



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ**

Τμήμα Μηχανικών Βιομηχανικής
Σχεδίασης και Παραγωγής

&

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΑΙΓΑΙΟΥ**

Τμήμα Ναυτιλίας και
Επιχειρηματιών Υπηρεσιών



**ΔΙΔΡΥΜΑΤΙΚΟ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΝΕΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΣΤΗ ΝΑΥΤΙΛΙΑ ΚΑΙ ΤΙΣ ΜΕΤΑΦΟΡΕΣ»**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Τίτλος:

Μέθοδοι Συντήρηση στα Συστήματα Πλοίων

Όνοματεπώνυμο Σπουδαστή:

Μπουρδούβαλης Αναστάσιος

Όνοματεπώνυμο Υπεύθυνου Καθηγητή:

Νικολάου Γρηγόρης

ΔΙΑΤΡΙΒΗ

Ιούνιος 2021

Μέλη Εξεταστικής Επιτροπής

ΝΙΚΟΛΑΟΥ ΓΡΗΓΟΡΙΟΣ

ΠΑΠΟΥΤΣΙΔΑΚΗΣ ΜΙΧΑΗΛ

ΝΙΚΗΤΑΚΟΣ ΝΙΚΗΤΑΣ

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο/Η κάτωθι υπογεγραμμένος/η Μιχαήλ Αντωνίου του Νικολαίου, με αριθμό μητρώου 8056115 φοιτητής/τρια του Διδρυματικού Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών «Νέες Τεχνολογίες στη Ναυτιλία και τις Μεταφορές» του Τμήματος Μηχανικών Βιομηχανικής Σχεδίασης και Παραγωγής της Σχολής Μηχανικών Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής, δηλώνω υπεύθυνα ότι: «Είμαι συγγραφέας αυτής της μεταπτυχιακής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, οι όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε ακριβώς είτε παραφρασμένες, αναφέρονται στο σύνολό τους, με πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Επίσης, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία έχει συγγραφεί από μένα αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής μου, όσο και του Ιδρύματος. Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του διπλώματός μου».

Ο/Η δηλών/ούσα



Ημερομηνία

25/6/2021

Μέθοδοι Συντήρηση στα Συστήματα Πλοίων

Μπουρδούβαλης Αναστάσιος

Μεταπτυχιακή Διατριβή που υποβάλλεται στοκαθηγητικό σώμαγια την μερική εκπλήρωση τωνυποχρεώσεωναπόκτησης τουμεταπτυχιακού τίτλου του Διϊδρυματικού Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών «Νέες Τεχνολογίες στη Ναυτιλία και τις Μεταφορές» του Τμήματος Ναυτιλίας και Επιχειρηματικών Υπηρεσιών του Πανεπιστημίου Αιγαίου και του Τμήματος Μηχανικών Βιομηχανικής Σχεδίασης και Παραγωγής του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής.

Ευχαριστίες

Μέσα από τις επόμενες γραμμές θα ήθελα να εκφράσω τις ειλικρινείς μου ευχαριστίες στον καθηγητή μου, που συνέβαλε τα μέγιστα με τη βοήθεια του στην επιτυχή ολοκλήρωση της διατριβής μου. Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω το εκπαιδευτικό και διοικητικό προσωπικό της σχολής, τους υπόλοιπους καθηγητές του τμήματος καθώς τους φίλους και τους συμφοιτητές μου για τις γνώσεις και τις πλούσιες εμπειρίες που αποκόμισα στα χρόνια της φοιτητικής μου δραστηριότητας. Πάνω από όλους θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στην οικογένεια μου για την ενθάρρυνση και ηθική συμπαράσταση που μου προσέφεραν όλα τα χρόνια των σπουδών μου.

Περίληψη

Η παρούσα διπλωματική εργασία θα ασχοληθεί με τις Μεθόδους Συντήρησης στα Συστήματα Πλοίων. Ο αποτελεσματικός σχεδιασμός συντήρησης είναι απαραίτητος και σημαντικός σε κάθε οργανισμό που είναι υπεύθυνος για την προμήθεια και τη διαχείριση σύνθετων περιουσιακών στοιχείων. Στη ναυτιλιακή βιομηχανία ο σχεδιασμός συντήρησης είναι πολύ σημαντικός λόγω της πολυπλοκότητάς του και των υποχρεώσεων των ναυτιλιακών οργανισμών να συμμορφώνονται με ορισμένους κανονισμούς και απαιτήσεις. Επιπλέον, ο ακατάλληλος προγραμματισμός μπορεί να μειώσει τη διαθεσιμότητα του πλοίου, το οποίο με τη σειρά του μπορεί να αντικατοπτρίζεται στα έσοδα της εταιρείας. Ένα άλλο ζήτημα που απαιτεί προσοχή σε αυτόν τον τομέα είναι το κόστος συντήρησης, καθώς ο ακατάλληλος ή ανεπαρκής σχεδιασμός θα μπορούσε να οδηγήσει σε βλάβες που θα μπορούσαν να αυξήσουν το κόστος συντήρησης.

Λέξεις κλειδιά: Συντήρηση, συστήματα, πλοία, ναυτιλιακή βιομηχανία.

Abstract

This dissertation will deal with Maintenance Methods in Ship Systems. Effective maintenance planning is necessary and important in any organization responsible for the supply and management of complex assets. In the shipping industry, maintenance planning is very important due to its complexity and the obligations of shipping organizations to comply with certain regulations and requirements. In addition, inappropriate planning can reduce the ship's availability, which in turn can be reflected in the company's revenue. Another issue that requires attention in this area is maintenance costs, as improper or inadequate design could lead to damage that could increase maintenance costs.

Keywords: Maintenance, systems, ships, shipping industry.

Περιεχόμενα

Ευχαριστίες	5
Περίληψη	6
Abstract	7
Κατάλογος Σχημάτων	10
Κατάλογος Πινάκων	10
Εισαγωγή	11
Κεφάλαιο 1. Ιστορική αναδρομή	14
1.1 Ιστορική αναδρομή στον τρόπο συντήρησης	14
1.2 Ο τρόπος συντήρησης σήμερα	14
Κεφάλαιο 2. Συστήματα πλοίου	18
2.1 Προγραμματισμένο σύστημα συντήρησης σε πλοία (PMS)	18
2.2 Τεχνικό σύστημα διαχείρισης πλοίων	19
2.3 Διαμορφωμένο σύστημα διαχείρισης στόλου για πλοία	20
2.4 Προγραμματισμένη υποστήριξη υλοποίησης συστήματος συντήρησης	21
Κεφάλαιο 3. Εισαγωγή του όρου Συντήρηση στην Ναυτιλία	23
3.1 Βασικές έννοιες, ορισμοί	23
3.2. Τα οφέλη και η σημασία των συστημάτων συντήρησης	24
3.3 Οι κατηγορίες συντήρησης	27
3.3.1 Μη προγραμματισμένη συντήρηση	28
3.3.2 Προληπτική συντήρηση	29
3.3.3 Προληπτική συντήρηση	30
3.4 Αξιοπιστία και συντήρηση	31
3.4.1 Συντήρηση με επίκεντρο την αξιοπιστία (RCM)	32
3.4.2 Συνολική παραγωγική συντήρηση (TPM)	33
3.5 Συζήτηση για τις κατηγορίες συντήρησης στη ναυτιλία	35
3.6 Επισκευή και συντήρηση πλοίων	35
3.7 Συντήρηση ναυπηγείων	39
3.8 Έξοδα συντήρησης πλοίων	40
3.8.1 Άμεσα μετρήσιμο κόστος συντήρησης	41
3.8.2 Έμμεσα μετρήσιμο κόστος συντήρησης	41
Κεφάλαιο 4. Προληπτική Συντήρηση (preventive)	42
4.1. Τι είναι προληπτική συντήρηση; (Preventive Maintenance PM)	42
4.2. Προληπτικό πρόγραμμα συντήρησης	44
4.3. Λόγοι για προληπτική συντήρηση	44
4.4. Πλεονεκτήματα Προληπτικής Συντήρησης	45

4.5. Μειονεκτήματα Προληπτικής Συντήρησης	46
4.6. Εκτέλεση ενός προγράμματος προληπτικής συντήρησης	47
4.7. Προληπτική συντήρηση με κίνητρο για το προσωπικό	49
Κεφάλαιο 5. Προγνωστική συντήρηση (predictive).....	51
5.1. Τι είναι η προγνωστική συντήρηση	51
5.2. Πώς λειτουργεί η προγνωστική συντήρηση	52
5.3. Ποια είναι η διαφορά μεταξύ προγνωστικής και προληπτικής συντήρησης;.....	53
5.4. Πλεονεκτήματα προγνωστικής συντήρησης.....	54
5.5.Μειονεκτήματα προγνωστικής συντήρησης;.....	55
Κεφάλαιο 6. Συμπεράσματα και προοπτικές	56
Βιβλιογραφία	62

Κατάλογος Σχημάτων

Σχήμα 3.1: Επιλογές συντήρησης

Σχήμα 3.2: Συντήρηση πλοίων

Σχήμα 3.3: Συντήρηση πετρελαιοφόρων

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 3.1: Ώρες συντήρησης του πληρώματος πλοίου

Εισαγωγή

Ο κύριος στόχος οποιουδήποτε σχεδίου συντήρησης στο πλοίο είναι να ολοκληρωθούν οι εργασίες συντήρησης και επισκευής στον ελάχιστο δυνατό χρόνο με ελάχιστο κόστος. Ένα πρόγραμμα συντήρησης ακολουθείται επομένως από κάθε ναυτιλιακή εταιρεία για να διασφαλίσει ότι τα μηχανήματα του πλοίου διατηρούν ένα συγκεκριμένο πρότυπο λειτουργίας και ασφάλειας.[1]

Το σχέδιο συντήρησης αποτελεί επιτακτικό στοιχείο των συνήθων εργασιών του πλοίου και αποτελεί επίσης αναπόσπαστο στοιχείο του μηχανισμού συντήρησης του πλοίου. Κατά τη σύνταξη ενός σχεδίου συντήρησης, λαμβάνονται υπόψη διάφορες πτυχές, ξεκινώντας από τον Διεθνή Κώδικα Διαχείρισης Ασφάλειας (ISM) έως τις οδηγίες που εκδίδουν οι κατασκευαστές μηχανημάτων.[3]

Ο κύριος στόχος ενός σχεδίου συντήρησης είναι ότι η εργασία γίνεται στο ελάχιστο δυνατό χρόνο με τη μέγιστη απόδοση και στο βέλτιστο κόστος. Λαμβάνονται υπόψη διάφορα σημεία που αναφέρονται στον κώδικα ISM, μαζί με τις διαδικασίες της εταιρείας και τις οδηγίες του κατασκευαστή. Άλλες πτυχές περιλαμβάνουν τον τύπο του πλοίου, την κατάσταση του πλοίου, την ηλικία του πλοίου κ.λπ. Προκειμένου να υλοποιηθεί ένα επιτυχημένο σχέδιο συντήρησης, λαμβάνονται υπόψη τα ακόλουθα βήματα για να διαμορφωθεί μια στρατηγική προσέγγιση:[1]

- Προσδιορισμός του προβλήματος
- Καθιέρωση της ρήτρας
- Προτείνοντας λύση
- Αξιολόγηση λύσης
- Εφαρμογή λύσης
- Αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας
- Επίλυση

Ενώ αναπτύσσει μια διαδικασία συντήρησης για ένα συγκεκριμένο πλοίο, η ναυτιλιακή εταιρεία λαμβάνει υπόψη τα ακόλουθα σημεία:[1]

- Οδηγίες συντήρησης και προδιαγραφές που δίνονται από τον κατασκευαστή
- Ιστορικό εξοπλισμού, συμπεριλαμβανομένων αστοχιών, ελαττωμάτων, βλαβών και διορθωτικών ενεργειών

- Οδηγίες που αναφέρονται στον κώδικα ISM
- Ηλικία του πλοίου
- Επιθεωρήσεις τρίτων
- Συνέπειες αστοχίας του εξοπλισμού στην ασφαλή λειτουργία του πλοίου
- Κρίσιμος εξοπλισμός και συστήματα
- Διαστήματα συντήρησης

Λαμβάνοντας υπόψη τα προαναφερθέντα σημεία, γίνεται μια συστηματική προσέγγιση στη συντήρηση. Αυτό είναι απαραίτητο για να διασφαλιστεί ότι δεν λείπει τίποτα κατά την εκτέλεση της διαδικασίας συντήρησης. Τα ακόλουθα βήματα περιλαμβάνονται στην προσέγγιση για τη διαδικασία συντήρησης:[1]

- Καθορισμός διαστημάτων συντήρησης
- Μέθοδοι και συχνότητα επιθεωρήσεων
- Προσδιορισμός του τύπου επιθεώρησης
- Τύπος εξοπλισμού μέτρησης που θα χρησιμοποιηθεί
- Καθορισμός κατάλληλων κριτηρίων αποδοχής
- Ανάθεση ευθύνης για δραστηριότητες επιθεώρησης σε κατάλληλα καταρτισμένο προσωπικό
- Σαφής ορισμός των απαιτήσεων και των μηχανισμών αναφοράς

Το διάστημα συντήρησης αποτελεί την πιο σημαντική πτυχή του σχεδίου συντήρησης. Το διάστημα συντήρησης που αποφασίστηκε στο πρόγραμμα βασίζεται στους ακόλουθους παράγοντες:[1]

- Κατασκευάζει συστάσεις και προδιαγραφές
- Προγνωστικές τεχνικές προσδιορισμού συντήρησης
- Πρακτική εμπειρία των μηχανικών στη λειτουργία και συντήρηση του πλοίου και των μηχανημάτων του
- Ιστορικές τάσεις που λαμβάνονται από τα αποτελέσματα των τακτικών επιθεωρήσεων, καθώς και από τη φύση και το ποσοστό των αστοχιών
- Η χρήση του εξοπλισμού - συνεχής, διαλείπουσα, σε κατάσταση αναμονής ή έκτακτης ανάγκης
- Πρακτικοί και λειτουργικοί περιορισμοί

- Κατευθυντήριες γραμμές για εσωτερικά που ορίζονται ως μέρος των απαιτήσεων τάξης, σύμβασης, διοίκησης και εταιρείας
- Ανάγκη για τακτική δοκιμή της διάταξης S / B

Τέλος, περιλαμβάνονται τα ακόλουθα βήματα για τη σύνταξη της τελικής διαδικασίας για τις προγραμματισμένες ρουτίνες επιθεώρησης:[1]

- Κριτήρια για επιθεώρηση
- Χρήση κατάλληλου εξοπλισμού μέτρησης και δοκιμών
- Βαθμονόμηση εξοπλισμού μέτρησης και δοκιμών
- Ο τύπος επιθεώρησης και δοκιμής που πρέπει να χρησιμοποιηθεί - οπτική, δόνηση, πίεση, θερμοκρασία, ηλεκτρική, φορτίο, στεγανότητα νερού.

Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω σημεία, γίνεται μια συστηματική και προγραμματισμένη διαδικασία συντήρησης η οποία αποτελεί επίσης αναπόσπαστο μέρος του προγραμματισμένου συστήματος συντήρησης του πλοίου. Για σκοπούς επιθεώρησης, η λίστα ελέγχου χρησιμοποιείται συχνά για να διασφαλιστεί ότι η επιθεώρηση, η δοκιμή και η συντήρηση εκτελούνται σύμφωνα με τις οδηγίες των κατασκευαστών, της ναυτιλιακής εταιρείας και του κωδικού ISM.[3]

Πιο συγκεκριμένα η παρούσα διπλωματική θα αναλύσει τα εξής κεφάλαια:

Κεφάλαιο 1. Ιστορική αναδρομή

Κεφάλαιο 2. Συστήματα πλοίου

Κεφάλαιο 3. Εισαγωγή του όρου Συντήρηση στην Ναυτιλία

Κεφάλαιο 4. Προληπτική Συντήρηση

Κεφάλαιο 5. Προγνωστική ή προληπτική Συντήρηση

Κεφάλαιο 6. Συμπεράσματα και προοπτικές

Κεφάλαιο 1. Ιστορική αναδρομή

1.1 Ιστορική αναδρομή στον τρόπο συντήρησης

Η συντήρηση είναι μια παρόμοια δραστηριότητα. Αρχαιολογικά στοιχεία δείχνουν ότι οι ανατομικά σύγχρονοι άνθρωποι έφτασαν στο Μπόρνεο τουλάχιστον 120.000 χρόνια πριν, πιθανώς θαλασσίως από την ηπειρωτική Ασία κατά τη διάρκεια μιας περιόδου εποχής πάγου, όταν η θάλασσα ήταν χαμηλότερη και οι αποστάσεις μεταξύ των νησιών είναι μικρότερες. Οι πρόγονοι των Αυστραλών Αβοριγίνων, των Παπουατών, των Μελανησιανών, του Νέγητου και του Ονγκς πέρασαν επίσης πέρα από το Στενό του Λομπόκ στη Σαχούλ με πλοίο πριν από 50.000 χρόνια. [2]

Οι ναυπηγοί όχι μόνο χρειάστηκαν να κατασκευάσουν το πλοίο σύμφωνα με το σχεδιασμό, αλλά χρειάστηκαν να αποκτήσουν τις δεξιότητες για τη βελτίωση των πλοίων.[5]

1.2 Ο τρόπος συντήρησης σήμερα

Τα σχέδια συντήρησης πλοίων σήμερα ποικίλλουν ανάλογα με το μέγεθος του στόλου αλλά αν ένα πλοίο έχει ένα ισχυρό σύστημα προληπτικής συντήρησης είναι ο καλύτερος τρόπος για τη διαχείριση και την προστασία των περιουσιακών στοιχείων. Η στρατηγική διαχείρισης της συντήρησης του πλοίου μεγιστοποιεί τον χρόνο λειτουργίας, διασφαλίζει την ασφάλεια και μειώνει το κόστος καθ' όλη τη διάρκεια ζωής του πλοίου. Για ευκολία στη χρήση και ομαδική συνεργασία, πολλοί διαχειριστές στόλου και πλοιοκτήτες πηγαίνουν ψηφιακά με τα συστήματα συντήρησης πλοίων τους.[6]

Η ασφάλεια είναι το κύριο μέλημα εντός και υπεράκτιας. Είναι επίσης μία από τις μεγαλύτερες προκλήσεις που αντιμετωπίζουν οι διαχειριστές στόλου και οι πλοιοκτήτες. Για να παραμείνουν συμμορφωμένοι με τον Διεθνή Κώδικα Διαχείρισης Ασφάλειας (ISM), τα σκάφη πρέπει να διαθέτουν σύστημα προληπτικής συντήρησης. Αυτό δεν σας κρατά μόνο σε συμμόρφωση - διασφαλίζει επίσης την ασφάλεια του πληρώματος και των περιουσιακών στοιχείων.[6]

Η αξιοποίηση του λογισμικού συντήρησης στόλου είναι ο ευκολότερος τρόπος για την εφαρμογή προγράμματος συντήρησης, καθώς σας επιτρέπει να επιθεωρείτε

γρήγορα τα σκάφη και να λαμβάνετε προληπτικά μέτρα για την αντιμετώπιση προβλημάτων πριν προκαλέσουν μη προγραμματισμένο χρόνο διακοπής λειτουργίας. Το λογισμικό συντήρησης σκαφών δίνει τη δυνατότητα δημιουργίας για προσαρμοσμένες φόρμες βάσει των αναγκών επιθεώρησης σκαφών από απόσταση.[6]

Χρησιμοποιώντας λογισμικό για την παρακολούθηση δεδομένων, πρέπει να γίνεται έλεγχος στη διαδικασία συντήρησης του πλοίου και τα περιουσιακά στοιχεία και το πλήρωμα είναι ασφαλή.

Ωστόσο, ορισμένα σκάφη έχουν αυτόματη επαναφορά μετρητών και η μη αυτόματη καταγραφή επιθεωρήσεων σε χαρτί ή σε υπολογιστικά φύλλα μπορεί να εμποδίσει τη διαδικασία συντήρησης. Η χρήση λογισμικού προγραμματισμού προληπτικής συντήρησης (PM) σας επιτρέπει να ορίζετε υπενθυμίσεις σέρβις βάσει μετρήσεων μετρητών και διαστημάτων ωρών κινητήρα. Αυτές οι ειδοποιήσεις διασφαλίζουν ότι το σκάφος δεν παραλείπει ποτέ τη συντήρηση, μεγιστοποιώντας έτσι το χρόνο λειτουργίας και την αξιοπλοΐα.[6]

Το λογισμικό συντήρησης στόλου σας δίνει επίσης τη δυνατότητα για το πότε απαιτείται συντήρηση πλοίου με βάση τη χρήση. Η δημιουργία ενός προγράμματος ρουτίνας συντήρησης βελτιστοποιεί τη ροή εργασιών προληπτικής συντήρησης (PM) και διασφαλίζει ότι η συντήρηση του σκάφους, καθώς και τα δεδομένα, είναι ενημερωμένα.

Η προληπτική συντήρηση και οι επιθεωρήσεις πλοίων συμβαδίζουν. Για να είναι πραγματικά αποτελεσματικό το σχέδιο διαχείρισης συντήρησης του πλοίου, θα πρέπει να διενεργούνται επιθεωρήσεις πριν και μετά το ταξίδι για γρήγορη αναγνώριση και αντιμετώπιση προβλημάτων. Αυτό επιτρέπει στην ομάδα συντήρησης και λειτουργίας να είναι ενεργή στις επισκευές τους στο λιμάνι που μεγιστοποιεί τον χρόνο λειτουργίας του στόλου.[6]

Ενώ οι συνήθεις επιθεωρήσεις πλοίων μπορεί να φαίνονται κουραστικές, η χρήση ενός ηλεκτρονικού συστήματος επιθεώρησης απλοποιεί τη διαδικασία επιθεώρησης. Οι στόλοι που χρησιμοποιούν προσαρμόσιμες ηλεκτρονικές φόρμες επιθεώρησης

είναι σε θέση να εκτιμήσουν γρήγορα την κατάσταση ενός σκάφους, να ανεβάσουν φωτογραφίες και αρχεία και να αντιμετωπίσουν άμεσα προβλήματα.

Ενσωματώσεις όπως αυτή επιταχύνουν τη διαδικασία συντήρησης του πλοίου επιτρέποντας την επεξεργασία ζητημάτων ενώ το πλοίο βρίσκεται ακόμα στη θάλασσα. Ως αποτέλεσμα, αυτό επιταχύνει τον προγραμματισμό και την εκτέλεση τυχόν πρόσθετων επισκευών τη στιγμή που το σκάφος επιστρέφει στο λιμάνι.[6]

Η συντήρηση του πλοίου μπορεί να ολοκληρωθεί γρηγορότερα όταν υπάρχουν τα κατάλληλα ανταλλακτικά για την εργασία. Είτε γίνεται συντήρηση στα σκάφη εντός ή εκτός της θάλασσας, η δυνατότητα παρακολούθησης του αποθέματος ανταλλακτικών σε πολλά πλοία και αποθήκες επιτρέπει αποτελεσματικά τον έλεγχο για το απόθεμά. Με αυτόν τον τρόπο, δεν περιμένετε στα απαραίτητα ανταλλακτικά, ούτε σπαταλάτε χρήματα και χώρο στο ράφι σε περιττά μέρη.[6]

Μια εξαιρετική λύση για τη διαχείριση αποθέματος είναι να υπάρχει μια ηλεκτρονική βάση δεδομένων ανταλλακτικών που παρακολουθεί το απόθεμα, υπολογίζει το κόστος και δίνει πληροφορίες για τη χρήση. Αυτό δίνει μια πλήρη εικόνα του αποθέματός με βάση το πλοίο ή την τοποθεσία. Ένα άλλο πλεονέκτημα της διαχείρισης αποθέματος ανταλλακτικών μέσω λογισμικού συντήρησης σκαφών είναι η ευκολία αναδιάταξης. Η δημιουργία παραγγελιών από ειδοποιήσεις χαμηλών αποθεμάτων διασφαλίζει την αποφυγή μερικών αποθεμάτων, διατηρώντας τα πλοία ενεργά και μεγιστοποιώντας την επιχειρησιακή απόδοση.[8]

Η κατανόηση όλων των λειτουργιών του στόλου αποτελεί βασική πτυχή του σχεδίου συντήρησης του πλοίου. Καταγράφοντας τα πάντα, από λειτουργικά κόστη έως καθήκοντα εξυπηρέτησης, δίνει στην ομάδα σας πληροφορίες σχετικά με το πώς συντηρούνται τα σκάφη σας, παρέχοντας παράλληλα τις γνώσεις σας σε τομείς που πρέπει να βελτιωθούν. Παρακολουθώντας τα δεδομένα η ομάδα μπορεί να παραμείνει ενεργή όσον αφορά τη συντήρηση του πλοίου.

Η μη αυτόματη παρακολούθηση δεδομένων είναι χρονοβόρα και η μετάβαση από υπολογιστικό φύλλο σε υπολογιστικό φύλλο δεν δίνει ευανάγνωστες αναφορές για τα

στοιχεία. Η χρήση λογισμικού συντήρησης πλοίου συγχρονίζει τα δεδομένα σε ένα μέρος και παρέχει έναν πίνακα εργαλείων που παρέχει μια υψηλού επιπέδου προβολή των στοιχείων.[8]

Κεφάλαιο 2. Συστήματα πλοίου

Η ασφάλεια των πλοίων στη θάλασσα εξασφαλίζεται από διάφορα θαλάσσια συστήματα που συνεργάζονται ταυτόχρονα. Από την παρακολούθηση πλοίων έως την εξασφάλιση άμεσης βοήθειας σε περιόδους κινδύνου, αυτά τα συστήματα διατηρούν τη ναυτιλιακή βιομηχανία στο σωστό δρόμο όλη την ώρα.

2.1 Προγραμματισμένο σύστημα συντήρησης σε πλοία (PMS)

Ένα προγραμματισμένο σύστημα συντήρησης επιτρέπει στους πλοιοκτήτες και τους χειριστές να σχεδιάζουν, να εκτελούν και να τεκμηριώνουν τη συντήρηση των πλοίων σε διαστήματα που συμμορφώνονται με τις απαιτήσεις της κλάσης και του κατασκευαστή. Ο στόχος είναι να διασφαλιστεί η ασφαλής και αξιόπιστη λειτουργία των πλοίων, συμπεριλαμβανομένου του εξοπλισμού, εκτός από τη συμμόρφωση με όλους τους ισχύοντες κανονισμούς. Υπάρχουν διάφοροι τρόποι επίτευξης αυτού, ανάλογα με το μέγεθος και την πολυπλοκότητα της ναυτιλιακής εταιρείας και τους τύπους σκαφών που λειτουργούν. Σε όλες τις περιπτώσεις, μια συστηματική προσέγγιση στη συντήρηση βασίζεται στην εκτίμηση κινδύνου και ξεκινά με τη δημιουργία μιας πλήρους βάσης δεδομένων μηχανημάτων, εξοπλισμού και εξαρτημάτων.

Ένα προγραμματισμένο σύστημα συντήρησης σε πλοία είναι υποχρεωτικό σύμφωνα με τον Διεθνή Κώδικα Διαχείρισης Ασφάλειας (ISM). Ένα αποτελεσματικό προγραμματισμένο σύστημα συντήρησης όχι μόνο συμβάλλει στην επίτευξη των στόχων ασφάλειας και περιβάλλοντος που καθορίζονται στον κώδικα ISM, αλλά και μια επένδυση στην προστασία των περιουσιακών στοιχείων και τη βελτιστοποίηση της διαχείρισης τους.[7]

Καθώς οι ιδιοκτήτες και οι διαχειριστές πλοίων βρίσκονται υπό συνεχή πίεση για να κάνουν τις επιχειρήσεις πιο λιτές και πιο αποτελεσματικές, είναι σημαντικό να αποκομίσετε την πιο επιχειρησιακή εικόνα από τα δεδομένα διαχείρισης του πλοίου. Απαιτείται λογισμικό διαχείρισης έξυπνων θαλάσσιων στόλων δεδομένων για την αποτελεσματική διαχείριση ενός σύγχρονου στόλου, είτε αυτό σημαίνει μερικά ή εκατοντάδες σκάφη. Μια λύση που βασίζεται σε μια ολοκληρωμένη προσέγγιση

μπορεί να παρέχει τις γνώσεις που απαιτούνται για την απόκτηση αποτελεσματικότητας, τη μείωση του Opex και να παραμείνει ανταγωνιστικός στη θαλάσσια αγορά. Η προϋπόθεση για την εφαρμογή ενός κατάλληλου συστήματος λογισμικού διαχείρισης θαλάσσιου στόλου είναι ένα προγραμματισμένο σύστημα συντήρησης (PMS), προμήθεια και λύση QHSE, όπου όλες οι μονάδες είναι πλήρως συνδεδεμένες. Αυτό ισχύει για το ShipManager.

2.2 Τεχνικό σύστημα διαχείρισης πλοίων

Το ShipManager Technical είναι το τεχνικό σύστημα διαχείρισης πλοίων για προγραμματισμένη και μη προγραμματισμένη συντήρηση, αναφορά ελαττωμάτων και τεχνική διαχείριση περιουσιακών στοιχείων και δεδομένων. Ένα προγραμματισμένο σύστημα συντήρησης βελτιστοποιεί τον σχεδιασμό, την τεκμηρίωση και την εκτέλεση εργασιών συντήρησης και έρευνες επί του πλοίου.[12]

Η τεχνική διαχείριση ή η πλήρης διαχείριση πλοίων είναι η θαλάσσια υπηρεσία που παρέχεται για τη συντήρηση και τη λειτουργία σκαφών, σύμφωνα με εντολή ενός πλοιοκτήτη ή ναυλωτή. Αντί για τον ιδιοκτήτη του πλοίου, αυτά τα καθήκοντα μπορούν να εκτελεστούν μέσω τρίτου διαχειριστή πλοίων.

Η τεχνική διαχείριση πλοίων περιλαμβάνει την εγγραφή σκαφών, πτητικής λειτουργίας, συντήρησης, τεχνικής συντήρησης, καθώς και τη διαχείριση του πληρώματος. Μπορεί επίσης να περιλαμβάνει την επιχειρηματική και εμπορική διαχείριση ενός πλοίου, όπως η ναύλωση και η οικονομική διαχείριση του.

Αυτές οι υπηρεσίες διαχείρισης αναλαμβάνονται από ένα εξειδικευμένο τεχνικό τμήμα, συμπεριλαμβανομένης μιας ομάδας εμπειρογνομόνων ναυτικών μηχανικών, αγορών, τεχνολογίας πληροφοριών, ασφάλειας, ποιότητας και προστασίας του περιβάλλοντος, ασφάλιση, καθώς και οικονομικό και διοικητικό προσωπικό. Επιπλέον, μια ποικιλία εξειδικευμένων λογισμικών και συστημάτων επιτρέπει στο τμήμα τεχνικής διαχείρισης να διαχειρίζεται όλες τις πτυχές των λειτουργιών.[12]

2.3 Διαμορφωμένο σύστημα διαχείρισης στόλου για πλοία

Το ShipManager αποτελείται από μεμονωμένες ενότητες ή ένα πλήρες σύστημα διαχείρισης πλοίων που θα καλύπτει το πλήρες φάσμα των αναγκών διαχείρισης πλοίων. Το ShipManager Technical συνδυάζεται κανονικά με άλλες ενότητες, για παράδειγμα προμήθειες αποστολής, σύστημα διαχείρισης ασφάλειας πλοίου, σύστημα διαχείρισης πληρώματος, διαχείριση ακεραιότητας κύτους και ανάλυση δεδομένων αποστολής (επιχειρησιακή νοημοσύνη). Μια ολοκληρωμένη λύση παρέχει τις γνώσεις που απαιτούνται για να κερδίσει αποτελεσματικότητα, να μειώσει το Orex και να παραμείνει ανταγωνιστικός στην αγορά της ναυτιλίας.[13]

Καθώς οι ιδιοκτήτες και οι διαχειριστές πλοίων βρίσκονται υπό συνεχή πίεση για να κάνουν τις επιχειρήσεις πιο λιτές και πιο αποτελεσματικές, είναι σημαντικό να αποκομίσετε την πιο επιχειρησιακή εικόνα από τα δεδομένα διαχείρισης του πλοίου. Απαιτείται λογισμικό διαχείρισης έξυπνων θαλάσσιων στόλων δεδομένων για την αποτελεσματική διαχείριση ενός σύγχρονου στόλου, είτε αυτό σημαίνει μερικά ή εκατοντάδες σκάφη. Μια λύση που βασίζεται σε μια ολοκληρωμένη προσέγγιση μπορεί να παρέχει τις γνώσεις που απαιτούνται για την απόκτηση αποτελεσματικότητας, τη μείωση του Orex και να παραμείνει ανταγωνιστικός στη θαλάσσια αγορά.

Η προϋπόθεση για την εφαρμογή ενός κατάλληλου συστήματος λογισμικού διαχείρισης θαλάσσιου στόλου είναι ένα προγραμματισμένο σύστημα συντήρησης (PMS), προμήθεια και λύση QHSE, όπου όλες οι μονάδες είναι πλήρως συνδεδεμένες. Αυτό ισχύει για το ShipManager.

Το λογισμικό διαχείρισης θαλάσσιου στόλου από την DNV GL καλύπτει τις ανάγκες σας σε τεχνικές, λειτουργικές πτυχές και πτυχές συμμόρφωσης και σας βοηθά να επιτύχετε μια έξυπνη ρύθμιση διαχείρισης στόλου δεδομένων.

Το λογισμικό ShipManager μας είναι μια διαμορφωμένη λύση, ώστε να μπορεί να επιλέξει κάποιος μεμονωμένες ενότητες ή ένα πλήρες σύστημα διαχείρισης πλοίων που καλύπτει τις ανάγκες σας.

Η εφαρμογή του συστήματος διαχείρισης πλοίων περιλαμβάνει τη σύλληψη και τη μετανάστευση δεδομένων από πολλές πηγές και είναι σημαντικό να έχετε πρόσβαση σε εμπειρογνωμοσύνη τομέα και βέλτιστες πρακτικές από προηγούμενες υλοποιήσεις για να εξασφαλίσετε την αξία των δεδομένων σας και να επιτύχετε επιτυχία.

Το λογισμικό διαχείρισης θαλάσσιου στόλου από την DNV GL καλύπτει τις ανάγκες σας σε τεχνικές, λειτουργικές πτυχές και πτυχές συμμόρφωσης και σας βοηθά να επιτύχετε μια έξυπνη ρύθμιση διαχείρισης στόλου δεδομένων. Η εφαρμογή του συστήματος διαχείρισης πλοίων περιλαμβάνει τη σύλληψη και τη μετανάστευση δεδομένων από πολλές πηγές και είναι σημαντικό να έχετε πρόσβαση σε εμπειρογνωμοσύνη τομέα και βέλτιστες πρακτικές από προηγούμενες εφαρμογές για να εξασφαλίσετε την αξία των δεδομένων σας και να επιτύχετε επιτυχία. Το DNV GL προσφέρει πλήρη υποστήριξη υλοποίησης λογισμικού διαχείρισης θαλάσσιου στόλου:

- Μια ολιστική προσέγγιση και μια προσαρμοσμένη στρατηγική διαχείρισης αλλαγών
- Μια έξυπνη προσέγγιση δεδομένων στη διαχείριση του στόλου
- Υπηρεσίες μετεγκατάστασης και καταγραφής δεδομένων από προηγούμενα συστήματα
- Πλήρης εγκατάσταση του μητρώου εξοπλισμού στόλου
- Διαμόρφωση πινάκων ελέγχου επιχειρηματικής ευφυΐας
- Επαγγελματική εκπαίδευση προσωπικού
- Οι πέντε κορυφαίες παγίδες κατά την εφαρμογή ενός συστήματος διαχείρισης στόλου. [7]

Η DNV GL είναι ο κορυφαίος προμηθευτής λογισμικού θαλάσσιου λογισμικού για ναυτιλιακές εταιρείες παγκοσμίως. Περισσότερα από 6000 πλοία που ανήκουν σε 300 πελάτες χρησιμοποιούν τις λύσεις ShipManager και Navigator για βελτιωμένη τεχνική και λειτουργική απόδοση.[7]

2.4 Προγραμματισμένη υποστήριξη υλοποίησης συστήματος συντήρησης

Η εφαρμογή του συστήματος διαχείρισης πλοίων περιλαμβάνει τη σύλληψη και τη μετεγκατάσταση δεδομένων από πολλές πηγές και είναι σημαντικό να έχετε πρόσβαση σε εμπειρογνωμοσύνη τομέα και βέλτιστες πρακτικές από προηγούμενες υλοποιήσεις για να εξασφαλίσετε την αξία των δεδομένων σας, να επιτύχετε την επιτυχία και να μεγιστοποιήσετε την απόδοση της επένδυσης. [15]

Κεφάλαιο 3.Εισαγωγή του όρου Συντήρηση στην Ναυτιλία

3.1 Βασικές έννοιες, ορισμοί

Οι διαδικασίες συντήρησης διαφέρουν από το ένα βιομηχανικό πεδίο στο άλλο. Η συντήρηση είναι ένα πράγμα που διατηρεί κάθε μηχανικό εξοπλισμό ή μηχανήματα σε λειτουργία. Καιρός είναι ένα μικρό μηχανήμα ή μια μεγάλη δομή, η αποτελεσματική συντήρηση μπορεί να βοηθήσει με την παρατεταμένη διάρκεια ζωής και το ευνοϊκό αποτέλεσμα. Σε ένα πλοίο, η συντήρηση είναι ένα πράγμα που κρατά τα μηχανήματα ενημερωμένα και είναι ομαλή λειτουργία. [16]

Σε μηχανοστάσιο πλοίου, όπου βρίσκονται τα μέγιστα μηχανήματα, οι μηχανικοί και το πλήρωμα πραγματοποιούν τη συντήρηση για ασφαλή και αποτελεσματική λειτουργία. Κάθε μηχανή στο πλοίο απαιτεί συντήρηση η οποία πρέπει να πραγματοποιείται σε τακτά χρονικά διαστήματα. Η συντήρηση έχει επιτύχει μια σημαντική θέση ως αποτέλεσμα της σύγχρονης τεχνολογίας, η οποία απαιτεί συχνή συντήρηση. η συντήρηση αυτή απαιτείται για τη διασφάλιση της απόδοσης των μηχανών, ανεξάρτητα από το αν η συντήρηση ταξινομείται ως προγραμματισμένη ή μη προγραμματισμένη.[16]

Πολλά πλοία μεταφέρουν μόνο 3-4 μηχανικούς στο πλοίο και ακόμη και ο χρόνος που απαιτείται για τη συντήρηση στο πλοίο έχει μειωθεί. Η συντήρηση απαιτεί ανθρώπινο δυναμικό και χρόνο που μπορεί να μην είναι διαθέσιμοι όλη την ώρα, καθώς ο αριθμός των μελών του πληρώματος είναι μικρότερος και η ποσότητα των μηχανημάτων είναι μεγαλύτερη.

Για αυτόν τον λόγο είναι σημαντικό να προγραμματίσετε τη συντήρηση των μηχανημάτων εκ των προτέρων, έτσι ώστε τα μηχανήματα να μπορούν να αναθεωρηθούν και να συντηρηθούν σωστά. Γενικά, ο δεύτερος μηχανικός απαιτείται να προγραμματίσει το πρόγραμμα συντήρησης σε ένα πλοίο.

Ο αποτελεσματικός σχεδιασμός και η κατάλληλη χρήση εξοπλισμού είναι το κλειδί για παραγωγική συντήρηση. Παρακάτω παρουσιάζονται στους κύριους τύπους διαδικασιών συντήρησης που ακολουθούνται σε ένα πλοίο. Οι τύποι διαδικασιών συντήρησης των συστημάτων πλοίων ορίζονται ως εξής:[15]

1) Σύστημα προληπτικής ή προγραμματισμένης συντήρησης

Είναι γνωστό ως PMS ή Planned Maintenance System. Σε αυτόν τον τύπο συστήματος η συντήρηση πραγματοποιείται σύμφωνα με τις ώρες λειτουργίας όπως 4000 ώρες, 8000 ώρες κ.λπ., ή με διαστήματα ημερολογίου όπως 6 μηνιαία, ετήσια κ.λπ. του μηχανήματος. Η συντήρηση πραγματοποιείται ανεξάρτητα από την κατάσταση των μηχανημάτων. Τα ανταλλακτικά πρέπει να αντικατασταθούν εάν είναι γραμμένα στο πρόγραμμα, ακόμη και αν μπορούν να χρησιμοποιηθούν ακόμη.

2) Διορθωτική συντήρηση ή ανάλυση

Σε αυτό το σύστημα η συντήρηση πραγματοποιείται όταν η μηχανή καταστρέφει. Αυτός είναι ο λόγος που είναι γνωστό ως συντήρηση βλάβης. Αυτή δεν είναι κατάλληλη και καλή μέθοδος, καθώς ενδέχεται να προκύψουν καταστάσεις όπου το μηχανήμα απαιτείται σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης. Το μόνο πλεονέκτημα αυτού του συστήματος είναι ότι η επεξεργασία εξαρτημάτων μηχανημάτων χρησιμοποιείται για την πλήρη ζωή του ή μέχρι να σπάσει. Αυτό το σύστημα μπορεί να είναι δαπανηρό, καθώς κατά τη διάρκεια της βλάβης πολλά άλλα μέρη ενδέχεται επίσης να υποστούν ζημιά.

3) Σύστημα συντήρησης συνθηκών

Σε αυτό το σύστημα τα μέρη των μηχανημάτων ελέγχονται τακτικά. Με τη βοήθεια αισθητήρων κ.λπ. Η κατάσταση των μηχανημάτων είναι προσβάσιμη τακτικά και η συντήρηση γίνεται ανάλογα. Αυτό το σύστημα απαιτεί εμπειρία και γνώση, καθώς η λανθασμένη ερμηνεία μπορεί να βλάψει τα μηχανήματα και να οδηγήσει σε δαπανηρές επισκευές που ενδέχεται να μην είναι αποδεκτές από την εταιρεία

3.2. Τα οφέλη και η σημασία των συστημάτων συντήρησης

Το σύστημα συντήρησης διαδραματίζει πολύ σημαντικό ρόλο, όπως και πολλά άλλα συστήματα εντός ενός οργανισμού. Το σύστημα συντήρησης πρέπει να εξεταστεί προσεκτικά, διότι το σύστημα αυτό μπορεί να έχει μεγάλη επίδραση στη συνολική απόδοση του οργανισμού.

Οι δαπάνες συντήρησης στη μεταποιητική βιομηχανία του Ηνωμένου Βασιλείου (για παράδειγμα) κυμαίνονται από 12 έως 23% του συνολικού κόστους λειτουργίας

(Σταυρός 1988). Η Dekker (1996) ανέφερε ότι, στα διυλιστήρια, οι δαπάνες συντήρησης ανέρχονται περίπου στο 30% του συνολικού κόστους προσωπικού. Η εξορυκτική βιομηχανία δαπανά από 40 έως 50% των λειτουργικών δαπανών για τη συντήρηση (Campbell 1995). Alhoulietal. (2009) έδειξε ότι, σε μια περιπτώσιολογική μελέτη των στοιχείων που υποβλήθηκαν για ένα εξάχρονο, 75.000 τόνων πλοίο μεταφοράς φορτίου χύδην, το κόστος συντήρησης αντιπροσωπεύει το μεγαλύτερο ποσοστό του κόστους λειτουργίας (40%) με βάση το δείγμα που ερευνήθηκε. Ως εκ τούτου, το ζήτημα του τρόπου βέλτιστης διεξαγωγής της συντήρησης πρέπει να εξεταστεί προσεκτικά για να μειωθεί το μεγάλο κόστος της εν λόγω συντήρησης.[15]

Η σημασία της συντήρησης στα συστήματα πλοίωνέχει προκαλέσει αυξανόμενο ενδιαφέρον για την ανάπτυξη και την εφαρμογή βέλτιστων στρατηγικών συντήρησης για τη βελτίωση της αξιοπιστίας, την πρόληψη της εμφάνισης αστοχιών του και τη μείωση του κόστους συντήρησης των επιδεινούμενων συστημάτων.

Εκτός από την προσπάθεια επίτευξης των στόχων αυτών, η εφαρμογή ενός βέλτιστου συστήματος συντήρησης στη ναυτιλία μπορεί να αποφέρει πολλά άλλα οφέλη, τα οποία μπορούν να συνοψιστούν ως εξής:[16]

- Το περιουσιακό στοιχείο παραμένει σε λειτουργική του κατάσταση και οι κίνδυνοι διάσπασης μπορούν να αποφευχθούν.
- Η άμεση διαθεσιμότητα του περιουσιακού στοιχείου όταν απαιτείται για τη λειτουργία.
- Η αύξηση των επιπέδων ασφαλείας για τους εργαζόμενους που χειρίζονται τα μηχανήματα.
- Αυξημένη αξιοπιστία, που οδηγεί σε λιγότερο χαμένο χρόνο κατά την επισκευή των εγκαταστάσεων, λιγότερη αναστάτωση στις συνήθεις δραστηριότητες της λειτουργίας, λιγότερες διακυμάνσεις στα ποσοστά παραγωγής και πιο αξιόπιστα επίπεδα υπηρεσιών.
- Τα ποιοτικά λάθη μπορούν να αποφευχθούν, επειδή ο καλά συντηρημένος εξοπλισμός είναι πιθανότερο να εκτελέσει για να ικανοποιήσει τα πρότυπα, αποφεύγοντας με αυτόν τον τρόπο τα ποιοτικά προβλήματα.
- Η δυννητική μείωση του λειτουργικού κόστους εάν η συντήρηση πραγματοποιείται σε τακτά χρονικά διαστήματα.

- Μεγαλύτερη διάρκεια ζωής για τα μηχανήματα. η τακτική φροντίδα μπορεί να παρατείνει την αποτελεσματική διάρκεια ζωής των εγκαταστάσεων μειώνοντας τα μικρά προβλήματα λειτουργίας των οποίων το σωρευτικό αποτέλεσμα προκαλεί φθορά ή φθορά.
- Υψηλότερη τελική αξία της μηχανής. καλά συντηρημένα εγκαταστάσεις είναι γενικά ευκολότερο να διαθέσει στην αγορά μεταχειρισμένων.

Τα οφέλη της συντήρησης αποδεικνύουν ότι ένα καλά σχεδιασμένο και εφαρμοζόμενο σύστημα συντήρησης είναι ζωτικής σημασίας.

Για να διατηρηθεί η απόδοση του οργανισμού υγιής και παραγωγικός, είναι πολύ σημαντικό να επιλέξετε τη βέλτιστη στρατηγική συντήρησης. Ως εκ τούτου, οι τύποι στρατηγικών συντήρησης συζητούνται στη συνέχεια προκειμένου να κατανοηθούν οι διάφορες προσεγγίσεις και να προσδιοριστεί η ανάγκη επιλογής της κατάλληλης προσέγγισης για τη διατήρηση του συστήματος.[15]

Τα πλοία αποτελούν σημαντικό μέσο για το εμπόριο και το εμπόριο εδώ και χιλιάδες χρόνια. Η σημερινή ναυτιλιακή βιομηχανία μεταφέρει το 90% των 5,1 δισεκατομμυρίων τόνων διεθνούς εμπορίου στον κόσμο (Hauke και Powell 2001). Καθώς το παγκόσμιο εμπόριο συνεχίζει να αυξάνεται, η ναυτιλιακή βιομηχανία μεταφέρει το μεγαλύτερο μερίδιο του παγκόσμιου εμπορίου, γεγονός που έχει οδηγήσει στην επέκταση της ναυτιλιακής βιομηχανίας σε όλο τον κόσμο. Σύμφωνα με τις στατιστικές παγκόσμιου στόλου, ο αριθμός των πλοίων των 100 GT και άνω έχει αυξηθεί μεταξύ του Β 'Παγκοσμίου Πολέμου (1945) και το 2004 από περίπου 24.000 πλοία σε περίπου 90.000 πλοία. [18]

Η ναυτιλία διακρίνει μεταξύ δύο κύριων τύπων φορτίου: χύδην (συνήθως φορτία πλοίων ενός μόνο προϊόντος) και γενικά φορτία (οτιδήποτε άλλο). Σημαντικό ξηρό φορτίο χύδην περιλαμβάνει το μέταλλο σιδήρου, τον άνθρακα, το σιτάρι, το βωξίτη, την άμμο, το χαλίκι, και το μέταλλο παλιοσίδερων. Τα φορτία υγρών χύδην ή βυτιοφόρων περιλαμβάνουν αργό πετρέλαιο και προϊόντα πετρελαίου, χημικά προϊόντα, υγροποιημένο φυσικό αέριο (LNG), υγραέριο (LPG) και φυτικό έλαιο. Τα φορτία των δεξαμενοπλοίων (κυρίως πετρέλαιο και προϊόντα πετρελαίου) αποτελούν περίπου το 40% όλων των παγκόσμιων κινήσεων φορτίου κατά βάρος.

Τα γενικά φορτηγά πλοία ταξινομούνται κυρίως ως δύο τύποι, δηλαδή πλοία μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων και γενικά φορτηγά πλοία· τα πλοία μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων μεταφέρουν ολόκληρο το φορτίο τους σε εμπορευματοκιβώτια μεγέθους φορτηγού, ενώ τα πλοία γενικής χρήσης, τα οποία περιλαμβάνουν, για παράδειγμα, πλοία RORO (roll-on/roll-off) και φορτηγά πλοία, μεταφέρουν το φορτίο τους ως χαλαρά εμπορεύματα. [18]

Οι πλοιοκτήτες και οι πλοιοκτήτες αναζητούν πάντα τις καλύτερες επιδόσεις από τα πλοία τους, και αυτό είναι πιο πιθανό να συμβεί όταν τα πλοία βρίσκονται σε καλή κατάσταση λειτουργίας. Για να διατηρηθεί οποιοδήποτε πλοίο σε καλή κατάσταση, πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η συντήρηση.

Ως εκ τούτου, οι πλοιοκτήτες αναζητούν συνεχώς να μετρήσουν τις επιδόσεις συντήρησης στους οργανισμούς τους και να βελτιώσουν τα προγράμματα συντήρησής τους, δεδομένου ότι τα πλοία που είναι εκτός λειτουργίας θα επηρεάσουν αρνητικά τις επιδόσεις του οργανισμού, οι οποίες, στη συνέχεια, έχουν αρνητικές επιπτώσεις στα έσοδα. [18]

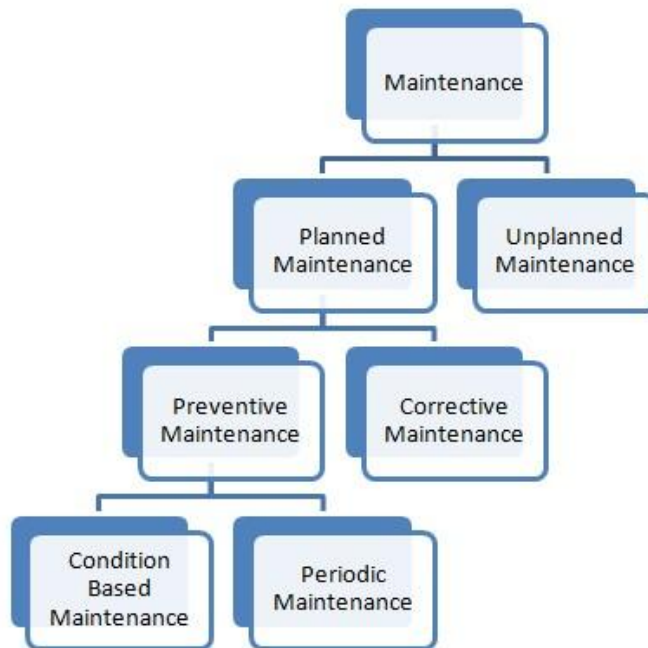
3.3 Οι κατηγορίες συντήρησης

Στη βιβλιογραφία, διαφορετικοί συγγραφείς κατηγοριοποίησαν τη συντήρηση διαφορετικά, με βάση το σύστημα που απαιτείται για τη διατήρηση μιας συνεχιζόμενης διαδικασίας. Ορισμένοι συγγραφείς κατηγοριοποίησαν τη συντήρηση με βάση διαφορετικές στρατηγικές (White 1979), και άλλοι κατηγοριοποίησαν τη συντήρηση σύμφωνα με τις πολιτικές που απαιτούσαν τη συντήρηση να εκτελείται με διαφορετικούς τρόπους (Mobley 2002) και (Ben-Dayaetal. 2006).[16]

Η αξιοπιστία είναι μια άλλη κατηγορία συντήρησης, όπως η συντήρηση με επίκεντρο την αξιοπιστία (RCM) και η συνολική παραγωγική συντήρηση (TPM), ανάλογα με διαφορετικές εφαρμογές.

Τα επίπεδα συντήρησης συνήθως διαφέρουν από τον ένα χειριστή στον άλλο, ανάλογα με τις διαφορετικές απαιτήσεις τους. Ο χειριστής συνήθως θεωρεί την

καταλληλότερη συντήρηση για τον εξοπλισμό του. Η πρόθεση είναι να διατηρηθεί το μηχάνημα σε λειτουργική κατάσταση έτσι ώστε να μπορεί να προσφέρει την απαιτούμενη απόδοση. Ο χειριστής έχει συνήθως περισσότερες από μία επιλογές συντήρησης. Ως εκ τούτου, είναι απαραίτητο να επιλεγεί η κατάλληλη πολιτική ή στρατηγική για την εφαρμογή της συντήρησης. Το σχήμα 3.1 υποδεικνύει διαφορετικές στρατηγικές επιλογές συντήρησης.



Σχήμα 3.1: Επιλογές συντήρησης [15]

3.3.1 Μη προγραμματισμένη συντήρηση

Αυτός ο τύπος συντήρησης είναι βασικός και απλός, ορίζεται ως αποτοσμική συντήρηση. Αυτή η προσέγγιση ήταν η τυπική προσέγγιση πριν από τον Δεύτερο Παγκόσμιο Πόλεμο (1945) όταν η βιομηχανία εκείνη την εποχή δεν ήταν ιδιαίτερα μηχανοποιημένη [15]

Σε αυτήν την πολιτική συντήρησης, η επιδιόρθωση ή η αντικατάσταση εκτελείται μόνο όταν παρουσιαστεί σφάλμα. Με άλλα λόγια, πρόκειται για μια αντιδραστική τεχνική που εξαρτάται από το χρόνο που χρειάστηκε για την αξιολόγηση της αποτυχίας (Ben-Dayaetal. 2006). Η βασική προληπτική συντήρηση, όπως η λίπανση

και η ρύθμιση μηχανών, εφαρμόζεται στο σύστημα σε τακτά χρονικά διαστήματα.[16]

Η πολιτική αυτής της συντήρησης στα συστήματα πλοίων μπορεί να είναι η πιο ακριβή. Αυτό θα έχει ως αποτέλεσμα την υψηλή υπερωριακή εργασία, τον υψηλό χρόνο διακοπής λειτουργίας των μηχανών, τη χαμηλή παραγωγή και το υψηλό κόστος αποθέματος για τα ανταλλακτικά. Η πολιτική αυτή είναι κατάλληλη για ένα σύστημα με χαμηλό ή σταθερό ποσοστό κινδύνου και χωρίς σοβαρές συνέπειες κόστους ή ασφάλειας. Εάν εφαρμοστεί αυτή η τεχνική, απαιτείται ταχεία αντίδραση όσον αφορά τη διαθεσιμότητα των ανταλλακτικών και, επιπλέον, το προσωπικό συντήρησης θα πρέπει να είναι καλά προετοιμασμένο, να διαθέτει τις απαραίτητες δεξιότητες και να είναι άμεσα διαθέσιμο για την επισκευή του εξοπλισμού. [17]

3.3.2 Προληπτική συντήρηση

Ο προγραμματισμός συντήρησης περιλαμβάνει όλες τις δραστηριότητες που είναι απαραίτητες για το σχεδιασμό, τον έλεγχο και την καταγραφή όλων των εργασιών που πραγματοποιούνται σε σχέση με τη διατήρηση μιας εγκατάστασης σε ένα αποδεκτό πρότυπο.[17]

Η προβλεπτική συντήρηση έγινε πιο κοινή μετά τον Δεύτερο Παγκόσμιο Πόλεμο (1945), όταν αναγνωρίστηκε ότι η βλάβη του εξοπλισμού μπορεί να προληφθεί. Η αποτυχία των περιουσιακών στοιχείων έχει ως αποτέλεσμα τις ακριβές επισκευές και τη δαπανηρή απώλεια χρόνου στην επισκευή, αλλά η προγραμματισμένη συντήρηση μπορεί να αποτρέψει αυτές τις υψηλές δαπάνες και το σχετικό χρόνο διακοπής μέσω των τακτικών επιθεωρήσεων και της συντήρησης.

Τέσσερις βασικοί τύποι εργασιών θα πρέπει να εκτελούνται σε προγραμματισμένη συντήρηση για την προστασία της αξιοπιστίας και της ασφάλειας ενός συστήματος. Πρόκειται για: (1) επιθεώρηση ενός κατασκευαστικού στοιχείου για τον εντοπισμό βλάβης· (2) ανίχνευση αστοχίας· (3) την εκ νέου επεξεργασία και την απόρριψη ενός συστατικού πριν από τη μέγιστη ηλικία του· και (4) επιθεώρηση ενός στοιχείου για την αξιολόγηση αθέατων αποτυχιών [17]

Η προγραμματισμένη συντήρηση μπορεί να προσδιοριστεί από την κλασική προσέγγιση, η οποία βασίζεται στο μέσο χρόνο μεταξύ των αστοχιών (MTBF). Αυτή

η προσέγγιση βασίζεται σε ένα μοντέλο της εποχής που μεσολαβεί μεταξύ των περιόδων συντήρησης που λαμβάνει υπόψη τους μηχανισμούς των αποτυχιών, οι οποίες είναι πρόωρη αποτυχία, τυχαία αποτυχία, και αστοχία φθοράς.

Ο προγραμματισμός συντήρησης περιλαμβάνει, για παράδειγμα, προληπτική συντήρηση, προληπτική συντήρηση, προγραμματισμένη επισκευή, προγραμματισμένη αντικατάσταση και προμήθεια ανταλλακτικών (Λευκό 1979). Οι πολιτικές προληπτικής και πρόβλεψης συντήρησης θα συζητηθούν λεπτομερώς στο παρόν κεφάλαιο για να υπάρξει κατανόηση της ανάγκης για τέτοιες πολιτικές στο σχεδιασμό συντήρησης. [17]

3.3.3 Προληπτική συντήρηση

Η προληπτική συντήρηση στα συστήματα πλοίων εξαρτάται συνήθως από τις συστάσεις του κατασκευαστή και την προηγούμενη εμπειρία για τον προγραμματισμό του χρόνου επισκευής ή αντικατάστασης. Σε αυτήν την πολιτική, η συντήρηση εκτελείται σε προγραμματισμένη βάση εντός προγραμματισμένων χρονικών διαστημάτων. [17]

Η προληπτική συντήρηση είναι χρονικά καθοδηγούμενη, καθώς η συντήρηση πραγματοποιείται με βάση το χρόνο ή τις ώρες λειτουργίας που έχουν παρέλθει. Η προληπτική συντήρηση αποτελείται από ενέργειες που έχουν σχεδιαστεί για να βελτιώσουν την κατάσταση των στοιχείων του συστήματος πριν αποτύχουν [17]

Το πρόγραμμα προληπτικής συντήρησης ποικίλλει από πολύ βασική συντήρηση, όπως λίπανση, σε σημαντική συντήρηση, όπως μηχανήματα ανοικοδόμησης. Όλα τα προγράμματα προληπτικής συντήρησης προϋποθέτουν ότι το μηχάνημα θα υποβαθμιστεί μέσα σε ένα χρονικό πλαίσιο που είναι τυπικό για τη συγκεκριμένη ταξινόμησή του. Το πρόβλημα με αυτή την προσέγγιση είναι ότι ο τρόπος λειτουργίας και οι μεταβλητές που σχετίζονται με το σύστημα ή ειδικά σε μια δεδομένη μονάδα επηρεάζουν άμεσα τη διάρκεια λειτουργίας των μηχανημάτων (Moblely 2002).

Οι αποφάσεις αυτής της συντήρησης στα συστήματα πλοίων βασίζονται στην τρέχουσα κατάσταση του συστήματος ή του εξοπλισμού και στην αποφυγή περιττής και απροσδόκητης συντήρησης με την εκτέλεση συντήρησης όταν απαιτείται για την

πρόληψη βλάβης. Ένας άλλος ορισμός αυτής της πολιτικής είναι η συντήρηση βάσει συνθηκών (CBM). Αυτό περιγράφει την παρακολούθηση της μηχανής και ενεργώντας σύμφωνα με την κατάστασή του. Συνήθως, οι μηχανικοί καταγράφουν τις παραμέτρους του συστήματος και χρησιμοποιούν τις αισθήσεις τους της ακοής, της όρασης και της όσφρησης για να αξιολογήσουν την κατάσταση του συστήματος.

Η παρακολούθηση της κατάστασης περιλαμβάνει τέσσερα βήματα: (1) επιλογή αισθητήρα· (2) μέτρηση δεδομένων· (3) εξαγωγή χαρακτηριστικών γνωρισμάτων και (4) ταξινομήστε την κατάσταση του μηχανήματος. [17]

Διαφορετικές τεχνικές χρησιμοποιούνται στην παρακολούθηση της κατάστασης, όπως η οπτική επιθεώρηση, η παρακολούθηση των επιδόσεων, η παρακολούθηση της τάσης, η παρακολούθηση κραδασμών, η θερμική παρακολούθηση, η παρακολούθηση λιπαντικών, η παρακολούθηση θερμογράφου και η ακουστική παρακολούθηση.

Τα πλεονεκτήματα μιας τέτοιας συντήρησης είναι ότι η περιττή εργασία μπορεί να αποφευχθεί, αποτρέποντας έτσι τα καταστροφικά ατυχήματα (Moblely 2002). Η απώλεια παραγωγής κατά τη διάρκεια του προγραμματισμένου χρόνου διακοπής λειτουργίας του μηχανήματος μπορεί να μειωθεί και τα εξαρτήματα μπορούν να παραμείνουν σε λειτουργία εάν το μηχάνημα βρίσκεται σε καλή κατάσταση λειτουργίας. [17]

3.4 Αξιοπιστία και συντήρηση

Στη συντήρηση, χρησιμοποιούνται τέσσερις κύριες εφαρμογές αξιοπιστίας: (1) συντήρηση με επίκεντρο την αξιοπιστία (RCM)· (2) συνολική παραγωγική συντήρηση (TPM)· (3) μηχανική αξιοπιστίας (RE)· και (4) μηχανική ελέγχου (CE). Αυτές οι εφαρμογές χρησιμοποιούν διαφορετικές μεθόδους και πολιτικές για τον έλεγχο της αξιοπιστίας. Το RCM και η TPM προέρχονται από την πρακτική της βιομηχανίας, ενώ οι RE και CE προέρχονται από μαθηματικά και μοντέλα συστημάτων. Οι εφαρμογές RCM και TPM εξετάζονται στην επόμενη ενότητα προκειμένου να διευκρινιστούν οι έννοιες και να διευκολυνθεί η κατανόηση των διαφορετικών προσεγγίσεων για την αξιοπιστία και τον τρόπο με τον οποίο σχεδιάζεται και ελέγχεται η βιομηχανική συντήρηση. [17]

3.4.1 Συντήρηση με επίκεντρο την αξιοπιστία (RCM)

Το RCM είναι ένας δομημένος τρόπος για τον προσδιορισμό των απαιτήσεων συντήρησης πολύπλοκων συστημάτων και περιουσιακών στοιχείων. Αναπτύχθηκε για πρώτη φορά στα τέλη της δεκαετίας του 1960, και η προσέγγιση προέρχεται από την αεροναυχία. Στα μέσα της δεκαετίας του '70 το RCM εφαρμόστηκε σε άλλες βιομηχανίες (Mobley 2002). Έχει εφαρμοστεί σε στρατιωτικές επιχειρήσεις, τη βιομηχανία πυρηνικής ενέργειας, την υπεράκτια βιομηχανία πετρελαίου και φυσικού αερίου, και πολλές άλλες βιομηχανίες. Η ναυτιλιακή βιομηχανία έχει κάνει το πρώτο βήμα στην εφαρμογή των τεχνικών RCM, αλλά έχουν παρουσιαστεί ορισμένες δυσκολίες. [17]

Το RCM επικεντρώνεται στην επίδραση της αποτυχίας, με τις συνέπειες μιας αποτυχίας να είναι σημαντικότερες από τα τεχνικά χαρακτηριστικά της. Η διαδικασία RCM συνεπάγεται την υποβολή των ακόλουθων επτά ερωτήσεων σχετικά με το υπό εξέταση περιουσιακό στοιχείο ή σύστημα. [17]

1. Ποιες είναι οι λειτουργίες και τα συναφή πρότυπα απόδοσης του περιουσιακού στοιχείου στο παρόν περιβάλλον λειτουργίας του;
2. Με ποιους τρόπους δεν εκπληρώνει τα καθήκοντά της;
3. Τι προκαλεί κάθε λειτουργική αποτυχία;
4. Τι συμβαίνει όταν συμβαίνει κάθε αποτυχία;
5. Με ποιο τρόπο έχει σημασία κάθε αποτυχία;
6. Τι μπορεί να γίνει για να προβλεφθεί ή να αποφευχθεί κάθε αποτυχία;
7. Τι πρέπει να γίνει εάν δεν μπορεί να βρεθεί ένα κατάλληλο προληπτικό έργο;

Από τις παραπάνω ερωτήσεις, η ιδέα του RCM είναι ότι κάθε φυσική μηχανή ή σύστημα έχει τουλάχιστον μία λειτουργία, και οι χρήστες έχουν απαιτήσεις απόδοσης για τη λειτουργία αυτή. Κύριος στόχος του RCM είναι η μείωση του κόστους συντήρησης, εστιάζοντας στις σημαντικότερες λειτουργίες του συστήματος και αποφεύγοντας ή καταργώντας ενέργειες συντήρησης που δεν είναι απολύτως αναγκαίες [17]

Το RCM είναι μια προγραμματισμένη διαδικασία που χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό των βέλτιστων στρατηγικών διαχείρισης στη ναυτιλία για τα χαρακτηριστικά αξιοπιστίας οποιουδήποτε συστήματος και το προτεινόμενο επιχειρησιακό πλαίσιο. Το RCM καθορίζει τι πρέπει να γίνει για να επιτευχθεί ένα σύστημα το επιθυμητό επίπεδο ασφάλειας, προστασίας του περιβάλλοντος και ετοιμότητας λειτουργίας με το χαμηλότερο δυνατό κόστος. [17]

Το RCM έχει σχεδιαστεί για να ελαχιστοποιήσει το κόστος συντήρησης εξισορροπώντας το υψηλότερο κόστος της διορθωτικής συντήρησης με το κόστος της προληπτικής συντήρησης, λαμβάνοντας υπόψη το ενδεχόμενο απώλειας μέρους της λειτουργικής διάρκειας ζωής της οντότητας. Η RCM θεωρείται μια πολύ επιτυχημένη συστηματική μέθοδος εξισορρόπησης του κόστους και των οφελών σε αποτελεσματικά προγράμματα συντήρησης. [16]

Η μέθοδος αυτή αναλύει τις λειτουργίες του συστήματος, προσδιορίζοντας τις προτεραιότητές τους όσον αφορά την ασφάλεια και την οικονομία, προκειμένου να κατευθύνει την προσπάθεια συντήρησης προς τις μονάδες που είναι κρίσιμες από την άποψη της αξιοπιστίας, της ασφάλειας και της κανονικότητας της παραγωγής. Η προσέγγιση είναι πιο ποιοτική από τα μοντέλα βελτιστοποίησης και έχει περιορισμένες δυνατότητες.

Το RCM μπορεί να διεξαχθεί με την ανάλυση μιας ακολουθίας δραστηριοτήτων, ξεκινώντας με λειτουργίες και πρότυπα επιδόσεων, λειτουργικές αποτυχίες, τρόπους αποτυχίας, αποτελέσματα αστοχίας, συνέπειες αποτυχίας, εργασίες προληπτικής συντήρησης και προεπιλεγμένες εργασίες

Η μέθοδος RCM είναι μία από τις πιο επιτυχημένες μεθόδους για τη θέσπιση προγραμμάτων συντήρησης. Είναι μια πρακτική προσέγγιση για την επίτευξη ενός οικονομικά αποδοτικού επιπέδου συντήρησης. Η εφαρμογή του RCM έχει επιτρέψει σημαντική εξοικονόμηση στο κόστος συντήρησης και αυξημένη ασφάλεια και αξιοπιστία. [16]

3.4.2 Συνολική παραγωγική συντήρηση (TPM)

Η TPM αναπτύχθηκε για πρώτη φορά στη δεκαετία του 1950 από τον Δρ Deming στην Ιαπωνία (Wireman 2004). Είναι η συστηματική εφαρμογή της συντήρησης από όλους τους εργαζόμενους μέσω μικρών δραστηριοτήτων.

Η TPM είναι ένα σχέδιο που καθοδηγείται από τη μεταποίηση και τονίζει τη σημασία των ανθρώπων και τη σημασία της συνεργασίας του προσωπικού παραγωγής και συντήρησης. Παρουσιάζεται ως βασικό μέρος μιας συνολικής φιλοσοφίας κατασκευής.

Το όφελος της TPM είναι ότι βελτιώνει τη συνολική αποτελεσματικότητα του εξοπλισμού (OEE), η οποία υπολογίστηκε από Nakajima (1988) ως εξής:

OEE Διαθεσιμότητα(%) Απόδοση(%) Εξίσωση(%) ποιότητα (%)

Όπου: [16]

Διαθεσιμότητα: είναι ο χρόνος λειτουργίας ως ποσοστό του συνολικού διαθέσιμου χρόνου εργασίας.

Απόδοση: είναι ο λόγος της πραγματικής παραγωγής προς τη μέγιστη παραγωγή.

Ποιότητα: είναι η αναλογία των καλών προϊόντων προς τη συνολική παραγωγή.

Η TPM είναι ένα πρόγραμμα μηδενικής κατανομής με μηδενικά ελαττώματα, το οποίο αποσκοπεί στη μείωση των βλαβών του εξοπλισμού, της επιβράδυνσης της εγκατάστασης και της προσαρμογής, των διακοπών στο ρεζέρινγκ και των βραχυπρόθεσμων διακοπών, των ζημιών που σχετίζονται με την ποιότητα και των ζημιών εκκίνησης/επαναφοράς (Mobley 2002).

Η TPM στοχεύει στη δημιουργία ορθών πρακτικών συντήρησης μέσω της επιδίωξης. Οι πέντε στόχοι της TPM, είναι:

- Βελτίωση της αποτελεσματικότητας του εξοπλισμού.
- Συμμετοχή των χειριστών στην καθημερινή συντήρηση.
- Βελτίωση της αποδοτικότητας και της αποτελεσματικότητας της συντήρησης.
- Εκπαίδευση και εκπαίδευση προσωπικού.
- Σχεδιασμός και διαχείριση εξοπλισμού για την πρόληψη συντήρησης.

3.5 Συζήτηση για τις κατηγορίες συντήρησης στη ναυτιλία

Έχει παρατηρηθεί ότι η συντήρηση μπορεί να πραγματοποιηθεί με διάφορους τύπους στρατηγικών και ότι η κατάλληλη στρατηγική εξαρτάται από τη διαδικασία και ποια είναι η καταλληλότερη προσέγγιση που πρέπει να χρησιμοποιηθεί σε αυτή τη διαδικασία.

Έχει παρατηρηθεί ότι η απρογραμμάτιστη συντήρηση είναι μια δαπανηρή πολιτική, αλλά, σε ορισμένες περιπτώσεις, είναι ιδανική για να επιλέξετε αυτήν την προσέγγιση, επειδή άλλες προσεγγίσεις μπορεί να μην είναι κατάλληλες. [16]

Προληπτική συντήρηση μπορεί να βασίζεται στο χρόνο ή κατάσταση με βάση. Το πλεονέκτημα της προληπτικής συντήρησης βάσει συνθηκών σε σχέση με τη συντήρηση που βασίζεται στο χρόνο είναι ότι η συντήρηση βάσει συνθηκών μπορεί να αποφύγει περιττές εργασίες. Η προσέγγιση προληπτικής συντήρησης έχει το πλεονέκτημα της πρόληψης του συστήματος ή της διαδικασίας από την αποτυχία, και αυτό μπορεί να οδηγήσει στην εξοικονόμηση του περιουσιακού στοιχείου από δαπανηρή επισκευή και δαπανηρό χρόνο διακοπής.

Οι προσεγγίσεις αξιοπιστίας και συντήρησης έχουν σχεδιαστεί για συγκεκριμένα συστήματα ή διαδικασίες. Για παράδειγμα, η RCM σχεδιάστηκε κυρίως για τη διατήρηση της αεροναυσχίας, ενώ η TPM σχεδιάστηκε για τη διατήρηση του συστήματος παραγωγής.

Από όλους αυτούς τους τύπους, παρατηρείται ότι η συντήρηση μπορεί να πραγματοποιηθεί με περισσότερες από μία προσεγγίσεις και μερικές φορές είναι απαραίτητο να επιλεγούν περισσότεροι από ένας τύποι προσέγγισης προκειμένου να επιτευχθεί το βέλτιστο αποτέλεσμα συντήρησης· αυτό συμβαίνει στη ναυτιλιακή βιομηχανία, διότι η συντήρηση πρέπει να πραγματοποιείται με διαφορετικές προσεγγίσεις συντήρησης προκειμένου να επιτευχθούν τα βέλτιστα αποτελέσματα συντήρησης. [16]

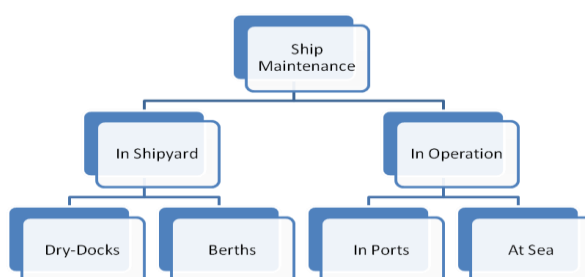
3.6 Επισκευή και συντήρηση πλοίων

Η συντήρηση των πλοίων εξετάζεται συνήθως στα πρώτα στάδια του σχεδιασμού του πλοίου. Οι σχεδιαστές και ο ιδιοκτήτης επανεξετάζουν τα σχέδια προληπτικής

συντήρησης με τον νηογνώμονα για να επιβεβαιώσουν ότι τα σχέδια είναι αποδεκτά σύμφωνα με τις απαιτήσεις του νηογνώμονα για έρευνες μετά την κατασκευή. [18]

Κάθε εξάρτημα του πλοίου έχει προγραμματιστεί να συντηρείται μεμονωμένα στο πλαίσιο του σχεδίου προγραμματισμού συντήρησης για τη μεγιστοποίηση της διαθεσιμότητας του πλοίου. Το πλοίο μπορεί να είναι διαθέσιμο εάν όλα τα κύρια συστατικά του είναι λειτουργικά, όπως πρόωση, ισχύς, κλιματισμός και μηχανές φορτίου. Εάν κάποιο από τα κύρια συστατικά στοιχείο δεν είναι λειτουργικό, το πλοίο θα ταξινομηθεί ως μη διαθέσιμο και απαιτείται συντήρηση. [18]

Στη θαλάσσια βιομηχανία, η συντήρηση των πλοίων και η επισκευή πλοίων μπορούν να ολοκληρωθούν με δύο διαφορετικούς τρόπους. Πρώτον, μπορούν να αναληφθούν στο ναυπηγείο επισκευής πλοίων όταν το πλοίο πρόκειται να ελλιμενιστεί για την επιθεώρηση των υποβρύχιων μερών και όταν αναμένεται για την κατάταξή του. Δεύτερον, η συντήρηση μπορεί να πραγματοποιηθεί κατά τη διάρκεια των καθημερινών εργασιών του πλοίου, οι οποίες μπορούν να παρουσιαστούν στο σχήμα 3.2.

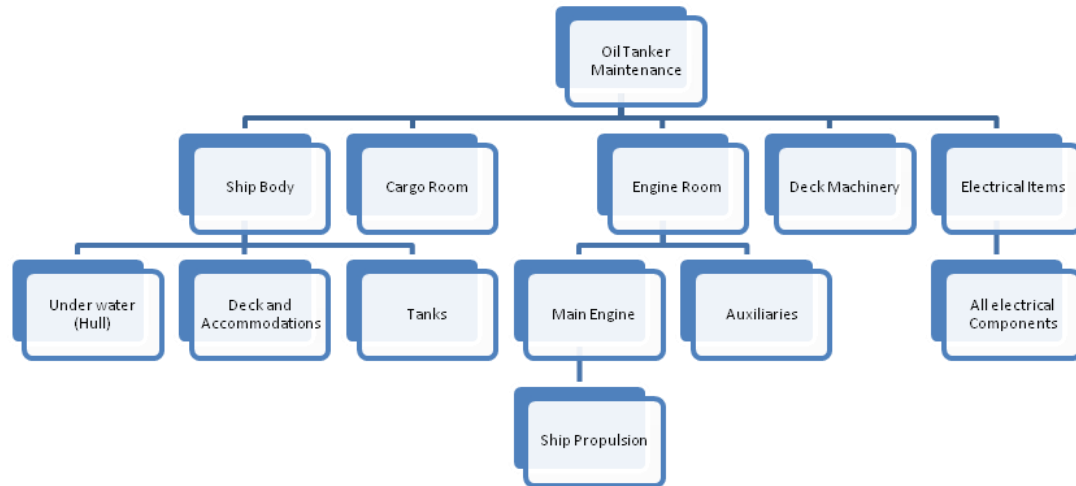


Σχήμα 3.2: Συντήρηση πλοίων[18]

Η συντήρηση πλοίων έχει μοναδικά χαρακτηριστικά όσον αφορά τον προγραμματισμό συντήρησης· η συντήρηση μπορεί να πραγματοποιηθεί σε διαφορετικές θέσεις, όπως στο ναυπηγείο όταν το πλοίο πρέπει να είναι στεγνό και απαιτείται σημαντική επισκευή, στο αγκυροβόλιο και στο λιμάνι όταν απαιτείται μέση συντήρηση. Επιπλέον, διαφορετικοί τύποι και μεγέθη πλοίων ενδέχεται να απαιτούν τη χρήση διαφορετικών ναυπηγείων. [18]

Η συντήρηση των πλοίων ποικίλλει, δεδομένου ότι μπορεί να περιλαμβάνει πολλές διαφορετικές πτυχές του πλοίου, συμπεριλαμβανομένων των μηχανημάτων του

κινητήρα, των μηχανημάτων καταστρώματος, του αμαξώματος του πλοίου και των ηλεκτρικών ειδών (π.χ. συστήματα πλοήγησης και επικοινωνίας). Το σχήμα 3.3 δείχνει ποια μέρη ενός πετρελαιοφόρου απαιτούν γενικά συντήρηση. [18]



Σχήμα 3.3: Συντήρηση πετρελαιοφόρων

Όταν ένα πλοίο βρίσκεται σε λειτουργία, το πλήρωμα του πλοίου πρέπει να διεξάγει τη συντήρηση. Η έκθεση της υπηρεσίας διαχείρισης του στόλου της Μαύρης Θάλασσας (BSF) προτείνει ότι ορισμένες ώρες λειτουργίας δαπανώνται για τη συντήρηση. Ο αριθμός των ωρών εξαρτάται από την κατάταξη των φορέων εκμετάλλευσης, αλλά οι αριθμοί μπορεί επίσης να διαφέρουν ανάλογα με τον τύπο και το μέγεθος του πλοίου. Ο πίνακας 3.1 δείχνει τις ώρες συντήρησης του χειριστή:[18]

Πίνακας 3.1: Ώρες συντήρησης του πληρώματος πλοίου [19]

Κατάταξη	Ώρες συντήρησης	Αριθμός ανδρών
2 ^{ης} Μηχανικός	2 ώρες συντήρησης/ημέρα	(1)
3 ^{ος} Μηχανικός	4 ώρες συντήρησης/ημέρα	(1)
4 ^{ος} Μηχανικός	4 ώρες συντήρησης/ημέρα	(1)
Κατώτερος Μηχανικός	8 ώρες (όλη την ημέρα)	(0-2)
Ηλεκτρολόγος	8 ώρες (όλη την ημέρα)	(1)
Boatswain	4 ώρες συντήρησης/ημέρα	(1)
Μηχανικός	8 ώρες (όλη την ημέρα)	(1-2)
Ναυτικοί ή Υαλοκαθαριστήρας (GP)	4 ώρες συντήρησης/ημέρα	(6-9)

Από τον πίνακα 3.1 μπορεί να διαπιστωθεί ότι οι περισσότεροι από τους αξιωματικούς μηχανικός και οι ναυτικοί έχουν μια σειρά από ώρες συντήρησης, και ο αριθμός των ωρών συντήρησης εξαρτάται από την κατάταξη των αξιωματικών ή ναυτικών κατάταξη, τόσο υψηλότερη είναι η κατάταξη το λιγότερο ώρες συντήρησης. [18]

Η συντήρηση των πλοίων, όπως και η συντήρηση σε άλλους κλάδους, συνήθως χρησιμοποιεί δύο τύπους πολιτικών, δηλαδή τη συντήρηση των βλαβών και την προληπτική συντήρηση. Οι πολιτικές συντήρησης βλάβης διεξάγονται συνήθως χωρίς προληπτική συντήρηση, εκτός από την απαραίτητη λίπανση και την πραγματοποίηση μικρών προσαρμογών. Προληπτική συντήρηση περιλαμβάνει συντήρηση για τη μείωση του αριθμού των βλαβών, και μπορεί να βασίζεται στο χρόνο ή με βάση την κατάσταση της συντήρησης.[18]

Αρχικά, ο προσδιορισμός της συντήρησης που επρόκειτο να πραγματοποιηθεί βασίστηκε στην εμπειρία λειτουργίας και στις συστάσεις των κατασκευαστών. Γενικά, οι εργασίες συντήρησης σε οποιοδήποτε μηχάνημα του πλοίου αποτελούνται από τα ακόλουθα τέσσερα καθήκοντα: [18]

1. Επιθεώρηση: οπτική εξέταση για τον προσδιορισμό της κατάστασης του μηχανήματος.

2. Μικρή αναθεώρηση: περιλαμβάνει κάποια απογύμνωση κάτω από τα μηχανήματα.
3. Σημαντική αναθεώρηση: περιλαμβάνει την πλήρη λουρίδα κάτω από τα στοιχεία μηχανημάτων.
4. Έρευνα: συνήθως γίνεται σε συνδυασμό με μια σημαντική αναθεώρηση και περιλαμβάνει την εξέταση των μηχανημάτων.

3.7 Συντήρηση ναυπηγείων

Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, η συντήρηση του πλοίου μπορεί να πραγματοποιηθεί στο ναυπηγείο επισκευής του πλοίου για τη σημαντική τακτική συντήρηση του πλοίου, η οποία απαιτεί ένα ναυπηγείο για τη συντήρηση του υποβρύχιου τμήματος του σκάφους. Τα πλοία συνήθως προγραμματίζονται να πηγαίνουν στο ναυπηγείο κάθε δύομισι χρόνια για μια ενδιάμεση επιθεώρηση ταξινόμησης και κάθε πέντε χρόνια για μια σημαντική έρευνα ταξινόμησης. Σε αυτές τις στιγμές, πραγματοποιείται η επισκευή των περισσότερων μηχανημάτων του πλοίου για τη συντήρηση του πλοίου και την επαναφορά του στην αρχική του κατάσταση.

Στο ναυπηγείο, συνήθως το 75% των εργασιών περιλαμβάνει τακτική συντήρηση πλοίων, και το υπόλοιπο 25% προορίζεται για την επισκευή ζημιών και τη μετατροπή πλοίων[20]

Οι εργασίες επισκευής πλοίων μπορούν να ταξινομηθούν σε μια αυξανόμενη σειρά κλίμακας και κόστους:[20]

- Επισκευές ταξιδιού (μικρές και συνεχείς επισκευές).
- Συνήθης ελλειμνισμός (υποβρύχια εργασία).
- Σημαντικές επισκευές (συνήθως χάλυβα).
- Επισκευές ζημιών (συνήθως χάλυβα).
- Επισκευή και μετατροπή.

Οι απαιτήσεις σχεδιασμού και διαχείρισης ποικίλλουν ανάλογα με την κατηγορία εργασίας και τον τύπο του σκάφους [20]

Πριν από την άφιξη του πλοίου στο ναυπηγείο, είναι σύνηθες να διαβιβάζονται στο ναυπηγείο λεπτομερείς προδιαγραφές εργασίας. Αυτό παρέχει την ευκαιρία να παραθέσετε την τιμή και το χρόνο που απαιτείται. Οι προδιαγραφές είναι συχνά για τα ανταλλακτικά, με λεπτομερείς απαιτήσεις εργασίας που προσδιορίζονται μετά την ολοκλήρωση των εργασιών επισκευής. Από την άλλη πλευρά, μπορούν να χρησιμοποιηθούν αρκετά λεπτομερείς προδιαγραφές για την προετοιμασία μιας προσφοράς, αλλά είναι πιθανό να αλλάξει σημαντικά μετά την άφιξη του πλοίου στο ναυπηγείο και την αξιολόγηση των αναγκών του. Τα στοιχεία μπορούν να προστεθούν ή να αφαιρεθούν από τις προδιαγραφές .[20]

Η επείγουσα εργασία είναι πάντα μια πιθανότητα. Αυτό οδηγεί στην ακύρωση άλλων εργασιών που είναι λιγότερο επείγουσες για να εξασφαλιστεί ότι το συνολικό κόστος των επισκευών παραμένει εντός του προϋπολογισμού συνόλου και να διατηρηθεί μια σταθερή ημερομηνία λήξης. Ο σχεδιασμός πρέπει να είναι άμεσος και αντιδραστικός, διότι, συνήθως, οι χρονικές κλίμακες για τις επισκευές των πλοίων μετρώνται σε ημέρες.

3.8 Έξοδα συντήρησης πλοίων

Στη ναυτιλιακή βιομηχανία, το κόστος συντήρησης μπορεί να ταξινομηθεί ως ένα μέρος των λειτουργικών δαπανών του πλοίου. Γενικά, τα λειτουργικά έξοδα ενός πλοίου ποικίλλουν, ανάλογα με τον τύπο, το μέγεθος και την ηλικία του σκάφους. Το κόστος συντήρησης και λειτουργίας του πλοίου περιλαμβάνει όλες τις δαπάνες που σχετίζονται με τον εξοπλισμό και τα υλικά, το προσωπικό, την επιθεώρηση αντικατάστασης, την επιθεώρηση και την επισκευή.

Ως δαπάνες συντήρησης πλοίων νοιοριστούν οι εξής: —Αενοσαιές δαπάνες που προκύπτουν από την οργάνωση, την εκτέλεση και τον έλεγχο των εργασιών που έχουν αναληφθεί για την ασφαλή λειτουργία του πλοίου. Το κόστος συντήρησης των πλοίων μπορεί να μετρηθεί με διαφορετικούς τρόπους· μπορούν να είναι άμεσα μετρήσιμο κόστος συντήρησης και έμμεσα μετρήσιμο κόστος συντήρησης. Επιπλέον, ορισμένες δαπάνες ελέγχονται και ορισμένες όχι. [20]

3.8.1 Άμεσα μετρήσιμο κόστος συντήρησης

Αυτός ο τύπος μέτρησης συντήρησης μπορεί να μετρηθεί με βάση αυτό που γίνεται απευθείας προς τη συντήρηση, η οποία, στην περίπτωση αυτή, περιλαμβάνει την επισκευή στεγνού ελλιμενισμού, την επισκευή συντήρησης ταξιδιού, τις ανεπανόρθωτες ζημιές και τα ανταλλακτικά[20]

3.8.2 Έμμεσα μετρήσιμο κόστος συντήρησης

Οι άμεσες δαπάνες συντήρησης δεν είναι οι μόνες δαπάνες που πρέπει να ληφθούν υπόψη. Οι δαπάνες αυτές αποτελούν μόνο το ένα μέρος του συνόλου, ενώ το άλλο είναι έμμεσο κόστος συντήρησης, το οποίο περιλαμβάνει το κόστος ορισμένων άλλων εργασιών. Το πλήρωμα εκτελεί πάντα συντήρηση, και αυτό δείχνει ότι μέρος του χρόνου των χειριστών χρησιμοποιείται για τη συντήρηση. Δεδομένου ότι το προσωπικό επί του πλοίου αποτελεί μέρος της λειτουργίας συντήρησης και, ως εκ τούτου, θεωρείται μέρος του κόστους συντήρησης, τότε μέρος των εξόδων παροχής (αποθήκη) πρέπει να κατανέμεται στη συντήρηση[20]

Κεφάλαιο 4. Προληπτική Συντήρηση(preventive)

4.1. Τι είναι προληπτική συντήρηση; (Preventive Maintenance PM)

Μελετώντας την προληπτική συντήρηση, διαπιστώνεται ότι πρόκειται για την προγραμματισμένη συντήρηση των εγκαταστάσεων και του εξοπλισμού η οποία στοχεύει στην επιμήκυνση της διάρκειας ζωής του εξοπλισμού και στην αποφυγή οποιασδήποτε μη σχεδιασμένης δραστηριότητας συντήρησης. Συγκεκριμένα, η προληπτική συντήρηση (PM) αποτελείται από το βάψιμο, τη λίπανση, τον καθαρισμό, τη ρύθμιση και την αντικατάσταση τμημάτων του εξοπλισμού που έχουν φθαρεί, ώστε να επεκταθεί η διάρκεια ζωής του καθώς, επίσης, και όλων των εγκαταστάσεων. Επιπρόσθετα, αιώτερος στόχος της εφαρμογής της προληπτικής συντήρησης είναι η ελαχιστοποίηση των διακοπών παραγωγής ή χρήσης του εξοπλισμού μιας επιχείρησης (Break-Downs), καθώς, σε καμία περίπτωση, ο εξοπλισμός και οι εγκαταστάσεις δεν πρέπει να οδηγηθούν σε σημείο διακοπής των λειτουργιών τους. [21]

Το πρωταρχικό όφελος της προβλέψιμης συντήρησης για τα πλοία είναι η δυνατότητα προγραμματισμού της διορθωτικής συντήρησης πριν από τα σκάφη σε ανοιχτά νερά, όπου είναι πιο δύσκολο και δαπανηρό να πραγματοποιούνται επισκευές. Επειδή οι τεχνολογίες είναι σαν συστήματα παρακολούθησης που προειδοποιούν για επικείμενες αστοχίες, βοηθούν τους εργαζόμενους να προβλέψουν τον κύκλο συντήρησης εξοπλισμού ή μηχανημάτων. Τα πρόσθετα οφέλη περιλαμβάνουν [21] :

- Μειωμένο γενικό κόστος
- Εξοικονόμηση ενέργειας
- Συνολικές βελτιώσεις απόδοσης
- Μειωμένο κόστος συντήρησης και επισκευής
- Βελτιωμένη παραγωγικότητα
- Λιγότερες αστοχίες στοιχείων

Ενώ η προληπτική συντήρηση είναι ζωτικής σημασίας και ορισμένα ατυχήματα είναι αναπόφευκτα, η προληπτική συντήρηση γεμίζει τα κενά που αφήνει η προληπτική

συντήρηση. Η προληπτική συντήρηση πραγματοποιείται μόνο σύμφωνα με το πρόγραμμα ενός προγράμματος. Οι τεχνολογίες πρόβλεψης συντήρησης παρακολουθούν τον εν λειτουργία εξοπλισμό, τον οποίο οι εργαζόμενοι δεν μπορούν να κάνουν όλη την ημέρα, και ενημερώνουν τα μέλη του πληρώματος τότε ένα στοιχείο χρειάζεται προσοχή πριν αποτύχει.

Η Προστατευτική επίστρωση μη καταστρεπτική δοκιμή, ή PC / NDT, είναι ένα προγνωστικό εργαλείο συντήρησης που χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση του συστήματος ζωγραφικής ενός πλοίου. Σε γενικές γραμμές, χρησιμοποιεί ένα ειδικό μαύρο φως που ανιχνεύει σωματίδια που προστίθενται σε χρώματα ή επιχρίσματα που παράγουν μια βελτιωμένη οπτική υπογραφή. Τα αποτελέσματα της δοκιμής βοηθούν τα μέλη του πληρώματος να καθορίσουν τον καλύτερο χρόνο για να προγραμματίσετε τη συντήρηση και τις επισκευές που σχετίζονται με το χρώμα πριν αποτύχει μια επίστρωση και συμβεί μη αναστρέψιμη διάβρωση. Η χρήση PC / NDT μειώνει επίσης τον αριθμό των εργασιών επίστρωσης και τα υλικά που απαιτούνται κατά τη διάρκεια ζωής του πλοίου [21].

Ενώ οι διαβρωμένοι ιστότοποι αντιπροσωπεύουν μόνο ένα μικρό ποσοστό της συνολικής επιφάνειας του πλοίου, αποτελούν τη μεγαλύτερη αιτία πρόωρων αστοχιών επίστρωσης. Η προετοιμασία της επιφάνειας είναι το θεμέλιο για ένα πρόγραμμα πρόβλεψης συντήρησης PC / NDT. Τα πληρώματα μπορούν να επιτύχουν τις ιδανικές συνθήκες με τη χρήση θαλάσσιων προσωρινών κλιματικών λύσεων που βοηθούν στην προστασία του γυμνού υποστρώματος από τη διάβρωση και τις μολυσματικές ουσίες κάτω από τη μεμβράνη πριν από τις εργασίες επαναβαφής. Τα ίδια συστήματα ελέγχου του κλίματος θα δημιουργήσουν επίσης συνθήκες που διασφαλίζουν ότι κάθε προστατευτική επίστρωση στεγνώνει και ωριμάζει σωστά, ανεξάρτητα από τον καιρό έξω.

Η πρόβλεψη συντήρησης δίνει το χρόνο για τον αποτελεσματικό προγραμματισμό εργασιών συντήρησης, μειώνοντας παράλληλα το υψηλό κόστος που σχετίζεται με τυχαίες αστοχίες σε ένα πλοίο.

4.2. Προληπτικό πρόγραμμα συντήρησης

Κάθε προληπτικό πρόγραμμα συντήρησης οφείλει να διαθέτει:

- ☒ Μη καταστρεπτικές δοκιμές
- ☒ Επιθεωρήσεις σε τακτά χρονικά διαστήματα
- ☒ Προσχεδιασμένες δραστηριότητες συντήρησης
- ☒ Συντήρηση με στόχο τη διόρθωση του μη επαρκή εξοπλισμού ή των εγκαταστάσεων που εντοπίζονται μέσω της δοκιμής ή των επιθεωρήσεων.

Είναι γεγονός, πως το ποσό προληπτικής συντήρησης που είναι απαραίτητο σε μια διεργασία ή παραγωγική διαδικασία διαφοροποιείται σε μεγάλο βαθμό. Αυτό δύναται να κυμανθεί από ένα ταχύ έλεγχο μέσω της επιθεώρησης των εγκαταστάσεων και του εξοπλισμού, καταγράφοντας κάθε ανεπάρκεια για την πιο πρόσφατη διόρθωση, έως την επίβλεψη των υπολογιστών που προκαλούν πραγματική διακοπή στον εξοπλισμό ύστερα από το πέρας ορισμένων ωρών ή ορισμένων παραχθειςών μονάδων κ.λπ. Συγκεκριμένα, για να καθιερωθεί ένα πρόγραμμα προληπτικής συντήρησης απαιτείται η ύπαρξη πολλών λόγων. Στη συνέχεια, παρουσιάζονται μόνο ορισμένοι από αυτούς. Αν έστω και ένας από τους παρακάτω λόγους είναι παρών, είναι πιθανό να απαιτείται ένα πρόγραμμα προληπτικής συντήρησης. [20]

4.3. Λόγοι για προληπτική συντήρηση

- ☒ Υψηλή αυτοματοποίηση
- ☒ Έλλειμμα για την επιχείρηση εξαιτίας των καθυστερήσεων παραγωγής
- ☒ Ελάττωση των ασφαλιστικών παροχών για τον εξοπλισμό ή εγκατάσταση
- ☒ Παραγωγή μιας ανώτερης ποιότητας προϊόντος
- ☒ Εφαρμογή Just -in-Time στην παραγωγή
- ☒ Μείωση του πλεονασμού του εξοπλισμού
- ☒ Ελάττωση της ενεργειακής κατανάλωσης
- ☒ Ανάγκη για την ύπαρξη ενός οργανωμένου, προγραμματισμένου περιβάλλοντος.

Τον σπουδαιότερο λόγο που οδηγεί στην εφαρμογή ενός προγράμματος προληπτικής συντήρησης αποτελούν οι μειωμένες δαπάνες, όπως αυτό διαφαίνεται παρακάτω, μέσα από τους ακόλουθους λόγους: [20]

- ☐ Μειωμένος χρόνος διακοπής παραγωγής, έχοντας, με τη σειρά του, ως αποτέλεσμα μειωμένες διακοπές μηχανών (Break-Downs)
- ☐ Βελτιωμένη συντήρηση των τμημάτων του εξοπλισμού και αυξανόμενη υπολογιζόμενη διάρκεια ζωής τους, αποτρέποντας, έτσι, την πρόωρη αντικατάσταση των μηχανημάτων και του εξοπλισμού
- ☐ Μειωμένες δαπάνες υπερωριών και οικονομικότερη χρήση των εργαζομένων συντήρησης, καθώς θα εργάζονται υπό προγραμματισμένη βάση εργασίας και όχι σε περιπτώσεις ανάγκης, π.χ. όταν παρουσιάζονται βλάβες (TroubleCalls)
- ☐ Οι έγκαιρες, προγραμματισμένες επισκευές οδηγούν στη μείωση μεγάλων κλιμάκων και κοστοβόρων επισκευών
- ☐ Μειωμένο κόστος των επισκευών εξαιτίας της ελάττωσης των αποτυχιών των επιμέρους εξαρτημάτων του μηχανικού εξοπλισμού. Κάθε φορά που μέρη του εξοπλισμού αποτυγχάνουν, κατά τη διάρκεια λειτουργίας τους, προκαλούν, συνήθως, βλάβες και σε άλλα μέρη
- ☐ Μειωμένα απορρίμματα και απορρίμματα προϊόντων χάρις στη γενική βελτιωμένη κατάσταση του εξοπλισμού
- ☐ Προσδιορισμός του εξοπλισμού με εξαιρετικά υψηλές δαπάνες συντήρησης, εκπαίδευση των χειριστών, καθώς και αλλαγή κάθε παρωχημένου εξοπλισμού
- ☐ Καλύτεροι όροι ασφαλείας και ποιότητας.

Σε περίπτωση που δεν δύναται να αποδειχθεί μέσω υπολογισμών ότι ένα προληπτικό πρόγραμμα συντήρησης θα οδηγήσει σε μείωση δαπανών, δεν υπάρχει κανένας ισχυρός λόγος για να εφαρμοστεί ένα PreventiveMaintenance πρόγραμμα, παρά μόνο η ασφάλεια.

4.4. Πλεονεκτήματα Προληπτικής Συντήρησης

Πολλά είναι τα πλεονεκτήματα που εξάγονται έπειτα από ένα καλό προληπτικό πρόγραμμα συντήρησης. Τα πλεονεκτήματα αυτά ισχύουν για κάθε είδος και μέγεθος

των εγκαταστάσεων. Συγκεκριμένα, όσο πιο υψηλή είναι η αξία του εξοπλισμού των εγκαταστάσεων ανά τετραγωνικό μέτρο, τόσο πιο μεγάλη θα είναι και η επιστροφή σε αξία από ένα πρόγραμμα προληπτικής συντήρησης. Για παράδειγμα, ο χρόνος διακοπής σε μια αυτοκινητική γραμμή παραγωγής ενδέχεται να έχει κόστος έως και 10.000 δολάρια ανά λεπτό. Τονίζοντας αυτό το χαμένο χρόνο παραγωγής μία μεγάλη αυτοκινητοβιομηχανία παρουσίασε πως η υιοθέτηση ενός προγράμματος προληπτικής συντήρησης σε 16 δικές της εγκαταστάσεις συναρμολογήσεων οδήγησε σε μείωση του χρόνου διακοπής από 300 ώρες ετησίως σε 25 ώρες ετησίως. Έτσι, με τέτοια συγκλονιστικά αποτελέσματα, κανένα ορθά οργανωμένο εργοστάσιο, μονάδα παραγωγής ή και, γενικά, εξοπλισμός σημαντικής αξίας δεν θα πρέπει να αρνείται την εφαρμογή προληπτικής συντήρησης. [21]

4.5. Μειονεκτήματα Προληπτικής Συντήρησης

Όπως έχει ήδη, αρχικά, αναφερθεί, η προληπτική συντήρηση εμπεριέχει παράγοντες κινδύνου. Ο κίνδυνος σχετίζεται ξεκάθαρα με τη δημιουργία ελαττωμάτων των ποικίλων τύπων εξοπλισμού ή εγκαταστάσεων, επιτυγχάνοντας, έτσι, τον στόχο της προληπτικής συντήρησης. Συνεπώς, τα ανθρώπινα λάθη που παρουσιάζονται κατά τη διάρκεια που επιτελείται η προληπτική συντήρηση, καθώς και η "παιδική θνησιμότητα" (infantmortality) των πρόσφατα εγκατεστημένων ή επανεγκατεστημένων εξοπλισμών προξενούν, τελικά, επιπλέον αποτυχίες του εξοπλισμού στον οποίο εφαρμόστηκε η προληπτική συντήρηση. Συνήθως, αυτές οι αποτυχίες κάνουν την εμφάνισή τους αμέσως σχεδόν αφού ολοκληρωθεί ένα πρόγραμμα συντήρησης. Συγκεκριμένα, τα παρακάτω λάθη ή ζημιές παρουσιάζονται κατά τη διάρκεια εκτέλεσης των διαδικασιών της προληπτικής συντήρησης και άλλων τύπων διακοπών λειτουργίας του εξοπλισμού για συντήρηση:

- Βλάβη σε ένα παρακείμενο εξοπλισμό κατά τη διάρκεια εκτέλεσης της προληπτικής συντήρησης
- Βλάβη στον εξοπλισμό στον οποίο εφαρμόζεται η προληπτική συντήρηση και δύναται να περιλαμβάνει τα εξής:
 - Ζημιά κατά τη διάρκεια μιας επιθεώρησης, μια επισκευής, μιας ρύθμισης ή μιας εγκατάστασης ενός μέρους αντικατάστασης, π.χ.

εγκατάσταση του υλικού που είναι ελαττωματικό, τοποθετώντας με ανακριβή τρόπο ένα μέρος αντικατάστασης

- Εισάγοντας ξανά την "παιδική θνησιμότητα" (infantmortality)¹ με την εγκατάσταση των νέων μερών ή των υλικών
- Ζημιά εξαιτίας λάθους στην επανατοποθέτηση του εξοπλισμού στην αρχική του θέση.

Εξαιρετικά άσχημο, για αυτά τα είδη λαθών σε συντήρηση, αποτελεί το γεγονός ότι σχεδόν πάντα δεν γίνονται αντιληπτά - μέχρι τη στιγμή που προξενούν ένα μη σχεδιασμένο κλείσιμο (Shut-Down) του εξοπλισμού. [21]

4.6. Εκτέλεση ενός προγράμματος προληπτικής συντήρησης

Το κλειδί της επιτυχίας για την ορθή εφαρμογή ενός προληπτικού προγράμματος συντήρησης (PM) βρίσκεται στον σχεδιασμό και στην εκτέλεσή του. Χαρακτηριστικά, απαιτείται η αυτοματοποίηση του σχεδίου στη μεγαλύτερη δυνατή έκτασή του. Σαφέστατα, είναι άκρως σημαντικό να δοθεί προτεραιότητα στην εκτέλεση ενός επιτυχημένου ολιστικού ελέγχου του προγράμματος της προληπτικής συντήρησης που εφαρμόζεται. Ο συγκεκριμένος έλεγχος πραγματοποιείται ή από κάποιο εξειδικευμένο software ή από έναν άκρως αξιόπιστο ειδικό, ώστε και το πρόγραμμα συντήρησης, με τη σειρά του, να είναι πλήρως αξιόπιστο. [21]

Συγκεκριμένα, η παραδοσιακή προληπτική συντήρηση στηρίχθηκε στην έννοια της καμπύλης μπανιερών (BathtubCurve). Αναλυτικότερα, τα νέα μέρη διήλθαν μέσα από τρία στάδια. Το πρώτο στάδιο ονομάζεται "στάδιο θνησιμότητας νηπίων" (infant-mortalitystage), το δεύτερο αποτελεί το "αρκετά μακροχρόνιο στάδιο της κανονικής λειτουργίας" (longrunstage) και το τρίτο και τελευταίο ονομάζεται το "στάδιο της παρακμής μετά από πολλές ώρες λειτουργίας" (wearoutstage). Η έννοια της προληπτικής συντήρησης επρόκειτο να προβεί σε αντικατάσταση αυτών των μερών πριν να πραγματοποιηθεί η εισαγωγή τους στην τελευταία φάση της παρακμής τους. Όμως, έχοντας ως στόχο να πλησιάσουν όσο το δυνατόν περισσότερο μεταξύ τους οι

¹"παιδική θνησιμότητα": Πρόκειται για την περίπτωση που παρουσιάζεται μία βλάβη σε εξοπλισμό, όταν αυτός είναι καινούριος ή όταν αυτός βρίσκεται σε διαδικασία ξεσυναρμολόγησης για λόγους συντήρησης. Στο ακόλουθο διάγραμμα διαφαίνεται το ρίσκο για εμφάνιση βλάβης στον εξοπλισμό μας κάθε φορά που πραγματοποιείται προληπτική συντήρηση.

δύο όροι, η αξιοπιστία και η συντήρηση, κατά την προσπάθεια αυτή πραγματοποιήθηκε μια έρευνα με τις ενωμένες αερογραμμές Αμερικής και το υπόλοιπο της βιομηχανίας αεροσκαφών η οποία ανέδειξε πως ελάχιστα μη-δομικά μέρη των αεροπλάνων διαθέτουν τα χαρακτηριστικά καμπύλων μπανιερών. [21]

Η παραπάνω έρευνα κατέδειξε ότι μόνο περίπου 11% των μηχανικών μερών διαθέτουν χαρακτηριστικά του σταδίου της παρακμής ενώ 72% των μερών διαθέτουν χαρακτηριστικά του πρώτου σταδίου της θνησιμότητας των νηπίων. Τα ίδια ακριβώς χαρακτηριστικά έχουν, επίσης, επιβεβαιωθεί μέσα από έρευνα του τμήματος αμυντικών συστημάτων καθώς και των συστημάτων εγκαταστάσεων παραγωγής ενέργειας και, γενικά, πιθανολογείται ότι ισχύουν σε παγκόσμιο επίπεδο. Συνεπώς, απαιτείται να προσμετρηθούν κατά τη διαμόρφωση της προληπτικής συντήρησης στον βιομηχανικό εξοπλισμό προκειμένου να υπάρξει ένα επιτυχημένο πρόγραμμα προληπτικής συντήρησης. Έτσι, η προληπτική συντήρηση πρέπει να επικεντρωθεί στον καθαρισμό, τη λίπανση και τις ευκαιριακές επιδιορθώσεις στα σφάλματα του εξοπλισμού που παρατηρούνται κατά τη διάρκεια της δοκιμής και των επιθεωρήσεων. Στις περιπτώσεις που υπάρχει ανάγκη ρύθμισης ή αντικατάστασης μερών του εξοπλισμού, αυτή πρέπει να πραγματοποιείται από άκρως εκπαιδευμένους και ειδικά καταρτισμένους επαγγελματίες. [21]

Η προκαθορισμένη αντικατάσταση μερών πρέπει να πραγματοποιείται σε ελάχιστο βαθμό και μόνο όταν τα στατιστικά στοιχεία αποδεικνύουν πως το μέρος του εξοπλισμού που επιθεωρείται ή διορθώνεται έχει φτάσει στο στάδιο της παρακμής του (wear-outstage). Καθώς υπολείπονται στοιχεία ώστε να υπολογιστεί ο χρόνος κατά τον οποίο θα πρέπει να γίνει η αντικατάσταση των τμημάτων του εξοπλισμού, θα ήταν εξαιρετικά βοηθητική η ύπαρξη ενός προγράμματος (software) καθορισμού της ηλικίας ή η συλλογή στοιχείων για τη στατιστική ανάλυση καθορισμού του πότε θα πρέπει να ξεκινήσει η αντικατάσταση των μερών του εξοπλισμού. Παραδείγματος χάριν, ένας τρόπος, ο οποίος προέρχεται από τους Ιάπωνες, είναι το κόκκινο μαρκάρισμα των σημείων που πρέπει να λιπανθούν με φωτεινούς κόκκινους κύκλους, ώστε να εξασφαλιστεί πως οι στόχοι λίπανσης έχουν, τελικά, λιπανθεί. Επίσης, ο καθαρισμός του μηχανικού εξοπλισμού απαιτείται να πραγματοποιείται σε τακτά χρονικά διαστήματα, ώστε να απομακρύνονται υπολείμματα σκόνης, ρύπη και συσσωρευμένη βρωμιά, καθώς όλα τα παραπάνω καλύπτουν τις ατέλειες και δύναται

να προκαλέσουν μη σχεδιασμένες διακοπές λειτουργίας του εξοπλισμού (Shut-Downs). [21]

4.7. Προληπτική συντήρηση με κίνητρο για το προσωπικό

Ένα πρόγραμμα ποιοτικής προληπτικής συντήρησης πρέπει να διαθέτει ένα εξαιρετικά παρακινημένο προσωπικό συντήρησης. Οι παρακάτω δραστηριότητες που προτείνονται μπορούν να προσφέρουν κατάλληλο κίνητρο προς το προσωπικό: [21]

√ Αναγνώριση της επιθεώρησης του εξοπλισμού και της προληπτικής συντήρησης ως ένα πλήρως αναγνωρισμένο, σπουδαίο μέρος του γενικού προγράμματος συντήρησης

√ Πρόσληψη των ικανών, αρμοδίων ατόμων στο προληπτικό πρόγραμμα συντήρησης

√ Προσφορά κατάλληλης εκπαίδευσης με στόχο την κατάρτιση στις πρακτικές συντήρησης ακριβείας και στις ορθές τεχνικές και διαδικασίες για την προληπτική συντήρηση στον συγκεκριμένο εξοπλισμό

√ Απαιτήσεις υψηλών προδιαγραφών πάνω σε κάθε θέμα που σχετίζεται με τη συντήρηση

√ Γνωστοποίηση των μειωμένων δαπανών με τις βελτιωμένες πάνω-στον-χρόνο έγκαιρες μισθοδοσίες, που αποτελούν το επακόλουθο της αποτελεσματικής προληπτικής συντήρησης.

Επιπρόσθετα, πέρα από την επεξήγηση της τεράστιας σημασίας ενός σωστού προληπτικού προγράμματος συντήρησης και των οφελών που δύναται να προέρχονται από αυτό, η κατάρτιση αποτελεί, πιθανότερα, το πιο αποτελεσματικό κινητήριο εργαλείο το οποίο είναι διαθέσιμο στον επόπτη συντήρησης. Εκτιμάται, ύστερα από υπολογισμούς, ότι μια επιχείρηση απαιτείται να δαπανήσει \$1.200 ετησίως με σκοπό την κατάρτιση των εποπτών και \$1.000 ετησίως για κάθε εξειδικευμένο συντηρητή της. Στην πραγματικότητα, εξαιτίας του εξαιρετικά γοργού ρυθμού ανάπτυξης της τεχνολογίας και των επιτευγμάτων της, στην περίπτωση που η επιχείρηση δεν έχει προσφέρει οποιαδήποτε κατάρτιση στους τεχνίτες της, κατά τη διάρκεια των τελευταίων 18 μηνών, οι δεξιότητες που αυτοί κατέχουν θεωρούνται παρωχημένες.

Έχοντας τη βάση της στην αξιοπιστία, η συντήρηση που ακολουθείται τα τελευταία έτη έχει προξενήσει ριζικές αλλαγές στον τρόπο με τον οποίο προσεγγίζουμε τον όρο προληπτική συντήρηση (PM), οδηγώντας στο σημείο κάποιους να αμφιβάλλουν αν είναι ακόμη απαραίτητο να πραγματοποιείται η προληπτική συντήρηση. Είναι γεγονός πως πλήθος εγκαταστάσεων κατασκευής και παραγωγής θα επωφελούνταν από ένα ορθό προληπτικό πρόγραμμα συντήρησης και, μάλιστα, αυτό θα ήταν πολύ ευεργετικό κυρίως για εκείνες τις εγκαταστάσεις που στηρίζονται στη μη διακοπή της παραγωγής τους, παρά μόνο σε περίπτωση συντήρησης. Σαφέστατα, όμως, ένα προληπτικό πρόγραμμα συντήρησης μπορεί να είναι και επικίνδυνο και για αυτό το λόγο απαιτείται η κατάλληλη εκτέλεσή του ώστε να είναι αποτελεσματικό. Παρακάτω, επιδιώκεται η εξέταση των οφελών αλλά και των κινδύνων της προληπτικής συντήρησης και εκτιμάται πως μπορεί η προληπτική συντήρηση να καταστήσει επιτυχές ένα γενικό πρόγραμμα συντήρησης, αρχίζοντας με έναν ορισμό της προληπτικής συντήρησης. [21]

Στην πραγματικότητα, είναι εφικτή η ύπαρξη ενός επιτυχημένου προγράμματος προληπτικής συντήρησης. Από την άποψη της μείωσης των δαπανών είναι κάτι άκρως ουσιαστικό, αλλά αυτό εμπεριέχει, ταυτόχρονα, και πολλούς κινδύνους. Όμως, όταν δίνεται η κατάλληλη προσοχή, οι κίνδυνοι αυτοί μπορούν να μειωθούν. Με στόχο την ελαχιστοποίηση του κινδύνου, η προληπτική συντήρηση οφείλει να προγραμματιστεί με τεράστια προσοχή και να πραγματοποιηθεί από ορθά καταρτισμένους και με υψηλό κίνητρο εργαζομένους. Τα σημαντικότερα οφέλη ενός προγράμματος προληπτικής συντήρησης πηγάζουν μέσω του βανίματος, της λίπανσης, του καθαρισμού και της ρύθμισης, καθώς και της δευτερεύουσας συστατικής αντικατάστασης, τα οποία αν συνδυαστούν όλα μαζί επεκτείνουν τη διάρκεια ζωής του εξοπλισμού και των εγκαταστάσεων. [21]

Κεφάλαιο 5. Προγνωστική συντήρηση(predictive)

5.1. Τι είναι η προγνωστική συντήρηση

Η πρόοδος στις τεχνολογίες, όπως τα συστήματα διαχείρισης συντήρησης και το Διαδίκτυο των πραγμάτων (IoT), βοήθησε τις επιχειρήσεις να εφαρμόσουν σχέδια συντήρησης για να εξασφαλίσουν αυξημένη αξιοπιστία και διαθεσιμότητα εξοπλισμού. Είτε πρόκειται για αντιδραστική, προληπτική ή προγνωστική συντήρηση. Το τελευταίο είναι ένα πολύ περιζήτητο πρόγραμμα συντήρησης με προβλεπόμενο μερίδιο αγοράς 6,3 δισεκατομμυρίων έως το 2022 .

Μέσω της παρακολούθησης βάσει συνθηκών και της εξελιγμένης μηχανικής μάθησης, η προγνωστική συντήρηση παρέχει μια ποικιλία πλεονεκτημάτων για όλες τις βιομηχανίες και τους οργανισμούς. Από τη μείωση του μη προγραμματισμένου χρόνου διακοπής έως την παράταση του προσδόκιμου ζωής των κρίσιμων αποστολών στοιχείων. Σε αυτό το άρθρο, θα καλύψουμε όλα όσα πρέπει να γνωρίζουμε σχετικά με την προγνωστική συντήρηση. [19]

Η Προγνωστική Συντήρηση είναι μια μορφή συντήρησης που παρακολουθεί και παρακολουθεί την κατάσταση και την απόδοση του εξοπλισμού κατά τη διάρκεια της κανονικής λειτουργίας. Με αυτόν τον τρόπο, οι υπεύθυνοι συντήρησης και οι τεχνικοί μπορούν να εντοπίσουν πιθανά ελαττώματα και να τα διορθώσουν. Αυτό οδηγεί σε μειωμένη πιθανότητα αστοχίας του εξοπλισμού, οδηγώντας σε μη προγραμματισμένο χρόνο διακοπής λειτουργίας. Στην πραγματικότητα, το 91% των κατασκευαστών που ανέπτυξαν ένα πρόγραμμα πρόβλεψης συντήρησης είδαν μείωση του χρόνου επισκευής. Επίσης, αύξηση κατά 9% στον χρόνο λειτουργίας του εξοπλισμού και παράταση κατά 20% στον κύκλο ζωής των στοιχείων γήρανσης.

Παρόμοια με την προληπτική συντήρηση η προγνωστική συντήρηση είναι μια προληπτική στρατηγική που στοχεύει στην εξάλειψη των καταστροφών των περιουσιακών στοιχείων. Όμως, σε αντίθεση με την προληπτική συντήρηση, η PdM προσπαθεί να προβλέψει πότε ο εξοπλισμός ενδέχεται να αποτύχει με τη χρήση συσκευών και αισθητήρων IoT. Αυτό επιτρέπει στη συχνότητα συντήρησης να είναι

όσο το δυνατόν χαμηλότερη για να αποφευχθεί μια δαπανηρή αντιδραστική στρατηγική.

Όπως και οι περισσότερες προληπτικές προσεγγίσεις συντήρησης, η προγνωστική συντήρηση παρέχει τα εργαλεία για:

- μη προγραμματισμένο χρόνο διακοπής του εξοπλισμού που είναι κρίσιμο για την παραγωγή
- το χρόνο και τα χρήματα που δαπανώνται για επισκευές και συντήρηση
- τα περιουσιακά στοιχεία είναι διαθέσιμα ανά πάσα στιγμή και σε βέλτιστη κατάσταση λειτουργίας
- το προσδόκιμο ζωής των περιουσιακών στοιχείων για να μειώσετε τα υψηλά ποσοστά κύκλου εργασιών που μπορεί να είναι δαπανηρά για την κατώτατη γραμμή μιας επιχείρησης[20].

5.2. Πώς λειτουργεί η προγνωστική συντήρηση

Η προγνωστική συντήρηση χρησιμοποιεί παρακολούθηση βάσει συνθηκών για να παρακολουθεί συνεχώς την απόδοση ενός περιουσιακού στοιχείου σε πραγματικό χρόνο, ενώ βρίσκεται σε λειτουργία. Η προγνωστική συντήρηση μπορεί να αναπτυχθεί για την παρακολούθηση των περισσότερων περιουσιακών στοιχείων, από μεγάλες επιτόπιες υποδομές έως εξοπλισμό και μηχανήματα. Για την αποτελεσματική συλλογή των σωστών δεδομένων, τα προγνωστικά προγράμματα συντήρησης πρέπει να συνδυάζονται με τη σωστή τεχνολογία παρακολούθησης των συνθηκών. Συγκεκριμένα, ένα CMMS και πολλές συσκευές με δυνατότητα IoT.

Με πάνω από 10 δισεκατομμύρια συσκευές που αναμένεται να συνδεθούν μέχρι τα τέλη του 2020, το Διαδίκτυο των πραγμάτων (IoT) παίζει βασικό ρόλο στη διαδικασία διαμόρφωσης μιας αποτελεσματικής στρατηγικής πρόβλεψης συντήρησης. Με τη συλλογή των απαραίτητων δεδομένων από αισθητήρες παρακολούθησης συνθηκών, οι συσκευές IoT μπορούν να πάρουν αυτά τα δεδομένα και να τα συνδέσουν σε ένα σύστημα διαχείρισης συντήρησης. Από εκεί, τα δεδομένα αναλύονται συνεχώς, κοινοποιούνται και εκτελούνται μέσω τεχνολογίας μηχανικής μάθησης. Τελικά, η τεχνολογία Machine-to-Machine (M2M) στο επόμενο επίπεδο.

Οι πληροφορίες που συλλέγονται από αισθητήρες πρόβλεψης συντήρησης μπορεί να διαφέρουν ανάλογα με τον εξοπλισμό και τα μηχανήματά σας. Τα παραδείγματα περιλαμβάνουν:

➤ Υπέρυθρες εικόνες

Μέσω της χρήσης καμερών υπέρυθρων (IR), οι τεχνικοί μπορούν να ανιχνεύσουν υψηλές θερμοκρασίες (καυτά σημεία) για φθαρμένα εξαρτήματα όπως ηλεκτρική καλωδίωση.

➤ Ακουστική ανάλυση

Θεωρείται ως μια φθηνότερη εναλλακτική λύση στις υπερηχητικές εικόνες, η ακουστική ανάλυση βοηθά στον εντοπισμό διαρροών υγρού, αερίου και κενού.

➤ Ανάλυση δόνησης

Οι αισθητήρες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον προσδιορισμό αύξησης ή μείωσης της ταχύτητας δόνησης των βασικών εξαρτημάτων, όπως αντλιών και συμπιεστών.

➤ Ανάλυση λαδιού

Επιτρέπει στους μηχανικούς να ελέγχουν συνεχώς την κατάσταση του λιπαντικού λαδιού μιας μηχανής και να προσδιορίζουν εάν έχει παραβιαστεί από άλλα σωματίδια και μολυσματικούς παράγοντες.[19]

5.3. Ποια είναι η διαφορά μεταξύ προγνωστικής και προληπτικής συντήρησης;

Αν και τόσο οι προγνωστικές όσο και οι προληπτικές στρατηγικές συντήρησης εμπίπτουν στην ομπρέλα της προληπτικής συντήρησης, είναι δύο ξεχωριστές προσεγγίσεις που μπορούν να προσελκύσουν διαφορετικούς οργανισμούς και κλάδους.

Ενώ η προγνωστική συντήρηση βασίζεται σε PdM σε συνθήκες και επιδόσεις σε πραγματικό χρόνο, η προληπτική συντήρηση ακολουθεί μια προγραμματισμένη στρατηγική. Οι προγραμματιστές PM προγραμματίζουν τη συντήρηση με βάση

σκανδάλη, όπως η χρήση και ο χρόνος. Για παράδειγμα, ένα όχημα μπορεί να συντηρηθεί μόνο όταν φτάσει τα 10.000 μίλια. Αν και αυτή η προσέγγιση απαιτεί λιγότερη επένδυση κεφαλαίου από μια στρατηγική πρόβλεψης, η πραγματοποίηση επισκευών σε περιουσιακά στοιχεία είτε το χρειάζονται είτε όχι μπορεί να οδηγήσει σε κίνδυνο υπερβολικής προληπτικής συντήρησης[22].

Μέσω στρατηγικών βάσει σκανδάλης, η προληπτική συντήρηση επιτρέπει να προσδιοριστεί τον μέσο κύκλο ζωής κάθε περιουσιακού στοιχείου. Σε αντίθεση με την παρακολούθηση περιουσιακών στοιχείων με προκαθορισμένες συνθήκες και απόδοση σε πραγματικό χρόνο, όπως η προγνωστική συντήρηση. Ωστόσο, μια στρατηγική PdM θα απαιτήσει επίσης μια μεγάλη επένδυση σε ομάδες συντήρησης, εκπαίδευση και εξοπλισμό. Σε ένα σύστημα υπολογισμών με λογιστικό φύλλο (spreadsheet) δεν υπάρχει ποτέ περίπτωση να είναι εφικτή η μετατροπή των ωρών λειτουργίας ενός μηχανήματος σε ώρες λειτουργίας που απομένουν για να συντηρηθεί. Συνεπώς, οι ήδη τρέχουσες ώρες των δραστηριοτήτων και των μηχανημάτων που απαιτείται να ελεγχθούν θα πρέπει υποχρεωτικά να συγκριθούν με τις συνολικές ώρες επιτρεπόμενης συνεχόμενης λειτουργίας και να υπολογιστεί για πόσο χρόνο ακόμα δύναται να λειτουργήσουν πριν την προγραμματισμένη τους συντήρηση. Η παραπάνω διαδικασία θα έχει διάρκεια άλλη μία ώρα, αν συγκριθούν 48 μηχανήματα με τους τρέχοντες αριθμούς ωρών λειτουργίας με λογιστικό φύλλο (spreadsheet), όπως για παράδειγμα 1 κύρια μηχανή με 6 μονάδες κυλίνδρων και 3 βοηθητικές μηχανές. Παρόλα αυτά, στα σύγχρονα σκάφη ενδέχεται να υπάρχουν μηχανές με όργανα καταγραφής των ωρών λειτουργίας τους. Η σύγκριση 200 ή και περισσότερων μηχανημάτων επόμενων οφειλόμενων αριθμών ωρών λειτουργίας με τις εναπομείναντες ώρες που μπορούν να λειτουργήσουν στον υπολογισμό με λογιστικό φύλλο (spreadsheet) αποτελεί μια άσκηση που είναι δυνατό να διαρκέσει πολλές ώρες, εάν όχι και ημέρες, παραπάνω από τον χρόνο που θα ολοκληρωνόταν αν γινόταν αυτόματα από κάποιο πρόγραμμα. [19]

5.4. Πλεονεκτήματα προγνωστικής συντήρησης

Η διαδικασία αποτελεσματικής παρακολούθησης και βελτιστοποίησης της απόδοσης του εξοπλισμού είναι ζωτικής σημασίας για επιχειρήσεις που βασίζονται στα περιουσιακά τους στοιχεία για τη δημιουργία εσόδων. Με τη χρήση μιας λύσης

CMMS και διαφόρων συσκευών IoT, αυτό μπορεί να επιτευχθεί με μια προγνωστική στρατηγική συντήρησης. Τα πλεονεκτήματα της προβλέψιμης συντήρησης περιλαμβάνουν:

- Ελαχιστοποιεί το μη προγραμματισμένο χρόνο διακοπής των κρίσιμων αποστολών στοιχείων
- Μειώνει το χρόνο που απαιτείται για τη συντήρηση
- Αυξήστε το προσδόκιμο ζωής μηχανών και εξοπλισμού, σε ορισμένες περιπτώσεις κατά 20-40%
- Μειώνει τις βλάβες του μηχανήματος και τις απροσδόκητες βλάβες
- Ελαχιστοποιεί το κόστος που δαπανάται για εργασία, ανταλλακτικά και εξοπλισμό
- Μειώνει το απόθεμα ανταλλακτικών λόγω της αυξημένης διάρκειας ζωής των περιουσιακών στοιχείων
- Βελτιώνει την ασφάλεια σε όλους τους χώρους εργασίας για τεχνικούς και χειριστές [19]

5.5.Μειονεκτήματα προγνωστικής συντήρησης

Παρόλο που η προγνωστική συντήρηση επιτρέπει στους οργανισμούς που έχουν μεγάλη αξία να επιτύχουν αύξηση του χρόνου λειτουργίας των περιουσιακών στοιχείων και μείωση του κόστους συντήρησης, υπάρχουν ορισμένα μειονεκτήματα που μπορούν να αποτρέψουν τις επιχειρήσεις από αυτήν τη στρατηγική. Τα μειονεκτήματα της προβλέψιμης συντήρησης περιλαμβάνουν:

- Λεπτομερής και χρονοβόρος σχεδιασμός για να διασφαλιστεί ότι αυτή η προσέγγιση συντήρησης αναπτύσσεται σε κάθε εγκατάσταση και περιγράφει λεπτομερώς όλα τα περιουσιακά στοιχεία
- Αγορά του σωστού εξοπλισμού παρακολούθησης της κατάστασης που μπορεί να οδηγήσει σε υψηλό κόστος εκ των προτέρων
- Πρόσληψη ειδικευμένου προσωπικού ή κατάρτιση ομάδων συντήρησης που μπορεί να είναι ακριβό[18]

Κεφάλαιο 6. Συμπεράσματα και προοπτικές

Με βάση τη βιβλιογραφία, διαπιστώθηκε ότι η συντήρηση είναι πολύ σημαντική στα συστήματα πλοίων, δεν μπορεί να αγνοηθεί και ότι πρέπει να αντιμετωπιστεί με τον βέλτιστο τρόπο. Η προσέγγιση αυτή μπορεί να οδηγήσει σε σημαντικές εξοικονομήσεις και μπορεί να μειώσει τον κίνδυνο κατανομών. Επίσης, υπάρχουν πολλά άλλα οφέλη από τη διεξαγωγή της συντήρησης με τον βέλτιστο τρόπο, δηλαδή, η διαθεσιμότητα του συστήματος αυξάνεται, το επίπεδο ασφάλειας για τα άτομα που εμπλέκονται αυξάνεται, η αξιοπιστία του συστήματος αυξάνεται, η διάρκεια ζωής των συστημάτων αυξάνεται, και υψηλές τιμές στο τέλος του κύκλου ζωής διατηρούνται για τον εξοπλισμό, μηχανήματα και συστήματα.[20]

Παρατηρήθηκε ότι πολλοί ερευνητές χώρισαν τη συντήρηση σε τύπους ή κατηγορίες, οι οποίες βασίζονταν στο σύστημα ή τη λειτουργία της διαδικασίας. Η συντήρηση κατηγοριοποιήθηκε με βάση τη στρατηγική που χρησιμοποιήθηκε για το σχεδιασμό της συντήρησης· που είναι: προληπτική συντήρηση και προληπτική συντήρηση.

Μια άλλη κατηγορία ήταν η ταξινόμηση της συντήρησης που αντιπροσωπεύει την κατάσταση της διαδικασίας μετά τη συντήρηση. Η εφαρμογή της αξιοπιστίας και της συντήρησης κατηγοριοποιήθηκε επίσης, όπως το RCM και η TPM.

Όπως και σε άλλες βιομηχανίες, η συντήρηση των πλοίων είναι μία από τις σημαντικότερες πτυχές που πρέπει να δοθεί μεγαλύτερη προσοχή. Και, από τη βιβλιογραφία, είναι προφανές ότι η συντήρηση των πλοίων διαδραματίζει πολύ σημαντικό ρόλο στη ναυτιλιακή βιομηχανία και ότι η προγραμματισμένη συντήρηση μπορεί να μεγιστοποιήσει τα έσοδα των ναυτιλιακών εταιρειών, καθώς και την ασφάλεια του πλοίου, του πληρώματος του και του φορτίου του.[19]

Το κόστος της συντήρησης του πλοίου μπορεί να ποικίλλει ανάλογα με πολλούς παράγοντες που απαιτούν προσοχή προκειμένου να επιτευχθεί ένα βέλτιστο σχέδιο συντήρησης. Οι παράγοντες αυτοί μπορούν να έχουν άμεση ή έμμεση σχέση με το κόστος διατροφής. Επίσης, οι παράγοντες αυτοί μπορούν να ελεγχθούν σε κάποιο βαθμό, ή μπορεί να είναι ανεξέλεγκτες. Οι ελεγχόμενοι παράγοντες περιλαμβάνουν, τον καθορισμό του χρονοδιαγράμματος συντήρησης, την επιλογή κατάλληλης

στρατηγικής για τη συντήρηση, το σχεδιασμό του πλοίου με εξέταση του σχεδιασμού συντήρησης από το στάδιο της κατασκευής, την επιλογή του προσωπικού του πλοίου και την επιλογή του ναυπηγείου όπου το πλοίο θα είναι ξηρό ελλιμενισμένο.

Ως εκ τούτου, η συντήρηση των πλοίων θα πρέπει πάντα να λαμβάνεται υπόψη στα αρχικά στάδια από την κατασκευή πλοίων, να έχει υψηλή προτεραιότητα στη λήψη αποφάσεων από τις ναυτιλιακές εταιρείες και να μελετάται πάντα προσεκτικά.

Επομένως, η λήψη αποφάσεων σχετικά με τη συντήρηση είναι ένα δύσκολο έργο, διότι η διαδικασία συντήρησης των πλοίων είναι πολύ περίπλοκη. Ως εκ τούτου, η μέτρηση της απόδοσης συντήρησης είναι απαραίτητη για τον έλεγχο και την παρακολούθηση της διαδικασίας συντήρησης.[19]

Η μέτρηση της απόδοσης συντήρησης σε οποιονδήποτε οργανισμό μπορεί να βοηθήσει στη σχεδίαση του χάρτη της προόδου της συντήρησης στον οργανισμό, και αυτό μπορεί να βοηθήσει τη διαδικασία λήψης αποφάσεων. Μπορεί να βοηθήσει τον υπεύθυνο λήψης αποφάσεων να λάβει τις κατάλληλες αποφάσεις σχετικά με τον προγραμματισμό της συντήρησης του στόλου.

Ως εκ τούτου, η επιλογή δεικτών επιδόσεων (PI) ή βασικών δεικτών επιδόσεων (KPI) για οποιονδήποτε κλάδο είναι η κύρια συμβολή της μέτρησης των επιδόσεων συντήρησης.

Ως εκ τούτου, στόχος της παρούσας διατριβής είναι να παράσχει ένα εργαλείο για να βοηθήσει τη διαδικασία λήψης αποφάσεων για τη μέτρηση των επιδόσεων συντήρησης στους οργανισμούς θαλάσσιων μεταφορών. Αυτό είναι σημαντικό, διότι έχει γίνει μικρή δουλειά για τη μέτρηση της απόδοσης συντήρησης στη ναυτιλιακή βιομηχανία.

Η ανάπτυξη ενός εργαλείου μέτρησης των επιδόσεων συντήρησης για τα πλοία σε έναν ναυτιλιακό οργανισμό ήταν ένας από τους κύριους στόχους αυτής της έρευνας. Και αυτό ικανοποιήθηκε μέσω της ανάπτυξης ενός κατάλληλου πλαισίου που μπορεί να βοηθήσει τους ναυτιλιακούς οργανισμούς να προγραμματίσουν τη συντήρησή τους με τον βέλτιστο τρόπο.

Έτσι, η μέθοδος επιλογής των κατάλληλων δεδομένων επιλέχθηκε με τη διεξαγωγή συνεντεύξεων με φορείς λήψης αποφάσεων από ναυτιλιακές εταιρείες που έχουν την

κατάλληλη εμπειρία. Οι συνεντεύξεις διεξήχθησαν με βασικό προσωπικό από τις ναυτιλιακές εταιρείες του Κουβέιτ, και τα αποτελέσματα, μαζί με την βιβλιογραφική ανασκόπηση, χρησιμοποιήθηκαν για να καθοριστεί το πλαίσιο για το σχεδιασμό συντήρησης.

Οι δείκτες μέτρησης των επιδόσεων συντήρησης για τους επιλεγμένους θαλάσσιους οργανισμούς δείχνουν ότι έχουν σημειώσει κατά μέσο όρο 67% έως 82%. Αυτό μπορεί να δείχνει ότι είναι σχεδόν εξίσου σημαντικοί δείκτες, και ως εκ τούτου η μελέτη τους έχει εξετάσει όλους εξίσου.

Το αναπτυγμένο πλαίσιο βασίστηκε σε 10 κριτήρια με τους σχετικούς δείκτες· τα κριτήρια είναι η στρατηγική συντήρησης, ο ξηρός προγραμματισμός ελλειμνισμού, ο προϋπολογισμός και το κόστος, ο εξοπλισμός των πλοίων, η ικανοποίηση των πελατών, η ικανοποίηση των εργαζομένων, η υγεία, η ασφάλεια και το περιβάλλον, η μάθηση και η ανάπτυξη, οι απαιτήσεις ταξινόμησης, καθώς και η λειτουργία και η ζήτηση των πλοίων. Όλα τα κριτήρια μετρήθηκαν ισότιμα, διότι όλα έχουν σχεδόν ίση επίδραση στη συνολική απόδοση συντήρησης του θαλάσσιου οργανισμού.[20]

Οι δείκτες προσδιορίστηκαν για τέσσερα ιεραρχικά επίπεδα του οργανισμού θαλάσσιας ναυτιλίας. Τα 10 κριτήρια εφαρμόστηκαν στο πλαίσιο για να αλληλοσυμπληρώνονται, παράλληλα μεταξύ τους, και στο σύνολό τους· που μπορεί να βοηθήσει να καταλάβει πώς οι διάφορες πτυχές των μετρήσεων απόδοσης συντήρησης είναι αλληλένδετες. Επιπλέον, το πλαίσιο δημιουργήθηκε για να συνδέσει τη στρατηγική του οργανισμού με τη συνολική αποτελεσματικότητα της συντήρησης.[19]

Ο προγραμματισμός ξηρής σύνδεσης ήταν ένα κριτήριο του πλαισίου μέτρησης επιδόσεων συντήρησης πλοίων (SMPM) και, ως εκ τούτου, ο προγραμματισμός επιλύθηκε ως παράδειγμα με τη χρήση μιας προσέγγισης μεθοδολογίας προγραμματισμού ακεραίων.

Η επιλογή της μεθοδολογίας προγραμματισμού ακεραίων βασίστηκε σε δεδομένα που επιλέχθηκαν από τη ναυτιλιακή βιομηχανία. Η μεθοδολογία αυτή έδειξε ότι ήταν μια χρήσιμη προσέγγιση για τον προγραμματισμό των εργασιών συντήρησης ξηρής σύνδεσης.

Ως αποτέλεσμα, όταν το μοντέλο επικυρώνεται με δεδομένα από την ΚΟΤC, η παραγωγή του μοντέλου έχει μεγιστοποιήσει τη διαθεσιμότητα των πλοίων. Έδειξε ότι κάθε πλοίο έχει προγραμματιστεί για συντήρηση ξηρού ελλιμενισμού μία φορά κάθε πέντε χρόνια. Ο μέγιστος αριθμός πλοίων που μπορούν να πραγματοποιήσουν συντήρηση ξηρού ελλιμενισμού ταυτόχρονα είναι δύο, που είναι μόνο το 8% του συνολικού στόλου, γεγονός που αφήνει το 92% του στόλου είναι διαθέσιμο και έτοιμο για πτητικές λειτουργίες.[21]

αξία του προγραμματισμού είναι εμφανής σε σχεδόν κάθε κλάδο, και ιδίως όσον αφορά τη συντήρηση, ο σωστός προγραμματισμός των εργασιών συντήρησης μπορεί να είναι κρίσιμος για τη συνολική επιτυχία μιας εταιρείας. Ο χρόνος και η προσπάθεια που αφιερώνονται προσδιορίζοντας ποιες εργασίες συντήρησης πρέπει να ολοκληρωθούν, πώς θα γίνουν και ποιοι πόροι θα απαιτηθούν για την εκτέλεση τους πληρώνει μερίσματα μέσω της βελτιωμένης χρήσης του εξοπλισμού και του μειωμένου κόστους συντήρησης. Αυτή είναι η βασική αρχή πίσω από την προγραμματισμένη συντήρηση.

Αν και η προγραμματισμένη συντήρηση συχνά συγχέεται με την προγραμματισμένη συντήρηση, είναι στην πραγματικότητα ανεξάρτητες δραστηριότητες που μπορούν να υλοποιηθούν μαζί ως μέρος ενός ισχυρού συνολικού προγράμματος συντήρησης. Η προγραμματισμένη συντήρηση μπορεί να θεωρηθεί ως το στοιχείο «βαριά ανύψωσης», που περιλαμβάνει την επιθεώρηση και την ανάλυση, καθώς και τις παραδοσιακές πρακτικές προληπτικής και προληπτικής συντήρησης.

Οι βασικές αιτίες αποτυχίας, η διάρκεια ζωής των περιουσιακών στοιχείων και το ιστορικό επισκευών μπορούν να αναλυθούν για να προσδιοριστεί ο πιο αποτελεσματικός συνδυασμός βραχυπρόθεσμων και μακροπρόθεσμων δραστηριοτήτων για τη μεγιστοποίηση του χρόνου λειτουργίας και της ασφάλειας. Με την ίδρυση αυτή, η προγραμματισμένη συντήρηση που χρησιμοποιεί λογισμικό συντήρησης μπορεί να βοηθήσει στην πλοήγηση στην πολυπλοκότητα των πόρων, των ημερομηνιών και των ωρών που διατηρούν το σύστημα σε καλό δρόμο.

Το κόστος επισκευής ελαχιστοποιείται με τον εντοπισμό πιθανών ριζικών αιτιών και την εκτέλεση της προγραμματισμένης συντήρησης που έχει σχεδιαστεί για την αντιμετώπιση καταστροφικών βλαβών. Η διάρκεια ζωής των περιουσιακών στοιχείων μπορεί επίσης να επεκταθεί μέσω πιο στρατηγικών προγραμματισμένων δραστηριοτήτων συντήρησης.

Ο καθορισμός του βέλτιστου προγράμματος συντήρησης είναι μια πράξη εξισορρόπησης μεταξύ των δαπανών συντήρησης, της αξίας του εξοπλισμού και του αντίκτυπου στην παραγωγικότητα. Μια διαδικασία προγραμματισμού και προγραμματισμού συντήρησης που δίνει έμφαση στη βασική αιτία και δίνει προτεραιότητα στον κρίσιμο εξοπλισμό εφαρμόζει ευφυΐα και ανάλυση σε αυτήν τη μεγάλη εξίσωση. Αυτό περιλαμβάνει επίσης έμφαση στα έμμεσα οφέλη που μπορεί να είναι λιγότερο μετρήσιμα, αλλά εξίσου σημαντικά.

Οι καλά σχεδιασμένες διαδικασίες και ο συντονισμένος φόρτος εργασίας μειώνουν το άγχος και τη σύγχυση των εργαζομένων και δημιουργούν πιο συνεπείς πρακτικές. Αυτό το κοινό βιβλίο αναπαραγωγής προωθεί επίσης τη διαπαιδαγώγηση και τη συνεργασία μεταξύ των εργαζομένων, οδηγώντας σε βελτιωμένο ηθικό.

Ίσως το πιο σημαντικό, τα πλεονεκτήματα της προγραμματισμένης συντήρησης οδηγούν σε βελτιωμένη ασφάλεια στο χώρο εργασίας περιορίζοντας την έκθεση σε δυνητικά επικίνδυνες βλάβες και διακοπές.

Η αντιδραστική συντήρηση μπορεί να θεωρηθεί το αντίθετο της προγραμματισμένης συντήρησης, διότι απαιτεί δράση μόνο αφού ο εξοπλισμός έχει εμφανώς παραβιαστεί ή έχει καταστραφεί εντελώς. Αυτή η προσέγγιση αναφέρεται επίσης ως «τρέχει στην αποτυχία». Επειδή δεν απαιτείται απόκριση έως ότου συμβεί αστοχία, δεν χρειάζεται να εκτελέσετε προγραμματισμένη προληπτική συντήρηση ή να παρακολουθήσετε την απόδοση του εξοπλισμού. Τα τρέχοντα έξοδα συντήρησης μειώνονται σημαντικά. Το προφανές μειονέκτημα αυτής της προσέγγισης είναι η πλήρης απώλεια της προβλεψιμότητας με πιθανά υψηλά έξοδα επισκευής ή αντικατάστασης σε οποιαδήποτε δεδομένη στιγμή.

Η προγραμματισμένη συντήρηση χρησιμοποιεί παρακολούθηση, ανάλυση και προληπτική συντήρηση για την αποφυγή αυτών των δαπανηρών βλαβών και την επίλυση μικρών ζητημάτων πολύ πριν κλιμακωθούν. Με την ενσωμάτωση των γνωστών ριζικών αιτίων της αποτυχίας, οι προγραμματισμένες δραστηριότητες σχεδιάζονται για να διατηρούν τη μέγιστη κατάσταση λειτουργίας έως ότου φτάσει ο επόμενος προγραμματισμένος κύκλος συντήρησης. Σε αντίθεση με την αντιδραστική συντήρηση, η προγραμματισμένη προσέγγιση δίνει έμφαση στην προβλεψιμότητα όσον αφορά την κατανάλωση ανταλλακτικών, την προγραμματισμένη διακοπή λειτουργίας και τη διάρκεια ζωής του ενεργητικού.

Με αυτήν την έντονη αντίθεση στις φιλοσοφίες, μια υβριδική ιδέα γνωστή ως προγραμματισμένη αντιδραστική συντήρηση μπορεί να φαίνεται αντίθετη. Αυτή η στρατηγική προκύπτει από μια συνειδητή επιλογή για τον αποκλεισμό επιλεγμένου εξοπλισμού από το προγραμματισμένο σύστημα συντήρησης και απλώς την αποτυχία. Σε αντίθεση με τη μη προγραμματισμένη αντιδραστική συντήρηση, η προγραμματισμένη αντιδραστική συντήρηση βασίζεται στην ανάλυση του κόστους προληπτικής ή προγνωστικής συντήρησης και σε θέματα ασφάλειας σε σχέση με τη διάρκεια ζωής του εξοπλισμού, την οργανωτική αξία και το κόστος αντικατάστασης.

Το κλειδί για ένα επιτυχημένο σχέδιο αντιδραστικής συντήρησης είναι η προσεκτική εξέταση των προϋπολογισμών του εξοπλισμού, των χρόνων παράδοσης και του ενδεχόμενου σχεδιασμού εγκατάστασης. Για παράδειγμα, ένας κινητήρας με προβλέψιμη διάρκεια ζωής μπορεί να έχει κακή προσβασιμότητα που περιορίζει τη συντήρηση και τον έλεγχο, μαζί με μια σχετικά χαμηλή τιμή αγοράς. Το τρέξιμο σε αποτυχία μπορεί να είναι η πιο οικονομική προσέγγιση, ειδικά εάν οι βλάβες δεν θέτουν σε κίνδυνο την ασφάλεια και η αντικατάσταση μπορεί να είναι σκόπιμη.

Βιβλιογραφία

[1] IACS: Recommendation 74 A GUIDE TO MANAGING MAINTENANCE IN ACCORDANCE WITH THE REQUIREMENTS OF THE ISM CODE

[2] Computer-Managed Maintenance Systems: A Step-by-Step Guide to Effective management of maintenance, labor and inventory.

[3] ICS: Implementing an effective safety culture

[4] IMO: ROLE OF THE HUMAN ELEMENT. Assessment of the impact and effectiveness of implementation of the ISM Code.

[5] WMU Journal of Maritime Affairs April 2014, Volume 13, Issue 1, pp 3–25: Maritime safety and the ISM code: a study of investigated casualties and incidents by Bjørn-Morten Batalden, Are Kristoffer Sydnes

Πηγές από το διαδίκτυο

[6] <https://www.parismou.org/>

[7] https://www.classnk.or.jp/hp/pdf/activities/statutory/ism/ISM_Cd/ISM-Code-e.pdf

[8] <http://www.imo.org/en/OurWork/HumanElement/SafetyManagement>

[9] <http://www.imo.org/en/About/Conventions/ListOfConventions/Pages/InternationalConvention-for-the-Prevention-of-Pollution-from-Ships-%28MARPOL%29.aspx>

[10] <http://www.imo.org/en/About/Conventions/ListOfConventions/Pages/InternationalConvention-for-the-Safety-of-Life-at-Sea-%28SOLAS%29%2c-1974.aspx>

[11] <http://www.imo.org/en/About/Conventions/ListOfConventions/Pages/InternationalConvention-on-Load-Lines.aspx>

[12] <http://www.imo.org/en/About/Conventions/ListOfConventions/Pages/InternationalConvention-on-Standards-of-Training%2c-Certification-and-Watchkeeping-for-Seafarers-%28STCW%29.aspx>

[13] <https://www.tc.gc.ca/eng/marinesafety/dvro-4066.htm>

[14] <http://www.iacs.org.uk/>

[15] <http://sismarine.com/>

[16] www.marinesoftware.com

[17] <http://www.ast-msl.com/>

[18] <http://www.damen.com/>

[19] <https://www.dnvgl.com/>

[20] <http://www.spectec.net/>

[21] <https://www.ocimf.org/>

[22] <https://www.shell.com/business-customers/lubricants-for-business/industry-insights/the-benefits-of-predictive-maintenance.html>