



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ
ΣΧΟΛΗ ΚΟΙΝΩΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΗΣ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΚΑΙ ΔΙΕΘΝΩΝ ΣΧΕΣΕΩΝ

Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών
«Παγκόσμιες Προκλήσεις και Συστήματα Αναλύσεων»

Πολιτική προγραμματισμού εργασιών σε
τμήμα ηλεκτρολογικής συντήρησης
βιομηχανίας με χρήση εργαλείων ανάλυσης
δεδομένων.

Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία

Ιωάννης Ανδρέου

Τριμελής επιτροπή

Αναπληρωτής Καθηγητής Ν.Σ. Κουτσούκης

Καθηγητής Α. Κατσής

Επίκουρος Καθηγητής Ν.Π Ραχανιώτης

Κόρινθος, 2016



UNIVERSITY OF THE PELOPONNESE
SCHOOL OF SOCIAL AND POLITICAL SCIENCES
DEPARTMENT OF POLITICAL SCIENCE AND INTERNATIONAL
RELATIONS

Master of Arts in
“Global Risks and Analytics”

Job scheduling policy of electrical industry maintenance department using data analytics.

Master's Dissertation

John Andreou

Supervisors:
Associate Professor N.S. Koutsoukis
Professor I. Katsis,
Assistant Professor N.P. Rachaniotis

Corinth, 2016

Φύλλο αξιολόγησης

Η διπλωματική εργασία με τίτλο «Πολιτική προγραμματισμού εργασιών σε τμήμα ηλεκτρολογικής συντήρησης βιομηχανίας με χρήση εργαλείων ανάλυσης δεδομένων» του Ιωάννη Ανδρέου αξιολογήθηκε από την τριμελή επιτροπή, τόσο ως προς την ποιότητα του κειμένου, όσο και ως προς την ποιότητα της προφορικής παρουσίασης και υπεράσπισης της διπλωματικής εργασίας ενώπιον ακροατηρίου.

Η διαδικασία αξιολόγησης της διπλωματικής εργασίας ολοκληρώθηκε την ηη/μήνας/Έτος με γενική επίδοση:

- Καλώς
- Λίαν Καλώς
- Άριστα

Τα μέλη της τριμελούς επιτροπής:

1. Κουτσούκης Ν.Σ.
2. Κατσήs Α.
3. Ραχανιώτης Ν.Π

Abstract

Contemporary businesses and organizations increasingly collect significant volumes of data and information about their customers and business activities. Using these data, they are trying to extract information to improve the decision making process. Using techniques of data analysis and analytics, is nowadays critical business function. In particular, in the industrial sector, there is pressure to reduce costs and increase efficiency, the analysis of business data is an important activity in organizations. One of the industry sectors that analytics have found scope, both academic as well as business level, is the maintenance of industrial equipment.

In our study we present the concepts of data analysis and analytics, their evolution, the causes of their emergence, as well as the concepts of maintenance and maintenance management and the effect they have on an organization. Considering the importance of analytics in the preservation process, and how the analytics help maintenance to meet business objectives. Finally, we study the case of a department of electrical maintenance in an industry, we analyze the department's operation, the history of section facts and draws conclusions and proposals on how to improve the function with analytics techniques.

Keywords: data analysis, analytics, business analytics, maintenance, maintenance management.

Περίληψη

Από τα τέλη του 20^{ου} αιώνα έχει σημειωθεί μια αλματώδης εξέλιξη στον τρόπο που επιχειρήσεις και οργανισμοί συγκεντρώνουν στοιχεία και δεδομένα, είτε αφορούν τους πελάτες τους, είτε την λειτουργία της ίδιας της επιχείρησης. Με τα δεδομένα αυτά προσπαθούν να εξάγουν πληροφορίες που θα τις βοηθήσει στην διαδικασία λήψης αποφάσεων. Η χρησιμοποίηση τεχνικών και εργαλείων απλής και προηγμένης ανάλυσης δεδομένων, γνωστές επίσης και ως Analytics, είναι στις μέρες μας κρίσιμη λειτουργία των επιχειρήσεων. Ειδικότερα στον τομέα της βιομηχανίας, όπου ασκούνται πιέσεις για μείωση δαπανών και αύξηση της αποδοτικότητας, η ανάλυση επιχειρηματικών δεδομένων αποτελεί μια σημαντική δραστηριότητα της επιχείρησης. Ένας από τους τομείς της βιομηχανίας, όπου τα analytics έχουν βρει απήχηση, τόσο σε ακαδημαϊκό όσο και επιχειρηματικό επίπεδο, είναι η συντήρηση του βιομηχανικού εξοπλισμού.

Στην μελέτη μας παρουσιάζονται οι έννοιες της ανάλυσης δεδομένων και των analytics, η εξέλιξη τους, οι αιτίες που οδήγησαν στην ανάδυσή τους, καθώς και οι έννοιες της συντήρησης και της διαχείρισης της συντήρησης καθώς και η επίδραση που έχουν σε έναν οργανισμό. Εξετάζεται η σημασία των analytics στην διαδικασία της συντήρησης και ο τρόπος που τα analytics στην συντήρηση βοηθούν ώστε η επιχείρηση να πέτυχει τους στόχους της. Τέλος, μελετάμε την περίπτωση ενός τμήματος ηλεκτρολογικής συντήρησης μιας βιομηχανίας, αναλύουμε τον τρόπο λειτουργίας του και το ιστορικό των περιστατικών του τμήματος και εξάγουμε συμπεράσματα και προτάσεις για το πώς μπορεί να βελτιωθεί η λειτουργία του με τεχνικές analytics.

Λέξεις-κλειδιά: ανάλυση δεδομένων, analytics, συντήρηση, διαχείριση συντήρησης.

Περιεχόμενα

Abstract	I
Περίληψη	II
Περιεχόμενα	III
Κατάλογος Πινάκων	V
Κατάλογος Διαγραμμάτων	VI
Κατάλογος Εικόνων.....	VII
1. Εισαγωγή	1
2. Τα analytics και η σημασία τους στους οργανισμούς.	3
2.1 Ιστορική εξέλιξη	3
2.2 Το πλαίσιο των Analytics	4
2.2.1 Τι είναι η ανάλυση δεδομένων	4
2.2.2 Τι είναι τα analytics;	7
2.3 Επισκόπηση της αγοράς των Analytics	10
3. Η λειτουργία της συντήρησης στην βιομηχανία και η χρήση analytics.	13
3.1 Διαχείριση συντήρησης	13
3.1.1 Το πλαίσιο της συντήρησης.....	13
3.1.2 Η λειτουργία της διαχείρισης της συντήρησης.....	14
3.2 Τα είδη και οι τύποι της συντήρησης.	15
3.3 Η επίδραση της διαχείρισης της συντήρησης σε ένα οργανισμό.....	19
3.4 Τα analytics στην διαχείριση συντήρησης.....	20
4. Μελέτη περίπτωσης.	23
4.1 Παρουσίαση της υπάρχουσας κατάστασης.....	23
4.2 Πλαίσιο αναφοράς και διαστάσεις ανάλυσης	25
4.2.1 Διαδικασίες λειτουργίας	26
4.2.2 Παρατηρήσεις επί των διαδικασιών.....	27
4.3 Ανάλυση δεδομένων.	28
4.3.1 Ανάλυση εργασιών ανά προτεραιότητα και συχνότητα περιστατικών.....	29
4.3.2 Ανάλυση εργασιών κατά είδος	30
4.3.3 Ανάλυση προέλευσης αιτημάτων	32
4.3.4 Ανάλυση κατανάλωσης πόρων	34
4.3.5 Ανάλυση της τήρησης κλεισίματος των γνωστοποιήσεων.....	36
4.4 Παρατηρήσεις επί της ανάλυσης	37
5 Συμπεράσματα	39

Κατάλογος πηγών 43

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 1: Σύστημα προτεραιοτήτων.	25
Πίνακας 2: Διάρθρωση προσωπικού ηλεκτρολογικού τμήματος.	26
Πίνακας 3: Αριθμός εμφανίσεων ανά τύπο προτεραιότητας.....	29
Πίνακας 4: Ανάλυση του κλεισίματος των γνωστοποιήσεων.....	36

Κατάλογος Διαγραμμάτων

Διάγραμμα 1: Η διαδικασία γνωστοποιήσεων και εντολών.	27
Διάγραμμα 2: Αριθμός εμφανίσεων ανά τύπο προτεραιότητας και έτος	30
Διάγραμμα 3: Κατηγορίες εργασιών με την συνηθέστερη εμφάνιση.....	31
Διάγραμμα 4: Τα 20 πρώτα κέντρα κόστους με τον μεγαλύτερο αριθμό γνωστοποιήσεων.	32
Διάγραμμα 5: Τα 20 πρώτα κέντρα κόστους με τον μεγαλύτερο αριθμό ετήσιων εντολών.	33
Διάγραμμα 6: Κατηγορίες εργασιών με την συνηθέστερη εμφάνιση στο Κ.Κ. 701.	34
Διάγραμμα 7: Συνολικό πραγματικό κόστος ανά κέντρο κόστους με εργατοώρες προσωπικού.	34
Διάγραμμα 8: Συνολικό πραγματικό κόστος ανά κέντρο κόστους χωρίς εργατοώρες προσωπικού.	35
Διάγραμμα 9: Συνολικό πραγματικό κόστος ανά κέντρο κόστους χωρίς εργατοώρες προσωπικού, χωρίς τις γνωστοποιήσεις 7	35

Κατάλογος Εικόνων

Εικόνα 1: Φάσεις του μοντέλου CRISP-DM.....	5
Εικόνα 2: Το πλαίσιο των analytics.....	9
Εικόνα 3: Ένα ολοκληρωμένο πλαίσιο analytics.	10
Εικόνα 4: Η κατάταξη της Gartner για το 2016 στις πλατφόρμες σύνθετων analytics.	11
Εικόνα 5: Η βασική φιλοσοφία της KNIME Analytics Platform.	12
Εικόνα 6: Αρχιτεκτονική της μεθοδολογίας συντήρησης με βάση τον κίνδυνο.	18
Εικόνα 7: Ροή εργασίας για ανίχνευση λέξεων στο πεδίο περιγραφή της Β.Δ.	31

1. Εισαγωγή

Στις μέρες μας όλο και περισσότεροι οργανισμοί συγκεντρώνουν μεγάλο πλήθος δεδομένων τις οποίες χρησιμοποιούν για την εξαγωγή πληροφοριών χρήσιμων στη λήψη αποφάσεων. Η αξιόπιστη πληροφόρηση είναι καίριας σημασίας, αφού η πληροφορία είναι ένα από τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα ενός οργανισμού. Η εξέλιξη της τεχνολογίας, ιδιαίτερα στον τομέα της ανάλυσης δεδομένων και των analytics, έχει ανοίξει νέους δρόμους στην διοικητική επιστήμη σε πολλούς κλάδους. Η βιομηχανία και η διαχείριση των λειτουργιών της συντήρησης του εξοπλισμού δεν θα μπορούσε να ξεφύγει από τις νέες πρακτικές. Στην βιομηχανία ασκούνται συνεχώς πιέσεις για μείωση δαπανών, αύξηση αποδοτικότητας, βελτίωσης της παραγωγικότητας και της ποιότητας προϊόντων και υπηρεσιών. Από την εποχή των παραδοσιακών πρακτικών, ολοένα και περισσότερες επιχειρήσεις στρέφονται σε πιο πολύπλοκα και αποδοτικότερα μοντέλα με σκοπό την αύξηση της αποδοτικότητας, της διαθεσιμότητας και αξιοπιστίας του εξοπλισμού, με ταυτόχρονη μείωση του κόστους συντήρησης. Η αναγκαιότητα για σύγχρονο τεχνολογικά εξελιγμένο εξοπλισμό καθιστά περισσότερο επιτακτική την ανάγκη για αποτελεσματική οργάνωση της διαδικασίας της συντήρησης με την εφαρμογή νέων μεθόδων ανάλυσης. Οι εταιρείες που χρησιμοποιούν εργαλεία analytics μπορούν σήμερα πιο εύκολα να προσδιορίσουν την κατάσταση του εξοπλισμού, να σχεδιάσουν και να διασφαλίσουν την επιτυχή λειτουργία σε περιόδους αιχμής και να μειώσουν το κόστος της συντήρησης. Τα παραπάνω θεωρούνται ιδιαίτερα κρίσιμα αφού με αυτόν τον τρόπο δίνεται στις επιχειρήσεις η δυνατότητα να στηρίζουν την λειτουργία της συντήρησης με αντικειμενικά δεδομένα, τα οποία έχουν συλλεχθεί με συνεπή και αξιόπιστο τρόπο. Αυτό οδηγεί τους οργανισμούς, από την περίοδο της επισκευαστικής συντήρησης και την αδυναμία εφαρμογής νέων πρακτικών, στην χρησιμοποίηση σύγχρονων συστημάτων ελέγχου της κατάστασης του εξοπλισμού, στην βελτίωση της αποδοτικότητας και την σύνδεση της με τους στόχους της επιχείρησης. Είναι η εποχή των analytics στην διαχείριση της συντήρησης.

Στην παρούσα εργασία μελετάμε την περίπτωση ενός τμήματος ηλεκτρολογικής συντήρησης μιας μεγάλης βιομηχανίας. Η επιχείρηση διατηρεί μια βάση δεδομένων μέσω ενός ηλεκτρονικού συστήματος πληροφοριών σχετικά με τις εργασίες που έχουν πραγματοποιηθεί, τις οποίες επεξεργαζόμαστε με τεχνικές analytics προκειμένου να παρουσιάσουμε και να αναλύσουμε τον τρόπο με τον οποίο λειτουργεί το συγκεκριμένο τμήμα και να αναζητήσουμε σημεία βελτίωσης της λειτουργίας του. Επίσης, καταδεικνύουμε ότι η χρήση εργαλείων analytics μπορεί να βοηθήσει τα στελέχη του τμήματος σχετικά με αποφάσεις που αφορούν τους στόχους της συντήρησης και με ποιο τρόπο είναι δυνατή η καλύτερη οργάνωση των ενεργειών τους.

Η μελέτη μας βασίζεται στην ανάλυση του ιστορικού των περιστατικών του τμήματος που έχουν πραγματοποιηθεί σε βάθος εξαετίας. Από την ανάλυση των περιστατικών επιδιώκουμε να περιγράψουμε την ισχύουσα κατάσταση που κατ' αναλογία αφορά το σύνολο της επιχείρησης. Πιο συγκεκριμένα εστιάζουμε:

- α) στις εργασίες και τα περιστατικά συντήρησης αποκατάστασης βλαβών,
- β) τους πόρους που απαιτήθηκαν για την αντιμετώπιση των περιστατικών,
- γ) την κατανομή αυτών των πόρων στα οικεία τμήματα, και
- δ) την ποσοτική περιγραφή όσων επιπλέον στοιχείων περιλαμβάνονται στο ιστορικό καταγραφής των περιστατικών.

Το υπόλοιπο της διπλωματικής εργασίας είναι οργανωμένο ως εξής: Στο δεύτερο κεφάλαιο παρουσιάζουμε τις βασικές έννοιες της ανάλυσης δεδομένων και των analytics, η ιστορική εξέλιξή τους και εξετάζεται η προέλευσή τους και οι αιτίες που οδήγησαν στην ανάδυσή τους. Παρουσιάζονται τα analytics ως ένα νέο τοπίο για τους οργανισμούς, η σύνδεσή τους με την λειτουργία των επιχειρήσεων και πώς τις βοηθούν να πέτυχουν τους στόχους τους. Τέλος, παρουσιάζονται εφαρμογές συστημάτων analytics ως μέρος της διαδικασίας ανάλυσης δεδομένων.

Στο τρίτο κεφάλαιο παρουσιάζονται οι έννοιες της συντήρησης (Maintenance) και της διαχείρισης της συντήρησης (Maintenance Management). Εξετάζονται τα είδη της συντήρησης, οι διάφοροι τύποι λειτουργίας της συντήρησης και ο τρόπος που επιδρούν σε έναν οργανισμό. Τέλος, εξετάζεται η σημασία των analytics στην διαδικασία της συντήρησης, στην διαχείριση των δράσεων της και οι τρόποι που την βοηθούν να συμβάλλει στους στόχους της επιχείρησης. Στο τέταρτο κεφάλαιο της μελέτης, το ερευνητικό μέρος της μελέτης, αναλύεται το ιστορικό των περιστατικών του τμήματος με εργαλεία analytics. Παρουσιάζονται τα προβλήματα της βάσης δεδομένων, εξάγονται και αξιολογούνται τα αποτελέσματα της ανάλυσης και παρουσιάζονται λύσεις και προτάσεις που θα φανούν χρήσιμες στο τμήμα.

Το πέμπτο κεφάλαιο περιλαμβάνει συνοπτική επισκόπηση των δυσκολιών και περιορισμών κατά την διάρκεια της εκπόνησης της εργασίας, καθώς και προοπτικές περαιτέρω διερεύνησης του θέματος.

2. Τα analytics και η σημασία τους στους οργανισμούς.

Στο επιχειρηματικό περιβάλλον συναντάμε πλήθος δυνατοτήτων και ευκαιριών, αλλά και δυσκολίες και απειλές, πολλές από τις οποίες προέκυψαν μετά την οικονομική κρίση του 2008. Προσπαθώντας οι επιχειρήσεις να ανταποκριθούν σε αυτές τις προκλήσεις είναι συχνά απαραίτητο ο επανασχεδιασμός των μεθόδων διοίκησης ενός οργανισμού, αλλά και η βελτίωση των διαδικασιών λήψης αποφάσεων. Είναι σημαντικό οι σύγχρονες επιχειρήσεις να αντιλαμβάνονται και να ερμηνεύουν σωστά το περιβάλλον μέσα στο οποίο δραστηριοποιούνται. Σε αυτό η αξιόπιστη και ουσιαστική πληροφόρηση είναι καίριας σημασίας, αφού η πληροφορία είναι ένα από τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα ενός οργανισμού. Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζουμε τις έννοιες και το πλαίσιο των analytics που εμφανίζεται ολοένα και συχνότερα στην διαδικασία επιχειρηματικών αποφάσεων. Αμέσως παρακάτω γίνεται αποσαφήνιση των όρων και μια συνοπτική παρουσίαση του τρόπου με τον οποίο εμπλέκονται σε ένα οργανισμό.

2.1 Ιστορική εξέλιξη

Τα analytics αρχίζουν να αντλούν προσοχή στα τέλη της δεκαετίας του 1960, όταν οι υπολογιστές αρχίζουν να χρησιμοποιούνται σε συστήματα υποστήριξης αποφάσεων. Έκτοτε τα analytics έχουν αλλάξει και αναπτύσσονται ταυτόχρονα με την ανάπτυξη των συστημάτων διαχείρισης επιχειρησιακών πόρων, τις αποθήκες δεδομένων και ένα μεγάλο αριθμό άλλων εργαλείων λογισμικού, εφαρμογών και διαδικασιών (Davenport & Harris, 2007). Στα μέσα της δεκαετίας του 1950 τα analytics είναι κυρίως περιγραφικά και καλύπτουν δραστηριότητες αναφοράς χρησιμοποιώντας δεδομένα που προέρχονται από το εσωτερικό της επιχείρησης. Είναι η εποχή που μικρές ομάδες αναλυτών εργάζονται στα πίσω δωμάτια των εταιριών (Davenport, 2013) με κύριο σκοπό την εσωτερική υποστήριξη λήψης αποφάσεων. Στην συνέχεια κάνουν την εμφάνιση τους λογισμικά πακέτα ανάλυσης και η SAS Institute Inc πρωτοεμφανίζει ορισμένες προηγμένες τεχνικές. Τα εργαλεία όμως αυτά χρησιμοποιούν ιστορικά στοιχεία, με τους αναλυτές να δαπανούν περισσότερο χρόνο για να βρουν και να αποθηκεύσουν τα δεδομένα παρά στην ανάλυσή τους. Κατά την διάρκεια των επόμενων 30 ετών η αρχική ιδέα θα εξελιχθεί μέσα από διάφορα στάδια: συστήματα υποστήριξης αποφάσεων (decision support systems-DSS) και συστήματα υποστήριξης διοίκησης (Executive Information Systems-EIS), τα οποία ήταν δημοφιλή κατά τη διάρκεια της δεκαετίας του 1970 και του 1980. Οι περισσότερες από τις εργασίες που πραγματοποιούνται στην περίοδο αυτή επικεντρώνονται σε πρότυπα, διαδικασίες και εργαλεία που υποστηρίζουν την συλλογή, αποθήκευση δεδομένων και την δημιουργία αναφορών. Είναι η απαρχή της μετατροπής των δεδομένων σε πληροφορία και η χρήση της στην διαδικασία λήψης αποφάσεων. Τα analytics παραμένουν εντός των ορίων των τμημάτων μηχανοργάνωσης μιας επιχείρησης. Στις αρχές του 21^{ου} αιώνα, και με την σταδιακή εξάπλωση του διαδικτύου, μεγάλες εταιρείες αρχίζουν να ανακαλύπτουν την δυνατότητα να έρχονται σε επαφή με πλήθος πληροφοριών που συνήθως προέρχονται από το εξωτερικό τους περιβάλλον. Σταδιακά αρχίζει να εμφανίζεται ο όρος επιστήμονας δεδομένων -Data Scientist (Davenport, 2013) και η επιστήμη των δεδομένων (Data Science). Ξεκινά έτσι η συστηματική χρήση νέων προϊόντων και υπηρεσιών που σχετίζονται με δεδομένα.

Σύμφωνα με τους Saxena & Srinivasan (2012), τα analytics έχουν επιδράσει στην εξέλιξη του τρόπου με τον οποίο έχει εξελιχθεί η διαδικασία ορθολογικής λήψης αποφάσεων. Ξεκινώντας με την προσέγγιση *κάντο μόνος σου*, που δίνει τη δυνατότητα στην χρησιμοποίηση των analytics σε κάθε μέρος από την ιδέα, στην ανάλυση, στην απόφαση και στην εκτέλεση. Αυτό απαιτεί ορθολογική σκέψη, χρησιμοποίηση των δεδομένων ως αυτονότητα κατά τη διάρκεια της εργασίας. Η αναλυτική σκέψη είναι analytics σε δράση. Για να λειτουργήσει αυτή η προσέγγιση καλά, θα πρέπει ο καθένας, σε κάθε στάδιο, να εφαρμόσει τις σωστές τεχνικές analytics και να έχει το χρόνο και τα εργαλεία για τη διεξαγωγή των αναλύσεων. Αυτή η προσέγγιση μπορεί να λειτουργήσει αν οι εμπλεκόμενοι σε κάθε φάση γνωρίζουν τα πάντα για τον δικό τους τομέα και έχουν το χρόνο να πραγματοποιήσουν τις απαιτούμενες αναλύσεις. Η προσέγγιση αυτή ισχύει κυρίως σε μικρές, εξειδικευμένες ομάδες και επικεντρώνεται σε ένα περιορισμένο σύνολο αποτελεσμάτων.

Η επόμενη προσέγγιση, που είναι ευρέως διαδεδομένη σήμερα, αντιμετωπίζει τα analytics ως *εξειδικευμένη λειτουργία της επιχείρησης με ειδικευμένο προσωπικό*. Η ομάδα των analytics λειτουργεί ως προέκταση των παραδοσιακών λειτουργιών ενός οργανισμού και η προσέγγιση αυτή βασίζεται στην παραδοχή των οικονομιών κλίμακας. Έτσι δημιουργούνται μεγάλες ομάδες εξειδικευμένων αναλυτών που εξυπηρετούν τις λειτουργίες του οργανισμού. Τέλος, υπάρχει και η προσέγγιση που βλέπει την χρήση των analytics υποστηρικτικά σε όλον τον επιχειρηματικό κύκλο. Συνδέει τα analytics με ολόκληρο το φάσμα των αναγκών μιας επιχείρησης, από τον προσδιορισμό των αναγκών και την σύλληψη μιας ιδέας, την συλλογή στοιχείων, παραγωγή υποδειγμάτων και ανάλυση δεδομένων, στην υποστήριξη αποφάσεων και, τέλος, στην παρακολούθηση εφαρμογής και διαχείρισης αποτελεσμάτων.

2.2 Το πλαίσιο των Analytics

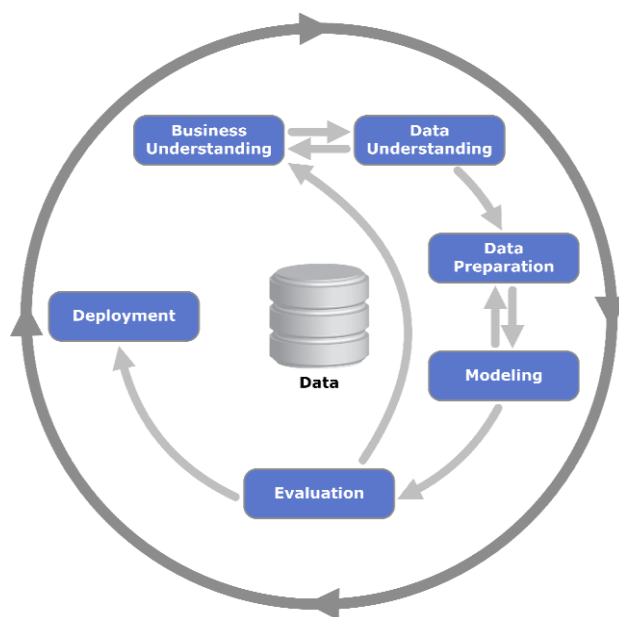
Με την επανάσταση στον χώρο των ηλεκτρονικών υπολογιστών και τις πρωτοποριακές τεχνολογικές εξελίξεις, οι οργανισμοί είναι σήμερα σε θέση να συλλέγουν, να αποθηκεύουν και να επεξεργάζονται τεράστιες ποσότητες δεδομένων σε λιγιστό χρόνο και με χαμηλό κόστος. Αυτό δίνει την δυνατότητα σε επιχειρήσεις και οργανισμούς να δημιουργούν μεγάλα αρχεία δεδομένων, κάθε μορφής, σε ηλεκτρονική μορφή. Έτσι, όλο και πιο συχνά επιχειρηματικές αποφάσεις βασίζονται στα δεδομένα που έχουν αποθηκευτεί.

2.2.1 Τι είναι η ανάλυση δεδομένων

Πολλοί άνθρωποι συνδέουν κάθε είδους ανάλυση δεδομένων με στατιστικά στοιχεία και την επιστήμη της στατιστικής. Η στατιστική επιστήμη έχει μια μακρά ιστορία και προέρχεται από την συλλογή και ανάλυση δεδομένων σχετικά με έναν πληθυσμό. Συνήθως, το πρώτο βήμα της διαδικασίας ανάλυσης δεδομένων είναι να σχεδιάσουμε ένα πείραμα που καθορίζει το πώς τα δεδομένα θα πρέπει να συλλέγονται, έτσι ώστε να είμαστε σε θέση να πραγματοποιήσουμε μια αξιόπιστη ανάλυση με βάση τα ληφθέντα δεδομένα (Berthold *et al.*, 2010). Σε αντιδιαστολή με τον έλεγχο υποθέσεων, η διερευνητική ανάλυση δεδομένων ασχολείται με την δημιουργία υποθέσεων από τα αποθηκευμένα δεδομένα. Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, η δυνατότητα να

μπορούμε να επεξεργαστούμε μεγάλες βάσεις δεδομένων οφείλεται στην ύπαρξη ισχυρών εργαλείων και στην τεχνολογική εξέλιξη. Είναι εύκολο πλέον να ανακαλύπτουμε γνώση σε βάσεις δεδομένων (knowledge discovery in databases-KDD), μια διαδραστική διαδικασία αναγνώρισης εγκύρων, καινοφανών, δυνητικά χρήσιμων και τελικά κατανοητών μοτίβων μέσα στα δεδομένα (Fayyad *et al.*, 1996), που αποτελείται από πολλές διακριτές φάσεις.

Υπάρχουν πολλές διαφορετικές προτάσεις σχετικά με το τι πρέπει να περιλαμβάνει ως μέρη της η διαδικασία ανάλυσης δεδομένων. Μερικές από αυτές είναι (όπως αναφέρονται από τους Berthold *et al.*, 2010), η Sample, Explore, Modify, Model, Assess – SEMMA, που χρησιμοποιείται από την SAS Institute Inc, μια εταιρεία που ειδικεύεται στην ανάπτυξη λογισμικού, στις υπηρεσίες διαχείρισης δεδομένων και επιχειρηματικής ευφυΐας, η Cross Industry Standard Process for Data Mining-CRISP-DM (Chapman *et al.*, 2000), και τέλος η εννιά βημάτων διαδικασία ανακάλυψης γνώσης σε βάσεις δεδομένων (KDD-process) των Fayyad *et al.*, (1996). Δεν υπάρχει καθολικά καλύτερο μοντέλο, καθώς κάθε ένα από τα μοντέλα έχει δυνατά και αδύνατα σημεία με βάση το πεδίο εφαρμογής τους και τους συγκεκριμένους στόχους που προσπαθεί να πετύχει.



Εικόνα 1: Φάσεις του μοντέλου CRISP-DM.

Στην CRISP-DM ο κύκλος ζωής ενός έργου εξόρυξης δεδομένων αποτελείται από έξι φάσεις (Εικόνα 1), με την αλληλουχία των φάσεων να μην είναι άκαμπτη (Chapman *et al.*, 2000). Απαιτείται συχνά η επανατροφοδότηση μεταξύ των διαφόρων φάσεων και είναι πάντα το αποτέλεσμα κάθε φάσης που καθορίζει ποια φάση ή αποστολή μιας φάσης πρέπει να εκτελεστεί μετά. Τα βέλη δείχνουν τις πιο σημαντικές και συχνές εξαρτήσεις μεταξύ των φάσεων.

Πιο αναλυτικά οι φάσεις της διαδικασίας είναι οι εξής (Chapman *et al.*, 2000):

Κατανόηση της επιχείρησης (Business understanding)

Στην 1^η φάση επικεντρωνόμαστε στην κατανόηση των στόχων και των απαιτήσεων του έργου από την πλευρά της επιχείρησης και στη συνέχεια μετατρέπουμε την γνώση αυτή σε έναν ορισμό του προβλήματος εξόρυξης δεδομένων και σε ένα προκαταρκτικό σχέδιο για την επίτευξη των στόχων.

Κατανόηση των δεδομένων (Data understanding)

Η φάση της κατανόησης των δεδομένων ξεκινά με την αρχική συλλογή στοιχείων και προβαίνει σε δραστηριότητες που δίνουν τη δυνατότητα να εξοικειωθούμε με τα στοιχεία, να εντοπίσουμε προβλήματα ποιότητας των δεδομένων, να ανακαλύψουμε τις πρώτες γνώσεις σχετικά με τα δεδομένα και /ή να εντοπίσουμε ενδιαφέροντα υποσύνολα για το σχηματισμό υποθέσεων σχετικά με κρυμμένες πληροφορίες.

Προετοιμασία των δεδομένων (Data preparation)

Η φάση της προετοιμασίας των δεδομένων καλύπτει όλες τις δραστηριότητες που απαιτούνται για την κατασκευή του τελικού συνόλου δεδομένων από τα αρχικά ανεπεξέργαστα δεδομένα. Οι εργασίες προετοιμασίας των δεδομένων είναι πιθανό να εκτελεστούν πολλές φορές και όχι σε προκαθορισμένη σειρά. Στην φάση περιλαμβάνονται η καταγραφή, η επιλογή χαρακτηριστικών, η μετατροπή και ο καθαρισμός των δεδομένων.

Μοντελοποίηση (Modeling)

Σε αυτή τη φάση επιλέγονται και εφαρμόζονται διάφορες τεχνικές μοντελοποίησης και βαθμονομούνται οι παράμετροι τους για βέλτιστες τιμές. Συνήθως, υπάρχουν αρκετές τεχνικές για τον ίδιο τύπο προβλήματος εξόρυξης δεδομένων.

Αξιολόγηση (Evaluation)

Πριν προχωρήσουμε στην τελική ανάπτυξη του μοντέλου, είναι σημαντικό να αξιολογηθεί προσεκτικά και να αναθεωρήσουμε τα βήματα που εκτελούνται, ώστε να είμαστε σίγουροι ότι το μοντέλο επιτυγχάνει τους στόχους της επιχείρησης.

Ανάπτυξη (Deployment)

Η δημιουργία του μοντέλου δεν είναι το τέλος του έργου. Ακόμη και αν ο σκοπός του μοντέλου είναι να αυξηθεί η εξαγόμενη γνώση από τα δεδομένα, η γνώση που θα αποκτηθεί θα πρέπει να οργανωθεί και να παρουσιαστεί με τέτοιο τρόπο ώστε να μπορεί να χρησιμοποιηθεί. Ανάλογα με τις απαιτήσεις, η φάση ανάπτυξης μπορεί να είναι τόσο απλή όσο η δημιουργία μιας έκθεσης αναφοράς ή περίπλοκη όπως η εφαρμογή μιας επαναλαμβανόμενης διαδικασίας εξόρυξης δεδομένων σε ολόκληρη την επιχείρηση.

Κάθε πρόβλημα ή έργο ανάλυσης δεδομένων είναι διαφορετικό και για αυτόν τον λόγο, συχνά κατηγοριοποιούνται ανάλογα με την φύση τους. Πλέον μια αποδεκτή κατηγοριοποίηση είναι αυτή που προτείνουν οι Fayyad *et al.*, (1996).

- **Ταξινόμηση (Classification):** Ταξινόμηση δεδομένων είναι η διαδικασία εύρεσης κοινών ιδιοτήτων μέσα σε ένα σύνολο στοιχείων σε μια βάση δεδομένων και τα ταξινομούμε σε διαφορετικές κατηγορίες, σύμφωνα με το μοντέλο ταξινόμησης (Chen *et al.*, 1996). Είναι η διαδικασία οργάνωσης των δεδομένων σε κατηγορίες για πιο αποτελεσματική και αποδοτική χρήση τους.
- **Παλινδρόμηση (regression):** Η ανάλυση παλινδρόμησης είναι χρήσιμο εργαλείο διερεύνησης των σχέσεων μεταξύ μεταβλητών. Παλινδρόμηση είναι ένα ακόμη μοντέλο πρόβλεψης, αλλά εν προκειμένω η τιμή που μας ενδιαφέρει έχει αριθμητικό χαρακτήρα.
- **Ομαδοποίηση, τμηματοποίηση (clustering, segmentation):** Πρόκειται για τη συνοπτική παρουσίαση των στοιχείων, ώστε να έχουμε μια καλύτερη εικόνα από ομάδες ή παρόμοιες περιπτώσεις που σχηματίζονται. Αντί να εξετάσουμε ένα μεγάλο αριθμό παρόμοιων αρχείων, μπορεί να εκλεχθεί μόνο η σύνοψη της ομάδας.
- **Ανάλυση συσχέτισης (association analysis):** Βρίσκουμε τυχόν συσχετίσεις με στόχο να κατανοήσουμε ή να περιγράψουμε καλύτερα τις αλληλεξαρτήσεις όλων των χαρακτηριστικών.
- **Ανάλυση απόκλισης (deviation analysis):** Γνωρίζοντας τις κύριες τάσεις ή δομές βρίσκουμε οποιαδήποτε ξεχωριστή υποομάδα που συμπεριφέρεται διαφορετικά σε σχέση με κάποιο στοχευμένο χαρακτηριστικό.

2.2.2 Τι είναι τα analytics;

Τα τελευταία χρόνια τα analytics έχουν αναπτυχθεί ως λειτουργία των επιχειρήσεων και έχουν προσελκύσει την προσοχή των οργανισμών που αναζητούν το μυστικό που θα τους επιτρέψει να αποκτήσουν ανταγωνιστικό πλεονέκτημα. Παρότι συχνά συναντάμε τον όρο analytics μεταφρασμένο ως Αναλυτική των Επιχειρήσεων ή Επιχειρηματική Αναλυτική, χρησιμοποιούμε τον όρο ως έχει διότι η απόδοση του όρου στα Ελληνικά δίνει έμφαση στην επιχειρηματική διάσταση και όχι στην γενικευμένη χρησιμότητα των συστημάτων αυτών. Επίσης, ο όρος συχνά συγγέεται με την Επιχειρηματική Ευφυΐα (Business Intelligence), αλλά, όπως θα δείξουμε, πρόκειται για μια από τις λειτουργίες των analytics. Σύμφωνα με τους Saxena & Srinivasan (2012) analytics είναι ο ορθολογικός τρόπος για να μετατραπούν οι ιδέες σε πράξη.

Τα analytics αποτελούν ένα νέο τοπίο για τους οργανισμούς, το οποίο προέκυψε από την τεχνολογική εξέλιξη, και δίνουν την δυνατότητα σ' αυτούς, με τη χρήση δεδομένων, μοντέλων και διαδικασιών διαχείρισης να αξιοποιήσουν τις νέες τεχνολογικές εφαρμογές. Τα analytics έχουν προσελκύσει το ενδιαφέρον του κόσμου των επιχειρήσεων λόγω της δυνατότητας των οργανισμών να αποθηκεύουν μεγάλες βάσεις δεδομένων με στοιχεία που αφορούν τους πελάτες τους, ώστε να μπορούν πχ να προβλέψουν, χρησιμοποιώντας μαθηματικά μοντέλα, μελλοντικές τάσεις των καταναλωτών, ψηφοφόρων, ακόμα και να προβούν σε εξειδικευμένες και σύνθετες αναλύσεις. Αυτή η δυνατότητα εύρεσης μεγάλης κλίμακας δεδομένων έχει δημιουργήσει μια

αντίστοιχη ζήτηση για μαθηματικές δεξιότητες ώστε να αναλυθούν δεξιότητες πληροφορικής για να αποθηκευτούν και να διαχειριστούν αποτελεσματικά τα δεδομένα. Πλέον ο τομέας των analytics μεγεθύνεται ραγδαία, με τέτοιον τρόπο ώστε και ως επιστημονικό πεδίο να γνωρίσει άνθηση.

Οι ευκαιρίες που σχετίζονται με την ανάλυση δεδομένων βοήθησαν να δημιουργηθεί σημαντικό ενδιαφέρον για τα analytics που σχετίζονται με κρίσιμα επιχειρηματικά δεδομένα, έτσι ώστε να βοηθήσουν την επιχείρηση να κατανοήσει καλύτερα τις δραστηριότητες και το περιβάλλον της και να πάρει έγκαιρα τις κατάλληλες αποφάσεις. Εκτός από τις τεχνολογίες επεξεργασίας δεδομένων και ανάλυσης, τα analytics περιλαμβάνουν πρακτικές που σχετίζονται με τον πυρήνα των δραστηριοτήτων ενός οργανισμού. Όλο αυτό το πλέγμα μπορεί να εφαρμοστεί σε διάφορες εφαρμογές με μεγάλο αντίκτυπο, όπως στο ηλεκτρονικό εμπόριο, στην πληροφόρηση για την αγορά, στον σχεδιασμό και στην προώθηση προϊόντων, στις υπηρεσίες, στην πολιτική, στην ηλεκτρονική διακυβέρνηση, στην ασφάλεια.

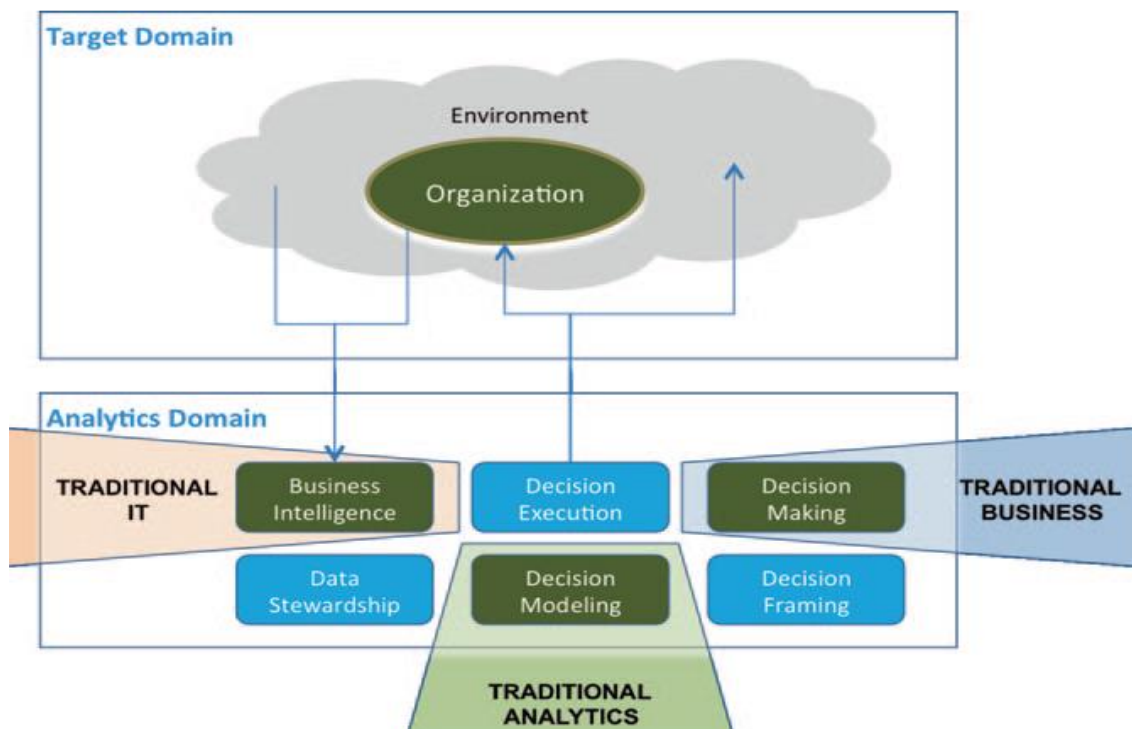
Σύμφωνα με τους Saxena & Srinivasan (2012), για να είναι επιτυχημένη η χρήση των analytics απαιτείται συνεργασία μεταξύ τριών λειτουργιών μέσα σε μια επιχείρηση. Ειδικότερα:

- Της επιχειρησιακής μονάδας (Business unit): Χρησιμοποιούν τα analytics σε όλη τη διάρκεια του κύκλου ζωής τους από την ιδέα ή το πρόβλημα, στην ανάλυση, στην απόφαση και τέλος στην εκτέλεση. Το πρόβλημα εμφανίζεται όταν η διαδικασία λήψης αποφάσεων δεν ανακοινώνεται στους αναλυτές αποτελεσματικά.
- Της ομάδας των analytics που βοηθά να παραχθούν ιδέες και αναλύσεις επιτρέποντας την ορθολογική λήψη αποφάσεων, την παρακολούθηση της εκτέλεσης και την καθοδήγηση των δράσεων του συστήματος διεύθυνσης. Οι αναλυτές βλέπουν συχνά τους εαυτούς τους ως ειδικούς στα δεδομένα και στα μαθηματικά που χτίζουν πολύπλοκα μοντέλα που δεν γίνονται πλήρως κατανοητά. Συχνά δε μια επιπλέον πρόκληση είναι η πληρότητα των διαθέσιμων στοιχείων, σε ποιότητα και ποσότητα, για να δημιουργηθεί το κατάλληλο μοντέλο.
- Τέλος, της ομάδας της πληροφορικής που παρέχει την απαραίτητη υποδομή για τα δεδομένα και υποστηρίζει τους αναλυτές παρέχοντας τους την απαραίτητη εργαλειοθήκη. Ο ρόλος τους συνήθως τελειώνει με την παροχή και αποθήκευση δεδομένων σε τέτοια μορφή ώστε να είναι διαθέσιμα και λειτουργικά, με τα απαραίτητα εργαλεία, σύμφωνα με το πώς οι ίδιοι ερμηνεύουν τις ανάγκες των επιχειρήσεων χωρίς όμως να είναι πάντα σωστή η οπτική τους.

Τον τομέα των analytics οι Saxena & Srinivasan (2012) τον έχουν χωρίσει σε έξι λειτουργίες, εκ των οποίων οι τρεις αποτελούν παραδοσιακά όπλα των analytics και οι τρεις περιοχές διασύνδεσης μεταξύ αυτών που έχουν μέχρι τώρα παραμεληθεί (Εικ. 2). Ειδικότερα:

- **Business Intelligence** (*Επιχειρηματική Ευφυΐα-παραδοσιακή λειτουργία IT*): παρέχει τα δεδομένα και τα αξιόπιστα εργαλεία analytics για τη λήψη αποφάσεων.

- **Data Stewardship** (*Διαχείριση Δεδομένων-λειτουργία διασύνδεσης*): υπεύθυνη για την ποιότητα των δεδομένων και την αξιολόγηση της καταλληλότητάς τους για χρήση στα μοντέλα απόφασης.
- **Decision Framing** (*Πλαίσιο λήψης απόφασης-λειτουργία διασύνδεσης*): σχηματοποιεί την ανάγκη λήψης απόφασης.
- **Decision Modeling** (*Υποδείγματα αποφάσεων- Παραδοσιακά analytics*): κατασκευάζει και να δοκιμάζει ένα μοντέλο λήψης αποφάσεων που παρέχει ορθολογικές συμβουλές για να ικανοποιήσει την ανάγκη για την λήψη της απόφασης.
- **Decision Making** (*Λήψη απόφασης παραδοσιακά επιχειρηματική λειτουργία*): χρησιμοποιεί το μοντέλο απόφασης για τη λήψη αποφάσεων.
- **Decision Execution** (*εκτέλεση της απόφασης-λειτουργία διασύνδεσης*): μετατρέπει τις αποφάσεις σε δράσεις στον τομέα προορισμού και να παρακολουθεί τα αποτελέσματα.



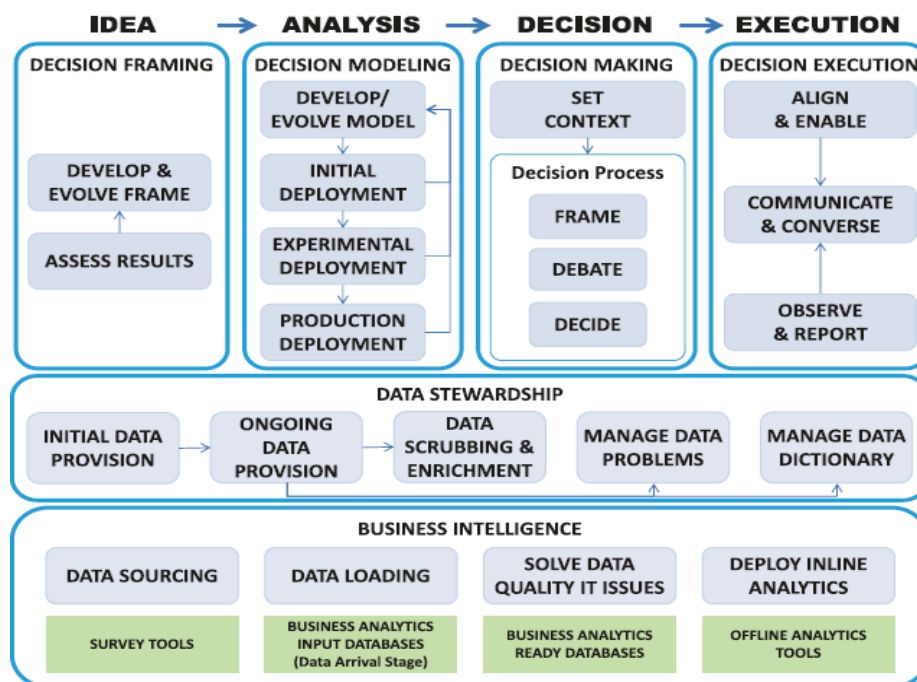
Εικόνα 2: Το πλαίσιο των analytics

Είναι εύκολο να αναλογιστούμε την θετική επίδραση των analytics, αλλά για να συμβεί αυτό θα πρέπει τα εργαλεία τους, όχι μόνο να έχουν ενσωματωθεί επιτυχώς στην υπάρχουσα οργανωτική δομή, αλλά επίσης να έχουν γίνει αναπόσπαστο μέρος των επιχειρηματικών διαδικασιών (Trkman *et al.*, 2010). Θα πρέπει δηλαδή ο οργανισμός να αντιλαμβάνεται τα analytics ως ένα ολοκληρωμένο πλαίσιο που θα δώσει ορθολογικές αποφάσεις καθοδηγούμενες από δεδομένα που είναι άμεσα διαθέσιμα, συλλεγμένα με διαφανείς διαδικασίες, επαληθεύσιμα και επανατροφοδοτούμενα. Αυτό θα οδηγήσει τους οργανισμούς σε πιο αποδοτικές διαδικασίες

λήψης αποφάσεων. Ένα καλό παράδειγμα αυτού του ενιαίου πλαισίου των analytics δίνουν οι Saxena & Srinivasan (2012).

Όπως φαίνεται και από την εικόνα 3, σε αυτό το ολοκληρωμένο πλαίσιο, ξεκινώντας από την ιδέα, μέσω της ανάλυσης και της λήψης απόφασης, καταλήγουμε στην εφαρμογή της απόφασης.

Ο θεμελιώδης στόχος των analytics είναι να βοηθήσει τους οργανισμούς να πάρουν και να εκτελούν ορθολογικές αποφάσεις, καθοδηγούμενες από δεδομένα, διαφανείς, αξιόπιστες και ανθεκτικές.



Εικόνα 3: Ένα ολοκληρωμένο πλαίσιο analytics.

2.3 Επισκόπηση της αγοράς των Analytics

Η ολοένα και αυξανόμενη ανάγκη των οργανισμών για ολοκληρωμένες λύσεις που σχετίζονται με την επιστήμη των δεδομένων, την ανάλυση τους και τα analytics έχει δημιουργήσει μια αντίστοιχη αγορά στην οποία δραστηριοποιούνται πολλές εταιρείες πληροφορικής και λογισμικού. Στην εικόνα 4 αποτυπώνεται η ταξινόμηση της Gartner Inc. σε αυτές τις εταιρίες, ανάλογα με την επιρροή τους στην συγκεκριμένη αγορά. Η μεθοδολογία της Gartner παρέχει μια γραφική απεικόνιση της ανταγωνιστικής θέσης των εταιρειών παρόχων τεχνολογίας σε ταχέως αναπτυσσόμενες αγορές χωρίζοντας τις σε 4 κατηγορίες:

- Ηγέτες,
- Οραματιστές,
- Niche, και
- διεκδικητές.

Στην έκθεση αξιολογούνται 16 εταιρείες σε πάνω από 10 κριτήρια και τοποθετούνται σε 4 τεταρτημόρια βάσει της πληρότητας του οράματος τους και της ικανότητας τους να το εκτελέσουν. Στις θέσεις των ηγετών της συγκεκριμένης αγοράς βρίσκονται οι εταιρείες SAS, IBM, KNIME, RapidMiner και Dell.



Εικόνα 4: Η κατάταξη της Gartner για το 2016 στις πλατφόρμες σύνθετων analytics.

Τα analytics προσφέρουν εφαρμογές για τεχνικές εξόρυξης δεδομένων, στατιστικής ανάλυσης, προγνωστικής μοντελοποίησης, υποβολής εκθέσεων, ανάλυσης δεδομένων για τον έλεγχο υποθέσεων, εργαλείων οπτικοποίησης. Επίσης, καλύπτουν μεγάλο φάσμα εφαρμογών για τις δραστηριότητες επιχειρήσεων και οργανισμών, όπως διαχείριση πελατών (Customer Intelligence), ασφάλεια και αντιμετώπιση απάτης (Fraud and Security Intelligence), διαχείριση επιδόσεων (Performance Management), διαχείριση ρίσκου (Risk Management), διαχείριση εφοδιαστικής αλυσίδας (Supply Chain Intelligence). Παρέχουν την δυνατότητα οπτικοποιημένης ροής εργασίας και διαδραστικών απεικονίσεων, δημιουργίας αρχείων κειμένου, διαγραμμάτων και πινάκων. Υποστηρίζουν μαθηματικές και στατιστικές συναρτήσεις, αλγόριθμους πρόβλεψης, διαδραστική προβολή των δεδομένων, χρονοσειρές, εικόνες, κείμενα, ανάλυση

διαδικτύου, υποβολή εκθέσεων. Αντιμετωπίζουν ζητήματα όπως η διαχείριση δεδομένων (Data Management), η ανάλυση μεγάλου όγκου δεδομένων (Big Data), η εξερεύνησή τους και ο τρόπος με τον οποίο αλληλοεπιδρούν, επισημαίνουν βασικές σχέσεις, ακραίες τιμές, ομάδες, τάσεις και δίνουν την ευχέρεια δημιουργίας εκθέσεων και αναφορών.



Εικόνα 5: Η βασική φιλοσοφία της KNIME Analytics Platform.

Τα λογισμικά που υποστηρίζουν εφαρμογές analytics χρησιμοποιούνται σε πολλούς κλάδους όπως ο τραπεζικός, η κεφαλαιαγορά, οι τηλεπικοινωνίες, σε παρόχους υγειονομικής περίθαλψης, στην άμυνα και ασφάλεια, σε βιομηχανίες, στον κατασκευαστικό τομέα, στα ΜΜΕ, αλλά και στα social media, στο λιανεμπόριο και σε διάφορες κυβερνητικές δραστηριότητες.

3. Η λειτουργία της συντήρησης στην βιομηχανία και η χρήση analytics.

Στις μέρες μας οι επιχειρήσεις βρίσκονται σε ένα πλαίσιο συνεχούς ανταγωνισμού και η επιβίωσή τους σχετίζεται με την ικανότητά τους για συνεχή βελτίωση, την δυνατότητά τους να εισάγουν και υιοθετούν νέες καινοτόμες λύσεις σε όλο το φάσμα των δραστηριοτήτων τους. Ιδιαίτερα στον τομέα της βιομηχανίας ασκούνται συνεχώς πιέσεις για μείωση δαπανών, αύξηση αποδοτικότητας, βελτίωσης της παραγωγικότητας και της ποιότητας προϊόντων και υπηρεσιών. Η αναγκαιότητα για σύγχρονο τεχνολογικά εξελιγμένο εξοπλισμό, καθιστά ολοένα και περισσότερο επιτακτική την ανάγκη, μεταξύ άλλων, για ολοκληρωμένη και αποτελεσματική οργάνωση της διαδικασίας της συντήρησης του εξοπλισμού.

3.1 Διαχείριση συντήρησης

Παραδοσιακά η συντήρηση (Maintenance) μπορούσε θεωρηθεί ως αναγκαίο κακό και ως αναπόφευκτο. Σήμερα όμως αντιμετωπίζεται ως ένα στοιχείο ικανό να βοηθήσει στην αποφυγή βραχυπρόθεσμων και μακροπρόθεσμων δαπανών. Η συντήρηση, τα τελευταία χρόνια, έχει αρχίσει να απομακρύνεται από τον αρχικό της σκοπό, αυστηρά της επισκευής βλαβών του εξοπλισμού, αλλά και από παραδοσιακές πρακτικές της κερδίζοντας ολοένα και περισσότερη προσοχή και ενδιαφέρον από τις επιχειρήσεις και τα στελέχη τους.

3.1.1 Το πλαίσιο της συντήρησης

Τα παραπάνω αντικατοπτρίζονται και στην εξέλιξη του ορισμού της, ως το σύνολο των δραστηριοτήτων που προορίζονται να διατηρήσουν μια παραγωγική μονάδα σε λειτουργία, να την επαναφέρουν σε ένα σύνολο συνθηκών που θα είναι ικανή να εκτελεί αυτή τη λειτουργία. Περιλαμβάνει δραστηριότητες όπως έλεγχος, δοκιμές, μετρήσεις, αντικαταστάσεις, ρυθμίσεις εξαρτημάτων, επισκευές και, σε μερικές περιπτώσεις, διοικητικές ενέργειες (ISO/IEC 2384-14). Ένας άλλος ορισμός που συναντάμε και αντικατοπτρίζει τις εξελίξεις στο τομέα της συντήρησης είναι αυτός που την βλέπει ως το συνδυασμό όλων των τεχνικών, διοικητικών και διαχειριστικών δράσεων κατά τη διάρκεια του κύκλου ζωής ενός στοιχείου που προορίζεται για να το διατηρήσουν ή αποκαταστήσουν σε κατάσταση στην οποία μπορεί να εκτελέσει την απαιτούμενη λειτουργία (Marquez & Gupta, 2006). Ο ορισμός αυτός αντιλαμβάνεται την διαδικασία της συντήρησης, όχι μόνο ως ένα καθαρά διαδικαστικό τεχνικό ζήτημα, αλλά και ως ένα συνδυασμό διοικητικών και διαχειριστικών δράσεων, με στόχο να οργανώσουν όλες εκείνες τις διαδικασίες που απαιτούνται ώστε να παραχθεί το επιθυμητό αποτέλεσμα.

Ο όρος συντήρηση σε μια βιομηχανία μπορεί να περιλαμβάνει δραστηριότητες όπως παρακολούθηση της κατάστασης του εξοπλισμού, καθαριότητά του, σχεδιασμό εργασιών, διαχείριση υλικών και ανταλλακτικών, προληπτικές ενέργειες όπως προληπτικούς και διαγνωστικούς ελέγχους, επισκευές βλαβών, ανάλυση αιτιών και επιπτώσεων των βλαβών και

τήρηση αρχείου, διαχείριση ανθρωπίνου δυναμικού (Kamoun, 2005). Η συντήρηση του εξοπλισμού είναι ένα σημαντικό μέρος του συνολικού κόστους λειτουργίας σε πολλούς τομείς της βιομηχανίας. Η αποτελεσματική διαχείριση συντήρησης απαιτεί μια διεπιστημονική προσέγγιση, μέσω της οποίας η διαδικασία της συντήρησης καταλαμβάνει χώρο στην συνολική επιχειρηματική οπτική. Τα σημαντικά χαρακτηριστικά αυτής της διεπιστημονικής προσέγγισης είναι (Murthy *et al.*, 2002):

- Η ενσωμάτωση τεχνικών και εμπορικών θεμάτων.
- Μια ποσοτική προσέγγιση με συμμετοχή μαθηματικών μοντέλων.
- Η χρήση όλων των σχετικών πληροφοριών.
- Η συνεχής βελτίωση της διαχείρισης της συντήρησης.

Συμπερασματικά γίνεται αντιληπτό ότι η συντήρηση δεν αφορά μόνο επισκευές, όπως γενικά είναι η επικρατούσα άποψη, αλλά αποτελεί έναν κρίσιμη σημασίας παράγοντα στη ζωή της επιχείρησης.

3.1.2 Η λειτουργία της διαχείρισης της συντήρησης

Τις τρεις τελευταίες περίπου δεκαετίες, οι οργανισμοί αρχίζουν να συνειδητοποιούν ότι, εφόσον θέλουν να διαχειριστούν την διαδικασία της συντήρησης ικανοποιητικά, είναι απαραίτητο αυτή να συμπεριληφθεί στο γενικό σύστημα του οργανισμού και να διαχειριστούν τις αλληλεπιδράσεις με άλλες λειτουργίες. Έτσι η συντήρηση θα μπορούσε να λάβει τη σημασία που της αξίζει και να αναπτυχθεί ως μια ακόμη λειτουργία του οργανισμού, η οποία παράγει προϊόντα για την ικανοποίηση των εσωτερικών της πελατών, συμβάλλοντας στην επίτευξη των στόχων της επιχείρησης. Ως διαχείριση συντήρησης (Maintenance Management) ορίζονται (Marquez & Gupta, 2006) όλες οι δραστηριότητες της διοίκησης που καθορίζουν τους στόχους της συντήρησης, τις προτεραιότητες και στρατηγικές της, τις αρμοδιότητες και την εφαρμογή τους με μέσα, όπως μεθόδους συντήρησης, συμπεριλαμβανομένων και των οικονομικών πτυχών της οργάνωσης. Ως προτεραιότητες συντήρησης ορίζονται οι στόχοι που έχουν ανατεθεί και έγιναν αποδεκτοί, τόσο από την διοίκηση, όσο και από τα τμήματα συντήρησης, και ως στρατηγικές εκείνες οι μέθοδοι διαχείρισης που υιοθετούνται προκειμένου να επιτευχθούν οι στόχοι συντήρησης.

Η διαχείριση συντήρησης θα μπορούσε να περιλαμβάνει, αλλά και να μην περιορίζεται σε αυτά (Wireman, 2005), την προληπτική συντήρηση (preventive maintenance, PM), τον έλεγχο αποθεμάτων και προμηθειών, το σύστημα εντολών εργασίας, ηλεκτρονικά συστήματα διαχείρισης συντήρησης (computerized maintenance management systems, CMMS), τεχνική κατάρτιση, προληπτική συντήρηση (proactive maintenance), την συντήρηση με επίκεντρο την αξιοπιστία (reliability centered maintenance, RCM), την συντήρηση με επίκεντρο την παραγωγή (total productive maintenance, TPM), την στατιστική οικονομική βελτιστοποίηση και την συνεχή βελτίωση.

Μια άλλη προσέγγιση για την διαχείριση συντήρησης είναι αυτή που την αντιλαμβάνεται ως ένα σύστημα εισόδου-εξόδου (Duffuaa *et al.*, 2000). Ως εισοδοί θεωρούνται το ανθρώπινο δυναμικό, η διοίκηση, τα εργαλεία, ο εξοπλισμός, ενώ έξοδος είναι η διαμόρφωση του εξοπλισμού με

τέτοιον τρόπο ώστε να φτάσει την προγραμματισμένη λειτουργία της εγκατάστασης. Έτσι, για να είναι λειτουργικό το σύστημα, χρειάζονται βασικά:

- *Σωστός προγραμματισμός συντήρησης* ως προς την φιλοσοφία του, τις προβλέψεις του φόρτου εργασίας και τις ικανότητες που απαιτούνται.
- *Οργάνωση της συντήρησης* ως προς τον σχεδιασμό εργασιών, τα πρότυπα που θα τηρηθούν, η μέτρηση της απόδοσης των εργασιών, η διοίκηση των έργων.
- Και τέλος *έλεγχος της συντήρησης* όσον αφορά εργασίες, υλικά, κόστη και την διαχείριση ποιότητας των εργασιών.

Η διαδικασία διαχείρισης συντήρησης μπορεί να χωριστεί σε δύο μέρη: στον καθορισμό της στρατηγικής και την εφαρμογή της. Το πρώτο μέρος, ο ορισμός της στρατηγικής, απαιτεί τον καθορισμό των στόχων συντήρησης, που με την σειρά τους είναι εναρμονισμένοι με τους στόχους της επιχείρησης. Αυτό το μέρος διαχείρισης της συντήρησης θέτει τις βάσεις για την επιτυχία της σε έναν οργανισμό και καθορίζει την αποτελεσματικότητα των σχεδίων της. Το δεύτερο μέρος, η εφαρμογή της στρατηγικής έχει ένα διαφορετικό επίπεδο σημαντικότητας. Η ικανότητά μας να αντιμετωπίσουμε τα προβλήματα που προκύπτουν ή η ικανότητά μας να διασφαλιστεί η κατάλληλη προετοιμασία εργασιών, με τα κατάλληλα εργαλεία, σε αποδεκτούς χρόνους, επιτρέπει την μείωση του κόστους συντήρησης.

3.2 Τα είδη και οι τύποι της συντήρησης.

Οι προσεγγίσεις, όσον αφορά την συντήρηση, έχουν αλλάξει ριζικά τα τελευταία 100 χρόνια. Από ένα βασισμένο στην παραγωγή σχεδιασμό της, ακολουθώντας παραδοσιακές πρακτικές, ολοένα και περισσότερο στρέφεται σε πιο πολύπλοκα και αποδοτικότερα μοντέλα με σκοπό την αύξηση της αποδοτικότητας, διαθεσιμότητας και αξιοπιστίας του εξοπλισμού των επιχειρήσεων, με ταυτόχρονη μείωση του κόστους συντήρησης. Θα μπορούσαμε να ξεχωρίσουμε σε πέντε περιόδους την εξέλιξη των προσεγγίσεων όσον αφορά την διαχείριση συντήρησης.

Πρώτη Περίοδος

Μέχρι περίπου τα τέλη της δεκαετίας του 1940, η συντήρηση θεωρείται ένα αναπόφευκτο κόστος και επικρατεί η επισκευαστική συντήρηση (reactive maintenance, CM). Κάθε φορά που παρουσιάζεται βλάβη στον εξοπλισμό εξειδικευμένο προσωπικό καλείται να επισκευάσει την βλάβη, ώστε να θέσει πάλι το σύστημα σε λειτουργία. Την περίοδο αυτή η βιομηχανία βασίζεται κυρίως στο ανθρώπινο δυναμικό και η ιδέα της προληπτικής συντήρησης βρίσκεται σε χαμηλή προτεραιότητα. Δεν υπάρχει ανάγκη για ένα αναλυτικό πρόγραμμα συντήρησης και η επίδραση της συντήρησης στο σύστημα και τις επιχειρηματικές επιδόσεις δεν είναι επαρκώς αναγνωρισμένες. Κατά τη διάρκεια αυτής της φάσης δίνεται πολύ λίγη προσοχή στον καθορισμό των απαιτήσεων για αξιοπιστία ή πρόληψη βλαβών του εξοπλισμού. Συνήθως, οι προδιαγραφές του εξοπλισμού παραλείπουν να λάβουν υπόψιν τους την αξιοπιστία και την διαθεσιμότητα του όλου συστήματος. Ακόμα και στις μέρες μας η επισκευαστική συντήρηση απορροφά ένα μεγάλο ποσοστό των πόρων που διατίθενται στην συντήρηση, αφού σχετίζεται με επισκευές του

εξοπλισμού όταν εμφανίζεται μια πραγματική βλάβη και πρέπει η αποκατάστασή της να είναι άμεση, έτσι ώστε ο εξοπλισμός να μπει ξανά σε λειτουργία. Αυτή η πρακτική εμφανίζει όμως και μειονεκτήματα, αφού, όσο διαρκούν οι επισκευές, μέρος του εξοπλισμού τίθεται εκτός λειτουργίας, ενώ ταυτόχρονα η βλάβη ενός εξαρτήματος μπορεί να προκαλέσει αλυσιδωτές αστοχίες με αποτέλεσμα να απαιτούνται επιπλέον πόροι για την αποκατάσταση του εξοπλισμού.

Δεύτερη Περίοδος

Με την λήξη του δεύτερου παγκόσμιου πόλεμου, που ανέτρεψε τις συνθήκες της πρώτης περιόδου (μείωση εργατικού δυναμικού), παρατηρείται αύξηση της χρήσης περισσότερων πιο πολύπλοκων μηχανών. Έτσι αυξάνεται το κόστος της μη λειτουργίας τους και το κόστος συντήρησης, με αποτέλεσμα την ανάπτυξη της ιδέας της προληπτικής συντήρησης (preventive maintenance, PM). Άλλες αίτιες της ανάπτυξης της προληπτικής συντήρησης σχετίζονται με την εμφάνιση της βιομηχανίας στρατιωτικού εξοπλισμού κατά τη διάρκεια του Β Παγκοσμίου Πολέμου, αλλά και τις εξελίξεις στον χώρο της επιχειρησιακής έρευνας (Murthy et al, 2002). Από τη δεκαετία του 1950 και μετά, τα μοντέλα που αφορούν την συντήρηση εμφανίζονται σε έναν συνεχώς αυξανόμενο ρυθμό και ασχολούνται με την επίδραση των διαφόρων πολιτικών συντήρησης και την βέλτιστη επιλογή των παραμέτρων αυτών των πολιτικών. Μέχρι και την δεκαετία του 1960 η προληπτική συντήρηση περιορίζεται σε γενικούς ελέγχους του εξοπλισμού σε τακτά χρονικά διαστήματα. Η συνεχόμενη αύξηση του κόστους συντήρησης οδηγεί στην ανάπτυξη του προγραμματισμού συντήρησης, με αποτέλεσμα σήμερα ο σχεδιασμός να είναι αναπόσπαστο τμήμα της διαδικασίας συντήρησης. Στην δεύτερη αυτή περίοδο, η προληπτική συντήρηση συμπεριλαμβάνει μια ανάλυση του εξοπλισμού, ώστε να καθορίσει τις καλύτερες μεθόδους για την πρόληψη βλαβών και την μείωση του χρόνου επισκευής. Δίνεται έμφαση στην οικονομική αποδοτικότητα της αντικατάστασης του εξοπλισμού και των επισκευών, καθώς και στην βελτίωση της αξιοπιστίας του εξοπλισμού για να μειώσει το μέσο χρόνο μεταξύ βλαβών. Όταν αναφερόμαστε στην προληπτική συντήρηση εννοούμε όλους εκείνους τους ελέγχους λειτουργίας, τις αναγκαίες επιθεωρήσεις και επεμβάσεις στον εξοπλισμό, που στόχο έχουν την μέγιστη αποδοτικότητα και διαθεσιμότητά του.

Τρίτη Περίοδος

Η τρίτη περίοδος, που καλείται και περίοδος της παραγωγικής συντήρησης, εκκινεί κατά τη διάρκεια της δεκαετίας του 1960 και δίνει έμφαση στην αξιοπιστία, την συντήρηση και την οικονομική αποτελεσματικότητα του σχεδιασμού της εγκατάστασης. Η περίοδος αυτή έχει τρία βασικά στοιχεία (McKone & Weiss, 1998):

- Την πρόληψη για συντήρηση, που εισάγεται κατά τη διάρκεια των σταδίων του σχεδιασμού του εξοπλισμού.
- Την βελτίωση της συντήρησης, που τροποποιεί τον εξοπλισμό για την πρόληψη βλαβών για να διευκολυνθεί η ευκολία στην συντήρηση.
- Και τέλος, την προληπτική συντήρηση, η οποία περιλαμβάνει περιοδικές επιθεωρήσεις και επισκευές του εξοπλισμού.

Η General Electric συνήθως πιστώνεται την προσέγγιση της παραγωγικής συντήρησης στη δεκαετία του 1950, όμως η προσέγγιση δεν κερδίζει δημοτικότητα μέχρι τη δεκαετία του 1960.

Τέταρτη Περίοδος

Παρόλη την εξέλιξη, δεν έχει αρχίσει ακόμη να γίνεται λόγος για τον αντίκτυπο των ενεργειών συντήρησης στις επιδόσεις των επιχειρήσεων. Στην δεκαετία του 1970 κάνει την εμφάνισή της μια πιο ολοκληρωμένη προσέγγιση εξελισσόμενη ταυτόχρονα τόσο σε κυβερνητικό επίπεδο, όσο και στον ιδιωτικό τομέα. Αιτία είναι η αύξηση των εξοπλισμών στην στρατιωτική βιομηχανία, που καθιστά αναγκαίο και τον υπολογισμό του κόστους συντήρησης. Αρχίζει και αναγνωρίζεται η στενή σύνδεση μεταξύ αξιοπιστίας (R) και συντήρησης (M) και κάνει την εμφάνιση της η προσέγγιση της συντήρησης με επίκεντρο την αξιοπιστία (reliability centred maintenance, RCM) στις ΗΠΑ (Murthy et al, 2002). Στην RCM προσέγγιση, η συντήρηση διενεργείται σε επίπεδο στοιχείου και η προσπάθεια συντήρησης για ένα στοιχείο είναι συνάρτηση της αξιοπιστίας των στοιχείων και των συνεπειών της αποτυχίας τους υπό κανονικές συνθήκες λειτουργίας.

Ταυτόχρονα, στην Ιαπωνία εξελίσσεται η έννοια της Ολικής Παραγωγικής Συντήρησης (total productive maintenance, TPM), κυρίως στον τομέα των κατασκευών. Εδώ, η συντήρηση θεωρείται από την άποψη των επιπτώσεών της στην κατασκευή μέσω της επίδρασής της στη διαθεσιμότητα του εξοπλισμού, του ρυθμού παραγωγής και της ποιότητας της παραγωγής. Η TPM σχεδιάστηκε με σκοπό να μεγιστοποιήσει την αποτελεσματικότητα του εξοπλισμού μέσω της βελτίωσης της συνολικής απόδοσης, με την καθιέρωση ενός ολοκληρωμένου συστήματος παραγωγικής συντήρησης που καλύπτει το σύνολο της ζωής και όλους τους τομείς του εξοπλισμού και με τη συμμετοχή όλων των εργαζόμενων σε όλες τις βαθμίδες, μέσω διαχείρισης κινήτρων ή χωρισμένοι σε εθελοντικές δραστηριότητες μικρών ομάδων (McKone & Weiss, 1998). Αν και η TPM παρέχει μια ολοκληρωμένη προσέγγιση διαχείρισης της συντήρησης σε επίπεδο οργανισμού, εντούτοις παραβλέπει, όπως και η RCM, προσέγγιση με θέματα κινδύνων ικανών να προκύψουν.

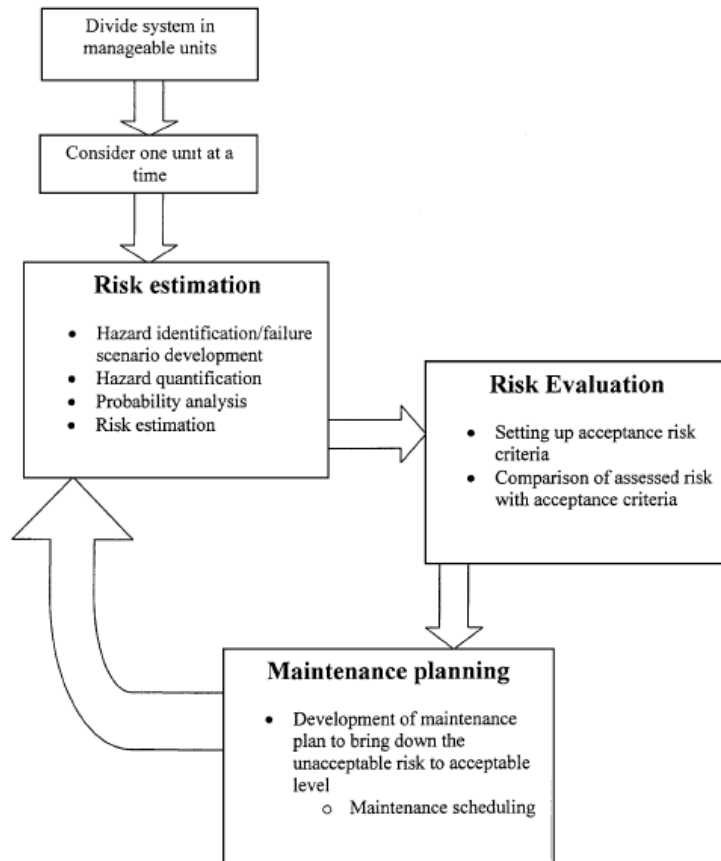
Πέμπτη Περίοδος

Τις τελευταίες δεκαετίες αρχίζουν να εμφανίζονται νέες προσεγγίσεις της διαχείρισης της συντήρησης, όπως η συντήρηση βασισμένη στον κίνδυνο (Risk-based Maintenance, RBM) και η προσέγγιση της στρατηγικής διαχείρισης συντήρησης (strategic maintenance management, SMM).

Η μεθοδολογία συντήρησης με βάση τον κίνδυνο αναλύεται σε τρεις κύριες ενότητες (Khan & Haddara, 2003), όπως φαίνεται και στην εικόνα 7:

- Στον προσδιορισμό των κινδύνων, που αποτελείται από την φάση της αναγνώρισης του κινδύνου και την φάση της εκτίμησής του.
- Στην αξιολόγηση του κινδύνου, που αποτελείται από τις φάσεις της αποστροφής του κινδύνου και την ανάλυση της αποδοχής του.

- Και τέλος, στον προγραμματισμό συντήρησης λαμβάνοντας υπόψη τους παράγοντες των κινδύνων.



Εικόνα 6: Αρχιτεκτονική της μεθοδολογίας συντήρησης με βάση τον κίνδυνο.

Στη συντήρηση η πιθανότητα εμφάνισης ενός γεγονότος, όπως η βλάβη σε μέρος του εξοπλισμού, είναι δυνατό να προσδιορισθεί είτε υποκειμενικά, είτε τηρώντας βάσεις δεδομένων με αντικειμενικά ιστορικά στοιχεία. Ως πιθανότητα εμφάνισης θα μπορούσαμε να θεωρήσουμε την πιθανότητα βλάβης ανά κάποιες ώρες λειτουργίας. Ο αντίκτυπος μπορεί να υπολογιστεί είτε ως ο αριθμός των περιστατικών που εμφανίζονται, είτε ως οικονομικό μέγεθος. Στην βασισμένη στον κίνδυνο συντήρηση οι περισσότεροι κίνδυνοι σε μια εγκατάσταση προέρχονται από μικρό μέρος του εξοπλισμού της και, για αυτό, πρέπει οι έλεγχοι να επικεντρωθούν σε στοιχεία υψηλού κινδύνου.

Στα τέλη του προηγούμενου αιώνα όλο και περισσότερες επιχειρήσεις συνειδητοποιούν ότι η συντήρηση δεν αφορά μόνο το στενό επιχειρησιακό πλαίσιο, ούτε πρέπει να ασχολείται μόνο με τις βλάβες του εξοπλισμού και τις συνέπειές τους. Αντίθετα, η συντήρηση θα πρέπει να εξεταστεί μέσα από ένα μακροπρόθεσμο στρατηγικό πλαίσιο και να ενσωματώσει διαχειριστικές τεχνικές και εμπορικά ζητήματα με αποτελεσματικό τρόπο. Η ενσωμάτωση αυτή αποτυπώνεται στην

προσέγγιση στρατηγικής διαχείρισης της συντήρησης (strategic maintenance management, SMM) που αναπτύχθηκε από την ομάδα για την αξιοπιστία της μηχανικής και την διαχείρισης κινδύνων (Reliability Engineering and Risk Management Group, RERMG) του Πανεπιστημίου του Queensland (Murthy et al, 2002).

Τα δύο βασικά στοιχεία της προσέγγισης αυτής είναι ότι:

- η διαχείριση της συντήρησης είναι βασική και ζωτικής σημασίας, για την επιβίωση των επιχειρήσεων, δραστηριότητα και ως τέτοια πρέπει να αντιμετωπιστεί στρατηγικά,
- η αποτελεσματική διαχείριση συντήρησης πρέπει να βασίζεται σε ποσοτικά επιχειρηματικά μοντέλα που θα ενσωματώνουν την συντήρηση με στοιχεία όπως η παραγωγή.

Η προσέγγιση στρατηγικής διαχείρισης της συντήρησης θεωρείται ως διεπιστημονική δραστηριότητα αφού περιλαμβάνει συλλογή και ανάλυση δεδομένων για την εκτίμηση της κατάστασης του εξοπλισμού, ποσοτικά μοντέλα για να προβλέψει τον αντίκτυπο των διαφόρων δράσεων και διαχείριση της συντήρησης από μια στρατηγική οπτική.

Όπως γίνεται αντιληπτό τα τελευταία χρόνια έχουν αναπτυχθεί πολλές νέες τεχνικές και φιλοσοφίες σχετικές με τη συντήρηση και οι παραδοσιακές τακτικές συμπληρώνονται από νέα εργαλεία όπως η καταγραφή της κατάστασης, ο σχεδιασμός του εξοπλισμού με βάση την αξιοπιστία και δυνατότητα συντήρησης, την προώθηση της συμμετοχής, την ευελιξία και την ομαδική εργασία.

3.3 Η επίδραση της διαχείρισης της συντήρησης σε ένα οργανισμό.

Παραδοσιακά, η συντήρηση ήταν μια πολύπλευρη δραστηριότητα και υπήρξε σημαντική για την κατασκευή των οργανώσεων. Τα τελευταία χρόνια, όμως, η ανάγκη των οργανισμών να διαχειριστούν τις διάφορες πτυχές της συντήρησης αποτελεσματικότερα έχει αποκτήσει μεγαλύτερη σημασία λόγω της εξέλιξης της τεχνολογίας και της επιχειρησιακής έρευνας, αλλά και της αλλαγής του ρόλου της συντήρησης. Στις σύγχρονες επιχειρήσεις το πεδίο εφαρμογής της συντήρησης έχει μετατοπιστεί από μια στενά καθορισμένη άποψη σε μια πιο στρατηγική οπτική. Η στροφή αυτή οφείλεται, όχι μόνο στην χρήση προηγμένων τεχνολογιών, αλλά και στην αυξημένη έμφαση στην ασφάλεια και τις νέες περιβαλλοντικές νομοθεσίες. Ως εκ τούτου, οι διευθύνσεις συντήρησης σε ένα τέτοιο επιχειρησιακό περιβάλλον, βλέπουν τον ρόλο τους να εξελίσσεται και καλούνται να ενσωματώσουν και να κατευθύνουν τις προσπάθειες για την κάλυψη των στρατηγικών στόχων πιο αποτελεσματικά και αποδοτικά.

Την ίδια στιγμή που ο ρόλος της συντήρησης μεταβάλλεται, η αυξανόμενη πολυπλοκότητα των τεχνολογιών, που σχετίζονται με την παραγωγική διαδικασία, οδηγεί τις δαπάνες που αφορούν την συντήρηση σε αύξηση (Parida & Kumar, 2006). Στις κατασκευές, οι δαπάνες που σχετίζονται με την συντήρηση εκτιμάται ότι είναι 25% του συνολικού λειτουργικού κόστους (Simões et al., 2011), στην εξορυκτική βιομηχανία μπορεί να φθάσει το 40-50% (Murthy et al.,

2002), ενώ σε ορισμένες βιομηχανίες, όπως οι πετροχημικές, ηλεκτρικής ενέργειας, ορυχεία, οι δαπάνες που σχετίζονται με τη συντήρηση μπορεί να ξεπεράσουν το λειτουργικό κόστος (Simões et al., 2011). Εδώ αναφερόμαστε στις άμεσες δαπάνες των δράσεων ώστε ο εξοπλισμός να παραμένει σε μια πλήρως λειτουργική κατάσταση. Ταυτόχρονα, τα κόστη που προκύπτουν έμμεσα, όπως καθυστερήσεις παράδοσης και δυσαρέσκεια των πελατών, οδηγεί σε απώλειες κατά πολύ υψηλότερες. Αυτό σημαίνει ότι η συντήρηση αποτελεί σημαντικό στοιχείο μιας σύγχρονης επιχείρησης και πρέπει να αντιμετωπιστεί αποτελεσματικά. Γι' αυτό πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή στην απόδοση της συντήρησης προκειμένου να αξιοποιήσει τους πόρους της αποτελεσματικά καθώς και να βελτιώσει την συνολική επιχειρησιακή αποτελεσματικότητα και αποδοτικότητα. Σύμφωνα με αυτή την γραμμή σκέψης, η διαχείριση συντήρησης πρέπει να θεωρείται στρατηγικής σημασίας και να είναι προσανατολισμένη στους στόχους του οργανισμού. Αυτό σημαίνει ότι, εκτός της διασφάλισης της λειτουργικής διαθεσιμότητας των εγκαταστάσεων μιας διαδικασίας παραγωγής ή παροχής υπηρεσιών, η ασφάλεια και οι περιβαλλοντικοί παράγοντες πρέπει να ληφθούν υπόψη. Η αναζήτηση της ισορροπίας μεταξύ κόστους και οφέλους, για να μεγιστοποιηθεί η θετική συμβολή της συντήρησης στη συνολική κερδοφορία της εταιρείας, είναι το μυστικό αυτού του βήματος. Πρέπει να ληφθούν όλα τα αναγκαία μέτρα για την επίτευξη αυτής της ισορροπίας. Οι προκλήσεις που αντιμετωπίζουν τα στελέχη της συντήρησης δεν είναι μόνο να γνωρίζουν τις νέες τεχνικές, αλλά και να ενσωματώνουν αυτές που ταιριάζουν στο περιβάλλον του οργανισμού.

Τονίζουμε ότι η μέτρηση των επιδόσεων της συντήρησης είναι σημαντική για την διοίκηση, αφού κάθε φορά προσδιορίζει την διαφορά μεταξύ της πραγματικής απόδοσης και της απόδοσης που πρόκειται να επιτευχθεί. Σε αυτό το πλαίσιο συναντάμε συχνά διάφορους δείκτες απόδοσης, που προσαρμόζονται στην πραγματικότητα των εταιρειών. Οι δείκτες αυτοί συνήθως ομαδοποιούνται στις παρακάτω κατηγορίες (Oliveira *et al.*, 2012):

- Διαχείριση περιουσιακών στοιχείων.
- Έξοδα διαχείρισης.
- Διαχείριση ανθρώπινου δυναμικού.
- Δραστηριότητες συντήρησης.
- Οργάνωση των διαδικασιών συντήρησης

Είναι πολλοί εκείνοι οι παράγοντες που επηρεάζουν τις πρακτικές συντήρησης και το πώς αυτές επηρεάζουν την απόδοσή της και την επίδρασή της στους στόχους ενός οργανισμού. Οι παράγοντες αυτοί σχετίζονται με την τεχνική πολυπλοκότητα, την πολιτική αγοράς νέου εξοπλισμού, την ευελιξία της παραγωγικής διαδικασίας, την τεχνική ποικιλία, την επικοινωνία, τον συντονισμό και την εκπαίδευση του προσωπικού, την αντίδραση στις βλάβες, την ασφάλεια του προσωπικού, την περιβαλλοντική απόδοση κα (Diamantidis *et al.*, 2012).

3.4 Τα analytics στην διαχείριση συντήρησης.

Για πολλές επιχειρήσεις η συντήρηση αποτελεί μια πολύ σημαντική λειτουργία στο συνολικό περιβάλλον της παραγωγής. Οι εξελίξεις στον τομέα της αυτοματοποίησης και η πολυπλοκότητα

των συστημάτων καθιστούν την αξιοπιστία των μηχανημάτων ιδιαίτερα σημαντική. Αυτό ισχύει ακόμη περισσότερο στην βιομηχανία, που χαρακτηρίζεται από εξειδικευμένο εξοπλισμό και αυστηρές περιβαλλοντικές παραμέτρους. Σήμερα, με τα περιθώρια κέρδους να μειώνονται, η ανάγκη για καλύτερο προγραμματισμό και έλεγχο της συντήρησης του συστήματος αναδεικνύεται πιο αναγκαία από ποτέ. Συχνά, όμως, η συντήρηση είναι μια δευτερεύουσα διαδικασία στις επιχειρήσεις, με την παραγωγική διαδικασία να κυριαρχεί, ενώ υπάρχει και η αντίληψη ότι το κόστος της συντήρησης δεν μπορεί να ελεγχθεί και να προβλεφθεί. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα η συντήρηση να μην λαμβάνει πάντα την δέουσα προσοχή από τμήματα της διοίκησης, ενώ και η διαχείριση της συντήρησης να αντιμετωπίζεται ως αναγκαίο κακό και όχι ως εργαλείο για την μείωση του κόστους (Ashayeri et al., 1996). Ένα από τα σημαντικότερα προβλήματα, που αντιμετωπίζουν τα τμήματα συντήρησης στις βιομηχανίες, είναι η ελλιπής καταγραφή του ιστορικού των επισκευών του εξοπλισμού, η φτωχή διαχείριση των ανταλλακτικών και η αδυναμία εφαρμογής νέων πρακτικών συντήρησης σε σύγχρονα συστήματα παραγωγής (Diamantidis et al., 2012). Η αποδοτικότητα και αποτελεσματικότητα των τμημάτων συντήρησης σχετίζεται άμεσα τις παρεχόμενες πληροφορίες που αφορούν την κατάσταση του εξοπλισμού. Αυτό οδήγησε στην άνθιση των Συστημάτων Οργάνωσης και Διοίκησης της Συντήρησης (Computerized Maintenance Management Systems, CMMS). Τα Συστήματα Οργάνωσης και Διοίκησης της Συντήρησης, αποτελούν βάσεις δεδομένων για πληροφορίες που αφορούν την συντήρηση, παρέχουν γρήγορη πρόσβαση σε πληροφορίες, αναλύουν την κατάσταση του εξοπλισμού, βοηθούν στον σχεδιασμό και προγραμματισμό εργασιών.

Ήδη στις μέρες μας πολλές επιχειρήσεις σε όλο τον κόσμο επενδύουν συνεχώς σε εξοπλισμό και σε λογισμικά για την υποστήριξη προγραμμάτων συντήρησης. Υπάρχει μια συνεχώς αυξανόμενη ζήτηση για τήρηση αρχείων και δεδομένων, ώστε με χρήση εργαλείων analytics να κατανοήσουμε τις ανάγκες συντήρησης του εξοπλισμού. Ολοένα και περισσότερες εξειδικευμένες εταιρίες έχουν αρχίσει να παρέχουν εφαρμογές λογισμικού και ευφυή analytics, ώστε να βοηθήσουν τις επιχειρήσεις, που δραστηριοποιούνται στην βιομηχανία και αλλού, να καταλάβουν τι έχει επισκευαστεί, με τι κόστος και γιατί. Η συλλογή και ανάλυση στοιχείων και η εύρεση των καταλλήλων δεικτών απόδοσης (Key performance indicators, KPIs) είναι κρίσιμη για την κατανόηση του χρόνου και του κόστους που αφιερώνεται στην συντήρηση του εξοπλισμού. Ακολουθώντας μια τέτοια διαδικασία προγραμματισμού της συντήρησης, που ο οργανισμός ελέγχει δεδομένα και στοιχεία πριν από την επισκευή, μπορεί να προβλέψει καλύτερα τις ανάγκες του εξοπλισμού και το κόστος πριν από οποιαδήποτε εργασία συντήρησης. Επιπλέον, οι εταιρείες, χρησιμοποιώντας εργαλεία analytics, μπορούν πιο εύκολα να προσδιορίσουν την κατάσταση του εξοπλισμού, να σχεδιάσουν και να διασφαλίσουν την επιτυχή λειτουργία σε περιόδους αιχμής.

Ιδιαίτερα δημοφιλής, τόσο στην βιβλιογραφία όσο και στις επιχειρήσεις, είναι η προσπάθεια χρήσης μεθόδων πρόβλεψης μελλοντικών αναγκών σε ανταλλακτικά, προσωπικό και γενικά στις μελλοντικές ανάγκες συντήρησης του εξοπλισμού. Τα analytics πρόβλεψης (Predictive analytics) είναι μια διαδικασία όπου, με την χρήση στατιστικών μεθόδων και εργαλείων

εξόρυξης δεδομένων, τεχνικές αναλύονται, δεδομένα που έχουν συλλεχθεί στο παρελθόν ή και συνεχίζουν να συλλέγονται, ώστε να δημιουργηθεί ένα προγνωστικό μοντέλο ικανό να προβλέψει μελλοντικά γεγονότα και ανάγκες. Είναι εξαιρετικά σημαντικό, για την ορθότητα των μοντέλων που θα δημιουργηθούν, να φροντίσουμε ώστε, δεδομένα που έχουν συλλεχθεί, να διαχειρίζονται με τον προσήκοντα σε κάθε οργανισμό τρόπο, να έχουν συλλεχθεί τα κατάλληλα στοιχεία και τέλος να επιλεγεί η πλατφόρμα τεχνολογίας που ταιριάζει στην κάθε επιχείρηση. Η τεχνολογία των πληροφοριών μπορεί να είναι ευεργετική από την πλευρά της μείωσης του κόστους, αλλά, ταυτόχρονα, μπορεί να είναι και δαπανηρή από άποψη χρόνου και χρήματος, εφόσον το λογισμικό του συστήματος δεν ανταποκρίνεται στις ανάγκες του οργανισμού. Ακόμα και μια απλή βάση δεδομένων μπορεί να αποτελέσει σημαντικό εργαλείο για τη λήψη αποφάσεων σχετικά με τη διαχείριση συντήρησης, εφόσον αυτή η βάση δεδομένων περιλαμβάνει δεδομένα από διάφορες σχετικές λειτουργικές περιοχές (Simões et al., 2011).

4. Μελέτη περίπτωσης.

Ο ηλεκτρολογικός εξοπλισμός των βιομηχανιών τα τελευταία χρόνια έχει αναβαθμιστεί και γίνεται ολοένα πιο πολύπλοκος και πολυποίκιλος όσον αφορά την τεχνολογία που χρησιμοποιείται. Αυτό καθιστά την συντήρηση του εξοπλισμού μια πολυσύνθετη διαδικασία, που όμως, όταν εναρμονίζεται με τους στόχους ενός οργανισμού για διαθεσιμότητα και λειτουργικότητα με μειωμένο κόστος, τότε συνιστά πηγή ανταγωνιστικού πλεονεκτήματος. Το αντικείμενο της μελέτης είναι ένα τμήμα συντήρησης ηλεκτρολογικού εξοπλισμού μιας μεγάλης βιομηχανίας.

4.1 Παρουσίαση της υπάρχουσας κατάστασης.

Η μελέτη αφορά μία εταιρία με ηγετικό ρόλο στον τομέα της που παράγει ένα ευρύ φάσμα αξιόπιστων προϊόντων, έχοντας πρωταγωνιστικό ρόλο στην ευρύτερη περιοχή της Νοτιοανατολικής Ευρώπης. Στις βιομηχανικές εγκαταστάσεις της επιχείρησης λειτουργεί τμήμα συντήρησης ηλεκτρολογικού εξοπλισμού. Ο ηλεκτρολογικός εξοπλισμός περιλαμβάνει:

- Ένα εκτεταμένο δίκτυο υποσταθμών και μετασχηματιστών που εξασφαλίζουν την παροχή ηλεκτρικής ενέργειας σε κάθε σημείο των εγκαταστάσεων.
- Πάσης φύσεως ηλεκτρικοί κινητήρες, που κατά κύριο λόγο αποτελούν την πηγή τροφοδοσίας των μονάδων και εκτελούν την παραγωγική διαδικασία.
- Τα στοιχεία εκκίνησης των κινητήρων και οι αυτοματισμοί λειτουργίας τους.
- Ο φωτισμός των εγκαταστάσεων.
- Το εσωτερικό τηλεφωνικό δίκτυο.
- Το δίκτυο γειώσεων.
- Τα στοιχεία ροής καυσίμων
- Ρευματοδότες και ρευματολήπτες
- Βοηθητικές και εναλλακτικές πηγές παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.
- κα.

Το τμήμα έχει ως αποστολή την συντήρηση του ηλεκτρολογικού εξοπλισμού, μέσω καταλλήλως πιστοποιημένου προσωπικού, μέρος του οποίου εργάζεται σε φυλακές για την κάλυψη των αναγκών σε 24ώρη βάση. Οι κυρίες δραστηριότητες περιλαμβάνουν:

- ✓ Εργασίες επισκευαστικής και προληπτικής συντήρησης, βάσει εμπειρίας και οδηγιών κατασκευής του εξοπλισμού,
- ✓ Μετατροπές του εξοπλισμού για την ασφαλέστερη και αποδοτικότερη λειτουργία των εγκαταστάσεων.
- ✓ Εργασίες συντήρησης βασισμένη στον κίνδυνο. Ένα παράδειγμα αυτής της μορφής συντήρησης είναι οι επιθεωρήσεις του εξοπλισμού με χρήση θερμοκάμερας.

Στα καθήκοντα των τεχνιτών του τμήματος περιλαμβάνονται πάσης φύσεως επισκευές, ρυθμίσεις, χειρισμοί, επιθεωρήσεις και ενέργειες συντήρησης στον ηλεκτρολογικό εξοπλισμό ανάλογα με την κατηγορία στην οποία έχει ενταχθεί βάσει εμπειρίας και αξιολόγησης. Επιπλέον, καταγράφουν προβλήματα του εξοπλισμού, συμμετέχουν σε συνεργασία με τους μηχανικούς του τμήματος στην κατάρτιση του ημερήσιου προγράμματος εργασιών και τηρούν αρχείο εργασιών επισκευαστικής και προληπτικής συντήρησης. Μεριμνούν καθημερινά για την έγκαιρη πληροφόρηση τυχόν προβλημάτων που προκύπτουν στον εξοπλισμό, είτε σχετίζεται με τις μονάδες παραγωγής, είτε στον σταθμό παραγωγής ενέργειας.

Στα καθήκοντα του τμήματος περιλαμβάνονται και κάποιες επιπλέον διαχειριστικές ενέργειες, όπως αιτήσεις για προμήθεια εξοπλισμού και ανταλλακτικών, η εκπαίδευση και ο προγραμματισμός αδειών του προσωπικού κα. Τέλος, αν και πρόκειται για λειτουργία της διεύθυνσης διοικητικού, ο τμηματάρχης, οι μηχανικοί, ο επόπτης και οι 2 εργοδηγοί Α, είναι υπεύθυνοι για την αξιολόγηση του προσωπικού του τμήματος.

Στο υπό μελέτη τμήμα, έχει διαπιστωθεί ότι ο προγραμματισμός των εργασιών αρκετές φορές υπερβαίνει το υπάρχον δυναμικό ή γίνεται χωρίς να λαμβάνονται υπόψη όλες οι εργασίες που είναι υποχρεωμένο να αναλάβει το τμήμα. Στη μελέτη αυτή επιχειρούμε μία ανάλυση του ιστορικού των τακτικών και έκτακτων περιστατικών, προκειμένου να αναγνωριστούν σημεία και τρόποι βελτίωσης του προγραμματισμού εργασιών του τμήματος. Ο προγραμματισμός των εργασιών καθορίζεται, όχι μόνο από την διαθεσιμότητα ανταλλακτικών και προσωπικού του τμήματος της συντήρησης, αλλά και από τις συνθήκες και τις ιδιαιτερότητες της εκάστοτε εργασίας και από το βαθμό προτεραιότητας της εργασίας που έχει ζητηθεί.

Κάθε ημέρα ο υπεύθυνος για τον προγραμματισμό εργασιών στέλνει στην διεύθυνση συντήρησης το πρόγραμμα με τις εργασίες της επομένης ημέρας. Είναι αυτονόητο πως δεν εκτελούνται μόνο αυτές οι εργασίες, αλλά και τυχόν βλάβες ή άλλες έκτακτες εργασίες που προκύπτουν. Την επόμενη ημέρα, στέλνεται από το τμήμα συντήρησης προς την διεύθυνση μια λίστα με τις εργασίες που πραγματοποιήθηκαν την προηγούμενη και τους τεχνίτες που τις εκτέλεσαν. Οι τεχνίτες του πρωινού τμήματος εργάζονται κατά βάση ακολουθώντας το ημερήσιο πρόγραμμα εργασιών, αλλά συνδράμουν και στην αποκατάσταση εκτάκτων βλαβών. Από την άλλη, οι τεχνίτες που εργάζονται σε βάρδιες φροντίζουν για την εύρυθμη λειτουργία των εγκαταστάσεων, επεμβαίνουν σε βλάβες που προκύπτουν και, σπανιότερα, εκτελούν εργασίες από το ημερήσιο πρόγραμμα, που τους ανατίθενται από τους προϊστάμενους τους τμήματος.

Στην επιχείρηση που μελετάμε ακολουθείται ένα σύστημα προτεραιοτήτων ανάλογα με την αναγκαιότητα και την δυνατότητα να πραγματοποιηθεί μια εργασία. Πολύ συχνά χρειάζεται να γίνουν εργασίες, αλλά αυτό δεν μπορεί να γίνει πάρα μόνο αν σταματήσει η λειτουργία ενός μεγαλύτερου τμήματος των εγκαταστάσεων. Ο βαθμός και ο τύπος προτεραιότητας δίνεται από το τμήμα που αιτείται την εργασία και καθορίζεται από τις ανάγκες της παραγωγικής διαδικασίας του τμήματος. Δίνεται όμως η δυνατότητα στο τμήμα της συντήρησης να αλλάξει τον βαθμό προτεραιότητας μετά από συνεννόηση με το τμήμα παραγωγής που ζήτησε την εργασία. Αυτό

σχετίζεται την φύση και τις ιδιαιτερότητες της κάθε εργασίας και την δυνατότητα να πραγματοποιηθεί η εργασία.

Βαθμός προτεραιότητας	Κείμενο προτεραιότητας	Ενέργειες
1	Άμεση	Άμεσες ενέργειες
2	Επείγουσα	Ενέργειες σε 1 έως 3 ημέρες
3	Κανονική	Ενέργειες μέχρι 7 ημέρες
4	S/D μονάδας	Ενέργειες όταν σταματήσει η συγκεκριμένη μονάδα.
5	S/D γενικό	Ενέργειες μόνο όταν σταματήσουν όλες οι εγκαταστάσεις.
6	S/D δεξαμενής	Ενέργειες όταν σταματήσει η λειτουργία της δεξαμενής
7	Ετήσια εντολή	Εργασίες προληπτικής συντήρησης και ετήσιες εντολές
8	Καθορισμένη ημερομηνία	Εργασίες σε καθορισμένη ημερομηνία
9	Χρέωση τμημάτων	Κυρίως επεκτάσεις εξοπλισμού και νέα έργα.

Πίνακας 1: Σύστημα προτεραιοτήτων.

Για τις αναλύσεις χρησιμοποιούμε την πλατφόρμα της KNIME (KNIME® Analytics Platform), μια ελεύθερης πρόσβασης πλατφόρμα, που παρέχει προεπεξεργασία δεδομένων, ανάλυση δεδομένων, μοντελοποίηση, οπτικοποίηση, υποβολή εκθέσεων κα. Ο λόγος που επιλέξαμε την συγκεκριμένη πλατφόρμα, πέραν από το γεγονός ότι είναι ελεύθερης πρόσβασης, είναι γιατί επιτρέπει στον χρήστη τη συναρμολόγηση κόμβων για την προεπεξεργασία, ανάλυση και οπτικοποίηση των δεδομένων. Επίσης, παρέχει την δυνατότητα αναγνώρισης και συνδυασμού στην ίδια οπτικοποιημένη ροή εργασίας, αρχεία κειμένου, βάσεις δεδομένων, έγγραφα, εικόνες. Υποστηρίζει ένα πλήθος τύπων δεδομένων, μαθηματικές και στατιστικές συναρτήσεις, αλγόριθμους πρόβλεψης, διαδραστική προβολή δεδομένων, χρονοσειρές, εικόνες, κείμενα, ανάλυση διαδικτύου, υποβολή εκθέσεων. Η βάση δεδομένων που αναλύουμε είναι σε μορφή αρχείου του Microsoft Office Excel 2016.

4.2 Πλαίσιο αναφοράς και διαστάσεις ανάλυσης

Το προσωπικό του ηλεκτρολογικού τμήματος, εκτός των τεχνιτών σε βάρδιες και των τεχνιτών της μονάδας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, εργάζονται οχτώ ώρες την ημέρα, πέντε ημέρες

την εβδομάδα (Δευτέρα έως Παρασκευή). Όταν χρειάζεται συνδράμουν και πέραν του οχτάωρου, σε έκτακτες περιπτώσεις που δεν είναι εφικτό να αντιμετωπιστούν από τους τεχνίτες που έχουν υπηρεσία απόγευμα ή νύχτα. Οι 8 τεχνίτες που εργάζονται σε καθεστώς βαρδιών είναι χωρισμένοι σε 4 οχτάωρες βάρδιες ανά 2, καλύπτοντας όλο το εικοσιτετράωρο, επτά ημέρες την εβδομάδα, ενώ το επιπλέον ζευγάρι είναι σε ρεπό. Τα ίδια κατά αντιστοιχία ισχύουν και για τους τεχνίτες της μονάδας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Το τμήμα, όσον αφορά την σύνθεση του προσωπικού και με βάση τα ισχύοντα στην συγκεκριμένη βιομηχανία, διαρθρώνεται ως εξής:

Τμηματάρχης	1
Ηλεκτρολόγοι Μηχανικοί Π.Ε	2
Επόπτης τμήματος	1
Εργοδηγοί Α	2
Εργοδηγοί Β	2
Τεχνίτες πρωινού τμήματος	6
Τεχνίτες σε βάρδιες	8 Χωρισμένοι ανά 2 σε 4 βάρδιες
Τεχνίτες μονάδας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας	6 Χωρισμένοι σε 4 βάρδιες με τους 2 επιπλέον να καλύπτουν τα όποια κενά προκύπτουν.

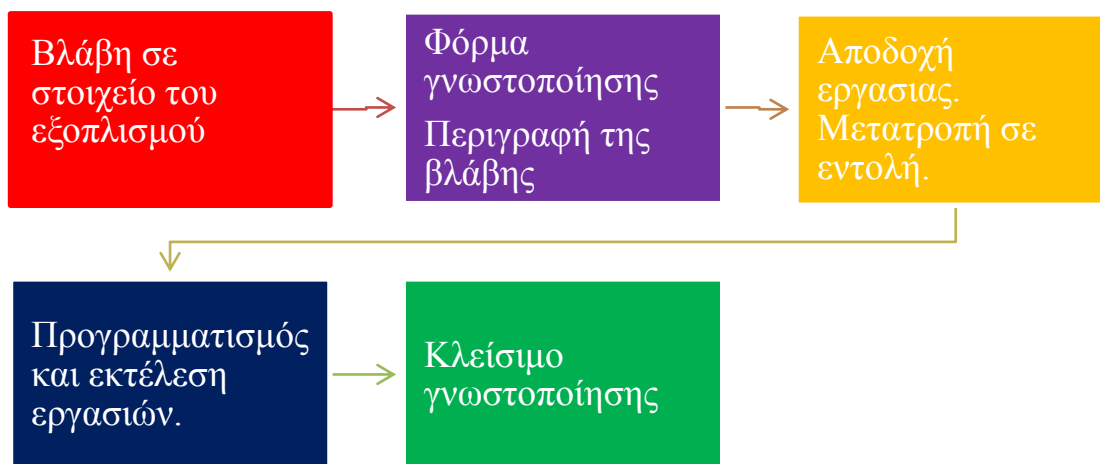
Πίνακας 2: Διάρθρωση προσωπικού ηλεκτρολογικού τμήματος.

4.2.1 Διαδικασίες λειτουργίας

Στην βιομηχανία που περιγράφουμε ακολουθείται ένα σύστημα γνωστοποιήσεων και εντολών, μεταξύ των τμημάτων. Όταν ένα τμήμα ή στοιχείο του εξοπλισμού παθαίνει κάποια βλάβη, τότε τα τμήματα της παραγωγής ή του διοικητικού ενημερώνουν το ηλεκτρολογικό τμήμα (γνωστοποίηση) μέσω του συστήματος διαχείρισης εταιρικών πόρων. Η ίδια διαδικασία ακολουθείται και όταν απαιτείται επέκταση του υπάρχοντος εξοπλισμού. Τα τμήματα της παραγωγής συμπληρώνουν μια φόρμα στην οποία, εκτός από τα στοιχεία του τμήματος που αιτείται μια εργασία συντήρησης ή επέκτασης του εξοπλισμού, συμπληρώνεται μια περιγραφή της εργασίας, το τμήμα στο οποίο απευθύνεται, ο εξοπλισμός και η μονάδα στην οποία χρειάζεται επέμβαση, καθώς και το υπεύθυνο τμήμα για την εκτέλεση των εργασιών. Μόλις υποβληθεί η φόρμα, εμφανίζεται σε αληθινό χρόνο στο σύστημα και το τμήμα της συντήρησης στο οποίο απευθύνεται η γνωστοποίηση, την μετατρέπει σε εντολή εργασίας και κάνει τις

απαραίτητες ενέργειες για τον προγραμματισμό των εργασιών. Το επόμενο βήμα είναι το κλείσιμο της γνωστοποίησης από τα εμπλεκόμενα τμήματα (Διάγραμμα 1).

Στο σύστημα, επίσης, εμφανίζονται το κόστος των ανταλλακτικών που χρεωθήκαν από την αποθήκη υλικών και χρησιμοποιήθηκαν κατά την τέλεση των εργασιών. Τέλος, στο σύστημα εμφανίζονται δυο ημερομηνίες, αυτή που συμπληρώνεται στη φόρμα (γνωστοποίηση) για τις εργασίες που απαιτούνται και αυτή στην οποία κλείνει η εντολή, όταν ολοκληρωθούν οι εργασίες. Κάθε τμήμα ή μονάδα τμήματος έχει ένα μοναδικό αριθμό αναγνώρισης, που ονομάζεται κέντρο κόστους (Κ.Κ.). Για το ηλεκτρολογικό τμήμα το Κ.Κ. είναι 921.



Διάγραμμα 1: Η διαδικασία γνωστοποιήσεων και εντολών.

4.2.2 Παρατηρήσεις επί των διαδικασιών

Προτού ξεκινήσουμε την ανάλυση του ιστορικού των περιστατικών είναι σημαντικό να παραθέσουμε μερικές παρατηρήσεις για τον τρόπο λειτουργίας και τις διαδικασίες του ηλεκτρολογικού τμήματος. Οι παρατηρήσεις αυτές προέρχονται μετά από εκτενή συζήτηση με τους υπευθύνους προγραμματισμού εργασιών και τεχνίτες του τμήματος. Μια πρώτη παρατήρηση είναι ότι φέρεται να εκτελούνται εργασίες είτε επισκευαστικής συντήρησης, είτε επέκτασης εξοπλισμού, οι οποίες δεν ακολουθούν την διαδικασία γνωστοποιήσεων και εντολών. Πρόκειται για εργασίες που είτε είναι μικρής διάρκειας και συνήθως μικρής πολυπλοκότητας, είτε πρόκειται για μικρά έργα του τμήματος. Σε αυτές τις εργασίες τα ανταλλακτικά που χρησιμοποιούνται χρεώνονται συνήθως σε ετήσιες εντολές με αριθμό προτεραιότητας 7. Σε αυτό τον βαθμό προτεραιότητας περιλαμβάνονται κυρίως εργασίες προληπτικής συντήρησης, αλλά και εργασίες που εκτελούνται συχνά κατά την διάρκεια ενός έτους.

Επίσης, φαίνεται ότι ακόμα συχνότερα δεν ακολουθούν την διαδικασία των γνωστοποιήσεων οι εργασίες των τεχνιτών που εργάζονται με το σύστημα των βαρδιών. Οι συγκεκριμένοι τεχνίτες είναι επιφορτισμένοι με την αντιμετώπιση εκτάκτων περιστατικών της παραγωγικής διαδικασίας

που χρήζουν άμεσης αντιμετώπισης. Επίσης συνεργάζονται σε εργασίες προληπτικής συντήρησης που εκτελεί το τμήμα μηχανολογικής συντήρησης (Τ.Μ.Σ).

Με αυτόν τον τρόπο μπορεί να υπάρξει ένας όγκος εργασιών που δεν καταγράφονται, τουλάχιστον όχι με ένα συνεπή τρόπο και ανταλλακτικά ή εργατοώρες που χρεώνονται όχι στο Κ.Κ. όπου καταναλωθήκαν, αλλά σε εργασίες προληπτικής συντήρησης. Οι παραπάνω εργασίες δεν περιέχονται στο ιστορικό των εργασιών που έχουν εκτελεστεί από το Τμήμα Ηλεκτρολογικής Συντήρησης (Τ.Η.Σ) μέσω της διαδικασίας γνωστοποιήσεων που περιγράψαμε παραπάνω.

Τέλος, στην επιχείρηση που μελετάμε οι εργατοώρες του προσωπικού δεν χρεώνονται στις γνωστοποιήσεις και εντολές που καταναλωθήκαν, αλλά εμφανίζονται συνολικά ως κόστος του τμήματος που ανήκει το προσωπικό. Στην βάση δεδομένων που αναλύουμε παρακάτω οι αμοιβές εμφανίζονται ως ξεχωριστή εντολή στις ετήσιες εντολές. Με αυτό τον τρόπο δεν είναι ιδιαίτερα εύκολο να υπάρχει μια ολοκληρωμένη άποψη για το τρόπο που οι πόροι της επιχείρησης καταναλώνονται, ώστε να είναι εφικτό να γίνει καλύτερος και πιο αποτελεσματικός προγραμματισμός ενεργειών συντήρησης. Ας δούμε όμως τα αποτελέσματα της ανάλυσης που είναι εφικτή να κάνουμε.

4.3 Ανάλυση δεδομένων.

Μελετάμε το ιστορικό των εργασιών που έχουν εκτελεστεί από το Τμήμα Ηλεκτρολογικής Συντήρησης (Τ.Η.Σ) μέσω της διαδικασίας γνωστοποιήσεων που περιγράψαμε παραπάνω. Το ιστορικό των εργασιών που εξετάζουμε καλύπτει μια χρονική περίοδο από την 5η/1/2009 μέχρι την 16η/2/2016. Τα στοιχεία συλλέχθηκαν μέσω του συστήματος της επιχείρησης που περιέχει 5588 εγγραφές. Θα πρέπει να αναφερθεί ότι στο ιστορικό που μελετάμε δεν περιέχονται μόνο οι γνωστοποιήσεις από τα τμήματα της επιχείρησης, αλλά και εργασίες προληπτικής συντήρησης που προγραμματίζει το ίδιο το Τ.Η.Σ. Περιλαμβάνει, επίσης, εργασίες επέκτασης ή αντικατάστασης του υπάρχοντος εξοπλισμού και δραστηριότητες, όπως η εκπαίδευση του προσωπικού σε νέες τεχνολογίες. Το ιστορικό εργασιών περιέχει πληροφορίες για πλήθος στοιχείων όπως:

- Γνωστοποίηση: ο αριθμός αναγνώρισης της γνωστοποίησης.
- Εντολή: ο αριθμός αναγνώρισης της εντολής
- Βασικό Κέντρο Εργασιών: το τμήμα που θα εκτελέσει τις εργασίες.
- Κέντρο Κόστους: αριθμός ταυτοποίησης τμήματος ή μονάδας παραγωγής.
- Περιγραφή: περιγραφή εργασιών.
- Εξοπλισμός: ο εξοπλισμός στον οποίο απαιτείται επέμβαση.
- Προτεραιότητα: Τύπος-Βαθμός προτεραιότητας των εργασιών.
- Συνολικό πραγματικό κόστος: αναφέρεται στο κόστος των ανταλλακτικών και των εργατοωρών που έχουν απαιτηθεί για την ολοκλήρωση των εργασιών.

- Ημερομηνία Αναφοράς: αναφέρεται στην ημερομηνία που συμπληρώθηκε η γνωστοποίηση.
- Αλλαγμένο στις: αναφέρεται στην ημερομηνία που πραγματοποιήθηκε η τελευταία αλλαγή στην γνωστοποίηση.

4.3.1 Ανάλυση εργασιών ανά προτεραιότητα και συχνότητα περιστατικών.

Ξεκινάμε την ανάλυση μας παρατηρώντας τον αριθμό εμφανίσεων, ανά τύπο προτεραιότητας, στις εργασίες που έχει εκτελέσει το ηλεκτρολογικό τμήμα. Πιο αναλυτικά φαίνεται στον Πίνακα 3. Παρατηρούμε ότι η συντριπτική πλειοψηφία των εργασιών έχουν βαθμό προτεραιότητας 2,3 και 7. Σε ποσοστό 41,79% οι εργασίες που αιτήθηκαν τα τμήματα της επιχείρησης έχουν βαθμό προτεραιότητας 2, πρέπει δηλαδή να ολοκληρωθούν σε 1 έως 3 ημέρες και σε ποσοστό 36,41% από 3 έως 7 ημέρες. Το υψηλό ποσοστό των εργασιών με βαθμό προτεραιότητας 7 οφείλεται κυρίως στο πλήθος των εργασιών προληπτικής συντήρησης που εμφανίζονται στην βάση δεδομένων. Πρόκειται, κυρίως, για εργασίες που αφορούν είτε συντηρήσεις υποσταθμών και ηλεκτρολογικού εξοπλισμού, στις οποίες δεν εμπλέκονται τα τμήματα της παραγωγής, είτε για εργασίες στον εξοπλισμό παραγωγής, που εμφανίζουν περιοδικότητα και προγραμματίζονται συνήθως και με βάση τις υπόλοιπες εργασίες που προκύπτουν. Πέρα από εργασίες συντήρησης υποσταθμών αφορούν εργασίες λίπανσης κινητήρων, συντήρηση φωτισμού και συστήματος γειώσεων, συντήρηση του περιβαλλοντικού δικτύου.

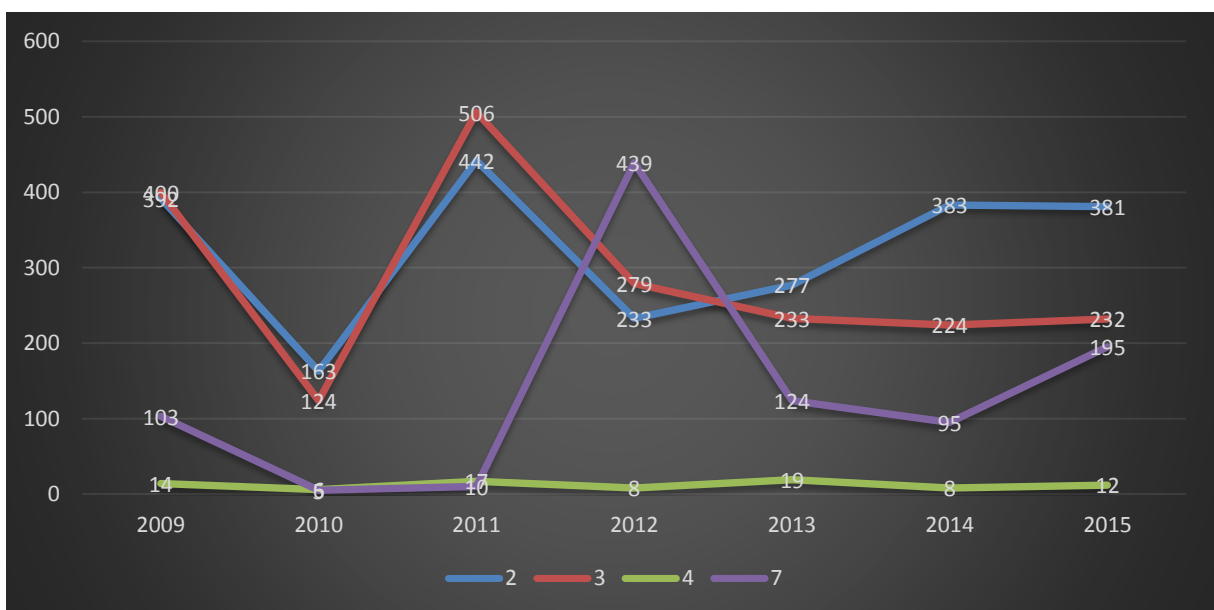
Τύπος Προτεραιότητας	Αριθμός εμφανίσεων ανά τύπο προτεραιότητας	
Χωρίς βαθμό προτεραιότητας	4	0,07%
1	9	0,16%
2	2333	41,79%
3	2033	36,41%
4	85	1,52%
5	1	0,02%
7	1117	20,01%
8	1	0,02%
9	4	0,07%

Πίνακας 3: Αριθμός εμφανίσεων ανά τύπο προτεραιότητας

Στο παρακάτω διάγραμμα φαίνεται ο αριθμός εργασιών με βαθμό προτεραιότητας 2,3,4 και 7, που είναι και η πλειοψηφία των εργασιών. Μια πρώτη παρατήρηση που μπορεί να γίνει στο ιστορικό των εργασιών είναι ότι οι εργασίες με βαθμό προτεραιότητας 7 δεν είναι σταθερές σε αριθμό ανά έτος. Από 103 το 2009, εκτελούνται μόνο 5 και 10 αντιστοίχως το 2010 και 2011, με αύξηση στις 439 το 2012. Ακολουθεί μείωση στις 124 το 2013, 95 το 2014 και αύξηση στις 195 το 2015.

Σε αυτό τον βαθμό προτεραιότητας περιλαμβάνονται κυρίως εργασίες προληπτικής συντήρησης, αλλά και εργασίες σε εξοπλισμό που εκτελούνται συχνά κατά την διάρκεια ενός έτους. Είναι

σαφές ότι οι εργασίες με βαθμό προτεραιότητας 7 δεν ακολουθούν ένα σταθερό μοτίβο. Είναι ένα ζήτημα που χρήζει διερεύνησης από το τμήμα, ώστε να διαπιστωθεί ο λόγος των αποκλίσεων αυτών. Είναι πιθανό οι αποκλίσεις αυτές να σχετίζονται με όσα μας προαναφέραμε παραπάνω στην ενότητα των παρατηρήσεων για τον τρόπο λειτουργίας του τμήματος και τις διαδικασίες. Οι αποκλίσεις μπορεί να οφείλονται στο είδος των βλαβών που παρουσιάστηκαν εντός ενός έτους. Για παράδειγμα είναι πιθανό το 2012 να εμφανίζεται συχνή αστοχία στοιχείων του εξοπλισμού που η επισκευή του περιλαμβάνεται σε ετήσιες εντολές. Άλλη πιθανή αιτία μπορεί να είναι η φύση των εργασιών επισκευαστικής συντήρησης ανά έτος, ο χρόνος που απαιτείται για την ολοκλήρωσή τους και η πολυπλοκότητά τους. Αυξημένος αριθμός εργασιών επισκευαστικής συντήρησης μειώνει τον χρόνο που δαπανάται σε εργασίες προληπτικής συντήρησης.



Διάγραμμα 2: Αριθμός εμφανίσεων ανά τύπο προτεραιότητας και έτος

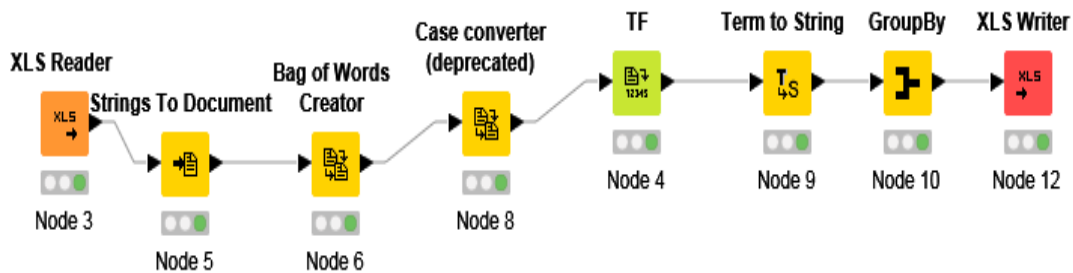
4.3.2 Ανάλυση εργασιών κατά είδος

Επόμενο βήμα στην ανάλυση μας είναι να προσπαθήσουμε να διερευνήσουμε το είδος των εργασιών για τις οποίες γίνονται αιτήσεις γνωστοποιήσεων προς το ηλεκτρολογικό τμήμα. Σε αυτό το βήμα επιλέγουμε να μην συμπεριλάβουμε τις γνωστοποιήσεις με βαθμό προτεραιότητας 7, αφού σκοπός μας είναι να ανιχνεύσουμε τις εργασίες που τμήματα της παραγωγής, των διοικητικών υπηρεσιών και αλλά τμήματα της συντήρησης ζητάνε από το ηλεκτρολογικό τμήμα. Ο τελικός στόχος μας είναι να διερευνήσουμε ποιες γενικές κατηγορίες στοιχείων του εξοπλισμού παρουσίασαν το μεγαλύτερο ποσοστό βλαβών. Αυτό είναι σημαντικό αφού, ακόμα και αν μιλάμε για το ιστορικό βλαβών που ήδη έχουν αντιμετωπιστεί, είναι κρίσιμο, για τις όποιες μελλοντικές ενέργειες, να γνωρίζει το τμήμα τα στοιχεία με την συχνότερη αστοχία και πού χρήζουν μεγαλύτερης προσοχής.

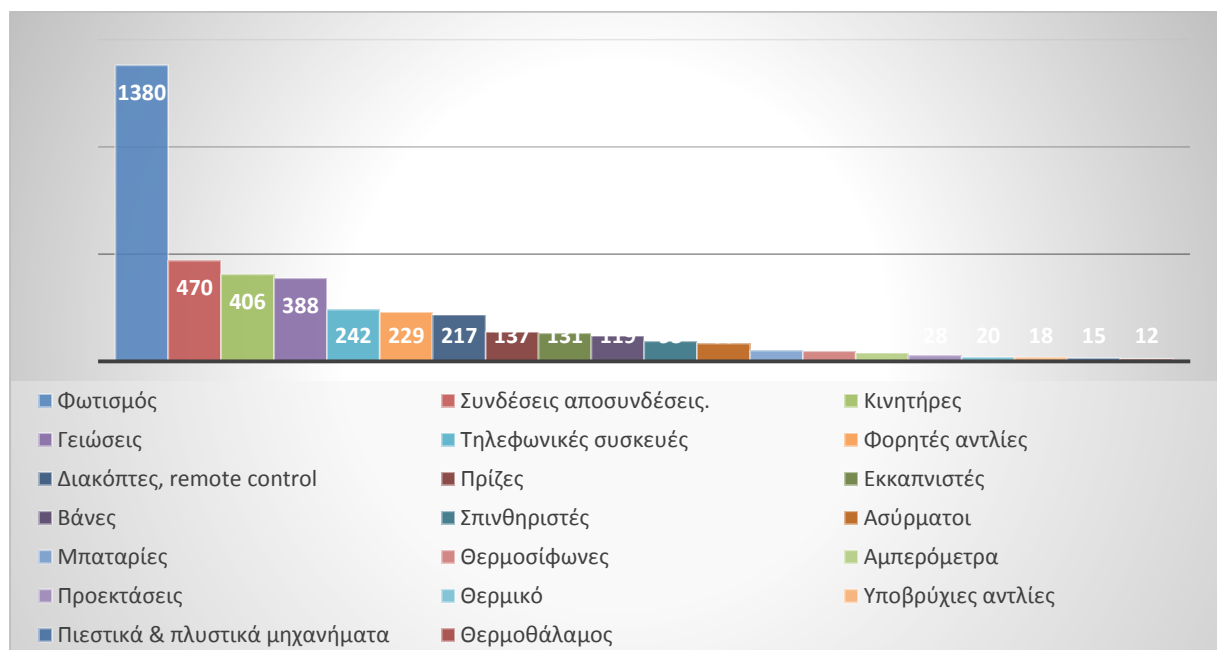
Αφού αναγνωστούν τα δεδομένα, απομονώνουμε τις περιγραφές των εργασιών από τα άλλα δεδομένα και μετατρέπουμε την στήλη του πίνακα που περιέχει την περιγραφή των εργασιών,

σε μορφή έγγραφου. Στη συνέχεια αναλύονται οι περιγραφές ως προς την συχνότητα των όρων που απαντώνται σε αυτές και μετατρέπονται όλοι οι χαρακτήρες σε πεζά. Ακολούθως, ανιχνεύεται η συχνότητα κάθε όρου και έπειτα δημιουργούμε έναν πίνακα προκειμένου να μπορέσουμε να αναλύσουμε περαιτέρω τους όρους.

Η Εικόνα 8 αποτελεί την απεικόνιση της ροής εργασίας ώστε να ανιχνεύσουμε τις λέξεις που εμφανίζονται πιο συχνά στο πεδίο περιγραφή της Β.Δ.



Εικόνα 7: Ροή εργασίας για ανίχνευση λέξεων στο πεδίο περιγραφή της Β.Δ



Διάγραμμα 3: Κατηγορίες εργασιών με την συνηθέστερη εμφάνιση.

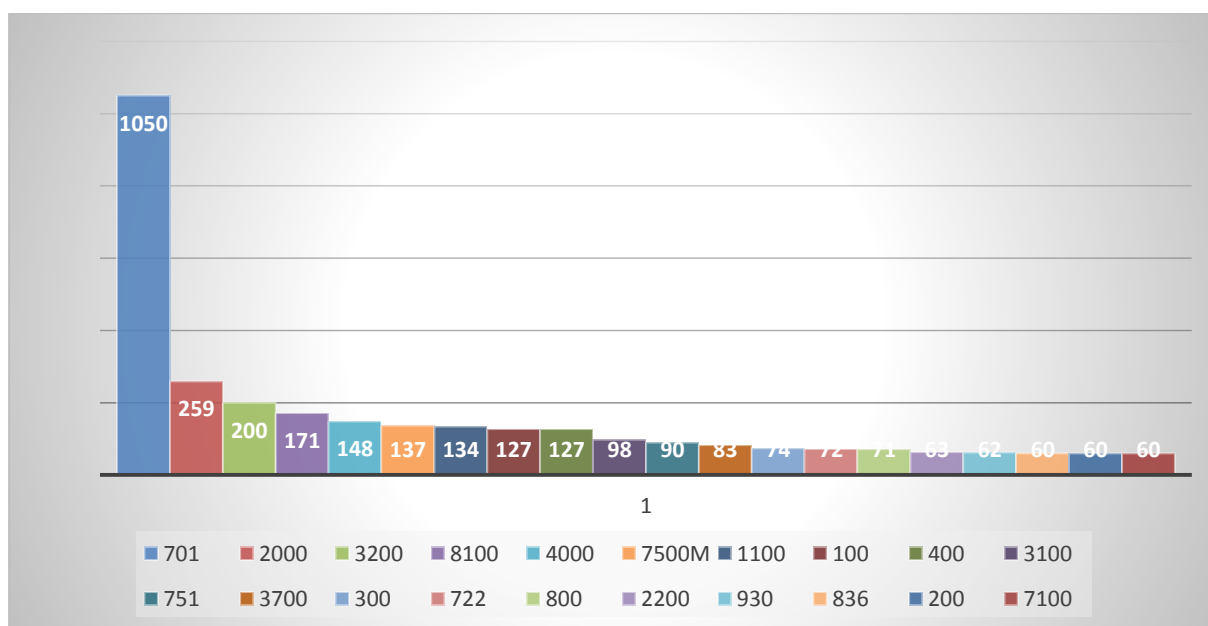
Επόμενο βήμα είναι να ομαδοποιήσουμε σε γενικές κατηγορίες εργασιών τους όρους που εμφανίζονται στο πίνακα εξόδου της παραπάνω διαδικασίας. Διαφορετικές λέξεις από τον πίνακα εξόδου μπορούν να υποδηλώνουν κάποιου είδους εργασία. Με αυτόν τον τρόπο η κατηγοριοποίηση γίνεται με τέτοιο τρόπο ώστε οι όροι που προκύπτουν να είναι δηλωτικές μιας γενικής κατηγορίας εργασιών. Για παράδειγμα οι λέξεις φωτισμός, φωτιστικό, ιστός, λάμπες, υποδηλώνουν εργασίες φωτισμού. Οι λέξεις remote, on, off, start, stop υποδηλώνουν κάποιου είδους επέμβαση σε εξοπλισμό εκκίνησης κινητήρα. Ομοίως και στις άλλες κατηγορίες. Έτσι καταλήγουμε στο παρακάτω διάγραμμα που μας δείχνει ποιες κυριότερες ομάδες εργασιών

περιέχονται στις περιγραφές εργασιών από τμήματα της επιχείρησης προς το ηλεκτρολογικό τμήμα.

Το διάγραμμα είναι ενδεικτικό των εργασιών που εκτελούνται με βάση τις γνωστοποιήσεις και συνήθως διεκπεραιώνονται από τους τεχνίτες του πρωινού τμήματος. Παρατηρούμε από το διάγραμμα ότι πολύ συχνά εμφανίζονται εργασίες που σχετίζονται με τον φωτισμό των εγκαταστάσεων, το σύστημα γειώσεων, διάφορους κινητήρες της παραγωγικής διαδικασίας κ.α.

4.3.3 Ανάλυση προέλευσης αιτημάτων

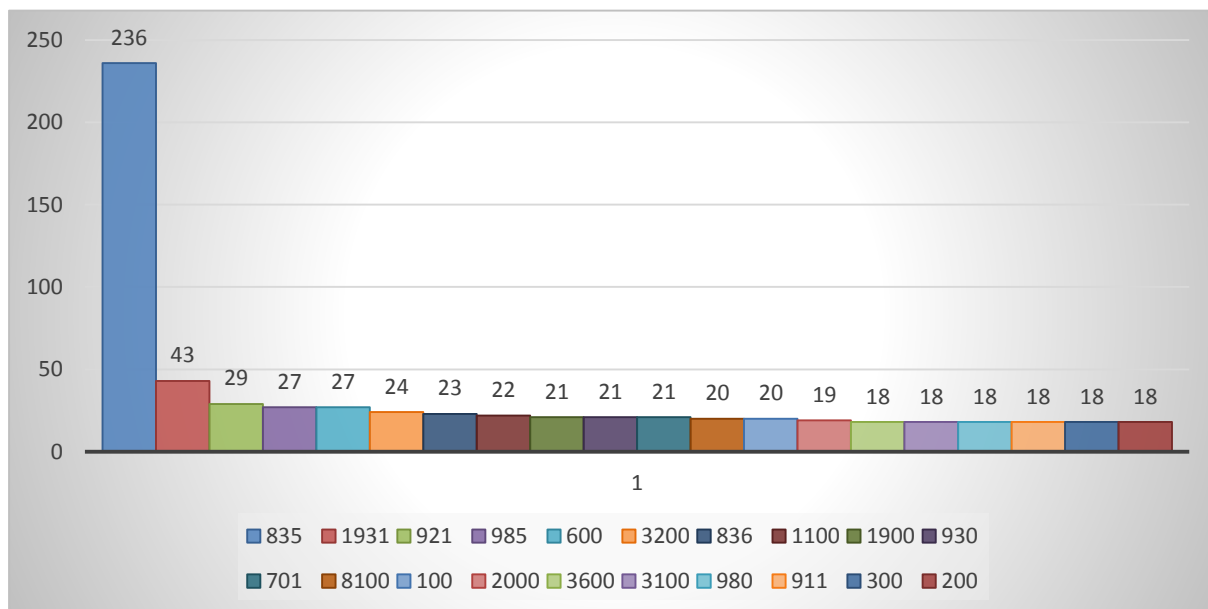
Προχωρώντας την ανάλυση μας, επόμενος στόχος είναι να διερευνήσουμε από ποια Κ.Κ. προέρχονται οι γνωστοποιήσεις προς το ηλεκτρολογικό τμήμα. Για επιτευχθεί αυτός ο στόχος θα αναλύσουμε την βάση δεδομένων έχοντας αφαιρέσει όμως τις ετήσιες εντολές προληπτικής συντήρησης του τμήματος. Η επιχείρηση που μελετάμε έχει 115 διαφορετικά Κ.Κ, αλλά κάθε Κ.Κ. δεν συνιστά ένα διαφορετικό τμήμα. Θεωρείται ως μια ξεχωριστή μονάδα ενός τμήματος της εταιρείας. Πολλά διαφορετικά Κ.Κ αποτελούν ένα τμήμα της επιχείρησης. Με επεξεργασία των δεδομένων αποτυπώνουμε τα 20 Κ.Κ. με τις περισσότερες γνωστοποιήσεις στο διάστημα που μελετάμε στο Διάγραμμα 4.



Διάγραμμα 4: Τα 20 πρώτα κέντρα κόστους με τον μεγαλύτερο αριθμό γνωστοποιήσεων.

Παρατηρούμε ότι το Κ.Κ. 701 είναι η μονάδα της επιχείρησης με τις περισσότερες γνωστοποιήσεις, έχοντας και σημαντική διαφοροποίηση σε σχέση με άλλες μονάδες της εταιρείας. Πρόκειται για μέρος της επιχείρησης με εκτεταμένες εγκαταστάσεις. Η σημαντική όμως διαφοροποίηση σε αριθμό γνωστοποιήσεων μπορεί να οφείλεται επίσης και σε ανθρώπινους παράγοντες, όπως η στελέχωση του συγκεκριμένου τμήματος ή ακόμα και ο τρόπος λειτουργίας του τμήματος.

Ακολουθώντας την ίδια διαδικασία και για τις εργασίες με βαθμό προτεραιότητας 7 (ετήσιες εντολές και εργασίες προληπτικής συντήρησης), καταλήγουμε στο διάγραμμα 5, που μας δείχνει 20 κέντρα κόστους με τις περισσότερες εργασίες στο διάστημα που αναλύουμε.

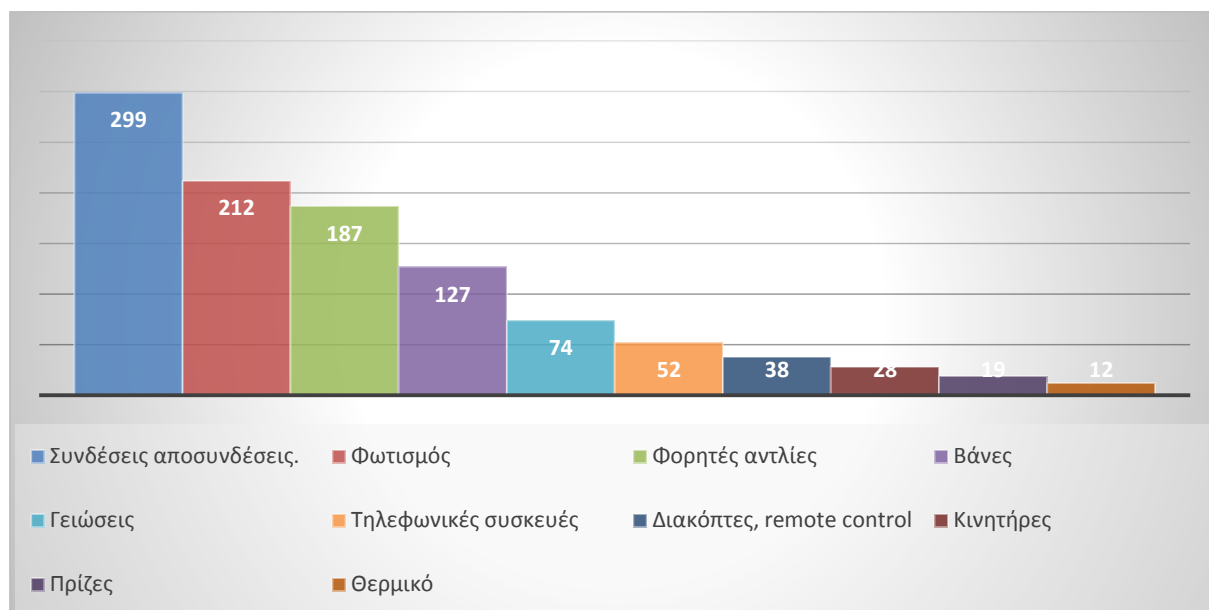


Διάγραμμα 5: Τα 20 πρώτα κέντρα κόστους με τον μεγαλύτερο αριθμό ετήσιων εντολών.

Παρατηρούμε ότι το Κ.Κ. 835 είναι αυτό με τις περισσότερες ετήσιες εντολές. Αυτό είναι κάτι απόλυτα λογικό, αφού πρόκειται για κέντρο κόστους που αντιστοιχεί και αυτό στο ηλεκτρολογικό τμήμα. Στις εργασίες με βαθμό προτεραιότητας 7, περιλαμβάνονται κυρίως εργασίες συντήρησης υποσταθμών, εργασίες προληπτικής συντήρησης στοιχείων της παραγωγικής διαδικασίας, εργασίες σε εξοπλισμό που εκτελούνται συχνά κατά την διάρκεια ενός έτους και εργασίες που σχετίζονται με την μη παραγωγική διαδικασία της επιχείρησης.

Συνεχίζουμε με την διερεύνηση των αιτημάτων του Κ.Κ.701 το οποίο εμφανίζει ασυνήθιστα μεγάλο αριθμό γνωστοποιήσεων συγκριτικά με τα άλλα κέντρα κόστους. Διερευνούμε τις εργασίες που συνήθως αφορούν οι γνωστοποιήσεις που έχουν γίνει από το Κ.Κ. 701 (Διάγραμμα 6). Παρατηρούμε ότι στο υπό μελέτη Κ.Κ. συχνά οι γνωστοποιήσεις αφορούν εργασίες φωτισμού και γειώσεων, τοποθέτηση φορητών αντλιών, εργασίες συντήρησης ή επισκευής στοιχείων ελέγχου ροής. Επίσης αφορούν επισκευές σε στοιχεία εκκίνησης κινητήρων, τηλεφωνικές συσκευές, επισκευή ή τοποθέτηση πριζών. Αυτό είναι κάτι απόλυτα φυσιολογικό λόγω της φύσης των εγκαταστάσεων και του ρολού του κέντρου κόστους 701 στην παραγωγική διαδικασία της επιχείρησης. Οι εργασίες συνδέσεων - αποσυνδέσεων εμπίπτουν σε όλες τις συνήθεις εργασίες που αναφέραμε παραπάνω, αφού σε κάθε στοιχείο του εξοπλισμού είναι πιθανό να ζητηθεί σύνδεση ή αποσύνδεση. Σχετίζεται συχνά με τις εργασίες της μηχανολογικής συντήρησης. Δεν μπορούν να θεωρηθούν ως ξεχωριστή ομάδα εργασιών, αλλά παρουσιάζονται για να φανεί πόσες φορές εμφανίζονται οι όροι στις εργασίες που εκτελέστηκαν. Αυτό γίνεται

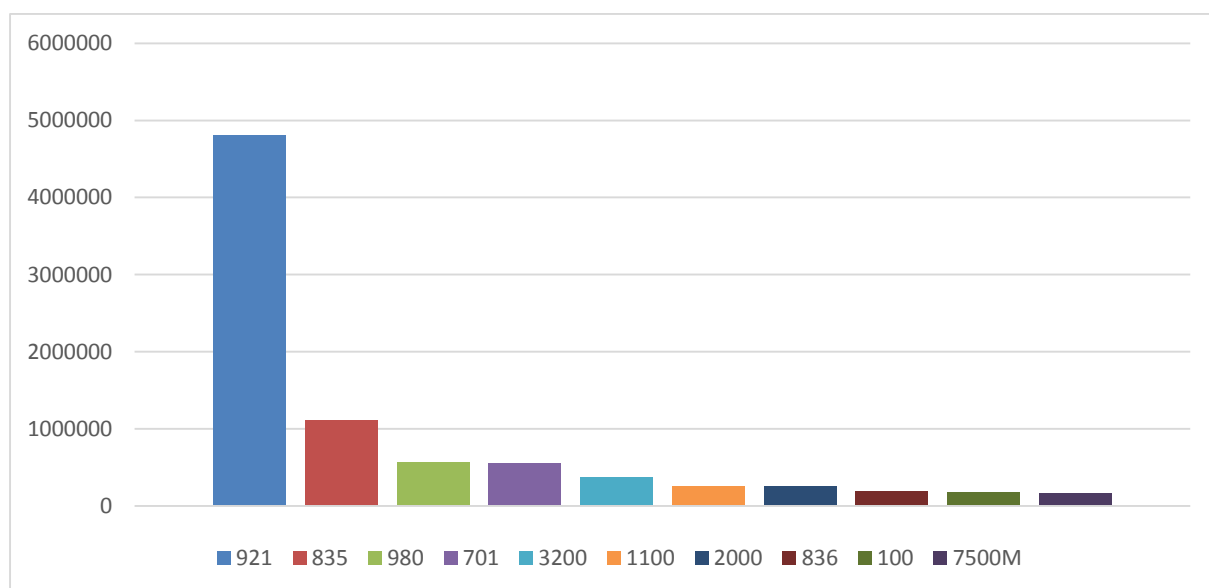
γιατί οι όροι αυτοί μπορούν να μας δείξουν πόσες φορές ζητήθηκε παρέμβαση σε στοιχείο του εξοπλισμού είτε αφορούσε εργασίες επισκευαστικής συντήρησης είτε επέκτασης του εξοπλισμού.



Διάγραμμα 6: Κατηγορίες εργασιών με την συνηθέστερη εμφάνιση στο Κ.Κ. 701.

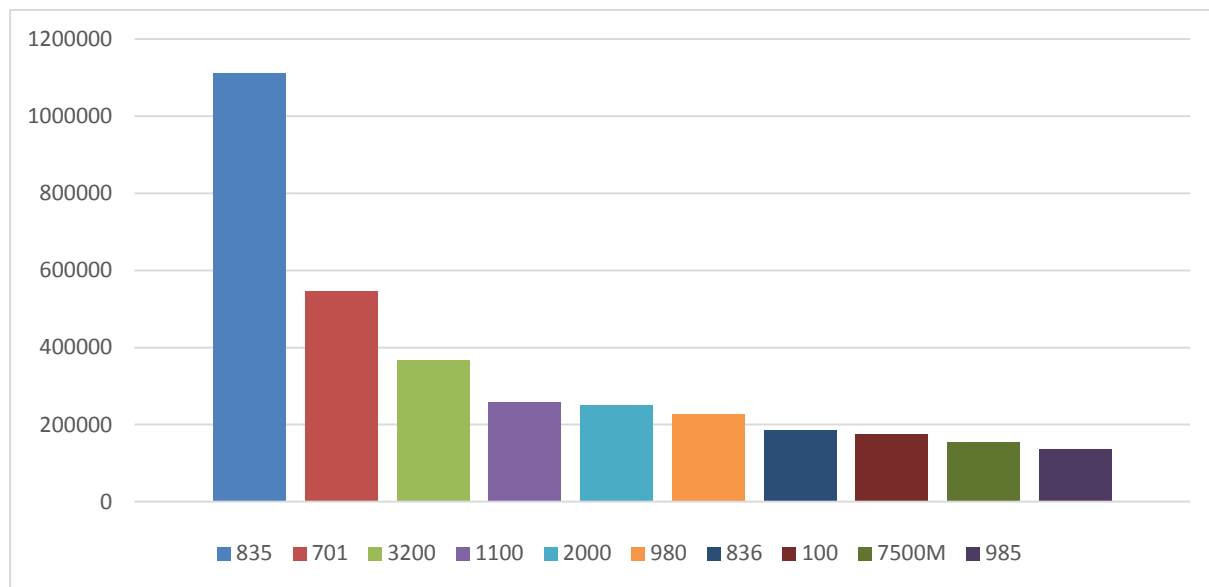
4.3.4 Ανάλυση κατανάλωσης πόρων

Ακολούθως παρουσιάζουμε που καταναλώνονται οι πόροι της επιχείρησης. Το συνολικό πραγματικό κόστος ανά Κ.Κ. φαίνεται στο παρακάτω διάγραμμα που αποτυπώνονται 10 κέντρα κόστους που έχουν καταναλώσει τους περισσότερους πόρους.



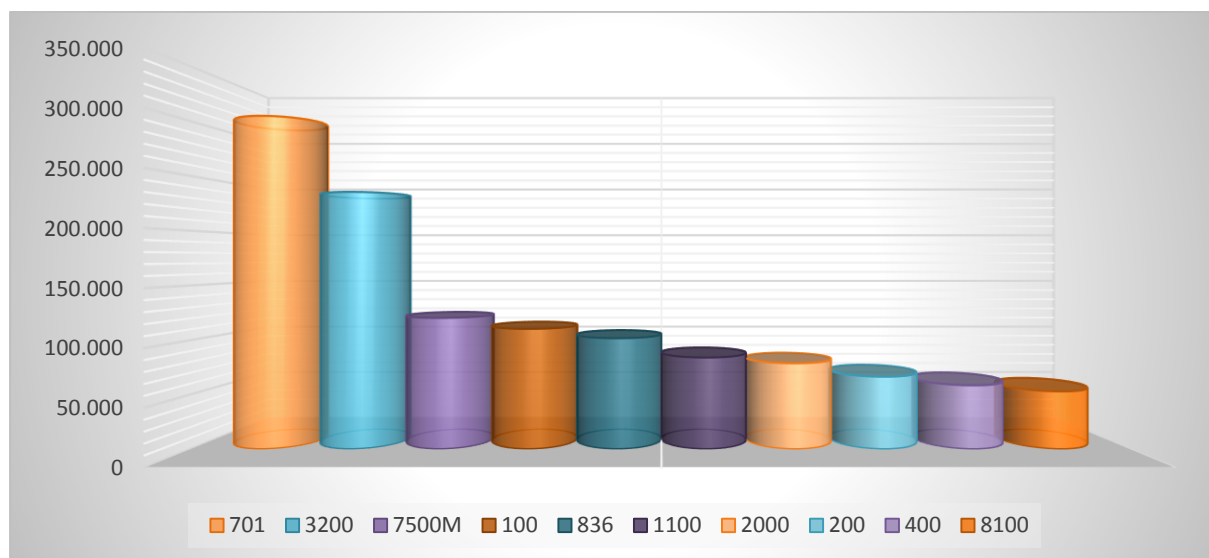
Διάγραμμα 7: Συνολικό πραγματικό κόστος ανά κέντρο κόστους με εργατοώρες προσωπικού.

Στο Κ.Κ. 921, που εμφανίζει το μεγαλύτερο συνολικό πραγματικό κόστος, συμπεριλαμβάνονται οι αμοιβές του προσωπικού, έξοδα που δεν σχετίζονται με τις πρωτεύουσες δραστηριότητες του τμήματος, η εκπαίδευση του προσωπικού κα. Στο Κ.Κ 835 συμπεριλαμβάνονται κατά κύριο λόγο οι εργασίες προληπτικής συντήρησης, επεκτάσεις του εξοπλισμού κα.



Διάγραμμα 8: Συνολικό πραγματικό κόστος ανά κέντρο κόστους χωρίς εργατοώρες προσωπικού.

Για αυτούς τους λόγους το διάγραμμα 7 έχει μικρή αξιοπιστία και είναι προτιμότερο να επικεντρωθούμε στο διάγραμμα 8, που μας δείχνει 10 κέντρα κόστους όπου έχουν δαπανηθεί οι περισσότεροι πόροι.



Διάγραμμα 9: Συνολικό πραγματικό κόστος ανά κέντρο κόστους χωρίς εργατοώρες προσωπικού, χωρίς τις γνωστοποιήσεις 7.

Εδώ με τον όρο πόροι αναφερόμαστε κυρίως σε ανταλλακτικά. Παρατηρούμε ότι στο Κ.Κ. 835, που περιλαμβάνει τις ετήσιες εντολές προληπτικής συντήρησης και τις εργασίες με βαθμό

προτεραιότητας 7, έχει δαπανηθεί σημαντικό μέρος των διαθέσιμων πόρων της επιχείρησης. Αφαιρώντας τις δαπάνες που αφορούν αποζημιώσεις, εκπαίδευση του προσωπικού, ετήσιες εντολές προληπτικής συντήρησης, καταλήγουμε στο παραπάνω διάγραμμα (Διαγ.9) που δείχνει τα σημεία που καταναλώνονται οι ποροι της επιχείρησης για εργασίες επισκευαστικής συντήρησης. Παρατηρούμε ότι κέντρα κόστους με μεγάλο αριθμό γνωστοποιήσεων είναι και αυτά με τα μεγαλύτερα ποσά στο παραπάνω διάγραμμα. Το Κ.Κ 701 που είναι αυτό με τον μεγαλύτερο ογκο εργασιων καταναλωνει επισης μεγαλο μέρος των διαθέσιμων πόρων.

4.3.5 Ανάλυση της τήρησης κλεισίματος των γνωστοποιήσεων

Όπως ήδη αναφέραμε η «ημερομηνία αναφοράς» αναφέρεται στην ημερομηνία οπότε συμπληρώθηκε η γνωστοποίηση και η ημερομηνία «Αλλαγμένο στις» αναφέρεται στην ημερομηνία που πραγματοποιήθηκε η τελευταία αλλαγή στην γνωστοποίηση. Αυτή η ημερομηνία θεωρείται ότι είναι η ημερομηνία κλεισίματος της γνωστοποίησης. Θέλουμε να αναλύσουμε είναι κατά πόσο ανταποκρίνεται το ηλεκτρολογικό τμήμα στην τήρηση του συστήματος προτεραιοτήτων και ειδικότερα όσον αφορά την ταχύτητα απόκρισης στην αντιμετώπιση βλαβών όπως αυτό φαίνεται στον πίνακα 1. Εξετάζουμε τις εργασίες με βαθμό προτεραιότητας 2 και 3, τις εργασίες δηλαδή επισκευαστικής συντήρησης. Υπενθυμίζουμε ότι για τις εργασίες με βαθμό προτεραιότητας 2 ενέργειες σε 1 έως 3 ημέρες και για εργασίες με βαθμό 3 υπάρχει περιθώριο για την αντιμετώπιση του περιστατικού έως 7 ημέρες.

Από την ανάλυση της διαφοράς των δυο ημερομηνιών καταλήγουμε στον πίνακα 4 που δείχνει πόσες ημέρες μετά έκλεισε μια γνωστοποίηση.

	Την ίδια ημέρα	1 έως 3 ημέρες	4 έως 7 ημέρες	7 ημέρες έως ένα μήνα	Μεγαλύτερο διάστημα ενός μήνα
2	320	102	144	451	1316
3	341	60	83	251	1294

Πίνακας 4: Ανάλυση του κλεισίματος των γνωστοποιήσεων

Άλλο στοιχείο της ανάλυσης είναι ο μέσος όρος των διαφορών μεταξύ της ημερομηνίας αναφοράς και της ημερομηνίας της τελευταίας αλλαγής της γνωστοποίησης που είναι ιδιαίτερα υψηλός περίπου στις 233 ημέρες και στις δυο περιπτώσεις. Οι ημερομηνίες αυτές δεν μας παρέχουν ένα αξιόπιστο στοιχείο ελέγχου της απόκρισης του ηλεκτρολογικού τμήματος αφού το πεδίο της ημερομηνίας της τελευταίας αλλαγής της γνωστοποίησης της δεν είναι βέβαιο ότι συμπίπτει με την ημερομηνία που ολοκληρώθηκε η εργασία. Πιθανόν να υπάρχουν περιπτώσεις που ενώ οι εργασίες ολοκληρωθήκαν η γνωστοποίηση να έκλεισε σε μεταγενέστερη ημερομηνία.

4.4 Παρατηρήσεις επί της ανάλυσης

Στην προηγούμενη ενότητα έγινε προσπάθεια να διερευνήσουμε με ποιο τρόπο και σε ποιο βαθμό καταναλώνονται οι πόροι της επιχείρησης που μελετάμε, όσον αφορά την συντήρηση του ηλεκτρολογικού εξοπλισμού.

Όσον αφορά την βάση δεδομένων των εργασιών που αναλύσαμε, το τμήμα ηλεκτρολογικής συντήρησης της επιχείρησης φαίνεται να δαπανά μεγάλο μέρος των πόρων του σε εργασίες επισκευαστικής συντήρησης (κυρίως εργασίες με βαθμό προτεραιότητας 2 και 3), χωρίς να απουσιάζουν οι εργασίες προληπτικής συντήρησης (βαθμός προτεραιότητας 7). Επίσης, μεγάλο μέρος των εργασιών προληπτικής συντήρησης, περιλαμβάνει αντικατάσταση και επέκταση του υπάρχοντος εξοπλισμού. Παρατηρώντας το διάγραμμα 7, που αποτυπώνεται το συνολικό κόστος, μαζί με τις εργατοώρες του προσωπικού στο Κ.Κ. 921, βλέπουμε ότι τα Κ.Κ. 921 και 835, που προσδιορίζουν το ηλεκτρολογικό τμήμα και τις εργασίες του, καταναλώνουν το 55% των πόρων που δαπανήθηκαν σε εργασίες ηλεκτρολογικής συντήρησης. Αυτό οφείλεται τόσο στις αμοιβές του προσωπικού, σε εργασίες προληπτικής συντήρησης, σε αντικαταστάσεις και επεκτάσεις του υπάρχοντος εξοπλισμού και σε εκπαιδεύσεις των εργαζομένων. Όσον αφορά το είδος των εργασιών σημαντικό μέρος των εργασιών επισκευαστικής συντήρησης καταλαμβάνουν οι εργασίες ελέγχου και επισκευής φωτισμού και γειώσεων, κινητήρων και του συστήματος εκκίνησής τους, τηλεφωνικών συσκευών, συστημάτων ξήρανσης, στοιχείων ροής και ασυρμάτων.

Αναζητώντας τα κέντρα κόστους με τις περισσότερες γνωστοποιήσεις επισκευαστικής συντήρησης στο διάστημα που μελετάμε, βρίσκουμε ότι το Κ.Κ. 701 είναι η μονάδα της επιχείρησης με τις περισσότερες γνωστοποιήσεις, με σημαντική διαφοροποίηση σε σχέση με άλλες μονάδες της εταιρείας. Αυτό μπορεί να οφείλεται στις εκτεταμένες εγκαταστάσεις του κέντρου κόστους, στην παλαιότητα του εξοπλισμού και σε ανθρώπινους παράγοντες. Μια ακόμα αιτία του αριθμού των γνωστοποιήσεων βρίσκεται στις εργασίες που το ίδιο το Κ.Κ. εκτελεί για την συντήρηση του εξοπλισμού του. Όσον αφορά τις εργασίες για τις οποίες το Κ.Κ. 701 κάνει γνωστοποιήσεις, επίσης σχετίζονται με τα στοιχεία του ηλεκτρολογικού εξοπλισμού που αναφέραμε παραπάνω. Επίσης, το κόστος των εργασιών, στο διάγραμμα 6 που δείχνει το συνολικό κόστος ανά κέντρο κόστους, έχοντας αφαιρέσει τις εργατοώρες του προσωπικού, μας δείχνει ότι, πέραν του Κ.Κ. 835, που περιλαμβάνει τις ετήσιες εντολές προληπτικής συντήρησης, στο Κ.Κ. 701 έχει δαπανηθεί σημαντικό μέρος των διαθέσιμων πόρων.

Τελευταίο σημείο που πρέπει να δοθεί έμφαση είναι το ζήτημα των ημερομηνιών που περιέχονται στην βάση δεδομένων. Η ημερομηνία τελευταίας αλλαγής της γνωστοποίησης δεν είναι βέβαιο ότι συμπίπτει με την ημερομηνία που ολοκληρώθηκε η εργασία. Η ημερομηνία αυτή δεν μας παρέχει ένα αξιόπιστο στοιχείο ελέγχου της απόκρισης του ηλεκτρολογικού τμήματος στις γνωστοποιήσεις και είναι πιθανό να υπάρχουν περιπτώσεις που ενώ οι εργασίες ολοκληρώθηκαν, η γνωστοποίηση να έκλεισε όχι την ίδια ημέρα αλλά σε μεταγενέστερη ημερομηνία. Με αυτό τον τρόπο όμως, δεν είναι εφικτό να υπάρξει έλεγχος αν και σε ποιο βαθμό

ακολουθείται το σύστημα προτεραιοτήτων σε βάθος χρόνου, ούτε να προγραμματιστούν οι κατάλληλες ενέργειες εφόσον διαπιστωθεί σημαντική απόκλιση στους χρόνους. Σε αυτό χρειάζεται κυρίως καλύτερη επικοινωνία μεταξύ των τμημάτων. Είναι κρίσιμο να γίνει αντιληπτό και από τα άλλα τμήματα της επιχείρησης η σημασία των ενεργειών της συντήρησης και ότι αυτές είναι χρήσιμες στην παραγωγική διαδικασία. Αυτές οι ενέργειες θα μπορούν να προγραμματιστούν καλύτερα εφόσον όλα τα μέρη μιας επιχείρησης συμβάλλουν σε αυτό.

5 Συμπεράσματα

Η αξιόπιστη πληροφόρηση για το εσωτερικό περιβάλλον ενός οργανισμού είναι ιδιαίτερα σημαντική σημασία για την επιτυχία του, αφού η πληροφορία είναι ένα από τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα του. Η εξέλιξη της τεχνολογίας στον τομέα της ανάλυσης δεδομένων και των analytics, άνοιξε δρόμους στην διοικητική επιστήμη σε πολλούς κλάδους, όπως η βιομηχανία. Η διαχείριση των λειτουργιών της συντήρησης του εξοπλισμού είναι ένας από τους τομείς που επωφελούνται από τις νέες πρακτικές. Στον τομέα της βιομηχανίας που ασκούνται συνεχώς πιέσεις για μείωση δαπανών και αύξηση αποδοτικότητας, οι εταιρείες που χρησιμοποιούν εργαλεία analytics μπορούν σήμερα πιο εύκολα να προσδιορίσουν την κατάσταση του εξοπλισμού και να μειώσουν το κόστος της συντήρησης. Τα παραπάνω θεωρούνται ιδιαίτερα κρίσιμα αφού με αυτόν τον τρόπο δίνεται στις επιχειρήσεις η δυνατότητα να στηρίξουν την λειτουργία της συντήρησης με αντικειμενικά δεδομένα, τα οποία έχουν συλλεχθεί με συνεπή και αξιόπιστο τρόπο.

Στην παρούσα εργασία παρουσιάσαμε τις βασικές έννοιες της ανάλυσης δεδομένων και των analytics, την ιστορική εξέλιξή τους και τις αιτίες που οδήγησαν στην ανάδυσή τους. Παρουσιάστηκαν τα analytics, η σύνδεσή τους με την λειτουργία των επιχειρήσεων και πώς τις βοηθούν να πέτυχουν τους στόχους τους. Παρουσιάστηκαν επίσης οι έννοιες της συντήρησης (Maintenance) και της διαχείρισης της συντήρησης (Maintenance Management). Εξετάστηκαν τα είδη της συντήρησης, οι διάφοροι τύποι λειτουργίας της και ο τρόπος που επιδρούν σε έναν οργανισμό. Εξετάστηκε η σημασία των analytics στην διαδικασία της συντήρησης, στην διαχείριση των δράσεων της και οι τρόποι που την βοηθούν να συμβάλλει στους στόχους της επιχείρησης.

Τέλος, αναλύθηκε η περίπτωση ενός τμήματος ηλεκτρολογικής συντήρησης μιας μεγάλης βιομηχανίας. Η επιχείρηση διατηρεί μια βάση δεδομένων μέσω ενός ηλεκτρονικού συστήματος πληροφοριών σχετικά με τις εργασίες που έχουν πραγματοποιηθεί, τις οποίες επεξεργαστήκαμε με τεχνικές analytics προκειμένου να παρουσιάσουμε και να αναλύσουμε τον τρόπο με τον οποίο λειτουργεί το συγκεκριμένο τμήμα και αναζητήσαμε σημεία βελτίωσης της λειτουργίας του. Η μελέτη μας βασίστηκε στην ανάλυση του ιστορικού των περιστατικών του τμήματος και πιο συγκεκριμένα εστίασαμε στις εργασίες και τα περιστατικά συντήρησης, στους πόρους που απαιτήθηκαν για την αντιμετώπιση των περιστατικών, στην κατανομή αυτών των πόρων στα οικεία τμήματα και στην ποσοτική περιγραφή όσων επιπλέον στοιχείων περιλαμβάνονται στο ιστορικό καταγραφής των περιστατικών.

Τα συμπεράσματα που έχουν εξαχθεί από την έρευνα πληρούν ως ένα βαθμό τους ερευνητικούς στόχους που είχαν τεθεί και είναι ενδεικτικά των εργασιών συντήρησης με τις οποίες ασχολείται το τμήμα ηλεκτρολογικής συντήρησης. Αναλύθηκαν σε μεγάλο βαθμό τα στοιχεία της βάσης δεδομένων και παρουσιάστηκαν με τέτοιο τρόπο ώστε να μπορούν να εξαχθούν συμπεράσματα σχετικά με τις εργασίες συντήρησης, τους πόρους που απαιτούνται για την αντιμετώπιση των περιστατικών και την κατανομή των πόρων.

Όσον αφορά τους περιορισμούς της έρευνας, ο πρώτος σχετίζεται με την βάση δεδομένων και πιο συγκεκριμένα με τις πληροφορίες που αφορούν τις ημερομηνίες. Δεν υπάρχει πεδίο ημερομηνίας που να αναφέρεται τότε πραγματοποιήθηκε μια εργασία, παρά μόνο τότε έκλεισε μια γνωστοποίηση. Έτσι δεν μπορεί να υπάρξει έλεγχος αν και σε ποιο βαθμό τηρείται από το ηλεκτρολογικό τμήμα το σύστημα προτεραιοτήτων, ούτε να προγραμματιστούν οι κατάλληλες ενέργειες, εφόσον διαπιστωθεί σημαντική απόκλιση στους χρόνους. Ένα δεύτερο περιορισμό συνιστούν οι εστιάσεις από τους υπευθύνους του τμήματος για τις εργασίες που εκτελούνται και για τις οποίες δεν υπάρχει γνωστοποίηση. Σύμφωνα με το τμήμα υπάρχει ένας όγκος εργασιών που εκτελούνται και δεν εμφανίζονται στο σύστημα, ούτε αποθηκεύονται. Με αυτό τον τρόπο φαίνεται να απουσιάζει από την βάση δεδομένων ένας όγκος εργασιών που δεν είναι δυνατό να αναλυθεί. Ένα ακόμα στοιχείο που συνιστά έναν σημαντικό περιορισμό, είναι ότι ποτέ στο παρελθόν στο συγκεκριμένο τμήμα δεν έχει γίνει παρόμοια προσπάθεια εκμετάλλευσης των δεδομένων που αποθηκεύονται και των δυνατοτήτων που παρέχει η τεχνολογία με την χρήση analytics. Με αυτό τον τρόπο φαίνεται να απουσιάζουν στοιχεία από την βάση δεδομένων όπως ο όγκος και το είδος των εργασιών που εκτελεί κάθε τεχνίτης.

Όσον αφορά τα κυριότερα ευρήματα της ανάλυσης το τμήμα ηλεκτρολογικής συντήρησης της επιχείρησης δαπανά μεγάλο μέρος των πόρων του σε εργασίες επισκευαστικής και προληπτικής συντήρησης. Οι κυριότερες εργασίες που εκτελούνται αφορούν κυρίως τον φωτισμό των εγκαταστάσεων, το σύστημα γειώσεων, εργασίες συντήρησης ή επισκευής στοιχείων ελέγχου ροής, την συντήρηση κινητήρων της παραγωγικής διαδικασίας, και των στοιχείων εκκίνησης τους, τηλεφωνικές συσκευές, επισκευή ή τοποθέτηση πριζών.

Οι εργασίες που εκτελούνται δεν είναι σταθερές ανά έτος αλλά επηρεάζονται από την κατάσταση του εξοπλισμού τις ώρες λειτουργίας του τις συνθήκες του περιβάλλοντος κα. Αυτό είναι απόλυτα φυσιολογικό για τις εργασίες επισκευαστικής συντήρησης. Ένα ζήτημα που χρήζει περαιτέρω διερεύνησης από το τμήμα είναι η σημαντική διαφοροποίηση ανά έτος των εργασιών με βαθμό προτεραιότητας 7 στις οποίες περιλαμβάνονται εργασίες προληπτικής συντήρησης και εργασίες σε εξοπλισμό που εκτελούνται συχνά κατά την διάρκεια ενός έτους. Είναι πιθανό οι αποκλίσεις αυτές να σχετίζονται με όσα μας προαναφέραμε παραπάνω στην ενότητα των παρατηρήσεων για τον τρόπο λειτουργίας του τμήματος, τις διαδικασίες και τις εργασίες που εκτελούνται χωρίς γνωστοποίηση.

Από την ανάλυση προέκυψε ότι τα Κ.Κ. 921 και 835, που προσδιορίζουν το ηλεκτρολογικό τμήμα και τις εργασίες του, καταναλώνουν το 55% των πόρων που δαπανήθηκαν σε εργασίες ηλεκτρολογικής συντήρησης. Σε αυτό έχουν συμπεριληφθεί οι αμοιβές του προσωπικού, το κόστος των ανταλλακτικών σε εργασίες προληπτικής συντήρησης των υποσταθμών, οι αντικαταστάσεις και επεκτάσεις του υπάρχοντος εξοπλισμού και η εκπαίδευση των εργαζομένων. Θα πρέπει να ληφθεί υπόψη ότι μετά το 2009 έχουν γίνει μεγάλης έκτασης εργασίες αντικατάστασης ηλεκτρολογικού εξοπλισμού, με έμφαση στους υποσταθμούς. Όσον αφορά το είδος των εργασιών σημαντικό μέρος των εργασιών επισκευαστικής συντήρησης καταλαμβάνουν οι εργασίες ελέγχου και επισκευής φωτισμού και γειώσεων, κινητήρων και του

συστήματος εκκίνησής τους, τηλεφωνικών συσκευών, συστημάτων ξήρανσης, στοιχείων ροής και ασυρμάτων.

Ένα ζήτημα που πρέπει να διερευνηθεί περαιτέρω η σημαντική απόκλιση σε όγκο εργασιών του Κ.Κ 701 από υπόλοιπα κέντρα κόστους των εγκαταστάσεων. Είναι σημαντικό να εξεταστεί από το τμήμα ηλεκτρολογικής συντήρησης αν αυτό οφείλεται στην ηλικία του εξοπλισμού ή σε άλλους παράγοντες. Αυτό θα βοηθήσει ώστε να παρθούν αποφάσεις για την καλύτερη συντήρηση του εξοπλισμού ή την ανάγκη αντικατάστασης του.

Ένα ζήτημα που πρέπει να απασχολήσει το ηλεκτρολογικό τμήμα είναι να εξετάσει σε πιο βαθμό εκτελούνται εργασίες πέρα του συστήματος γνωστοποιήσεων και τι είδους εργασίες είναι αυτές. Στόχος θα πρέπει να είναι μια ολοκληρωμένη συνεκτική βάση δεδομένων που θα περιέχει κάθε εργασία που εκτελείται. Στην περίπτωση που δεν υπάρχει ή δεν είναι εφικτή η ύπαρξη γνωστοποίησης, τότε είναι δυνατόν να δημιουργηθεί μια παράλληλη βάση δεδομένων στην οποία θα αποθηκεύονται οι επιπλέον εργασίες. Με αυτόν τον τρόπο το τμήμα θα καταφέρει να έχει ένα πλήρες ιστορικό βλαβών, έναν καλύτερο έλεγχο των εργασιών που έχει εκτελέσει και δυνατότητα για καλύτερη οργάνωση και προγραμματισμό ενεργειών συντήρησης. Επιπλέον στοιχεία, που θα μπορούσαν να προστεθούν σε αυτή την βάση, ώστε να είναι πιο λειτουργική, είναι αυτά που σχετίζονται με τον εξοπλισμό και το είδος της εργασίας που εκτελείται. Θα μπορούσε, ακόμη, να περιλαμβάνει ποιοι εργαζόμενοι εκτελούν ποιες εργασίες, ώστε να υπάρχει συνεχής πληροφόρηση για το ποιοι από το προσωπικό εμπλέκονται και σε ποιο βαθμό με τις εργασίες του τμήματος.

Όσον αφορά τις κατευθύνσεις για μελλοντική έρευνα, είναι σημαντικό να διερευνηθεί ο τρόπος και τα καταλληλά εργαλεία που θα βοηθήσουν το τμήμα να δημιουργήσει μια πλήρη, συνεκτική και χρήσιμη βάση δεδομένων, που θα περιέχει αντικειμενικά στοιχεία και θα είναι εύκολη τόσο στην χρήση της, όσο και στην ανάλυσή της. Αυτό θα δημιουργήσει περαιτέρω δυνατότητες στον σχεδιασμό ενός πλάνου συντήρησης και του προγραμματισμού των εργασιών. Είναι επομένως, σημαντικό να διερευνηθεί συνολικά το είδος των εργασιών που διενεργούνται, ώστε να μπορέσει η επιχείρηση να καταλάβει τι έχει επισκευαστεί, με τι κόστος και γιατί. Σε αυτό η συλλογή και ανάλυση στοιχείων, αλλά και η εύρεση των καταλλήλων δεικτών απόδοσης (Key performance indicators, KPIs) είναι κρίσιμες για την κατανόηση του χρόνου και του κόστους που αφιερώνεται στην συντήρηση του εξοπλισμού. Τέτοιοι δείκτες απόδοσης θα μπορούσε να είναι ο μέσος χρόνος μεταξύ 2 αστοχιών στοιχείων του εξοπλισμού (Mean Time Between Failure), ο χρόνος που απαιτείται στην αποκατάσταση μιας βλάβης κα.

Ένα περαιτέρω ζήτημα διερεύνησης είναι η αναζήτηση μελλοντικών αναγκών σε όγκο και είδος εργασιών, ειδικά σε συγκεκριμένες περιόδους οπότε παρουσιάζεται έλλειψη προσωπικού λόγω αδειών και ο χρονικός προγραμματισμός του προσωπικού. Με αυτόν τον τρόπο θα είναι δυνατό, χρησιμοποιώντας εργαλεία πρόβλεψης (Predictive Analytics), να προβλεφθούν μελλοντικές ανάγκες και να γίνει καλύτερος προγραμματισμός εργασιών και αδειών του προσωπικού.

Τέλος, ένα ζήτημα που χρήζει διερεύνησης, αν και δεν συνδέεται άμεσα με την διαδικασία της συντήρησης, είναι η σύνδεση της αξιολόγησης των εργαζομένων χρησιμοποιώντας στοιχεία και δεδομένα που έχει συλλέξει η επιχείρηση για τις εργασίες που έχουν πραγματοποιηθεί. Αυτό που πρέπει να τονιστεί είναι πως κάθε οργανισμός που θέλει να μετρά την απόδοση των εργαζομένων θα πρέπει να το κάνει με τον πιο αντικειμενικό τρόπο. Θα πρέπει να στηρίζεται σε πραγματικά δεδομένα, συνυπολογίζοντας όλες τις πιθανές μεταβλητές ή παράγοντες που επηρεάζουν την σωστή εκτέλεση εργασιών. Τέτοιοι παράγοντες θα μπορούσαν να είναι η πολυπλοκότητα των εργασιών, ο βαθμός δυσκολίας του περιβάλλοντος μέσα στην οποία εκτελείται, μεταβλητές όπως ο χρόνος που χρειάζεται μια εργασία να εκτελεστεί, το είδος της εργασίας, οι συνέπειες και ο αντίκτυπος της εργασίας κα.

Οι εταιρείες που χρησιμοποιούν εργαλεία analytics μπορούν σήμερα πιο εύκολα να προσδιορίσουν την κατάσταση του εξοπλισμού, να σχεδιάσουν και να διασφαλίσουν την επιτυχή λειτουργία σε περιόδους αιχμής, να μειώσουν το κόστος της συντήρησης. Τα παραπάνω θεωρούνται ιδιαίτερα κρίσιμα και δίνουν στις επιχειρήσεις την δυνατότητα να στηρίξουν την λειτουργία της συντήρησης σε αντικειμενικά δεδομένα συλλεγμένα με συνεπή και αξιόπιστο τρόπο. Αυτό θα οδηγήσει επιχειρήσεις και οργανισμούς, από την περίοδο της ελλιπούς καταγραφής των ενεργειών της συντήρησης και την αδυναμία εφαρμογής νέων πρακτικών, στην σύνδεση της συντήρησης με σύγχρονα συστήματα παραγωγής, την βελτίωση της αποδοτικότητας και αποτελεσματικότητάς της και, τέλος, με τους στόχους της επιχείρησης.

Κατάλογος πηγών

Ashayeri, J., Teelen, A., & Selenj, W. (1996). *A production and maintenance planning model for the process industry*. International Journal of Production Research, 34(12), 3311-3326.

Berthold, M. R., Borgelt, C., Höppner, F., & Klawonn, F. (2010). *Guide to intelligent data analysis: how to intelligently make sense of real data*. Springer Science & Business Media.

Chapman, P., Clinton, J., Kerber, R., Khabaza, T., Reinartz, T., Shearer, C., Wirth, R.: *Cross Industry Standard Process for Data Mining 1.0, Step-by-step Data Mining Guide*. CRISP-DM consortium (2000)"

Chen, M. S., Han, J., & Yu, P. S. (1996). *Data mining: an overview from a database perspective*. IEEE Transactions on Knowledge and data Engineering, 8(6), 866-883.

Davenport, T. (2013): *A brief history of Big Data analytics according to Tom Davenport*. Ανακτήθηκε 18/7/2016 από <https://scm.ncsu.edu/blog/2013/06/21/chief-analytics-officer-conference-2013-a-brief-history-of-big-data-analytics-according-to-tom-davenport/>

Davenport, T. H., & Harris, J. G. (2007). *Competing on analytics: The new science of winning*. Harvard Business Press.

"Diamantidis Al., Diamantidis A. and. Chatzoglou P.,(2012) “*Maintanance practices and their impact on firm performance*”, 5th International Greek Conference in Business Administration and Economics (ESDO). Larissa, 25-27 May 2012, Greece"

Duffuaa, S. O., Raouf, A., & Campbell, J. D. (2000). *Planning and control of maintenance systems*. Willey and Sons, 31-32.

Fayyad, U., Piatetsky-Shapiro, G., & Smyth, P. (1996). *From data mining to knowledge discovery in databases*. AI magazine, 17(3), 37.

Iso, I. S. O. (2009). *31000: Risk management-Principles and guidelines*. ISO International Organization for Standardization, 24.

ISO/IEC 2384-14, 1997, Information technology - Vocabulary, Part 14: Reliability, maintainability and availability.

Kamoun, F. (2005). *Toward best maintenance practices in communications network management*. International Journal of Network Management, 15(5), 321-334.

Khan, F. I., & Haddara, M. M. (2003). *Risk-based maintenance (RBM): a quantitative approach for maintenance/inspection scheduling and planning*. Journal of Loss Prevention in the Process Industries, 16(6), 561-573.

Kyrkos, E. (2015). *Επιχειρηματική ευφυΐα και εξόρυξη δεδομένων*.

Marquez, A. C., & Gupta, J. N. (2006). *Contemporary maintenance management: process, framework and supporting pillars*. Omega, 34(3), 313-326.

- McKone, K. E., & Weiss, E. N. (1998). *TPM: planned and autonomous maintenance: bridging the gap between practice and research*. *Production and Operations Management*, 7(4), 335-351.
- Murthy, D. N. P., Atrens, A., & Eccleston, J. A. (2002). *Strategic maintenance management*. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 8(4), 287-305.
- Oliveira, M. M., Lopes, I. D. S., & Figueiredo, D. (2012). *Maintenance management based on organization maturity level*. In *International conference on industrial engineering and operations management*.
- Parida, A., & Kumar, U. (2006). *Maintenance performance measurement (MPM): issues and challenges*. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 12(3), 239-251.
- Piatetsky, G. (2016): *Magic Quadrant for Advanced Analytics Platforms: gainers and losers*. Ανακτήθηκε 18/7/2016 από <http://www.kdnuggets.com/2016/02/gartner-2016-mq-analytics-platforms-gainers-losers.html>
- Saxena, R., & Srinivasan, A. (2012). *Business analytics: a practitioner's guide*. Springer Science & Business Media.
- Simões, J. M., Gomes, C. F., & Yasin, M. M. (2011). *A literature review of maintenance performance measurement: A conceptual framework and directions for future research*. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 17(2), 116-137.
- Trkman, P., McCormack, K., De Oliveira, M. P. V., & Ladeira, M. B. (2010). *The impact of business analytics on supply chain performance*. *Decision Support Systems*, 49(3), 318-327.
- Valente, P., & Mitra, G. (2007). *The evolution of web-based optimisation: From ASP to e-Services*. *Decision Support Systems*, 43(4), 1096-1116.
- Wireman, T. (2005). *Developing performance indicators for managing maintenance*. Industrial Press Inc..