

**ΑΚΑΔΗΜΙΑ ΕΜΠΟΡΙΚΟΥ ΝΑΥΤΙΚΟΥ
Α.Ε.Ν ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΣΙΑΦΛΙΑΚΗΣ ΣΩΤΗΡΙΟΣ

**ΘΕΜΑ
ΕΥΣΤΑΘΕΙΑ ΒΛΑΒΗΣ ΠΛΟΙΟΥ (DAMAGE STABILITY)**

**ΤΟΥ ΣΠΟΥΔΑΣΤΗ: ΔΕΛΗΜΗΤΗ ΙΩΑΝΝΗ
Α.Γ.Μ: 3152**

Ημερομηνία ανάληψης της εργασίας: 10/04/2014

Ημερομηνία παράδοσης της εργασίας: 02/06/2015

<i>A/A</i>	<i>Ονοματεπώνυμο</i>	<i>Ειδικότης</i>	<i>Αξιολόγηση</i>	<i>Υπογραφή</i>
<i>1</i>				
<i>2</i>				
<i>3</i>				
ΤΕΛΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ				

Ο ΔΙΕΥΘΥΝΤΗΣ ΣΧΟΛΗΣ :

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1.	Εισαγωγή.....	4
1.1	Αντικείμενο μελέτης.....	5
1.2	Ο στόχος της εργασίας.....	6
1.3	Ιστορική αναδρομή των κανονισμών.....	6
1.4	Ορισμός ευστάθειας.....	9
2.	Θεωρητικό υπόβαθρο.....	10
2.1	Πλευστότητα και ευστάθεια του πλοίου έναντι βλάβης.....	11
2.1.1	Γενικά.....	11
2.1.2	Υπολογισμός της θέσης ισορροπίας του πλοίου έναντι βλάβης.....	11
2.1.2.1	Γενικά.....	11
2.1.2.2	Μέθοδος χαμένης άντωσης.....	11
2.2	Καμπύλη στατικής ευστάθειας.....	12
2.3	Η επίδραση των ελεύθερων επιφανειών.....	14
2.4	Hydrostatic tables.....	16
2.5	Έλεγχος βλαβών – Απαιτήσεις στεγανής υποδιαίρεσεως.....	21
2.5.1	Έλεγχος βλαβών.Γενικά.....	21
2.5.2	Συνοπτικές απαιτήσεις στεγανής υποδιαίρεσεως φορητών πλοίων.....	22
2.5.3	Συνοπτικές απαιτήσεις στεγανής υποδιαίρεσεως επιβατικών πλοίων.....	23
2.5.4	Πρακτικά μέτρα προστασίας από ενδεχόμενη διαρροή.....	26
3.	Απαιτήσεις κανονισμών ως προς την ευστάθεια και στεγανή υποδιαίρεση των πλοίων.....	26
3.1	Γενικά.....	26
3.2	Απαιτήσεις ευστάθειας φορητών πλοίων.....	28
3.3	Απαιτήσεις ευστάθειας των ελληνικών επιβατικών πλοίων στην άθικτη κατάσταση.....	28
3.4	Απαιτήσεις στεγανής υποδιαίρεσεως και ευστάθειας επιβατικών πλοίων σε κατάσταση βλάβης.....	30
4.	International Load Line Convention.....	31
5.	Απαιτήσεις MARPOL 73/78 Annex I.....	36
6.	Οδηγίες για τα σχέδια ελέγχου βλάβης και πληροφορίες στον πλοίαρχο.....	39
7.	Rapid Response Damage Assessment.....	44
8.	Σύνοψη και Συμπεράσματα.....	46
	Βιβλιογραφία.....	49

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

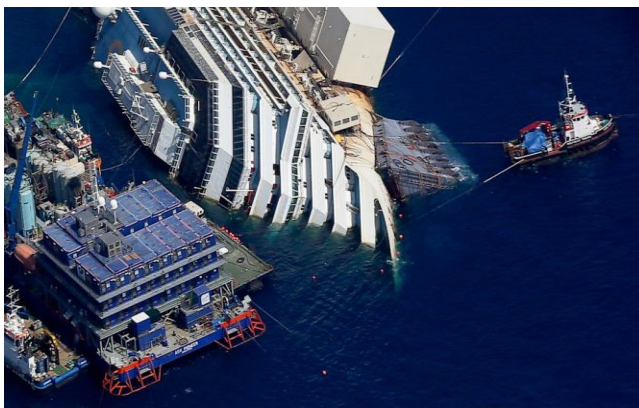
Είναι γεγονός πως αντικείμενο διερεύνησης και εξέλιξης από την παγκόσμια ναυτιλιακή κοινότητα αποτελεί το θέμα της ασφάλειας των επιβατηγών πλοίων. Παράλληλα, τα πλοία κρουαζιέρας εξελίσσονται, μεγαλώνουν σε μέγεθος και χωρητικότητα, αποκτούν περισσότερη πολυτέλεια. Για αυτόν τον λόγο ο Παγκόσμιος Οργανισμός Ναυτιλίας (I.M.O.) ασχολείται εκτενώς με τη θέσπιση νομοθεσίας για την βελτίωση των επιπέδων ασφάλειας των κατασκευών αυτών. Ζήτημα σημαντικό και άρρηκτα συνδεδεμένο με την ασφάλεια αποτελεί η επιβίωση των πλοίων κρουαζιέρας έναντι κατάκλυσης. Τα δυστυχήματα από το παρελθόν διδάσκουν ότι είναι σημαντικό η ευστάθεια ενός πλοίου έναντι βλάβης να εξετάζεται όχι μόνο στη τελική θέση ισορροπίας, αλλά να λαμβάνονται υπόψη τα κρίσιμα ενδιάμεσα στάδια της. Όταν η γάστρα του πλοίου υποστεί ρήγμα το νερό εισέρχεται στο εσωτερικό του. Σημαντικός παράγοντας που καθορίζει την επιβίωση του πλοίου είναι η ακεραιότητα της υδατοστεγούς υποδιαίρεσης του. Ωστόσο, πιθανά ανοίγματα όπως για παράδειγμα υδατοστεγείς θύρες μπορεί να επιφέρουν την προοδευτική κατάκλυση παράπλευρων διαμερισμάτων, επιδρώντας έτσι αρνητικά στην ευστάθεια του πλοίου.

- Στην αρχή της εργασίας γίνεται αναφορά στην εξέλιξη των κανονισμών του IMO, που αφορούν τη στεγανή υποδιαίρεση του πλοίου και την ευστάθεια μετά από βλάβη.
- Στην συνέχεια γίνεται ο υπολογισμός της θέσης ισορροπίας του πλοίου έναντι βλάβης. Παρουσιάζονται η καμπύλη στατικής ευστάθειας και οι Hydrostatic Tables και επίσης τις απαιτήσεις της στεγανής υποδιαίρεσεως των φορτηγών και επιβατικών πλοίων.
- Επιπλέον γίνεται αναφορά στην International Load Line Convention και στις απαιτήσεις της MARPOL για τα δεξαμενόπλοια.
- Στο τελευταίο μέρος της εργασίας δίνονται κάποιες πληροφορίες που περιέχονται στο Damage Control Booklet και στο Damage Control Plan.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο : ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΜΕΛΕΤΗΣ

Η ιδέα για την παρούσα εργασία εκκολάφθηκε από τις παγκόσμιες εξελίξεις γύρω από το θέμα της ασφάλειας των θαλασσίων μεταφορών. Ώθηση προς τον εκσυγχρονισμό των πλοίων και των πλωτών κατασκευών, έδωσαν τα τραγικά δυστυχήματα του παρελθόντος. Η γνώση που προέκυψε από αυτά, αποτελεί πυξίδα για την παγκόσμια ναυτιλία προς την κατεύθυνση της επίτευξης υψηλότερων επιπέδων ασφάλειας. Ζήτημα διαχρονικό και συνυφασμένο με την ασφάλεια των θαλασσίων μεταφορών, που απασχολεί εδώ και δεκαετίες τους αρμόδιους φορείς, είναι η «**επιβίωση**» του πλοίου **μετά από κατάκλυση**. Ο Διεθνής Οργανισμός Ναυτιλίας (International Maritime Organization, I.M.O.) σε συνεργασία με νηογνώμονες και ερευνητικά κέντρα, ανά τον



Εικόνα 1. Έντεκα νεκροί και εικοσιτέσσερις αγνοούμενοι είναι ο τραγικός απολογισμός του δυστυχήματος του κρουαζιερόπλοιου "Costa Concordia" που προσάραξε το βράδυ της 13ης Ιανουαρίου 2012 στις ακτές της Τοσκάνης.

κόσμο, έχει ασχοληθεί εκτενώς με θέσπιση νομοθεσίας για την ενίσχυση της παθητικής και της ενεργητικής ασφάλειας των πλοίων έναντι βλάβης. Ωστόσο, τα μέτρα που έχουν ληφθεί δεν είναι πανάκεια, αλλά χρήζουν περαιτέρω διερεύνησης και εξέλιξης. Το ζήτημα της ασφάλειας και της ευστάθειας έναντι βλάβης, είναι «σημείο κλειδί» στη σχεδίαση και τη μελέτη των επιβατηγών πλοίων, όπως τα κρουαζιερόπλοια και τα επιβατηγά – οχηματαγωγά (Ε/Γ – Ο/Γ). Κατόπιν μιας σειράς

εξελίξεων με αφετηρία την επιβίωση των πλοίων RO/RO (Roll On – Roll Off) έναντι κατάκλυσης στο κατάστρωμα οχημάτων, η έρευνα από τις διεθνείς αρχές και τα ερευνητικά κέντρα, μετατοπίζεται προς τη μελέτη της ευστάθειας των cruise ships. Η τάση στη κατασκευή των κρουαζιερόπλοιων μπορεί να συνοψιστεί στην εξής φράση, «μεγαλύτερα πλοία, περισσότεροι επιβάτες, περισσότερη πολυτέλεια». Ταυτόχρονα, η κρουαζιέρα αυξάνει όλο και περισσότερο το μερίδιο της στην παγκόσμια τουριστική βιομηχανία και η διώρυγα του Παναμά μεγαλώνει σε διαστάσεις επιτρέποντας την απελευθέρωση από τους μέχρι πρότινος περιορισμούς σε διαστάσεις των πλοίων¹. Απόρροια όλων αυτών είναι η ναυπήγηση νέων, καινοτόμων, μεγάλου μεγέθους και χωρητικότητας πλοίων που ξεφεύγουν από το πλαίσιο των διατάξεων του I.M.O. Το γεγονός αυτό, σε συνδυασμό με το ότι οι παραδοσιακοί κανονισμοί ασφάλειας έχουν εμπειρική βάση, και έχουν προέλθει από τη διερεύνηση των ατυχημάτων του παρελθόντος, δημιουργεί εύλογα ερωτήματα ως προς το επίπεδο της ασφάλειας αυτών των κατασκευών, αλλά και την ορθότητα του πρίσματος με το οποίο αξιολογείται.

Όταν ένα πλοίο έχει υποστεί βλάβη, είτε από προσάραξη είτε από σύγκρουση, το νερό αρχίζει να εισέρχεται στο εσωτερικό του. Η ασφάλεια των επιβατών στα επόμενα χρονικά βήματα καθορίζεται από τη συνισταμένη δύο καίριων απαιτήσεων. Η πρώτη απαίτηση έγκειται στην επίτευξη πλευστότητας και η δεύτερη στην επίτευξη

ικανοποιητικής ευστάθειας καθ' όλη τη διάρκεια της κατάκλυσης (Vassalos and Guarin 2009). Για την ικανοποίηση ή μη της πρώτης ανάγκης καθοριστικής σημασίας παράγοντας είναι η εφεδρική πλευστότητα που διαθέτει το πλοίο. Μολαταύτα, το θέμα γύρω από την επίτευξη ικανοποιητικής ευστάθειας είναι αρκετά περίπλοκο συνάμα και ενδιαφέρον. Τα εσωτερικά ανοίγματα, όπως πόρτες, σκάλες, ανθρωποθυρίδες και άλλα, έχουν ως αποτέλεσμα την προοδευτική κατάκλυση γειτονικών διαμερισμάτων που δεν έχουν υποστεί βλάβη. Το γεγονός αυτό μπορεί να έχει σημαντική επίδραση στην ισορροπία και στις κινήσεις του πλοίου (Pekka Ruponen 2007, Mironiuk 2010). Με άλλα λόγια, ανάμεσα στην άθικτη κατάσταση και στη τελική μετά από τη βλάβη, το πλοίο μπορεί να περάσει από ενδιάμεσα στάδια υψηλότερου κινδύνου. Αναδεικνύεται επομένως, η ανάγκη της μελέτης της ευστάθειας, όχι μόνο σε μια τελική θέση ισορροπίας, αλλά καθ' όλη τη χρονική εξέλιξη του φαινομένου. Πρακτικά, αυτό είναι εφικτό να πραγματοποιηθεί με προσομοίωση στο πεδίο του χρόνου της διαδικασίας της κατάκλυσης και των επαγόμενων κινήσεων του πλοίου. Επιπλέον, η προσομοίωση μπορεί να δώσει μια προσέγγιση του χρόνου βύθισης της κατασκευής (time – to – flood , T.T.F.), παράμετρος που καθορίζει το περιθώριο επιτυχούς εκκένωσης του και τον αριθμό των πιθανών απω-λειών σε ζωές επιβαινόντων. Ο υπολογισμός του χρόνου T.T.F. αποτελεί αντικείμενο ευρείας μελέτης και ερευνητικής δραστηριότητας από διάφορους φορείς και αναμένεται να αποτελέσει τον πυρήνα νέων βελτιωμένων κανονισμών, για θέματα επιβίωσης και εκκένωσης επιβατηγών πλοίων μετά από βλάβη.

1.2 Ο ΣΤΟΧΟΣ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ακολουθώντας τις κατευθύνσεις που δίνονται παραπάνω, ο στόχος της εργασίας είναι η μελέτη της επιβιωσιμότητας έναντι βλάβης δια μέσου της προσομοίωσης του φαινομένου της κατάκλυσης στο πεδίο του χρόνου. Για τις ανάγκες της μελέτης αναπτύχθηκε ένα μοντέλο προσομοίωσης της εισροής υδάτων στο εσωτερικό του πλοίου και των κινήσεων αυτού. Το υδραυλικό μοντέλο με βάση το οποίο υπολογίζεται η ταχύτητα εισροής του ύδατος βασίζεται στην εξίσωση Bernoulli. Η έρευνα επικεντρώνεται στον υπολογισμό της μεταβατικής φάσης της κατάκλυσης (transient flooding) κατά την οποία και το πλοίο έχει ενδιαφέρουσα συμπεριφορά ως προς την ευστάθειά του.

Η γάστρα του πλοίου που εξετάζεται καθώς και η εσωτερική τους διαμερισματοποίηση, έχουν μοντελοποιηθεί με τη χρήση των λογισμικών «Maxsurf» και «Hydromax», τα οποία παρέχονται στη σχολή των Ναυπηγών Μηχανολόγων Μηχανικών, του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου. Το υδραυλικό μοντέλο αναπτύχθηκε σε κώδικα Visual Basic, και η δυναμική διεπαφή με τα δύο άλλα λογισμικά γίνεται με την χρήση προτύπου C.O.M. (Component Object Model).

Όπως σε κάθε προσπάθεια επίλυσης ενός προβλήματος, έτσι και εδώ, έχουν πραγματοποιηθεί κάποιες απλοποιήσεις. Αρχικά, η πρώτη παραδοχή του πραγματοποιείται αφορά την ημιστατική προσέγγιση του φαινομένου. Δηλαδή, ο χρόνος προσομοίωσης επιμερίζεται σε χρονικά στιγμιότυπα, στα οποία η εισροή ύδατος και η κατάσταση του πλοίου υπολογίζονται με στατικό τρόπο. Για μικρά ρήγματα η θεώρηση αυτή δεν διαφέρει από τη πραγματικότητα λόγω της μεγάλης αδράνειας που παρουσιάζει η κατασκευή. Η δυναμική του πλοίου, του νερού κατάκλυσης και του θαλάσσιου

περιβάλλοντος δεν λαμβάνεται υπ' όψη στο παρόν μοντέλο. Επίσης, η επιφάνεια του ύδατος θεωρείται επίπεδη και αδιατάραχτη, ενώ εξωτερικές διεγέρσεις, όπως ροπές ανέμου και κύματος, δεν έχουν ληφθεί υπ' όψη. Το υδραυλικό μοντέλο που έχει αναπτυχθεί για τις ανάγκες της προσομοίωσης υπολογίζει την παροχή του ύδατος μέσω του υδροστατικού μανομετρικού ύψους. Τέλος, τα διαμερίσματα του πλοίου που υφίσταντο κατάκλυση θεωρείται πως διαθέτουν επαρκή εξαερισμό, ώστε ο αέρας να μην εγκλωβίζεται, να μη συμπιέζεται και να μη επηρεάζει την εισροή ύδατος.

Από τις αρχές του 1990, έχουν αναπτυχθεί μέθοδοι προσομοίωσης της διαδικασίας της κατάκλυσης και των επαγόμενων κινήσεων του πλοίου στο πεδίο του χρόνου σε διάφορα ερευνητικά κέντρα παγκοσμίως. Ωστόσο, οι περισσότερες μελέτες έχουν επικεντρωθεί στα Ro/Ro πλοία και σε περιπτώσεις κατάκλισης του καταστρώματος οχημάτων (Pekka Ruponen 2007). Η εξέλιξη, όμως, των πλοίων κρουαζιέρας σε επίπεδο διαστάσεων, χωρητικότητας και εσωτερικής διαρρύθμισης οξύνει το ενδιαφέρον της μελέτης της επιβιωσιμότητας τους έναντι βλάβης.

1.3 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ ΤΩΝ ΚΑΝΟΝΙΣΜΩΝ

Από το μισό του 19^{ου} αιώνα, αδήριτης σημασίας ζήτημα για τη διεθνή ναυτιλιακή κοινότητα είναι η επιβίωση ενός πλοίου μετά από βλάβη. Η πρώτη δράση έρχεται από τη Μ. Βρετανία, η οποία εισάγει στη νομοθεσία της εμπορικής ναυτιλίας την απαίτησή για την ύπαρξη φρακτών μπροστά και πίσω από το μηχανοστάσιο, για πλοία μεταλλικής κατασκευής άνω των 100 τόνων (Κ. Σπύρου 2009). Δεκαετίες μετά και με σταθμό το έτος 1912, η



Εικόνα 2. Ο Διεθνής Οργανισμός Ναυτιλίας (I.M.O.) είναι όργανο του ΟΗΕ, διακρατικό χαρακτήρα που ιδρύθηκε στη Γενεύη το 1948 ως I.M.C.O. που μετονομάστηκε σε I.M.O. το 1982 με έδρα το Λονδίνο.

παγκόσμια ναυτιλιακή κοινότητα επισκιάζεται από ένα τραγικό συμβάν, την βύθιση, του μεγαλύτερου και επιβλητικότερου πλοίου της εποχής, του «Τιτανικού». Το γεγονός αυτό με τη σειρά του πυροδότησε μια σειρά εξελίξεων στο θέμα της επιβίωσης του πλοίου έναντι κατάκλυσης, με αποκορύφωμα την πρώτη διεθνή συνδιάσκεψη για την ασφάλεια της ανθρώπινης ζωής στη θάλασσα που είναι γνωστή ως S.O.L.A.S. Ο απότοκος όλων αυτών των εξελίξεων είναι η θέσπιση της στεγανής υποδιαίρεσης του πλοίου, η προδιαγραφή απαιτήσεων ως προς τον αριθμό, τη διάταξη των στεγανών φρακτών και της ευστάθειας της κατασκευής μετά από βλάβη.

Σημείο καμπής, αποτελεί η σύσταση του Διεθνούς Οργανισμού Ναυτιλίας γνωστού ως I.M.O.) η οποία οδήγησε στην αναθεωρημένη S.O.L.A.S. του 1960. Στο σημείο αυτό για πρώτη φορά τέθηκε η απαίτηση για ελάχιστο GM ίσο με 0,05 μέτρα. Ωστόσο, η διεθνή επιστημονική κοινότητα αναγνωρίζει ότι η προσέγγιση του θέματος της ευστάθειας έναντι βλάβης, με ένα προσδιοριστικό και ημιεμπειρικό μοντέλο δεν είναι επαρκής και χρίζει περεταίρω μελέτης και βελτίωσης.



Η εξέλιξη προς την διερεύνηση αυτού του σημαντικού θέματος, για την παγκόσμια ναυτιλία, έρχεται από την Γερμανία και συγκεκριμένα από τον Καθηγητή Wendel, ο οποίος προτείνει ένα νέο πιθανό θεωρητικό μοντέλο για την εκτίμηση της ευστάθειας ενός πλοίου μετά από κατάκλιση (Spyrou and Roupas 2007). Με πυλώνες την εργασία αυτή και τις μελέτες των Comstock, Robertson και Volkov, ο I.M.O. εισάγει μέσω διακήρυξης (I.M.O. Resolution A.265) μια εναλλακτική μέθοδο υπολογισμού της ευστάθειας μετά από βλάβη για επιβατηγά πλοία.

Το πιθανοθεωρητικό μοντέλο για την επιβίωση των πλοίων σε βεβλαμμένη κατάσταση επεκτάθηκε κατά τις δεκαετίες 1980, 1990 και στα πλοία μεταφοράς ξηρού φορτίου. Μάλιστα, η υποχρεωτική εφαρμογή του νέου αυτού κανονισμού ξεκίνησε για το πλοία κατασκευής από το 1992 και έπειτα (Σπύρου 2009). Παράλληλα, υπό – επιτροπές του I.M.O. άρχισαν να διαπραγματεύονται την αναγκαιότητα για αναθεώρηση του προσδιοριστικού μοντέλου της ευστάθειας έναντι βλάβης επιβατηγών πλοίων, με κύριο σημείο διαπραγμάτευσης την στεγανή υποδιαίρεση. Μολαταύτα, η κατακλείδα αυτών των διαβουλεύσεων ήταν η απόφαση της μελέτης και ανάπτυξης ενός μοντέλου εναρμονισμένων κανονισμών ευστάθειας κατόπιν βλάβης για φορτηγά και επιβατηγά και όχι η αναθεώρηση των προσδιοριστικών απαιτήσεων για τη διαμερισματοποίηση των επιβατηγών πλοίων. Το προτεινόμενο πιθανό θεωρητικό μοντέλο εκτίμησης της ευστάθειας των πλοίων σε βεβλαμμένη κατάσταση ήταν σε πλήρη συμφωνία με τη παράλληλη εισαγωγή risk – based μεθόδων εκτίμησης σε άλλες κατηγορίες κανονισμών του I.M.O.

Ερωτήματα για την επάρκεια των κανονισμών δημιουργήθηκαν όταν ο διδακτικός χαρακτήρας της φύσης επαληθεύτηκε για ακόμα μια φορά. Δύο σημαντικές απώλειες επιβατηγών / οχηματαγωγών πλοίων, του «Herald of Free Enterprise» το 1987 , και του «Estonia» το 1994 πάγωσαν για κάποιο διάστημα τις εργασίες την εναρμόνισης (Zhiliang Gao, Qiuxin Gao and Dracos Vassalos 2011). Απότοκος των δυστυχημάτων αυτών υπήρξε η εσπευσμένη δραστηριοποίηση του I.M.O. και η δρομολόγηση της αναθεώρησης των προσδιοριστικών τροποποιήσεων της SOLAS του 1990 και 1992 για τα επιβατηγά πλοία. Κύριος σκοπός των εξελίξεων ήταν η απαίτηση για εξέταση της ευστάθειας των επιβατηγών οχηματαγωγών θεωρώντας μια ποσότητα νερού στο κατάστρωμα οχημάτων . Έπειτα από την υιοθέτηση αυστηρότερων προσδιοριστικών κανονισμών από τη σύμβαση της SOLAS του 1995, οι σχετικές επιτροπές του I.M.O. επανέφεραν το θέμα του εναρμονισμού των κανονισμών ευστάθειας έναντι βλάβης, και μια πρώτη πρόταση για την αναθεώρηση των αντίστοιχων κεφαλαίων της S.O.L.A.S. συζητήθηκε στην επιτροπή I.M.O. – S.L.F. 42 το 1998.

Κατά τη διάρκεια της επεξεργασίας των σχετικών θεμάτων, μια ομάδα από την Ευρωπαϊκή βιομηχανική κοινότητα, από ερευνητικά κέντρα και νηογνώμονες πρότειναν στην Ευρωπαϊκή Ένωση και έλαβαν χρηματοδότηση για μια ερευνητική εργασία ονόματι

«HARDER» (1999-2003) (Papanikolaou and Elioroulou 2004). Το κύριο αντικείμενο της ερευνητικής αυτής δραστηριότητας ήταν η μελέτη της ευστάθειας των πλοίων έναντι βλάβης και η διευκρίνιση σημαντικών τεχνικών θεμάτων κατά τη διαδικασία εναρμονισμού των κανονισμών από τις υποεπιτροπές του I.M.O. Μέσα στο πλαίσιο της εργασίας «HANDER» , και κατόπιν της αξιολόγησης των ερευνητικών αποτελεσμάτων προτάθηκε στον I.M.O. ένα νέο εναρμονισμένο πιθανό θεωρητικό μοντέλο εκτίμησης της επιβιωσιμότητας ενός πλοίου έναντι βλάβης, γνωστό ως πρόταση HARDER – S.L.F. 46.

Τον Σεπτέμβριο του 2003, καθώς η εργασία εναρμονισμού είχε ουσιαστικά ολοκληρωθεί, κάποιοι προβληματισμοί προέκυψαν στο I.M.O. Οι προβληματισμοί αυτοί έχουν να κάνουν κυρίως με τις επιπτώσεις των προτεινόμενων κανονισμών στη σχεδίαση και την οικονομία πολύ μεγάλων επιβατηγών πλοίων. Απόρροια αυτών των εξελίξεων ήταν ο I.M.O. να οδηγήσει τις αρμόδιες επιτροπές σε επανεξέταση των κανονισμών και την πραγματοποίηση περαιτέρω έρευνας όσο αναφορά την συγκεκριμένη κατηγορία πλοίων. Σχετικές προ-τάσεις αναθεώρησης τέθηκαν υπό συζήτηση στην επιτροπή I.M.O. – S.L.F. 46 και M.S.C. 78.

Το Σεπτέμβριο του 2004 η πρόταση HARDER – S.L.F. 46 αναθεωρήθηκε, και η νέα γνωστή ως HARDER – S.L.F. 47, προτάθηκε και συζητήθηκε στην επιτροπή I.M.O. – S.L.F.47 και I.M.O. – M.S.C.79 . Η πρόταση αυτή, ωστόσο, δέχθηκε ακόμα μια αναθεώρηση ως προς το θέμα της μεθόδου εκτίμησης για πλοία μεγάλου μεγέθους, και συζητήθηκε τον Μάιο του 2005 στη επιτροπή και I.M.O. – M.S.C.80 από την οποία και τελικά εγκρίθηκε. Σημειώνεται ότι η υιοθέτηση του M.S.C.80 πιθανό θεωρητικού μοντέλου εκτίμησης της ευστάθειας έναντι βλάβης εφαρμόζεται σε όλα τα επιβατηγά και ξηρού φορτίου πλοία τα οποία είναι κατασκευασμένα μετά από την 1^η Ιανουαρίου του 2009. Η νέα μεθοδολογία εκτίμησης της επιβίωσης ενός πλοίου έναντι βλάβης, ωστόσο, δεν συνδέθηκε με διθυράμβους αλλά με απόψεις που δίσταντο για το επίπεδο ασφάλειας που τελικά επιτυγχάνεται.

Τέλος, η τάση που κυριαρχεί στην παγκόσμια ναυτιλιακή κοινότητα είναι η βελτίωση των επιπέδων ασφάλειας των επιβατηγών πλοίων. Τα πλοία κρουαζιέρας, των οποίων το μέγεθος και η μεταφορική ικανότητα έχει αυξηθεί σημαντικά τα τελευταία χρόνια, αποτελούν τη νέα πρόκληση για τον I.M.O. Οι αρχές και οι εμπλεκόμενοι φορείς με σύνθημα το ότι «η καλύτερη σωσίβια λέμβος είναι το ίδιο το πλοίο» ασχολείται συστηματικά με τη θέσπιση νομοθεσίας για τη βελτίωση της ασφάλειας και της επιβιωσιμότητας των κατασκευών αυτών. Απότοκος των εξελίξεων, είναι μια σειρά νέων διατάξεων, γνωστών ως «Safe Return to Port» ,στα κεφάλαια II – 1, II – 2 της S.O.L.A.S. με στόχο την ασφαλή επιστροφή του πλοίου στο λιμάνι μετά από βλάβη με ίδια μέσα πρόωσης. Οι διατάξεις αυτές είναι αναμενόμενο να επιφέρουν επιπρόσθετες απαιτήσεις ως προς την ευστάθεια έναντι βλάβης των κατασκευών αυτών. Εν κατακλείδι, προμηνύονται σημαντικές και ενδιαφέρουσες εξελίξεις γύρω γύρω από την ασφάλεια των επιβατηγών πλοίων, οι οποίες θα αποτελέσουν μια νέα πρόκληση για τη παγκόσμια ναυτιλία.

1.4 ΟΡΙΣΜΟΣ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ

Η ικανότητα του πλοίου να επανέλθει στην αρχική του θέση ισορροπίας* όταν υποστεί κλίση από εξωτερικές δυνάμεις.

*(αρχική θέση ισορροπίας δεν είναι απαραίτητα η μηδενική κλίση).

Οι διάφοροι χειρισμοί του πλοίου, η κατανάλωση καυσίμων και ποσίμου ύδατος, η ποσότητα του μεταφερόμενου φορτίου, ο τρόπος στοιβασίας του (κυρίως), η πλήρωση, ή η εκκένωση θαλασσέρματος κ.λπ. είναι σημαντικοί παράγοντες που επηρεάζουν την ευστάθεια του πλοίου. Η γνώση της ευστάθειας του πλοίου θεωρείται ζωτικής σημασίας και ενδιαφέρει κυρίως στις εγκάρσιες κλίσεις (κατά δεξιά - αριστερή πλευρά), του λεγόμενου διατοιχισμού αφού απ' αυτήν εξαρτάται ο κίνδυνος ανατροπής του πλοίου.

Προκειμένου τα πλοία να διατηρούν την ευστάθειά τους ιδίως όταν είναι άφορτα γεμίζουν τις ειδικές δεξαμενές που φέρουν με έρμα. Στη ναυπηγική γίνεται ιδιαίτερος λόγος για αρχική (initial st.), δυναμική (dynamical st.), αρνητική (negative st.), στατική (statical st.), εγκάρσια ευστάθεια (transverse st.) κ.λπ. που εξαρτάται από το ύψος εξάλλων, επίσης για καμπύλη ευστάθειας (curve of st.), όριο ευστάθειας (range of st.) καθώς και για ροπή ευστάθειας (moment of st.).

Για όλες όμως τις παραπάνω αναφορές έξι είναι οι βασικές έννοιες: η βαρύτητα και το κέντρο βάρους, η άντωση και το κέντρο άντωσης, καθώς και το μετάκεντρο και το μετακεντρικό ύψος, όπου εξ αυτών ορίζονται σχετικές αποστάσεις και ροπές επί των διαστάσεων του κάθε πλοίου.

Η εξακρίβωση της ευστάθειας ενός πλοίου γίνεται με ειδικό πείραμα το λεγόμενο πείραμα ευσταθείας (experiment of stability).

Για τη πληρέστερη κατανόηση της ευστάθειας των πλοίων κρίνεται απαραίτητη η παράθεση στοιχειδών πειραματικών γνώσεων υδροστατικής και ειδικά επί της Αρχής του Αρχιμήδη σε ότι αφορά τα πλοία.

Αν σε κάποια μικρή δεξαμενή νερού ριφθεί ένα μεταλλικό συμπαγές αντικείμενο βάρους π.χ. 3 kg, αυτό αμέσως θα βυθισθεί, θα φθάσει στο πυθμένα εκτοπίζοντας όγκο ύδατος ίσο με τον όγκο του αντικειμένου. Αν όμως ριφθεί στο νερό ένα υδατοστεγές (στεγανό) δοχείο ίδιου βάρους με το προηγούμενο αντικείμενο τότε αυτό θα επιπλέει στη επιφάνεια του νερού εκτοπίζοντας τόσο όγκο νερού όσος θα είναι και ο όγκος του βυθισμένου (υπό τη στάθμη) τμήματος του δοχείου. Τότε διαπιστώνεται ότι: το βάρος του εκτοπιζομένου (όγκου) ύδατος είναι ίσο με το βάρος του δοχείου. Αν

στη συνέχεια τοποθετηθεί ένα αντικείμενο μέσα στο δοχείο βάρους π.χ. 1 kg, τότε το δοχείο θα βυθισθεί ακόμα περισσότερο έτσι ώστε να εκτοπίσει επιπλέον όγκο ύδατος, ίσο με το επιπλέον όγκο του βυθισμένου τμήματός του, του οποίου το βάρος θα είναι 1 kg. Έτσι υπό τη νέα αυτή συνθήκη ο συνολικός όγκος ύδατος που θα έχει εκτοπιστεί θα είναι 4 κιλά.

Ένα πλοίο λοιπόν όταν είναι σε κατακόρυφη θέση ως προς τη στάθμη της θάλασσας εκτοπίζει ένα ορισμένο όγκο ύδατος. Αν αυτό κλίνει προς τη μια πλευρά τότε αλλάζει το σχήμα μόνο του βυθισμένου τμήματός του, των υφάλων του, ενώ ο όγκος του εκτοπιζομένου ύδατος και βεβαίως το βάρος αυτού παραμένει το ίδιο. Συνεπώς η ευστάθεια είναι εκείνη που θα διατηρήσει το πλοίο σε ασφαλή πλευση.

Κύρια στοιχεία της ευστάθειας των πλοίων είναι το κέντρο βάρους πλοίου, το κέντρο άντωσης πλοίου, που και τα δύο επενεργούν ως ζεύγος ευστάθειας, η ροπή ευστάθειας (μοχλοβραχίονας ευστάθειας), το μετάκεντρο, το μετακεντρικό ύψος, ο βαθμός ευστάθειας και τέλος οι συνθήκες ευστάθειας στις διάφορες κλίσεις πλοίου.

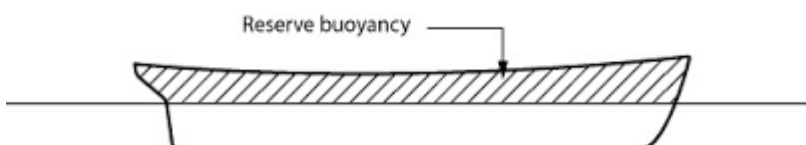
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2° : ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ

2.1 ΠΛΕΥΣΤΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑ ΤΟΥ ΠΛΟΙΟΥ ΕΝΑΝΤΙ ΒΛΑΒΗΣ

2.1.1 Γενικά

Ο προβληματισμός γύρω από τη συμπεριφορά ενός επιπλέοντος σώματος έχει ριζες κοντά στον 3^ο αιώνα π.χ. όταν ο Αρχιμήδης ο Συρακούσιος διατύπωνε τις βάσεις της υδροστατικής. Ένα πλοίο για να είναι ασφαλές καλείται να ικανοποιεί δύο βασικούς στόχους, να διαθέτει ικανοποιητική πλευστότητα και ικανοποιητική ευστάθεια. Οι αυξημένες απαιτήσεις ασφάλειας των θαλασσίων μεταφορών ωθούν στην ανάγκη για ικανοποίηση των δύο αυτών απαιτήσεων τόσο στην άθικτη κατάσταση όσο και στη βεβλαμμένη.

Όταν ένα πλοίο έχει υποστεί βλάβη και το νερό εισέρχεται στο εσωτερικό του τότε έχει απωλέσει ένα μέρος του όγκου άντωσης του. Το κύριο μέγεθος που καθορίζει την επιβίωση ή μη του πλοίου, είναι η εφεδρική άντωση («reserve buoyancy»). Ως εφεδρική άντωση ορίζεται το σύνολο του όγκου των υδατοστεγών χώρων που βρίσκονται άνωθεν της ισάλου πλευσης της κατασκευής. Παράλληλα, για τη μείωση του απολεσθέντος όγκου από μια πιθανή βλάβη, η γάστρα το πλοίου επιμερίζεται σε υδατοστεγή διαμερίσματα με τη κατασκευή των διαμήκων και εγκάρσιων φρακτών.



Εικόνα 3. Η εφεδρική άντωση ενός πλοίου (E. Tupper 2002).

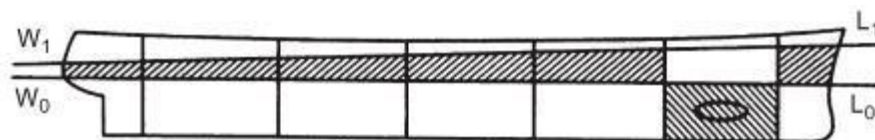
Για την επιβίωση ενός

πλοίου έναντι βλάβης η επίτευξη ικανοποιητικής πλευστότητας (« floatability ») είναι αναγκαία αλλά όχι ιδανική συνθήκη. Ο δεύτερος πυλώνας, αδήριτης σημασίας, είναι η επίτευξη ικανοποιητικής ευστάθειας. Δηλαδή, η κατασκευή πρέπει να μπορεί να διατηρήσει την ισορροπία της, σε ένα αποδεκτό εύρος εγκάρσιας κλίσης, έτσι ώστε να αποφευχθεί ανατροπή της από τις εξωτερικές δυνάμεις και ροπές. Σημαντικοί παράγοντες για την ικανοποίηση αυτής της ανάγκης είναι ο αριθμός, η θέση και η διαχωρητικότητα των διαμερισμάτων που κατακλύζονται, το περιθώριο ευστάθειας της άθικτης κατάστασης κ.τ.λ. Επιπρόσθετα, το πρόβλημα της ευστάθειας ενός πλοίου έναντι βλάβης είναι άρρηκτα συνδεδεμένο με τη δημιουργία ελεύθερων επιφανειών. Το πρόβλημα όμως γίνεται ιδιαίτερα σύνθετο αφού νερό κατάκλυσης είναι σε άμεση επικοινωνία με το θαλάσσιο περιβάλλον και διεγείρεται από τα διάφορα φορτία που επιδρούν εκεί. Παράλληλα, η υδατοστεγής ακεραιότητα του πλοίου δεν είναι πάντα αποδοτική 100%, καθώς υπάρχουν εσωτερικά ανοίγματα για τη κάλυψη των λειτουργικών αναγκών του πληρώματος και των επιβατών. Κατά αυτό τον τρόπο η κατάκλυση μπορεί να προχωράει σε γειτονικούς χώρους επηρεάζοντας έτσι την εξέλιξη του φαινομένου. Όλα τα παραπάνω συνθέτουν το πολύπλοκο πρόβλημα της ευστάθειας ενός πλοίου έναντι βλάβης, το οποίο μελετάται εκτενώς στη παρούσα μελέτη.

2 . 1 . 2 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΘΕΣΗΣ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑΣ ΤΟΥ ΠΛΟΙΟΥ ΕΝΑΝΤΙ ΒΛΑΒΗΣ

2 . 1 . 2 . 1 Γενικά

Ο προσδιορισμός της θέσης ισορροπίας ενός πλοίου όταν έχει υποστεί κατάκλυση είναι αναπόσπαστο κομμάτι της μελέτης της επιβιωσιμότητας του έναντι βλάβης . Ο υπολογισμός της τελικής θέσης ισορροπίας του μπορεί να πραγματοποιηθεί με τη χρήση δύο μεθόδων, την «μέθοδο της χαμένης άνωσης» («method of lost buoyancy») ή την «μέθοδο του επιπρόσθετου βάρους» («method of added weight») (Biran 2003). Οι δύο υπολογιστικές προσεγγίσεις μπορεί φαινομενικά να ακολουθούν αντίθετες κατευθύνσεις για την αντιμετώπιση του υδροστατικού αυτού προβλήματος, ωστόσο καταλήγουν στο ίδιο αποτέλεσμα.

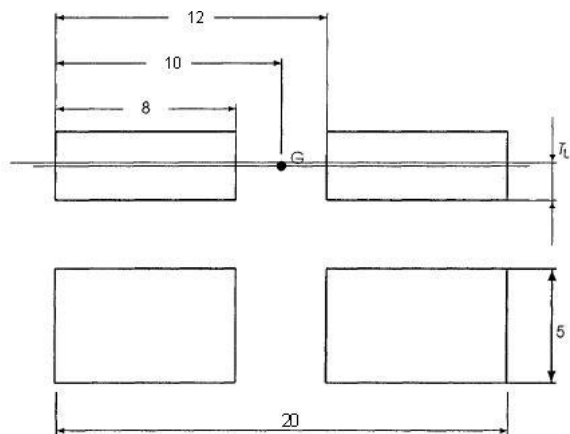


Εικόνα 4. Οι θέσεις του πλοίου πριν και μετά την δημιουργία ενός ρήγματος (Biran 2003).

2 . 1 . 2 . 2 Μέθοδος χαμένης άντωσης

Η μέθοδος της χαμένης άντωσης υποθέτει ότι ο όγκος του διαμερίσματος που έχει κατακλυστεί δεν συμμετέχει στην άντωση του πλοίου (Biran 2003). Το εκτόπισμα και το

κέντρο βάρους της κατασκευής παραμένουν ωστόσο σταθερά. Επομένως, το πλοίο μετά από τη βλάβη αλλάζει το βύθισμα του, προκειμένου να αντισταθμιστεί η απώλεια όγκου και να επιτευχθεί μια νέα ισορροπία. Η μέθοδος αυτή αποκαλείται εναλλακτικά μέθοδος σταθερού εκτοπίσματος. Από τη στιγμή που το νερό που εισρέει στο εσωτερικό του έχει μάζα που δεν συμμετέχει στο εκτόπισμα, οι ελεύθερες επιφάνειες του δεν έχουν καμία επίδραση στην ευστάθεια του πλοίου. Επομένως τα νέα υδροστατικά χαρακτηριστικά του πρίσματος είναι τα παρακάτω.



Εικόνα 5. Τα χαρακτηριστικά της κατάστασης βλάβης του ποντογιού με τη μέθοδο της χαμένης άντωσης (Biran 2003).

2.2 ΚΑΜΠΥΛΗ ΣΤΑΤΙΚΗΣ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ

Από της ναυπήγησής τους όλα τα πλοία και ιδιαίτερα τα φορτηγά πλοία εφοδιάζονται και με ειδικά σχεδιαγράμματα που αφορούν την ευστάθειά τους, τις λεγόμενες **καμπύλες ευσταθείας**, που ανταποκρίνονται σε διάφορες χαρακτηριστικές συνθήκες φόρτωσης αυτών.

Τα σχεδιαγράμματα αυτά, που είναι ιδιαίτερα χρήσιμα στην απεικόνιση των ορίων της ευσταθείας του πλοίου, χαράσσονται εξ υπολογισμού επί συστήματος αξόνων, εκ των οποίων ο κάθετος παριστά τιμές του μοχλοβραχίονα ανόρθωσης **GZ**, ο δε άλλος τις τιμές θ των διαφόρων γωνιών κλίσης. Έτσι εκ της καμπύλης αυτής βρίσκονται οι αντίστοιχες τιμές του GZ σε διάφορες γωνίες κλίσης, ενώ το γινόμενο του εκτοπίσματος επί GZ εκφράζει σε ποσοτόνους τη καλούμενη στατική ευστάθεια (statical stability).

Στις μικρές γωνίες κλίσης όπου και αντιστοιχεί η καλούμενη αρχική ευστάθεια (initial stability) ο GZ (μοχλοβραχίονας), αυξάνεται πολύ αργά και εξαρτάται κυρίως από το GH ή **GM** (μετακεντρικό ύψος), του οποίου και είναι υποπολλαπλάσιο, λόγω της μικρής τιμής και της αργής μεταβολής του **ημιτ.θ**. Περαιτέρω όμως ο GZ αυξάνει

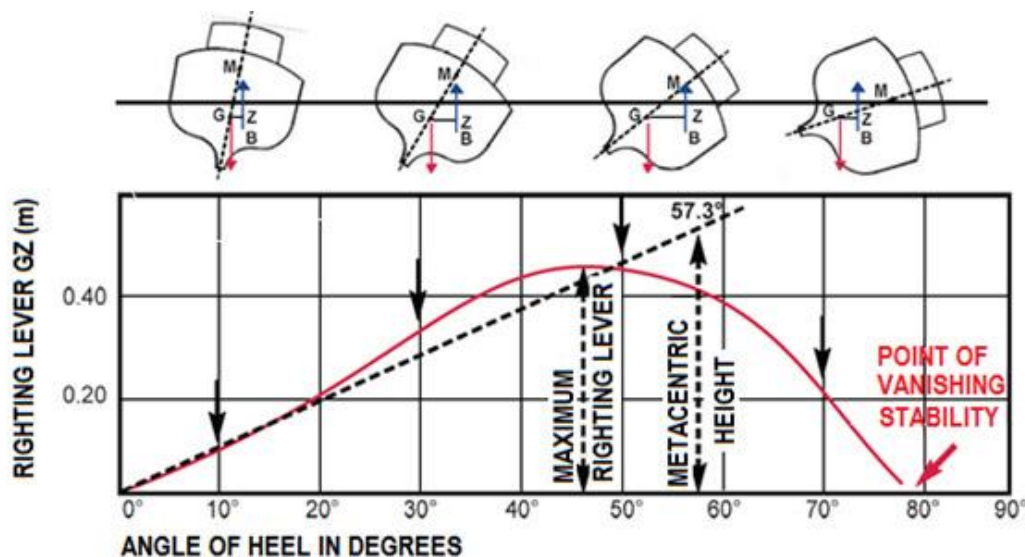
ταχύτερα και λαμβάνει τη μέγιστη τιμή σε γωνία κλίσης που ονομάζεται *γωνία μέγιστης ευστάθειας* (angle of maximum stability). Αντίθετα η γωνία κλίσης στην οποία ο GZ μηδενίζεται, ονομάζεται *γωνία μηδενικής ευστάθειας* (angle of vanishing stability). Με μια τέτοια γωνία κλίσης θα μηδενισθεί προφανώς και το GM λόγω της σχετικής θέσης των κέντρων βάρους - άντωσης.

Έτσι η καμπύλη ευστάθειας καταδεικνύει σαφώς ότι η τιμή του GM παραμένει αξιόλογος για μεγάλες γωνίες κλίσης του πλοίου.

Στο σχεδιάγραμμα που περατίζεται διαφαίνονται οι μεταβολές των στοιχείων της ευστάθειας του ίδιου πλοίου σε περιπτώσεις φόρτωσης βαρύ και ελαφρού φορτίου. Οι ακραίες αυτές συνθήκες επιφέρουν σημαντική καθ' ύψος μετατόπιση του κέντρου βάρους επιφέροντας αντιστοίχως αύξηση ή μείωση του GM, επομένως και της ευστάθειας του πλοίου. Σημειώνεται ότι οι καμπύλες περικλείουν τους ανάλογους τομείς ασφάλειας κλίσεων, συνεπώς από τις κορυφές των καμπυλών και δεξιότερα εκτός αυτών η κλίση πλοίου θεωρείται επισφαλής, με κίνδυνο ανατροπής. Το τέλος των καμπυλών επί του άξονα των κλίσεων παρουσιάζει το μέγιστο όριο ευστάθειας. Η μαύρη καμπύλη στο σχέδιο δεικνύει τον τρόπο υπολογισμού, του ασφαλούς μέσου όρου των ροπών των μεταφερομένων φορτίων.

Από τα ναυπηγικά χαρακτηριστικά του πλοίου που επηρεάζουν αμέσως την ευστάθεια αυτού είναι το ύψος εξάλων και το πλάτος του. Το μεν ύψος εξάλων έχει σχέση με τη γωνία μέγιστης ευστάθειας, που σημαίνει ότι όσο μεγαλύτερο είναι αυτό, τόσο μεγαλύτερη, εντός ορίων, θα είναι και η γωνία κλίσης, στη οποία και παρατηρείται η μεγαλύτερη ευστάθεια. Όσον αφορά το πλάτος του πλοίου στην ίσαλο, αυτό επηρεάζει τη θέση του μετάκεντρου αυτού.

Σε κλίση πλατύτερου πλοίου, το κέντρο άντωσης απομακρύνεται περισσότερο από το κέντρο βάρους με συνέπεια το μετάκεντρο ν' ανέρχεται.



Το **Μετακεντρικό διάγραμμα** είναι ένας πίνακας που συντάσσεται από τον ναυπηγό σχεδιαστή κατά τη ναυπήγηση πλοίου που αφορά την εκάστοτε θέση του Μετάκεντρου στα διάφορα βυθίσματα που μπορεί (προβλέπεται) να λάβει το πλοίο.

Το σχεδιάγραμμα αυτό είναι συνήθως τετράγωνο όπου παρίστανται δύο άξονες, ο αριστερός κάθετος που παριστά τα επίπεδα **L** των διαφόρων ισάλων (βυθίσματα) και το οριζόντιο κάτω που παριστά το επίπεδο **K** της τρόπιδας του σκάφους.

Ο σχεδιασμός του διαγράμματος αυτού γίνεται ως ακολούθως: Από το σημείο L της άνω δεξιάς γωνίας φέρεται η οριζόντια LL που παριστά σε κλίμακα τη σχεδιασθείσα για το μέγιστο φόρτο ίσαλο και η κάθετος LK που παριστά το σχεδιασθέν μέγιστο βύθισμα σε πόδες. Κάτω από την LL φέρονται σε παράλληλες ευθείες (οριζόντιες) και ίσες μεταξύ τους αποστάσεις τα σημεία L_1, L_2, L_3, L_4, L_5 κ.λπ. που παριστούν επίπεδα άλλων ισάλων που χρησιμοποιούνται στον υπολογισμό. Από το κάτω αριστερό άκρο K φέρεται διαγώνιος προς το άνω δεξιό άκρο του διαγράμματος, η **KL**. Από τα σημεία τομών της KL με τις οριζόντιες ευθείες των διαφόρων ισάλων φέρονται κατακόρυφοι προς τον κάτω άξονα K, έτσι επ' αυτού ορίζονται τα διάφορα σημεία K (ξεκινώντας την αρίθμησή τους από δεξιά προς τ' αριστερά) K_1, K_2, K_3, K_4 και K_5 αντίστοιχα.

Υπολογίζοντας στη συνέχεια τη κάθετη απόσταση του Κέντρου άντωσης πλοίου που βρίσκεται κάτω από την εκάστοτε ίσαλο καθώς και την απόσταση του αντίστοιχου μετάκεντρου πάνω από κάθε ίσαλο υποτυπώνονται αυτές πάνω και κάτω των αντιστοίχων ισάλων στο διάγραμμα με τα αντίστοιχα σημεία $B_1, B_2, B_3, B_4, B_5, \dots$ και M_1, M_2, M_3, M_4 , και M_5 . Στη συνέχεια χαράσσονται οι καμπύλες που διέρχονται από τα σημεία αυτών και που παριστούν τη καμπύλες των κέντρων Άντωσης και των Μετακέντρων.

Το Μετακεντρικό διάγραμμα είναι πολύ χρήσιμο διότι δείχνει αμέσως το Μετακεντρικό ύψος από το αντίστοιχο Κέντρο Άντωσης και την τρόπιδα, για κάθε μία των ισάλων. Από το ίδιο δε διάγραμμα μπορεί εύκολα να υπολογισθεί το ύψος του μετάκεντρου από το κέντρο άντωσης και από την τρόπιδα για οποιοδήποτε ενδιάμεσο βύθισμα, αν χαραχθεί μια οριζόντια γραμμή με δεδομένο το μέσο βύθισμα του πλοίου, και από το σημείο που αυτή τέμνει τη διαγώνιο KL μια κατακόρυφη.

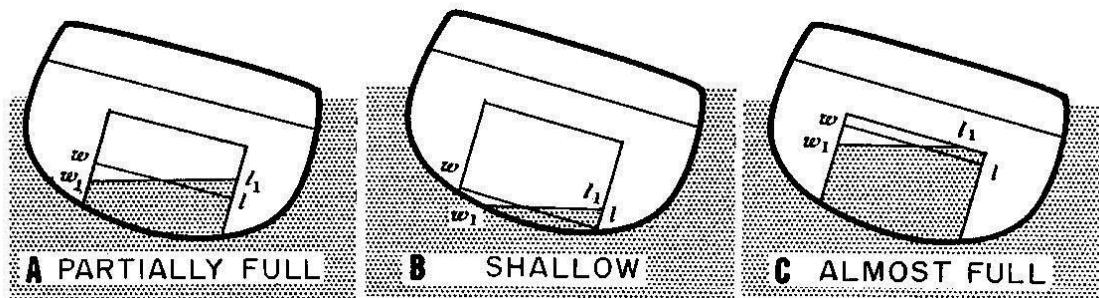
- Το σημείο που τέμνει αυτή η κατακόρυφος γραμμή τη καμπύλη των Μετακέντρων είναι η θέση του μετάκεντρου στο δεδομένο αυτό βύθισμα.

2.3 Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΕΛΕΥΘΕΡΩΝ ΕΠΙΦΑΝΕΙΩΝ

Εξετάζοντας το πρόβλημα της ευστάθειας έναντι βλάβης, από τη σκοπιά της μεθόδου του επιπρόσθετου βάρους, γίνεται αντιληπτό ότι η επίδραση των ελευθέρων επιφανειών είναι ένας πολύ σημαντικός παράγοντάς που πρέπει να ληφθεί υπ' όψη. Όταν ένα μέρος του πλοίου είναι μερικώς πληρωμένο με ένα υγρό, τότε υπάρχει η τάση η επιφάνεια του ρευστού να παραμένει παράλληλη με την επιφάνεια της ισάλου. Αντίκτυπος αυτού είναι όταν το πλοίο αποκτά κλίση το ρευστό να μετατοπίζεται προς τη κατεύθυνση της κλίσης μειώνοντας την ροπή επαναφοράς. Στη περίπτωση όπου το ρευστό στο εσωτερικό του πλοίου επικοινωνεί άμεσα με το θαλάσσιο περιβάλλον, όπως συμβαίνει στη περίπτωση της κατάκλυσης, τότε χρησιμοποιείται ο όρος της επίδραση της ελεύθερης επικοινωνίας («free communication effect»). Η ιδιαιτερότητα του φαινομένου έγκειται στο γεγονός ότι η ποσότητα ύδατος στο εσωτερικό του πλοίου μεταβάλλεται ανάλογα με τη διαμήκη, την εγκάρσια κλίση, τον χρόνο από την έναρξη της εισροής ύδατος και τις διαστάσεις του ανοίγματος.

Το πρόβλημα της επίδρασης των ελευθέρων επιφανειών στην ευστάθεια ενός πλοίου είναι αρκετά σύγχρονο. Ο Barnes ήταν από τους πρώτους που έκαναν μετρήσεις της γωνίας κλίσης που επέρχεται όταν υπάρχει απώλεια αρχικής ευστάθειας λόγω ύπαρξης ελεύθερης επιφάνειας. Πιο σημαντικές μελέτες πραγματοποιήθηκαν από τον καθηγητή του πανεπιστημίου της Γλασκόβης Jenkins που το 1889 προσδιόρισε την έκτοτε πασίγνωστη σχέση: η οποία λέει ότι η επίδραση της ελεύθερης επιφάνειας είναι ανεξάρτητη της ποσότητας υγρού και μπορεί να εκφραστεί σαν μείωση του αρχικού μετακεντρικού ύψους (GM) (γF , IF είναι το ειδικό βάρος και η δεύτερη ροπή επιφάνειας του υγρού, το εκτόπισμα του πλοίου και GM_v το νέο μειωμένο μετακεντρικό ύψος λόγω της ελεύθερης επιφάνειας του ρευστού).

Υπάρχουν κάποιοι βασικοί παράγοντες που διαμορφώνουν την επίδραση των ελευθέρων επιφανειών. Αρχικά, όταν η επιφάνεια του ρευστού τέμνει τον πυθμένα ή την κορυφή της δεξαμενής που το περικλείει, τότε μειώνεται το πλάτος της ελεύθερης επιφάνειάς μετριάζοντας έτσι και την επίδραση της στην ευστάθεια του πλοίου. Το φαινόμενο αυτό ονομάζεται «rocketing» και απεικονίζεται στην εικόνα 6.



Εικόνα 6. Το φαινόμενο "rocketing" της ελεύθερης επιφάνειας.

Άλλος ένας παράγοντας που μπορεί να επηρεάσει τη ροπή των ελευθέρων επιφανειών είναι η διαπερατότητα της επιφάνειας του ρευστού («surface permeability»). Δηλαδή, τα αντικείμενα εντός του χώρου που κατακλύζεται μπορεί να επηρεάσουν της διαμόρφωση της ελεύθερης επιφάνειας, περιορίζοντας εν μέρει την κίνηση της και την επαγόμενη μείωση της ευστάθειας του πλοίου. Αντίμετρο της δυσμενούς επίδρασης των ελευθέρων επιφανειών αποτελεί η κατασκευή διαμήκων και εγκάρσιων φρακτών.

2.4 HYDROSTATIC TABLES

MEAN KEEL DRAFT FT	TONS PER INCH IMMERSION	TOTAL DISPL. TONS S.W.	TOTAL DISPL. TONS F.W.	MOMENT TO TRIM 1' FT. TONS	TOTAL DEAD-WEIGHT TONS S.W.	KM-T FEET	LCB FEET AFT	LCF FEET AFT	MEAN KEEL DRAFT FT-IN	MEAN KEEL DRAFT METER	HYDRO-STATIC TABLE
17		1300		120	700			8.35			
			1200					8.5			
16	10.5	1200		115	800	16.58					
			1100			16.56	4.5	8.57			5
				110	500	16.54					
15		1100				16.52					
			1000			16.50	4.0	8.5			
				105	400	16.48					
14	10.0	1000		100	300	16.50	3.5				
			900			16.60	3.0	8.0			
				95	200	16.70					
13	9.5	800		90		16.80	2.5	7.0			
			700			16.80		6.0			
				85	100	17.00	2.0	5.0			
12	9.0	700		80		17.20		4.0			
			600			17.40	1.5	3.0			
				75							
11	8.5	600		70	0						
				65							

TON= 2240 LBS
LIGHT SHIP= 590 TONS

Εικόνα 7. General Cargo Ship hydrostatic table

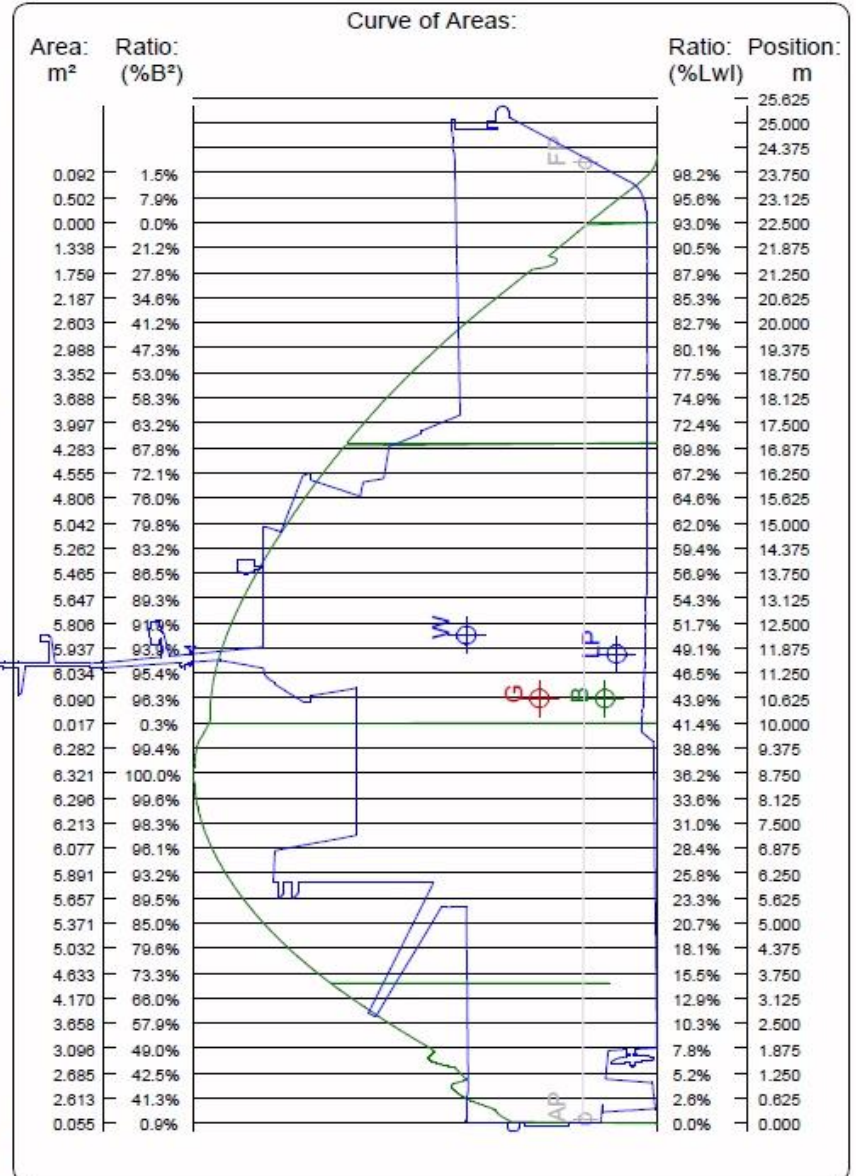
Hydrostatic Data, Heel=0.000°, Rδ=1.0250 (m, m², m³, m⁴, t):
 AP @ x=0.100, z=0.0, Imm.: 1.572, FP @ x=24.000, z=0.0, Imm.: 1.494, Trim: 0.078 (0.187°)
 Aft Mark @ x=0.100, z=1.500, Imm.: 0.072, Fore Mark @ x=24.000, z=1.500, Imm.: -0.006 m

Immersed Hull:	
Total Displacement	104.708
Volume	102.15
L Center of Buoyancy	10.607
T Center of Buoyancy	0.000
V Center of Buoyancy	1.033
Wetted Surface Area	197.02
Prismatic Coefficient	0.67022
Block Coefficient	0.41236
LV ^{1/3}	5.15788

Waterplane:	
Waterplane Area	123.30
Floatation Area Ratio	0.76355
L Center Floatation	9.693
X Fore Floatation	24.111
X Aft Floatation	0.000
Length of Waterline	24.111
Breadth of Waterline	6.701
Height of Mt (KMT)	4.630
Height of MI (KMI)	44.194
Trsv Met. Radius (BMT)	3.597
Lng Met. Radius (BMI)	43.161
Free Surf. Momt (Trsv.)	0.000
Free Surf. Momt (Lngt.)	0.000

Max Cross Section:	
B ² Area	6.321
B ² Area Ratio	0.61526
L Center of B ²	8.752
T Center of B ²	0.000
V Center of B ²	1.013

Lateral Plane:	
Min Free Board	1.724
Draft at waterline	1.783
Lateral Plane Area	36.280
Lateral Plane Ratio	0.84391
L Center Lat. Plane	11.722
V Center Lat. Plane	0.755
Windage Area	116.95
L Center of Windage	12.193
V Center of Windage	4.368
VCW-VCLP	3.613
LCW-LCLP	0.471
LCW-LCLP % LBP	1.97 %



GZT	-0.004	GZL	0.000
GMT	2.019	GML	41.584
GMTC	2.019	GMLC	41.584
UMt	3.690	UMI	1.822
OGT	1.073	OGL	1.073

C.G.:	Total:	Solid:	Liquid:
Wgt:	104.708	99.9947	4.7136
LCG:	10.612	10.571	11.482
VCG:	2.611	2.688	0.968
TCG:	0.004	-0.002	0.128

Example / Damage 100% Supply / Intact Ship:
 User Number One / Thu Apr 18 15 07 23 2013

MAAT Hydro Turbo++ Rev. 7.4
 Smt+ M.Res.

Κατά την διάρκεια ζωής ενός πλοίου η συνεχής μεταβολή του φορτίου του και μερικές φορές και του βάρους της σιδηροκατασκευής του, όπως συμβαίνει στην περίπτωση μετασκευής του, έχουν ως αποτέλεσμα τη συνεχή μεταβολή των

συνθηκών πλευσεως του (εκτόπισμα, βύθισμα και διαγωγή). Οι υπολογισμοί έχουν ως στόχο να παρέχουν τις ιδιότητες των επιφανειών ή του όγκου των υφάλων ενός πλοίου, πληροφορίες που είναι απαραίτητες για την πραγματοποίηση υπολογισμών σχετικά με την πλευστότητα και την ευστάθειά του σε διάφορες καταστάσεις φορτώσεως. Επειδή οι υπολογισμοί των διαφόρων γεωμετρικών ιδιοτήτων των επιφανειών των ισάλων και του όγκου των υφάλων του πλοίου είναι αρκετά επίπονοι, συνήθως γίνονται μια φορά, στη φάση της σχεδιάσεώς του και τα σχετικά αποτελέσματα αποτυπώνονται με τη μορφή μιας δέσμης από καμπύλες σε ένα βασικό σχέδιο , γνωστό ως **υδροστατικό διάγραμμα** (hydrostatic sheet) , ή **υδροστατικές καμπύλες** (hydrostatic curves). Το υδροστατικό διάγραμμα μας δίνει, για κάθε μέσο βύθισμα ή πιο σωστά για το βύθισμα στο κέντρο πλευστότητας, τις γεωμετρικές ιδιότητες της επιφάνειας της ισάλου και αυτές του όγκου των υφάλων του κάτω από αυτήν. Επί πλέον , το υδροστατικό διάγραμμα παρέχει και άλλες πληροφορίες πολύ χρήσιμες για τους χειριστές των πλοίων , που μπορούν εύκολα να υπολογιστούν από τις γεωμετρικές ιδιότητες των επιφανειών των ισάλων και του όγκου των υφάλων του.

Στη συνέχεια περιγράφονται συνοπτικά οι πληροφορίες που περιέχει το υδροστατικό διάγραμμα.

1) **Όγκος εκτοπίσματος – Εκτόπισμα σε γλυκό νερό** (volume of displacement – displacement in fresh water).

Προκύπτει με απ' ευθείας ολοκλήρωση , κατά μήκος των επιφανειών των εγκάρσιων τομών ή καθ' ύψος των επιφανειών των ισάλων. Διακρίνουμε όγκο ή εκτόπισμα αναφοράς (molded volume , molded displacement) και όγκο ή εκτόπισμα ολικό (volume overall , displacement overall) που αποτελούν μεγέθη , τα οποία περιλαμβάνουν και τον όγκο των ελασμάτων του περιβλήματος, αλλά και άλλων προεξοχών που βρίσκονται έξω από την κυρίως γάστρα, όπως είναι το πηδάλιο , τα στηρίγματα αξόνων κ.λπ.

2) **Εκτόπισμα σε θάλασσα** (displacement in salt water).

Η πυκνότητα του θαλάσσιου νερού μεταβάλλεται σε συνάρτηση με την περιοχή , τη θερμοκρασία , την αλατότητα και άλλα στοιχεία. Για τα πλοία επιφάνειας ο υπολογισμός του εκτοπίσματος γίνεται σε μια μέση πυκνότητα που λαμβάνεται ίση με 1,025. Σε πλοία όπου ο υπολογισμός του βάρους πρέπει να είναι πολύ ακριβής (υποβρυχια ή πλοία επιφάνειας κατά τη διάρκεια του πειράματος ευστάθειας) λαμβάνεται υπόψη η ακριβής τιμή της πυκνότητας του

θαλάσσιου νερού. Στο υδροστατικό διάγραμμα δίνεται το εκτόπισμα του πλοίου σε θάλασσα για μέση πυκνότητα ίση με 1,025.

3) **Διαμήκης θέση του κέντρου όγκου (LONGITUDINAL Center of Buoyancy – LCB)**

Είναι η διαμήκης απόσταση του κέντρου όγκου του πλοίου (κέντρο αντώσεως) από τον άξονα αναφοράς για διαμήκεις μετρήσεις και μετρείται σε m ή ft. Παλιότερα ως άξονα αναφοράς χρησιμοποιούσαν το μέσο του πλοίου. Σήμερα έχει επικρατήσει η μέτρηση να γίνεται από την πρυμναία κάθετο. Η διαμήκης θέση του κέντρου όγκου βρίσκεται με ολοκλήρωση κατά μήκος, των ροπών των επιφανειών των εγκαρσίων τομών και στη συνέχεια με διαίρεση του αποτελέσματος με τον όγκο.

4) **Κατακόρυφη θέση του κέντρου όγκου (vertical center of buoyancy – VCB).**

Είναι η κατακόρυφη απόσταση του κέντρου όγκου του πλοίου πάνω από το βασικό επίπεδο αναφοράς και μετρείται σε m ή ft. Υπολογίζεται με ολοκλήρωση καθ' ύψος , των ροπών των επιφανειών των ισάλων και στη συνέχεια διαίρεση του αποτελέσματος με τον όγκο.

5) **Ιδιότητες ισάλου.**

Οι ιδιότητες ισάλου που μας είναι χρήσιμες στους υπολογισμούς είναι :

α) Το εμβαδόν επιφάνειας ισάλου.

β) Η ροπή αδράνειας επιφάνειας ισάλου ως προς το διαμήκη άξονα συμμετρίας.

γ) Η ροπή αδράνειας ισάλου ως προς εγκάρσιο άξονα που περνά από το κέντρο πλευστότητας .

δ) Η διαμήκης θέση του κέντρου πλευστότητας (longitudinal center of floatation LCF) που εκφράζει την απόσταση του κέντρου πλευστότητας από τον άξονα αναφοράς για διαμήκεις μετρήσεις (μέσο του πλοίου ή πρυμναία κάθετο).

6) **Τόνοι ανά εκατοστό (TPC) ή τόνοι ανά ίντσα (TPI) παράλληλης βυθίσεως.**

Το μέγεθος αυτό δίνει την αύξηση του εκτοπίσματος του πλοίου σε θάλασσα (πυκνότητας 1,025), όταν αυτό βυθιστεί παράλληλα κατά ένα cm ή μια in αντίστοιχα (σε θάλασσα πυκνότητας 1,025).

7) **Κατακόρυφη θέση εγκάρσιου μετάκεντρου.**

Εκφράζει την κατακόρυφη απόσταση του εγκάρσιου μετάκεντρου πάνω από το βασικό επίπεδο αναφοράς. Εκφράζεται σε m ή ft.

8) **Κατακόρυφη θέση διαμήκους μετάκεντρου.**

Εκφράζει την κατακόρυφη απόσταση του διαμήκους μετάκεντρου πάνω από το βασικό επίπεδο αναφοράς. Εκφράζεται σε m ή ft.

9) **Ροπή μεταβολής διαγωγής κατά ένα cm ή μια in.** (moment to change trim 1 cm , MTC)

Το μέγεθος αυτό δίνει τη ροπή που πρέπει να επενεργήσει στο πλοίο ώστε να αλλάξει η διαγωγή του κατά ένα cm ή μια in (σε θάλασσα πυκνότητας 1,025).

10) **Βρεχόμενη επιφάνεια του πλοίου** (wetted surface).

Παριστάνει το εμβαδόν της βρεχόμενης επιφάνειας των υφάλων του πλοίου.

11) **Αδιάστατοι συντελεστές μορφής γάστρας και ισάλου** (form coefficients).

Περιγράφουν σε αδιάστατη μορφή τη γάστρα του πλοίου και των ισάλων του, για σύγκριση με άλλα, πλοία ή για άλλες χρήσεις. Αρκετά συχνή χρήση έχουν οι συντελεστές:

- α) Συντελεστής εκτοπίσματος ή γάστρας.
- β) Πραγματικός συντελεστής.
- γ) Συντελεστής μέσης τομής.
- δ) Συντελεστής ισάλου επιφάνειας.

For Draft Survey

Defl. Corr.

[Click Here To Obtain Marks Fm D't Gauges](#)

Table for Calculation from Draft Gauges

Deflection	0.0330	SW Density	1.025
= Sag	0.0287	in M	LP's
Draft Gauge FWD	12.3600		12.3398
Draft Gauge AFT	12.7900		12.8189
Draft Gauge Mean	12.5750		12.5794
M of Means	12.6009	Trim	0.4791

Table for Calculation from Draft Marks

	Sea Water Density =		1.025
	Port	Stbd	LP's
Draft Marks FWD	12.3430	12.3430	12.3398
Draft Marks M'Ships	12.6080	12.6080	12.5794
Draft Marks AFT	12.7891	12.7891	12.8189
Draft Mean of Means	12.6009	Trim	0.4791

Deflection = Sag : 0.0287

Draft	TPC	MTC	LCF	LCB	LCG	HBG	TKM	Disp'ment	DWT
Gauges	86.73	1372.21	0.76	-8.09	-7.42	0.67	18.29	97840.7	84095.7
Marks	86.73	1372.21	0.76	-8.09	-7.42	0.67	18.29	97840.7	84095.7

Εικόνα 8. Hydrostatic Calculation Comparison table

2.5 Έλεγχος βλαβών – Απαιτήσεις στεγανής υποδιαιρέσεως.

2.5.1 Έλεγχος βλαβών. Γενικά.

Από 2520 πλοία που χάρθηκαν την περίοδο 1961-1969 (σχετική αναφορά του Lloyds Register), τα 679, δηλαδή ποσοστό 27%, χάρθηκαν από βύθιση ή ανατροπή. Αν λάβει κάποιος υπόψη του ότι μεγάλο ποσοστό από τις περιπτώσεις ανατροπής και το σύνολο σχεδόν των περιπτώσεων βυθίσεως οφείλεται σε απώλεια της υδατοστεγανότητας των πλοίων, αντιλαμβάνεται εύκολα την σημασία των μέτρων που αποβλέπουν στην προστασία του πλοίου από εξωτερικές διαρροές.

Η υδατοστεγανότητα οποιουδήποτε πλοίου μπορεί να απολεσθεί από αστοχία ή φθορά των στοιχείων της μεταλλικής κατασκευής του, από σύγκρουση με άλλο πλοίο ή από σύγκρουση στην ξηρά και προσάραξη.

Η αστοχία ή η φθορά στοιχείων της μεταλλικής κατασκευής μπορεί να αποφευχθεί όταν η κατασκευή είναι ικανοποιητική και όταν το κέλυφος του πλοίου και τα δίκτυα του

, που επικοινωνούν με την θάλασσα , συντηρούνται ικανοποιητικά. Η αποφυγή συγκρούσεων και προσaráξεων εξαρτώνται κυρίως από την ικανότητα του πλοιάρχου.

Όμως τα πλοία από την σχεδίαση τους έχουν δυνατότητες περιορισμού των παραπάνω ενδεχομένων , εξασφαλίζοντας έτσι , σε μεγάλο βαθμό , κατά πρώτο λόγο την επιβίωση των επιβατών και του πληρώματός τους και κατά δεύτερο την διάσωση , των ιδίων τω πλοίων και των φορτίων που μεταφέρουν . Η έκταση των παραπάνω δυνατοτήτων μεταβάλλεται ανάλογα με τον τύπο , τον προορισμό και τα χαρακτηριστικά κάθε πλοίου .

Φυσικά θα πρέπει να τονισθεί εδώ ότι όσα μέσα και δυνατότητες και αν διαθέτει ένα πλοίο , η σωστή χρησιμοποίησή τους την κατάλληλη ώρα είναι εκείνη που θα παίζει τον πιο σημαντικό ρόλο για την διάσωσή του .

Αν και το ενδεχόμενο εσωτερικής διαρροής στο πλοίο (από κάποιο δίκτυο θάλασσας) είναι αρκετά πιθανό , εδώ θα ασχοληθούμε μόνο με τις εξωτερικές διαρροές , δηλαδή με εκείνες που δημιουργούν ανεξέλεγκτη επικοινωνία εσωτερικών χώρων του πλοίου με το θαλάσσιο περιβάλλον .

Αν το πλοίο δεν είχε στεγανή υποδιαίρεση , κάθε εξωτερική διαρροή θα είχε ως αποτέλεσμα την κατάκλιση του συνόλου των εσωτερικών του χώρων . Αυτό θα δημιουργούσε τέτοια αύξηση του βάρους ή τέτοια προβλήματα ευστάθειας που η βύθιση του ή η ανατροπή του θα ήταν αναπόφευκτη .

Γι αυτό τα πλοία με στεγανές εγκάρσιες κυρίως φρακτές , έχουν μια σημαντική εσωτερική υποδιαίρεση που συντελεί στον περιορισμό :

1. Της μείωσης του επιπέδου ευστάθειας μετά από ενδεχόμενη κατάκλυση
2. Των ζημιών στο φορτίο
3. Της δημιουργίας υπέρμετρης διαγωγής
4. Της απώλεια εφεδρικής πλευστότητας

Για να έχει χρόνο το πλήρωμα να λάβει διάφορα διορθωτικά μέτρα σε περίπτωση κατακλύσεως (π.χ. Να κατεβάσει τις σωσίβιες λέμβους) θα πρέπει το πλοίο να μπορέσει να επιπλεύσει με κάπως ικανοποιητική ευστάθεια και χωρίς υπερβολική εγκάρσια κλίση . Όλα αυτά , με σωστούς χειρισμούς , μπορούν να εξασφαλιστούν μέσω τις εσωτερικής στεγανής υποδιαιρέσεως .

Από τα παραπάνω προκύπτει και η ιδιαίτερη σημασία που αποδίδουν όλοι οι κανονισμοί προστασίας του πλοίου από διαρροή στη στεγανή υποδιαίρεση σε σχέση με τις υπόλοιπες απαιτήσεις (αντλίες , δίκτυα , υλικά στεγανοποιήσεως κ.λπ.).

2 . 5 . 2 Συνοπτικές απαιτήσεις στεγανής υποδιαιρέσεως φορτηγών πλοίων.

Σ ε αρκετές περιπτώσεις , οι επιπτώσεις από την εισροή νερού σε ένα από τα κύτη ενός φορτηγού πλοίου που ταξιδεύει φορτωμένο, δεν είναι γενικά πολύ σημαντικές (εκτός από τη ζημία στο φορτίο), γιατί λόγω της υπάρξεως του φορτίου η ποσότητα του

νερού να εισρεύσει στα κύττα του είναι περιορισμένη. Όταν το πλοίο πάλι ταξιδεύει χωρίς φορτίο η ποσότητα του νερού που θα εισρεύσει είναι μεγάλη, αλλά το πλοίο έχει μεγάλη εφεδρική πλευστότητα. Σημαντικές επιπτώσεις στην πλευστότητα και ευστάθεια μπορεί να έχουν χώροι κάτω από την ίσαλο που δεν έχουν φορτίο, όπως είναι το μηχανοστάσιο.

Για τους παραπάνω λόγους, η διεθνής σύμβαση SOLAS δεν έχει ιδιαίτερα αυστηρές απαιτήσεις για τη στεγανή υποδιαίρεση των φορτηγών πλοίων.

Αντίθετα οι νηογνώμονες έχουν περιορισμένες. Για παράδειγμα, οι κανονισμοί του Lloyd's Register of Shipping προβλέπουν:

1. Την ύπαρξη εγκάρσιας στεγανής φρακτής προστασίας από σύγκρουση που να εκτείνεται σε μήκος από 5 έως 7,5 % του μήκους του πλοίου, προς την πρύμνη από το σημείο στο οποίο η ίσαλος τέμνει τη στείρα.
2. Την ύπαρξη στεγανής εγκάρσιας φρακτής στην πρύμνη που θα εξασφαλίζει ότι το σύστημα στεγανότητας του ελικοφόρου άξονα μπορεί να περικλειστεί σε ένα στεγανό διαμέρισμα.
3. Την ύπαρξη πρόσθετων εγκαρσίων φρακτών σε λογικές αποστάσεις μεταξύ τους.

Ειδικές απαιτήσεις στεγανής υποδιαίρεσεως καθορίζονται επίσης από τους κανονισμούς << περί γραμμής φορτώσεως >> για το χαρακτηρισμό ενός φορτηγού πλοίου (όχι δεξαμενόπλοιου) με μήκος άνω των 150μ. ως πλοίου τύπου Α. Σ' αυτήν την περίπτωση το πλοίο θα πρέπει να μπορεί να υποστεί κατάκλυση ενός οποιουδήποτε κενού χώρου χωρίς :

- 1) Η τελική ίσαλος, μετά την κατάκλυση, να είναι χαμηλότερη από οποιοδήποτε άνοιγμα θα μπορούσε να προκαλέσει προοδευτική κατάκλυση.
- 2) Η μεγίστη γωνία εγκάρσιας κλίσεως λόγω της κατακλύσεως να υπερβαίνει τις 15 μοίρες.
- 3) Το τελικό, μετά την κατάκλυση, μετακεντρικό ύψος να μην γίνεται αρνητικό (να παραμένει με θετική τιμή).

2.5.3 Συνοπτικές απαιτήσεις στεγανής υποδιαίρεσεως επιβατηγών πλοίων.

Κάθε πλοίο που μεταφέρει πάνω από 12 επιβάτες θεωρείται επιβατικό. Επειδή οι επιβάτες που μεταφέρονται από τα επιβατικά πλοία είναι πολλοί και όχι απαραίτητα εξοικειωμένοι με τη θάλασσα, οι διεθνείς, οι κοινοτικοί και οι εθνικοί κανονισμοί για την ασφάλεια της ανθρώπινης ζωής στη θάλασσα έχουν ειδικές απαιτήσεις για την στεγανή υποδιαίρεση αυτών των πλοίων.

Η ιδανική απόσταση ανάμεσα σε 2 διαδοχικές εγκάρσιες στεγανές φρακτές θα πρέπει να είναι λίγο μεγαλύτερη από το μήκος ρήγματος που καθορίζεται από τους

κανονισμούς . Σε αυτήν την περίπτωση ένα ρήγμα θα μπορούσε να δημιουργήσει επικοινωνία με την θάλασσα ενός ή το πολύ δυο στεγανών συνεχόμενων διαμερισμάτων .

Μικρότερη απόσταση των φρακτών από το μήκος του ρήγματος θα μπορούσε να δημιουργήσει επικοινωνία με την θάλασσα τριών συνεχόμενων στεγανών διαμερισμάτων .

Πολύ μεγαλύτερη απόσταση φρακτών από το μήκος πιθανού ρήγματος θα δημιουργούσε επικοινωνία με τη θάλασσα μεγαλύτερου μήκους του πλοίου .

Επειδή το μήκος ενός ρήγματος που μπορεί να παρουσιαστεί στην πράξη δεν είναι γνωστό και επειδή κατά τη διαμόρφωση της στεγανής υποδιαίρεσης του πλοίου θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη και η εξασφάλιση ικανοποιητικής λειτουργικότητας τους , άλλωστε προκύπτει και από την εφαρμογή των κανονισμών της Δ.Σ.SOLAS , ο καθορισμός μιας μέγιστης αποστάσεως μεταξύ των φρακτών του πλοίου .

Για την στοιχειώδη κατανόηση των σχετικών κανονισμών είναι χρήσιμοι οι παρακάτω ορισμοί :

1. Κατάστρωμα στεγανής υποδιαίρεσης (bulkhead deck) είναι το ανώτερο συνεχές κατάστρωμα , μέχρι το οποίο φτάνουν οι εγκάρσιες στεγανές φρακτές .
2. Γραμμή ορίου βυθίσεως (margin line) είναι μια νοητή γραμμή που βρίσκεται 76 mm κάτω από την ανώτερη όψη του καταστρώματος στεγανής υποδιαίρεσεως στην πλευρά του πλοίου .
3. Διαχωριτότητα (permeability) ενός χώρου είναι το ποσοστό κατά το οποίο μπορεί να γεμίσει με νερό ο χώρος . Κενός χώρος (χωρίς εσωτερικές ενισχύσεις) έχει διαχωριτότητα 100% , ενώ χώρος γεμάτος με υγρό έχει διαχωριτότητα 0% .
4. Κατακλύσιμο μήκος (floodable length) είναι το μήκος ενός θεωρητικού διαμερίσματος , η κατάκλιση του οποίου θα φέρει το πλοίο σε κάποια ίσαλο που θα εφάπτεται στη γραμμή ορίου βυθίσεως .
- 5.Καμπύλη κατακλυσίμων μηκών (floodable length curve) είναι μια καμπύλη που δείχνει , κατά μήκος του πλοίου , την τιμή σε μέτρα του κατακλύσιμου μήκους θεωρητικών διαμερισμάτων με διαπερατότητες που καθορίζονται από τους κανονισμούς . Η καμπύλη κατακλυσίμων μηκών ενός πλοίου προκύπτει από μια σειρά ναυπηγικών υπολογισμών που ξεφεύγουν από τα όρια.
- 6.Καμπύλη επιτρεπομένων μηκών (permissible length curve) είναι μια καμπύλη που προκύπτει από την καμπύλη κατακλυσίμων μηκών πολλαπλασιάζοντας τα ύψη των καμπυλών με το συντελεστή στεγανής υποδιαίρεσεως όπως προκύπτει από τους κανονισμούς .
7. Δείκτης κριτηρίου (criterion of service numeral , CS) είναι ένας αριθμός που υπολογίζεται σύμφωνα με τους κανονισμούς της συμβάσεως προστασίας της ανθρώπινης ζωής στην θάλασσα και εξαρτάται από την κατανομή των χώρων του πλοίου ανάμεσα στο μηχανοστάσιο και στους χώρους επιβατών πάνω και κάτω από τη γραμμή ορίου βυθίσεως.
- 8 .Ίσαλος στεγανής υποδιαίρεσεως (subdivision load line) είναι ίσαλος σχεδιάσεως του

πλοίου .

9.Μήκος στεγανής υποδιαιρέσεως (L) είναι το μήκος μεταξύ καθέτων που αντιστοιχεί στην ίσαλο στεγανής υποδιαιρέσεως .

10. Πλάτος (B) στεγανής υποδιαιρέσεως είναι το μέγιστο πλάτος του πλοίου επί η κάτω από την ίσαλο στεγανής υποδιαιρέσεως .

11. Βύθισμα (d) στεγανής υποδιαιρέσεως είναι το βύθισμα που αντιστοιχεί στην ίσαλο στεγανής υποδιαιρέσεως .

12. Συντελεστής υποδιαιρέσεως (factor of subdivision f_s) είναι ένας συντελεστής με τιμή ίση η μικρότερη από την μονάδα , ο οποίος όταν πολλαπλασιάζεται με το κατακλύσιμο μήκος , σε οποιοδήποτε σημείο κατά μήκος του πλοίου , δίνει το μέγιστο επιτρεπόμενο μήκος διαμερίσματος που έχει μέσο το αντίστοιχο σημείο . Ο συντελεστής αυτός :

α. ελαττώνεται όσο αυξάνεται το μήκος του πλοίου

β. αυξάνεται όταν ο κυρίως σκοπός του πλοίου είναι πιο πολύ η μεταφορά επιβατών και λιγότερο η μεταφορά φορτίων.

Με την εφαρμογή των κανονισμών της Δ.Σ SOLAS βρίσκεται ο συντελεστής υποδιαιρέσεως και στην συνέχεια προκύπτει , από την καμπύλη κατακλυσίμων μηκών , η καμπύλη επιτρεπομένων μηκών διαμερισμάτων .

Οι στεγανές φρακτές του πλοίου θα πρέπει να είναι έτσι τοποθετημένες ώστε η απόσταση τους να μην είναι μεγαλύτερη από εκείνη που προκύπτει από την παραπάνω καμπύλη για το μέσο του διαμερίσματος .

Όταν η τιμή του συντελεστή υποδιαιρέσεως είναι η μονάδα η καμπύλη επιτρεπομένων μηκών συμπίπτει με την καμπύλη κατακλυσίμων μηκών .Όλα τα παραπάνω αφορούν στην πλευστότητα του πλοίου .

Η διάταξη της στεγανής υποδιαιρέσεως του πλοίου επηρεάζεται και από τις απαιτήσεις των κανονισμών για την ύπαρξη και ικανοποιητικής ευστάθειας μετά από βλάβη (επικοινωνία διαμερίσματος ή διαμερισμάτων με την θάλασσα). Το σύνολο των απαιτήσεων που πρέπει να εκπληρώνει ένα επιβατικό πλοίο σύμφωνα με τους κανονισμούς , είναι :

1. Η ίσαλος μετά την κατάκλυση δεν πρέπει να βρίσκεται σε κανένα σημείο πάνω από την γραμμή του ορίου βυθίσεως .

2. Σε περίπτωση συμμετρικής κατακλύσεως το μετακεντρικό ύψος που απομένει δεν πρέπει να είναι μικρότερο από 0.05 m.

3. Σε περίπτωση ασύμμετρης κατακλύσεως , η εγκάρσια κλίση δεν πρέπει να υπερβαίνει τις 7 μοίρες .

Για να εξασφαλιστούν οι παραπάνω απαιτήσεις γίνονται διάφοροι υπολογισμοί των οποίων τα αποτελέσματα περιλαμβάνουν συχνά και ειδικούς περιορισμούς στην χρησιμοποίηση κάθε συγκεκριμένου πλοίου που είναι αναγκαίοι ώστε να μπορέσουν σε περίπτωση κατακλύσεως να ικανοποιηθούν οι απαιτήσεις . Οι περιορισμοί αυτοί με τη μορφή κειμένου ή / και διαγραμμάτων παραδίνονται , υποχρεωτικά , στο πλοίαρχο . Η

τήρηση των περιορισμών από τον πλοίαρχο έχει τεράστια σημασία στην προστασία του πλοίου από το ενδεχόμενο διαρροής και είναι αυστηρά υποχρεωτική .
Στους περιορισμούς καθορίζονται λεπτομέρειες όπως το μέγιστο και το ελάχιστο βύθισμα του πλοίου , η θέση του κέντρου βάρους κατά την κατακόρυφο , ο τρόπος χρησιμοποίησεως των δεξαμενών του πλοίου κ.α .

2 . 5 . 4 . Πρακτικά μέτρα προστασίας από ενδεχόμενη διαρροή .

Έχουμε ήδη αναφερθεί πολύ συνοπτικά στο θεωρητικό μέρος των μέτρων προστασίας από ενδεχόμενο διαρροής . Σε πολλά πλοία όμως , από παραμέληση της συντηρήσεως η στεγανή υποδιαίρεση που φαίνεται στα σχέδια του πλοίου δεν υπάρχει στην πράξη . Το επίπεδο επομένως της πραγματικής προστασίας είναι πολύ χαμηλό .

Τα πληρώματα και ιδιαίτερα οι αξιωματικοί των πλοίων θα πρέπει για την προστασία από ενδεχόμενη διαρροή να έχουν υπόψη τους τα παρακάτω :

1. Εξοικείωση με τις δυνατότητες προστασίας του πλοίου και με τους απαραίτητους περιορισμούς στην σωστή χρησιμοποίησή του .
2. Εξοικείωση με τα μέσα καταπολεμήσεως διαρροής και με τη γενική διάταξη του πλοίου και των συστημάτων του .
3. Σχολαστική διατήρηση της υδατοστεγανότητας του πλοίου , φρακτές σε καλή κατάσταση και στεγανές θύρες κλειστές όπως προβλέπεται .
4. Φόρτωση όπως προβλέπεται από τις μελέτες και τα σχέδια .
5. Φόρτωση υγρών στις δεξαμενές καθώς και υγρού έρματος όπως προβλέπεται από τις μελέτες και τα σχέδια .
6. Συνεχής παρακολούθηση των στοιχείων ευστάθειας του πλοίου .
7. Αποφυγή προσθήκης μη προβλεπομένων βαρών στο κατάστρωμα ή σε ψηλότερα σημεία .
8. Έπαρξη στο πλοίο και σχολαστική συντήρηση του υλικού στεγανοποίησεως διαρροών , όπως τσιμέντο ταχείας πήξεως και υλικό υποστυλώσεως .

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3° : ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΑΝΟΝΙΣΜΩΝ ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΗΝ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑ ΚΑΙ ΣΤΕΓΑΝΗ ΥΠΟΔΙΑΙΡΕΣΗ ΤΩΝ ΠΛΟΙΩΝ.

3.1 Γενικά.

Κάθε πλοίο πρέπει να έχει επαρκή ευστάθεια , ώστε να μπορεί να πλέει με ασφάλεια σε όλες τις καταστάσεις φορτώσεως του .

Όπως έχουμε ήδη αναφέρει θεωρούμε πως ένα πλοίο βρίσκεται σε άθικτη κατάσταση (intact condition) , όταν κανένα από τα διαμερίσματα του δεν βρίσκεται σε ελεύθερη επικοινωνία με τη θάλασσα . Αντίθετα , λέμε ότι το πλοίο βρίσκεται σε κατάσταση βλάβης (damaged condition) , αν ένα ή περισσότερα διαδοχικά ή μη στεγανά διαμερίσματα του βρίσκονται σε ελεύθερη επικοινωνία με τη θάλασσα. Για παράδειγμα , αν σε ένα πλοίο δημιουργηθεί ρήγμα του εξωτερικού του κελύφους πάνω σε μια εγκάρσια φρακτή λέμε ότι έχει υποστεί βλάβη σε δύο στεγανά διαμερίσματα .

Τα πλοία γενικά κατασκευάζονται έτσι , ώστε να μπορούν να διασωθούν ακόμα και με κάποιο μέγεθος βλάβης στη στεγανή τους υποδιαίρεση .

Αυτό ισχύει πολύ περισσότερο για επιβατικά πλοία και λιγότερο για τα φορτηγά. Από τα παραπάνω εύκολα μπορεί να συμπεράνει κάποιος ότι για την ασφάλεια κάθε πλοίου είναι απαραίτητο :

1. Το πλοίο να έχει την απαραίτητη ευστάθεια στην άθικτη κατάσταση .
2. Το επίπεδο ευστάθειας στην άθικτη κατάσταση να είναι τέτοιο , ώστε να εξασφαλίζεται η ύπαρξη , σε κατάσταση βλάβης , ενός αποδεκτού ελάχιστου επιπέδου ευστάθειας .
3. Η διάταξη του πλοίου να είναι τέτοια , ώστε τα αποτελέσματα από πιθανή σύγκρουση ή προσάραξη του να μην επεκτείνονται πέρα από την περιοχή που θα υποστεί την άμεση ζημιά . Για το λόγο αυτό δημιουργείται στα πλοία το προωαίο στεγανό συγκρούσεως (fore peak) και οι χώροι των διπύθμων (double bottom tanks) . Για τους ίδιους λόγους τα πλοία υποδιαιρούνται , με εγκάρσιες κυρίως στεγανές φρακτές , σε έναν αριθμό στεγανών διαμερισμάτων .
4. Να υπάρχει στην άθικτη κατάσταση η απαραίτητη εφεδρική πλευστότητα ώστε μετά από την επικοινωνία ενός αριθμού συνεχόμενων στεγανών διαμερισμάτων του πλοίου με τη θάλασσα να μην δημιουργούνται συνθήκες που θα είχαν ως αποτέλεσμα τη δημιουργία συνθηκών που θα μπορούσαν να οδηγήσουν στη βύθιση του .

Λόγω της σοβαρότητας τους όλα τα παραπάνω θέματα δεν αφήνονται στην κρίση του ναυπηγού του πλοίου ή του πλοιοκτήτη . Αντίθετα διάφοροι εθνικοί ή διεθνείς κανονισμοί καθορίζουν ποσοτικά ανάλογα με τον τύπο και προορισμό του κάθε πλοίου , τις αντίστοιχες απαιτήσεις .

Ο πλοίαρχος κάθε εμπορικού πλοίου είναι υποχρεωμένος να χρησιμοποιεί τις δυνατότητες του πλοίου του (δεξαμενές , κύτη , αριθμός επιβατών) κατά τρόπο που να εξασφαλίζει τη συνεχή (σε όλη την διάρκεια κάθε ταξιδιού) ικανοποίηση των σχετικών απαιτήσεων των κανονισμών .

3.2 Απαιτήσεις ευστάθειας φορτηγών πλοίων .

Οι νηογνώμονες και οι διάφορες εθνικές αρχές ελέγχου της ναυσιπλοΐας του κράτους του οποίου τη σημαία φέρει ένα πλοίο ή του λιμανιού στο οποίο πραγματοποιείται η φόρτωση του καθορίζουν συχνά το απαραίτητο επίπεδο ευστάθειας στην άθικτη κατάσταση των φορτηγών πλοίων .

Παρακάτω δίνονται για παράδειγμα οι κανονισμοί ευστάθειας στην άθικτη κατάσταση που εκδόθηκαν το 1968 από τον IMO (International Maritime Organization) για επιβατικά και φορτηγά πλοία με μήκος μέχρι 100 μέτρων :

1. Η επιφάνεια κάτω από την καμπύλη μοχλοβραχιόνων επαναφοράς (καμπύλη GZ) δεν πρέπει να είναι μικρότερη από 0,055 μετροακτίνια μέχρι γωνία εγκάρσιας κλίσεως 30 μοίρες και όχι μικρότερη από 0,09 μετροακτίνια μέχρι γωνία 40 μοιρών . Επιπλέον η επιφάνεια κάτω από την καμπύλη μοχλοβραχιόνων επαναφοράς που βρίσκεται ανάμεσα στις γωνίες 30-40 μοιρών δε θα πρέπει να είναι μικρότερη από 0,03 μικροακτίνια .
2. Ο βραχίονας επαναφοράς GZ θα πρέπει να έχει τιμή όχι μικρότερη από 0,20 μέτρα σε κάποια γωνία εγκάρσιας κλίσεως μεγαλύτερη ή ίση με 30 μοίρες .
3. Ο μέγιστος βραχίονας επαναφοράς είναι επιθυμητό να εμφανίζεται σε γωνία εγκάρσιας κλίσεως πάνω από 30 μοίρες , αλλά πάντως όχι μικρότερη από 25 μοίρες .
4. Το αρχικό μετακεντρικό ύψος GM δε θα πρέπει να είναι μικρότερο από 0,15 μέτρα .

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον για τους πλοiάρχους παρουσιάζει το παρακάτω απόσπασμα από τους κανονισμούς IMO :

<< Η συμμόρφωση με τους κανονισμούς δεν εξασφαλίζει πλήρως τη μη ανατροπή του πλοίου και δεν απαλλάσσει τον πλοiάρχο απ τις ευθύνες του . Οι πλοiάρχοι θα πρέπει να επιδεικνύουν προσοχή και ναυτικότητα (Good seamanship) σε συσχετισμό με την εποχή του έτους, την πρόγνωση καιρού και τη ναυτιλιακή περιοχή και με βάση τα παραπάνω , να επιλέγουν την απαραίτητη πορεία και ταχύτητα >>.

3.3 Απαιτήσεις ευστάθειας των ελληνικών επιβατικών πλοίων στην άθικτη κατάσταση.

Σύμφωνα με τους σχετικούς κανονισμούς , ένα πλοίο χαρακτηρίζεται ως επιβατικό όταν μεταφέρει περισσότερους από 12 επιβάτες . Επιβάτες θεωρούνται όλοι όσοι επιβαίνουν στο πλοίο και δεν ανήκουν στο πλήρωμα ή δεν χρησιμοποιούνται για την κάλυψη διαφόρων αναγκών του . Επίσης δε θεωρούνται επιβάτες τα νήπια ηλικίας κάτω του ενός έτους .

Οι απαιτήσεις ως προς την ευστάθεια των ελληνικών επιβατικών πλοίων στην άθικτη κατάσταση περιέχονται στον κανονισμό << περί εγκρίσεως και θέσεως εις εφαρμογήν κανονισμού περί ευστάθειας επιβατικών πλοίων >> . Για την εφαρμογή αυτού του κανονισμού , τα ταξίδια που εκτελούν τα πλοία χαρακτηρίζονται σε :

1. Διεθνή , από ελληνικά λιμάνια σε ξένα ή αντίστροφα .
2. Μικρά διεθνή , όταν το πλοίο δεν απομακρύνεται περισσότερο από 200 ν.μ από λιμάνια ή άλλα σημεία της ακτής , όπου θα ήταν δυνατό να αποβιβαστούν οι επιβάτες.
3. Μεγάλα διεθνή . Έτσι χαρακτηρίζονται τα διεθνή ταξίδια που δεν είναι μικρά .
4. Περιορισμένης εκτάσεως . Στην κατηγορία αυτή περιλαμβάνονται σύντομα ταξίδια στο ίδιο ή συνεχόμενο όρμο , τα οποία εκτελούνται συνήθως κατά τη διάρκεια της ημέρας .
5. Τοπικά , όταν το πλοίο δεν απομακρύνεται από την ακτή πάνω από 3 ν.μ και τα ταξίδια που πραγματοποιούνται ανάμεσα σε λιμάνια που δεν απέχουν μεταξύ τους πάνω από 6 ν.μ .
6. Ακτοπλοΐας. Στην κατηγορία αυτή περιλαμβάνονται τα ταξίδια που δεν είναι διεθνή , ούτε τοπικά , ούτε περιορισμένης εκτάσεως .

Με βάση τα ταξίδια που πραγματοποιεί κάθε επιβατικό πλοίο κατατάσσεται σε μία από τις παραπάνω έξι κατηγορίες . Οι απαιτήσεις ως προς την ευστάθεια καθορίζονται ξεχωριστά για κάθε κατηγορία και καλύπτουν :

1. Την ευστάθεια του πλοίου στην περίπτωση μετακινήσεως του συνόλου των επιβατών προς τη μία πλευρά του πλοίου στα ανώτερα καταστρώματα του.
2. Την ευστάθεια του πλοίου όταν αντιμετωπίζει την πνοή ισχυρού ανέμου από την πλευρά .

Ανάλογες απαιτήσεις (λιγότερο αυστηρές) προβλέπονται και για τις άλλες κατηγορίες επιβατικών πλοίων . Ιδιαίτερα η ικανοποίηση των απαιτήσεων σε περίπτωση μετακινήσεως επιβατών οδηγεί στον καθορισμό ενός μέγιστου αριθμού επιβατών που μπορεί να μεταφέρει κάθε επιβατικό πλοίο . Διευκρινίζεται όμως ότι ο μέγιστος αυτός αριθμός μπορεί να γίνει μικρότερος λόγω της ανάγκης ικανοποιήσεως και άλλων κανονισμών (ευστάθεια και στεγανή υποδιαίρεση σε κατάσταση βλάβης , επάρκεια ενδιαιτήσεων) .

Ο κανονισμός προβλέπει τις εξής σημαντικές υποχρεώσεις του πλοιάρχου :

1. Ο πλοίαρχος θα πρέπει να παραλάβει από τον πλοιοκτήτη , σε γραπτή μορφή , όλες τις σχετικές με τα παραπάνω θέματα πληροφορίες , περιλαμβανομένων και των οδηγιών ερματισμού του πλοίου .

2. Ο πλοίαρχος είναι υπεύθυνος για την τήρηση των σχετικών οδηγιών .
3. Σε περίπτωση αποχωρήσεως , ο απερχόμενος πλοίαρχος έχει την υποχρέωση να παραδώσει στον αντικαταστάτη του με πρωτόκολλο τις σχετικές οδηγίες .

3.4 Απαιτήσεις στεγανής υποδιαίρεσης και ευστάθειας επιβατικών πλοίων σε κατάσταση βλάβης .

Οι απαιτήσεις που αφορούν στη στεγανή υποδιαίρεση και στην ευστάθεια των επιβατικών πλοίων καθορίζονται λεπτομερώς στην διεθνή σύμβαση για την ασφάλεια της ανθρώπινης ζωής στη θάλασσα (SOLAS 1974) .

Συνοπτικά , οι απαιτήσεις αυτές περιλαμβάνουν :

1. Τη δυνατότητα από κάθε επιβατικό πλοίο να υποστεί κατάκλυση ενός αριθμού συνεχόμενων στεγανών διαμερισμάτων του , όπως καθορίζονται από τους κανονισμούς , χωρίς αυτό το συμβάν να έχει ως αποτέλεσμα την προοδευτική κατάκλυση και άλλων διαμερισμάτων του πλοίου , επακόλουθο που θα οδηγούσε στη βύθιση του .
2. Την ικανοποίηση , μετά την κατάκλυση των παραπάνω χώρων , των εξής απαιτήσεων ευστάθειας :
 - α. σε περίπτωση συμμετρικής κατακλύσεως το μετακεντρικό ύψος που απομένει να μην είναι μικρότερο από 0.05 m.
 - β. σε περίπτωση ασύμμετρης κατακλύσεως , η εγκάρσια κλίση να μην υπερβαίνει τις 7 μοίρες ή τη γωνία εκείνη που θα είχε ως αποτέλεσμα τη βύθιση στο νερό της ακμής της πλευράς του καταστρώματος στεγανής υποδιαίρεσεως .

Σύμφωνα με τα καθοριζόμενα στους σχετικούς κανονισμούς , ο πλοίαρχος κάθε επιβατικού πλοίου θα πρέπει :

1. Να γνωρίζει τις προϋποθέσεις και να εφαρμόζει ανελλιπώς τους αναγκαίους περιορισμούς για την ικανοποίηση , σε περίπτωση κατακλύσεως των παραπάνω απαιτήσεων . Στους περιορισμούς αυτούς καθορίζονται λεπτομέρειες , όπως το μέγιστο και ελάχιστο βύθισμα του πλοίου , η θέση του κέντρου βάρους κατά την κατακόρυφο , ο τρόπος χρησιμοποίησεως των δεξαμενών .
2. Να τηρεί με σχολαστικότητα όλα τα μέτρα που εξασφαλίζουν ότι η στεγανή υποδιαίρεση του πλοίου βρίσκεται συνεχώς σε άριστη κατάσταση έτσι ώστε οποιαδήποτε διαρροή σε κάποιο στεγανό διαμέρισμά του να μην επεκταθεί και πέρα από αυτό .

Οι απαιτήσεις αρχικού μετακεντρικού ύψους που εξασφαλίζουν την τήρηση των παραπάνω κανονισμών σε περίπτωση βλάβης περιέχονται στη μελέτη ευστάθειας μετά από βλάβη του πλοίου .

Τα αποτελέσματα , προκειμένου να μπορούν να χρησιμοποιούνται εύκολα από

τον πλοίαρχο , δίνονται σε ένα διάγραμμα συσχετισμού του απαιτούμενου αρχικού μετακεντρικού ύψους με το βύθισμα του πλοίου.

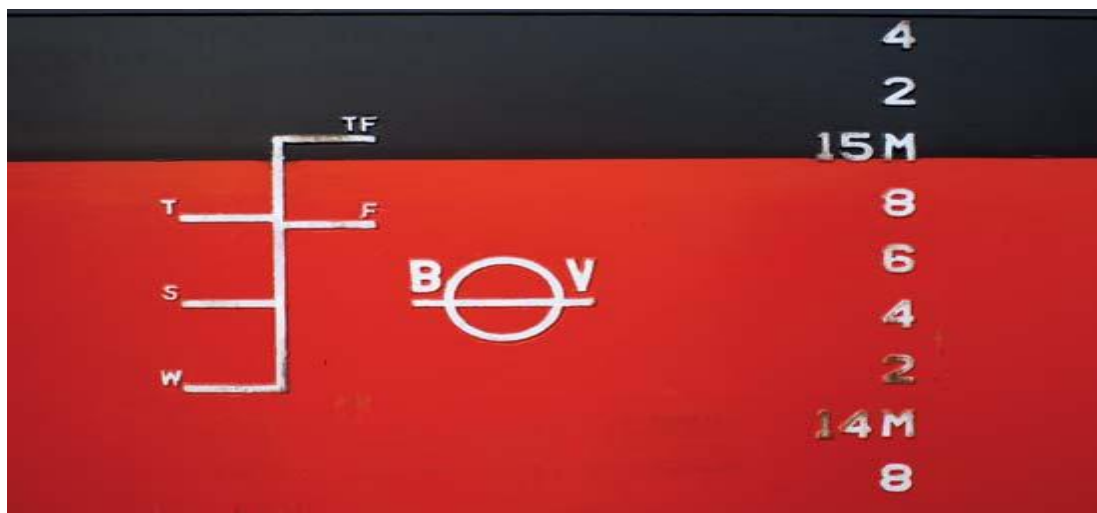
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4° : INTERNATIONAL LOAD LINE CONVENTION.

Έγκριση: 5 του Απρίλη του 1966. Έναρξη ισχύος: 21, Ιουλίου του 1968.

Από καιρό έχει αναγνωριστεί ότι οι περιορισμοί σχετικά με το σχέδιο στο οποίο ένα πλοίο μπορεί να φορτωθεί κάνει μια σημαντική συμβολή στην ασφάλεια της. Τα όρια αυτά δίνονται με τη μορφή εξάλων, τα οποία αποτελούν, εκτός από την εξωτερική υδατοστεγής και στεγανότητα, ο κύριος στόχος της Σύμβασης.

Η πρώτη Διεθνής Σύμβαση περί γραμμών φορτώσεως πλοίων, που θεσπίστηκε το 1930, βασίστηκε στην αρχή της εφεδρικής πλευστότητας, αν και αναγνωρίστηκε στη συνέχεια ότι το ύψος των εξάλων πρέπει επίσης να εξασφαλίζει επαρκή σταθερότητα και να αποφευχθεί η υπερβολική πίεση στο κύτος του πλοίου ως αποτέλεσμα της υπερφόρτωσης.

Στην σύμβαση γραμμών φορτώσεως 1966, που εγκρίθηκε από τον IMO, οι προβλέψεις για τον προσδιορισμό της εξάλων των πλοίων από υποδιαίρεσης και υπολογισμού ευστάθειας σε περίπτωση βλάβης. Οι κανονισμοί λαμβάνουν υπόψη τους πιθανούς κινδύνους που υπάρχουν σε διαφορετικές ζώνες και διαφορετικές εποχές. Το τεχνικό παράρτημα περιέχει αρκετά πρόσθετα μέτρα ασφαλείας για πόρτες, θυρίδες εκροής, στόμια και άλλα αντικείμενα. Ο κύριος σκοπός αυτών των μέτρων είναι να εξασφαλιστεί η στεγανότητα του κύτους των πλοίων κάτω από το κατάστρωμα εξάλων. Όλα ανατεθεί γραμμές φορτίου πρέπει να αναγράφεται στο μέσο του πλοίου σε κάθε πλευρά του πλοίου, μαζί με την γραμμή καταστρώματος.



Εικόνα 9. The Plimsoll Line (or International Line) is the internationally agreed-upon reference line marking the loading limit of cargo ships.

INTERNATIONAL LOAD LINE CERTIFICATE (1966)

Issued under the provisions of the International Convention on Load Lines, 1966, under the authority of the Government of the

UNITED STATES OF AMERICA
Commandant, U.S. Coast Guard
by the AMERICAN BUREAU OF SHIPPING

Name of Ship	Official Number or Distinctive Letters	Port of Registry	Length (L) as defined in Article 2(8): i.e., 46 CFR 42.13-15
SITKA PROVIDER	1154540	FALLING WATERS, WVA	344.64 ft.

Freeboard assigned as: *

A new ship

Type of Ship: *

Type "B" - 25%

* Delete whatever is inapplicable

Freeboard from Deck Line

Tropical	4 feet	7 inches (T)
Summer	4 feet	11 1/4 inches (S)
Winter	5 feet	3 1/2 inches (W)
Winter North Atlantic	feet	inches (WNA)

Load Line

4 1/4 inches above (S)
Upper edge of line through center of ring
4 1/4 inches below (S)
inches below (S)

Note: Freeboards and load lines which are not applicable need not be entered on the certificate.

allowance for fresh water for all freeboards 4 5/16 inches.

Note: All measurements are to upper edge of the respective horizontal lines.

The upper edge of the deck line from which these freeboards are measured is: opposite top of upper steel deck at side

This certificate is valid for unmanned operation only so long as the operating restrictions in the stability letter dated 17 June 2004, are observed



Date of initial or periodical survey 17 June 2004

THIS IS TO CERTIFY that this ship has been surveyed and that the freeboards have been assigned and load lines shown above have been marked in accordance with the International Convention on Load Lines, 1966.

This certificate is valid until 17 June 2009 subject to annual surveys in accordance with article 14(1)(c) of the Convention, and endorsement thereof on the reverse side of the Certificate.

** At the expiration of this certificate, applicable reissuance should be obtained in accordance with the Load Line Regulations.

Issued at Portland, OR on 17 June 2004

The undersigned declares that he is duly authorized by the said Government to issue this Certificate.

William R. White

Surveyor American Bureau of Shipping



Το παράρτημα I διαιρείται σε τέσσερα κεφάλαια:

- Κεφάλαιο I – Γενικά
- Κεφάλαιο II - Όροι καθορισμού των εξάλων
- Κεφάλαιο III - Ύψος εξάλων
- Κεφάλαιο IV - Ειδικές απαιτήσεις για πλοία ύψη εξάλων ξυλίας.

Το παράρτημα II καλύπτει τις ζώνες, περιοχές και περιόδους εποχιακών.

Το παράρτημα III περιέχει πιστοποιητικά, συμπεριλαμβανομένου του Διεθνούς Πιστοποιητικού γραμμής φόρτωσης.

Διάφορες τροποποιήσεις που εγκρίθηκαν το 1971, το 1975, το 1979 και το 1983 αλλά απαιτείται θετική αποδοχή από τα δύο τρίτα των μερών και δεν τέθηκε ποτέ σε ισχύ.

Το πρωτόκολλο του 1988, που εγκρίθηκε το Νοέμβριο του 1988, τέθηκε σε ισχύ στις 3 Φεβρουαρίου 2000. Καθώς και την εναρμόνιση της έρευνας της Συνέλευσης και την απαίτηση πιστοποίησης με αυτές που περιέχονται στη σύμβαση SOLAS και τις συμβάσεις MARPOL, το Πρωτόκολλο του 1988 αναθεωρήθηκε ορισμένων κανονισμών στα τεχνικά παραρτήματα της σύμβασης γραμμών φορτώσεως και εισήγαγε τη σιωπηρή διαδικασία τροποποίησης, έτσι ώστε τροπολογίες που εγκρίθηκαν θα τεθούν σε ισχύ έξι μήνες μετά την ημερομηνία αποδοχής εκτός εάν απορριφθεί από το ένα τρίτο των Μερών. Συνήθως, η ημερομηνία από την υιοθέτησή να θεωρηθεί ως αποδοχή είναι δύο χρόνια.

ΠΡΟΕΔΡΙΚΑ ΔΙΑΤΑΓΜΑΤΑ 50 Κύρωση τροποποιήσεων του Πρωτοκόλλου, 1988, που αναφέρεται στη Διεθνή Σύμβαση.

ADOPTION OF AMENDMENTS TO THE PROTOCOL OF 1988 RELATING TO THE INTERNATIONAL CONVENTION ON LOAD LINES, 1966

THE MARITIME SAFETY COMMITTEE,

RECALLING Article 28(b) of the Convention on the International Maritime Organization concerning the functions of the Committee,

RECALLING FURTHER article VI of the Protocol of 1988 relating to the International Convention on Load Lines, 1966 (hereinafter referred to as the 1988 Load Lines Protocol) concerning amendment procedures,

HAVING CONSIDERED, at its seventy-seventh session, amendments to the 1988 Load Lines Protocol proposed and circulated in accordance with paragraph 2(a) of article VI thereof,

1. **ADOPTS**, in accordance with paragraph 2(d) of article VI of the 1988 Load Lines Protocol, amendments to Annex B to the 1988 Load Lines Protocol, the text of which is set out in the Annex to the present resolution;

2. **DETERMINES**, in accordance with paragraph 2(f)(ii)(bb) of article VI of the 1988 Load Lines Protocol, that the said amendments shall be deemed to have been accepted on 1 July 2004, unless, prior to that date, more than one third of the Parties to the 1988 Load Lines Protocol or Parties the combined merchant fleets of which constitute not less than 50% of the gross tonnage of all the merchant fleets of all Parties, have notified their objections to the amendments;

3. **INVITES** the Parties concerned to note that, in accordance with paragraph 2(g)(ii) of article VI of the 1988 Load Lines Protocol, the amendments shall enter into force on 1 January 2005, upon their acceptance in accordance with paragraph 2 above;

4. **REQUESTS** the Secretary-General, in conformity with paragraph 2(e) of article VI of the 1988 Load Lines Protocol, to transmit certified copies of the present resolution and the text of the amendments contained in the Annex to all Parties to the 1988 Load Lines Protocol;

5. **FURTHER REQUESTS** the Secretary-General to transmit copies of this resolution and its Annex to Members of the Organization which are not Parties to the 1988 Load Lines Protocol.

RESOLUTION MSC.172(79)
(adopted on 9 December 2004)

**ADOPTION OF AMENDMENTS TO THE PROTOCOL OF 1988 RELATING TO
 THE INTERNATIONAL CONVENTION ON LOAD LINES, 1966**

THE MARITIME SAFETY COMMITTEE,

RECALLING Article 28(b) of the Convention on the International Maritime Organization concerning the functions of the Committee,

RECALLING FURTHER article VI of the Protocol of 1988 relating to the International Convention on Load Lines, 1966 (hereinafter referred to as the "1988 Load Lines Protocol") concerning amendment procedures,

HAVING CONSIDERED, at its seventy-ninth session, amendments to the 1988 Load Lines Protocol proposed and circulated in accordance with paragraph 2(a) of article VI thereof,

1. **ADOPTS**, in accordance with paragraph 2(d) of article VI of the 1988 Load Lines Protocol, amendments to Annex B to the 1988 Load Lines Protocol, the text of which is set out in the Annex to the present resolution;
2. **DETERMINES**, in accordance with paragraph 2(f)(ii)(bb) of article VI of the 1988 Load Lines Protocol, that the said amendments shall be deemed to have been accepted on 1 January 2006, unless, prior to that date, more than one third of the Parties to the 1988 Load Lines Protocol or Parties the combined merchant fleets of which constitute not less than 50% of the gross tonnage of the world's merchant fleet, have notified their objections to the amendments;
3. **INVITES** the Parties concerned to note that, in accordance with paragraph 2(g)(ii) of article VI of the 1988 Load Lines Protocol, the amendments shall enter into force on 1 July 2006 upon their acceptance in accordance with paragraph 2 above;
4. **REQUESTS** the Secretary-General, in conformity with paragraph 2(e) of article VI of the 1988 Load Lines Protocol, to transmit certified copies of the present resolution and the text of the amendments contained in the Annex to all Parties to the 1988 Load Lines Protocol;
5. **FURTHER REQUESTS** the Secretary-General to transmit copies of this resolution and its Annex to Members of the Organization, which are not Parties to the 1988 Load Lines Protocol.

(6) Where a ship is assigned a greater than minimum freeboard so that the load line is marked at a position corresponding to, or lower than, the lowest seasonal load line assigned at minimum freeboard in accordance with the present Protocol, only the Fresh Water Load Line need be marked.

(7) Where a Winter North Atlantic Load Line is identical with the Winter Load Line corresponding to the same vertical line, this load line shall be marked W.

(8) Alternative/additional load lines required by other international conventions in force may be marked at right angles to and abaft the vertical line specified in paragraph (1).

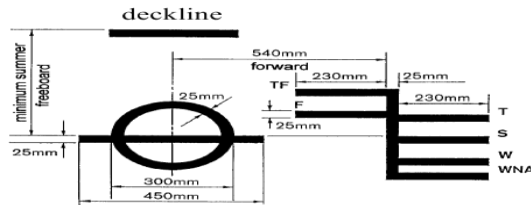


Figure 6.1 Load line mark and lines to be used with this mark

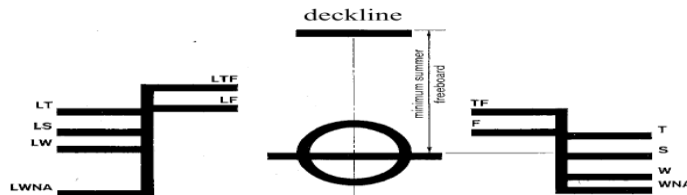


Figure 6.2 Timber load line mark and lines to be used with this mark

Regulation 7

Mark of assigning Authority

The mark of the Authority by whom the load lines are assigned may be indicated alongside the load line ring above the horizontal line which passes through the centre of the ring, or above and below it. This mark shall consist of not more than four initials to identify the Authority's name, each measuring approximately 115 mm in height and 75 mm in width.

Regulation 8

Details of marking

The ring, lines and letters shall be painted in white or yellow on a dark ground or in black on a light ground. They shall also be permanently marked on the sides of the ships to the satisfaction of the Administration. The marks shall be plainly visible and, if necessary, special arrangements shall be made for this purpose.

Regulation 9

Verification of marks

The International Load Line Certificate shall not be delivered to the ship until the officer or surveyor acting under the provisions of article 13 of the Convention has certified that the marks are correctly and permanently indicated on the ship's sides.

**CHAPTER II
CONDITIONS OF ASSIGNMENT OF FREEBOARD**

Regulation 10

Information to be supplied to the master

(1) The master of every new ship shall be supplied with information to arrange for the loading and ballasting of his ship in such a way as to avoid the creation of any unacceptable stresses in the ship's structure, provided that this requirement need not apply to any particular length, design or class of ship where the Administration considers it to be unnecessary.

(2) Information shall be provided to the master in a form that is approved by the Administration or a recognised organization. Stability information, and loading information also related to ship strength when required under paragraph (1), shall be carried on board at all times together with evidence that the information has been approved by the Administration.

(3) A ship which is not required under the International Convention for Safety of Life at Sea in force to undergo an inclining test upon its completion shall:

- (a) be so inclined and the actual displacement and position of the centre of gravity shall be determined for the lightship condition;

ANNEX

**AMENDMENTS TO THE PROTOCOL OF 1988 RELATING TO THE
INTERNATIONAL CONVENTION ON LOAD LINES, 1966, AS AMENDED**

**ANNEX B
ANNEXES TO THE CONVENTION AS MODIFIED BY THE PROTOCOL OF 1988
RELATING THERETO**

**ANNEX I
REGULATIONS FOR DETERMINING LOAD LINES**

**CHAPTER I
GENERAL**

Regulation 1 – Strength and intact stability of ships

1 The existing text of paragraph (3) is replaced by the following:

“(3) *Compliance*

- (a) Ships constructed before 1 July 2010 shall comply with an intact stability standard acceptable to the Administration.
- (b) Ships constructed on or after 1 July 2010 shall, as a minimum, comply with the requirements of part A of the 2008 IS Code.”

Regulation 3 – Definitions of terms used in the Annexes

2 The following new paragraph (16) is added after the existing paragraph (15):

“(16) *2008 IS Code* means the International Code on Intact Stability, 2008, consisting of an introduction, part A (the provisions of which shall be treated as mandatory) and part B (the provisions of which shall be treated as recommendatory), as adopted by resolution MSC.267(85), provided that:

- .1 amendments to the introduction and part A of the Code are adopted, brought into force and take effect in accordance with the provisions of article VI of the 1988 Load Lines Protocol concerning the amendment procedure applicable to Annex B to the Protocol; and
- .2 amendments to part B of the Code are adopted by the Maritime Safety Committee in accordance with its Rules of Procedure.”

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5° : ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ MARPOL 73/78 ANNEX I. (TANKERS)

Τα Δεξαμενόπλοια στην τελική κατάσταση βλάβης αλλά και σε όλα τα ενδιάμεσα στάδια της κατάκλυσης, για όλες τις καταστάσεις φόρτωσης, θα πρέπει να καλύπτουν τα κάτωθι **damage criteria** :

1. Η τελική ίσαλος βλάβης, να είναι κάτω από οποιοδήποτε άνοιγμα του πλοίου, από το οποίο μπορεί να επέλθει προοδευτική κατάκλυση (progressive flooding).
2. $GoM > 0$ Το τελικό μετακεντρικό ύψος στην κατάσταση βλάβης να είναι θετικό.
3. $\Theta_e \leq 25^\circ$ όπου Θ_e η γωνία μόνιμης εγκάρσιας κλίσης λόγω ασύμμετρης κατάκλυσης. $\Theta_e \leq 30^\circ$ εάν δεν βυθίζεται η άκρη του καταστρώματος (angle of deck edge immersion).
4. (RANGE) $\geq 20^\circ$ από (Θ_e έως AVS) ή από (Θ_e έως Θ_{flood}) εάν $\Theta_{flood} < AVS$.
5. $GoZ_{max} \geq 0,1$ m
6. Residual Area $\geq 0,0175$ m-rads από την Θ_e έως την AVS ή τη Θ_{flood} οποιαδήποτε είναι μικρότερη.

ΔΕΞΑΜΕΝΟΠΛΟΙΑ μήκους L , ($L \geq 225$ m)

Το πλοίο αντέχει την κατάκλυση (δηλ. καλύπτει τα damage criteria) οποιονδήποτε δύο συνεχόμενων διαμερισμάτων.

ΔΕΞΑΜΕΝΟΠΛΟΙΑ μήκους L , (150 m < L < 225 m)

Το πλοίο αντέχει την κατάκλυση (δηλ. καλύπτει τα damage criteria) οποιονδήποτε δύο συνεχόμενων διαμερισμάτων εκτός του μηχανοστασίου που θεωρείται ότι κατακλύεται μόνο του.

ΔΕΞΑΜΕΝΟΠΛΟΙΑ μήκους L , (100 m < L < 150 m)

Το πλοίο αντέχει την κατάκλυση (δηλ. καλύπτει τα damage criteria) οποιονδήποτε δύο συνεχόμενων διαμερισμάτων εκτός του μηχανοστασίου που δεν θεωρείται ότι κατακλύεται.

Για τα ΔΕΞΑΜΕΝΟΠΛΟΙΑ η MARPOL θέτει τις παρακάτω απαιτήσεις για το είδος της βλάβης (side , bottom , etc.) και τις διαστάσεις αυτής βάσει των οποίων γίνονται οι υπολογισμοί damage stability (εναπομένουσα ευστάθεια μετά τη βλάβη) :

ΠΛΕΥΡΙΚΗ ΒΛΑΒΗ (SIDE DAMAGE)

- ΔΙΑΜΗΚΗΣ ΕΚΤΑΣΗ (Longitudinal Extend) : $1/3L^{2/3}$ ή 14,5 m οποιαδήποτε είναι μικρότερη.
- ΕΓΚΑΡΣΙΑ ΕΚΤΑΣΗ (Transverse Extend) : $B/5$ ή 11,5 m οποιαδήποτε είναι μικρότερη.
- ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΗ ΕΚΤΑΣΗ (Vertical Extend) : από τη base line κατακόρυφα προς τα πάνω χωρίς όριο.



ΒΛΑΒΗ ΠΥΘΜΕΝΑ (BOTTOM DAMAGE)

	ΓΙΑ ΜΗΚΟΣ 0,3 L ΑΠΟ ΤΗΝ ΠΛΩΡΙΑ ΚΑΘΕΤΟ	ΓΙΑ ΤΟ ΥΠΟΛΟΙΠΟ ΤΜΗΜΑ ΤΟΥ ΠΛΟΙΟΥ
ΔΙΑΜΗΚΗΣ ΕΚΤΑΣΗ	$1/3 L^{2/3}$ ή 14,5m οποιαδήποτε είναι μικρότερη	$1/3 L^{2/3}$ ή 14,5m οποιαδήποτε είναι μικρότερη
ΕΓΚΑΡΣΙΑ ΕΚΤΑΣΗ	$B/6$ ή 10m οποιαδήποτε είναι μικρότερη	$B/6$ ή 5m οποιαδήποτε είναι μικρότερη
ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΗ ΕΚΤΑΣΗ	$B/15$ ή 6m οποιαδήποτε είναι μικρότερη	$B/15$ ή 6m οποιαδήποτε είναι μικρότερη

<u>BOTTOM RAKING DAMAGE (structural)</u>	
ΔΙΑΜΗΚΗΣ ΕΚΤΑΣΗ	TANKERS με DEADWEIGHT \geq 75.000tns 0,6 L(m) μετρούμενη από την πλωριά κάθετο TANKERS με DEADWEIGHT $<$ 75.000tns 0,4 L(m) μετρούμενη από την πλωριά κάθετο
ΕΓΚΑΡΣΙΑ ΕΚΤΑΣΗ	B/3 οπουδήποτε στην τρόπιδα
ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΗ ΕΚΤΑΣΗ	Ρήξη μόνο του εξωτερικού ελάσματος του πυθμένα

Κατά τους υπολογισμούς damage stability η MARPOL απαιτεί τη χρήση συγκεκριμένων τιμών διαχωρητότητας (permeability) των κατακλυόμενων διαμερισμάτων , ανάλογα με το είδος τους, σύμφωνα με τον παρακάτω πίνακα :

ΧΩΡΟΙ	PERMEABILITIES
STORE ROOMS etc.	0.60
ACCOMMODATION SPACES	0.95
MACHINERY SPACES	0.85
VOID SPACES	0.95
TANKS OF CONSUMABLE LIQUIDS	0 or 0.95
TANKS OF OTHER LIQUIDS	0 or 0.95

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6° : ΟΔΗΓΙΕΣ ΓΙΑ ΤΑ ΣΧΕΔΙΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΒΛΑΒΗΣ ΚΑΙ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΣΤΟΝ ΠΛΟΙΑΡΧΟ.

Η Επιτροπή Ναυτικής Ασφάλειας, στην ογδοηκοστή τρίτη σύνοδό της (Οκτώβριος 3-12, 2007), μετά από μια πρόταση από την Υποεπιτροπή Γραμμές Σταθερότητας και Load και στα αλιευτικά σκάφη Ασφάλεια της πεντηκοστής συνόδου, ενέκρινε κατευθυντήριες γραμμές για τα σχέδια ελέγχου ζημιών και πληροφορίες στον πλοίαρχο, που ορίζονται στο παράρτημα, με στόχο να παρέχει συμβουλές σχετικά με την προετοιμασία των σχεδίων ελέγχου βλάβης και να θέσει ένα ελάχιστο επίπεδο για την παρουσίαση των πληροφοριών ευστάθειας για τη χρήση επί του σκάφους των επιβατών και τα φορτηγά πλοία, τα οποία του κανονισμού SOLAS II-1/19, όπως τροποποιήθηκε με το ψήφισμα MSC.216 (82), ισχύει.

Κυβερνήσεις των κρατών μελών καλούνται να χρησιμοποιήσουν τις επισυναπτόμενες κατευθυντήριες γραμμές για την εφαρμογή του κανονισμού στις απαιτήσεις της SOLAS II-1/19, όπως τροποποιήθηκε με το ψήφισμα MSC.216 (82), και να φέρουν των προαναφερόμενων κατευθυντήριων γραμμών, με την προσοχή όλων των ενδιαφερομένων μερών, ιδίως τα ναυπηγεία, πλοίαρχους, οι πλοιοκτήτες, διαχειριστές πλοίων και ναυτιλιακών εταιρειών.

1 Εφαρμογή

Οι κατευθυντήριες αυτές γραμμές και οι συμβουλές για την προετοιμασία των σχεδίων αντιμετώπισης αβαριών και να οριστεί ένα ελάχιστο επίπεδο για την παρουσίαση των πληροφοριών ευστάθειας για τη χρήση επί του σκάφους και των επιβατών τα φορτηγά πλοία, τα οποία ισχύουν σύμφωνα με τον κανονισμό SOLAS II-1/19, όπως τροποποιήθηκε με το ψήφισμα MSC.216 (82).

2 Γενικά

2.1 Το σχέδιο αντιμετώπισης βλαβών και το booklet ελέγχου ζημιών προορίζονται να παρέχουν οι αξιωματικοί του σκάφους σαφείς πληροφορίες σχετικά με τη στεγανή υποδιαίρεση του πλοίου και εξοπλισμού που σχετίζονται με τη διατήρηση των ορίων και την αποτελεσματικότητα της υποδιαίρεσης ώστε, σε περίπτωση βλάβης του πλοίου προκαλέσουν πλημμύρες, μπορούν να ληφθούν οι κατάλληλες προφυλάξεις για την αποφυγή προοδευτικής κατάκλυσης, μέσα από ανοίγματα και αποτελεσματικά μέτρα μπορούν να ληφθούν γρήγορα για τον περιορισμό και, όπου είναι δυνατόν, να ανακτήσει την μειωμένη ευστάθεια.

2.2 Το σχέδιο αντιμετώπισης βλαβών και το booklet ελέγχου ζημιών θα πρέπει να είναι σαφείς και εύκολα κατανοητό. Δεν θα πρέπει να περιλαμβάνουν πληροφορίες που δεν σχετίζονται άμεσα με έλεγχο των ζημιών, και θα πρέπει να παρέχονται στη γλώσσα εργασίας του πλοίου. Αν οι γλώσσες που χρησιμοποιούνται στην παρασκευή του σχεδίου και το booklet δεν είναι μία από τις επίσημες γλώσσες της σύμβασης SOLAS, μια μετάφραση θα πρέπει να συμπεριληφθεί στις επίσημες γλώσσες.

3 Σχέδια αντιμετώπισης βλαβών

3.1 Το σχέδιο αντιμετώπισης βλαβών θα πρέπει να είναι σε μια κλίμακα επαρκή για να δείξει σαφώς το απαιτούμενο περιεχόμενο του σχεδίου.

3.2 Ισομετρικά σχέδια συνιστάται για ειδικούς σκοπούς. Το σχέδιο θα πρέπει να περιλαμβάνει εσωτερικώς προφίλ, κατόψεις του κάθε καταστρώματος και εγκάρσιες τομές στο βαθμό που απαιτείται για να δείξει τα ακόλουθα:

1. τα στεγανά όρια του πλοίου.
2. οι θέσεις και οι ρυθμίσεις των συστημάτων αντίρροπης κατάκλυσης, πώματα και οποιαδήποτε μηχανικά μέσα για τη διόρθωση της κλίσης που οφείλεται σε κατάκλυση, μαζί με τις θέσεις όλων βαλβίδων και τα τηλεχειριστήρια, εάν υπάρχουν.
3. οι θέσεις όλων των εσωτερικών υδατοστεγών συσκευών κλεισίματος, συμπεριλαμβανομένων, για πλοία go-go, εσωτερικές ράμπες ή πόρτες που ενεργούν ως προέκταση του διαφράγματος συγκρούσεως και οι έλεγχοι και οι θέσεις των τοπικών και τηλεχειριστήρια τους, δείκτες θέσης και συναγερμούς. Οι θέσεις του αυτές των υδατοστεγών συσκευών κλεισίματος, τα οποία δεν επιτρέπεται να ανοίξουν κατά τη διάρκεια της πλοήγησης και των υδατοστεγών συσκευών κλεισίματος, τα οποία επιτρέπεται να ανοίγονται κατά την πλοήγηση, σύμφωνα με τον κανονισμό SOLAS II-1 / 22.4, πρέπει να αναφέρονται σαφώς.
4. οι θέσεις όλων των θυρών στο κέλυφος του πλοίου, συμπεριλαμβανομένων των δεικτών θέσεως, συσκευών ανίχνευσης διαρροής και επιτήρησης.
5. οι θέσεις όλων των εξωτερικών υδατοστεγών συσκευών κλεισίματος σε φορτηγά πλοία, θέση δεικτών και συναγερμοί.
6. οι θέσεις όλων των υδατοστεγών συσκευών κλεισίματος σε τοπικά όρια υποδιαίρεσης άνωθεν του καταστρώματος στεγανών και στα χαμηλότερα εκτεθειμένα στον καιρό καταστρώματα, μαζί με θέσεις των ελέγχων και των δεικτών θέσεως, κατά περίπτωση.
7. οι θέσεις όλων των αντλιών υδροσυλλεκτών και έρματος, θέσεις ελέγχου τους και των συναφών βαλβίδων.

4 Booklet ελέγχου ζημιών

4.1 Οι πληροφορίες που αναφέρονται στην παράγραφο 3 πρέπει να επαναληφθούν στο booklet ελέγχου ζημιών.

4.2 Το booklet ελέγχου των ζημιών πρέπει να περιλαμβάνει γενικές οδηγίες για τον έλεγχο των επιπτώσεων της βλάβης, όπως:

1. άμεσο κλείσιμο όλων των στεγανών και συσκευών κλεισίματος κακοκαιρίας.
2. τον καθορισμό των θέσεων και την ασφάλεια των ατόμων επί του πλοίου, ηχώντας δεξαμενές και διαμερίσματα για να διαπιστώσουν την έκταση των ζημιών και επαναλαμβανόμενους ήχους για να καθορίσει τα ποσοστά των πλημμυρών και
3. προειδοποιητικές συμβουλές σχετικά με την αιτία της κάθε κλίσης και των εργασιών μεταφοράς υγρών σε μείωση της κλίσης ή της διαγωγής, και τα αποτελέσματα που θα προκύψουν από τη δημιουργία πρόσθετων ελεύθερων επιφανειών και της έναρξης άντλησης για τον έλεγχο της εισόδου ύδατος.

4.3 Το booklet θα πρέπει να περιέχει περισσότερες λεπτομέρειες για τις πληροφορίες που εμφανίζονται σχετικά με το σχέδιο ελέγχου βλάβης, όπως τις θέσεις των συστημάτων ανίχνευσης πλημμύρας, ηχητικές συσκευές, εξαεριστικά και υπερχειλίσεις οι οποίες δεν εκτείνονται πάνω από το κατάστρωμα , χωρητικότητες αντλιών, διαγράμματα σωληνώσεων, οδηγίες για λειτουργικά συστήματα ισοστάθμισης, μέσα πρόσβασης και εξόδου από στεγανά μέρη κάτω από το κατάστρωμα , για χρήση από τα μέρη ελέγχου των ζημιών, και προειδοποιεί τη διαχείριση του πλοίου και άλλους οργανισμούς να τεθούν σε ετοιμότητα και να συντονίσουν βοήθεια, εφόσον απαιτείται.

4.4 Εάν εφαρμόζεται στο πλοίο, τις θέσεις των μη-υδατοστεγών ανοιγμάτων με μη αυτόματο κλείσιμο συσκευών μέσω των οποίων θα μπορούσε να συμβεί προοδευτική κατάκλυση, πρέπει να αναγράφεται, καθώς και καθοδήγηση σχετικά με τη δυνατότητα των μη-δομικών διαφραγμάτων και των πορτών ή άλλων εμποδίων επιβράδυνσης της ροής της εισόδου θαλασσινού νερού για να προκαλέσει, τουλάχιστον προσωρινά, συνθήκες ασύμμετρης κατάκλυσης.

4.5 Εάν τα αποτελέσματα των αναλύσεων της υποδιαίρεσης και της ευστάθειας σε περίπτωση βλάβης περιλαμβάνονται, επιπλέον θα πρέπει να παρέχονται κατευθυντήριες γραμμές για να εξασφαλιστεί ότι οι αξιωματικοί του πλοίου που αναφέρονται στις εν λόγω πληροφορίες είναι ενήμεροι ότι τα αποτελέσματα περιλαμβάνονται μόνο για να τους βοηθήσει στην εκτίμηση της σχετικής επιβίωσης του πλοίου.

4.6 Η καθοδήγηση θα πρέπει να προσδιορίζει τα κριτήρια βάσει των οποίων οι αναλύσεις βασίστηκαν και σαφώς υποδεικνύουν ότι οι αρχικές συνθήκες εκτάσεων φόρτωσης του πλοίου και τις θέσεις των ζημιών, υποτίθεται για τις αναλύσεις μπορεί να μην έχει καμία σχέση με την πραγματική κατάσταση ζημιών του πλοίου.

5 Οπτική καθοδήγηση προς τον πλοίαρχο

Οπτική καθοδήγηση, όπως διαγράμματα συνέπειας βλάβης, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να παρέχει στον πλοίαρχο μια γρήγορη αξιολόγηση της συνέπειας της βλάβης στο πλοίο.

6 Τοποθέτηση επί του πλοίου

6.1 Για τα επιβατηγά πλοία, το σχέδιο αντιμετώπισης βλαβών θα πρέπει να εκτίθενται μονίμως ή να είναι εύκολα διαθέσιμο στη γέφυρα του πλοίου, καθώς και σε ένα σταθμό ελέγχου, το κέντρο ασφαλείας του πλοίου ή ισοδύναμο.

6.2 Για φορτηγά πλοία, το σχέδιο αντιμετώπισης βλαβών θα πρέπει να εκτίθενται μονίμως ή να είναι εύκολα διαθέσιμο στη γέφυρα ναυσιπλοΐας. Επιπλέον, το σχέδιο αντιμετώπισης βλαβών πρέπει να είναι μόνιμα εκτεθειμένο ή άμεσα διαθέσιμο στο θάλαμο ελέγχου φορτίου, γραφείο του πλοίου ή άλλη κατάλληλη θέση.

7 Η χρήση των ηλεκτρονικών υπολογιστών επί του πλοίου

Σχέδια ελέγχου βλαβών και booklet ελέγχου των ζημιών πρέπει να είναι σε έντυπη μορφή. Η χρήση των επί του πλοίου υπολογιστές, με λογισμικό ευστάθειας βλάβης που δημιουργήθηκαν για το συγκεκριμένο πλοίο, και να εκπαιδεύονται έτσι ώστε να γίνουν οικεία στους αξιωματικούς του πλοίου και να μπορέσουν να τους προσφέρουν μια γρήγορη εκτίμηση για τη συμπλήρωση των πληροφοριών στο σχέδιο και booklet για τον αποτελεσματικό έλεγχο των ζημιών.

8 Συστήματα έκτακτης ανάγκης στην ξηρά

8.1 Ένα σύστημα αντιμετώπισης καταστάσεων έκτακτης ανάγκης στην ξηρά μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη συμπλήρωση του booklet ελέγχου ζημιών που αναφέρεται στην παράγραφο 4.

8.2 Πληροφορίες επικοινωνίας για να αποκτήσουν πρόσβαση σε εγκαταστάσεις ξηράς μαζί με ένα κατάλογο πληροφοριών που απαιτούνται για την πραγματοποίηση αξιολογήσεων ευστάθειας σε περίπτωση βλάβης θα πρέπει να είναι άμεσα διαθέσιμες.

ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΠΟΥ ΠΕΡΙΕΧΟΝΤΑΙ ΣΤΟ DAMAGE CONTROL BOOKLET ΚΑΙ ΤΟ DAMAGE CONTROL PLAN

1. Στις αρχικές σελίδες, υπάρχουν τα χαρακτηριστικά του πλοίου (διαστάσεις, DWT, κλπ). Ειδικά το μήκος του πλοίου είναι σημαντικό γιατί είναι ο βασικός παράγοντας που κατατάσσει τα πλοία στους εκάστοτε κανονισμούς.
2. Επίσης αναγράφονται οι ισχύοντες κανονισμοί που διέπουν την στεγανή υποδιαίρεση και τη μελέτη της ευσταθείας μετά από βλάβη (damage stability) του πλοίου.

3. Πολύ σημαντικό είναι ότι αναφέρονται (εάν υπάρχουν) ειδικές πληροφορίες που αφορούν στο συγκεκριμένο πλοίο. Αυτές είναι υψίστης σημασίας για την ασφάλεια και την επιβίωση του πλοίου μετά από βλάβη.

Τέτοιες πληροφορίες είναι :

- i. Η ύπαρξη συστημάτων αντίρροπης κατάκλυσης (cross flooding arrangements ή equalization systems).
- ii. Εάν στο πλοίο υπάρχει πισίνα , σίγουρα θα υπάρχει σαφής εντολή άμεσης εκκένωσης αυτής , μέσω συστημάτων που καθώς θα περιγράφονται λεπτομερώς με την ένδειξη ότι αυτό θα πρέπει να γίνετε άμεσα σε περίπτωση βλάβης .
- iii. Εάν στο πλοίο υπάρχουν υδατοστεγής πόρτες (watertight doors) , που απομονώνουν τα διάφορα στεγανά διαμερίσματα αυτές θα περιγράφονται αναλυτικά καθώς και τα διαμερίσματα τα οποία η κάθε μία απομονώνει . Την θέση αυτών την εντοπίζουμε από το damage control plan , καθώς και τα μέσα χειρισμού αυτών (τοπικά και remote).
- iv. Περιγράφονται λεπτομερώς όλα εκείνα τα υδατοστεγή (watertight) και καιροστεγή (weathertight) μέσα κλεισίματος σε όλα τα μέρη του πλοίου (πόρτες ρούμπι , ανθρωποθυρίδες , καταμετρικά , εξαεριστικά , κ.λ.π.) με αναφορά σε συστήματα παρακολούθησης της κατάστασης αυτών (panels φωτεινών ενδείξεων open/closed etc.) από τους σταθμούς ελέγχου του πλοίου (bridge , engine room , cargo control room , etc).
- v. Περιγράφονται λεπτομερώς τα όρια των κυρίων υδατοστεγών διαμερισμάτων του πλοίου . Βέβαια βασική πηγή πληροφόρησης για αυτά είναι το damage control plan .
- vi. Δίδονται πληροφορίες για το πόσες και ποιες αντλίες έχει το πλοίο το capacity αυτών καθώς και το που βρίσκεται η κάθε μία .
- vii. Υψίστης σημασίας είναι οι πληροφορίες για το piping arrangement όλων των δικτύων του πλοίου (ballast , fuel , fw , etc) που είτε περιλαμβάνονται στο damage stability booklet , με τη μορφή παραρτημάτων συνήθως στο τέλος αυτού , είτε γίνετε παραπομπή σε αντίστοιχα σχέδια (plans) από τα οποία μπορούμε να πάρουμε τις αναγκαίες πληροφορίες .
- viii. Επίσης μέσα από το damage control plan θα βρούμε όλα εκείνα τα επιστόμια (valves) που είναι απαραίτητα για την απομόνωση των στεγνών διαμερισμάτων , όλα εκείνα τα εξαεριστικά με περιγραφή για το είδος τους , και καταμετρικά , που φυσικά είναι σημεία από τα οποία σε μία κατάσταση βλάβης μπορεί να γίνει προοδευτική κατάκλυση .
- ix. Περιγράφονται συστήματα water ingress indication systems , bilge alarms εάν υφίστανται .

- x. Περιέχει συνοπτικά παραδείγματα κάποιων από τα damage cases που έχουν εξεταστεί κατά τη διάρκεια της μελέτης damage που έχει γίνει στο πλοίο . Συνήθως δεν περιέχονται όλα τα damage cases που περιλαμβάνει η πλήρης μελέτη του damage . Το σύνολο των damage cases συνήθως περιλαμβάνεται στο DAMAGE STABILITY CALCULATION BOOKLET , εγχειρίδιο που δυστυχώς δεν υπάρχει πάντα στο πλοίο .

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7° : RAPID RESPONSE DAMAGE ASSESSMENT.

EMERGENCY RESPONSE SERVICES

Effective since 4 April 1995.

- MARPOL 73/78 Annex 1, Regulation 26 requires a Shipboard Oil Pollution Emergency Plan (SOPEP) for all tankers of 150 gross tons or more and all other vessels of 400 gross tons or more.

The “Guidelines for the Development of Shipboard Oil Pollution Emergency Plan (SOPEP) , IMO MEPC 54(32) while it does not require , it strongly suggests , that when there is excessive damage , consultation with shore based technical assistance is appropriate before taking any action that may jeopardize the vessel.

As of 1st January 2007.

- MARPOL 73/78 Annex 1, in accordance with resolution MEPC . 117 (52), Regulation 37,4 requires that all oil tankers of 5.000 tons deadweight or more shall have prompt access to computerized , shore based damage stability and residual structural strength calculation programs.
- In accordance with OPA 90 requirements :

For vessels carrying oil in bulk as cargo and operating in US waters, shore based arrangements have to be provided on a 24-hour basis enabling rapid information to be obtained on salvage , damage stability and hull stress assessments.

- ISM CODE requirements :

The ISM Code , Section 8 , requires the company to establish procedures to respond to potential emergency shipboard situations , including the use of drills and exercises to prepare for those emergencies.

ABS GUIDE FOR RAPID RESPONSE DAMAGE ASSESSMENT-2010

- Ultimate responsibility for decisions taken to improve the survivability of the vessel resides with the Client (COMPANY) and VESSEL'S CAPTAIN , and the information and reports provided as part of the ABS Rapid Response Damage Assessment Response service and intended solely to support this decision – making process .

Information Required in the Event of an Emergency.

Departure Loading Condition and Drafts :

The vessel's loading condition at the beginning of the voyage including weight/volume of all cargo , fuel , water , consumables and corresponding drafts. This may be in the form of vessel's loading plan , if available.

Cargo and fuel:

Name / type and specific gravity, API° , density or stowage factor.

Current Loading Condition at time of Incident :

Any changes in cargo of ballast quantities and the amount of all consumables remaining and , if possible , the estimated rates of consumption.

Condition after casualty:

The vessel's drafts and angle of heel after the casualty. Indicate if these are estimated or actual readings. Indicate if trim and heel are constant or changing with time and at what rate. Any flooding of compartments and accumulations of fire fighting water.

Damage:

As complete a description as possible of the damage to the vessel. This should include the location of damaged compartments and the extend of structural damage. It is also important to describe how the extent of damage was determined (e.g. by visual examination of the spaces or by tank soundings).

Grounding:

Measured drafts or freeboards. Take soundings of water depths around the vessel. Provide time and date and tidal height when measurements were taken. Provide local tide height at time and date of grounding and high/low tide information of next 72 hours.

Location and weather:

The vessel's location , the weather conditions in the area , the sea state, and the predicted weather and sea conditions for the next 72 hours

Contact information:

Email address , telephone and fax numbers (including back-up information) to set up a communication link between the ABS Response Team and the vessel and/or vessel managers.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8^ο : ΣΥΝΟΨΗ ΚΑΙ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.

8.1 ΣΥΝΟΨΗ

Το πλαίσιο της παρούσας εργασίας είναι η διερεύνηση της επιβιωσιμότητας έναντι βλάβης των πλοίων . Ο Διεθνής Ναυτιλιακός Οργανισμός έχοντας αντίληψη της σημασίας του προβλήματος έχει ασχοληθεί εκτενώς με τη θέσπιση νομοθεσίας γύρω από αυτό το μείζον ζήτημα. Τα δυστυχήματα του πρόσφατου παρελθόντος αποδεικνύουν όμως, ότι τα μέτρα αυτά δεν είναι πανάκεια αλλά χρήζουν περαιτέρω διερεύνησης. Όλα τα παραπάνω οδήγησαν τον Ι.Μ.Ο. να θέσει έναν στόχο για τα επιβατηγά πλοία ο οποίος συνοψίζεται στην φράση «η καλύτερη σωσίβια λέμβος είναι το ίδιο το πλοίο». Απότοκος όλων αυτών των εξελίξεων είναι η ευστάθεια έναντι βλάβης να αποτελεί καίριο πυλώνα για την επίτευξη αυτών των επιπέδων ασφάλειας, αλλά παράλληλα και σχεδιαστική πρόκληση για τον ναυπηγό του 21^{ου} αιώνα.

Διεισδύοντας στη θέμα της ευστάθειας έναντι βλάβης των πλοίων παρατηρείται πως περίτρανη θέση διακατέχει η απαίτηση για επαρκή υδατοστεγή υποδιαίρεση. Η σχεδιαστική και λειτουργική συμμόρφωση των πλοίων με τις απαιτήσεις του κεφαλαίου ΙΙ – 1 της S.O.L.A.S., προϋποθέτει ότι οι υδατοστεγείς θύρες είναι κλειστές και ότι η εσωτερική υδατοστεγής υποδιαίρεση αποδίδει 100%. Δυστυχώς, η πρόσφατη ιστορία διδάσκει ότι η θεώρηση αυτή δεν είναι πάντα ρεαλιστική καθώς για χάρη των λειτουργικών αναγκών του πληρώματος και των επιβατών παρατηρούνται ατοπήματα ως προς την ορθολογική χρήση τους.



8.2 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

- 1) Μελετάμε με προσοχή όλες εκείνες τις ΕΙΔΙΚΕΣ οδηγίες που αναφέρονται στα damage stability booklets (cross flooding arrangements , etc).
- 2) Εντοπίζουμε εκείνα τα damage cases που περιγράφονται στα damage stability booklets που οδηγούν είτε σε απώλεια ευστάθειας (no equilibrium) ή οδηγούν σε προοδευτική κατάκλυση (progressive flooding) . Έτσι έχουμε μια εικόνα σε ποιες καταστάσεις damage το πλοίο είναι περισσότερο ευάλωτο .
- 3) Εντοπισμός όλων εκείνων των καιροστεγών ανοιγμάτων (weathertight openings) στο κατάστρωμα , των υδατοστεγών ανοιγμάτων (watertight openings) στα εσωτερικά υδατοστεγή διαμερίσματα και τα unprotected openings όπως αναφέρονται του πλοίου . Εννοείτε ότι για όλα αυτά κατά τη συντήρησή τους θα πρέπει να δίνετε ιδιαίτερη σημασία .
- 4) Εντοπισμός και εξοικείωση με τα δίκτυα του πλοίου και των μέσων εκείνων που απομονώνουν τα υδατοστεγή διαμερίσματα όπως isolation valves , cross valves δεξαμενών κ.λ.π

ΔΕΝ ΕΧΕΙ ΝΟΗΜΑ να λέμε ότι διαχειριζόμαστε οποιαδήποτε κατάσταση damage ΕΑΝ ΔΕΝ ΕΧΟΥΜΕ ΔΙΑΣΦΑΛΙΣΕΙ την απομόνωση του εκάστοτε κατακλυόμενου διαμερίσματος .

- 5) Κατά τα γυμνάσια διαρροής θα πρέπει να εξοικειώνονται όλα τα μέλη του πληρώματος με τα συστήματα του πλοίου που προαναφέραμε . ΜΟΝΟ ΕΑΝ τα γυμνάσια γίνονται πάνω σε συγκεκριμένα damage cases , όπως αυτά περιγράφονται στο damage stability booklet μπορεί να επέλθει η ζητούμενη εξοικείωση και ετοιμότητα . Δηλαδή μαθαίνουμε στο πλήρωμα πως θα απομονώνει , το κάθε υποθετικά κατακλυόμενο διαμέρισμα . Διότι πολλές είναι οι περιπτώσεις που πλοία χάθηκαν από προοδευτική κατάκλυση σε άθικτους χώρους.
- 6) Το πλέον σημαντικό είναι η εξοικείωση των αξιωματικών στη σωστή συμπλήρωση του DAMAGE REPORT του ERS , εάν υπάρχει ή της εταιρίας , ανάλογα .
- 7) Έχουμε πάντα υπόψη ότι τα damage results που αναφέρονται στα booklets αφορούν συγκεκριμένες καταστάσεις φόρτωσης και όχι τη δική μας.
Η ΔΙΚΗ ΜΑΣ ΦΟΡΤΩΣΗ ΠΑΝΤΑ ΔΙΑΦΕΡΕΙ ΚΑΙ Η ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΤΟΥ ΠΛΟΙΟΥ ΕΙΝΑΙ ΠΑΝΤΑ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΗ .
Ο τρόπος υπολογισμού των damage results γίνεται με τις προϋποθέσεις και τις απαιτήσεις των κανονισμών (SOLAS , ILLC , MARRPOL , etc) . Όλοι οι υπολογισμοί αφορούν στατική ευστάθεια ... η επίδραση του καιρού δεν μπορεί να υπολογιστεί.

- 8) Εάν είμαστε εφοδιασμένοι Loading Software που υπολογίζει και damage , έχουμε πάντα υπόψη τους παραπάνω περιορισμούς . Επίσης ιδιαίτερη προσοχή στη σωστή χρήση του προγράμματος .

Από τη μελέτη που πραγματοποιήθηκε βγαίνει το συμπέρασμα ότι η εξέταση της ευστάθειας ενός πλοίου έναντι βλάβης πρέπει να γίνει με μια πιο διερευνητική ματιά. Το ενδιάμεσο στάδιο της απόκρισης του πλοίου παρουσιάζει σημαντικό ενδιαφέρον ως προς τη σκοπιά της ευστάθειας του. Στο τελικό στάδιο της κατάκλυσης το πλοίο έχει αυξημένο εκτόπισμα και χαμηλότερο κέντρο βάρους. Συνεπώς το ζήτημα της επιβίωσης της κατασκευής ανάγεται από ζήτημα ευστάθειας σε ζήτημα πλευστότητας.

Τέλος, η πρόβλεψη της προοδευτικής κατάκλυσης μπορεί να προσφέρει σημαντικές πληροφορίες για τη λήξη των σωστών κρίσιμων αποφάσεων στη γέφυρα του πλοίου. Ο πλοίαρχος μπορεί ενημερωθεί για τον χρόνο που διαθέτει μέχρι να γίνει η εκκένωση του πλοίου καθώς και να εκτιμήσει την καλύτερη στιγμή για να πραγματοποιηθεί αυτή.



ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Biran, A.B. *Ship Hydrostatics and Stability*. 2003.

Corrigan, Philippe, and Ana Arias . *Flooding simulations of ITTC and SAFEDOR benchmarks test cases using CRS SHIPSURV software*. Wageningen, The Netherlands: Proceedings of the 11th International Ship Stability Workshop, 2010.

D.B Derret, C.B. Barrass. *Ship Stability for Masters and Mates*. 2000.

Kendrick, Andrew. "DAMAGE STABILITY STANDARDS Rational Design or Gratuitous Complexity ." Montreal, Canada, n.d.

Papanikolaou , Apostolos, and Eleutheria Eliopoulou . *Impact of the new Damage Stability Regulations on Ship Design*. National Technical University of Athens , School of Naval Architecture and Marine Engineering, Ship Design Laboratory, Sakai - Osaka: Proc. 2nd Int. Maritime Conference on Design for Safety, 2004.

Spyrou , Kostas, and Iraklis Roupas. *Damaged - ship survivability: A step beyond Wendel*. Edited by International Shipbuilding Progress. Athens, 2007.

Vassalos, Dracos, and Andrej Jasionowski. *Emergency Response in Ship Flooding Casualties*. Proceedings of the 13th International Ship Stability Workshop, 2012.

Vassalos, Dracos, and Luis Guarin . "Designing for Damage Stability and Survivability – Contemporary Developments and Implementation." 2009.

Σπύρου, Κ. *Μελέτη και Εξοπλισμός Πλοίου ΙΙ, Σημειώσεις Διδάσκοντος* . Αθήνα: Ε.Μ.Π., 2008.

Σπύρου, Κωνσταντίνος. *Ευστάθεια Διατοιχισμού Πλοίου και Υπόβαθρο Κανονισμών*. Αθήνα: Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, 2009.

Υδροστατική και ευστάθεια πλοίου, Ζολώτας

Σανούδος Απόστολος. *Φορτώσεις και Ευστάθεια πλοίων*. Αθήνα: Εκδόσεις "ΙΩΝ", 2008

Σχεδιασμός δυναμικών συστημάτων Ι&ΙΙ, Γ.Μπιτσώρης

www.imo.org. n.d.

<http://en.wikipedia.org>.

<http://imgur.com>.

<http://www.dailymail.co.uk>.