



ΤΕΙ ΑΘΗΝΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Τ.Ε.

ΕΠΙΣΚΕΥΕΣ ΜΕΤΑΣΚΕΥΕΣ ΚΑΙ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΕΙΣ  
ΠΛΟΙΩΝ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ

ΘΕΜΑ: « ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΕΙΣ ΠΛΟΙΩΝ »



ΟΝΟΜΑ: Ιάκωβος Δ. Ρήγος Α.Μ.: 13050

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: Ν. Φραγκιαδάκης

ΑΘΗΝΑ 2016



## **ΕΙΣΑΓΩΓΗ**

Το αντικείμενο της εργασίας που ακολουθεί αφορά επιθεωρήσεις που πραγματοποιούνται στην μεταλλική κατασκευή του πλοίου, τον εξοπλισμό, τον εξαρτισμό αλλά και τις επιθεωρήσεις που πραγματοποιούνται στον μηχανολογικό εξοπλισμό αυτού. Πρόκειται για μία, άλλοτε λεπτομερή και άλλοτε πρόχειρη, επισκόπηση των διαφόρων τμημάτων του πλοίου με σκοπό την συλλογή αποτελεσμάτων και συμπερασμάτων και μέσω της ανάλυσης αυτών, την έκδοση σχεδίου δράσης αναφορικά με τις αλλαγές, μετατροπές και επιδιορθώσεις που επιβάλλεται να πραγματοποιηθούν σε αυτό.

## **ABSTRACT**

*The essay deals with the surveys that are carried upon the steel structure, the equipment, the rigging and the surveys intended for the machinery of a ship. This survey is a, sometimes thorough and sometimes facile, inspection of the different parts of the ship with a view to collecting results to be analyzed in order to decide a course of action regarding the changes, the modifications and the reparations that are to be carried upon the ship.*

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

|   |           |
|---|-----------|
| <b>ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....</b>  | <b>3</b>  |
| <b>ΚΕΦΑΛΑΙΑ.....</b>  | <b>5</b>  |
| ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΕΙΣ ΠΛΟΙΚΤΗΤΩΝ.....  | 5         |
| ΥΠΟΧΡΕΩΤΙΚΕΣ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΕΙΣ.....  | 7         |
| ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΤΗΣ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗΣ.....                          | 12        |
| ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΔΙΑΒΡΩΣΗΣ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗ, ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΚΑΙ ΠΡΟΒΛΕΨΗ.....         | 13        |
| ΠΡΑΚΤΙΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΩΝ ΡΩΓΜΩΝ ΣΤΗΝ ΜΕΤΑΛΛΙΚΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΤΩΝ ΠΛΟΙΩΝ..... | 20        |
| ΤΟΠΙΚΟΣ ΛΥΓΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΤΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ.....                      | 23        |
| ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΕΩΝ ΤΗΣ ΜΕΤΑΛΛΙΚΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ.....      | 24        |
| ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗ ΤΗΣ ΜΕΤΑΛΛΙΚΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΤΩΝ <i>BULK CARRIER</i> .....      | 26        |
| ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗ ΤΗΣ ΜΕΤΑΛΛΙΚΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΔΕΞΑΜΕΝΟΠΛΟΙΩΝ ΔΠΛΗΣ ΓΑΣΤΡΑΣ.....  | 29        |
| <b>ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ-ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....</b>                                   | <b>32</b> |
| <b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....</b>  | <b>32</b> |

## ΚΕΦΑΛΑΙΑ

### ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΕΙΣ ΠΛΟΙΟΚΤΗΤΩΝ

- Επιθεωρήσεις Για Λογαριασμό Των Ναυτασφαλιστών.

Αυτές διενεργούνται συνήθως κατά την διάρκεια επισκευών και έχουν σκοπό την διακρίβωση του ποσοστού συμμετοχής επί του συνολικού κόστους της επισκευής που βαραίνει τους ασφαλιστές. Οι επιθεωρήσεις αυτές γίνονται από κάποιον εξουσιοδοτημένο φορέα, συνήθως το *Salvage Association* ή ένα από τα *Protection and Indemnity Clubs (P+I Clubs)*. Η κύρια αρμοδιότητα του *Salvage Association* είναι η διενέργεια επιθεωρήσεων που αφορούν ζημιές κατά την φορτοεκφόρτωση, σφάλματα ή αμέλεια του πληρώματος κ.ά. Τα *P+I Clubs* παρέχουν συμπληρωματική ασφάλιση σε τομείς που δεν καλύπτονται από τους ασφαλιστές της γάστρας και του φορτίου.

- Επιθεώρηση Ναύλωσης. (*ON-HIRE SURVEY*)

Η επιθεώρηση ναύλωσης διενεργείται πριν τον απόπλου του πλοίου, συνήθως κατά τη φόρτωση, και εξετάζει την κατάσταση της μεταλλικής κατασκευής, τα έγγραφα και πιστοποιητικά του πλοίου και τα διαθέσιμα καύσιμα.

Η μεταλλική κατασκευή εξετάζεται για πιθανές ζημιές και για αυτό η επιθεώρηση διενεργείται κατά την διάρκεια της ημέρας, με ανοιχτά και καθαρά τα αμπάρια. Η λεπτομερής επιθεώρηση πρέπει να περιλαμβάνει τις περιοχές του πλοίου που μπορεί να υποστούν ζημιά κατά την φορτοεκφόρτωση. Η επιθεώρηση ξεκινά με μία πρώτη οπτική εξέταση της γάστρας του πλοίου. Ακολουθεί η επιθεώρηση των αμπαριών. Στους χώρους αυτούς σημειώνονται με σκίτσα τυχόν ζημιές και οι διαστάσεις τους. Στην συνέχεια επιθεωρούνται τα μηχανήματα μετακίνησης του φορτίου και τέλος οι υπερκατασκευές.

- Επιθεώρηση Αποναύλωσης. (*OFF-HIRE SURVEY*)

Σκοπός της επιθεώρησης αποναύλωσης είναι η διαπίστωση τυχόν ζημιών που προέκυψαν κατά την περίοδο ναύλωσης. Η διαδικασία της επιθεώρησης αποναύλωσης περιλαμβάνει τα ίδια στάδια με αυτά της επιθεώρησης ναύλωσης. Σημαντικό ρόλο κατά την επιθεώρηση αυτή έχει η εμπειρία του επιθεωρητή καθώς ο έμπειρος επιθεωρητής θα είναι σε θέση να αναγνωρίσει ζημιές, και τα σημεία που αυτές εμφανίζονται, προκαλούμενες από τα διάφορα φορτία (π.χ. οι κορμοί δένδρων προκαλούν μόνιμες παραμορφώσεις στα πλευρικά ελάσματα, το τσιμέντο βουλώνει σωλήνες, το θείο και το κάρβουνο προκαλούν διάβρωση της μεταλλικής κατασκευής κ.ά.).

- Επιθεωρήσεις Αγοραπωλησίας και Γενικής Κατάστασης.

Οι επιθεωρήσεις αυτές γίνονται για διαφορετικούς λόγους ακολουθούν όμως την ίδια περίπου διαδικασία. Η επιθεώρηση αγοραπωλησίας γίνεται για να διαπιστωθεί εάν ικανοποιούνται οι προδιαγραφές πώλησης, για να προσδιορισθούν πρόσθετες εργασίες που απαιτούνται ώστε να ικανοποιηθούν αυτές οι προδιαγραφές, να κοστολογηθούν οι μετατροπές που απαιτούνται από τους αγοραστές και να γίνει εξακρίβωση των δυνατοτήτων του πλοίου να ικανοποιήσει τις απαιτήσεις των νέων πλοιοκτητών.

Η επιθεώρηση γενικής κατάστασης (*general condition survey*) γίνεται συνήθως για λογαριασμό των *P+I Clubs* ή για λογαριασμό τραπεζών. Αποβλέπει στο να δοθεί μια γενική εικόνα της κατάστασης του πλοίου. Το *P+I Club* σύμφωνα με το πόρισμα της επιθεώρησης αυτής έχει το δικαίωμα να απαιτήσει από τους πλοιοκτήτες επισκευές τμημάτων του πλοίου πριν αυτό γίνει δεκτό για ασφαλιστική κάλυψη.

- Επιθεωρήσεις Ζημιών.

Οι επιθεωρήσεις ζημιών (*damage surveys*) γίνονται για λογαριασμό πολλών ενδιαφερόμενων φορέων (όπως είναι οι πλοιοκτήτες, οι νηογνώμονες, οι ασφαλιστές κλπ.). Η φύση της ζημιάς καθορίζει την έκταση και διαθεσιμότητα των εγγράφων του πλοίου και θα πρέπει να εξεταστεί από όλους τους ενδιαφερόμενους. Ο αρχιμηχανικός των πλοιοκτητών θα πρέπει να είναι παρών σε κάθε επιθεώρηση για την εκπόνηση της οποίας απαιτείται η άδεια του πλοίαρχου. Η καταγραφή των ζημιών αφορά αποκλειστικά και μόνο τις απαιτήσεις της επισκευής χωρίς να αποδίδονται ευθύνες.

Σε ορισμένες περιπτώσεις απαιτείται δεξαμενισμός του πλοίου ή εξαερισμός δεξαμενών (*gas-free*) ή ακόμα αφαίρεση του φορτίου από το πλοίο. Οι διαδικασίες αυτές έχουν φυσικά και την ανάλογη οικονομική επιβάρυνση και ο επιθεωρητής θα πρέπει να σταθμίσει το προσδοκώμενο όφελος πριν αποφασίσει να ζητήσει περαιτέρω ενέργειες.

Πολλές φορές απαιτείται η εξέταση της κατασκευής σε περιοχές απομακρυσμένες από τη ζημιά. Για παράδειγμα πρέπει να εξεταστεί τυχόν ζημιά σε ολόκληρη την γάστρα του πλοίου σε περίπτωση προσάραξης αυτού, λόγω μόνιμων παραμορφώσεων που μπορεί να προκληθούν από τις υψηλές τάσεις που δέχθηκε το πλοίο.

Τέλος μετά την καταγραφή των ζημιών καθορίζεται η έκταση των επισκευών και αποδίδονται ευθύνες από τους επιθεωρητές των ασφαλιστών.

- Επιθεωρήσεις Επέκτασης της Διάρκειας Ζωής του Πλοίου.

Οι πλοιοκτήτριες εταιρίες παρακινούμενες από τα ραγδαία αυξανόμενα κόστη αντικατάστασης των μεγάλων εμπορικών πλοίων, που ανέρχονται πλέον σε υπέρογκα ποσά, και προσπαθώντας να επεκτείνουν την διάρκεια της εκμεταλλεύσιμης ζωής των πλοίων, έχουν ζητήσει από τους νηογνώμονες να αναλάβουν την αντικειμενική αξιολόγηση της συνολικής κατάστασής τους. Πρόκειται για πλοία ηλικίας 20-25 ετών τα οποία υποβάλλονται σε επιθεώρηση και αξιολόγηση από τους νηογνώμονες, μέσω της οποίας συντίθεται σχέδια επέκτασης της ζωής των πλοίων αυτών, τα οποία παρουσιάζονται στις πλοιοκτήτριες εταιρίες. Οι επιθεωρήσεις αυτές διαφέρουν ανά τύπο και ηλικία πλοίου και δεν ακολουθούν κάποιο μοτίβο εξέτασης. Η πλοιοκτήτρια εταιρία μετά την παραλαβή του υποβληθέντος σχεδίου από τους νηογνώμονες θέτει σε δράση την οικονομικότερη λύση (επέκταση της ζωής του πλοίου ή αντικατάσταση του).

## ΥΠΟΧΡΕΩΤΙΚΕΣ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΕΙΣ

- Ετήσιες Επιθεωρήσεις Γάστρας και Μηχανολογικού Εξοπλισμού.

Οι επιθεωρήσεις αυτές πρέπει να πραγματοποιούνται μία φορά ετησίως και κατά τις επιθεωρήσεις αυτές θα πρέπει να εξακριβώνεται η ικανοποιητική κατάσταση στα ακόλουθα:

- Στοιχεία της μεταλλικής κατασκευής.
- Μέσα εξασφάλισης της στεγανότητας των καλυμμάτων των στομίων κυτών.
- Δίκτυα και επιστόμια απόρριψης υγρών από τις σεντίνες, δίκτυα υγιεινής, χώρους μηχανοστασίου και χώρους κυτών φορτίου.
- Εξοπλισμός φορτοεκφόρτωσης στο κατάστρωμα, εξοπλισμός αγκυροβολίας.
- Βοηθητικά μηχανήματα μηχανοστασίου (όπως αντλίες, κύρια και βοηθητική εγκατάσταση πηδαλιουχίας, γεννήτριες και συστήματα παραγωγής και διανομής ηλεκτρικής ενέργειας, συστήματα επικοινωνίας με την γέφυρα.) Ιδιαίτερη προσοχή δίνεται στην εξάλειψη των κινδύνων που θα μπορούσαν να προκαλέσουν πυρκαγιά.
- Συστήματα αυτοματισμών στο μηχανοστάσιο και όχι μόνο (π.χ. ηλεκτροκίνητες υδατοστεγείς πόρτες).
- Εξακρίβωση των σημαδιών γραμμών φόρτωσης (*freeboard marks*) στις πλευρές του πλοίου.

Ειδικότερα στα πλοία ξηρού φορτίου χύδην πρέπει να πραγματοποιείται εσωτερική επιθεώρηση των αμπαριών, ενώ στα δεξαμενόπλοια πρέπει να επιθεωρούνται λεπτομερειακά όλα τα συστήματα καθαρισμού των δεξαμενών φορτίου, οι σωληνώσεις των δικτύων για πιθανές διαρροές και τα συστήματα κατάσβεσης πυρκαγιάς.

- Ενδιάμεσες Επιθεωρήσεις.

Οι ενδιάμεσες επιθεωρήσεις πραγματοποιούνται σε αντικατάσταση της δεύτερης ή της τρίτης ετήσιας επιθεώρησης. Οι απαιτήσεις είναι οι ίδιες με αυτές των ετήσιων επιθεωρήσεων που αναφέρθηκαν παραπάνω, ενώ ανάλογα με την ηλικία του πλοίου προστίθενται ορισμένοι έλεγχοι που αναφέρονται ακολούθως:

- Στα πλοία ηλικίας των πέντε ετών και άνω απαιτείται μία εσωτερική γενική επιθεώρηση ορισμένων αντιπροσωπευτικών δεξαμενών έρματος. Αν κατά την επιθεώρηση στις αντιπροσωπευτικές αυτές δεξαμενές δεν παρουσιαστεί καταστροφή του επιστρώματος, εκτεταμένη διάβρωση ή κάποιου άλλου είδους βλάβη η επιθεώρηση των υπολοίπων δεξαμενών περατώνεται. Σε περίπτωση εκτεταμένων σφαλμάτων επιβάλλεται παχymέτρηση σε όλες τις δεξαμενές.
- Στα πλοία μεταφοράς ξηρού φορτίου χύδην, ηλικίας άνω των πέντε ετών, απαιτείται επίσης:
  - ✓ Ολική επιθεώρηση των κυτών φορτίου.
  - ✓ Εκτεταμένη λεπτομερειακή επιθεώρηση δύο αμπαριών, ένα εκ' των οποίων θα είναι το προραίο.
- Στα πλοία μεταφοράς ξηρού φορτίου χύδην, ηλικίας άνω των δεκαπέντε ετών απαιτείται ολική επιθεώρηση όλων των αμπαριών.
- Στα δεξαμενόπλοια ηλικίας άνω των πέντε ετών απαιτείται:
  - ✓ Επιθεώρηση των σωληνώσεων φορτίου, καθαρισμού με αργό πετρέλαιο, καυσίμων, ατμού, έρματος και εξαερισμού στα καιροστεγή καταστρώματα (*weathertight decks*).
  - ✓ Γενική επιθεώρηση του ηλεκτρολογικού εξοπλισμού και κυρίως των καλωδίων που

βρίσκονται σε επικίνδυνες περιοχές και μπορούν να θέσουν σε κίνδυνο την ασφάλεια του πλοίου και των επιβαινόντων.

- Στα δεξαμενόπλοια ηλικίας άνω των δεκαπέντε ετών απαιτείται:
  - ✓ Έλεγχος των μηχανημάτων αγκυροβολίας και των αγκυρών.
  - ✓ Εσωτερική επιθεώρηση μίας πρυμναίας και μίας προραίας δεξαμενής.
  - ✓ Επιθεώρηση μηχανολογικού εξοπλισμού, σεντινών και κενών δεξαμενών, αναρροφήσεων, συστημάτων πρόωσης και συστημάτων προστασίας από πυρκαγιά.

- Επιθεωρήσεις Δεξαμενισμού.

Οι επιθεωρήσεις δεξαμενισμού διεξάγονται κατά διαστήματα που δεν υπερβαίνουν τους 36 μήνες. Όταν το πλοίο είναι στην δεξαμενή, θα πρέπει να είναι ευδιάκριτα τα ελάσματα του πυθμένα, της πρύμνης, της πλήρης, το πηδάλιο, η έλικα καθώς και οι αναρροφήσεις θαλάσσης (*sea chests*).

Κατά τον δεξαμενισμό απαιτείται:

- Επιθεώρηση των ελασμάτων της γάστρας για υπερβολική διάβρωση ή αλλοίωση λόγω επαφής με τον πυθμένα.
- Επιθεώρηση των αναρροφήσεων θαλάσσης και των επιστομίων απόρριψης.
- Έλεγχος των αγκυρών και των αλυσίδων.
- Έλεγχος του πηδαλίου, του άξονα του και των σχετικών εξαρτημάτων.
- Έλεγχος των ορατών μελών της έλικας και του τελικού άξονα (*tailshaft*).
- Επιθεώρηση των ορατών μερών των πλευρικών προωθητήρων (*side thrusters*).

- Ειδικές Επιθεωρήσεις Γάστρας.

- Ειδική επιθεώρηση για πλοία ηλικίας πέντε ετών.

Για την επιθεώρηση αυτή απαιτείται δεξαμενισμός.

✓ Εξωτερικός έλεγχος:

Πραγματοποιείται ένας γενικός έλεγχος της γάστρας και του εξοπλισμού της, ενώ λεπτομερέστερος έλεγχος γίνεται στα καταστρώματα, (ιδιαίτερα σε περιοχές που εμφανίζουν συγκεντρώσεις τάσεων ή αυξημένο βαθμό διάβρωσης), στις κατασκευές των καταστρωμάτων (π.χ. υπερκατασκευές, στόμια κυτών, ιστούς κ.ά.) και στις άγκυρες, τις αλυσίδες και τους εργάτες τους.

✓ Εσωτερικός έλεγχος:

Πραγματοποιείται έλεγχος στα αμπάρια, στα ενδιάμεσα καταστρώματα (*tweendecks*) καθώς και στην προραία και πρυμναία δεξαμενή ζυγοστάθμισης.

✓ Έλεγχος δεξαμενών:

Οι δεξαμενές διπυθμένων, ζυγοστάθμισης, έρματος, πόσιμο νερού καυσίμων και λαδιού λίπανσης γεμίζονται πλήρως ώστε να εξακριβωθεί η στεγανότητα τους.

✓ Παχυμετρήσεις:

Στην περίπτωση που κατά την επιθεώρηση παρατηρηθούν φθορές σε κύρια κατασκευαστικά στοιχεία, όπως ελάσματα και ενισχυτικά, ο επιθεωρητής έχει το δικαίωμα να απαιτήσει παχυμέτρηση στις περιοχές που αυτός κρίνει την κρίνει απαραίτητη.

Αναφορικά με την ηλικία του πλοίου αυξάνουν οι απαιτήσεις αλλά και η λεπτομέρεια με την οποία διεξάγονται οι ειδικές επιθεωρήσεις.

- Ειδικές Επιθεωρήσεις Μηχανολογικού Εξοπλισμού.

Κατά τον δεξαμενισμό του πλοίου επιθεωρούνται τα εξής στοιχεία:

- Δίκτυα υγιεινής.
- Δίκτυα γραμμών απορρίψεως.
- Επιστόμια και σύνδεση τους με το μηχανοστάσιο ή το αντλιοστάσιο.
- Ωστικό έδρανο του ελικοφόρου άξονα (*thrust bearing*).
- Άξονας και έδρανά του.
- Μειωτήρας στροφών (*reduction gear*).

- Βοηθητικά μηχανήματα (συμπιεστές αέρα, διαχωριστές λαδιού, ψυγεία, φίλτρα, αντλίες).
- Διατάξεις πηδαλιουχίας (*steering gear equipment*), κύριες και εκτάκτου ανάγκης.
- Βαρούλκα και εργάτες άγκυρας.
- Έδραση κύριας μηχανής και γεννητριών.
- Αποστακτήρες και μηχανισμοί ασφαλείας τους.
- Συστήματα επιστομίων, αποδέκτες, συστήματα αποστράγγισης σεντινών, αντλίες.
- Συστήματα καυσίμων, λαδιού λίπανσης, νερού ψύξεως, έρματος καθώς και φίλτρα υψηλής πίεσεως, θερμοαντήρες, ψυγεία και τα αντίστοιχα συστήματα ελέγχου τους.
- Συστήματα αυτοματισμού και ελέγχου εξ' αποστάσεως για τους σημαντικότερους μηχανισμούς.
- Έλεγχος κύριας μηχανής.

Ειδικά για τα δεξαμενόπλοια:

- Οι αντλίες φορτίου, σεντινών και έρματος στα αντλιοστάσια θα πρέπει να ανοίγονται κατά την κρίση του επιθεωρητή.
- Τα ηλεκτρονικά και μηχανικά συστήματα ελέγχου θα πρέπει να ελέγχονται υπό κανονικές συνθήκες λειτουργίας.
- Θα πρέπει να διαπιστώνεται η καλή κατάσταση του ηλεκτρολογικού εξοπλισμού και των καλωδίων.
- Επιθεωρείται η αντίσταση της μόνωσης των ηλεκτρικών κυκλωμάτων σε επικίνδυνους χώρους.

- Επιθεωρήσεις Λεβήτων.

Οι επιθεωρήσεις λεβήτων διεξάγονται κάθε δύο χρόνια εάν πρόκειται για εσωτερική επιθεώρηση, ενώ ο γενικός εξωτερικός έλεγχος τους γίνεται κατά την ετήσια επιθεώρηση του πλοίου.

Έλεγχοι και δοκιμές:

- Κατά την επιθεώρηση τους, οι λέβητες (*boilers*), οι υπερθερμαντήρες (*superheaters*) και οι θερμοαντήρες αέρα (*air heaters*) πρέπει να επιθεωρούνται εσωτερικά, εξωτερικά και όπου αλλού κρίνει ο επιθεωρητής απαραίτητο. Τα εξαρτήματα υψηλής πίεσεως πρέπει να δοκιμάζονται σε λειτουργία, ενώ τα ελάσματα και οι σωληνώσεις πρέπει να παχυμετρώνται, ώστε το πάχος τους να εγγυάται την ασφαλή λειτουργία τους.

- Στους λέβητες που λειτουργούν με αντλίες κυκλοφορίας απαιτείται το άνοιγμα και η επιθεώρηση των αντλιών αυτών.
  - Το σύστημα καύσεως πρέπει να επιθεωρείται σε συνθήκες λειτουργίας και να πραγματοποιείται γενικός έλεγχος στα επιστόμια των δεξαμενών καυσίμου και στις σωληνώσεις μεταξύ αντλιών και καυστήρων.
  - Κατά την επιθεώρηση κυλινδρικών λεβήτων που περιλαμβάνουν σωληνώσεις υπέρθερμου ατμού θα πρέπει να επιθεωρούνται οι σωλήνες κορεσμένου ατμού.
- Επιθεωρήσεις του Άξονα της Έλικας.

Οι επιθεωρήσεις του άξονα της έλικας γίνονται κάθε δυόμιση με πέντε έτη. Κατά την επιθεώρηση αυτή απαιτείται ο έλεγχος των παρακάτω:

- Άξονες ελίκων μεταβλητού βήματος (*controllable pitch propeller shafts*).
- Άξονες με σφήνα, σφηνάυλακες, χοάνη του άξονα και στυπιοθλίπτης λαδιού.
- Μονάδες υδραυλικής πρόωσης (*water jets*). Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στην κατάσταση του στροφείου, το κέλυφος του καθώς και των στεγανοποιητικών και των εδράνων του άξονα.

## ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΤΗΣ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗΣ

- Μέθοδος Εκτίμησης.

Όταν έχουν περισυλλεγεί τα δεδομένα της επιθεώρησης, με προτεραιότητα στην γενική και τοπική διάβρωση και τις ζημιές και αλλοιώσεις, είναι δυνατόν να εκτιμηθούν η εναπομένουσα αντοχή (*residual strength*) του σκάφους και οι ανάγκες συντήρησης στο μέσο-μακροπρόθεσμο χρονικό ορίζοντα.

Η εκτίμηση αυτή γίνεται μέσω των πληροφοριών και των κανόνων που διατίθενται από τον νηογνώμονα, την *Solas (Safety of Life at Sea)*, τον IMO (*International Maritime Organization*) και τους λοιπούς παράγοντες που διαμορφώνουν της παραμέτρους για την ναυπήγηση των πλοίων. Ο επιθεωρητής καλείται να συγκρίνει τα αποτελέσματα της επιθεώρησης με τους κανονισμούς που διατυπώνουν οι παράγοντες αυτοί και να αποφανθεί σχετικά με τις επιδιορθώσεις ή αντικαταστάσεις τμημάτων του πλοίου.

Σκοπός της εκτίμησης αυτής είναι η διαπίστωση της αποτελεσματικότητας της κατασκευής με αποδεκτά επίπεδα ολικής και τοπικής αντοχής στις επιβαλλόμενες φορτίσεις, καθώς και η ασφάλεια έναντι λυγισμού και κατάρρευσης λόγω διάβρωσης.

- Κριτήρια Αποδοχής.

Εξ' αιτίας των διαφορών που παρουσιάζουν τα πλοία λόγω των διαφορετικών τύπων πλοίου, της χρονολογίας ναυπήγησης, τις απαιτήσεις κατασκευής, τις πρακτικές του ναυπηγείου και τις ειδικές απαιτήσεις του πλοιοκτήτη δεν διατίθενται τυποποιημένα κριτήρια αποδοχής της κατάστασης ενός πλοίου.

Τα κριτήρια αποδοχής διαφέρουν πλοίο σε πλοίο, καθώς και από νηογνώμονα σε νηογνώμονα. Υπάρχουν όμως ορισμένα κριτήρια που παρουσιάζουν μεγάλη ομοιομορφία σε όλα τα πλοία όπως αυτά που παρουσιάζονται στον πίνακα που ακολουθεί:

Οδηγός της επιτροπής *TSCF (Tanker Structures Co-operative Forum)* για απώλειες λόγω διάβρωσης σε δεξαμενόπλοια.

| Στοιχεία της κατασκευής                                  | Ποσοστό επιτρεπόμενη απώλειας πάχους λόγω διάβρωσης (%) |    |
|--|---|----|
|  | A   | B  |
| Ελάσματα καταστρώματος, πυθμένα και διαμήκεις σταθμίδες  | 10  | 25 |
| Κορμοί διαμήκων ενισχυτικών πυθμένα και καταστρώματος    | 15  | 30 |
| Ενισχυτικά πυθμένα και καταστρώματος                     | 10  | 25 |
| Πέλματα διαμήκων ενισχυτικών και ζυγών                   | 15  | 25 |
| Πλευρικά ελάσματα  | -   | 20 |
| Ελάσματα διαμήκους φρακτής                               | 15  | 25 |
| Κορμοί διαμήκων ενισχυτικών πλευρών και διαμήκων φρακτών | -   | 25 |
| Εγκάρσιες φρακτές, λώροι και πλευρικά ζυγά               | 15  | 25 |
| Υπόλοιπη δευτερεύουσα κατασκευή                          | -   | 30 |

Η στήλη A αναφέρεται σε ποσοστιαίες μειώσεις λόγω διάβρωσης, ενώ για υψηλότερες τιμές χρειάζεται έλεγχος.

Η στήλη B αναφέρεται σε ποσοστιαίες μειώσεις πάνω από τις οποίες απαιτείται αντικατάσταση ελασμάτων.

## ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΔΙΑΒΡΩΣΗΣ, ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗ, ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΚΑΙ ΠΡΟΒΛΕΨΗ

Οι επιθεωρήσεις διάβρωσης έχουν σκοπό τη συλλογή πληροφοριών που θα χρησιμοποιηθούν για τον υπολογισμό των ρυθμών διάβρωσης. Μπορούν δε να καλύπτουν συγκεκριμένα στοιχεία της κατασκευής ή δεξαμενές ή γενικές

πληροφορίες για το πλοίο συνολικά. Ο σκοπός καθορίζεται από τις ανάγκες του χρήστη και μπορεί να είναι αποτέλεσμα περεταίρω ελέγχου ύστερα από την επιθεώρηση γενικής κατάστασης.

Πριν από την κατάστρωση της μεθοδολογίας ελέγχου της διάβρωσης, θεωρείται αναγκαίο να γίνει μια επισκόπηση των δεδομένων που υπάρχουν σχετικά με την διάβρωση, έτσι ώστε να καθορισθούν πλήρως τα είδη της και ο τρόπος που αυτά επηρεάζουν την αντοχή της κατασκευής, τα πιθανά σημεία εμφάνισης της, οι παράμετροι που επιδρούν στο φαινόμενο και τέλος οι τεχνικές ελέγχου που χρησιμοποιούνται.

- Παράγοντες που επηρεάζουν το ρυθμό διάβρωσης.

- Χρονική διάρκεια ερματισμού.

Όσο μεγαλύτερη είναι η διάρκεια ερματισμού ενός διαμερίσματος, τόσο υψηλότερος είναι ο ρυθμός διάβρωσης του χάλυβα.

- Φορτίο.

Οι υψηλότεροι ρυθμοί διάβρωσης εμφανίζονται στις δεξαμενές υγρών φορτίων, ιδιαίτερα όταν αυτές χρησιμοποιούνται για ερματισμό. Ειδικότερα φορτία που περιέχουν οξέα και οξυγόνο προκαλούν υψηλούς ρυθμούς διάβρωσης.

- Είδος προστατευτικού επιστρώματος.

Τα αποτελεσματικά και τα καλώς συντηρούμενα επιστρώματα μειώνουν τον ρυθμό διάβρωσης.

- Καθοδική προστασία.

Μαζί με τα προστατευτικά επιστρώματα η καθοδική προστασία (θυσιαζόμενες άνοδοι) προσδίδει προστασία από την διάβρωση στο θαλασσινό νερό.

- Περιοχές ναυσιπλοΐας.

Επηρεάζουν τον ρυθμό διάβρωσης κυρίως λόγω της θερμοκρασίας και της διάρκειας του ταξιδιού.

- Υγρασία διαμερίσματος.

Αυξημένη υγρασία στο εσωτερικό διαμερίσματος μπορεί να οδηγήσει σε συμπύκνωση των υδρατμών, αυξάνοντας έτσι τον ρυθμό της ομοιόμορφης, γενικής διάβρωσης.

➤ Πλύση των δεξαμενών.

Διαμερίσματα του πλοίου, τα οποία συνήθως περιέχουν πετρέλαιο, παρουσιάζουν υψηλούς ρυθμούς διάβρωσης λόγω της μεθόδου που χρησιμοποιείται για το πλύσιμό τους. Τυπικές μέθοδοι καθαρισμού των δεξαμενών είναι: με θερμό θαλασσινό νερό, με θαλασσινό νερό θερμοκρασίας περιβάλλοντος και με αργό πετρέλαιο. Όλες οι μέθοδοι αυξάνουν τον ρυθμό διάβρωσης.

➤ Αδρανοποίηση του χώρου των δεξαμενών.

Τα συστήματα αδρανούς αερίου σε δεξαμενές υγρού φορτίου μπορεί να οδηγήσουν είτε σε αύξηση είτε σε μείωση του ρυθμού διάβρωσης. Τα θειικά οξείδια που πηγάζουν από αδρανή αέρια, μπορεί σε κατάλληλες συνθήκες να παράγουν θειικό οξύ, αυξάνοντας τον ρυθμό διάβρωσης. Αντίθετα, σε άλλες περιπτώσεις, σε κενές δεξαμενές τα αδρανή αέρια μειώνουν την περιεκτικότητα σε οξυγόνο, μειώνοντας το ρυθμό διάβρωσης.

➤ Ερματισμός δεξαμενών.

Όταν μία δεξαμενή είναι πλήρως ερματισμένη, η απουσία του αέρα προκαλεί μείωση του ρυθμού διάβρωσης.

• Τεχνικές Επιθεώρησης και Πρόβλεψης του Ρυθμού Διάβρωσης.

Για την σωστή εκτίμηση του απομένοντος περιθωρίου διάβρωσης σε κάποια μελλοντική χρονική στιγμή, είναι αναγκαίο να προβλεφθεί ο ρυθμός της διάβρωσης με σχετική ακρίβεια. Έτσι θα είναι εφικτή η εκτίμηση του χρόνου μέχρι να μηδενιστεί αυτό το περιθώριο. Παραδοσιακά, οι προβλέψεις σχετικά με το ρυθμό διάβρωσης στηρίχθηκαν σε μετρήσεις κατά την λειτουργία του πλοίου, σε δοκιμές και σε πειραματικές καταστάσεις που οδήγησαν σε κατάρρευση.

Αναφέρονται επιγραμματικά οι μέθοδοι πρόβλεψης του ρυθμού διάβρωσης:

- Μέθοδος των πεπερασμένων στοιχείων.
- Μέθοδος των πεπερασμένων διαφορών.
- Μέθοδος αντίστασης πόλωσης.
- Μέθοδος παρεκβολής κατά *Tafel*

➤ Μέθοδος με στατιστικά δεδομένα.

- Παχυμετρήσεις με Υπερήχους - Όργανα Μέτρησης.

Ένα απαραίτητα σκέλος των περισσότερων τύπων επιθεώρησης είναι και ο έλεγχος του εναπομείναντος πάχους σε επιλεγμένες περιοχές της μεταλλικής κατασκευής. Σχεδόν αποκλειστικά χρησιμοποιούνται όργανα μέτρησης με υπερήχους (*ultrasounds*). Ένα πλήρες όργανο μέτρησης αποτελείται από μία οθόνη ένδειξης και έναν πομπό. Το όργανο παράγει ένα υπέρηχο σήμα, το οποίο μεταδίδεται στην κατασκευή διαμέσου ενός καλωδίου και ενός ειδικού πομπού που βρίσκεται σε επαφή με την επιφάνεια του ελάσματος. Ο παλμός μεταδίδεται μέσω του υλικού της κατασκευής μέχρι την αντίθετη επιφάνεια, ανακλάται και επιστρέφει στην συσκευή πάλι μέσω του ακροδέκτη και του καλωδίου. Έτσι μπορούμε να μετρήσουμε την ακριβή τιμή του πάχους μετρώντας το χρόνο που παρέρχεται μεταξύ της εισόδου και της εξόδου του σήματος στην κατασκευή.

- Προσόντα και Απαιτούμενη Εμπειρία της Ομάδας Επιθεώρησης.

Η εμπειρία και ο βαθμός εκπαίδευσης του συνεργείου επηρεάζουν σημαντικά την ακρίβεια των αποτελεσμάτων. Οι τεχνικοί ελέγχου πρέπει να είναι άρτια εκπαιδευμένοι στην χρήση των συσκευών μέτρησης πάχους με υπερήχους. Επίσης, ένας σημαντικός παράγοντας είναι η γνώση του περιβάλλοντος όπου λαμβάνονται οι μετρήσεις (π.χ. η λήψη μετρήσεων σε περιβάλλοντα ξηράς παρουσιάζει αρκετές διαφορές με την λήψη μετρήσεων όταν το πλοίο είναι εν' πλω).

Ο προϊστάμενος της ομάδας πρέπει να είναι έμπειρος επιθεωρητής μετάλλων, καθώς καλείται να ελέγξει και να εντοπίσει τις περιοχές που παρουσιάζουν διάβρωση και να εντοπίσει τυχόν κατασκευαστικά ελαττώματα και αστοχίες του υλικού, όπως ρωγμές. Ο έμπειρος επιθεωρητής μπορεί να προβλέψει τυχόν διαβρωμένες περιοχές του πλοίου και το αποτέλεσμα που έχουν αυτές στο πλοίο σαν σύνολο. Επίσης θα πρέπει να έχει και άλλες γνώσεις όπως η επίβλεψη επισκευών.

Τέλος η ομάδα θα πρέπει να γνωρίζει τον σκοπό και τον τρόπο απόκτησης δεδομένων μέτρησης. Για παράδειγμα, όταν η επιθεώρηση γίνεται στη θάλασσα, το πλήρωμα και οι χειριστές εφαρμόζουν συνδυασμούς ερματισμού, ώστε να είναι δυνατή η πρόσβαση σε συγκεκριμένες περιοχές του πλοίου. Αν οι συνδυασμοί αυτοί δεν προγραμματισθούν προσεκτικά, χρόνος και καύσιμα θα σπαταληθούν άδικα.

- Τεχνικός Εξοπλισμός.

Ο εξοπλισμός που απαιτείται για την εκπόνηση της επιθεώρησης είναι ο εξής:

- Φόρμα εργασίας
- Κράνος
- Φακός
- Εξοπλισμός αναρρίχησης (συνήθως παρέχεται από το πλοίο π.χ. σκάλες κ.ά.)
- Ματσακόνι
- Ενδοεπικοινωνία (με την ομάδα επιθεώρησης αλλά και το πλήρωμα του πλοίου)
- Όργανο παχυμέτρησης
- Εσωτερική τροφοδοσία (με τον ελάχιστο δυνατό αριθμό καλωδίων)
- Μετρητής περιεκτικότητας οξυγόνου
- Μετρητής ακτινοβολίας.

- Συλλογή Δεδομένων.

Η συλλογή δεδομένων για την επιθεώρηση διάβρωσης αφορά κυρίως τον τύπο της διάβρωσης και τις περιοχές όπου αυτή εμφανίζεται.

Στα πλοία έχουν παρατηρηθεί δύο είδη διάβρωσης: η γενική ή ομοιόμορφη διάβρωση και η διάβρωση με βελονισμούς. Η ομοιόμορφη διάβρωση είναι το πιο κοινό είδος διάβρωσης σε ναυπηγικές κατασκευές. Τα οξείδια που σχηματίζονται κατά την διάβρωση εμφανίζονται ομοιόμορφα στην απροστάτευτη επιφάνεια, κυρίως στις εσωτερικές επιφάνειες του πλοίου.

Ο βελονισμός συχνά περιγράφεται ως μία κοιλότητα που έχει διάμετρο με μέγεθος ίσο ή και μικρότερο από το βάθος της. Η διάβρωση με βελονισμούς είναι μία τοπική μορφή διάβρωσης και συνήθως έχει την κατεύθυνση της βαρύτητας. Πρόκειται για μία διαδικασία που ξεκινά όταν βρει κατάλληλο περιβάλλον, συνήθως εξ' αιτίας ακαθαρσιών στην επιφάνεια του μετάλλου, αποθεμάτων φορτίου ή και ανομοιογένειας του μετάλλου.

Γενικά η διάβρωση των χαλύβδινων στοιχείων της κατασκευής εμφανίζεται όπου υπάρχει επαφή με θαλασσινό νερό. Εντούτοις, έχουμε φαινόμενα διαβρωτικής φθοράς και σε περιοχές που δεν είναι άμεσα εκτεθειμένες στο θαλασσινό νερό. Το γεγονός αυτό οφείλεται στο ότι η διάβρωση επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες, οι οποίοι συμμετέχουν στη διαδικασία της και δρουν συχνά συνδυαζόμενα για την δημιουργία του διαβρωτικού περιβάλλοντος.

Η πλειοψηφία των εσωτερικών κατασκευών ενός πλοίου συνήθως εμφανίζει διαβρωτική φθορά έως έναν βαθμό. Παρ' όλα αυτά, τα οριζόντια στοιχεία της κατασκευής υπόκεινται περισσότερο στη διαδικασία της

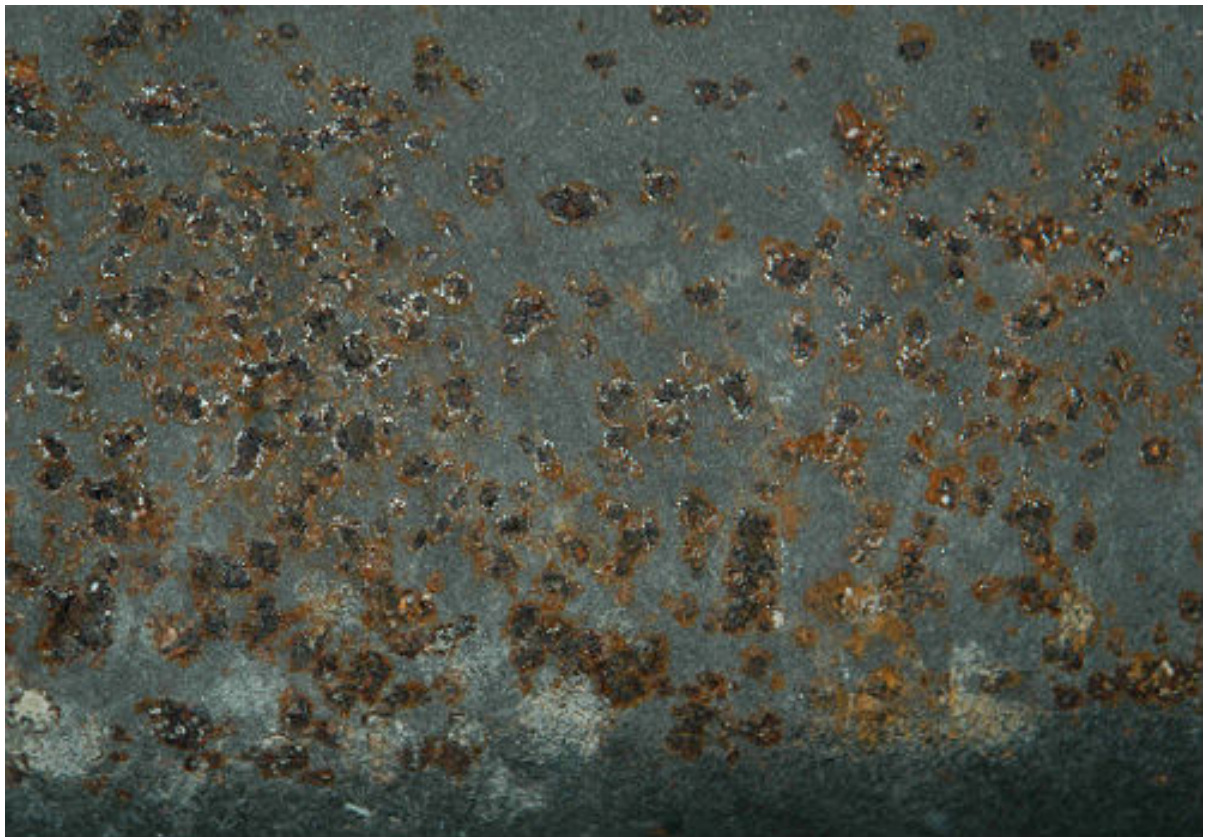
διάβρωσης, κυρίως λόγω του ότι παγιδεύουν νερό και έτσι διευκολύνουν την ανάπτυξη βελονισμών. Επίσης φαινόμενα της διάβρωσης εμφανίζονται σε όλες τις δεξαμενές φορτίου με τον βαθμό τις διαβρωτικήςφοράς να εξαρτάται από πολλούς παράγοντες όπως είναι το είδος του φορτίου, η θερμοκρασία, η υγρασία και το σύστημα προστασίας που εφαρμόζεται. Οι δεξαμενές έρματος παρουσιάζουν τον υψηλότερο ρυθμό διάβρωσης λόγω της συχνής έκθεσής τους στο θαλασσινό νερό, ενώ οι χώροι ξηρού φορτίου έχουν κατά κανόνα τον χαμηλότερο ρυθμό διάβρωσης.



Εικόνα 1: Επίδραση της διάβρωσης σε άνω πλευρική δεξαμενή.



Εικόνα 2: Επίδραση της διάβρωσης στα ενισχυτικά του εσωτερικού άνω πλευρικής δεξαμενής.



Εικόνα 3: Διάβρωση με βελονισμό (*pitting*)

## ΠΡΑΚΤΙΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΩΝ ΡΩΓΜΩΝ ΣΤΗ ΜΕΤΑΛΛΙΚΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΤΩΝ ΠΛΟΙΩΝ

Από την άποψη της σοβαρότητας, οι ρωγμές στη μεταλλική κατασκευή ενός πλοίου είναι δύο μορφών:

### 1. Ρωγμές λόγω κόπωσης.

Αυτές διαδίδονται σε μικρές αποστάσεις κατά την διάρκεια μακράς χρονικής περιόδου και δεν αποτελούν άμεσο κίνδυνο για την ακεραιότητα του πλοίου. Παρ' όλα αυτά επειδή εμφανίζονται υπό μορφή ελαττώματος του υλικού (ράγισμα) ή εγκοπής, είναι δυνατόν να δράσουν ως περιοχές έναρξης για πιο σοβαρούς τύπους ρωγμών.

### 2. Μεγάλες (ψαθυρές) ρωγμές.

Αυτές διαδίδονται γρήγορα σε ένα σημαντικό τμήμα του σκάφους, συνήθως σε διεύθυνση κάθετη ως προς τα διαμήκη ενισχυτικά στοιχεία. Οι ψαθυρές ρωγμές αποτελούν άμεσο κίνδυνο για την ακεραιότητα του πλοίου.

### • Εξοπλισμός για την Επιθεώρηση Ρωγμών.

Ο εξοπλισμός που απαιτείται για την επιθεώρηση ρωγμών είναι ο ίδιος με αυτόν που απαιτείται για την επιθεώρηση διάβρωσης με την πρόσθεση:

- Φωτογραφικής μηχανής, για την φωτογράφιση της επιφάνειας θραύσεως και της περιβάλλουσας κατασκευής.
- Μετρητικής ταινίας, για τις μετρήσεις των διαστάσεων της ρωγμής.
- Μεγεθυντικό φακό, για την λεπτομερή επιθεώρηση της επιφάνειας θραύσεως.

Μπορεί επίσης να απαιτηθεί η χρήση τρυπανιού ή εξοπλισμού φλογοκοπής σε περίπτωση που η ρωγμή είναι κλειστή και απαιτείται λήψη δείγματος υλικού.

### • Επιθεώρηση Ρωγμών.

Η επιθεώρηση συμπεριλαμβάνει:

1. Καταγραφή της πορείας της ρωγμής σε σχεδιαγράμματα ή σε αντίγραφα των κατασκευαστικών σχεδίων.

Η πορεία της ρωγμής θα πρέπει να καταγραφεί καθαρά πάνω στα αντίστοιχα σχέδια. Μπορεί επίσης να καταστεί απαραίτητο να πραγματοποιηθούν παχυμετρήσεις στην γειτονική περιοχή της ρωγμής.

2. Καταγραφή του τύπου της ρωγμής (επιθυμητή και η φωτογράφιση).

Ο τύπος της ρωγμής προσδιορίζεται κατά την επιθεώρηση των επιφανειών θραύσης. Οι ρωγμές από κόπωση είναι ο πιο κοινός τύπος ρωγμών και χαρακτηρίζονται από ραβδώσεις ή ομόκεντρους κύκλους. Οι όλκιμες ρωγμές έχουν μια μουντή, γκριζα, μη κοκκώδη μορφή. Οι ψαθυρές ρωγμές έχουν μια σχετικά επίπεδη επιφάνεια με τη χαρακτηριστική μορφή του ψαροκόκαλου στην επιφάνεια της ρωγμής. Στην περίπτωση αυτή, η επιφάνεια της ρωγμής είναι γυαλιστερή και κοκκώδης.

3. Εντοπισμός της θέσης έναρξης της ρωγμής (επιθυμητή και η φωτογράφιση).

Ο εντοπισμός της θέσης της ρωγμής είναι το πιο σημαντικό τμήμα της έρευνας. Οι ρωγμές αρχίζουν να σχηματίζονται σε ατέλειες ή εγκοπές, οι οποίες σχετίζονται με κατασκευαστικές λεπτομέρειες.

- Συνθήκες Κατά την Έναρξη της Ρωγμής.

Εκτός από την επιθεώρηση στην περιοχή της ρωγμής, θα πρέπει να εξεταστούν και να σημειωθούν σχετικές λεπτομέρειες που αφορούν το πλοίο όπως ο τύπος του πλοίου, οι κύριες διαστάσεις του, η υπηρεσιακή του ταχύτητα, το πρόσθετο βάρος του, οι πορείες στις οποίες ταξιδεύει αλλά και κατασκευαστικά σχέδια της περιοχής που εμφανίστηκε η ρωγμή.

Προκυμμένου να καθοριστούν οι συνθήκες κατά τη στιγμή που προέκυψε η ρωγμή, θα χρειαστούν οι παρακάτω πληροφορίες, που θα πρέπει να εξεταστούν ταυτόχρονα με την διεξαγωγή της επιθεώρησης των ρωγμών.

- Ταχύτητα πλοίου και προορισμός.
- Συνθήκες θάλασσας.
- Ταχύτητα και διεύθυνση ανέμου.
- Κατάσταση θάλασσας.
- Θερμοκρασία αέρα και θαλασσινού νερού.
- Κατάσταση φόρτωσης πλοίου.
- Εκτόπισμα και βύθισμα.
- Ασυνήθιστες καταστάσεις (π.χ. σφυρόκρουση).

- Αιτίες Πρόκλησης Μεγάλων (Ψαθυρών) Ρωγμών.

Οι μεγάλες ρωγμές οφείλονται σε:

- Ασυνήθιστα υψηλές δυνάμεις λόγω εξωτερικών φορτίσεων.
- Ατέλειες και εγκοπές.
- Ανεπαρκείς ιδιότητες υλικών στις θερμοκρασίες λειτουργίας του πλοίου.

Υπό κανονικές συνθήκες, οι φορτίσεις που επιβάλλονται στην κατασκευή της γάστρας δεν προκαλούν τόσο μεγάλες τάσεις, ώστε με τα υπάρχοντα ελαττώματα να προκληθεί ζημιά. Έτσι, το πλοίο μπορεί να λειτουργήσει για μεγάλα χρονικά διαστήματα χωρίς να συναντήσει προβλήματα, παρόλο που είναι πιθανόν να υπάρχουν πολλά ελαττώματα στην κατασκευή του. Εάν όμως οι επιβαλλόμενες φορτίσεις αυξηθούν πάνω από τις συνήθεις τιμές τους, οι τάσεις κοντά στα ελαττώματα μπορεί να αυξηθούν σε τέτοιο βαθμό ώστε να προκληθεί έναρξη ρωγμών.



Εικόνα 4: Ρωγμή στην σύνδεση της μεταλλικής κατασκευής του καταστρώματος.



Εικόνα 5: Ρωγμή στα πλευρικά τοιχώματα από την πίεση του νερού στις δεξαμενές έρματος.

## ΤΟΠΙΚΟΣ ΛΥΓΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΤΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

Ο λυγισμός στα διάφορα στοιχεία της κατασκευής προκύπτει σε τμήματα της γάστρας που φορτίζονται κυρίως στα επίπεδό τους. Η σοβαρότητα του λυγισμού θα εξαρτηθεί από το εάν εμφανίζεται σε πρωτεύοντα ή δευτερεύοντα στοιχεία της κατασκευής. Επιπλέον μπορεί να προκύψει ολικός λυγισμός (θέτοντας έτσι σε κίνδυνο την ακεραιότητα της κατασκευής) ή τοπικός λυγισμός (κατά τον οποίο ένα στοιχείο της κατασκευής, όπως ο κορμός ενός νομέα, λυγίζει. Σκοπός της επιθεώρησης για λυγισμό είναι η εύρεση των αιτιών της ζημιάς αλλά και οι κινήσεις που πρέπει να γίνουν για την επισκευή της. Αν ο λυγισμός οφείλεται σε μείωση πάχους λόγω διάβρωσης είναι πιθανόν να απαιτείται βελτιωμένη συντήρηση. Εάν από την άλλη μεριά, η ζημιά προκύπτει χωρίς να παρατηρηθεί άλλη φθορά μπορεί να απαιτηθεί επιπλέον ενίσχυση της περιοχής.



Εικόνα 6: Λυγισμός πλευρικών ελασμάτων δεξαμενόπλοιου.

## ΑΠΟΤΕΣΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΕΩΝ ΤΗΣ ΜΕΤΑΛΛΙΚΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

Η αποτελεσματικότητα των επιθεωρήσεων της μεταλλικής κατασκευής εξαρτάται από:

- Την Πιθανότητα Εντοπισμού Αστοχίας (*probability of detection – POD*).

Η γνώση του πόσο πιθανή είναι η ανακάλυψη ενός ελαττώματος ή μιας ζημιάς είναι χρήσιμη, γιατί θα δώσει μια ένδειξη επιτυχίας της συγκεκριμένης πρακτικής. Θα δείξει επίσης, τι είδους αλλαγές απαιτείται να γίνουν στις τεχνικές των επιθεωρήσεων προκειμένου να βελτιωθεί η αποτελεσματικότητά τους. Για να ποσοτικοποιήσουμε την αποτελεσματικότητα μιας επιθεώρησης, απαιτείται ένα μέτρο επιτυχίας. Ένα τέτοιο μέτρο είναι η πιθανότητα

εντοπισμού αστοχίας (*probability of detection – POD*). Όσο αυξάνει η ακρίβεια εντοπισμού τόσο αυξάνει και η τιμή του *POD*.

Η πιθανότητα ανακάλυψης μπορεί να εκτιμηθεί με την χρήση θεωρητικών ή πρακτικών μεθόδων. Διαφορετικά ελαττώματα έχουν και διαφορετικές τιμές *POD*. Ομοίως η τιμή της πιθανότητας εντοπισμού θα ποικίλει και θα εξαρτάται από περιβαλλοντικούς παράγοντες, παράγοντες που αφορούν τον χρόνο, το είδος της επιθεώρησης, τον λόγο για τον οποίο γίνεται καθώς και για το «ποιόν» γίνεται η επιθεώρηση.

- Παράγοντες που Επηρεάζουν την Απόδοση του Επιθεωρητή.

Οι παράγοντες που επηρεάζουν την απόδοση του επιθεωρητή μπορούν να ταξινομηθούν κατά τον ακόλουθο τρόπο:

- Παράγοντες σχετικοί με το πλοίο.

Αυτοί περιλαμβάνουν το σχεδιασμό, τη διάταξη της κατασκευής και το μέγεθος. Ο σημαντικότερος παράγοντας είναι αυτός του μεγέθους του πλοίου γιατί καθορίζει τον διαθέσιμο χρόνο για την επιθεώρηση του κάθε διαμερίσματος.

Ο τύπος του πλοίου έχει έμμεση επίδραση στην απόδοση της επιθεώρησης του. Για παράδειγμα, οι εσωτερικές επιφάνειες μιας δεξαμενής πετρελαίου δεν μπορούν να επιθεωρηθούν το ίδιο εύκολα με τις επιφάνειες ενός αμπαριού σε πλοίο μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων.

Η διάταξη της μεταλλικής κατασκευής μπορεί να επιτρέψει ή να δυσχεράνει την πρόσβαση στα διάφορα σημεία της (π.χ. μέγεθος ανθρωποθυρίδων).

- Παράγοντες σχετικοί με την κατάσταση/συντήρηση του πλοίου (ηλικία, φορτίο, ελαττώματα).

Για παράδειγμα, συνήθως οι επιθεωρητές δε δίνουν την ίδια σημασία στην κατάσταση ενός νέου πλοίου, και έτσι κάποια ελαττώματα παραμένουν χωρίς να έχουν εντοπισθεί. Αντίστοιχα ένα παλιό πλοίο θα έχει περισσότερα ευδιάκριτα ελαττώματα κάποια από τα οποία είναι λογικό ότι δεν θα ανακαλυφθούν.

- Παράγοντες σχετικοί με το προσωπικό επιθεώρησης.

Η γενική εμπειρία θεωρείται ένας κρίσιμος παράγοντας στην ανακάλυψη ελαττωμάτων. Ένας αρχάριος επιθεωρητής χρειάζεται

χρόνο, ώστε να εξοικειωθεί με τη φύση των μεταλλικών κατασκευών του πλοίου.

Η γνώση των λειτουργιών του πλοίου είναι σημαντική για την προετοιμασία των προγραμμάτων επιθεώρησης. Κατά την διάρκεια της επιθεώρησης είναι αναγκαίο ο επιθεωρητής να μπορεί να απομονώσει στοιχεία που παρουσιάζουν πρόβλημα.

Τέλος ένα ακόμα σημαντικό ζήτημα που συμβάλει στην αποτελεσματικότητα των επιθεωρήσεων είναι η εκπαίδευση. Η οποία συμβάλει σε σημαντικό βαθμό στην αναγνώριση και ερμηνεία των διαφόρων ζημιών.

- Παράγοντες σχετικοί με το περιβάλλον.

Το περιβάλλον παίζει σημαντικό ρόλο στην αποτελεσματικότητα των επιθεωρήσεων στα πλοία. Οι σχετιζόμενοι με το περιβάλλον παράγοντες μπορούν να ταξινομηθούν σε αυτούς που έχουν σχέση με τις εξωτερικές συνθήκες (καιρικές συνθήκες, θέση πλοίου κ.λ.π.) και σε αυτούς που έχουν σχέση με διαδικαστικά θέματα.

Είναι εύκολο να κατανοηθεί η επίπτωση των καιρικών συνθηκών στις επιθεωρήσεις. Παραδείγματος χάριν η διεξαγωγή μιας επιθεώρησης όταν το πλοίο βρίσκεται σε θύελλα είναι σαφώς δυσκολότερη από την επιθεώρηση του πλοίου στο ναυπηγείο.

Η κατάσταση ή θέση του πλοίου έχει ιδιαίτερη σημασία κατά την επιθεώρηση αφού επιτρέπει την πρόσβαση για επιθεώρηση σε τμήματα που σε άλλες περιπτώσεις είναι αδύνατο να επιθεωρηθούν.

Για παράδειγμα κατά τον δεξαμενισμό είναι εφικτή η επιθεώρηση του πυθμένα και όλων των εσωτερικών ελασμάτων.

## ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗ ΤΗΣ ΜΕΤΑΛΛΙΚΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΤΩΝ *BULK CARRIERS*

Η επιθεώρηση των *bulk carriers* περιλαμβάνει τα τμήματα και την πορεία δράσης που προαναφέρθηκε. Θεωρείται όμως συνετή η πρόσθεση ορισμένων λεπτομερειών σχετικά με την επιθεώρηση για τον συγκεκριμένο τύπο πλοίου με σκοπό την απόκτηση μίας πιο ολοκληρωμένης εικόνας για τις επιθεωρήσεις.

- Προετοιμασία και Εκτέλεση Επιθεωρήσεων.

- Πρόγραμμα Επιθεώρησης.

Πριν την διεξαγωγή κάποιας επιθεώρησης είναι αναγκαία η κατάρτιση ενός προγράμματος, με την συνεργασία των

αρχιμηχανικών, των πλοιοκτητών και των επιθεωρητών του νηογνώμονα.

Το πρόγραμμα επιθεώρησης πρέπει να κάνει αναφορά στις συνθήκες επιθεώρησης, τις μεθόδους πρόσβασης στις περιοχές που θα επιθεωρηθούν, τον κατάλογο των παχυμετρήσεων και τον αναγκαίο εξοπλισμό για την εκτέλεση της επιθεώρησης. Παράλληλα θα πρέπει να ακολουθούνται και οι υποδείξεις και απαιτήσεις του εκάστοτε νηογνώμονα. Σε συγκεκριμένες περιπτώσεις μπορεί να απαιτηθεί και ένα πρόσθετο κείμενο Προγραμματισμού Επιμετρήσεων, στο οποίο περιγράφονται αναλυτικά οι λεπτομερείς μετρήσεις και επιθεωρήσεις, η διάταξη του οποίου θα αποφασισθεί με βάση τις απαιτήσεις του νηογνώμονα.

➤ Εγχειρίδιο Προγράμματος Επιμετρήσεων.

Σκοπός του Προγράμματος Επιμετρήσεων είναι ο εντοπισμός των κρίσιμων περιοχών, ο καθορισμός της έκτασης των επιθεωρήσεων και επιμετρήσεων σε τοπικό επίπεδο, καθώς και ο εντοπισμός ύποπτων για μελλοντική φθορά περιοχών. Το Εγχειρίδιο Προγράμματος Επιμετρήσεων θα πρέπει να συναντάται πριν από τη σχετική επιθεώρηση. Το Εγχειρίδιο Προγράμματος Επιθεώρησης περιλαμβάνει τα εξής:

1. Κύρια χαρακτηριστικά του πλοίου.
  2. Σχέδιο διάταξης δεξαμενών και αμπαριών.
  3. Κατάλογο δεξαμενών και αμπαριών με πληροφορίες χρήσης, προστασίας και κατάστασης προστατευτικών επιστρωμάτων.
  4. Αξιολόγηση του κινδύνου διάβρωσης για κάθε δεξαμενή και αμπάρι.
  5. Ζημιές που αποδίδονται σε σφάλματα κατασκευαστικού σχεδιασμού.
  6. Επιλογή δεξαμενών και αμπαριών για επιστάμενες επιμετρήσεις.
  7. Επιλογή στοιχείων της μεταλλικής κατασκευής για παχυμέτρηση.
  8. Καθορισμό του επιτρεπόμενου ορίου διάβρωσης.
- Συνθήκες Εκτέλεσης Επιθεώρησης.
    1. Η πλοιοκτήτρια εταιρία θα πρέπει να εξασφαλίσει ότι η επιθεώρηση θα εκτελεσθεί υπό ασφαλείς συνθήκες.
    2. Θα πρέπει να εξασφαλισθεί η ασφαλής πρόσβαση στις δεξαμενές και στα αμπάρια του πλοίου (π.χ. *gas-freeing*).
    3. Οι χώροι προς επιθεώρηση θα πρέπει να καθαρισθούν από λιμνάζοντα νερά, υπολείμματα φορτίου, πετρέλαιο και ακαθαρσίες, έτσι ώστε να μπορούν να εντοπιστούν ευκολότερα τυχόν ρωγμές, η έκταση της

διάβρωσης και ζημιές άλλου είδους. Η διαδικασία του καθαρισμού είναι αναγκαία για την διεξαγωγή των παχυμετρήσεων.

4. Θα πρέπει να υπάρχει κατά τον μέγιστο δυνατό επαρκής φωτισμός για την διευκόλυνση των διαδικασιών.

- Πρόσβαση στην Κατασκευή και Ασφάλεια.

Για την εξασφάλιση της ασφάλειας κατά την επιθεώρηση των διαφόρων τμημάτων του πλοίου πρέπει να δίνεται προσοχή στα παρακάτω:

1. Να μετράται η ποσότητα του οξυγόνου και να εξασφαλίζεται ότι βρίσκεται σε αποδεκτά επίπεδα.
2. Να δίνεται προσοχή κατά την μετακίνηση στον εσωτερικό χώρο των δεξαμενών, και κυρίως στις άνω πλευρικές δεξαμενές (εξ' αιτίας της κλίσης τους), λόγω της ολισθηρής φύσης της αντιδιαβρωτικής επίστρωσης.
3. Κατά την είσοδο στα αμπάρια πρέπει να εξετάζεται η κατακόρυφη σκάλα για τυχόν υπολείμματα φορτίου ή αστοχία του μετάλλου.
4. Στα διπύθμενα, πολλές φορές συγκεντρώνεται λάσπη η οποία θα πρέπει και να αφαιρείται, για να γίνεται ανεμπόδιστα ο έλεγχος της κατασκευής.

- Προσωπικός Προστατευτικός Εξοπλισμός.

1. Ρούχα εργασίας (Μη αναφλέξιμα και ευδιάκριτα από απόσταση).
2. Προστασία κεφαλής (κράνος).
3. Προστασία χεριών (γάντια).
4. Προστασία αυτιών και οφθαλμών (προστατευτικά γυαλιά και καλύμματα αυτιών).
5. Προστασία αναπνοής (μάσκες σκόνης, μάσκες αερίων κ.ά.).
6. Σωσίβιο (κατά την επιβίβαση και αποβίβαση από σκάφος πλοηγού).

- Προσωπικός Εξοπλισμός Επιθεώρησης.

Βλέπε Τεχνικός Εξοπλισμός σελ. 17



Εικόνα 7: Αμπάρι *Bulk Carrier* με κυματοειδή φρακτή.

### ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΕΙΣ ΤΗΣ ΜΕΤΑΛΛΙΚΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΔΕΞΑΜΕΝΩΠΛΟΙΩΝ ΔΙΠΛΗΣ ΓΑΣΤΡΑΣ.

Ως δεξαμενόπλοιο διπλής γάστρας ορίζεται το πλοίο μεταφοράς των υγρών φορτίων που αναφέρεται στην σύμβαση *MARPOL* (Παράρτημα Α). Σύμφωνα με την σύμβαση αυτή, το περιβάλλον προστατεύεται από πιθανή ρύπανση με γάστρα που αποτελείται από διπλά τοιχώματα και διπλό πυθμένα.

- Κρίσιμες Περιοχές στα Δεξαμενόπλοια Διπλής Γάστρας.

Ως κρίσιμες περιοχές ορίζονται οι θέσεις για τις οποίες υπάρχει αυξημένη πιθανότητα να προκύψει ζημιά κατά την διάρκεια ζωής του πλοίου σε σχέση με τις υπόλοιπες περιοχές της κατασκευής, εξαιτίας συγκεντρώσεων τάσεων, κακής ευθυγράμμισης ή ασυνέχειας της κατασκευής και διάβρωσης.

Ακολουθεί ένας οδηγός που παρουσιάζει ορισμένες κρίσιμες περιοχές στα δεξαμενόπλοια διπλής γάστρας:

- Αναφορικά με την συγκέντρωση τάσεων (κυρίως για την πρόκληση ρωγμών και λυγισμού):

### 1. Εγκάρσια τομή - τμήμα

- A) Τα σημεία σύνδεσης της εγκάρσιας ενίσχυσης με του νομείς, με τα ελάσματα του εσωτερικού πυθμένα και τις διαμήκεις φρακτές.
- B) Σύνδεση διαμήκους φρακτής με το κάτω κεκλιμένο έλασμα.
- Γ) Σύνδεση των άκρων των μπρακέτων των εγκάρσιων ζυγών του καταστρώματος με τις διαμήκεις φρακτές ή με το κεκλιμένο έλασμα της άνω πλευρικής δεξαμενής.
- Δ) Σύνδεση του κεκλιμένου ελάσματος της άνω πλευρικής δεξαμενής με τις διαμήκεις φρακτές.
- Ε) Σύνδεση των διαμήκων πλευρικών ενισχυτικών με τους νομείς.

### 2. Εγκάρσια φρακτή (με κατακόρυφες πτυχώσεις)

- A) Συνδέσεις των πτυχώσεων με τον εσωτερικό πυθμένα.
- B) Συνδέσεις με το κατάστρωμα.
- Γ) Συνδέσεις της κάτω έδρασης με το κάτω έλασμα έδρασης.
- Δ) Σύνδεση των διαμήκων ενισχυτικών του καταστρώματος με τις πτυχώσεις.
- Ε) Συνδέσεις των οριζόντιων ζυγών στις πλευρές με τις εγκάρσιες φρακτές.
- ΣΤ) Σύνδεση της κεντρικής διαμήκους φρακτής (εάν υπάρχει) με τις κατακόρυφες πτυχώσεις της φρακτής, ειδικά στην περιοχή των ελασμάτων στήριξης.

### 3. Εγκάρσιες φρακτές (απλές)

- A) Συνδέσεις των κατακόρυφων ενισχύσεων με τον εσωτερικό πυθμένα.
- B) Σύνδεση της κατακόρυφης ενίσχυσης με τα οριζόντια ζυγά.
- Γ) Σύνδεση των οριζόντιων ζυγών με τα οριζόντια πλευρικά ζυγά.
- Δ) Σύνδεση του εσωτερικού πυθμένα και των διαμήκων ενισχυτικών ενισχυτικών πυθμένα με τις υδατοστεγείς έδρες στην περιοχή της κάτω έδρασης της φρακτής.

### ➤ Αναφορικά με την διάβρωση:

Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως διάβρωση παρατηρείται σε όλα τα τμήματα του πλοίου. Αυτό που διαφέρει από τμήμα σε τμήμα είναι ο ρυθμός εξάπλωσης της. Περιοχές που εκθέτονται συχνά σε θαλασσινό νερό έχουν υψηλότερους ρυθμούς διάβρωσης από περιοχές στεγανές και ξηρές. Επομένως κρίσιμες περιοχές για διάβρωση στα δεξαμενόπλοια αποτελούν οι δεξαμενές έρματος, οι δεξαμενές ζυγοστάθμισης και οι δεξαμενές φορτίου (αν καθαρίζονται με νερό ή

αν χρησιμοποιούνται και ως δεξαμενές έρματος). Εκτός από την έκθεση σε θαλασσινό νερό σημαντικό ρόλο στον ρυθμό αύξησης της διάβρωσης έχει η ασυνέχεια που παρουσιάζει η κατασκευή ως προς τους τρόπου σύνδεσης. Καταλαβαίνουμε λοιπόν πως οι συγκολλημένες περιοχές τείνουν να διαβρώνονται γρηγορότερα. Την ίδια συμπεριφορά παρουσιάζουν και τα σημεία στα οποία παγιδεύεται νερό (π.χ. ενισχυτικά φρακτών).

➤ Αναφορικά με τον λυγισμό:

Εκτός από τα σημεία, που προαναφερθήκαν, στα οποία παρουσιάζεται αυξημένη συγκέντρωση τάσεων έχει παρατηρηθεί ότι σχεδόν όλοι οι τύποι πλοίων παρουσιάζουν λυγισμό στα ενισχυτικά του καταστρώματος. Αυτό συμβαίνει εξ' αιτίας της γεωμετρίας του πλοίου. Λόγω της αυξημένης ενίσχυσης στον πυθμένα ο ουδέτερος άξονας κατανομής των τάσεων «κατεβαίνει» προς αυτόν, με αποτέλεσμα οι υψηλότερες τάσεις που δέχεται το πλοίο να συγκεντρώνονται στο κατάστρωμα.



Εικόνα 8: Μέση τομή δεξαμενόπλοιου διπλής γάστρας.

## **ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ**

Όπως παρατηρήθηκε κατά την συλλογή πληροφοριών για την συγγραφή της εργασίας αυτής, η επιθεώρηση των πλοίων είναι μία πολυσύνθετη διαδικασία που περιλαμβάνει αρκετούς παράγοντες που πρέπει να ληφθούν υπ' όψη. Οι παράγοντες αυτοί, άλλοτε δυσχεραίνουν και άλλοτε διευκολύνοντας, την διαδικασία της επιθεώρησης καθορίζουν τις τεχνικές που θα εφαρμοσθούν, τον τρόπο εκπόνησης της επιθεώρησης για το κάθε πλοίο αλλά και την αποδοχή ή όχι των αποτελεσμάτων της. Τέτοιοι παράγοντες αφορούν το για ποιον γίνεται η επιθεώρηση, ποιος είναι ο σκοπός της, ο χρόνος που παρέχεται για την εκπόνηση της, οι συνθήκες κάτω από τις οποίες πραγματοποιείται, ο τύπος του προς επιθεώρηση πλοίου και η ηλικία του και άλλοι. Ανάλογα με τον οργανισμό (ή και την πλοιοκτήτρια εταιρία) που διεξάγει την επιθεώρηση οι απαιτήσεις και ο σκοπός της μεταβάλλονται με αποτέλεσμα να ληφθούν διαφορετικά αποτελέσματα κατά την εκπόνησή της. Ο χρόνος που παρέχεται για την εκπόνησης της διαδικασίας της επιθεώρησης, οι τεχνικές που χρησιμοποιούνται και οι συνθήκες κάτω από τις οποίες πραγματοποιήθηκε μπορούν να επηρεάσουν τα αποτελέσματα των μετρήσεων και να διακινδυνεύσουν την αποτελεσματικότητα της επιθεώρησης. Ο τύπος του προς επιθεώρηση πλοίου και η ηλικία αυτού σχετίζονται με την πιθανότητα ανακάλυψης αστοχιών. Όπως ειπώθηκε σε προηγούμενο κεφάλαιο η εύρεση των αστοχιών είναι δυσκολότερη σε ένα νέο πλοίο, ενώ σε ένα παλιό πλοίο είναι δύσκολη η εύρεση όλων των αστοχιών. Σημαντικό ρόλο κατά την διεξαγωγή μίας επιθεώρησης έχει ο ανθρώπινος παράγοντας. Η εμπειρία της ομάδας επιθεώρησης είναι καταλυτικός παράγοντας για την έγκαιρη και έγκυρη διεξαγωγή της επιθεώρησης. Τέλος συμπεραίνεται πως η διεξαγωγή προκαθορισμένων, και όχι μόνο, επιθεωρήσεων είναι υψίστης σημασίας για την ασφάλεια τόσο του πλοίου όσο και του πληρώματος, την αύξηση του χρόνου ζωής του, την πρόληψη κοστοβόρων ζημιών αλλά σε αρκετές περιπτώσεις και την μεταποίηση των πλοίων.

## **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

- Εικόνες:

Εικόνα εξωφύλλου: Emma Maersk

<http://www.shipspotting.com/gallery/photo.php?lid=1739101>

Εικόνα 1.: [http://www.lemschout.net/psc/\\$cthickm.htm](http://www.lemschout.net/psc/$cthickm.htm)

Εικόνα 2.: [docking.ship-doctor.com](http://docking.ship-doctor.com)

Εικόνα 3.: [www.metallurgist.com](http://www.metallurgist.com)

Εικόνα 4: [officerofthewatch.com](http://officerofthewatch.com)

Εικόνα 5.: [antipodeanmariner.blogspot.com](http://antipodeanmariner.blogspot.com)

Εικόνα 6: [www.tsb.gc.ca](http://www.tsb.gc.ca)

Εικόνα 7: [www.bkk.lt](http://www.bkk.lt)

Εικόνα 8.: [www.marineinsight.com](http://www.marineinsight.com)

- Οι πληροφορίες που χρησιμοποιήθηκαν για την συγγραφή της εργασίας λήφθηκαν από το βιβλίο **ΕΠΙΘΩΡΗΣΗ, ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΚΑΙ ΕΠΙΣΚΕΥΗ ΤΗΣ ΜΕΤΑΛΛΙΚΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΤΟΥ ΠΛΟΙΟΥ, ΠΕΤΡΟΣ Α. ΚΑΡΥΔΗΣ**