



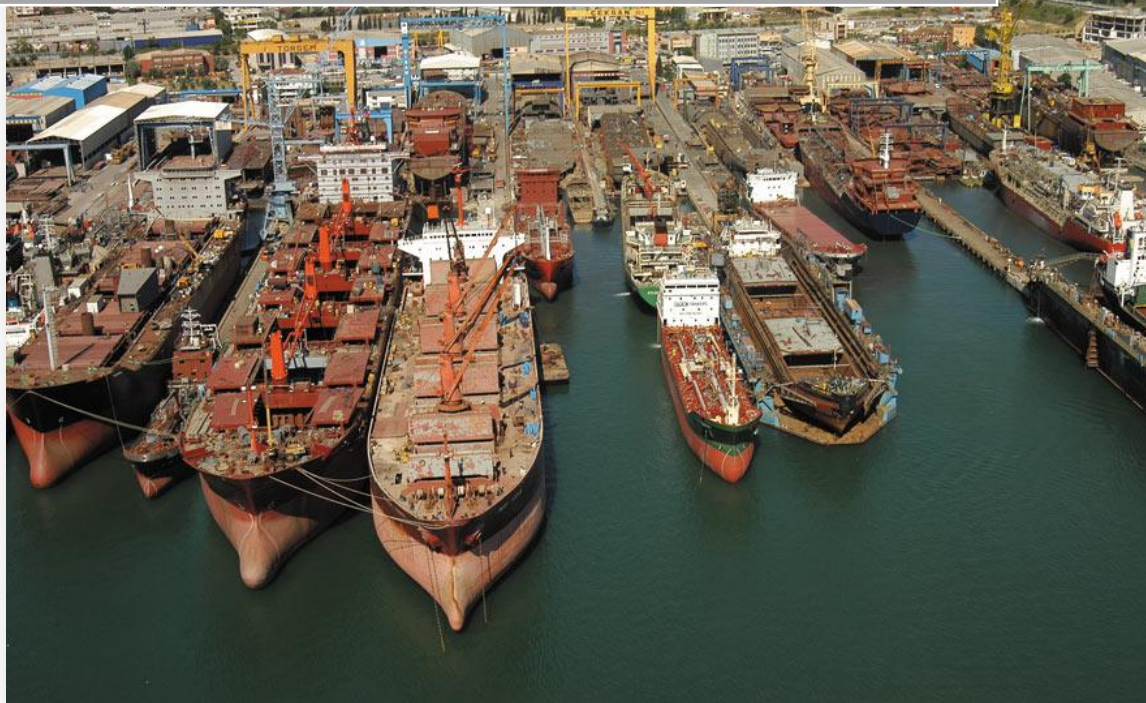
ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΔΠΜΣ ΝΑΥΤΙΚΗ ΚΑΙ ΘΑΛΑΣΣΙΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ
ΕΠΙΣΤΗΜΗ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

*«Εκτίμηση του κόστους επισκευής τυπικών ελαττωμάτων της
μεταλλικής κατασκευής συγκεκριμένων τύπων πλοίων»*



Καραγιάννης Κωνσταντίνος

Αθήνα, Οκτώβριος 2012

Επιβλέπων : Αναπληρωτής Καθηγητής

Ν. Τσούβαλης



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΔΠΜΣ ΝΑΥΤΙΚΗ ΚΑΙ ΘΑΛΑΣΣΙΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΕΠΙΣΤΗΜΗ

Εκτίμηση του κόστους επισκευής τυπικών ελαττωμάτων της
μεταλλικής κατασκευής συγκεκριμένων τύπων πλοίων

Διπλωματική Εργασία
Του
Καραγιάννης Ι. Κωνσταντίνος

Μέλη εξεταστικής επιτροπής

Ν. Τσούβαλης (επιβλέπων)

Μ. Σαμουηλίδης

Δ. Λυρίδης

ΑΘΗΝΑ , ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ 2012

Στους θείους μου,

*για την αγάπη και την υποστήριξη
που απλόχερα μου δίνουν όλα
αυτά τα χρόνια !*

Γιάννη, Μάρθα, Κώστα, Μάγδα

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η παρούσα εργασία αποτελεί την πλήρη μελέτη που πραγματοποιήθηκε από τον υπογράφοντα στα πλαίσια της διπλωματικής του εργασίας, με αντικείμενο την εκτίμηση του κόστους επισκευής τυπικών ελαττωμάτων της μεταλλικής κατασκευής για συγκεκριμένους τύπους πλοίων.

Επιγραμματικά, μετά από επιλογή συγκεκριμένων και συνήθων ελαττωμάτων, κατασκευάστηκαν τρία διαφορετικά σενάρια επισκευής αυτών με χρήση κλασικών μεθόδων επισκευής. Και για τις τρεις διαφορετικές περιπτώσεις γίνεται εκτενής αναφορά σε όλο το φάσμα της διαδικασίας επισκευής και συνολική τελική αποτίμηση του κόστους για την υλοποίηση αυτής. Τέλος γίνεται μία συγκριτική παρουσίαση ανάμεσα στην κλασική μέθοδο επισκευής και την μέθοδο μόνιμης αποκατάστασης με χρήση επιθεμάτων από σύνθετα υλικά.

Στο πρώτο κεφάλαιο γίνεται μια γενική αναφορά στην εφαρμογή επιθεμάτων από σύνθετα υλικά στα πλοία. Αρχικά γίνεται μια συνοπτική περιγραφή των κλασικών μεθόδων επισκευής της μεταλλικής κατασκευής του πλοίου, και στη συνέχεια παρατίθενται κάποιες αναφορές σε επιστημονικές εργασίες οι οποίες πραγματεύονται τη χρήση επιθεμάτων από σύνθετα υλικά.

Στο δεύτερο κεφάλαιο γίνεται μια περιγραφή των τυπικών περιπτώσεων ελαττωμάτων που εξετάστηκαν.

Στο τρίτο κεφάλαιο γίνεται η ανάλυση κόστους για κάθε περίπτωση. Η γεωμετρία, το ελάττωμα καθώς και το κόστος αποκατάστασής του, περιγράφονται εκτενώς. Για την κάθε διαφορετική περίπτωση παρουσιάζονται σχέδια για την ακριβή απεικόνιση της περιοχής που χρήζει επισκευής.

Στο τέταρτο και τελευταίο κεφάλαιο γίνεται μία παρουσίαση συγκριτικών διαγραμμάτων που αφορούν το κόστος επισκευής των σεναρίων που επιλέχθηκαν να μελετηθούν και εξάγονται κάποια συμπεράσματα σχετικά με αυτό.

ΣΚΟΠΟΣ

Στην εργασία αυτή παρουσιάζεται η κοστολόγηση της επισκευής τυπικών ελαττωμάτων της μεταλλικής κατασκευής συγκεκριμένων τύπων πλοίων.

Σκοπός της εργασίας είναι να παρουσιαστεί με τρόπο γενικό και στοιχειοθετημένο το κόστος επισκευής με σκοπό να μπορεί να αποτελεί συγκριτικό στοιχείο για την πιθανή μελέτη εφαρμογής εναλλακτικών τρόπων μόνιμης επισκευής με χρήση επιθεμάτων από σύνθετα υλικά. Η κοστολόγηση αφορά όλο το φάσμα της διαδικασίας επισκευής και έχει δοθεί έμφαση στις επιμέρους εργασίες οι οποίες διαφοροποιούν κατά πολύ το τελικό κόστος αναλόγως της μεθόδου που θα ακολουθηθεί.

Περιεχόμενα

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 – ΓΕΝΙΚΗ ΑΝΑΦΟΡΑ ΣΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΕΠΙΘΕΜΑΤΩΝ ΣΥΝΘΕΤΩΝ ΥΛΙΚΩΝ ΣΤΑ ΠΛΟΙΑ.	1
1.1 Εισαγωγή στη μέθοδο επισκευής με σύνθετα υλικά.....	1
1.2 Κλασικές μέθοδοι επισκευής μεταλλικής κατασκευής πλοίου	2
1.3 Μέθοδοι επισκευής της μεταλλικής κατασκευής του πλοίου με χρήση επιθεμάτων από σύνθετα υλικά	4
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 – ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΥΠΙΚΩΝ ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΩΝ ΕΛΑΤΤΩΜΑΤΩΝ ΤΗΣ ΜΕΤΑΛΛΙΚΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΤΟΥ ΠΛΟΙΟΥ—	11
2.1 Σενάριο επισκευής Νο1.....	11
2.2 Σενάριο επισκευής Νο2.....	13
2.3 Σενάριο επισκευής Νο3.....	15
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 -ΕΚΤΙΜΙΣΗ ΚΟΣΤΟΥΣ ΣΕΝΑΡΙΩΝ ΕΠΙΣΚΕΥΗΣ-.....	16
3.1 Γενική Διαδικασία επισκευής.....	16
3.2 Μέθοδος κοστολόγησης εργασιών.....	18
3.3 Σενάριο επισκευής Νο 1.....	21
3.3.1 Γεωμετρία της περιοχής επισκευής	21
3.3.2 Κοστολόγηση.....	24
3.3.3 Σχολιασμός.....	27
3.4 Σενάριο επισκευής Νο 2.....	27
3.4.1 Γεωμετρία της περιοχής επισκευής	28
3.4.2 Κοστολόγηση.....	30
3.4.3 Σχολιασμός.....	34
3.5 Σενάριο επισκευής Νο 3.....	34
3.5.1 Γεωμετρία της περιοχής επισκευής	35
3.5.2 Κοστολόγηση.....	37
3.5.3 Σχολιασμός.....	41
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 – ΑΝΑΛΥΣΗ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	42
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α΄ Σχέδια.	1

ΛΙΣΤΑ ΕΙΚΟΝΩΝ, ΠΙΝΑΚΩΝ, ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΣΧΕΔΙΩΝ.

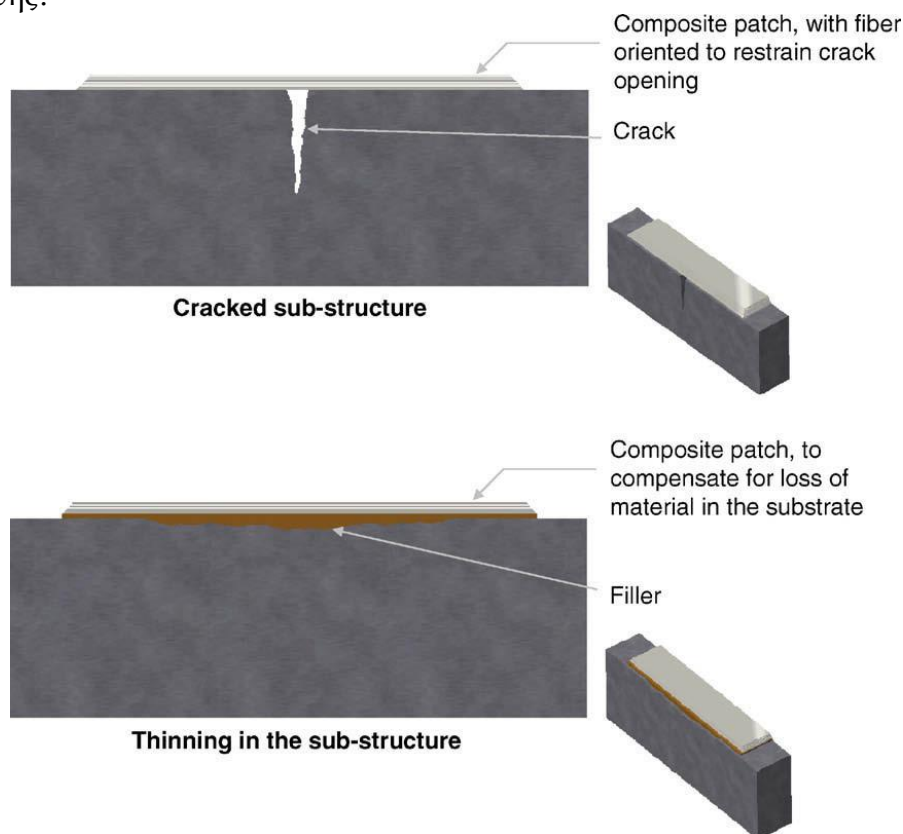
Εικόνα 1 Επίθεμα από σύνθετα υλικά κολλημένο σε μεταλλική κατασκευή	1
Εικόνα 2 Παράδειγμα εφαρμογής μεταλλικού επιθέματος	2
Εικόνα 3 Συγκόλληση ελασμάτων στη γάστρα πλοίου	3
Εικόνα 4 Position of CFRP-epoxy patch repairs to superstructure of Type 21 frigates	5
Εικόνα 5 Frigate Type 21	6
Εικόνα 6 αστοχία μεγάλης κλίμακας που υπέστη η υπερκατασκευή μίας εκ των φρεγατών	6
Εικόνα 7 Φρεγάτα HMAS Sydney. Ήταν το πρώτο πλοίο που δέχθηκε την επισκευή	7
Εικόνα 8 Επανεμφάνιση ρωγμών μετά την ενίσχυση με επίθεμα χάλυβα και συγκόλληση	7
Πίνακας 1 Χαρακτηριστικά βασικών μεθόδων επισκευής	4
Πίνακας 2 Typical Containership cross deck plating defect Case 1 Example 1	11
Πίνακας 3 Typical Containership cross deck plating defect Case 1 Example 2	12
Πίνακας 4 Typical Bulk Carrier cross deck plating defect Case 1 Example 3	12
Πίνακας 5 Typical Containership defect in way of structural detail Case 2 Example 1	13
Πίνακας 6 Typical Bulk Carrier defect in way of structural detail Case 2 Example 2	14
Πίνακας 7 Typical Bulk Carrier defect in way of structural detail Case 2 Example 3	14
Πίνακας 8 Typical Oil Tanker defects in way of floor and inner bottom plate	15
Πίνακας 9 Τιμή επισκευής ανά κιλό χάλυβα για ένα ευρωπαϊκό και ένα Ναυπηγείο της Ασίας	18
Πίνακας 10 Επιπλέον χρεώσεις στην τιμή ανά κιλό του χάλυβα	19
Πίνακας 11 Τιμές καθαρισμών	20
Πίνακας 12 Επιπλέον χρεώσεις στις τιμές καθαρισμών	20
Πίνακας 13 Τιμές εγκατάστασης ικριωμάτων	20
Πίνακας 14 Τιμές ελέγχων ποιότητας	20
Πίνακας 15 Steel works and weight list . Σενάριο επισκευής No1 Page 1	22
Πίνακας 16 Steel works and weight list . Σενάριο επισκευής No1 Page 2	23
Πίνακας 17 Steel works and weight list . Σενάριο επισκευής No1 Page 3	23
Πίνακας 18 Πίνακας υπολογισμού κόστους επισκευής σε Ευρωπαϊκό ναυπηγείο, ναυπηγοεπισκευαστική ζώνη για την Περίπτωση No1	25
Πίνακας 19 Πίνακας υπολογισμού κόστους επισκευής σε ναυπηγείο, ναυπηγοεπισκευαστική ζώνη της Ασίας για την Περίπτωση 1	26
Πίνακας 20 Steel works and weight list . Σενάριο επισκευής No2 Page 1	29
Πίνακας 21 Steel works and weight list . Σενάριο επισκευής No2 Page 2	30
Πίνακας 22 Πίνακας υπολογισμού κόστους επισκευής σε Ευρωπαϊκό ναυπηγείο, ναυπηγοεπισκευαστική ζώνη για την Περίπτωση 2	32
Πίνακας 23 Πίνακας υπολογισμού κόστους επισκευής σε ναυπηγείο, ναυπηγοεπισκευαστική ζώνη της Ασίας για την Περίπτωση 2	33
Πίνακας 24 Steel works and weight list . Σενάριο επισκευής No3 Page 2	36
Πίνακας 25 Πίνακας υπολογισμού κόστους επισκευής σε Ευρωπαϊκό ναυπηγείο, ναυπηγοεπισκευαστική ζώνη για την Περίπτωση 3	39
Πίνακας 26 Πίνακας υπολογισμού κόστους επισκευής σε ναυπηγείο, ναυπηγοεπισκευαστική ζώνη της Ασίας για την Περίπτωση 3	40

<i>Διάγραμμα 1 Συγκριτικό διάγραμμα του κόστους επισκευής των περιπτώσεων στα δύο διαφορετικά ναυπηγεία που μελετήσαμε</i>	<i>42</i>
<i>Διάγραμμα 2 Συγκριτικό διάγραμμα του ποσοστού συμμετοχής στο συνολικό κόστος επισκευής ανάμεσα στις ελασματοουργικές και τις λοιπές εργασίες για το Ευρωπαϊκό ναυπηγείο.....</i>	<i>43</i>
<i>Διάγραμμα 3 Συγκριτικό διάγραμμα του ποσοστού συμμετοχής στο συνολικό κόστος επισκευής ανάμεσα στις ελασματοουργικές και τις λοιπές εργασίες για το ναυπηγείο της Ασίας</i>	<i>43</i>
<i>Σχέδιο 1 : Σενάριο επισκευής No1. Cross deck , Bulk Carrier, 37052 DWT (βλ. Παράρτημα Α)</i>	<i>21</i>
<i>Σχέδιο 2 Σενάριο επισκευής No2.Double bottom Web frames , Bulk Carrier, 29094 DWT</i>	<i>28</i>
<i>Σχέδιο 3 Σενάριο επισκευής No3.Hopper Plate and Web Floor Union , Oil Tanker, 45438 DWT</i>	<i>35</i>
<i>Σχέδιο 4 Σενάριο επισκευής No3.Hopper Plate and Web Floor Union , Oil Tanker, 45438 DWT</i>	<i>35</i>

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 – ΓΕΝΙΚΗ ΑΝΑΦΟΡΑ ΣΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΕΠΙΘΕΜΑΤΩΝ ΣΥΝΘΕΤΩΝ ΥΛΙΚΩΝ ΣΤΑ ΠΛΟΙΑ.

1.1 Εισαγωγή στη μέθοδο επισκευής με σύνθετα υλικά

Η χρήση επιθεμάτων ως μέσο πρόχειρης και γρήγορης επισκευής, από τη σαμπρέλα στο ελαστικό ενός αυτοκινήτου μέχρι τη γάστρα ενός πλοίου και την άτρακτο ενός αεροσκάφους, είναι γνωστή και ευρέως αποδεκτή. Τα τελευταία χρόνια η ανάπτυξη της τεχνολογίας των σύνθετων υλικών και συγκεκριμένα των FRP (Fibre Reinforced Plastics, σύνθετα ενισχυμένα με ίνες) και των κολλητικών ουσιών υψηλής αντοχής έχει καταφέρει να καταστήσει τις προσωρινές αυτές επισκευές αποτελεσματικότερες, αλλά έχει οδηγήσει και στην ανάπτυξη μιας νέας μεθόδου για την επισκευή μεταλλικών, και όχι μόνο, δομών που μπορεί να αποκαταστήσει πλήρως τη βλάβη. Σύμφωνα με τη νέα αυτή μέθοδο κατασκευάζεται επίθεμα από σύνθετα υλικά (συνήθως με ίνες βορίου ή άνθρακα και εποξική ρητίνη, carbon / epoxy), κατάλληλων διαστάσεων και αντοχής, όπου με τη βοήθεια κολλητικής ουσίας τοποθετείται στην προς επισκευή επιφάνεια. Το επίθεμα μπορεί να αναλάβει μέρος ή και το σύνολο των φορτίων που επιβαρύνουν την περιοχή όπου έχει εμφανιστεί κάποια αστοχία (ρωγμή, διάβρωση και υποβάθμιση υλικού, λυγισμός). Στο παρακάτω σχήμα φαίνεται ένα απλό παράδειγμα τοποθέτησης επιθέματος σε επιφάνεια που χρήζει επισκευής.



Εικόνα 1 Επίθεμα από σύνθετα υλικά κολλημένο σε μεταλλική κατασκευή

Η μεταλλική κατασκευή των πλοίων παρουσιάζει συχνά δομικές αστοχίες στη γάστρα ή και στην υπερκατασκευή. Οι παράγοντες που συμβάλουν στην δημιουργία τέτοιων αστοχιών είναι αρκετοί και μερικοί από αυτούς είναι η εναλλασσόμενη φόρτιση κυρίως από τους κυματισμούς (hogging – sagging), το έντονα διαβρωτικό θαλάσσιο περιβάλλον και διάφορα ατυχήματα, κατά τη διάρκεια της επιχειρησιακής τους ζωής. Ο συνηθέστερος τύπος αστοχίας είναι η δημιουργία ρωγμής λόγω κόπωσης και η επιδιόρθωσή της είναι απαραίτητη ώστε το πλοίο να μπορεί να συνεχίσει με ασφάλεια[1].

1.2 Κλασικές μέθοδοι επισκευής μεταλλικής κατασκευής πλοίου

Η επισκευή μίας ρωγμής στη μεταλλική κατασκευή του πλοίου μπορεί να αποτελέσει μία ιδιαίτερα χρονοβόρα αλλά και δαπανηρή διαδικασία. Στην περίπτωση που η επισκευή γίνει στα πλαίσια προγραμματισμένης συντήρησης του πλοίου τότε το κόστος δεν είναι ιδιαίτερα μεγάλο, όμως, στην περίπτωση που η επισκευή πρέπει να γίνει άμεσα, τότε η κλασική μέθοδος επισκευής σε οποιαδήποτε ναυπηγοεπισκευαστική ζώνη μπορεί να αποτελέσει μια διαδικασία ίσως και ασύμφορη για τον πλοιοκτήτη λόγω του χρόνου που θα χρειαστεί το πλοίο να παραμείνει εκτός ναύλου αλλά και του κόστους της ίδιας της επισκευής.



Εικόνα 2 Παράδειγμα εφαρμογής μεταλλικού επιθέματος

Οι κλασικές μέθοδοι επισκευής μπορούν να είναι μόνιμες ή και προσωρινές. Τυπική προσωρινή επισκευή αποτελεί η διάνοιξη κυκλικής οπής ανακούφισης σε κάθε άκρο της ρωγμής, με στόχο να ομαλοποιηθεί τοπικά το εντατικό πεδίο στα άκρα αυτής και να ανακοπεί η πορεία της, τουλάχιστον μέχρι τη δημιουργία νέας ρωγμής περιμετρικά της οπής. Πλεονέκτημα της μεθόδου η δυνατότητα εφαρμογής της από ανειδίκευτο προσωπικό αμέσως μετά τον εντοπισμό της

ρωγμής και μειονεκτήματά της ο αυστηρά προσωρινός της χαρακτήρας καθώς και ότι δεν μπορεί να εφαρμοστεί όπου απαιτείται στεγανότητα μεταξύ των δύο πλευρών του ελάσματος. Σε συνδυασμό με την παραπάνω μέθοδο, και για μεγάλα μεγέθη ρωγμών ή για λόγους στεγανότητας, είναι δυνατή η εφαρμογή μεταλλικού επιθέματος (doubler plate), με κοχλίωση ή συγκόλληση, στην περιοχή της ρωγμής. Το επίθεμα φέρει μέρος του φορτίου της διατομής εξασθενώντας κατά συνέπεια το εντατικό πεδίο στα άκρα της ρωγμής. Πλεονέκτημα της μεθόδου, η αμεσότητα της εφαρμογής της εφόσον διατίθεται στοιχειώδες μηχανουργείο και η στεγανοποίηση σε μεγάλο βαθμό της κατασκευής. Η μέθοδος χαρακτηρίζεται όμως από σημαντικά μειονεκτήματα. Επιγραμματικά είναι δύσκολο να επιτευχθεί ικανοποιητική συνοχή των επιφανειών του επιθέματος και της επιφάνειας που φέρει τη ρωγμή. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα τον περιορισμό του ποσοστού του φορτίου που δύναται να μεταφερθεί στο επίθεμα και τη σε σύντομο χρόνο ανάπτυξη νέων ρωγμών στις οπές πρόσδεσης ή στις ραφές συγκόλλησης. Ακόμα είναι σχεδόν αδύνατο να εφαρμοστεί η μέθοδος σε κατασκευές με πολύπλοκη γεωμετρία.



Εικόνα 3 Συγκόλληση ελασμάτων στη γάστρα πλοίου

Όσον αφορά τις μόνιμες μεθόδους επισκευής μπορούμε να διακρίνουμε δύο διαφορετικές περιπτώσεις. Η ρωγμή μπορεί να εμφανιστεί στη συγκόλληση ενώ στην άλλη περίπτωση η ρωγμή πιθανόν να εμφανιστεί σε κάποιο έλασμα ή να ξεκινά από τη ραφή συγκόλλησης και να επεκτείνεται στο έλασμα. Και στις δύο παραπάνω περιπτώσεις η μέθοδος επισκευής απαιτεί την εκ νέου συγκόλληση, γέμισμα της ραφής, όπου έχει εμφανιστεί η ρωγμή ή και την αντικατάσταση τμήματος ελάσματος για την δεύτερη περίπτωση. Όποια και να είναι η περίπτωση και η μέθοδος επισκευής της, βασική προϋπόθεση αποτελεί η εκτέλεση της εργασίας από ειδικευμένο συνεργείο και πιθανόν η εργασία να πρέπει να γίνει σε κάποιο ναυπηγείο.

Στον παρακάτω πίνακα μπορούμε να δούμε συνοπτικά τα βασικά χαρακτηριστικά των μεθόδων επισκευής που αναφέραμε παραπάνω.[2]

Πίνακας 1 Χαρακτηριστικά βασικών μεθόδων επισκευής

ΜΕΘΟΔΟΣ		ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ	ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ
ΠΡΟΣΩΡΙΝΕΣ	Διάνοιξη οπών στα άκρα της ρωγμής	<ul style="list-style-type: none"> Άμεση εφαρμογή από ανειδίκευτο προσωπικό. Μηδενικό κόστος 	<ul style="list-style-type: none"> Μικρός χρόνος ωφέλιμης λειτουργίας της επισκευής Η κατασκευή καθίσταται αυτομάτως μη στεγανή
	Εφαρμογή μεταλλικού επιθέματος	<ul style="list-style-type: none"> Άμεση εφαρμογή. Μικρό κόστος Παροχή περιορισμένης στεγανότητας στην κατασκευή 	<ul style="list-style-type: none"> Απαιτήση ύπαρξης στοιχειώδους μηχανουργείου Μικρός χρόνος ωφέλιμης λειτουργίας της επισκευής Μικρή επίδραση στο εντατικό πεδίο λόγω μη επαρκούς συνοχής των επιφανειών επιθέματος / ελάσματος
ΜΟΝΙΜΕΣ	Ανανέωση / εφαρμογή ραφής συγκόλλησης	<ul style="list-style-type: none"> Μεγάλη αποτελεσματικότητα Μικρό κόστος Εφαρμογή και ως μέθοδος πρόληψης ανάπτυξης ρωγμών 	<ul style="list-style-type: none"> Ανάγκη εκτέλεσης από συνεργείο συγκολλήσεων
	Αντικατάσταση μέρους ελάσματος	<ul style="list-style-type: none"> Μεγάλη αποτελεσματικότητα 	<ul style="list-style-type: none"> Ανάγκη εκτέλεσης σε ναυπηγείο Μεγάλο κόστος

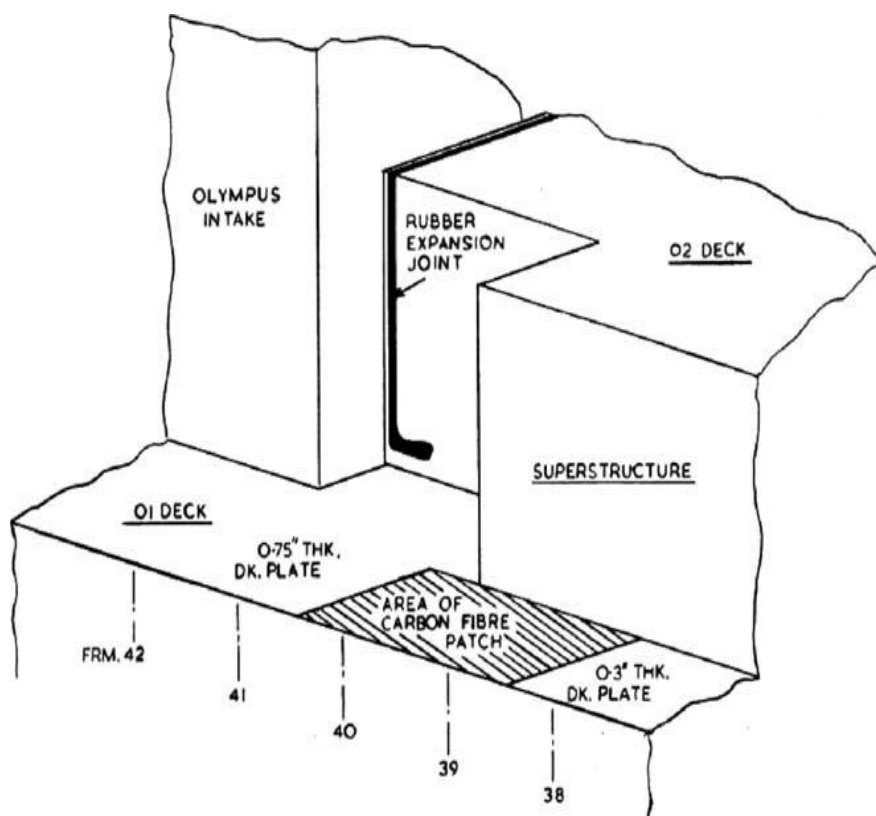
1.3 Μέθοδοι επισκευής της μεταλλικής κατασκευής του πλοίου με χρήση επιθεμάτων από σύνθετα υλικά

Παρακάτω γίνεται μία αναφορά σε επιστημονικές εργασίες οι οποίες πραγματοποιούνται την χρήση επιθεμάτων από σύνθετα υλικά με σκοπό την ενίσχυση μεταλλικών κατασκευών.

Στη ναυπηγική η χρήση επιθεμάτων από σύνθετα υλικά δεν είναι ευρέως διαδεδομένη ακόμα, και οι μέχρι τώρα χρήσεις είναι σχετικά περιορισμένες. Με εξαίρεση τις στρατιωτικές εφαρμογές, όπου οι λόγοι υιοθέτησης των σύνθετων επιθεμάτων είναι άλλοι, στα εμπορικά πλοία μόλις τα τελευταία χρόνια γίνονται κάποιες προσπάθειες προς αυτήν την κατεύθυνση. Βασικός λόγος για την μη διευρυμένη χρήση των σύνθετων υλικών στα εμπορικά πλοία είναι το κόστος. Η διαδικασία της συγκόλλησης για το ναυπηγικό χάλυβα είναι σχετικά εύκολη και οικονομική και γι' αυτό το λόγο έχει επικρατήσει. Βέβαια εδώ πρέπει να αναφερθεί ότι η επισκευή με κλασική μέθοδο, για να είναι συμφέρουσα, πρέπει να γίνει στα πλαίσια μίας γενικής επισκευής ενός πλοίου όπου είναι ήδη κανονισμένος ο δεξαμενισμός του πλοίου ή γενικά η επίσκεψη μίας ναυπηγοεπισκευαστικής ζώνης. Στα εμπορικά πλοία, λόγω της κατασκευής τους (χάλυβες με σχετικά μεγάλα πάχη) αλλά και λόγω των φορτίσεων που επιδέχεται η μεταλλική κατασκευή, είναι στις περισσότερες των περιπτώσεων εφικτό να μετατεθεί η επισκευή μίας ρωγμής για όταν το πλοίο έχει μία προγραμματισμένη συντήρηση. Εκεί όπου η ανάγκη επισκευής είναι άμεση είναι

στα πολεμικά πλοία, στα οποία δίδεται προτεραιότητα στην επιχειρησιακή ετοιμότητα και όχι τόσο στο κόστος επισκευής.

Μια από τις χαρακτηριστικότερες εφαρμογές επιθέματος από σύνθετα υλικά είναι η χρήση τους από το πολεμικό ναυτικό της Αγγλίας (Royal Navy) για τις φρεγάτες κλάσης Amazon Type 21. Μερικές από τις φρεγάτες της συγκεκριμένης κλάσης παρουσίασαν ρωγμές σε τμήματα της υπερκατασκευής τους η οποία ήταν κατασκευασμένη από κράμα αλουμινίου. Η απόπειρα επισκευής με συγκόλληση απέτυχε λόγω αστοχίας της συγκόλλησης και έτσι δοκιμάστηκε για πρώτη φορά η επισκευή με χρήση επιθέματος από σύνθετα υλικά. Έγινε χρήση ενός επιθέματος carbon – epoxy για την επισκευή μίας ρωγμής μήκους 500mm η οποία και ήταν επιτυχής. Η ίδια διαδικασία εφαρμόστηκε και στις υπόλοιπες φρεγάτες της κλάσης που είχαν παρουσιάσει τη βλάβη. Έκτοτε και μέχρι το 1997 έχουν χρησιμοποιηθεί 35 επιθέματα από σύνθετα υλικά σε πλοία του πολεμικού ναυτικού της Αγγλίας. [2][3]

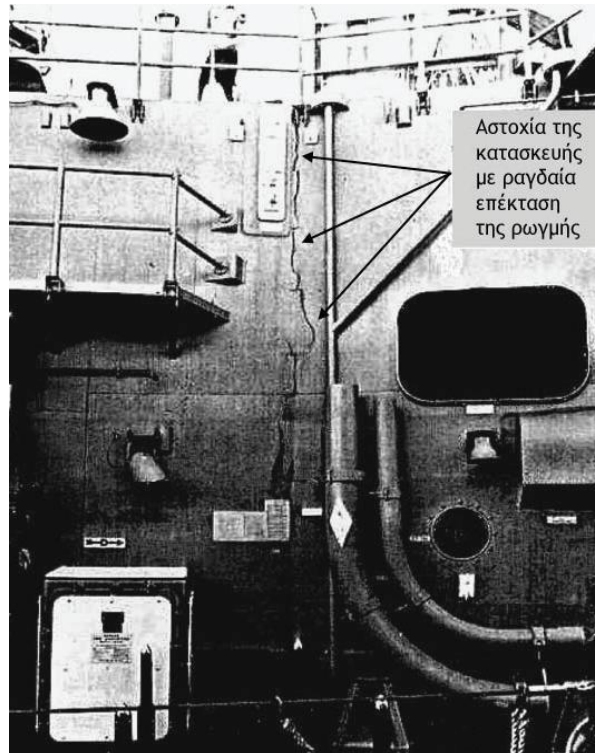


Εικόνα 4 Position of CFRP-epoxy patch repairs to superstructure of Type 21 frigates



Εικόνα 5 Frigate Type 21

Μια ακόμα περίπτωση χρήσης επιθεμάτων από σύνθετα υλικά είναι η εφαρμογή τους από το πολεμικό ναυτικό της Αυστραλίας σε έξι αμερικανικές φρεγάτες της ίδιας κλάσης η οποίες εμφάνισαν ρωγμές στην υπερκατασκευή τους.

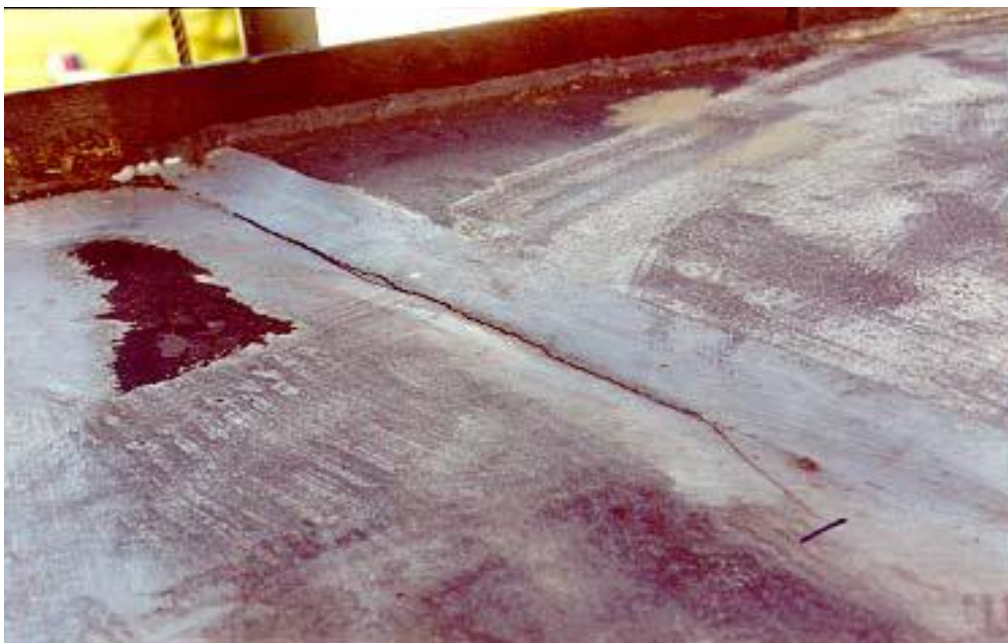


Εικόνα 6 αστοχία μεγάλης κλίμακας που υπέστη η υπερκατασκευή μίας εκ των φρεγατών



Εικόνα 7 Φρεγάτα HMAS Sydney. Ήταν το πρώτο πλοίο που δέχθηκε την επισκευή

Η διαδικασία επισκευής με τοποθέτηση χαλύβδινων επιθεμάτων και συγκόλλησης απέτυχε καθώς δημιούργησε ακόμα μεγαλύτερα προβλήματα αφενός γιατί δεν αποφεύχθηκε η διάδοση των προϋπαρχουσών ρωγμών αλλά δημιουργήθηκαν και νέες. Μετά από πολυετή μελέτη και έρευνες το πολεμικό ναυτικό της Αυστραλίας σε συνεργασία με τον οργανισμό Defence Science & Technology Organization (DSTO) αποφάσισαν να προχωρήσουν σε επισκευή με χρήση επιθεμάτων από σύνθετα υλικά.



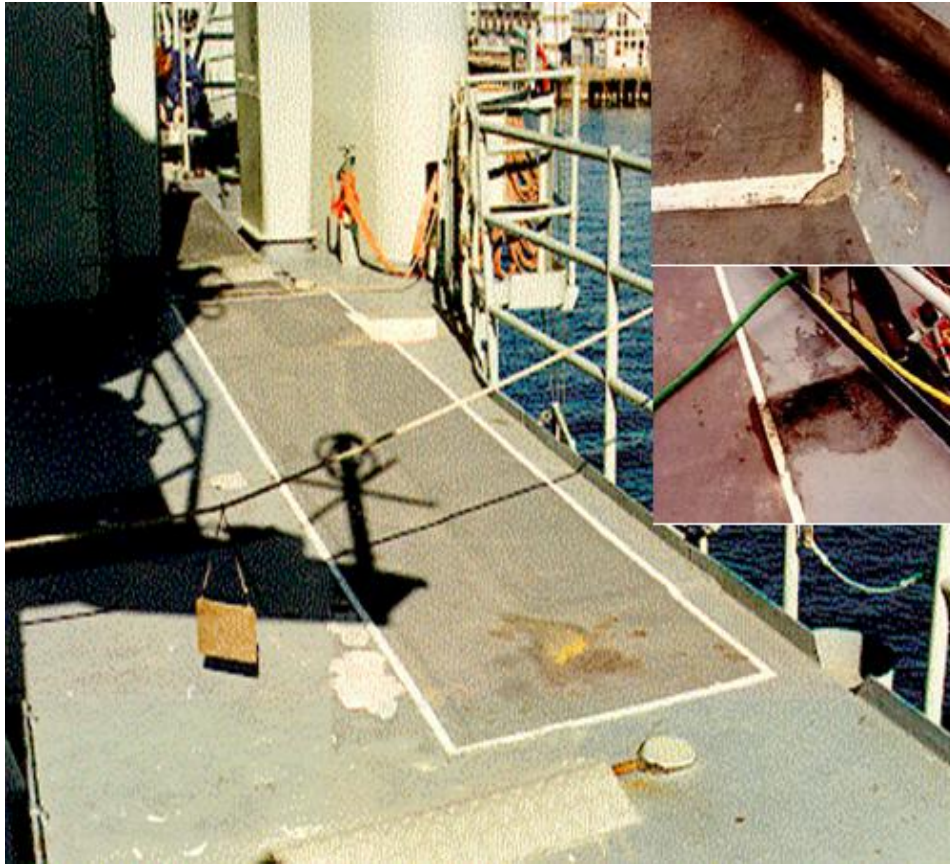
Εικόνα 8 Επανεμφάνιση ρωγμών μετά την ενίσχυση με επίθεμα χάλυβα και συγκόλληση

Η επισκευή έγινε με χρήση επιθέματος από 25 στρώσεις υφάσματος άνθρακα (carbon cloth) και βινυλεστερικής μήτρας. Για την προστασία του επιθέματος από την ηλιακή ακτινοβολία και τη διάβρωση προστέθηκε και ένα στρώμα GRP.

Η επισκευή έλαβε χώρα με επιτυχία τον Απρίλιο του 1993 και από τότε μέχρι και το 2000 οπότε και έγινε ο τελευταίος έλεγχος, το πλοίο έλαβε μέρος σε πολλές αποστολές και το μόνο πρόβλημα που παρατηρήθηκε ήταν μηχανικές μικροφθορές και μερική αποκόλληση στο προστατευτικό στρώμα από GRP, το οποίο και αποκαταστάθηκε άμεσα.



Εικόνα 7 Επίθεμα τοποθετημένο στο διάδρομο υπερκατασκευής φρεγάτας



Εικόνα 8 Φθορές στο επικαλυπτικό στρώμα από GRP

Παράδειγμα από τη χρήση επιθεμάτων σύνθετων υλικών έχουμε και από την εφαρμογή τους σε δεξαμενή αποθήκευσης σε πλοίο FPSO (Floating Production and Offloading), δηλαδή δεξαμενόπλοιο μόνιμα αγκυροβολημένο το οποίο χρησιμοποιείται σαν αποθήκη καυσίμων. Για την συγκεκριμένη εργασία για να εφαρμοστεί επισκευή με συγκόλληση θα έπρεπε να αδειάσουν και να καθαριστούν δύο δεξαμενές εκατέρωθεν της συγκόλλησης. Συνολικά θα έπρεπε να γίνει καθαρισμός σε πέντε δεξαμενές συμπεριλαμβανομένης και αυτής όπου επρόκειτο να γίνει η εργασία. Αν λάβουμε υπόψη το κόστος καθαρισμών (βλ. *Πίνακας 11*, *Πίνακας 12*) καθώς και την μείωση της αποθηκευτικής ικανότητας του πλοίου για όσο διαρκέσει η επισκευή, συμπεραίνουμε ότι πρόκειται για μία ιδιαίτερος δαπανηρή διαδικασία. Με τη χρήση επιθέματος από σύνθετα υλικά χρειάστηκε να καθαριστεί μόνο μία δεξαμενή κατά την διάρκεια των 15 ημερών που κράτησε η επισκευή.



Εικόνα 9 Τυπικό πλοίο FPSO



Εικόνα 10 Επίθεμα τοποθετημένο δεξαμενή πλοίου FPSO

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 – ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΥΠΙΚΩΝ ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΩΝ ΕΛΑΤΤΩΜΑΤΩΝ ΤΗΣ ΜΕΤΑΛΛΙΚΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΤΟΥ ΠΛΟΙΟΥ—

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στο παρόν κεφάλαιο γίνεται μία εκτενής περιγραφή των περιπτώσεων που εξετάστηκαν. Αρχικά έγινε μία επιλογή τυπικών ελαττωμάτων της μεταλλικής κατασκευής των πλοίων τα οποία στη συνέχεια ταυτίστηκαν με δύο τύπους πλοίων όπου είναι και πιθανό να εμφανιστούν. Τα σενάρια που μελετήθηκαν αφορούν τρεις περιπτώσεις ελαττωμάτων οι οποίες εμφανίζονται σε bulk carriers καθώς και oil tankers [4].

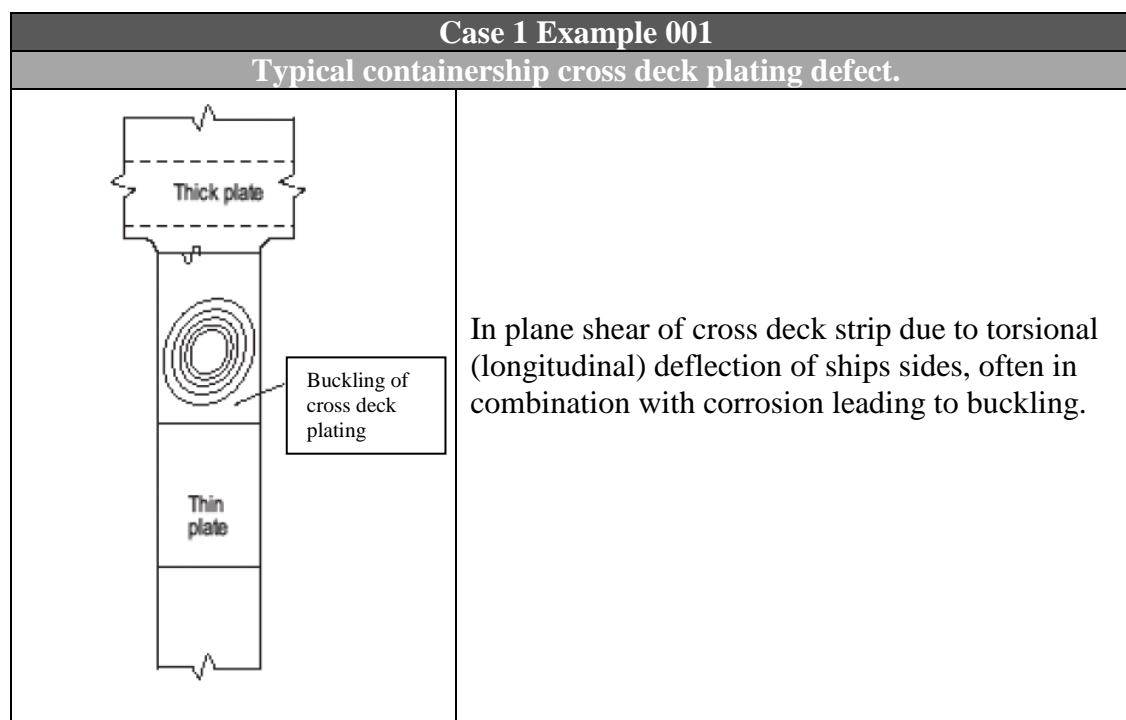
Παρακάτω αναλύονται τα τρία σενάρια τα οποία μελετήθηκαν.

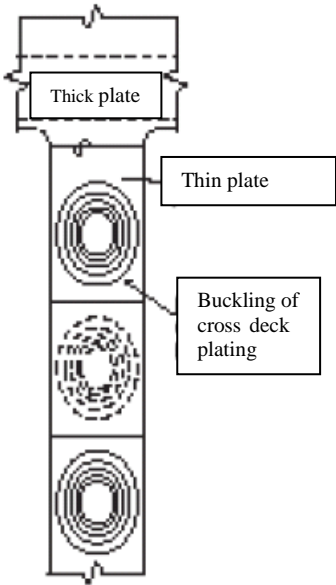
2.1 Σενάριο επισκευής Νο1.

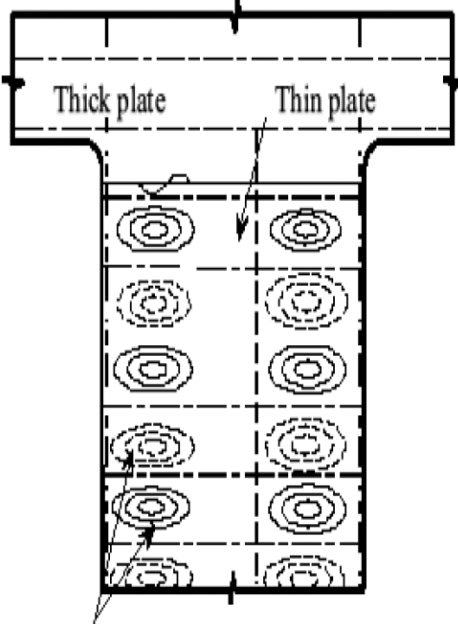
Παρουσίαση τυπικού ελαττώματος.

Στην περίπτωση αυτή εξετάζεται η περίπτωση εμφάνισης ελαττώματος στην περιοχή του cross deck σε πλοία όπως container ships και bulk carriers. Στα παρακάτω σχήματα απεικονίζεται μερικώς ο τύπος του ελαττώματος καθώς και δίνεται μία ερμηνεία για το πώς προκλήθηκε.

Πίνακας 2 Typical Containership cross deck plating defect Case 1 Example 1



Case 1 Example 002	
Typical containership cross deck plating defect.	
 <p>The diagram shows a vertical cross-section of a deck structure. At the top and bottom are thick plates. Between them are thin plates. The middle thin plate is shown with a distorted, wavy shape, indicating buckling. Labels include 'Thick plate' at the top, 'Thin plate' for the middle section, and 'Buckling of cross deck plating' pointing to the distorted area.</p>	<p>Buckling of cross deck plating due to sea loads</p> <p>Or</p> <p>in some cases insufficient transverse stiffening to support applied loads.</p>

Case 1 Example 003	
Typical Bulk Carrier cross deck plating defect.	
 <p>The diagram shows a vertical cross-section of a bulk carrier deck with two adjacent holds. Thick plates are at the top and bottom, and thin plates form the holds. The thin plates in both holds are shown with distorted, wavy shapes, indicating buckling. Labels include 'Thick plate' and 'Thin plate' at the top, and 'Buckling of cross deck plating.' at the bottom left.</p>	<p>Buckling of cross deck plating due to transverse compression due to sea loads</p> <p>or</p> <p>Buckling of cross deck plating due to excessive loading in two adjacent holds</p> <p>or</p> <p>Possible insufficient plate thickness or associated stiffening.</p>

Για το πρώτο σενάριο επισκευής εφαρμόστηκε το Case 1 example 3. Επιλέχθηκε ένα bulk carrier (37.052 DWT) το οποίο εμφάνισε buckling καθώς και μειωμένο πάχος ελασμάτων στην περιοχή του cross deck. Πιο συγκεκριμένα η περιοχή εντοπίζεται ανάμεσα στην υπερκατασκευή του πλοίου και το αμπάρι Νο 5 (Cargo Hold No5).

2.2 Σενάριο επισκευής Νο2.

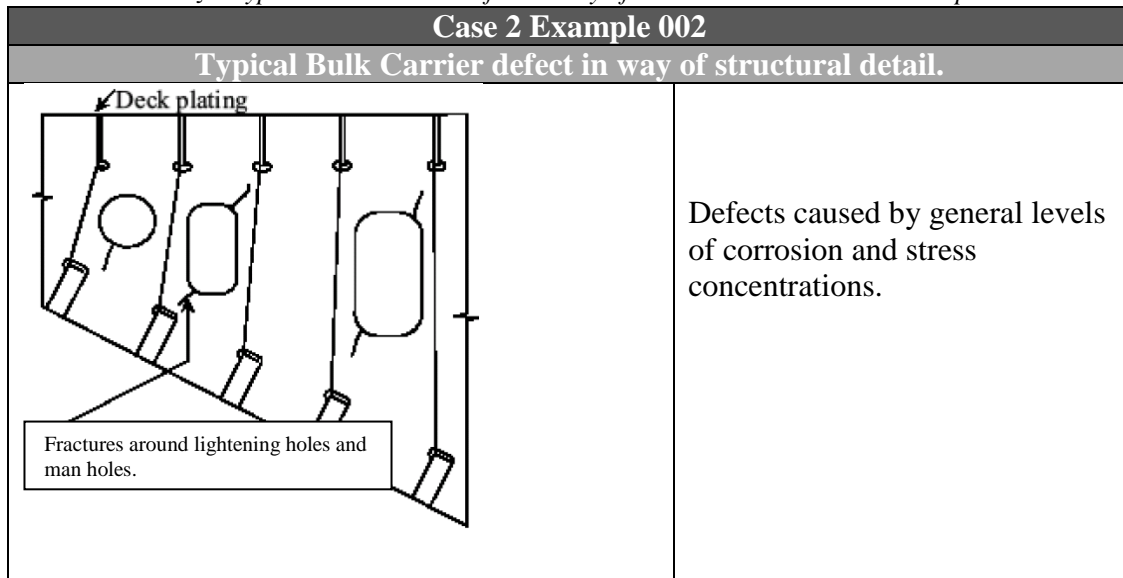
Παρουσίαση τυπικού ελαττώματος.

Στην περίπτωση αυτή εξετάζεται η περίπτωση εμφάνισης ελαττώματος σε στοιχεία της κατασκευής του πλοίου όπου υπάρχουν ανοίγματα, ανθρωποθυρίδες, διαπεράσεις διαμήκων και εγκάρσιων ενισχυτικών (lightening holes, floors, girders, swash bulkheads etc.) κ.α. Τα παραπάνω ελαττώματα εμφανίζονται σε όλους τους τύπους πλοίων. Στα παρακάτω σχήματα απεικονίζεται μερικώς ο τύπος του ελαττώματος καθώς και δίνεται μία ερμηνεία για το πώς προκλήθηκε.

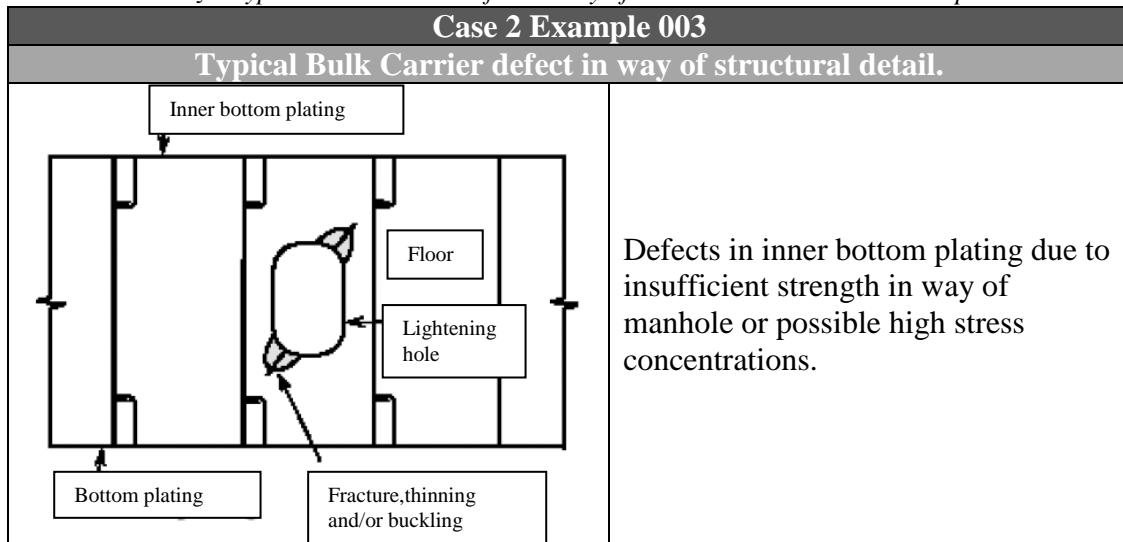
Πίνακας 5 Typical Containership defect in way of structural detail Case 2 Example 1

Case 2 Example 001	
Typical containership defect in way of structural detail.	
<p>The diagram illustrates a cross-section of a ship's hull structure. It shows a horizontal 'Bottom plating' at the base and a vertical 'Inner bottom plating' above it. A 'Floor' is positioned above the bottom plating. A 'Lightning hole' is cut through the floor. A fracture is shown around the lightning hole, with a label 'Fracture, thinning and/or buckling' pointing to it. Arrows indicate the location of each component.</p>	<p>Fracture, crack or deformation due to insufficient component strength in way of lightening hole</p> <p>or</p> <p>Fracture, corrosion and/or buckling around lightening hole due to high stress concentrations.</p>

Πίνακας 6 Typical Bulk Carrier defect in way of structural detail Case 2 Example 2



Πίνακας 7 Typical Bulk Carrier defect in way of structural detail Case 2 Example 3



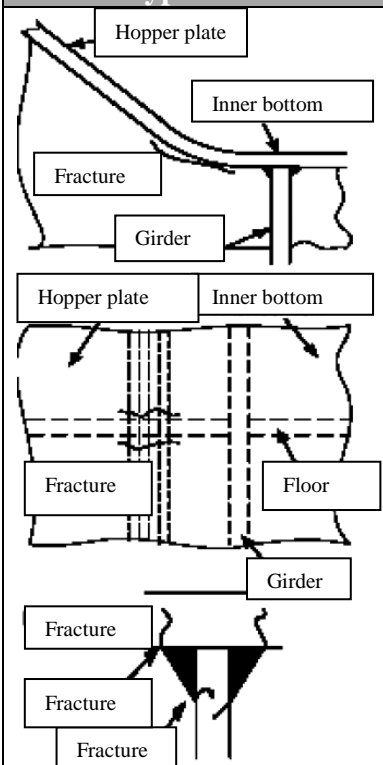
Για το δεύτερο σενάριο επισκευής επιλέχθηκε και εφαρμόστηκε το example 3 του case 2 για ένα Bulk Carrier (29094 DWT). Πιο συγκεκριμένα τα ελαττώματα εμφανίστηκαν στο double bottom στα ανοίγματα των εγκάρσιων φρακτών καθώς επίσης και σε εγκάρσια ενισχυτικά στην περιοχή του hopper.

2.3 Σενάριο επισκευής Νο3.

Παρουσίαση τυπικού ελαττώματος.

Στην περίπτωση αυτή εξετάζεται η περίπτωση εμφάνισης ελαττώματος στα web frames στα hopper tanks αλλά και στο Hopper plate. Στα παρακάτω σχήματα απεικονίζεται μερικώς ο τύπος του ελαττώματος καθώς και δίνεται μία ερμηνεία για το πώς προκλήθηκε.

Πίνακας 8 Typical Oil Tanker defects in way of floor and inner bottom plate

Case 5 Example 002	
Typical Oil Tanker defect in way of floor and inner bottom plate	
	<p>Within the structure of Oil Tankers as shown, this type of defect can be a result of misalignment, i.e. the three mid-lines do not cross at the same joint. This misalignment produces out of plane deformation of inner bottom plates in way of the knuckle line.</p> <p>Other reasons for such damage include stress concentration at the connection between floor and inner bottom plates or static and dynamic loads from fluids.</p>

Για το τρίτο σενάριο επισκευής έγινε επιλογή του παραπάνω ελαττώματος (Case 5 Example 2) για ένα Oil tanker (45438 DWT). Πιο συγκεκριμένα εμφανίστηκαν ρωγμές (cracks) αμφότερα στο web frame και στο hopper plate.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 -ΕΚΤΙΜΙΣΗ ΚΟΣΤΟΥΣ ΣΕΝΑΡΙΩΝ ΕΠΙΣΚΕΥΗΣ-

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στο παρόν κεφάλαιο δίδονται με λεπτομέρειες η γεωμετρία των περιπτώσεων που εξετάστηκαν και γίνεται η κοστολόγησή τους. Η διαδικασία επισκευής που ακολουθείται για την επισκευή και των τριών περιπτώσεων είναι η ίδια και περιγράφεται συνοπτικά παρακάτω.

3.1 Γενική Διαδικασία επισκευής

Παρακάτω μπορούμε να δούμε επιγραμματικά όλη τη διαδικασία που ακολουθείται σε ένα ναυπηγείο για την επισκευή τμήματος της μεταλλικής κατασκευής ενός πλοίου.

- Μετά την απόφαση του πλοιοκτήτη να προχωρήσει στην επισκευή στο ναυπηγείο ακολουθούν τα παρακάτω στάδια μέχρι και την παράδοση του πλοίου επισκευασμένου.
- Κατά την υποδοχή του πλοίου στο Ναυπηγείο αρχικά γίνεται ένας έλεγχος της περιοχής στην οποία θα λάβουν χώρα οι εκάστοτε εργασίες. Αφού ολοκληρωθεί ο έλεγχος η ασφάλεια οριοθετεί την περιοχή και φροντίζει ώστε να παρθούν όλα τα απαραίτητα μέτρα ασφαλείας για την εκτέλεση των εργασιών.
- Το πρώτο συνεργείο το οποίο και ξεκινά να εκτελεί εργασίες είναι οι καθαριστές. Η διαδικασία των καθαρισμών εξαρτάται από το μέρος του πλοίου στο οποίο γίνεται η επισκευή και αναλόγως διαμορφώνεται και το κόστος της διαδικασίας καθαρισμού.
- Στη συνέχεια το τμήμα της χάραξης (σάλα) κάνει πλήρη διαστασιολόγηση και αποτυπώνει με ακρίβεια τα κομμάτια ελάσματος που πρόκειται να αντικατασταθούν καθώς και φροντίζει να δώσει διαστάσεις για τα καινούργια ελάσματα που θα τοποθετηθούν.
- Οι προϊστάμενοι των εμπλεκόμενων συνεργείων καθορίζουν τις απαιτούμενες εργατοώρες που θα χρειαστούν για την εκτέλεση των εργασιών που τους αναλογούν στην συγκεκριμένη επισκευή.
- Αφού έχει γίνει πλήρης αποτύπωση των εργασιών, ξεκινά η κοπή των προς αντικατάσταση ελασμάτων και παράλληλα γίνονται οι κοπές και η διαμόρφωση των νέων ελασμάτων.

- Μετά την απομάκρυνση όλων των παλιών ελασμάτων το τμήμα των ελασματουργών αναλαμβάνει την τοποθέτηση (μοντάρισμα) των νέων ελασμάτων καθώς και την μερική συγκόλληση τους (ποντάρισμα) ώστε να ξεκινήσουν οι συγκολλήσεις. Το τμήμα των ηλεκτροσυγκολλητών μετά το μοντάρισμα των νέων ελασμάτων ξεκινά τις συγκολλήσεις όπου στο τέλος τροχίζονται από τους τροχιστές.
- Τελευταία είναι τα στάδια του χρωματισμού αλλά και του ποιοτικού ελέγχου από τα αντίστοιχα τμήματα του ναυπηγείου.

3.2 Μέθοδος κοστολόγησης εργασιών

Για την κοστολόγηση των εργασιών θα γίνει υπολογισμός σύμφωνα με το βάρος των προς αντικατάσταση ελασμάτων. Η τιμή που προκύπτει είναι αποτέλεσμα ενός πολλαπλασιασμού του συνολικού βάρους με την τιμή ανά κιλό του χάλυβα. Οι υπολογισμοί του κόστους για τα σενάρια που θα μελετηθούν θα γίνουν με βάση δύο διαφορετικές τιμές για το κιλό χάλυβα οι οποίες και περιγράφουν κατά μέσο όρο το κόστος επισκευής σε κάποιο Ευρωπαϊκό ή σε κάποιο ναυπηγείο ή ναυπηγοεπισκευαστική ζώνη στην Ασία, και οι οποίες προέρχονται από την τρέχουσα εμπειρία.

Πίνακας 9 Τιμή επισκευής ανά κιλό χάλυβα για ένα ευρωπαϊκό και ένα Ναυπηγείο της Ασίας

STEEL WORKS PRICELIST				
STEEL WORK (Prices per Kg)		Quantity	European Shipyard	Asian Shipyard
To crop and renew straight steel plates with attached reinforcement all GRADE A including necessary temporary lighting and ventilation, based on total steel renewal over 5000kgs	Average price per kg in Euro	1	5	2

Εδώ πρέπει να αναφερθεί ότι η τιμή ανά κιλό για το χάλυβα διαμορφώνεται από πολλούς παράγοντες όπως η θέση της επισκευής στο πλοίο (μορφολογία ελασμάτων, ευκολία πρόσβασης κτλ), ο τύπος εργασιών, οι απαιτούμενοι καθαρισμοί, το μέγεθος της δουλειάς κ.α. Στους παρακάτω πίνακες φαίνεται ο τρόπος με τον οποίο αναπροσαρμόζονται οι τιμές βάση των ιδιοτήτων της κάθε επισκευής.

Για την κοστολόγηση των εργασιών θα γίνει ένας διαχωρισμός των τιμών σε σχετικές και απόλυτες. Ως σχετικές ορίζονται οι τιμές οι οποίες αφορούν μόνον τις ελασματοουργικές εργασίες και οι οποίες επηρεάζουν την τιμή ανά κιλό του χάλυβα στα δύο ναυπηγεία που έχουν επιλεγεί. Απόλυτες τιμές θεωρούνται οι τιμές για τους καθαρισμούς, την εγκατάσταση σκαλωσιών αλλά και το κόστος ελέγχων που πιθανών γίνουν. Οι απόλυτες τιμές θα είναι ίδιες στην κοστολόγηση και για τα δύο ναυπηγεία. Αυτός ο τρόπος κοστολόγησης, θεωρώντας ίδια τιμή για τις εργασίες εκτός των ελασματοουργικών και για τα δύο ναυπηγεία, επελέγη με σκοπό μελλοντικά να μπορεί ο αναγνώστης της διπλωματικής να μπορεί να εξάγει κάποια συμπεράσματα για το κόστος αποκλειστικά με γνώμονα την τιμή του χάλυβα.

Πίνακας 10 Επιπλέον χρεώσεις στην τιμή ανά κιλό του χάλυβα

ADDITIONAL CHARGES FOR STEEL WORKS	
1	Single Curvature 15% extra
2	Double Courvature 20% extra
3	Steel renewal in way of tanks 20% extra
4	Plates and stiffeners with thickness less than 10mm and up to 6mm and over 25mm will be charged extra 10% per mm
5	Above quoted prices for steel work is applicable for over 500 kgs of steel renewal per each location / space / tank .
6	Pieces less than 50kgs (insert plates will be charged as 50kgs each piece. Insert steel plates (stripe) with breadth less than 500mm will be charged with 50% extra on the above prices.
7	Brackets, lugs, and collar plates less than 30kgs each piece will be charged as 30kgs each piece.
8	Profiles, flat bars, face bars less than 30 kgs per running meter will be charged as 30kgs per running meter. Minimum charge pes location is one run meter.
9	Lightning holes , access holes and scallops are not deducted from the steel plates
10	If for any reason plates of original thickness are not available, then the next thicker size will be used at owner's cost
11	Steel weights are calculated with a spec. weight of 8kg/dm ³ to the largest length and breadth of each piece of material involved
12	Special quality steel (AH-36) will be charged 10% extra (plates only not profiles)
13	Above prices do not apply for fabricated parts such as tanks, pressure vessels, foundation, machined steel parts, funnel, airducts and ventilators
14	Access opening if required will be charged extra perkg with 80% of the above price. Other removal for access if required such as pips, guards, macinery, insulation, valves etc excluded.
15	Renewal steel plates without renewal of the attached stiffeners 30% extra
16	Renewal attached stiffeners without renewal of steel plates 20% extra

Στον παραπάνω πίνακα τα ποσοστά μεταβολής της τιμής του χάλυβα αναλόγως της εκάστοτε εργασίας ισχύουν και για τα δύο διαφορετικά ναυπηγεία σύμφωνα με τις τιμές των οποίων γίνονται οι κοστολογήσεις των επισκευών.

Πίνακας 11 Τιμές καθαρισμών

CLEANING WORKS PRICELIST		
CLEANING TANKS (per cubic meter capacity)	Quantity in Cubic meters	Price in euro
Water ballast tanks(washing down)	1	8.82
Double bottom ballast tanks (washing down)	1	11.00
Deep tanks carrying diesel oil	1	18.30
Deep tanks carrying heavy fuel oil	1	25.83
Double bottom tanks carrying diesel oil	1	26.82
Double bottom tanks carrying heavy fuel oil	1	35.46

Πίνακας 12 Επιπλέον χρεώσεις στις τιμές καθαρισμών

ADDITIONAL CHARGES FOR CLEANING WORKS	
1	Minimum charge for cleaning per tank : 70 cubic meters
2	Cleaning of oil tanks for hot work will be charged as above plus 80% extra

Πίνακας 13 Τιμές εγκατάστασης ικριωμάτων

STAGING WORKS PRICELIST			
STAGING (erection and removal)		Quantity	Price in Euros
Externally and in cargo holds	Cubic meter	1	4.90
• Minimum Charge per location			220
Internally including tanks	Cubic meter	1	5.90
• Minimum Charge per location			395

Πίνακας 14 Τιμές ελέγχων ποιότητας

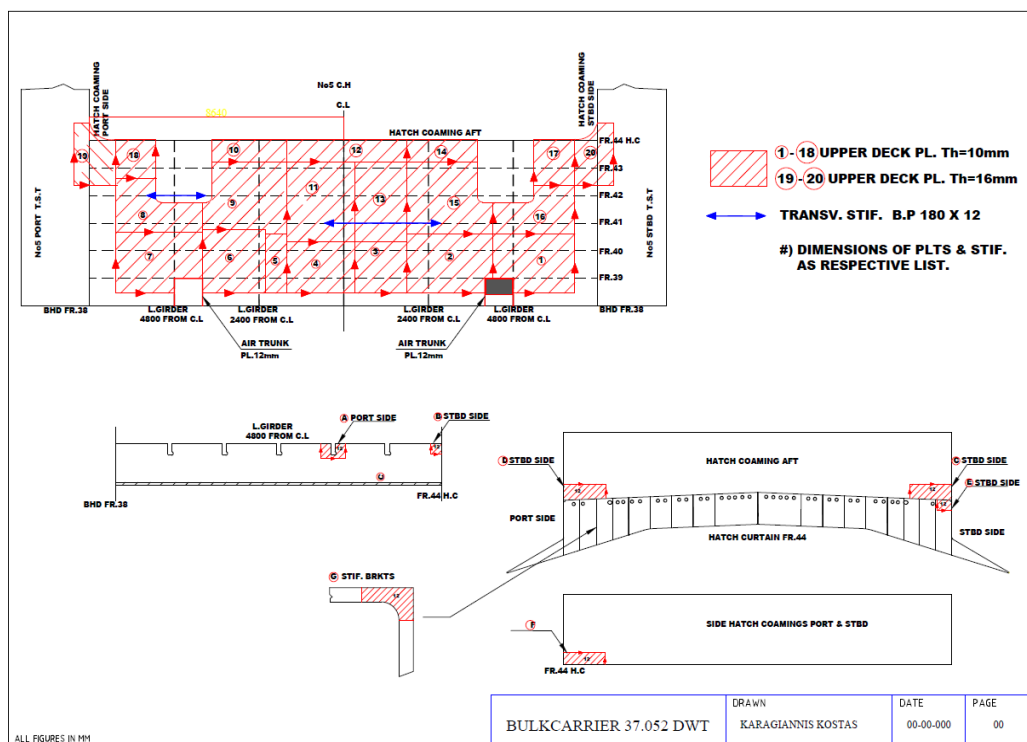
ACCEPTANCE TESTING WORKS PRICELIST			
TESTING		Quantity	Price in Euros
Ultrasonic plates thickness reading (minimum charge 100 readings)	Per reading	1	1.8
Testing tanks with air if required	Per tank	1	870
X-rays to take and record if required	Per shot	1	90
Vacuum testing welding seems	Per running meter	1	35

3.3 Σενάριο επισκευής Νο 1

Για το πρώτο σενάριο επισκευής όπως αναφέρθηκε και στο κεφάλαιο 2 μελετάται η επισκευή τμήματος του main deck σε ένα bulk carrier. Συγκεκριμένα το σενάριο ορίζει την αντικατάσταση ελασμάτων και ενισχυτικών στο cross deck στην περιοχή ανάμεσα στο accommodation bulkhead και στο Cargo Hold No 5 ανάμεσα στα frames 38 έως 44.

3.3.1 Γεωμετρία της περιοχής επισκευής

Στο παρακάτω σχέδιο δίδεται η γεωμετρία της προς επισκευής περιοχής .



Σχέδιο 1 : Σενάριο επισκευής Νο1. Cross deck , Bulk Carrier, 37052 DWT (βλ. Παράρτημα Α) .

Στις παρακάτω λίστες αναγράφονται σε αντιστοιχία με το παραπάνω σχέδιο όλα τα καινούργια ελάσματα που θα χρησιμοποιηθούν. Αναλυτικότερα αναγράφονται οι διαστάσεις αλλά και τα βάρη των ελασμάτων που θα χρησιμοποιηθούν. Τα βάρη των ελασμάτων έχουν αναπροσαρμοσθεί σύμφωνα με τις περιπτώσεις 6, 7, 8 και 11 του πίνακα 10.

Πίνακας 15 Steel works and weight list . Σενάριο επισκευής Νο1 Page 1

Steel work - Weight List page 1						
CROSS DECK BTW. No.5 C.HOLD AND ACCOMODATION BHD FR.38						
Pcs	type	Dimensions in mm			Weight in kg	Remarks
						CROSS DECK PLATES
1	PLATE	2320	1650	10	306	INSERT PL. - No:1
1	PLATE	2440	1650	10	322	INSERT PL. - No:2
1	PLATE	1480	1420	10	168	INSERT PL. - No:3
1	PLATE	1920	1420	10	218	INSERT PL. - No:4
1	PLATE	610	1650	10	81	INSERT PL. - No:5
1	PLATE	1780	1770	10	252	INSERT PL. - No:6
1	PLATE	2370	1700	10	322	INSERT PL. - No:7
1	PLATE	2370	1400	10	265	INSERT PL. - No:8
1	PLATE	2400	2020	10	388	INSERT PL. - No:9
1	PLATE	600	2020	10	97	INSERT PL. - No:10
1	PLATE	1920	2210	10	339	INSERT PL. - No:11
1	PLATE	600	3300	10	158	INSERT PL. - No:12
1	PLATE	1480	2200	10	260	INSERT PL. - No:13
1	PLATE	590	2000	10	94	INSERT PL. - No:14
1	PLATE	2020	2440	10	394	INSERT PL. - No:15
1	PLATE	1360	2320	10	252	INSERT PL. - No:16
1	PLATE	1220	1160	10	113	INSERT PL. - No:17
1	PLATE	1250	1170	10	117	INSERT PL. - No:18
1	PLATE	1900	1400	16	340	INSERT PL. - No:19
1	PLATE	1900	1400	16	340	INSERT PL. - No:20
						TRANSV. STIFFENERS
1	B.P	180 X 12		2800	70	B.P SECTION - FR.41
1	B.P	180 X 12		1050	26	B.P SECTION - FR.43
						LONG. GIRDERS
1	PLATE	400	700	12	50	INSERT PL." A" - L.G 4800 FROM C.L PORT SIDE
1	PLATE	300	300	12	50	INSERT PL." B" - L.G 4800 FROM C.L STBD SIDE
						AFT HATCH COAMING
2	PLATE	400	1200	12	100	INSERT PL." C" & "D" - FR.44
7	BRKTS	890	400	12	239	INSERT PL. "I" - SHAPED FLG BKTS
1	PLATE	300	850	12	50	INSERT PL. "H" - STBD SIDE
1	PLATE	300	720	12	50	INSERT PL. "H" - PORT SIDE

Steel work - Weight List page 2						
CROSS DECK BETW. No.5 C.HOLD AND ACCOMODATION BHD FR.38						
Pcs	Type	Dimensions in mm			Weight in kg	Remarks
						PORT & STBD SIDE HATCH COAMINGS
1	PLATE	2200	300	12	63	INSERT PL." F" - PORT SIDE
1	PLATE	1400	300	12	50	INSERT PL." F" - STBD SIDE
						PORT AND STBD AIR TRUNKS
2	PLATE	780	980	12	147	TRANSV. INSERT PL. I.W.O P&S AIR TRUNKS
4	PLATE	830	1000	12	319	LONG. INSERT PL. I.W.O P&S AIR TRUNKS

Steel work - Weight List page 3						
CROSS DECK BETW. No.5 C.HOLD AND ACCOMODATION BHD FR.38						
Pcs	type	Dimensions in mm			Weight in kg	Remarks
						HATCH CURTAIN FR.44
1	PLATE	460	400	12	50	INSERT PL."E" - FR.44
1	PLATE	770	350	12	50	INSERT PL."G" - FR.44
						PORT STIF.BRKT - 6600 FROM C.L
1	B PLATE	150	450	12	50	INSERT PL."G" - FR.44
						PORT STIF.BRKT - 6000 FROM C.L
1	PLATE	230	610	12	50	INSERT PL."G" - FR.44
						PORT STIF.BRKT - 4000 FROM C.L
1	PLATE	150	430	12	50	INSERT PL."G" - FR.44
						STBD STIF.BRKT - 6600 FROM C.L

Οι συμβολισμοί στη στήλη Remarks στους παραπάνω πίνακες απεικονίζονται στο σχέδιο 2 στο παράρτημα Α

3.3.2 Κοστολόγηση.

Ο υπολογισμός του κόστους για την παραπάνω επισκευή γίνεται με βάση τις τιμές των παραπάνω πινάκων κοστολόγησης και λαμβάνοντας υπόψη τις παρακάτω ειδικές συνθήκες.

Ελασματοургικές Εργασίες :

- Υπάρχουν κομμάτια χάλυβα τα οποία ζυγίζουν λιγότερο από 50kg και κοστολογούνται ως ήταν 50kg.(Περίπτωση 6 Πίνακα 10)
- Η επισκευή περιλαμβάνει αντικατάσταση brackets, lugs και collar plates τα οποία και κοστολογούνται 30kg έκαστο. (Περίπτωση 7 Πίνακα 10)
- Η αντικατάσταση ελασμάτων γίνεται χωρίς την αντικατάσταση των ενισχυτικών στο μεγαλύτερο ποσοστό στην επισκευή και η εργασία κοστολογείται για το σύνολο των κιλών του χάλυβα σύμφωνα με την περίπτωση 13 του πίνακα 10.

Εργασίες Καθαρισμών :

- Για την εκτέλεση των συγκεκριμένων εργασιών δεν χρειάζεται να γίνουν καθαρισμοί.

Ικρίωματα:

- Για την εκτέλεση των εργασιών χρειάστηκαν και χρησιμοποιήθηκαν δύο κρεμαστές σκαλωσιές εσωτερικά στο Cargo Hold No5. Οι διαστάσεις τους φαίνονται στον παρακάτω πίνακα.

STAGINGS			
CROSS DECK BETW. No.5 C.HOLD AND ACCOMODATION BHD FR.38			
PCS	type	Dimensions in mm	REMARKS
1	Hanging	3000 X 5000 X 5000 mm	
1	Hanging	15000 X 5000 X 2000 mm	

Έλεγχοι :

- Για την επιβεβαίωση της στεγανότητας του cross deck έγινε Vacuum test στο 100% των συγκολλήσεων στην περιοχή του Cross Deck.

Στους παρακάτω πίνακες φαίνονται όλες οι επιμέρους κοστολογήσεις για όλες τις εργασίες καθώς και το συνολικό κόστος της επισκευής και για τα δύο ναυπηγεία που έχουν επιλεγεί.

Πίνακας 18 Πίνακας υπολογισμού κόστους επισκευής σε Ευρωπαϊκό ναυπηγείο, ναυπηγοεπισκευαστική ζώνη για την Περίπτωση Νο1

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΟΣΤΟΥΣ ΕΠΙΣΚΕΥΗΣ ΣΕ ΕΥΡΩΠΑΙΚΟ ΝΑΥΠΗΓΕΙΟ				ΣΕΝΑΡΙΟ ΕΠΙΣΚΕΥΗΣ ΝΟ1		
ΕΡΓΑΣΙΕΣ						
Ελασματοουργικά	Συνολικό Βάρος σε Kg	Τιμή ανά κιλό χάλυβα σε euro	Κόστος χωρίς υπολογισμό ό ειδικών συνθηκών	Ειδικές Συνθήκες	Κόστος με υπολογισμό ειδικών συνθηκών	
	6290	5	31450	προσαύξηση 30% στην τιμή του χάλυβα ανα κιλό	40885	
Καθαρισμοί	Συνολικά Κυβικά μέτρα	Τιμή ανά κυβικό μέτρο σε euro	Κόστος χωρίς υπολογισμό ό ειδικών συνθηκών	Ειδικές Συνθήκες	Κόστος με υπολογισμό ειδικών συνθηκών	
	0	0	0	None	0	
Ικρίωματα	Συνολικός Όγκος σε κυβικά μέτρα	Τιμή ανά κυβικό μέτρο σε euro	Κόστος χωρίς υπολογισμό ό ειδικών συνθηκών	Ειδικές Συνθήκες	Κόστος με υπολογισμό ειδικών συνθηκών	
	1. 3000 X 5000 X 5000 mm	225	5,9	1327,5	None	1327,5
	2. 15000 X 5000 X 2000 mm					
Έλεγχοι	Ποσότητα σε μέτρα	Τιμή ανά μέτρο σε euro	Κόστος			
	1. Vacuum test	87,38	35	3058,3		
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ ΕΠΙΣΚΕΥΗΣ : 45.270 EUR						

Πίνακας 19 Πίνακας υπολογισμού κόστους επισκευής σε ναυπηγείο, ναυπηγοεπισκευαστική ζώνη της Ασίας για την Περίπτωση 1

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΟΣΤΟΥΣ ΕΠΙΣΚΕΥΗΣ ΣΕ ΝΑΥΠΗΓΕΙΟ ΣΤΗΝ ΑΣΙΑ				ΣΕΝΑΡΙΟ ΕΠΙΣΚΕΥΗΣ ΝΟ1		
ΕΡΓΑΣΙΕΣ						
Ελασματοουργικά	Συνολικό Βάρος σε Kg	Τιμή ανά κιλό χάλυβα σε ευρο	Κόστος χωρίς υπολογισμό ειδικών συνθηκών	Ειδικές Συνθήκες	Κόστος με υπολογισμό ειδικών συνθηκών	
	6290	2	12580	προσαύξηση 30% στην τιμή του χάλυβα ανα κιλό	16354	
Καθαρισμοί	Συνολικά Κυβικά μέτρα	Τιμή ανά κυβικό μέτρο σε ευρο	Κόστος χωρίς υπολογισμό ειδικών συνθηκών	Ειδικές Συνθήκες	Κόστος με υπολογισμό ειδικών συνθηκών	
	0	0	0	None	0	
Ικριώματα	Συνολικός Όγκος	Τιμή ανά κυβικό μέτρο σε ευρο	Κόστος χωρίς υπολογισμό ειδικών συνθηκών	Ειδικές Συνθήκες	Κόστος με υπολογισμό ειδικών συνθηκών	
	1. 3000 X 5000 X 5000 mm	225	5,9	1327,5	None	1327,5
	2. 15000 X 5000 X 2000 mm					
Έλεγχοι	Ποσότητα σε μέτρα	Τιμή ανά μέτρο σε ευρο	Κόστος			
	1. Vacuum test	87,38	35	3058,3		
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ ΕΠΙΣΚΕΥΗΣ : 20.740 EUR						

3.3.3 Σχολιασμός.

Στους παρακάτω πίνακες μπορούμε να δούμε τη συμμετοχή, σε ποσοστό, κάθε εργασίας στο συνολικό κόστος επισκευής και για τα δύο ναυπηγεία.

ΝΑΥΠΗΓΕΙΟ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ - ΣΕΝΑΡΙΟ ΕΠΙΣΚΕΥΗΣ Νο1	
ΕΡΓΑΣΙΕΣ	ΠΟΣΟΣΤΟ ΣΥΜΜΕΤΟΧΗΣ ΣΤΟ ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ
Ελασματοουργικά	90%
Καθαρισμοί	-
Ικριώματα	3%
Έλεγχοι	7%

ΝΑΥΠΗΓΕΙΟ ΣΤΗΝ ΑΣΙΑ - ΣΕΝΑΡΙΟ ΕΠΙΣΚΕΥΗΣ Νο1	
ΕΡΓΑΣΙΕΣ	ΠΟΣΟΣΤΟ ΣΥΜΜΕΤΟΧΗΣ ΣΤΟ ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ
Ελασματοουργικά	79%
Καθαρισμοί	-
Ικριώματα	6%
Έλεγχοι	15%

Για το σενάριο επισκευής Νο1 μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι η παραπάνω επισκευή είναι οικονομικότερη όσο αφορά το συνολικό κόστος κατά περίπου 54% σε ένα ναυπηγείο της Ασίας από ένα Ναυπηγείο της Ευρώπης.

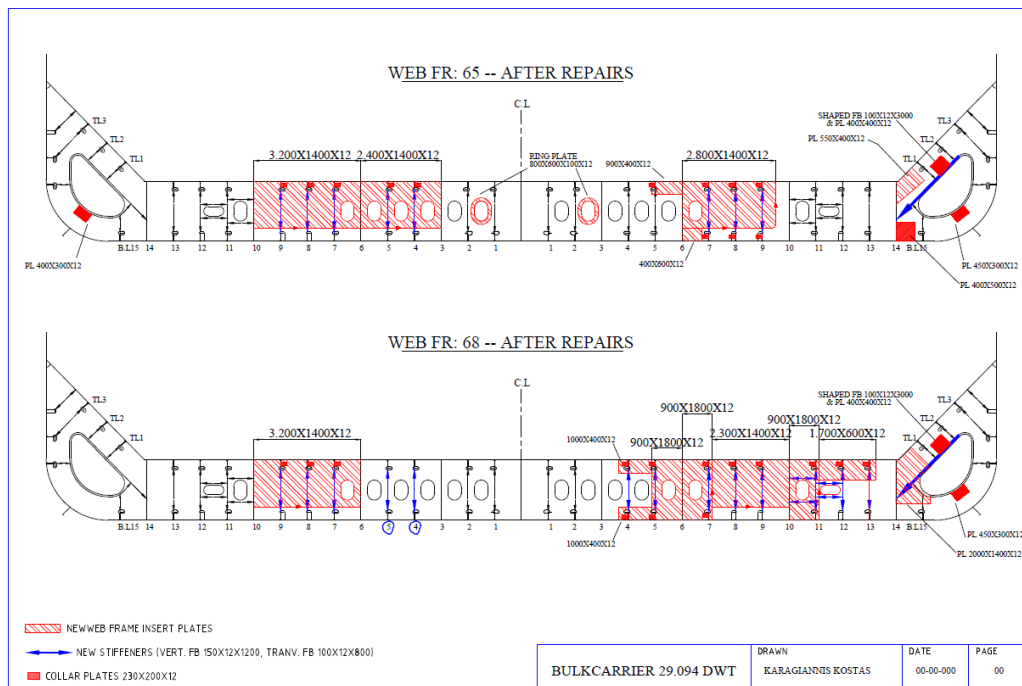
Η διαφορά στην τιμή επισκευής ανά κιλό χάλυβα ανάμεσα στα δύο ναυπηγεία επηρέασε, στο μεγαλύτερο ποσοστό, το τελικό κόστος καθώς όπως φαίνεται και από τους παραπάνω πίνακες οι ελασματοουργικές εργασίες έχουν την μεγαλύτερη συμμετοχή στο συνολικό κόστος και για τα δύο ναυπηγεία.

3.4 Σενάριο επισκευής Νο 2

Για το δεύτερο σενάριο επισκευής όπως αναφέρθηκε και στο κεφάλαιο 2 μελετάται η επισκευή τμημάτων σε εγκάρσιες φρακτές στο double bottom αλλά και στο bilge hopper ενός bulk carrier. Συγκεκριμένα το σενάριο ορίζει την αντικατάσταση ελασμάτων και ενισχυτικών στις εγκάρσιες φρακτες στα frames 65, 68 καθώς επίσης και την αντικατάσταση ελασμάτων στο bildge hopper web frame 65 και 68 STBD.

3.4.1 Γεωμετρία της περιοχής επισκευής

Στο παρακάτω σχέδιο δίδεται η γεωμετρία της προς επισκευής περιοχής .



Σχεδιο 2 Σενάριο επισκευής Νο2. Double bottom Web frames , Bulk Carrier, 29094 DWT
(βλ. Παράρτημα Α)

Στις παρακάτω λίστες αναγράφονται σε αντιστοιχία με το παραπάνω σχέδιο όλα τα καινούργια ελάσματα που θα χρησιμοποιηθούν. Αναλυτικότερα αναγράφονται οι διαστάσεις αλλά και τα βάρη των ελασμάτων που θα χρησιμοποιηθούν. Τα βάρη των ελασμάτων έχουν αναπροσαρμοσθεί σύμφωνα με τις περιπτώσεις 6, 7, 8 και 11 του πίνακα 10

Πίνακας 20 Steel works and weight list . Σενάριο επισκευής Νο2 Page 1

Steel work - Weight List Page 1						
TRANSVERSE BULKHEADS WEB FRAMES 65, 68						
Pcs	Type	Dimensions in mm			Weight in kg	Remarks
FRAME 65						
						PLATES
1	PLATE	3200	1400	12	430	
1	PLATE	2400	1400	12	323	
1	PLATE	2800	1400	12	376	
1	PLATE	400	300	12	50	
1	PLATE	900	400	12	50	
1	PLATE	400	600	12	50	
1	PLATE	550	400	12	50	
1	PLATE	400	400	12	50	
1	PLATE	450	300	12	50	
1	PLATE	400	500	12	50	
						RING PLATES
2	PLATE	800*600*100		12	92	
						VERTICAL FLAT BARS
8	FB	150	1200	12	288	
						SHAPED FLAT BAR
1	FB	100	3000	12	90	
						COLLAR PLATES
12	CP	230	200	12	360	
FRAME 68						
						PLATES
1	PLATE	3200	1400	12	430	
1	PLATE	1000	400	12	50	
1	PLATE	1000	400	12	50	
1	PLATE	900	1800	12	156	
1	PLATE	900	1800	12	156	
1	PLATE	2700	1400	12	363	
1	PLATE	900	1800	12	156	
1	PLATE	1700	600	12	98	
1	PLATE	400	400	12	50	
1	PLATE	2000	1400	12	269	
1	PLATE	450	300	12	50	
						VERTICAL FLAT BARS
13	FB	150	1200	12	468	

Steel work - Weight List Page 2						
TRANSVERSE BULKHEADS WEB FRAMES 65, 68						
Pcs	type	Dimensions in mm			Weight in kg	Remarks
FRAME 68						
						TRANV. FLAT BARS
4	FB	100	800	12	96	
						SHAPED FLAT BAR
1	FB	100	3000	12	90	
						COLLAR PLATES
14	CP	230	200	12	420	

3.4.2 Κοστολόγηση.

Ο υπολογισμός του κόστους για την παραπάνω επισκευή γίνεται με βάση τις τιμές των παραπάνω πινάκων κοστολόγησης και λαμβάνοντας υπόψη τις παρακάτω ειδικές συνθήκες.

Ελασματοургικές Εργασίες :

- Υπάρχουν κομμάτια χάλυβα τα οποία ζυγίζουν λιγότερο από 50kg και κοστολογούνται ως ήταν 50kg. (Περίπτωση 6 Πίνακα 10.)
- Η επισκευή περιλαμβάνει αντικατάσταση brackets, lugs και collar plates τα οποία και κοστολογούνται 30kg έκαστο. (Περίπτωση 7 Πίνακα 10.)
- Αντικατάσταση ελασμάτων εντός δεξαμενών η οποία επιβαρύνει την τιμή του κιλού του χάλυβα κατά 20%. (Περίπτωση 3 Πίνακα 10.)

Εργασίες Καθαρισμών :

Για την εκτέλεση της παραπάνω εργασίας απαιτούνται εκτεταμένες εργασίες καθαρισμών στους χώρους που γίνεται η επισκευή αλλά και στους γειτονικούς αυτών λόγω θερμών εργασιών.

Πιο συγκεκριμένα οι εργασίες εκτελούνται εντός των Νο5 Port & Starboard heavy fuel oil και water ballast tanks. Στο συγκεκριμένο bulk carrier οι δύο κεντρικές δεξαμενές αριστερά και δεξιά της Center Line είναι Heavy fuel oil tanks (CL – L10 PS and STBD) ενώ οι εξωτερικές δεξαμενές συμπεριλαμβανομένων των hopper είναι water ballast tanks (L10 – side shell PS and STBD). Για την εκτέλεση των εργασιών επισκευής όσο αφορά τους καθαρισμούς λαμβάνονται υπόψη οι παρακάτω ειδικές συνθήκες.

- Καθαρισμός των Νο5 (PS and STBD) (Double bottom Ballast tanks - washing down. Πίνακας 11.)

- Καθαρισμός των Νο4 και Νο5 (PS and STBD) (Heavy Fuel Oil tanks. Πίνακας 11, Περίπτωση 2 Πίνακα 12.)
- Η κάθε δεξαμενή για το συγκεκριμένο μέγεθος πλοίου υπολογίζεται στα 300 κυβικά μέτρα.

Ικριώματα :

- Για την εκτέλεση των εργασιών χρειάστηκαν και χρησιμοποιήθηκαν δύο σκαλωσιές στην αριστερή Νο5 Water ballast tank.
- Η χρέωση έγινε σύμφωνα με την τιμή ανά περιοχή. (Πίνακας 13)

Έλεγχοι :

- Για την επιβεβαίωση της στεγανότητας των δεξαμενών εκτελέστηκε air pressure test στις δεξαμενές Νο4 και Νο5 (PS and STBD) fuel oil tanks καθώς και στις Νο5 (PS and STBD) water ballast tanks.

Στους πίνακες που ακολουθούν φαίνονται όλες οι επιμέρους κοστολογήσεις για όλες τις εργασίες καθώς και το συνολικό κόστος της επισκευής και για τα δύο ναυπηγεία που έχουν επιλεγεί.

Πίνακας 22 Πίνακας υπολογισμού κόστους επισκευής σε Ευρωπαϊκό ναυπηγείο,
ναυπηγοεπισκευαστική ζώνη για την Περίπτωση 2

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΟΣΤΟΥΣ ΕΠΙΣΚΕΥΗΣ ΣΕ ΕΥΡΩΠΑΙΚΟ ΝΑΥΠΗΓΕΙΟ				ΣΕΝΑΡΙΟ ΕΠΙΣΚΕΥΗΣ No2	
ΕΡΓΑΣΙΕΣ					
Ελασματοουργικά	Συνολικό Βάρος σε Kg	Τιμή ανά κιλό χάλυβα σε Euro	Κόστος χωρίς υπολογισμό ειδικών συνθηκών	Ειδικές Συνθήκες	Κόστος με υπολογισμό ειδικών συνθηκών
	5211	5	26055	προσαύξηση 20% στην τιμή του χάλυβα ανα κιλό	33871,5
Καθαρισμοί	Συνολικά Κυβικά μέτρα	Τιμή ανά κυβικό μέτρο σε Euro	Κόστος χωρίς υπολογισμό ειδικών συνθηκών	Ειδικές Συνθήκες	Κόστος με υπολογισμό ειδικών συνθηκών
	Ballast Water Tanks	600	8,82	5292	None
Heavy Fuel Oil Tanks	1200	35,46	42552	προσαύξηση 80% στην τιμή καθαρισμού ανα κυβικό	76593,6
ΙΚριώματα	Αριθμός Σκαλωσιών	Τιμή ανα περιοχή τοποθέτησης	Κόστος χωρίς υπολογισμό ειδικών συνθηκών	Ειδικές Συνθήκες	Κόστος με υπολογισμό ειδικών συνθηκών
	2	395	790	None	790
Έλεγχοι	Αριθμός δεξαμενών	Τιμή ανά δεξαμενή	Κόστος		
	1. Air pressure Test	6	870	5220	
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ ΕΠΙΣΚΕΥΗΣ : 121.767 EUR					

Πίνακας 23 Πίνακας υπολογισμού κόστους επισκευής σε ναυπηγείο, ναυπηγοεπισκευαστική ζώνη της Ασίας για την Περίπτωση 2.

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΟΣΤΟΥΣ ΕΠΙΣΚΕΥΗΣ ΣΕ ΝΑΥΠΗΓΕΙΟ ΤΗΣ ΑΣΙΑΣ				ΣΕΝΑΡΙΟ ΕΠΙΣΚΕΥΗΣ Νο2	
ΕΡΓΑΣΙΕΣ					
Ελασματοουργικά	Συνολικό Βάρος σε Kg	Τιμή ανά κιλό χάλυβα σε Euro	Κόστος χωρίς υπολογισμό ειδικών συνθηκών	Ειδικές Συνθήκες	Κόστος με υπολογισμό ειδικών συνθηκών
	5211	2	10422	προσαύξηση 20% στην τιμή του χάλυβα ανά κιλό	13548,6
Καθαρισμοί	Συνολικά Κυβικά μέτρα	Τιμή ανά κυβικό μέτρο σε Euro	Κόστος χωρίς υπολογισμό ειδικών συνθηκών	Ειδικές Συνθήκες	Κόστος με υπολογισμό ειδικών συνθηκών
	Ballast Water Tanks	600	8,82	5292	None
Heavy Fuel Oil Tanks	1200	35,46	42552	προσαύξηση 80% στην τιμή καθαρισμού ανά κυβικό	76593,6
Σκαλωσιές	Αριθμός Σκαλωσιών	Τιμή ανα περιοχή τοποθέτησης	Κόστος χωρίς υπολογισμό ειδικών συνθηκών	Ειδικές Συνθήκες	Κόστος με υπολογισμό ειδικών συνθηκών
	2	395	790	None	790
Έλεγχοι	Αριθμός δεξαμενών	Τιμή ανά δεξαμενή	Κόστος		
	1. Air pressure Test	6	870	5220	
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ ΕΠΙΣΚΕΥΗΣ : 101.444 EUR					

3.4.3 Σχολιασμός.

Στους παρακάτω πίνακες μπορούμε να δούμε τη συμμετοχή, σε ποσοστό, κάθε εργασίας στο συνολικό κόστος επισκευής και για τα δύο ναυπηγεία.

ΝΑΥΠΗΓΕΙΟ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ - ΣΕΝΑΡΙΟ ΕΠΙΣΚΕΥΗΣ Νο2	
ΕΡΓΑΣΙΕΣ	ΠΟΣΟΣΤΟ ΣΥΜΜΕΤΟΧΗΣ ΣΤΟ ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ
Ελασματοουργικά	28%
Καθαρισμοί	67%
Ίκριώματα	1%
Έλεγχοι	4%

ΝΑΥΠΗΓΕΙΟ ΣΤΗΝ ΑΣΙΑ - ΣΕΝΑΡΙΟ ΕΠΙΣΚΕΥΗΣ Νο2	
ΕΡΓΑΣΙΕΣ	ΠΟΣΟΣΤΟ ΣΥΜΜΕΤΟΧΗΣ ΣΤΟ ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ
Ελασματοουργικά	13%
Καθαρισμοί	81%
Ίκριώματα	1%
Έλεγχοι	5%

Για το σενάριο επισκευής Νο2 μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι η παραπάνω επισκευή είναι οικονομικότερη όσο αφορά το συνολικό κόστος κατά περίπου 17% σε ένα ναυπηγείο της Ασίας από ένα Ναυπηγείο της Ευρώπης.

Στο σενάριο επισκευής Νο2 το μεγαλύτερο ποσοστό συμμετοχής στο συνολικό κόστος το έχουν οι εργασίες καθαρισμών και στα δύο Ναυπηγεία. Το ότι έχουμε επιλέξει οι εργασίες πλην των ελασματοουργικών να κοστολογούνται το ίδιο και στα δύο ναυπηγεία εξηγεί την μείωση του ποσοστού, που το Ναυπηγείο της Ασίας είναι οικονομικότερο από αυτό της Ευρώπης, από 54% σε 17%.

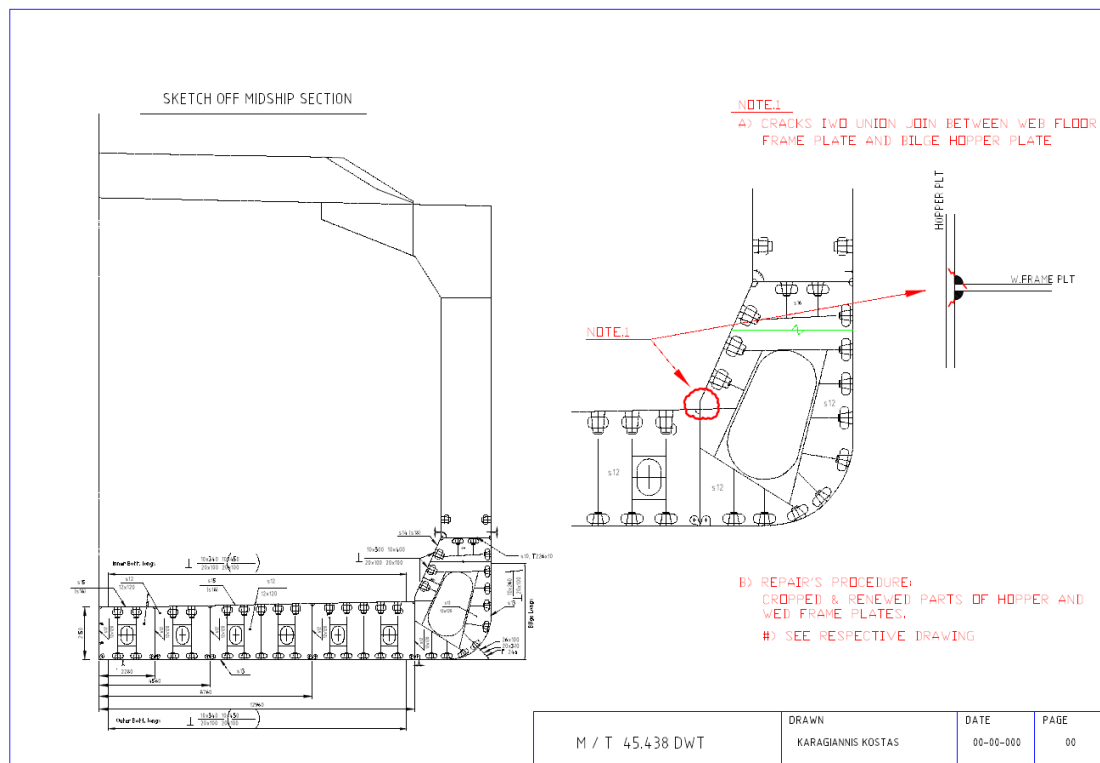
Αξίζει να παρατηρήσουμε ότι παρά το γεγονός ότι τα συνολικά κιλά χάλυβα στο σενάριο επισκευής Νο2 (5211kg) μειώθηκαν κατά περίπου ένα τόνο σε σχέση με το σενάριο επισκευής Νο1 (6290kg) το συνολικό κόστος σχεδόν τριπλασιάστηκε για το Ευρωπαϊκό ναυπηγείο και πενταπλασιάστηκε για το Ασιατικό ναυπηγείο σε σχέση με το Σενάριο επισκευής Νο1.

3.5 Σενάριο επισκευής Νο 3

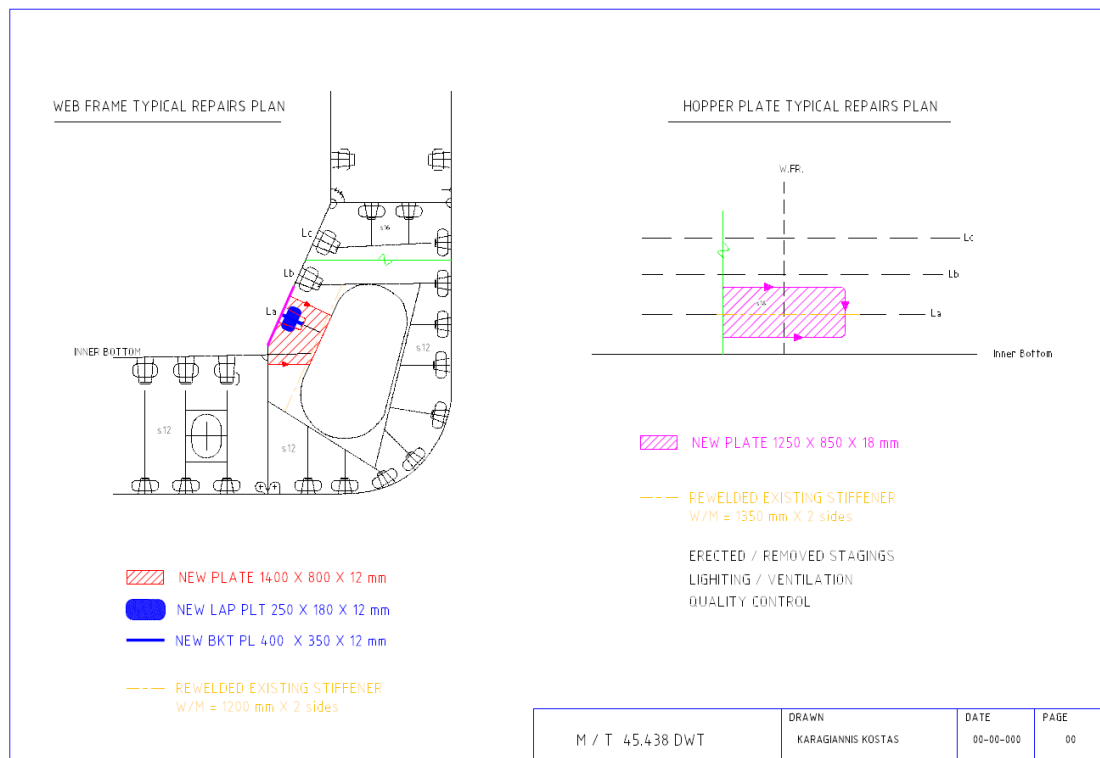
Για το τρίτο σενάριο επισκευής όπως αναφέρθηκε και στο κεφάλαιο 2 μελετάται η επισκευή τμήματος του hopper plate καθώς και του web frame στη σύνδεση του με το hopper plate ενός Oil tanker. Συγκεκριμένα το σενάριο ορίζει την αντικατάσταση ελασμάτων και ενισχυτικών στο web frame καθώς και αντικατάσταση ελάσματος στο hopper plate.

3.5.1 Γεωμετρία της περιοχής επισκευής

Στα παρακάτω σχέδια δίδεται η γεωμετρία της προς επισκευής περιοχής .



Σχέδιο 3 Σενάριο επισκευής Νο3.Hopper Plate and Web Floor Union , Oil Tanker, 45438 DWT
(βλ. Παράρτημα Α)



Σχέδιο 4 Σενάριο επισκευής Νο3.Hopper Plate and Web Floor Union , Oil Tanker, 45438 DWT
(βλ. Παράρτημα Α)

Στις παρακάτω λίστες αναγράφονται σε αντιστοιχία με το παραπάνω σχέδιο όλα τα καινούργια ελάσματα που θα χρησιμοποιηθούν. Αναλυτικότερα αναγράφονται οι διαστάσεις αλλά και τα βάρη των ελασμάτων που θα χρησιμοποιηθούν. Τα βάρη των ελασμάτων έχουν αναπροσαρμοσθεί σύμφωνα με τις περιπτώσεις 6, 7, 8 και 11 του πίνακα 10

Πίνακας 24 Steel works and weight list . Σενάριο επισκευής Νο3 Page 2

Steel work - Weight List Page 1						
HOPPER AND WEB FRAME PLATES						
Pcs	type	Dimensions in mm			Weight in kg	Remarks
WEB FLOOR FRAME						
						PLATE
1	PLATE	1400	800	12	108	
						LAP PLATE
1	PLATE	250	180	12	50	
						BRACKET
1	BKT	400	350	12	50	
HOPPER PLATE						
						PLATE
1	PLATE	1250	850	18	153	

3.5.2 Κοστολόγηση.

Ο υπολογισμός του κόστους για την παραπάνω επισκευή γίνεται με βάση τις τιμές των παραπάνω πινάκων κοστολόγησης και λαμβάνοντας υπόψη τις παρακάτω ειδικές συνθήκες.

Ελασματοургικές Εργασίες :

- Υπάρχουν κομμάτια χάλυβα τα οποία ζυγίζουν λιγότερο από 50kg και κοστολογούνται ως ήταν 50kg. (Περίπτωση 6 Πίνακα 10)
- Η επισκευή περιλαμβάνει αντικατάσταση brackets, lugs και collar plates τα οποία και κοστολογούνται 30kg έκαστο. (Περίπτωση 7 Πίνακα 10)
- Αντικατάσταση ελασμάτων εντός δεξαμενών η οποία επιβαρύνει την τιμή του κιλού του χάλυβα κατά 20% (Περίπτωση 3 Πίνακα 10)

Εργασίες Καθαρισμών :

Για την εκτέλεση της παραπάνω εργασίας απαιτούνται εκτεταμένες εργασίες καθαρισμών στους χώρους που γίνεται η επισκευή αλλά και στους γειτονικούς αυτών λόγω θερμών εργασιών.

Για το συγκεκριμένο σενάριο θεωρούμε πως η επισκευή λαμβάνει χώρα σε ένα κεντρικό cargo hold του πλοίου στην αριστερή πλευρά (PS). Για την συγκεκριμένη εργασία απαιτείτε καθαρισμός σε δύο cargo holds εκατέρωθεν αυτού όπου λαμβάνουν χώρα οι εργασίες καθώς και καθαρισμός τριών δεξαμενών στην δεξιά πλευρά του πλοίου (STBD). Αυτό οδηγεί στον καθαρισμό οχτώ δεξαμενών. Ο όγκος προς καθαρισμό για τα οχτώ cargo holds είναι 35.000 κυβικά μέτρα.

- Καθαρισμός οχτώ cargo holds (Deep tanks heavy fuel oil, Πίνακας 11, Περίπτωση 2 Πίνακα 12)

Ικριώματα:

- Για την εκτέλεση των εργασιών χρειάστηκε και χρησιμοποιήθηκε μία σκαλωσιά στην περιοχή της έδρας (web frame) στην ένωση της με το hopper plate εσωτερικά του hopper.
- Η χρέωση έγινε σύμφωνα με την τιμή ανά περιοχή όπως φαίνεται στους πίνακες κοστολόγησης (Πίνακας 13)

Έλεγχοι :

- Για την επιβεβαίωση της στεγανότητας του hopper έγινε vacuum test στο κομμάτι ελάσματος που αντικαταστάθηκε στο hopper.
- Έγιναν δύο ραδιογραφίες στη συγκόλληση του αντικατασταθέντος ελάσματος στο hopper plate.

Στους πίνακες που ακολουθούν φαίνονται όλες οι επιμέρους κοστολογήσεις για όλες τις εργασίες καθώς και το συνολικό κόστος της επισκευής και για τα δύο ναυπηγεία που έχουν επιλεγεί.

Πίνακας 25 Πίνακας υπολογισμού κόστους επισκευής σε Ευρωπαϊκό ναυπηγείο, ναυπηγοεπισκευαστική ζώνη για την Περίπτωση 3

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΟΣΤΟΥΣ ΕΠΙΣΚΕΥΗΣ ΣΕ ΕΥΡΩΠΑΙΚΟ ΝΑΥΠΗΓΕΙΟ				ΣΕΝΑΡΙΟ ΕΠΙΣΚΕΥΗΣ Νο3	
ΕΡΓΑΣΙΕΣ					
Ελασματοουργικά	Συνολικό Βάρος σε Kg	Τιμή ανά κίλο χάλυβα σε Euro	Κόστος χωρίς υπολογισμό ειδικών συνθηκών	Ειδικές Συνθήκες	Κόστος με υπολογισμό ειδικών συνθηκών
	361	5	1805	προσαύξηση 20% στην τιμή του χάλυβα ανα κίλο	2166
Καθαρισμοί	Συνολικά Κυβικά μέτρα	Τιμή ανά κυβικό μέτρο σε Euro	Κόστος χωρίς υπολογισμό ειδικών συνθηκών	Ειδικές Συνθήκες	Κόστος με υπολογισμό ειδικών συνθηκών
Heavy Fuel Oil Tanks	35000	25,83	904050	προσαύξηση 80% στην τιμή καθαρισμού ανα κυβικό	1627290
Σκαλωσιές	Αριθμός Σκαλωσιών	Τιμή ανά περιοχή τοποθέτησης	Κόστος χωρίς υπολογισμό ειδικών συνθηκών	Ειδικές Συνθήκες	Κόστος με υπολογισμό ειδικών συνθηκών
	1	395	395	None	395
Έλεγχοι	Αριθμός δοκιμών	Τιμή σε Euro ανά δοκιμή, δεξαμενή	Κόστος		
1. X-rays	2	90	250		
	Αριθμός δεξαμενών				
2. Air pressure Test	2	35			
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ ΕΠΙΣΚΕΥΗΣ : 1.630.101 EUR					

Πίνακας 26 Πίνακας υπολογισμού κόστους επισκευής σε ναυπηγείο, ναυπηγοεπισκευαστική ζώνη της Ασίας για την Περίπτωση 3

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΟΣΤΟΥΣ ΕΠΙΣΚΕΥΗΣ ΣΕ ΝΑΥΠΗΓΕΙΟ ΤΗΣ ΑΣΙΑΣ				ΣΕΝΑΡΙΟ ΕΠΙΣΚΕΥΗΣ Νο3	
ΕΡΓΑΣΙΕΣ					
Ελασματοουργικά	Συνολικό Βάρος σε Kg	Τιμή ανά κιλό χάλυβα σε Euro	Κόστος χωρίς υπολογισμό ειδικών συνθηκών	Ειδικές Συνθήκες	Κόστος με υπολογισμό ειδικών συνθηκών
	361	2	722	προσαύξηση 20% στην τιμή του χάλυβα ανα κιλό	866,4
Καθαρισμοί	Συνολικά Κυβικά μέτρα	Τιμή ανά κυβικό μέτρο σε Euro	Κόστος χωρίς υπολογισμό ειδικών συνθηκών	Ειδικές Συνθήκες	Κόστος με υπολογισμό ειδικών συνθηκών
Heavy Fuel Oil Tanks	35000	25,83	904050	προσαύξηση 80% στην τιμή καθαρισμού ανα κυβικό	1627290
Σκαλωσιές	Αριθμός Σκαλωσιών	Τιμή ανά περιοχή τοποθέτησης	Κόστος χωρίς υπολογισμό ειδικών συνθηκών	Ειδικές Συνθήκες	Κόστος με υπολογισμό ειδικών συνθηκών
	1	395	395	None	395
Έλεγχοι	Αριθμός δοκιμών	Τιμή σε Euro ανά δοκιμή, δεξαμενή	Κόστος		
1. X-rays	2	90	250		
	Αριθμός δεξαμενών				
2. Air pressure Test	2	35			
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ ΕΠΙΣΚΕΥΗΣ : 1.628.801 EUR					

3.5.3 Σχολιασμός.

Στους παρακάτω πίνακες μπορούμε να δούμε τη συμμετοχή, σε ποσοστό, κάθε εργασίας στο συνολικό κόστος επισκευής και για τα δύο ναυπηγεία.

ΝΑΥΠΗΓΕΙΟ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ - ΣΕΝΑΡΙΟ ΕΠΙΣΚΕΥΗΣ Νο3	
ΕΡΓΑΣΙΕΣ	ΠΟΣΟΣΤΟ ΣΥΜΜΕΤΟΧΗΣ ΣΤΟ ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ
Ελασματοουργικά	0,2%
Καθαρισμοί	99,8%
Ικριώματα	≈0%
Έλεγχοι	≈0%

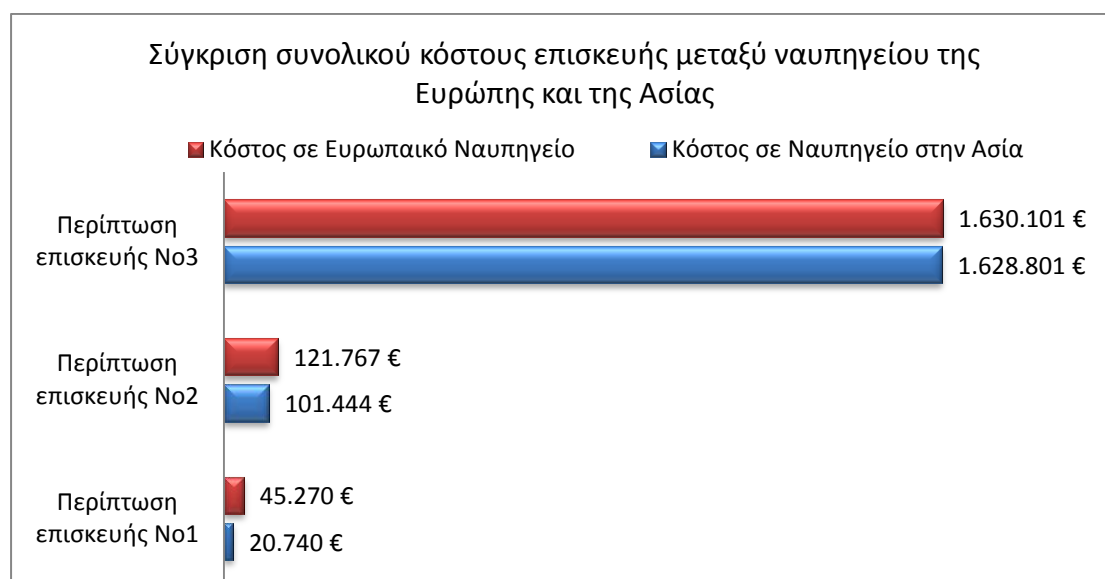
ΝΑΥΠΗΓΕΙΟ ΣΤΗΝ ΑΣΙΑ - ΣΕΝΑΡΙΟ ΕΠΙΣΚΕΥΗΣ Νο3	
ΕΡΓΑΣΙΕΣ	ΠΟΣΟΣΤΟ ΣΥΜΜΕΤΟΧΗΣ ΣΤΟ ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ
Ελασματοουργικά	0,1%
Καθαρισμοί	99,9%
Ικριώματα	≈0%
Έλεγχοι	≈0%

Στο σενάριο επισκευής Νο3 το Ναυπηγείο της Ασίας εξακολουθεί να είναι οικονομικότερο από αυτό της Ευρώπης αλλά σε ποσοστό μικρότερο του 1%.

Παρατηρούμε ότι οι εργασίες καθαρισμών διαμορφώνουν σχεδόν αποκλειστικά το συνολικό κόστος επισκευής και στα δύο ναυπηγεία.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 – ΑΝΑΛΥΣΗ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από τα αποτελέσματα της εκτίμησης του κόστους για την επισκευή των τριών περιπτώσεων σχεδιάστηκαν τα παρακάτω συγκριτικά διαγράμματα.

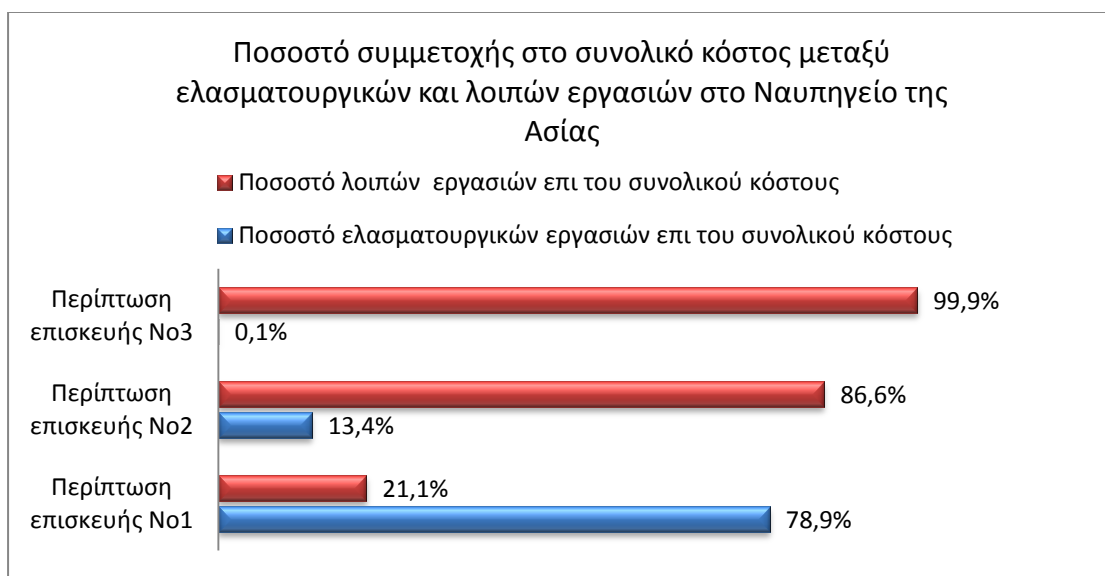


Διάγραμμα 1 Συγκριτικό διάγραμμα του κόστους επισκευής των περιπτώσεων στα δύο διαφορετικά ναυπηγεία που μελετήσαμε

Στο παραπάνω διάγραμμα βλέπουμε τη διαφορά στο συνολικό κόστος για τα τρία σενάρια επισκευής και στα δύο ναυπηγεία. Μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι σημαντική διαφορά στο συνολικό κόστος παρατηρείται κυρίως στο σενάριο επισκευής Νο1 και λιγότερο στο σενάριο επισκευής Νο2 ενώ στο σενάριο επισκευής Νο3 η διαφορά ανάμεσα στα δύο ναυπηγεία είναι σημαντικά μικρή. Ο λόγος που συμβαίνει αυτό είναι η φύση και η έκταση των εργασιών του κάθε σεναρίου επισκευής. Στα σενάρια επισκευής Νο1 και Νο2, που οι ελασματοουργικές εργασίες συμμετέχουν σημαντικά στο συνολικό κόστος, η διαφορά στην τιμή ανά κιλό χάλυβα που έχουν τα δύο ναυπηγεία έπαιξε σημαντικό ρόλο στη διαμόρφωση του συνολικού κόστους και έκανε την επιλογή του ναυπηγείου της Ασίας πιο συμφέρουσα οικονομικά. Στο σενάριο επισκευής Νο3 η μικρότερη τιμή ανά κιλό χάλυβα που προσφέρει το ναυπηγείο της Ασίας δεν μπόρεσε να περιορίσει το συνολικό κόστος εφόσον αυτό εξαρτήθηκε σχεδόν αποκλειστικά από τις εργασίες καθαρισμών που έπρεπε να γίνουν.



Διάγραμμα 2 Συγκριτικό διάγραμμα του ποσοστού συμμετοχής στο συνολικό κόστος επισκευής ανάμεσα στις ελασματοουργικές και τις λοιπές εργασίες για το Ευρωπαϊκό ναυπηγείο



Διάγραμμα 3 Συγκριτικό διάγραμμα του ποσοστού συμμετοχής στο συνολικό κόστος επισκευής ανάμεσα στις ελασματοουργικές και τις λοιπές εργασίες για το ναυπηγείο της Ασίας

Στα δύο παραπάνω διαγράμματα μπορούμε να δούμε τη συμμετοχή που έχουν στο συνολικό κόστος επισκευής οι ελασματοουργικές και οι λοιπές εργασίες και στα δύο ναυπηγεία. Το συμπέρασμα που εξάγεται είναι ότι το μεγαλύτερο ποσοστό συμμετοχής των ελασματοουργικών έναντι των λοιπών εργασιών είναι και ο παράγοντας που καθορίζει πιο ναυπηγείο είναι πιο συμφέρον και σε τι ποσοστό. Έχοντας επιλέξει οι λοιπές εργασίες να κοστολογούνται το ίδιο και στα δύο ναυπηγεία παρατηρούμε ότι σημαντική διαφορά στο συνολικό κόστος είχαμε μόνο στο Σενάριο επισκευής Νο1 όπου η μεγάλη συμμετοχή των ελασματοουργικών εργασιών σε συνδυασμό με την χαμηλότερη τιμή ανά κιλό χάλυβα κάνει την επιλογή του ναυπηγείου στην Ασία σαφώς πιο συμφέρουσα. Για τα άλλα δύο σενάρια επισκευής το ναυπηγείο της Ασίας συνεχίζει να είναι οικονομικότερο αλλά με πολύ μικρότερη διαφορά από το Ευρωπαϊκό ναυπηγείο σε σχέση με το σενάριο Νο1.

Με την ολοκλήρωση αυτής της διπλωματικής εργασίας με θέμα την εκτίμηση του κόστους επισκευής τυπικών ελαττωμάτων της μεταλλικής κατασκευής για συγκεκριμένους τύπους πλοίων και τη μελέτη των παραπάνω διαγραμμάτων μπορούμε να οδηγηθούμε στα παρακάτω συμπεράσματα.

- Παρότι κάποιος θα μπορούσε να θεωρήσει ότι το βάρος του προς αντικατάσταση χάλυβα καλύπτει το μεγαλύτερο ποσοστό στο κόστος επισκευής, βλέπουμε ότι κάτι τέτοιο μπορεί να είναι σημαντικά λάθος.
- Παρότι η τιμή του χάλυβα ανά κιλό διαφέρει κατά πολύ ανάμεσα σε ένα ευρωπαϊκό και ένα ναυπηγείο της Ασίας, το τελικό κόστος επισκευής για κάποιες περιπτώσεις δεν είναι ανάλογο της διαφοράς αυτής. Ο λόγος που συμβαίνει αυτό είναι η επιλογή που έγινε ώστε εργασίες όπως οι καθαρισμοί να κοστολογηθούν το ίδιο και στα δύο ναυπηγεία.
- Υπάρχουν συγκεκριμένες πολιτικές κοστολόγησης στα ναυπηγεία, ναυπηγοεπισκευαστικές ζώνες, οι οποίες δεν ενθαρρύνουν τις μικρής έκτασης επισκευές όσο αφορά το βάρος του χάλυβα που πρόκειται να αντικατασταθεί. Στον πίνακα 10 και συγκεκριμένα στις περιπτώσεις 5, 6, 7 και 8 βλέπουμε τις αναπροσαρμογές που γίνονται στα βάρη των διαφόρων ελασμάτων. Τα παραπάνω σε συνδυασμό με το πολύ υψηλό κόστος καθαρισμών σε κάποιες περιπτώσεις όπως είδαμε είναι και οι λόγοι που οι μικρής έκτασης, στα ελασματουργικά, επισκευές ίσως να μην είναι καθόλου συμφέρουσες οικονομικά.
- Η γεωμετρία του προς αντικατάσταση ελάσματος, η θέση του στο πλοίο, η ευκολία πρόσβασης είναι μόνο μερικοί από τους παράγοντες οι οποίοι μπορούν να μεταβάλλουν την τιμή του κιλού του χάλυβα έως και 100% της αρχικής τιμής. Χαρακτηριστικά μπορούμε να δούμε τις περιπτώσεις 1,2,4,9,13 και 14 του πίνακα 10.

Από την παραπάνω οικονομική μελέτη μπορούμε να κάνουμε και μία εικασία για πιθανά κόστη τα οποία θα μπορούσαν να περιορισθούν αν όχι να μηδενιστούν με τη χρήση επιθέματος από σύνθετα υλικά.

Παρακάτω παρατίθενται κάποιες από τις ιδιότητες που έχουν τα επιθέματα από σύνθετα υλικά οι οποίες μπορούν να μειώσουν σημαντικά κάποια από τα κόστη που προκύπτουν από την εφαρμογή της κλασικής μεθόδου επισκευής.

- Η διαμόρφωση τους σε δύσκολες γεωμετρίες είναι εφικτή και σχετικά εύκολη. Αντιθέτως με τη χρήση χάλυβα, η διαμόρφωση του σε πιο σύνθετες γεωμετρίες αυξάνει κατά ένα σημαντικό ποσοστό την τιμή του ανά κιλό. Τέτοιου είδους αναπροσαρμογές στην τιμή του χάλυβα μπορούμε να δούμε στον πίνακα 10 στις περιπτώσεις 1,2 και 4.
- Η μέγιστη θερμοκρασία σκλήρυνσης της μήτρας για ένα επίθεμα από σύνθετα υλικά είναι οι 55 βαθμοί κελσίου. Όπως φαίνεται και από τα σενάρια επισκευής 2 και 3 ο σημαντικότερος παράγοντας στη διαμόρφωση του κόστους είναι οι καθαρισμοί που έπρεπε να γίνουν λόγω της εκτέλεσης θερμών εργασιών. Η χρήση επιθέματος θα είχε μειώσει κατά πολύ την ανάγκη για καθαρισμούς.

REFERENCES

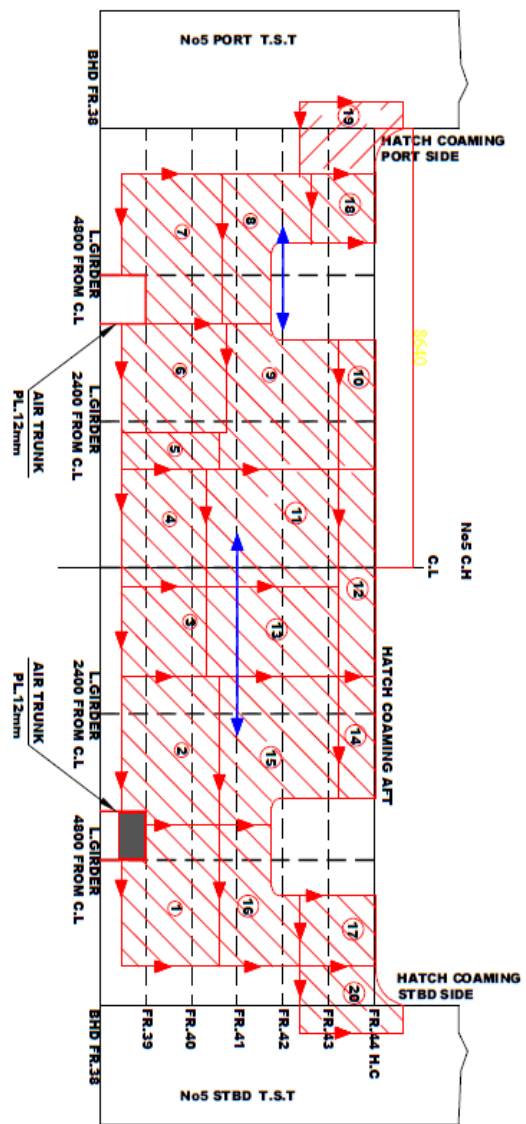
[1] Σωτηρόπουλος Β. Παναγιώτης. Διπλωματική Εργασία, «Ανάλυση και αριθμητική μοντελοποίηση της χρήσης επιθεμάτων από σύνθετα υλικά για την ενίσχυση και επισκευή χαλύβδινων κατασκευών»

[2] Μπέζας Χρήστος. Διπλωματική Εργασία, «Επισκευή χαλύβδινων ναυπηγικών κατασκευών με επιθέματα σύνθετων υλικών»

[3] T.J. Turtona, J. Dalzel-Jobb, F. Livingstoneb “Oil platforms, destroyers and frigates—case studies of QinetiQ’s marine composite patch repairs

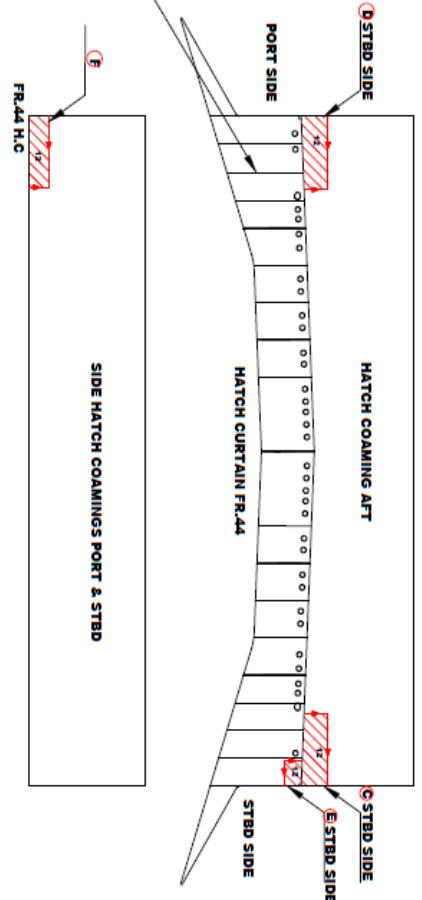
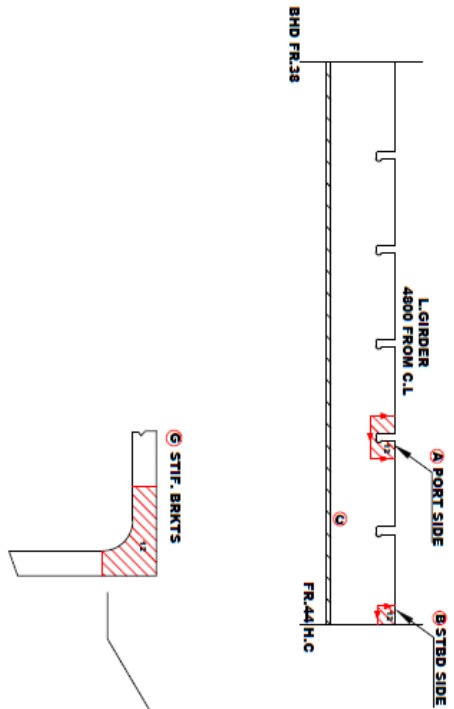
[4] Allan T. Larsen , Elisabeth D. Wilson, M.K. Chryssanthopoulos and Y. Zhang, Definition of Application Cases (Civil & Marine), Co-Patch : Composite Patch Repair for Marine and Civil Engineering Infrastructure Applications

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α' Σχέδια.



- ① - ⑱ UPPER DECK PL. Th=10mm
- ⑲ - ⑳ UPPER DECK PL. Th=16mm
- TRANSV. STIF. B.P 180 X 12

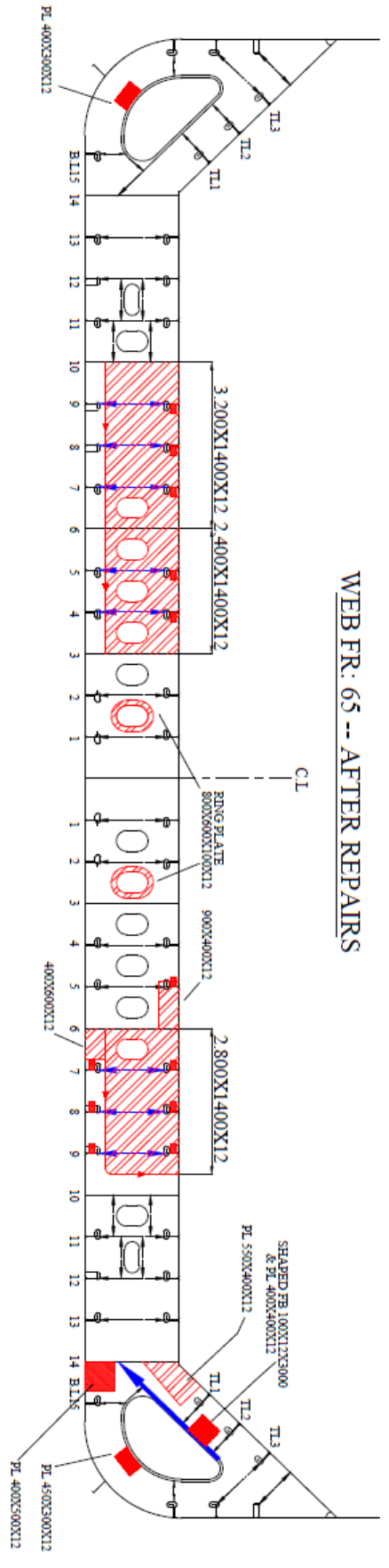
#) DIMENSIONS OF PLTS & STIF. AS RESPECTIVE LIST.



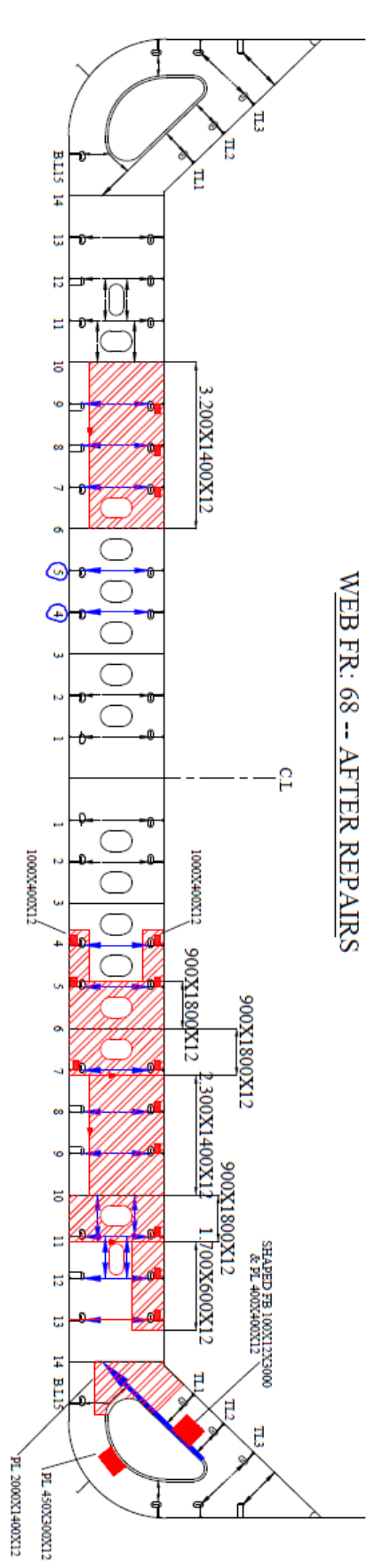
ALL FIGURES IN MM




BULK CARRIER 37,052 DWT		DRAWN	DATE	PAGE
KARAGIANNIS KOSTAS			00-00-000	00

WEB FR. 65 -- AFTER REPAIRS



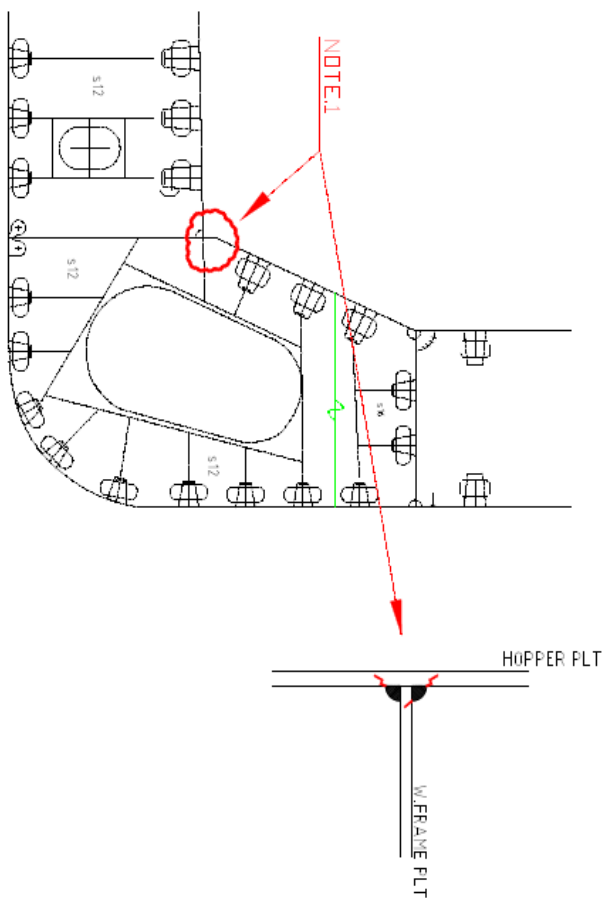
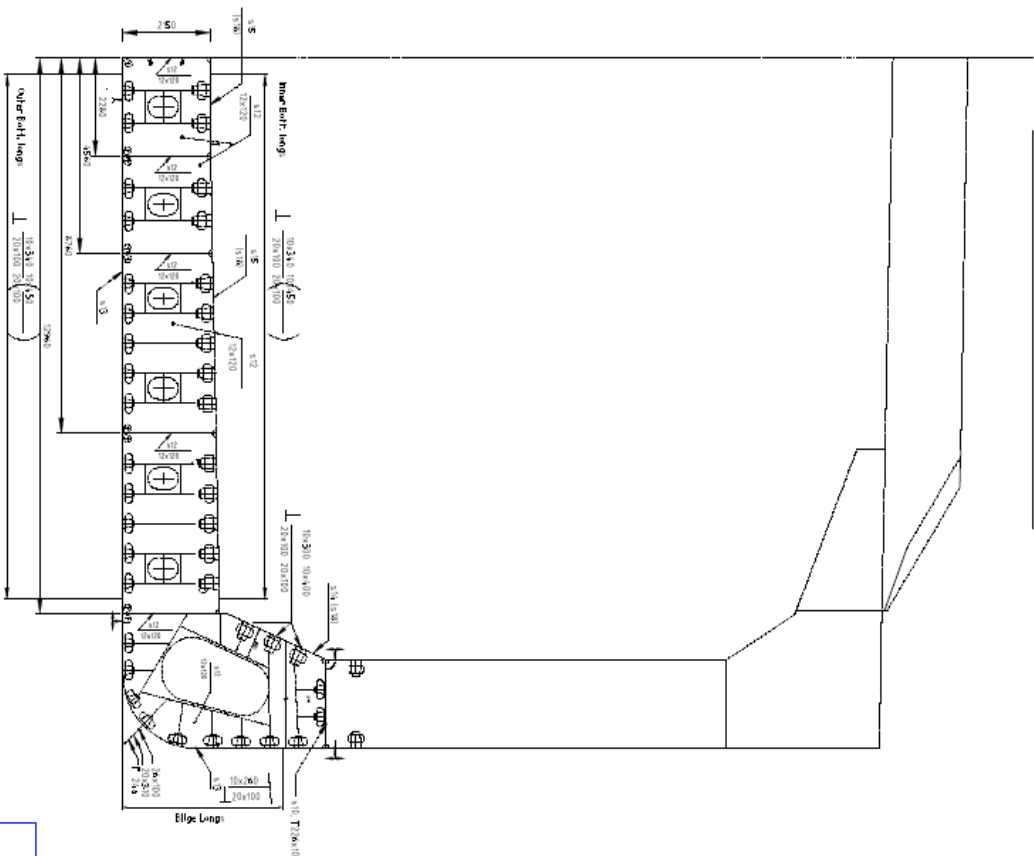
WEB FR. 68 -- AFTER REPAIRS



-  NEW WEB FRAME INSERT PLATES
-  NEW STIFFENERS (VERT. FB 150X12X1200, TRANV. FB 100X12X800)
-  COLLAR PLATES 230X200X12

BULK CARRIER 29.094 DWT	DRAWN	DATE	PAGE
	KARAAGIANNIS KOSTAS	00-00-000	00

SKETCH OFF MIDSHIP SECTION

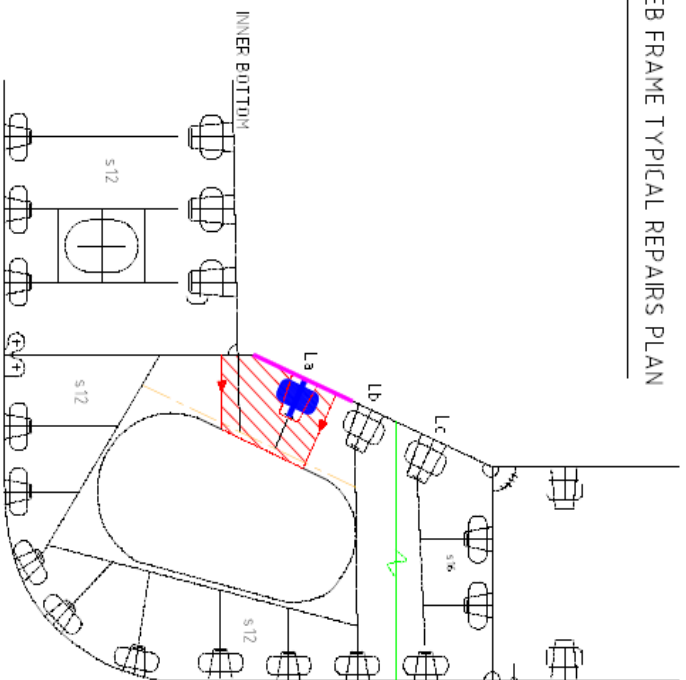


NOTE.1
 A) CRACKS IWD UNION JOIN BETWEEN WEB FLOOR
 FRAME PLATE AND BILGE HOPPER PLATE

B) REPAIR'S PROCEDURE:
 CROPPED & RENEWED PARTS OF HOPPER AND
 WEB FRAME PLATES.
 #) SEE RESPECTIVE DRAWING

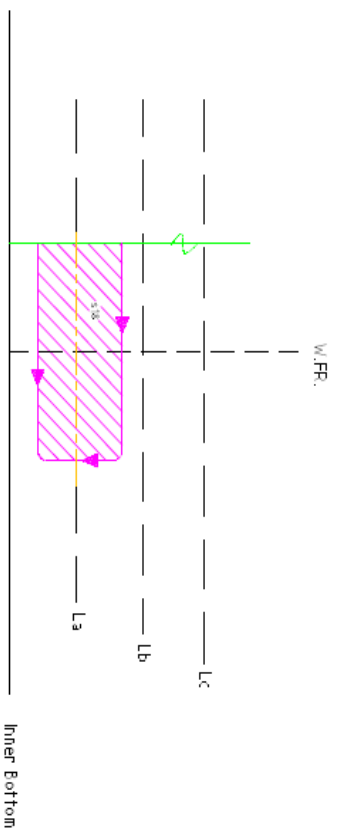
M / T 45,438 DWT	DRAWN KARAGIANNIS KOSTAS	DATE 00-00-000	PAGE 00
------------------	-----------------------------	-------------------	------------

WEB FRAME TYPICAL REPAIRS PLAN



- ▨ NEW PLATE 1400 X 800 X 12 mm
- NEW LAP PLT 250 X 180 X 12 mm
- NEW BKT PL 400 X 350 X 12 mm
- - - REWELDED EXISTING STIFFENER
W/M = 1200 mm X 2 sides

HOPPER PLATE TYPICAL REPAIRS PLAN



- ▨ NEW PLATE 1250 X 850 X 18 mm
- - - REWELDED EXISTING STIFFENER
W/M = 1350 mm X 2 sides
- ERECTED / REMOVED STAGINGS
- LIGHTING / VENTILATION
- QUALITY CONTROL

M / T 45.438 DWT	DRAWN KARAGIANNIS KOSTAS	DATE 00-00-000	PAGE 00
------------------	-----------------------------	-------------------	------------

