



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΕΙΣ ΜΕΤΑΛΛΙΚΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΔΕΞΑΜΕΝΟΠΛΟΙΟΥ
ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΣΥΧΝΟΤΕΡΩΝ ΕΥΡΗΜΑΤΩΝ

HULL SURVEYS OF OIL TANKERS AND ANALYSIS OF COMMON
FINDINGS

ΣΥΓΓΡΑΦΕΑΣ:

ΚΑΜΟΥΔΗ ΜΑΡΙΑ-ΧΡΙΣΤΙΝΑ

A.M.: 51114035

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: ΘΕΟΔΟΥΛΙΔΗΣ ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ, ΕΠΙΚΟΥΡΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ, ΠΑ.Δ.Α.

Αιγάλεω, 2022



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

Διπλωματική Εργασία

Επιθεωρήσεις Μεταλλικής Κατασκευής Δεξαμενόπλοιου και Ανάλυση των Συχνότερων Ευρημάτων

Συγγραφέας

Καμούδη Μαρία-Χριστίνα (Α.Μ.: 51114035)

Επιβλέπων

Θεοδουλίδης Αλέξανδρος,
Επίκουρος Καθηγητής ΠΑ.Δ.Α.

Ημερομηνία Εξέτασης

10/03/2022

Εξεταστική Επιτροπή

Θεοδουλίδης Αλέξανδρος,
Επίκουρος Καθηγητής,
ΠΑ.Δ.Α.

Τίγκας Ιωάννης,
Επίκουρος Καθηγητής
ΠΑ.Δ.Α.

Χατζικωνσταντής Γεώργιος,
Επίκουρος Καθηγητής
ΠΑ.Δ.Α.

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η κάτωθι υπογεγραμμένη Καμούδη Μαρία-Χριστίνα του Εμμανουήλ, με αριθμό μητρώου 51114035 φοιτήτρια του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής της Σχολής Μηχανικών του Τμήματος Ναυπηγών Μηχανικών, δηλώνω υπεύθυνα ότι:

«Είμαι συγγραφέας αυτής της διπλωματικής 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».

Η Δηλούσα



Καμούδη Μαρία-Χριστίνα

Ευχαριστίες

Στο σημείο αυτό θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον καθηγητή μου και επιβλέπων αυτής της μελέτης Δρ. Μιχ. Αλέξανδρο Θεοδουλίδη, καθώς μου έδωσε τη δυνατότητα να ερευνήσω ένα καίριο αντικείμενο στην καριέρα ενός ναυπηγού και με τις πολύτιμες παρατηρήσεις του συνέβαλε στο να κατανοήσω εις βάθος το φάσμα των ζητημάτων που καλείται να αντιμετωπίσει ένας επαγγελματίας μηχανικός που ασχολείται με την παρακολούθηση και συντήρηση της μεταλλικής κατασκευής του πλοίου.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους γονείς μου, τους συγγενείς και τους φίλους μου για την αμέριστη συμπαράστασή τους κατά τη διάρκεια των σπουδών μου.

Περίληψη

Σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η ανάλυση των απαιτήσεων επιθεώρησης της μεταλλικής κατασκευής των δεξαμενόπλοιων με βάση τις απαιτήσεις των Νηογνομόνων, η ανάλυση των συχνότερων ευρημάτων και η παρουσίαση προτεινόμενων πρακτικών για την αποκατάσταση και πρόληψη της φθοράς της μεταλλικής επιφάνειας του σκάφους. Στόχος της διενέργειας κάθε επιθεώρησης είναι να εξασφαλισθεί η καταλληλότητα του πλοίου, για τον λόγο αυτό γίνεται αναφορά στην έννοια της αξιοπλοΐας και τη συμβολή των Νηογνομόνων στην πιστοποίηση και διατήρησή της. Ο ρόλος των ναυτικών επιθεωρητών είναι πολύ σημαντικός καθώς αναλαμβάνουν να φέρουν εις πέρας το έργο των επιθεωρήσεων και παράλληλα να εξάγουν τα τελικά πορίσματα και να ορίσουν τα επόμενα βήματα για την αντιμετώπιση κάθε μορφής ζημίας που ανακύπτει. Όσον αφορά τις επιθεωρήσεις στις οποίες υπόκεινται ένα πλοίο, στα πλαίσια της διπλωματικής εργασίας γίνεται εκτενής αναφορά στις κατευθυντήριες οδηγίες που διέπουν τις υποχρεωτικές επιθεωρήσεις και άλλες μορφές επιθεώρησης που διενεργούν οι Νηογνώμονες. Κατά την επιθεώρηση συναντώνται διάφορα φαινόμενα που οδηγούν στην φθορά της μεταλλικής κατασκευής. Τα σημάδια της φθοράς θα πρέπει να αναγνωριστούν, να αξιολογηθεί η προέλευσή τους και να εφαρμοσθούν τα κατάλληλα μέτρα για την αντιμετώπισή τους και τη μελλοντική αποφυγή παρόμοιων περιστατικών.

Λέξεις κλειδιά: Νηογνόμονας, επιθεώρηση, επιθεωρητής, μεταλλική κατασκευή, απαιτήσεις, ευρήματα, αξιοπλοΐα

Abstract

The aim of the dissertation is the analysis of the classification requirements applied to surveys of hull structure of oil tankers, the analysis of the most common findings and to propose practices for the restoration and prevention of wear of hull. The purpose of conducting each survey is to ensure ship's capability. For this reason, reference is made to the signification of seaworthiness and the contribution of Classification Societies in its certification and workup. As regards the conduction of survey, a marine surveyor owns the most consequential role as they carry out the inspection and meanwhile provide the audit results and impose the next steps to deal with any kind of finding recorded. In the context of the dissertation, concerning the surveys that a ship is subject to, extensive reference is made to the guidelines governing the mandatory surveys and other types of inspection carried out by Classification Societies. Within surveys various phenomena may be spotted that lead to the deterioration of hull structure. The signs of wear should be identified, their cause evaluated, and in order to address them and prevent similar incidents in the future appropriate measures should be taken.

Key words: Classification societies, survey, surveyor, hull, requirements, findings, seaworthiness

Πίνακας Περιεχομένων

1 Η Μεταλλική Κατασκευή των Δεξαμενόπλοιων	14
1.1 Γενικά.....	14
1.2 Ιστορικά Στοιχεία	15
1.3 Δεξαμενόπλοια Συμβατικής Διάταξης (<i>Single Skin Tanker</i>).....	16
1.4 Δεξαμενόπλοια Διπλής Γάστρας (<i>Double Skin Tanker</i>).....	17
2 Ο Ρόλος των Νηογνομόνων στην Αξιοπλοΐα των Πλοίων και την Ασφάλεια στη Θάλασσα	21
2.1 Εισαγωγή.....	21
2.2 Η Έννοια της Αξιοπλοΐας.....	21
2.2.1 Αξιόπλοο Πλοίο	21
2.2.2 Βαθμός Αξιοπλοΐας	22
2.2.3 Πιστοποίηση Αξιοπλοΐας	22
2.3 Οι Νηογνώμονες ως Παράγοντας Ασφάλειας.....	23
2.3.1 Η Έννοια του Νηογνώμονα.....	23
2.3.2 Ιστορικά Στοιχεία	24
2.3.3 Η Οργάνωση των Νηογνομόνων	26
2.3.4 Η Λειτουργία των Νηογνομόνων	27
2.4 Η Διεθνής Ένωση Νηογνομόνων (<i>IACS</i>)	27
2.4.1 Ίδρυση	27
2.4.2 Διάρθρωση.....	28
2.4.3 Σύγχρονη Δομή – Μέλη της <i>IACS</i>	29
2.4.4 Ο Ρόλος και η Αποστολή της <i>IACS</i>	30
2.4.5 Διαδικαστικές Απαιτήσεις (<i>Procedural Requirements</i>)	31
2.4.6 Ενοποιημένες Απαιτήσεις (<i>Unified Requirements</i>)	33
2.5 Ταξινόμηση και Χαρακτηρισμός Πλοίων	33
2.6 Τιμολογιακή Πολιτική Νηογνομόνων	36
2.6.1 <i>Block Fees</i>	36
3 Οι Επιθεωρήσεις ως Μέσο Πιστοποίησης της Αξιοπλοΐας των Πλοίων	37
3.1 Ναυτικοί Επιθεωρητές.....	37
3.1.1 Γενικά.....	37
3.1.2 Αποστολή	38
3.1.3 Οι Επιθεωρητές των Νηογνομόνων (<i>Classification Society Surveyors</i>).....	39
3.1.4 Οι Επιθεωρητές των <i>Salvage Associations</i>	40
3.1.5 Ανεξάρτητοι Επιθεωρητές.....	40
3.2 Κατηγοριοποίηση και Σκοπός των Επιθεωρήσεων	41
3.2.1 Προετοιμασία Επιθεώρησης.....	41
3.2.2 Σχεδιασμός Επιθεώρησης.....	41

3.2.3 Ταξινόμηση Επιθεωρήσεων	47
3.2.4 Τεχνικό Υπόβαθρο	51
4 Ανάλυση των Απαιτήσεων Επιθεώρησης της Μεταλλικής Κατασκευής των Δεξαμενόπλοιων με Βάση τις Απαιτήσεις Νηογνομόνων	53
4.1 Γενικά.....	53
4.1.1 Εφαρμογή.....	54
4.1.2 Ορισμοί.....	54
4.2 Περιοδικές Επιθεωρήσεις Γάστρας (<i>Periodical Hull Surveys</i>)	57
4.2.1 Ετήσια Επιθεώρηση Γάστρας (<i>Annual Hull Survey</i>).....	57
4.2.2 Ενδιάμεση Επιθεώρηση Γάστρας (<i>Intermediate Hull Survey</i>).....	58
4.2.3 Επιθεώρηση Δεξαμενισμού (<i>Dry Docking Survey</i>).....	59
4.2.4 Ειδική Επιθεώρηση Γάστρας (<i>Special Hull Survey</i>)	60
4.2.4.1 1 ^η Ειδική Επιθεώρηση (<i>1st Special Survey</i>)	61
4.2.4.2 2 ^η Ειδική Επιθεώρηση (<i>2nd Special Survey</i>)	62
4.2.4.3 3 ^η Ειδική Επιθεώρηση (<i>3rd Special Survey</i>).....	62
4.2.4.4 4 ^η Ειδική Επιθεώρηση και Άνω (<i>4th Special Survey and On</i>).....	63
4.3 Επιθεωρήσεις Ειδικών Θεμάτων	65
4.3.1 Επιθεώρηση Γενικής Κατάστασης (<i>General Condition Survey</i>).....	66
4.3.2 Επιστάμενη Επιθεώρηση της Κατάστασης του Σκάφους (<i>Close-up Survey</i>).....	66
4.3.3 Επιθεώρηση Ρυθμού Διάβρωσης (<i>Corrosion Rate Survey</i>)	77
4.3.4 Επιθεώρηση Εξακρίβωσης Επισκευών (<i>Repairs Verification Survey</i>)	77
4.3.5 Επιθεώρηση επέκτασης της διάρκειας ζωής του πλοίου (<i>Condition Assessment Survey</i>).....	77
5 Η Σημασία της Φθοράς της Μεταλλικής Κατασκευής των Δεξαμενοπλοίων	79
5.1 Η Συμπεριφορά των Ναυπηγικών Υλικών.....	79
5.1.1 Χάλυβας (<i>Steel</i>)	79
5.1.2 Αλουμίνιο (<i>Aluminium</i>)	83
5.1.3 Χαλκός (<i>Copper</i>).....	84
5.1.4 Ορείχαλκος (<i>Brass</i>)	84
5.1.5 Κράματα Χαλκού Χωρίς Ψευδάργυρο.....	84
5.1.6 Ανοξειδωτοι Χάλυβες (<i>Stainless Steels</i>)	85
5.2 Τα Φαινόμενα που Οδηγούν στη Φθορά της Μεταλλικής Κατασκευής.....	86
5.2.1 Η Διάβρωση.....	86
5.2.2 Το Φαινόμενο της Κόπωσης.....	92
5.2.3 Το Φαινόμενο του Λυγισμού.....	94
5.3 Το Διαβρωτικό Περιβάλλον	95
5.3.1 Το Περιβάλλον της Θάλασσας.....	95
5.3.2 Η Θαλάσσια Ατμόσφαιρα	97
5.4 Η Φθορά της Μεταλλικής Κατασκευής των Δεξαμενοπλοίων	98
5.4.1 Εισαγωγή.....	98

5.4.2 Η Διάβρωση της Μεταλλικής Κατασκευής των Δεξαμενοπλοίων	98
5.4.2.1 Ύποπτες Περιοχές	100
5.4.2.2 Ρυθμός Διάβρωσης	101
5.4.2.3 Δεξαμενές Θαλάσσιου Έρματος (<i>Water Ballast Tanks</i>)	102
5.4.2.4 Δεξαμενές Φορτίου/Καθαρού Έρματος (<i>Cargo/Clean Ballast Tanks</i>)	104
5.4.2.5 Δεξαμενές Φορτίου Έρματος Χωρίς Πλύση (<i>Cargo/Dirty Ballast Tanks</i>)	105
5.4.2.6 Δεξαμενές Φορτίου (<i>Cargo Tanks</i>)	105
5.4.2.7 Η Κατασκευή του Πυθμένα των Δεξαμενών	105
5.4.2.8 Πλευρικά Ελάσματα, Διαμήκεις και Εγκάρσιες Φρακτές	106
5.4.2.9 Κύριο Κατάστρωμα	107
5.4.3 Εμφάνιση Ρωγμών στην Μεταλλική Κατασκευή των Δεξαμενοπλοίων	107
5.4.4 Εμφάνιση Λυγισμού στην Μεταλλική Κατασκευή των Δεξαμενοπλοίων	107
6 Προτεινόμενες Μέθοδοι Αποκατάστασης της Μεταλλικής Κατασκευής Δεξαμενοπλοίων	109
6.1 Η Επισκευή της Μεταλλικής Κατασκευής Δεξαμενοπλοίων Συμβατικής Διάταξης..	109
6.1.1 Εισαγωγή	109
6.1.2 Επισκευή και Συντήρηση της Κατασκευής	109
6.2 Η Επισκευή της Μεταλλικής Κατασκευής Δεξαμενοπλοίων Διπλής Γάστρας	110
6.2.1 Εισαγωγή	110
6.2.2 Γενικές Απαιτήσεις Κανονισμών για Αντιδιαβρωτική Προστασία	110
6.2.3 Προστασία της Κατασκευής Δεξαμενοπλοίων με Διπλή Γάστρα	111
6.2.4 Επιλογή της Κατάλληλης Μεθόδου Προστασίας	111
6.2.5 Τυπικά Προστατευτικά Επιστρώματα στις Σημαντικότερες Περιοχές	112
6.2.6 Κριτήρια Ποιότητας για Προστατευτικά Επιστρώματα στους Χώρους της Διπλής Γάστρας	114
7 Συμπεράσματα και Προτάσεις	117
7.1 Συμπεράσματα	117
7.2 Προτάσεις	118
8 Βιβλιογραφία	120
8.1 Έντυπη	120
8.2 Διαδικτυακή	122
8.3 Εικονογράφησης	125
Παράρτημα	127

1 Η Μεταλλική Κατασκευή των Δεξαμενόπλοιων

1.1 Γενικά

Με τον όρο Δεξαμενόπλοιο (*Tanker*) χαρακτηρίζεται ένα πλοίο που είναι σχεδιασμένο και κατασκευασμένο για τη μεταφορά υγρών φορτίων χύδην (χύμα). Όσον αφορά το μέγεθος των δεξαμενοπλοίων, συναντάμε πλοία με μεταφορική ικανότητα μερικών εκατοντάδων τόνων που εξυπηρετούν τις ανάγκες μικρών λιμανιών ως βοηθητικά λιμένας ή ναυστάθμους, έως πλοία που η μεταφορική τους ικανότητα φτάνει μέχρι κάποιες εκατοντάδες χιλιάδες τόνους και προορίζονται για τη μεταφορά μεγάλων ποσοτήτων φορτίων και σε μεγάλες αποστάσεις.

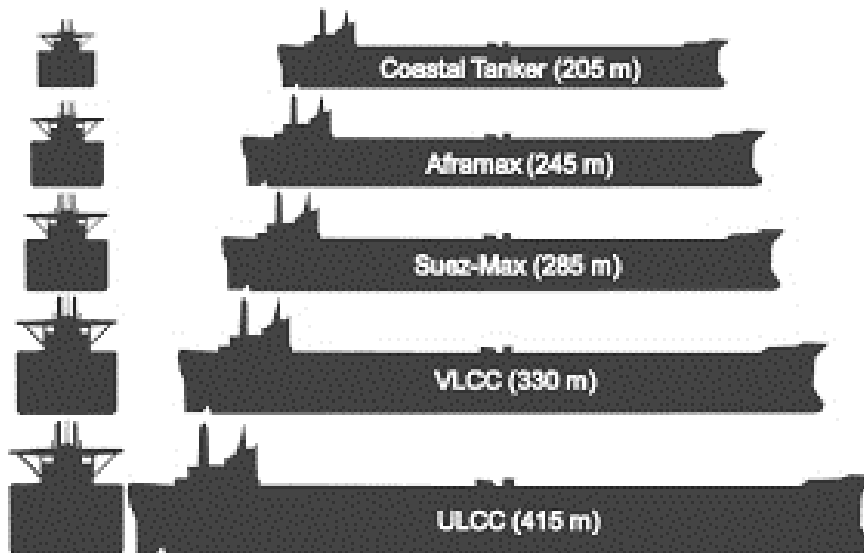
Μέσω των δεξαμενοπλοίων επιτυγχάνεται η μεταφορά μεγάλου φάσματος υγρών φορτίων, όπως προϊόντα υδρογονανθράκων (π.χ. ακατέργαστο πετρέλαιο, πετρέλαια καύσης, βενζίνες, λιπαντικά έλαια, φυτικά έλαια, μελάσσειες), υγροποιημένο φυσικό αέριο, χημικά (π.χ. αμμωνία), νερό, ποτά κ.α.

Σχετικά με την κατηγοριοποίηση των δεξαμενόπλοιων βάσει της μεταφορικής τους ικανότητας ο *International Maritime Organization (IMO)* το 2006 κατέταξε τα *Oil Tankers* σε τρεις ευρύτερες κατηγορίες μεγέθους. Συγκεκριμένα, τα δεξαμενόπλοια μεταξύ 100.000 και 540.000 *DWT* ως επί το πλείστον προορίζονται για τη μεταφορά αργού πετρελαίου από τους παραγωγούς στα διυλιστήρια, ενώ τα πλοία κάτω των 100.000 *DWT* μεταφέρουν κυρίως τα εξευγενισμένα προϊόντα και μερικά απασχολούνται και στο εμπόριο αργού πετρελαίου. Όσον αφορά τα πλοία, κάτω των 20.000 *DWT*, στην πλειονότητά τους χρησιμοποιούνται στην παράκτια διανομή εκτελώντας μεταφορές από τα διυλιστήρια πετρελαίου σε σταθμούς αποθήκευσης και διανομής.

Ενώ δεν υπάρχει τυποποιημένο σύστημα ταξινόμησης των πετρελαιοφόρων, ο στόλος χωρίζεται συνήθως σε διάφορες μεγάλες κατηγορίες βάσει της μεταφορικής ικανότητας. Οι κατηγορίες αυτές είναι τα πετρελαιοφόρα *Handysize* (ή *Coastal Tankers*), *Panamax*, *Aframax*, *Suezmax*, *Very Large Crude Carrier (VLCC)* και *Ultra Large Crude Carrier (ULCC)*.

Κατηγορία	Τόνοι ξηρού φορτιού <i>DWT</i>
<i>Handysize (Coastal Tankers)</i>	10.000-60.000
<i>Panamax</i>	60.000-80.000
<i>Aframax</i>	80.000-120.000
<i>Suezmax</i>	120.000-200.000
<i>Very Large Crude Carrier (VLCC)</i>	200.000-315.000
<i>Ultra Large Crude Carrier (ULCC)</i>	315.000-550.000

Πίνακας 1: Κατηγορίες πετρελαιοφόρων βάσει της μεταφορικής τους ικανότητας.



Εικόνα 1: Κατηγορίες πετρελαιοφόρων βάσει της μεταφορικής τους ικανότητας. (<https://oilandgaslogistics.wordpress.com/2013/07/09/types-of-tankers/>)



Εικόνα 2: Γενική όψη της κατασκευής σύγχρονου δεξαμενόπλοιου VLCC. ([https://en.wikipedia.org/wiki/Tanker_\(ship\)#/media/File:Sirius_Star_2008b.jpg](https://en.wikipedia.org/wiki/Tanker_(ship)#/media/File:Sirius_Star_2008b.jpg))

1.2 Ιστορικά Στοιχεία

Πηγαίνοντας πίσω στα αρχαία χρόνια ανακαλύπτουμε ότι η μεταφορά πάσης φύσεως υγρών φορτίων, όπως για παράδειγμα κρασιού και λαδιού, καθώς και χύμα φορτίων όπως τα σιτηρά, επιτυγχανόταν μέσω των αμφορέων, μεγάλων δοχείων που εμφάνιζαν ευκολίες στη μεταφορά και στην στοιβασία τους. Παράλληλα, για τον ερματισμό των πλοίων χρησιμοποιούνταν μόνιμοι αμφορείς, οι οποίοι πληρούνταν με θαλασσινό νερό και στοιβάζονταν κάθετα σε ειδικές υποδοχές στα πλευρά των κυτών. Ακόμη, ειδικά αγγεία, τα λεγόμενα «τηγανόσχημα» που εμφάνιζαν, επίσης, ιδιαίτερη ευκολία στη στοιβασία τους χρησιμοποιούνταν για τις ανάγκες των του πληρώματος σε πόσιμο νερό. Η παραπάνω πρακτική μεταφοράς υγρών φορτίων με κάποιες παραλλαγές, όπως η αντικατάσταση των αμφορέων με βαρέλια (στην αρχή

ξύλινων και έπειτα μεταλλικών), συνεχίστηκε σχεδόν έως την εποχή του Α' Παγκοσμίου Πολέμου.

Η ανάπτυξη της μηχανοκίνησης των πλοίων, καθώς και της ραγδαίας βιομηχανοποίησης οδήγησε στην ταχύτατη αύξηση της ανάγκης μεταφοράς πετρελαιοειδών. Έτσι, η αναζήτηση νέων εναλλακτικών μεταφορών τους με την οποία θα δύναται να εκμεταλλευτεί και η τελευταία σπιθαμή των κυτών των πλοίων, δεν άργησε να εμφανιστεί. Ως λύση στο παραπάνω πρόβλημα ήρθε η απορία κάποιων ιδιοκτητών σκαφών, μεταξύ των οποίων και Ελλήνων πλοιοκτητών, «γιατί τα καύσιμα να μεταφέρονται σε βαρέλια τοποθετημένα στα αμπάρια των πλοίων, και αντ' αυτού δεν κατασκευάζουμε "αμπάρια βαρέλια";». Η παραπάνω ιδέα υποστηρίχθηκε και οι ναυπηγοί της εποχής προχώρησαν στην σχεδίαση και ναυπήγηση πρωτοποριακών πλοίων βαρελιών, αυτά που στις μέρες μας συχνά θαυμάζονται για το μέγεθός τους και καλούνται δεξαμενόπλοια.

Στην αρχή τα δεξαμενόπλοια που ναυπηγούνταν είθισται να ταξινομούνται σε δύο κατηγορίες, τα παράκτια και τα ωκεάνεια, με τα πρώτα να φτάνουν τους 2.000 τόνους και τα δεύτερα τους 15.000 τόνους. Μετά τον Β' Παγκόσμιο Πόλεμο κάνουν την εμφάνισή τους πιο μεγάλα δεξαμενόπλοια που αποκαλούνται σούπερ τάνκερς και είναι από 20.000 έως 30.000 *gross tonnage*. Έπειτα, και κυρίως στο διάστημα 1955-1970, παρατηρείται ένας γιγαντισμός των πλοίων που είχε ως αποτέλεσμα την ναυπήγηση δεξαμενόπλοιων μεγαλύτερων των 150.000 τόνων, που χαρακτηρίστηκαν ως μαμούθ τάνκερς. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί το ιαπωνικό δεξαμενόπλοιο "Tokyo Maru" που ξεπέρασε τους 200.000 τόνους μεταφορική ικανότητα και χαρακτηρίστηκε ως «ο Κολοσσός των Ωκεανών».



Εικόνα 3: Το δεξαμενόπλοιο "Tokyo Maru" (258.374 DWT, Nagasaki Yard 1986).
(<http://www.aukevisser.nl/supertankers/VLCC%20T-V/id213.htm>)

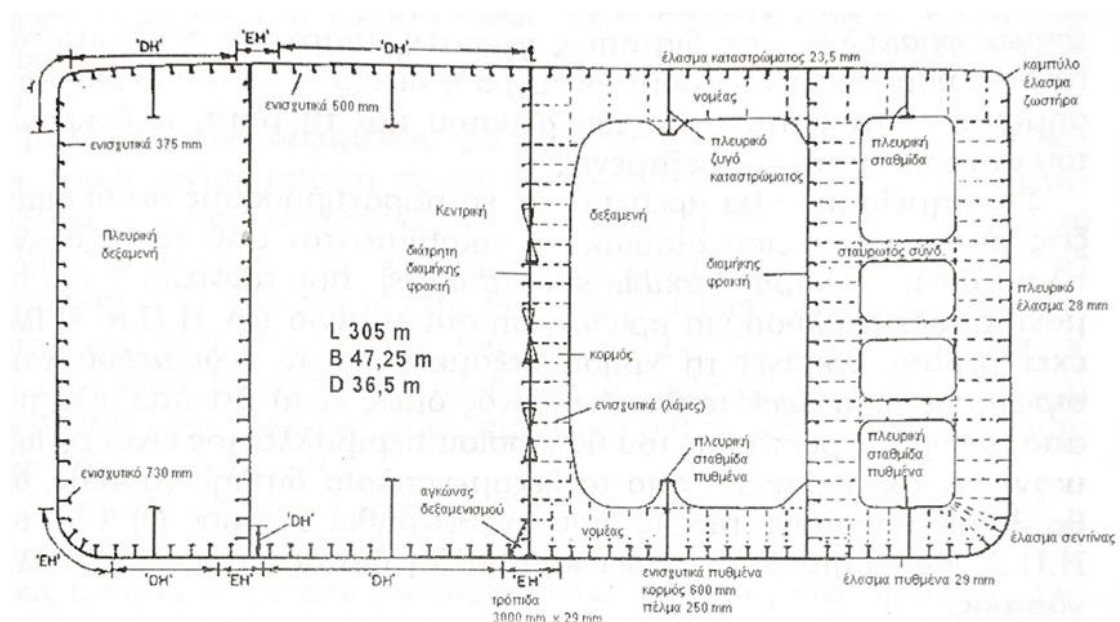
1.3 Δεξαμενόπλοια Συμβατικής Διάταξης (*Single Skin Tanker*)

Με τον όρο δεξαμενόπλοια συμβατικής διάταξης (*single skin tanker*) περιγράφονται τα πλοία που μεταφέρουν πετρέλαιο και άλλα υγρά φορτία, στην εγκάρσια κατεύθυνση διαθέτουν μία ή και περισσότερες δεξαμενές, ενώ η προστασία του θαλάσσιου περιβάλλοντος επιτυγχάνεται από μόνιμες δεξαμενές έρματος. Στα συγκεκριμένα πλοία δεν υπάρχουν διπύθμενα και στην πλευρική τους κατασκευή δεν διατίθεται εσωτερικό περίβλημα.

Στην εικόνα που ακολουθεί βλέπουμε για ένα μεγάλο δεξαμενόπλοιο δύο διαφορετικές εγκάρσιες τομές της κατασκευής. Συγκεκριμένα, ο χώρος είναι υποδιαιρεμένος σε τρεις δεξαμενές με δύο στεγανές διαμήκειες φρακτές. Η τομή στην αριστερή πλευρά της εικόνας

πρόκειται για τομή σε περιοχή όπου δεν υπάρχει εγκάρσιος νομέας και σημειώνονται μόνον τα κατασκευαστικά στοιχεία της διατομής που εξασφαλίζουν την διαμήκη αντοχή. Στην δεξιά πλευρά της εικόνας συναντάμε ενισχυμένο νομέα. Στην συγκεκριμένη περίπτωση σε όλη την κατασκευή χρησιμοποιείται σύστημα διαμήκους ενίσχυσης.

Σε αυτό το σημείο οφείλουμε να σημειώσουμε ότι αυτού του τύπου οι διατάξεις δεξαμενόπλοιων αντικαθίστανται σταδιακά από τα δεξαμενόπλοια διπλής γάστρας (*double skin tankers*) που είναι και η μόνη αποδεκτή επιλογή όσον αφορά την προσέγγιση σε λιμένες των Η.Π.Α., καθώς βάσει του νόμου *OPA '90* απαγορεύεται ρητά οποιαδήποτε άλλη διάταξη πέραν της διπλής γάστρας.

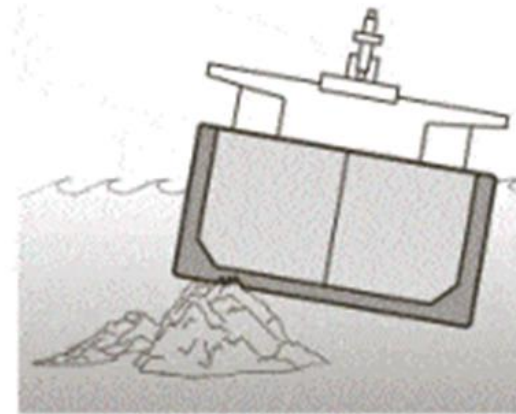
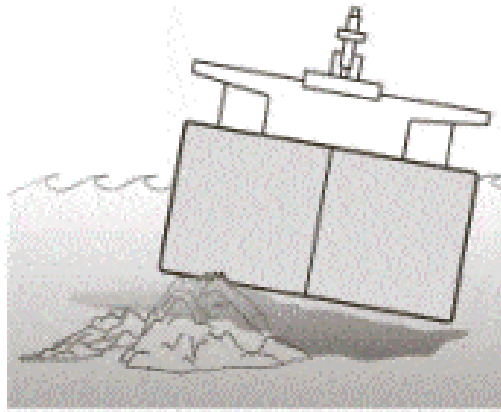


Εικόνα 4: Μέση τομή συμβατικού δεξαμενόπλοιου.
(Πέτρος Α. Καρύδης, *Η Μεταλλική Κατασκευή του Πλοίου. Θέματα Τοπικής Αντοχής*.
Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Ε.Μ.Π., 2000.)

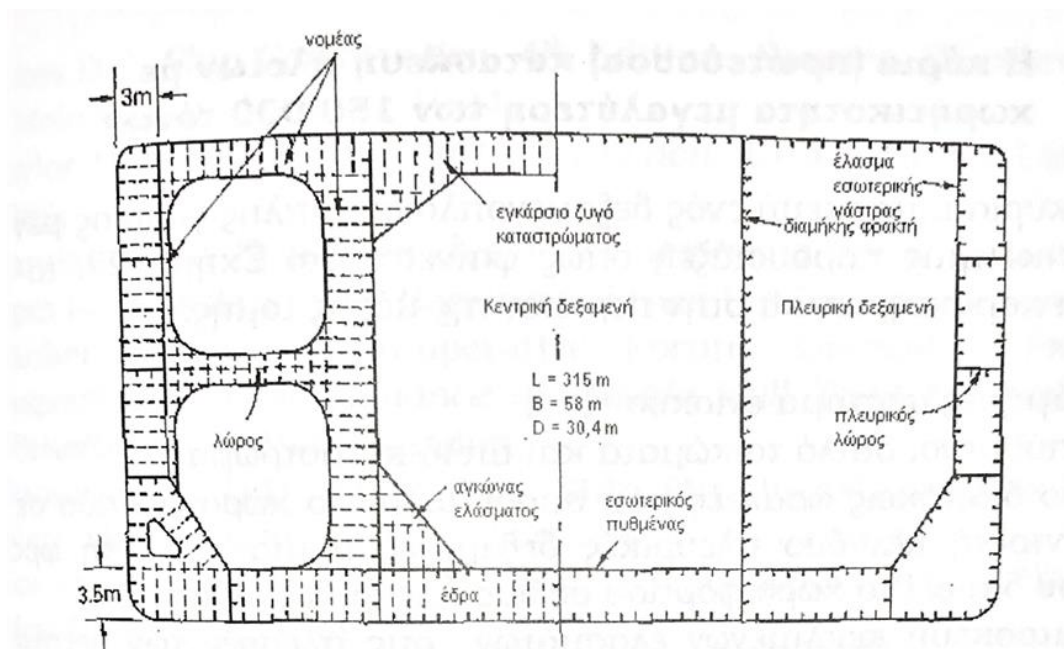
1.4 Δεξαμενόπλοια Διπλής Γάστρας (*Double Skin Tanker*)

Με τον όρο δεξαμενόπλοιο διπλής γάστρας (*double skin tanker*) περιγράφεται το πλοίο που μεταφέρει φορτία κατά *MARPOL Annex I*. Εδώ, η προστασία του θαλάσσιου περιβάλλοντος από το μεταφερόμενο φορτίο εξασφαλίζεται μέσω διπλής κατασκευής της γάστρας, η οποία αποτελείται από διπύθμενο και διπλά τοιχώματα και προορίζεται για την μεταφορά έρματος όσον αφορά δεξαμενόπλοια χωρητικότητας μεγαλύτερης των 5.000 τόνων. Οι περιοχές αυτές μεταφοράς έρματος εκτείνονται καθ' όλο το μήκος των μερών φορτίου.

Τις κατευθυντήριες οδηγίες σχετικά με τα πλοία διπλής γάστρας βρίσκουμε στους κανονισμούς της *MARPOL Annex I Regulation 13F*. Όσον αφορά τις Η.Π.Α. οι απαιτήσεις περιλαμβάνονται στους κανονισμούς του *Oil Pollution Act* του 1990 (*OPA '90*).

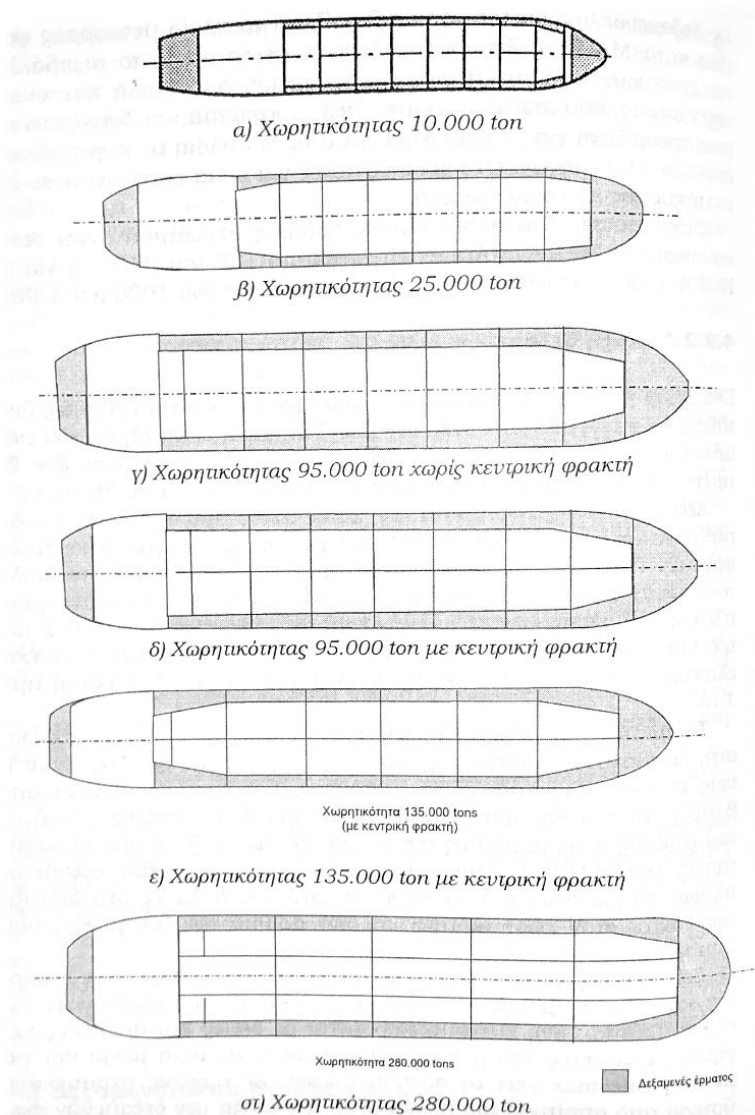


Εικόνα 5: Πάνω δεξαμενόπλοιο συμβατικής διάταξης. Κάτω δεξαμενόπλοιο διπλής γάστρας.
 (<https://www.marineinsight.com/wp-content/uploads/2013/01/SingleVSDouble-Hull.gif>)



Εικόνα 6: Μέση τομή δεξαμενόπλοιου διπλής γάστρας.
 (Πέτρος Α. Καρύδης, *Η Μεταλλική Κατασκευή του Πλοίου. Θέματα Τοπικής Αντοχής*.
 Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Ε.Μ.Π., 2000.)

Στην εικόνα που ακολουθεί παρατίθενται για διάφορα μεγέθη δεξαμενόπλοιων οι τυπικές αντίστοιχες διατάξεις τους. Απαραίτητο να σημειωθεί πως διαφορετικές διατάξεις προτείνονται από πολλούς σχεδιαστές και δεν θα πρέπει να θεωρηθεί ότι οι παρακάτω διατάξεις αποτελούν τη βέλτιστη μορφή σχεδίασης.



Εικόνα 7: Διατάξεις δεξαμενών σε δεξαμενόπλοια διπλής γάστρας.
(Πέτρος Α. Καρύδης. *Η Μεταλλική Κατασκευή του Πλοίου. Θέματα Τοπικής Αντοχής*.
Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Ε.Μ.Π., 2000.)

Στα δεξαμενόπλοια χωρητικότητας μικρότερης των 5.000 τόνων συναντάμε διπύθμενο ελάχιστου ύψους 760 mm και ύπαρξη διπλού τοιχώματος ή κεντρικής φρακτής. Στα πλοία χωρητικότητας μεγαλύτερης των 5.000 τόνων, η ύπαρξη διπλών τοιχωμάτων είναι υποχρεωτική και αναφορικά με τις πλευρικές δεξαμενές έρματος το ελάχιστο απαιτούμενο πλάτος τους αυξάνεται από 1 σε 2 μέτρα για πλοία χωρητικότητας 20.000 τόνων. Όσον αφορά το διπύθμενο θα πρέπει να έχει ύψος τουλάχιστον $B/15$ ή 2 m (το μικρότερο εκ των δύο με ελάχιστη τιμή το 1 m).

Λαμβάνοντας υπόψη τις απαιτήσεις αντοχής, τις απαιτήσεις διπλής γάστρας, τις απαιτήσεις ευστάθειας και ευστάθειας έπειτα από βλάβη, καθώς και το είδος του φορτίου που πρόκειται να μεταφερθεί, ο σχεδιαστής επιλέγει το πλάτος των δεξαμενών φορτίου. Επίσης, οι απαιτήσεις

της *MARPOL Annex I Regulation 24* υποδεικνύουν τον λόγο του μήκους προς το πλάτος της δεξαμενής. Στα τύπου *Suezmax* δεξαμενόπλοια, οι μόνες σημαντικές τροποποιήσεις που συναντάμε στην διάταξη είναι λόγω της χωρητικότητας και του συνόλου των δεξαμενών, που κυμαίνεται μεταξύ 7 και 9.

Όσον αφορά τις δεξαμενές φορτίου, αυτές μπορεί να εκτείνονται καθ' όλο το πλάτος κατά την εγκάρσια κατεύθυνση εντός των διαμηκών φρακτών της εσωτερικής γάστρας ή να συναντάμε υποδιαίρεση αριστερών και δεξιών κεντρικών δεξαμενών μέσω μιας κεντρικής φρακτής συνήθους μορφής μέχρι και για μεγέθη *Suezmax*. Συχνά, έπειτα από απαίτηση του πλοιοκτήτη, η διάταξη των δεξαμενών διαμορφώνεται με βάση κανονική λειτουργία και μερική φόρτωση. Είναι γεγονός ότι στις κεντρικές δεξαμενές μεγάλου πλάτους, κατά τον διατοχισμό λόγω των κρουστικών φορτίων δύναται στις πλευρές των δεξαμενών να σημειωθούν αυξημένες εσωτερικές πιέσεις, ενώ μπορεί να εμφανισθούν προβλήματα ευστάθειας κατά την διάρκεια της φορτοεκφόρτωσης τα οποία πρέπει να λαμβάνονται σοβαρά υπόψη. Προς αποφυγή τέτοιου είδους φαινομένων, συχνά είναι απαραίτητο να χρησιμοποιείται κεντρική διαμήκης φρακτή.

Όσον αφορά τα μεγάλης μεταφορικής ικανότητας δεξαμενόπλοια (*VLCC/ULCC*), με βάση τις απαιτήσεις αντοχής απαιτείται στις δεξαμενές φορτίου να έχουμε υποδιαίρεση με δύο διαμήκεις φρακτές. Λόγω των στενότερων δεξαμενών, οι περιορισμοί της *MARPOL* υποδεικνύουν την σχεδίαση δεξαμενών με μεγαλύτερο μήκος. Ως επί το πλείστον, στη διάταξη της διπλής γάστρας συναντάμε 5 ή 6 κεντρικές δεξαμενές και σε όλο το μήκος της περιοχής φορτίου εκτείνονται δεξαμενές αριστερά και δεξιά. Παρόλα αυτά, έχουν αναπτυχθεί διατάξεις ισοδύναμης αντοχής στις οποίες έχουμε μια απλή κεντρική φρακτή. Αποτέλεσμα είναι το μικρότερο μήκος των δεξαμενών φορτίου.

Τέλος, βάσει των κανονισμών της Αμερικανικής Ακτοφυλακής (*USCG Regulations 33 CFR 157*), στον χώρο του μηχανοστασίου η διπλή γάστρα δύναται να προορισθεί και ως χώρος για την αποθήκευση καυσίμου.

2 Ο Ρόλος των Νηογνομόνων στην Αξιοπλοΐα των Πλοίων και την Ασφάλεια στη Θάλασσα

2.1 Εισαγωγή

Ο 19^{ος} αιώνας αποτελεί μία εποχή άρρηκτα συνδεδεμένη με το ζήτημα της ασφάλειας στη θάλασσα και με ολοένα και περισσότερους προστατευτισμούς να τίθενται σ' ένα επίσημο πλέον πλαίσιο. Το γεγονός ότι η μεταφορά εμπορευμάτων δια θαλάσσης, ξεκινά να εξελίσσεται σε μια αδιαμφισβήτητη μεγάλη βιομηχανία, οδηγεί τις κρατικές αρχές στην επιβολή αυστηρών ελέγχων με τους οποίους εξασφαλίζονται οι συνθήκες ασφάλειας των πλοίων. Η νομοθεσία αυτή, που βρίσκει εφαρμογή στον εξοπλισμό, τη λειτουργία του πλοίου και το ανθρώπινο δυναμικό εφαρμόζεται στο εμπορικό ναυτικό. Ταυτόχρονα, η ανάγκη εναρμόνισης των κανονισμών με τα ήθη και τα έθιμα του εκάστοτε κράτους, ενίσχυσε ακόμα πιο πολύ τον ρόλο των κρατών, τα οποία πλέον προχωρούν στην υπογραφή διεθνών συνθηκών και συμβάσεων. Ως αποτέλεσμα των παραπάνω, είναι στις αρχές του 20^{ου} αιώνα να θεσπιστούν διεθνείς συμβάσεις με σκοπό τη κάλυψη διαφόρων πτυχών των ναυτιλιακών δραστηριοτήτων.

2.2 Η Έννοια της Αξιοπλοΐας

2.2.1 Αξιοπλοο Πλοίο

Η μεταφορά εμπορευμάτων δια θαλάσσης, δηλαδή μέσω πλοίων από λιμάνι σε λιμάνι, βασίζεται στη σύναψη συμφωνίας μεταξύ ενός εκναυλωτή και ενός ναυλωτή (διμερής δικαιοπραξία). Για να πραγματοποιηθεί η εν λόγω μεταφορά, είναι απαραίτητο ο πρώτος να εξασφαλίσει την καταλληλότητα του πλοίου, δηλαδή τη δυνατότητα να μπορεί το πλοίο να αντιμετωπίσει τους συνήθεις θαλάσσιους κινδύνους κατά τη διάρκεια του ταξιδιού, αλλά και να παραδοθεί με ασφάλεια το μεταφερόμενο φορτίο στον προορισμό του.

Την έννοια «αξιοπλοο» συναντάμε στα ναυλοσύμφωνα, τις συμβάσεις ναυτικής-θαλάσσιας ασφαλίσεως και τις φορτωτικές. Η κατάσταση-καταλληλότητα του πλοίου να είναι ικανό να εκτελεί ασφαλείς πλόες ονομάζεται αξιοπλοΐα (*seaworthiness*, αρχαία ελληνικά *εύπλοια*). Ο εκναυλωτής (συνήθως ο πλοιοκτήτης) με την ανάληψη καθηκόντων μεταφοράς εμπορευμάτων με το πλοίο του – είτε μέσω ναυλοσυμφώνου, είτε ως κοινός μεταφορέας –, δηλώνει ότι το πλοίο αυτό είναι αξιοπλοο.

Η κατάσταση-καταλληλότητα των πλοίων προσδιορίζεται και εξασφαλίζεται μέσω των πιστοποιητικών αξιοπλοΐας τους (*seaworthiness certificates*) (όπως π.χ. *Certificate of Registry*, *International Tonnage Certificate*, *International Load Line Certificate*, *Minimum Safe Manning Document* κ.α.), τα οποία εκδίδει ο αντίστοιχος Νηογνομόνων του σκάφους ή άλλοι επίσημοι φορείς που παρακολουθούν με επιθεωρήσεις το πλοίο. Τα πιστοποιητικά και τα έγγραφα αυτά κατά μία έννοια πιστοποιούν ότι στο πλοίο τηρούνται όλοι οι ειδικοί κανόνες ασφαλείας.

Η έννοια της αξιοπλοΐας συνοψίζεται σε τρεις πτυχές. Την αξιοπλοΐα από τεχνικής άποψης (*technical seaworthiness*), την αξιοπλοΐα όσον αφορά το μεταφερόμενο φορτίο (*cargoworthiness*) και την αξιοπλοΐα αναφορικά με το ταξίδι που πρόκειται να εκτελεσθεί (*seaworthiness for the intended voyage*). Πιο αναλυτικά:

Technical seaworthiness

Εδώ, η έννοια αξιόπλοο πλοίο αναφέρεται στο σχεδιασμό, την ευστάθεια και γενικά εννοείται η καταλληλότητα του σκάφους αναφορικά με τον εξοπλισμό, τους χώρους του (κύτη ή/και κατάστρωμα), την απαιτούμενη επάνδρωση και εφοδιασμό του τη δεδομένη στιγμή.

Cargoworthiness

Για να θεωρηθεί ένα πλοίο αξιόπλοο θα πρέπει να διαθέτει τις απαραίτητες προδιαγραφές για την ασφαλή υποδοχή, φόρτωση, στοιβασία, μεταφορά και εκφόρτωση του φορτίου που προορίζεται να μεταφέρει.

Seaworthiness for the intended voyages

Εδώ, προκειμένου να θεωρηθεί ένα πλοίο αξιόπλοο, εξετάζεται εάν το πλοίο είναι εξοπλισμένο επαρκώς και διαθέτει τα μέσα για να εκτελέσει το συγκεκριμένο ταξίδι και να παραδώσει με ασφάλεια το φορτίο, ανάλογα με το τι έχει συμφωνηθεί.

Από τα παραπάνω εύκολα γίνεται αντιληπτό ότι η έννοια *seaworthiness* (η καταλληλότητα του πλοίου προς πλεύση) και η έννοια *cargoworthiness* (η καταλληλότητα του πλοίου για την υποδοχή και τη μεταφορά φορτίου) είναι παρεμφερείς.

2.2.2 Βαθμός Αξιοπλοΐας

Όσον αφορά τον βαθμό αξιοπλοΐας που απαιτείται να διαθέτει ένα πλοίο, συναντάμε περιορισμούς που μπορεί να αφορούν τις πληροφορίες και τα δεδομένα που διαθέτουμε για το συγκεκριμένο ταξίδι, το φορτίο που επρόκειτο να μεταφερθεί, τον τύπο του πλοίου και η ύπαρξη ιδιαίτερων χαρακτηριστικών αναφορικά με το δεδομένο ταξίδι και τα λιμάνια που θα προσεγγίσει το πλοίο.

Για να καταλήξουμε εάν το δεδομένο πλοίο είναι κατάλληλο - δηλαδή αξιόπλοο -, χρειάζεται να ληφθούν υπόψη όλα τα παραπάνω κριτήρια-στάδια καθώς και να συνυπολογιστεί η ύπαρξη ιδιαιτεροτήτων για τον κάθε πλοίο (*seaworthiness by stages*). Λόγου χάριν, δύναται ένα πλοίο να είναι κατάλληλο να πλέει σε ήρεμα νερά όπως αυτά του Τάμεση, αλλά το συγκεκριμένο πλοίο να μην έχει κατασκευαστεί έτσι ώστε να μπορεί ανταπεξέλθει σε δυσκολότερες συνθήκες όπως μία θαλασσοταραχή στον Ατλαντικό. Επίσης, όταν ένα πλοίο εκτελεί μεταφορές ακάθαρτου αργού πετρελαίου, είναι αδύνατον να χρησιμοποιηθεί για τη μεταφορά προϊόντων πετρελαίου εάν δεν έχει προηγηθεί σχολαστικός καθαρισμός των δεξαμενών, των αντλιών και των αγωγών του.

2.2.3 Πιστοποίηση Αξιοπλοΐας

Ο ρόλος των Νηογνωμόνων δεν σταματά στο να θέτουν σε εφαρμογή τους κανόνες με βάση τους οποίους οφείλουν να είναι κατασκευασμένα τα πλοία. Θα πρέπει να παρακολουθούν την κατασκευή του πλοίου προκειμένου να το κατατάξουν στην απαιτούμενη κλάση και αφού ολοκληρωθεί η κατασκευή του, να παρακολουθείται στενά και σε τακτά χρονικά διαστήματα η κατάσταση-καταλληλότητά του μέσω των επιθεωρήσεων που είναι υποχρεωτικό να λαμβάνουν χώρα (ετήσιες επιθεωρήσεις, ενδιάμεσες επιθεωρήσεις, επιθεωρήσεις δεξαμενισμού, ειδικές επιθεωρήσεις, επιθεωρήσεις των μηχανημάτων κλπ.).

Σύμφωνα με τους Νηογνώμονες για να θεωρηθεί ένα πλοίο ασφαλές προτού αποχωρήσει από το λιμάνι χρειάζεται να πληρούνται ορισμένες προϋποθέσεις, έτσι ώστε να μην τίθεται σε κίνδυνο η ακεραιότητα του σκάφους, του πληρώματος και του μεταφερόμενου φορτίου. Για παράδειγμα τέτοιες προϋποθέσεις μπορεί να είναι:

- Το πλοίο πρέπει να είναι ασφαλές από άποψη κατασκευής και σχεδιασμού. Δηλαδή, οφείλει να συμμορφώνεται με τις απαιτήσεις του κατασκευαστή και τους κανόνες των Νηογνομόνων.
- Το πλοίο οφείλει να είναι εξοπλισμένο με όλα τα συστήματα πλοήγησης.
- Το πλοίο πρέπει να είναι καλά συντηρημένο. Το κύτος ή η δομή του πλοίου να μην παρουσιάζουν σοβαρές φθορές ή ελλείψεις που θα μπορούσαν να επηρεάσουν την ικανότητά του στην καταπολέμηση κινδύνων στη θάλασσα.
- Πρέπει να τηρούνται όλα τα κριτήρια που αφορούν την ευστάθεια.
- Το πλοίο πρέπει να πληροί όλους τους κανόνες για τη στεγανότητα των εγκάρσιων ή διαμηκών φρακτών τα οποία κρίνονται αποτελεσματικά για τη συγκράτηση των θαλασσιών υδάτων.
- Το πλοίο πρέπει να έχει αξιόπιστη κύρια μηχανή και ο μηχανολογικός εξοπλισμός του να είναι σε καλή κατάσταση λειτουργίας.
- Στο πλοίο πρέπει να λαμβάνονται μέτρα πυροπροστασίας και να υπάρχουν διαθέσιμα μέσα πυρανίχνευσης και συσκευές κατάσβεσης.
- Πάνω στο πλοίο πρέπει να υπάρχουν διαθέσιμα τα σωστικά μέσα που προβλέπεται (σωσίβιες λέμβοι, σωσίβια κλπ.).
- Το πλοίο πρέπει να διαθέτει τον απαραίτητο τηλεπικοινωνιακό εξοπλισμό και να είναι σε καλή κατάσταση λειτουργίας.
- Είναι απαραίτητο να λαμβάνονται προφυλάξεις σε περιπτώσεις που μεταφέρονται επικίνδυνα κ.α. φορτία.
- Πάνω στο πλοίο πρέπει να είναι διαθέσιμα όλα τα πιστοποιητικά με τα οποία πιστοποιείται η αξιοπλοΐα του πλοίου.

Όλα αυτά τα δεδομένα που αφορούν ένα σκάφος καθώς και η κλάση στην οποία έχει καταταχθεί σύμφωνα με τους Νηογνώμονες, αναφέρονται στα *Register Books* ή στα *Supplements των Register Books*.

2.3 Οι Νηογνώμονες ως Παράγοντας Ασφάλειας

2.3.1 Η Έννοια του Νηογνώμονα

Η ανάγκη ελέγχου της ναυσιπλοΐας, της ασφάλειας των πλοίων και της συνεχούς εξελισσόμενης τεχνολογίας κατέστησαν απαραίτητη την δημιουργία ειδικών φορέων. Οι φορείς αυτοί, καλούνται Νηογνώμονες και λειτουργούν ως ανεξάρτητοι ναυτιλιακοί τεχνικοί οργανισμοί, οι οποίοι επιθεωρούν, ταξινομούν ή κατατάσσουν τα πλοία κατά κλάσεις (*classification*), ανάλογα πάντα με το είδος, τη κατασκευή και το επίπεδο συντήρησής τους. Ο ρόλος τους έγκειται στην έκδοση αντίστοιχων πιστοποιητικών (*class certificates*) με τα οποία επιτυγχάνεται κάλυψη των υποχρεώσεων του πλοιοκτήτη απέναντι στις κρατικές αρχές, τις ασφαλιστικές εταιρείες, τους ναυλωτές, τους πελάτες, τους μελλοντικούς αγοραστές ενώ κατέστη δυνατή η καταγραφή των ταξινομημένων πλοίων σε ειδικό βιβλίο καταγραφής, νηολόγιο (*register book*).

Οι Νηογνώμονες (*classification societies*) είναι υπεύθυνοι για την παρακολούθηση και έλεγχο των πλοίων από το στάδιο της κατασκευής τους, όταν και γίνεται η ταξινόμησή τους σε κλάση, βάσει σύμβασης που συνάπτεται με το ναυπηγείο ή τον πλοιοκτήτη. Κατά το στάδιο αυτό επιθεωρούνται τα σχέδια ναυπήγησης, τα κατασκευαστικά υλικά, η αντοχή και η ασφαλή μεταφορά εμπορευμάτων και επιβατών. Στη συνέχεια, και αφού έχει ολοκληρωθεί η κατασκευή του πλοίου, οι Νηογνώμονες παρακολουθούν τους δοκιμαστικούς πλόες του σκάφους. Με την ολοκλήρωση της ταξινόμησης του πλοίου από τον Νηογνώμονα, ο ίδιος

επικυρώνει ότι όλοι οι τεχνικοί όροι που έχει ορίσει και έχουν εφαρμοστεί βάσει των κανονισμών του, καλύπτονται.

Καθ' όλη τη διάρκεια της εμπορικής ζωής του πλοίου η κλάση παρακολουθεί το σκάφος, ενώ κάθε Νηογνώμονας λειτουργεί βάσει του δικού του κανονισμού και συστήματος κατάταξης. Στο αρχείο κάθε Νηογνώμονα διατηρείται φάκελος του πλοίου με όλα τα στοιχεία και τις αναφορές που έχουν παρατηρηθεί και καταγραφεί από το στάδιο της ναυπήγησής του έως και μετέπειτα κατά τη διάρκεια των επιθεωρήσεων που έχουν λάβει χώρα.

Διεθνώς αναγνωρισμένοι οι Νηογνώμονες ως οργανισμοί οι οποίοι αναπτύσσουν, δημοσιεύουν και παράλληλα αναθεωρούν κανόνες, κανονισμούς και προδιαγραφές, επιτυγχάνουν τον ασφαλή σχεδιασμό, την εύστοχη σχεδίαση και τη περιοδική συντήρηση όλων των τύπων πλοίων. Οι φορείς αυτοί είναι αναγνωρισμένοι από το κράτος στο οποίο ιδρύθηκαν και δύναται να λειτουργούν και από άλλα κράτη, ανάλογα με τη φήμη που τους διέπει και το επίπεδο ποιότητας των υπηρεσιών που προσφέρουν.

Ένας Νηογνώμονας προκειμένου να αναγνωριστεί από την Αρχή, οφείλει οι προδιαγραφές που θα χρησιμοποιεί να συμφωνούν με εκείνες της Αρχής. Ο Νηογνώμονας έχει την ευθύνη να πιστοποιήσει για κάθε ναυτική θαλάσσια κατασκευή (*marine structure*), συμπεριλαμβανομένων των πλοίων, ότι συμμορφώνεται με τους κανονισμούς των διεθνών συμβάσεων του *IMO (International Maritime Organization)*, όπως *SOLAS (Safety of Life at Sea)*, *MARPOL (The International Convention for Prevention of Marine Pollution For Ships)*, και της Αρχής που επιβάλλουν για τη κατασκευή και τις περιοδικές επιθεωρήσεις.

Παράλληλα, αποστολή των Νηογνώμωνων αποτελεί η προώθηση της ασφάλειας της ζωής, της περιουσίας και του φυσικού περιβάλλοντος μέσω της ανάπτυξης προτύπων (*standards*) σχεδιασμού, κατασκευής, συντήρησης πλοίων και λοιπών κατασκευών συναφή με το ναυτιλιακό κλάδο.

Τέλος, οι συγκεκριμένοι φορείς συνήθως αποτελούν και τεχνικούς σύμβουλους των κρατικών αρχών όσον αφορά σε θέματα ναυπηγικής τεχνολογίας αλλά και ιδιωτικών επιχειρήσεων επί πληρωμή. Οι τεχνικοί κανονισμοί εγκρίνονται από αρμόδιες επιτροπές και είναι αποτέλεσμα συνδυασμού εφαρμοσμένης επιστημονικής γνώσης, έρευνας και πολυετούς εμπειρίας.

2.3.2 Ιστορικά Στοιχεία

Ήδη από τους αρχαίους χρόνους αισθητή ήταν η ανάγκη δημιουργίας οργανισμών που θα καλύπτουν τις ανάγκες του θαλάσσιου εμπορίου. Στην αρχαία Ελλάδα συναντάμε παρόμοιους οργανισμούς που με κάποιες παραλλαγές μέσω των Ρωμαίων παρείχαν τις υπηρεσίες τους έως το τέλος του 17^{ου} αιώνα. Ο πρώτος Νηογνώμονας, ο *Lloyd's Register of Shipping*, δημιουργήθηκε στις αρχές του 17^{ου} αιώνα (1691) από κάποιους πελάτες του *Edward Lloyd's Coffee House* στο *Lombard Street* του Λονδίνου. Αφορμή της δημιουργίας του ήταν η ανάγκη παροχής στους ασφαλιστές και τους εμπόρους πληροφοριών σχετικών με την ποιότητα και την κατάσταση των πλοίων τους.

Στο 1764 συναντάται το επόμενο βήμα, με μια ομάδα ασφαλιστικών εταιρειών και ασφαλιστών να ταξινομεί και να δημοσιεύει για πρώτη φορά επίσημα λίστα με πλοία που έχουν καταταχθεί βάσει της ποιότητάς τους. 15.000 εγγεγραμμένα πλοία περιλάμβανε η παραπάνω, γνωστή και σαν το «Πράσινο βιβλίο», λίστα. Το έτος 1799 δημοσιεύεται μία νέα ανταγωνιστική λίστα που φέρει το όνομα *New Register Book of Shipping* και γίνεται γνωστή σαν το «Κόκκινο Βιβλίο». Ανάμεσα στις δύο πλευρές παρατηρούνται διαφωνίες σχετικές με το σύστημα που γίνεται η ταξινόμηση των πλοίων, ενώ ο μεγάλος ανταγωνισμός γίνεται η αιτία για χρεοκοπία. Αρκετά αργότερα, το έτος 1834 δημιουργείται μια λίστα την οποία αποδέχονται όλες οι πλευρές. Η τελευταία έκδοση της λίστας ήταν το *Lloyd's Register of British and Foreign Shipping* με 24

μέλη, μεταξύ των οποίων οι 8 ήταν πλοιοκτήτες, οι άλλοι 8 ήταν ασφαλιστές και οι υπόλοιποι 8 ήταν έμποροι.

Το έτος 1828 οι ασφαλιστές *Louis Van Den Broek*, *A. Delehay*, και *Auguste Morel* ιδρύουν το «Γραφείο πληροφοριών για τη θαλάσσια ασφάλιση» στην Αμβέρσα, το οποίο στη συνέχεια ονομάστηκε «*Bureau Veritas*». Σύμφωνα με την ιδρυτική ανακοίνωση του γραφείου, βασικός σκοπός της λειτουργίας του ήταν να ενημερώνει τους ναυτασφαλιστές για το που υπερέχουν και που όχι τα πλοία που υπήρχαν στην Ολλανδία και το Βέλγιο, καθώς επίσης να παρέχει πληροφορίες αναφορικά με τους όρους ναυτασφάλισης για τις διάφορες αγορές ανά τον κόσμο. Από τις παραπάνω υπηρεσίες αναμενόταν να ωφεληθούν όχι μόνο οι ναυτασφαλιστές, αλλά κυρίως οι πλοιοκτήτες που διατηρούσαν σε καλή κατάσταση τα σκάφη τους. Φυσικά, ωφελημένο αναμενόταν να είναι και το κοινωνικό σύνολο αφού θα μειώνονταν τα επικίνδυνα πλοία. Στην επωνυμία του οργανισμού ενσωματώθηκε η λατινική λέξη «*veritas*» που μεταφράζεται ως αλήθεια, ενώ οι ιδρυτές του έδωσαν την υπόσχεση για αντικειμενικότητα στην πληροφόρηση και την κρίση. Το 1829 ο Γουλιέλμος I., τότε βασιλιάς της Ολλανδίας, προσφέρει δωρεά στον οργανισμό και έτσι ο Νηογνώμονας ξεκινά τη λειτουργία του με την επωνυμία «*Bureau Veritas*». Το 1830 η έδρα του οργανισμού μεταφέρθηκε στο Παρίσι και από τότε έως και σήμερα βρίσκεται εκεί. Τέλος, το 1868 Ο «*Bureau Veritas*» μετατράπηκε σε ανώνυμη εταιρεία και αποτέλεσε το ξεκίνημα της σύστασης ανώνυμων εταιρειών στην Γαλλία έπειτα από την θέσπιση του νόμου όσον αφορά τις εμπορικές επιχειρήσεις.

Με πρωτοβουλία του *J. Divine Jones* και άλλων ναυτασφαλιστών, το 1862 ιδρύεται η «Αμερικάνικη Ένωση Πλοιάρχων» που στη συνέχεια πήρε το όνομα «*American Bureau of Shipping*». Η ένωση με στόχο να προάγει την ναυτική ικανότητα και αποτελεσματικότητας των αξιωματικών θέσπισε την έκδοση των Πιστοποιητικών Ικανότητας.

Το έτος 1861 στο μεγαλύτερο ναυτιλιακό κέντρο της Ιταλίας, τη Γένοβα, ιδρύεται ο Ιταλικός Νηογνώμονας με το όνομα *RINA*. Αφορμή της δημιουργίας του *RINA* αποτέλεσε η ανάγκη για κάλυψη των αναγκών της ιταλικής ναυτιλίας που με το πέρας των ναπολεόντειων πολέμων αυξάνονταν ολοένα και περισσότερο.

Το 1864 ιδρύεται ο *Det Norske Veritas* ή αλλιώς Νορβηγικός Νηογνώμονας ο οποίος πρόκειται για ένα μη κερδοσκοπικό ίδρυμα. Ο Νορβηγικός Νηογνώμονας αναγνωρίζεται διεθνώς και έχει εξουσιοδοτηθεί από εκατό κυβερνήσεις για να παρέχει υπηρεσίες ταξινόμησης και να πιστοποιεί την ποιότητα, την ασφάλεια και την περιβαλλοντική προστασία.

Το έτος 1899 δημιουργείται ο Ιαπωνικός Νηογνώμονας ή αλλιώς *Nippon Kaiji Kyokai*, ενώ το 1913 ιδρύεται ο Ρωσικός Νηογνώμονας *Morskoi Register Russia*. Στη συνέχεια το 1936 ιδρύεται ο Πολωνικός Νηογνώμονας *Polish Register of Inland Shipping* και το έτος 1949 ο Κροατικός Νηογνώμονας *Croatian Register of Shipping*. Τέλος της δεκαετίας του 1950 ιδρύεται ο Κινέζικος Νηογνώμονας *China Classification Society* (1956), και ακολουθεί η ίδρυση του Κορεάτικου Νηογνώμονα *Korean Register of Shipping* το 1960. Τέλος, την χρονιά 1975 δημιουργείται ο Ινδικός Νηογνώμονας *Indian Register of Shipping*.



Εικόνα 8: *Edward Lloyd's Coffee House*.
(https://en.wikipedia.org/wiki/Lloyd%27s_Coffee_House)

2.3.3 Η Οργάνωση των Νηογνώμωνων

Τη διοίκηση του Νηογνώμονα αναλαμβάνει ένα διοικητικό συμβούλιο που συνήθως απαρτίζεται από εφοπλιστές, ναυλωτές, ναυπηγούς, ασφαλιστές και γενικότερα από άτομα τα οποία έχουν άμεση σχέση με το χώρο της ναυτιλίας. Ένα άτομο από τα μέλη του εκλέγεται από το Διοικητικό Συμβούλιο για να αναλάβει τη Διεύθυνση του Νηογνώμονα και αποτελεί πλέον τον Διευθύνων Σύμβουλο του Νηογνώμονα. Σε αρκετούς Νηογνώμονες βέβαια δεν υφίσταται ο ρόλος του Διευθύνοντος Συμβούλου, αλλά συναντάμε μια μόνιμη επιτροπή η οποία αποφασίζει από κοινού για όλα τα θέματα που απασχολούν τον οργανισμό.

Προκειμένου να ανταποκριθεί βέλτιστα στην αποστολή του, ο Νηογνώμονας οργανώνει τεχνικές επιτροπές (*committees*) και συμβούλια. Στα συμβούλια και τις επιτροπές αυτές παίρνουν μέρος άτομα-μέλη του κλάδου των ναυτικών και ναυπηγικών βιομηχανιών, καθώς και άτομα που ασχολούνται με έρευνες και καλύπτουν το ευρύ φάσμα των ναυτλιακών δραστηριοτήτων και επιστημών. Η κύρια αρμοδιότητα των επιτροπών είναι ο έλεγχος όλων των στοιχείων που συλλέγονται κατά τη διενέργεια επιθεωρήσεων και η εισήγηση στην διεύθυνση του Νηογνώμονα των τελικών πορισμάτων. Παράλληλα, οι επιτροπές είναι υπεύθυνες να παρακολουθούν τις τελευταίες τάσεις ανά τον κόσμο στην ναυτική τεχνολογία, και έχοντας τις απαραίτητες γνώσεις και τεχνογνωσία να φανούν καταλυτικές στο ρόλο του Νηογνώμονα. Επιπρόσθετα, εκτός από τις υπηρεσίες ελέγχου και κατάταξης, πλέον οι Νηογνώμονες προσφέρουν μελέτες και έργο τεχνικού συμβούλου στους πελάτες τους.

2.3.4 Η Λειτουργία των Νηογνώμωνων

Οι Νηογνώμονες επανδρωμένοι από εξειδικευμένο προσωπικό αποτελούν ναυτιλιακούς τεχνικούς οργανισμούς με κύρια ασχολία τους την ανάπτυξη κανονισμών (*rules and regulations*) ασφαλείας σχετικά με την ναυπήγηση των πλοίων και του εξοπλισμού τους, προχωρώντας στην κατάταξη αυτών σε κλάσεις (*classification*). Μέσω των επιθεωρητών τους παρακολουθείται και ελέγχεται βάσει των κανονισμών και των διεθνών συμβάσεων, η κατασκευή και το σύνολο των εργασιών που πραγματοποιούνται στο σκάφος. Επίσης, έπειτα από σχετική εξουσιοδότηση οι Νηογνώμονες δύναται να ενεργήσουν για λογαριασμό της κρατικής αρχής στην επιθεώρηση και να εκδώσουν πιστοποιητικά των πλοίων.

Θα έλεγε κανείς ότι η συμβολή των Νηογνώμωνων ξεκινά με την τεχνική ανάλυση των κατασκευαστικών σχεδίων και συναφών μελετών για ένα νεότευκτο πλοίο έτσι ώστε να εξακριβωθεί εάν συμμορφώνεται με τους ισχύοντες κανονισμούς. Εν συνεχεία, ένας επιθεωρητής της κλάσης είναι υπεύθυνος να παρακολουθεί την κατασκευή του πλοίου στο ναυπηγείο και να εξακριβώνει ότι όλη η κατασκευή και ο εξοπλισμός που το απαρτίζει, εναρμονίζονται με τους κανόνες της κλάσης. Όταν ολοκληρωθεί η κατασκευή και κριθεί ότι το πλοίο έχει κατασκευαστεί βάσει όλων των προτύπων και των κανονισμών που ορίζει ο Νηογνώμονας εκδίδεται το πιστοποιητικό της κλάσης.

Καθ' όλη την διάρκεια της εμπορικής ζωής του πλοίου προκειμένου να εξασφαλίζεται η αδιάλειπτη συμμόρφωσή του με τους κανονισμούς και τα πρότυπα που η κλάση έχει ορίσει, ο πλοιοκτήτης οφείλει να το συμπεριλάβει σε συγκεκριμένο πρόγραμμα περιοδικής επιθεώρησης που διεξάγεται από την κλάση. Έτσι, τα πλοία που είναι ταξινομημένα στην κλάση υπόκεινται σε επιθεωρήσεις προκειμένου να διατηρούνται σε αυτή. Οι υποχρεωτικές περιοδικές επιθεωρήσεις της κλάσης είναι οι εξής:

- Ετήσια Επιθεώρηση (*Annual Survey*)
- Ενδιάμεση Επιθεώρηση (*Intermediate Survey*)
- Επιθεώρηση Ανανέωσης Κλάσης/Ειδική Επιθεώρηση (*Class Renewal Survey/Special Survey*)

Ενώ, όλες οι επιθεωρήσεις χωρίζονται σε δύο κατηγορίες:

- Γάστρας (*Hull*)
- Μηχανολογικού εξοπλισμού (*Machinery*)

2.4 Η Διεθνής Ένωση Νηογνώμωνων (IACS)

2.4.1 Ίδρυση

Η Διεθνής Ένωση Νηογνώμωνων (*International Association of Classification Societies*), στο εξής *IACS*, πρόκειται για μία μη κυβερνητική οργάνωση με μέλη διεθνώς αναγνωρισμένους Νηογνώμονες. Η *IACS* ιδρύθηκε στις 11 Σεπτεμβρίου 1968 στο Αμβούργο της Γερμανίας από τους επτά πιο σημαντικούς Νηογνώμονες της εποχής εκείνης και στην ουσία αποτελεί την επιτυχή κατάληξη μιας πρωτοφανούς ιστορικής προσπάθειας να συντονιστούν οι ενέργειες ανάμεσα σε αυτούς τους οργανισμούς.

Οι απαρχές της δημιουργίας της *IACS* χρονολογούνται το 1930 με την Διεθνή Σύμβαση περί Γραμμής Φορτώσεως (*International Load Line Convention*), για την οποία υπήρξε στενή συνεργασία μεταξύ των Νηογνώμωνων. Το έτος 1939 ο ιταλικός Νηογνώμονας (*RINA*) παρότρυνε και φιλοξένησε την πρώτη διάσκεψη των σημαντικότερων Νηογνώμωνων η οποία

υλοποιήθηκε με σκοπό την εμβάθυνση της συνεργασίας ανάμεσα στους Νηογνώμονες. Παρόντες ήταν οι: ο Ιταλικός Νηογνώμονας (*RINA*), ο Αμερικάνικος Νηογνώμονας (*ABS*), ο Γαλλικός Νηογνώμονας (*BV*), ο Νορβηγικός Νηογνώμονας (*DNV*), ο Γερμανικός Νηογνώμονας (*GL*), ο Βρετανικός Νηογνώμονας (*LR*) και ο Ιαπωνικός Νηογνώμονας (*NKK*). Κατά την διάσκεψη από κοινού συμφωνήθηκε η μεταξύ συνεργασία και αλληλεπίδραση των Νηογνώμωνων. Εν συνεχεία, το 1955 ακολουθεί η θέσπιση κοινών επιτροπών (*working parties*) που στόχο είχαν την επίλυση εξειδικευμένων θεμάτων από τη πλευρά των Νηογνώμωνων, και τελικά το 1968 υλοποιείται και επίσημα ο οργανισμός με τα επτά αυτά μέλη. Το 2013, ο νορβηγικός Νηογνώμονας (*DNV*) και ο γερμανικός Νηογνώμονας (*GL*) συγχωνεύονται, και στο εξής η νέα οντότητα ονομάζεται (*DNV-GL*). Σήμερα, η *IACS* με έδρα το Λονδίνο απαρτίζεται από δώδεκα Νηογνώμονες και υπολογίζεται ότι σχεδόν το 90% του παγκόσμιου στόλου ελέγχεται από Νηογνώμονες μέλη της *IACS*.



Εικόνα 9: Το λογότυπο της *IACS*.
(<https://www.iacs.org.uk/>)

2.4.2 Διάρθρωση

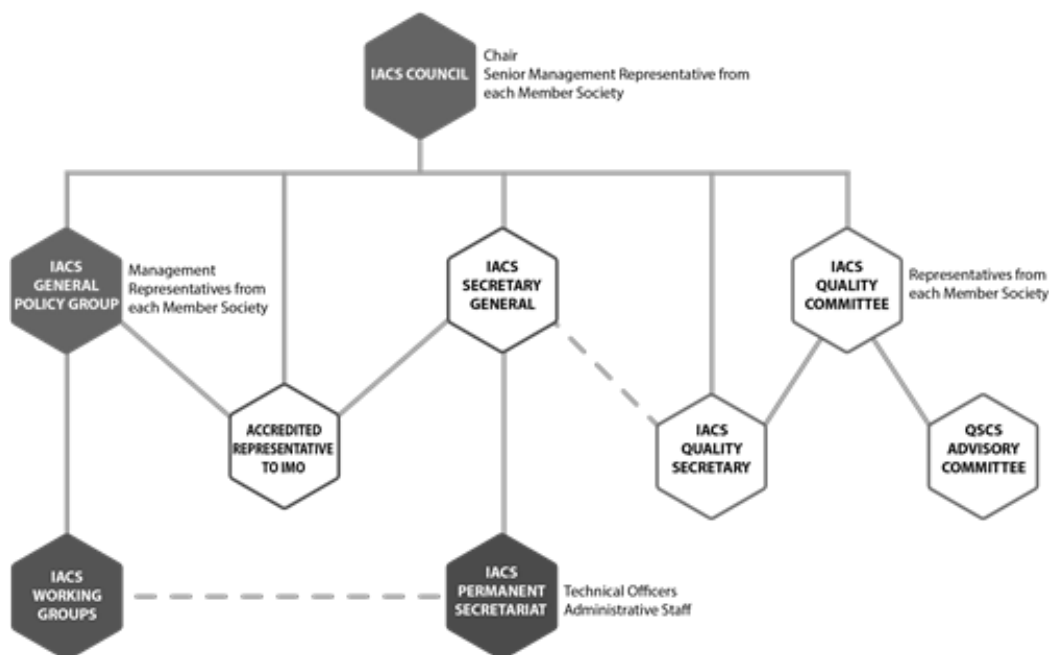
Τη διοίκηση της ένωσης έχει αναλάβει το Συμβούλιο (*IACS Council*) που απαρτίζεται από τον Προέδρο και τον Αντιπρόεδρο. Στο συμβούλιο όλοι οι Νηογνώμονες (*classification societies*) που αποτελούν μέλη της *IACS* εκπροσωπούνται μέσω ενός ανώτερου διευθυντικού στελέχους της διοίκησης αυτών. Στο συμβούλιο, σε ετήσια βάση η θέση του προέδρου του Συμβουλίου εναλλάσσεται ανάμεσα στα μέλη, ενώ το συμβούλιο συνεδριάζει μέχρι και 2 φορές ανά έτος. Τα θέματα που αναπτύσσονται αφορούν την πολιτική και στρατηγική της ένωσης και την κατάστροφη των επιθυμητών σχεδίων δράσης.

Η Ομάδα Γενικής Πολιτικής (*General Policy Group, GPG*), η οποία αποτελείται από έναν ανώτερο διοικητικό εκπρόσωπο του κάθε Νηογνώμονα-μέλους της *IACS*, αναλαμβάνει να υλοποιήσει τις πολιτικές που αναπτύσσονται από το Συμβούλιο. Η Ομάδα Γενικής Πολιτικής είναι υπεύθυνη, επίσης, για την επίβλεψη των λοιπών Ομάδων Εργασίας που έχουν αναλάβει την επίλυση τεχνικών, κατά κύριο λόγο, ζητημάτων.

Υπό την αρμοδιότητα του Συμβουλίου δρουν τα παρακάτω επιμέρους Όργανα της *IACS*.

- Ομάδα γενικής πολιτικής (*IACS General Policy Group*): Συνεδριάζει μέχρι και 2 φορές το χρόνο με σκοπό τον προγραμματισμό των διαφόρων θεμάτων και εργασιών. Αποτελείται από έναν εκπρόσωπο από κάθε Νηογνώμονα-μέλος της *IACS*.
- Γενικός γραμματέας (*IACS Secretary General*): Πρόκειται για τον υπεύθυνο τεχνικών και επικοινωνιακών θεμάτων.
- Συμβούλιο Ποιότητας (*IACS Quality Committee*): Απαρτίζεται από έναν εκπρόσωπο του κάθε Νηογνώμονα-μέλους της *IACS*.
- Μόνιμος Αντιπρόσωπος στον *IMO* (*Permanent Representative to IMO*)
- Γραμματέας Ποιότητας (*IACS Quality Secretary*)
- Συμβουλευτικό Συμβούλιο (*QSCS Advisory Committee*)
- *IACS Working Groups*
- *IACS Permanent Secretariat (technical officers, administrative staff)*

Σχηματικά θα μπορούσαμε να αποδώσουμε τη διάρθρωση της Διεθνούς Ένωσης Νηογνομόνων με το κάτωθι διάγραμμα.

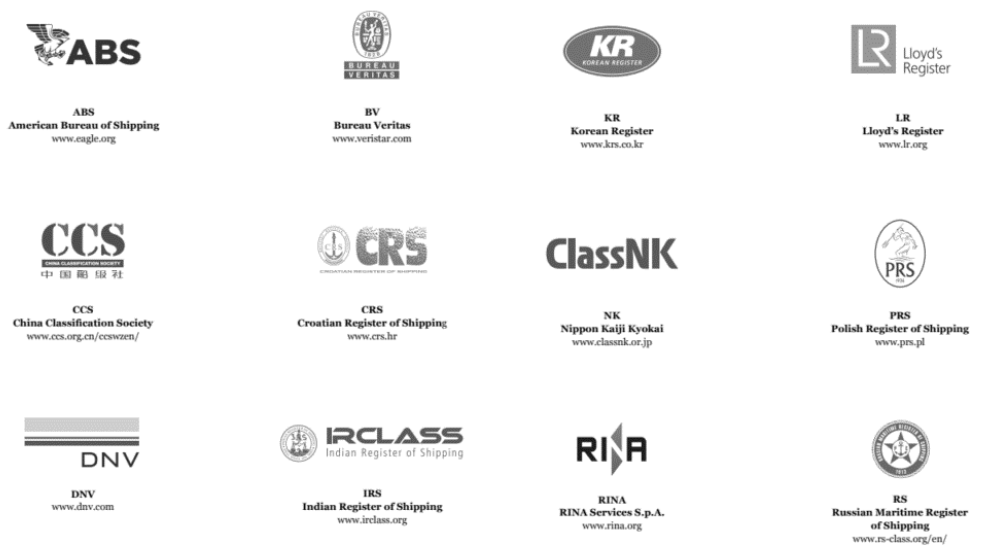


Εικόνα 10: Διάρθρωση της IACS.
(<https://www.iacs.org.uk/about/>)

2.4.3 Σύγχρονη Δομή – Μέλη της IACS

Εύκολα κανείς αντιλαμβάνεται ότι το σύνολο των μελών που αποτελούν την Διεθνή Ένωση Νηογνομόνων δεν είναι σταθερό, αλλά την πάροδο των ετών λειτουργίας του οργανισμού έχουν σημειωθεί αυξομειώσεις στον αριθμό τους. Πλέον, η IACS απαρτίζεται από τους παρακάτω δώδεκα Νηογνώμονες.

1. *American Bureau Shipping, ABS* (Αμερικάνικος)
2. *Bureau Veritas, BV* (Γαλλικός)
3. *China Classification Society, CCS* (Κινέζικος)
4. *Croatian Register of Shipping, CRS* (Κροατικός)
5. *Det Norske Veritas Germanischer Lloyd, DNV GL* (Ένωση Νορβηγικού με το Γερμανικό)
6. *Indian Register of Shipping, IRS* (Ινδικός)
7. *Korean Register of Shipping, KR* (Νοτιοκορεάτικος)
8. *Lloyd's Register, LR* (Βρετανικός)
9. *Nippon Kaiji Kyokai, NKK* (Ιαπωνικός)
10. *Polish Register of Shipping, PRS* (Πολωνικός)
11. *Registro Italiano Navale, RINA* (Ιταλικός)
12. *Russian Maritime Register of Shipping, RS* (Ρωσικός)



Εικόνα 11: Μέλη της IACS.

(<https://www.maritimekr.com/2021/05/12/maritime-insight-75/?ckattempt=1>)

2.4.4 Ο Ρόλος και η Αποστολή της IACS

Η αξία, το αυξημένο επίπεδο των τεχνικών γνώσεων καθώς και η εμπειρία των μελών της ένωσης IACS αναγνωρίστηκαν πολύ σύντομα. Πολύ νωρίς η ένωση κατέλαβε συμβουλευτικό χαρακτήρα από τον *IMO (International Maritime Organization)* και έως σήμερα παραμένει ο μόνος μη κυβερνητικός οργανισμός με εποπτικό χαρακτήρα, που είναι ικανός να αναπτύσσει και να εφαρμόζει πρότυπα κανόνων.

Τα μέλη της Διεθνούς Ένωσης Νηογνομόνων είναι υπεύθυνα για την ανάπτυξη, τη θέσπιση, τη προώθηση και την επανεξέταση των ελάχιστων τεχνικών απαιτήσεων όσον αφορά την σχεδίαση, την κατασκευή, την επιθεώρηση και τη συντήρηση πλοίων και λοιπών θαλάσσιων κατασκευών. Παράλληλα, η IACS έχοντας αυτοσκοπό την προάσπιση της ασφάλειας στη θάλασσα και την αποφυγή της θαλάσσιας ρύπανσης βοηθά τους διεθνείς ρυθμιστικούς φορείς στην ανάπτυξη, ερμηνεία και τροποποίηση κανονισμών και βιομηχανικών προτύπων σχετικά με την σχεδίαση και κατασκευή αλλά και στην διαχείριση των πλοίων. Τέλος, η ένωση διαθέτει ένα σύστημα πιστοποίησης συστημάτων ποιότητας (*Quality System Certification Scheme, QSCS*) με το οποίο διαβεβαιώνεται η επαγγελματική ακεραιότητα και τα υψηλά επαγγελματικά πρότυπα, και με το οποίο τα μέλη της οφείλουν να συμμορφώνονται.

Στα πλαίσια του έργου των Νηογνομόνων αναπτύσσονται οι Ενοποιημένες Απαιτήσεις (*Unified Requirements*) και οι Κοινές Οδηγίες Κατασκευής (*Common Structural Rules*) που από τον Απρίλιο του 2006 τέθηκαν σε εφαρμογή. Είναι προφανές ότι ο σκοπός του οργανισμού ταυτίζεται με τους σκοπούς των μελών που τον αποτελούν. Παρ' όλα αυτά ο οργανισμός καθαυτός ασκεί σημαντική επιρροή στα μέλη του, ενώ ενεργεί και σαν «ομπρέλα» των κλάσεων.

Συνοψίζοντας, γενικότερη λειτουργία της ένωσης αποτελεί η θέσπιση των ευρύτερων πεδίων διαδικασιών που προάγονται μέσα από τις διαδικαστικές απαιτήσεις (*Procedure Requirements*) καθώς και μέσω των γενικών κατευθυντήριων οδηγιών όσον αφορά θέματα κανονισμών και τεχνικά θέματα των μελών των ενοποιημένων απαιτήσεων (*Unified Requirements*).

2.4.5 Διαδικαστικές Απαιτήσεις (*Procedural Requirements*)

Οι διαδικαστικές απαιτήσεις (*procedural requirements*) αποτελούν ψηφίσματα σχετικά με τις διαδικασίες που είναι απαραίτητο να υιοθετούνται και να ακολουθούνται από τα μέλη.

Παράλληλα, στα πλαίσια των απαιτήσεων περιγράφεται με ακρίβεια ο τρόπος που αυτές οι διαδικασίες θα πρέπει να διεκπεραιώνονται.

Ο πίνακας που ακολουθεί περιλαμβάνει τις απαιτήσεις αυτές.

Απαίτηση	Σύνοψη Απαίτησης
<i>PR 1</i>	Ακυρώθηκε. Ενσωματώθηκε στην <i>PR 1 A</i> .
<i>PR 1 A</i>	Πρόκειται για θέματα αλλαγής της κλάσης του πλοίου.
<i>PR 1 B</i>	Πρόκειται για θέματα επανεκχώρησης της κλάσης του πλοίου.
<i>PR 1 C</i>	Πρόκειται για θέματα αναστολής της κλάσης του πλοίου, ανάκλασης της κλάσης του πλοίου και την αναφορά αλλαγών του <i>Class Status</i> του πλοίου.
<i>PR 1 D</i>	Πρόκειται για την διαδικασία ένταξης στην κλάση των πλοίων που δεν υπόκεινται στην <i>PR 1 A</i> ή <i>PR 1 B</i> .
<i>PR 2</i>	Ακυρώθηκε. Ενσωματώθηκε στην <i>PR 2 B</i> .
<i>PR 2 B</i>	Πρόκειται για την διαδικασία αναφοράς περιστατικών βλάβης/αστοχίας κύτους και την έγκαιρη ενημέρωση (<i>IACS Early Warning Scheme</i>).
<i>PR 3</i>	Αφορά στην ανάγκη πρόσβασης δεδομένων κλάσης και σημαίας πλοίου.
<i>PR 4</i>	Ακυρώθηκε. Ενσωματώθηκε στην <i>PR 1A</i> .
<i>PR 5</i>	Πρόκειται για τις διαδικασίες που θα πρέπει να ακολουθούνται σε περίπτωση που χρησιμοποιούνται μη-αποκλειστικοί επιθεωρητές, καθώς και οι διαδικασίες αξιολόγησής τους.
<i>PR 6</i>	Αφορά την παρακολούθηση της δραστηριότητας των επιθεωρητών.
<i>PR 7</i>	Πρόκειται για την διαδικασία εκπαίδευσης και πιστοποίησης των επιθεωρητών.
<i>PR 8</i>	Αναλύεται η διαδικασία απόκρισης στο <i>Port State Control</i> .
<i>PR 9</i>	Αναφέρονται οι απαιτήσεις για την πιστοποίηση κώδικα <i>ISM</i> .
<i>PR 10</i>	Πρόκειται για τις διαδικασίες επιλογής, εκπαίδευσης και προσόντων των ελεγκτών (<i>auditors</i>) του κώδικα <i>ISM</i> .
<i>PR 10 B</i>	Πρόκειται για τις διαδικασίες επιλογής, εκπαίδευσης και προσόντων των επιθεωρητών του κώδικα <i>ISM</i> .
<i>PR 11</i>	Πρόκειται για την διαδικασία με βάση την οποία ορίζεται το έτος ανέγερσης για νεότευκτα και μετασκευασμένα πλοία.
<i>PR 12</i>	Αφορά τις ελάχιστες απαιτήσεις των επιθεωρήσεων και πιστοποιήσεις σημαίας σε περίπτωση αλλαγής κλάσης του πλοίου αλλά όχι και αλλαγής σημαίας.
<i>PR 13</i>	Ακυρώθηκε.
<i>PR 14</i>	Ακυρώθηκε.
<i>PR 15</i>	Ακυρώθηκε.
<i>PR 16</i>	Ορίζεται μία κοινή διαδικασία αναφοράς για την συνδιαλλαγή ηλεκτρονικών δεδομένων ανάμεσα στα μέλη και την γραμματεία του <i>IACS</i> με στόχο τη δημοσίευση της πληροφορίας στο

	<i>EQUASIS (European Quality Shipping Informatin System)</i> και σε άλλες βάσεις δεδομένων.
<i>PR 17</i>	Περιγράφεται η διαδικασία αναφοράς που θα πρέπει να ακολουθούν οι επιθεωρητές σε περίπτωση που υπάρχουν ενδείξεις ελλείψεων που επηρεάζουν την εφαρμογή του κώδικα <i>ISM</i> .
<i>PR 18</i>	Καθορίζεται η διαδικασία της μεταβίβασης του πιστοποιητικού <i>ISM Code</i> από έναν Νηογνώμονα σε κάποιον άλλο.
<i>PR 19</i>	Πρόκειται για τις διαδικαστικές απαιτήσεις μετρήσεων πάχους ελασμάτων (<i>Thickness Measurements</i>).
<i>PR 20</i>	Προστίθενται στο <i>Enhanced Survey Programme</i> η απαίτηση τα <i>Special</i> και <i>Intermediate Survey No. 3</i> και πάνω να γίνονται με τη συμμετοχή δύο επιθεωρητών (αφορά πλοία πάνω από 20.000 tons dwt).
<i>PR 21</i>	Πρόκειται για τις απαιτήσεις των επιθεωρήσεων σημαίας όταν αυτές διεξάγονται από εγκεκριμένους επιθεωρητές των μελών της κλάσης.
<i>PR 22</i>	Ακυρώθηκε.
<i>PR 23</i>	Αναλύεται η διαδικασία αναφοράς δεδομένων σχετικών με τις πιστοποιημένες εταιρείες μέτρησης πάχους ελασμάτων (<i>Thickness Measurement</i>).
<i>PR 24</i>	Περιγράφονται οι διαδικασίες έκδοσης του πιστοποιητικού <i>ISPS Code</i> .
<i>PR 25</i>	Ακυρώθηκε.
<i>PR 26</i>	Ακυρώθηκε.
<i>PR 27</i>	Ακυρώθηκε.
<i>PR 28</i>	Αναλύεται η διαδικασία αλλαγής σημαίας του πλοίου.
<i>PR 29</i>	Καθορίζεται η ημερομηνία συμβολαίου κατασκευής.
<i>PR 30</i>	Ακυρώθηκε. Ενσωματώθηκε στην <i>PR 32</i> .
<i>PR 31</i>	Αναφέρονται τα πρόσθετα μέτρα που χρειάζεται να ληφθούν για την διασφάλιση της υποχρεωτικής εφαρμογής των Ενοποιημένων Διεργησιών <i>IACS</i> .
<i>PR 32</i>	Πρόκειται για τις διαδικασίες συντήρησης των πλοίων που υπόκεινται στους κοινούς κανόνες κατασκευής <i>CSR (Common Survey Rules)</i> .
<i>PR 33</i>	Αναλύονται οι διαδικασίες επιθεώρησης και συντήρησης της γάστρας του πλοίου που πραγματοποιούνται από την πλευρά του πλοιοκτήτη.
<i>PR 34</i>	Ακυρώθηκε.
<i>PR 35</i>	Πρόκειται για την διαδικασία επιβολής και εκκαθάρισης συστάσεων/προϋποθέσεων κλάσης.
<i>PR 36</i>	Αναλύονται οι διαδικασίες για τη Σύμβαση Μεταφοράς Ναυτικής Εργασίας, Πιστοποίηση 2006).
<i>PR 37</i>	Αναφέρονται οι απαιτήσεις για την ασφαλή είσοδο σε περιορισμένο χώρο.
<i>PR 38</i>	Πρόκειται για την διαδικασία που ακολουθείται για τον υπολογισμό και επαλήθευση του δείκτη σχεδιασμού ενεργειακής απόδοσης (<i>EEDI</i>).
<i>PR 39</i>	Πρόκειται για την διαδικασία παρακολούθησης της καταλληλότητας του στόλου.
<i>PR 40</i>	Αναφέρονται οι απαιτήσεις για την πιστοποίηση <i>MLC</i> .

Πίνακας 2: Διαδικαστικές απαιτήσεις (*Procedural Requirements*).

2.4.6 Ενοποιημένες Απαιτήσεις (*Unified Requirements*)

Οι ενοποιημένες απαιτήσεις (*unified requirements*) αποτελούν ψηφίσματα σχετικά με ζητήματα που αφορούν άμεσα συγκεκριμένους θεσμοθετημένους κανονισμούς ή και μπορεί να καλύπτονται από αυτούς.

Το περιεχόμενο των ενοποιημένων απαιτήσεων στο σύνολό του έχει καθαρά τεχνικό χαρακτήρα και θα λέγαμε ότι διαθέτουν τη μορφή *standards*, τα οποία είναι αποτέλεσμα της συνεργασίας των μελών της ένωσης και στην ουσία αποτελούν τα θεμέλια της κατασκευαστικής ακεραιότητας του σκάφους.

Στον πίνακα που ακολουθεί αναφέρονται όλοι οι θεματικοί τομείς στους οποίους απευθύνονται οι ενοποιημένες απαιτήσεις.

Απαίτηση	Θεματικός Τομέας Ενοποιημένης Απαίτησης
<i>UR A (UR A1-A3)</i>	Αγκυροβόληση και πρόσδεση.
<i>UR D (UR D1-D12)</i>	Κινητές εγκαταστάσεις γεωτρήσεων.
<i>UR E (UR E1-UR E25)</i>	Ηλεκτρικές εγκαταστάσεις.
<i>UR F (UR F1-UR F46)</i>	Μέσα πυρόσβεσης και πυροπροστασίας.
<i>UR G (UR G1-UR G3)</i>	Υγραεριοφόρα σκάφη.
<i>UR I (UR I1-UR I3)</i>	Παγοθραυστικά σκάφη.
<i>UR K (UR K3)</i>	Αξονικό σύστημα και προπέλες.
<i>UR L (UR L2-UR L5)</i>	Ευστάθεια και γραμμές φόρτωσης.
<i>UR M (UR M1-UR M81)</i>	Μηχανολογικές εγκαταστάσεις.
<i>UR N</i>	Ναυσιπλοΐα.
<i>UR P (UR P1-UR P6)</i>	Σωληνώσεις και δοχεία υπό πίεση.
<i>UR S (UR S1-UR S34)</i>	Αντοχή πλοίου.
<i>UR W (UR W1-UR W35)</i>	Υλικά και συγκολλήσεις.
<i>UR Z (UR Z1-UR Z28)</i>	Επιθεωρήσεις και έκδοση πιστοποιητικών.

Πίνακας 3: Ενοποιημένες Απαιτήσεις (*Unified Requirements*).

2.5 Ταξινόμηση και Χαρακτηρισμός Πλοίων

Με το πέρας της επιθεώρησης του πλοίου από ειδικό προσωπικό της κλάσης, ολοκληρώνεται και η κατάταξή του στην αντίστοιχη κλάση λαμβάνοντας πάντα υπόψη το ποσοστό ασφαλείας και αξιοπλοΐας. Γενικά, η κατάταξη του πλοίου σε κλάση ισοδυναμεί με την πιστοποίηση ότι το σκάφος συμμορφώνεται με τις απαιτήσεις της εν λόγω κλάσης και ότι με την ολοκλήρωση των υποχρεωτικών επιθεωρήσεων του Νηογνώμονα το πλοίο συμβαδίζει με τα πρότυπα (*standards*) που έχουν οριστεί από τον οργανισμό. Μέσω της ταξινόμησης σε κλάσεις αφενός επιτυγχάνεται η προστασία της ανθρώπινης ζωής και αφετέρου προστατεύεται η περιουσία

στην θάλασσα, μείζον ζήτημα των θαλάσσιων μεταφορών και συναλλαγών. Με απλά λόγια, όταν τα πιστοποιητικά ενός πλοίου εκδίδονται από έναν φημισμένο Νηογνώμονα υψηλού κύρους θεωρείται ότι το αντίστοιχο πλοίο πρόκειται για ένα αξιόπλοο και ασφαλές σκάφος για να εκτελέσει τη μεταφορά των πάσης φύσεως αγαθών.

Εάν καθ' όλη τη διάρκεια της της ναυπήγησης του πλοίου πραγματοποιούνται επιθεωρήσεις και εξακριβώνεται το ποσοστό που το σκάφος συμμορφώνεται με τις απαιτήσεις και τους κανονισμούς, δύναται με την ολοκλήρωση της κατασκευής/ναυπήγησης να επιτευχθεί η ταξινόμηση. Οι απαιτήσεις στις οποίες στηρίζεται η ταξινόμηση βρίσκονται σε ένα σύνολο σημαντικών πηγών όπως:

- Εθνικές Απαιτήσεις
- Περιφερειακές Απαιτήσεις
- Διεθνείς Συμβάσεις του *IMO* (π.χ. *SOLAS*, *MARPOL*)
- Κανονισμοί Νηογνομόνων

Με τους κανόνες ταξινόμησης αξιολογείται η ακεραιότητα και η δομική αντοχή βασικών μερών του σκάφους αλλά και των προσαρτημάτων του. Παράλληλα, πιστοποιείται η καλή λειτουργία των συστημάτων πρόωσης και πλοήγησης, ηλεκτρικής παραγωγής και τα λοιπά βοηθητικά συστήματα που συναντάμε στο πλοίο.

Πλοία τα οποία είναι ήδη ταξινομημένα επιθεωρούνται από τον Νηογνώμονα ανά τακτά χρονικά διαστήματα, ώστε να εξασφαλιστεί ότι εξακολουθούν να πληρούν τις απαιτήσεις της κλάσης. Σε ένα δεύτερο επίπεδο δραστηριοτήτων, οι Νηογνώμονες πέρα από την απονομή στο πλοίο της κλάσης, είναι οι υπεύθυνοι και για τη διατήρησή της. Έτσι καθ' όλη τη διάρκεια της ζωής και λειτουργίας του πλοίου διενεργούνται από τον Νηογνώμονα τακτικές αλλά και έκτακτες επιθεωρήσεις που αποσκοπούν μεν στη διατήρηση της καλής κατάστασης του πλοίου, δε στην διατήρηση της αξιοπλοΐας του.

Είναι αξιόλογο να αναφερθεί πόσο σημαντική παράμετρος στην εξέλιξη του πλοίου αποτελεί ο σωστός προγραμματισμός όσων έχουν να κάνουν με ζητήματα που αφορούν τις επιθεωρήσεις - με κυριότερο την ειδική επιθεώρηση πενταετίας - από την πλευρά του πλοιοκτήτη/διαχειριστή του πλοίου. Τυχόν αδυναμία συμμόρφωσης με τις απαιτήσεις και τους κανονισμούς που ορίζει ο Νηογνώμονας μεταφράζεται ως προσωρινή αναστολή της, είτε ακόμη και ως αφαίρεση του πιστοποιητικού συμμόρφωσης με την κλάση (*class certificate*). Τα παραπάνω είναι δυνατόν να επιφέρουν την οικονομική ζημία του πλοίου, αφού από την μία όταν γίνεται αφαίρεση του πιστοποιητικού της κλάσης το πλοίο δύναται να σταματήσει να ναυλώνεται, και από την άλλη όταν αναστέλλεται η κλάση συναντάμε αδυναμία απόπλου, γεγονός που συνεπάγεται πολλά οικονομικά επακόλουθα.



INTERNATIONAL CLASSIFICATION SOCIETY

CERTIFICATE OF CLASSIFICATION CERTIFICAT DE CLASSIFICATION

Nr PRS0/ORI/20120328170545

MY SHIP

Ship's Name / *Nom du Navire*

PANAMA

Flag / *Pavillon*

MY SHIPOWNING COMPANY

Owner / *Armateur*

12345B

Register Nr / *No de Registre*

PANAMA

Port of Registry / *Port d'immatriculation*

This is to certify that the above named ship has been entered in the Bureau Veritas Register Book with the following classification symbols and notations / *Nous soussignés certifions que le navire désigné ci-dessus a été inscrit au Registre du Bureau Veritas avec les symboles de classification et mentions suivantes :*

I ✕HULL ✕MACH
Container ship
✕ AUT-PORT , ✕ SYS-NEQ , MON-SHAFT , ERS-S

This certificate is issued within the scope of Bureau Veritas Marine Division General conditions.
Ce certificat est délivré dans le cadre des Conditions Générales de la Division Marine du Bureau Veritas.

At/A PARIS

on/le 28 March 2012

Limit date of validity / *Date limite de validité*

5 April 2017

O. Rinaldi

By order of the Secretary / *Par délégation du Secrétaire*

Signature and stamp / *Signature et cachet*

Conditions and endorsements overleaf.

Any person not a party to the contract pursuant to which this certificate is delivered may not assert a claim against Bureau Veritas for any liability arising out of errors or omissions which may be contained in said certificate, or for errors of judgement, fault or negligence committed by personnel of the Society or of its Agents in the establishment or issuance of this certificate, and in connection with any activities which it may provide for. 1/2

Εικόνα 12: *Certificate of Classification, Bureau Veritas.*
(<https://www.marinelink.com/news/certification-simplified346124>)

2.6 Τιμολογιακή Πολιτική Νηογνομώνων

Θα ισχυριζόταν κανείς πως η τιμολογιακή πολιτική των Νηογνομώνων είναι μία σύνθετη διαδικασία. Συγκεκριμένα, όσον αφορά τις επιθεωρήσεις η τιμολόγηση περιλαμβάνει δύο επιμέρους κατηγορίες που αφορούν α) την γάστρα του σκάφους και β) την μηχανολογική εγκατάσταση του σκάφους.

Και στις δύο περιπτώσεις (γάστρα και μηχανολογική εγκατάσταση) ο υπολογισμός γίνεται με βάση έναν τύπο. Για τη μεν γάστρα λαμβάνεται υπόψη η ηλικία του πλοίου, το μέγεθός του και η χωρητικότητα/μεταφορική του ικανότητα. Από την άλλη μεριά, στην περίπτωση του μηχανολογικού εξοπλισμού, λαμβάνεται υπόψη και συνυπολογίζεται η ισχύς των κύριων μηχανών και των ηλεκτρομηχανών. Είναι στην κρίση του εκάστοτε Νηογνώμονα να ανάγει τους παραπάνω τύπους στην δική του τιμολογιακή κλίμακα και να εξάγει το ποσό που αναλογεί στην επιθεώρηση.

Να σημειωθεί πως συναντάται διαφορά στην χρέωση της επιθεώρησης ανάλογα με το εκάστοτε λιμάνι που διεξάγεται. Για παράδειγμα, η τιμολογιακή πολιτική που ισχύει στην Ευρώπη μπορεί στην Ασία να διαφέρει (αύξηση κόστους). Πολλοί παράγοντες είναι αυτοί που οδηγούν στην παραπάνω διαφορά, καθώς μπορεί για παράδειγμα να μην υπάρχει στην περιοχή κάποιο τοπικό γραφείο ή διαθέσιμος επιθεωρητής, γεγονός που κατέστη απαραίτητο να μεταβεί επιθεωρητής από άλλη περιοχή στον τόπο όπου θα λάβει χώρα η επιθεώρηση. Σε τέτοιες περιπτώσεις οι πλοιοκτήτριες εταιρείες οι οποίες γνωρίζουν τα μέρη που είναι πιο οικονομικά για να διεξαχθεί μια επιθεώρηση τα λαμβάνουν υπόψη και πράττουν ανάλογα. Επίσης, είναι χρήσιμο στην απόφαση να συνυπολογίζεται με την ίδια βαρύτητα και το κόστος που αφορά τον δεξαμενισμό του πλοίου. Το κόστος, φυσικά, μιας επιθεώρησης είναι αρκετά μικρότερο σε σχέση με το κόστος της διενέργειας ενός δεξαμενισμού.

2.6.1 *Block Fees*

Τα τελευταία χρόνια αναφορικά με την τιμολόγηση των επιθεωρήσεων συναντάμε μία καινούρια πρακτική. Συγκεκριμένα, η κοστολόγηση γίνεται βάσει συμβολαίων που έχουν συνταχθεί και υπογραφεί μεταξύ του Νηογνώμονα και του πλοιοκτήτη/διαχειριστή. Με τα συμβόλαια αυτά, τα λεγόμενα *Block Fees*, επί της ουσίας το κόστος των μελλοντικών επιθεωρήσεων προσυμφωνείται ξεχωριστά για το κάθε πλοίο και με αυτό τον τρόπο επιτυγχάνεται ο προϋπολογισμός του κόστους επιθεώρησης.

Η πρακτική των *Block Fees* άρχισε από μεγάλες ναυτιλιακές εταιρείες, η δύναμη και η επιρροή των οποίων εξαιτίας του μεγάλου στόλου που είχαν στην κατοχή τους και διαχειρίζονταν αποτελούσε ένα αρκετά ισχυρό στα χέρια τους διαπραγματευτικό χαρτί. Ουσιαστικά, το αρχικά μεταβλητό κόστος επιθεώρησης μέσω των *Block Fees* δύναται να θεωρηθεί ως σταθερό κόστος με ελάχιστες πιθανές διακυμάνσεις/αυξήσεις ως αποτέλεσμα πρακτικών όπως για παράδειγμα η αναμονή του επιθεωρητή, η διεξαγωγή της επιθεώρησης από περισσότερους του ενός επιθεωρητές, το κόστος υπερωριών κ.α. Ωστόσο με την κατάρτιση, την εμπειρία και τον κατάλληλο προγραμματισμό των ανθρώπων που διαχειρίζονται το πλοίο και όσων βρίσκονται στο πλοίο κατά την διάρκεια της επιθεώρησης, αυτές οι χρεώσεις είναι δυνατόν να αποφευχθούν σε μεγάλο βαθμό.

3 Οι Επιθεωρήσεις ως Μέσο Πιστοποίησης της Αξιοπλοΐας των Πλοίων

3.1 Ναυτικοί Επιθεωρητές

3.1.1 Γενικά

Θα ισχυριζόταν κανείς ότι η έννοια ναυτικός επιθεωρητής αποτελεί έναν γενικό όρο ο οποίος εκ πρώτης όψεως δεν περιγράφει κάποιο συγκεκριμένο ρόλο ή εκπαίδευση. Το έργο των ναυτικών επιθεωρητών έγκειται στη διενέργεια ενός ευρύτερου φάσματος ναυτικών επιθεωρήσεων που απευθύνονται στα πλοία, τον εξοπλισμό των πλοίων, και τα αγαθά που μεταφέρονται από πλοία.

Όσον αφορά τα απαιτούμενα προσόντα και αξιώματα των επιθεωρητών, δεν συναντάμε διεθνώς αναγνωρισμένα με τα οποία να επιτυγχάνεται η κατάταξη των επιθεωρητών ή που να απαιτείται να διαθέτουν έτσι ώστε να μπορούν να εξασκούν το επάγγελμα. Το γεγονός αυτό οδηγεί στην ύπαρξη ναυτικών επιθεωρητών που προέρχονται από ποικίλους χώρους και προηγούμενα επαγγελματικά πεδία. Συνήθως, οι επιθεωρητές εξειδικεύονται σε κάποιο συγκεκριμένο είδος επιθεωρήσεων, συναφή με τα προηγούμενα επαγγελματικά τους αντικείμενα. Σημαντικό να σημειωθεί δε, ότι το εύρος της εξειδίκευσης ή μη κάποιου επιθεωρητή σχετίζεται άμεσα με τον τόπο εργασίας του. Για παράδειγμα, ένας επιθεωρητής που ο τόπος εργασίας του βρίσκεται σε ένα μεγάλο ναυτιλιακό κέντρο, ενισχύει την εξειδίκευσή του εξαιτίας της συσσώρευσης ομοτίμου δυναμικού. Αντίθετα, σε μέρη όπου δεν συναντάτε μεγάλος αριθμός επιθεωρητών, κάθε επιθεωρητής αναλαμβάνει μεγαλύτερο εύρος επιθεωρούμενων θεμάτων. Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται οι κυριότεροι τύποι επιθεωρητών. Βυθίσματα

Τύπος Επιθεωρητή	Τύποι Επιθεωρήσεων που Διενεργεί
Ναυτιλιακός	Σωστικά μέσα (<i>Life Saving Appliances</i>).
	Εξοπλισμός ναυσιπλοΐας.
	Φόρτωση/Εκφόρτωση φορτίων (<i>Cargo Damage</i>).
	(<i>Draft Surveys</i>).
Μηχανολόγος	Μηχανολογικές εγκαταστάσεις και εξοπλισμός.
	Μεταλλικής κατασκευής.
Ναυπηγός	Κριτήρια σχεδίασης της μεταλλικής κατασκευής.
	Ευστάθειας (Πείραμα ευστάθειας).
	Ελέγχου αντοχής μεταλλικής κατασκευής.
<i>Yacht</i>	Σκάφη Αναψυχής (<i>GRP</i> , ξύλο κ.α.)

Πίνακας 4: Κατηγορίες επιθεωρητών και είδη επιθεωρήσεων που διενεργούν.

Εξαιτίας των τεχνολογικών αλλαγών και εξελίξεων, τόσο στην σχεδίαση και την κατασκευή των πλοίων όσο και στην λειτουργία τους, το επάγγελμα του ναυτικού επιθεωρητή ανεξάρτητα

του είδους του, γίνεται καθημερινά ολοένα και δυσκολότερο απαιτώντας τη διαρκή επιμόρφωσή του έτσι ώστε να μπορεί να ανταπεξέλθει στα νέα δεδομένα.

3.1.2 Αποστολή

Η βαθιά τεχνική γνώση, η εμπειρία, η ικανότητα να εργαστεί κάτω από αντίξοες συνθήκες, η συνέπεια καθώς και η συνεργασία με αγνώστους και συχνά ξένης εθνικότητας ανθρώπους είναι αρετές που μπορούν να χαρακτηρίσουν ικανό έναν επιθεωρητή. Παράλληλα, για να θεωρηθεί αξιόπιστος ένας επιθεωρητής χρειάζεται να είναι αντικειμενικός, ακέραιος και ακριβοδίκαιος χωρίς να επηρεάζεται με σκοπό το προσωπικό όφελος.

Καθ' όλη την διάρκεια των επιθεωρήσεων οι επιθεωρητές οφείλουν να σημειώνουν λεπτομερώς και με ακρίβεια κάθε εύρημα που παρατηρούν, ειδικά σε περιπτώσεις εκτεταμένων φθορών ή/και παραμορφώσεων. Ένας επιθεωρητής στα πλαίσια μιας επιθεώρησης, υπάρχει περίπτωση να κληθεί να διενεργήσει επιθεωρήσεις και να εξάγει πορίσματα για ποικίλα πεδία όπως επισκευές στη γάστρα, μηχανολογική εγκατάσταση, εγκαταστάσεις παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, ηλεκτρολογικός εξοπλισμός, συστήματα αυτόματου ελέγχου, σωστικά μέσα, τηλεπικοινωνιακός εξοπλισμός κ.ά. Σύμφωνα με τους κανονισμούς, αλλά και όπου κριθεί από τον επιθεωρητή ότι χρειάζεται, γίνεται λήψη μετρήσεων κάθε είδους, ενώ συχνά τις μετρήσεις συνοδεύουν φωτογραφίες, σκαριφήματα ή διαγράμματα καταγράφοντας έτσι σημαντικές λεπτομέρειες. Γενικά, ο επιθεωρητής είναι υπεύθυνος ο ίδιος προσωπικά για την διενέργεια της επιθεώρησης αναφορικά με κάθε αντικείμενο που θα συμπεριλάβει στην έκθεσή του, αυτό μπορεί να περιλαμβάνει ελέγχους στο εσωτερικό δεξαμενών, λεβήτων κ.ά. ανεξάρτητα από το πόσο δύσκολη είναι η πρόσβαση και αντίξοο το περιβάλλον που θα συναντήσει. Παράλληλα, οι επιθεωρητές οφείλουν να είναι διαρκώς ενημερωμένοι για την πορεία της επιθεώρησης και άλλων πιθανών εργασιών που μπορεί να βρίσκονται σε εξέλιξη (π.χ. επισκευών), και να μην βασίζονται σε στοιχεία από τρίτους. Ταυτόχρονα, οφείλουν να ενημερώνουν τα ενδιαφερόμενα μέρη για την εξέλιξη των δικών τους εργασιών.

Από τα πιο καίρια στάδια μιας επιθεώρησης αποτελούν η εξαγωγή πορισμάτων και η έκδοση αποφάσεων. Ο επιθεωρητής αφού ολοκληρώσει την συλλογή όλων των απαιτούμενων στοιχείων, τα συγκρίνει με τις δεδομένες τιμές των προτύπων και στη συνέχεια εξάγει το τελικό πόρισμα που θα κρίνει και το εάν θα ακολουθήσουν διορθωτικές ενέργειες. Με την ολοκλήρωση της παραπάνω διαδικασίας, ο επιθεωρητής προχωρά άμεσα στην εισήγησή του στα ενδιαφερόμενα μέρη με σκοπό να αποφευχθούν επιδεινώσεις ή/και καθυστερήσεις.

Οι επιθεωρητές μπορεί να απασχοληθούν είτε στον δημόσιο είτε τον ιδιωτικό τομέα. Όσον αφορά τους επιθεωρητές που απασχολούνται στον δημόσιο τομέα, εδώ εργάζονται για λογαριασμό κάποιου διεθνούς οργανισμού ή κάποιου κράτους. Την πλειονότητα των επιθεωρητών, ωστόσο, συναντάμε να εργάζεται στον ιδιωτικό τομέα που τα κίνητρα και οι στόχοι των επιθεωρήσεων είναι διαφορετικά ανά περίπτωση.

Με εξαίρεση τους κρατικούς επιθεωρητές, το μεγαλύτερο ποσοστό των επιθεωρήσεων διεξάγεται από επιθεωρητές που ανήκουν σε Μηγονόμενες (*Classification Society Surveyors*), επιθεωρητές των *Salvage Associations* και από επιθεωρητές οι οποίοι είτε είναι ανεξάρτητοι (*independent*), είτε εργάζονται για λογαριασμό εταιρειών παροχής υπηρεσιών.



Εικόνα 13: Ναυτικοί επιθεωρητές.

(<https://www.marineinsight.com/careers-2/who-is-a-marine-surveyor-responsibilities-qualifications-and-skills/>)

3.1.3 Οι Επιθεωρητές των Νηογνώμωνων (*Classification Society Surveyors*)

Οι επιθεωρητές κλάσης μέσω των περιοδικών και μη επιθεωρήσεων είναι υπεύθυνοι για την εξασφάλιση και διατήρηση των προτύπων (*standards*) που η κλάση έχει ορίσει για την κατασκευή και συντήρηση των πλοίων και του μηχανολογικού τους εξοπλισμού. Εάν μέσω των επιθεωρήσεων αποδεικνύεται ότι ικανοποιούνται τα πρότυπα κατασκευής και το επίπεδο συντήρησης είναι το αναμενόμενο, ο Νηογνώμονας προχωρά στην έκδοση των αντίστοιχων πιστοποιητικών. Σε περίπτωση που διαπιστωθούν από τον επιθεωρητή της κλάσης ελλείψεις, εκείνος θα πρέπει να αναφέρει στον πλοιοκτήτη διορθωτικές ενέργειες και πρακτικές προκειμένου το πλοίο συμμορφωθεί με τις απαιτούμενες ανάγκες και να του χορηγηθούν τα πιστοποιητικά.

Οι ναυτασφαλιστές προκειμένου να μπορέσουν να ασφαλίσουν τα πλοία απαιτούν τα πιστοποιητικά που εκδίδει ο Νηογνώμονας καθώς με αυτό τον τρόπο γνωρίζουν την ακριβή κατάσταση του πλοίου που πρόκειται να ασφαλίσουν. Έτσι, είναι δυνατόν να αναφέρουμε πως η καταγραφή της εικόνας και της κατάστασης ενός πλοίου, που υλοποιείται μέσω των επιθεωρητών της κλάσης και τις επιθεωρήσεις που οι ίδιοι διενεργούν, βοηθάει αφενός την δουλειά των ναυτασφαλιστών και αφετέρου συμβάλει οι πλοιοκτήτες να μην εξαπατώνται από μία πιο υποκειμενική προσέγγιση από το μέρος των ναυτασφαλιστών.

Σε περιπτώσεις που ένας Νηογνώμονας είναι εξουσιοδοτημένος από κάποιο κράτος, οι επιθεωρητές του αντίστοιχου οργανισμού είναι υπεύθυνοι για την διενέργεια επιθεωρήσεων με σκοπό να ελέγξουν και να πιστοποιήσουν ότι ένα σκάφος συμμορφώνεται τόσο με τους εθνικούς κανονισμούς όσο και με τη διεθνή νομοθεσία αναφορικά με την ασφάλεια στη θάλασσα.

Επιθεωρητές κλάσης που εργάζονται αποκλειστικά σε αυτήν καλούνται «αποκλειστικοί» (*exclusive*) επιθεωρητές. Από την άλλη μεριά, συναντάμε τους «μη αποκλειστικούς» επιθεωρητές (*non exclusive*) οι οποίοι πραγματοποιούν επιθεωρήσεις για δικό τους λογαριασμό και παράλληλα απασχολούνται περιστασιακά σε κλάσεις εκτελώντας το έργο των επιθεωρήσεων που τους ανατίθεται.

Σε συνέχεια των βασικών αντικειμένων των επιθεωρητών κλάσης, δεν είναι λίγες οι περιπτώσεις που οι επιθεωρητές προκειμένου να προασπίσουν τα συμφέροντα (κυρίως την αξία επισκευής) του μέρους που τους καλεί, συντάσσουν εκθέσεις με τις οποίες επιτυγχάνεται το έργο κατά ναυτασφαλιστών ή τρίτων, για περιπτώσεις ζημιών που προκλήθηκαν σε ναυτικά ατυχήματα.

Δεδομένου ότι η διατήρηση των προτύπων (*standards*) μιας κλάσης ισοδυναμεί με κόστος σε χρόνο και χρήμα για τον πλοιοκτήτη, το έργο των επιθεωρητών κλάσης δυσχεραίνεται αφού κάποιοι πλοιοκτήτες δεν λαμβάνουν υπόψη τα ζητήματα ασφαλείας με την υπευθυνότητα που θα έπρεπε.

3.1.4 Οι Επιθεωρητές των *Salvage Associations*

Δύο είναι τα *Salvage Associations* που συναντάμε στον κόσμο. Αυτά είναι το *London Salvage Association* και το *U.S. Salvage Association*. Το πρώτο (*London Salvage Association*) ιδρύθηκε το 1856, ενώ η ίδρυση του δεύτερου ακολούθησε τα τελευταία χρόνια.

Το *L.S.A.* αποτελεί έναν οργανισμό μη κερδοσκοπικού χαρακτήρα με μέλη τον *Lloyd*, εταιρείες ναυτασφαλιστών (*underwriter*), πλοιοκτήτες (*shipowners*) κ.ά. και ο βασικός σκοπός της λειτουργίας του οργανισμού είναι η προάσπιση των συμφερόντων (όποιος και αν τα εγείρει) αναφορικά με ναυαγισμένη και γενικότερα βεβλημένη περιουσία. Την διεύθυνση του *L.S.A.* αναλαμβάνουν μέλη της *Lloyd's Committee* και του *I.L.U. (Institute of London Underwriters)*. Τα κεντρικά γραφεία του *L.S.A.* βρίσκονται στο Λονδίνο όπου και διατηρείται αρχείο με τεχνικές πληροφορίες, δεδομένα ατυχημάτων και καταγεγραμμένες εμπειρίες, ενώ παράλληλα διαθέτει επιθεωρητές, ναυπηγούς και λοιπό προσωπικό που όλοι υποστηρίζουν το έργο των επιθεωρήσεων. Ακόμη, γραφεία διατίθενται σε πολλές άλλες περιοχές ανά τον κόσμο.

Γεγονός αποτελεί ότι οι επιθεωρητές του *L.S.A.* θεωρούνται από τους πιο έμπειρους και με γνώσεις επιθεωρητές στον κόσμο. Στις περιπτώσεις διάσωσης/ναυαγιαυρεσίας οι ναυτασφαλιστές καλούν τους επιθεωρητές του *L.S.A.* να διασφαλίσουν τα συμφέροντά τους. Οι υπηρεσίες που προσφέρουν είναι κατά κύριο λόγο συμβουλευτικού χαρακτήρα, εκτός εάν κληθούν να εξάγουν πορίσματα τα οποία θα χρησιμοποιηθούν για να καθοριστούν οι συνθήκες που συναντάμε, καθ' όλη τη διάρκεια των υπηρεσιών διάσωσης ή πυρόσβεσης κ.ά. Αν και οι υπηρεσίες που ήδη αναφέρθηκαν αποτελούν το πιο δημοφιλές έργο των επιθεωρητών του *L.S.A.*, συχνά επιθεωρητές του *L.S.A.* χρησιμοποιούνται για την εξέταση φθορών ή απωλειών στην γάστρα του σκάφους ή το φορτίο που μεταφέρεται με σκοπό να συλλεχθούν όλα τα απαραίτητα στοιχεία και να συνεισφέρουν στο έργο αυτού που θα ορίσει τις υπαιτιότητες.

Στα τέλη της δεκαετίας του 1980 και στην αρχή της δεκαετίας του 1990 η μεγάλη απώλεια πλοίων, κυρίως *bulk carriers*, καθώς και η αμφισβήτηση της αντικειμενικότητας πολλών επιθεωρητών της κλάσης από την πλευρά των ναυτασφαλιστών, οδήγησαν τον οργανισμό να εκτελεί επιθεωρήσεις σε τακτά χρονικά διαστήματα έτσι ώστε να πιστοποιείται η κατασκευαστική ακεραιότητα των πλοίων. Η πρακτική αυτή, παράλληλα με το αυστηρό *Port State Control* στόχο είχε να αντιμετωπιστούν τα χαμηλά *standards* που εμφάνιζαν πλοία με σημαίες ευκαιρίας.

3.1.5 Ανεξάρτητοι Επιθεωρητές

Πολλές είναι οι εταιρείες, ακόμα και τα άτομα που συναντάμε που απασχολούνται στο κομμάτι των επιθεωρήσεων και παρέχουν τις υπηρεσίες τους σε πλοιοκτήτες, ναυλωτές, ναυτασφαλιστές, *P&I Clubs*, δικηγόρους και άλλους συναφείς οργανισμούς με τον ναυτιλιακό

τομέα. Αυτή η ομάδα επιθεωρητών δύναται να ανήκουν σε κάποια από τις δύο παραπάνω κατηγορίες φέροντας τον χαρακτηρισμό «*non exclusive*».

Ένα μεγάλο κομμάτι των επιθεωρήσεων του ιδιωτικού τομέα υλοποιείται μέσω ανεξάρτητων επιθεωρητών και χρειάζεται να σημειωθεί ότι στο μεγαλύτερο ποσοστό οι ανεξάρτητοι επιθεωρητές εργάζονται για λογαριασμό πλοιοκτητών και ναυλωτών. Ασφαλώς, ο ρόλος τους όταν δεν προσφέρουν τις υπηρεσίες του σε κλάσεις ή το *L.S.A.*, είναι εξολοκλήρου εμπορικός και κυρίως στηρίζεται στην απόδοσή τους ανά περίπτωση.

3.2 Κατηγοριοποίηση και Σκοπός των Επιθεωρήσεων

3.2.1 Προετοιμασία Επιθεώρησης

Η έναρξη της προετοιμασίας της επιθεώρησης σηματοδοτείται με την κλήση για εκτέλεσή της και τελειώνει όταν αρχίζει να εκτελείται η επιθεώρηση. Η κλήση για επιθεώρηση δεν αποτελεί αυτόνομο γεγονός αλλά προϋποθέτει την παροχή ενός συνόλου καθοδηγητικών παραμέτρων υπό τη μορφή οδηγιών.

Οι επιθεωρητές λαμβάνουν τις οδηγίες τους από πολλές πηγές και η φύση αυτών των οδηγιών έχει άμεση σχέση με το ρόλο που οι επιθεωρητές καλούνται να φέρουν εις πέρας. Ένας επιθεωρητής μπορεί να προσφέρει τις υπηρεσίες του είτε σαν ανεξάρτητος συνεργάτης είτε ως εκπρόσωπος κάποιου μέρους. Σε κάθε περίπτωση ο επιθεωρητής οφείλει να λαμβάνει σοβαρά υπόψη τις οδηγίες που παρέχονται από τον εντολέα του καθώς και η «σύμβαση» του βασίζεται σ' αυτές και αν δεν τις εκπληρώσει, ουσιαστικά δεν εκπληρώνει τη σύμβασή του (απαιτήσεις του εντολέα). Σε περίπτωση που ο επιθεωρητής δεν είναι κατάλληλα καταρτισμένος (ελλιπείς γνώσεις ή/και εμπειρία) για μία επιθεώρηση, αλλά παρόλα αυτά αναλάβει την διεξαγωγή της γίνεται η αιτία ο ίδιος, ο ανώτερος του (σε περίπτωση που δεν απασχολείται ως ανεξάρτητος επιθεωρητής), ο εντολέας αλλά και το ίδιο το επάγγελμα να βρεθούν εκτεθειμένοι. Ασφαλώς μία τέτοια κατάσταση εκτός από τις κακές υπηρεσίες μπορεί να γίνει η αιτία για περιττά έξοδα για αποκατάσταση ζημιών καθώς και διαφυγόντα κέρδη.

Αν υπάρχει κάποιο κομμάτι που απαιτεί την ιδιαίτερη προσοχή τόσο του εντολέα όσο και του ίδιου του επιθεωρητή είναι αυτό των οδηγιών καθώς μέσω των οδηγιών καθορίζεται το πεδίο δράσης του επιθεωρητή. Πρέπει να επισημάνουμε, ωστόσο, ότι συχνά οι οδηγίες τυγχάνουν πολύ μικρής προσοχής γεγονός που οδηγεί σε πολλά παράπονα που εκφράζονται από το ένα ή το άλλο μέρος με το πέρας μίας συνεργασίας. Για να αποφεύγονται τέτοιες καταστάσεις, ο εντολέας θα πρέπει να παρέχει οδηγίες που θα είναι σαφείς και πλήρεις ώστε ο επιθεωρητής να μπορεί να καθορίσει το απαιτούμενο εύρος και αντικείμενο των υπηρεσιών του.

3.2.2 Σχεδιασμός Επιθεώρησης

Λαμβάνοντας ως δεδομένο ότι η διενέργεια μίας επιθεώρησης έχει άμεση σχέση με τον τύπο επιθεώρησης που πρόκειται να εκτελεσθεί, πρώτου η επιθεώρηση ξεκινήσει είναι απαραίτητο να έχει γίνει σαφής ο σκοπός που την κάνει να λάβει χώρα. Η διαδικασία του σχεδιασμού της επιθεώρησης δεν θα πρέπει να λαμβάνεται σαν μία ξεχωριστή ή επιπρόσθετη εργασία. Με τον ορθό σχεδιασμό επιτυγχάνεται η καλύτερη οργάνωση της επιθεώρησης, αποφεύγονται σε μεγάλο βαθμό εκπλήξεις την ώρα της επιθεώρησης, υπολογίζονται ο απαιτούμενος χρόνος και το ανθρώπινο δυναμικό. Επίσης, σε περίπτωση που ο επιθεωρητής έχει λάβει γνώση εξαρχής για στοιχεία που χρήζουν ιδιαίτερης προσοχής, κατά τη διάρκεια της επιθεώρησης μπορεί απλώς να επαληθεύσει αυτά που έχει πληροφορηθεί, μειώνοντας έτσι σημαντικά το χρόνο

διενέργειάς της. Σε αυτό το σημείο να αναφέρουμε ότι σχεδιασμός της επιθεώρησης πρόκειται για μία διαδικασία που αφορά και τα δύο ενδιαφερόμενα μέρη (δηλαδή το μέρος του επιθεωρητή και το μέρος που καλεί για επιθεώρηση). Με αυτό τον τρόπο, είναι δυνατόν να γνωστοποιηθεί στην μεριά που δίνει την εντολή της διενέργειας της επιθεώρησης η ανάγκη για τυχόν πρόσθετες επιθεωρήσεις που απαιτούνται ή εκκρεμούν και να έχει όφελος σε χρόνο και χρήμα.

Όσον αφορά τους Νηογνώμονες οι οποίοι είναι εξουσιοδοτημένοι από κάποιο κράτος-σημαία (*statutory survey*) και τις επιθεωρήσεις που έχουν θέσει οι ίδιοι, ο σχεδιασμός των επιθεωρήσεων χρειάζεται να πραγματοποιείται λαμβάνοντας υπόψη την κάλυψη ταυτόχρονα και των απαιτήσεων των *Flag States*. Αυτός ο σχεδιασμός παρουσιάζει οφέλη τόσο για την ίδια την κλάση, όσο και για τον πλοιοκτήτη. Συγκεκριμένα, η μεν κλάση προσφέρει πληρέστερες υπηρεσίες, οι επιθεωρητές της αξιοποιούνται πιο αποτελεσματικά και μειώνεται η γραφειοκρατία ομαδοποιώντας τις εκθέσεις. Για τον πλοιοκτήτη από την άλλη, δεδομένου ότι το χρονικό πλαίσιο των επιθεωρήσεων είναι κοινό, μέσω αυτού του σχεδιασμού αποφεύγεται η διενέργεια επιπρόσθετων επιθεωρήσεων, διευκολύνονται οι γραφειοκρατικές του υποχρεώσεις και το κόστος είναι σαφώς μικρότερο αφού μειώνονται τα έξοδα μετακίνησης του προσωπικού του και το αντίστοιχο τίμημα στην κλάση.

Προκειμένου να διευκολυνθεί η διενέργεια της επιθεώρησης και παράλληλα να εξασφαλιστεί ότι τα δεδομένα που θα προκύψουν θα είναι αντιπροσωπευτικά, θα πρέπει κατά τον σχεδιασμό της να προσδιοριστούν με προσοχή τα κατασκευαστικά μέρη ή/και ο εξοπλισμός που επρόκειτο να επιθεωρηθούν. Κατά το πρώτο στάδιο της διαδικασίας σχεδιασμού της επιθεώρησης ο επιθεωρητής (ή η ομάδα επιθεώρησης) χρειάζεται να επικοινωνήσει με έναν Ναυπηγό Μηχανικό και να διερευνηθούν θέματα που έχουν να κάνουν με τα κατασκευαστικά μέρη του πλοίου, την εξέλιξή του, τα συστήματα ελέγχου διάβρωσης και τα χαρακτηριστικά τους, καθώς και να ληφθούν υπόψη στοιχεία από βάσεις δεδομένων για ίδιου τύπου πλοία κ.ά. Στη συνέχεια, θα πρέπει να ορίζεται με τους διαχειριστές του πλοίου (π.χ. εκπρόσωπος του πλοιοκτήτη, πλοίαρχος) το χρονοδιάγραμμα της επιθεώρησης. Ο προγραμματισμός της επιθεώρησης γίνεται με κύριο γνώμονα να μην επηρεαστεί σε μεγάλο βαθμό το πρόγραμμα του πλοίου. Σε περιπτώσεις που δεν προβλέπεται δεξαμενισμός, η επιθεώρηση θα πρέπει να λάβει χώρα στη θάλασσα όταν το πλοίο είτε θα είναι στο αγκυροβόλιο, είτε θα βρίσκεται εν πλω, είτε όταν εκτελούνται φορτοεκφορτώσεις με οποίες δυσκολίες ή ευκολίες αυτές οι περιπτώσεις παρουσιάζουν. Σε περίπτωση που ο διαθέσιμος χρόνος δεν είναι αρκετός για να ολοκληρωθούν μαζί όλα τα στάδια της επιθεώρησης, τότε θα πρέπει να προτεραιοποιούνται τα επιθεωρούμενα σημεία και να προγραμματίζεται πιο σημείο και πότε θα επιθεωρηθεί. Αυτός ο προγραμματισμός θα πρέπει να κοινοποιηθεί στο προσωπικό του πλοίου (πλοίαρχο, υποπλοίαρχο, πρώτο μηχανικό) πριν την έναρξη της επιθεώρησης.

Κάτωθι παρατίθενται υπό την μορφή πίνακα οι βασικές πληροφορίες που αφορούν το πλοίο και θα πρέπει να γνωστοποιούνται, έτσι ώστε να επιτευχθεί ένας πλήρης και ακριβής σχεδιασμός επιθεώρησης.

Πληροφορία	Σκοπός που Εξυπηρετεί
Όνομα πλοίου, κλάση, νηολόγιο, αριθμός <i>IMO</i> (εάν υπάρχει)	Πρόκειται για τα βασικά στοιχεία του προς επιθεώρηση πλοίου. Διευκρινίζεται σε ποιο πλοίο αναφερόμαστε και επιτυγχάνεται ο προσδιορισμός της κλάσης του πλοίου.
Το μέρος που δίνει εντολή για επιθεώρηση.	Το μέρος (ή πρόσωπο) που είναι εξουσιοδοτημένο από τον πλοιοκτήτη ή έχει έννομο συμφέρον για να καλέσει για διενέργεια επιθεώρησης.
Αντιπρόσωπος του πλοιοκτήτη ή πράκτορας ή απεσταλμένος του	Αυτές οι πληροφορίες έχουν λειτουργικό χαρακτήρα καθώς συνεισφέρουν στην διευθέτηση πληρωμών, μετακινήσεων και διευκολύνσεων.

μέρους που δίνει εντολή για επιθεώρηση.	
Ημερομηνία, μέρος, διάρκεια επιθεώρησης και πρόγραμμα πλοίου.	Βοηθά στην υλοποίηση του χρονοδιαγράμματος της επιθεώρησης και το απαιτούμενο ανθρώπινο δυναμικό που θα πρέπει να βρίσκεται στο πλοίο.
Τα σύμβολα της κλάσης.	Για τον εντοπισμό τυχόν ιδιαιτεροτήτων του πλοίου και μέρη που θα πρέπει να επιθεωρηθούν.
Έτος ναυπήγησης του πλοίου και χωρητικότητα του πλοίου.	Έλεγχος εάν το πλοίο υπόκειται σε απαιτήσεις σχετικές με αυτά τα δύο μεγέθη.
Βασικά κατασκευαστικά σχέδια.	Καθορίζονται οι κατασκευαστικές διατάξεις και μεγέθη όπως τα πάχη ελασμάτων κ.α.
Χρήση προστατευτικών επιστρωμάτων (<i>coating</i>).	Αποτελεί το καλύτερο μέσο προστασίας ενάντια στην διάβρωση. Συγκεκριμένα, το επίπεδο προστασίας είναι ακόμα υψηλότερο όταν πρόκειται για καλοσυντηρημένο <i>coating</i> . Σε περίπτωση που τα προστατευτικά επιστρώματα εμφανίζουν αστοχίες εξαιτίας φθοράς ή κατάρρευσης (π.χ. <i>damage</i>), παρατηρείται σημαντική αύξηση στα σημάδια της διάβρωσης και του <i>pitting</i> (βελονισμός), με πιο εμφανή τα σημεία που εντοπίζονται. Προκειμένου να εξυπηρετείται η διαδικασία εντοπισμού τυχόν προβληματικών περιοχών, είναι μείζονος σημασίας να είναι γνωστά το είδος του <i>coating</i> και πόσο εκτείνεται η χρήση προστατευτικών επιστρωμάτων.
Χρήση ανοδίων.	Μετά τη χρήση προστατευτικών επιστρωμάτων, η χρήση ανοδίων αποτελεί το καλύτερο μέσο προστασίας ενάντια στην διάβρωση. Για να λειτουργήσουν τα ανόδια χρειάζεται να βρίσκονται σε ηλεκτρολυτικό διάλυμα. Για τον λόγο αυτό ανόδια χρησιμοποιούνται σε περιοχές που συναντώνται ηλεκτρολύτες (για παράδειγμα <i>ballast tanks</i>). Στην αποτελεσματικότητα των ανοδίων σημαντικός παράγοντας αποτελούν η σωστή τοποθέτηση και η πυκνότητά τους και γι' αυτό απαραίτητη είναι η διάθεση στοιχείων που να ορίζουν αυτά τα χαρακτηριστικά.
Προηγούμενες εκθέσεις επιθεωρήσεων και παχυμετρήσεις ανεξάρτητα του φορέα που τις έχει διεξάγει.	Στοιχεία που παρέχουν γνώσεις για προβληματικές περιοχές στην κατασκευή του σκάφους και πιθανά ζητήματα με τον εξοπλισμό.
Ιστορικό συντήρησης και επισκευών. <i>Class Status</i> του πλοίου.	Τέτοιου είδους πληροφορίες δύναται να διευκολύνουν την εκτίμηση της εξελικτικής πορείας ζητημάτων που ανακύπτουν στο πλοίο. Μέσω της λήψης προληπτικών μέτρων αυτά τα ζητήματα μπορούν να αποφευχθούν ή να αντιμετωπιστούν εν τη γενέσει τους.
Εξέταση πληροφοριών για όμοια πλοία.	Τέτοια εξέταση είναι δυνατόν να επιτευχθεί μέσω μίας βάσης δεδομένων ή ενός αρχείου που τηρείται. Οι παρεχόμενες πληροφορίες από όμοια πλοία δύναται να υποδείξουν περιοχές που πιθανόν να παρουσιαστεί υψηλή διάβρωση ή αστοχίες (<i>suspect areas</i>).
Ιστορικό ερματισμού.	Γενικά, ισχύει ότι το επίπεδο διάβρωσης του μετάλλου είναι ανάλογο της διάρκειας έκθεσής του στο θαλασσινό νερό. Δεδομένου αυτού, στις δεξαμενές έρματος (<i>ballast</i>

	<i>tanks</i>) συναντάται το υψηλότερο ποσοστό διάβρωσης και τα πιο συχνά προβλήματα.
Ιστορικό φόρτωσης.	Υψηλότερα επίπεδα διάβρωσης συναντώνται συνήθως στα υγρά φορτία και κυρίως σε δεξαμενές που προορίζονται ταυτόχρονα για αποθήκευση φορτίου και για ερματισμό. Σημαντικοί παράγοντες στην επιδείνωση της διάβρωσης αποτελούν το είδος του μεταφερόμενου φορτίου καθώς και οι καιρικές συνθήκες. Συγκεκριμένα, το ακατέργαστο πετρέλαιο το οποίο είναι πλούσιο σε στοιχεία θείου και οξειδωτικά οδηγεί σε ταχύτερη διάβρωση από το αντίστοιχο φτωχό σε θείο. Γενικά, στις δεξαμενές υγρών φορτίων η διάβρωση εμφανίζεται πιο διάσπαρτη και επηρεάζεται από το είδος και την ποσότητα του φορτίου.
Μέσο και συχνότητα καθαρισμού δεξαμενών.	Εξαιτίας του μέσου καθαρισμού τους οι δεξαμενές μεταφοράς πετρελαίου δύναται να αναπτύξουν σημάδια φθοράς και διάβρωσης. Συνήθως για τον καθαρισμό των δεξαμενών χρησιμοποιείται θαλασσινό νερό το οποίο είτε βρίσκεται σε υψηλή θερμοκρασία είτε σε θερμοκρασία περιβάλλοντος. Σε αντίθετη περίπτωση για τον καθαρισμό γίνεται χρήση του ίδιου του φορτίου (<i>heavy fuel</i>). Σαφώς, πιο διαβρωτικό είναι το θαλασσινό νερό σε υψηλή θερμοκρασία. Τα σημάδια της διάβρωσης μπορεί να εμφανιστούν με τοπική μορφή ή με διάσπαρτη. Συγκεκριμένα, η τοπική μορφή διάβρωσης είναι αποτέλεσμα του ελαττωματικού σχεδιασμού και της θέσης του εξοπλισμού πλυσίματος των αμπαριών, αλλιώς κανονάκια (<i>butterworth</i>) καθώς συχνά στάζουν ή ρίχνουν με υψηλή πίεση μεγάλες ποσότητες νερού σε ένα συγκεκριμένο σημείο. Επίσης, εκτεταμένη διάβρωση μπορεί να προκληθεί λόγω καταστροφής του προστατευτικού επιστρώματος ή λόγω απομάκρυνσης του προστατευτικού φιλμ πετρελαίου που συναντάται στις δεξαμενές έπειτα από μεταφορά αργού πετρελαίου. Έχει παρατηρηθεί ότι όσο η συχνότητα των καθαρισμών αυξάνεται τόσο αυξάνονται και τα ποσοστά διάβρωσης της μεταλλικής επιφάνειας.
Σύστημα αδρανούς αερίου (<i>Inert Gas System</i>).	Το σύστημα αδρανούς αερίου συνιστάται σε δύο αντίθετες δράσεις όσον αφορά τα σημάδια εμφάνισης διάβρωσης. Στην πρώτη περίπτωση ο σχηματισμός θειικού οξέος οδηγεί σε ταχύτερη αύξηση του ρυθμού διάβρωσης, ενώ η προδιάθεση του συστήματος για απελευθέρωση οξειδίων του θείου αυξάνει τον ρυθμό ακόμα περισσότερο. Η ύπαρξη του αδρανούς αερίου συμβάλει στην μείωση της περιεκτικότητας οξυγόνου στη δεξαμενή που ισοδυναμεί με μείωση των ρυθμών διάβρωσης. Βέβαια, περιοχές όπου διευκολύνεται η είσοδος αέρα (δηλαδή οξυγόνου), όπως είναι τα ανοίγματα στο κατάστρωμα γίνονται αιτία και σε αυτά παρατηρείται δραματική αύξηση των επιπέδων διάβρωσης.
Ιστορικό πλόων του πλοίου.	Το επίπεδο της διάβρωσης επηρεάζεται από τους πλόες που εκτελεί ένα πλοίο κυρίως λόγω των θερμοκρασιών που αναπτύσσονται και της διάρκειας του ταξιδιού. Για παράδειγμα, η συνεχής ηλιακή ακτινοβολία στη μία μόνο πλευρά του πλοίου, λόγω των πλόων, δύναται να

	<p>επιφέρει εκτεταμένες φθορές στις πλευρικές δεξαμενές (<i>wing tanks</i>) που πλήττονται. Επιπρόσθετα, ταξίδια μικρής διάρκειας μπορεί να οδηγήσουν σε αυξημένη διάβρωση διαμερισμάτων που προστατεύονται από ανόδια, η οποία οφείλεται στην ανεπαρκή ενεργοποίηση των ανοδίων λόγω χρόνου. Οι πλώες ενός πλοίου έχουν στενή σχέση και με τα επίπεδα υγρασίας των διαμερισμάτων του, που όπως έχουμε ήδη αναφέρει, μπορεί να προκαλέσει διάβρωση.</p>
--	---

Πίνακας 5: Απαραίτητες πληροφορίες για την σωστή προετοιμασία μιας επιθεώρησης.

Εκτός των άλλων για την διενέργεια μιας επιθεώρησης, ο επιθεωρητής είναι απαραίτητο να είναι εξοπλισμένος με τα κατάλληλα μέσα και έγγραφα έτσι ώστε να ολοκληρώσει επιτυχώς την κάθε επιθεώρηση που του έχει ανατεθεί. Όσον αφορά τον εξοπλισμό της επιθεώρησης, αυτός μπορεί να χωριστεί σε τρεις ευρύτερες κατηγορίες.

1. Μέσα ατομικής προστασίας (Μ.Α.Π.)

Ρούχα εργασίας: Τα ρούχα θα πρέπει να είναι από ανθεκτικό υλικό, να είναι μη αναφλέξιμα, ευδιάκριτα από ορισμένη απόσταση και να φέρουν τα διακριτικά του επιθεωρητή.

Προστασία κεφαλής: Θα πρέπει να γίνεται πάντα χρήση σκληρού κράνους προστασίας (*safety helmet*) (όχι κατασκευασμένο από μέταλλο) όταν ο επιθεωρητής βρίσκεται πάνω στο πλοίο ή σε ναυπηγοεπισκευαστική ζώνη, εκτός από τους χώρους ενδιαίτησης και τα γραφεία.

Προστασία χεριών: Διάφοροι τύποι γαντιών υπάρχουν που χρειάζεται να διαθέτει ένας επιθεωρητής. Συγκεκριμένα, ειδικός τύπος γαντιού θα πρέπει να χρησιμοποιείται κατά τη διάρκεια κάθε τύπου επιθεώρησης.

Προστασία ποδιών: Θα πρέπει αν φοριούνται παντού (εκτός από τους χώρους ενδιαίτησης και τα γραφεία) παπούτσια προστασίας με μεταλλική ενίσχυση του μπροστινού μέρους και αντιολισθητικές σόλες. Ειδική μέριμνα πρέπει να λαμβάνεται σε περιπτώσεις επιθεωρήσεων χώρων όπου είναι πιθανή η ύπαρξη χημικών καταλοίπων.

Προστασία αυτιών: Σε χώρους όπου υπάρχει υψηλής έντασης θόρυβος πρέπει να χρησιμοποιούνται προστατευτικά καλύμματα αυτιών. Περιπτώσεις αυξημένου θορύβου συναντάμε όταν παράλληλα με την διενέργεια της επιθεώρησης είναι σε εξέλιξη επισκευές, δεξαμενισμός ή εκτελούνται επιθεωρήσεις στο μηχανοστάσιο.

Προστασία οφθαλμών: Χρήση προστατευτικών καλυμμάτων (γυαλιά) θα πρέπει να γίνεται όταν υπάρχει κίνδυνος να εισέλθουν στα μάτια σκόνη ή στερεά σωματίδια. Ειδική μέριμνα πρέπει να λαμβάνεται κατά της λάμψης της οξυγονοκοπής και των συγκολλήσεων.

Προστασία αναπνοής: Μάσκες κατακράτησης σκόνης (απλές χάρτινες) χρειάζεται να χρησιμοποιούνται για την αποφυγή εισπνοής βλαβερής σκόνης (μπορεί να προέρχεται από το φορτίο), χρώματος (κατά τον ψεκασμό σπρέι) και σκόνης αμμοβολών.

Σωσίβιο (*life jacket*): Η χρήση του σωσίβιου συνιστάται όταν σαν μέσο προσέγγισης των επιθεωρούμενων περιοχών χρησιμοποιούνται βάρκες (π.χ. μέσα σε δεξαμενές γεμάτες με νερό, γύρω-γύρω από το πλοίο για εντοπισμό αβαριάς κ.ά.), ενώ προτείνεται η χρήση του κατά την από –επιβίβαση στο πλοίο όταν αυτό βρίσκεται σε αγκυροβόλιο.

2. Βοηθητικός εξοπλισμός

Φακοί: Οι φακοί που θα χρησιμοποιούνται πρέπει να είναι (*intrinsically safe*) κατάλληλοι για χρήση μέσα σε τοξικό περιβάλλον όπου μπορεί να βρίσκονται επικίνδυνα, εύφλεκτα αέρια.

Φωτογραφική μηχανή: Χρήση (*intrinsically safe*) φωτογραφικής μηχανής θα πρέπει να γίνεται από τους επιθεωρητές προκειμένου να κρατάνε δεδομένα κατά την διάρκεια των επιθεωρήσεων.

Αντικείμενα σημειώσεων και καταγραφών: Προκειμένου να γίνει πιο εύκολη και αποτελεσματική η δουλειά του επιθεωρητή, καλό θα είναι κατά την διάρκεια της επιθεώρησης να διαθέτει χαρτί για να κρατάει σημειώσεις ή κασετοφονάκι για να υπαγορεύει δεδομένα που προκύπτουν. Συχνά, οι επιθεωρητές προκειμένου να αποσαφινήσουν, είτε για να δείξουν κατευθείαν σε κάποιον (π.χ. επισκευαστή) ο οποίος δεν είναι παρών εκείνη την στιγμή και υπάρχει ο κίνδυνος λάθους σε μεταγενέστερη επικοινωνία/αναφορά, υποδεικνύουν πάνω στην κατασκευή (λαμαρίνα) τις τροποποιήσεις που πρέπει να ακολουθήσουν χρησιμοποιώντας κιμωλία ή ανεξίτηλους μαρκαδόρους.

Μετρητής/ανιχνευτής περιεκτικότητας οξυγόνου και αερίων: Ο επιθεωρητής κατά την είσοδό του σε έναν κλειστό χώρο θα πρέπει να επιβεβαιώσει ότι σε αυτόν υπάρχει η επιτρεπόμενη περιεκτικότητα αερίων (απουσία βλαβερών αερίων, πλούσιος σε οξυγόνο αέρας). Για την εξασφάλιση της καταλληλότητας της ατμόσφαιρας χρησιμοποιούνται μετρητές οι οποίοι ανάλογα με τα επίπεδα των μετρούμενων αερίων εκπέμπουν ηχητικά σήματα. Αυτά τα όργανα θα πρέπει να είναι εγκεκριμένα από κρατικούς φορείς και να βαθμονομούνται.

3. Ειδικός εξοπλισμός

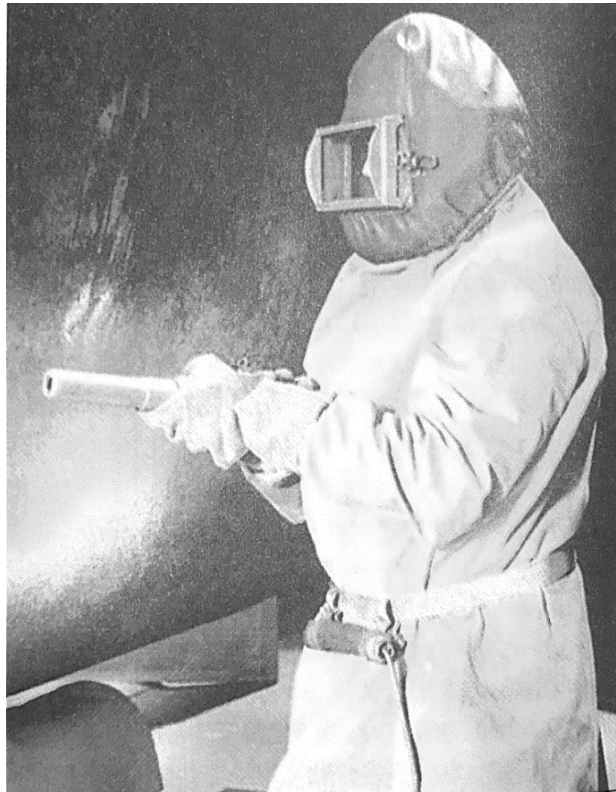
Μηχάνημα υπερήχων: Σε περίπτωση που είναι απαραίτητο κατά την διάρκεια της επιθεώρησης να πραγματοποιηθεί παχυμέτρηση, ο επιθεωρητής οφείλει να είναι εφοδιασμένος με μηχάνημα υπερήχων (*ultrasonic*) το οποίο πριν από κάθε χρήση του πρέπει να είναι βαθμονομημένο.

Ραδιογραφικός εξοπλισμός: Τέτοιος εξοπλισμός είναι απαραίτητος σε περίπτωση που χρειάζεται να πραγματοποιηθεί έλεγχος συγκολλήσεων (*radiographic inspection*).

Εξοπλισμός για τον εντοπισμό επιφανειακών ρωγμών: Όταν είναι απαραίτητο να πραγματοποιηθεί έλεγχος για τον εντοπισμό ρωγμών, ο επιθεωρητής θα πρέπει να είναι εφοδιασμένος είτε με διεισδυτικές βαφές είτε να γίνει έλεγχος με μαγνητικά σωματίδια (*magnetic-particle inspection*).

Στο στάδιο της προετοιμασίας της επιθεώρησης είναι απαραίτητο να δοθεί ιδιαίτερη σημασία σε θέματα ασφάλειας και πρόσβασης. Συγκεκριμένα, χρειάζεται να καθοριστούν οι μέθοδοι ασφαλείας και προστασίας και να ελεγχθούν τα μέσα με τα οποία θα προσεγγίζονται οι λοιπές κατασκευαστικές διατάξεις που πρόκειται να επιθεωρηθούν. Συνήθως τα μέσα που χρησιμοποιούνται είναι προσωρινά ικρίωματα ή αλλιώς σκαλωσιές, οχήματα τηλεσκοπικού μπράτσου (*cherry pickers*), κινούμενες πλατφόρμες, πλωτά μέσα (π.χ. σχεδίες) κ.ά.

Γενικά, μεταξύ εταιρειών και πλοίων παρατηρούνται διαφορές στις διαδικασίες ασφάλειας και προστασίας που τηρούνται, γι' αυτό τον λόγο ο επιθεωρητής είναι σημαντικό και χρειάζεται να ελέγχει διαρκώς τις μεθόδους και τα μέσα ασφαλείας που θα χρησιμοποιηθούν.



Εικόνα 14: Χρήση μέσων ατομικής προστασίας (μάσκες, γάντια, στολή, παπούτσια κλπ.).
(Π. Ανδρεάδης – Γ. Παπαϊωάννου. *Υγιεινή & Ασφάλεια Εργαζόμενου*. Εκδόσεις ΙΩΝ, 2009.)

3.2.3 Ταξινόμηση Επιθεωρήσεων

Όπως ήδη έχουμε αναφέρει οι ναυτικές επιθεωρήσεις που λαμβάνουν χώρα εξυπηρετούν και καλύπτουν ένα ευρύ φάσμα θεμάτων. Οι επιθεωρήσεις ταξινομούνται σε τύπους και κατηγορίες με διαφορετικό κάθε φορά τρόπο ανάλογα με τον παράγοντα στον οποίο θα δοθεί μεγαλύτερη προσοχή.

Παράγοντες όπως το επίπεδο εμπάθυνσης μιας επιθεώρησης, ο τόπος που πρόκειται να γίνει (εν ορμώ ή εν πλω), οι οργανισμοί, ο επιθεωρητής ή και τα μέρη που την εκτελούν και τους ενδιαφέρουν άμεσα τα αποτελέσματα που θα προκύψουν κ.α. συμβάλλουν στο να οριστεί μία ναυτική επιθεώρηση.

Οι λόγοι που οδηγούν στην διενέργεια μιας επιθεώρησης θα έλεγε κανείς ότι στην πλειονότητά τους είναι συγκεκριμένοι. Ειδικότερα, μέσω των επιθεωρήσεων κατά κύριο λόγο επιτυγχάνεται:

- Εξυπηρέτηση σκοπών που αφορούν την ασφάλιση των πλοίων.
- Η κάλυψη κανονισμών Νηογνομόνων.
- Η κάλυψη εθνικών και διεθνών κατευθυντήριων οδηγιών, κυρίως, όσον αφορά την λειτουργική κατάσταση των πλοίων, τον εξοπλισμό τους και το επίπεδο συντήρησής του.
- Επιθεωρήσεις εξακρίβωσης κατάστασης και ζημιών και (*Condition & Damage Survey*).
- Επιθεωρήσεις στα φορτία και στα μέσα φόρτο-εκφόρτωσης.

Αν προσπαθήσουμε να ταξινομήσουμε τις επιθεωρήσεις όχι βάσει του αντικειμένου της επιθεώρησης, αλλά με βάση τον σκοπό που εξυπηρετούν, θα συναντούσαμε επιθεωρήσεις που η διενέργειά τους έχει σκοπό:

- την πιστοποίηση
- την πρόληψη
- την πραγματογνωμοσύνη

Προκειμένου να γίνει σαφέστερη η παραπάνω κατηγοριοποίηση, δύναται να αναφέρουμε ότι η επιθεώρηση που εκτελείται με σκοπό να κριθεί καταλληλότητα ενός πλοίου για την εκτέλεση με ασφάλεια ενός συγκεκριμένου ταξιδιού ή για την μεταφορά ενός συγκεκριμένου φορτίου (*Voyage Approval*), κατέχει έναν απόλυτα προληπτικό χαρακτήρα.

Στον παρακάτω πίνακα συγκεντρώνονται οι επιθεωρήσεις που αποτελούν μέρος των τριών κατηγοριών επιθεωρήσεων που αναφέρθηκαν παραπάνω, με βάση το σκοπό της διενέργειάς τους.

Κατηγορία Επιθεώρησης	Σκοπός Επιθεώρησης
Πρόληψης (<i>Prevention</i>)	Επιθεώρηση πριν την έναρξη της φόρτωσης.
	Επίβλεψη καθ' όλη την διάρκεια της φορτοεκφόρτωσης.
	Επιθεώρηση για την εξασφάλιση της κατάστασης του φορτίου.
	Επιθεώρηση πριν την ρυμούλκηση.
	Επιθεώρηση πριν το ταξίδι ή τον παροπλισμό/αργία (προσωρινό ή μόνιμο).
Πιστοποίησης (<i>Certification</i>)	Επιβεβαίωση ποιότητας και ποσότητας του μεταφερόμενου φορτίου.
	Καταλληλότητα του σκάφους.
	Κάλυψη των κατασκευαστικών προτύπων (<i>standards</i>).
	Επιθεωρήσεις κατάστασης (<i>pre-purchase, on hire/off hire</i>).
Πραγματογνωμοσύνη (<i>Investigation</i>)	Επιθεωρήσεις έπειτα από βλάβη ή αβαρίες.
	Επιθεωρήσεις απωλειών.
	Επιθεωρήσεις έπειτα από συγκρούσεις.
	Επιθεωρήσεις έπειτα από ναυτικά ατυχήματα/δυστυχήματα.

Πίνακας 6: Κατηγοριοποίηση επιθεωρήσεων με βάση το σκοπό της διενέργειάς τους.

Ένα είδος επιθεώρησης δύναται να υπερκαλύπτεται από κάποιο άλλο είδος και με αυτόν τον τρόπο συχνά τα όρια της ταξινόμησης δεν είναι ευδιάκριτα. Παραδείγματος χάριν, αν και μία επιθεώρηση που λαμβάνει χώρα πριν την εκτέλεση ενός ταξιδιού έχει προληπτικό χαρακτήρα, με την ολοκλήρωση της επιθεώρησης αυτής καταγράφεται η κατάσταση στην οποία βρίσκεται το πλοίο και πιστοποιείται η καταλληλότητά του. Γενικά, ανάμεσα στις επιθεωρήσεις πιστοποίησης και πρόληψης λόγω των πολλών όμοιων και κοινών σημείων τους παρατηρείται

μη σαφής διαχωρισμός τους. Και στις δύο περιπτώσεις με το πέρας της επιθεώρησης ο επιθεωρητής προχωρά στην σύνταξη της τεχνικής του έκθεσης και την έκδοση πιστοποιητικού με το οποίο πιστοποιούνται ακριβή στοιχεία και δεδομένα, και ενίοτε συμπεριλαμβάνεται η προσωπική του εκτίμηση.

Όσον αφορά τις επιθεωρήσεις πραγματογνωμοσύνης, αντίθετα με τις επιθεωρήσεις πιστοποίησης και πρόληψης οι οποίες κατά κάποιον τρόπο προηγούνται των καταστάσεων, αυτές οι επιθεωρήσεις λαμβάνουν χώρα έπειτα από κάποιο συμβάν/περιστατικό στη θάλασσα για την εξακρίβωση στοιχείων. Συγκεκριμένα, οι λόγοι που οδηγούν στην διενέργεια επιθεωρήσεων πραγματογνωμοσύνης είναι για να καθοριστεί η φύση, η έκταση καθώς και οι αιτίες που οδήγησαν σε μία βλάβη, αβάρια, απώλεια και γενικότερο ενός ναυτικού ατυχήματος. Τέτοιες επιθεωρήσεις είναι προφανές ότι διενεργούνται και αφορούν κατά κύριο λόγο ασφαλιστικούς φορείς.

Από τα παραπάνω καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι φορείς συχνά ταυτίζονται με συγκεκριμένα είδη επιθεωρήσεων και αντίστοιχα συγκεκριμένα είδη επιθεωρήσεων χαρακτηρίζουν συγκεκριμένους φορείς. Βέβαια, τις περισσότερες φορές αυτές οι επιθεωρήσεις δεν εκτελούνται, ούτε τα αποτελέσματά τους αφορούν κάποιον συγκεκριμένο φορέα μόνο. Θα ήταν σημαντικό, λοιπόν, να προσπαθήσουμε να εξετάσουμε τον τρόπο με τον οποίο ο κάθε φορέας προσεγγίζει το εκάστοτε είδος επιθεώρησης (διενέργεια, ενδιαφέρον για τα αποτελέσματα της επιθεώρησης).

Τα πλοία κατασκευάζονται με σκοπό να περάσουν το μεγαλύτερο μέρος της ζωής του στη θάλασσα εκτελώντας μεταφορές σε εθνικά και διεθνή ύδατα και προσεγγίζοντας λιμάνια μεγάλου αριθμού χωρών. Το γεγονός αυτό δεν δίνει εύκολα τη δυνατότητα να πούμε ότι τα πλοία «ανήκουν» σε κάποιο συγκεκριμένο κράτος όπως θα λέγαμε για κάποια στατική μονάδα. Παρά ταύτα, τα πλοία απαγορεύεται να είναι άνευ εθνικότητας, αλλά κάθε πλοίο οφείλει να «ανήκει» σε κάποιο κράτος, να συμβαδίζει με τη θεσμοθετημένη νομοθεσία του η οποία με τη σειρά της θα πρέπει να ακολουθεί τις διεθνείς συμβάσεις αναφορικά με την λειτουργία των πλοίων. Με αυτό τον τρόπο, κάθε πλοίο χρειάζεται να νηολογείται σε ένα συγκεκριμένο λιμάνι (*Port of Registry*) του κράτους που φέρει τη σημαία του.

Κάθε πλοίο απαιτείται μέσω της σύμβασης των Ηνωμένων Εθνών για τη Νομοθεσία στη Θάλασσα (*United Nations Convention on the Law of the Sea*) να εκτελεί πλόες κάτω από μία σημαία. Επίσης, η ίδια σύμβαση ορίζει ότι κάθε κράτος έχει το δικαίωμα, ανεξάρτητα εάν είναι αιγιαλό ή ηπειρωτικό, να παρέχει τη σημαία του σε πλοία. Δημιουργείται, λοιπόν, ένα είδος ναυτιλιακών φορέων που αποτελείται από χώρες οι οποίες διατηρούν νηολόγια πλοίων (*Flag States*).

Τα πλοία καθαυτά καθώς και οι εργασίες που εκτελούνται πάνω σε αυτά έρχονται αντιμέτωπα με μεγάλα ποσοστά επικινδυνότητας. Γίνεται κατανοητό, λοιπόν, ότι όσον αφορά τη λειτουργία των πλοίων και τις δραστηριότητες σχετικά με αυτά υπάρχει αρκετός χώρος να αναπτυχθούν ποικίλες μορφές ασφαλιστικών συμβάσεων. Οι ασφαλιστικές συμβάσεις παρέχονται, ως επί το πλείστον από τα *P&I Club (Protection & Indemnity)* και τους ναυτασφαλιστές (*underwriters*). Και σε αυτήν την περίπτωση συναντάται ενδιαφέρον για την κατάσταση στην οποία βρίσκονται τα πλοία καθώς και για τις συνθήκες που επικρατούν σε αυτά.

Παρότι κάθε οργανισμός έχει αναπτύξει και διατηρεί ένα συγκεκριμένο δίκτυο επιθεωρήσεων, οι Νηογνώμονες (*Classification Societies*) είναι εκείνοι που καλύπτουν την ανάγκη, κυρίως των ναυτασφαλιστών και πλοιοκτητών, για έναν πιο αντικειμενικό και ταυτόχρονα ανεξάρτητο έλεγχο των ενδιαφερόμενων πλοίων. Συχνά, οι πλοιοκτήτες (μέσω εκπροσώπων) διενεργούν από μόνοι τους επιθεωρήσεις προκειμένου να εκτιμήσουν την κατάσταση των πλοίων τους ή πλοίων που ενδιαφέρονται να αγοράσουν με σκοπό να αποφασίσουν την περαιτέρω πολιτική τους.

Πέραν των φορέων που ήδη αναφέρθηκαν, συναντάμε και άλλους φορείς όπως για παράδειγμα διεθνείς οργανισμούς που απασχολούνται στο κομμάτι της θέσπισης συμβάσεων. Συγκεκριμένα, σε αυτήν την περίπτωση είτε οι προηγούμενοι μέσω των επιθεωρήσεων που διενεργούν σκοπεύουν να εκπληρώσουν απαιτήσεις αυτών, είτε αυτοί καλύπτονται από το έργο των προηγούμενων. Σε αυτό το σημείο μπορούμε να καταλήξουμε σε μία κατηγοριοποίηση ανάμεσα στους φορείς και τους κανονισμούς που διέπουν το πεδίο των ναυτικών/ναυτιλιακών επιθεωρήσεων όσον αφορά τις διαφορετικές κατηγορίες των πρώτων.

1. Απαιτήσεις Σημαίας (Statutory Surveys)

- Κανονισμοί του *I.M.O.*
- Κανονισμοί Κράτους (*Flag State*)
- *Port State Control*

2. Κανονισμοί των Νηογνομόνων

Περιοδικές Επιθεωρήσεις

- Επιθεώρηση Ανανέωσης Κλάσης/Ειδική Επιθεώρηση Γάστρας και Μηχανολογικού Εξοπλισμού (*Class Renewal Survey/Special Hull & Machinery Survey*)
- Ετήσια Επιθεώρηση Γάστρας και Μηχανολογικού Εξοπλισμού (*Annual Hull & Machinery Survey*)
- Ενδιάμεση Επιθεώρηση (*Intermediate Survey*)
- Επιθεώρηση Τελικού Άξονα της Έλικας (*Propeller Tail Shaft Survey*)
- Επιθεώρηση Λέβητα (*Boiler Survey*)
- Επιθεώρηση Δεξαμενισμού (*Dry Docking Survey*)

Επιθεωρήσεις Ειδικών Θεμάτων

- Ενισχυμένες Επιθεωρήσεις (*Enhanced Surveys*)
- Επιθεώρηση Ναύλωσης/Αποναύλωσης (*On hire/off hire Surveys*)
- *Inert gas systems (I.G.S)*
- *Damage Condition Surveys*

3. Επιθεωρήσεις Ασφαλιστικών Φορέων

- *Damage Surveys*
- *Stevedore Damage*
- *Collision Survey*
- *Condition Survey*
- *Sale & Purchase Survey*
- *Salvage Survey*

4. Απαιτήσεις Πλοιοκτήτη (Condition Surveys)

- Επιθεώρηση Γενικής Κατάστασης (*General Condition Survey*)
- Επιθεώρηση Λεπτομερούς Κατάστασης (*Detailed Condition Survey*)
- Επιθεώρηση Επιπέδου Διάβρωσης (*Corrosion Trend Survey*)
- Επιθεώρηση Προσδιορισμού Επισκευών (*Repair Specification Survey*)



Εικόνα 15: *Dry Docking Survey*.

(https://beltomarine.com/wp-content/uploads/2020/05/Marine_surveyor_Belto_Marine-768x513.jpeg)

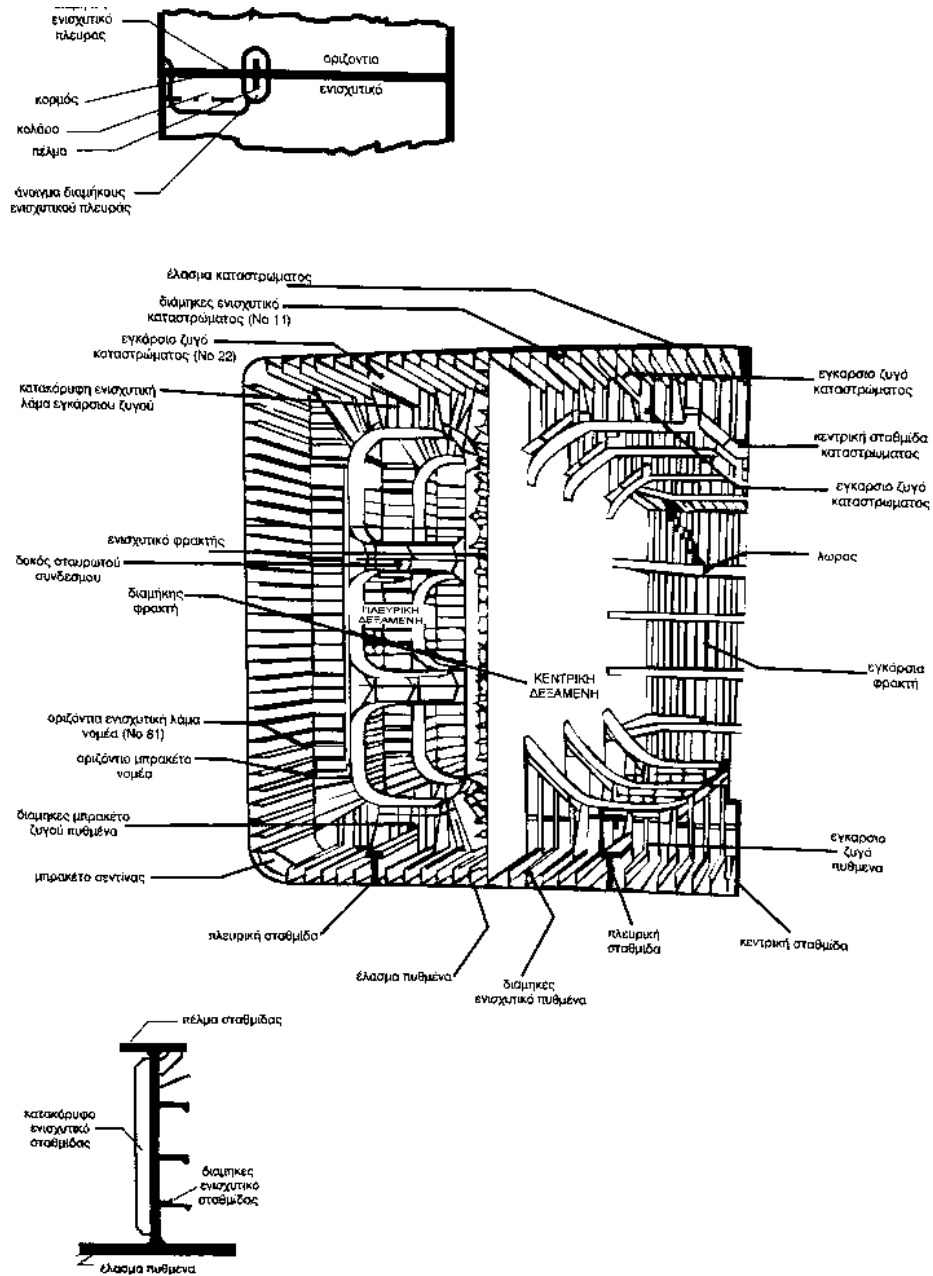
3.2.4 Τεχνικό Υπόβαθρο

Μέσω των περιοδικών επιθεωρήσεων είναι δυνατόν να εντοπιστούν ελαττωματικές περιοχές στην μεταλλική κατασκευή και να αξιολογηθούν τα επίπεδα της φθοράς και της διάβρωσής της. Πέραν των περιοδικών επιθεωρήσεων, στα πλοία συναντάμε τη διενέργεια και άλλων μορφών επιθεώρησης οι οποίες λαμβάνουν χώρα σε άλλες χρονικές στιγμές. Για παράδειγμα τέτοιες επιθεωρήσεις εκτελούνται έπειτα από ένα ναυτικό ατύχημα (σύγκρουση, προσάραξη κλπ.). Για την επιτυχή έκβαση της επιθεώρησης συλλέγονται δεδομένα από το ίδιο πλοίο ή από πλοία ίδιου τύπου που είτε ανήκουν είτε όχι στην ίδια κλάση. Οι πληροφορίες αυτές αφορούν ζητήματα που έχουν εμφανιστεί στο παρελθόν. Είναι απαραίτητο να γίνεται αναφορά αυτών των περιστατικών στις εκθέσεις που είναι διαθέσιμες στα αρχεία του πλοίου.

Στην δεξαμενές το εύρος της απώλειας υλικού λόγω της διάβρωσης και των ελαττωματικών περιοχών της κατασκευής γίνεται γνωστό μέσω των επιθεωρήσεων δεξαμενών (*tank surveys*). Οι επιθεωρητές έχοντας διαθέσιμο και μελετώντας το αρχείο επισκευών των δεξαμενών και το ιστορικό προβλημάτων που εμφανίστηκαν στο συγκεκριμένο πλοίο ή σε αδελφά πλοία, μπορούν να διακρίνουν τα σημεία-κλειδιά που απαιτούν αυξημένη προσοχή κατά την επιθεώρηση.

Ένας έμπειρος επιθεωρητής ξέρει ποια είναι εκείνα τα σημεία της κατασκευής στα οποία αναμένεται η ανάπτυξη προβλημάτων, επίσης γνωρίζει τους λόγους που οδηγούν στην εκάστοτε φθορά (συμπεριλαμβανομένων και των μέσων προστασίας απ' αυτή).

Προκειμένου να εξασφαλίζεται η μέγιστη ακρίβεια και να αποφεύγονται οι συγχύσεις στις εκθέσεις των επιθεωρήσεων συνιστάται να χρησιμοποιούνται συγκεκριμένοι όροι όταν περιγράφονται στοιχεία της μεταλλικής κατασκευής. Οι προτεινόμενοι όροι παρουσιάζονται στα παρακάτω σχήματα.



Εικόνα 16: Τυπική διάταξη τομής δεξαμενόπλοιου απλής γάστρας. Ονοματολογία στοιχείων της κατασκευής.

(Πέτρος Α. Καρύδης. *Επιθεώρηση, Συντήρηση και Επισκευή της Μεταλλικής Κατασκευής του Πλοίου*. Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Ε.Μ.Π., 2002.)

4 Ανάλυση των Απαιτήσεων Επιθεώρησης της Μεταλλικής Κατασκευής των Δεξαμενόπλοιων με Βάση τις Απαιτήσεις Νηογνώμωνων

4.1 Γενικά

Όπως ήδη έχουμε αναφέρει, τα πλοία υπόκεινται σε υποχρεωτικές επιθεωρήσεις (*surveys*) προκειμένου να εξακριβωθεί η κατάστασή τους και να τους χορηγηθούν τα απαραίτητα πιστοποιητικά αξιοπλοΐας (*certificates*), έτσι ώστε να μπορούν να λειτουργούν νόμιμα και με την απαιτούμενη ασφάλεια. Οι υποχρεωτικές επιθεωρήσεις που λαμβάνουν χώρα κατά τη διάρκεια της ζωής και λειτουργίας των πλοίων πραγματοποιούνται από κάποιον εξωτερικό φορέα, ο οποίος τις περισσότερες των περιπτώσεων είναι ο αντίστοιχος Νηογνώμονας.

Η ημερομηνία ολοκλήρωσης της ειδικής επιθεώρησης (αρχική επιθεώρηση) κατά το διάστημα κατασκευής του πλοίου το οποίο ναυπηγείται υπό την επίβλεψη του Νηογνώμονα, θα λαμβάνεται ως βάση στην κατάσταση του Νηογνώμονα. Σε περιπτώσεις που το διάστημα μεταξύ της καθέλκυσης και της αποπεράτωσης ή έναρξης λειτουργίας του πλοίου απέχει υπερβολικά, οι ανωτέρω ημερομηνίες μπορεί να σημειωθούν ξεχωριστά στο αρχείο του Νηογνώμονα. Εάν ένα πλοίο δεν τεθεί αμέσως σε υπηρεσία, ο Νηογνώμονας σε συνέχεια αίτησης του πλοιοκτήτη και προτού το πλοίο ξεκινήσει τις υπηρεσίες του, μπορεί να προβεί σε επιθεώρηση αυτού όταν θα βρίσκεται σε δεξαμενισμό. Δεδομένου ότι με το πέρας της επιθεώρησης δεν κατεγράφησαν φθορές στο πλοίο και τις μηχανές του, τότε η ημερομηνία της ειδικής επιθεώρησης θα ξεκινά από την ημέρα της ανωτέρω επιθεώρησης έτσι ώστε το σκάφος να διατηρήσει την κλάση του. Πλοία που δεν βρίσκονται σε συνήθη υπηρεσία (π.χ. σκάφη σε αργία) δύναται, έπειτα από αίτηση του πλοιοκτήτη και εκτίμηση του Νηογνώμονα, να υπόκεινται σε επιθεωρήσεις ανά αραιότερα χρονικά διαστήματα. Κατά την διάρκεια οποιασδήποτε μετάβασης στο πλοίο του επιθεωρητή και εφόσον έχουν διαπιστωθεί φθορές ή απαιτείται περαιτέρω έλεγχος κατά την επιθεώρηση, ο πλοιοκτήτης πρέπει να ειδοποιείται αμέσως.

Από την πλευρά του πλοιοκτήτη, αυτός οφείλει να ειδοποιήσει αρκετά νωρίτερα τον Νηογνώμονα για την πρόθεσή του να υποβάλει το πλοίο σε επιθεώρηση, έτσι ώστε η επιθεώρηση να διεξαχθεί στον επιθυμητό χρόνο. Για να διευκολυνθεί το έργο του επιθεωρητή, πριν την έναρξη της επιθεώρησης, ο πλοιοκτήτης θα πρέπει να έχει φροντίσει να εκφορτωθεί το πλοίο, να αποσυναρμολογηθούν οι μηχανές κλπ.

Με την ολοκλήρωση της επιθεώρησης, ο επιθεωρητής προχωρά στην σύνταξη της τεχνικής του έκθεσης, στην οποία θα αναφέρει τυχόν ελλείψεις που παρατηρήθηκαν στο πλοίο και πρέπει να διορθωθούν ώστε το σκάφος να ικανοποιεί τις απαιτήσεις των κανονισμών και τα πρότυπα του Νηογνώμονα. Σε περίπτωση που η κατάσταση της μεταλλικής κατασκευής, της μηχανής ή του εξοπλισμού κριθεί μη ικανοποιητική, τότε ο Νηογνώμονας συντάσσει σύσταση με τις αναγκαίες διορθωτικές ενέργειες ή για να ορίσει νέα επιθεώρηση ή άλλα απαραίτητα μέτρα.

Σε περιπτώσεις που προξενηθούν σοβαρές ζημιές στην μεταλλική κατασκευή, την μηχανή ή στον εξοπλισμό και προκειμένου το πλοίο να συνεχίσει να διατηρεί την κλάση του, ο πλοιοκτήτης οφείλει να ειδοποιήσει άμεσα τον Νηογνώμονα. Εκείνος με τη σειρά του υποχρεώνει το πλοίο να υποβληθεί σε επιθεώρηση στο πρώτο λιμάνι που θα ορίσει ο ίδιος.

Τέλος, εάν έχει προγραμματιστεί να πραγματοποιηθούν στο πλοίο σημαντικές επισκευές, οι οποίες επηρεάζουν την κλάση του, τότε ο πλοιοκτήτης οφείλει να ενημερώσει τον Νηογνώμονα

να διαθέσει επιθεωρητή του να παρευρίσκεται για όσο θα διεξάγονται οι εργασίες και να τις επιβλέπει.

Οι απαιτήσεις των Νηογνομόνων σε γενικές γραμμές είναι παραπλήσιες και δεν συναντώνται διαφορές στον τρόπο εφαρμογής τους. Στο παρόν κεφάλαιο, δίχως παραπομπές σε συγκεκριμένους Νηογνόμονες, θα αναφερθούμε στις επιθεωρήσεις Νηογνομόνων δίνοντας βαρύτητα στις απαιτήσεις επιθεώρησης της μεταλλικής κατασκευής των δεξαμενόπλοιων.

4.1.1 Εφαρμογή

Οι κατευθυντήριες οδηγίες απαιτείται να εφαρμόζονται στις επιθεωρήσεις της μεταλλικής κατασκευής του πλοίου και των συστημάτων σωληνώσεων των χώρων φορτίου, των διαχωριστικών φρεατίων, των σιηράγγων σωληνώσεων, των κενών χώρων σε όλο το μήκος του πλοίου και των δεξαμενών έρματος.

Συγκεκριμένα, οι κατευθυντήριες οδηγίες αφορούν την έκταση της επιθεώρησης, των παχυμετρήσεων και των υδροστατικών δοκιμών των δεξαμενών. Η επιθεώρηση θα πρέπει να επεκτείνεται, όταν παρατηρείται εκτεταμένη διάβρωση ή/και κατασκευαστικές ατέλειες και θα πρέπει να περιλαμβάνει πρόσθετη επισταμένη επιθεώρηση (*close-up survey*), όταν αυτό κρίνεται απαραίτητο.

4.1.2 Ορισμοί

Δεξαμενόπλοιο μεταφοράς υγρών φορτίων (*tankership*): είναι το πλοίο το οποίο γενικά έχει κατασκευασθεί με ένα κατάστρωμα και προορίζεται για τη μεταφορά υγρού φορτίου. Σε αυτόν τον τύπο υπάγονται πλοία που μεταφέρουν πετρέλαιο (*oil tankers*), νερό ή χημικά προϊόντα (*chemical carriers*).

Δεξαμενή έρματος (*ballast tank*): είναι η δεξαμενή που χρησιμοποιείται για υγρό έρμα, όπως οι πλευρικές δεξαμενές έρματος, οι δεξαμενές έρματος στα διπύθμενα και οι δεξαμενές στο πρωαίο και πρυμναίο άκρο του πλοίου.

Χώροι: είναι τα χωριστά διαμερίσματα όπως οι δεξαμενές φορτίου και έρματος.

Ολική Επιθεώρηση (*overall survey*): είναι αυτή που σκοπό έχει να καταγραφεί η συνολική κατάσταση της μεταλλικής κατασκευής και να καθορισθεί η έκταση περαιτέρω επισταμένων επιθεωρήσεων.

Επισταμένη επιθεώρηση (*close-up survey*): είναι αυτή κατά την οποία όλες οι λεπτομέρειες των κατασκευαστικών στοιχείων υπόκεινται σε λεπτομερή οπτικό έλεγχο από τον επιθεωρητή, κατά προτίμηση σε απόσταση επαφής.

Εγκάρσια τομή (*transverse section*): περιλαμβάνει όλα τα διαμήκη στοιχεία της κατασκευής, δηλαδή τα ελάσματα, τα διαμήκη ενισχυτικά και τα ζυγά του καταστρώματος, των πλευρών και του πυθμένα, του εσωτερικού πυθμένα, τα ελάσματα των διαμηκών φρακτών, καθώς και τα ελάσματα του πυθμένα και των πλευρικών δεξαμενών.

Αντιπροσωπευτικοί χώροι (*representative tanks*): είναι αυτοί που κρίνεται ότι απεικονίζουν την κατάσταση άλλων χώρων ίδιου τύπου και λειτουργίας και τα ίδια συστήματα πρόληψης της διάβρωσης. Όταν επιλέγονται οι αντιπροσωπευτικοί χώροι, θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη το ιστορικό της λειτουργίας και των επισκευών του πλοίου, καθώς και οι περιοχές της κατασκευής που έχουν θεωρηθεί κρίσιμες ή και ύποπτες.

Υποπτες περιοχές (suspect areas): είναι αυτές που εμφανίζουν εκτενή διάβρωση ή/και θεωρείται από τον επιθεωρητή ότι έχουν προδιάθεση για ραγδαία διάβρωση.

Κρίσιμες περιοχές της κατασκευής (critical structural area): είναι αυτές που, όπως προκύπτει από υπολογισμούς, απαιτούν παρακολούθηση η, όπως προκύπτει από το ιστορικό της λειτουργίας τους στο συγκεκριμένο ή σε παρόμοιο ή σε αδελφό πλοίο, παρουσιάζουν ευαισθησία στην ανάπτυξη ρωγμών ή διάβρωσης, σε βαθμό που θα μπορούσαν να προκαλέσουν μείωση της ακεραιότητας της κατασκευής.

Εκτενής διάβρωση (substantial corrosion): είναι αυτή που έχει τέτοια έκταση, ώστε η αποτίμηση των αποτελεσμάτων της να δείχνει απώλεια που φθάνει το 75% των αποδεκτών ορίων.

Σύστημα πρόληψης διάβρωσης (corrosion prevention system):

Είναι:

- ένα πλήρες άκαμπτο (σκληρό) προστατευτικό επίστρωμα που συμπληρώνεται από ανόδους ή
- ένα πλήρες άκαμπτο (σκληρό) προστατευτικό επίστρωμα.

Άλλα συστήματα προστατευτικών επιστρωμάτων (π.χ. εύκαμπτα επιστρώματα) μπορούν να γίνουν αποδεκτά υπό τον όρο ότι εφαρμόζονται και συντηρούνται σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή.

Κατάσταση του προστατευτικού επιστρώματος (coating condition):

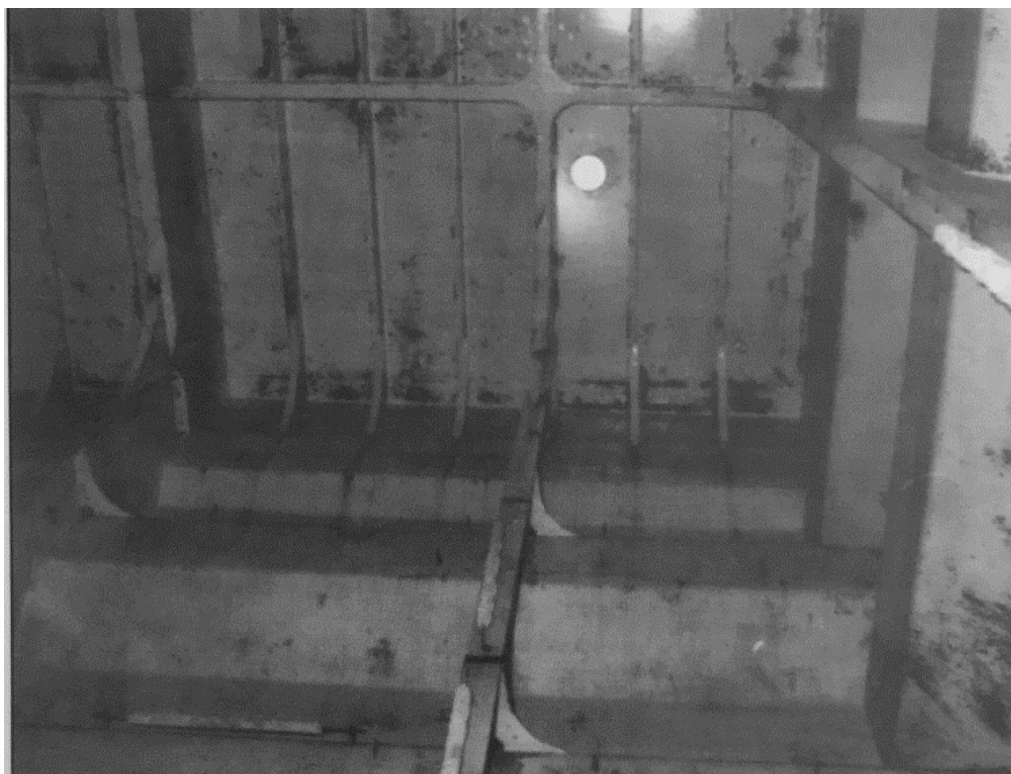
Περιγράφεται ως:

- ΚΑΛΗ (*good*): Με αμελητέας έκτασης σημειακή οξείδωση.
- ΕΠΑΡΚΗΣ (*fair*): Με τοπική διάρρηξη του επιστρώματος στα άκρα των ενισχυτικών και σε συγκολλήσεις ή/και ελαφρά οξείδωση σε άνω του 20% των περιοχών που ελέγχονται, αλλά σε μικρότερη έκταση από την κατάσταση που θεωρείται πτωχή (*poor*).
- ΚΑΚΗ (*poor*): Με γενική διάρρηξη του επιστρώματος σε περισσότερο από το 20% των περιοχών ή με παρουσία αποθεμάτων σε άνω του 10% των εξεταζόμενων περιοχών.

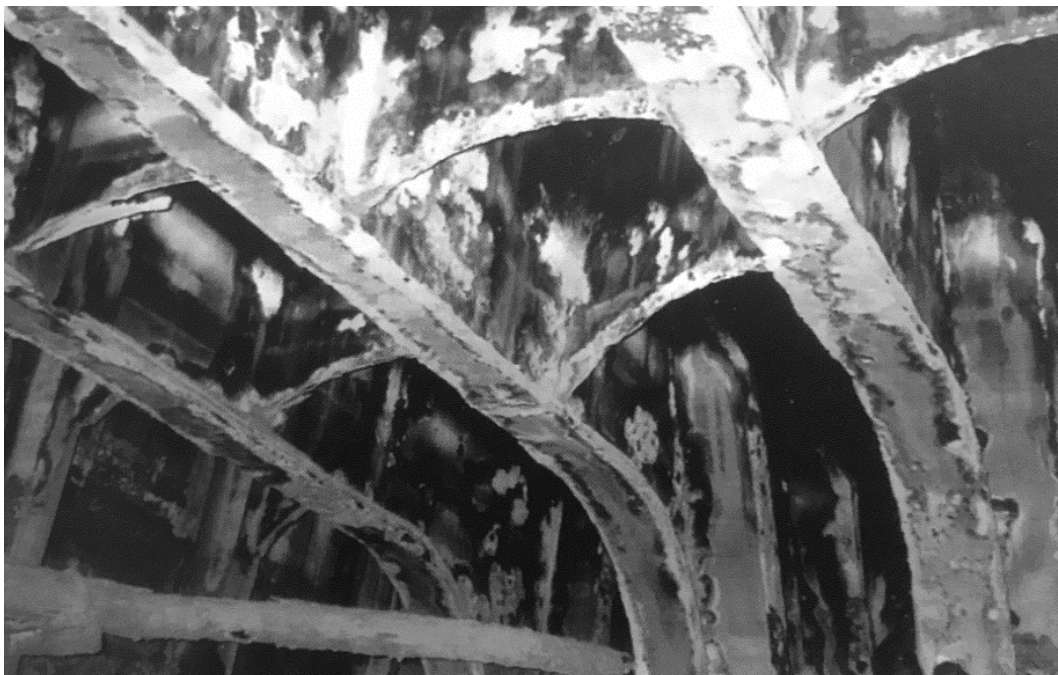
Μήκος χώρων φορτίου (cargo area): είναι η περιοχή της κατασκευής που περιλαμβάνει όλους τους χώρους φορτίου (δεξαμενές) και όλους τους παρακείμενους χώρους, όπως οι δεξαμενές καυσίμων, τα διαχωριστικά φρεάτια (*cofferdams*), οι δεξαμενές έρματος και οι κενοί χώροι (*void spaces*).



Εικόνα 17: Καλή κατάσταση (*good condition*).
(Πέτρος Α. Καρύδης. *Επιθεώρηση, Συντήρηση και Επισκευή της Μεταλλικής Κατασκευής του Πλοίου*. Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Ε.Μ.Π., 2002.)



Εικόνα 18: Επαρκής κατάσταση (*fair condition*).
(Πέτρος Α. Καρύδης. *Επιθεώρηση, Συντήρηση και Επισκευή της Μεταλλικής Κατασκευής του Πλοίου*. Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Ε.Μ.Π., 2002.)



Εικόνα 19: Κακή κατάσταση (*poor condition*).

(Πέτρος Α. Καρύδης. *Επιθεώρηση, Συντήρηση και Επισκευή της Μεταλλικής Κατασκευής του Πλοίου*. Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Ε.Μ.Π., 2002.)

4.2 Περιοδικές Επιθεωρήσεις Γάστρας (*Periodical Hull Surveys*)

Οι περιοδικές επιθεωρήσεις της γάστρας παίζουν πρωταρχικό ρόλο στην αξιολόγηση της κατάστασης της μεταλλικής κατασκευής των χώρων μεταφοράς φορτίου και των γειτονικών τους. Στις περιοδικές επιθεωρήσεις συναντάμε τις Ετήσιες (*Annual*), τις Ενδιάμεσες (*Intermediate*) και τις Ειδικές (*Special*) Επιθεωρήσεις.

Μέσω των ετήσιων και των ενδιάμεσων επιθεωρήσεων εξασφαλίζεται ότι η γενική κατάσταση του πλοίου παραμένει σε ικανοποιητικό επίπεδο. Όσον αφορά τις ειδικές επιθεωρήσεις της γάστρας, αυτές εκτελούνται κάθε πέντε χρόνια και βασικός σκοπός της διενέργειάς τους είναι να διασφαλιστεί ότι η κατάσταση της μεταλλικής κατασκευής ανταποκρίνεται στις απαιτήσεις των Νηογνομόνων και εφόσον η συντήρηση και η λειτουργία του πλοίου πραγματοποιείται με ικανοποιητικό τρόπο, θα συνεχίσει να εκπληρώνει το σκοπό της έως και την επόμενη ειδική επιθεώρηση.

Κάθε Νηογνώμονας συντάσσει τις προδιαγραφές και τις οδηγίες για την εκτέλεση των επιθεωρήσεων. Παρ' όλα αυτά σύμφωνα με την απόφαση Α.713(17) του *International Maritime Organization (IMO)* ο *IACS* έχει καθορίσει τις προδιαγραφές για Επιστάμενες Επιθεωρήσεις (*Enhanced Surveys*), οι οποίες από τον Ιούλιο του 1993 έχουν ενσωματωθεί στις απαιτήσεις των Νηογνομόνων. Το πρόγραμμα των επιστάμενων επιθεωρήσεων επεκτείνει τις υφιστάμενες διατάξεις και τις απαιτήσεις για τις ετήσιες και τις ειδικές επιθεωρήσεις και δίνει έμφαση στην επιθεώρηση της κατασκευής των αμπαριών.

4.2.1 Ετήσια Επιθεώρηση Γάστρας (*Annual Hull Survey*)

Με σκοπό να εξακριβωθεί ότι η γενική κατάσταση ενός πλοίου βρίσκεται σε ικανοποιητικό επίπεδο, τα πλοία υπόκεινται σε ετήσιες επιθεωρήσεις (μία φορά ανά έτος), με χρονική

απόσταση τριών μηνών πριν ή μετά την ημερομηνία διενέργειας της αρχικής επιθεώρησης (*initial survey*) ή την ολοκλήρωση της τελευταίας ειδικής επιθεώρησης (*special survey*).

Κατά την ετήσια επιθεώρηση ο επιθεωρητής εξετάζει όλα τα προσβάσιμα τμήματα της κατασκευής, όπως τα ελάσματα του κύριου καταστρώματος και των υπερκατασκευών, τις φρακτές, τις ανθρωποθυρίδες που οδηγούν στους χώρους κυτών φορτίου, τα ανοίγματα στο καιροστεγές κατάστρωμα για εξαερισμό ή άλλες χρήσεις, τα κάγκελα των καταστρωμάτων (*rails*) κλπ., δίνοντας μεγαλύτερη βαρύτητα σε περιοχές που υπόκεινται σε ραγδαίες φθορές καθώς και σε εκείνες τις περιοχές που έχουν μειωμένη προστασία επίστρωσης με χρώμα (*coating*). Παράλληλα, ελέγχονται οι περιοχές που κατά την προηγούμενη ειδική επιθεώρηση παρουσίασαν σημαντικές φθορές αλλά δεν αντικαταστάθηκαν. Η προσοχή του επιθεωρητή, ακόμη, στρέφεται και σε όσα τμήματα της κατασκευής έχουν χαρακτηριστεί ως ύποπτα σε προηγούμενες επιθεωρήσεις.

Η διαδικασία της ετήσιας επιθεώρησης της μεταλλικής κατασκευής αρχίζει από μια γενική οπτική παρατήρηση σημείων όπως το όνομα του πλοίου και τον λιμένα νηολόγησης, τις σημάνσεις γραμμής φόρτωσης (*freeboard marks*), τη κατάσταση των πλευρικών ελασμάτων, τον άξονα πηδαλίου και τα ελάσματα πηδαλίου, τα πτερύγια της έλικας και τη κατάσταση των πρωραίων αγκύρων.

Υστέρα από τη γενική παρατήρηση και σε περίπτωση επισήμανσης ανωμαλιών, είναι στην αρμοδιότητα του επιθεωρητή να απαιτήσει την περαιτέρω εξέτασή τους προκειμένου να εξασφαλιστεί η καλή κατάσταση τους.

Στη πορεία εξετάζονται μέσα που εξασφαλίζουν τη στεγανότητα της γάστρας και της υπερκατασκευής, καθώς και κατασκευαστικές και ασφαλιστικές διατάξεις που αφορούν τη προστασία του πληρώματος στο χώρο του καταστρώματος όπως εξαεριστικών, προστατευτικών κάγκελων και παραπέτων του χώρου προσεδάφισης ή αγκίστρωσης ελικόπτερου και αλλά.

Ειδικότερα, πλοία που βρίσκονται στο *ESP (Enchased Survey Programme)* υπόκεινται ανάλογα με την ηλικία τους, σε περαιτέρω έλεγχο των περιοχών του φορτίου (δεξαμενές ή αμπάρια) και των δεξαμενών έρματος.

4.2.2 Ενδιάμεση Επιθεώρηση Γάστρας (*Intermediate Hull Survey*)

Σε αντικατάσταση της δεύτερης ή της τρίτης ετήσιας επιθεώρησης διενεργούνται οι ενδιάμεσες επιθεωρήσεις. Σε αυτή την κατηγορία επιθεωρήσεων οι απαιτήσεις είναι ίδιες με εκείνες των ετήσιων επιθεωρήσεων με τη διαφορά ότι εδώ ανάλογα με την ηλικία του προς επιθεώρηση πλοίου καθορίζονται ορισμένοι επιπρόσθετοι έλεγχοι.

Πλοία ηλικίας 5 έως και 10 ετών

Για τα πλοία ηλικίας άνω των πέντε και μέχρι δέκα ετών απαιτείται μία εσωτερική γενική επιθεώρηση ορισμένων αντιπροσωπευτικών δεξαμενών θαλάσσιου έρματος (*water ballast tanks*). Οι δεξαμενές αυτές μπορεί να βρίσκονται στα διπύθμενα ή σε άλλους ανεξάρτητους χώρους. Εάν κατά την επιθεώρηση δεν παρατηρηθούν ορατά κατασκευαστικά σφάλματα, ο έλεγχος σταματάει σε αυτό το σημείο. Σε περίπτωση που παρατηρηθεί εκτεταμένη διάβρωση, καταστροφή του επιστρώματος ή κάποιο άλλο σφάλμα απαιτείται η επέκταση της επιθεώρησης και σε άλλους χώρους ερματισμού του ίδιου τύπου. Τέλος, εάν η κατάσταση είναι πιο σοβαρή (π.χ. ελλιπής προστασία κατά της διάβρωσης, αλλοιωμένο επίστρωμα κλπ.), χρειάζεται να γίνει παχυμέτρηση των ύποπτων περιοχών.

Ειδικότερα, για τα δεξαμενόπλοια ηλικίας άνω των 5 και μέχρι 10 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.

Πλοία ηλικίας μεγαλύτερης των 10 ετών

Και εδώ όπως και στην προηγούμενη κατηγορία απαιτείται εσωτερικός έλεγχος των δεξαμενών θαλάσσιου έρματος. Στην περίπτωση που η κατάσταση της μεταλλικής κατασκευής ή του συστήματος προστασίας της από τη διάβρωση είναι φτωχή, απαιτείται παχυμέτρηση και λεπτομερής εσωτερικός έλεγχος.

Ειδικότερα, για τα δεξαμενόπλοια ηλικίας άνω των 15 ετών απαιτείται:

- Έλεγχος των μηχανισμών αγκυροβολίας και των αγκυρών.
- Εσωτερική επιθεώρηση μιας πωραίας και μιας πυρμναίας δεξαμενής.
- Επιθεώρηση μηχανολογικού εξοπλισμού, αποστακτήρα, σεντινών και κενών δεξαμενών, αναρροφήσεων, συστημάτων πρόωσης και συστημάτων προστασίας από πυρκαγιά.

4.2.3 Επιθεώρηση Δεξαμενισμού (*Dry Docking Survey*)

Κατά διαστήματα που να μην υπερβαίνουν τους 36 μήνες το πλοίο οφείλει να υπόκειται σε επιθεώρηση δεξαμενισμού. Οι επιθεωρήσεις δεξαμενισμού (*drydocking surveys*) λαμβάνουν χώρα κατά τη διάρκεια των ειδικών επιθεωρήσεων και κατατάσσονται στις συνήθεις περιοδικές επιθεωρήσεις. Σε ορισμένες περιπτώσεις είναι δυνατόν οι ενδιάμεσοι δεξαμενισμοί να αντικατασταθούν με επιθεωρήσεις εν πλω, πάντα όμως σύμφωνα με τις απαιτήσεις του εκάστοτε Νηογνώμονα.

Καθ' όλη τη διάρκεια που το πλοίο θα παραμείνει στη δεξαμενή θα πρέπει να είναι ιδιαίτερα ευδιάκριτα τα ελάσματα του πυθμένα, της πρόρας και της πρύμνης, το πηδάλιο, η έλικα καθώς και οι αναρροφήσεις θάλασσας (*sea chests*). Συγκεκριμένα, κατά τον δεξαμενισμό ενός πλοίου απαιτούνται:

- 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. Τα κλειδιά αλυσίδων που είναι φθαρμένα πάνω από τα επιτρεπτά όρια πρέπει να αντικατασταθούν.
- Έλεγχος του πηδαλίου, του άξονά του και των σχετικών εξαρτημάτων.
- Μέτρηση και καταγραφή των ανοχών του άξονα του πηδαλίου.
- Έλεγχος των ορατών μερών της έλικας και του τελικού άξονα (*tailshaft*), και καταγραφή των σχετικών ανοχών.
- Επιθεώρηση των ορατών μερών των πλευρικών προωθητήρων (*side thrusters*)

Τέλος, όσον αφορά τα πλοία κάτω των δεκαπέντε ετών δύναται μια ενδιάμεση επιθεώρηση και δεξαμενισμός (*intermediate survey*) να υποκατασταθεί από μια υποθαλάσσια επιθεώρηση (*in water survey*).



Εικόνα 20: Δεξαμενόπλοιο σε δεξαμενισμό.

(<https://www.myseatime.com/blog/detail/a-complete-guide-of-bringing-a-ship-to-dry-dock>)



Εικόνα 21: Δεξαμενόπλοιο σε δεξαμενισμό.
(Εφημερίδα Η Ναυτεμπορική, τεύχος 23/02/2022)

4.2.4 Ειδική Επιθεώρηση Γάστρας (*Special Hull Survey*)

Ο σκοπός των ενοποιημένων απαιτήσεων για τη γενική επιθεώρηση των δεξαμενόπλοιων είναι να διαπιστώσει τον ελάχιστο βαθμό σε εκτεταμένη και σε επισταμένη επιθεώρηση για μετρήσεις πάχους και δοκιμών των δεξαμενών στην περιοχή του φορτίου. Επιπλέον, συμβάλει στο σχεδιασμό των επιθεωρήσεων ώστε να παραμένει το δεξαμενόπλοιο στη κλάση.

Ειδικές επιθεωρήσεις πρέπει να διενεργούνται με μέγιστη χρονική περίοδο μεταξύ τους τα πέντε χρόνια. Η επιθεώρηση της γάστρας μπορεί να γίνει και κατά τη διάρκεια ταξιδιού εάν

γίνουν οι κατάλληλες διεργασίες και δοθεί η κατάλληλη βοήθεια στον επιθεωρητή. Συνήθως, αυτή η πρακτική θεωρείται προνομακή από άποψης χρόνου. Από την άλλη πλευρά όμως, για να εξασφαλιστεί η απαιτούμενη πρόσβαση στις εγκαταστάσεις επιδιόρθωσης σε σχέση με τη γενική επιθεώρηση η απαίτηση για δεξαμενισμό θεωρείται αναγκαία. Η έκταση της γενικής επιθεώρησης όπως αποφασίστηκε το 1982 είναι σχεδόν αναλλοίωτη. Οι ενοποιημένοι κανόνες του IACS καθορίζουν ότι οι συγκεκριμένες πληροφορίες πρέπει να είναι διαθέσιμες στον επιθεωρητή που βρίσκεται πάνω στο πλοίο. Αυτές οι πληροφορίες περιέχουν το ιστορικό φόρτωσης του φορτίου-έρματος, το ιστορικό των προηγούμενων επιδιορθώσεων, τα αποτελέσματα των επιθεωρήσεων από το προσωπικό του πλοίου, το βαθμό χρήσης της εγκατάστασης αδρανούς αερίου, τα κύρια σχέδια κατασκευής και το γενικό αρχείο της γάστρας, το οποίο θα συμπεριλαμβάνει εγχειρίδιο επιθεωρήσεων και αποδεχτές τιμές σε διαβρώσεις. Ο βασικός σκοπός της επιθεώρησης είναι η εξέταση όλων εκείνων των σημείων που ενδιαφέρουν την κλάση, τα οποία θα εξασφαλίσουν την αξιοπλοΐα και την ασφάλεια του πλοίου για τα επόμενα πέντε χρόνια συνεπικουρούμενα και από τις μελλοντικές επιθεωρήσεις που θα γίνουν μέσα στο επόμενο διάστημα. Η κλάση προσφέρει τις γνώσεις, τις προδιαγραφές και την τεχνική υποστήριξη σε θέματα συντήρησης και επισκευής για να επιτευχθεί αυτός ο στόχος.

Μέσω των κανονισμών και ανάλογα με την ηλικία και την κατηγορία του πλοίου καθορίζονται απόλυτα τα σημεία που πρέπει να εξεταστούν στην κάθε γενική επιθεώρηση. Παρόλα αυτά η κλάση αφήνει κάποιο πεδίο ελευθερίας στον επιθεωρητή στις περιπτώσεις που γίνεται συνεκτίμηση κάποιων στοιχείων αλλά και κατά τη διάρκεια της ανάλυσης των αποτελεσμάτων της επιθεώρησης. Παρακάτω γίνεται αναφορά στις απαιτήσεις των τεσσάρων πρώτων ειδικών επιθεωρήσεων ενός πλοίου, οι οποίες αποτελούν και τις σημαντικότερες στη διάρκεια της υπηρεσιακής ζωής του.

4.2.4.1 1^η Ειδική Επιθεώρηση (*1st Special Survey*)

Κατά την 1^η ειδική επιθεώρηση απαιτείται επιθεώρηση δεξαμενισμού και οι εργασίες ελέγχου που λαμβάνουν χώρα δύναται να συνοψιστούν σε τέσσερις κατηγορίες. Συγκεκριμένα, συναντάμε τον εξωτερικό έλεγχο, τον εσωτερικό, τον έλεγχο των δεξαμενών και τη λήψη παχυμετρήσεων. Όσον αφορά τον μηχανολογικό εξοπλισμό οι απαιτήσεις είναι ίδιες για όλες τις ειδικές επιθεωρήσεις.

Εξωτερικός έλεγχος

Εδώ πραγματοποιείται αρχικά ένας γενικός έλεγχος της γάστρας και του εξοπλισμού της και ύστερα ακολουθεί ένας πιο λεπτομερής έλεγχος στα ακόλουθα σημεία:

- Στα καταστρώματα και κυρίως στις περιοχές όπου υπάρχει κίνδυνος να εμφανιστούν συγκεντρώσεις τάσεων ή αυξημένος βαθμός διάβρωσης. Τέτοιες περιοχές είναι οι γωνίες των στομιών κυτών, καθώς και οι ασυνέχειες της γεωμετρίας της κατασκευής.
- Στις κατασκευές των καταστροφμάτων, όπως οι υπερκατασκευές, τα στόμια κυτών, οι ιστοί και τα υπερστεγάσματα.
- Οι άγκυρες, οι αλυσίδες και οι εργάτες τους.

Εσωτερικός έλεγχος

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

Έλεγχος δεξαμενών

Ο έλεγχος αφορά τις δεξαμενές διπύθμενων, ζυγοστάθμισης, έρματος, πόσιμου νερού, καύσιμων και λαδιού λίπανσης. Ο τρόπος ελέγχου τους είναι με την πλήρωση τους με το υγρό που προορίζεται σε καθεμία από αυτές ώστε να εξακριβωθεί η στεγανότητά τους. Σε ορισμένες δεξαμενές καυσίμων και λαδιού λίπανσης εντός του μηχανοστασίου, μπορεί να γίνει μία εξωτερική επιθεώρηση, ώστε να εξακριβωθεί η καλή κατάσταση της δεξαμενής.

Παχυμετρήσεις

Σε περίπτωση που κατά την διάρκεια της επιθεώρησης παρατηρηθούν φθορές σε κύρια κατασκευαστικά στοιχεία όπως ελάσματα και ενισχυτικά, ο επιθεωρητής έχει το δικαίωμα να απαιτήσει να πραγματοποιηθεί παχυμέτρηση στις περιοχές που το κρίνει απαραίτητο. Εάν από τα αποτελέσματα των παχυμετρήσεων προκύπτουν σημεία με φθορά πάνω από τα επιτρεπτά όρια, τότε θα πρέπει να πραγματοποιηθεί αντικατάσταση των στοιχείων αυτών.

4.2.4.2 2^η Ειδική Επιθεώρηση (2nd Special Survey)

Κατά την 2^η ειδική επιθεώρηση στις απαιτήσεις ελέγχου συμπεριλαμβάνονται όλες οι απαιτήσεις της πρώτης ειδικής επιθεώρησης με την προσθήκη κάποιων επιπλέον απαιτήσεων. Πιο αναλυτικά οι επιπρόσθετες απαιτήσεις που συναντάμε είναι:

Έλεγχος και δοκιμές

- Εξωτερικός έλεγχος, δοκιμές καθώς και εσωτερικός έλεγχος της πρυμναίας περιοχής μιας από τις πωραίες δεξαμενές διπύθμενων. Εάν η κατάσταση τους κριθεί ικανοποιητική, τότε δεν είναι υποχρεωτικός ο έλεγχος στις δεξαμενές που χρησιμοποιούνται αποκλειστικά για βαρύ πετρέλαιο ή πόσιμο νερό.
- Πλήρης εσωτερικός έλεγχος μιας δεξαμενής πόσιμου νερού. Οι υπόλοιπες δεξαμενές δύναται να επιθεωρηθούν με εξωτερικό έλεγχο.

Παχυμετρήσεις

Στην αρμοδιότητα του επιθεωρητή να ζητήσει παχυμέτρηση των κάτωθι περιοχών:

- Ελάσματα και ενισχυτικά που φέρουν σημάδια φθοράς.
- Στην περιοχή των αμπαριών 0,5L περί τη μέση τομή: επιλεγμένα ελάσματα καταστρώματος, πυθμένα των δεξαμενών και μια εγκάρσια φράκτη.
- Στην περιοχή εκτός του μήκους 0,5L γύρω από τη μέση τομή: επιλεγμένα ελάσματα καταστρώματος και πυθμένα.
- Τα δυο πρώτα στόμια και καλύμματα κυτών (ελάσματα και ενισχυτικά).
- Φράκτη σύγκρουσης, πωραία φράκτη μηχανοστασίου, φράκτη πρυμναίας δεξαμενής ζυγοσταθμίσεως.

4.2.4.3 3^η Ειδική Επιθεώρηση (3rd Special Survey)

Κατά την 3^η ειδική επιθεώρηση στις απαιτήσεις ελέγχου συμπεριλαμβάνονται όλες οι απαιτήσεις της πρώτης και της δεύτερης ειδικής επιθεώρησης συμπεριλαμβανομένων των ελέγχων στα εξής σημεία:

Έλεγχος και δοκιμές

Εσωτερικός έλεγχος όλων των δεξαμενών που χρησιμοποιούνται αποκλειστικά για πόσιμο νερό.

Πλήρωση όλων των ανεξάρτητων δεξαμενών μηχανοστασίου, οι οποίες περιέχουν καύσιμα ή λάδι λίπανσης προκειμένου να εξακριβωθεί η στεγανότητα τους.

Παχυμετρήσεις

Στην αρμοδιότητα του επιθεωρητή να ζητήσει παχυμέτρηση των κάτωθι περιοχών:

- Στην περιοχή μήκους 0,5L γύρω από τη μέση τομή: κάθε έλασμα καταστρώματος δυο εγκάρσιες φράκτες.
- Επιλεγμένοι φράκτες αμπαριών, διαμήκη και εγκάρσια ενισχυτικά.
- Επιλεγμένα μέρη της εσωτερικής κατασκευής, όπως: έδρες, διαμήκη ενισχυτικά, νομείς και φράκτες, δοκοί καταστρωμάτων, σταθμίσεις ενδιάμεσων καταστρωμάτων κλπ.

4.2.4.4 4^η Ειδική Επιθεώρηση και Άνω (*4th Special Survey and On*)

Στις απαιτήσεις της 4^{ης} γενικής επιθεώρησης συμπεριλαμβάνονται όλες οι προηγούμενες απαιτήσεις των τριών γενικών επιθεωρήσεων με επιπρόσθετους ελέγχους στα εξής σημεία:

Έλεγχος και δοκιμές

- Εσωτερική επιθεώρηση τουλάχιστον δύο επιλεγμένων δεξαμενών καυσίμου. Για τις υπόλοιπες δεξαμενές ο έλεγχος μπορεί να γίνει εξωτερικά.
- Εξωτερικός έλεγχος των δεξαμενών λαδιού λίπανσης.
- Εξωτερικός έλεγχος όλων των ανεξάρτητων δεξαμενών που χρησιμοποιούνται για γλυκό νερό, καύσιμο ή λάδι λίπανσης.
- Όσον αφορά τα πλοία ηλικίας άνω των 20 ετών απαιτείται εσωτερικός έλεγχος όλων των δεξαμενών.

Παχυμετρήσεις

Όσον αφορά τις παχυμετρήσεις είναι στην αρμοδιότητα του επιθεωρητή να ζητήσει την παχυμέτρηση όλων των εγκάρσιων και διαμηκών φρακτών (ελάσματα και ενισχυτικά).

Προκειμένου να προσδιοριστεί ο όγκος της εργασίας που απαιτείται κατά τη διάρκεια μίας ειδικής επιθεώρησης, κάτωθι παρατίθενται αναλυτικά τα σημεία της μεταλλικής κατασκευής που υπόκεινται σε έλεγχο και παχυμέτρηση για κάθε μία ειδική επιθεώρηση που λαμβάνει χώρα.

Επιθεώρηση	Ελάχιστες Απαιτήσεις
1 ^η Ειδική Επιθεώρηση (<i>1st Special Survey</i>) Ηλικία πλοίου ≤ 5 ετών	• Γενική Επιθεώρηση όλων των δεξαμενών και των λοιπών χώρων.
2 ^η Ειδική Επιθεώρηση (<i>2nd Special Survey</i>) 5 ετών < Ηλικία πλοίου ≤ 10 ετών	• Γενική Επιθεώρηση όλων των δεξαμενών και των λοιπών χώρων.
3 ^η Ειδική Επιθεώρηση (<i>3rd Special Survey</i>) 10 ετών < Ηλικία πλοίου ≤ 15 ετών	• Γενική Επιθεώρηση όλων των δεξαμενών και των λοιπών χώρων.

4 ^η Ειδική Επιθεώρηση και Άνω (4 th <i>Special Survey and On</i>) Ηλικία πλοίου > 15 ετών	<ul style="list-style-type: none"> • Γενική Επιθεώρηση όλων των δεξαμενών και των λοιπών χώρων.
---	--

Πίνακας7: Ελάχιστες απαιτήσεις γενικής επιθεώρησης κατά τις ειδικές επιθεωρήσεις δεξαμενόπλοιων.

Επιθεώρηση	Ελάχιστες Απαιτήσεις
1 ^η Ειδική Επιθεώρηση (1 st <i>Special Survey</i>) Ηλικία πλοίου ≤ 5 ετών	<ul style="list-style-type: none"> • Ένα τμήμα του ελάσματος του καταστρώματος, σε όλο το πλάτος του πλοίου στο 0,5L από τη μέση τομή (στην περιοχή δεξαμενής έρματος, εφόσον υπάρχει, ή φορτίου που χρησιμοποιείται κατά κανόνα για έρμα). • Επαρκείς μετρήσεις στοιχείων της κατασκευής που υποβάλλονται σε λεπτομερή επιθεώρηση για γενική εκτίμηση και καταγραφή της διασποράς της διάβρωσης. • Ύποπτες περιοχές της κατασκευής.
2 ^η Ειδική Επιθεώρηση (2 nd <i>Special Survey</i>) 5 ετών < Ηλικία πλοίου ≤ 10 ετών	<ul style="list-style-type: none"> • Σε αποστάσεις < 0,25L από τη μέση τομή: <ul style="list-style-type: none"> α) Όλα τα ελάσματα καταστρώματος. β) Μία εγκάρσια τομή. • Επαρκείς μετρήσεις διαφορετικών στοιχείων της κατασκευής που υποβάλλονται σε λεπτομερή επιθεώρηση για γενική εκτίμηση και καταγραφή της διασποράς της διάβρωσης. • Ύποπτες περιοχές της κατασκευής. • Επιλεγμένες στρώσεις ελασμάτων κάτω και πάνω από την ίσαλο, σε απόσταση μεγαλύτερη του 0,25L από την μέση τομή.
3 ^η Ειδική Επιθεώρηση (3 rd <i>Special Survey</i>) 10 ετών < Ηλικία πλοίου ≤ 15 ετών	<ul style="list-style-type: none"> • Σε αποστάσεις < 0,25L από τη μέση τομή: <ul style="list-style-type: none"> α) Όλα τα ελάσματα καταστρώματος. β) Μία εγκάρσια τομή. • Επαρκείς μετρήσεις σε διάφορα τμήματα της κατασκευής που υποβάλλονται σε λεπτομερή έλεγχο για γενική εκτίμηση και καταγραφή της διασποράς της διάβρωσης. • Ύποπτες περιοχές της κατασκευής. • Επιλεγμένες στρώσεις ελασμάτων κάτω και πάνω από την ίσαλο, σε απόσταση μεγαλύτερη του 0,25L από την μέση τομή.

<p>4^η Ειδική Επιθεώρηση και Άνω (4th <i>Special Survey and On</i>) Ηλικία πλοίου > 15 ετών</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Σε αποστάσεις < 0,25L από τη μέση τομή: <ul style="list-style-type: none"> α) Όλα τα ελάσματα καταστρώματος. β) Μία εγκάρσια τομή. γ) Κάθε έλασμα πυθμένα. • Επαρκείς μετρήσεις σε διάφορα τμήματα της κατασκευής που υποβάλλονται σε επισταμένο έλεγχο για γενική εκτίμηση και καταγραφή της διασποράς της διάβρωσης. • Υποπτες περιοχές της κατασκευής. • Επιλεγμένες στρώσεις ελασμάτων κάτω και πάνω από την ίσαλο σε απόσταση μεγαλύτερη του 0,25L από τη μέση τομή.
--	---

Πίνακας: Ελάχιστες απαιτήσεις παχυμετρήσεων κατά τις ειδικές επιθεωρήσεις δεξαμενόπλοιων.

Επιθεώρηση	Ελάχιστες Απαιτήσεις
<p>1^η Ειδική Επιθεώρηση (1st <i>Special Survey</i>) Ηλικία πλοίου ≤ 5 ετών</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Ελάσματα δεξαμενών φορτίου που εφάπτονται με δεξαμενές έρματος, κενούς χώρους, σήραγγες αγωγών (tunnels), το αντλιοστάσιο (pump room) και φρεάτια (cofferdams).
<p>2^η Ειδική Επιθεώρηση (2nd <i>Special Survey</i>) 5 ετών < Ηλικία πλοίου ≤ 10 ετών</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Ελάσματα δεξαμενών φορτίου που εφάπτονται με δεξαμενές έρματος, κενούς χώρους, σήραγγες αγωγών, αντλιοστάσιο και φρεάτια. • Όλες οι φρακτές δεξαμενών φορτίου που εφάπτονται με δεξαμενές μεμονωμένων φορτίων.
<p>3^η Ειδική Επιθεώρηση (3rd <i>Special Survey</i>) 10 ετών < Ηλικία πλοίου ≤ 15 ετών</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Ελάσματα δεξαμενών φορτίου που εφάπτονται με δεξαμενές έρματος, κενά διαστήματα σήραγγες αγωγών, αντλιοστάσιο και φρεάτια. • Όλες οι υπόλοιπες φρακτές δεξαμενών φορτίου
<p>4^η Ειδική Επιθεώρηση και Άνω (4th <i>Special Survey and On</i>) Ηλικία πλοίου > 15 ετών</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Ελάσματα δεξαμενών φορτίου που εφάπτονται με δεξαμενές έρματος, κενούς χώρους, σήραγγες αγωγών, αντλιοστάσιο και φρεάτια. • Όλες οι υπόλοιπες φρακτές δεξαμενών φορτίου.

Πίνακας 8: Ελάχιστες απαιτήσεις σε ελέγχους δεξαμενών κατά τις ειδικές επιθεωρήσεις γάστρας δεξαμενόπλοιων.

4.3 Επιθεωρήσεις Ειδικών Θεμάτων

Εκτός από την επιβεβαίωση του Νηογνώμονα όσον αφορά την αντοχή της κατασκευής και την ακεραιότητα της γάστρας, οι Νηογνώμονες καλούνται έπειτα από απαίτηση των πλοιοκτητών να δώσουν πληροφορίες για την κατάσταση του πλοίου σε σχέση με το τρέχον και το μελλοντικό κόστος λειτουργίας και επισκευών. Αυτές οι πληροφορίες μπορούν να δοθούν μέσα

ή έξω από την περίοδο των επιθεωρήσεων ή και κατά τον παροπλισμό ενός πλοίου. Συγκεκριμένα, οι πληροφορίες που μπορεί να ζητηθούν από έναν πλοιοκτήτη μπορεί να αφορούν:

- Την τρέχουσα κατάσταση και τους ρυθμούς διάβρωσης διαφόρων τμημάτων της κατασκευής.
- Την παρούσα κατάσταση και τους αναμενόμενους ρυθμούς περιορισμού διάβρωσης με το υφιστάμενο σύστημα ελέγχου.
- Την ύπαρξη και την πιθανότητα επέκτασης προβλημάτων της κατασκευής λόγω προχωρημένης διάβρωσης και φόρτωσης.
- Την πιθανότητα αλλοίωσης του φορτίου ή θαλάσσιας ρύπανσης λόγω διάβρωσης και προβλημάτων της κατασκευής.

Σύμφωνα με τις παραπάνω πληροφορίες από την μεριά του πλοιοκτήτη επιτυγχάνεται η μελέτη της παρούσας κατάστασης του πλοίου και η πρόβλεψη των μελλοντικών απαιτήσεων επισκευής. Παράλληλα, δύναται να μελετηθούν οι δυνατότητες αναβάθμισης του υπάρχοντος συστήματος ελέγχου διάβρωσης, ώστε να αποφευχθούν τα παραπάνω προβλήματα. Το είδος της εκάστοτε επιθεώρησης που πραγματοποιείται εξαρτάται από τις πληροφορίες που απαιτεί ο πλοιοκτήτης.

4.3.1 Επιθεώρηση Γενικής Κατάστασης (*General Condition Survey*)

Ομοίως με τις νομοθετημένες απαιτήσεις, αυτές οι επιθεωρήσεις πρόκειται για ολικές επιθεωρήσεις περιορισμένης έκτασης και χρόνου προκειμένου να διαπιστωθούν προβλήματα στην κατασκευή ή εμφάνιση διάβρωσης. Μπορεί να περιλαμβάνουν ελάχιστο ή καθόλου λεπτομερή έλεγχο ή παχυμέτρηση εσωτερικών τμημάτων, αλλά με την ολοκλήρωσή τους έχουμε μία γενική οπτική εικόνα της ακεραιότητας του σκάφους και της διάβρωσης των δεξαμενών.

4.3.2 Επιστάμενη Επιθεώρηση της Κατάστασης του Σκάφους (*Close-up Survey*)

Εδώ προκειμένου να εκτιμηθεί η τρέχουσα κατάσταση συναντάμε επιστάμενους ελέγχους και παχυμετρήσεις στοιχείων της κατασκευής σε μία ή περισσότερες δεξαμενές, είτε ακόμα σε ολόκληρο το σκάφος. Με αυτό τον τρόπο προβλέπονται με επαρκή ακρίβεια οι ανάγκες για μελλοντικές επισκευές.

Γενικά, η επισταμένη επιθεώρηση καλύπτει τις απαιτήσεις μιας επιθεώρησης γενικής κατάστασης, οι κύριες διαφορές είναι η μεγαλύτερη έκταση των οπτικών επιθεωρήσεων στην πρώτη περίπτωση και η απαίτηση για επιστάμενες παχυμετρήσεις. Είναι πιθανό σε αρκετές αξιολογήσεις γάστρας να απαιτηθούν περισσότερες μετρήσεις ώστε να διαπιστωθεί επακριβώς η εναπομένουσα αντοχή του σκάφους, εάν σε άλλες περιπτώσεις όπου η διάβρωση δεν είναι εκτεταμένη να μπορούν μειωθούν. Συνιστάται όπου είναι απαραίτητη η διαίρεση ζωνών/λωρίδων για τις παχυμετρήσεις της εκτίμησης διαμήκους αντοχής, αυτές να λαμβάνονται στις θέσεις των εγκάρσιων φρακτών, όπου συνήθως η διάβρωση είναι εντονότερη. Επίσης, θα πρέπει να εξετάζεται η δυνατότητα χρήσης λωρίδων στην περιοχή του κέντρου δεξαμενής με υψηλές τάσεις. Για πρακτικούς λόγους η διαίρεση ζωνών/λωρίδων πρέπει να γίνει από την πλευρά της εγκάρσιας φρακτής όπου είναι τοποθετημένα τα ενισχυτικά. Κατασκευές που περιλαμβάνονται στις παχυμετρήσεις είναι ελάσματα, ελάσματα καταστρώματος, διαμήκεις φρακτές, νομείς και εγκάρσιες φρακτές. Όλες οι μετρήσεις της κατασκευής πρέπει να συγκρίνονται με τις αποδεκτές διαστάσεις που περιλαμβάνονται στα

κατασκευαστικά σχέδια. Τροποποιήσεις στην κατασκευή που δεν έχουν καταγραφεί, όπως αντικαταστάσεις στοιχείων και αλλαγές διαστάσεων λόγω κατασκευαστικής πρακτικής του ναυπηγείου, πρέπει να σημειώνονται στα σχέδια της κατασκευής. Στα σημεία όπου το προστατευτικό επίστρωμα δεν έχει φθαρεί, μπορούμε να συμπεράνουμε ότι τα πάχη παραμένουν ίσα με τα αρχικά. Οι καταγραφές των μετρήσεων πρέπει να περιλαμβάνουν πληροφορίες για την ομάδα μέτρησης και τον χρησιμοποιούμενο εξοπλισμό. Η καλύτερη παρουσίαση των δεδομένων γίνεται με σκαριφήματα τμημάτων που δείχνουν το εναπομένον πάχος, το αρχικό πάχος και το ποσοστό απώλειας στην περιοχή της μέτρησης. Παρόμοια σχέδια μπορούν να γίνουν κατά τον έλεγχο του συστήματος σταθμίδας άλλης κατασκευής με την αναφορά των σημείων μέτρησης.

Στους παρακάτω πίνακες καταγράφονται αναλυτικά, για τέσσερις περιοχές της κατασκευής του πλοίου, τα συγκεκριμένα στοιχεία της κατασκευής τα οποία είναι απαραίτητο να παχυμετρηθούν, η έκταση των μετρήσεων (αριθμός μετρήσεων στα διάφορα στοιχεία της κατασκευής) και τα μοντέλα μέτρησης για κάθε περίπτωση. Οι περιοχές στις οποίες γίνεται αναφορά είναι η κατασκευή του πυθμένα, τα πλευρικά ελάσματα και διαμήκεις φρακτές, οι εγκάρσιες φρακτές και διάτρητες φρακτές δεξαμενών και τέλος υποκάτω μέρος του καταστρώματος.

Κατασκευή του πυθμένα

Περιοχή της κατασκευής	Έκταση μετρήσεων	Κατανομή μετρήσεων
Ελάσματα	Κατ' ελάχιστον σε τρία ελάσματα σε όλο το πλάτος της δεξαμενής, καθώς και πρύμα. Γύρω και κάτω από τα στόμια αναρρόφησης.	Πέντε σημεία σε κάθε έλασμα μεταξύ των διαμήκων ενισχυτικών και των εδρών.
Διαμήκη ενισχυτικά	Τουλάχιστον 3 μετρήσεις στα διαμήκη ενισχυτικά σε περιοχές μέτρησης των ελασμάτων.	3 μετρήσεις στο πέλμα στη διαμήκη κατεύθυνση και 3 κατακόρυφες στον κορμό
Σταθμίδες και μπρακέτα	Πρύμα και πρόρα στα πέλματα των μπρακέτων εγκάρσιας φρακτής και στο κέντρο της δεξαμενής.	Κατακόρυφη σειρά μεμονωμένων μετρήσεων στον κορμό με μία μέτρηση μεταξύ κάθε ενισχυτικού της σταθμίδας ή κατ' ελάχιστον 3 μετρήσεις. Δύο μετρήσεις στο πέλμα και 5 μετρήσεις στα μπρακέτα.
Έδρες	3 έδρες σε περιοχές όπου μετράται και το έλασμα πυθμένα στα άκρα και το μέσο.	5 σημεία σε τετράγωνη επιφάνεια εμβαδού 2m ² . Μεμονωμένες μετρήσεις σε πέλμα.
Ενισχύσεις	Όπου αλλού είναι δυνατόν.	Μεμονωμένες μετρήσεις.

Πίνακας 9: Δεξαμενή έρματος χωρίς επίστρωμα (*segregated ballast tank - uncoated*).

Παρατήρηση: Όταν η δεξαμενή έχει ανοδική προστασία και προκύπτει ότι αυτή λειτουργεί κανονικά, ο αριθμός των μετρήσεων μπορεί να μειωθεί, εφόσον οι μετρήσεις σε ένα χώρο της κατασκευής μεταξύ ενισχύσεων είναι ικανοποιητικές.

Περιοχή της κατασκευής	Έκταση μετρήσεων	Κατανομή μετρήσεων
Σε όλη την κατασκευή	Μετρήσεις στο φθαρμένο επίστρωμα.	Μεμονωμένες μετρήσεις (επιμέτρηση διάβρωσης με βελονισμούς).

Πίνακας 10: Δεξαμενή έρματος με επίστρωμα (*segregated ballast tank - coated*).

Παρατήρηση: Υποθέτουμε ότι το επίστρωμα έχει υποστεί περιορισμένες φθορές. Αν οι φθορές είναι εκτεταμένες, θα πρέπει να εφαρμοσθούν οι οδηγίες για μη προστατευμένες δεξαμενές.

Περιοχή της κατασκευής	Έκταση μετρήσεων	Κατανομή μετρήσεων
Ελάσματα πυθμένα	Κατ' ελάχιστον σε τρία ελάσματα σε όλο το πλάτος της δεξαμενής, καθώς και πρύμα. Γύρω και κάτω από τα στόμια αναρρόφησης.	Πέντε σημεία σε κάθε έλασμα μεταξύ των διαμήκων ενισχυτικών και των εδρών.
Διαμήκη ενισχυτικά πυθμένα	Κατ' ελάχιστον 3 μετρήσεις στα διαμήκη ενισχυτικά σε περιοχές μέτρησης των ελασμάτων.	3 μετρήσεις στο πέλμα στη διαμήκη κατεύθυνση και 3 κατακόρυφες στον κορμό.
Σταθμίδες και μπρακέτα	Πρύμα και πύρα στα πέλματα των μπρακέτων εγκάρσιας φρακτής και στο κέντρο της δεξαμενής.	Κατακόρυφη γραμμή μεμονωμένων μετρήσεων στον κορμό με μία μέτρηση μεταξύ κάθε ενισχυτικού της σταθμίδας ή κατ' ελάχιστον 3 μετρήσεις. Δύο μετρήσεις στο πέλμα και 5 μετρήσεις στα μπρακέτα.
Έδρες νομέων	3 έδρες σε περιοχές όπου μετράται και το έλασμα πυθμένα στα άκρα και το μέσο.	5 σημεία σε τετράγωνη επιφάνεια εμβαδού 2m ² . Μεμονωμένες μετρήσεις σε πέλματα.
Ενισχύσεις	Όπου αλλού είναι δυνατόν.	Μεμονωμένες μετρήσεις.

Πίνακας 11: Δεξαμενή φορτίου/έρματος (*cargo/ballast tank*).

Παρατήρηση: Όταν η δεξαμενή προστατεύεται με επίστρωμα ή/και ανόδους και αυτά είναι σε ικανοποιητική κατάσταση, ο αριθμός των μετρήσεων μπορεί να μειωθεί.

Περιοχή της κατασκευής	Έκταση μετρήσεων	Κατανομή μετρήσεων
Ελάσματα	Κατ' ελάχιστον σε τρία ελάσματα σε όλο το πλάτος της δεξαμενής, καθώς και πρύμα. Γύρω και κάτω από τα στόμια αναρρόφησης.	Πέντε σημεία σε κάθε έλασμα μεταξύ των διαμήκων ενισχυτικών και των εδρών.
Διαμήκη ενισχυτικά	Κατ' ελάχιστον 3 μετρήσεις στα διαμήκη ενισχυτικά σε περιοχές μέτρησης των ελασμάτων.	3 μετρήσεις στο πέλμα στη διαμήκη κατεύθυνση και 3 κατακόρυφες στον κορμό.
Σταθμίδες και μπρακέτα	Πρύμα και πρόρα στα πέλματα των μπρακέτων εγκάρσιας φρακτής και στο κέντρο της δεξαμενής.	Κατακόρυφη γραμμή μεμονωμένων μετρήσεων στον κορμό με μία μέτρηση μεταξύ κάθε ενισχυτικού της σταθμίδας ή κατ' ελάχιστον 3 μετρήσεις. Δύο μετρήσεις στο πέλμα και 5 μετρήσεις στα μπρακέτα.
Έδρες	3 έδρες σε περιοχές όπου μετράται και το έλασμα πυθμένα στα άκρα και το μέσο.	5 σημεία σε τετράγωνη επιφάνεια εμβαδού 2m ² . Μεμονωμένες μετρήσεις σε πέλματα.
Ενισχύσεις	Όπου αλλού είναι δυνατόν.	Μεμονωμένες μετρήσεις.

Πίνακας 12: Δεξαμενή φορτίου (*cargo tank*).

Πλευρικά ελάσματα και διαμήκεις φρακτές

Περιοχή της κατασκευής	Έκταση μετρήσεων	Κατανομή μετρήσεων
Ελάσματα ζωστήρα, κάτω στρώσεων και στο ύψος των λώρων	Ελάσματα μεταξύ κάθε ζεύγους διαμήκων τμημάτων κατ' ελάχιστο σε 3 λωρίδες.	Μεμονωμένη μέτρηση.
Όλες οι υπόλοιπες στρώσεις	Ελάσματα μεταξύ κάθε 3ου ζεύγους διαμήκων ενισχυτικών στις ίδιες 3 λωρίδες.	Μεμονωμένη μέτρηση.
Διαμήκη ενισχυτικά ζωστήρα και κάτω στρώσης	Κάθε διάμηκες ενισχυτικό στις ίδιες 3 λωρίδες.	3 μετρήσεις κατά το πλάτος του κορμού και μία στο πέλμα.

Όλα τα υπόλοιπα διαμήκη ενισχυτικά	Κάθε 3ο διάμηκες ενισχυτικό στις ίδιες 3 λωρίδες.	3 μετρήσεις κατά το πλάτος του κορμού και μία στο πέλμα.
Μπρακέτα διαμηκών ενισχυτικών	Κατ' ελάχιστο 3 στο άνω, μέσο και κάτω μέρος της δεξαμενής στις ίδιες 3 λωρίδες.	5 μετρήσεις στην επιφάνεια του μπρακέτου.
Ενισχυμένοι νομείς και σταυρωτοί σύνδεσμοι	3 νομείς με 3 θέσεις κατ' ελάχιστο σε κάθε νομέα, μαζί με την περιοχή των σταυρωτών συνδέσμων.	5 μετρήσεις σε επιφάνεια εμβαδού 2m ² , συν μεμονωμένες μετρήσεις στο νομέα και στα πέλματα των σταυρωτών συνδέσμων.

Πίνακας 13: Δεξαμενή έρματος χωρίς επίστρωμα (*segregated ballast tank - uncoated*).
 Παρατήρηση: Σε όποια δεξαμενή υπάρχουν άνοδοι που είναι σε ικανοποιητική κατάσταση, η έκταση των μετρήσεων μπορεί να μειωθεί αν για όλα τα στοιχεία της κατασκευής μεταξύ δευτερευουσών ενισχύσεων ληφθούν ικανοποιητικές μετρήσεις.

Περιοχή της κατασκευής	Έκταση μετρήσεων	Κατανομή μετρήσεων
Για όλη την κατασκευή	Μετρήσεις στο φθαρμένο επίστρωμα.	Μεμονωμένες μετρήσεις (επιμέτρηση διάβρωσης με βελονισμούς).

Πίνακας 14: Δεξαμενή έρματος με επίστρωμα (*segregated ballast tank - uncoated*).

Παρατήρηση: Υποθέτουμε ότι το επίστρωμα έχει υποστεί περιορισμένες φθορές. Αν οι φθορές είναι εκτεταμένες θα πρέπει να εφαρμοσθούν οι οδηγίες για μη προστατευμένες δεξαμενές.

Περιοχή της κατασκευής	Έκταση μετρήσεων	Κατανομή μετρήσεων
Ελάσματα ζωστήρα, κάτω στρώσεων και στο ύψος των λώρων	Ελάσματα μεταξύ κάθε ζεύγους διαμήκων τμημάτων κατ' ελάχιστο σε 3 λωρίδες.	Μεμονωμένη μέτρηση.
Όλες οι υπόλοιπες στρώσεις	Ελάσματα μεταξύ κάθε 3ου ζεύγους διαμήκων ενισχυτικών στις ίδιες 3 λωρίδες.	Μεμονωμένη μέτρηση.

Διαμήκη ενισχυτικά ζωστήρα και κάτω στρώσης	Κάθε διάμηκες ενισχυτικό στις ίδιες 3 λωρίδες.	3 μετρήσεις κατά το πλάτος του κορμού και μία στο πέλμα.
Όλα τα υπόλοιπα διαμήκη ενισχυτικά	Κάθε 3ο διάμηκες ενισχυτικό στις ίδιες 3 λωρίδες.	3 μετρήσεις κατά το πλάτος του κορμού και μία στο πέλμα.
Μπρακέτα διαμήκων ενισχυτικών	Κατ' ελάχιστο 3 στο άνω, μέσο και κάτω μέρος της δεξαμενής στις ίδιες 3 λωρίδες.	5 μετρήσεις στην επιφάνεια του μπρακέτου.
Ενισχυμένοι νομείς και σταυρωτοί σύνδεσμοι	3 νομείς με 3 θέσεις κατ' ελάχιστο σε κάθε νομέα, μαζί με την περιοχή των σταυρωτών συνδέσμων.	5 μετρήσεις σε επιφάνεια εμβαδού 2m ² , συν μεμονωμένες μετρήσεις στο νομέα και στα πέλματα των σταυρωτών συνδέσμων.

Πίνακας 15: Δεξαμενή φορτίου/έρματος (*cargo/ballast tank*).

Παρατήρηση: Σε όποια δεξαμενή υπάρχει επίστρωμα και άνοδοι τα οποία είναι σε ικανοποιητική κατάσταση, η έκταση των μετρήσεων μπορεί να μειωθεί.

Περιοχή της κατασκευής	Έκταση μετρήσεων	Κατανομή μετρήσεων
Ελάσματα ζωστήρα, κάτω στρώσεων και στο ύψος των λώρων	Ελάσματα μεταξύ κάθε ζεύγους διαμήκων τμημάτων κατ' ελάχιστο σε μία λωρίδα.	Μεμονωμένη μέτρηση.
Όλες οι υπόλοιπες στρώσεις	Ελάσματα μεταξύ κάθε 3ου ζεύγους διαμήκων ενισχυτικών στην ίδια λωρίδα.	Μεμονωμένη μέτρηση.
Διαμήκη ενισχυτικά ζωστήρα και κάτω στρώσης	Κάθε διάμηκες ενισχυτικό στην ίδια λωρίδα.	3 μετρήσεις κατά το πλάτος του κορμού και μία στο πέλμα.

Όλα τα υπόλοιπα διαμήκη ενισχυτικά	Κάθε 3ο διαμήκες ενισχυτικό στην ίδια λωρίδα.	3 μετρήσεις κατά το πλάτος του κορμού και μία στο πέλμα.
Μπρακέτα διαμήκων ενισχυτικών	Κατ' ελάχιστο 3 στο άνω, μέσο και κάτω τμήμα της δεξαμενής στην ίδια λωρίδα.	5 μετρήσεις στην επιφάνεια του μπρακέτου.
Ενισχυμένοι νομείς και σταυρωτοί σύνδεσμοι	Κατ' ελάχιστο 3 θέσεις σ' ένα νομέα, μαζί με την περιοχή των σταυρωτών συνδέσμων.	5 μετρήσεις σε επιφάνεια εμβαδού 2m ² , συν μεμονωμένες μετρήσεις στο νομέα και στα πέλματα των σταυρωτών συνδέσμων.

Πίνακας 16: Δεξαμενή φορτίου (*cargo tank*).

Εγκάρσιες και διάτρητες φρακτές (*transverse and swash bulkheads*)

Περιοχή της κατασκευής	Έκταση μετρήσεων	Κατανομή μετρήσεων
Ελάσματα ζωστήρα, κάτω στρώσεων και στο ύψος των λώρων	Ελάσματα μεταξύ ζευγών διαμήκων ενισχυτικών σε 3 σημεία (στο 1/4, 1/2 και 3/4, του πλάτους της δεξαμενής).	5 μετρήσεις μεταξύ ενισχυτικών σε μήκος 1 m.
Όλες οι υπόλοιπες στρώσεις	Ελάσματα μεταξύ διαμήκων ενισχυτικών στο κέντρο.	Μεμονωμένη μέτρηση.
Στρώσεις πτυχωτών φρακτών.	Ελάσματα οποιουδήποτε πάχους, εφόσον αυτό αλλάζει, στο κέντρο του καθενός και στο πέλμα ή τη σύνδεση.	5 μετρήσεις σε επιφάνεια ελάσματος 1 m ² .
Ενισχυτικά	Κατ' ελάχιστο σε 3 τυπικά ενισχυτικά	Για τον κορμό, 5 μετρήσεις μεταξύ των μπρακέτων (2 κατά το πλάτος του κορμού στις συνδέσεις με τα μπρακέτα και 1 στο μεσοδιάστημα). Για το πέλμα, μεμονωμένες μετρήσεις στο άκρο κάθε μπρακέτου και στο μεσοδιάστημα.
Μπρακέτα	Κατ' ελάχιστο 3 στο άνω, μέσο και κάτω τμήμα της δεξαμενής.	5 μετρήσεις κατανεμημένες στην επιφάνεια του μπρακέτου.
Ενισχυμένοι νομείς και ζυγά	Στο άκρο του μπρακέτου και στο μεσοδιάστημα.	Για τον κορμό 5 μετρήσεις ανά επιφάνεια εμβαδού

		1m2. Επίσης, 3 μετρήσεις στα άκρα του μπρακέτου και στα πέλματα.
--	--	--

Πίνακας 17: Δεξαμενή έρματος χωρίς επίστρωμα (*segregated ballast tank - uncoated*).

Παρατήρηση: Όπου η δεξαμενή έχει ανόδους που λειτουργούν ικανοποιητικά, οι μετρήσεις μπορούν να μειωθούν, αν οι πρώτες είναι ικανοποιητικές.

Περιοχή της κατασκευής	Έκταση μετρήσεων	Κατανομή μετρήσεων
Για όλη την κατασκευή	Μετρήσεις στο φθαρμένο επίστρωμα.	Μεμονωμένες μετρήσεις (επιμέτρηση διάβρωσης με βελονισμούς).

Πίνακας 18: Δεξαμενή έρματος με επίστρωμα (*segregated ballast tank - coated*).

Παρατήρηση: Υποθέτουμε ότι το επίστρωμα δεν έχει υποστεί σημαντικές φθορές. Εάν όμως έχει, πρέπει να ακολουθηθούν οι οδηγίες για δεξαμενή χωρίς επίστρωμα.

Περιοχή της κατασκευής	Έκταση μετρήσεων	Κατανομή μετρήσεων
Ελάσματα ζωστήρα, κάτω στρώσεων και στο ύψος των λώρων	Ελάσματα μεταξύ ζευγών ενισχυτικών σε 3 σημεία (στο 1/4, 1/2 και 3/4 του πλάτους της δεξαμενής).	5 μετρήσεις μεταξύ ενισχυτικών σε διάστημα 1 m.
Όλες οι υπόλοιπες στρώσεις	Ελάσματα μεταξύ διαμήκων ενισχυτικών στο κέντρο.	Μεμονωμένη μέτρηση.
Στρώσεις πτυχωτών φρακτών	Ελάσματα οποιουδήποτε πάχους, εφόσον αυτό αλλάζει, στο κέντρο του καθενός και στο πέλμα.	5 μετρήσεις ανά επιφάνεια ελάσματος εμβαδού 1 m2.
Ενισχυτικά	Κατ' ελάχιστο σε 3 τυπικά ενισχυτικά.	Για τον κορμό, 5 μετρήσεις μεταξύ των μπρακέτων (2 κατά το πλάτος του κορμού στις συνδέσεις με τα μπρακέτα και 1 στο μεσοδιάστημα). Για το πέλμα, μεμονωμένες μετρήσεις στο άκρο κάθε μπρακέτου και στο μεσοδιάστημα.

Μπρακέτα	Κατ' ελάχιστο 3 στο άνω, μέσο και κάτω τμήμα της δεξαμενής.	5 μετρήσεις κατανεμημένες στην επιφάνεια του μπρακέτου.
Ενισχυμένοι νομείς και ζυγά	Στο άκρο του μπρακέτου και στο μεσοδιάστημα.	Για τον κορμό 5 μετρήσεις σε τετράγωνη επιφάνεια 1 m ² . Επίσης, 3 μετρήσεις στα άκρα του μπρακέτου και στα πέλαματα.

Πίνακας 19: Δεξαμενή φορτίου/έρματος (*cargo/ballast tank*).

Παρατήρηση: Όταν η δεξαμενή έχει επιστρωμα ή και ανόδους που λειτουργούν ικανοποιητικά, η έκταση των μετρήσεων μπορεί να μειωθεί.

Περιοχή της κατασκευής	Έκταση μετρήσεων	Κατανομή μετρήσεων
Ελάσματα ζωστήρα, κάτω στρώσεων και στο ύψος των λώρων	Ελάσματα μεταξύ ζευγών ενισχυτικών σε 3 σημεία (στο ¼, ½ και ¾ του πλάτους της δεξαμενής).	5 μετρήσεις μεταξύ ενισχυτικών σε διάστημα 1 m.
Όλες οι υπόλοιπες στρώσεις	Ελάσματα μεταξύ διαμήκων ενισχυτικών στο κέντρο.	Μεμονωμένη μέτρηση.
Στρώσεις πτυχωτών φρακτών.	Ελάσματα οποιουδήποτε πάχους, εφόσον αυτό αλλάζει, στο κέντρο του καθενός και στο πέλαμα.	5 μετρήσεις ανά επιφάνεια ελάσματος εμβαδού 1 m ² .
Ενισχυτικά	Κατ' ελάχιστο σε 3 τυπικά ενισχυτικά.	Για τον κορμό, 5 μετρήσεις μεταξύ των μπρακέτων (2 κατά το πλάτος του κορμού στις συνδέσεις με τα μπρακέτα και 1 στο μεσοδιάστημα). Για το πέλαμα, μεμονωμένες μετρήσεις στο άκρο κάθε μπρακέτου και στο μεσοδιάστημα.
Μπρακέτα	Κατ' ελάχιστο 3 στο άνω, μέσο και κάτω τμήμα της δεξαμενής.	5 μετρήσεις κατανεμημένες στην επιφάνεια του μπρακέτου
Ενισχυμένοι νομείς και ζυγά	Στο άκρο του μπρακέτου και στο μεσοδιάστημα.	Για τον κορμό 5 μετρήσεις ανά επιφάνεια εμβαδού 1 m ² . Επίσης, 3 μετρήσεις στα πέλαματα.
Κορμοί λώρων	Όλες οι ενισχύσεις με μετρήσεις στα άκρα και στο μεσοδιάστημα.	5 μετρήσεις ανά επιφάνεια εμβαδού 1 m ² . Επίσης, μεμονωμένες μετρήσεις στα

		άκρα των μπρακέτων και στα πέλματα.
--	--	-------------------------------------

Πίνακας 20: Δεξαμενή φορτίου (*cargo tank*).

Υποκάτω μέρος του καταστρώματος)

Περιοχή της κατασκευής	Έκταση μετρήσεων	Κατανομή μετρήσεων
Ελάσματα	Δύο λωρίδες κατά το πλάτος της δεξαμενής.	Τουλάχιστον 3 μετρήσεις ανά έλασμα και ανά ζώνη.
Διαμήκη ενισχυτικά	Κατ' ελάχιστον 3 διαμήκη ενισχυτικά σε δύο λωρίδες.	Τρεις μετρήσεις σε κάθετη γραμμή στους κορμούς και 2 μετρήσεις στο πέλμα (εφόσον υπάρχει). 5 μετρήσεις σε μπρακέτα φρακτής και ζυγά.
Ζυγά και μπρακέτα	Πρύμα και πρόρα στα πέλματα αγκώνων εγκάρσιας φρακτής και στο κέντρο της δεξαμενής.	Κατακόρυφη γραμμή απλών μετρήσεων στα ελάσματα νομέα με 1 μέτρηση μεταξύ κάθε ενισχυτικού πλαισίου (το ελάχιστο 3 μετρήσεις). Δύο μετρήσεις κατά μήκος πέλματος.
Εγκάρσια ζυγά	Κατ' ελάχιστο σε 2 κορμούς, με μετρήσεις στο κέντρο και τα άκρα.	Μοντέλο 5 σημείων για κάθε 2 m ² επιφάνειας. Μεμονωμένες μετρήσεις στο πέλμα.
Ενισχύσεις	Όπου αλλού είναι δυνατόν.	Μεμονωμένες μετρήσεις.

Πίνακας 21: Δεξαμενή έρματος χωρίς επίστρωμα (*segregated ballast tank - uncoated*).

Παρατήρηση: Όπου η δεξαμενή έχει ανόδους που λειτουργούν ικανοποιητικά, ο αριθμός των μετρήσεων μπορεί να μειωθεί εάν οι πρώτες από αυτές κριθούν ικανοποιητικές.

Περιοχή της κατασκευής	Έκταση μετρήσεων	Κατανομή μετρήσεων
Για όλη την κατασκευή	Μετρήσεις στο φθαρμένο επίστρωμα.	Μεμονωμένες μετρήσεις (επιμέτρηση διάβρωσης με βελονισμούς).

Πίνακας: Δεξαμενή έρματος με επίστρωμα (*segregated ballast tank - coated*).

Παρατήρηση: Υποθέτουμε ότι το επίστρωμα δεν έχει υποστεί σημαντική φθορά. Αν έχει, θα πρέπει να ακολουθηθούν οι ενδείξεις για δεξαμενές χωρίς επίστρωμα.

Περιοχή της κατασκευής	Έκταση μετρήσεων	Κατανομή μετρήσεων
Ελάσματα	Δύο λωρίδες κατά το πλάτος της δεξαμενής.	Κατ' ελάχιστον 3 μετρήσεις ανά έλασμα και ανά ζώνη.
Διαμήκη ενισχυτικά	Κατ' ελάχιστον 3 διαμήκη ενισχυτικά σε δύο λωρίδες.	Τρεις μετρήσεις σε κάθετη γραμμή στους κορμούς και 2 μετρήσεις στο πέλμα (εφόσον υπάρχει). 5 μετρήσεις σε μπρακέτα φρακτής και ζυγά.
Ζυγά και μπρακέτα	Πρύμα και πρόρα στα πέλματα αγκώνων εγκάρσιας φρακτής και στο κέντρο της δεξαμενής.	Κατακόρυφη γραμμή απλών μετρήσεων στα ελάσματα νομέα με 1 μέτρηση μεταξύ κάθε ενισχυτικού πλαισίου (το ελάχιστο 3 μετρήσεις). Δύο μετρήσεις κατά μήκος πέλματος.
Εγκάρσια ζυγά	Κατ' ελάχιστο σε 2 κορμούς, με μετρήσεις στο κέντρο και τα άκρα.	Μοντέλο 5 σημείων για κάθε 2 m ² επιφάνειας. Μεμονωμένες μετρήσεις στο πέλμα.
Ενισχύσεις	Όπου αλλού είναι δυνατόν.	Μεμονωμένες μετρήσεις.

Πίνακας 22: Δεξαμενή φορτίου/έρματος (*cargo/ballast tank*).

Παρατήρηση: Όπου η δεξαμενή έχει επίστρωμα και ανόδους που λειτουργούν ικανοποιητικά, ο αριθμός των μετρήσεων μπορεί να μειωθεί.

Περιοχή της κατασκευής	Έκταση μετρήσεων	Κατανομή μετρήσεων
Ελάσματα	Δύο λωρίδες κατά το πλάτος της δεξαμενής.	Κατ' ελάχιστον 3 μετρήσεις ανά έλασμα και ανά ζώνη.
Διαμήκη ενισχυτικά	Κατ' ελάχιστον 3 διαμήκη ενισχυτικά σε δύο λωρίδες.	Τρεις μετρήσεις σε κάθετη γραμμή στους κορμούς και 2 μετρήσεις στο πέλμα (εφόσον υπάρχει). 5 μετρήσεις σε μπρακέτα φρακτής και ζυγά.
Ενισχύσεις και μπρακέτα	Πρύμα και πρόρα στα πέλματα μπρακέτων εγκάρσιας φρακτής και στο κέντρο της δεξαμενής.	Κατακόρυφη γραμμή απλών μετρήσεων στα ελάσματα νομέα με 1 μέτρηση μεταξύ κάθε ενισχυτικού πλαισίου (το ελάχιστο 3 μετρήσεις). Δύο μετρήσεις κατά μήκος πέλματος.
Εγκάρσια ζυγά	Σε 1 κορμό με μετρήσεις στο κέντρο και τα δύο άκρα του.	Μοντέλο 5 σημείων για κάθε 2 m ² επιφάνειας. Μεμονωμένες μετρήσεις στο πέλμα.
Ενισχύσεις	Όπου αλλού είναι δυνατόν.	Μεμονωμένες μετρήσεις.

Πίνακας 23: Δεξαμενή φορτίου (*cargo tank*).

4.3.3 Επιθεώρηση Ρυθμού Διάβρωσης (*Corrosion Rate Survey*)

Είναι περιορισμένης έκτασης αλλά πιο λεπτομερούς χαρακτήρα και βασίζεται στη συλλογή αντιπροσωπευτικών παχυμετρήσεων ενός αριθμού στοιχείων της κατασκευής στο εσωτερικό δεξαμενών, ώστε να εκτιμηθεί ο ρυθμός διάβρωσης. Παράλληλα, μπορεί να αναγνωρισθεί η τοπική διάβρωση (*local corrosion*) ή άλλα προβλήματα της κατασκευής.

4.3.4 Επιθεώρηση Εξακρίβωσης Επισκευών (*Repairs Verification Survey*)

Καθορίζει τα σημεία αντικατάστασης χάλυβα, τις επισκευές της μεταλλικής κατασκευής, τις μετρήσεις ελέγχου διάβρωσης κλπ. Προκειμένου να δοθούν οι αντίστοιχες πληροφορίες στο ναυπηγείο. Είναι ο πιο λεπτομερής έλεγχος και συχνά περιλαμβάνει τους άλλους τρεις τύπους επιθεώρησης, ειδικά στην περιοχή των δεξαμενών.

4.3.5 Επιθεώρηση επέκτασης της διάρκειας ζωής του πλοίου (*Condition Assessment Survey*)

Τα τελευταία χρόνια ορισμένοι νηογνώμονες, μετά από αιτήματα μεγάλων πλοιοκτήτριων εταιρειών, συνεργάζονται πέρα από το επίπεδο της παραδοσιακής κατάταξης και της πιστοποίησης της μεταλλικής κατασκευής και των μηχανολογικών συστημάτων του πλοίου. Αυτό συμβαίνει διότι παρακινούμενες από τα ραγδαία αυξανόμενα κόστη αντικατάστασης των μεγάλων εμπορικών πλοίων που ανέρχονται πλέον σε υπέρογκα ποσά και προσπαθώντας να επεκτείνουν τη διάρκεια της εκμεταλλεύσιμης ζωής των πλοίων έχουν ζητήσει από τους νηογνώμονες να αναλάβουν την αντικειμενική αξιολόγηση της συνολικής κατάστασης τους. Τα προς αξιολόγηση πλοία είναι 20-25 ετών και γίνεται προσπάθεια ώστε οι αποφάσεις σχετικά με τη σταδιακή αντικατάσταση ή επισκευή των μονάδων του κάθε στόλου να λαμβάνονται με ορθολογικά, κατά το δυνατό, κριτήρια. Από την πλευρά τους οι Νηογνώμονες, ανταποκρινόμενοι σε αυτό το αίτημα της αγοράς και έχουν συντάξει διαδικασίες αξιολόγησης με βάση τις οποίες αφενός κρίνεται η υπάρχουσα κατάσταση, αφετέρου προτείνονται μέτρα βελτίωσής της. Σε ορισμένες περιπτώσεις οι προτάσεις βελτίωσης και επισκευών γίνονται αναφορικά με την κατάσταση μίας κατασκευής συγκεκριμένου τύπου και ηλικίας. Έτσι είναι δυνατόν να προταθούν επισκευές σε ένα πλοίο ηλικίας 22 ετών, οι οποίες να το φέρουν σε κατάσταση πλοίου ίδιου τύπου ηλικίας 10 ή 15 ετών. Εναπόκειται στην πλοιοκτήτρια εταιρεία να επιλέξει το πρόγραμμα ανανέωσης/επισκευής, το οποίο δεν έχει άμεση σχέση με τη συντήρηση για τα πιστοποιητικά κλάσης, αλλά περισσότερο με τα μακροχρόνια προγράμματα στρατηγικής επενδύσεων της εταιρείας, καθώς και με τις απαιτήσεις των ναυλωτών.

5 Η Σημασία της Φθοράς της Μεταλλικής Κατασκευής των Δεξαμενοπλοίων

5.1 Η Συμπεριφορά των Ναυπηγικών Υλικών

Στη ναυπηγική τεχνολογία τα μέταλλα που κυρίως συναντάμε είναι ο χάλυβας, ο χαλκός και τα κράματά του, καθώς και τα κράματα αλουμινίου. Συχνά, χρησιμοποιούνται οι ανοξείδωτοι χάλυβες, το τιτάνιο, το ουράνιο και τα κράματα μαγνησίου. Καθένα από τα παραπάνω μέταλλα όταν βρεθεί σε ένα έντονα διαβρωτικό περιβάλλον, όπως είναι το νερό της θάλασσας, συμπεριφέρεται με διαφορετικό τρόπο. Παρακάτω, εξετάζεται η συμπεριφορά των μετάλλων που χρησιμοποιούνται ευρέως στη ναυπηγική.

5.1.1 Χάλυβας (*Steel*)

Είναι γεγονός πως ο χάλυβας αποτελεί το κυριότερο ναυπηγικό υλικό. Τα διάφορα είδη χάλυβα που συναντάμε αποτελούν κράματα Fe-C με την περιεκτικότητα σε άνθρακα να φτάνει το 1,5% κατά βάρος. Οι χάλυβες προκειμένου να τροποποιούν τις μηχανικές και φυσικοχημικές τους ιδιότητες μπορεί να διαθέτουν σε μικρές ποσότητες και ορισμένα άλλα στοιχεία κραμάτωσης.

Ανάλογα με τις μηχανικές τους ιδιότητες και την χημική σύστασή τους, οι χάλυβες που χρησιμοποιούνται σήμερα στη ναυπηγική ταξινομούνται σε συγκεκριμένες κατηγορίες. Τις κατηγορίες αυτές αποτελούν οι χάλυβες A, B, D και E. Τα γράμματα περιγράφουν την ποιότητα του υλικού και την σταδιακή αύξηση της σκληρότητας, δηλαδή το εύρος της αντίστασης σε διάδοση ρωγμής. Όσον αφορά τους χάλυβες κατηγορίας F, πρόκειται για χάλυβες που χρησιμοποιούνται σε αρκετά χαμηλές θερμοκρασίες και δεν τους συναντάμε στην κατασκευή δεξαμενόπλοιοιων.

Οι χάλυβες κατηγοριοποιούνται, επίσης, ανάλογα με την ελάχιστη τάση διαρροής τους. Οι τάσεις διαρροής συνήθως είναι 235 MPa, 315 MPa και 355 MPa. Τις τάσεις αυτές οφείλουμε να τις αναφέρουμε στα κατασκευαστικά σχέδια και σε περίπτωση που συνδυάζονται με τις παραπάνω κατηγορίες να σημειώνονται ως κατηγορίες A, AH32 και AH36 για την κατηγορία A αντίστοιχα. Οι χάλυβες που σημειώνονται με σκέτο γράμμα πρόκειται για τους λεγόμενους κοινούς χάλυβες, ενώ με συνδυασμό γραμμάτων και αριθμών περιγράφονται οι χάλυβες υψηλής αντοχής. Σπανιότερα, για τους χάλυβες υψηλής αντοχής χρησιμοποιούνται οι κωδικοί HT32 και HT36.

Οι Νηογώμονες δημοσιεύουν πίνακες με τους οποίους καθορίζονται οι ποιότητες των ναυπηγικών χαλύβων συνήθους και υψηλής αντοχής. Στις κατηγορίες αυτές περιλαμβάνονται χάλυβες διαφόρων επιπέδων δυσθραυστότητας (*fracture toughness*), ενώ αναφέρονται και οι επιτρεπόμενες χρήσεις τους στις ναυπηγικές κατασκευές.

Παρακάτω αναφέρονται τα διάφορα είδη χάλυβα.

1. Κοινοί χάλυβες (*mild steels*)

Εδώ συναντάμε χάλυβες στους οποίους δεν γίνεται προσθήκη στοιχείων παρά μόνο ελάχιστων ποσοτήτων ικανών για τη βελτίωση των ιδιοτήτων του κράματος. Ανάλογα με την περιεκτικότητα σε άνθρακα διαφοροποιείται η αντοχή του χάλυβα και το μέρος που πρόκειται να χρησιμοποιηθεί. Όσον αφορά τους κοινούς χάλυβες συναντάμε τις κάτωθι κατηγορίες.

- Κατηγορία A

Χάλυβες αυτής της κατηγορίας χρησιμοποιούνται για κάθε συνήθη χρήση ελασμάτων πάχους έως 19 mm. Χάλυβας αυτής της κατηγορίας μπορεί, επίσης, να χρησιμοποιηθεί για πάχη από 19 mm έως 51mm σε ορισμένα τμήματα του πλοίου με εξαίρεση την περιοχή του πυθμένα, τα ελάσματα του κυρίου καταστρώματος, του ζωστήρα, και άλλων στοιχείων που υπόκεινται σε αυξημένες καταπονήσεις.

- Κατηγορία *B*

Η κατηγορία αυτή προδιαγράφεται για πάχη ελασμάτων άνω των 25 mm και για ειδικές περιοχές, όπως ελάσματα του κυρτού της γάστρας, του ζωστήρα κλπ. πάχους έως 16 mm.

- Κατηγορία *D*

Χάλυβες αυτής της κατηγορίας χρησιμοποιούνται για πάχη μέχρι 35 mm και για ειδικές χρήσεις έως 22,5 mm.

- Κατηγορίες *CS* και *E*

Σε αυτήν τη κατηγορία οι χάλυβες αφορούν πάχη έως 51 mm και προορίζονται για κάθε χρήση.

2. Χάλυβες υψηλής αντοχής (*high strength steels*)

Αυτοί οι χάλυβες οφείλουν την υψηλή τους αντοχή στην περιεκτικότητα έως 3% σε νικέλιο, χρώμιο, μαγγάνιο και μολυβδαίνιο. Εδώ συναντάμε τις κάτωθι κατηγορίες.

- Κατηγορία *AH*

Χάλυβες αυτής της κατηγορίας χρησιμοποιούνται για κάθε συνήθη χρήση ελασμάτων πάχους έως 19 mm. Χάλυβας αυτής της κατηγορίας μπορεί, επίσης, να χρησιμοποιηθεί για πάχη από 19 mm έως 51mm σε οποιοδήποτε τμήμα του σκάφους με εξαίρεση την περιοχή του πυθμένα, τα ελάσματα του κυρίου καταστρώματος, του ζωστήρα, και άλλων στοιχείων που υπόκεινται σε αυξημένες καταπονήσεις.

- Κατηγορία *DH*

Χάλυβες αυτής της κατηγορίας γίνονται δεκτοί για κάθε χρήση έως 51 mm, με εξαίρεση ειδικά μέρη της κατασκευής όπου είναι επιτρεπτή η χρήση πάχους έως 27,5 mm.

- Κατηγορία *EH*

Οι χάλυβες αυτής της κατηγορίας προορίζονται για κάθε χρήση χωρίς εξαιρέσεις για ελάσματα πάχους έως 51 mm.

Κατά τη διάρκεια της δεκαετίας του 1940 κάνουν την εμφάνισή τους νέοι τύποι χάλυβα υψηλότερης αντοχής από εκείνους που μέχρι πρότινος χρησιμοποιούνταν στη ναυπηγική. Το γεγονός αυτό οδήγησε στην αντικατάσταση του κοινού χάλυβα με όριο διαρροής περίπου 235 – 245 MPa από χάλυβες υψηλής αντοχής (*high tensile steel - HTS*) που παρουσιάζουν όριο διαρροής 350 MPa. Στη συνέχεια, ακολούθησε η χρήση χάλυβα τύπου *HY-130* με όριο διαρροής 560 MPa, ενώ μετέπειτα εμφανίζονται χάλυβες ακόμη υψηλότερης αντοχής που περιλαμβάνουν τους τύπους *HY-100* και *HY-130* με όρια διαρροής 690 MPa και 900 MPa αντίστοιχα.

Μικροκραματοποιημένοι χάλυβες υψηλής αντοχής (*high strength low alloy HSLA steels*)

Μία νέα σχετικά κατηγορία χάλυβων υψηλής αντοχής αποτελούν οι μικροκραματοποιημένοι χάλυβες υψηλής αντοχής (*high strength low alloy – HSLA – steels*). Εδώ, ο συνδυασμός «καθαρών» μεθόδων παρασκευής, η προσθήκη μικρών ποσοτήτων βελτιωτικών στοιχείων και η χρήση κατάλληλων θερμικών κατεργασιών οδηγεί στην ενίσχυση της αντοχής. Παράλληλα,

αποτέλεσμα των παραπάνω είναι η δημιουργία φερριτικής μικροδομής που επιτυγχάνει την καλύτερη συγκολλητικότητα (*weldability*).

Παρακάτω παρουσιάζονται οι χημικές συστάσεις για ορισμένους τύπους χαλύβων υψηλής αντοχής που χρησιμοποιούνται σε εφαρμογές της ναυπηγικής όπου απαιτείται αυξημένη αντοχή και δυσθραυστότητα.

Τύπος Χάλυβα	Περιεκτικότητα Μετάλλου στο Κράμα (%)									
	<i>C</i>	<i>Mn</i>	<i>P</i>	<i>S</i>	<i>Si</i>	<i>Cr</i>	<i>Ni</i>	<i>Mo</i>	<i>Cu</i>	<i>V</i>
HSLA-80	0,07 <i>max</i>	0,40- 0,70	0,025 <i>max</i>	0,025 <i>max</i>	0,40 <i>max</i>	0,60- 0,90	0,70- 1,00	0,15- 0,25	1,00 - 1,30	...
HY-80	0,18 <i>max</i>	0,10- 0,40	0,025 <i>max</i>	0,025 <i>max</i>	0,15- 0,35	1,00- 1,80	2,00- 3,25	0,20- 0,60	0,26 <i>max</i>	0,03 <i>max</i>
HY-100	0,12 - 0,20	0,10- 0,40	0,025 <i>max</i>	0,025 <i>max</i>	0,15- 0,35	1,00- 1,80	2,25- 3,50	0,20- 0,60	0,25 <i>max</i>	0,03 <i>max</i>
HY-130	0,12 <i>max</i>	0,60- 0,90	0,010 <i>max</i>	0,010 <i>max</i>	0,20- 0,35	0,40- 0,70	4,75- 5,25	0,30- 0,65	0,25 <i>max</i>	0,05- 0,10
HTS	0,18 <i>max</i>	0,90- 1,60	0,04 <i>max</i>	0,04 <i>max</i>	0,10- 0,50	0,25 <i>max</i>	0,40 <i>max</i>	0,08 <i>max</i>	0,35 <i>max</i>	0,10 <i>max</i>

Πίνακας 24: Χημική σύσταση χαλύβων υψηλής αντοχής.

Συμπεριφορά του χάλυβα στο θαλασσινό νερό

Ο χάλυβας εμφανίζει σημαντικά επίπεδα διάβρωσης όταν βρίσκεται μερικώς βυθισμένος, δηλαδή είναι στην τριεπιφάνεια αέρα/μετάλλου/νερού. Συγκεκριμένα, η περίσσεια οξυγόνου σε αυτό το σημείο ευνοεί την διαδικασία της οξείδωσης. Αντίθετα, η έλλειψη οξυγόνου στο μέρος του ελάσματος που είναι πλήρως βυθισμένο δεν δημιουργεί μεγάλης έκτασης διάβρωση. Η ροή του νερού ευνοεί την ανάπτυξη της σκουριάς και μάλιστα όσο η ταχύτητα του ρευστού μεγαλώνει, τόσο μεγαλώνει και ο ρυθμός που διαβρώνεται ο χάλυβας. Το φαινόμενο αυτό συμβαίνει διότι η υπάρχουσα σκουριά στην επιφάνεια του ελάσματος παρασύρεται από την ροή του νερού, με αποτέλεσμα να ξαναρχίζει η διαδικασία δημιουργίας νέας σκουριάς.

Η θέση που ο χάλυβας κατέχει στη γαλβανική κλίμακα των μετάλλων στο θαλασσινό νερό αποτελεί σημαντικό παράγοντα του ρυθμού που διαβρώνεται. Συγκεκριμένα, επειδή βρίσκεται χαμηλά, όταν οι χάλυβες βρεθούν σε επαφή με κράματα που βρίσκονται ψηλά στη γαλβανική κλίμακα, όπως για παράδειγμα ο ορείχαλκος, τότε οι χάλυβες φθείρονται με ταχύτατους ρυθμούς λόγω της ηλεκτροχημικής διάβρωσης στο νερό.

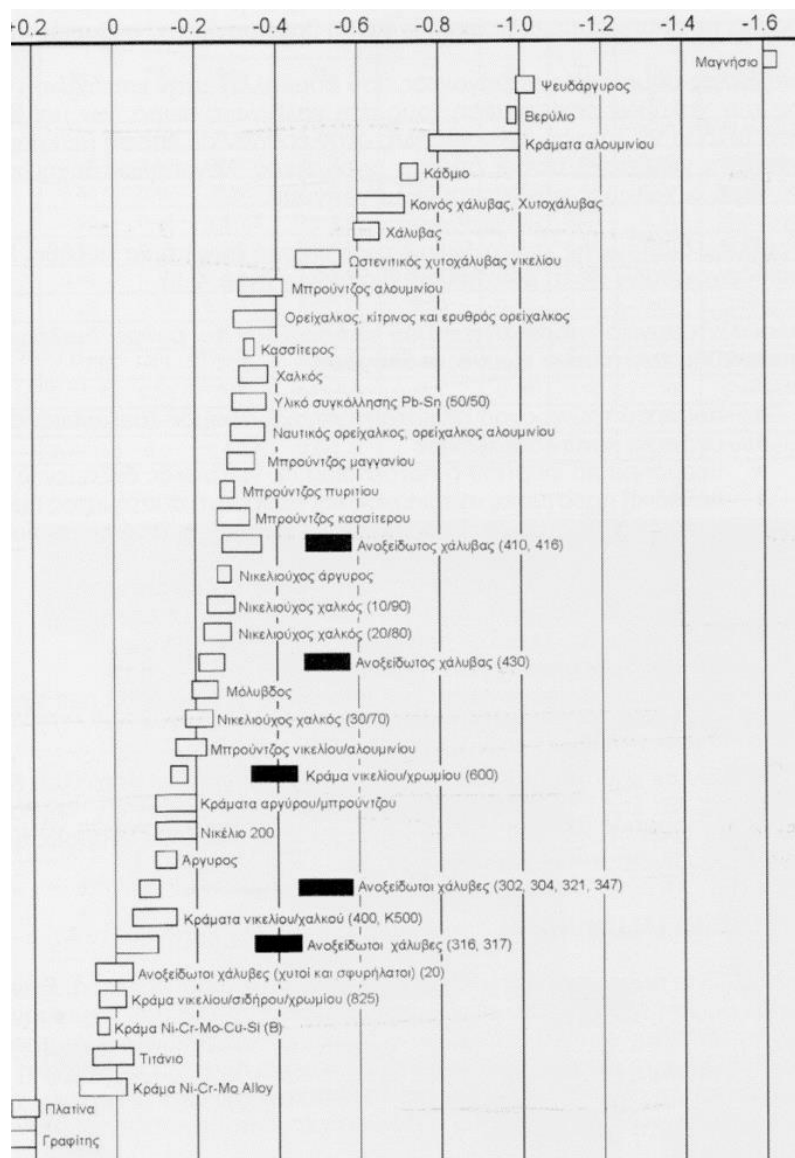
Η παρουσία μικροοργανισμών μπορεί επίσης να αυξήσει τον ρυθμό διάβρωσης των χαλύβδινων επιφανειών.

Λειτουργικοί παράγοντες που δύναται να επηρεάσουν το ρυθμό που διαβρώνεται η χαλύβδινη επιφάνεια των πλοίων μπορεί να είναι οι παρακάτω:

- Η χρονική διάρκεια που το πλοίο βρίσκεται σε κατάσταση ερματισμού (*ballast condition*).
- Το ποσοστό υγρασίας στις κενές δεξαμενές.
- Η θερμοκρασία φορτίου ή πετρελαίου των γειτονικών δεξαμενών.
- Η καθοδική προστασία (σχεδίαση και λειτουργία του συστήματος προστασίας με ανόδους)

- Ο τύπος του προστατευτικού επιστρώματος.
- Η προετοιμασία της μεταλλικής επιφάνειας.
- Η συντήρηση του συστήματος προστασίας από διάβρωση.
- Ο σχεδιασμός κατασκευής του πλοίου και των δεξαμενών.
- Η συχνότητα και οι μέθοδοι πλύσης των δεξαμενών.
- Καθαρό ή βρώμικο έρμα.
- Τύπος συστήματος αδρανούς αερίου (*inert gas system*).
- Η ταχύτητα και οι πλώες του πλοίου.

Όταν στο περιβάλλον δεν υπάρχουν άλατα η σκουριά στο γυμνό μέταλλο δεν αποτελεί σημαντικό πρόβλημα, ενώ σε ξηρό περιβάλλον το ποσοστό διάβρωσης είναι αμελητέο. Αντίθετα, στο θαλάσσιο περιβάλλον η παρουσία αλάτων και υγρασίας οδηγεί σε ρυθμούς διάβρωσης περίπου ίδιους με εκείνους του βυθισμένου στο νερό χάλυβα.



Εικόνα 22: Γαλβανική σειρά των μετάλλων σε θαλάσσιο νερό. (Πέτρος Α. Καρύδης. *Επιθεώρηση, Συντήρηση και Επισκευή της Μεταλλικής Κατασκευής του Πλοίου*. Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Ε.Μ.Π., 2002.)

5.1.2 Αλουμίνιο (*Aluminium*)

Το αλουμίνιο εξαιτίας του στρώματος οξειδίου (Al_2O_3) που σχηματίζεται στην επιφάνειά του γενικά εμφανίζει μεγάλη αντοχή στη διάβρωση. Παρά ταύτα, καθώς βρίσκεται χαμηλά στην γαλβανική κλίμακα, όταν σταματήσει η προστασία του στρώματος, αρχίζει να διαβρώνεται ταχύτατα. Το χαμηλό ειδικό βάρος κάνει το αλουμίνιο να χρησιμοποιείται συχνά στις ναυπηγικές κατασκευές. Τα κράματα του αλουμινίου που χρησιμοποιούνται στη ναυπηγική καθώς και η σύνθεσή τους παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα.

Συμβολισμός Κατά <i>Aluminium</i> <i>Association</i>	<i>Si</i>	<i>Fe</i>	<i>Mn</i>	<i>Mg</i>	<i>Cr</i>	<i>Zn</i>	<i>Ti</i>	<i>Cu</i>	<i>Al</i>	Άλλα Στοιχεία
5052	0,25	0,40	0,10	2,2- 2,8	0,15- 0,35	0,10	-	0,10	Υπόλοιπο	0,05-0,15
5154A	0,50	0,50	0,50	3,1- 3,9	0,25	0,20	0,20	0,10	Υπόλοιπο	0,05-0,15
5754	0,40	0,40	0,50	2,6- 3,6	0,30	0,20	0,15	0,10	Υπόλοιπο	0,05-0,15
5454	0,25	0,40	0,5- 1,0	2,4- 3,0	0,05- 0,20	0,25	0,20	0,10	Υπόλοιπο	0,05-0,15
5086	0,40	0,50	0,2- 0,7	3,5- 4,5	0,05- 0,25	0,25	0,15	0,10	Υπόλοιπο	0,05-0,15
5083	0,40	0,40	0,4- 1,0	4,0- 4,9	0,05- 0,25	0,25	0,15	0,10	Υπόλοιπο	0,05-0,15
5383	0,25	0,25	0,7- 1,0	4,0- 5,2	0,25	0,40	0,15	0,20	Υπόλοιπο	0,05-0,15
6060	0,3- 0,6	0,1- 0,3	0,10	0,35- 0,6	0,05	0,05	0,10	0,10	Υπόλοιπο	0,05-0,15
6061	0,4- 0,8	0,7	0,15	0,8- 1,2	0,04- 0,35	0,25	0,15	0,15- 0,4	Υπόλοιπο	0,05-0,15
6063	0,2- 0,6	0,35	0,10	0,45- 0,9	0,1	0,10	0,10	0,10	Υπόλοιπο	0,05-0,15
6005A	0,5- 0,9	0,35	0,50	0,4- 0,7	0,3	0,20	0,10	0,30	Υπόλοιπο	0,05-0,15
6082	0,7- 1,3	0,5	0,4- 1,0	0,6- 1,2	0,25	0,20	0,10	0,10	Υπόλοιπο	0,05-0,15

Πίνακας 25: Κράματα αλουμινίου που χρησιμοποιούνται σε ναυπηγικές εφαρμογές.

Το αλουμίνιο οφείλει την ανθεκτικότητά του στην ύπαρξη ενός σκληρού προστατευτικού στρώματος οξειδίου, το οποίο δημιουργείται όταν το γυμνό μέταλλο βρεθεί στον αέρα ή στο οξυγόνο που βρίσκεται στο θαλασσινό νερό.

Όσον αφορά τα μειονεκτήματα που εμφανίζει το αλουμίνιο, το κύριο πρόβλημα του αλουμινίου και των κραμάτων του είναι η γαλβανική διάβρωση καθώς το αλουμίνιο βρίσκεται χαμηλά στη γαλβανική σειρά και όταν έρθει σε επαφή με μέταλλα που βρίσκονται ψηλά στη γαλβανική κλίμακα αντιδρά ηλεκτρικά, με αποτέλεσμα την ταχύτατη διάβρωση. Δεδομένου του παραπάνω εάν πρόκειται να συνδεθεί κάποιο μέταλλο με το αλουμίνιο, θα πρέπει να φροντίσουμε το μέταλλο να βρίσκεται κοντά του στη γαλβανική κλίμακα, όπως για παράδειγμα ο ψευδάργυρος και το κάδμιο. Επίσης, δύναται να γίνει προσπάθεια μόνωσης του ηλεκτρικού ρεύματος έτσι ώστε αποφευχθεί η δημιουργία ηλεκτρολυτικού κελιού.

Άλλα δύο βασικά μειονεκτήματα του αλουμινίου είναι η χαμηλή θερμοκρασία τήξεως, καθώς και το χαμηλό μέτρο ελαστικότητας.

Επίσης, σε κράματα αλουμινίου τα οποία έχουν υποστεί θερμική κατεργασία είναι δυνατόν να εμφανιστεί θραύση κατά την επιβολή τάσεων, σε συνδυασμό με διάβρωση παρουσία θαλασσινού νερού. Το κύριο χαρακτηριστικό αυτής της προσβολής είναι η θραύση όλμου υλικού κατά ψαθυρό τρόπο.

Τα κράματα αλουμινίου είναι δυνατόν να υποστούν θερμική κατεργασία, οπότε αποκτούν μεγαλύτερη αντοχή. Τα μη υποκείμενα σε θερμική κατεργασία χρησιμοποιούνται σε περιπτώσεις όπου η αντοχή σε διάβρωση παίζει το σημαντικότερο ρόλο. Τα κυριότερα στοιχεία προσμείξεως είναι ο χαλκός, το μαγνήσιο, το πυρίτιο, το μαγγάνιο και ο ψευδάργυρος. Οι προσμείξεις αυτές αυξάνουν τη σκληρότητα, την αντοχή, την ελατότητα, την ευχέρεια κατεργασίας και την συγκολλητότητα του υλικού.

5.1.3 Χαλκός (*Copper*)

Ο χαλκός πρόκειται για ένα πολύ γνώριμο μέταλλο που όμως δεν έχει υψηλή αντοχή και κάμπτεται εύκολα. Χαρακτηριστικό είναι το γεγονός ότι η επιφάνεια του χαλκού, όταν το μέταλλο εκτίθεται στο περιβάλλον, αποκτά ένα πρασινωπό χρώμα.

Χρήση χαλκού γίνεται κυρίως στις σωληνώσεις, αλλά εξαιτίας της ευαισθησίας του σε πρόσκρουση του υγρού πάνω στην επιφάνειά του δεν αποτελεί και την καλύτερη επιλογή. Η επίδραση ενός ρευστού που ρέει με μεγάλη ταχύτητα ξεκινά με τη διάβρωση του προστατευτικού στρώματος οξειδίου και στη συνέχεια η καταστροφική του δράση συνεχίζεται στο απροστάτευτο μέταλλο. Γενικά, στο ήρεμο νερό ο χαλκός παρουσιάζει ομαλή διάβρωση, ενώ η διάβρωση από βελονισμούς (*pitting corrosion*) δεν αποτελεί εδώ ιδιαίτερο ζήτημα. Από την άλλη μεριά βέβαια, ο χαλκός εμφανίζει υψηλό ρυθμό διάβρωσης όταν βρίσκεται σε περιβάλλον που περιέχει αμμωνία και υδρογόνο (π.χ. ρυπασμένα νερά, σωλήνες ψύξεως της κύριας μηχανής).

5.1.4 Ορείχαλκος (*Brass*)

Το κράμα χαλκού και ψευδαργύρου (*Cu-Zn*) ονομάζεται ορείχαλκος και έχει κιτρινωπό χρώμα. Ο ορείχαλκος εμφανίζει μεγαλύτερη αντοχή σε σχέση με τον χαλκό, ενώ παράλληλα είναι πιο οικονομικός. Στη ναυπηγική τεχνολογία χρησιμοποιούνται δύο βασικοί τύποι αυτού του κράματος. Στην πρώτη περίπτωση έχουμε τον τύπο 70/30 (30% περιεκτικότητα σε ψευδάργυρο) και στην δεύτερη περίπτωση τον τύπο 60/40 (40% περιεκτικότητα σε ψευδάργυρο). Δεδομένου ότι ο ψευδάργυρος αποδεδεσμεύεται από το κράμα (*de-zincification*) όταν βρεθεί σε θαλασσινό νερό, αφήνοντας μία σπογγώδη μάζα από χαλκό με μη επιτρεπτές μηχανικές ιδιότητες, οι παραπάνω τύποι δεν χρησιμοποιούνται σε περιπτώσεις βυθισμένων στη θάλασσα τμημάτων του σκάφους. Συγκεκριμένα, χρήση ορείχαλκου γίνεται ως επί το πλείστον σε κατασκευές στο κατάστρωμα και σε ειδικές περιπτώσεις όπως είναι τα πτερύγια της έλικας, με την παράλληλη προστασία από ηλεκτρικό ρεύμα.

5.1.5 Κράματα Χαλκού Χωρίς Ψευδάργυρο

Πρόκειται για τον γνωστό μπρούντζο (*bronze*). Αυτό το μέταλλο εξαιτίας της μεγάλης περιεκτικότητας σε χαλκό και της μη περιεκτικότητας σε ψευδάργυρο εμφανίζει καλύτερες αντιδιαβρωτικές ιδιότητες από τον ορείχαλκο, αλλά σαφώς είναι ακριβότερο σαν υλικό. Χρήση μπρούντζου με αλουμίνιο και νικέλιο ή μπρούντζου με αλουμίνιο, νικέλιο και μαγνήσιο γίνεται

ως επί το πλείστον στις έλικες, καθώς είναι απαραίτητη η υψηλή ανθεκτικότητα στη διάβρωση με βελονισμούς, στη διάβρωση με μηχανική καταπόνηση και στην επίδραση της ταχύτητας του νερού.

5.1.6 Ανοξειδωτοι Χάλυβες (*Stainless Steels*)

Ένα μέταλλο που χρησιμοποιήθηκε σχετικά πρόσφατα στην ναυπηγική πρόκειται για τον ανοξειδωτο χάλυβα. Στοιχεία όπως το λαμπερό χρώμα, η γυαλάδα και ότι δεν ξεθωιάζει καθιστούν τον ανοξειδωτο χάλυβα ιδιαίτερα περιζήτητο. Σε σχέση με άλλα κράματα χαλκού, εδώ συναντάμε υψηλότερη αντοχή, ενώ από οικονομικής άποψης είναι φθηνότερος από το χαλκό και τον μπρούντζο καθώς βασικό συστατικό του είναι ο σίδηρος.

Η παρουσία χρωμίου στους ανοξειδωτους χάλυβες καθιστά αυτό το υλικό ιδιαίτερα ανθεκτικό στη διάβρωση. Το χρώμιο ως μέταλλο αντιδρά με το οξυγόνο πολύ γοργά και σχηματίζει στρώμα οξειδίου, που ονομάζεται παθητικό στρώμα (*passive film*), με πολύ καλές αντιδιαβρωτικές ιδιότητες. Το παθητικό στρώμα είναι καθοδικότερο από το βασικό μέταλλο όταν καταστραφεί, το γειτονικό βασικό μέταλλο που είναι εκτεθειμένο στο θαλασσινό δρα ως θυσιαζόμενη άνοδος (*sacrificial anode*). Όταν το ποσοστό του χρωμίου ξεπερνά το 12%, η αντίσταση σε διάβρωση είναι σημαντική και η σκουριά παύει να είναι πρόβλημα.

Υπάρχουν βέβαια πολλοί τύποι ανοξειδωτων χάλυβων, οι οποίοι διακρίνονται κυρίως με βάση την περιεκτικότητα σε χρώμιο και νικέλιο. Όμως τα βασικά είδη είναι τρία: οι ωστενιτικοί, οι φερριτικοί και οι μαρτενσιτικοί χάλυβες. Για τους σκοπούς της ναυπηγικής ευρεία χρήση έχουν οι ωστενιτικοί χάλυβες. Ο πλέον χρησιμοποιούμενος ωστενιτικός χάλυβας περιέχει 8% Ni, 18% Cr και είναι γνωστός ως 18/8. Παρουσιάζει όμως δύο σημαντικά βλήματα:

1. Φθορά συγκόλλησης. Πρόκειται ουσιαστικά για μείωση της αντίστασης κατά της διάβρωσης στην περιοχή της συγκόλλησης. Η μείωση αυτή οφείλεται στο ότι λωρίδες μετάλλου κοντά στη συγκόλληση, περίπου 1 – 3 mm, γίνονται φτωχότερες σε περιεκτικότητα χρωμίου καθιστώντας το μέταλλο ευάλωτο στη διάβρωση. Το πρόβλημα αυτό δεν μπορεί να παρατηρηθεί με γυμνό μάτι, αλλά και ένα τεστ αντοχής είναι δυνατό να μην το εντοπίσει. Μόνο μέσα σε έντονο διαβρωτικό περιβάλλον το πρόβλημα εμφανίζεται, δυστυχώς πολύ αργά.
2. Διάβρωση με βελονισμούς. Το ισχυρό οξείδιο που δημιουργεί το χρώμιο διατηρείται από το οξυγόνο. Το οξυγόνο προέρχεται από τον αέρα ή από το νερό, αν ο χάλυβας είναι εμβαπτισμένος. Το πρόβλημα προκύπτει όταν το οξυγόνο δεν είναι αρκετό για να διατηρηθεί το οξείδιο προστασίας και αυτό συμβαίνει συνήθως μέσα στο νερό. Τότε μικρές επιφάνειες χάνουν το προστατευτικό στρώμα του οξειδίου και το γυμνό μέταλλο παραμένει εκτεθειμένο. Το αποτέλεσμα είναι οι μικρές αυτές επιφάνειες απροστάτευτου μετάλλου, λόγω γαλβανικής διάβρωσης, να φθείρονται πολύ γρήγορα και να δημιουργούνται βελονισμοί. Οι βελονισμοί μπορούν να διατρυπήσουν ένα λεπτό έλασμα σε διάστημα λίγων μηνών σε θαλάσσιο περιβάλλον.

Τα δύο αυτά προβλήματα καθιστούν τους ανοξειδωτους χάλυβες ακατάλληλους για χρήση κάτω από την επιφάνεια της θάλασσας. Έτσι, χρησιμοποιούνται σε εφαρμογές κυρίως στο κατάστρωμα. Επίσης, αν πρόκειται να γίνει συγκόλληση, καλό είναι να χρησιμοποιούνται τύποι με χαμηλή περιεκτικότητα σε άνθρακα ή να λαμβάνονται προληπτικά μέτρα για τη θερμότητα λόγω συγκόλλησης, διαφορετικά από τη φθορά λόγω συγκόλλησης θα προκύψει κατάρρευση ακόμα και για μικρές φορτίσεις.

Στα πλοία μεταφοράς χημικών φορτίων η επιλογή του τύπου ανοξειδωτου χάλυβα που πρόκειται χρησιμοποιηθεί θα πρέπει να γίνεται σύμφωνα με τις αναλυτικές πληροφορίες του κατασκευαστή του μετάλλου και των χημικών. Επίσης, αυξημένη προσοχή θα πρέπει να

επιδεικνύεται κατά την διάρκεια των συγκολλήσεων δεδομένου ότι μπορεί να είναι σε μεγάλο βαθμό διαβρωτικά σε σχέση με τα υπόλοιπα υλικά. Επίσης, προσοχή χρειάζεται να δίνεται και στα χημικά φορτία για τους ίδιους λόγους.

5.2 Τα Φαινόμενα που Οδηγούν στη Φθορά της Μεταλλικής Κατασκευής

5.2.1 Η Διάβρωση

Διάβρωση (corrosion) ονομάζεται η αλληλεπίδραση ενός μετάλλου με το περιβάλλον του, μία διαδικασία η οποία έχει ως αποτέλεσμα την αλλαγή των ιδιοτήτων του πρώτου και κατά συνέπεια οδηγεί συχνά σε υποβάθμιση της λειτουργίας του μετάλλου, του περιβάλλοντος ή του συστήματος στο οποίο αποτελεί μέρος.

Το φαινόμενο της διάβρωσης αποτελεί τη σημαντικότερη αιτία φθοράς της κατασκευής ενός πλοίου και έχει ως βασικό αποτέλεσμα τη μείωση του πάχους των ελασμάτων και των στοιχείων που το αποτελούν. Το γεγονός αυτό οδηγεί στην εμφάνιση μεγαλύτερων τάσεων και στη μείωση της αντοχής των διαφόρων στοιχείων της κατασκευής, ενώ ταυτόχρονα αυξάνεται η τραχύτητα των ελασμάτων της γάστρας στα ύφαλα με αποτέλεσμα την αύξηση της αντίστασης τριβής και κατά συνέπεια της ανάγκης σε ενέργεια για την πρόωση του πλοίου.

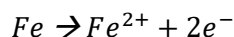
Η διάβρωση με βάση τον τρόπο που συντελείται διακρίνεται είτε σε ηλεκτροχημική (*electrochemical corrosion*) είτε σε χημική (*chemical corrosion*). Στη χημική διάβρωση δημιουργείται αλλοίωση του μετάλλου εξαιτίας της ένωσής του με ουσίες του περιβάλλοντος, απουσία υγρού ηλεκτρολύτη. Αντίθετα, στην ηλεκτροχημική διάβρωση συναντάμε περιπτώσεις αλλοίωσης του μετάλλου λόγω χημικών διαδικασιών που συνοδεύονται από ηλεκτρικό ρεύμα. Η διάβρωση όταν είναι ηλεκτροχημικής φύσεως επηρεάζεται άμεσα από τη θερμοκρασία και είναι εντονότερη σε σύγκριση με την καθαρά χημική διάβρωση. Έχει δηλαδή μεγαλύτερη ενεργειακή και χημική απόδοση. Με πιο απλά λόγια, ηλεκτροχημική διάβρωση έχουμε όταν δύο ελάσματα από διαφορετικά μέταλλα, για παράδειγμα σιδήρου και χαλκού, βρεθούν σε υγρό στο οποίο περιέχεται διάλυμα χλωριούχου νατρίου και τα άκρα τους που βρίσκονται έξω από το υγρό ενωθούν με ένα σύρμα. Το υγρό αυτό λέμε ότι δρα ως ηλεκτρολύτης (*electrolyte*), δηλαδή μετατρέπει την ενέργεια της χημικής αντίδρασης σε ηλεκτρική. Τα ελάσματα των δύο μετάλλων ονομάζονται ηλεκτρόδια (*electrodes*), ενώ το τμήμα τους που βρίσκεται έξω από το υγρό ονομάζεται πόλος (*pole*).

Το ηλεκτρικό ρεύμα δημιουργείται από το ένα μέταλλο που αναφέρεται ως κάθοδος (*cathode*) στο άλλο μέταλλο που αναφέρεται ως άνοδος (*anode*). Στην άνοδο δημιουργείται φθορά του μετάλλου, δηλαδή διάβρωση. Η παραπάνω χημική δράση ονομάζεται ηλεκτρόλυση (*electrolysis*).

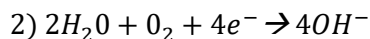
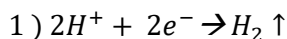
Το φαινόμενο αυτό δύναται να πραγματοποιηθεί και σε δύο ελάσματα από ίδιο μέταλλο, τα οποία όμως διαφέρουν στην ποιότητα ή στον τρόπο που έχουν επεξεργαστεί.

Σημαντικό να αναφερθεί ότι η ηλεκτροχημική διάβρωση είναι η συνηθέστερη μορφή διάβρωσης στη ναυπηγική. Στα χαλύβδινα μέρη της γάστρας του πλοίου εξαιτίας της κατεργασίας που έχουν υποστεί παρουσιάζεται διαφορετικό ηλεκτροχημικό δυναμικό, παρόμοιο με αυτό που υπάρχει μεταξύ μιας ορειχάλκινης έλικας και του χάλυβα της γάστρας, γεγονός που οδηγεί σε ηλεκτρόλυση, η οποία με τη σειρά της προκαλεί τη διάβρωση των μετάλλων. Διάβρωση εμφανίζεται, επίσης, και όταν ένα μέταλλο βρεθεί μόνο του σε έναν ηλεκτρολύτη, π.χ. θαλασσινό νερό. Σε αυτή τη περίπτωση η διαφορά δυναμικού μεταξύ του μετάλλου και του ηλεκτρολύτη δημιουργεί τοπικό ρεύμα (corrosion current) και ξεκινά η διάβρωση.

Στην περίπτωση του χάλυβα, το ηλεκτροχημικό φαινόμενο επιτυγχάνεται με τον ιονισμό του σιδήρου που περιέχεται σε αυτόν, όταν βυθιστεί μέσα στον ηλεκτρολύτη. Η αντίδραση του ιονισμού περιγράφεται ως κάτωθι:



Τα ηλεκτρόνια διαμέσου του μετάλλου ρέουν προς την κάθοδο (διάλυμα ηλεκτρολύτη) και δημιουργούν το ρεύμα διάβρωσης. Στην κάθοδο, το ρεύμα διάβρωσης έχει δύο δυνατότητες αντίδρασης:

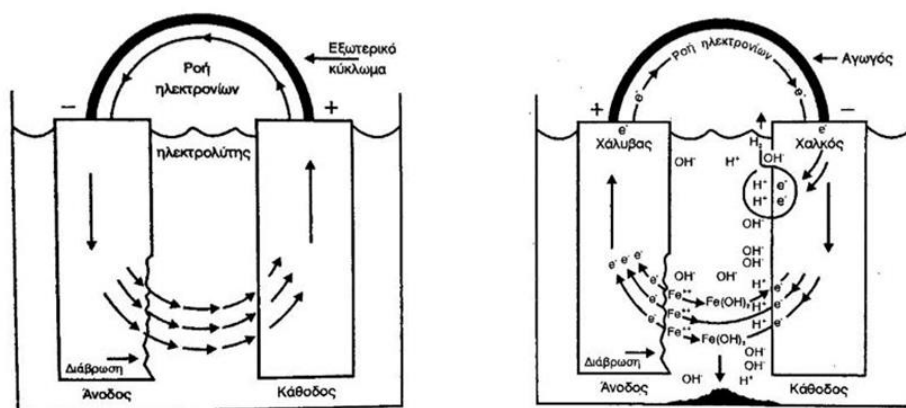


Κύριο αποτέλεσμα των δύο αντιδράσεων, που φαίνονται παραπάνω, είναι η δημιουργία OH^{-} , τα οποία αντιδρώντας με τα ιόντα σιδήρου δίνουν υδροξειδία του σιδήρου, τη γνωστή σε όλους μας σκουριά.

Στη περίπτωση που ο ηλεκτρολύτης έχει χαμηλή περιεκτικότητα σε οξυγόνο, τότε δημιουργείται το επιτεταρτοξειδίο του σιδήρου Fe_3O_4 , η γνωστή μαύρη σκουριά.

Στην περίπτωση που ο ηλεκτρολύτης έχει μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε οξυγόνο, δημιουργείται και ένυδρο οξείδιο του σιδήρου, η γνωστή καστανή σκουριά.

Κατά τη χρήση του ναυπηγικού χάλυβα όταν ξεκινήσει η εμφάνιση διάβρωσης, η αναμενόμενη απώλεια του πάχους του είναι περίπου $0,3 \text{ mm}/\text{έτος}$. Στη περίπτωση που υπάρχει πορώδης διάβρωση, όπως για παράδειγμα λόγω ελλιπούς προστασίας της επιφάνειάς, τότε η απώλεια του πάχους του μπορεί να φτάσει τα $2 \text{ mm}/\text{έτος}$. Αναλογιζόμενοι τις παραπάνω τιμές γίνεται εύκολα κατανοητό το πόσο μπορεί να επηρεάσει η διάβρωση τη μεταλλική κατασκευή ενός πλοίου.



Εικόνα 23: Μηχανισμοί διάβρωσης μεταλλικών κατασκευών.

(Πέτρος Α. Καρύδης. *Επιθεώρηση, Συντήρηση και Επισκευή της Μεταλλικής Κατασκευής του Πλοίου*. Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Ε.Μ.Π., 2002.)

Κατηγορίες Διάβρωσης

Παρακάτω αναπτύσσονται τα διάφορα είδη με τα οποία εμφανίζεται η διάβρωση.

Ομοιόμορφη διάβρωση (general corrosion)

Σε αυτή την κατηγορία διάβρωσης στην επιφάνεια του μετάλλου ή του κράματος παρατηρείται ένα ομοιόμορφο στρώμα σχεδόν σταθερού πάχους το οποίο αποτελεί προϊόν διάβρωσης ή

μπορεί να παρατηρηθεί ομοιόμορφη διάλυση της επιφάνειας. Ο ρυθμός της διάβρωσης (*rate of corrosion*) γίνεται εύκολα αντιληπτός από τη μορφή με την οποία εμφανίζεται το στρώμα του προϊόντος διάβρωσης.

Αν το στρώμα είναι αδιαπέραστο και συνεχές, σε περιπτώσεις που το μέταλλο εφελκύεται δεν αποσπάται και δημιουργείται ξανά όταν μπορεί να προκληθεί κάποιο γδάρσιμο. Σε τέτοια περίπτωση το στρώμα αυτό συμβάλλει στην προστασία κατά της διάβρωσης. Η διάρκεια του προστατευτικού στρώματος άμεσα εξαρτάται από τη παρουσία του οξυγόνου στο νερό. Η έλλειψη οξυγόνου οδηγεί σε διάβρωση με βελονισμούς.

Στους χάλυβες η διαβρωτική ικανότητα του θαλασσινού νερού επηρεάζεται και αυξάνει με την αύξηση των παρακάτω παραγόντων:

- θερμοκρασία
- περιεκτικότητα σε οξυγόνο
- ταχύτητα του νερού
- περιεκτικότητα σε διαβρωτικά στοιχεία
- αγωγιμότητα

Το γεγονός ότι η ομοιόμορφη διάβρωση διακρίνεται εύκολα και ταυτόχρονα αντιμετωπίζεται ευχερώς με κατάλληλη αύξηση του αρχικού πάχους του μετάλλου τη καθιστά ως τη πλέον ακίνδυνη μορφή διάβρωσης.



Εικόνα 24: Ομοιόμορφη διάβρωση (*general corrosion*).
(<https://www.thoughtco.com/types-of-corrosion-2340005>)

Διάβρωση με βελονισμούς (*pitting corrosion*)

Εδώ η διάβρωση περιορίζεται σε ορισμένα μόνο σημεία, αλλά η ταχύτητά της σε αυτά τα σημεία είναι μεγάλη. Συγκεκριμένα, συναντάμε τοπικό σχηματισμό προϊόντος διάβρωσης ή ακόμα και τοπική διάλυση σε βάθος της επιφάνειας. Σε περίπτωση που διασπασθεί η ομοιογένεια του προστατευτικού οξειδίου, για παράδειγμα λόγω έλλειψης οξυγόνου, τα σημεία όπου εμφανίζεται η ανωμαλία γίνονται άνοδοι ηλεκτρολυτικού κελιού, ενώ η υπόλοιπη επιφάνεια δρα ως κάθοδος. Αποτέλεσμα του παραπάνω είναι η ταχεία γαλβανική διάβρωση (*galvanic corrosion*).

Οι αιτίες που δύναται να οδηγήσουν γαλβανικά στοιχεία σε διάβρωση με βελονισμούς μπορεί να είναι η διαφορά συγκέντρωσης οξυγόνου, θερμοκρασίας, ταχύτητας ροής και γενικότερα κάθε διαφορά στις συνθήκες του περιβάλλοντος. Η σημειακή διάβρωση κατά κύριο λόγο στους

ανοξειδωτους χάλυβες και στα κράματα αλουμινίου, επιταχύνεται συνήθως με την ύπαρξη στάσιμων νερών χαμηλών σε περιεκτικότητα οξυγόνου.



Εικόνα 25: Διάβρωση με βελονισμούς (*pitting corrosion*).

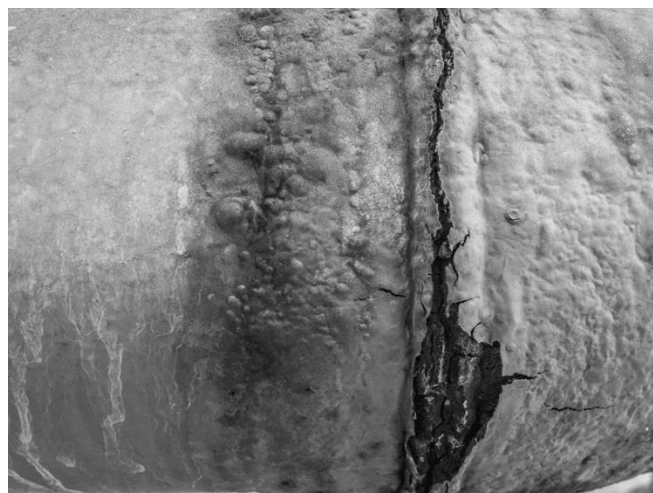
(<https://www.nuflowmidwest.com/2-types-of-corrosion-that-occur-in-industrial-piping-systems/>)

Ψαθυρή θραύση εξαιτίας εσωτερικών μηχανικών τάσεων (*stress corrosion cracking*)

Το αποτέλεσμα που επιφέρει αυτή η κατηγορία διάβρωσης τη καθιστά ως τη πλέον καταστροφική μορφή και έχει μεγάλες οικονομικές επιπτώσεις. Συνήθως συναντάται σε επιφάνειες με εσοχές λόγω βελονισμών ή μηχανικών κακώσεων, όπου ασκούνται εξωτερικές φορτίσεις που προκαλούν ψαθυρή θραύση (*brittle fracture*) ολόκληρου του τμήματος.

Μεγάλη συγκέντρωση τάσεων παρατηρείται στην αρχή της ρωγμής και η διάβρωση μπορεί να είναι έως και 10 φορές πιο έντονη από τη διάβρωση στις πλευρές της, γεγονός που οδηγεί σε ταχεία διάδοση της ρωγμής, με σύνηθες αποτέλεσμα την κατάρρευση του μεταλλικού στοιχείου. Να αναφερθεί δε ότι η διεύθυνση διάδοσης των ρωγμών είναι κάθετη προς τη διεύθυνση επιβολής του φορτίου.

Αυτή η μορφή διάβρωσης επηρεάζεται από παράγοντες όπως είναι η σύσταση του κράματος, το επιβαλλόμενο φορτίο, το είδος του διαβρωτικού περιβάλλοντος, η θερμοκρασία και ο χρόνος.

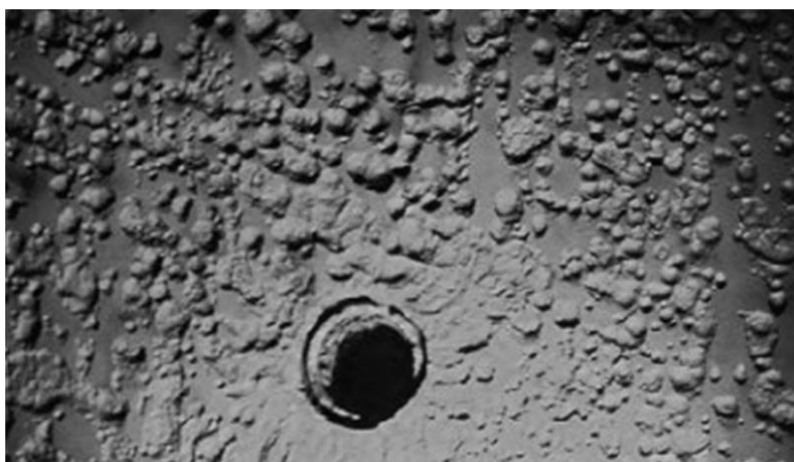


Εικόνα 26: Ψαθυρή θραύση εξαιτίας εσωτερικών μηχανικών τάσεων (*stress corrosion cracking*).

(<https://www.azom.com/article.aspx?ArticleID=102>)

Σπηλαιώδης μηχανική διάβρωση (*cavitation erosion-impingement attack*)

Με το όρο σπηλαιώση (*cavitation*) περιγράφεται το φαινόμενο σύμφωνα με το οποίο σε ένα περιβρεχόμενο σώμα η τοπική στατική πίεση ενός ή περισσότερων σημείων είναι μικρότερη από την πίεση κορεσμού του υγρού στη θερμοκρασία που αυτό έχει. Το γεγονός αυτό οδηγεί σε ατμοποίηση του υγρού και δημιουργούνται φυσαλίδες σπηλαιώσης. Οι φυσαλίδες αυτές στη συνέχεια μόλις μεταφερθούν σε κάποιο άλλο σημείο υψηλότερης πίεσης, υγροποιούνται πάνω στην επιφάνεια του στερεού. Έτσι, όταν καταρρέουν, δημιουργούνται μεγάλες πιέσεις που καταπονούν μηχανικά και φθείρουν το στερεό σώμα ανοίγοντας μικρούς κρατήρες (*pittings*) και δημιουργώντας εσοχές και σπήλαια από την τοπική εξάχνωση του υλικού. Τέτοιες συνθήκες δημιουργούνται σε περιστρεφόμενα πτερύγια αντλιών (*impellers*) και σε έλικες πλοίων.



Εικόνα 27: Σπηλαιώδης μηχανική διάβρωση (*cavitation erosion-impingement attack*).

(<https://corrosion-doctors.org/Forms-cavitation/cavitation.htm>)

Βακτηριακή ή μικροβιολογική διάβρωση (*bacterial corrosion*)

Αυτή η μορφή διάβρωσης συναντάται σε περιπτώσεις και περιοχές όπου ευνοείται η ανάπτυξη βακτηριακής δραστηριότητας. Ως βασική ένδειξη βακτηριακής δραστηριότητας είναι η οσμή σήψης από υδρόθειο H_2S (σε υψηλές συγκεντρώσεις είναι άοσμο στον άνθρωπο, δηλητηριώδες και εύφλεκτο). Επίσης, η διάβρωση μπορεί να εμφανισθεί με τη μορφή βελονισμού μικρού μεγέθους, ενώ το μαύρο χρώμα εξαφανίζεται σύντομα στον αέρα εξαιτίας της οξειδωσης του θείου σιδήρου. Τοπικά περιβάλλοντα τα οποία ευνοούν τη βακτηριακή διάβρωση μπορεί να είναι:

- στάσιμα νερά (χωρίς οξυγόνο)
- ύπαρξη βακτηρίων που τρέφονται με υδρογονάνθρακες (π.χ. αργό πετρέλαιο), ορισμένες επιστρώσεις, μαλακές βαφές κ.λπ.
- παρουσία θειούχων ενώσεων στο θαλασσινό νερό
- ιδανικές θερμοκρασίες για την ανάπτυξη βακτηρίων (20-40°C)

Σημαντικό να αναφερθεί ότι σημεία του πλοίου όπου συναντάται η βακτηριακή διάβρωση είναι συνήθως οι δεξαμενές πετρελαίου, οι δεξαμενές έρματος, οι σωληνώσεις φορτοεκφόρτωσης πετρελαίου κ.λπ.



Εικόνα 28: Βακτηριακή διάβρωση (*bacterial corrosion*).
(<https://micans.se/microbial-corrosion>)

Παράγοντες Επιδείνωσης της Διάβρωσης

Ο άνεμος και οι κυματισμοί μεταφέρουν σταγόνες θαλασσινού νερού στις επιφάνειες του σκάφους που βρίσκονται πάνω από την ίσαλο γραμμή του. Οι διακυμάνσεις της σχετικής υγρασίας του αέρα είτε προξενούν την εξάτμιση του νερού είτε τη συμπύκνωση του επάνω στις μεταλλικές επιφάνειες. Τα αέρια που υπάρχουν στην ατμόσφαιρα και ιδιαίτερα τα προϊόντα καύσης, όπως το διοξείδιο του άνθρακα (CO_2), το υδρόθειο (H_2S), το διοξείδιο του θείου (SO_2), το τριοξείδιο του θείου (SO_3) και άλλα, διαλύονται στις σταγόνες της υγρασίας, ενεργοποιούν από άποψη διάβρωσης το λεπτό στρώμα του ηλεκτρολύτη και επιταχύνουν τη διάβρωση ακόμη περισσότερο, επειδή η διαδικασία της συντελείται με την πλήρη συμμετοχή του οξυγόνου της ατμόσφαιρας. Αυτή η ηλεκτροχημική διάβρωση είναι που ενδιαφέρει στο πλοίο, γιατί τα μέταλλα βρίσκονται σε ηλεκτρολυτικό περιβάλλον (θαλασσινό νερό).

Όπως αναφέρθηκε, η κύρια αιτία που προκαλεί την οξείδωση (σκουριά) των μετάλλων είναι η επαφή τους με το νερό και το οξυγόνο. Από την επίδραση του νερού και των χημικών ενώσεων καταστρέφονται όλα τα μέρη του πλοίου που έρχονται σε επαφή με το νερό ή που καλύπτονται από υγρασία, εξαιτίας της συμπύκνωσης των υδρατμών που υπάρχουν στον αέρα, πάνω στις επιφάνειές τους. Άλλες αιτίες που πιθανόν να οδηγήσουν σε φθορά λόγω διάβρωσης είναι: α) τα προϊόντα καύσης των συγκολλήσεων και τα πιτσιλίσματα από τα βασικά ηλεκτρόδια που μπορούν να προκαλέσουν καταστροφή του επιχρίσματος και στις δύο όψεις της συγκόλλησης, β) οι πηγές σκωρίασης, που δημιουργούνται από την εφαρμογή αντιρρυπαντικού επιστρώματος πάνω σε γυμνό μέταλλο.

Τα αντιρρυπαντικά επιστρώματα τοποθετούνται για την αποφυγή δημιουργίας αποθέσεων στο σκάφος λόγω της παρουσίας φυκιών και άλλων μικροοργανισμών. Περιέχουν όμως τοξικά πρόσθετα, τα οποία μπορούν να επιταχύνουν τη διάβρωση όταν έρθουν σε επαφή με το χάλυβα, επιφέροντας γαλβανική διάβρωση.

Επιγραμματικά τα μέρη του πλοίου που αντιμετωπίζουν προβλήματα εξαιτίας της διάβρωσης είναι:

- Το εξωτερικό περίβλημα του σκάφους (*outer shell*)

- Τα ελάσματα του κύριου καταστρώματος
- Οι δεξαμενές έρματος (*ballast tanks*) και πόσιμου νερού (*water tanks*)
- Η πρωραία και η πρυμναία δεξαμενή ζυγοστάθμισης
- Οι δεξαμενές φορτίου στα δεξαμενοπλοία λόγω της συχνής αλλαγής του είδους του φορτίου (αργό πετρέλαιο και έρμα κατά την επιστροφή)
- Η έλικα



Εικόνα 29: Εμφανιση διάβρωσης σε δεξαμενή έρματος.

(<https://docplayer.gr/53569528-Ptyhiaki-ergasia-meleti-kai-sygkrisi-metaxy-symvatikon-kai-kainotomon-systimaton-katharismoy-ermatos-emporikon-ploion.html>)

5.2.2 Το Φαινόμενο της Κόπωσης

Μία πολύ σημαντική κατηγορία ζημιών που παρατηρείται στα πλοία και σε ναυπηγικές κατασκευές γενικότερα οφείλεται στη συνεχή επιβολή φορτίων, τα οποία δεν πλησιάζουν κατ' ανάγκη τις κρίσιμες φορτίσεις της κατασκευής (λυγισμού, διαρροής), όμως η συνεχής και επαναληπτική επιβολή τους στην κατασκευή επιφέρει απώλειες αντοχής, οι οποίες υπό ορισμένες συνθήκες μπορούν να έχουν καταστροφικές συνέπειες.

Για να αποδειχθούν τα πλοία και γενικά οι θαλάσσιες κατασκευές οικονομικά συμφέρουσες, η διάρκεια ζωής τους στο στάδιο του σχεδιασμού εκτιμάται στα 25-30 χρόνια. Σ' αυτήν την περίοδο υπολογίζεται ότι θα υποστούν περισσότερες από 108 ποικιλότητες και συχνά επαναλαμβανόμενες φορτίσεις. Οι συνεχείς φορτοεκφορτώσεις, η επίδραση των κυμάτων και η εκτενής διάρκεια ζωής συντελούν στο να προκύψουν ζημίες της κατασκευής λόγω κόπωσης.

Κόπωση (*fatigue*) καλείται το φαινόμενο της αστοχίας ενός υλικού, που προκαλείται από επαναλαμβανόμενη επιβολή εξωτερικών φορτίων για σχετικά μακρό χρονικό διάστημα,

Παραδοσιακά, οι σχεδιαστές χρησιμοποιούν μεγάλους συντελεστές ασφαλείας στο σχεδιασμό των στοιχείων της κατασκευής, ως αποτέλεσμα συντηρητικού σχεδιασμού. Η ανάγκη αυτή πηγάζει από την αβεβαιότητα ανταπόκρισης της κατασκευής σε φορτία και περιβάλλοντα πέρα

από το πειραματικό. Η εμπειρία της συμπεριφοράς των ναυπηγικών κατασκευών στο χρόνο συντέλεσε στη βελτίωση των σχεδιαστικών εφαρμογών με γνώμονα την ελαχιστοποίηση των ζημιών και τη μεγαλύτερη διάρκεια ζωής. Ακόμα και σήμερα όμως, η έλλειψη σαφών πληροφοριών για τη συμπεριφορά των υλικών σε διαβρωτικό περιβάλλον πέρα από τους 10' κύκλους φόρτισης καθιστά αβέβαιο το σχεδιασμό των κατασκευών που θα υποστούν μακροχρόνια επαναλαμβανόμενη φόρτιση (κόπωση) σε συνδυασμό με διάβρωση.

Είναι αναγκαίο αρχικά να τονισθεί πως οι μηχανισμοί της κόπωσης και οι επιδράσεις τους στη χρονική διάρκεια ζωής μιας κατασκευής δεν είναι απόλυτα γνωστοί. Το γεγονός αυτό καθιστά την κόπωση ως το πιο «ύπουλο» είδος μηχανισμού ζημίας σε πλοίο. Ταυτόχρονα, η κόπωση σχεδόν ποτέ δεν εμφανίζεται ανεξάρτητη ως φαινόμενο αλλά σε συνδυασμό με άλλους μηχανισμούς φόρτισης, όπως οι κραδασμοί, οι συγκεντρώσεις τάσεων και κυρίως σε συνδυασμό με τη διάβρωση. Συνεπώς, η εμφάνιση σημείων κόπωσης σε μια κατασκευή δεν αποτελεί μια συγκεκριμένη μορφή άμεσα αναγνωρίσιμη αλλά ένα συνδυασμό διαφόρων επιδράσεων από φορτίσεις και διάβρωση.

Το σύνηθες αποτέλεσμα της κόπωσης σε μια κατασκευή είναι η έναρξη κάποιας ρωγμής. Όμως, η επίδραση διαφόρων μεταβλητών στην έναρξη της ρωγμής δεν είναι απόλυτα γνωστή. Υπάρχουν τουλάχιστον τέσσερις τύποι μηχανισμών που σχετίζονται με την έναρξη μίας ρωγμής λόγω κόπωσης:

1. Διάβρωση με βελονισμούς (*pitting*), όπου ο πυρήνας της ρωγμής σχετίζεται με συγκέντρωση τάσεων στις «βελόνες» που σχηματίζονται από τη διαβρωτική δράση.
2. Διακριτική διάλυση ενός υλικού, παραμορφωμένου σε μεγάλο βαθμό, που δρα ως τοπική άνοδος, και μη παραμορφωμένου υλικού, που δρα ως τοπική κάθοδος.
3. Ρήξη του επιφανειακού στρώματος, όπου το προστατευτικό επίστρωμα (όπως είναι τα οξειδία) υφίσταται διάρρηξη, επιτρέποντας την εμφάνιση διαβρωτικής δράσης.
4. Μείωση της επιφανειακής ενέργειας προκαλούμενη από απορρόφηση περιβαλλοντικών στοιχείων (οξυγόνο, υδρογόνο) και αύξηση του ρυθμού διάδοσης της ρωγμής.

Στα χαρακτηριστικά της θραύσης από κόπωση διακρίνονται τρία στάδια:

1. Η έναρξη της ρωγμής, η οποία προκύπτει συνήθως στην επιφάνεια της κατασκευής.
2. Η διάδοση της ρωγμής. Η αρχική μικρή ρωγμή μεγαλώνει σταδιακά με κάθε εναλλαγή του φορτίου. Διαδίδεται σε κατεύθυνση κάθετη προς τη μέγιστη εφελκυστική τάση.
3. Η ασταθής θραύση. Καθώς η ρωγμή διαδίδεται, οι τάσεις στην εναπομένουσα εγκάρσια τομή αυξάνουν, οπότε επέρχεται ταυτόχρονη αύξηση του ρυθμού διάδοσης. Τελικά προκύπτει είτε ψαθυρή θραύση (*brittle fracture*), όταν το μέγεθος της ρωγμής φτάσει στην κρίσιμη τιμή του για τις επικρατούσες συνθήκες και τη γεωμετρία, είτε όλκιμη θραύση (*ductile fracture*), όταν η τοπική τάση φτάσει στο όριο θραύσης.

Στον πίνακα που ακολουθεί αναφέρονται οι διάφορες φορτίσεις που ασκούνται στη μεταλλική κατασκευή και οι τρόποι επίδρασής τους στην κοπωτική συμπεριφορά.

Είδος φόρτισης	Επίδραση στην κόπωση
Κύματα	Έναρξη και διάδοση ρωγμής από κόπωση.
Ρεύματα και άνεμος (στατικά)	Μέση τάση στην έναρξη και διάδοση της ρωγμής. Ραγδαία κατάρρευση.
Ρεύματα και άνεμος (δυναμικά)	Έναρξη και διάδοση της ρωγμής από κόπωση.

Νεκρό βάρος	Μέση τάση στην έναρξη και διάδοση ρωγμής. Ραγδαία κατάρρευση.
Βάρος μεταλλικής κατασκευής	Μέση τάση στην έναρξη και διάδοση ρωγμής.
Καθέλκυση και εγκατάσταση	Έναρξη ρωγμής από κόπωση. Κατασκευαστικά ελαττώματα. Μήκος αρχικής ρωγμής και σε συνέχεια διάδοσή της.
Μεταβαλλόμενα φορτία	Έναρξη ρωγμής. Ραγδαία κατάρρευση.
Μεταφορά εμπορευμάτων	Έναρξη και διάδοση ρωγμής από κόπωση. Ραγδαία κατάρρευση.
Φόρτωση και εκφόρτωση	Έναρξη και διάδοση ρωγμής από κόπωση. Ραγδαία κατάρρευση.
Άντωση και υδροστατικές φορτίσεις	Μέση τάση στην έναρξη και διάδοση της ρωγμής. Ραγδαία κατάρρευση.
Πρόσκρουση σε πάγο ή στον πυθμένα	Έναρξη ρωγμής. Ραγδαία κατάρρευση.

Πίνακας 26: Φορτίσεις σε θαλάσσιες κατασκευές και η επίδρασή τους στην κόπωση.

5.2.3 Το Φαινόμενο του Λυγισμού

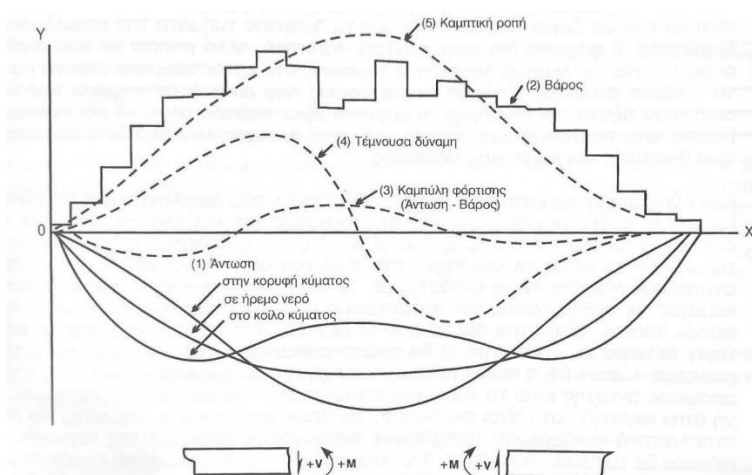
Τα στοιχεία της μεταλλικής κατασκευής του πλοίου δέχονται φορτίσεις διαφόρων ειδών, οι οποίες ανάλογα με τη φορά και τη διεύθυνσή τους επιφέρουν διάφορα αποτελέσματα στη συμπεριφορά της κατασκευής. Για το λόγο αυτό, σκόπιμο είναι να αναφερθούν τα είδη των φορτίσεων που ασκούνται.

Είδη Φορτίσεων

Οι φορτίσεις μπορούν να υποδιαιρεθούν είτε ανάλογα με την φύση τους – δηλαδή τη διάρκειά και τη μεταβλητότητά τους στο χρόνο – είτε ανάλογα με την απόκριση της κατασκευής που τις παραλαμβάνει. Στην πρώτη περίπτωση έχουμε φορτίσεις που παραμένουν σταθερές στο χρόνο (τουλάχιστον για τη διάρκεια ενός ταξιδιού), όπως είναι το βάρος της μεταλλικής κατασκευής, η άντωση και το βάρος του μεταφερόμενου φορτίου. Ασκούνται όμως και φορτίσεις που μεταβάλλονται ραγδαία στο χρόνο και στο χώρο (κρούση κυμάτων, σφυρόκρουση, ταλαντώσεις λόγω κίνησης της έλικας και αλληλεπίδρασης με τη γάστρα, υδροδυναμικές φορτίσεις, αδρανειακές φορτίσεις κ.ά.).

Εάν εξετάσουμε την απόκριση της κατασκευής, οι εξωτερικές φορτίσεις μπορούν να υποδιαιρεθούν σε στατικές (*static loading*), που παραμένουν σταθερές στο χρόνο (π.χ. το βάρος της μεταλλικής κατασκευής, η άντωση, το βάρος του φορτίου), και σε δυναμικές (*dynamic loading*). Οι στατικές φορτίσεις επιφέρουν αλλαγές που δε μεταβάλλονται με το χρόνο και δεν αναπτύσσουν αξιόλογες αδρανειακές επιταχύνσεις των στοιχείων της κατασκευής. Από την άλλη, οι δυναμικές φορτίσεις προκαλούν τοπικές αποκρίσεις, που μεταβάλλονται στο χρόνο, καθώς επίσης και την αδρανειακή επιτάχυνση της κατασκευής. Ένα χαρακτηριστικό λοιπόν της δυναμικής φόρτισης είναι ότι προκύπτουν μετακινήσεις της κατασκευής που μπορούν να μετρηθούν (στον χρονικό ορίζοντα της καθημερινής εμπειρίας). Θα εξετάσουμε καταρχάς τη στατική φόρτιση της κατασκευής και στη συνέχεια τη δυναμική φόρτιση. Θα πρέπει στο σημείο αυτό να αναφέρουμε ότι κατά το σχεδιασμό χρησιμοποιούνται ισοδύναμες στατικές φορτίσεις, για να ληφθούν υπόψη οι δυναμικές φορτίσεις. Με αυτόν τον τρόπο προκύπτουν τιμές που μαζί με τις στατικές φορτίσεις αποτελούν το σημείο εκκίνησης της διαδικασίας διαστασιολόγησης (σχεδιασμού) της μεταλλικής κατασκευής.

Ο υπολογισμός της διαμήκους αντοχής των μεγάλων πλοίων βασίζεται στην παραδοχή ότι το πλοίο συμπεριφέρεται ως μία κοίλη δοκός. Η κάθε εγκάρσια τομή φορτίζεται, εάν η άντωση που ασκείται στην τομή δεν εξισορροπείται από το βάρος της. Επειδή όμως στις πραγματικές κατασκευές αυτό ισχύει πάντοτε, ακόμα και σε κατάσταση ήρεμου νερού, αναπτύσσονται στη γάστρα του πλοίου διαμήκεις καμπτικές ροπές και τέμνουσες δυνάμεις. Άρα, ισορροπία εξασφαλίζεται σε ολικό (*global*) και όχι σε τοπικό (*local*) επίπεδο.



Εικόνα 30: Η διαμήκης φόρτιση του πλοίου.

5.3 Το Διαβρωτικό Περιβάλλον

5.3.1 Το Περιβάλλον της Θάλασσας

Στο νερό της θάλασσας συναντάμε την πλειονότητα του συνόλου των στοιχείων που υπάρχουν στη Γη. Παρόλα αυτά έντεκα μόνο στοιχεία είναι εκείνα που απαρτίζουν το θαλάσσιο νερό σε ποσοστό που αγγίζει το 99,95%. Στον παρακάτω πίνακα αναφέρεται η μέση συγκέντρωση των έντεκα ιόντων και μορίων που κυρίως συναντώνται στο καθαρό θαλάσσιο νερό.

Είδος	Συγκέντρωση	
	Mmol ⁻¹	g kg ⁻¹
Na ⁺	468,5	10,77
K ⁺	10,21	0,399
Mg ²⁺	53,08	1,290
Ca ²⁺	10,28	0,4121
Sr ²⁺	0,090	0,0079
Cl ⁻	545,9	19,354
Br ⁻	0,842	0,0673
F ⁻	0,068	0,0013
HCO ³⁻	2,30	0,140
SO ₄ ²⁻	28,23	2,712
B(OH) ³	0,416	0,0257

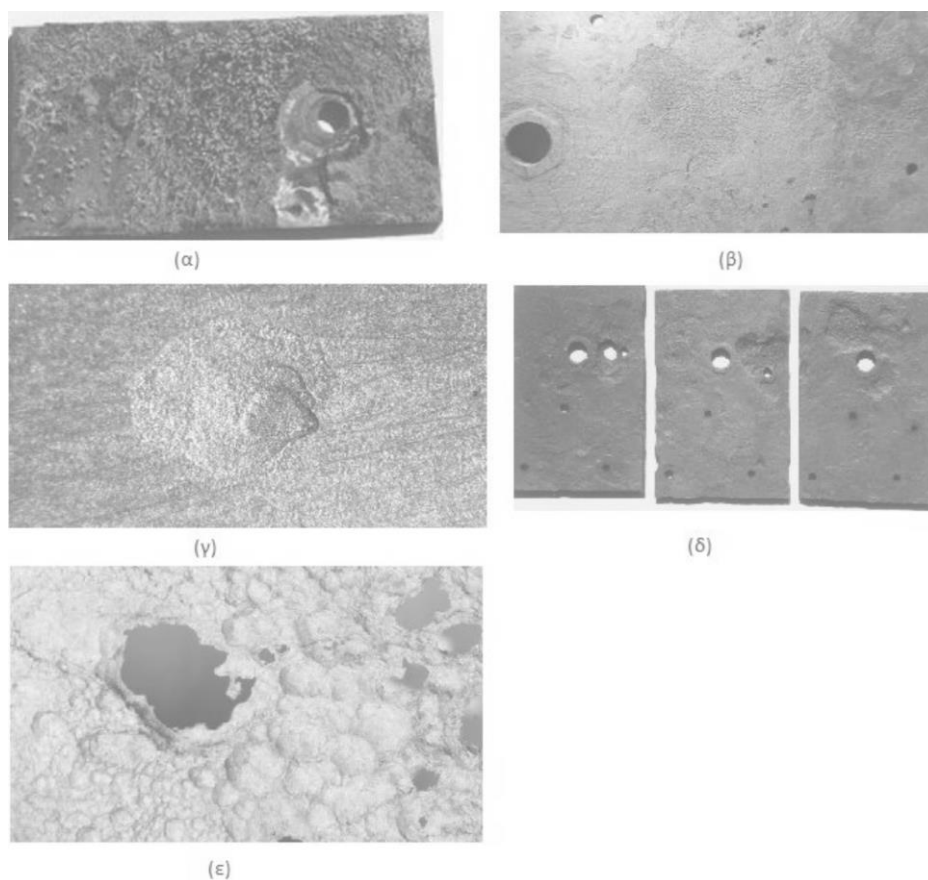
Πίνακας 27: Μέση συγκέντρωση των 11 κυριότερων ιόντων στο θαλάσσιο νερό.

Παρατηρούμε ότι τα ιόντα χλωρίου (Na^+) κατέχουν την μεγαλύτερη συγκέντρωση.

Συγκριτικά με το γλυκό νερό, το νερό της θάλασσας παρουσιάζει ισχυρότερη διαβρωτική συμπεριφορά λόγω της διεισδυτικής ικανότητας των χλωριόντων να διεισδύουν μέσω επιφανειακών στρωμάτων σε ένα μέταλλο καθώς και της μεγαλύτερης αγωγιμότητάς του. Οι βασικότεροι λόγοι που επιδρούν στη διάβρωση στο θαλασσιό νερό αναφέρονται κάτωθι, ενώ ορισμένοι εκ των οποίων συνδέονται μεταξύ τους και η επίδρασή τους έχει άμεση σχέση με χημικές, βιολογικές και φυσικές παραμέτρους.

- Περιεκτικότητα σε αλάτι (αλατότητα): Για ένα μέταλλο που είναι βυθισμένο σε θαλασσινό νερό ο ρυθμός διάβρωσής του μειώνεται όσο αυξάνεται η περιεκτικότητα σε αλάτι, εξαιτίας της μείωσης της περιεκτικότητας σε οξυγόνο.
- Περιεκτικότητά σε οξυγόνο: Η αύξηση της συγκέντρωσης διαλυμένου οξυγόνου στο νερό αυξάνει το ρυθμό διάβρωσης. Επίσης, η συγκέντρωση του οξυγόνου κυρίως εξαρτάται από την αλατότητα και τη θερμοκρασία.
- Θερμοκρασία: Ο ρυθμός διάβρωσης είναι υψηλότερος σε θερμότερα νερά.
- pH : Λόγω της διάβρωσης από οξέα, ο ρυθμός διάβρωσης είναι υψηλότερος σε χαμηλές τιμές pH .
- Ταχύτητα ροής γύρω από την κατασκευή.
- Ποσοστό ρύπανσης της κατασκευής.

Οι παρακάτω εικόνες αφορούν δοκίμιο που τοποθετείται σε θαλασσινό νερό προκειμένου να εξεταστεί ο ρυθμός και η χρονική εξέλιξη της διάβρωσής του.



Εικόνα 31: Χρονική εξέλιξη του φαινομένου της διάβρωσης.
(R. Jeffrey, R.E. Melchers. *The Changing Topography of Corroding Mild Steel Surfaces in Seawater*. Corrosion Science, 2007.)

Στην (α) περίπτωση το δοκίμιο είναι εκτεθειμένο σε θαλασσινό νερό για τέσσερις εβδομάδες. Εδώ διακρίνουμε τις ανοδικές περιοχές (επάνω δεξιά και αριστερά) τις καθοδικές περιοχές (κάτω αριστερά και στο κέντρο) και τη βιομάζα (κέντρο και αριστερά).

Στην (β) περίπτωση το δοκίμιο είναι εκτεθειμένο σε θαλασσινό νερό για τέσσερις (4) μήνες. Εδώ διακρίνουμε περιοχές μικροσκοπικών βελονισμών και μερικούς ρηχούς και πλατιούς βελονισμούς (επάνω δεξιά και κάτω κεντρικά).

Στην (γ) περίπτωση το δοκίμιο είναι εκτεθειμένο σε θαλασσινό νερό για δώδεκα (12) μήνες. Εδώ διακρίνουμε περιοχές στις οποίες έχουν εμφανιστεί πλατιοί βελονισμοί με σχηματισμό πάγκων.

Στην (γ) περίπτωση τα δοκίμια είναι εκτεθειμένα σε θαλασσινό νερό για τρία έτη. Εδώ διακρίνουμε περιοχές στις οποίες έχουν εμφανιστεί πλατιοί βελονισμοί και μικρο-βελονισμοί στον πυθμένα των τελευταίων.

Τέλος, στην (ε) περίπτωση το δοκίμιο είναι εκτεθειμένο σε θαλασσινό νερό για περισσότερο χρόνο των τριών ετών. Στη συγκεκριμένη περίπτωση το δοκίμιο έχει υποστεί διάτρηση σε πολλαπλά σημεία, αποδιδόμενη σε βελονισμούς από αμφότερες τις πλευρές του.

5.3.2 Η Θαλάσσια Ατμόσφαιρα

Όχι μόνον το θαλάσσιο ύδωρ, αλλά και η ατμόσφαιρα σε θαλάσσιες περιοχές συνιστά περιβάλλον υψηλής διαβρωτικότητας. Η διάβρωση συνεπάγεται την αλληλεπίδραση μετάλλου ή κράματος και του περιβάλλοντός του και επηρεάζεται από τις ιδιότητες και των δύο. Η ατμοσφαιρική διάβρωση λαμβάνει χώρα σε χαλύβδινη επιφάνεια σε επαφή με την ατμόσφαιρα, άνευ εμβαπτίσεως στο θαλάσσιο ύδωρ. Όμως, για να λάβει χώρα η διάβρωση, ένα λεπτό υγρό φιλμ πρέπει να σχηματιστεί από την υγρασία του αέρα σε συνδυασμό με ακαθαρσίες. Το είδος της διάβρωσης εμπίπτει στην ομοιόμορφη ή γενική διάβρωση.

Τα ατμοσφαιρικά περιβάλλοντα ποικίλλουν ανάλογα με τα χημικά συστατικά αυτών. Τα κύρια χημικά συστατικά του ατμοσφαιρικού θαλασσιού περιβάλλοντος είναι σχετικά σταθερά παγκοσμίως. Τα δευτερεύοντα συστατικά, όμως, ποικίλλουν ανάλογα με την περιοχή, την εποχή και τον καιρό. Οι μεταβολές στη χημεία των ανοικτών ωκεάνιων ατμοσφαιρών τείνουν να συμβαίνουν αργά και σε μεγάλη οριζόντια και κάθετη κλίμακα σε σχέση με τις διαστάσεις των περισσότερων θαλασσιών κατασκευών. Τέτοιες σταδιακές αλλαγές δύνανται να παράξουν αντίστοιχη σταδιακή μεταβολή στο ρυθμό διάβρωσης δομικών υλικών, αλλά θεωρείται απίθανο να προκαλέσουν απότομες μεταβολές στο μηχανισμό ή στο ρυθμό της διάβρωσης.

Η ατμοσφαιρική ζώνη υπόκειται σε επιθετικό ατμοσφαιρικό περιβάλλον, πλούσιο σε χλωρίοντα, οξυγόνο και άλλες διαβρωτικές ουσίες, σε συνδυασμό με την αλατονέφωση που προκαλείται από την κίνηση του πλοίου και τους κυματισμούς. Η περιοχή αυτή, επιπρόσθετα υπόκειται σε υψηλή σχετική υγρασία. Υπάρχει παρουσία αλάτων, λόγω αερομεταφερόμενης αλατονέφωσης. Οι μεταβολές στη σχετική υγρασία του αέρα προκαλούν είτε την εξάτμιση είτε την υγροποίηση του νερού. Τα αέρια που περιέχονται στον αέρα δύνανται να αποτελούνται από CO_2 , H_2S , SO_2 ή SO_3 . Αυτά ενεργοποιούν το λεπτό στρώμα του ηλεκτρολύτη και επιταχύνουν περαιτέρω το ρυθμό της διάβρωσης, μιας και η διαδικασία αυτή λαμβάνει χώρα σε ατμόσφαιρα πλούσια σε οξυγόνο. Ανάμεσα στη μονίμως βυθισμένη ζώνη και την ατμοσφαιρική ζώνη, το περιβάλλον είναι πιο επιθετικό. Η ζώνη αυτή είναι περιοχή υψηλού αερισμού εξαιτίας της τύρβης της επιφάνειας της θάλασσας περί της γάστρας του πλοίου. Οι δράσεις αυτές αυξάνουν το ποσοστό οξυγόνου και σε συνδυασμό με φαινόμενα τριβής καθώς και τις εναλλαγές υγρών και στεγνών κύκλων, η περιοχή αυτή υφίσταται έντονη διάβρωση.

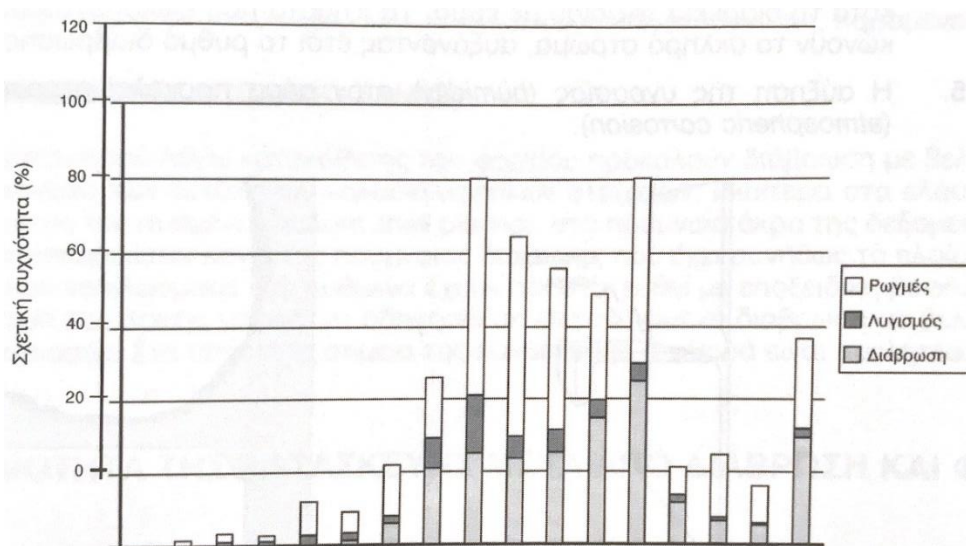
5.4 Η Φθορά της Μεταλλικής Κατασκευής των Δεξαμενοπλοίων

5.4.1 Εισαγωγή

Η φθορά του χάλυβα λόγω διάβρωσης οδηγεί αναπόφευκτα σε μείωση της αντοχής των κατασκευαστικών στοιχείων ή προκαλεί διαρροές σε στεγανές περιοχές επηρεάζοντας άμεσα τη λειτουργικότητα ενός πετρελαιοφόρου δεξαμενόπλοιου (*oil tanker*).

Η διάβρωση της μεταλλικής κατασκευής ενός δεξαμενόπλοιου και η αντιμετώπισή της είναι ένα σύνθετο πρόβλημα, και αυτό διότι η διάβρωση ως φαινόμενο επηρεάζεται από τις συνθήκες του περιβάλλοντος λειτουργίας αλλά και από τον τρόπο συντήρησης (*maintenance policy*). Έτσι, δεν είναι δυνατό να παρασχεθεί ο ίδιος βαθμός προστασίας σε όλη την κατασκευή του πλοίου, με αποτέλεσμα να εμφανίζονται σοβαρά προβλήματα.

Στο παρακάτω σχήμα φαίνονται οι διάφοροι τύποι φθοράς που συναντάμε στα δεξαμενόπλοια καθώς και η συχνότητα εμφάνισής τους.



Εικόνα 32: Διάφοροι τύποι φθοράς από τις οποίες πλήττονται τα δεξαμενόπλοια. (Πέτρος Α. Καρύδης. *Επιθεώρηση, Συντήρηση και Επισκευή της Μεταλλικής Κατασκευής του Πλοίου*. Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Ε.Μ.Π., 2002.)

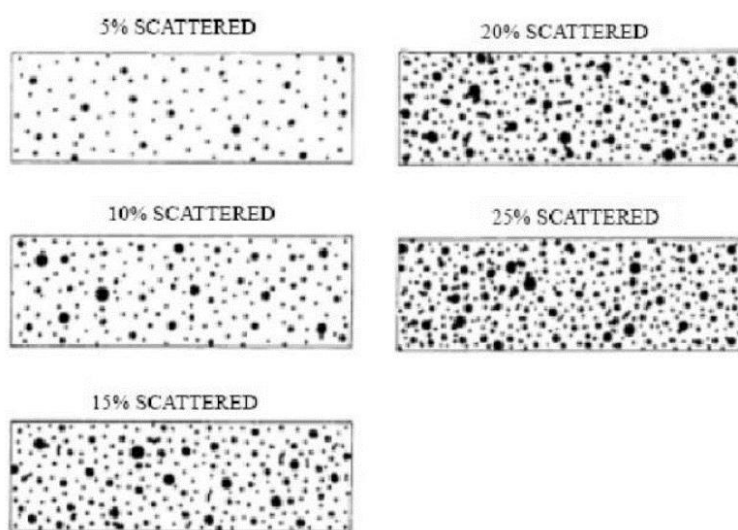
5.4.2 Η Διάβρωση της Μεταλλικής Κατασκευής των Δεξαμενοπλοίων

Τα περισσότερα μέταλλα είναι θερμοδυναμικά ασταθή και έχουν την τάση να επιστρέψουν στη φυσική μορφή του μεταλλεύματος. Η αστάθειά τους αυτή είναι η κινητήριος δύναμη για την ηλεκτροχημική αντίδραση διάβρωσης που αποτελείται από δύο μερικές αντιδράσεις, την ανοδική όπου το μέταλλο οξειδώνεται (απώλεια ηλεκτρονίων) και την καθοδική όπου τα ηλεκτρόνια ανάγονται από υποδοχέα ηλεκτρονίων (συνήθως το οξυγόνο). Ο ηλεκτρολύτης παρέχει το μέσο για τις ηλεκτροχημικές αυτές δράσεις. Από αυτή τη βασική ανακεφαλαίωση της διαδικασίας της διάβρωσης, εξάγονται τρεις παρατηρήσεις:

1. Η θερμοκρασία επηρεάζει το ρυθμό της διάβρωσης, μιας και η κινητική των χημικών αντιδράσεων εξαρτώνται από τη θερμοκρασία
2. Η παροχή του οξειδωτικού παράγοντα (οξυγόνο) είναι καθοριστική για να προχωρήσει η καθοδική αντίδραση.

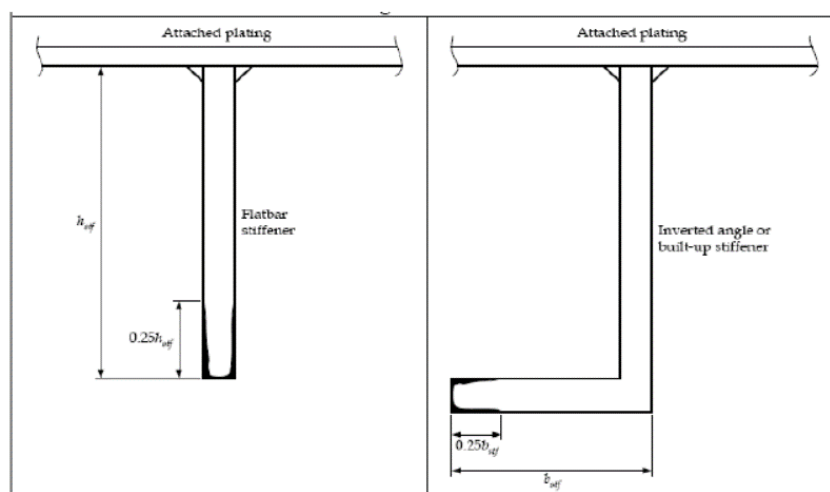
3. Πρέπει να υπάρχει παρουσία υγρασίας για την ύπαρξη της αντίδρασης διάβρωσης.

Η διαδικασία της διάβρωσης είναι χρονικά εξαρτώμενη και συνήθως ο ρυθμός μείωσης του πάχους εξαιτίας αυτής μετριέται σε μονάδες $mm/έτος$. Οι δύο κυριότερες μορφές διάβρωσης της μεταλλικής κατασκευής του πλοίου είναι η γενική (ή ομοιόμορφη) και η τοπική διάβρωση, με κύριους εκπροσώπους τη διάβρωση με βελονισμούς (*pitting corrosion*), τη διάβρωση με αυλακώσεις (*grooving corrosion*) και τη διάβρωση ακμής (*edge corrosion*). Σύμφωνα με τον κανονισμό του *IACS Z.10.1 (Hull Surveys of Oil Tankers)*, η διάβρωση με βελονισμούς ορίζεται ως διάσπαρτες περιοχές/σημεία διάβρωσης με τοπική απώλεια υλικού μεγαλύτερη αυτής της γενικής διάβρωσης στην περιοχή που τις περικλείει. Η διάβρωση με αυλακώσεις είναι συνήθως τοπική απώλεια υλικού προσκείμενη σε συγκολλήσεις ενισχυτικών και ελασμάτων. Τέλος η διάβρωση ακμής ορίζεται ως τοπική διάβρωση στις ελεύθερες ακμές ελασμάτων, ενισχυτικών, πρωτευόντων μελών στηρίξεως και γύρω από ανοίγματα. Οι ανωτέρω μορφές τοπικής διάβρωσης παρίστανται στα σχήματα που ακολουθούν.

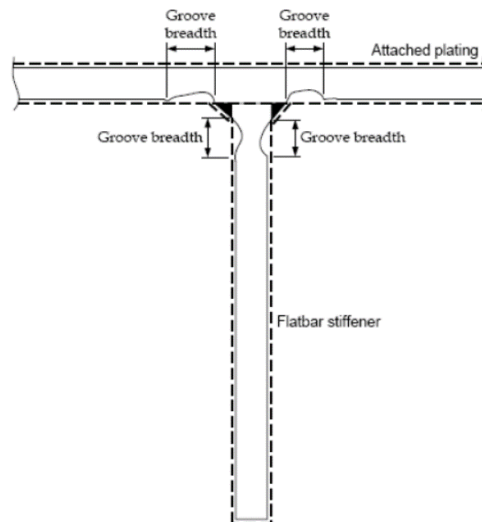


Εικόνα 33: Έκταση διάβρωσης με βελονισμούς.

(<https://dspace.lib.ntua.gr/xmlui/bitstream/handle/123456789/41573/Thesis.pdf>)



Εικόνα34: Διάβρωση ακμής. (*International Association of Classification Societies (IACS). Rec 96 Double Hull Oil Tankers - Guidelines for Surveys, Assessment and Repair of Hull Structures. Rev.1 May 2019.*)



Εικόνα 35: Διάβρωση με αυλακώσεις. (International Association of Classification Societies (IACS). *Rec 96 Double Hull Oil Tankers - Guidelines for Surveys, Assessment and Repair of Hull Structures. Rev.1 May 2019.*)

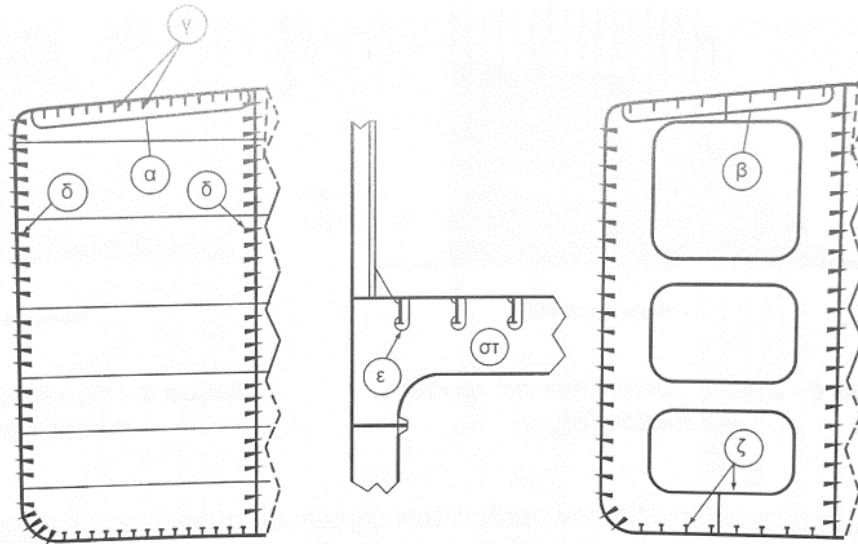
Η γενική διάβρωση μειώνει ομοιόμορφα το πάχος των κατασκευαστικών μελών του πλοίου και κατ' επέκταση την αντοχή τους και είναι η πιο διαδεδομένη μορφή διάβρωσης που πλήττει τα φορτηγά πλοία ενώ η τοπική διάβρωση προκαλεί υποβάθμιση σε τοπικές περιοχές.

Διάφοροι παράγοντες επηρεάζουν τη διάβρωση των φορτηγών πλοίων, συμπεριλαμβανομένων του συστήματος προστασίας από τη διάβρωση και τις λειτουργικές παραμέτρους. Εν γένει, τα συστήματα προστασίας από τη διάβρωση είναι τα επιστρώματα και η καθοδική προστασία. Οι παράμετροι λειτουργίας περιλαμβάνουν τη συντήρηση, τις επισκευές, το ποσοστό του χρόνου σε ερματισμό, τη συχνότητα καθαρισμού των δεξαμενών, τη θερμοκρασία, τις συνθήκες υγρασίας, τη συσσώρευση υδάτων, τη μικροβιακή ρύπανση και άλλα.

5.4.2.1 Ύποπτες Περιοχές

Το νερό ερματισμού (*ballast water*) και τα φορτία (*cargoes*) συμβάλλουν στη διάβρωση της μεταλλικής κατασκευής τους. Συγκεκριμένα στα δεξαμενόπλοια (*tankers*) το όξινο νερό που περιέχει θετικά συστατικά του πετρελαίου μπορεί να κατακαθίσει στον πυθμένα των δεξαμενών φορτίου και έρματος καθώς και στις σωληνώσεις φορτίου, δημιουργώντας έτσι προβλήματα διάβρωσης. Όσον αφορά τις δεξαμενές έρματος (*ballast tanks*), συχνά λόγω πολύπλοκης κατασκευής, σημειώνεται εκτεταμένη διάβρωση σε απροστάτευτες επιφάνειες με δύσκολη πρόσβαση, ανεπαρκή αποστράγγιση κ.λπ.

Με βάση τα παραπάνω, κατά το σχεδιασμό και την κατασκευή του πλοίου θα πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή στο χειρισμό του φορτίου και στις λειτουργίες ερματισμού, έτσι ώστε να διευκολύνεται η αποστράγγιση, ο καθαρισμός και η ξήρανση των κενών δεξαμενών και αμπαριών. Επίσης, θα πρέπει να εξασφαλίζεται η πρόσβαση σε όλους τους χώρους, ώστε κατά την επιθεώρηση και τη συντήρηση της μεταλλικής κατασκευής του πλοίου να είναι δυνατή η εκτίμηση της κατάστασης της και η εφαρμογή επαρκούς συστήματος προστασίας έναντι της διάβρωσης. Στο παρακάτω σχήμα παρουσιάζονται τα σημεία της μεταλλικής κατασκευής ενός δεξαμενοπλοίου που είναι πιθανό να αναπτύξουν/εμφανίσουν διάβρωση σε μεγαλύτερο βαθμό. Τα σημεία αυτά θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη από τον μηχανικό τόσο κατά το στάδιο του σχεδιασμού και της κατασκευής, όσο και κατά τις επιθεωρήσεις του πλοίου.



Εικόνα 36: Σημεία της μεταλλικής κατασκευής των δεξαμενοπλοίων που είναι πιθανότερο να αναπτυχθούν σημάδια διάβρωσης.

(Πέτρος Α. Καρύδης. *Επιθεώρηση, Συντήρηση και Επισκευή της Μεταλλικής Κατασκευής του Πλοίου*. Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Ε.Μ.Π., 2002.)

- (α) άνω περιοχή εγκάρσιων και διαμήκων φρακτών
- (β) άνω περιοχή εγκάρσιων νομέων καταστρώματος
- (γ) διαμήκη ενισχυτικά καταστρώματος
- (δ) άνω επιφάνεια οριζόντιων ενισχυτικών και μπρακέτων
- (ε) εγκοπές και οπές μείωσης βάρους σε οριζόντιες σταθμίδες
- (στ) άνω επιφάνεια οριζόντιων σταθμίδων
- (ζ) επιφάνεια πελμάτων διαμήκων ενισχυτικών πυθμένα

5.4.2.2 Ρυθμός Διάβρωσης

Η γενική διάβρωση είναι ο συνηθέστερος τύπος διάβρωσης της κατασκευής του πλοίου και λαμβάνει χώρα όταν τα κατασκευαστικά στοιχεία δε φέρουν προστατευτικά επιστρώματα. Έχει τη μορφή σκουριάς και το στρώμα αυτό θραύεται συνεχώς, εκθέτοντας νέο μέταλλο στη διαβρωτική προσβολή. Το βάθος του στρώματος σκουριάς εμφανίζει σταθερό βάθος και παρόμοια συνάφεια επί μιας επιφάνειας. Η γενική διάβρωση εξαπλώνεται σε ολόκληρη την επιφάνεια του χαλύβδινου ελάσματος και οδηγεί σε μείωση του πάχους του, ενώ ακολούθως ευνοεί ρωγμές λόγω κόπωσης, ψαθυρή θραύση και ασταθή αστοχία.

Για την πρόβλεψη της ζημίας λόγω διάβρωσης είναι αναγκαίο να προβλεφθούν οι ρυθμοί διάβρωσης για διάφορα κατασκευαστικά τμήματα ταξινομημένα με το είδος, τη θέση και άλλες παραμέτρους. Τέσσερα είναι τα ερωτήματα που πρέπει να προσδιοριστούν.

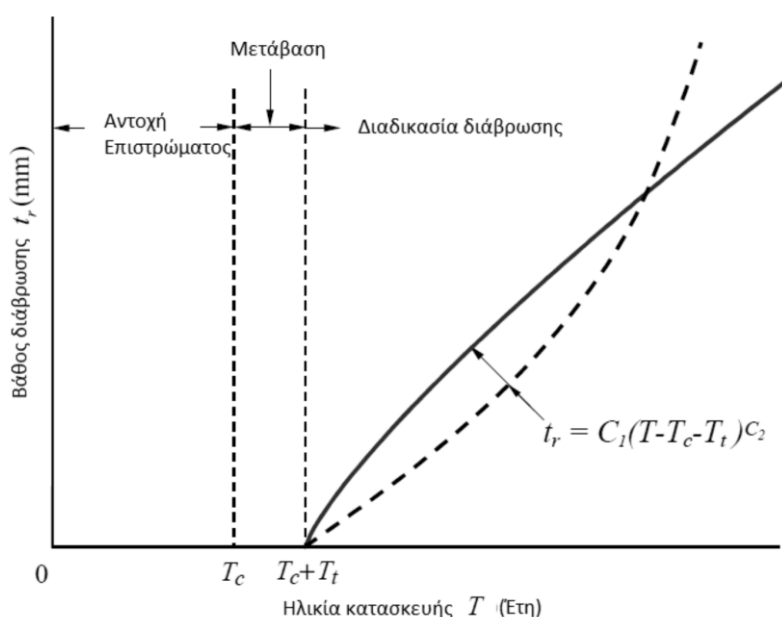
- Πού είναι πιθανό να εμφανιστεί διάβρωση;
- Πότε αρχίζει;
- Πόσο εκτείνεται;

- Ποιοι είναι οι πιθανοί ρυθμοί διάβρωσης συναρτήσει του χρόνου;

Συνήθως γίνεται χρήση ιστορικών δεδομένων, όπως αποτελέσματα προηγούμενων επιθεωρήσεων, εάν όμως αυτές οι απαιτούμενες πληροφορίες δεν υπάρχουν δύναται να γίνουν υποθέσεις βασισμένες στο σύστημα προστασίας που χρησιμοποιείται. Επειδή η διάβρωση επηρεάζεται και από άλλους παράγοντες ως προαναφέρθησαν, και επειδή ο μηχανισμός της διάβρωσης εμφανίζει αρκετή αβεβαιότητα χρειάζεται μια πιθανοθεωρητική προσέγγιση.

Όπου υπάρχουν επιστρώματα, ο ρυθμός της διάβρωσης συνδέεται με την υποβάθμιση αυτών. Στο κάτωθι διάγραμμα βλέπουμε σχηματικά τη διαδικασία της διάβρωσης σε μια περιοχή της μεταλλικής κατασκευής που φέρει επίστρωμα, και διακρίνουμε τρεις φάσεις:

1. την ανθεκτικότητα του επιστρώματος
2. τη μετάβαση στη διάβρωση
3. τη διαδικασία της διάβρωσης



Διάγραμμα 37: Στάδια διάβρωσης σε περιοχές της μεταλλικής κατασκευής που φέρουν επίστρωμα.

(<https://dspace.lib.ntua.gr/xmlui/bitstream/handle/123456789/41573/Thesis.pdf>)

Η καμπύλη που παρίσταται με τη συνεχή γραμμή παριστά το ρυθμό διάβρωσης και είναι κυρτή, υποδηλώνοντας ότι ο ρυθμός διάβρωσης αυξάνεται στην αρχή αλλά εν συνεχεία μειώνεται καθώς η διαδικασία της διάβρωσης προχωρά. Αυτή η μορφή προόδου της διάβρωσης είναι τυπική για περιβάλλοντα μη εμβαπτίσεως στο νερό, μιας και τα προϊόντα της διάβρωσης επί του χάλυβα δύνανται να επιβραδύνουν την περαιτέρω διάβρωση. Σε κάποιες περιπτώσεις, όμως, η καμπύλη έχει τη μορφή της κοίλης διακεκομμένης γραμμής η οποία υποδηλώνει επιτάχυνση του ρυθμού διαβρώσεως. Αυτό συναντάται σε συνθήκες θαλάσσιας εμβάπτισης και ιδίως σε δυναμικά φορτιζόμενες κατασκευές όπου οι συνεχείς κάμψεις εκθέτουν καινούρια επιφάνεια για διάβρωση. Συνήθως, πάντως, λαμβάνεται γραμμική προσέγγιση ανάμεσα στις καμπύλες.

5.4.2.3 Δεξαμενές Θαλάσσιου Έρματος (Water Ballast Tanks)

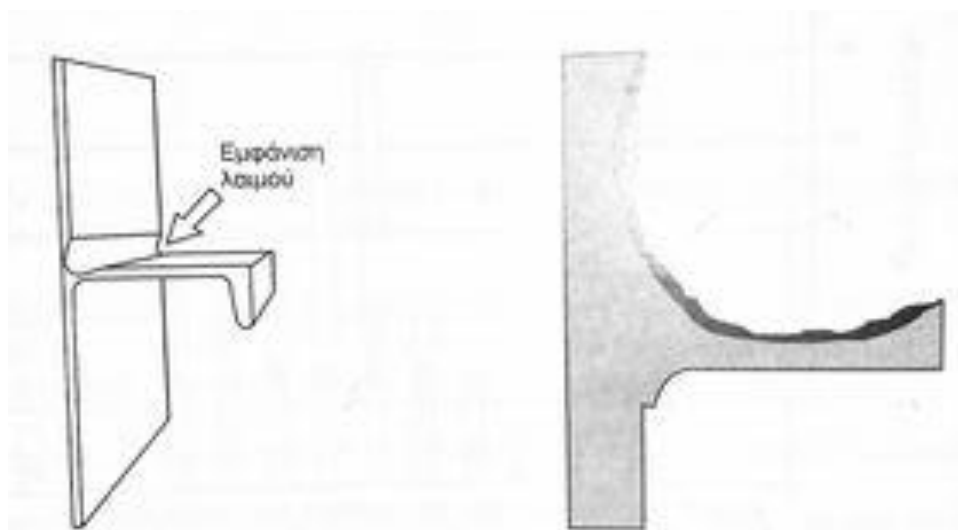
Εμφάνιση λαιμού προκύπτει στις συνδέσεις των διαμήκων ενισχυτικών με το έλασμα των διαμήκων φρακτών (*longitudinal bulkheads*). Η μετατόπιση των ελασμάτων, λόγω της επαναληπτικής φόρτισης που προκαλείται από το φορτίο και το θαλάσσιο έρμα καθώς και η παρουσία μείγματος νερού και λάσπης επιταχύνουν το ρυθμό διάβρωσης. Σε απροστάτευτες δεξαμενές έρματος τα στοιχεία της διατομής που επηρεάζονται περισσότερο είναι τα διαμήκη, είτε αυτά είναι ελάσματα είτε ενισχυτικά. Σε προστατευμένες δεξαμενές έρματος η διαβρωτική φθορά είναι τοπική και προκαλεί βελονισμό.

Η διάβρωση μειώνει την αντοχή (*strength*) αλλά και την ακαμψία (*stiffness*) των κατασκευαστικών στοιχείων με την πάροδο του χρόνου. Καθώς η φόρτιση στα ήδη διαβρωμένα κατασκευαστικά στοιχεία δε μεταβάλλεται, αυξάνονται τα βέλη κάμψης των ελασμάτων και ο ρυθμός της διάβρωσης.

Τα κατακόρυφα ζυγά των διαμήκων ενισχυτικών και οι οριζόντιες αντηρίδες (*cross ties*) των ενισχυμένων νομέων φέρουν υψηλή διατμητική φόρτιση.

Σε δεξαμενές χωρίς προστατευτικό επίχρισμα κι άνοδοι (*anodes*) προσφέρουν προστασία μόνο όταν είναι βυθισμένες στο νερό για περισσότερο από 5 μέρες, δηλαδή κατά τη διάρκεια ταξιδιού με έρμα. Τα ιζήματα που επικάθονται στις ανόδους μαλακώνουν το σκληρό στρώμα, αυξάνοντας έτσι το ρυθμό διάβρωσης.

Η αύξηση της υγρασίας (*humidity*) στον αέρα προκαλεί ατμοσφαιρική διάβρωση (*atmospheric corrosion*).



Εικόνα 38: Εμφάνιση λαιμού.

(Πέτρος Α. Καρύδης. *Επιθεώρηση, Συντήρηση και Επισκευή της Μεταλλικής Κατασκευής του Πλοίου*. Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Ε.Μ.Π., 2002.)



Εικόνα 39: Διαβρωμένα διαμήκη ενισχυτικά.
(Πέτρος Α. Καρύδης. *Επιθεώρηση, Συντήρηση και Επισκευή της Μεταλλικής Κατασκευής του Πλοίου*. Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Ε.Μ.Π., 2002.)

5.4.2.4 Δεξαμενές Φορτίου/Καθαρού Έρματος (*Cargo/Clean Ballast Tanks*)

Εκτός από τα ελάσματα τα οποία καθαρίζονται με νερό, τα στοιχεία της κατασκευής που είναι κάτω από την ελεύθερη επιφάνεια μέσα στη δεξαμενή προστατεύονται από το προσκολλημένο υγρό φορτίο. Όμως, τα υπολείμματα θαλάσσιου έρματος προκαλούν βελονισμούς (*pittings*) και αυλάκια (*grooving*) στις επιφάνειες των οριζόντιων στοιχείων της κατασκευής.

Στις επιφάνειες που πλένονται με κάθετη πρόσκρουση νερού εμφανίζονται βελονισμοί, οι οποίοι προοδευτικά, καθώς ρέει το νερό, μετατρέπονται σε αυλάκια.

Η αυξημένη ταχύτητα της ροής του νερού στα ελεύθερα άκρα των στοιχείων της κατασκευής προκαλεί διάβρωση σε μορφή λεπίδας (*blade corrosion*).



Εικόνα 40: Βελονισμός (*pittings*) σε οριζόντιες επιφάνειες λόγω υπολειμμάτων θαλάσσιου έρματος και φορτίου.

(Πέτρος Α. Καρύδης. *Επιθεώρηση, Συντήρηση και Επισκευή της Μεταλλικής Κατασκευής του Πλοίου*. Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Ε.Μ.Π., 2002.)

5.4.2.5 Δεξαμενές Φορτίου Έρματος Χωρίς Πλύση (*Cargo/Dirty Ballast Tanks*)

Υπολείμματα θαλάσσιου έρματος προκαλούν αυλακόμορφη διάβρωση και διάβρωση με βελονισμούς στις οριζόντιες και κατακόρυφες επιφάνειες των στοιχείων της κατασκευής, ιδιαίτερα σε σημεία όπου το νερό, λόγω ανεπαρκούς αποστράγγισης, παραμένει στάσιμο.

5.4.2.6 Δεξαμενές Φορτίου (*Cargo Tanks*)

Υπολείμματα νερού λόγω κατακράτησης του φορτίου προκαλούν διάβρωση με βελονισμούς στις επιφάνειες των οριζόντιων κατασκευαστικών στοιχείων, ιδιαίτερα στα ελάσματα του περιβλήματος του πυθμένα (*bottom shell plating*), στα πρυμναία άκρα της δεξαμενής, όπου το νερό συσσωρεύεται λόγω της πρυμναίας διαγωγής που έχει συνήθως το πλοίο. Σε περιπτώσεις που τα ελάσματα του πυθμένα έχουν προστατευθεί με εποξειδική βαφή, η τοπική καταστροφή της βαφής μπορεί να οδηγήσει σε επιταχυνόμενη διάβρωση με βελονισμούς στα σημεία αυτά. Στα υπόλοιπα σημεία της κατασκευής η φθορά είναι αμελητέα.

5.4.2.7 Η Κατασκευή του Πυθμένα των Δεξαμενών

Ο πυθμένας είναι ίσως η περιοχή του πλοίου όπου πραγματοποιούνται οι περισσότερες επιθεωρήσεις. Αυτό που προέχει είναι να καθορισθεί ο τύπος της διάβρωσης αλλά και η έκταση της φθοράς. Σε προστατευόμενες δεξαμενές η φθορά εμφανίζεται στις περιοχές όπου το προστατευτικό επίστρωμα αστοχεί. Η διάβρωση ξεκινά με βελονισμούς στα σημεία της αστοχίας, οι οποίοι στη συνέχεια εξελίσσονται σε αυλάκια. Για επιστρώματα από ψευδάργυρο η φθορά έχει τη μορφή λεπιδωτών περιοχών με την ελάχιστη δυνατή μείωση πάχους. Στις δεξαμενές οι οποίες έχουν προστατευθεί με εποξειδική ανθρακόπισσα δημιουργούνται κωνικές εσοχές (*conical cavities*) σε περιορισμένη έκταση, που μπορούν να μεγαλώσουν με πολύ ταχείς ρυθμούς εάν αστοχήσει το προστατευτικό επίστρωμα σε μεγαλύτερη έκταση. Σε δεξαμενές χωρίς προστασία η διάβρωση και η φθορά είναι πιο γενικές και επηρεάζουν τον ήδη υψηλό ρυθμό διάβρωσης, που εντοπίζεται περισσότερο στις περιοχές όπου υπάρχει συνεχής ροή νερού απ' ό,τι στις περιοχές όπου υπάρχουν λιμνάζοντα νερά. Για το λόγο αυτό η φθορά είναι εντονότερη όπου υπάρχουν ανοίγματα (*cut-outs*), σε κορμούς νομέων και σε διαμήκη ενισχυτικά του πυθμένα. Αντιθέτως, στις περιοχές μακριά από τα ανοίγματα στους νομείς, οι ρυθμοί διάβρωσης είναι σημαντικά χαμηλότεροι. Επομένως η φθορά, ή ακριβέστερα η απώλεια πάχους, είναι αρκετά σημαντική στις περιοχές όπου υπάρχουν ανοίγματα, ιδιαίτερα σε δεξαμενές χωρίς καθοδική προστασία. Οι άνοδοι μειώνουν τον ρυθμό διάβρωσης στις περιοχές των ανοιγμάτων, εφόσον αυτά βρίσκονται κοντά στα ελάσματα του πυθμένα. Θα πρέπει επίσης να δίνεται προσοχή στην περιοχή των αναρροφήσεων, που υποφέρουν από σημαντική φθορά λόγω της ροής του θαλάσσιου έρματος.

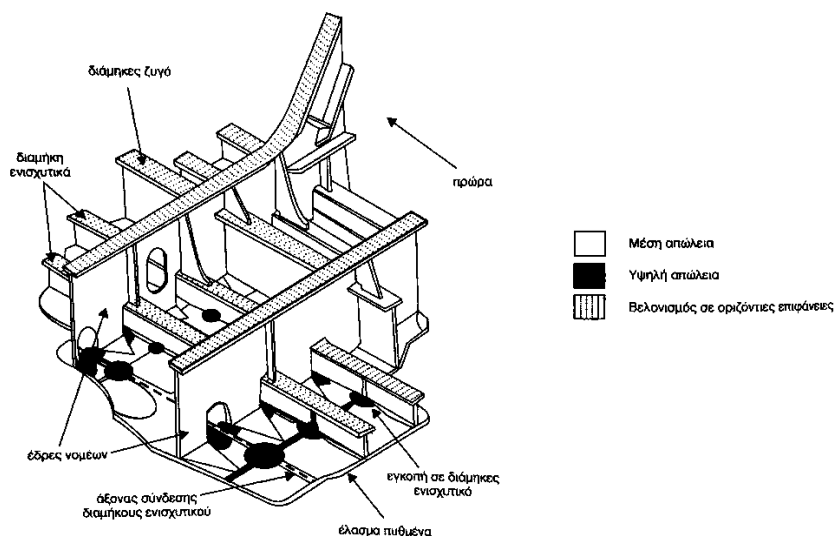
Η φθορά στον πυθμένα ξεκινά και εκτείνεται με κατεύθυνση από τη πλώρη προς τη πρύμνη. Αυτό οφείλεται στο ότι συνήθως τα πλοία έχουν έμπρυμνη διαγωγή, τόσο σε κατάσταση πλήρους φόρτωσης όσο και σε ερματισμένη κατάσταση. Οι καταστάσεις αυτές οδηγούν στην ανάπτυξη σφηνών νερού, οι οποίες περιλαμβάνουν υπολείμματα θαλάσσιου έρματος και νερού που πηγάξει από το φορτίο με κατεύθυνση από τη πλώρη προς τη πρύμνη. Υπάρχει όμως και

η αντίστροφη περίπτωση, δηλαδή η φθορά να εκτείνεται από τη πρύμνη προς την πλώρη. Αυτή εμφανίζεται σε πλοία που παρουσιάζουν έμπρομη διαγωγή σε κατάσταση πλήρους φόρτωσης. Γενικά, οι πρυμναίες περιοχές των δεξαμενών είναι αυτές που επηρεάζονται περισσότερο από τη διάβρωση. Μια άλλη περίπτωση που αφορά τα ελάσματα του πυθμένα είναι η επιλεκτική διάβρωση των συγκολλημένων περιοχών, ειδικά στις ραφές της συγκόλλησης. Στις περιοχές αυτές η απώλεια πάχους μπορεί να φθάσει τα 5 mm, δηλαδή είναι σημαντικά μεγαλύτερη απ' ό,τι στην υπόλοιπη κατασκευή. Ο κυριότερος λόγος γι' αυτό είναι η γαλβανική αντίδραση (*galvanic reaction*), που οφείλεται στο ότι το μέταλλο συγκόλλησης είναι πιο ανοδικό από το μέταλλο που καλύπτει τις περιοχές γύρω από τη συγκόλληση και έτσι φθείρεται ταχύτερα.

Προβλήματα διάβρωσης με βελονισμούς παρουσιάζονται σε οριζόντιες επιφάνειες, όπως τα πέλματα των διαμήκων ενισχυτικών του πυθμένα. Οι βελονισμοί εμφανίζονται ως αποτέλεσμα τις συχνής πλύσης των δεξαμενών που μεταφέρουν εναλλάξ φορτίο και έρμα. Η διάβρωση αυτής της μορφής είναι αρκετά σοβαρή, ειδικά στα άκρα των πελμάτων των ενισχυτικών, αφού είναι δυνατόν να επηρεάσει την αντοχή σε κρίσιμες συνδέσεις.

Αλλα προβλήματα που εμφανίζονται στην κατασκευή του πυθμένα είναι:

- Η δημιουργία αυλακιών στα διαμήκη ενισχυτικά των σεντινών. Η απώλεια πάχους και η γένεση ρωγμών στα άκρα των διαμήκων μπρακέτων.
- Ρωγμές στα κατακόρυφα ενισχυτικά των ενισχυμένων νομέων στις συνδέσεις με τα διαμήκη ενισχυτικά του πυθμένα.
- Ρωγμές στα σημεία σύνδεσης των νομέων των κεντρικών δεξαμενών με τις διαμήκεις φρακτές.



Εικόνα 41: Φθορές στην κατασκευή του πυθμένα.

(Πέτρος Α. Καρύδης. *Επιθεώρηση, Συντήρηση και Επισκευή της Μεταλλικής Κατασκευής του Πλοίου*. Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Ε.Μ.Π., 2002.)

5.4.2.8 Πλευρικά Ελάσματα, Διαμήκεις και Εγκάρσιες Φρακτές

Στα πλευρικά ελάσματα και στις ενισχυμένες πλευρές των διαμήκων και εγκάρσιων φρακτών συχνά εμφανίζονται ρωγμές, ειδικά στις συνδέσεις των διαφόρων στοιχείων της κατασκευής. Οι ρωγμές αυτές είναι πιο εμφανείς και καταστρεπτικές στα πλευρικά ελάσματα απ' ό,τι στις φρακτές, καθώς ευνοούνται από την επαναληπτική φόρτιση λόγω της κρούσης των κυμάτων στην οποία υποβάλλονται οι πλευρές του πλοίου.

Η φθορά λόγω διάβρωσης στους οριζόντιους κορμούς των διαμήκων ενισχυτικών των πλευρών και των διαμήκων φρακτών δεν είναι τόσο σοβαρή. Αντίθετα, στους κορμούς των νομέων είναι δυνατόν να εμφανισθούν βελονισμοί σημαντικού βάθους. Όταν τα πέλματα των ενισχυτικών επεκτείνονται πέραν των κορμών, η φθορά είναι σημαντική και οφείλεται στην παγίδευση του νερού στην ανώτερη επιφάνεια του κορμού. Στις περιπτώσεις αυτές είναι αναγκαία η ύπαρξη κατάλληλου συστήματος οπών για την αποστράγγιση του νερού.

Σε προστατευμένες περιοχές μέσα στις δεξαμενές ο ρυθμός διάβρωσης αυξάνεται με ταχείς ρυθμούς όταν για κάποιο λόγο το προστατευτικό στρώμα υποστεί ζημία. Η κατάρρευση της προστασίας συνήθως ξεκινά σε σημεία όπου έχει γίνει συγκόλληση, σε εγχοπές, καθώς και σε εκτεθειμένα άκρα των ελασμάτων. Σε απροστάτευτα στοιχεία της κατασκευής παρατηρείται γενική διάβρωση και ο ρυθμός διάβρωσης είναι πάντοτε υψηλότερος στις ανώτερες περιοχές των δεξαμενών.

5.4.2.9 Κύριο Κατάστρωμα

Η φόρτιση του κύριου καταστρώματος και των ενισχύσεών του συνίσταται σε ομοεπίπεδη φόρτιση λόγω της διαμήκου κάμψης της γάστρας του πλοίου. Όταν η φόρτιση των πλευρών λόγω υδροστατικών πιέσεων και κρούσης των κυμάτων είναι αξιόλογη, αναπτύσσεται διαξονικό εντατικό πεδίο. Η υδροστατική πίεση – εκτός της εξωτερικής υδροστατικής πίεσης - μπορεί να οφείλεται στην παρουσία υγρών σε δεξαμενές. Οι φορτίσεις κάθετα στην επιφάνεια του καταστρώματος οφείλονται στην παρουσία μηχανημάτων, στην διαβροχή του και στις δυναμικές φορτίσεις λόγω μετατόπισης των υγρών στο εσωτερικό των δεξαμενών (*sloshing*).

Η φθορά στα στοιχεία του καταστρώματος εμφανίζεται συνήθως στις συγκολλήσεις των διαμήκων ενισχυτικών με τα ελάσματα του καταστρώματος. Όταν ελαττώνεται το πάχος των κορμών των ενισχυτικών, μπορεί να επέλθει λυγισμός.

5.4.3 Εμφάνιση Ρωγμών στην Μεταλλική Κατασκευή των Δεξαμενοπλοίων

Οι ρωγμές που συναντώνται στα δεξαμενόπλοια υποδιαιρούνται σε δύο ομάδες α) κοπωτικές ρωγμές, που επιφέρουν τη μείωση των τάσεων, όπου υπάρχουν συγκεντρώσεις τάσεων, χωρίς περαιτέρω επίδραση στη συμπεριφορά της κατασκευής, και β) ρωγμές μεγάλης κλίμακας, που θέτουν σε κίνδυνο την ακεραιότητα της κατασκευής. Η ολική κατάρρευση της γάστρας του πλοίου μπορεί να προκύψει είτε με τη μετάδοση μίας ρωγμής που κόβει το πλοίο σε δύο τμήματα είτε με την ελαστοπλαστική κατάρρευση ελασμάτων του περιβλήματος της γάστρας. Η τελευταία επιτρέπει την είσοδο θαλασσινού νερού, επηρεάζοντας την ευστάθεια του πλοίου και το εντατικό πεδίο στη μεταλλική κατασκευή στην περιοχή της ζημιάς.

5.4.4 Εμφάνιση Λυγισμού στην Μεταλλική Κατασκευή των Δεξαμενοπλοίων

Αρκετές είναι οι περιπτώσεις ζημιών που οφείλονται σε λυγισμό (*buckling*). Μάλιστα όσο μεγαλύτερο ένα πλοίο τόσο πιθανότερο είναι να εμφανιστούν φαινόμενα λυγισμού λόγω θλίψης των ελασμάτων του κύριου καταστρώματος ή και του τυθμένα τα οποία οφείλονται σε λανθασμένο τρόπο φόρτωσης.



Εικόνα 42: Λυγισμός και σχάση του ελάσματος της πλευρικής κατασκευής.
(Πέτρος Α. Καρύδης. *Επιθεώρηση, Συντήρηση και Επισκευή της Μεταλλικής Κατασκευής του Πλοίου*. Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Ε.Μ.Π., 2002.)

6 Προτεινόμενες Μέθοδοι Αποκατάστασης της Μεταλλικής Κατασκευής Δεξαμενοπλοίων

6.1 Η Επισκευή της Μεταλλικής Κατασκευής Δεξαμενοπλοίων Συμβατικής Διάταξης

6.1.1 Εισαγωγή

Σε μία προσπάθεια αντιμετώπισης του σοβαρού προβλήματος της διάβρωσης της μεταλλικής κατασκευής των δεξαμενόπλοιων συμβατικής διάταξης (απλής γάστρας) ζητήθηκε από τα μέλη της Επιτροπής Συνεργασίας Μεταλλικών Κατασκευών Δεξαμενόπλοιων (*Tanker Structures Co-operative Forum*) του Διεθνούς Επιμελητηρίου Ναυτιλίας (*International Chamber of Shipping*), που εδρεύει στο Λονδίνο, να παρουσιάσουν πληροφορίες από τη διαθέσιμη εμπειρία σχετικά με τις ζημίες διαφόρων τμημάτων της μεταλλικής κατασκευής πλώρα του μηχανοστασίου σε δεξαμενόπλοια με χωρητικότητα άνω των 20.000 τόνων. Τα σημεία αυτά της κατασκευής και οι περιορισμοί μεγέθους που επιλέχθηκαν αφορούν ένα τυπικό δεξαμενόπλοιο και όχι μικρότερα σκάφη, για τα οποία η κατασκευή δεν είναι τόσο ευαίσθητη στις σχεδιαστικές λεπτομέρειες. Σε κάθε περίπτωση, οι περισσότερες από τις πληροφορίες που παρατίθενται αφορούν και πλοία μεταφοράς χημικών προϊόντων.

6.1.2 Επισκευή και Συντήρηση της Κατασκευής

Η Επίδραση της Γενικής Διάβρωσης

Εάν η διάβρωση έχει προχωρήσει σε τέτοιο βαθμό που είναι απαραίτητο να γίνει άμεσα επισκευή, ο υπεύθυνος έχει τρεις επιλογές. Εάν έχει παρουσιασθεί φθορά στο προστατευτικό επίστρωμα ή η διάβρωση είναι προχωρημένη, είτε το υπάρχον επίστρωμα θα πρέπει να αντικατασταθεί ή να επισκευαστεί, είτε να χρησιμοποιηθεί νέο επίστρωμα για έλεγχο της διάβρωσης.

Οι άνοδοι (*anodes*), ενώ προστατεύουν τη μεταλλική κατασκευή, φθείρονται με το χρόνο. Αυτό όμως δε συμβαίνει για όλες με τον ίδιο ρυθμό. Οι επιθεωρητές των πλοιοκτητών είναι υποχρεωμένοι να ελέγχουν σε κάθε ευκαιρία το σύστημα ανόδων των δεξαμενών και να τις αντικαθιστούν όταν η απώλεια ξεπερνά ένα ορισμένο όριο. π.χ. απώλεια βάρους κατά 80%. Σε κάθε ευκαιρία επιθεώρησης των δεξαμενών πρέπει να εξετάζεται και η σωστή εγκατάσταση των ανόδων. Για μέγιστη προστασία συνιστάται να τοποθετούνται απέναντι από τα ακροφύσια πλύσης της δεξαμενής, ώστε να παραμένουν καθαρές από υπολείμματα φορτίου.

Η μέθοδος της αντικατάστασης τμημάτων της μεταλλικής κατασκευής προτείνεται ως τελευταία λύση, ειδικά εάν υπάρχει αβεβαιότητα σχετικά με το μέλλον του πλοίου. Η αντικατάσταση καθίσταται απαραίτητη όταν η γενική διάβρωση υπερβαίνει τα ελάχιστα αποδεκτά όρια. Σε περίπτωση λυγισμού ή άλλης ζημίας της κατασκευής μπορεί να χρειαστεί αντικατάσταση χάλυβα πέρα από το ελάχιστο όριο.

Τοπικά φαινόμενα

Όπως και με τις επιλογές για γενική διάβρωση, έτσι και τα τοπικά φαινόμενα (διάβρωση με εγκοπές ή βελονισμούς) μπορούν να καλυφθούν με συγκόλληση. Εάν οι σπές είναι μικρού βάθους, η διάβρωση μπορεί να αναχαιτισθεί με γέμισμα με συνθετικό υλικό (*plastic steel*).

Η χρήση προστατευτικού επιστρώματος κρίνεται ως μια πρακτική λύση επισκευής και συντήρησης, υπό την προϋπόθεση ότι τα τοπικά φαινόμενα είναι σε αποδεκτά όρια. Σε περιπτώσεις τοπικής φθοράς του προστατευτικού επιστρώματος μπορεί επίσης να προστεθεί και ένα δεύτερο σύστημα ανόδων. Εκεί όπου έχει κριθεί απαραίτητη η πρόσθετη προστασία μετάλλου, μπορούν να τοποθετηθούν μικρές άνοδοι σε μικρή απόσταση από το επηρεαζόμενο έλασμα.

Η επισκευή των ρηχών οπών με υλικό εποξειδικού τύπου ή με ειδικό γέμισμα είναι μια εφικτή εναλλακτική λύση για τη συντήρηση της μεταλλικής κατασκευής. Πρόσφατες πρόοδοι στα υλικά σύνδεσης (*adhesives*), καθώς και προϊόντα ικανά για επικάλυψη ελάχιστα προετοιμασμένων περιοχών μπορούν να προσφέρουν πλεονεκτήματα έναντι επιστρωμάτων και συγκόλλησης μεγάλων επιφανειών. Επισκευές εν πλω αυτού του τύπου παρουσιάζουν λιγότερους περιορισμούς σε σύγκριση με τη συγκόλληση, αν και τα υλικά αυτά έχουν μικρότερη διάρκεια ζωής.

Η συγκόλληση περιοχών διαβρωμένων με βελονισμούς είναι μία γενικά αποδεκτή μέθοδος επισκευής για τα ελάσματα του πυθμένα. Η μέθοδος αυτή είναι κατάλληλη σε μεγάλη κλίμακα εφαρμογής μόνο σε ναυπηγείο, όπου η προετοιμασία, ο έλεγχος της εργασίας και η διασπορά της θερμότητας εξετάζονται λεπτομερώς, και όπου η αντικατάσταση υλικού δεν κρίνεται απαραίτητη. Η εφαρμογή της μεθόδου συγκόλλησης εν πλω γενικά περιορίζεται σε μεμονωμένες βαθιές οπές και επιτρέπεται κάτω από ειδικές συνθήκες, χρησιμοποιώντας κατάλληλα μεγέθη και τύπους ηλεκτροδίων. Για παράδειγμα, η συγκόλληση μεμονωμένων οπών μπορεί να εξετασθεί για βάθη βελονισμών της τάξης του μισού του πάχους του ελάσματος.

6.2 Η Επισκευή της Μεταλλικής Κατασκευής Δεξαμενοπλοίων Διπλής Γάστρας

6.2.1 Εισαγωγή

Λόγω του ότι τα δεξαμενόπλοια διπλής γάστρας είναι σχετικά νέα και δεν υπάρχει εκτενής εμπειρία από τη χρήση τους, για να καταρτισθούν συστάσεις για την επισκευή και συντήρησή τους κατέστη αναγκαίο να εξετασθεί η συμπεριφορά άλλων συναφών τύπων πλοίων με διπλή γάστρα. Η Επιτροπή Συνεργασίας Μεταλλικών Κατασκευών Δεξαμενόπλοιων (*Tanker Structures Co-operative Forum*), που όπως και για τα δεξαμενόπλοια απλής γάστρας επιφορτίστηκε με το έργο σύνταξης αντίστοιχων προτάσεων, έκανε χρήση της διαθέσιμης εμπειρίας για πλοία μεταφοράς χημικών προϊόντων, πλοία μικτής χρήσης (*OBO*), μεταλλεύματος και πετρελαίου (*ore/oil*) καθώς και για πλοία μεταφοράς υγροποιημένου φυσικού αερίου (*LNG*).

6.2.2 Γενικές Απαιτήσεις Κανονισμών για Αντιδιαβρωτική Προστασία

Σήμερα, μια κοινή απαίτηση των Νηογνώμωνων αναφέρει ρητά ότι «όλες οι δεξαμενές θαλάσσιου έρματος, για τις οποίες το εξωτερικό περίβλημα του πλοίου αποτελεί σύνορο, πρέπει να φέρουν προστατευτικό επίστρωμα σύμφωνα με τις απαιτήσεις του κατασκευαστή».

Ενώ έχουν γίνει πολλές συζητήσεις σχετικά με το σχεδιασμό των δεξαμενόπλοιων με διπλή γάστρα και την προστασία της μεταλλικής κατασκευής από τη διάβρωση, μέχρι σήμερα η καθοδήγηση σχετικά με τη σωστή εφαρμογή της προστασίας υπήρξε περιορισμένη. Τελευταία πολλοί Νηογνώμονες έχουν συντάξει συστάσεις και προτάσεις για τον έλεγχο της διάβρωσης.

Η εμπειρία σχετικά με τη συμπεριφορά των μεταλλικών επιφανειών σε διαβρωτικά περιβάλλοντα ανέδειξε την αξία της εφαρμογής προστατευτικών υψηλής ποιότητας στο εσωτερικό των δεξαμενών. Αυτά εφαρμόζονται σε συνδυασμό με καθοδική προστασία χαμηλής έντασης, που δρα σαν εφεδρικό σύστημα ελέγχου της διάβρωσης σε όλη τη διάρκεια ζωής του πλοίου. Επίσης, οι επιθεωρήσεις των εσωτερικών επιφανειών των δεξαμενών θαλάσσιου έρματος γίνονται ευκολότερα όταν οι προστατευτικές βαφές διατηρούν την αποτελεσματικότητά τους, κάνοντας την εκτίμηση της ακεραιότητας της κατασκευής πιο εύκολη, αφού εξετάζονται μόνο τα σημεία όπου έχει καταρρεύσει το επίστρωμα.

6.2.3 Προστασία της Κατασκευής Δεξαμενοπλοίων με Διπλή Γάστρα

Ο αποτελεσματικός έλεγχος της διάβρωσης σε απομονωμένες δεξαμενές θαλάσσιου έρματος (*segregated water ballast tanks*), όπως αυτές που συναντούμε σε δεξαμενόπλοια με διπλή γάστρα, είναι ίσως ο σημαντικότερος παράγοντας που επηρεάζει την αξιοπιστία αλλά και τη διάρκεια ζωής πλοίων αυτού του τύπου.

Η πείρα έχει δείξει ότι κατά τη διάρκεια της παραμονής του σκάφους στο θαλάσσιο περιβάλλον, το είδος της προστασίας και η μορφολογία των εσωτερικών στοιχείων της κατασκευής μπορούν να είναι καθοριστικά για την έκταση της διάβρωσης. Απροστάτευτες μεταλλικές επιφάνειες παρουσιάζουν ομοιόμορφη διάβρωση, ενώ αντίθετα οι επιστρωμένες μεταλλικές επιφάνειες είναι επιρρεπείς σε εντεινόμενη διάβρωση μόνο στα σημεία όπου προκύπτει τοπική κατάρρευση της προστασίας.

Ενώ ο αντικειμενικός σκοπός της διπλής γάστρας είναι η αποφυγή της ρύπανσης του περιβάλλοντος από πιθανή διαρροή πετρελαίου, η ανεπαρκής προστασία των εσωτερικών χώρων μπορεί να δυσχεράνει την επίτευξη του σκοπού αυτού. Γι' αυτό το λόγο είναι σημαντικό να αναγνωρισθεί η αξία της σωστής προετοιμασίας και της σωστής εφαρμογής του συστήματος προστασίας στο στάδιο της ναυπήγησης.

6.2.4 Επιλογή της Κατάλληλης Μεθόδου Προστασίας

Οι μέθοδοι προστασίας που εφαρμόζονται στις δεξαμενές θαλάσσιου έρματος συνοψίζονται κάτωθι:

Άκαμπτα (σκληρά) προστατευτικά επιστρώματα (βαφές, τσιμέντο, *bitumastic* κλπ.). Το βασικό χαρακτηριστικό αυτού του τύπου προστασίας είναι η δημιουργία μιας προστατευτικής μεμβράνης στις επιφάνειες της κατασκευής, η οποία ανθίσταται στη διάβρωση. Η οποιαδήποτε κατάρρευση της μεμβράνης αυτής επιτρέπει την εξέλιξη της διάβρωσης, συνήθως σε πολύ ταχύτερους ρυθμούς από οπουδήποτε αλλού. Το πρόβλημα αυτό είναι παρόμοιο με αυτό της διάβρωσης με βελονισμούς (*pittings*), όπου εάν δε ληφθούν εγκαίρως μέτρα, διακυβεύεται η ακεραιότητα της κατασκευής στο σύνολό της. Επιπλέον, τυχούσα επέκταση της κατάρρευσης του προστατευτικού επιστρώματος οδηγεί τελικά σε ομοιόμορφη διάβρωση της μεταλλικής επιφάνειας και η προστασία δεν μπορεί να θεωρηθεί πλέον αποτελεσματική. Αν τα αναγνωρισμένα προστατευτικά επιστρώματα, όπως αυτά που έχουν ως βάση διάφορες εποξειδικές ουσίες, εφαρμοσθούν σωστά σε μεταλλικές επιφάνειες που έχουν υποστεί ψηγματοβολή, προσφέρουν αποτελεσματική προστασία για τουλάχιστον δέκα χρόνια ζωής του πλοίου. Θυσιάζομενα προστατευτικά επιστρώματα, όπως αυτά από ανόργανο ψευδάργυρο, δημιουργούν ένα στρώμα υλικού που είναι ανοδικότερο από την υπάρχουσα μεταλλική επιφάνεια, προκαλώντας έτσι καθοδική προστασία.

Εύκαμπτα (μαλακά) προστατευτικά επιστρώματα (*wool grease*, λανολίνη, υλικά χημικών αντιδράσεων). Η αποτελεσματικότητα αυτών των τύπων επιστρωμάτων είναι αρκετά δύσκολο να κριθεί, ειδικά αυτών που βασίζονται σε χημική αντίδραση με τη μεταλλική επιφάνεια. Από τη φύση τους τα προστατευτικά αυτά είναι αποτελεσματικά για περίπου τρία χρόνια μόνο, προτού απαιτηθεί συντήρηση. Επίσης, είναι δύσκολη η οπτική εκτίμηση της κατάστασης στην οποία βρίσκονται, ειδικά αν έχουν χρησιμοποιηθεί για να καλύψουν ήδη βαριά διαβρωμένες περιοχές της κατασκευής. Άλλα τυπικά προβλήματα που έχουν προκύψει κατά τη χρήση των μαλακών προστατευτικών στις δεξαμενές θαλάσσιου έρματος είναι:

- Η λιπαρότητά τους (*greasiness*), η οποία καθιστά την επιθεώρηση πολύ δύσκολη.
- Η παρουσία πετρελαίου ως κύριου συστατικού τους, το οποίο μπορεί να προκαλέσει ρύπανση του υγρού έρματος.
- Η ενδεχόμενη αστοχία των επιστρωμάτων που εφαρμόζονται σε θερμές επιφάνειες.
- Μερικά προστατευτικά που έχουν ως βάση φυτικές ουσίες δεν μπορούν να συνδυασθούν με θυσιαζόμενες ανόδους.
- Προστατευτικά που έχουν ως βάση τη λανολίνη (*lanolin*), όταν εκτεθούν σε ορυκτέλαια (*mineral oils*), μετατρέπονται σε γαλακτώματα (*emulsions*) και πρέπει στη συνέχεια να αφαιρεθούν.
- Τα εύκαμπτα προστατευτικά σε οριζόντιες επιφάνειες μπορεί να υποστούν ζημία από λιμνάζοντα νερά που παραμένουν μετά την αφαίρεση του θαλάσσιου έρματος.
- Σε περίπτωση συγκόλλησης στο εξωτερικό ή το εσωτερικό των δεξαμενών, τα μαλακά προστατευτικά πρέπει να αφαιρούνται, γιατί υπάρχει κίνδυνος ανάφλεξης λόγω της θερμικής κατεργασίας.

Καθοδική προστασία. Η βασική αρχή της καθοδικής προστασίας είναι η ανάλυση των ανόδων από ψευδάργυρο (*Zn*) ή αλουμίνιο (*Al*), προστατεύοντας με αυτόν τον τρόπο την περιβάλλουσα μεταλλική κατασκευή. Γι' αυτό οι επιφάνειες που πρόκειται να προστατευθούν απαιτείται να είναι βυθισμένες, έτσι ώστε η μέθοδος να είναι αποτελεσματική. Η πείρα έχει δείξει ότι ένα σημαντικό ποσοστό της κατασκευής διαβρώνεται αν οι άνοδοι δεν είναι πλήρως βυθισμένες. Για τους παραπάνω λόγους οι ρυθμοί κατανάλωσης και αντικατάστασης των ανόδων δεν είναι πάντοτε μια ασφαλής ένδειξη της αποτελεσματικότητας της μεθόδου. Μόνο η τακτική οπτική επιθεώρηση της κατασκευής μπορεί να αποδώσει μια ακριβή εκτίμηση της αποτελεσματικότητας. Οι θυσιαζόμενες άνοδοι χρησιμοποιούνται ως εφεδρική προστασία των σκληρών επιστρωμάτων, ενώ έχουν και τη δυνατότητα να περιορίζουν τον αυξανόμενο ρυθμό της διάβρωσης όταν καταρρεύσει το προστατευτικό επίστρωμα, εφόσον είναι βυθισμένες σε θαλασσινό νερό, καθυστερώντας έτσι την ανάγκη επιβολής νέου στρώματος προστατευτικού στη μεταλλική επιφάνεια.

6.2.5 Τυπικά Προστατευτικά Επιστρώματα στις Σημαντικότερες Περιοχές

Προστατευτικά επιστρώματα σε δεξαμενές έρματος

Ο συνηθέστερα χρησιμοποιούμενος τύπος προστατευτικού για τις επιφάνειες των δεξαμενών έρματος είναι η εποξειδική ανθρακόπισσα (*coal tar epoxy*). Η εμπειρία έχει δείξει ότι σε επιφάνεια που έχει προετοιμασθεί κατάλληλα τα προστατευτικά αυτού του τύπου προσφέρουν ικανοποιητική προστασία έναντι της διάβρωσης για διάστημα λειτουργίας του πλοίου που υπερβαίνει τα δέκα έτη.

Στο διάστημα των δέκα ετών μπορεί να προκύψει τοπική κατάρρευση του προστατευτικού επιστρώματος σε οξείες ακμές ενισχυτικών ή σε διάφυλλα ανοίγματα που υπάρχουν στη κατασκευή. Για να περιοριστεί η πιθανότητα εμφάνισης τοπικών αστοχιών, συνήθως «στρογγυλεύονται» οι ακμές και παράλληλα, πριν από την εφαρμογή του προστατευτικού με ψεκασμό, τοποθετείται ένα στρώμα προστατευτικού σε λωρίδες με βούρτσα. Όταν δεν γίνεται προληπτική συντήρηση, οι ατέλειες που αναφέρθηκαν πιο πάνω οδηγούν σε αυξανόμενους ρυθμούς διάβρωσης της μεταλλικής κατασκευής, αφού πρώτα έχει καταστραφεί προοδευτικά το σύστημα προστασίας.

Ένα βασικό μειονέκτημα των προστατευτικών από εποξειδική ανθρακόπισσα είναι το σκούρο χρώμα που έχουν, συνήθως μαύρο ή καφέ. Το γεγονός αυτό καθιστά την επιθεώρηση κλειστών χώρων όπως οι δεξαμενές στα δεξαμενόπλοια με διπλή γάστρα δύσκολη, με αποτέλεσμα να απαιτείται φωτισμός. Λόγω των καρκινογόνων ιδιοτήτων τους σταδιακά περιορίζεται η χρήση των προστατευτικών από εποξειδική ανθρακόπισσα στις χώρες που ναυπηγούνται πλοία. Για να ξεπεραστεί το πρόβλημα αυτό, έχουν αρχίσει να κατασκευάζονται νέοι τύποι προστατευτικών, όπως οι «αποχρωματισμένες» ή «τροποποιημένες» εποξειδικές βαφές. Τα προστατευτικά αυτά έχουν πιο ανοιχτά χρώματα, που προσφέρουν καλύτερη ορατότητα και συνεπώς πιο εύκολη ανίχνευση πιθανών ατελειών.

Ο πυριτιούχος ψευδάργυρος επίσης αποτελεί μια καλή λύση και την προστασία των δεξαμενών έρματος, αφού το ανοιχτό του χρώμα καθιστά την επιθεώρηση ακόμα και κατά τη λειτουργία του πλοίου πολύ εύκολη. Ο πυριτιούχος ψευδάργυρος όμως έχει πολύ μικρότερη διάρκεια ζωής από τις εποξειδικές ανθρακόπισσες. Αστοχία εμφανίζεται στο τέλος της ζωής του προστατευτικού όταν η ποσότητα του ψευδαργύρου μειώνεται, φαινόμενο που οδηγεί σε σκληρή οξειδωση και ξεφλούδισμα της επιφάνειας.

Προστατευτικά επιστρώματα σε δεξαμενές φορτίου

Τα προστατευτικά που χρησιμοποιούνται στις δεξαμενές φορτίου εξαρτώνται άμεσα από το είδος του φορτίου που μεταφέρεται. Για παράδειγμα, στις δεξαμενές αργού πετρελαίου τα ελάσματα του πυθμένα προστατεύονται από τη διάβρωση με βελονισμούς με εποξειδική ανθρακόπισσα, ενώ σε δεξαμενόπλοια μεταφοράς χημικών προϊόντων η εσωτερική προστασία εξασφαλίζεται συνήθως με μία καθαρή εποξειδική βαφή, πολυουρεθάνη ή με πυριτιούχο ψευδάργυρο. Η επιλογή γίνεται ανάλογα με το πώς αντιδρά το προστατευτικό με τα χημικά συστατικά του φορτίου.

Στα δεξαμενόπλοια με δύο γάστρες απαιτείται επιπλέον προστασία στα φρεάτια με ανθεκτικά επιστρώματα (*glass flake protectives*) των αντλιών αναρρόφησης του φορτίου, ώστε να αποφευχθεί η σπηλαιώδης μηχανική διάβρωση της κατασκευής των διπυθμένων.

Το κύριο κατάστρωμα

Κατά κανόνα, αυτή η περιοχή της γάστρας μπορεί να συντηρείται και να επισκευάζεται κατά τη διάρκεια της λειτουργίας του σκάφους. Όμως σε μερικά από τα νέα δεξαμενόπλοια που έχουν κατασκευασθεί από χάλυβες υψηλής αντοχής, τα ενισχυτικά του καταστρώματος είναι εκτεθειμένα και συνεπώς η προστασία κατά της διάβρωσης καθίσταται πολύ δύσκολη. Για καταστρώματα που έχουν εξωτερικά ενισχυτικά, η διαδικασία της επίστρωσης του προστατευτικού είναι η ίδια με αυτή που ακολουθείται στις δεξαμενές, ενώ παράλληλα πρέπει να προστατευθούν τα σημεία συγκόλλησης και οι οξείες ακμές, έτσι ώστε να επιτευχθεί ικανοποιητικό επίπεδο προστασίας. Κατά το τελευταίο στάδιο της ανέγερσης ενός πλοίου, η επίστρωση του κύριου καταστρώματος είναι η πιο δύσκολη διαδικασία από την άποψη επίτευξης ικανοποιητικής ποιότητας, ανεξάρτητα από το είδος του προστατευτικού

συστήματος. Για το λόγο αυτό, ο καλός σχεδιασμός και ο σωστός έλεγχος της ποιότητας των προστατευτικών από τους κατασκευαστές αποκτούν ιδιαίτερη σημασία.

6.2.6 Κριτήρια Ποιότητας για Προστατευτικά Επιστρώματα στους Χώρους της Διπλής Γάστρας

Γενικά κριτήρια

Στο συμβόλαιο ενός υπό κατασκευή πλοίου αναφέρονται οι απαιτήσεις για την ποιότητα των προστατευτικών που θα χρησιμοποιηθούν, καθώς και οι απαιτήσεις για τη συντήρησή τους κατά τη διάρκεια της λειτουργίας του πλοίου.

Πρέπει επίσης να συμφωνηθεί το χρονοδιάγραμμα που θα ακολουθηθεί από το ναυπηγείο κατά την ανέγερση του πλοίου, έτσι ώστε να αποφευχθούν μεταγενέστερες ζημιές από άλλες εργασίες ανέγερσης στις προστατευόμενες επιφάνειες. Οι παρακάτω επισημάνσεις συνιστούν ένα σύντομο οδηγό για την επίτευξη ικανοποιητικής προστασίας των δεξαμενών με προστατευτικά επιστρώματα καλής ποιότητας.

Το επίπεδο προστασίας που απαιτείται πρέπει να οριστεί από την αρχή, έτσι ώστε να περιλαμβάνει όλους τους απαιτούμενους ελέγχους κατά τη διάρκεια της ναυπήγησης.

Ο έλεγχος και η αποδοχή της προετοιμασίας της υπό προστασία επιφάνειας θα πρέπει να γίνονται από κοινού από τους επιβλέποντες μηχανικούς, τους κατασκευαστές των επιστρωμάτων και τους πλοιοκτήτες. Θα πρέπει να επιθεωρούνται όλες οι επιφάνειες. Όπου απαιτούνται εγγυήσεις για την ποιότητα της προστασίας, την ευθύνη για την αποδοχή κάποιου προστατευτικού την αναλαμβάνει ο κατασκευαστής των επιστρωμάτων.

Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δίνεται στην αφαίρεση του πετρελαίου ή του γράσου, καθώς και άλλων ξένων ουσιών από επιφάνειες στις οποίες έχει περαστεί πρώτο χέρι βαφής (αστάρι). Περιοχές στις οποίες εμφανίζεται οξείδωση πρέπει να καθαρίζονται. Λεπτά κομμάτια πρώτου στρώματος βαφής θα πρέπει να αφαιρούνται. Λαμβάνοντας υπόψη τις αβεβαιότητες που προκύπτουν από όλα τα παραπάνω, βέλιστα αποτελέσματα θα επιτευχθούν μόνο εάν αφαιρεθούν όλα τα στρώματα από το πρώτο χέρι με αμμοβολή (*sandblasting*). Στις περισσότερες περιπτώσεις οι κατασκευαστές είναι διστακτικοί στο να δεχθούν το μέτρο αυτό, αφού δεν καθορίζεται επακριβώς πότε ένα στρώμα από πρώτο χέρι βαφής είναι ή δεν είναι άθικτο. Στην περίπτωση που δεν μπορεί να εξασφαλισθεί η καθαρότητα της επιφάνειας, όπως αυτή έχει ήδη οριστεί για να είναι έτοιμη για εφαρμογή προστασίας, η πιο εύκολη λύση είναι να γίνει αμμοβολή και να ξαναβαφτεί ολόκληρη η επιφάνεια.

Η υπό προστασία επιφάνεια καθώς και οι πλησιέστερες σε αυτήν επιφάνειες πρέπει να καθαρίζονται από τυχόν ακαθαρσίες πριν από την εφαρμογή της βαφής.

Καμία επαφή μεταξύ των συνεργείων καθαριότητας και βαφής δε θα πρέπει να επιτρέπεται, αλλά η ατελής εκτέλεση της εργασίας ενός από τα δύο συνεργεία πρέπει να αναγνωρίζεται έγκαιρα και να αποκαθίσταται. Μετά την ολοκλήρωση της βαφής, πρέπει να ακολουθεί επιθεώρηση της επιφάνειας και μετρήσεις, ούτως ώστε να επισημανθούν τυχόν διαφορές πάχους στο στρώμα της βαφής, στην ομαλότητα του στρώματος και στην ακεραιότητά του (πιθανές μικροσκοπικές οπές λόγω διαφεύγοντος διαλύματος ή παγιδευμένων ακαθαρσιών). Οποιαδήποτε επίμονη ατελής κατεργασία πρέπει να απορρίπτεται αμέσως και να αποκαθίσταται.

Μετά την ολοκλήρωση της βαφής η επιφάνεια πρέπει να επιθεωρείται ξανά. Σ' αυτό το σημείο πρέπει να ελέγχεται κατά πόσον το πάχος του προστατευτικού επιστρώματος είναι το απαιτούμενο.

Στο τελικό στάδιο επιθεωρείται για άλλη μια φορά ολόκληρη η επιφάνεια και αποκαθίστανται πιθανές ατέλειες ή ζημιές. Αν είναι δυνατόν, ένα μέλος της ομάδας επιθεώρησης του συνεργείου βαφής θα πρέπει να διενεργεί τακτικούς τοπικούς ελέγχους όταν αφαιρούνται οι σκαλωσιές και αρχίζουν άλλες εργασίες στις επιστρωμένες επιφάνειες, έτσι ώστε να αποφεύγονται ζημιές στο προστατευτικό επίστρωμα.

Όταν διενεργείται βαφή δεξαμενών έρματος ή φορτίου εν πλω, πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη σημασία στο ψυχρό μέταλλο, στον επαρκή εξαερισμό για την ολοκληρωτική αφαίρεση διαλυμάτων και τέλος στην πλήρη απομόνωση των δεξαμενών από το νερό μέχρι την ολοκλήρωση της εφαρμογής του προστατευτικού. Καμία άλλη εργασία δεν πρέπει να γίνει μέσα στη δεξαμενή πριν από την ολοκλήρωση της σωστής εφαρμογής του κατάλληλου προστατευτικού επιστρώματος.

Προετοιμασία της επιφάνειας

Πριν αρχίσει ο καθαρισμός της προκατασκευασμένης και ήδη βαμμένης σε πρώτο χέρι (αστάρι) κατασκευής, είναι σημαντικό να ελεγχθεί κατά πόσον όλες οι ελασματοургικές εργασίες έχουν αποπερατωθεί. Για να εξασφαλισθεί η επιτυχής εφαρμογή του προστατευτικού επιστρώματος, θα πρέπει να γίνουν οι παρακάτω προεργασίες:

- Αφαίρεση όλων των πιτσιλισμάτων που προήλθαν από συγκόλληση.
- Αφαίρεση οξειδωσης λόγω συγκόλλησης.
- Αφαίρεση ή επιδιόρθωση τυχόν φυλλώσεων από εξέλαση.
- Στρογγύλευση όλων των οξειών ακμών με ελάχιστη ακτίνα περίπου 2 mm.
- Αφαίρεση οξειών ακμών από την κατατομή.
- Επιδιόρθωση εγχοπών που δημιουργούνται κατά την προκατασκευή.

Τα χρονοδιαγράμματα παραγωγής πρέπει να περιλαμβάνουν και να απαιτούν την ολοκλήρωση όλων των παραπάνω «εργασιών τελειώματος». Ο λόγος είναι ότι, αν όλες αυτές οι εργασίες γίνουν σωστά, μειώνονται σημαντικά οι πιθανότητες εμφάνισης ατελειών στα προστατευτικά επιστρώματα που θα εφαρμοσθούν στη συνέχεια.

Προετοιμασία της επιφάνειας και βαφή

Η προετοιμασία της επιφάνειας στην οποία έχει ήδη εφαρμοσθεί ένα πρώτο χέρι επιστρώματος είναι μία διεργασία ζωτικής σημασίας. Σήμερα συναντούμε δύο διαφορετικές τεχνικές:

Επίστρωση της γάστρας μετά τη ναυπήγηση, συνήθως πριν από την καθέλκυση, αλλά και μετά απ' αυτήν.

Επίστρωση ανά τμήμα μέσα σε ειδικούς χώρους αμέσως μετά την κατασκευή και πριν από την ανέγερση της γάστρας, και ολοκλήρωση της βαφής μετά την αποπεράτωση της ναυπήγησης του πλοίου.

Σε μερικές περιπτώσεις χρησιμοποιούνται κατά τμήματα και οι δύο μέθοδοι, όποτε αυτό εξυπηρετεί, ενώ ορισμένες φορές διενεργείται η επίστρωση ανά τμήματα εκτός των συνήθων χώρων αλλά πάντα πριν από την ανέγερση της γάστρας. Η επίστρωση πριν από την ανέγερση της γάστρας έχει εισαχθεί ως μέθοδος για να ξεπεραστούν οι δυσκολίες της επιτόπου βαφής της γάστρας, αλλά έχει δημιουργήσει μία σειρά νέων προβλημάτων, τα οποία μερικές φορές είναι πιο σοβαρά απ' αυτά που θέλουμε να αποφύγουμε με την εισαγωγή της μεθόδου. Τα προβλήματα αυτά εξετάζονται παρακάτω.

Η προετοιμασία των επιφανειών των κατασκευών στις οποίες έχει εφαρμοσθεί ένα πρώτο χέρι επιστρώματος γίνεται κυρίως με μηχανικά εργαλεία (*power tools*) ή με αμμοβολή εν μέρει.

Συνήθως κανένας κατασκευαστής επιστρωμάτων δεν προτιμά την προετοιμασία της επιφάνειας με εργαλεία αν η αμμοβολή είναι εφικτή, παρά το ότι η αμμοβολή ως μέθοδος έχει κι αυτή τα δικά της προβλήματα. Γενικά, η τεχνική που ακολουθείται είναι να αποκαθίστανται οι ζημιές από συγκολλήσεις αλλά και από το πρώτο χέρι του επιστρώματος με αμμοβολή και στη συνέχεια να γίνεται καθαρισμός με αμμοβολή, αν τα τμήματα επιστρώνονται πριν από την ανέγερση ή απλά καθαρίζονται με εργαλεία μετά την ανέγερση. Πολύ σπάνια, η αμμοβολή γίνεται αποδεκτή αφού έχει ανεγερθεί η γάστρα, εκτός από την ιδιαίτερη περίπτωση των δεξαμεμών σε δεξαμενόπλοια χημικών προϊόντων.

Το πρώτο επίστρωμα (αστάρι) προκατασκευής σκοπό έχει να αποτρέψει τη διαβρωτική φθορά (οξειδωση) του χάλυβα κατά τη διάρκεια της κατασκευής και της ναυπήγησης. Η φύση του όμως είναι τέτοια που το καθιστά επικίνδυνο για το κυρίως σύστημα προστασίας, ενώ και η κατάστασή του μεταβάλλεται όσο είναι εκτεθειμένο. Οι περισσότεροι κατασκευαστές προστατευτικών επιστρωμάτων προτιμούν, πριν από την εφαρμογή του συστήματος προστασίας, την πλήρη αφαίρεση από την επιφάνεια της πρώτης στρώσης, παρά το ότι υπάρχει ένας σημαντικός αριθμός πλοίων που έχουν προστατευθεί ικανοποιητικά εφαρμόζοντας το σύστημα προστασίας (προστατευτικό επίστρωμα) πάνω από την πρώτη στρώση (αστάρι). Η διστακτικότητα των κατασκευαστών οφείλεται στο ότι είναι υποχρεωμένοι να καλύψουν την πρώτη στρώση άλλου κατασκευαστή, και έτσι δεν έχουν τον απόλυτο έλεγχο μιας περίπλοκης διαδικασίας όπως είναι η αντιμετώπιση της διάβρωσης και της φθοράς που αυτή προκαλεί. Δεδομένου ότι το αστάρι απολιπαίνεται, καθαρίζεται και βουρτσίζεται ενώ δεν έχει εκτεθεί για μεγάλο διάστημα ώστε να αρχίσει διαβρωτική δράση, η τεχνική της επικάλυψής του με τα προστατευτικά δίνει ικανοποιητικά αποτελέσματα. Η μέθοδος αυτή είναι όμως επίπονη και πολλοί μηχανικοί αρνούνται να την εφαρμόσουν όπως ακριβώς απαιτείται.

Εφαρμογή του βασικού συστήματος επιστρωμάτων

Ένα ξηρό στρώμα πάχους 250 μm συνιστάται ως το τελικό πάχος για το προστατευτικό επίστρωμα από εποξειδική βαφή, καθότι η εμπειρία έχει δείξει ότι το πάχος αυτό είναι ιδανικό για την αποτελεσματική αντιμετώπιση της διάβρωσης. Ειδικευμένο προσωπικό με τον κατάλληλο εξοπλισμό, εάν έχει καλή πρόσβαση στην υπό προστασία επιφάνεια και ικανοποιητικό φωτισμό, μπορεί να επιτύχει το επιθυμητό πάχος. Σε μεγάλες όμως επιφάνειες μερικά τμήματα αναπόφευκτα θα έχουν μικρότερο από το επιθυμητό πάχος του προστατευτικού επιστρώματος.

Για τη διατήρηση του κατάλληλου πάχους του προστατευτικού α) στις ελεύθερες ακμές, β) στις συνδέσεις με συγκόλληση και γ) στις δύσκολες περιοχές μιας κατασκευής, συνιστάται η εφαρμογή του πρώτου στρώματος του προστατευτικού να γίνεται σε λωρίδες.

7 Συμπεράσματα και Προτάσεις

7.1 Συμπεράσματα

Αποστολή των Νηογνώμωνων αποτελεί η προώθηση της ασφάλειας της ζωής, της περιουσίας και του φυσικού περιβάλλοντος μέσω της ανάπτυξης προτύπων (*standards*) σχεδιασμού, κατασκευής, συντήρησης πλοίων και λοιπών κατασκευών συναφή με το ναυτιλιακό κλάδο.

Εκ των πραγμάτων, οι Νηογνώμονες με τις ευθύνες που έχουν ως αναγνωρισμένοι (ιδιωτικοί οργανισμοί) από το κράτος, έχουν συμβάλει με τον τρόπο τους, σε ασφαλέστερα θαλάσσια ταξίδια και μεταφορές και την διατήρηση ενός ασφαλούς θαλάσσιου περιβάλλοντος, με πρώτο και κυρίαρχο μέλημα τους την καταλληλότητα του πλοίου. Εκδίδοντας λοιπόν κανονισμούς και αυξάνοντας τα *standarts* τους για την διατήρηση κλάσης και επιθεωρώντας τα πλοία όποτε θεωρείται απαραίτητο δημιουργούν ασφαλή προς πλου πλοία.

Από τα αρχικά στάδια της κατασκευής ενός πλοίου μέχρι να παρθεί η τελική απόφαση που θα το αποσύρει από την ενεργό δράση, θα πρέπει το πλοίο να παρακολουθείται με μία σειρά εσωτερικών και εξωτερικών επιθεωρήσεων ώστε να εκτιμάται η ακεραιότητα του. Οι ναυτικές επιθεωρήσεις είναι πλέον, ένα βαθιά καθιερωμένο και ουσιώδες κομμάτι των πλοίων και γενικότερα των θαλασσίων μεταφορών.

Τα πλοία υπόκεινται σε υποχρεωτικές επιθεωρήσεις (*surveys*) προκειμένου να εξακριβωθεί η κατάστασή τους και να τους χορηγηθούν τα απαραίτητα πιστοποιητικά αξιοπλοΐας (*certificates*), έτσι ώστε να μπορούν να λειτουργούν νόμιμα και με την απαιτούμενη ασφάλεια.

Επιθεωρήσεις απαιτούνται για έναν μεγάλο αριθμό λόγων και θεμάτων με αποτέλεσμα η μορφή της επιθεώρησης καθώς και του πορίσματος που την ακολουθεί να ποικίλει ανάλογα με τις απαιτήσεις.

Πολλές ναυτικές επιθεωρήσεις έχουν σαν σκοπό να εντοπίσουν ή/και να προβλέψουν ανησυχητικές καταστάσεις ώστε να αποτρέψουν ζημιές και ατυχήματα.

Οι επιθεωρήσεις των πλοίων διέπονται από βασικές αρχές που είναι ανεξάρτητες από το επιθεωρούμενο θέμα, δηλαδή, την σιδερένια κατασκευή, την μηχανολογική εγκατάσταση και τον εξοπλισμό. Οι βασικές αρχές:

- Προετοιμασία επιθεώρησης (*Survey preparation*)
- Διαδικασία επιθεώρησης (*Survey procedure*)
- Πόρισμα επιθεώρησης (*Report on the results of survey*)

Οι υποχρεωτικές επιθεωρήσεις που λαμβάνουν χώρα κατά τη διάρκεια της ζωής και λειτουργίας των πλοίων πραγματοποιούνται από κάποιον εξωτερικό φορέα, ο οποίος τις περισσότερες των περιπτώσεων είναι ο αντίστοιχος Νηογνώμονας. Οι απαιτήσεις των Νηογνώμωνων σε γενικές γραμμές είναι παραπλήσιες και δεν συναντώνται διαφορές στον τρόπο εφαρμογής τους.

Με την ολοκλήρωση της επιθεώρησης, ο επιθεωρητής προχωρά στην σύνταξη της τεχνικής του έκθεσης, στην οποία θα αναφέρει τυχόν ελλείψεις που παρατηρήθηκαν στο πλοίο και πρέπει να διορθωθούν ώστε το σκάφος να ικανοποιεί τις απαιτήσεις των κανονισμών και τα πρότυπα του Νηογνώμονα. Σε περίπτωση που η κατάσταση της μεταλλικής κατασκευής, της μηχανής ή του εξοπλισμού κριθεί μη ικανοποιητική, τότε ο Νηογνώμονας συντάσσει σύσταση με τις αναγκαίες διορθωτικές ενέργειες ή για να ορίσει νέα επιθεώρηση ή άλλα απαραίτητα μέτρα.

Ένας έμπειρος επιθεωρητής γνωρίζει τα τυπικά προβλήματα της κατασκευής που πιθανόν θα συναντήσει, καθώς και τους παράγοντες που συντελούν στη διάβρωση (συμπεριλαμβανομένων και των μεθόδων προστασίας απ' αυτή) και συνεπώς αναγνωρίζει αμέσως το είδος του προβλήματος.

Η διάβρωση ενός μετάλλου είναι μια διαδικασία που γενικά αποδίδεται στην εγγενή τάση του μετάλλου να επιστρέψει από την ενεργειακά αναβαθμισμένη του κατάσταση στη φυσική του μορφή.

Το θαλάσσιο περιβάλλον, τόσο το θαλάσσιο νερό όσο και η θαλάσσια ατμόσφαιρα, συνιστά περιβάλλον ιδιαίτερα διαβρωτικό προς τα πλοία και τις ναυπηγικές κατασκευές. Η διάβρωση στο θαλάσσιο νερό εξαρτάται από τη θερμοκρασία του, την περιεκτικότητα σε οξυγόνο και αλάτι, το pH, την ταχύτητα ροής του νερού γύρω από την κατασκευή και τη ρύπανση αυτής καθώς και τη θέση (βάθος) του υπό διάβρωση μετάλλου στο νερό. Η διάβρωση στη θαλάσσια ατμόσφαιρα εξαρτάται από τη σχετική υγρασία και τη διάρκεια αυτής, την παρουσία χλωριόντων και τη θερμοκρασία.

Η διάβρωση της μεταλλικής κατασκευής ενός δεξαμενόπλοιου και η αντιμετώπισή της είναι ένα σύνθετο πρόβλημα, και αυτό διότι η διάβρωση ως φαινόμενο επηρεάζεται από τις συνθήκες του περιβάλλοντος λειτουργίας αλλά και από τον τρόπο συντήρησης (*maintenance policy*). Έτσι, δεν είναι δυνατό να παρασχεθεί ο ίδιος βαθμός προστασίας σε όλη την κατασκευή του πλοίου, με αποτέλεσμα να εμφανίζονται σοβαρά προβλήματα.

Οι κυριότερες μορφές διάβρωσης της μεταλλικής κατασκευής του πλοίου είναι η ομοιόμορφη ή γενική διάβρωση και η τοπική διάβρωση. Οι συχνότερες περιπτώσεις τοπικής διάβρωσης είναι η διάβρωση με βελονισμούς (*pitting corrosion*), η διάβρωση με αυλακώσεις (*grooving corrosion*) και η διάβρωση ακμής (*edge corrosion*).

Τα σημεία της μεταλλικής κατασκευής των δεξαμενοπλοίων που είναι πιο επιρρεπή στη διάβρωση είναι:

- άνω περιοχή εγκάρσιων και διαμήκων φρακτών.
- άνω περιοχή εγκάρσιων νομέων καταστρώματος.
- διαμήκη ενισχυτικά καταστρώματος.
- άνω επιφάνεια οριζόντιων ενισχυτικών και μπρακέτων.
- εγκοπές και οπές μείωσης βάρους σε οριζόντιες σταθμίδες.
- άνω επιφάνεια οριζόντιων σταθμίδων.
- επιφάνεια πελμάτων διαμήκων ενισχυτικών πυθμένα.

7.2 Προτάσεις

Μια νέα πρόκληση καλούνται σήμερα να αντιμετωπίσουν οι πλοιοκτήτριες εταιρείες και οι Νηογνώμονες, οι οποίοι έρχονται αντιμέτωποι με την τεχνολογική καινοτομία των εξ αποστάσεως επιθεωρήσεων. Αυτή η καινοτόμα πρακτική υπόσχεται ευελιξία και εικοσιτέσσερις ώρες το εικοσιτετράωρο διαθεσιμότητα, ενώ παράλληλα επιτρέπει στους επιθεωρητές των Νηογνωμόνων να διεξάγουν αποτελεσματικές έρευνες μέσω ενός μείγματος τεχνικών και να ελαχιστοποιούν τον αντίκτυπο των απροσδόκητων καταστάσεων. Θα ήταν ιδιαίτερα χρήσιμο κάποιος να εμβαθύνει περισσότερο σε αυτήν την νέα πραγματικότητα στον χώρο των επιθεωρήσεων, η οποία χρησιμοποιώντας απομακρυσμένη τεχνολογία δύναται να συνεισφέρει στην άμεση επίλυση προβλημάτων που ανακύπτουν πάνω στο πλοίο.

Την πρώτη θέση στο ενδιαφέρον των ελληνικών ναυτιλιακών εταιρειών κατέχουν για πολλές δεκαετίες τα δεξαμενόπλοια. Πέραν όμως των δεξαμενοπλοίων, οι Έλληνες εφοπλιστές τα τελευταία χρόνια στρέφονται ολοένα και περισσότερο σε μία άλλη εξίσου σημαντική

κατηγορία πλοίων που πρόκειται για τα *bulk carriers* (πλοία μεταφοράς χύδην φορτίων). Για τον λόγο αυτό θα ήταν χρήσιμο να επιτευχθεί, όμοια με της παρούσας διπλωματικής εργασίας, μελέτη όσον αφορά τις απαιτήσεις επιθεώρησης, τα συχνότερα ευρήματα και τρόπους συντήρησης της μεταλλικής κατασκευής των πλοίων μεταφοράς χύδην φορτίων.

Αρκετές είναι οι περιπτώσεις πλοίων ίδιου τύπου, τα οποία παρότι έχουν κατασκευαστεί την ίδια χρονική περίοδο, στα ίδια ναυπηγεία, εμφανίζουν διαφορές στο επίπεδο της φθοράς τους. Όπως, επανειλημμένα αναφέρθηκε στα κύρια κεφάλαια αυτής της μελέτης, ο σωστός προγραμματισμός και διαχείριση της συντήρησης των πλοίων παίζει καθοριστικό ρόλο στην εξέλιξη της κατάστασης του σκάφους. Αξιόλογο, λοιπόν, θα ήταν να ακολουθήσει μία μελέτη-σύγκριση της εξέλιξης της κατάστασης για παρόμοια πλοία ή ακόμα καλύτερα αδελφά πλοία, που όμως το επίπεδο προγραμματισμένης και μη προγραμματισμένης συντήρησής τους δεν είναι το ίδιο.

Παρόμοια περιστατικά με τα παραπάνω, συναντάμε και όταν πρόκειται για ίδιας κατηγορίας και χαρακτηριστικών πλοία που όμως έχει αναλάβει να τα παρακολουθεί διαφορετικός Νηογνώμονας αντίστοιχα (συνήθως στην μία περίπτωση ο Νηογνώμονας αποτελεί μέλος της IACS, ενώ στην άλλη περίπτωση όχι). Και εδώ, παρατηρούνται διαφορές στο εύρος της διάβρωσης και της φθοράς του σκάφους. Αξιόλογο οπότε, και σε αυτήν την περίπτωση, είναι η σύγκριση της εξέλιξης της κατάστασης των πλοίων που ανήκουν σε διαφορετική κλάση.

Κατανοώντας την σημασία της σωστής και έγκαιρης συντήρησης των πλοίων στην πρόληψη και καθυστέρηση της εμφάνισης σημαδιών φθοράς, ένα ενδιαφέρον προς μελέτη θέμα αποτελούν τα ολοκληρωμένα συστήματα ελέγχου καταστάσεως των συστημάτων ενός πλοίου. Τα συστήματα αυτά συλλέγουν, αναλύουν και συγκρίνουν τις καταγεγραμμένες ενδείξεις με διαγράμματα και δεδομένα των αρχικών δοκιμών του πλοίου. Έτσι, έχουμε εικόνα για το ποια εξαρτήματα και μέρη του πλοίου λειτουργούν επιθυμητά, μέτρια ή ανεπίτρεπτα, βοηθώντας να οργανώσουμε διορθωτικές ενέργειες όπου αυτό είναι απαραίτητο.

8 Βιβλιογραφία

8.1 Έντυπη

Ελληνική Βιβλιογραφία

Πέτρος Α. Καρύδης. *Η Μεταλλική Κατασκευή του Πλοίου. Θέματα Τοπικής Αντοχής*. Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Ε.Μ.Π., 2000.

Π. Βασιλείου, Α. Ανδρεόπουλος. *Υλικά. Ειδικά Θέματα για Μέταλλα*. Αθήνα, 1998.

Π. Βασιλείου. *Υλικά. Εφαρμογές Καθοδικής Προστασίας*. Αθήνα, 1993.

Π. Ανδρεάδης – Γ. Παπαϊωάννου. *Υγιεινή & Ασφάλεια Εργαζόμενου*. Εκδόσεις ΙΩΝ, 2009.

Τάγκας Δημήτριος. *Εκτίμηση Επαγγελματικού Κινδύνου στη Ναυπηγοεπισκευαστική Βιομηχανία*. Σύλλογος Διπλωματούχων Μηχανικών Ελλάδος, 2012.

Ιωάννης Ασημομύτης, Πλοίαρχος Ε.Ν. *Νηογνώμονες – Επιθεωρήσεις*. Εκδόσεις Εμμ. Μ. Σταυριδάκη, Πειραιάς.

Πέτρος Α. Καρύδης. *Επιθεώρηση, Συντήρηση και Επισκευή της Μεταλλικής Κατασκευής του Πλοίου*. Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Ε.Μ.Π., 2002.

Σκουλικίδη Θ. Βασιλείου Π. *Διάβρωση και Προστασία Υλικών*. Αθήνα, 1994.

Γ. Μπατής. *Η Διάβρωση των Μετάλλων*. Αθήνα, 2004.

Χρυσουλάκης Γ., Παντελής Δ. *Επιστήμη και Τεχνολογία των Μεταλλικών Υλικών*. Αθήνα, 1996.

Σωτήρης Π. Βλάχος. *Προστασία Χάλυβα από Διάβρωση*. Αθήνα, 1991.

Δ. Κ. Υφαντής. *Υλικά: Διάβρωση και Προστασία*. Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Ε.Μ.Π., Αθήνα, 2003

Αλεξοπούλου Β. Αρίστ., Φουρναράκης Γ. Νικ. *Διεθνείς Συμβάσεις, Κανονισμοί Κώδικες, Εκπαιδευτικό Κείμενο Ακαδημιών Εμπορικού Ναυτικού*. Εκδόσεις Ίδρυμα Ευγενίδου, Αθήνα, 2006.

Αθανασίου Λ. *Έργο και Ευθύνη των Νηογνώμωνων*. Εκδόσεις Σάκκουλα, Αθήνα, 1999.

Α. Θεοδουλίδης. *Αντοχή Πλοίου I*. Πανεπιστημιακές Σημειώσεις, Τ.Ε.Ι. Αθήνας, 2016.

Α. Θεοδουλίδης. *Αντοχή Πλοίου II*. Πανεπιστημιακές Σημειώσεις, Τ.Ε.Ι. Αθήνας, 2017.

Σ. Θεοχάρη. *Τεχνολογία Ναυπηγικών Υλικών*. Πανεπιστημιακές Σημειώσεις, Τ.Ε.Ι. Αθήνας, 2015.

Σ. Πέππα. *Ναυπηγικές Εγκαταστάσεις, Ναυτιλιακές Εταιρείες και Νηογνώμονες*. Πανεπιστημιακές Σημειώσεις, Τ.Ε.Ι. Αθήνας, 2017.

Θ. Μαζαράκος. *Παραγωγή Πλοίου*. Πανεπιστημιακές Σημειώσεις, Τ.Ε.Ι. Αθήνας, 2017.

Α. Θεοδουλίδης. *Κανονισμοί Νηογνώμωνων*. Πανεπιστημιακές Σημειώσεις, ΠΑ.Δ.Α. 2019.

Ξένη Βιβλιογραφία

International Association of Classification Societies (IACS). *PR 33 Owner's Hull Inspection and Maintenance Schemes*.

International Association of Classification Societies (IACS). *Rec 42 Guidelines for Use of Remote Inspection Techniques for Surveys*. Rev.2 June 2016.

International Association of Classification Societies (IACS). *Rec 77 Guidelines for the Surveyor on How to Control the Thickness Measurement Process*. Rev.4 Oct 2017.

International Association of Classification Societies (IACS). *Rec 82 Surveyor's Glossary. Hull Terms and Hull Survey Terms*. Rev.1 Oct 2018.

International Association of Classification Societies (IACS). *Rec 87 Guidelines for Coating Maintenance & Repairs for Ballast Tanks and Combined Cargo Ballast Tanks on Oil Tankers*. Rev.2 May 2015.

International Association of Classification Societies (IACS). *Rec 96 Double Hull Oil Tankers - Guidelines for Surveys, Assessment and Repair of Hull Structures*. Rev.1 May 2019.

International Association of Classification Societies (IACS). *Rec 87 Guidelines for Coating Maintenance & Repairs for Ballast Tanks and Combined Cargo Ballast Tanks on Oil Tankers*. Rev.2 May 2015.

International Association of Classification Societies (IACS). *Rec 96 Double Hull Oil Tankers - Guidelines for Surveys, Assessment and Repair of Hull Structures*. Rev.1 May 2019.

International Association of Classification Societies (IACS). *UR F1 Cathodic Protection on Oil Tankers*. Rev.1 June 2002.

International Association of Classification Societies (IACS). *UR Z Survey and Certification*.

International Association of Classification Societies (IACS). *UR Z6 Continuous System for Hull Special Survey*. Rev.6 June 2015.

International Association of Classification Societies (IACS). *UR Z7 Hull Classification Surveys*. Rev.28 Corr.1 Dec 2020.

International Association of Classification Societies (IACS). *UR Z10.1 Hull Surveys of Oil Tankers*. Rev.24 May 2019.

International Association of Classification Societies (IACS). *UR Z10.4 Hull Surveys of Double Hull Oil Tankers*. Rev.16 May 2019.

International Association of Classification Societies (IACS). *UR Z11 Mandatory Ship Type and Enhanced Survey Programme (ESP) Notations*. Rev.5 Sept 2015.

International Association of Classification Societies (IACS). *UR Z17 Procedural Requirements for Service Suppliers*. Rev.15 Oct 2020.

International Association of Classification Societies (IACS). *Rec 98 Duties of Surveyors Under Statutory Conventions and Codes*. Rev.3 June 2019.

International Association of Classification Societies (IACS). *General Cargo Ships. Guidelines for Surveys, Assessment and Repair of Hull Structure*. Witherby & Co, 1999.

International Association of Classification Societies. *Classification Societies, What, Why and How?* IACS Publications.

Lloyd's Register. *The Role of Classification Society & Services*. 2008.

Tanker Structures Co-operative Forum. *Guidelines for the Inspection and Maintenance of Double Hull Tanker Structures*. Witherby & Co, 1999.

Oil Companies International Marine Forum (O.C.I.M.F.). *An extended scope for the Enhanced Survey Programme (ESP)*. 1999.

Suresh S. *Fatigue of materials*. Cambridge University Press, Cambridge, 1991.

International Association of Classification Societies (IACS). *Repair and Maintenance Quality Standard*. London, 1998.

Det Norske Veritas. *New Hull Survey Requirements for General Dry Cargo Ships*. 2003

International Association of Classification Societies. *Requirements Concerning Survey and Certification*. IACS Req. 2008.

Donald Liu. *Structural Safety of Ships*. 2001.

J.A. Duncan, The Society of Consulting Marine Engineers and Ship Surveyors. *Marine Technical Consultancy: A Guide to the Principles and Practice of Consulting Marine Engineering and Ship Surveying*. Hardcover, 1992.

Germanischer Lloyd. *Rules For Classification and Construction, Classification and Surveys*. 2006.

Oil Companies International Marine Forum. *An Extended Scope for the Enhanced Survey Programme (ESP)*. 1999.

Lloyd's Register of Shipping. *Enhanced Survey Programme (ESP) for Chemical Tankers. Preparation for Special Survey (Planning Document)*. Rev. 2006.

K.B. Tator. *Protective Coatings*. Chem. Engineering, 1972.

F.L. Laquer. *Marine Corrosion, Causes and Prevention*. Wiley and Sons, U.S.A., 1975.

Class NK. *Guidance for Corrosion Protection System of Hull Structure-CPS*. Japan, 1995.

R. Jeffrey, R.E. Melchers. *The Changing Topography of Corroding Mild Steel Surfaces in Seawater*. Corrosion Science, 2007.

A. Heyer, F. D'Souza, C.F. Leon Morales, G. Ferrari, J.M.C. Mol, J.H.W. de Wit. *Ship Ballast Tanks, a Review from Microbial Corrosion and Electrochemical Point of View*. Ocean Engineering 70, 2013.

8.2 Διαδικτυακή

<https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%94%CE%B5%CE%BE%CE%B1%CE%BC%CE%B5%CE%BD%CF%8C%CF%80%CE%BB%CE%BF%CE%B9%CE%BF>

Ελευθέριος Τσιρκινίδης. *Υδραυλοκινητες Αντλίες Φορτίου Δεξαμενοπλοίων (Πτυχιακή Εργασία)*. Ακαδημία Εμπορικού Ναυτικού Μακεδονίας, Σχολή Μηχανικών, 2014.
<https://maredu.hcg.gr/modules/document/file.php/MAK179/%CE%92%CE%BF%CE%B7%CE%B8%CE%B7%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%AC%20%CE%9C%CE%B7%CF%87%CE%B1%CE%BD%CE%AE%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B1%20%CE%A0%CE%BB%CE%BF%CE%AF%CE%BF%CF%85/%CE%A5%CE%B4%CF%81%CE%B1%CF%85%CE%BB%CE%BF%CE%BA%CE%AF%CE%BD%CE%B7%CF%84%CE%B5%CF%82%20%CE%B1%CE%BD%CF%84%CE%BB%CE%AF%CE%B5%CF%82%20%CF%86%CE%BF%CF%81%CF%84%CE%AF%CE%BF%CF%85%20%CE%B4%CE%B5%CE%>

[BE%CE%B1%CE%BC%CE%B5%CE%BD%CE%BF%CF%80%CE%BB%CE%BF%CE%AF%CF%89%CE%BD.pdf](#)

<https://www.marineinsight.com/types-of-ships/different-types-of-tankers-extensive-classification-of-tanker-ships/>

<https://oilandgaslogistics.wordpress.com/2013/07/09/types-of-tankers/>

<https://www.marineinsight.com/naval-architecture/single-hull-vs-double-hull-tankers/>

Δημήτριος Βασιλείου. *Αξιοπλοΐα ως Θεμελιώδης Υποχρέωση του Εκναυλωτή στη Σύμβαση Ναύλωσης (Διπλωματική Εργασία)*. Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Σχολή Επιστημών Διοίκησης, Τμήμα Ναυτιλίας και Επιχειρηματικών Υπηρεσιών, 2014. <https://hellanicus.lib.aegean.gr/bitstream/handle/11610/13056/file0.pdf?sequence=1/>

Βερτόπουλος, Νικόλαος Α. *Η Συμβολή των Νηογνώμωνων στην Αξιοπλοΐα του Πλοίου. Η Περίπτωση του Ελληνικού Νηογνώμονα (Διπλωματική Εργασία)*. Πανεπιστήμιο Πειραιώς, Σχολή Ναυτιλίας και Βιομηχανίας, Τμήμα Ναυτιλιακών Σπουδών, 2014. https://www.openarchives.gr/aggregator-openarchives/edm/Dione/000013-unipi_6514

Σοφία Κυρίτση. *Η Θαλάσσια Ασφάλεια και ο Ρόλος των Νηογνώμωνων στην Εμπέδωση Εμπιστοσύνης (Διπλωματική Εργασία)*. Πανεπιστήμιο Πειραιώς, Σχολή Οικονομικών, Επιχειρηματικών και Διεθνών Σπουδών, Τμήμα Οργάνωσης και Διοίκησης Επιχειρήσεων, 2016. <https://docplayer.gr/47576067-Diplomatiki-ergasia-i-thalassia-asfaleia-kai-o-rol-os-ton-niognomonon-stin-empedosi-empistosynis.html>

Φελλά Χριστίνα. *Επιθεώρηση & Δεξαμενισμός Εμπορικών Πλοίων (Διπλωματική Εργασία)*. Πανεπιστήμιο Πειραιώς, Τμήμα Ναυτιλιακών Σπουδών, Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών στην Ναυτιλία, 2009. <https://dione.lib.unipi.gr/xmlui/bitstream/handle/unipi/3507/Fella.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

Μπλανά Ιωάννα. *Νηογνώμονες και ο Ρόλος τους για την Ασφάλεια των Πλοίων (Πτυχιακή Εργασία)*. Ακαδημία Εμπορικού Ναυτικού, Α.Ε.Ν Μακεδονίας, Σχολή Πλοιάρχων. <https://maredu.hcg.gr/modules/document/file.php/MAK263/%CE%9D%CE%B1%CF%85%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%AC%20-%20%CE%9D%CE%B1%CF%85%CF%84%CE%B9%CE%BB%CE%B9%CE%B1%CE%BA%CE%AC%20%CE%B8%CE%AD%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B1%CE%9D%CE%B7%CE%BF%CE%B3%CE%BD%CF%8E%CE%BC%CE%BF%CE%BD%CE%B5%CF%82%20%CE%BA%CE%B1%CE%B9%20%CE%BF%20%CF%81%CF%8C%CE%BB%CE%BF%CF%82%20%CF%84%CE%BF%CF%85%CF%82%20%CE%B3%CE%B9%CE%B1%20%CF%84%CE%B7%CE%BD%20%CE%B1%CF%83%CF%86%CE%AC%CE%BB%CE%B5%CE%B9%CE%B1%20%CF%84%CF%89%CE%BD%20%CF%80%CE%BB%CE%BF%CE%AF%CF%89%CE%BD.pdf>

Κίτσιος Ευάγγελος. *Οικονομοτεχνική Ανάλυση Γενικής Επιθεώρησης Πενταετίας και Συνεχόμενης Περιοδικής Επιθεώρησης σε Εμπορικά Πλοία (Διπλωματική Εργασία)*. Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Σχολή Επιστημών Διοίκησης, Τμήμα Ναυτιλίας και Επιχειρηματικών Υπηρεσιών, 2006. <https://docplayer.gr/16724098-Diplomatiki-ergasia-gia-to-metapythiako-programma.html>

Μαρία Παρίδη. *Ο Ρόλος των Νηογνώμωνων στη Ναυτιλία. Θεσμική, Οικονομική και Τεχνική Προσέγγιση (Διπλωματική Εργασία)*. Πανεπιστήμιο Πειραιώς, Τμήμα Ναυτιλιακών Σπουδών, Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών στην Ναυτιλία, 2011. <https://dione.lib.unipi.gr/xmlui/bitstream/handle/unipi/4338/Paridi.pdf?sequence=3&isAllowed=y>

Ντούτσιαν, Γεώργιος Π. *Η Συμπεριφορά Μετάλλου Χάλυβα με Επικάλυψη από Οργανικό Επικαλυπτικό, Φιλικού στο Περιβάλλον, σε Έκθεση σε Επιταχυνόμενη Γήρανση (Διπλωματική Εργασία)*. Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Σχολή Ναυπηγών Μηχανολόγων Μηχανικών, 2011. <https://dspace.lib.ntua.gr/xmlui/handle/123456789/3986?show=full>

Μίχος Γρηγόριος. *Καθοδική Προστασία σε Πλοία (Διπλωματική Εργασία)*. Πανεπιστήμιο Πατρών, Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Τεχνολογίας Υπολογιστών, Τομέας Συστημάτων Ηλεκτρικής Ενέργειας, 2016. <https://docplayer.gr/31800260-Kathodiki-prostasia-se-ploia-foititis-mihos-grigorios-epivlepoysa-kathigitria-eleytheria-pyrgioti.html>

Διακάτος Δημήτριος, Ζαρογιάννης Ιωάννης. *Κόπωση Σύνθετων Υλικών και Κατασκευών (Πτυχιακή Εργασία)*. Τ.Ε.Ι. Δυτικής Ελλάδας, Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών Τ.Ε., Σχολή Τεχνολογικών Εφαρμογών, 2018. <http://repository.library.teimes.gr/xmlui/bitstream/handle/123456789/6741/%CE%9A%CE%9F%CE%A0%CE%A9%CE%A3%CE%97%20%CE%A3%CE%A5%CE%9D%CE%98%CE%95%CE%A4%CE%A9%CE%9D%20%CE%A5%CE%9B%CE%99%CE%9A%CE%A9%CE%9D%20%CE%9A%CE%91%CE%99%20%CE%9A%CE%91%CE%A4%CE%91%CE%A3%CE%9A%CE%95%CE%A5%CE%A9%CE%9D%20..pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Υ

Σούρσος Δημήτριος. *Μελέτη Αντοχής σε Διάβρωση Ναυπηγικού Χάλυβα Υψηλής Αντοχής σε Συνθήκες Μεταφοράς Μεταλλεύματος (Διπλωματική Εργασία)*. Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Σχολή Ναυπηγών Μηχανολόγων Μηχανικών, 2018. <https://dspace.lib.ntua.gr/xmlui/bitstream/handle/123456789/48285/%CE%94%CE%B9%CF%80%CE%BB%CF%89%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%AE%CE%A3%CE%BF%CF%8D%CF%81%CF%83%CE%BF%CF%82.pdf?sequence=1>

Ελισάβετ Κωνσταντάτου. *Ο Κύκλος Ζωής του Πλοίου (Διπλωματική Εργασία)*. Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Σχολή Επιστημών Διοίκησης, Τμήμα Ναυτιλίας και Επιχειρηματικών Υπηρεσιών. <https://hellanicus.lib.aegean.gr/bitstream/handle/11610/19067/%CE%9F%20%CE%9A%CE%A5%CE%9A%CE%9B%CE%9F%CE%A3%20%CE%96%CE%A9%CE%97%CE%A3%20%CE%A4%CE%9F%CE%A5%20%CE%A0%CE%9B%CE%9F%CE%99%CE%9F%CE%A5.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Καραφύλλας Ιωάννης. *Συντήρηση και Προστασία Μεταλλικών Επιφανειών του Πλοίου (Διπλωματική Εργασία)*. Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Σχολή Επιστημών Διοίκησης, Τμήμα Ναυτιλίας και Επιχειρηματικών Υπηρεσιών. <https://hellanicus.lib.aegean.gr/bitstream/handle/11610/20901/%20.pdf?sequence=1>

Ευάγγελος Βουρλάκης. *Τεχνική Διαχείριση Κύκλου Ζωής Δεξαμενοπλοίων (Life-Cycle Technical Management Of Tankers) (Διπλωματική Εργασία)*. Πανεπιστήμιο Πειραιώς, Τμήμα Ναυτιλιακών Σπουδών, Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών στην Ναυτιλία, 2009. <https://dione.lib.unipi.gr/xmlui/bitstream/handle/unipi/3446/Vourlakis.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

Μπαφαλούκος, Συμεών. *Υπολογισμός Βάρους Μεταλλικής Κατασκευής Δεξαμενόπλοιου Διπλής Γάστρας με Χρήση του Προγράμματος NAPA και Εφαρμογή των Κανονισμών του I.A.C.S. (Διπλωματική Εργασία)*. Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Σχολή Ναυπηγών Μηχανολόγων Μηχανικών, 2007. <https://dspace.lib.ntua.gr/xmlui/handle/123456789/476?locale-attribute=en>

<http://www.iacs.org.uk/about/>

<https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9A%CE%BB%CE%AC%CF%83%CE%B7%CF%80%CE%BB%CE%BF%CE%AF%CE%BF%CF%85>

<https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9D%CE%B7%CE%BF%CE%B3%CE%BD%CF%8E%CE%BC%CE%BF%CE%BD%CE%B1%CF%82>

Αντώνιος Κ. Τασιόπουλος, *Η Διάβρωση των Δεξαμενών Φορτίου (Cargo Holds) των Φορτηγών Πλοίων Μεταφοράς Ξηρού Φορτίου Χύδην (Bulk Carriers) (Διπλωματική Εργασία)*. Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Σχολή Ναυπηγών Μηχανολόγων Μηχανικών, 2014. <https://dspace.lib.ntua.gr/xmlui/bitstream/handle/123456789/41573/Thesis.pdf>

Μπουρδούβαλης Αναστάσιος, *Μέθοδοι συντήρησης στα συστήματα πλοίων (Διπλωματική Εργασία)*. Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής, Τμήμα Μηχανικών Βιομηχανικής Σχεδίασης και Παραγωγής & Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Τμήμα Ναυτιλίας και Επιχειρηματικών Υπηρεσιών, 2021. <https://polynoe.lib.uniwa.gr/xmlui/handle/11400/1153>

<https://www.marineinsight.com/careers-2/who-is-a-marine-surveyor-responsibilities-qualifications-and-skills/>

[https://en.wikipedia.org/wiki/Seaworthiness_\(law\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Seaworthiness_(law))

<https://www.marineinsight.com/maritime-law/what-is-enhanced-survey-programme-esp/>

8.3 Εικονογράφησης

[https://en.wikipedia.org/wiki/Tanker_\(ship\)#/media/File:Sirius_Star_2008b.jpg](https://en.wikipedia.org/wiki/Tanker_(ship)#/media/File:Sirius_Star_2008b.jpg)

<https://oilandgaslogistics.wordpress.com/2013/07/09/types-of-tankers/>

<http://www.aukevisser.nl/supertankers/VLCC%20T-V/id213.htm>

Πέτρος Α. Καρύδης. *Η Μεταλλική Κατασκευή του Πλοίου. Θέματα Τοπικής Αντοχής*. Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Ε.Μ.Π., 2000.

https://en.wikipedia.org/wiki/Lloyd%27s_Coffee_House

<https://www.iacs.org.uk/>

<https://www.iacs.org.uk/about/>

<https://www.maritimekr.com/2021/05/12/maritime-insight-75/?ckattempt=1>

<https://www.marinelink.com/news/certification-simplifies346124>

Π. Ανδρεάδης – Γ. Παπαϊωάννου. *Υγιεινή & Ασφάλεια Εργαζόμενου*. Εκδόσεις ΙΩΝ, 2009.

https://beltmarine.com/wp-content/uploads/2020/05/Marine_suveyor_Belto_Marine-768x513.jpeg

Πέτρος Α. Καρύδης. *Επιθεώρηση, Συντήρηση και Επισκευή της Μεταλλικής Κατασκευής του Πλοίου*. Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Ε.Μ.Π., 2002.

<https://www.thoughtco.com/types-of-corrosion-2340005>

<https://www.nuflowmidwest.com/2-types-of-corrosion-that-occur-in-industrial-piping-systems/>

<https://www.azom.com/article.aspx?ArticleID=102>

<https://corrosion-doctors.org/Forms-cavitation/cavitation.htm>

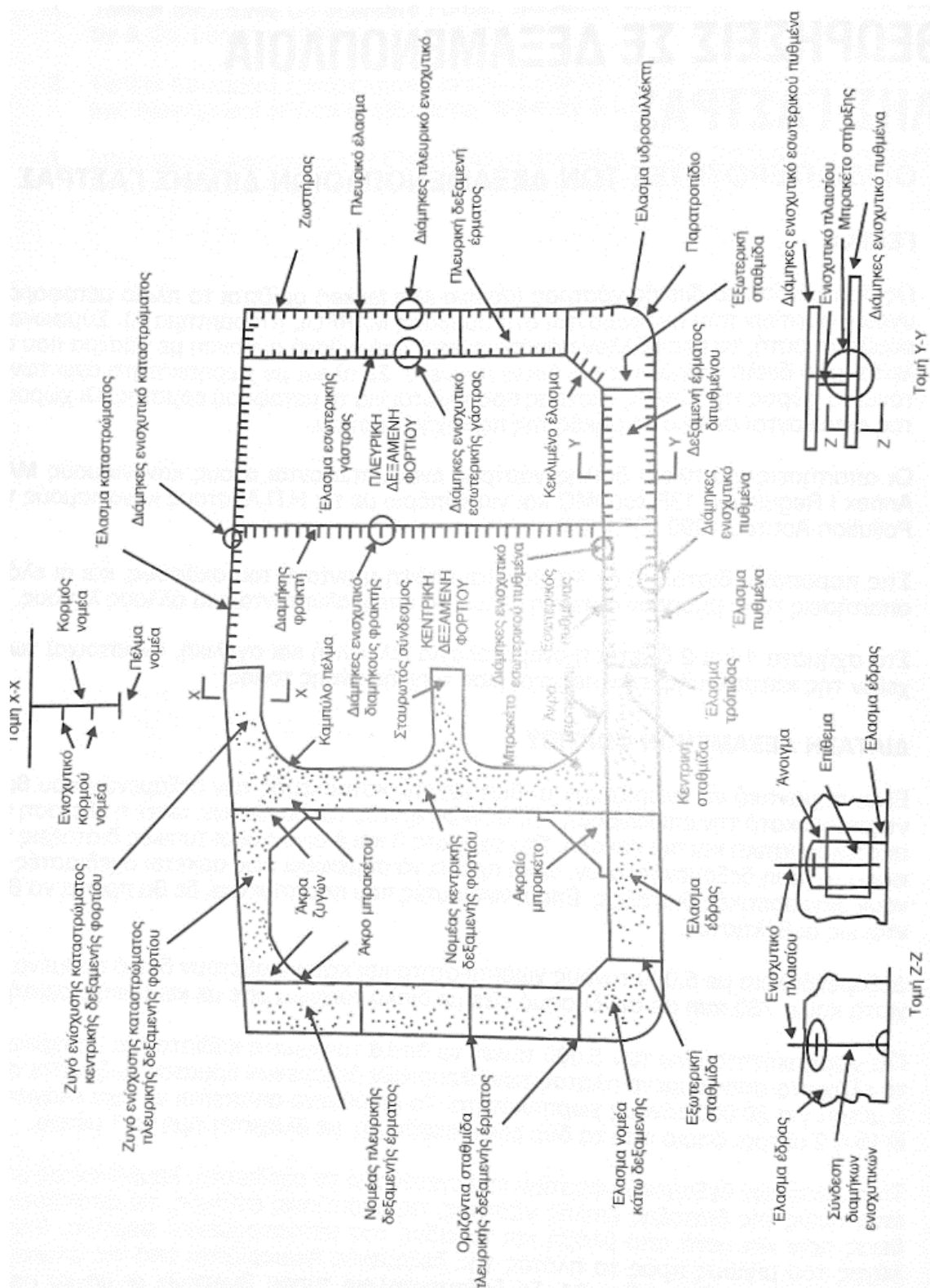
<https://micans.se/microbial-corrosion>

R. Jeffrey, R.E. Melchers. *The Changing Topography of Corroding Mild Steel Surfaces in Seawater*. Corrosion Science, 2007.

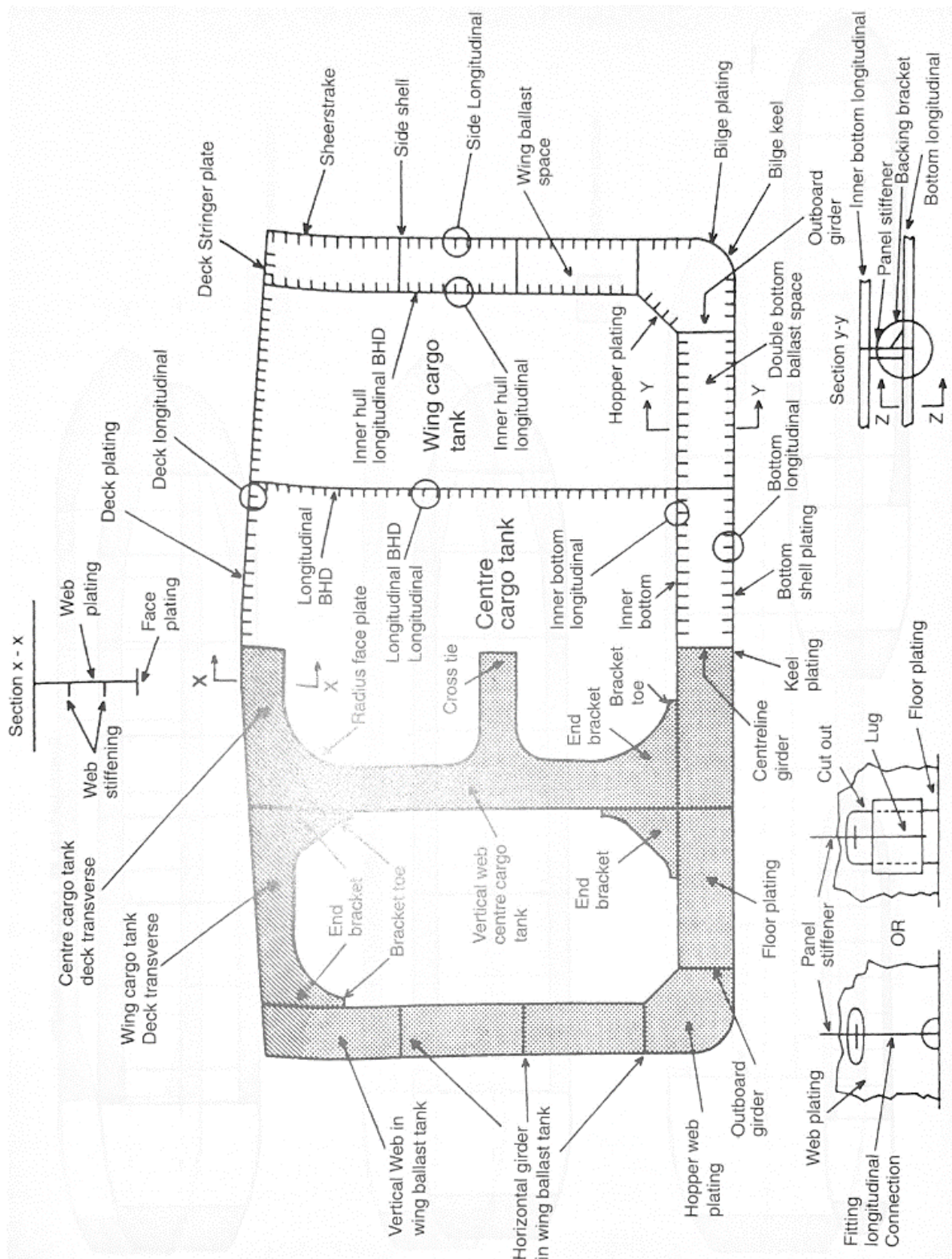
A. Heyer, F. D'Souza, C.F. Leon Morales, G. Ferrari, J.M.C. Mol, J.H.W. de Wit. *Ship Ballast Tanks, a Review from Microbial Corrosion and Electrochemical Point of View*. Ocean Engineering 70, 2013.

Παράρτημα

Μέση τομή δεξαμενόπλοιου διπλής γάστρας (ελληνική και αγγλική ονοματολογία κατασκευαστικών στοιχείων).










(Πέτρος Α. Καρύδης. *Επιθεώρηση, Συντήρηση και Επισκευή της Μεταλλικής Κατασκευής του Πλοίου*. Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Ε.Μ.Π., 2002.)










(Πέτρος Α. Καρύδης. *Επιθεώρηση, Συντήρηση και Επισκευή της Μεταλλικής Κατασκευής του Πλοίου*. Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Ε.Μ.Π., 2002.)

Απαιτήσεις IACS για κάθε μία από της ειδικές επιθεωρήσεις (*special surveys*) ενός τυπικού, συμβατικού δεξαμενόπλοιου.




1. ΕΠΙΣΤΑΜΕΝΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ

-  Ολικός, όλων των νομέων (transverse frames) συμπεριλαμβανομένων και των γειτονικών στοιχείων της κατασκευής.
-  Ολικός, ενός νομέα συμπεριλαμβανομένων και των γειτονικών στοιχείων της κατασκευής.
-  Ενός εγκάρσιου τμήματος καταστρώματος συμπεριλαμβανομένων και των γειτονικών στοιχείων της κατασκευής του καταστρώματος.
-  Ενός εγκάρσιου τμήματος πυθμένα.
-  Ολόκληρου του συστήματος των σταθμίδων (girders system) συμπεριλαμβανομένων και των γειτονικών στοιχείων της κατασκευής στις εγκάρσιες φρακτές.
-  Κατώτερου τμήματος του συστήματος σταθμίδων συμπεριλαμβανομένων των γειτονικών στοιχείων της κατασκευής σε μια εγκάρσια φρακτή.
-  Επιπρόσθετα εγκάρσια ζυγά κατά την κρίση του επιθεωρητή.

2. ΠΑΧΥΜΕΤΡΗΣΕΙΣ (THICKNESS MEASUREMENTS)

-  Μια λωρίδα ελασμάτων του καταστρώματος (deck plating) σε όλο το πλάτος.
-  Όλα τα ελάσματα του καταστρώματος.
-  Μία εγκάρσια λωρίδα.
-  Όλα τα ελάσματα του εξωτερικού πυθμένα (bottom plating).
-  Επαρκείς μετρήσεις στοιχείων της κατασκευής από τη λεπτομερή επιθεώρηση για γενική εκτίμηση του μοντέλου διάβρωσης.
-  Υποπτες περιοχές.
-  Επιλεγμένα ελάσματα που έρχονται σε επαφή με νερό και άνεμο σε απόσταση μεγαλύτερη του 0,5L από τη μέση τομή.

3. ΕΛΕΓΧΟΣ ΔΕΞΑΜΕΝΩΝ

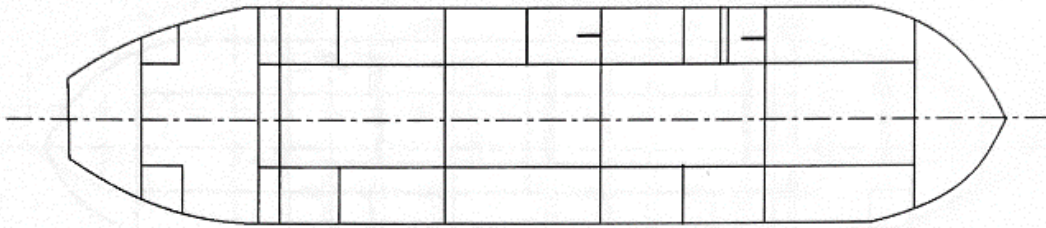
-  Σύνορα δεξαμενών φορτίου με δεξαμενές έρματος, κενοί χώροι κ.λπ.
-  Όλες οι φρακτές (bulkheads) δεξαμενών φορτίου.
-  Όλες οι φρακτές δεξαμενών φορτίου που σχηματίζουν σύνορα αποκλειστικά δεξαμενών φορτίων, εάν υπάρχουν.

ΕΙΔΙΚΗ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗ Νο 1

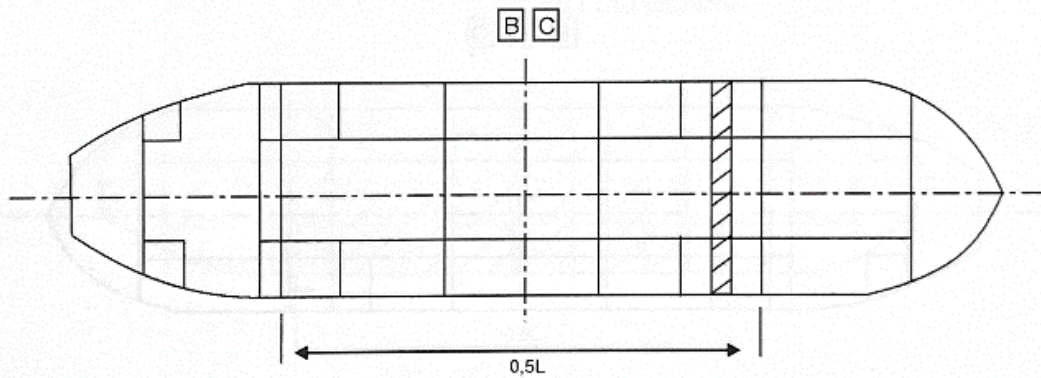
ΗΛΙΚΙΑ ≤ 5 ΕΤΩΝ

ΟΛΙΚΗ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗ: ΟΛΕΣ ΟΙ ΔΕΞΑΜΕΝΕΣ ΚΑΙ ΟΙ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΙ ΧΩΡΟΙ

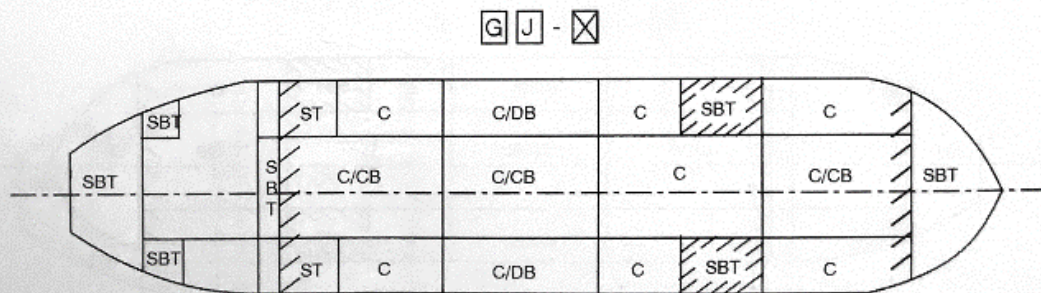
ΕΠΙΣΤΑΜΕΝΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ



ΠΑΧΥΜΕΤΡΗΣΕΙΣ



ΕΛΕΓΧΟΙ ΔΕΞΑΜΕΝΩΝ

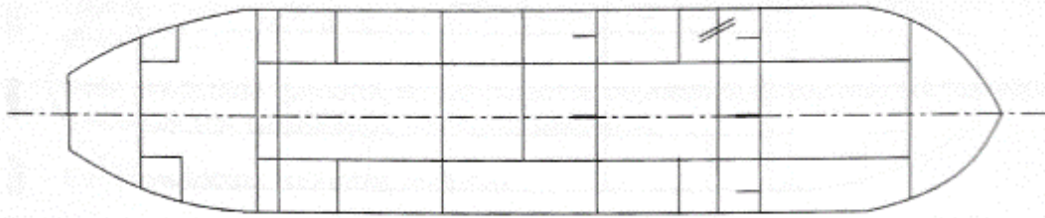


ΕΙΔΙΚΗ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗ Νο 2

5 ΕΤΩΝ < ΗΛΙΚΙΑ ≤ 10 ΕΤΩΝ

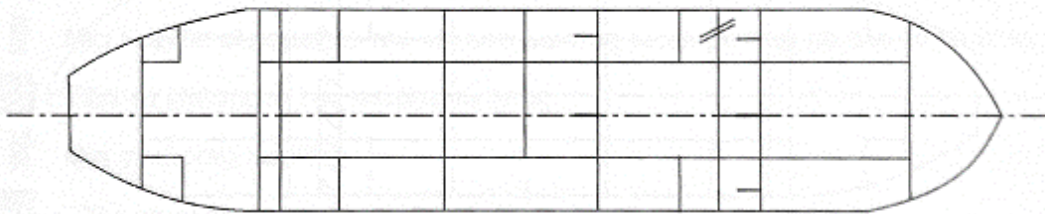
ΟΛΙΚΗ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗ: ΟΛΕΣ ΟΙ ΔΕΞΑΜΕΝΕΣ ΚΑΙ ΟΙ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΙ ΧΩΡΟΙ

ΕΠΙΣΤΑΜΕΝΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ



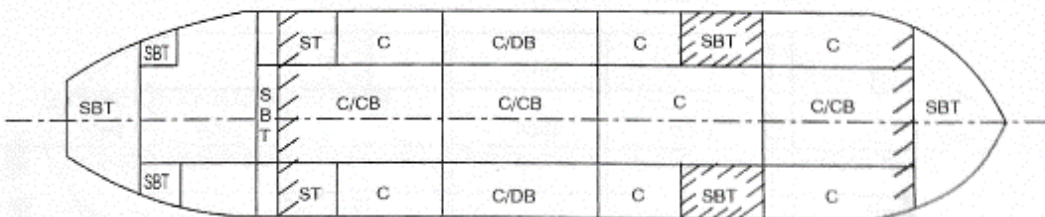
ΠΑΧΥΜΕΤΡΗΣΕΙΣ

B C D



ΕΛΕΓΧΟΙ ΔΕΞΑΜΕΝΩΝ

F G J - X



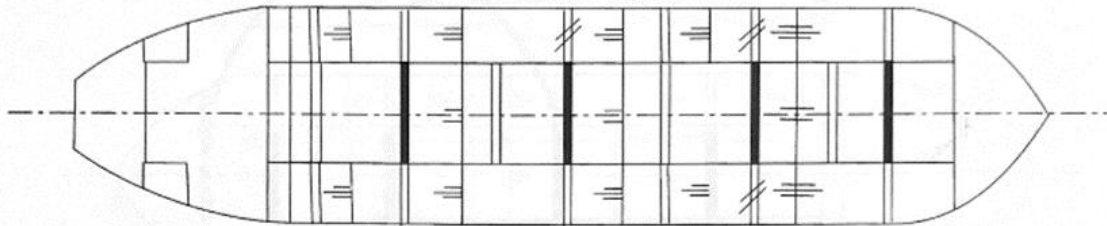
ΕΙΔΙΚΗ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗ Νο 3

10 ΕΤΩΝ < ΗΛΙΚΙΑ ≤ 15 ΕΤΩΝ

ΟΛΙΚΗ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗ: ΟΛΕΣ ΟΙ ΔΕΞΑΜΕΝΕΣ ΚΑΙ ΟΙ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΙ ΧΩΡΟΙ

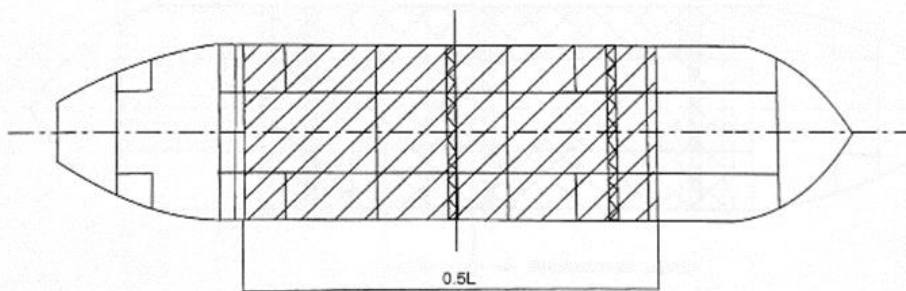
ΕΠΙΣΤΑΜΕΝΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ

A



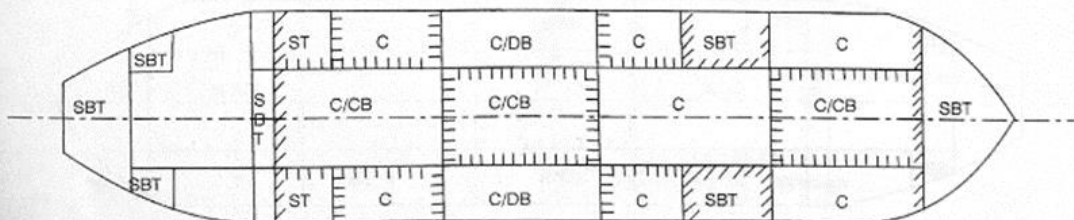
ΠΑΧΥΜΕΤΡΗΣΕΙΣ

B C D E



ΕΛΕΓΧΟΙ ΔΕΞΑΜΕΝΩΝ

G J - X

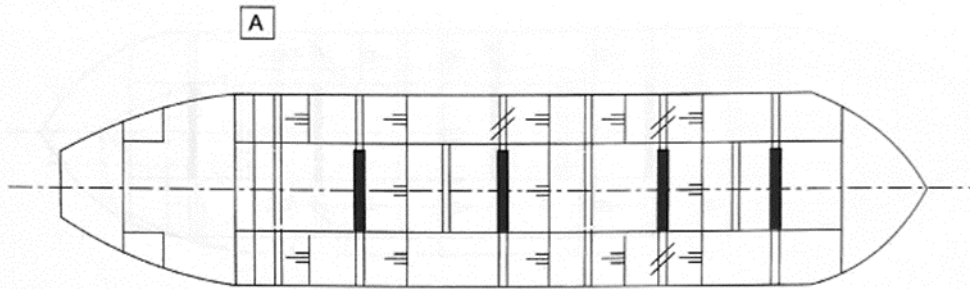


ΕΙΔΙΚΗ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗ Νο 4

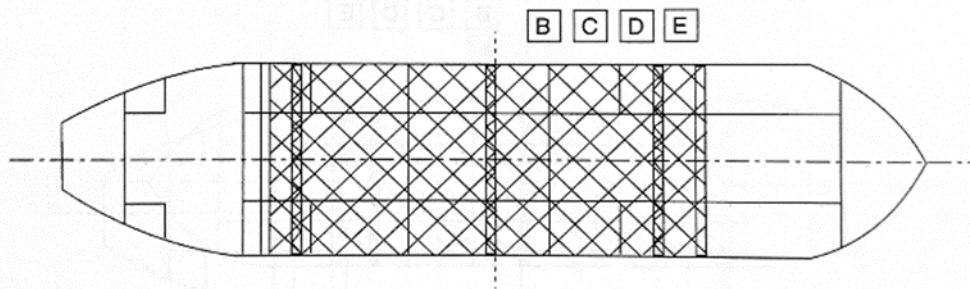
15 ΕΤΩΝ < ΗΛΙΚΙΑ

ΟΛΙΚΗ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗ: ΟΛΕΣ ΟΙ ΔΕΞΑΜΕΝΕΣ ΚΑΙ ΟΙ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΙ ΧΩΡΟΙ

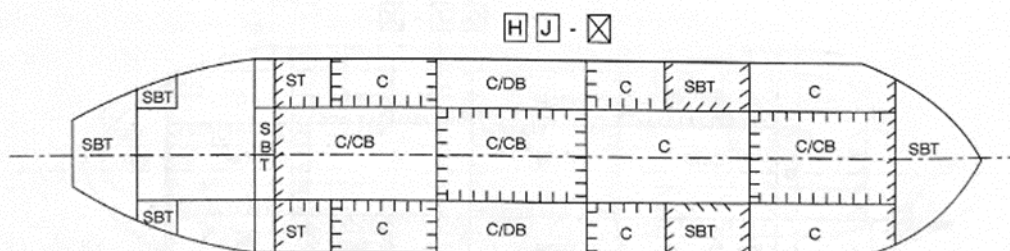
ΕΠΙΣΤΑΜΕΝΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ

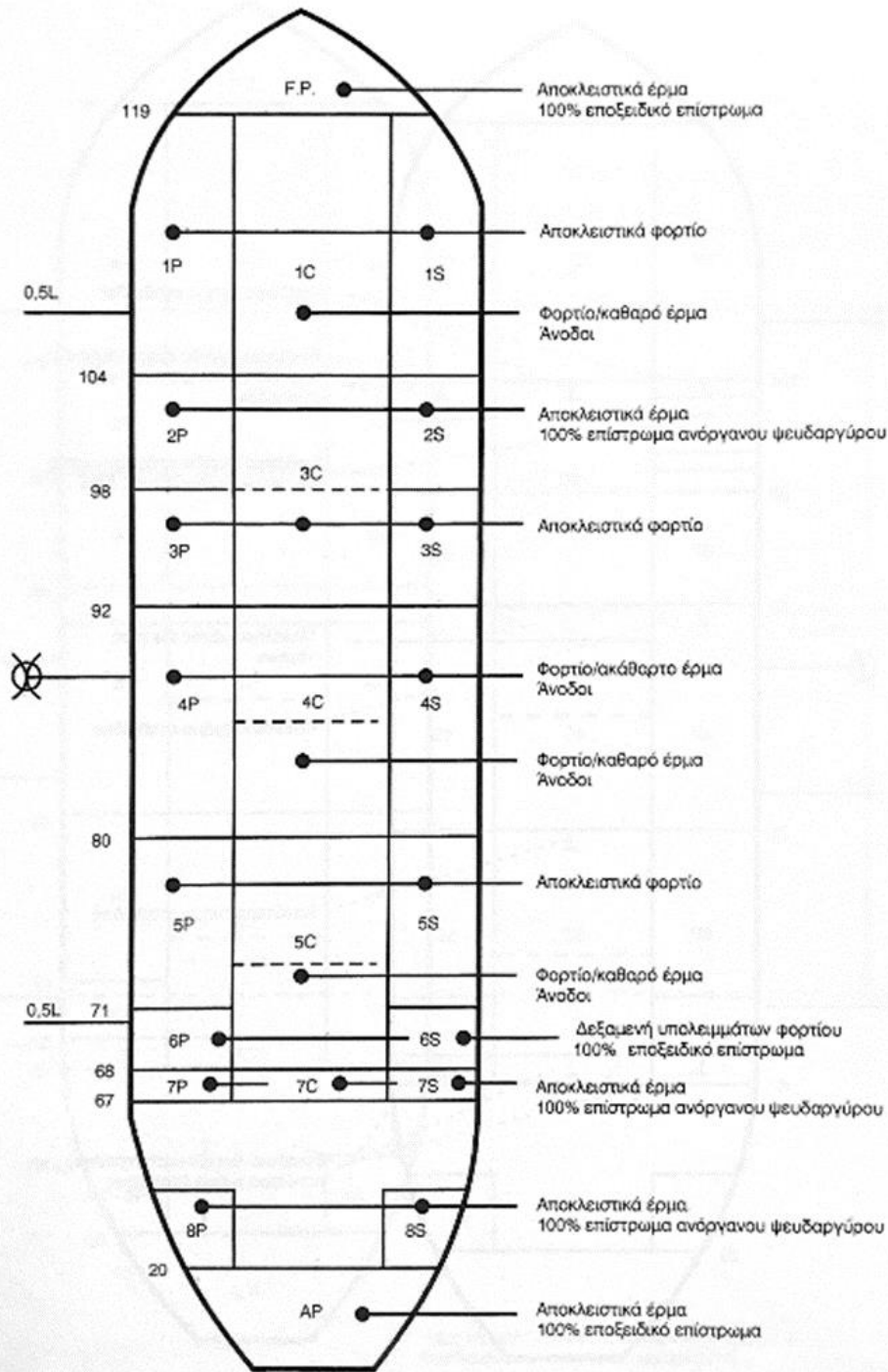


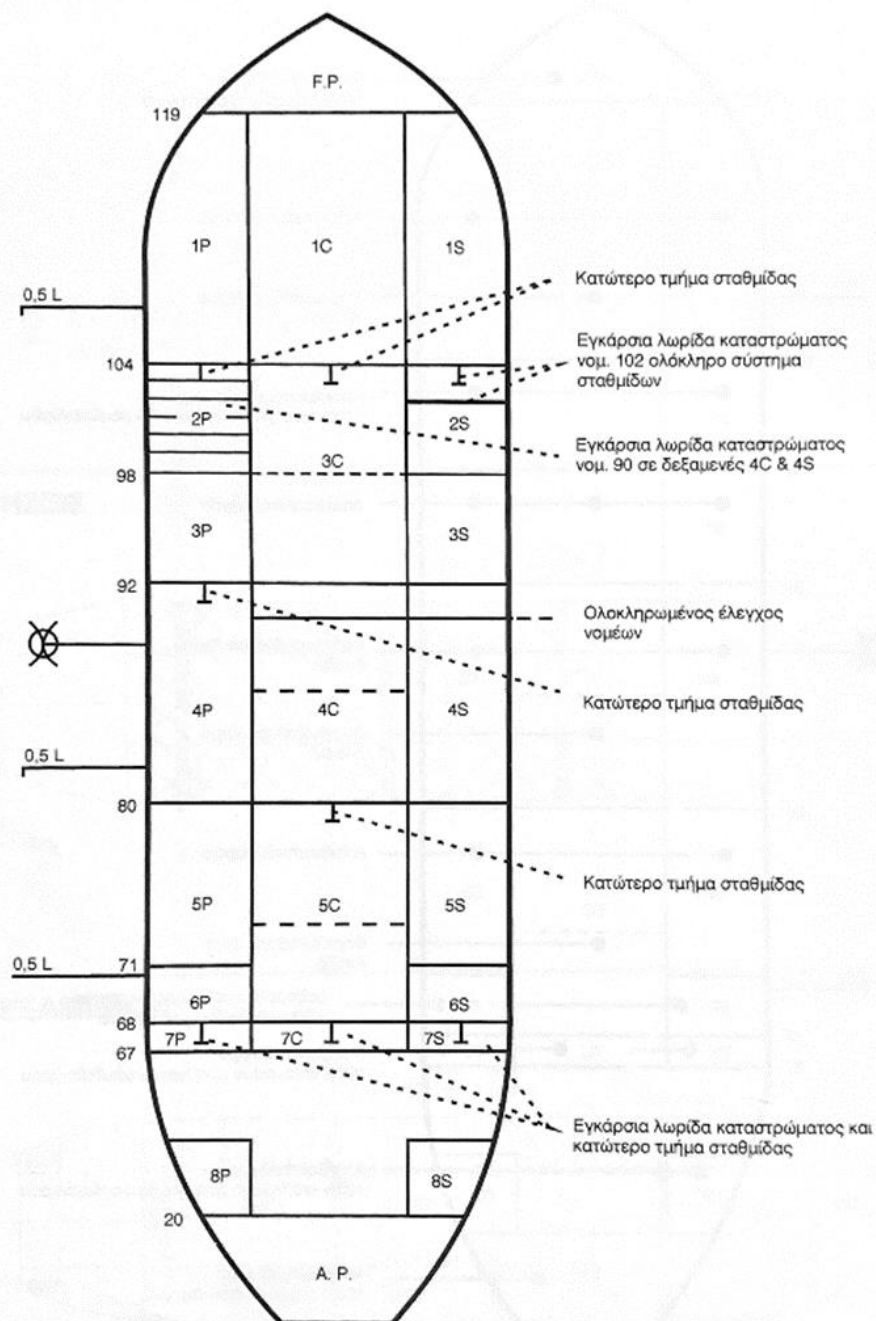
ΠΑΧΥΜΕΤΡΗΣΕΙΣ

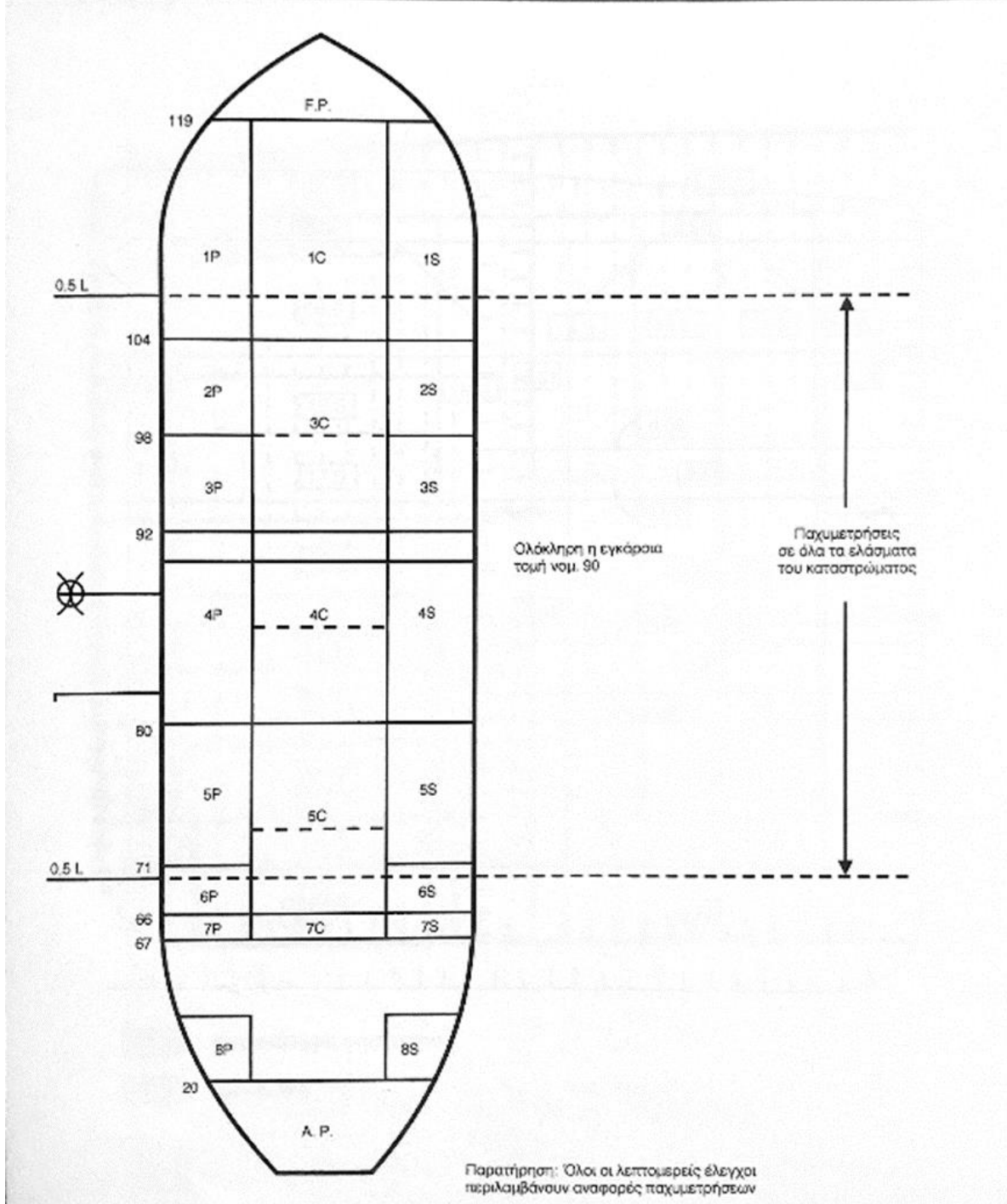


ΕΛΕΓΧΟΙ ΔΕΞΑΜΕΝΩΝ









(Πέτρος Α. Καρύδης. *Επιθεώρηση, Συντήρηση και Επισκευή της Μεταλλικής Κατασκευής του Πλοίου*. Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Ε.Μ.Π., 2002.)