



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΛΕΤΗΣ ΠΛΟΙΟΥ ΚΑΙ ΘΑΛΑΣΣΙΩΝ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Μετασκευή υπάρχοντος δεξαμενόπλοιου διπλού τοιχώματος σε πλοίο ξηρού φορτίου

Άλκηστη Βενετσάνου

Αρ. Μητρώου:08104017

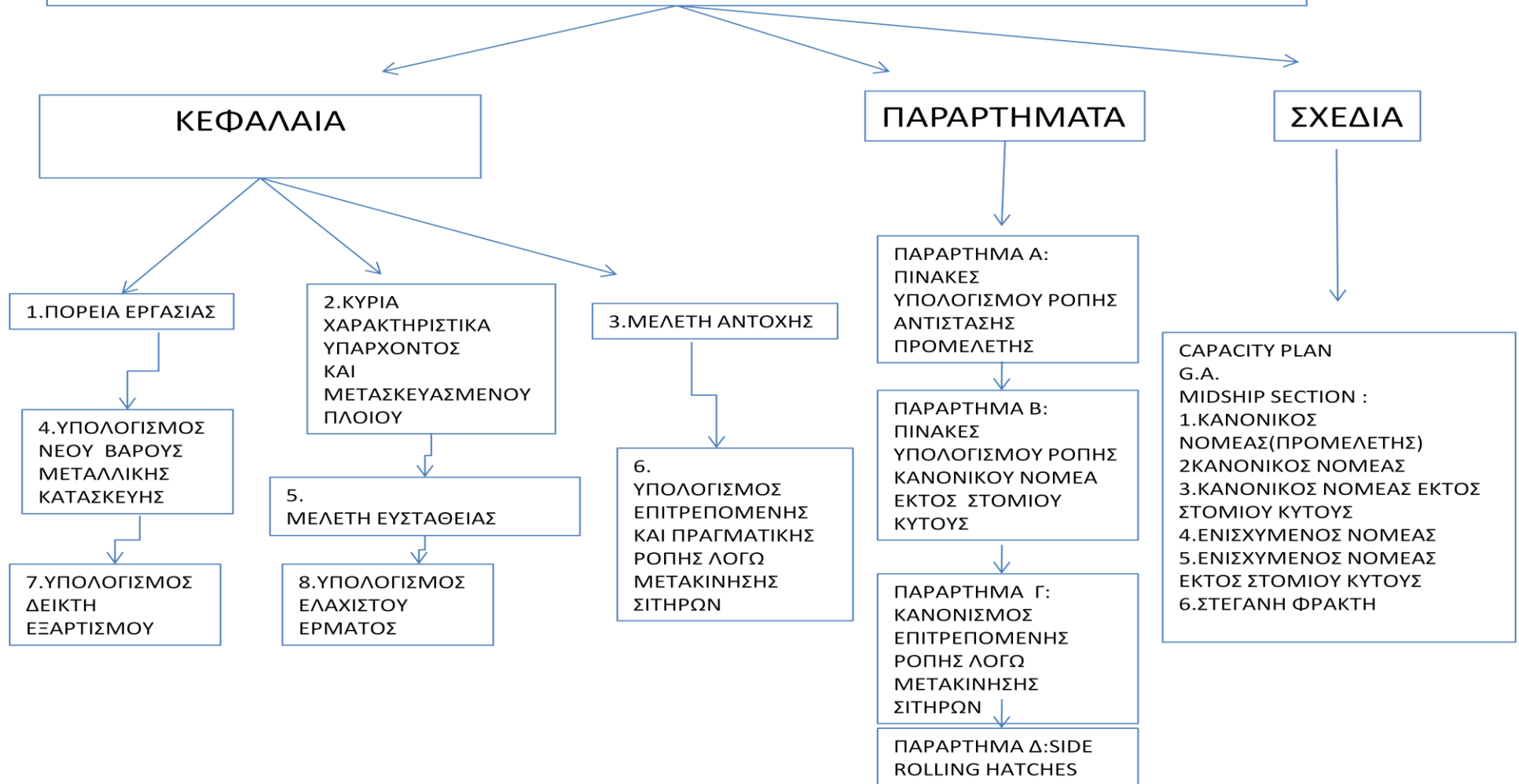
Επιβλέπων Καθηγητής: Α. Παπανικολάου

Αναπλ.Καθηγητής: Ν.Τσούβαλης

Αναπλ.Καθηγητής:Γ.Ζαραφωνίτης

Αθήνα, Ιούλιος 2010

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ



Περιεχόμενα

Περίληψη.....	11
Κεφάλαιο 1 ^ο ΠΟΡΕΙΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	19
Κεφάλαιο 2 ^ο ΚΥΡΙΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΥΠΑΡΧΟΝΤΟΣ ΠΛΟΙΟΥ ΚΑΙ ΜΕΤΑΣΚΕΥΑΣΜΕΝΟΥ	23
Κεφάλαιο 3 ^ο ΜΕΛΕΤΗ ΑΝΤΟΧΗΣ ΜΕΤΑΣΚΕΥΑΣΜΕΝΟΥ ΠΛΟΙΟΥ ‘EXPRESS GALISSAS’	27
Εισαγωγή.....	27
Ορισμοί.....	28
3.1 Παρουσίαση προβλήματος	31
3.1.1 Περίληψη προβλήματος.....	31
3.1.2. Διαμήκης αντοχή.....	31
3.1.2.1. Ροπή αντίστασης υπάρχοντος δεξαμενόπλοιου (oil/chemical tanker) ‘GALISSAS’	31
3.1.2.2. Υπολογισμός καθαρής απαιτούμενης ροπής αντίστασης (Z_r) για μετασκευασμένο πλοίου ξηρού φορτίου.	31
3.1.2.3. Υπολογισμός πραγματικής καθαρής ροπής αντίστασης (actual net section modulus, Z_{actual}) για το μετασκευασμένο πλοίο ξηρού φορτίου ‘EXPRESS GALISSAS’.....	33
3.1.3. Τοπική αντοχή	33
3.2. Έλεγχος τοπικής αντοχής.....	35
3.2.1. Επισκόπηση κανονισμών	35
3.2.1.1. Κανονισμοί για την τοπική αντοχή.....	35
3.2.1.2. Κανονισμοί για τη διάβρωση	37
3.2.2. Υπολογισμός τοπικής αντοχής	39
3.2.2.1. Υπολογισμός τοπικής αντοχής στο εξωτερικό πλευρικό έλασμα (side shell).....	39
3.2.2.2. Υπολογισμός τοπικής αντοχής στο έλασμα του πυθμένα (bottom shell).	53
3.2.2.3. Υπολογισμός τοπικής αντοχής στο εσωτερικό πλευρικό περίβλημα (inner side shell).	61
3.2.2.4. Υπολογισμός τοπικής αντοχής στον εσωτερικό πυθμένα (inner bottom shell).	69
3.2.2.5. Υπολογισμός τοπικής αντοχής στο deck	77
3.2.3. Πρόσθετο πάχος λόγω διάβρωσης και τελικά αποτελέσματα	107
3.2.3.1. Τελικά αποτελέσματα	107
3.2.3.2. Τρόποι αντιμετώπισης τοπικών αστοχιών	109
3.2.3.3. Τελικά αποτελέσματα μετά τις ενισχύσεις	111
3.2.3.4. Έλεγχος ελασμάτων στεγανής φρακτής (bulkhead).	113
3.2.3.5. Υπολογισμός πάχους insert plates	113
3.3. Υπολογισμός διαμήκους αντοχής	115

3.3.1.Πλάνο εργασίας.....	115
3.3.3.1 Στόχος	115
3.3.2.Υπολογισμός αρχικής ροπής αντίστασης(net Z)	115
3.3.2.1.Στοιχεία που λαμβάνονται υπόψη για τον υπολογισμό της καθαρής ροπής αντίστασης	115
3.3.2.2.Πρώτη εκτίμηση ροπής αντίστασης της μέσης τομής	115
3.3.3 Κατασκευαστικές Προτάσεις.....	117
3.3.3.1. Κατασκευαστικές προτάσεις που εφαρμόστηκαν	117
3.3.3.2. Κατασκευαστικές προτάσεις που έχουν εφαρμοστεί σε άλλες μελέτες.(Consulting & Outsourcing Department (TECNITAS) - Bureau Veritas)	121
3.3.3.Τελικός υπολογισμός ροπής αντίστασης	125
3.3.3.1. Υπολογισμός ροπής αντίστασης της μέσης τομής στη περιοχή στομίου κυτών.	125
3.3.3.2. Υπολογισμός ροπής αντίστασης μέσης τομής στη περιοχή εκτός στομίων κυτών.....	139
3.3.3.3 Έλεγχος αποτελεσμάτων ροπής αντίστασης.....	139
Κεφάλαιο 4 ^ο ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΝΕΟΥ ΒΑΡΟΥΣ ΜΕΤΑΛΛΙΚΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΜΕΤΑΣΚΕΥΑΣΜΕΝΟΥ ΠΛΟΙΟΥ ‘EXPRESS GALISSAS’	143
Εισαγωγή	143
4.1. Υπολογισμός νέου βάρους μεταλλικής κατασκευής (lightweight)	143
4.1.1. Υπολογισμός αφαιρούμενων τεμαχίων (deducted items)	143
4.1.2. Υπολογισμός πρόσθετων τεμαχίων (added items)	147
4.1.3. Πίνακας ανάλυσης KG και LCG των παραπάνω τεμαχίων	151
4.1.4. Τελικός υπολογισμός νέου βάρους μεταλλικής κατασκευής (Light weight)	153
Κεφάλαιο 5 ^ο ΜΕΛΕΤΗ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ ΜΕΤΑΣΚΕΥΑΣΜΕΝΟΥ ΠΛΟΙΟΥ ‘EXPRESS GALISSAS’	157
Εισαγωγή	157
5.1.1.Summary table of tank capacity	159
5.1.2.Standard loading for departure.....	161
5.1.3.Standart loading for half condition	163
5.1.4.Standart loading for arrival	165
5.1.5.Constants	167
5.1.7.CONDITION NO .1 DEPARTURE CONDITION (S.G.=0.7177TONS/M ³)/(S.F.=50FT ³ /LT).....	171
5.1.9.CONDITION NO .3 DEPARTURE CONDITION (S.G.=0.7974TONS/M ³)/(S.F.=45FT ³ /LT).....	179

5.1.13.CONDITION NO .7 HOMOGENEOUS ARRIVAL CONDITION (S.G.=0.8767 TONS/M ³)/(S.F.=42.9FT ³ /LT)	195
5.1.15 CONDITION NO .9 ARRIVAL CONDITION (S.G.=0.8971 TONS/M ³)/(S.F.=40FT ³ /LT)	203
5.1.16 CONDITION NO .10 DEPARTURE CONDITION (S.G.=1.0253 TONS/M ³)/(S.F.=35FT ³ /LT)	207
5.1.17.CONDITION NO .11 ARRIVAL CONDITION (S.G.=1.0253 TONS/M ³)/(S.F.=35FT ³ /LT)	211
5.1.18 CONDITION NO .12 WATER BALLAST DEPARTURE CONDITION	215
5.1.19 CONDITION NO .13 WATER BALLAST ARRIVAL CONDITION.....	219
5.1.20 CONDITION NO .14 LIGHTSHIP CONDITION	223
5.1.22 Πίνακας 5.2.' STORAGE FACTORS'	227
Κεφάλαιο 6° ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΗΣ ΚΑΙ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΗΣ ΡΟΠΗΣ ΛΟΓΩ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΗΣ ΣΙΤΗΡΩΝ.....	231
Εισαγωγή	231
6.1.1.Γενικά κριτήρια επιτρεπόμενης ροπής λόγω μετακίνησης σιτηρών (Allowable Heeling Moment [IGC74])	233
6.1.2.Παράδειγμα υπολογισμού επιτρεπόμενης ροπής λόγω μετακίνησης σιτηρών (Allowable Heeling Moment [IGC74])	235
6.1.3.Πρόγραμμα για υπολογισμό επιτρεπόμενης ροπής λόγω μετακίνησης σιτηρών (Allowable Heeling Moment [IGC74])	237
6.1.2.1.Οδηγίες προγράμματος.	237
6.1.2.3.Παράδειγμα τρεξίματος προγράμματος.....	243
6.2.Πραγματική ροπή λόγω μετακίνησης σιτηρών(Actual heeling moment)	247
6.2.1.Πραγματική ροπή λόγω μετακίνησης σιτηρών σε γεμάτα ισοσταθμισμένα κύττα. (Actual heeling moment for filled compartments, trimmed).	247
6.2.1.1.Πραγματική ροπή λόγω μετακίνησης σιτηρών σε γεμάτα ισοσταθμισμένα κύττα, στη περιοχή του στομίου κύτους.(Actual heeling moment για filled compartments, trimmed in hatch area).....	247
6.2.1.3.Τελικός πίνακας πραγματική ροπής λόγω μετακίνησης σιτηρών,για γεμάτα ισοσταθμισμένα κύττα (Actual heeling moment for filled compartments).	251
6.2.2.Πραγματική ροπή λόγω μετακίνησης σιτηρών για μερικώς γεμάτα κύττα.(Actual heeling moment for partly filled compartments).	253
6.2.1.1.Πραγματική ροπή λόγω μετακίνησης σιτηρών, σε κύτος 86.8%γεμάτο, σε περιοχή εντός στομίου κύτους.(Actual heeling moment για partly filled compartments, in hatch area).....	253

6.2.1.2.Πραγματική ροπή λόγω μετατόπισης σιτηρών σε κύτος 86.8% γεμάτο, στη περιοχή εκτός στομίου κύτους.(Actual heeling moment για partly filled compartments, in no hatch area).....	255
6.2.1.3.Τελικός πίνακας πραγματικής ροπής λόγω μετακίνησης σιτηρών σε κύτος, 64%γεμάτο.(Actual heeling moment για partly filled compartments, slack 64% full)..	257
6.2.1.5.Πραγματική ροπή λόγω μετακίνησης σιτηρών για κύτος 17.6%γεμάτο,στη περιοχή εκτός στομίου κύτους.(Actual heeling moment για partly filled compartments, in no hatch area).....	261
6.2.1.6.Τελικός πίνακας πραγματικής ροπής λόγω μετακίνησης σιτηρών σε κύτος 17.6%γεμάτο.(Actual heeling moment για partly filled compartments, slack 17.6%)..	263
6.3.Τελικός πίνακας Πραγματικής ροπής λόγω μετακίνησης σιτηρών(Actual heeling moment).....	265
Κεφάλαιο 7 ^ο ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΔΕΙΚΤΗ ΕΞΑΡΤΙΣΜΟΥ(EQUIPEMENT NUMBER).....	269
7.1 Υπολογισμός δείκτη εξαρτισμού.....	269
7.1.2 Υπολογισμός h.....	271
Κεφάλαιο 8 ^ο ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟ ΕΛΑΧΙΣΤΟΥ ΕΡΜΑΤΟΣ (WATER BALLAST MINIMUM).....	275
8.1 Υπολογισμός ελάχιστου έρματος (water ballast minimum).....	275
Κεφάλαιο 9 ^ο ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	279
Κεφάλαιο 10 ^ο ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	283
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α.....	285
Υπολογισμός ροπής αντίστασης για κανονικό νομέα εκτός στομίου κύτους για το πλοίο ξηρού φορτίου ‘EXPRESS GALISSAS’.....	285
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β.....	299
Υπολογισμός ροπής αντίστασης για κανονικό νομέα εκτός στομίου κύτους για το πλοίο ξηρού φορτίου ‘EXPRESS GALISSAS’.....	299
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ.....	313
INTERNATIONAL GRAIN CODE.....	313
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Δ.....	350
SIDE-ROLLING HATCH COVERS.....	350



[ΠΕΡΙΛΗΨΗ]

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Περίληψη

Η παρούσα διπλωματική εργασία πραγματεύεται τη μετασκευή ενός υπάρχοντος δεξαμενόπλοιου σε πλοίο ξηρού φορτίου .

Αρχικά αφαιρέσαμε τη διαμήκη φρακτή, ανοίξαμε ένα άνοιγμα του στομίου κύτους, προεκτείναμε εγκάρσια της πλευρικές δεξαμενές και τοποθετήσαμε εκατέρωθεν του κύτους άνω πλευρικές δεξαμενές. Για αυτήν την διατομή ελέγχονται η τοπική και η διαμήκης αντοχή, με βάση του κανονισμού του IACS, Common structural rules 2006. Δηλαδή, ελέγχονται τα υπάρχοντα πάχη των ελασμάτων και η ροπή αντίστασης των ενισχυτικών της μέσης τομής, για το αν ικανοποιούν τους κανονισμούς για το νέο τύπο φορτίου.

Ύστερα, υπολογίζεται το νέο βάρος της μεταλλικής κατασκευής, όπως αυτό διαμορφώνεται με τις μετατροπές που έχουν γίνει, τόσο από τις ενισχύσεις που έχουν προκύψει όσο και από την αφαίρεση στοιχείων λόγω αλλαγής τύπου πλοίου (σωληνώσεις, διαμήκης φρακτή κτλ.).

Για το μετασκευασμένο σκάφος υπολογίζονται οι έξης καταστάσεις φόρτωσης :

- 1.Full load departure (S.F.=50FT³/LT)
- 2.Full load arrival(S.F.=50FT³/LT)
- 3.Full load departure (S.F.=45FT³/LT)
- 4.Full load arrival(S.F.=45FT³/LT)
- 5.Full load departure homogeneous (S.F.=42.9FT³/LT)
- 6.Full load half arrival homogeneous (S.F.=42.9FT³/LT)
- 7.Full load arrival homogeneous (S.F.=42.9FT³/LT)
- 8.Full load departure(S.F.=40FT³/LT)
- 9.Full load arrival(S.F.=40FT³/LT)
- 10.Full load departure(S.F.=35FT³/LT)
- 11.Full load arrival(S.F.=35FT³/LT)
- 12.Ballast departure
- 13.Ballast arrival
- 14.Lightship condition

Κατόπιν, υπολογίζεται η επιτρεπόμενη ροπή λόγω μετακίνησης σιτηρών κατά τους κανονισμούς SOLAS, International Grain Code 1974, και συγκρίνεται με την πραγματική για κάθε κατάσταση φόρτωσης, έτσι ώστε να εξασφαλίζεται η ευστάθεια του πλοίου.

Τέλος, υπολογίζεται νέος δείκτης εξαρτισμού σύμφωνα με το μέγιστο επιτρεπόμενο βύθισμα (T_{max}) και υπολογίζεται το ελάχιστο έρμα.

Τα σχέδια που έχουν δημιουργηθεί για την εκπόνηση της παραπάνω μελέτης είναι τα εξής:

1. Σχέδιο 3A Κανονικός νομέας δεξαμενοπλοίου εντός στομίου κύτους 'GALISSAS'.
2. Σχέδιο 3B Κανονικός νομέας πλοίου ξηρού φορτίου εντός στομίου κύτους 'EXPRESS GALISSAS'.
3. Σχέδιο 3C Κανονικός νομέας πλοίου ξηρού φορτίου εκτός στομίου κύτους 'EXPRESS GALISSAS'.
4. Σχέδιο 3D Ενισχυμένος νομέας πλοίου ξηρού φορτίου εντός στομίου κύτους 'EXPRESS GALISSAS'.
5. Σχέδιο 3E Ενισχυμένος νομέας πλοίου ξηρού φορτίου εκτός στομίου κύτους 'EXPRESS GALISSAS'.
6. Σχέδιο 3F Στεγανή φρακτική πλοίου ξηρού φορτίου 'EXPRESS GALISSAS'.
7. Σχέδιο Γενικής διάταξης (General arrangement).
8. Σχέδιο Χωρητικότητας κυτών και δεξαμενών (Capacity plan).



[ΕΙΣΑΓΩΓΗ]

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Εισαγωγή

Σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η μετασκευή του υπάρχοντος δεξαμενοπλοίου 'GALISSAS' σε πλοίο ξηρού φορτίου, υπό τη νέα ονομασία 'EXPRESS GALISSAS'.

Η προσέγγισή μας αφορά τη μελέτη Αντοχής (τοπικής και διαμήκουσ), τον υπολογισμό του νέου βάρους της μεταλλικής κατασκευής (νέο lightweight), τη μελέτη Ευστάθειας (Stability booklet), την εφαρμογή του κανονισμού Επιτρεπόμενης ροπής λόγω μετακίνησης σιτηρών (Allowable Heeling Moment), τον υπολογισμό του νέου δείκτη εξαρτισμού (equipment number) και του ελάχιστου έρματος (minimum ballast) στο μετασκευασμένο πλοίο.

Το ενδιαφέρον που παρατηρείται τα τελευταία χρόνια για τις μετασκευές των δεξαμενόπλοιων (tankers) σε πλοία ξηρού φορτίου (bulk carriers) οφείλεται κυρίως στις εξής παραμέτρους :

- Ανάπτυξη αγωγών μεταφοράς πετρελαίου με αποτέλεσμα τη μείωση της μεταφοράς του μέσω των θαλασσιών οδών,
- Αύξηση του ναύλου μεταφοράς σιτηρών χύδην,
- Απαίτηση κανονισμών (MARPOL 73/78 ANNEX 1) αντικατάστασης των δεξαμενοπλοίων μονού κύτους (single hull tankers) με διπλού κύτους (double hull tankers), μετά το 2010 .

Οι υπολογισμοί της παρούσας εργασίας βασίστηκαν στους κανονισμούς του IACS, Common structural rules 2006, για τον υπολογισμό της Αντοχής, IMO, Resolution A.749, για τον υπολογισμό της ευστάθειας και SOLAS, International Grain Code, 1974, για τον υπολογισμό της Επιτρεπόμενης ροπής από τη μετακίνηση Σιτηρών.

Τα κεφάλαια της παρούσας διπλωματικής εργασίας διαμορφώνονται ως εξής:

Κεφάλαιο 1: Παρουσιάζεται η πορεία εργασίας υπολογισμού της μετασκευής πλοίου από δεξαμενόπλοιο σε πλοίο ξηρού φορτίου.

Κεφάλαιο 2: Βασικά στοιχεία του υπάρχοντος και του μετασκευασμένου πλοίου.

Κεφάλαιο 3: Μελέτη Αντοχής μετασκευασμένου πλοίου

Κεφάλαιο 4: Ο υπολογισμός του νέου βάρους μεταλλικής κατασκευής

Κεφάλαιο 5: Μελέτη Ευστάθειας μετασκευασμένου πλοίου

Κεφάλαιο 6: Εφαρμογή του κανονισμού Επιτρεπόμενης ροπής λόγω μετακίνησης σιτηρών (Allowable Heeling Moment) και υπολογισμός πραγματικής ροπής λόγω μετακίνησης σιτηρών.

Κεφάλαιο 7: Υπολογισμός δείκτη εξαρτισμού

Κεφάλαιο 8: Υπολογισμός του ελάχιστου έρματος.

Τέλος στα Παραρτήματα παρουσιάζονται αναλυτικά υπολογισμοί της ροπής αντίστασης και οι κανονισμοί Επιτρεπόμενης ροπής λόγω μετακίνησης σιτηρών (Allowable Heeling Moment) .

Η παρούσα διπλωματική εργασία συμπεριλαμβάνει τα εξής σχέδια:

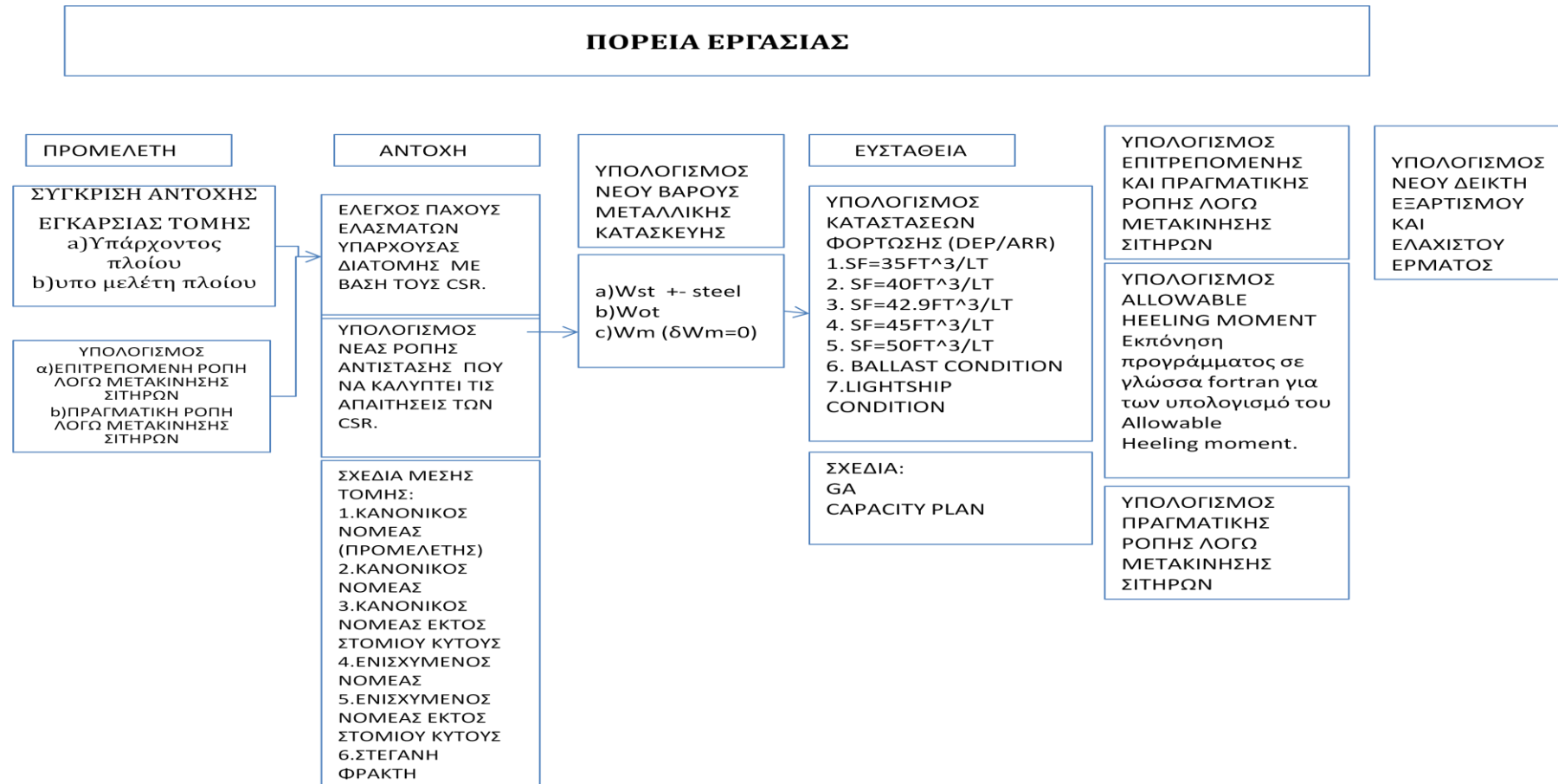
1. Σχέδιο 3A Κανονικός νομέας δεξαμενοπλοίου εντός στομίου κύτους 'GALISSAS'.
2. Σχέδιο 3B Κανονικός νομέας πλοίου ξηρού φορτίου εντός στομίου κύτους 'EXPRESS GALISSAS'.
3. Σχέδιο 3C Κανονικός νομέας πλοίου ξηρού φορτίου εκτός στομίου κύτους 'EXPRESS GALISSAS'.
4. Σχέδιο 3D Ενισχυμένος νομέας πλοίου ξηρού φορτίου εντός στομίου κύτους 'EXPRESS GALISSAS'.
5. Σχέδιο 3E Ενισχυμένος νομέας πλοίου ξηρού φορτίου εκτός στομίου κύτους 'EXPRESS GALISSAS'.
6. Σχέδιο 3F Στεγανή φρακτή πλοίου ξηρού φορτίου 'EXPRESS GALISSAS'.
7. Σχέδιο Γενικής διάταξης (General arrangement).
8. Σχέδιο Χωρητικότητας δεξαμενών και κυτών (Capacity plan).



[ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο]

ΠΟΡΕΙΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ

Κεφαλαίο 1^ο ΠΟΡΕΙΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ





[ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2⁰]

ΚΥΡΙΕΣ ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΔΕΞΑΜΕΝΟΠΛΟΙΟΥ ΠΛΟΙΟΥ ' GALISSAS' /ΜΕΤΑΣΚΕΥΑΣΜΕΝΟΥ ΠΛΟΙΟΥ
ΞΗΡΟΥ ΦΟΡΤΙΟΥ 'EXPRESS GALISSAS'

Κεφάλαιο 2^ο

Πίνακας 2.1.

	MAIN PARTICULARS			
	ΔΕΞΑΜΕΝΟΠΛΟΙΟ 'GALISSAS'			
MAIN PARTICULARS	SHIP NAME		GALISSAS	
	OWNER NAME		BENELUX OVERSEAS INC.	
	KIND OF SHIP		OIL/CHEMICAL TANKER	
	CLASSIFICATION		ABS	
	FLAG		PANAMA	
	PORT OF REGISTRY		PANAMA	
DIMENSIONS	LENGTH	L.O.A.	183.094	M
	LENGTH	L.B.P.	174.000	M
	BREADTH	MLD	32.200	M
	DEPTH	MLD	19.100	M
	DRAFT	F.L.D.	11.000	M
	DRAFT	SCANTLING	13.075	M
	BLOCK COEFFICIENT	SCANTLING	0.811	
	FULL LOAD DISPLACEMENT	F.L.D.	50346.234	TON
	FULL LOAD DISPLACEMENT	SCANTLING	60971.920	TON
	LIGHTWEIGHT		10914.063	TON
	DEADWEIGHT	SCANTLING	50057.857	TON
MAIN ENGINE	MAKER		MAN B&W	
	MODEL		6S50MC-C	
	M.C.R.		12900 BHP X127.0RPM	
	N.C.R.		10965 BHPX120.3RPM	
PROPELLER	TYPE		4 BLANED SOLID,	
			AEROFOIL SECTION KEYLESS FIXED PITCHTYPE	
	DIAMETER		6.000	M

		MAIN PARTICULARS			
		ΜΕΤΑΣΚΕΥΑΣΜΕΝΟ ΠΛΟΙΟΥ ΞΗΡΟΥ ΦΟΡΤΙΟΥ 'EXPRESS GALISSAS'			
MAIN PARTICULARS	SHIP NAME		EXPRESS GALISSAS		
	OWNER NAME		BENELUX OVERSEAS INC.		
	KIND OF SHIP		BULK CARRIER		
	CLASSIFICATION		ABS		
	FLAG		PANAMA		
	PORT OF REGISTRY		PANAMA		
DIMENSIONS	LENGTH	L.O.A.	183.094	M	
	LENGTH	L.B.P.	174.000	M	
	BREADTH	MLD	32.200	M	
	DEPTH	MLD	19.100	M	
	DRAFT	F.L.D.	13.075	M	
	DRAFT	SCANTLING	13.075	M	
	BLOCK COEFFICIENT	SCANTLING	0.811		
	FULL LOAD DISPLACEMENT	F.L.D.	60971.920	TON	
	FULL LOAD DISPLACEMENT	SCANTLING	60971.920	TON	
	LIGHTWEIGHT		10879.868	TON	
	DEADWEIGHT	SCANTLING	50092.052	TON	
MAIN ENGINE	MAKER		MAN B&W		
	MODEL		6S50MC-C		
	M.C.R.		12900 BHP X127.0RPM		
	N.C.R.		10965 BHPX120.3RPM		
PROPELLER	TYPE		4 BLANED SOLID, AEROFOIL SECTION KEYLESS FIXED PITCHTYPE		
	DIAMETER		6.000	M	

Πίνακας 2.2.



[ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο]

ΜΕΛΕΤΗ ΑΝΤΟΧΗΣ ΜΕΤΑΣΚΕΥΑΣΜΕΝΟΥ ΠΛΟΙΟΥ 'EXPRESS GALISSAS'

Κεφάλαιο 3^ο ΜΕΛΕΤΗ ΑΝΤΟΧΗΣ ΜΕΤΑΣΚΕΥΑΣΜΕΝΟΥ ΠΛΟΙΟΥ 'EXPRESS GALISSAS'

Εισαγωγή

Στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάζεται η μελέτη Αντοχής του μετασκευασμένου πλοίου 'EXPRESS GALISSAS'. Η μελέτη περιλαμβάνει δύο τμήματα, αυτό της τοπικής αντοχής και αυτό της διαμήκου αντοχής του μετασκευασμένου πλοίου, η οποία βασίζεται στα πρότυπα των κανονισμών του IACS, Common Structural Rules for Bulk carriers January 2006 [CSR06].

Στο πρώτο τμήμα εξετάζουμε την τοπική αντοχή των υπάρχοντων ελασμάτων και ενισχυτικών της μέσης τομής, έτσι όπως αυτή καθορίζεται από εσωτερικές και εξωτερικές πιέσεις. Σκοπός της παραπάνω μελέτης είναι να προβλεφθούν τυχόν αστοχίες και να ενισχυθούν τα τμήματα τα οποία αστοχούν.

Στο δεύτερο τμήμα μελετάμε τη διαμήκη αντοχή, όπως αυτή διαμορφώνεται μετά το άνοιγμα των ανοιγμάτων κυτών, καθώς η αφαίρεση τμημάτων του καταστρώματος έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση της ροπής αντίστασης (section modulus, Z). Η ροπή αντίστασης που θα προκύψει μετά τις απαραίτητες μετατροπές θα επανεξεταστεί με βάση τους κανονισμούς [CSR06].

Για την πληρότητα της μελέτης εκπονήθηκαν έξι σχέδια μέσης τομής.

Αυτά παρουσιάζονται ως εξής:

1. Σχέδιο 3A Κανονικός νομέας δεξαμενοπλοίου εντός στομίου κύτους 'GALISSAS'.
2. Σχέδιο 3B Κανονικός νομέας πλοίου ξηρού φορτίου εντός στομίου κύτους 'EXPRESS GALISSAS'.
3. Σχέδιο 3C Κανονικός νομέας πλοίου ξηρού φορτίου εκτός στομίου κύτους 'EXPRESS GALISSAS'.
4. Σχέδιο 3D Ενισχυμένος νομέας πλοίου ξηρού φορτίου εντός στομίου κύτους 'EXPRESS GALISSAS'.
5. Σχέδιο 3E Ενισχυμένος νομέας πλοίου ξηρού φορτίου εκτός στομίου κύτους 'EXPRESS GALISSAS'.
6. Σχέδιο 3F Στεγανή φρακτή πλοίου ξηρού φορτίου 'EXPRESS GALISSAS'.

Σημείωση: Στα περισσότερα μεγέθη που αναφέρονται στο παρόν κεφάλαιο βρίσκεται σε παρένθεση η ακριβής αναφορά τους μέσα στους κανονισμούς [CSR06]. Τα υπόλοιπα αναφέρονται στους ορισμούς του παρόντος κεφαλαίου.

Ορισμοί

Z_{BOT} =ροπή αντίστασης από τον πυθμένα, section modulus

Z_{TOP} =ροπή αντίστασης από το κατάστρωμα, section modulus

I_{yy} =ροπή αδράνειας

N_{BOT} =απόσταση ουδέτερου άξονα από τον πυθμένα

N_{TOP} = απόσταση ουδέτερου άξονα από το κατάστρωμα

$Z_{r,MIN}$ =net required section modulus is not to be less than the value obtained, in m^3

$$Z_{r,MIN} = 0.9 \cdot C \cdot L^2 \cdot B \cdot (C_B + 0.7) \cdot k \cdot 10^{-6}$$

CH.5,SEC.1,P.12

Z_r =net required section modulus within 0.4 amidships is not to be less than the value obtained, in m^3

$$Z_r = \frac{M_{SW} + M_{WV}}{\sigma_{1,ALL}} \cdot 10^{-3}$$

CH.5,SEC.1,P.11

C=wave parameter, taken equal to:

$$C = 10,75 \cdot \left(\frac{300 - L}{100} \right)^{1.5} = 9.336$$

για $90m < L < 300m$

(
K=material factor
K=235/ $R_{eH} = 1.0$

CH.1,SEC.4,P.4

για $R_{eH} = 235 \text{ N/mm}^2$

CH.3,SEC.1,P.4

$C_B = 0.811$

$L = 174.00m$

$B = 32.20m$

$T_{LC} = T_{MAX} = 13.075 \text{ m}$

f_p =coefficient corresponding to the probability level, taken equal to :

$f_p = 1.0$ for strength assessments corresponding to the probability level of 10^{-8}

$f_p = 0.5$ for strength assessments corresponding to the probability level of 10^{-4}

CH.4,SEC.2,P.4

F_M =distribution factor

$F_M = 1.0$

για $0.4L \leq x \leq 0.65L$

CH.4,SEC.3,P.11

$\sigma_{1,ALL}$ =Allowable normal stress ,in N/mm^2 , obtained from the following formula:

$$\sigma_{1,ALL}=190/k=190N/mm^2$$

για $0.3 \leq x/L \leq 0.7$

CH.5,SEC.1,P.11

H_{db} =ύψος διπύθμενου

b_{hatch} =πλάτος κύτους(hatch).

l_{hatch} =μήκος κύτους(hatch).

h_{hatch} =ύψος κύτους (hatch).

w =πλάτος πλευρικών δεξαμενών (wing tanks).

l_{cargo} =συνολικό μήκος κυτών.

b_{side} =απόσταση από την πλευρά του κύτους μέχρι το εξωτερικό πλευρικό έλασμα.

Definition of load cases

Load case	H1	H2	F1	F2	R1	R2	P1	P2
EDW	"H"		"F"		"R"		"P"	
Heading	Head		Follow		Beam (Port. weather side)		Beam (Port. weather side)	
Effect	Max. Bending Moment		Max. Bending Moment		Max. Roll		Max. Ext. Pressure	
	Sagging	Hogging	Sagging	Hogging	(+)	(-)	(+)	(-)

CH.4,SEC.4,P.15

3.1 Παρουσίαση προβλήματος

3.1.1 Περίληψη προβλήματος

Η μετασκευή του υπάρχοντος δεξαμενόπλοιου (oil/chemical tanker) σε πλοίο ξηρού φορτίου (bulk carrier) παρουσιάζει τα εξής προβλήματα αντοχής:

- ΔΙΑΜΗΚΗΣ ΑΝΤΟΧΗ : Μείωση της ροπής αντίστασης (section modulus,Z) λόγω ανοιγμάτων κυτών,

$$Z = \frac{I}{N}$$

- ΤΟΠΙΚΗ ΑΝΤΟΧΗ: Τοπικές αστοχίες λόγω αλλαγής τύπου φορτίου,

σύμφωνα με τους κανονισμούς του IACS, Common Structural Rules για bulk carriers, January 2006[CSR06].

3.1.2. Διαμήκης αντοχή

3.1.2.1. Ροπή αντίστασης υπάρχοντος δεξαμενόπλοιου (oil/chemical tanker) 'GALISSAS'

Το υπάρχον δεξαμενόπλοιο 'GALISSAS' έχει ελάχιστη ροπή αντίστασης στο κατάστρωμα $Z_t=20.0 \text{ m}^3$.

3.1.2.2. Υπολογισμός καθαρής απαιτούμενης ροπής αντίστασης (Z_r) για μετασκευασμένο πλοίο ξηρού φορτίου.

Υπολογίζοντας την απαιτούμενη ροπή αντίστασης, $Z_{required}$, από τους [CSR06] για το μετασκευασμένο πλοίο ξηρού φορτίου 'GALISSAS EXPRESS', έχουμε τα εξής:

$$Z_r = \max\left(0.9 \cdot C \cdot L^2 \cdot B \cdot (C_B + 0.7) \cdot k \cdot 10^{-6}, \frac{M_{sw} + M_{wn}}{\sigma_{1,ALL}} \cdot 10^{-3}\right)$$

(CH.5,SEC.1,P.12)

$$Z_{r,MIN} = 0.9 \cdot C \cdot L^2 \cdot B \cdot (C_B + 0.7) \cdot k \cdot 10^{-6} \quad (1.1)$$

(CH.5,SEC.1,P.12)

$$C_B = 0.811 \quad (1.1)$$

$$L = 174.00 \quad (1.1)$$

$$B = 32.20 \quad (1.1)$$

$$C = 10,75 \cdot \left(\frac{300 - L}{100}\right)^{1.5} = 9.336 \quad (1.1)$$

για $90\text{m} < L < 300\text{m}$

(

(CH.1,SEC.4,P.4)

$$K=1.0 \quad (1.1)$$

$$\gamma \alpha \quad R_{eH}=235 \text{ N/mm}^2$$

(CH.3,SEC.1,P.4)

$$Z_{r,MIN} = \frac{0.9 \cdot C \cdot L^2 \cdot B \cdot (C_B + 0.7) \cdot k \cdot 10^{-6}}{0.9 \cdot 9.336 \cdot 174.00^2 \cdot 32.20 \cdot (0.811 + 0.7)} =$$

$$Z_{r,MIN} = 12.377 \text{ m}^3$$

$$Z_r = \frac{M_{SW} + M_{WV}}{\sigma_{1,ALL}} \cdot 10^{-3}$$

(CH.5,SEC.1,P.11)

$$M_{SW} = 1000963.350 \text{ KN*m} \quad (1.1)$$

$$M_{WV}(\text{hogging}) = 190 \cdot F_M \cdot f_p \cdot C_L^2 \cdot T_{LC} \cdot C_B \cdot 10^{-3} = 569454.952 \text{ KN*m} \quad (1.1)$$

(CH.5,SEC.1,P.11)

$$C \quad (1.1)$$

$$L \quad (1.1)$$

$$C_B \quad (1.1)$$

$$T_{LC} = 13.075 \text{ m} \quad (1.1)$$

$$f_p = 1.0 \quad (1.1)$$

(CH.4,SEC.2,P.4)

$$F_M = 1.0 \quad (1.1)$$

$$\gamma \alpha \quad 0.4L \leq x \leq 0.65L$$

(CH.4,SEC.3,P.11)

$$\sigma_{1,ALL} = 190/k = 190 \text{ N/mm}^2$$

$$\gamma \alpha \quad 0.3 \leq x/L \leq 0.7$$

(CH.5,SEC.1,P.11)

$$Z_r = \frac{M_{SW} + M_{WV}}{\sigma_{1,ALL}} \cdot 10^{-3} = \frac{1000963.350 + 569454.952}{190} \cdot 10^{-3} =$$

$$Z_r = 8.265 \text{ m}^3$$

$$Z_{required} = \max(12.377, 8.265) =$$

$$Z_r = 12.377 \text{ m}^3$$

3.1.2.3.Υπολογισμός πραγματικής καθαρής ροπής αντίστασης (actual net section modulus, Z_{actual}) για το μετασκευασμένο πλοίο ξηρού φορτίου 'EXPRESS GALISSAS'.

Στο κεφάλαιο 3.3. γίνεται ο ακριβής υπολογισμός της πραγματικής καθαρής ροπής αντίστασης, Z_{actual} .

Σε αυτό το σημείο απλά αναφέρεται ότι περιμένουμε μείωση της Z_{actual} , αφού τα μεγάλα ανοίγματα κατά μήκος του καταστρώματος όπου θα ανοιχθούν τα ανοίγματα των κυτών, θα μειώσουν τη ροπή αδράνειας I_{yy} και θα μετατοπίσουν προς τα κάτω τον ουδέτερο άξονα, N.

3.1.3.Τοπική αντοχή

Στόχος είναι να μην έχουμε καμία τοπική αστοχία λόγω του νέου τύπου φορτίου .

Για το λόγο αυτό ελέγχονται :

- όλα τα πάχη(t) ελασμάτων της υπάρχουσας μέσης τομής του 'GALISSAS'(λαμβάνεται υπόψη το GRAB NOTATION)
- η ροπή αντίστασης (Z) ενισχυτικών της υπάρχουσας μέσης τομής του 'GALISSAS' για απλό νομέα (ordinary section), ενισχυμένο νομέα (web section) και στεγανή φρακτή (bulkhead section),

στη συνέχεια υπολογίζονται πάχη και ενισχυτικά για :

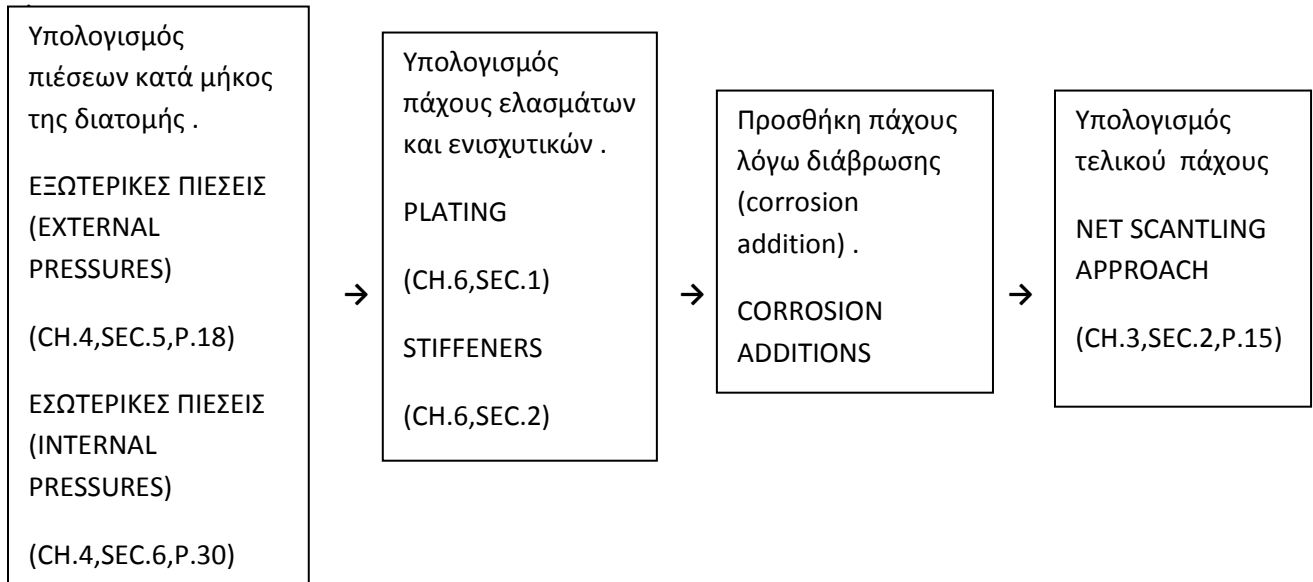
- στόμια κυτών (hatch coamings)
- καπάκια (hatch covers)
- προσθήκες ενισχυμένων ελασμάτων στις γωνίες του στομίου και στο επίπεδο του καταστρώματος (insert plates)

από [CSR06] (CH.4,SEC.2)

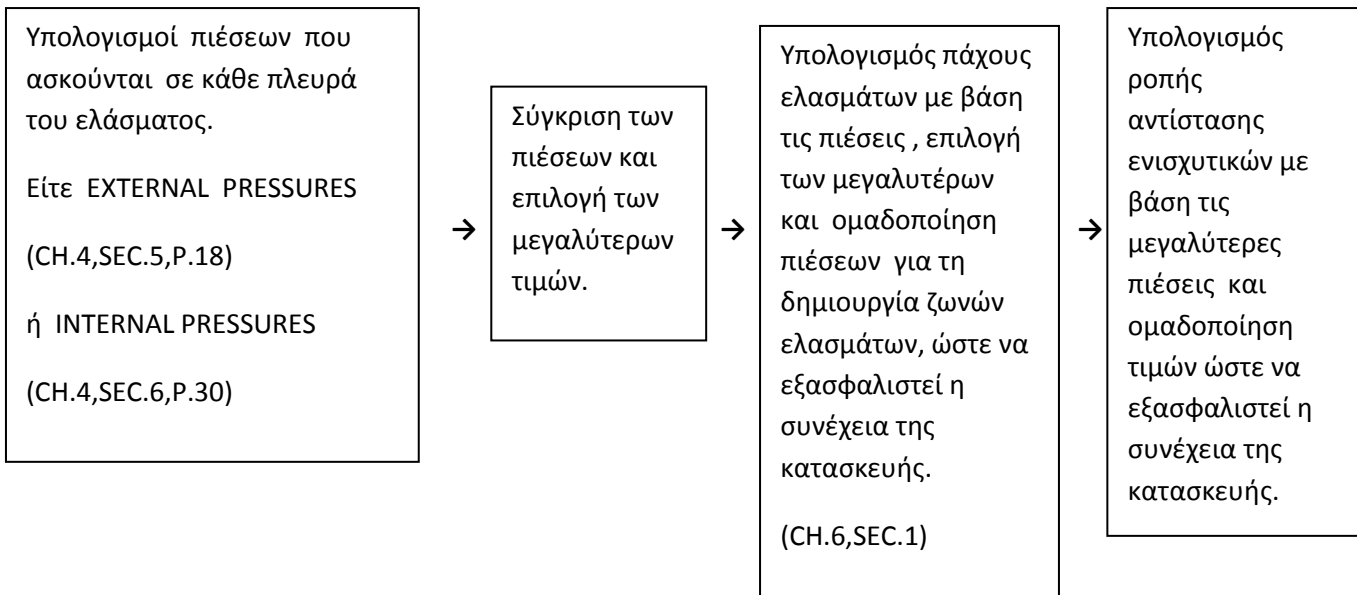
3.2. Έλεγχος τοπικής αντοχής

3.2.1.Επισκόπηση κανονισμών

Ο έλεγχος της τοπικής αντοχής γίνεται κατά [CSR06] και ακολουθείται η εξής διαδικασία:



3.2.1.1.Κανονισμοί για την τοπική αντοχή



3.2.1.2.Κανονισμοί για τη διάβρωση

Προκειμένου να υπολογίσουμε τη ροπή αντίστασης, Z , πρέπει πρώτα να υπολογίσουμε το καθαρό απαιτούμενο πάχος ελάσματος, $t_{net_required}$, το οποίο ορίζεται ως η διαφορά του συνολικού απαιτούμενου πάχους, $t_{gross_required}$, μείον το πρόσθετο πάχος λόγω διάβρωσης, ήτοι:

$$t_{net_required} = t_{gross_required} - t_c \quad (\text{CH.3,SEC.2,P.15})$$

όπου:

t_c =πρόσθετο πάχος λόγω διάβρωσης (corrosion addition)

$t_{gross_required}$ =συνολικό πάχος ελάσματος

Σημείωση: Το $t_{net_required}$ στρογγυλοποιείται στο 0.5 mm.

Ο υπολογισμός του t_c γίνεται είτε από τον τύπο:

- $t_c = \text{Roundup}_{0.5}(t_{c1} + t_{c2}) + t_{reserve}$ (CH.3,SEC.3,P.18)

όταν έχουμε 2 περιοχές διάβρωσης

ή:

- $t_c = \text{Roundup}_{0.5}(2t_{c1}) + t_{reserve}$ (CH.3,SEC.3,P.18)

όταν έχουμε 1 περιοχή διάβρωσης

$t_{reserve} = 0.5 \text{ mm}$ (η προβλεπόμενη μείωση πάχους στα 2.5 χρόνια)

(CH.13,SEC.2,P.4)

Παρακάτω δίνεται ο πίνακας με τις τιμές πρόσθετου πάχους λόγω διάβρωσης (corrosion addition) σε διάφορες περιοχές της μέσης τομής (CH.3,SEC.3,P.19), ενώ στα ΣΧΕΔΙΑ 2B, 2C, παρουσιάζονται οι τιμές πρόσθετου πάχους λόγω διάβρωσης (corrosion additions) για τη μέση τομή του 'EXPRESS GALISSAS'.

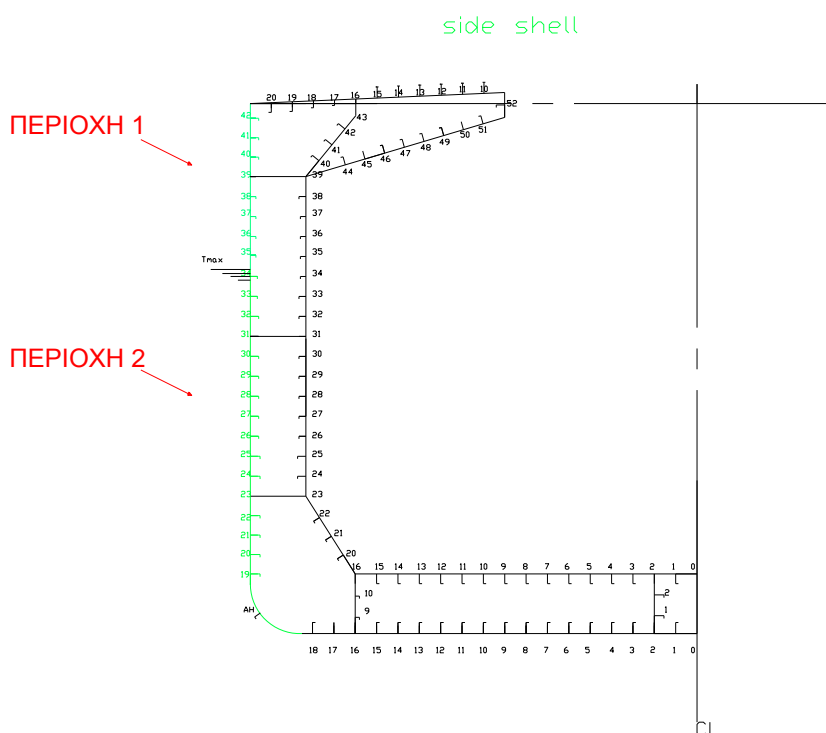
Πίνακας 3.1

Corrosion addition on one side of structural members

Compartment Type	Structural member		Corrosion addition, t_{c1} or t_{c2} in mm	
			BC-A or BC-B ships with $L \geq 150$ m	Other
Ballast water tank ⁽²⁾	Face plate of primary members	Within 3m below the top of tank ⁽³⁾	2.0	
		Elsewhere	1.5	
	Other members	Within 3 m below the top of tank ⁽³⁾	1.7	
		Elsewhere	1.2	
Dry bulk cargo hold ⁽¹⁾	Transverse bulkhead	Upper part ⁽⁴⁾	2.4	1.0
		Lower stool sloping and top plate	5.2	2.6
		Other parts	3.0	1.5
	Other members	Upper part ⁽⁴⁾	1.8	1.0
		Webs and flanges of the upper end brackets of side frames of single side bulk carriers		
		Webs and flanges of lower brackets of side frames of single side bulk carriers	2.2	1.2
		Other parts	2.0	1.2
	Sloped plating of hopper tank, inner bottom plating	Continuous wooden ceiling	2.0	1.2
		No continuous wooden ceiling	3.7	2.4
Exposed to atmosphere	Horizontal member and weather deck ⁽⁵⁾		1.7	
	Non horizontal member		1.0	
Exposed to sea water ⁽⁷⁾			1.0	
Fuel oil tanks and lubricating oil tanks ⁽²⁾			0.7	
Fresh water tanks			0.7	
Void spaces ⁽⁶⁾	Spaces not normally accessed, e.g. access only through bolted manholes openings, pipe tunnels, etc.		0.7	
Dry spaces	Internal of deck houses, machinery spaces, stores spaces, pump rooms, steering spaces, etc.		0.5	
Other compartments than above			0.5	
Notes				
(1) Dry bulk cargo hold includes holds, intended for the carriage of dry bulk cargoes, which may carry water ballast.				
(2) The corrosion addition of a plating between water ballast and heated fuel oil tanks is to be increased by 0.7 mm.				
(3) This is not to be applied to structural members of inner bottom and located below inner bottom.				
(4) Upper part of the cargo holds corresponds to an area above the connection between the top side and the inner hull or side shell. If there is no top side, the upper part corresponds to the upper one third of the cargo hold height.				
(5) Horizontal member means a member making an angle up to 20° as regard as a horizontal line.				
(6) The corrosion addition on the outer shell plating in way of pipe tunnel is to be considered as water ballast tank.				
(7) Outer side shell between normal ballast draught and scantling draught is to be increased by 0.5 mm.				

3.2.2.Υπολογισμός τοπικής αντοχής

3.2.2.1.Υπολογισμός τοπικής αντοχής στο εξωτερικό πλευρικό έλασμα (side shell)



Σχέδιο 3.1 (Σχέδιο 3C)

- **Πορεία εργασίας υπολογισμού για εξωτερικό πλευρικό έλασμα (side shell)**
- **ΕΞΩΤΕΡΙΚΟ ΠΛΕΥΡΙΚΟ ΕΛΑΣΜΑ (SIDE SHELL)**

1. Πραγματοποιείται υπολογισμός πιέσεων καθ' ύψος του κοίλου ($D=19.1\text{m}$) στο εξωτερικό πλευρικό έλασμα που ασκούνται τόσο από τη μεριά της θάλασσας όσο από τη μεριά των πλευρικών δεξαμενών, για τον υπολογισμό του πάχους του εξωτερικού πλευρικού ελάσματος. Έτσι έχουμε:

- Υπολογισμό υδροστατικών και υδροδυναμικών πιέσεων που ασκούνται από τη θάλασσα, με ρευστό θαλασσινό νερό καθ' ύψος του εξωτερικού πλευρικού ελάσματος, για $0 < z < D=19.1\text{m}$, με βήμα 0.1m .
- Υπολογισμό υδροστατικών και υδροδυναμικών πιέσεων που ασκούνται από τις πλευρικές δεξαμενές (wing tanks), με ρευστό θαλασσινό νερό καθ' ύψος του εξωτερικού πλευρικού ελάσματος, για $0 < z < D=19.1\text{m}$, με βήμα 0.1m .

2. Συγκρίνουμε το άθροισμα των υδροστατικών και υδροδυναμικών πιέσεων σε κάθε περίπτωση και επιλέγουμε το άθροισμα των μεγαλύτερων πιέσεων ανά περιοχή. Έτσι δημιουργούνται δύο περιοχές:

- Περιοχή 1: Για $0 < z < T_{max}$ (βύθισμα στη γραμμή φόρτωσης) μεγαλύτερες πιέσεις εμφανίζονται από τη θάλασσα, αφού στην περίπτωση που έχουμε πιέσεις και από τις πλευρικές δεξαμενές, δημιουργούνται αντίρροπες πιέσεις με αποτέλεσμα τη μείωση της συνολικής πίεσης.
- Περιοχή 2: Για $T_{max} < z < D$ μεγαλύτερες πιέσεις εμφανίζονται από τις πλευρικές δεξαμενές (wing tanks), αφού από τη μεριά της θάλασσας έχω μόνο τις πιέσεις από τον ατμοσφαιρικό αέρα.

3. Παρουσίαση αποτελεσμάτων στους παρακάτω πίνακες :

Πίνακας 3.2: Υπολογισμός καθαρών παχών ελασμάτων, καθαρής ροπής αντίστασης ενισχυτικών του εξωτερικού πλευρικού ελάσματος και πρόσθετων παχών διάβρωσης αντίστοιχα, για πιέσεις που ασκούνται από τη θάλασσα για $0 < z < T_{max}$.

Πίνακας 3.3: Υπολογισμός καθαρών παχών ελασμάτων, καθαρής ροπής αντίστασης ενισχυτικών του εξωτερικού πλευρικού ελάσματος και πρόσθετων παχών διάβρωσης αντίστοιχα, για πιέσεις που ασκούνται από τις πλευρικές δεξαμενές για $T_{max} < z < D$.

Παρουσίαση πινάκων :

Στη 1^η Στήλη έχουμε το ύψος του εξωτερικού ελάσματος, που εκτείνεται από το βασικό επίπεδο μέχρι το κοίλο, $0 < z < D$, με βήμα 0.5 .

Στη 2^η και 3^η Στήλη έχουμε τις υδροστατικές πιέσεις όπως αυτές υπολογίζονται με βάση τους κανονισμούς[CSR06].

Στη 4^η, 5^η, 6^η και 7^η Στήλη έχουμε τις υδροδυναμικές πιέσεις όπως αυτές υπολογίζονται για 4 καταστάσεις φόρτωσης με βάση τους κανονισμούς[CSR06].(Οι καταστάσεις φόρτωσης αναφέρονται στους ορισμούς).

Στη 8^η, 9^η, 10^η και 11^η Στήλη έχουμε το άθροισμα των υδροστατικών και υδροδυναμικών πιέσεων.

Στη 12^η, 13^η, 14^η και 15^η Στήλη έχουμε τον υπολογισμό του πάχους των ελασμάτων(t) έτσι όπως προκύπτουν από τη σχέση που δίνεται από τους κανονισμούς[CSR06].

Στη 16^η Στήλη έχουμε τον υπολογισμό της καθαρής ροπής αντίστασης των ενισχυτικών(w) έτσι όπως προκύπτουν από τη σχέση που δίνεται από τους κανονισμούς[CSR06].

Στη 17^η Στήλη έχουμε τον υπολογισμό της επιφάνειας διάτμησης των ενισχυτικών (A_{sh}) έτσι όπως προκύπτει από τη σχέση που δίνεται από τους κανονισμούς[CSR06].

Στη 18^η, 19^η Στήλη έχουμε τον υπολογισμό του πρόσθετου πάχους λόγω διάβρωσης του ελάσματος (corrosion addition) για τη μεριά της θάλασσας και για τη μεριά των πλευρικών δεξαμενών αντίστοιχα, έτσι όπως διαμορφώνεται από τις περιοχές που ορίζει ο κανονισμός [CSR06].

Στη 20^η Στήλη έχουμε τον υπολογισμό του συνολικού πάχους λόγω διάβρωσης του ελάσματος (corrosion addition), έτσι όπως προκύπτει από τη σχέση που δίνεται από τους κανονισμούς[CSR06].

Στη 21^η Στήλη έχουμε τον υπολογισμό του πρόσθετου πάχους λόγω διάβρωσης του ενισχυτικού (corrosion addition), έτσι όπως προκύπτει από τη σχέση που δίνεται από τους κανονισμούς[CSR06].

Στη 22^η Στήλη έχουμε τον υπολογισμό του συνολικού πάχους λόγω διάβρωσης του ενισχυτικού (corrosion addition), έτσι όπως προκύπτει από τη σχέση που δίνεται από τους κανονισμούς[CSR06].

Στη 23^η Στήλη έχουμε τον υπολογισμό του καθαρού πάχους του ελάσματος, όπως αυτό διαμορφώνεται από τη μέγιστη τιμή που παρουσιάζεται ανά περιοχή. Οι περιοχές αυτές ορίστηκαν από τις περιοχές του εξωτερικού ελάσματος της

υπάρχουσας μέσης τομής, έτσι ώστε να είναι εφικτή η σύγκριση των προβλεπόμενων παχών ενισχυτικών από τους κανονισμούς[CSR06] με τα υπάρχοντα.

Στη 24^η Στήλη έχουμε τον υπολογισμό της ροπής αντίστασης του ενισχυτικού, όπως αυτό διαμορφώνεται από τη μέγιστη τιμή που παρουσιάζεται ανά περιοχή. Οι περιοχές αυτές ορίστηκαν από τις περιοχές των ενισχυτικών στο εξωτερικό έλασμα της υπάρχουσας μέσης τομής, έτσι ώστε να είναι εφικτή η σύγκριση των προβλεπόμενων ροπών αντίστασης από τους κανονισμούς[CSR06] με των υπαρχόντων.

Σημείωση: Μετά από κάθε πίνακα ακολουθεί λίστα με όλα τα στοιχεία που έχουν χρησιμοποιηθεί για τους υπολογισμούς του πίνακα. Τόσο στους πίνακες, όσο και στη λίστα στοιχείων που ακολουθεί υπάρχει αναφορά αντίστοιχα στους κανονισμούς[CSR06].

Πίνακας 3.2¹

CH.4,SEC.5,P.18		SIDE SHELL				CH.4,SEC.5,P.18				
z(m)	HYDROSTATIC PRESSURE(N/mm ²)	HYDRODYNAMIC PRESSURE(N/mm ²)				TOTAL PRESSURES (N/mm ²)				
	z<=T _{LC}	z>T _{LC}	H1	H2	F1	F2	H1	H2	F1	F2
	$\rho * g * (T_{LC}-z)$	0	$-k_1 k_p \rho_{HF}$	$k_1 k_p \rho_{HF}$	$-\rho_{HF}$	ρ_{HF}				
0	131.472		61.363	-61.363	-61.363	61.363	192.835	70.110	70.110	192.835
0.5	126.445		62.536	-62.536	-62.536	62.536	188.981	63.909	63.909	188.981
1	121.417		63.709	-63.709	-63.709	63.709	185.127	57.708	57.708	185.127
1.5	116.390		64.883	-64.883	-64.883	64.883	181.272	51.507	51.507	181.272
2	111.362		66.056	-66.056	-66.056	66.056	177.418	45.306	45.306	177.418
2.5	106.334		67.229	-67.229	-67.229	67.229	173.564	39.105	39.105	173.564
3	101.307		68.403	-68.403	-68.403	68.403	169.709	32.904	32.904	169.709
3.5	96.279		69.576	-69.576	-69.576	69.576	165.855	26.703	26.703	165.855
4	91.251		70.749	-70.749	-70.749	70.749	162.000	20.502	20.502	162.000
4.5	86.224		71.922	-71.922	-71.922	71.922	158.146	14.301	14.301	158.146
5	81.196		73.096	-73.096	-73.096	73.096	154.292	8.100	8.100	154.292
5.5	76.169		74.269	-74.269	-74.269	74.269	150.437	1.900	1.900	150.437
6	71.141		75.442	-75.442	-75.442	75.442	146.583	-4.301	-4.301	146.583
6.5	66.113		76.616	-76.616	-76.616	76.616	142.729	-10.502	-10.502	142.729
7	61.086		77.789	-77.789	-77.789	77.789	138.874	-16.703	-16.703	138.874
7.5	56.058		78.962	-78.962	-78.962	78.962	135.020	-22.904	-22.904	135.020
8	51.030		80.135	-80.135	-80.135	80.135	131.166	-29.105	-29.105	131.166
8.5	46.003		81.309	-81.309	-81.309	81.309	127.311	-35.306	-35.306	127.311
9	40.975		82.482	-82.482	-82.482	82.482	123.457	-41.507	-41.507	123.457
9.5	35.948		83.655	-83.655	-83.655	83.655	119.603	-47.708	-47.708	119.603
10	30.920		84.829	-84.829	-84.829	84.829	115.748	-53.909	-53.909	115.748
10.5	25.892		86.002	-86.002	-86.002	86.002	111.894	-60.110	-60.110	111.894
11	20.865		87.175	-87.175	-87.175	87.175	108.040	-66.310	-66.310	108.040
11.5	15.837		88.348	-88.348	-88.348	88.348	104.185	-72.511	-72.511	104.185
12	10.809		89.522	-89.522	-89.522	89.522	100.331	-78.712	-78.712	100.331
12.5	5.782		90.695	-90.695	-90.695	90.695	96.477	-84.913	-84.913	96.477
13	0.754		91.868	-91.868	-91.868	91.868	92.622	-91.114	-91.114	92.622
13.075	0.000		92.044	-92.044	-92.044	92.044	92.044	-92.044	-92.044	92.044
	z>T _{LC}		$\rho_{w,c}=\rho_{w,w}*\rho g(T_{LC}-z)$	$\rho_{w,c}=\rho_w$	$\rho_{w,c}=\rho_w$	$\rho_{w,c}=\rho_{w,w}*\rho g(T_{LC}-z)$				
	$\rho_s=0$		$\rho_w=\rho_{w,w}/\rho^*g^*$			$\rho_w=\rho_{w,w}/\rho^*g^*$				
	$T_{max}+h_w=$	22.229	9.154			9.154				
13.5	0.000		87.771	-91.868	-91.868	87.771	87.771	-91.868	-91.868	87.771
14	0.000		82.743	-91.868	-91.868	82.743	82.743	-91.868	-91.868	82.743
14.5	0.000		77.716	-91.868	-91.868	77.716	77.716	-91.868	-91.868	77.716
15	0.000		72.688	-91.868	-91.868	72.688	72.688	-91.868	-91.868	72.688
15.5	0.000		67.660	-91.868	-91.868	67.660	67.660	-91.868	-91.868	67.660
16	0.000		62.633	-91.868	-91.868	62.633	62.633	-91.868	-91.868	62.633
16.5	0.000		57.605	-91.868	-91.868	57.605	57.605	-91.868	-91.868	57.605
17	0.000		52.577	-91.868	-91.868	52.577	52.577	-91.868	-91.868	52.577
17.5	0.000		47.550	-91.868	-91.868	47.550	47.550	-91.868	-91.868	47.550
18	0.000		42.522	-91.868	-91.868	42.522	42.522	-91.868	-91.868	42.522
18.5	0.000		37.495	-91.868	-91.868	37.495	37.495	-91.868	-91.868	37.495
19	0.000		32.467	-91.868	-91.868	32.467	32.467	-91.868	-91.868	32.467
19.1	0.000		31.461	-91.868	-91.868	31.461	31.461	-91.868	-91.868	31.461

NET THICKNESS FROM T _{min} -(T-0.25*T)	$t=28*(s+0.7)*(BT)^{0.25}/R_{eH}^{1/2}$	s=	0.720
		B=	32.200
		T=	13.075
		R _{eH} =	235
		0.75*T=	9.806
		T _{min} =	7.213
	11.749		

*Ο παραπάνω τύπος μας δίνει τη μικρότερη επιτρεπτή τιμή του πάχους του πλευρικού ελάσματος, σε ύψος από T_{min} στην κατάσταση normal ballast arrival μέχρι ύψος (T_{max} -0.25T_{max}). (CH.6,SEC.1,P.5)

¹ Τα αποτελέσματα του παραπάνω πίνακα έχουν υπολογιστεί για z με βήμα 0.1 ,αλλά χάριν συντομίας παρουσιάζονται για z με βήμα 0.5.

Οι όροι Msw, lgy, lzz έχουν υπολογιστεί με βάση την υπάρχουσα μέση τομή του 'GALISSAS'. Οι υπολογισμοί γίνονται για καταστάσεις φόρτωσης H1,H2,F1,F2,(βλέπε ορισμούς).

NET THICKNESS							
CH.6,SEC.1,P.13				CH.6,SEC.2,P.24		CH.6,SEC.2,P.24	
z(m)	$t=15.8 \cdot c_a \cdot c_r \cdot s((p_s+p_w)/(R_y \lambda_p))^{1/2}$ (mm)				w	A_{sh}	
	H1	H2	F1	F2	$10^3 \cdot (p_s+p_w) \cdot s \cdot l^2 / (m \cdot \lambda_c \cdot R_y)$	$5 \cdot (p_s+p_w) \cdot s \cdot l / (\tau_a \cdot s_{inc})$	
0	7,625	4,598	4,598	7,625	248,890	9,797	
0,5	7,548	4,390	4,390	7,548	243,915	9,602	
1	7,471	4,171	4,171	7,471	238,940	9,406	
1,5	7,393	3,941	3,941	7,393	233,965	9,210	
2	7,314	3,696	3,696	7,314	228,990	9,014	
2,5	8,375	3,975	3,975	8,375	224,015	8,818	
3	8,282	3,647	3,647	8,282	219,040	8,622	
3,5	8,187	3,285	3,285	8,187	214,066	8,427	
4	8,091	2,879	2,879	8,091	209,091	8,231	
4,5	7,995	2,404	2,404	7,995	204,116	8,035	
5	8,039	1,842	1,842	8,039	199,141	7,839	
5,5	7,938	0,892	0,892	7,938	194,166	7,643	
6	7,835	1,342	1,342	7,835	189,191	7,447	
6,5	7,732	2,097	2,097	7,732	184,216	7,252	
7	7,626	2,645	2,645	7,626	179,241	7,056	
7,5	7,520	3,097	3,097	7,520	240,265	9,458	
8	7,412	3,491	3,491	7,412	233,406	9,188	
8,5	7,302	3,845	3,845	7,302	226,547	8,918	
9	7,191	4,169	4,169	7,191	219,689	8,648	
9,5	7,078	4,470	4,470	7,078	212,830	8,378	
10	6,963	4,752	4,752	6,963	205,972	8,108	
10,5	6,846	5,017	5,017	6,846	199,113	7,838	
11	6,727	5,270	5,270	6,727	192,255	7,568	
11,5	6,606	5,511	5,511	6,606	185,397	7,298	
12	6,482	5,742	5,742	6,482	178,538	7,028	
12,5	6,357	5,963	5,963	6,357	171,680	6,758	
13	6,228	6,177	6,177	6,228	164,821	6,488	
13,08	6,209	6,209	6,209	6,209	0,000	0,000	
13,5	6,063	6,203	6,203	6,063	156,188	6,148	
14	5,887	6,203	6,203	5,887	147,241	5,796	
14,5	5,705	6,203	6,203	5,705	138,295	5,444	
15	5,518	6,203	6,203	5,518	129,348	5,092	
15,5	5,323	6,203	6,203	5,323	120,402	4,740	
16	5,122	6,203	6,203	5,122	111,455	4,387	
16,5	4,912	6,203	6,203	4,912	102,509	3,923	
17	4,693	6,203	6,203	4,693	93,562	3,581	
17,5	4,463	6,203	6,203	4,463	84,616	3,238	
18	4,220	6,203	6,203	4,220	75,669	2,896	
18,5	3,963	6,203	6,203	3,963	66,722	2,553	
19	3,688	6,203	6,203	3,688	57,776	2,211	
19,1	3,630	6,203	6,203	3,630	55,986	2,143	

z(m)	t	CH.3,SEC.3,P.19	CH.6,SEC.2,P.24	stiffeners		stiffeners
	tc1	tc2	FINAL	t	FINAL	
			tc		tc	
φ)			$\text{roundup}_{0,5}(tc1+tc2)+\text{reserve}$		$\text{roundup}_{0,5}(2*tc2)+\text{reserve}$	
0	1,000	1,200	3,000	1,200		8,431
0,5						
1						
1,5						
2						
2,5			3		3,00	227,995
3						
3,5						
4						
4,5						
5						
5,5	3,00				199,141	
6						
6,5	3,5	7,897				
7						
7,5		3,00	244,381			
8	1,500					
8,5						
9						
9,5		3,5	7,146			
10						
10,5						
11						
11,5						
12	3,00		186,768			
12,5						
13	3,5	6,331				
13,075						
13,5	1,000					
14			3,00	152,609		
14,5						
15						
15,5						
16						
16,5		3,5	4,00	5,039	102,509	
17						
17,5	1,7					
18						
18,5						
19						
19,1						

DETAILS						
D=		19,100	m			
P=		1,025	t/m ³			
g=		9,810	m/s ²			
T _{LC} =		13,075	m			
$k_p=1+12/C_B*(1-((2y)/B)^(1/2))*[x/L-0,5]^3$	CH.4,SEC.5,P.19	1,000				
C _B =		0,811				
L=		174,000	m			
x=		87,000	m			
y=		16,100	m			
B=		32,200	m			
$k_p=(1.25-T_{LC}/T_s)*\cos(2*\pi[x-0.5L]/L)-T_{LC}/T_s+0.25$	CH.4,SEC.5,P.19	-0,500				
K _p =-1.0		-1,000				
$P_{HF}=3f_p*f_{ni}*C*((L+\lambda-12S)/L)^(1/2)*(z/T_{LC}+[2y]/B+1)$	CH.4,SEC.5,P.19		kN/m ²			
f _{ni} =	CH.4,SEC.5,P.19	0,900				
f _{ni} =		1,000				
f _p =	CH.4,SEC.2,P.4	1,000				
f _p =		0,500				
$\lambda=0,6*(1+T_{LC}/T_s)L$	CH.4,SEC.5,P.20	208,800	m			
$\lambda=0,6*(1+2*T_{LC}/(3*T_s))L$		174,000	m			
T _s =		13,075	m			
$C=10,75-((300-L)/100)^{1,5}$	CH.1,SEC.4,P.17	9,336				
$c_a=1.21*((1+0.33*(s/l)^2)^(1/2)-0.69*s/l)$	CH.6,SEC.1,P.3	1,037	s=0.72			
$c_a=1.21*((1+0.33*(s/l)^2)^(1/2)-0.69*s/l)$		1,041	s=0.70			
s/l=		0,265	s=0.70			
s/l=		0,273	s=0.72			
$c_r=1-0.5*s1/r$	CH.6,SEC.1,P.3	0,825				
$c_r=1-0.5*s2/r$		0,820				
$c_r=1-0.5*s3/r$		0,825				
r=		2,000				
l=		2,640	m			
$\lambda_p=0.95-0.45*[\sigma_x/R_y]$	CH.6,SEC.1,P.13					
R _y =(AH)	CH.1,SEC.4,P.17	315,000	N/mm ²			
R _y =		235,000	N/mm ²			
$\sigma_x=C_i[C_{SW}[M_{SW}/I_y](z-N)+C_{WV}[M_{WV}/I_y](z-N)-C_{WH}[M_{WH}/I_z]y}10^{-3}$		H1	H2	F1	F2	
(z-N)	CH.6,SEC.1,P.12	-0,001	0,000757	-0,0007574	0,001023	
-		0,000	0	0	0	
C _i =	CH.6,SEC.1,P.12	1,000				
		H1	H2	F1	F2	
C _{SW}	CH.6,SEC.1,P.13	-1,000	1	-1	1	
C _{WV}		-1,000	1	-1	1	
C _{WH}		0,000	0	0	0	
M _{SW} =		1000963,350	kN/m ²			
$M_{WV}=(\text{hogging})190*F_M*f_p*CL^2T_{LC}C_B*10^{-3}$	CH.4,SEC.3,P.11	569454,952	kN/m ²			
$M_{WV}=(\text{sagging})110*F_M*f_p*CL^2T_{LC}C_B*10^{-3}$		329684,446	kN/m ²			
$M_{WH}=(0.3+L/2000)*F_M*f_p*CL^2T_{LC}C_B$	CH.4,SEC.3,P.13	1159889,823	kN/m ²			
N=	CH.1,SEC.4,P.18	8,559				
F _M =	CH.4,SEC.3,P.11	1,000				
f _p =		1,000				
f _p =	CH.4,SEC.2,P.4	0,500				
I _y =		2073540,551	cm ² -m ²			
I _z =		1054967,136	cm ² -m ²			
m=	CH.6,SEC.2,P.15	10,000	m			
s1=(2.150-4.800)		0,700	m			
s2=(4.800-16.320)		0,720	m			
s3=(16.320-19.100)		0,700	m			
l=		2,640				
$\tau_a=R_y/3^(1/2)A/AH$	CH.6,SEC.2,P.15	135,677	181,8653			
sinφ=(φ=90)		1,000				
$\lambda_s=1.2*(1-0.85*[\sigma_x/R_y])$	CH.6,SEC.2,P.24					
t _{reserve} =	CH.3,SEC.3,P.18	0,50	mm			

Πίνακας 3.3²

z	WATER BALLAST TANK OUTER SIDE SHELL								
	CH.4,SEC.6,P.33	CH.4,SEC.6,P.33				CH.4,SEC.6,P.33			
	PRESSURE IN STILL WATER	INERTIAL PRESSURE				TOTAL PRESSURES			
	$\rho_L * g * (z_{TOP} - z) + 100 * P_{PV}$	H1	H2	F1	F2	H1	H2	F1	F2
	$\rho_L * g * (z_{TOP} - z + 0.5 * d_{AP})$	$\rho_L * (a_z * (z_{TOP} - z) + a_x * (x - x_0))$							
0	195,575	-101,326	101,326	0	0	94,249	296,901	195,575	195,575
13	64,856	-129,319	129,319	0	0	-64,463	194,176	64,856	64,856
13,5	59,829	-130,396	130,396	0	0	-70,567	190,225	59,829	59,829
14	54,801	-131,473	131,473	0	0	-76,672	186,274	54,801	54,801
14,5	49,773	-132,549	132,549	0	0	-82,776	182,323	49,773	49,773
15	44,746	-133,626	133,626	0	0	-88,880	178,372	44,746	44,746
15,5	39,718	-134,703	134,703	0	0	-94,985	174,421	39,718	39,718
16	34,691	-135,779	135,779	0	0	-101,089	170,470	34,691	34,691
16,5	29,663	-136,856	136,856	0	0	-107,193	166,519	29,663	29,663
17	24,635	-137,933	137,933	0	0	-113,297	162,568	24,635	24,635
17,5	19,608	-139,009	139,009	0	0	-119,402	158,617	19,608	19,608
18	14,580	-140,086	140,086	0	0	-125,506	154,666	14,580	14,580
18,5	9,552	-141,163	141,163	0	0	-131,610	150,715	9,552	9,552
19	4,525	-142,239	142,239	0	0	-137,715	146,764	4,525	4,525
19,1	3,519	-142,455	142,455	0	0	-138,935	145,974	3,519	3,519

***Έλασμα ζωστήρας (sheerstrake) : Πάχος όχι μικρότερο από το παρακείμενο κατά 2 m έλασμα (CH.6,SEC.1,P.6) και πλάτος 0.715+0.425*L/100 (CH.3,SEC.6,P.45)**

² Τα αποτελέσματα του παραπάνω πίνακα έχουν υπολογιστεί για z με βήμα 0.1 ,αλλά χάρin συντομίας παρουσιάζονται για z με βήμα 0.5.

Οι όροι Msw, Iyy, Izz έχουν υπολογιστεί με βάση την υπάρχουσα μέση τομή του 'GALISSAS'. Οι υπολογισμοί γίνονται για καταστάσεις φόρτωσης H1,H2,F1,F2,(βλέπε ορισμούς).

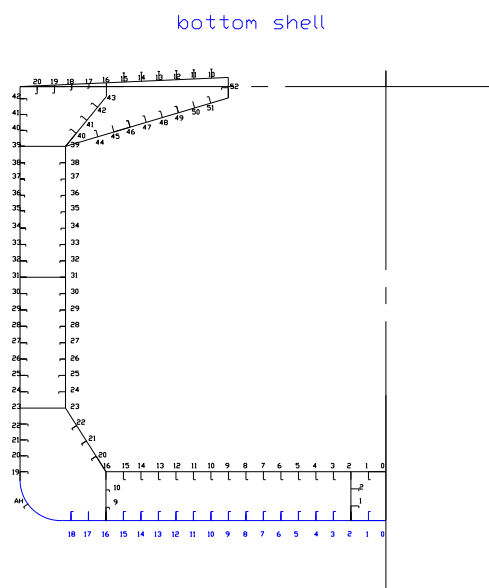
z	CH.6,SEC.1,P.13				CH.6,SEC.2,P.24	CH.6,SEC.2,P.24
	NET THICKNESS				w	A _{sh}
	t=15.8*c _a c _r s(p _s +p _w)/(R _y λ _p) ^(1/2)					
	H1	H2	F1	F2	(ρ _s +ρ _w)*s*I ² /(m*λ _s	5*(ps+pw)*s*I/(ta*sinφ)
0	6,283	11,151	9,050	9,050	528,339	20,797
13	5,196	9,018	5,212	5,212	345,539	13,602
13,5	5,436	8,926	5,006	5,006	338,508	13,325
14	5,667	8,833	4,791	4,791	331,477	13,048
14,5	5,888	8,738	4,566	4,566	324,446	12,771
15	6,101	8,643	4,329	4,329	317,415	12,495
15,5	6,307	8,547	4,079	4,079	310,385	12,218
16	6,507	8,450	3,812	3,812	303,354	11,941
16,5	6,554	8,204	3,448	3,448	296,323	11,340
17	6,738	8,106	3,142	3,142	289,292	11,071
17,5	6,917	8,007	2,803	2,803	282,262	10,802
18	7,092	7,906	2,417	2,417	275,231	10,533
18,5	7,262	7,805	1,956	1,956	268,200	10,264
19	7,429	7,702	1,347	1,347	261,169	9,995
19,1	7,461	7,681	1,188	1,188	259,763	9,941

z	t	CH.3,SEC.3,P.19	FINAL	stiffeners	FINAL	t	stiffeners	
	tc1	tc2	tc	tc	tc	t		
			$\text{roundup}_{0,5}(\text{tc1}+\text{tc2})+\text{reserve}$		$\text{roundup}_{0,5}(2*\text{tc2})+\text{reserve}$			
0								
13								
13,5	1,000	1,200	3,000	1,2	3,000	8,963	342,726	
14								
14,5								
15								
15,5								
16				3,5			8,450	
16,5								
17		1,700		1,7	4,000		289,459044	
17,5								
18								
18,5								
19								
19,1								

DETAILS						
D=		19,100	m			
Z _{TOP} =		19,100	m			
Z _{OB} =		19,800	m			
P _L =		1,025	t/m ³			
g=		9,810	m/s ²			
h _{DB} =		2,150	m			
T _{LC} =		13,075	m			
				H1	H2	
$a_x = C_{XG} * g * \sin \Phi + C_{XS} a_{surge} + C_{XP} a_{pitch}$	CH.4,SEC.2,P.6	-9,338	+ R*	0,059105	9,338465	+ R*
$a_{surge} = 0.2 * a_0 * g$	CH.4,SEC.2,P.5	0,841				
$a_0 = f_p (1.58 - 0.47 C_b) (2.4/L^{1/2}) + 34/L - 60$	CH.4,SEC.2,P.5	0,429				
$a_{pitch} = \phi * \pi / 180 * (2 * \pi / T_p)^2 * R$	CH.4,SEC.2,P.5	0,059	*R			
$\phi = f_p * 960 / L * (V/C_b)^{1/4}$		11,483				
$T_p = (2\pi\lambda/g)^{1/2}$		11,561				
				H1	H2	F1
C _{XG}	CH.4,SEC.4,P.17	1	-1			0
C _{XS}		-0,8	0,8			0
C _{XP}		1	-1			0
				H1	H2	
$a_z = C_{ZH} * a_{heave} + C_{ZR} * a_{roll} + C_{ZP} * a_{pitch}$	CH.4,SEC.2,P.6	3,037	-3,03705			
$a_{heave} = a_0 * g$	CH.4,SEC.2,P.5	4,205				
$a_{roll} = \theta \pi / 180 * (2 * \pi / T_R)^2 * y$	CH.4,SEC.2,P.6	1,567				
$T_R = 2.3 K_r / (GM)^{1/2}$	CH.4,SEC.2,P.4	13,187				
$K_r = 0.35 * B$	CH.4,SEC.2,P.5	11,270				
$GM = 0.12 * B$	CH.4,SEC.2,P.5	3,864				
$\theta = 9000 * (1.25 - 0.025 * T_R) f_p K_b / ((B + 75) * \pi)$		24,607				
$K_b =$		1,000				
$a_{pitch} = \Phi \pi / 180 * (2\pi/T_p)^2 * [x - 0.45L]$		0,514				
$R = z - \min(D/4 + T_{LC}/2, D/2)$	CH.4,SEC.2,P.6					
				H1	H2	F1
C _{ZH} =+- 0.6 T _{LC} /T _S	CH.4,SEC.4,P.17	0,6	-0,6			0
C _{ZR}		0	0			0
C _{ZP}		1	-1			0
V=		15,220	knots			
C _B =		0,811				
L=		174,000	m			
X=		87,000	m			
y=B/2		16,100	m			
B=		32,200	m			
				H1	H2	
$X - X_B = + 0.75 * I_h$	CH.4,SEC.6,P.33	15,840	-15,84			m
I _h =		21,120	m			
K _p =		-1,000				
f _p =	CH.4,SEC.2,P.4	1,000				
f _p =		0,500				
$\lambda = 0.6 * (1 + T_{LC}/T_S) L$	CH.4,SEC.5,P.20	208,800	m			
$\lambda = 0.6 * (1 + 2 * T_{LC}/(3 * T_S)) L$		174,000	m			
T _S =		13,075	m			
$C = 10.75 - ((300 - L)/100)^{1.5}$	CH.1,SEC.4,P.17	9,336				
$c_a = 1.21 * ((1 + 0.33 * (s/l)^2)^{1/2} - 0.69 * s/l)$		1,037				
$c_a = 1.21 * ((1 + 0.33 * (s/l)^2)^{1/2} - 0.69 * s/l)$		1,041				
s/l=		0,273				
s/l=		0,265				
$C_r = 1 - 0.5 * s_1/r$	CH.6,SEC.1,P.3	0,820				
$C_r = 1 - 0.5 * s_2/r$		0,825				
r=		2,000				
l=		2,640				

$\lambda_p=0.95-0.45*[\sigma_x/R_y]$	CH.6,SEC.1,P.13				
$R_y=$	CH.1,SEC.4 P.17	315,000	N/mm ²		
$R_y=$		235,000	N/mm ²		
$\sigma_x=C_1\{C_{SW}[M_{SW}/I_y](z-N)+C_{WV}[M_{WV}/I_y](z-N)-C_{WH}$		H1	H2	F1	F2
$(z-N)$	CH.6,SEC.1,P.12	-0,001	0,000757	-0,00076	0,000757
-		0	0	0	0
$C_1=$	CH.6,SEC.1,P.12	1			
		H1	H2	F1	F2
C_{SW}	CH.6,SEC.1,P.13	-1	1	-1	1
C_{WV}		-1	1	-1	1
C_{WH}		0	0	0	0
$M_{SW}=$		1000963,350			
$M_{WV}=(\text{hogging})190*F_M*f_p*CL^2T_L$	CH.4,SEC.3,P.11	569454,952			
$M_{WV}=(\text{sagging})110*F_M*f_p*CL^2T_{LC}C_B10^{(-3)}$		329684,446			
$M_{WH}=(0.3+L/2000)*F_M*f_p*CL^2T_{LC}$	CH.4,SEC.3,P.13	1159889,823			
$F_M=$		1,000			
$N=$	CH.1,SEC.4,P.18	8,559			
$f_p=$		1,000			
$f_p=$	CH.4,SEC.2,P.4	0,500			
$I_y=$		2073540,551			
$I_z=$		1054967,136			
$s_1(T_{max}-16.32)=$		0,720	m		
$s_1(16.32-19.1)=$		0,700	m		
$m=$	CH.6,SEC.2,P.15	10,000			
$l=$		2,64	m		
$\tau_a=R_w/3^{(1/2)}$	CH.6,SEC.1,P.12	135,677	181,865		
$\sin\phi=(\phi=90)$		1,000			
$\lambda_s=1.2*(1-0.85*[\sigma_x/R_y])$	CH.6,SEC.1,P.12				
$t_{reserve}=$	CH.3,SEC.3,P.18	0,50	mm		
FOR GIRDER 1540 FROM CL					
$Z_{TOP}=$		19,1	m		
$y=$		1,54	m		
		H1	H2		
$a_z=C_{ZH}*a_{heave}+C_{ZR}*a_{roll}+C_{Zp}*a_{pitch}$		3,037	-3,03705		
$a_{roll}=\theta \pi/180*(2*\pi/T_R)^2*y$		0,150			
FOR GIRDER 12320 FROM CL					
$y=$		12,32	m		
		H1	H2		
$a_z=C_{ZH}*a_{heave}+C_{ZR}*a_{roll}+C_{Zp}*a_{pitch}$		3,037	-3,03705		
$a_{roll}=\theta \pi/180*(2*\pi/T_R)^2*y$		3,650			
FOR GIRDER 3850 FROM CL					
$y=$		3,85	m		
		H1	H2		
$a_z=C_{ZH}*a_{heave}+C_{ZR}*a_{roll}+C_{Zp}*a_{pitch}$		3,037	-3,037		
$a_{roll}=\theta \pi/180*(2*\pi/T_R)^2*y$		1,140			
FOR GIRDER 6160 FROM CL					
$y=$		6,16	m		
		H1	H2		
$a_z=C_{ZH}*a_{heave}+C_{ZR}*a_{roll}+C_{Zp}*a_{pitch}$		3,037	-3,037		
$a_{roll}=\theta \pi/180*(2*\pi/T_R)^2*y$		1,825			
FOR GIRDER 9240 FROM CL					
$y=$		9,24	m		
		H1	H2		
$a_z=C_{ZH}*a_{heave}+C_{ZR}*a_{roll}+C_{Zp}*a_{pitch}$		3,037	-3,037		
$a_{roll}=\theta \pi/180*(2*\pi/T_R)^2*y$		2,737			

3.2.2.2.Υπολογισμός τοπικής αντοχής στο έλασμα του πυθμένα(bottom shell).



Σχέδιο 3.2_(Σχέδιο 3C)

Πορεία εργασίας υπολογισμού για το έλασμα του πυθμένα

1.Πραγματοποιείται Υπολογισμός πιέσεων κατά πλάτος του ημιπλάτους του πλοίου ($B/2=16.1m$) στο έλασμα του πυθμένα, που ασκούνται τόσο από τη μεριά της θάλασσας όσο από τη μεριά του διπύθμενου, για τον υπολογισμό του πάχους του ελάσματος του πυθμένα. Έτσι έχουμε:

- Υπολογισμό υδροστατικών και υδροδυναμικών πιέσεων που ασκούνται από τη θάλασσα, με ρευστό θαλασσινό νερό κατά πλάτος του ελάσματος του πυθμένα, για $0 < \gamma < B/2=16.1m$, με βήμα $0.1m$.
- Υπολογισμό υδροστατικών και υδροδυναμικών πιέσεων που ασκούνται από τις δεξαμενές του διπύθμενου (double bottom), με ρευστό θαλασσινό νερό κατά πλάτος του ελάσματος του πυθμένα, για $0 < \gamma < B=16.1m$, με βήμα $0.1m$.

2.Συγκρίνουμε το άθροισμα των υδροστατικών και υδροδυναμικών πιέσεων σε κάθε περίπτωση και επιλέγουμε το άθροισμα των μεγαλύτερων πιέσεων ανά περιοχή. Στη περίπτωση αυτή έχουμε μία περιοχή:

- Περιοχή 1:Για $0 < \gamma < B/2=16.1m$ μεγαλύτερες πιέσεις εμφανίζονται από τη θάλασσα, αφού στην περίπτωση που έχουμε πιέσεις και από τις δεξαμενές του διπύθμενου, δημιουργούνται αντίρροπες πιέσεις με αποτέλεσμα τη μείωση της συνολικής πίεσης.

3.Παρουσίαση αποτελεσμάτων στους παρακάτω πίνακες :

Πίνακας 3.3:Υπολογισμός καθαρών παχών ελασμάτων, καθαρής ροπής αντίστασης ενισχυτικών του ελάσματος του πυθμένα και πρόσθετων παχών λόγω διάβρωσης αντίστοιχα, για πιέσεις που ασκούνται από τη θάλασσα για $0 < \gamma < B/2 = 16.1\text{m}$.

Παρουσίαση πινάκων :

Αντίστοιχα με τον πίνακα 3.2.

Πίνακας 3.3³

γ	CH.4,SEC.5,P.18		BOTTOM SHELL				CH.4,SEC.5,P.18			
	HYDROSTATIC PRESSURE		HYDRODYNAMIC PRESSURE				TOTAL PRESSURES			
	z=0		H1	H2	F1	F2	H1	H2	F1	F2
	$\rho * g * (T_{LC} - z)$		$-k_1 k_p \rho_{HF}$	$k_1 k_p \rho_{HF}$	$-\rho_{HF}$	ρ_{HF}				
0	131,472		30,681	-30,681	-30,681	30,681	162,154	100,791	100,791	162,154
0,5	131,472		31,634	-31,634	-31,634	31,634	163,107	99,838	99,838	163,107
1	131,472		32,587	-32,587	-32,587	32,587	164,059	98,885	98,885	164,059
1,5	131,472		33,540	-33,540	-33,540	33,540	165,012	97,932	97,932	165,012
2	131,472		34,493	-34,493	-34,493	34,493	165,965	96,980	96,980	165,965
2,5	131,472		35,446	-35,446	-35,446	35,446	166,918	96,027	96,027	166,918
3	131,472		36,398	-36,398	-36,398	36,398	167,871	95,074	95,074	167,871
3,5	131,472		37,351	-37,351	-37,351	37,351	168,824	94,121	94,121	168,824
4	131,472		38,304	-38,304	-38,304	38,304	169,777	93,168	93,168	169,777
4,5	131,472		39,257	-39,257	-39,257	39,257	170,729	92,215	92,215	170,729
5	131,472		40,210	-40,210	-40,210	40,210	171,682	91,263	91,263	171,682
5,5	131,472		41,163	-41,163	-41,163	41,163	172,635	90,310	90,310	172,635
6	131,472		42,115	-42,115	-42,115	42,115	173,588	89,357	89,357	173,588
6,5	131,472		43,068	-43,068	-43,068	43,068	174,541	88,404	88,404	174,541
7	131,472		44,021	-44,021	-44,021	44,021	175,494	87,451	87,451	175,494
7,5	131,472		44,974	-44,974	-44,974	44,974	176,446	86,498	86,498	176,446
8	131,472		45,927	-45,927	-45,927	45,927	177,399	85,546	85,546	177,399
8,5	131,472		46,880	-46,880	-46,880	46,880	178,352	84,593	84,593	178,352
9	131,472		47,833	-47,833	-47,833	47,833	179,305	83,640	83,640	179,305
9,5	131,472		48,785	-48,785	-48,785	48,785	180,258	82,687	82,687	180,258
10	131,472		49,738	-49,738	-49,738	49,738	181,211	81,734	81,734	181,211
10,5	131,472		50,691	-50,691	-50,691	50,691	182,163	80,781	80,781	182,163
11	131,472		51,644	-51,644	-51,644	51,644	183,116	79,829	79,829	183,116
11,5	131,472		52,597	-52,597	-52,597	52,597	184,069	78,876	78,876	184,069
12	131,472		53,550	-53,550	-53,550	53,550	185,022	77,923	77,923	185,022
12,5	131,472		54,502	-54,502	-54,502	54,502	185,975	76,970	76,970	185,975
13	131,472		55,455	-55,455	-55,455	55,455	186,928	76,017	76,017	186,928
13,5	131,472		56,408	-56,408	-56,408	56,408	187,880	75,064	75,064	187,880
14	131,472		57,361	-57,361	-57,361	57,361	188,833	74,111	74,111	188,833
14,5	131,472		58,314	-58,314	-58,314	58,314	189,786	73,159	73,159	189,786
15	131,472		59,267	-59,267	-59,267	59,267	190,739	72,206	72,206	190,739
15,5	131,472		60,219	-60,219	-60,219	60,219	191,692	71,253	71,253	191,692
16	131,472		61,172	-61,172	-61,172	61,172	192,645	70,300	70,300	192,645
16,1	131,472		61,363	-61,363	-61,363	61,363	192,835	70,110	70,110	192,835

*Κυρτό έλασμα σεντίνας(Bilge keel): Πάχος όχι μικρότερο είτε από το κατά 2 m παρακείμενο έλασμα του πυθμένα, ή από το πλευρικό έλασμα, λαμβάνοντας όποιο εκ των δύο έχει τη μεγαλύτερη τιμή.(CH.6,SEC.1,P.6)

³ Τα αποτελέσματα του παραπάνω πίνακα έχουν υπολογιστεί για z με βήμα 0.1 ,αλλά χάρin συντομίας παρουσιάζονται για z με βήμα 0.5.

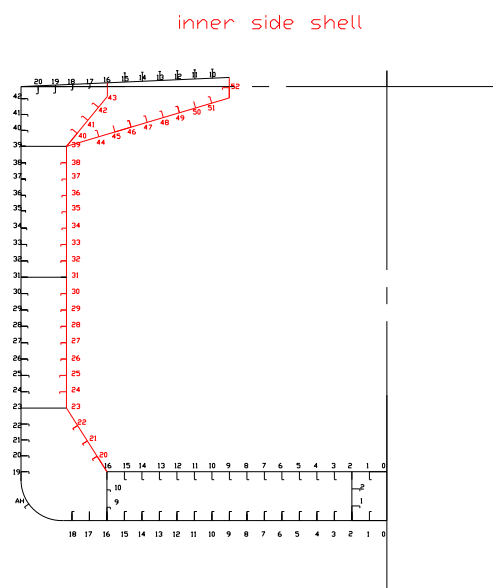
Οι όροι Msw, lyy, lzz έχουν υπολογιστεί με βάση την υπάρχουσα μέση τομή του 'GALISSAS'. Οι υπολογισμοί γίνονται για καταστάσεις φόρτωσης H1,H2,F1,F2,(βλέπε ορισμούς).

y	NET THICKNESS CH.6,SEC.1,P.13				CH.6,SEC.2,P.24	CH.6,SEC.2,P.24
	$t=15.8 \cdot c_a \cdot c_r \cdot s \cdot ((p_s + p_w) / (R_y \cdot \lambda_p))^{1/2}$				w	A _{sh}
	H1	H2	F1	F2	$(p_s + p_w) \cdot s^2 / (m \cdot \lambda_c \cdot R_y) \cdot 10^4$	$5 \cdot (p_s + p_w) \cdot s^2 / (\tau_s \cdot \sin \phi)$
0	8,587	6,780	6,770	8,587	230,219	9,062
0,5	8,612	6,748	6,738	8,612	231,572	9,116
1	8,637	6,716	6,706	8,637	232,925	9,169
1,5	8,662	6,684	6,673	8,662	234,278	9,222
2	8,687	6,651	6,641	8,687	235,630	9,275
2,5	8,712	6,618	6,608	8,712	236,983	9,329
3	8,737	6,585	6,575	8,737	238,336	9,382
3,5	8,762	6,552	6,542	8,762	239,689	9,435
4	8,787	6,519	6,509	8,787	241,042	9,488
4,5	8,811	6,486	6,476	8,811	242,394	9,542
5	8,836	6,452	6,442	8,836	243,747	9,595
5,5	8,860	6,418	6,408	8,860	245,100	9,648
6	8,885	6,384	6,375	8,885	246,453	9,701
6,5	8,909	6,350	6,340	8,909	247,806	9,755
7	8,933	6,316	6,306	8,933	249,158	9,808
7,5	8,958	6,281	6,272	8,958	250,511	9,861
8	8,982	6,247	6,237	8,982	251,864	9,914
8,5	9,006	6,212	6,202	9,006	253,217	9,968
9	9,030	6,177	6,167	9,030	254,570	10,021
9,5	9,054	6,141	6,132	9,054	255,922	10,074
10	9,078	6,106	6,097	9,078	257,275	10,127
10,5	9,102	6,070	6,061	9,102	258,628	10,181
11	9,125	6,034	6,025	9,125	259,981	10,234
11,5	9,149	5,998	5,989	9,149	261,334	10,287
12	9,173	5,962	5,953	9,173	262,686	10,340
12,5	9,196	5,925	5,916	9,196	264,039	10,394
13	9,220	5,888	5,880	9,220	265,392	10,447
13,5	9,243	5,851	5,843	9,243	266,745	10,500
14	9,267	5,814	5,805	9,267	268,098	10,553
14,5	9,290	5,777	5,768	9,290	269,450	10,607
15	9,313	5,739	5,730	9,313	270,803	10,660
15,5	9,337	5,701	5,692	9,337	272,156	10,713
16	9,360	5,663	5,654	9,360	273,509	10,766
16,1	9,364	5,655	5,646	9,364	273,779	10,777

y	t		FINAL	stiffeners	FINAL		stiffeners
	tc1	tc2	tc	tc1	tc		
			$\text{roundup}_{0,5}(\text{tc1}+\text{tc2})+\text{reserve}$		$\text{roundup}_{0,5}(2*\text{tc2})+\text{reserve}$		
0							
0,5							
1							
1,5							
2							
2,5							
3							
3,5							
4							
4,5							
5							
5,5							
6							
6,5							
7							
7,5							
8							
8,5	1,000	1,200	3,000	1,200	3,000	9,364	273,779
9							
9,5							
10							
10,5							
11							
11,5							
12							
12,5							
13							
13,5							
14							
14,5							
15							
15,5							
16							
16,1							

DETAILS					
D=		19,100	m		
P=		1,025	t/m ³		
g=		9,810	m/s ²		
T _{LC} =		13,075	m		
$k_i=1+12/C_B*(1-([2y]/B)^{(1/2)*[x/L-0,5]}^3$	CH.4,SEC.5,P.19	1,000			
C _B =		0,811			
L=		174,000	m		
x=		87,000	m		
z=		0,000	m		
B=		32,200	m		
$k_p=(1.25-T_{LC}/T_S)*\cos(2*\pi*[x-0.5L]/L)-T_{LC}/T_S+0.25$	CH.4,SEC.5,P.19	-0,500			
KP=-1.0		-1,000			
$Phf=3fp*fnl*C*((L+\lambda-125)/L)^{(1/2)*(z/TLC+[2y]/B}$	CH.4,SEC.5,P.19		kN/m ²		
f _{nl} =	CH.4,SEC.5,P.19	0,900			
f _{nl} =		1,000			
f _p =	CH.4,SEC.2,P.4	1,000			
f _p =		0,500			
$\lambda=0,6*(1+T_{LC}/T_S)L$	CH.4,SEC.5,P.20	208,800	m		
$\lambda=0,6*(1+2*T_{LC}/(3*T_S)L$		174,000	m		
T _S =		13,075	m		
$C=10,75-((300-L)/100)^{1,5}$	CH.1,SEC.4,P.17	9,336			
$C_a=1.21*((1+0.33*(s/l)^2)^{(1/2)}-0.69*s/l$		1,026			
s/l=		0,292			
$c_r=1-0.5*s/r$	CH.6,SEC.1,P.3	0,808			
r=		2,000			
l=		2,640			
$\lambda_p=0.95-0.45*[\sigma_x/R_y]$	CH.6,SEC.1,P.13				
R _y =	CH.1,SEC.4 P.17	315,000	N/mm ²		
R _y =		235,000	N/mm ²		
$\sigma_x=C_i[C_{SW}[M_{SW}/I_y](z-N)+C_{WV}[M_{WV}/I_y](z-N)-C_{WH}[M_{WH}/I_z]y$		H1	H2	F1	F2
	CH.6,SEC.1,P.12	0,006	-0,00648	0,0135422	-0,00648
-y		0,000	0	0	0
C _i =	CH.6,SEC.1,P.12	1,000			
		H1	H2	F1	F2
C _{SW}	CH.6,SEC.1,P.13	-1,000	1	-1	1
C _{WV}		-1,000	1	-1	1
C _{WH}		0,000	0	0	0
M _{SW} =		1000963,350			
$M_{WV}=(hogging)190*F_M*f_p*CL^2T_{LC}C_B10^{(-3)}$	CH.4,SEC.3,P.11	569454,952			
$M_{WV}=(sagging)110*F_M*f_p*CL^2T_{LC}C_B10^{(-3)}$		329684,446			
$M_{WH}=(0.3+L/2000)*F_M*f_p*CL^2T_{LC}C_B$	CH.4,SEC.3,P.13	1159889,823			
F _M =		1,000			
N=	CH.1,SEC.4,P.18	8,559			
I _y =		2073540,551			
I _z =		1054967,136			
m=	CH.6,SEC.2,P.15	10,000			
s=		0,770			
l=		2,640			
$\tau_a=R_y/3^{(1/2)}(A/AH)$	CH.6,SEC.1,P.12	135,677	181,865		
sinφ=(φ=90)		1,000			
$\lambda_s=1.2*(1-0.85*[\sigma_x/R_y])$	CH.6,SEC.1,P.12				
t _{reserve} =	CH.3,SEC.3,P.18	0,50	mm		

3.2.2.3.Υπολογισμός τοπικής αντοχής στο εσωτερικό πλευρικό περίβλημα (inner side shell).



Σχέδιο 3.3, (Σχέδιο 3C)

- **Πορεία εργασίας για εσωτερικό πλευρικό περίβλημα (inner side shell)**
- **ΕΣΩΤΕΡΙΚΟ ΠΛΕΥΡΙΚΟ ΠΕΡΙΒΛΗΜΑ (INNER SIDE SHELL)**

1.Πραγματοποιείται Υπολογισμός πιέσεων καθ' ύψος του εσωτερικού πλευρικού περιβλήματος, ($h_{db}=2.15m < z < D=19.1m$) που ασκούνται τόσο από τη μεριά δεξαμενών φορτίου, όσο από τη μεριά των πλευρικών δεξαμενών, για τον υπολογισμό του πάχους του εσωτερικού πλευρικού ελάσματος. Έτσι έχουμε:

- Υπολογισμό στατικών και δυναμικών πιέσεων που ασκούνται από τις δεξαμενές φορτίου(cargo holds), με ρευστό ειδικού βάρους $S.G.=1.0253 \text{ tons/m}^3$, καθ' ύψος του εσωτερικού πλευρικού ελάσματος, για $2.15 < z < D=19.1m$, με βήμα 0.1m.
- Υπολογισμό υδροστατικών και υδροδυναμικών πιέσεων που ασκούνται από τις πλευρικές δεξαμενές (wing tanks), με ρευστό θαλασσινό νερό καθ' ύψος του εσωτερικού πλευρικού ελάσματος, για $2.15 < z < D=19.1m$, με βήμα 0.1m.

2.Συγκρίνουμε το άθροισμα των στατικών και δυναμικών πιέσεων σε κάθε περίπτωση και επιλέγουμε το άθροισμα των μεγαλύτερων πιέσεων ανά περιοχή. Έτσι δημιουργείται μια περιοχή:

- Περιοχή 1:Για $2.15 < z < D=19.1m$ μεγαλύτερες πιέσεις εμφανίζονται από τις δεξαμενές φορτίου.

3. Παρουσίαση αποτελεσμάτων στους παρακάτω πίνακες :

Πίνακας 3.4: Υπολογισμός καθαρών παχών ελασμάτων, καθαρής ροπής αντίστασης ενισχυτικών του εσωτερικού πλευρικού ελάσματος και πρόσθετων παχών λόγω διάβρωσης αντίστοιχα για πιέσεις που ασκούνται από τις δεξαμενές φορτίου $2.15 < z < D = 19.1\text{m}$.

Παρουσίαση πινάκων :

Στη 1^η Στήλη έχουμε το ύψος του εσωτερικού ελάσματος, που εκτείνεται από το ύψος του διπύθμενου μέχρι το κοίλο, $2.15 < z < D$, με βήμα 0.5 .

Στη 2^η και 3^η Στήλη έχουμε τις στατικές πιέσεις όπως αυτές υπολογίζονται με βάση τους κανονισμούς[CSR06].

Στη 4^η, 5^η, 6^η και 7^η Στήλη έχουμε τις δυναμικές πιέσεις όπως αυτές υπολογίζονται για 4 καταστάσεις φόρτωσης με βάση τους κανονισμούς[CSR06].(Οι καταστάσεις φόρτωσης αναφέρονται στους ορισμούς).

Στη 8^η, 9^η, 10^η και 11^η Στήλη έχουμε το άθροισμα των στατικών και δυναμικών πιέσεων.

Στη 12^η, 13^η, 14^η και 15^η Στήλη έχουμε τον υπολογισμό του πάχους των ελασμάτων(t), έτσι όπως προκύπτει από τη σχέση που δίνεται από τους κανονισμούς[CSR06].

Στη 16^η Στήλη έχουμε τον υπολογισμό της καθαρής ροπής αντίστασης των ενισχυτικών(w), έτσι όπως προκύπτει από τη σχέση που δίνεται από τους κανονισμούς[CSR06].

Στη 17^η Στήλη έχουμε τον υπολογισμό της επιφάνειας διάτμησης των ενισχυτικού (A_{sh}) έτσι όπως προκύπτει από τη σχέση που δίνεται από τους κανονισμούς[CSR06].

Στη 18^η, 19^η Στήλη έχουμε τον υπολογισμό του πρόσθετου πάχους λόγω διάβρωσης του ελάσματος (corrosion addition) για τη μεριά των δεξαμενών φορτίου και για τη μεριά των πλευρικών δεξαμενών αντίστοιχα, έτσι όπως διαμορφώνεται από τις περιοχές που ορίζει ο κανονισμός [CSR06].

Στη 20^η Στήλη έχουμε τον υπολογισμό του συνολικού πάχους λόγω διάβρωσης του ελάσματος (corrosion addition), έτσι όπως προκύπτει από τη σχέση που δίνεται από τους κανονισμούς[CSR06].

Στη 21^η Στήλη έχουμε τον υπολογισμό του πρόσθετου πάχους λόγω διάβρωσης του ενισχυτικού (corrosion addition), έτσι όπως προκύπτει από τη σχέση που δίνεται από τους κανονισμούς[CSR06].

Στη 22^η Στήλη έχουμε τον υπολογισμό του συνολικού πάχους λόγω διάβρωσης του ενισχυτικού (corrosion addition), έτσι όπως προκύπτει από τη σχέση που δίνεται από τους κανονισμούς[CSR06].

Στη 23^η Στήλη έχουμε τον υπολογισμό του καθαρού πάχους του ελάσματος, όπως αυτό διαμορφώνεται από τη μέγιστη τιμή που παρουσιάζεται ανά περιοχή. Οι περιοχές αυτές ορίστηκαν από τις περιοχές του εσωτερικού ελάσματος της υπάρχουσας μέσης τομής, έτσι ώστε να είναι εφικτή η σύγκριση των προβλεπόμενων παχών ενισχυτικών από τους κανονισμούς[CSR06] με τα υπάρχοντα.

Στη 24^η Στήλη έχουμε τον υπολογισμό της ροπής αντίστασης του ενισχυτικού, όπως αυτή διαμορφώνεται από τη μέγιστη τιμή που παρουσιάζεται ανά περιοχή. Οι περιοχές αυτές ορίστηκαν από τις περιοχές των ενισχυτικών στο εσωτερικό έλασμα της υπάρχουσας μέσης τομής, έτσι ώστε να είναι εφικτή η σύγκριση των προβλεπόμενων ροπών αντίστασης από τους κανονισμούς[CSR06] με των υπαρχόντων.

Σημείωση: Μετά από κάθε πίνακα ακολουθεί λίστα με όλα τα στοιχεία που έχουν χρησιμοποιηθεί για τους υπολογισμούς του πίνακα. Τόσο στους πίνακες, όσο και στη λίστα στοιχείων που ακολουθεί υπάρχει αναφορά αντίστοιχα στους κανονισμούς[CSR06].

Πίνακας 3.4⁴

z	CH.4,SEC.6,P.33		INNER SIDE SHELL(CARGO)				CH.4,SEC.6,P.33				
	PRESSURE IN STILL WATER		INERTIAL PRESSURE				TOTAL PRESSURES				
			H1	H2	F1	F2	H1	H2	F1	F2	
	$\rho_c * g * K_C * (h_c + h_{DB} - z)$		$\rho_c * (0.25 * a_x * (x - x_G) + K_C * a_z * (h_c + h_{DB} - z))$				0	0			
2,15	326,112		87,729	-114,190	0	0	413,841	211,921	326,112	326,112	
2,5	319,811		85,807	-112,212	0	0	405,618	207,599	319,811	319,811	
3	310,811		83,060	-109,386	0	0	393,871	201,425	310,811	310,811	
3,5	301,810		80,314	-106,559	0	0	382,124	195,251	301,810	301,810	
4	292,810		77,568	-103,733	0	0	370,378	189,077	292,810	292,810	
4,5	283,810		74,821	-100,906	0	0	358,631	182,903	283,810	283,810	
5	274,809		72,075	-98,080	0	0	346,884	176,729	274,809	274,809	
5,5	265,809		69,328	-95,254	0	0	335,137	170,555	265,809	265,809	
6	256,808		66,582	-92,427	0	0	323,390	164,381	256,808	256,808	
6,5	247,808		63,835	-89,601	0	0	311,644	158,207	247,808	247,808	
7	238,808		61,089	-86,774	0	0	299,897	152,033	238,808	238,808	
7,5	229,807		58,343	-83,948	0	0	288,150	145,859	229,807	229,807	
8	220,807		55,596	-81,122	0	0	276,403	139,685	220,807	220,807	
8,5	211,807		52,850	-78,295	0	0	264,656	133,511	211,807	211,807	
9	202,806		50,103	-75,469	0	0	252,910	127,337	202,806	202,806	
9,5	193,806		47,357	-72,642	0	0	241,163	121,163	193,806	193,806	
10	184,805		44,611	-69,816	0	0	229,416	114,989	184,805	184,805	
10,5	175,805		41,864	-66,990	0	0	217,669	108,815	175,805	175,805	
11	166,805		39,118	-64,163	0	0	205,922	102,641	166,805	166,805	
11,5	157,804		36,371	-61,337	0	0	194,176	96,467	157,804	157,804	
12	148,804		33,625	-58,510	0	0	182,429	90,293	148,804	148,804	
12,5	139,803		30,879	-55,684	0	0	170,682	84,119	139,803	139,803	
13	130,803		28,132	-52,858	0	0	158,935	77,945	130,803	130,803	
13,5	121,803		25,386	-50,031	0	0	147,188	71,771	121,803	121,803	
14	112,802		22,639	-47,205	0	0	135,442	65,597	112,802	112,802	
14,5	103,802		19,893	-44,378	0	0	123,695	59,423	103,802	103,802	
15	94,801		17,147	-41,552	0	0	111,948	53,249	94,801	94,801	
15,5	85,801		14,400	-38,726	0	0	100,201	47,075	85,801	85,801	
16	76,801		11,654	-35,899	0	0	88,454	40,901	76,801	76,801	
16,5	67,800		8,907	-33,073	0	0	76,708	34,727	67,800	67,800	
17	58,800		6,161	-30,246	0	0	64,961	28,553	58,800	58,800	
17,5	49,799		3,415	-27,420	0	0	53,214	22,379	49,799	49,799	
18	40,799		0,668	-24,594	0	0	41,467	16,205	40,799	40,799	
18,5	31,799		-2,078	-21,767	0	0	29,720	10,031	31,799	31,799	
19	22,798		-4,825	-18,941	0	0	17,974	3,857	22,798	22,798	
19,1	20,998		-5,374	-18,375	0	0	15,624	2,623	20,998	20,998	

⁴ Τα αποτελέσματα του παραπάνω πίνακα έχουν υπολογιστεί για z με βήμα 0.1 ,αλλά για χάριν συντομίας παρουσιάζονται για z με βήμα 0.5.

Οι όροι Msw, lyy, lzz έχουν υπολογιστεί με βάση την υπάρχουσα μέση τομή του 'GALISSAS'.

Οι υπολογισμοί γίνονται για καταστάσεις φόρτωσης H1,H2,F1,F2,(βλέπε ορισμούς).

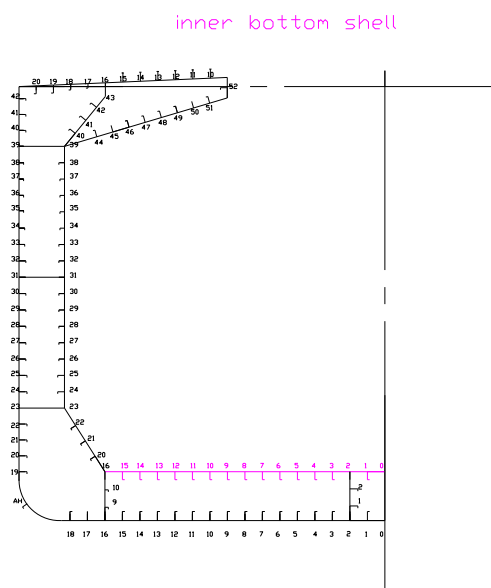
z	CH.6,SEC.1,P.13 NET THICKNESS				CH.6,SEC.2,P.24	CH.6,SEC.2,P.24
	t=15.8*c _a c _s (p _s +p _w)/(R _v λ _p)^(1/2)				w	A _{sh}
	H1	H2	F1	F2	(p _s +p _w)*s*l^2/(m*λ _s *R _y)*1	5*(p _s +p _w)*s*l/(t _a *sinφ)
2,15	12,119	8,672	10,758	10,758	610,443	24,030
2,5	13,891	9,937	12,334	12,334	801,998	31,570
3	13,688	9,789	12,159	12,159	778,771	30,656
3,5	13,482	9,637	11,982	11,982	755,544	29,741
4	13,273	9,484	11,802	11,802	732,317	28,827
4,5	13,061	9,328	11,619	11,619	709,090	27,913
5	12,053	8,458	10,547	10,547	617,276	24,299
5,5	11,847	8,309	10,373	10,373	596,372	23,476
6	11,638	8,157	10,196	10,196	575,468	22,653
6,5	11,425	8,003	10,016	10,016	554,564	21,830
7	11,207	7,845	9,832	9,832	533,660	21,007
7,5	10,985	7,684	9,645	9,645	512,756	20,184
8	10,759	7,520	9,454	9,454	491,853	19,362
8,5	10,528	7,352	9,260	9,260	470,949	18,539
9	10,292	7,180	9,061	9,061	450,046	17,716
9,5	10,050	7,003	8,857	8,857	429,144	16,893
10	9,802	6,823	8,649	8,649	408,241	16,070
10,5	9,548	6,637	8,436	8,436	387,338	15,247
11	9,287	6,446	8,217	8,217	366,436	14,425
11,5	9,018	6,249	7,993	7,993	345,533	13,602
12	8,741	6,046	7,761	7,761	324,630	12,779
12,5	8,455	5,835	7,523	7,523	303,727	11,956
13	8,159	5,617	7,277	7,277	282,824	11,133
13,5	7,851	5,390	7,022	7,022	261,921	10,310
14	7,532	5,153	6,758	6,758	241,018	9,487
14,5	7,198	4,905	6,482	6,482	220,115	8,665
15	6,847	4,643	6,195	6,195	199,212	7,842
15,5	6,478	4,365	5,894	5,894	178,309	7,019
16	6,087	4,069	5,576	5,576	157,405	6,196
16,5	4,896	3,239	4,525	4,525	140,294	5,373
17	4,505	2,937	4,214	4,214	118,810	4,677
17,5	4,078	2,600	3,878	3,878	97,325	3,831
18	3,600	2,212	3,510	3,510	75,841	2,985
18,5	3,047	1,741	3,099	3,099	54,357	2,140
19	2,370	1,079	2,624	2,624	32,873	1,294
19,1	2,209	0,890	2,518	2,518	28,576	1,125

z	t		CH.3,SEC.3,P.19	FINAL	stiffeners	FINAL	t=	stiffeners	
	tc1	tc2	tc	tc	tc	tc			
			roundup _{0,5} (tc1+tc2)+treserve		roundup _{0,5} (2*tc2)+treserve				
2,15	1,200	3,700	5,500	1,200	3,000	14,011	815,934		
2,5									
3									
3,5									
4									
4,5									
5						3,000	12,094	621,457	
5,5		2,000	4		4				
6								11,764	
6,5									
7									
7,5						3,000		529,479	
8									
8,5			4			10,850			
9									
9,5									
10									
10,5		2,000							
11			4		3,000	9,496	378,977		
11,5									
12									
12,5					3,000		320,449		
13									
13,5									
14			4			7,914			
14,5									
15									
15,5					3,000		199,212		
16			4			6,628			
16,5	1,700	1,800		1,700					
17						4		144,590	
17,5									
18									
18,5									
19									
19,1									

DETAILS							
D=		19,100	m				
P _C =		1,025	t/m ³				
g=		9,810	m/s ²				
K _C =cosα ² +(1-sinψ)sina ²	CH.4,SEC.6,P.30	1,790					
a=		90,000	deg				
ψ=		30,000	deg				
K _C =		0,000					
h ₀ =S _A /B _H	CH.4,SEC.6,P.31	3,947	m				
V _{H_C}/L_H=}		29,568	m ²				
S _O =		81,724	m ²				
S _A =S _O +V _{H_C}/I_H}		111,292	m ²				
h _C =h _{hp_U} +h ₀		18,117	m				
h _{hp_U} =		14,170	m				
B _H =B-2*w		28,200	m				
w=		2,000	m				
h _{DB} =		2,150	m				
T _{LC} =		13,075	m				
		H1			H2		
a _x =C _{XG} *g*sin Φ+C _{XG} a _{surge} +C _{XP} a _{pitchx}	CH.4,SEC.2,P.6	-9,338	+ R*	0,059105	9,338465	+ R*	-0,05911
a _{surge} =0.2*a ₀ *g	CH.4,SEC.2,P.5	0,841					
a ₀ =f _p (1.58-0.47C _G)(2.4/L ^{1/2} +34/L-600/L	CH.4,SEC.2,P.4	0,429					
a _{pitchx} =φ*π/180*(2*π/T _p) ² *R	CH.4,SEC.2,P.5	0,059	*R				
φ=f _p *960/L*(V/C _B) ^{1/4}		11,483					
T _p =(2πλ/g) ^{1/2}		11,561					
		H1	H2	F1	F2		
C _{XG}	CH.4,SEC.4,P.17	1,000	-1	0	0		
C _{XS}		-0,800	0,8	0	0		
C _{XP}		1,000	-1	0	0		
		H1	H2				
a _z =C _{ZH} *a _{heave} +C _{ZR} *a _{roll} +C _{ZP} *a _{pitchz}	CH.4,SEC.2,P.6	3,037	-3,037046				
a _{heave} =a ₀ *g	CH.4,SEC.2,P.5	4,205					
a _{roll} =θ π/180*(2*π/T _R) ² *y	CH.4,SEC.2,P.6	1,373					
T _R =2.3K _r /(GM) ^{1/2}	CH.4,SEC.2,P.4	13,187					
K _r =0.35*B	CH.4,SEC.2,P.5	11,270					
GM=0.12*B	CH.4,SEC.2,P.5	3,864					
θ=9000*(1.25-0.025*T _R)f _p k _B /((B+75)*π)	CH.4,SEC.2,P.4	24,607					
K _B =	CH.4,SEC.2,P.5	1,000					
a _{pitchz} =Φ π/180*(2π/T _p) ² *[x-0.45L]		0,514					
R=z-min(D/4+T _{LC} /2,D/2)	CH.4,SEC.2,P.6						
		H1	H2	F1	F2		
C _{ZH} =+- 0.6 T _{LC} /T _S	CH.4,SEC.4,P.17	0,600	-0,6	0	0		
C _{ZR}		0,000	0	0	0		
C _{ZP}		1,000	-1	0	0		
V=		15,220	knots				
C _B =		0,811		C _B =	0,811		
L=		174,000	m	L=	174		
x=		87,000	m	x=	87		
y=B-w		14,100	m	y=	14,1		
B=		32,200	m	B=	32,2		
		H1	H2				
x-X _G =+-0.25*I _H	CH.4,SEC.6,P.33	5,280	-5,28	m			

$l_h =$		21,120	m				
$K_p =$		-1,000		$K_p =$		-1	
$f_p =$	CH.4,SEC.2,P.4	1,000		$f_p =$		1	
$f_p =$		0,500		$f_p =$		0,5	
$\lambda = 0,6 * (1 + T_{LC} / T_S) L$	CH.4,SEC.5,P.20	208,800	m	$0,6 * (1 + T_{LC} / T_S)$		104,4	
$\lambda = 0,6 * (1 + 2 * T_{LC} / (3 * T_S)) L$		174,000	m	$* (1 + 2 * T_{LC} / (3 * T_S))$		104,4	
$T_S =$		13,075	m	$T_S =$		13,06	
$C = 10,75 - ((300 - L) / 100)^{1,5}$	CH.1,SEC.4,P.17	9,336		$C = 10,75 - ((300 - L) / 100)^{1,5}$		9,335654	
$C_{a1} = 1.21 * ((1 + 0.33 * (s/l)^2)^{1/2} - 0.69 * s/l)$		1,019					
$C_{a2} = 1.21 * ((1 + 0.33 * (s/l)^2)^{1/2} - 0.69 * s/l)$		1,037					
$C_{a3} = 1.21 * ((1 + 0.33 * (s/l)^2)^{1/2} - 0.69 * s/l)$		1,032					
$s1/l =$		0,303					
$s2/l =$		0,273					
$s3/l =$		0,280					
$c_r = 1 - 0.5 * s/r$	CH.6,SEC.1,P.3	0,800					
$c_r = 1 - 0.5 * s/r$		0,820					
$c_r = 1 - 0.5 * s/r$		0,815					
$r =$		2,000					
$l =$		2,640					
$\lambda_p = 0.95 - 0.45 * [\sigma_x / R_y]$	CH.6,SEC.1,P.13						
$R_y =$	CH.1,SEC.4 P.17	315,000	N/mm ²				
$R_y =$		235,000	N/mm ²				
$\alpha_x = C \{ C_{SW} [M_{SW} / l_y] (z - N) + C_{WV} [M_{WV} / l_y] (z - N) - C_{WH} [M_{WH} / l_y] (z - N) \}$		H1	H2	F1	F2		
$(z - N)$	CH.6,SEC.1,P.12	-0,001	0,0007574	-0,00076	0,000757		
-		0,000	0	0	0		
$C_i =$	CH.6,SEC.1,P.12	1,000					
		H1	H2	F1	F2		
$C_{SW} =$	CH.6,SEC.1,P.13	-1,000	1	-1	1		
$C_{WV} =$		-1,000	1	-1	1		
$C_{WH} =$		0,000	0	0	0		
$M_{SW} =$		1000963,350					
$M_{WV} = (\text{hogging}) 190 * F_M * f_p * CL^2 T_{LC} C_i$	CH.4,SEC.3,P.11	569454,952					
$M_{WV} = (\text{sagging}) 110 * F_M * f_p * CL^2 T_{LC} C_B 10^{(-3)}$		329684,446					
$M_{WH} = (0.3 + L / 2000) * F_M * f_p * CL^2 T_{LC} C_B$	CH.4,SEC.3,P.13	1159889,823					
$F_M =$		1,000					
$N =$	CH.1,SEC.4,P.18	8,559					
$l_y =$		2073540,551					
$l_z =$		1054967,136					
$m =$	CH.6,SEC.2,P.15	10,000					
$s1 = (2.15 - 4.80)$		0,800	m				
$s2 = (4.800 - 16.320)$		0,720	m				
$s3 = (16.320 - 19.100)$		0,740	m				
$l =$		2,640	m				
$\tau_x = R_y / 3^{1/2}$	CH.6,SEC.1,P.12	135,677	181,865				
$\sin \phi = (\phi = 90)$		1,000					
$\lambda_s = 1.2 * (1 - 0.85 * (\sigma_x / R_y))$	CH.6,SEC.1,P.12						
$t_{reserve} =$	CH.3,SEC.3,P.18	0,50	mm				
TOP TANK			H1		H2		
$a_z = C_{ZH} * a_{heave} + C_{ZR} * a_{roll} + C_{ZP} * a_{pitch}$	CH.4,SEC.2,P.6	3,04	+y	0	-3,03705	+y	0
$a_{roll} = \theta \pi / 180 * (2 * \pi / T_R)^2 * y$	CH.4,SEC.2,P.6	0,10	*y				

3.2.2.4.Υπολογισμός τοπικής αντοχής στον εσωτερικό πυθμένα(inner bottom shell)



Σχέδιο 3.4, (Σχέδιο 3C)

- **Πορεία εργασίας για έλασμα εσωτερικού πυθμένα(inner bottom shell)**
- **ΕΛΑΣΜΑ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΥ ΠΥΘΜΕΝΑ (INNER BOTTOM SHELL)**

1.Πραγματοποιείται υπολογισμός πιέσεων κατά πλάτος του εσωτερικού ελάσματος του πυθμένα που ασκούνται τόσο από τη μεριά των δεξαμενών φορτίου όσο από τη μεριά του διπύθμενου, για τον υπολογισμό του πάχους του ελάσματος του εσωτερικού πυθμένα. Έτσι έχουμε:

- Υπολογισμό στατικών και δυναμικών πιέσεων που ασκούνται από τις δεξαμενές φορτίου(cargo holds), με ρευστό ειδικού βάρους $S.G.=1.0253 \text{ tons/m}^3$, κατά πλάτος του εσωτερικού ελάσματος του πυθμένα, για $0 < y < 12.32\text{m}$, με βήμα 0.1m .
- Υπολογισμό υδροστατικών και υδροδυναμικών πιέσεων που ασκούνται από τις δεξαμενές του διπύθμενου(double bottom), με ρευστό θαλασσινό νερό κατά πλάτος του εσωτερικού ελάσματος του πυθμένα, για $0 < y < 12.32\text{m}$, με βήμα 0.1m .

2.Συγκρίνουμε το άθροισμα των στατικών και δυναμικών πιέσεων σε κάθε περίπτωση και επιλέγουμε το άθροισμα των μεγαλύτερων πιέσεων ανά περιοχή. Στη περίπτωση αυτή έχουμε μία περιοχή:

Περιοχή 1:Για $0 < y < 12.32\text{m}$ μεγαλύτερες πιέσεις εμφανίζονται από τις δεξαμενές φορτίου.

3.Παρουσίαση αποτελεσμάτων στους παρακάτω πίνακες :

Πίνακας 3.5:Υπολογισμός καθαρών παχών ελασμάτων, καθαρής ροπής αντίστασης ενισχυτικών του εσωτερικού ελάσματος του πυθμένα και πρόσθετων παχών λόγω διάβρωσης αντίστοιχα, για πιέσεις που ασκούνται από τις δεξαμενές φορτίου για $0 < \gamma < 12.32m$.

Παρουσίαση πινάκων :

Αντίστοιχα με τον πίνακα 3.4

Πίνακας 3.5⁵

y	CH.4,SEC.6,P.33		INNER BOTTOM SHELL(CARGO)				CH.4,SEC.6,P.33			
	PRESSURE IN STILL WATER		INERTIAL PRESSURE				TOTAL PRESSURES			
	z=2.15		H1	H2	F1	F2	H1	H2	F1	F2
	$\rho_c * g * K_c * (h_c + h_{DB} - z)$		$P_c * (0.25 * a_x * (x - x_c) + K_c * a_z * (h_c + h_{DB} - z))$				0	0		
0	326,112		87,729	-114,190	0	0	413,841	211,921	326,112	326,112
0,5	326,112		87,729	-114,190	0	0	413,841	211,921	326,112	326,112
1	326,112		87,729	-114,190	0	0	413,841	211,921	326,112	326,112
1,5	326,112		87,729	-114,190	0	0	413,841	211,921	326,112	326,112
2	326,112		87,729	-114,190	0	0	413,841	211,921	326,112	326,112
2,5	326,112		87,729	-114,190	0	0	413,841	211,921	326,112	326,112
3	326,112		87,729	-114,190	0	0	413,841	211,921	326,112	326,112
3,5	326,112		87,729	-114,190	0	0	413,841	211,921	326,112	326,112
4	326,112		87,729	-114,190	0	0	413,841	211,921	326,112	326,112
4,5	326,112		87,729	-114,190	0	0	413,841	211,921	326,112	326,112
5	326,112		87,729	-114,190	0	0	413,841	211,921	326,112	326,112
5,5	326,112		87,729	-114,190	0	0	413,841	211,921	326,112	326,112
6	326,112		87,729	-114,190	0	0	413,841	211,921	326,112	326,112
6,5	326,112		87,729	-114,190	0	0	413,841	211,921	326,112	326,112
7	326,112		87,729	-114,190	0	0	413,841	211,921	326,112	326,112
7,5	326,112		87,729	-114,190	0	0	413,841	211,921	326,112	326,112
8	326,112		87,729	-114,190	0	0	413,841	211,921	326,112	326,112
8,5	326,112		87,729	-114,190	0	0	413,841	211,921	326,112	326,112
9	326,112		87,729	-114,190	0	0	413,841	211,921	326,112	326,112
9,5	326,112		87,729	-114,190	0	0	413,841	211,921	326,112	326,112
10	326,112		87,729	-114,190	0	0	413,841	211,921	326,112	326,112
10,5	326,112		87,729	-114,190	0	0	413,841	211,921	326,112	326,112
11	326,112		87,729	-114,190	0	0	413,841	211,921	326,112	326,112
11,5	326,112		87,729	-114,190	0	0	413,841	211,921	326,112	326,112
12	326,112		87,729	-114,190	0	0	413,841	211,921	326,112	326,112
12,5	326,112		87,729	-114,190	0	0	413,841	211,921	326,112	326,112
13	326,112		87,729	-114,190	0	0	413,841	211,921	326,112	326,112
13,5	326,112		87,729	-114,190	0	0	413,841	211,921	326,112	326,112
14	326,112		87,729	-114,190	0	0	413,841	211,921	326,112	326,112
14,1	326,112		87,729	-114,190	0	0	413,841	211,921	326,112	326,112
GRAB NOTATION		$T_{GR} = 0.28 * (M_{GR} + 50) * (sk)^{(1/2)}$	$M_{GR} =$	5	tons					
			s=	0,770	m					
		13,513	k=	1						

*Grab notation:(CH.12,SEC.1,P.3)

⁵ Τα αποτελέσματα του παραπάνω πίνακα έχουν υπολογιστεί για z με βήμα 0.1 ,αλλά χάρin συντομίας παρουσιάζονται για z με βήμα 0.5.

Οι όροι Msw, lyy, lzz έχουν υπολογιστεί με βάση την υπάρχουσα μέση τομή του 'GALISSAS'.
Οι υπολογισμοί γίνονται για καταστάσεις φόρτωσης H1,H2,F1,F2,(βλέπε ορισμούς).

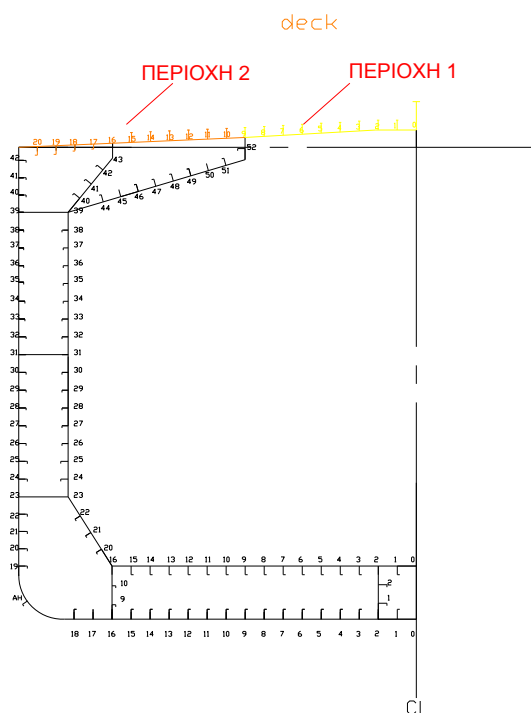
y	CH.6,SEC.1,P.13				CH.6,SEC.2,P.24	CH.6,SEC.2,P.24
	NET THICKNESS					
	$t=15.8 \cdot c_a \cdot c_r \cdot s \cdot (p_s + p_w) / (R_y \lambda_p)^{1/2}$					
H1	H2	F1	F2	w	A_{sh}	
					$(p_s + p_w) \cdot s \cdot l^2 / (m \cdot \lambda_s \cdot R_y) \cdot \dots$	$5 \cdot (p_s + p_w) \cdot s \cdot l / (\tau_s \cdot \sin \phi)$
0	11,849	8,479	10,518	10,518	587,551	23,129
0,5	11,849	8,479	10,518	10,518	587,551	23,129
1	11,849	8,479	10,518	10,518	587,551	23,129
1,5	11,849	8,479	10,518	10,518	587,551	23,129
2	11,849	8,479	10,518	10,518	587,551	23,129
2,5	11,849	8,479	10,518	10,518	587,551	23,129
3	11,849	8,479	10,518	10,518	587,551	23,129
3,5	11,849	8,479	10,518	10,518	587,551	23,129
4	11,849	8,479	10,518	10,518	587,551	23,129
4,5	11,849	8,479	10,518	10,518	587,551	23,129
5	11,849	8,479	10,518	10,518	587,551	23,129
5,5	11,849	8,479	10,518	10,518	587,551	23,129
6	11,849	8,479	10,518	10,518	587,551	23,129
6,5	11,849	8,479	10,518	10,518	587,551	23,129
7	11,849	8,479	10,518	10,518	587,551	23,129
7,5	11,849	8,479	10,518	10,518	587,551	23,129
8	11,849	8,479	10,518	10,518	587,551	23,129
8,5	11,849	8,479	10,518	10,518	587,551	23,129
9	11,849	8,479	10,518	10,518	587,551	23,129
9,5	11,849	8,479	10,518	10,518	587,551	23,129
10	11,849	8,479	10,518	10,518	587,551	23,129
10,5	11,849	8,479	10,518	10,518	587,551	23,129
11	11,849	8,479	10,518	10,518	587,551	23,129
11,5	11,849	8,479	10,518	10,518	587,551	23,129
12	11,849	8,479	10,518	10,518	587,551	23,129
12,5	11,849	8,479	10,518	10,518	587,551	23,129
13	11,849	8,479	10,518	10,518	587,551	23,129
13,5	11,849	8,479	10,518	10,518	587,551	23,129
14	11,849	8,479	10,518	10,518	587,551	23,129
14,1	11,849	8,479	10,518	10,518	587,551	23,129

y	t		FINAL	stiffeners	FINAL	tc	stiffeners
	tc1	tc2	tc	T_c	tc		
			roundup _{0,5} (tc1+tc2)+reserve		roundup _{0,5} (2*tc2)+reserve		
0							
0,5							
1							
1,5							
2							
2,5							
3							
3,5							
4							
4,5							
5							
5,5							
6							
6,5	1,200	3,700	5,500	1,200	3,000	11,849	587,551
7							
7,5							
8							
8,5							
9							
9,5							
10							
10,5							
11							
11,5							
12							
12,5							
13							
13,5							
14							
14,1							

DETAILS						
D=		19,100	m			
P _C =		1,025	t/m ³			
g=		9,810	m/s ²			
K _C =cosα ² +(1-sinψ)sinα ²	CH.4,SEC.6,P.30	1,790				
a=		90,000	deg			
ψ=		30,000	deg			
K _C =		0,000				
h _o =S _A /B _H	CH.4,SEC.6,P.31	3,947	m			
V _{HC} /L _H =		29,568	m ²			
S _O =		81,724	m ²			
S _A =S _O +V _{HC} /I _H		111,292	m ²			
h _{hpu} =		14,170	m			
B _H =B-2*w		28,200	m			
w=		2,000	m			
h _C =h _{hpu} +h _o		18,117	m			
h _{DB} =		2,150	m			
T _{LC} =		13,075	m			
		H1			H2	
a _x =C _{XG} *g*sin Φ+C _{xs} a _{surge} +C _{xp} a _{pitchx}	CH.4,SEC.2,P.6	-9,776			9,775844	
a _{surge} =0.2*a _o *g	CH.4,SEC.2,P.5	0,841				
a _o =f _p (1.58-0.47C _B)(2.4/L ^(1/2) +34/L-600/L	CH.4,SEC.2,P.5	0,429				
a _{pitchx} =φ*π/180*(2*π/T _p) ² *R	CH.4,SEC.2,P.5	-0,437				
φ=f _p *960/L*(V/C _B) ^(1/4)		11,483				
T _p =(2πλ/g) ^(1/2)		11,561				
		H1	H2	F1	F2	
C _{XG}	CH.4,SEC.4,P.17	1,000	-1	0	0	
C _{XS}		-0,800	0,8	0	0	
C _{XP}		1,000	-1	0	0	
		H1				
a _z =C _{ZH} *a _{heave} +C _{ZR} *a _{roll} +C _{ZP} *a _{pitchz}	CH.4,SEC.2,P.6	3,037	+ y	0	-3,03705	+ y
a _{heave} =a _o *g	CH.4,SEC.2,P.5	4,205				
a _{roll} =θ π/180*(2*π/T _R) ² *y	CH.4,SEC.2,P.6	0,097	*y			
T _R =2.3K _r /(GM) ^(1/2)	CH.4,SEC.2,P.4	13,187				
K _r =0.35*B	CH.4,SEC.2,P.5	11,270				
GM=0.12*B	CH.4,SEC.2,P.5	3,864				
θ=9000*(1.25-0.025*T _R)f _p k _b /((B+75)*π)		24,607				
k _b =		1,000				
a _{pitchz} =Φ π/180*(2π/T _p) ² *[x-0.45L]		0,514				
R=z-min(D/4+T _{LC} /2,D/2)	CH.4,SEC.2,P.6	-7,400				
		H1	H2	F1	F2	
C _{ZH} =+ 0.6 T _{LC} /T _S	CH.4,SEC.4,P.17	0,600	-0,6	0	0	
C _{ZR}		0,000	0	0	0	
C _{ZP}		1,000	-1	0	0	
V=		15,220	knots			
C _B =		0,811				
L=		174,000	m			
x=		87,000	m			
z=h _{db}		2,150	m			

B=		32,200	m			
		H1	H2			
$x-x_G=+0.25 \cdot l_h$	CH.4,SEC.6,P.33	5,280	-5,28	m		
$l_h=$		21,120	m			
$K_p=$		-1,000				
$f_p=$	CH.4,SEC.2,P.4	1,000				
$f_p=$		0,500				
$\lambda=0,6 \cdot (1+T_{LC}/T_s)L$	CH.4,SEC.5,P.20	208,800	m			
$\lambda=0,6 \cdot (1+2 \cdot T_{LC}/(3 \cdot T_s))L$		174,000	m			
$T_s=$		13,075	m			
$c_a=1.21 \cdot ((1+0.33 \cdot (s/l)^2)^{1/2}-0.69 \cdot s/l)$		1,026				
$s/l=$		0,292				
$c_r=1-0.5 \cdot s/r$	CH.6,SEC.1,P.3	0,808				
$r=$		2,000				
$s=$		0,770				
$l=$		2,640				
$\lambda_p=0.95-0.45 \cdot [\sigma_x/R_y]$	CH.6,SEC.1,P.13					
$R_y=$	CH.1,SEC.4 P.17	315,000	N/mm ²			
$R_y=$		235,000	N/mm ²			
$\sigma_x=C_1\{C_{SW}[M_{SW}/I_y](z-N)+C_{WV}[M_{WV}/I_y](z-N)-C_{WH}[M_{WH}/I_y](z-N)$		H1	H2	F1	F2	
	CH.6,SEC.1,P.12	0,005	-0,00485	0,004854	-0,00485	
$-y$		0,000	0	0	0	
$C_1=$	CH.6,SEC.1,P.12	1,000				
		H1	H2	F1	F2	
C_{SW}	CH.6,SEC.1,P.13	-1,000	1	-1	1	
C_{WV}		-1,000	1	-1	1	
C_{WH}		0,000	0	0	0	
$M_{SW}=$		1000963,350				
$M_{WV}=(\text{hogging})190 \cdot F_M \cdot f_p \cdot CL^2 T_{LC} C_B$	CH.4,SEC.3,P.11	569454,952				
$M_{WV}=(\text{sagging})110 \cdot F_M \cdot f_p \cdot CL^2 T_{LC} C_B \cdot 10^{-3}$		329684,446				
$M_{WH}=(0.3+L/2000) \cdot F_M \cdot f_p \cdot CL^2 T_{LC} C_B$	CH.4,SEC.3,P.13	1159889,823				
$T_{LC}=$		13,075	m			
$L=$		174,000	m			
$C_B=$		0,811				
$F_M=$		1,000				
$C=10,75-((300-L)/100)^{1,5}$	CH.1,SEC.4,P.17	9,336				
$N=$	CH.1,SEC.4,P.18	8,559				
$f_p=$		1,000				
$f_p=$	CH.4,SEC.2,P.4	0,500				
$I_y=$		2073540,551				
$I_z=$		1054967,136				
$m=$	CH.6,SEC.2,P.15	10,000				
$s=$		0,770	m			
$l=$		2,640	m			
$\tau_a=R_y/3^{1/2}$	CH.6,SEC.1,P.12	135,677	181,865			
$\sin \phi=(\phi=90)$		1,000				
$\lambda_s=1.2 \cdot (1-0.85 \cdot [\sigma_x/R_y])$	CH.6,SEC.1,P.12					
$t_{\text{reserve}}=$	CH.3,SEC.3,P.18	0,50	mm			

3.2.2.5.Υπολογισμός τοπικής αντοχής στο deck



Σχέδιο 3.5(Σχέδιο 3C)

- **Πορεία εργασίας για έλασμα καταστρώματος (deck)**
- **Έλασμα καταστρώματος (DECK)**

1.Πραγματοποιείται Υπολογισμός πιέσεων κατά πλάτος του ελάσματος καταστρώματος, που ασκούνται τόσο από τη μεριά των δεξαμενών φορτίου όσο από τη μεριά της ατμόσφαιρας, για τον υπολογισμό του πάχους του ελάσματος του καταστρώματος. Έτσι έχουμε:

- Υπολογισμό δυναμικών πιέσεων που ασκούνται από τις δεξαμενές φορτίου(cargo holds), με ρευστό ειδικού βάρους $S.G.=1.0253$ tons/m³, κατά πλάτος του ελάσματος του καταστρώματος, για $0 < \gamma < 6.93m$, με βήμα 0.1m.
- Υπολογισμό υδροδυναμικών πιέσεων που ασκούνται από τις πλευρικές δεξαμενές (wing tanks), με ρευστό θαλασσινό νερό κατά πλάτος του ελάσματος καταστρώματος, για $6.93 < \gamma < 16.1m$, με βήμα 0.1m.
- Υπολογισμό στατικών και δυναμικών πιέσεων που ασκούνται από την ατμόσφαιρα και τα κύματα (green waves), κατά πλάτος του ελάσματος καταστρώματος, για $0 < \gamma < 16.1m$, με βήμα 0.1m.

2. Συγκρίνουμε το άθροισμα των στατικών και δυναμικών πιέσεων σε κάθε περίπτωση και επιλέγουμε το άθροισμα των μεγαλύτερων πιέσεων ανά περιοχή. Στη περίπτωση αυτή έχουμε 2 περιοχές:

Περιοχή 1: Για $0 < \gamma < 6.93\text{m}$ μεγαλύτερες πιέσεις εμφανίζονται από την ατμόσφαιρα και τα κύματα (green waves).

Περιοχή 2: Για $6.93 < \gamma < 16.1\text{m}$ μεγαλύτερες πιέσεις εμφανίζονται από τις πλευρικές δεξαμενές (wing tanks).

3. Παρουσίαση αποτελεσμάτων στους παρακάτω πίνακες :

Πίνακας 3.6: Υπολογισμός καθαρών παχών ελασμάτων, καθαρής ροπής αντίστασης ενισχυτικών του ελάσματος του καταστρώματος και πρόσθετων παχών λόγω διάβρωσης αντίστοιχα, για πιέσεις που ασκούνται από τις δεξαμενές φορτίου για $16.1 < \gamma < 6.93\text{m}$.

Πίνακας 3.7: Υπολογισμός καθαρών παχών ελασμάτων, καθαρής ροπής αντίστασης ενισχυτικών του ελάσματος του καταστρώματος και πρόσθετων παχών λόγω διάβρωσης αντίστοιχα, για πιέσεις που ασκούνται από τις για $6.93 < \gamma < 0\text{m}$

Παρουσίαση πινάκων :

Πίνακας 3.6 : Αντίστοιχα με πίνακα 3.4

Πίνακας 3.7

Στη 1^η στήλη έχουμε τον υπολογισμό της εξωτερικής πίεσης λόγω κυμάτων και ατμόσφαιρας.

Στη 2^η Στήλη έχουμε το ύψος του ελάσματος καταστρώματος λόγω κυρτότητας.

Στη 3^η Στήλη έχουμε το πλάτος του ελάσματος καταστρώματος $0 < \gamma < 6.93\text{m}$.

Στη 4^η Στήλη έχουμε τον υπολογισμό του πάχους των ελασμάτων(t) έτσι όπως προκύπτουν από τη σχέση που δίνεται από τους κανονισμούς[CSR06].

Στη 5^η Στήλη έχουμε τον υπολογισμό της καθαρής ροπής αντίστασης των ενισχυτικών(w), έτσι όπως προκύπτουν από τη σχέση που δίνεται από τους κανονισμούς[CSR06].

Στη 6^η Στήλη έχουμε τον υπολογισμό της επιφάνειας διάτμησης του ενισχυτικού (A_{sh}), έτσι όπως προκύπτει από τη σχέση που δίνεται από τους κανονισμούς[CSR06].

Στη 7^η, 8^η Στήλη έχουμε τον υπολογισμό του πρόσθετου πάχους λόγω διάβρωσης του ελάσματος (corrosion addition) για τη μεριά των δεξαμενών φορτίου και για τη μεριά των πλευρικών δεξαμενών αντίστοιχα, έτσι όπως διαμορφώνεται από τις περιοχές που ορίζει ο κανονισμός [CSR06].

Στη 9^η Στήλη έχουμε τον υπολογισμό του συνολικού πάχους λόγω διάβρωσης του ελάσματος (corrosion addition), έτσι όπως προκύπτει από τη σχέση που δίνεται από τους κανονισμούς[CSR06].

Στη 10^η Στήλη έχουμε τον υπολογισμό του πρόσθετου πάχους λόγω διάβρωσης του ενισχυτικού (corrosion addition), έτσι όπως προκύπτει από τη σχέση που δίνεται από τους κανονισμούς[CSR06].

Στη 11^η Στήλη έχουμε τον υπολογισμό του συνολικού πάχους λόγω διάβρωσης του ενισχυτικού (corrosion addition), έτσι όπως προκύπτει από τη σχέση που δίνεται από τους κανονισμούς[CSR06].

Στη 12^η Στήλη έχουμε τον υπολογισμό του καθαρού πάχους του ελάσματος, όπως αυτό διαμορφώνεται από τη μέγιστη τιμή που παρουσιάζεται ανά περιοχή. Οι περιοχές αυτές ορίστηκαν από τις περιοχές του ελάσματος καταστρώματος της υπάρχουσας μέσης τομής, έτσι ώστε να είναι εφικτή η σύγκριση των προβλεπόμενων παχών ενισχυτικών από τους κανονισμούς[CSR06] με τα υπάρχοντα.

Στη 13^η Στήλη έχουμε τον υπολογισμό της ροπής αντίστασης του ενισχυτικού, όπως αυτό διαμορφώνεται από τη μέγιστη τιμή που παρουσιάζεται ανά περιοχή. Οι περιοχές αυτές ορίστηκαν από τις περιοχές των ενισχυτικών στο εσωτερικό έλασμα της υπάρχουσας μέσης τομής, έτσι ώστε να είναι εφικτή η σύγκριση των προβλεπόμενων ροπών αντίστασης από τους κανονισμούς[CSR06] με των υπαρχόντων.

Σημείωση: Μετά από κάθε πίνακα ακολουθεί λίστα με όλα τα στοιχεία που έχουν χρησιμοποιηθεί για τους υπολογισμούς του πίνακα. Τόσο στους πίνακες, όσο και στη λίστα στοιχείων που ακολουθεί υπάρχει αναφορά αντίστοιχα στους κανονισμούς[CSR06].

Πίνακας 3.6⁶

z	γ	WATER BALLAST DECK								
		CH.4,SEC.6,P.33		CH.4,SEC.6,P.33				CH.4,SEC.6,P.33		
		PRESSURE IN STILL WATER		INERTIAL PRESSURE				TOTAL PRESSURES		
		$\rho_L \cdot g \cdot (z_{TOP} - z) + 100 \cdot P_{PV}$	H1	H2	F1	F2	H1	H2	F1	F2
		$\rho_L \cdot g \cdot (z_{TOP} - z) + 0.5 \cdot d_{AP}$	$\rho_L \cdot (a_z \cdot (z_{TOP} - z) + a_x \cdot (x - x_{cl}))$		0	0				
19.1	16.1	0.855	-142.455	142.455	0	0	-141.600	143.310	0.855	0.855
19.150	14.954	0.352	-142.563	142.563	0	0	-142.211	142.914	0.352	0.352
19.200	13.808	-0.151	-142.670	142.670	0	0	-142.821	142.519	-0.151	-0.151
19.250	12.661	-0.654	-142.778	142.778	0	0	-143.431	142.124	-0.654	-0.654
19.300	11.515	-1.156	-142.886	142.886	0	0	-144.042	141.729	-1.156	-1.156
19.350	10.369	-1.659	-142.993	142.993	0	0	-144.652	141.334	-1.659	-1.659
19.400	9.223	-2.162	-143.101	143.101	0	0	-145.263	140.939	-2.162	-2.162
19.450	8.076	-2.665	-143.209	143.209	0	0	-145.873	140.544	-2.665	-2.665
19.500	6.930	-3.167	-143.316	143.316	0	0	-146.484	140.149	-3.167	-3.167

***Έλασμα υδρορροής(Stringer plate): Πάχος όχι μικρότερο από το παρακείμενο έλασμα του καταστρώματος. (CH.6,SEC.1,P.6)**

⁶ Τα αποτελέσματα του παραπάνω πίνακα έχουν υπολογιστεί για z με βήμα 0.1 ,αλλά χάριν συντομίας παρουσιάζονται για z με βήμα 0.5.
Οι όροι Msw, Iyy, Izz έχουν υπολογιστεί με βάση την υπάρχουσα μέση τομή του 'GALISSAS'.
Οι υπολογισμοί γίνονται για καταστάσεις φόρτωσης H1,H2,F1,F2,(βλέπε ορισμούς).

CH.6,SEC.1,P.13				CH.6,SEC.2,P.24	CH.6,SEC.2,P.24
NET THICKNESS				w	A _{sh}
t=15.8*c _a c _r s((p _s +p _w)/(R _y λ _p))^(1/2)					
H1	H2	F1	F2	(p _s +p _w)*s ² /2/(m*λ _s *Ry)*10 ³	5*(p _s +p _w)*s/(τ _a *sinφ)
7.962	8.010	9.500	9.500	265.980	10.470
7.969	8.005	8.227	8.227	266.467	10.489
7.976	8.000	6.718	6.718	266.954	10.508
7.983	7.995	4.750	4.750	267.442	10.527
7.991	7.991	0.000	0.000	267.929	10.547
7.998	7.986	4.750	4.750	268.416	10.566
8.005	7.981	6.718	6.718	268.904	10.585
8.013	7.977	8.228	8.228	269.391	10.604
8.020	7.972	9.500	9.500	269.878	10.623

CH.6,SEC.1,P.13				CH.6,SEC.2,P.24	CH.6,SEC.2,P.24
NET THICKNESS				w	A _{sh}
$t=15.8 \cdot c_a \cdot c_r \cdot s \cdot ((p_s + p_w) / (R_y \cdot \lambda_p))^{1/2}$					
H1	H2	F1	F2	$(p_s + p_w) \cdot s^2 / (m \cdot \lambda_s \cdot R_y) \cdot 10^3$	$5 \cdot (p_s + p_w) \cdot s / (\tau_a \cdot \sin \phi)$
7.962	8.010	9.500	9.500	265.980	10.470
7.979	7.999	6.096	6.096	267.126	10.515
7.996	7.987	3.991	3.991	268.273	10.560
8.013	7.976	8.308	8.308	269.420	10.605
8.030	7.965	11.051	11.051	270.566	10.650
8.047	7.954	13.237	13.237	271.713	10.696
8.064	7.943	15.110	15.110	272.860	10.741
8.081	7.932	16.775	16.775	274.006	10.786
8.098	7.921	18.290	18.290	275.153	10.831

		CH.3,SEC.3,P.19	FINAL	stiffeners	FINAL		stiffeners
t							
tc1	tc2	tc	tc	tc			
		$\text{roundup}_{0.5}(tc1+tc2)+\text{reserve}$		$\text{roundup}_{0.5}(2*tc2)+\text{reserve}$			
1.700	1.700	4.000	1.7	4.00	8.098	269.420	w=
					t=	271.713	w=
						275.153	w=
							w=

DETAILS							
D=		19.100	m				
Z _{TOP} =		19.100	m				
Z _{OB} =		19.270	m				
P _L =		1.025	t/m ³				
g=		9.810	m/s ²				
h _{DB} =		2.150	m				
T _{LC} =		13.075	m				
				H1	H2		
$a_x=C_{XG} \cdot g \cdot \sin \Phi + C_{XS} a_{surge} + C_{XP} a_{pitch}$	CH.4,SEC.2,P.6	-9.338	+R*	0.059105	9.338465	+R*	-0.05911
$a_{surge}=0.2 \cdot a_0 \cdot g$	CH.4,SEC.2,P.5	0.841					
$a_0=f_p(1.58-0.47C_g)(2.4/L^{1/2}+34/L-600/L^2)$	CH.4,SEC.2,P.5	0.429					
$a_{pitch}=\phi \cdot \pi/180 \cdot (2 \cdot \pi/T_p)^2 \cdot R$	CH.4,SEC.2,P.5	0.059	*R				
$\phi=f_p \cdot 960/L \cdot (V/C_g)^{1/4}$		11.483					
$T_p=(2\pi\lambda/g)^{1/2}$		11.561					
				H1	H2	F1	F2
C _{XG}	CH.4,SEC.4,P.17	1	-1	0	0		
C _{XS}		-0.8	0.8	0	0		
C _{XP}		1	-1	0	0		
				H1			
$a_z=C_{ZH} \cdot a_{heave} + C_{ZR} \cdot a_{roll} + C_{ZP} \cdot a_{pitch}$	CH.4,SEC.2,P.6	3.037	+y	0	-3.03705	+y	0
$a_{heave}=a_0 \cdot g$	CH.4,SEC.2,P.5	4.205					
$a_{roll}=\theta \cdot \pi/180 \cdot (2 \cdot \pi/T_R)^2 \cdot y$	CH.4,SEC.2,P.6	0.097	y				
$T_R=2.3K_r/(GM)^{1/2}$	CH.4,SEC.2,P.4	13.187					
$K_r=0.35 \cdot B$	CH.4,SEC.2,P.5	11.270					
$GM=0.12 \cdot B$	CH.4,SEC.2,P.5	3.864					
$\theta=9000 \cdot (1.25-0.025 \cdot T_R) \cdot f_p \cdot k_b / ((B+75) \cdot \pi)$		24.607					
$K_b=$		1.000					
$a_{pitch}=\phi \cdot \pi/180 \cdot (2 \cdot \pi/T_p)^2 \cdot [x-0.45L]$		0.514					
$R=z-\min(D/4+T_{LC}/2,D/2)$	CH.4,SEC.2,P.6						
				H1	H2	F1	F2
$C_{ZH}=\pm 0.6 T_{LC}/T_S$	CH.4,SEC.4,P.17	0.6	-0.6	0	0		
C _{ZR}		0	0	0	0		
C _{ZP}		1	-1	0	0		
V=		15.220	knots				
C _B =		0.811					
L=		174.000	m				
x=		87.000	m				
y=B-w		14.100	m				
B=		32.200	m				

w=		2.000	m		
		H1	H2		
$x-x_B = \pm 0.75 \cdot l_h$	CH.4,SEC.6,P.33	15.84	-15.84	m	
$l_h =$		21.120	m		
$K_p =$		-1.000			
$f_p =$	CH.4,SEC.2,P.4	1.000			
$f_p =$		0.500			
$\lambda = 0,6 \cdot (1 + T_{LC} / T_S) L$	CH.4,SEC.5,P.20	208.800	m		
$\lambda = 0,6 \cdot (1 + 2 \cdot T_{LC} / (3 \cdot T_S)) L$		174.000	m		
$T_S =$		13.075	m		
$C = 10,75 - ((300 - L) / 100)^{1,5}$	CH.1,SEC.4,P.17	9.336			
$C_a = 1.21 \cdot ((1 + 0.33 \cdot (s/l)^2)^{1/2} - 0.69 \cdot s/l)$		1.028			
$s/l =$		0.288			
$c_r = 1 - 0.5 \cdot s/r$	CH.6,SEC.1,P.3	0.810			
$r =$		2.000			
$s =$		0.760			
$l =$		2.640			
$\lambda_p = 0.95 - 0.45 \cdot [\sigma_x / R_y]$	CH.6,SEC.1,P.13				
$R_y =$	CH.1,SEC.4,P.17	235.000	N/mm ²		
$\sigma_x = C_i \{ C_{SW} [M_{SW} / l_y] (z - N) + C_{WV} [M_{WV} / l_y] (z - N) - C_{WH} [M_{WH} / l_z] y \} 1$		H1	H2	F1	F2
$(z - N)$	CH.6,SEC.1,P.12	-0.001	0.000757	0.000757	0.000757
$-y$		0	0	0	0
$C_i =$	CH.6,SEC.1,P.12	1			
		H1	H2	F1	F2
C_{SW}	CH.6,SEC.1,P.13	-1	1	-1	1
C_{WV}		-1	1	-1	1
C_{WH}		0	0	0	0
$M_{SW} =$		1000963.350			
$M_{WV} = (\text{hogging}) 190 \cdot F_M \cdot f_p \cdot CL^2 T_{LC} C_B 10^{\lambda}$	CH.4,SEC.3,P.11	569454.952			
$M_{WV} = (\text{sagging}) 110 \cdot F_M \cdot f_p \cdot CL^2 T_{LC} C_B 10^{\lambda(-3)}$		329684.446			
$M_{WH} = (0.3 + L/2000) \cdot F_M \cdot f_p \cdot CL^2 T_{LC} C_B$	CH.4,SEC.3,P.13	1159889.823			
$N =$	CH.1,SEC.4,P.18	8.559			
$f_p =$		1			
$f_p =$		0.5			
$l_y =$		2073540.551			
$l_z =$		1054967.136			
$m =$	CH.6,SEC.2,P.15	10			
$s =$		0.760	m		
$l =$		2.64	m		
$\tau_a = R_y / 3^{(1/2)}$	CH.6,SEC.1,P.12	135.677			
$\sin \phi = (\phi = 90)$		1			
$\lambda_s = 1.2 \cdot (1 - 0.85 \cdot [\sigma_x / R_y])$	CH.6,SEC.1,P.12				
$t_{\text{reserve}} =$	CH.3,SEC.3,P.18	0.50	mm		

Πίνακας 3.7⁷

EXTERNAL PRESSURES				NET THICKNESS				CH.6,SEC.2,P.24	CH.6,SEC.2,P.24	
		p_D								
EXPOSED DECK			y	z	$t=15.8 \cdot c_d \cdot c_s \cdot ((p_s + p_w) / (R_y \cdot \lambda_p))^{1/2}$				w	A_{sh}
$P_D = P_W \phi$	25.725							$(p_s + p_w) \cdot s^{1/2} / (m \cdot \lambda_s \cdot R_y) \cdot 10^3$	$5 \cdot (p_s + p_w) \cdot s^{1/2} / (t_s \cdot \sin \phi)$	
$P_{W=}$	34.3	KN/m ²								
$\phi =$	0.75		6.93	19.50	3.420			48.957	1.927	
			6.06	19.54	3.420			48.957	1.927	
HATCH COVERS			5.20	19.58	3.420			48.957	1.927	
$P_D = P_W \phi$			4.33	19.61	3.420			48.957	1.927	
$P_{W=}$	34.3	KN/m ²	3.47	19.65	3.420			48.957	1.927	
$\phi =$	1		2.60	19.69	3.420			48.957	1.927	
			1.73	19.73	3.420			48.957	1.927	
			0.87	19.76	3.420			48.957	1.927	
			0.00	19.80	3.420			48.957	1.927	

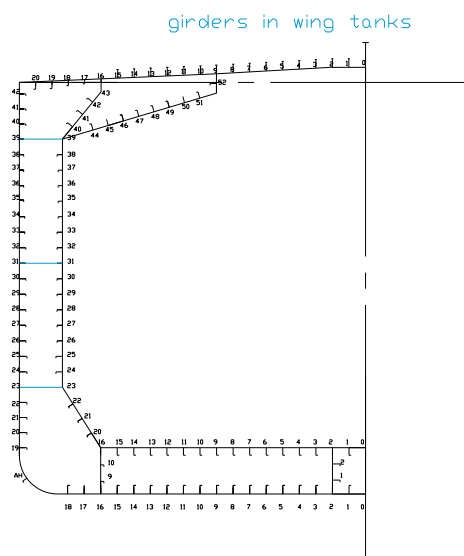
⁷ Τα αποτελέσματα του παραπάνω πίνακα έχουν υπολογιστεί για z με βήμα 0.1 ,αλλά χάριν συντομίας παρουσιάζονται για z με βήμα 0.5.
Οι όροι M_{sw} , I_{yy} , I_{zz} έχουν υπολογιστεί με βάση την υπάρχουσα μέση τομή του 'GALISSAS'.
Οι υπολογισμοί γίνονται για καταστάσεις φόρτωσης H1,H2,F1,F2,(βλέπε ορισμούς).

		CH.3,SEC.3,P.19	FINAL	stiffeners	FINAL		stiffeners
t				T_c			
tc1	tc2	tc			tc		
		roundup _{0,5} (tc1+tc2)+treserve		roundup _{0,5} (2*tc2)+treserve			
		4.000			3.420	48.957	
1.700	1.800		1.800	4.500	t=	w=	

DETAILS				
D=		19.100	m	
P _C =		1.025	t/m ³	
g=		9.810	m/s ²	
K _C =cosα ² +(1-sinψ)sina ²	CH.4,SEC.6,P.30	1.790		
a=	CH.4,SEC.6,P.30	90.000	deg	
ψ=	CH.4,SEC.6,P.30	30.000	deg	
K _C =	CH.4,SEC.6,P.30	0.000		
h ₀ =S _A /B _H	CH.4,SEC.6,P.30	3.947	deg	
V _{HC} /L _H =	CH.4,SEC.6,P.30	29.568		
S _O =	CH.4,SEC.6,P.30	81.724	m	
S _A =S _O +V _{HC} /l _H	CH.4,SEC.6,P.30	111.292	m ²	
h _C =h _{hp_u} +h ₀	CH.4,SEC.6,P.30	18.117	m	
h _{DB} =	CH.4,SEC.6,P.30	2.150	m	
T _{LC} =	CH.4,SEC.6,P.30	13.075	m	
	CH.4,SEC.6,P.30	H1		
a _x =C _{XG} *g*sin Φ+C _{Xs} a _{surge} +C _{XP} a _{pitchx}	CH.4,SEC.2,P.6	-9.338	+ R*	0.059105
a _{surge} =0.2*a ₀ *g	CH.4,SEC.2,P.6	0.841		
a ₀ =f _p (1.58-0.47C _B)(2.4/L ^(1/2) +34/L-600/L	CH.4,SEC.2,P.6	0.429		
a _{pitchx} =Φ*π/180*(2*π/T _p) ² *R	CH.4,SEC.2,P.6	0.059	*R	
Φ=f _p *960/L*(V/C _B) ^(1/4)	CH.4,SEC.2,P.6	11.483		
T _p =(2πλ/g) ^(1/2)	CH.4,SEC.2,P.6	11.561		
		H1	H2	F1
C _{XG}	CH.4,SEC.4,P.17	1	-1	0
C _{Xs}		-0.8	0.8	0
C _{XP}		1	-1	0
		H1		
a _z =C _{ZH} *a _{heave} +C _{ZR} *a _{roll} +C _{ZP} *a _{pitchz}	CH.4,SEC.2,P.6	3.037	+ y	0
a _{heave} =a ₀ *g	CH.4,SEC.2,P.6	4.205		
a _{roll} =θ π/180*(2*π/T _R) ² *y	CH.4,SEC.2,P.6	1.373		
T _R =2.3K _r /(GM) ^(1/2)	CH.4,SEC.2,P.6	13.187		
K _r =0.35*B	CH.4,SEC.2,P.6	11.270		
GM=0.12*B	CH.4,SEC.2,P.6	3.864		
θ=9000*(1.25-0.025*T _R)f _p k _b /((B+75)*π)	CH.4,SEC.2,P.6	24.607		
K _b =	CH.4,SEC.2,P.6	1.000		
a _{pitchz} =Φ π/180*(2π/T _p) ² *[x-0.45L]	CH.4,SEC.2,P.6	0.514		
R=z-min(D/4+T _{LC} /2,D/2)	CH.4,SEC.2,P.6			
		H1	H2	F1
C _{ZH} =+- 0.6 T _{LC} /T _S	CH.4,SEC.4,P.17	0.600	-0.6	0
C _{ZR}	CH.4,SEC.4,P.17	0.000	0	0
C _{ZP}	CH.4,SEC.4,P.17	1.000	-1	0
V=	CH.4,SEC.4,P.17	15.220	knots	
C _B =	CH.4,SEC.4,P.17	0.811		
L=	CH.4,SEC.4,P.17	174.000	m	
x=	CH.4,SEC.4,P.17	87.000	m	
y=B-w	CH.4,SEC.4,P.17	14.100	m	
B=	CH.4,SEC.4,P.17	32.200	m	
w=	CH.4,SEC.4,P.17	2.000	m	

	CH.4,SEC.4,P.17	H1	H2	
$x-x_G=+-0.25 \cdot l_h$		5.280	-5.28	m
$l_h=$		21.120	m	
$K_p=$		-1.000		
$f_p=$	CH.4,SEC.2,P.4	1.000		
$f_p=$		0.500		
$\lambda=0,6 \cdot (1+T_{LC}/T_s)L$	CH.4,SEC.5,P.20	208.800	m	
$\lambda=0,6 \cdot (1+2 \cdot T_{LC}/(3 \cdot T_s))L$		174.000	m	
$T_s=$		13.075	m	
$C=10,75-((300-L)/100)^{1,5}$	CH.1,SEC.4,P.17	9.336		
$C_a=1.21 \cdot ((1+0.33 \cdot (s/l)^2)^{1/2})-0.69 \cdot s/l$		1.026		
$s/l=$		0.292		
$c_r=1-0.5 \cdot s/r$	CH.6,SEC.1,P.3	0.808		
$r=$		2.000		
$s=$		0.770		
$l=$		2.640		
$\lambda_p=0.95-0.45 \cdot [\sigma_x/R_y]$	CH.6,SEC.1,P.13			
$R_y=$	CH.1,SEC.4 P.17	235.000	N/mm ²	
$\sigma_x=C_1\{C_{SW}[M_{SW}/I_y](z-N)+C_{WV}[M_{WV}/I_y](z-N)-C_{WH}[M_{WH}/I_z]\}$		H1	H2	F1
$(z-N)$	CH.6,SEC.1,P.12	-0.001	0.000757	-0.00076
$-y$		0.000	0	0
$C_1=$	CH.6,SEC.1,P.12	1.000		
		H1	H2	F1
C_{SW}	CH.6,SEC.1,P.13	-1.000	1	-1
C_{WV}		-1.000	1	-1
C_{WH}		0.000	0	0
$M_{SW}=$		1000963.350		
$M_{WV}=(\text{hogging})190 \cdot F_M \cdot f_p \cdot CL^2 T_{LC} C_E$	CH.4,SEC.3,P.11	569454.952		
$M_{WV}=(\text{sagging})110 \cdot F_M \cdot f_p \cdot CL^2 T_{LC} C_B 10^{(-3)}$		329684.446		
$M_{WH}=(0.3+L/2000) \cdot F_M \cdot f_p \cdot CL^2 T_{LC} C_E$	CH.4,SEC.3,P.13	1159889.823		
$T_{LC}=$		13.075	m	
$L=$		174.000	m	
$C_B=$		0.811		
$F_M=$		1.000		
$N=$	CH.1,SEC.4,P.18	8.559		
$f_p=$		1.000		
$f_p=$	CH.4,SEC.2,P.4	0.500		
$I_y=$		2073540.551		
$I_z=$		1054967.136		
$m=$	CH.6,SEC.2,P.15	10.000		
$s=$		0.770	m	
$l=$		2.640	m	
$\tau_a=R_y/3^{(1/2)}$	CH.6,SEC.1,P.12	135.677		
$\sin\phi=(\phi=90)$		1.000		
$\lambda_s=1.2 \cdot (1-0.85 \cdot [\sigma_x/R_y])$	CH.6,SEC.1,P.12			
$t_{\text{reserve}}=$	CH.3,SEC.3,P.18	0.50	mm	
$P_W=$		34.3	KN/m ²	
$\phi=$		0.75		
$P_W=$		34.3	KN/m ²	
$\phi=$		1		

3.2.2.6.Υπολογισμός τοπικής αντοχής στις σταθμίδες(girders) στις πλευρικές δεξαμενές.



Σχέδιο 3.6(Σχέδιο 3C)

- **Πορεία εργασίας σταθμίδων (girders)στις πλευρικές δεξαμενές(wing tanks)**
- **Σταθμίδες (Girders)**

1.Πραγματοποιείται υπολογισμός πιέσεων κατά πλάτος των πλευρικών δεξαμενών για τον υπολογισμό του πάχους του ελάσματος των σταθμίδων. Έτσι έχουμε:

- Υπολογισμό υδροστατικών και υδροδυναμικών πιέσεων που ασκούνται μέσα στις πλευρικές δεξαμενές (wing tanks), με ρευστό θαλασσινό νερό κατά πλάτος του ελασμάτων των σταθμίδων, για $14.1 < y < 16.1m$, με βήμα 0.1m.

2.Παρουσίαση αποτελεσμάτων στους παρακάτω πίνακες :

Πίνακας 3.8:Υπολογισμός καθαρών παχών ελασμάτων και πρόσθετων παχών διάβρωσης για πιέσεις που ασκούνται μέσα στις πλευρικές δεξαμενές για $14.1 < y < 16.1m$.

Παρουσίαση πινάκων :

Στη 1^η Στήλη έχουμε το πλάτος των πλευρικών δεξαμενών, $14.1 < \gamma < 16.1$, με βήμα 0.5.

.

Στη 2^η Στήλη έχουμε τις υδροστατικές πιέσεις, όπως αυτές υπολογίζονται με βάση τους κανονισμούς[CSR06].

Στη 3^η, 4^η, 5^η και 6^η Στήλη έχουμε τις υδροδυναμικές πιέσεις όπως αυτές υπολογίζονται για 4 καταστάσεις φόρτωσης με βάση τους κανονισμούς[CSR06]. (Οι καταστάσεις φόρτωσης αναφέρονται στους ορισμούς).

Στη 7^η, 8^η, 9^η και 10^η Στήλη έχουμε το άθροισμα των υδροστατικών και υδροδυναμικών πιέσεων.

Στη 11^η Στήλη έχουμε τον υπολογισμό του πάχους των ελασμάτων(t) για τις μέγιστες πιέσεις, έτσι όπως προκύπτουν από τη σχέση που δίνεται από τους κανονισμούς[CSR06].

Στη 12^η Στήλη έχουμε τον υπολογισμό του πρόσθετου πάχους λόγω διάβρωσης του ελάσματος (corrosion addition) μέσα στις πλευρικές δεξαμενές αντίστοιχα, έτσι όπως διαμορφώνεται από τις περιοχές που ορίζει ο κανονισμός [CSR06].

Στη 13^η Στήλη έχουμε τον υπολογισμό του συνολικού πάχους λόγω διάβρωσης του ελάσματος (corrosion addition), έτσι όπως προκύπτει από τη σχέση που δίνεται από τους κανονισμούς[CSR06].

Στη 14^η Στήλη έχουμε τον υπολογισμό του πάχους των ελασμάτων(t) για τις μέγιστες πιέσεις, έτσι όπως προκύπτουν από τη σχέση που δίνεται από τους κανονισμούς[CSR06].

Σημείωση: Μετά από κάθε πίνακα ακολουθεί λίστα με όλα τα στοιχεία που έχουν χρησιμοποιηθεί για τους υπολογισμούς του πίνακα. Τόσο στους πίνακες, όσο και στη λίστα στοιχείων που ακολουθεί υπάρχει αναφορά αντίστοιχα στους κανονισμούς[CSR06].

Πίνακας 3.8⁸

		SIDE GIRDER AT 4800 FROM BL								
y	CH.4,SEC.6,P.33 PRESSURE IN STILL WATER		CH.4,SEC.6,P.33 INERTIAL PRESSURE				TOTAL PRESSURES			
	$\rho_L * g * (z_{TOP} - z) + 100 * P_{PV}$		H1	H2	F1	F2	H1	H2	F1	F2
$\rho_L * g * (z_{TOP} - z + 0.5 * d_{AB})$		$P_L * (a_z * (z_{TOP} - z) + a_y * (x - x_B))$		0		0				
0	143.790		-111.662	-200.693	0	0	32.128	-56.903	143.790	143.790
0.5	143.790		-111.662	-200.693	0	0	32.128	-56.903	143.790	143.790
1	143.790		-111.662	-200.693	0	0	32.128	-56.903	143.790	143.790
1.5	143.790		-111.662	-200.693	0	0	32.128	-56.903	143.790	143.790
2	143.790		-111.662	-200.693	0	0	32.128	-56.903	143.790	143.790

		SIDE GIRDER AT 10560 FROM BL								
y	CH.4,SEC.6,P.33 PRESSURE IN STILL WATER		CH.4,SEC.6,P.33 INERTIAL PRESSURE				TOTAL PRESSURES			
	$\rho_L * g * (z_{TOP} - z) + 100 * P_{PV}$		H1	H2	F1	F2	H1	H2	F1	F2
$\rho_L * g * (z_{TOP} - z + 0.5 * d_{AB})$		$P_L * (a_z * (z_{TOP} - z) + a_y * (x - x_B))$		0		0				
0	85.872		-124.065	-177.235	0	0	-38.193	-91.363	85.872	85.872
0.5	85.872		-124.065	-177.235	0	0	-38.193	-91.363	85.872	85.872
1	85.872		-124.065	-177.235	0	0	-38.193	-91.363	85.872	85.872
1.5	85.872		-124.065	-177.235	0	0	-38.193	-91.363	85.872	85.872
2	85.872		-124.065	-177.235	0	0	-38.193	-91.363	85.872	85.872

		SIDE GIRDER AT 12320 FROM BL								
y	CH.4,SEC.6,P.33 PRESSURE IN STILL WATER		CH.4,SEC.6,P.33 INERTIAL PRESSURE				TOTAL PRESSURES			
	$\rho_L * g * (z_{TOP} - z) + 100 * P_{PV}$		H1	H2	F1	F2	H1	H2	F1	F2
$\rho_L * g * (z_{TOP} - z + 0.5 * d_{AB})$		$P_L * (a_z * (z_{TOP} - z) + a_y * (x - x_B))$		0		0				
0	68.175		-127.855	-170.067	0	0	-59.681	-101.892	68.175	68.175
0.5	68.175		-127.855	-170.067	0	0	-59.681	-101.892	68.175	68.175
1	68.175		-127.855	-170.067	0	0	-59.681	-101.892	68.175	68.175
1.5	68.175		-127.855	-170.067	0	0	-59.681	-101.892	68.175	68.175
2	68.175		-127.855	-170.067	0	0	-59.681	-101.892	68.175	68.175

⁸ Τα αποτελέσματα του παραπάνω πίνακα έχουν υπολογιστεί για z με βήμα 0.1 ,αλλά χάριν συντομίας παρουσιάζονται για z με βήμα 0.5.

Οι όροι Msw, Iyy, Izz έχουν υπολογιστεί με βάση την υπάρχουσα μέση τομή του 'GALISSAS'.
Οι υπολογισμοί γίνονται για καταστάσεις φόρτωσης H1,H2,F1,F2,(βλέπε ορισμούς).

		CH.6,SEC.1,P.13				CH.3,SEC.3,P.19			
y	NET THICKNESS								
	$t=15.8*c_a*c_r*s((p_s+p_w)/(R_y\lambda_p))^{1/2}$								
	H1	H2	F1	F2	tc1	tc2	tc	t	
								roundup _{0.5} (tc1+tc2)+treser	
0			8.945		1.200	1.200	3.000	8.945	
0.5			8.945						
1			8.945						
1.5			8.945						
2			8.945						

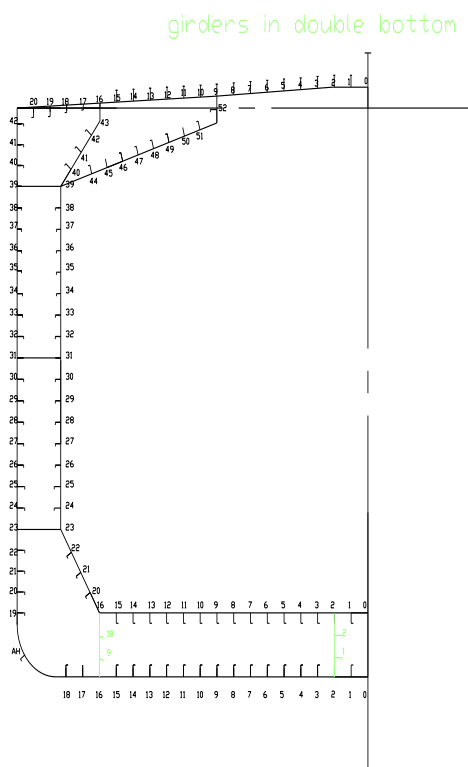
		CH.6,SEC.1,P.13				CH.3,SEC.3,P.19			
y	NET THICKNESS								
	$t=15.8*c_a*c_r*s((p_s+p_w)/(R_y\lambda_p))^{1/2}$								
	H1	H2	F1	F2	tc1	tc2	tc	t	
								roundup _{0.5} (tc1+tc2)+treser	
0		7.130			1.200	1.200	3.000	7.130	
0.5		7.130							
1		7.130							
1.5		7.130							
2		7.130							

		CH.6,SEC.1,P.13				CH.3,SEC.3,P.19			
y	NET THICKNESS								
	$t=15.8*c_a*c_r*s((p_s+p_w)/(R_y\lambda_p))^{1/2}$								
	H1	H2	F1	F2	tc1	tc2	tc	t	
								roundup _{0.5} (tc1+tc2)+treser	
0		9.728			1.200	1.200	3.000	9.728	
0.5		9.728							
1		9.728							
1.5		9.728							
2		9.728							

DETAILS							
D=		19.100	m				
Z _{TOP} =		19.100	m				
Z _{OB} =		19.100	m				
P _C =		1.025	t/m ³				
g=		9.810	m/s ²				
h _{DB} =		2.150	m				
T _{LC} =		13.075	m				
				H1		H2	
$a_x = C_{XG} * g * \sin \Phi + C_{XG} a_{surge} + C_{XP} a_{pitch}$	CH.4,SEC.2,P.6	-9.776				9.7758437	
$a_{surge} = 0.2 * a_0 * g$	CH.4,SEC.2,P.5	0.841					
$a_0 = f_p (1.58 - 0.47 C_b) (2.4/L^{1/2} + 34/L - 600)$	CH.4,SEC.2,P.5	0.429					
$a_{pitch} = \phi * \pi / 180 * (2 * \pi / T_p)^2 * R$	CH.4,SEC.2,P.5	-0.437					
$\phi = f_p * 960 / L * (V/C_b)^{1/4}$		11.483					
$T_p = (2\pi\lambda/g)^{1/2}$		11.561					
				H1	H2	F1	F2
C_{XG}	CH.4,SEC.4,P.17	1	-1	0	0	0	0
C_{XS}		-0.8	0.8	0	0	0	0
C_{XP}		1	-1	0	0	0	0
				H1			
$a_z = C_{ZH} * a_{heave} + C_{ZR} * a_{roll} + C_{ZP} * a_{pitch}$	CH.4,SEC.2,P.6	3.037	+y	0	-3.037046	+y	0
$a_{heave} = a_0 * g$	CH.4,SEC.2,P.5	4.205					
$a_{roll} = \theta \pi / 180 * (2 * \pi / T_R)^2 * y$	CH.4,SEC.2,P.6	0.097	y				
$T_R = 2.3 K_r / (GM)^{1/2}$	CH.4,SEC.2,P.4	13.187					
$K_r = 0.35 * B$	CH.4,SEC.2,P.5	11.270					
$GM = 0.12 * B$	CH.4,SEC.2,P.5	3.864					
$\theta = 9000 * (1.25 - 0.025 * T_R) f_p k_b / ((B + 75) * \pi)$		24.607					
$K_b =$		1.000					
$a_{pitch} = \Phi \pi / 180 * (2\pi/T_p)^2 * [x - 0.45L]$		0.514					
$R = z - \min(D/4 + T_{LC}/2, D/2)$	CH.4,SEC.2,P.6	-7.400					
				H1	H2	F1	F2
$C_{ZH} = \pm 0.6 T_{LC} / T_s$	CH.4,SEC.4,P.17	0.6	-0.6	0	0	0	0
C_{ZR}		0	0	0	0	0	0
C_{ZP}		1	-1	0	0	0	0
V=		15.220	knots				
$C_B =$		0.811					
L=		174.000	m				
X=		87.000	m				
y=B-w		14.100	m				
B=		32.200	m				
w=		2.000					
				H1	H2		
$X - X_B = -0.75 * l_h$	CH.4,SEC.6,P.33	15.840	-15.84	m			
$l_h =$		21.120	m				

$K_p=$		-1.000				
$f_p=$	CH.4,SEC.2,P.4	1.000				
$f_p=$		0.500				
$\lambda=0,6*(1+T_{LC}/T_S)L$	CH.4,SEC.5,P.20	208.800	m			
$\lambda=0,6*(1+2*T_{LC}/(3*T_S))L$		174.000	m			
$T_S=$		13.075	m			
$C=10,75-((300-L)/100)^{1,5}$	CH.1,SEC.4,P.17	13.075				
$z=$		2.150				
SIDE GIRDER AT 4800 FROM BL						
$Z_{TOP}=$		19.1	m			
$Z=$		4.8	m			
$R=z-\min(D/4+T_{LC}/2,D/2)$		-4.75				
		H1	H2			
$a_x=C_{XG}*g*\sin \Phi+C_{xs}a_{surge}+C_{XP}a_{pitch}$		-9.619	9.619215			
$C_a=1.21*((1+0.33*(s/l)^2)^{1/2})-0.69*s/l$		0.7054401				
$s/l=$		1				
$c_r=1-0.5*s/r$	CH.6,SEC.1,P.3	0.5				
$r=$		2				
$s=$		2				
$l=$		2				
$\lambda_p=0.95-0.45*[\sigma_x/R_y]$	CH.6,SEC.1,P.13					
$R_y=$		235	N/mm^2			
$\sigma_x=C_i\{C_{SW}[M_{SW}/l_y](z-N)+C_{WV}[M_{WV}/l_y](z-N)-C_{WH}[M_{WH}$		H1	H2	F1		
	CH.6,SEC.1,P.12			-0.00984	-y	0
$C_i=$	CH.6,SEC.1,P.12	1				
		H1	H2	F1	F2	
C_{SW}		-1	1	-1	1	
C_{WV}		-1	1	-1	1	
C_{WH}		0	0	0	0	
$M_{SW}=$		1000963.4				
$M_{WV}=(hogging)190*F_M*f_p*CL^2T_{LC}$	CH.4,SEC.3,P.11	569454.95				
$M_{WV}=(sagging)110*F_M*f_p*CL^2T_{LC}C_B10^{(-3)}$		329684.45				
$M_{WH}=(0.3+L/2000)*F_M*f_p*CL^2T_{LC}$	CH.4,SEC.3,P.13	1159889.8				
$F_M=$		1				
$N=$	CH.1,SEC.4,P.18	8.559181				
$l_y=$		2073540.6				
$l_z=$		1054967.1				
$t_{reserve}=$	CH.3,SEC.3,P.18	0.50	mm			
SIDE GIRDER AT 10560 FROM BL						
$Z_{TOP}=$		19.1	m			
$Z=$		10.56	m			
$R=z-\min(D/4+T_{LC}/2,D/2)$		1.01				
		H1	H2			
$a_x=C_{XG}*g*\sin \Phi+C_{xs}a_{surge}+C_{XP}a_{pitch}$		-9.279	9.278769			
SIDE GIRDER AT 12320 FROM BL						
$Z_{TOP}=$		19.1	m			
$Z=$		12.32	m			
$R=z-\min(D/4+T_{LC}/2,D/2)$		2.77				
		H1	H2			
$a_x=C_{XG}*g*\sin \Phi+C_{xs}a_{surge}+C_{XP}a_{pitch}$		-9.175	9.174744			

3.2.2.7.Υπολογισμός τοπικής αντοχής στις σταθμίδες (girders) του διπύθμενου (double bottom)



Σχέδιο 3.7(Σχέδιο 3C)

- **Πορεία εργασίας υπολογισμού σταθμίδων (girders) του διπύθμενου (double bottom)**
- **Σταθμίδες (Girders)**

1.Πραγματοποιείται υπολογισμός πιέσεων καθ'ύψος των δεξαμενών του διπύθμενου για τον υπολογισμό του πάχους του ελάσματος των σταθμίδων. Έτσι έχουμε:

- Υπολογισμό υδροστατικών και υδροδυναμικών πιέσεων που ασκούνται μέσα στις δεξαμενές του διπύθμενου, με ρευστό θαλασσινό νερό καθ'ύψος των ελασμάτων των σταθμίδων, για $0 < z < 2.15\text{m}$, με βήμα 0.1m.

2. Παρουσίαση αποτελεσμάτων στους παρακάτω πίνακες :

Πίνακας 3.9: Υπολογισμός καθαρών παχών ελασμάτων και πρόσθετων παχών διάβρωσης για πιέσεις που ασκούνται μέσα στις δεξαμενές του διπύθμενου για $0 < z < 2.15\text{m}$.

Παρουσίαση πινάκων :

Αντίστοιχα με τον πίνακα 3.2

Πίνακας 3.9⁹

z	GIRDER AT 1540 FROM CL									
	CH.4,SEC.6,P.33		CH.4,SEC.6,P.33							
	PRESSURE IN STILL WATER		INERTIAL PRESSURE				TOTAL PRESSURES			
	$\rho_L * g * (z_{TOP} - z) + 100 * P_{PV}$	H1	H2	F1	F2	H1	H2	F1	F2	
	$\rho_L * g * (z_{TOP} - z + 0.5 * d_{AP})$	$P_L * (a_z * (z_{TOP} - z) + a_y * (x - x_0))$								
0	195.575	-101.326	101.326	0	0	94.249	296.901	195.575	195.575	
0.5	190.547	-102.403	102.403	0	0	88.144	292.950	190.547	190.547	
1	185.519	-103.479	103.479	0	0	82.040	288.999	185.519	185.519	
1.5	180.492	-104.556	104.556	0	0	75.936	285.048	180.492	180.492	
2	175.464	-105.633	105.633	0	0	69.831	281.097	175.464	175.464	
2.15	173.956	-105.956	105.956	0	0	68.000	279.912	173.956	173.956	

z	GIRDER AT 12320 FROM CL									
	CH.4,SEC.6,P.33		CH.4,SEC.6,P.33							
	PRESSURE IN STILL WATER		INERTIAL PRESSURE				TOTAL PRESSURES			
	$\rho_L * g * (z_{TOP} - z) + 100 * P_{PV}$	H1	H2	F1	F2	H1	H2	F1	F2	
	$\rho_L * g * (z_{TOP} - z + 0.5 * d_{AP})$	$P_L * (a_z * (z_{TOP} - z) + a_y * (x - x_0))$								
0	195.5746	-101.326	101.326	0	0	94.249	296.901	195.575	195.575	
0.5	190.547	-102.403	102.403	0	0	88.144	292.950	190.547	190.547	
1	185.5194	-103.479	103.479	0	0	82.040	288.999	185.519	185.519	
1.5	180.4917	-104.556	104.556	0	0	75.936	285.048	180.492	180.492	
2	175.4641	-105.633	105.633	0	0	69.831	281.097	175.464	175.464	
2.15	173.9558	-105.956	105.956	0	0	68.000	279.912	173.956	173.956	

⁹ Τα αποτελέσματα του παραπάνω πίνακα έχουν υπολογιστεί για z με βήμα 0.1 ,αλλά χάριν συντομίας παρουσιάζονται για z με βήμα 0.5.

Οι όροι M_{sw} , I_{yy} , I_{zz} έχουν υπολογιστεί με βάση την υπάρχουσα μέση τομή του 'GALISSAS'. Οι υπολογισμοί γίνονται για καταστάσεις φόρτωσης H1,H2,F1,F2,(βλέπε ορισμούς).

CH.6,SEC.1,P.13				CH.6,SEC.2,P.24	CH.6,SEC.2,P.24
NET THICKNESS				w	A _{sh}
t=15.8*c _a c _r s(p _s +p _w)/(R _y λ _p)^(1/2)					
H1	H2	F1	F2	(p _s +p _w)*s*I ² /(m*λ _s *R _y)*10 ³	5*(p _s +p _w)*s*I/(τa*sinφ)
5.308	9.461	7.646	7.646	394.155	20.797
5.133	9.398	7.547	7.547	388.910	20.521
4.952	9.335	7.447	7.447	383.665	20.244
4.765	9.271	7.346	7.346	378.420	19.967
4.569	9.206	7.243	7.243	373.175	19.690
4.509	9.187	7.211	7.211	371.601	19.607

CH.6,SEC.1,P.13				CH.6,SEC.2,P.24	CH.6,SEC.2,P.24
NET THICKNESS				w	A _{sh}
t=15.8*c _a c _r s(p _s +p _w)/(R _y λ _p)^(1/2)					
H1	H2	F1	F2	(p _s +p _w)*s*I ² /(m*λ _s *R _y)*10 ³	5*(p _s +p _w)*s*I/(τa*sinφ)
5.308	9.461	7.646	7.646	394.155	15.516
5.133	9.398	7.547	7.547	388.910	15.309
4.952	9.335	7.447	7.447	383.665	15.103
4.765	9.271	7.346	7.346	378.420	14.896
4.569	9.206	7.243	7.243	373.175	14.690
4.509	9.187	7.211	7.211	371.601	14.628

t		CH.3,SEC.3,P.19	FINAL	stiffeners	FINAL	stiffeners	
tc1	tc2	tc	tc	tc	t		
1.2	1.2	$\text{roundup}_{0.5}(\text{tc1}+\text{tc2})+\text{reserve}$	3.00	1.2	$\text{roundup}_{0.5}(2*\text{tc2})+\text{reserve}$	3.00	9.461 394.155

t		CH.3,SEC.3,P.19	FINAL	stiffeners	FINAL	stiffeners	
tc1	tc2	tc	tc	tc	t		
1.2	1.2	$\text{roundup}_{0.5}(\text{tc1}+\text{tc2})+\text{reserve}$	3.00	1.2	$\text{roundup}_{0.5}(2*\text{tc2})+\text{reserve}$	3.00	9.461 394.155

DETAILS							
D=		19.100	m				
Z _{TOP} =		19.100	m				
Z _{OB} =		19.800	m				
P _L =		1.025	t/m ³				
g=		9.810	m/s ²				
h _{DB} =		2.150	m				
T _{LC} =		13.075	m				
				H1	H2		
a _x =C _{XG} *g*sin Φ+C _{Xs} a _{surge} +C _{xp} a _{pitchx}	CH.4,SEC.2,P.6	-9.338	+ R*	0.059105	9.338465	+ R*	-0.05911
a _{surge} =0.2*a ₀ *g	CH.4,SEC.2,P.5	0.841					
a ₀ =f _p (1.58-0.47C _b)(2.4/L ^{1/2})+34/L-600/L	CH.4,SEC.2,P.5	0.429					
a _{pitchx} =Φ*π/180*(2*π/T _p) ² *R	CH.4,SEC.2,P.5	0.059	*R				
Φ=f _p *960/L*(V/C _B) ^{1/4}		11.483					
T _p =(2πλ/g) ^{1/2}		11.561					
				H1	H2	F1	F2
C _{XG}	CH.4,SEC.4,P.17	1	-1	0	0	0	0
C _{Xs}		-0.8	0.8	0	0	0	0
C _{xp}		1	-1	0	0	0	0
				H1	H2		
a _z =C _{ZH} *a _{heave} +C _{ZR} *a _{roll} +C _{Zp} *a _{pitchz}	CH.4,SEC.2,P.6	3.037	-3.03705				
a _{heave} =a ₀ *g	CH.4,SEC.2,P.5	4.205					
a _{roll} =0 π/180*(2*π/T _R) ² *y	CH.4,SEC.2,P.6	1.567					
T _R =2.3K _r /(GM) ^{1/2}	CH.4,SEC.2,P.4	13.187					
K _r =0.35*B	CH.4,SEC.2,P.5	11.270					
GM=0.12*B	CH.4,SEC.2,P.5	3.864					
Θ=9000*(1.25-0.025*T _R)f _p k _b /((B+75)*π)		24.607					
K _b =		1.000					
a _{pitchz} =Φ π/180*(2π/T _p) ² *[x-0.45L]		0.514					
R=z-min(D/4+T _{LC} /2,D/2)	CH.4,SEC.2,P.6						
				H1	H2	F1	F2
C _{ZH} =+- 0.6 T _{LC} /T _S	CH.4,SEC.4,P.17	0.6	-0.6	0	0	0	0
C _{ZR}		0	0	0	0	0	0
C _{Zp}		1	-1	0	0	0	0
V=		15.220	knots				
C _B =		0.811					
L=		174.000	m				
x=		87.000	m				
y=B/2		16.100	m				
B=		32.200	m				
				H1	H2		
x-x _B =+-0.75*I _h	CH.4,SEC.6,P.33	15.840	-15.84	m			
I _h =		21.120	m				
K _p =		-1.000					
f _p =	CH.4,SEC.2,P.4	1.000					
f _p =		0.500					

$\lambda=0,6*(1+2*T_{LC}/(3*T_S))L$		174.000	m			
$T_S=$		13.075	m			
$C=10,75-((300-L)/100)^{1,5}$	CH.1,SEC.4,P.17	9.336				
$C_a=1.21*((1+0.33*(s/l)^2)^{(1/2)}-0.69*s/l)$		1.037	0.72			
$C_a=1.21*((1+0.33*(s/l)^2)^{(1/2)}-0.69*s/l)$		1.041	0.7			
$s/l=$		0.273				
$s/l=$		0.265				
$C_r=1-0.5*s1/r$	CH.6,SEC.1,P.3	0.820				
$C_r=1-0.5*s2/r$		0.825				
$r=$		2.000				
$l=$		2.640				
$\lambda_p=0.95-0.45*[\sigma_x/R_y]$	CH.6,SEC.1,P.13					
$R_y=$	CH.1,SEC.4,P.17	315.000	N/mm^2			
$R_y=$		235.000	N/mm^2			
$\sigma_x=C_I\{C_{SW}[M_{SW}/I_y](z-N)+C_{WV}[M_{WV}/I_y](z-N)-C_{WH}[M_{WH}/I_y](z-N)\}$		H1	H2	F1	F2	
$(z-N)$	CH.6,SEC.1,P.12	-0.001	0.000757	-0.00076	0.000757	
-		0	0	0	0	
$C_I=$	CH.6,SEC.1,P.12	1				
		H1	H2	F1	F2	
C_{SW}	CH.6,SEC.1,P.13	-1	1	-1	1	
C_{WV}		-1	1	-1	1	
C_{WH}		0	0	0	0	
$M_{SW}=$		1000963.350				
$M_{WV}=(\text{hogging})190*F_M*f_p*CL^2T_{LC}$	CH.4,SEC.3,P.11	569454.952				
$M_{WV}=(\text{sagging})110*F_M*f_p*CL^2T_{LC}C_B10^{(-3)}$		329684.446				
$M_{WH}=(0.3+L/2000)*F_M*f_p*CL^2T_{LC}$	CH.4,SEC.3,P.13	1159889.823				
$F_M=$		1.000				
$N=$	CH.1,SEC.4,P.18	8.559				
$f_p=$		1.000				
$f_p=$	CH.4,SEC.2,P.4	0.500				
$l_y=$		2073540.551				
$l_z=$		1054967.136				
$s1(T_{max}-16.32)=$		0.720	m			
$s1(16.32-19.1)=$		0.700	m			
$m=$	CH.6,SEC.2,P.15	10.000				
$l=$		2.64	m			
$\tau_a=R_y/3^{(1/2)}$	CH.6,SEC.1,P.12	135.677	181.865			
$\sin\phi=(\phi=90)$		1.000				
$\lambda_s=1.2*(1-0.85*[\sigma_x/R_y])$	CH.6,SEC.1,P.12					
$t_{reserve}=$	CH.3,SEC.3,P.18	0.50	mm			
FOR GIRDER 1540 FROM CL						
$Z_{TOP}=$		19.1	m			
$y=$		1.54	m			
		H1	H2			
$az=C_{ZH}*a_{heave}+C_{ZR}*a_{roll}+C_{ZP}*a_{pitch}$		3.037	-3.03705			
$a_{roll}=\theta \pi/180*(2*\pi/T_R)^2*y$		0.150				
FOR GIRDER 12320 FROM CL						
$y=$		12.32	m			
		H1	H2			
$az=C_{ZH}*a_{heave}+C_{ZR}*a_{roll}+C_{ZP}*a_{pitch}$		3.037	-3.03705			
$a_{roll}=\theta \pi/180*(2*\pi/T_R)^2*y$		3.650				

3.2.3. Πρόσθετο πάχος λόγω διάβρωσης και τελικά αποτελέσματα

3.2.3.1. Τελικά αποτελέσματα

Στους παρακάτω πίνακες παρουσιάζονται οι απαιτούμενες τιμές παχών ελασμάτων και ροπών αντίστασης ενισχυτικών αντίστοιχα, όπως αυτά υπολογίστηκαν από τους κανονισμούς (οι τιμές υπολογίστηκαν από τους προηγούμενους πίνακες) και συγκρίνονται με αυτές της υπάρχουσας μέσης τομής.

Πίνακας 3.10 FINAL TABLE FOR PLATING

PLATES	EXISTING PLATE		REQUIRED PLATE			
	t_{gross} (mm)	t_{net} (mm)	t_{net} (mm)	$0.5*t_c$ (mm)	$t_{net}+0.5*t_c$ (mm)	
BOTTOM PLATE	16	14,5	9,5	1,5	11,0	
INNER BOTTOM PLATE	16,5	14,0	12,0	2,8	15,0	
BILGE KEEL PL R2000	16	14,5	9,5	1,5	11,0	
SIDE SHELL (2150mm-5630mm)	14,5	13,0	8,5	1,5	10,0	
SIDE SHELL (5630mm-9065mm)	15	13,5	12,0	1,8	14,0	
SIDE SHELL (9065mm-12500mm)	15,5	14,0	12,0	1,8	14,0	
SIDE SHELL (12500mm-13075mm)	14,5	13,0	12,0	1,8	14,0	
SIDE SHELL (13075mm-15935mm)	14,5	13,0	9,0	1,5	10,5	
SHEERSTRAKE (15935mm-19100mm)	15	13,5	9,0	1,8	11,0	
MAIN DECK STRINGER	13	11,0	8,5	2,0	10,5	
MAIN DECK	13,5	11,5	3,5	2,0	5,5	
MAIN DECK	14	12,0	3,5	2,0	5,5	
LONG.BULKHEAD(2150mm-4800mm)	16,5	14,0	14,5	2,8	17,5	
LONG.BULKHEAD(4800mm-5580mm)	14,5	12,5	12,5	2,0	14,5	
LONG.BULKHEAD(5580mm-7720mm)	13,5	11,5	12,0	2,0	14,0	
LONG.BULKHEAD(7720mm-10520mm)	13,5	11,5	11,0	2,0	13,0	
LONG.BULKHEAD(10520mm-13320mm)	13	11,0	9,5	2,0	11,5	
LONG.BULKHEAD(13320mm-15240mm)	11,5	9,5	8,0	2,0	10,0	
LONG.BULKHEAD(15240mm-19100mm)	13	11,0	7,0	2,0	9,0	
LONG.BULKHEAD(16320mm-18600mm)	14,5	12,5	5,5	2,0	7,5	
LONG.BULKHEAD(18600mm-19500mm)	16	14,0	5,5	2,0	7,5	
GIRDER AT 1540 FROM CL	16	14,5	9,5	1,5	11,0	
GIRDER AT 12320 FROM CL	12,5	11,0	9,5	1,5	11,0	
GIRDER AT 4800 FROM BL	10,5	9,0	9,0	1,5	10,5	
GIRDER AT 10560 FROM BL	10,5	9,0	7,5	1,5	9,0	
GIRDER AT 12320 FROM BL	12,5	11,0	10,0	1,5	11,5	

Παρατήρηση: Παρατηρούμε ότι στις δύο περιπτώσεις που έχουν υπογραμμιστεί με κόκκινο, η τιμή του υπάρχοντος ελάσματος είναι μικρότερη του απαιτούμενου, οπότε έχουμε τοπικές αστοχίες.

Πίνακας 3.11 FINAL TABLE FOR STIFFENERS

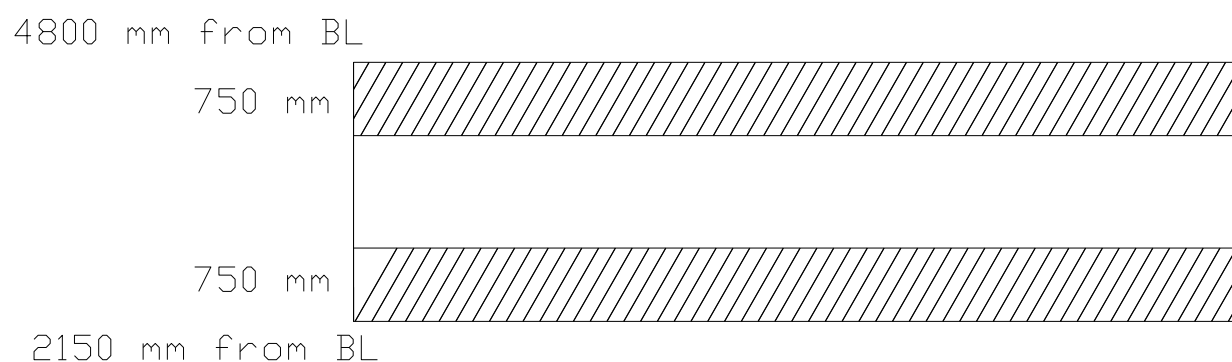
ID	ITEMS	EXISTING PLATE		EXISTING STIFFENERS				W EXISTING	W REQUIRED	
		t(plate)(mm)	0.5tc(plate)(mm)	WEB(mm)	tw(mm)	FLANGE(mm)	tf(mm)	0.5tc(stiffeners)(mm)	wt(cm ²)	w(cm ²)
	BOTTOM		0,5					0,5		0,528
1-18	400X100X13/18	16	1,5	400	13	100	18	1,5	1120	274
	SIDE SHELL									
19-23	350X100X12/17	14,5	1,5	350	12	100	17	1,5	860	228
24-25	350X100X12/18	15	1,75	350	12	100	18	1,5	888	199
26-29	300X90X13/17	15	1,75	300	13	90	17	1,5	670	244
30/32	300X90X13/17	15,5	1,75	300	13	90	17	1,5	672	187
33-34	250X90X10/15	15,5	1,75	250	10	90	15	1,5	440	187
35-38	200X90X10/14	14,5	1,75	200	10	90	14	1,5	311	343
40-42	300X90X11/16	15	1,75	300	11	90	16	2	590	289
	INNER BOTTOM									
1-15	350X100X12/17	16,5	2,75	350	12	100	17	1,5	838	588
	INNER SIDE SHELL									
20-22	250X90X12/16	16,5	2,75	250	12	90	16	1,5	488	816
24-25	300X90X11/16	14,5	2	300	11	90	16	1,5	606	621
26	250X90X12/16	14,5	2	250	12	90	16	1,5	484	529
27-30	250X90X10/15	13,5	2	250	10	90	15	1,5	433	513
32-33	250X90X10/16	13	2	250	10	90	16	1,5	448	379
34	200X90X10/14	13	2	200	10	90	14	1,5	307	320
35-37	200X90X10/14	11,5	2	200	10	90	14	1,5	302	199
38	250X90X10/15	13	2	250	10	90	15	1,5	430	199
40-42	250X90X10/16	13	2	250	10	90	16	2	448	145
44-51	300X90X11/16	14,5	2	300	11	90	16	2	606	144
52	300X90X11/16	16	2	300	11	90	16	2	606	144
	MAIN DECK									
20-19	350X100X12/17	13	2	350	12	100	17	2	820	269
18	250X90X12/16	13	2	250	12	90	16	2	464	272
17	200X90X10/14	13	2	200	10	90	14	2	296	275
15-3	400X100X13/17	13,5	2	400	13	100	17	2	1032	49
2-1	400X100X13/17	14	2	400	13	100	17	2	1036	49
0	1160X300X11.5/20	13,5	2	1160	13,5	300	20	2	8700	49
	INNER BOTTOM CL									
1-2	350X100X12/17	16	1,5	350	12	100	17	1,5	870	394
3-4	150X90X12/12	12,5	1,5	150	12	90	12	1,5	197	394
	BILGE KEEL									
	250X90X12X16	14	1,25	250	12	90	16	1,25	334	249

Παρατήρηση: Παρατηρούμε ότι σε τρεις ζώνες ενισχυτικών που έχουν υπογραμμιστεί με κόκκινο, η τιμή του Z των υπάρχοντων ενισχυτικών είναι μικρότερη του απαιτούμενου, οπότε έχουμε τοπικές αστοχίες.

3.2.3.2. Τρόποι αντιμετώπισης τοπικών αστοχιών

- **Ελάσματα**

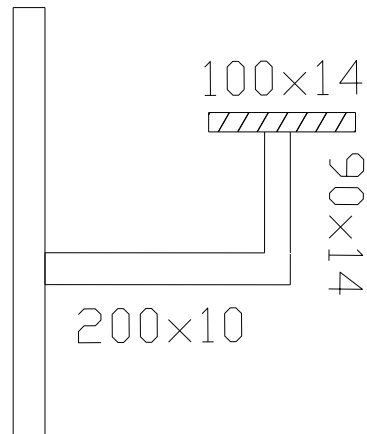
Τα υπάρχοντα ελάσματα του εσωτερικού πλευρικού ελάσματος στις δύο ζώνες που έχουμε υπογραμμίσει με κόκκινο στον πίνακα 3.10, δεν ικανοποιούν τους κανονισμούς και θα πρέπει να ενισχυθούν. Η ενίσχυση αυτή γίνεται με την τοποθέτηση λωρίδων ελασμάτων, ίδιου πάχους με το υπάρχον και πλάτους 75 cm κατά μήκος των ελασμάτων στην άνω και κάτω περιοχή του ελάσματος που αστοχεί (σχέδιο 3.8).



Σχέδιο 3.8

- **Ενισχυτικά**

Τα υπάρχοντα ενισχυτικά που έχουν υπογραμμιστεί με κόκκινο, όπως φαίνεται στον πίνακα 3.11, δεν ικανοποιούν τους κανονισμούς και θα πρέπει επίσης να ενισχυθούν, έτσι ώστε να μην έχουμε τοπικές αστοχίες. Ο τρόπος ενίσχυσης είναι η τοποθέτηση λάμας (flat bar) κατά μέτωπο της φλάντζας (flange), με μήκος 10mm μεγαλύτερο από αυτό της φλάντζας και πάχος ίδιο με τη φλάντζα(σχέδιο3.9).Ομοίως έχουν υπολογιστεί και οι ενισχύσεις για τα υπόλοιπα ενισχυτικά που αστοχούν.



Σχέδιο 3.9 side shell stiffeners 35-38,200x90x10/14+100x14

3.2.3.3.Τελικά αποτελέσματα μετά τις ενισχύσεις

Πίνακας 3.12.FINAL TABLE PLATING

PLATES	EXISTING PLATE		REQUIRED PLATE		
	$t_{gross}(mm)$	$t_{net}(mm)$	$t_{net}(mm)$	$0.5*t_c(mm)$	$t_{gross}(mm)=t_{net}+0.5*t_c$
BOTTOM PLATE	16	14.5	9.5	1.5	11.0
INNER BOTTOM PLATE	16.5	14.0	12.0	2.8	15.0
BILGE KEEL PL R2000	16	14.5	9.5	1.5	11.0
SIDE SHELL (2150mm-5630mm)	14.5	13.0	8.5	1.5	10.0
SIDE SHELL (5630mm-9065mm)	15	13.5	12.0	1.8	14.0
SIDE SHELL (9065mm-12500mm)	15.5	14.0	12.0	1.8	14.0
SIDE SHELL (12500mm-13075mm)	14.5	13.0	12.0	1.8	14.0
SIDE SHELL (13075mm-15935mm)	14.5	13.0	9.0	1.5	10.5
SHEERSTRAKE (15935mm-19100mm)	15	13.5	9.0	1.8	11.0
MAIN DECK STRINGER	13	11.0	8.5	2.0	10.5
MAIN DECK	13.5	11.5	3.5	2.0	5.5
MAIN DECK	14	12.0	3.5	2.0	5.5
LONG.BULKHEAD(2150mm-2900mm)	33	30.5	14.5	2.8	17.5
LONG.BULKHEAD(2900mm-4050mm)	16.5	14.0	14.5	2.8	17.5
LONG.BULKHEAD(4050mm-4800mm)	33	30.5	14.5	2.8	17.5
LONG.BULKHEAD(4800mm-5580mm)	14.5	12.5	12.5	2.0	14.5
LONG.BULKHEAD(5580mm-6330mm)	27	25.0	12.0	2.0	14.0
LONG.BULKHEAD(6330mm-6970mm)	13.5	11.5	12.0	2.0	14.0
LONG.BULKHEAD(6970mm-7720mm)	27	25.0	12.0	2.0	14.0
LONG.BULKHEAD(7720mm-10520mm)	13.5	11.5	11.0	2.0	13.0
LONG.BULKHEAD(10520mm-13320mm)	13	11.0	9.5	2.0	11.5
LONG.BULKHEAD(13320mm-15240mm)	11.5	9.5	8.0	2.0	10.0
LONG.BULKHEAD(15240mm-19100mm)	13	11.0	7.0	2.0	9.0
LONG.BULKHEAD(16320mm-18600mm)	14.5	12.5	5.5	2.0	7.5
LONG.BULKHEAD(18600mm-19500mm)	16	14.0	5.5	2.0	7.5
GIRDER AT 1540 FROM CL	16	14.5	9.5	1.5	11.0
GIRDER AT 12320 FROM CL	12.5	11.0	9.5	1.5	11.0
GIRDER AT 4800 FROM BL	10.5	9.0	9.0	1.5	10.5
GIRDER AT 10560 FROM BL	10.5	9.0	7.5	1.5	9.0
GIRDER AT12320 FROM BL	12.5	11.0	10.0	1.5	11.5

Πίνακας 3.13 FINAL TABLE STIFFENERS

ITEMS		EXISTING PLATE		EXISTING STIFFENERS							W EXISTING	W REQUIRED	
ID	ID	t(plate)(mm)	0.5tc(plate)(mm)	WEB(mm)	tw(mm)	FLANGE(mm)	tf(mm)	FLAT BAR(mm)	tb(mm)	0.5tc(stiffeners)(mm)	wt(cm^3)	w(cm^3)	bp(m)
	BOTTOM		0.5							0.5			0.528
1-18	400X100X13/18	16	1.5	400	13	100	18			1.5	1120	274	
	SIDE SHELL												
19-23	350X100X12/17	14.5	1.5	350	12	100	17			1.5	860	228	
23-25	350X100X12/18	15	1.75	350	12	100	18			1.5	888	199	
26-29	300X90X13/17	15	1.75	300	13	90	17			1.5	670	244	
30-32	300X90X13/17	15.5	1.75	300	13	90	17			1.5	672	187	
33-34	250X90X10/15	15.5	1.75	250	10	90	15			1.5	440	187	
35-38	200X90X10/14+100x14	14.5	1.75	200	10	90	14	100	14	1.5	558	343	
40-42	300X90X11/16	15	1.75	300	11	90	16			2	590	289	
	INNER BOTTOM												
1-15	350X100X12/17	16.5	2.75	350	12	100	17			1.5	838	588	
	INNER SIDE SHELL												
20-22	250X90X12/16+100x16	16.5	2.75	250	12	90	16	100	16	1.5	844	816	
24-25	300X90X11/16	14.5	2	300	11	90	16	100	12	1.5	912	621	
26	250X90X12/16	14.5	2	250	12	90	16	100	12	1.5	745	529	
27-30	250X90X10/15	13.5	2	250	10	90	15	100	15	1.5	748	513	
32-33	250X90X10/16	13	2	250	10	90	16			1.5	448	379	
34	200X90X10/14	13	2	200	10	90	14	100	14	1.5	551	320	
35-37	200X90X10/14	11.5	2	200	10	90	14			1.5	302	199	
38	250X90X10/15	13	2	250	10	90	15			1.5	430	199	
40-42	250X90X10/16	13	2	250	10	90	16			2	448	145	
44-51	300X90X11/16	14.5	2	300	11	90	16			2	912	144	
52	300X90X11/16	16	2	300	11	90	16			2	912	144	
	MAIN DECK												
20-19	350X100X12/17	13	2	350	12	100	17			2	820	269	
18	250X90X12/16	13	2	250	12	90	16			2	464	272	
17	200X90X10/14	13	2	200	10	90	14			2	296	275	
15-3	400X100X13/17	13.5	2	400	13	100	17			2	1032	49	
2-1	400X100X13/17	14	2	400	13	100	17			2	1036	49	
0	1160X300X11.5/20	13.5	2	1160	13.5	300	20			2	8700	49	
	INNER BOTTOM CL												
1-2	350X100X12/17	16	1.5	350	12	100	17			1.5	870	394	
3-4	150X90X12/12	12.5	1.5	150	12	90	12	120	12	1.5	396	394	
	BILGE KEEL												
	250X90X12X16	14	1.25	250	12	90	16			1.25	334	249	

3.2.3.4. Έλεγχος ελασμάτων στεγανής φρακτής (bulkhead).

Ο έλεγχος ελασμάτων στεγανής φρακτής έγινε με τις πιέσεις που ασκούνται στο εξωτερικό πλευρικό έλασμα από τη θάλασσα, με τη λογική ότι είναι οι μέγιστες πιέσεις που θα μπορούσαν να αναπτυχθούν, και με πρόσθεση πάχους λόγω διάβρωσης (corrosion addition) μέσα στην περιοχή των πλευρικών δεξαμενών (σχέδιο 3F).

Πίνακας 3.13.FINAL TABLE FOR WEB PLATING

PLATES	EXISTING PLATE		REQUIRED PLATE				WATER BALLAST AREA		
	$t_{gross}(mm)$	$t_{net}(mm)$	$t_{net}(mm)$	$0.5*t_c(mm)$	$t_{gross}(mm)=t_{net}+0.5*t_c$	tc1	tc2	tc	roundup _{0.5} (2*tc2)+treserve
BILGE KEEL PL R2000	15.0	13.5	9.5	1.5	11.0	1.2	1.2	3.0	
SIDE SHELL (2150mm-4800mm)	13.5	12.0	8.5	1.5	10.0	1.2	1.2	3.0	
SIDE SHELL (4800mm-5520mm)	15.0	13.5	8.5	1.5	10.0	1.2	1.2	3.0	
SIDE SHELL (5520mm-10560mm)	14.5	13.0	8.0	1.5	9.5	1.2	1.2	3.0	
SIDE SHELL (10560mm-13075mm)	12.5	11.0	7.5	1.5	9.0	1.2	1.2	3.0	
SIDE SHELL (13075mm-16320mm)	12.5	11.0	9.0	1.5	10.5	1.2	1.2	3.0	
SHEERSTRAKE (16320mm-19100mm)	12.0	10.0	9.0	2.0	11.0	1.7	1.7	4.0	
BOTTOM PLATE(0-3280 FROM CL)	15.0	13.5	9.5	1.5	11.0	1.2	1.2	3.0	
BOTTOM PLATE(3280-16100 FROM CL)	15.5	14.0	9.5	1.5	11.0	1.2	1.2	3.0	

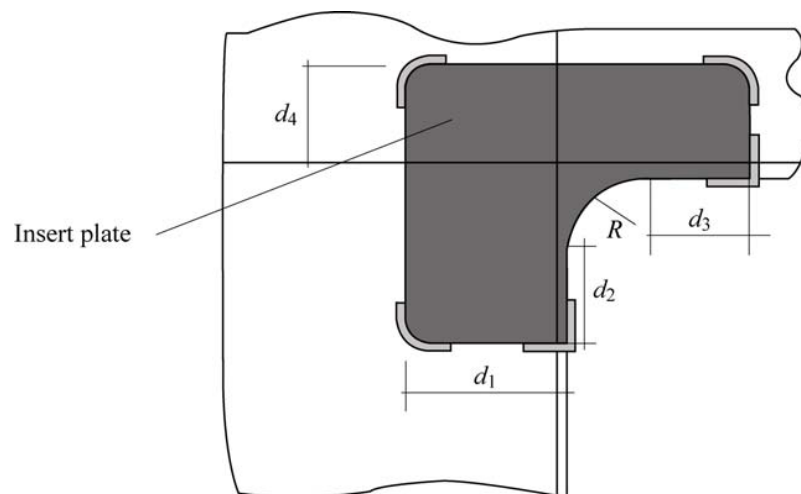
CH.3,SEC.3,P.18

$t_{reserve} = 0.5 \text{ mm}$

3.2.3.5. Υπολογισμός πάχους insert plates.

Λόγω συγκέντρωσης τάσεων στις γωνίες του στομίου στο επίπεδο καταστρώματος, τοποθετούμε προσθήκες ενισχυμένων ελασμάτων (insert plates), όπως αυτά υπολογίζονται κατά [CSR06] ως εξής:

INSERT PLATES	CH.3,SEC.6,P.54		
$t_{INS}=(0.8+0.4*I/b)*t(mm)$	l(m)	b(m)	t(mm)
14.5	4.32	6.93	13.5



Σχέδιο3.10 insert plate

3.3. Υπολογισμός διαμήκους αντοχής

3.3.1. Πλάνο εργασίας

3.3.3.1 Στόχος

Θα πρέπει να γίνουν οι εξής κατασκευαστικές εργασίες:

- να αφαιρεθεί η διαμήκης φρακτή στη center line,
- να δημιουργηθούν ανοίγματα στο κατάστρωμα αφού καθοριστούν το πλάτος και το μήκος ($b \cdot l$) των ανοιγμάτων,
- Να ενισχυθεί η μέση τομή, όπου κρίνεται απαραίτητο,

έτσι ώστε να ικανοποιούνται οι απαιτήσεις του κανονισμού [CSR06].

3.3.2. Υπολογισμός αρχικής ροπής αντίστασης (net Z)

3.3.2.1. Στοιχεία που λαμβάνονται υπόψη για τον υπολογισμό της καθαρής ροπής αντίστασης

Τα στοιχεία που λαμβάνονται υπόψη με βάση [CSR06] είναι τα εξής (CH.5, SEC.1, P.4) :

- Όλα τα πάχη των ελασμάτων μειωμένα κατά το 0.5 του πρόσθετου πάχους λόγω διάβρωσης (t_c)

$$t_{net} = t_{gross} \cdot 0.5 t_c, \text{ στρογγυλοποιημένο στο } 0.5 \text{ mm.}$$

- Όλα τα συνεχόμενα διαμήκη ενισχυτικά και οι συνεχόμενες διαμήκεις σταθμίδες κάτω από το κυρίως κατάστρωμα.
- Όλα τα διαμήκη συνεχόμενα κατασκευαστικά στοιχεία .
- Οι διαμήκεις συνεχόμενες σταθμίδες που στηρίζονται σε διαμήκεις φρακτές.

ΔΕΝ λαμβάνονται υπόψη :

- Οι διαμήκεις κυματοειδείς φρακτές

3.3.2.2. Πρώτη εκτίμηση ροπής αντίστασης της μέσης τομής

Χρειαζόμαστε μια πρώτη εκτίμηση της ροπής αντίστασης, έτσι ώστε να αποφασίσουμε τι αλλαγές θα γίνουν. Έτσι υπολογίζουμε τη ροπή αντίστασης με το μεγαλύτερο άνοιγμα πλάτους στομίου (hatch coaming) που θα μπορούσαμε να είχαμε, δηλαδή :

$$b = B - 2 \cdot w = 32.20 - 2 \cdot 2 = 28.2 \text{ m} \quad (\text{σχέδιο 4A, 'ΑΡΧΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΜΕΣΗΣ ΤΟΜΗΣ'})$$

Με βάση το παραπάνω σχέδιο γίνεται ο υπολογισμός της ροπής αντίστασης.

Ο αναλυτικός υπολογισμός του παρατίθεται στο παράρτημα Α και το αποτέλεσμα είναι :

$$Z_{\text{ACTUAL}}=8.113 \text{ m}^3$$

Συγκρίνοντας με την απαιτούμενη ροπή αντίστασης από τους κανονισμούς έχω:

$$Z_{\text{req}} = 12.377 \text{ m}^3$$

άρα θα πρέπει να ενισχυθεί η μέση τομή ώστε να αυξηθεί το Z κατά 34,4% .

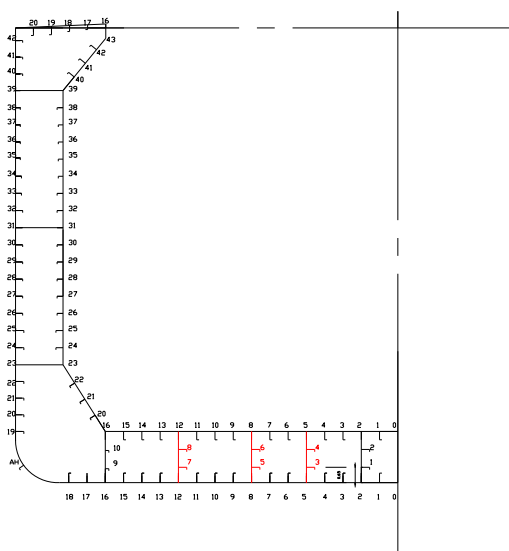
3.3.3 Κατασκευαστικές Προτάσεις

3.3.3.1. Κατασκευαστικές προτάσεις που εφαρμόστηκαν

- Τοποθέτηση σταθμίδων στο διπύθμενο .

Τοποθετήσαμε 3 σταθμίδες στο διπύθμενο, με τον τρόπο που παρουσιάζονται στο σχέδιο 3.11 με κόκκινο χρώμα. Η αύξηση που είχαμε στη ροπή αντίστασης ήταν μικρή αφού ενώ είχαμε αύξηση στη ροπή αδράνειας, I_{yy} , είχαμε ταυτόχρονα μετατόπιση του ουδέτερου άξονα, N, προς τα κάτω. Τελικά λόγω κατασκευαστικής δυσκολίας και ελάχιστης αύξησης της ροπής αντίστασης δεν επιλέχθηκε αυτή η λύση .

Converted vessel with floors

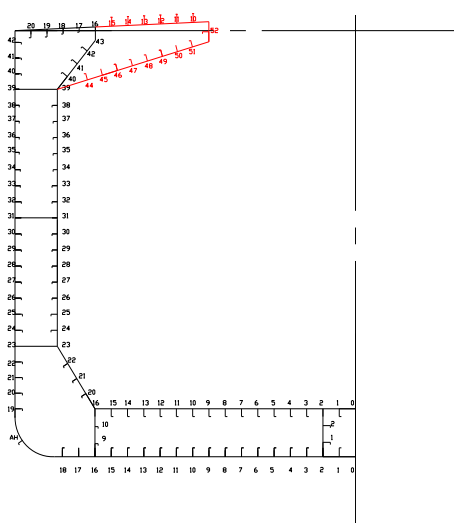


Σχέδιο 3.11

- Δημιουργία άνω πλευρικής δεξαμενής (top tank)

Δημιουργήσαμε άνω πλευρική δεξαμενή (top tank) με έλασμα αυξημένο κατά 1.5mm από το μεγαλύτερο πάχος του εσωτερικού πλευρικού ελάσματος και κουβούσι (coaming plate) αυξημένο κατά 3 mm από το πάχος ελάσματος της άνω πλευρικής δεξαμενής . Με την ίδια λογική επιλέχθηκαν και τα ενισχυτικά των ελασμάτων.

Converted vessel with top tank



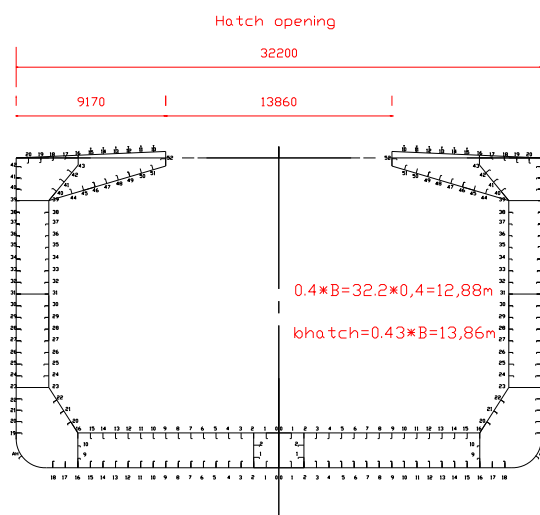
Σχέδιο 3.12

- Επιλογή ανοίγματος κύτους

Επιλέξαμε κυλιόμενα πλευρικά καπάκια κύτους (*side rolling hatch covers*) λόγω οικονομικότερης λύσης.

Με βάση αυτήν την επιλογή θα πρέπει το πλάτος του καπακιού να είναι περίπου $0.4 B$. Επίσης με βάση τα όμοια πλοία επιλέχθηκαν οι υπόλοιπες διαστάσεις του ανοίγματος κύτους (*hatch opening*).

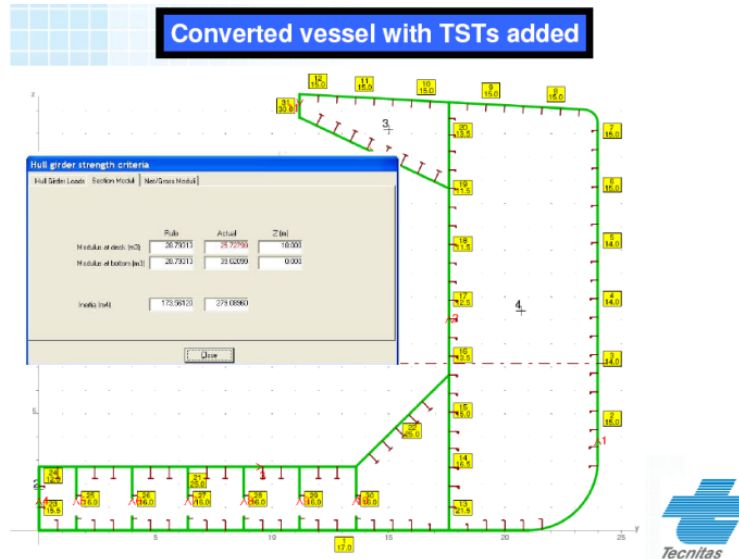
ΠΙΝΑΚΑΣ ΟΜΟΙΩΝ ΠΛΟΙΩΝ						
SHIP	31800 DWT BULK CARRIER	BRODOGRADILISTE SPLIT	NORDHVAL	NUEVA FORTUNA	CATALUNYA	GALISSAS
L_{bp} (m)	171.50	179.30	182.00	182.00	216.00	174.00
B (m)	28.40	30.80	32.26	32.26	32.24	32.20
$b_{side}=(B-b_{hatch})/2$ (m)	4.60	8.10	6.67	6.90	9.07	9.17
b_{side}/B	0.16	0.26	0.21	0.21	0.28	0.28
D (m)	14.10	15.45	17.90	16.67	19.10	19.10
DWT (tns)	31800.00	38100.00	55000.00	50213.00	72800.00	50000.00
h_{hatch} (m)	1.40	1.50	1.15	1.40	0.995	1.90
l_{hatch} (m)	19.20		21.12	21.35		16.80
l_{cargo} (m)	28.80		30.80	30.00		21.12



Σχέδιο 3.13

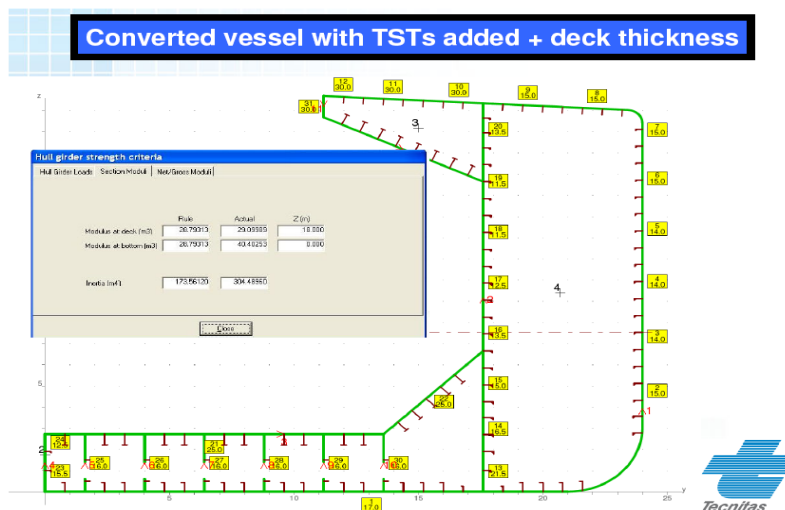
3.3.3.2. Κατασκευαστικές προτάσεις που έχουν εφαρμοστεί σε άλλες μελέτες. (Consulting & Outsourcing Department (TECNITAS) - Bureau Veritas)

- Τοποθέτηση ενισχυτικών τύπου T στην άνω πλευρική δεξαμενή(top tank).



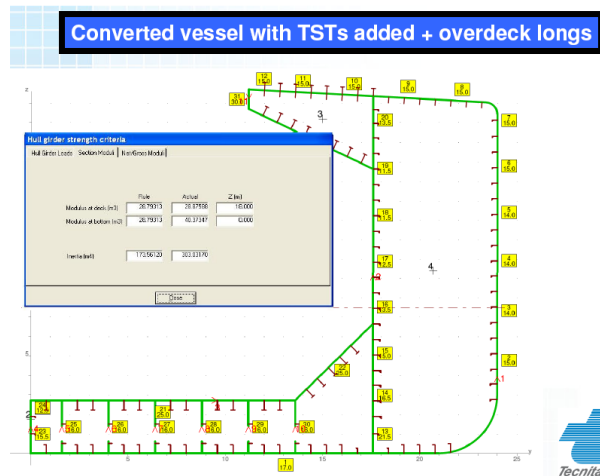
Σχέδιο 3.14

- Τοποθέτηση ενισχυτικών τύπου T στην άνω πλευρική δεξαμενή(top tank) και αύξηση πάχους του ελάσματος καταστρώματος .



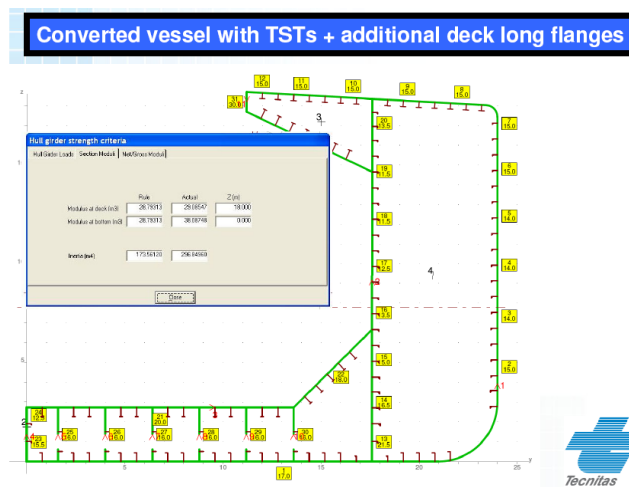
Σχέδιο 3.15

- Τοποθέτηση ενισχυτικών τύπου T στην άνω πλευρική δεξαμενή (top tank) και πάνω στο κατάστρωμα.



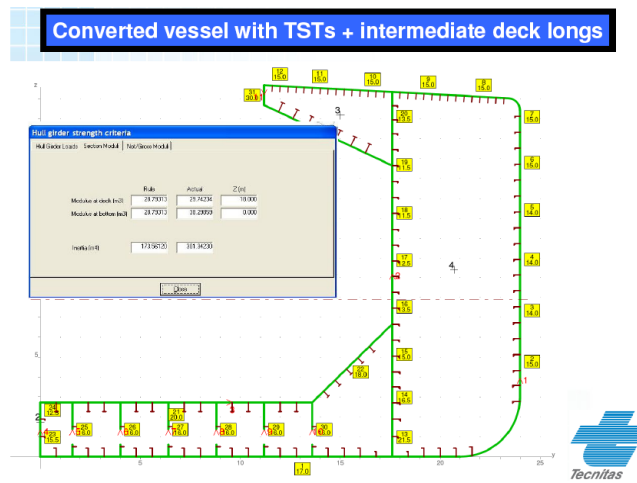
Σχέδιο 3.16

- Τοποθέτηση ενισχυτικών τύπου T και συγκόλληση φλαντζών στα ενισχυτικά του καταστρώματος.



Σχέδιο 3.17

- Τοποθέτηση ενισχυτικών τύπου T και τοποθέτηση ενισχυτικών ενδιάμεσα από τα ήδη υπάρχοντα του καταστρώματος.



Σχέδιο 3.18

3.3.3. Τελικός υπολογισμός ροπής αντίστασης

3.3.3.1. Υπολογισμός ροπής αντίστασης της μέσης τομής στη περιοχή στομίου κυτών.

(σχέδιο 4B)

Παρουσίαση πίνακα :

Στη 1^η Στήλη δίνεται η ονομασία κάθε τεμαχίου.

Στη 2^η Στήλη δίνεται το πλάτος κάθε ελάσματος σε cm.

Στη 3^η Στήλη δίνεται το πάχος ελάσματος σε cm.

Στη 4^η Στήλη δίνεται το γινόμενο 2^{ης} και 3^{ης} στήλης.

Στη 5^η Στήλη δίνεται η απόσταση του κέντρου βάρους κάθε στοιχείου από τον πυθμένα σε m.

Στη 6^η Στήλη δίνεται το γινόμενο 4^{ης} Στήλης επί την απόσταση του κάθε τεμαχίου από τον ουδέτερο άξονα στο τετράγωνο.

Στη 7^η Στήλη δίνεται το γινόμενο 5^{ης} και 6^{ης} στήλης.

Στη 8^η Στήλη δίνεται το ύψος του κάθε τεμαχίου σε m.

Στη 9^η Στήλη δίνεται ο υπολογισμός της ροπής αδράνειας του κάθε τεμαχίου σε $m^2\text{-cm}^2$.

EXPRESS GALISSAS	MAIN PARTICULARS			MIDSHIP SECTION	SM CALCULATION	TABLE 1 of 11		
	L =	174	m					
	B =	32.2	m					
	D =	19.1	m					
ITEM	b (cm)	t (cm)	AREA (cm ²)	Y (m)	AY (m-cm ²)	AY2 (m ² -cm ²)	h (m)	Ah ² /12 (m ² -cm ²)
BOTTOM PLATE	1410.000	1.450	2044.500	-0.007	-14.823	115728.896	0.015	0.036
INNER BOTTOM PLATE	1232.000	1.400	1724.800	2.164	3732.467	49411.995	0.014	0.028
BILGE KEEL PL R2000	314.159	1.450	455.531	0.727	331.062	20999.482	2.000	151.844
SIDE SHELL (2150mm-5630mm)	348.000	1.300	452.400	3.890	1759.836	5949.341	3.480	456.562
SIDE SHELL (5630mm-9065mm)	343.500	1.350	463.725	7.348	3407.219	13.225	3.435	455.966
SHEERSTRAKE (9065mm-12500mm)	343.500	1.400	480.900	10.783	5185.304	5130.024	3.435	472.854
SIDE SHELL (12500mm-13075mm)	57.500	1.300	74.750	12.788	955.866	2076.908	0.575	2.060
SIDE SHELL (13075mm-15935mm)	286.000	1.300	371.800	14.505	5392.959	18159.020	2.860	253.431
SIDE SHELL (15935mm-19100mm)	316.500	1.350	427.275	17.518	7484.790	42737.084	3.165	356.676
MAIN DECK STRINGER	378.000	1.100	415.800	19.106	7944.067	55845.156	0.011	0.004
MAIN DECK	539.000	1.150	619.850	19.400	12025.090	87535.501	0.012	0.007
SIDE GRDS x 1(4800mm from BL)								
WEB	200.000	0.900	180.000	4.800	864.000	1328.168	0.009	0.001
DEDUCT OPEN	70.000	-0.900	-63.000	4.800	-302.400	-464.859	-0.009	0.000
FLAT BARS2x (150X11.0)(4800 FROM BL)	15.000	0.900	27.000	4.725	127.575	210.378	0.150	0.051
SIDE GRDS x 1(10560mm from BL)								
WEB	200.000	0.900	180.000	10.560	1900.800	1667.454	0.009	0.001
DEDUCT OPEN	70.000	-0.900	-63.000	10.560	-665.280	-583.609	-0.009	0.000
FLAT BARS2x (150X11.0)(10560 FROM BL)	15.000	0.900	27.000	10.485	283.095	237.943	0.150	0.051
SIDE GRDS x 1(16320mm from BL)								
WEB	200.000	1.100	220.000	16.320	3590.400	17050.825	0.011	0.002
DEDUCT OPEN	70.000	-1.100	-77.000	16.320	-1256.640	-5967.789	-0.011	-0.001
FLAT BARS 2x(150X11.0)(16320 FROM BL)	15.000	0.900	27.000	16.245	438.615	2057.098	0.150	0.051
BOTTOM SIDE GRDS x 1(1540 mm from CL)								
WEB	215.000	1.450	311.750	1.075	335.131	12934.931	2.150	120.089
DEDUCT OPEN	75.000	-1.450	-108.750	1.075	-116.906	-4512.185	0.750	-5.098

EXPRESS GALISSAS	MAIN PARTICULARS			MIDSHIP SECTION	SM CALCULATION	TABLE 2of 11		
	L =	174	m					
	B =	32.2	m					
	D =	19.1	m					
BOTTOM SIDE GRDS x 1(12320mm from CL)								
WEB	215.00	1.10	236.50	1.08	254.24	9812.71	2.15	91.10
DEDUCT OPEN	75.00	-1.10	-108.75	1.08	-116.91	-4512.19	0.75	-5.10
LONG.BULKHEAD(2150mm-2900mm)	75.00	3.05	228.75	2.53	577.59	5699.05	0.75	10.72
LONG.BULKHEAD(4800mm-5580mm)	78.00	1.25	97.50	5.19	506.03	527.67	0.78	4.94
LONG.BULKHEAD(5580mm-6330mm)	75.00	2.50	187.50	5.96	1116.56	457.11	0.75	8.79
LONG.BULKHEAD(7720mm-10520mm)	280.00	1.15	322.00	9.12	2936.64	828.06	2.80	210.37
LONG.BULKHEAD(10520mm-13320mm)	280.00	1.10	308.00	11.92	3671.36	5972.70	2.80	201.23
LONG.BULKHEAD(13320mm-15240mm)	192.00	0.95	182.40	14.28	2604.67	8344.18	1.92	56.03
LONG.BULKHEAD(15240mm-19100mm)	386.00	1.10	424.60	17.17	7290.38	39569.50	3.86	527.20
LONG.BULKHEAD(16320mm-18600mm)	228.00	1.25	285.00	17.46	4976.10	28179.55	2.28	123.46
LONG.BULKHEAD(18600mm-19500mm)	90.00	1.40	126.00	19.05	2400.30	16761.08	0.90	8.51
LONGITUDINALS								
BOTTOM (400x100x13x18) x16	16.00							
WEB	40.00	1.15	736.00	0.20	147.20	39397.64	0.40	9.81
FLANGE	10.00	1.65	264.00	0.39	103.42	13400.73	0.02	0.01
INNER BOTTOM (350x100x12x17) x14	14.00							
WEB	35.00	1.05	514.50	1.98	1016.14	15798.69	0.35	5.25
FLANGE	10.00	1.55	217.00	1.81	392.28	7071.69	0.02	0.00
INNER BOTTOM 12320 FROM CL(150x90x12x12+120x12)								
WEB	15.00	1.05	15.75	0.59	9.21	756.69	0.01	0.00
FLANGE	9.00	1.05	9.45	0.54	5.10	459.93	0.09	0.01
FLAT BAR	12.00	1.20	14.40	0.50	7.13	709.92	0.01	0.00

EXPRESS GALISSAS	MAIN PARTICULARS			MIDSHIP SECTION	SM CALCULATION	TABLE 3 of 11		
	L =	174	m					
	B =	32.2	m					
	D =	19.1	m					
INNER BOTTOM 12320 FROM CL (150x90x12x12+120x12)								
WEB	15.00	1.05	15.75	1.35	21.26	598.88	0.01	0.00
FLANGE	9.00	1.05	9.45	1.31	12.33	364.59	0.09	0.01
FLAT BAR	12.00	1.20	14.40	1.26	18.14	563.65	0.01	0.00
INNER BOTTOM 1540 FROM CL(350x100x12)	1.00							
WEB	35.00	1.05	36.75	0.65	23.89	1732.66	0.01	0.00
FLANGE	10.00	1.55	15.50	0.60	9.30	741.46	0.10	0.01
INNER BOTTOM 1540 FROM CL(350x100x12)	1.00							
WEB	35.00	1.05	36.75	1.40	51.45	1374.82	0.01	0.00
FLANGE	10.00	1.55	15.50	1.35	20.93	589.38	0.10	0.01
BILGE KEEL (250X90X12X16)								
WEB	25.00	1.08	26.88	0.45	12.09	1341.97	0.25	0.14
FLANGE	9.00	1.48	13.28	0.35	4.65	681.76	0.01	0.00
SIDE #19 (350x100x12x17)(19-22)								
WEB	35.00	1.05	36.75	2.00	73.50	1118.32	0.01	0.00
FLANGE	10.00	1.55	15.50	1.95	30.23	480.26	0.10	0.01
SIDE #20								
WEB	35.00	1.05	36.75	2.70	99.23	852.51	0.01	0.00
FLANGE	10.00	1.55	15.50	2.65	41.08	367.07	0.10	0.01
SIDE #21								
WEB	35.00	1.05	36.75	3.40	124.95	622.71	0.01	0.00
FLANGE	10.00	1.55	15.50	3.35	51.93	269.06	0.10	0.01
SIDE #22								
WEB	35.00	1.05	36.75	4.10	150.68	428.93	0.01	0.00
FLANGE	10.00	1.55	15.50	4.05	62.78	186.24	0.10	0.01

EXPRESS GALISSAS	MAIN PARTICULARS			MIDSHIP SECTION	SM CALCULATION	TABLE 4 of 11		
	L =	174	m					
	B =	32.2	m					
	D =	19.1	m					
SIDE #24(350x100x12x18)(24-25)								
WEB	35.00	1.05	36.75	5.52	202.86	146.47	0.01	0.00
FLANGE	10.00	1.65	16.50	5.47	90.26	69.10	0.10	0.01
SIDE #25								
WEB	35.00	1.05	36.75	6.24	229.32	59.87	0.01	0.00
FLANGE	10.00	1.65	16.50	6.19	102.14	29.03	0.10	0.01
SIDE #26 (300x90x13x17)(26-32)								
WEB	30.00	1.15	34.50	6.96	240.12	10.68	0.01	0.00
FLANGE	9.00	1.55	13.95	6.91	96.39	5.13	0.09	0.01
SIDE #27								
WEB	30.00	1.15	34.50	7.68	264.96	0.92	0.01	0.00
FLANGE	9.00	1.55	13.95	7.63	106.44	0.18	0.09	0.01
SIDE #28								
WEB	30.00	1.15	34.50	8.40	289.80	26.94	0.01	0.00
FLANGE	9.00	1.55	13.95	8.35	116.48	9.69	0.09	0.01
SIDE #29								
WEB	30.00	1.15	34.50	9.12	314.64	88.72	0.01	0.00
FLANGE	9.00	1.55	13.95	9.07	126.53	33.67	0.09	0.01
SIDE #30								
WEB	30.00	1.15	34.50	9.84	339.48	186.27	0.01	0.00
FLANGE	9.00	1.55	13.95	9.79	136.57	72.11	0.09	0.01

EXPRESS GALISSAS	MAIN PARTICULARS			MIDSHIP SECTION				SM CALCULATION		TABLE 5 of 11
	L =	174	m							
	B =	32.2	m							
	D =	19.1	m							
SIDE #32										
WEB	30.00	1.15	34.50	11.28	389.16	488.69	0.01	0.00		
FLANGE	9.00	1.55	13.95	11.23	156.66	192.38	0.09	0.01		
SIDE #33(250x90x10x15)(33-34)										
WEB	25.00	0.85	21.25	12.00	255.00	427.19	0.01	0.00		
FLANGE	9.00	1.35	13.95	11.95	166.70	274.22	0.09	0.01		
SIDE #34										
WEB	25.00	0.85	21.25	12.72	270.30	575.40	0.01	0.00		
FLANGE	9.00	1.35	13.95	12.67	176.75	370.51	0.09	0.01		
SIDE #35(200x90x10x14+100x14)(35-38)										
WEB	20.00	0.85	17.00	13.44	228.48	596.52	0.01	0.00		
FLANGE	9.00	1.25	11.25	13.39	150.64	388.12	0.09	0.01		
FLAT BAR	10.00	1.25	12.50	13.35	166.88	425.39	0.01	0.00		
SIDE #36										
WEB	20.00	0.85	17.00	14.16	240.72	750.34	0.01	0.00		
FLANGE	9.00	1.25	11.25	14.11	158.74	489.10	0.09	0.01		
FLAT BAR	10.00	1.25	12.50	14.07	175.88	536.87	0.01	0.00		
SIDE #37										
WEB	20.00	0.85	17.00	14.88	252.96	921.79	0.01	0.00		
FLANGE	9.00	1.25	11.25	14.83	166.84	601.75	0.09	0.01		
FLAT BAR	10.00	1.25	12.50	14.07	175.88	536.87	0.01	0.00		
SIDE #38										
WEB	20.00	0.85	17.00	15.60	265.20	1110.86	0.01	0.00		
FLANGE	9.00	1.25	11.25	15.55	174.94	726.06	0.09	0.01		
FLAT BAR	10.00	1.25	12.50	15.51	193.88	798.72	0.01	0.00		
SIDE #40(300x90x11x16)(40-42)										
WEB	30.00	0.90	27.00	17.02	459.54	2438.61	0.01	0.00		
FLANGE	9.00	1.40	11.25	16.97	190.91	1005.42	0.09	0.01		

EXPRESS GALISSAS	MAIN PARTICULARS			MIDSHIP SECTION		SM CALCULATION		TABLE 6 of 11	
	L =	174	m						
	B =	32.2	m						
	D =	19.1	m						
SIDE #41									
WEB	30.00	0.90	27.00	17.72	478.44	2811.08	0.01	0.00	
FLANGE	9.00	1.40	11.25	17.67	198.79	1159.83	0.09	0.01	
SIDE #42									
WEB	30.00	0.90	27.00	18.42	497.34	3210.00	0.01	0.00	
FLANGE	9.00	1.40	11.25	18.37	206.66	1325.26	0.09	0.01	
LONG. BULKHEAD									
LONG BHD #20 (250x90x12x16+100x16)(20-22)									
WEB	25.00	1.05	26.25	2.80	73.50	583.91	0.01	0.00	
FLANGE	9.00	1.45	13.05	2.65	34.58	309.05	0.09	0.01	
FLAT BAR	10.00	1.60	16.00	2.45	39.20	410.69	0.02	0.00	
LONG BHD #21									
WEB	25.00	1.05	26.25	3.45	90.56	434.06	0.01	0.00	
FLANGE	9.00	1.45	13.05	3.30	43.07	232.00	0.09	0.01	
FLAT BAR	10.00	1.60	16.00	3.10	49.60	312.07	0.10	0.01	
LONG BHD #22									
WEB	25.00	1.05	26.25	4.10	107.63	306.38	0.01	0.00	
FLANGE	9.00	1.45	13.05	3.95	51.55	165.98	0.09	0.01	
FLAT BAR	10.00	1.60	16.00	3.75	60.00	226.97	0.02	0.00	
LONG BHD #24(300x90x11x16+100x12)(24-25)									
WEB	30.00	0.95	28.50	5.52	157.32	113.59	0.01	0.00	
FLANGE	9.00	1.45	13.05	5.48	71.45	54.38	0.09	0.01	
FLAT BAR	10.00	1.20	16.00	5.43	86.88	69.65	0.01	0.00	
LONG BHD #25									
WEB	30.00	0.95	28.50	6.24	177.84	46.43	0.01	0.00	
FLANGE	9.00	1.45	13.05	6.20	80.84	22.79	0.09	0.01	
FLAT BAR	10.00	1.20	16.00	6.15	98.40	29.87	0.01	0.00	

EXPRESS GALISSAS	MAIN PARTICULARS			MIDSHIP SECTION		SM CALCULATION		TABLE 7 of 11	
	L =	174	m						
	B =	32.2	m						
	D =	19.1	m						
LONG BHD #26 (250x90x12x16+100x12)									
WEB	25.00	1.05	26.25	6.96	182.70	8.13	0.01	0.00	
FLANGE	9.00	1.45	13.05	6.92	90.24	4.72	0.09	0.01	
FLAT BAR	10.00	1.20	16.00	6.87	109.92	6.68	0.01	0.00	
LONG BHD #27(250x90x10x15+100x15)(27-33)									
WEB	25.00	0.85	21.25	7.68	163.20	0.57	0.01	0.00	
FLANGE	9.00	1.35	12.15	7.64	92.77	0.17	0.09	0.01	
FLAT BAR	10.00	1.50	15.00	7.59	113.85	0.08	0.02	0.00	
LONG BHD #28									
WEB	25.00	0.85	21.25	8.40	178.50	16.59	0.01	0.00	
FLANGE	9.00	1.35	12.15	8.36	101.51	8.54	0.09	0.01	
FLAT BAR	10.00	1.50	15.00	8.31	124.65	9.45	0.02	0.00	
LONG BHD #29									
WEB	25.00	0.85	21.25	9.12	193.80	54.65	0.01	0.00	
FLANGE	9.00	1.35	12.15	9.08	110.26	29.52	0.09	0.01	
FLAT BAR	10.00	1.50	15.00	9.03	135.45	34.37	0.02	0.00	
LONG BHD #30									
WEB	25.00	0.85	21.25	9.84	209.10	114.73	0.01	0.00	
FLANGE	9.00	1.35	12.15	9.80	119.01	63.08	0.09	0.01	
FLAT BAR	10.00	1.50	15.00	9.75	146.25	74.84	0.02	0.00	
LONG BHD #32									
WEB	25.00	0.85	21.25	11.28	239.70	301.00	0.01	0.00	
FLANGE	9.00	1.35	12.15	11.24	136.51	168.01	0.09	0.01	
LONG BHD #33									
WEB	25.00	0.85	21.25	12.00	255.00	427.19	0.01	0.00	
FLANGE	9.00	1.35	12.15	11.96	145.25	239.37	0.09	0.01	

EXPRESS GALISSAS	MAIN PARTICULARS			MIDSHIP SECTION				SM CALCULATION		TABLE 8 of 11
	L =	174	m							
	B =	32.2	m							
	D =	19.1	m							
LONG BHD #34 (200x90x10x14+100x14)(34-37)		1.3								
WEB	20.00	0.85	17.00	12.72	216.24	460.32	0.01	0.00		
FLANGE	9.00	1.25	11.25	12.68	142.59	299.38	0.09	0.01		
FLAT BAR	10.00	1.40	14.00	12.68	177.45	372.56	0.01	0.00		
LONG BHD #35										
WEB	20.00	0.85	17.00	13.44	228.48	596.52	0.01	0.00		
FLANGE	9.00	1.25	11.25	13.40	150.69	388.78	0.09	0.01		
LONG BHD #36										
WEB	20.00	0.85	17.00	14.16	240.72	750.34	0.01	0.00		
FLANGE	9.00	1.25	11.25	14.12	158.79	489.85	0.09	0.01		
LONG BHD #37										
WEB	20.00	0.85	17.00	14.88	252.96	921.79	0.01	0.00		
FLANGE	9.00	1.25	11.25	14.84	166.89	602.57	0.09	0.01		
LONG BHD #38(250x90x10x15)										
WEB	25.00	0.85	21.25	15.60	331.50	1388.58	0.01	0.00		
FLANGE	9.00	1.35	12.15	15.56	188.99	785.13	0.09	0.01		
LONG BHD #40 (250x90x10x16)										
WEB	25.00	0.80	20.00	17.02	340.40	1806.38	0.01	0.00		
FLANGE	9.00	1.40	12.60	17.00	214.14	1132.04	0.09	0.01		
LONG BHD #41										
WEB	25.00	0.80	20.00	17.62	352.40	2041.66	0.01	0.00		
FLANGE	9.00	1.40	12.60	17.60	221.70	1279.89	0.09	0.01		
LONG BHD #42										
WEB	25.00	0.80	20.00	18.22	364.40	2291.35	0.01	0.00		
FLANGE	9.00	1.40	12.60	18.20	229.26	1436.82	0.09	0.01		

EXPRESS GALISSAS	MAIN PARTICULARS			MIDSHIP SECTION	SM CALCULATION	TABLE 9 of 11		
	L =	174	m					
	B =	32.2	m					
	D =	19.1	m					
LONG BHD #44								
WEB	30.00	0.90	27.00	16.87	455.49	2362.24	0.30	0.20
FLANGE	9.00	1.40	12.60	17.02	214.45	1138.02	0.01	0.00
LONG BHD #45								
WEB	30.00	0.90	27.00	17.12	462.24	2490.20	0.30	0.20
FLANGE	9.00	1.40	12.60	17.27	217.60	1198.68	0.01	0.00
LONG BHD #46								
WEB	30.00	0.90	27.00	17.37	468.99	2621.53	0.30	0.20
FLANGE	9.00	1.40	12.60	17.52	220.75	1260.91	0.01	0.00
LONG BHD #47								
WEB	30.00	0.90	27.00	17.62	475.74	2756.25	0.30	0.20
FLANGE	9.00	1.40	12.60	17.77	223.90	1324.72	0.01	0.00
LONG BHD #48								
WEB	30.00	0.90	27.00	17.87	482.49	2894.33	0.30	0.20
FLANGE	9.00	1.40	12.60	18.02	227.05	1390.11	0.01	0.00
LONG BHD #49								
WEB	30.00	0.90	27.00	18.12	489.24	3035.79	0.30	0.20
FLANGE	9.00	1.40	12.60	18.27	230.20	1457.07	0.01	0.00

EXPRESS GALISSAS	MAIN PARTICULARS			MIDSHIP SECTION				SM CALCULATION		TABLE 10 of 11
	L =	174	m							
	B =	32.2	m							
	D =	19.1	m							
LONG BHD #50										
WEB	30.00	0.90	27.00	18.37	495.99	3180.63	0.30	0.20		
FLANGE	9.00	1.40	12.60	18.52	233.35	1525.60	0.01	0.00		
LONG BHD #51										
WEB	30.00	0.90	27.00	18.62	502.74	3328.84	0.30	0.20		
FLANGE	9.00	1.40	12.60	18.77	236.50	1595.71	0.01	0.00		
LONG BHD #52										
WEB	30.00	0.90	27.00	19.05	514.35	3591.66	0.01	0.00		
FLANGE	9.00	1.40	12.60	19.01	239.46	1663.05	0.09	0.01		
MAIN DECK (400x100x13x17)										
LONG #20										
WEB	35.00	1.00	35.00	18.96	663.54	4582.14	0.35	0.36		
FLANGE	10.00	1.50	15.00	18.79	281.86	1906.70	0.02	0.00		
LONG #19										
WEB	35.00	1.00	35.00	18.99	664.71	4608.88	0.35	0.36		
FLANGE	10.00	1.50	15.00	18.82	282.36	1917.99	0.02	0.00		
LONG #18										
WEB	25.00	1.00	25.00	19.08	476.88	3340.04	0.25	0.13		
FLANGE	9.00	1.70	15.30	18.96	290.07	2003.11	0.02	0.00		
LONG #17										
WEB	20.00	0.80	16.00	19.13	306.13	2159.26	0.20	0.05		
FLANGE	9.00	1.20	10.80	19.04	205.62	1434.01	0.09	0.01		

EXPRESS GALISSAS	MAIN PARTICULARS			MIDSHIP SECTION				SM CALCULATION		TABLE 11 of 11
	L =	174	m							
	B =	32.2	m							
	D =	19.1	m							
LONG #15										
WEB	40.00	1.10	44.00	19.50	858.00	16731.00	0.40	0.59		
FLANGE	10.00	1.50	15.00	19.71	295.61	5825.78	0.02	0.00		
LONG #14										
WEB	40.00	1.10	44.00	19.53	859.47	16788.25	0.40	0.59		
FLANGE	10.00	1.50	15.00	19.74	296.11	5845.51	0.02	0.00		
LONG# 13										
WEB	40.00	1.10	44.00	19.57	860.93	16845.60	0.40	0.59		
FLANGE	10.00	1.50	15.00	19.77	296.61	5865.27	0.02	0.00		
LONG #12										
WEB	40.00	1.10	44.00	19.60	862.40	16903.04	0.40	0.59		
FLANGE	10.00	1.50	15.00	19.81	297.11	5885.06	0.02	0.00		
LONG #11										
WEB	40.00	1.10	44.00	19.63	863.87	16960.58	0.40	0.59		
FLANGE	10.00	1.50	15.00	19.84	297.61	5904.88	0.02	0.00		
LONG #10										
WEB	40.00	1.10	44.00	19.67	865.33	17018.22	0.40	0.59		
FLANGE	10.00	1.50	15.00	19.87	298.11	5924.74	0.02	0.00		
SUM.			31549.56		237138.45	876183.42		3563.35		

TOTAL	AREA =	31549.56187	cm2		
	TOTAL MOMENT =		237138.4513	m-cm2	
		N =	7.516378588	M ABL	
TOP FROM NA :		N_{TOP} =	11.58362141	m	
MOMENT OF INERTIA (WHOLE SECTION) I =				1759493.538	cm2-m2
		Z_{TOP} =	151894.945	m-cm2	
		Z_{BOT} =	234087.9344	m-cm2	

3.3.3.2. Υπολογισμός ροπής αντίστασης μέσης τομής στη περιοχή εκτός στομίων κυτών.

(σχέδιο 4C)

Οι υπολογισμοί παρατίθενται στο παράρτημα Β

3.3.3.3 Έλεγχος αποτελεσμάτων ροπής αντίστασης.

$Z_i (m^3)$		
REQUIRED	IN HATCH AREA	NO HATCH AREA
Z_{req}	$Z_{tactual}$	$Z_{tactual}$
12.377	15.189	18.009

Σημείωση: Οι τιμές της ροπής αντίστασης έχουν υπολογιστεί και με το πρόγραμμα MARS του γαλλικού νηογνώμονα, με απόκλιση 3%



[ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο]

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΝΕΟΥ ΒΑΡΟΥΣ ΜΕΤΑΛΛΙΚΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΜΕΤΑΣΚΕΥΑΣΜΕΝΟΥ ΠΛΟΙΟΥ
'EXPRESS GALISSAS'

Κεφάλαιο 4^ο ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΝΕΟΥ ΒΑΡΟΥΣ ΜΕΤΑΛΛΙΚΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΜΕΤΑΣΚΕΥΑΣΜΕΝΟΥ ΠΛΟΙΟΥ ‘EXPRESS GALISSAS’

Εισαγωγή

Στο παρόν κεφάλαιο υπολογίζεται το νέο βάρος της μεταλλικής κατασκευής, λόγω των απαιτούμενων μετατροπών.

Οι μετατροπές που απαιτούνται χωρίζονται σε δύο βασικές κατηγορίες.

Αυτές είναι οι εξής:

- 1.Μετατροπές λόγω νέου τύπου πλοίου (μετασκευή δεξαμενόπλοιου σε πλοίο ξηρού φορτίου), όπως αφαίρεση σωληνώσεων και διαμήκους φρακτής, πρόσθεση γερανών κτλ.
- 2.Μετατροπές λόγω απαιτήσεων των κανονισμών [CSR06], όπως δημιουργία άνω πλευρικής δεξαμενής, ενίσχυση ελασμάτων, ενισχυτικών κτλ.

Το παρόν κεφάλαιο συνοδεύεται από το σχέδιο γενικής διάταξης, στο οποίο αναφέρονται όλες οι μετατροπές που έχουν γίνει.

4.1. Υπολογισμός νέου βάρους μεταλλικής κατασκευής (lightweight)

4.1.1. Υπολογισμός αφαιρούμενων τεμαχίων (deducted items)

Τα τεμάχια που θα αφαιρεθούν παρουσιάζονται περιληπτικά ως εξής:

- Ελάσματα(plates) και ενισχυτικά(stiffeners) στη περιοχή του καταστρώματος όπου θα δημιουργηθούν ανοίγματα για τη τοποθέτηση των στομίων κυτών(hatches) .
- Διαμήκης κυματοειδής φρακτή (corrugated longitudinal bulkhead) για μεγαλύτερη χωρητικότητα.
- Εγκάρσια κυματοειδής φρακτή στον νομέα (frame) No 47 για την εκμετάλλευση της χωρητικότητας του slop tank.
- Σωληνώσεις

Συγκεκριμένα παρακάτω παρατίθεται πίνακας με ακριβή στοιχεία για το κάθε τεμάχιο:

Πίνακας 4.1 'DEDUCTED ITEMS'

	ID	ITEMS	l(m)	h(m)	b(m)	t(mm)	p(kg/m ² /mm)	A(m ²)	W(tons/ITEM)	W(tons/m)	W _{TOTAL} (tons)	KG(m)	MT(tons*m)	LCG(m)	ML(tons*m)
HATCH	DECK PLATE(HATCH AREA)	6	16.800	-	13.860	13.500	8.000	232.848	25.148	1.497	150.886	19.514	2944.304	98.260	14826.010
	DECK STIFFENERS(400x100x13/17)														
	FLANGE (9X2X6)	108	16.800	0.100		17.000	8.000	1.680	0.228	0.014	24.676				
	WEB (9X2X6)	108	16.800		0.400	13.000	8.000	6.720	0.699	0.042	75.479				
	TOTAL								0.927	0.055	100.155	19.740	1977.057	98.260	9841.219
	TOTAL								26.075	1.552	251.040	19.604	4921.362	98.260	24667.228
LONGITUDINAL CORRUGATED BHD	CL BOTTOM STIFFENERS(300x90x13/17)														
	FLANGE (4X2)	8	129.920	0.090		17.000	8.000	11.693	1.590	0.012	12.722				
	WEB (4X2)	8	129.920		0.300	13.000	8.000	38.976	4.054	0.031	32.428				
	TOTAL								5.644	0.043	45.150	3.840	173.375	98.260	4436.419
	CL TOP STIFFENERS(150x90x12/12)														
	FLANGE(4x2)	8	129.920	0.090		12.000	8.000	11.693	1.123	0.009	8.980				
	WEB (4X2)	8	129.920		0.150	12.000	8.000	19.488	1.871	0.014	14.967				
	TOTAL								2.993	0.023	23.947	18.050	432.241	98.260	2353.018
	CL TOP PLATE	2	129.920	2.500		12.500	8.000	324.800	32.480	0.250	64.960	18.550	1205.008	98.260	6382.970
	CL TOP PLATE	2	129.920	1.000		15.000	8.000	129.920	15.590	0.120	31.181	16.800	523.837	98.260	3063.825
	CL BOTTOM PLATE	2	129.920	3.500		17.000	8.000	454.720	61.842	0.476	123.684	3.835	474.328	98.260	12153.174
	CORROGATED BHD(LONGITUDINAL)	1	180.116	10.800		18.500	8.000	1945.257	287.898	2.216	287.898	10.920	3143.846	98.260	28288.857
TOTAL									3.128	576.819	10.320	5952.635	98.260	56678.263	
TRANSVERSE CORRUGATED BHD	CORROGATED BHD(TRANSVERSE)	1	39.095	10.800		18.500	8.000	422.231	62.490	2.216	62.490	10.920	682.393	36.500	2280.891
	PLATE BOTTOM	1	28.200	7.200	24.640	16.000	8.000	190.224	24.349	0.863	24.349	3.835	93.377	36.500	888.727
	BOTTOM STIFFENERS(300X90X13X17)														
	FLANGE(3)	3	28.200	0.090		17.000	8.000	2.538	0.345	0.012	1.036				
	WEB(3)	3	28.200		0.300	13.000	8.000	8.460	0.880	0.031	2.640				
	TOTAL								1.225	0.043	3.675	3.400	12.495	38.340	140.900
	BOTTOM STIFFENERS(250X90X12X16)														
	FLANGE	1	28.200	0.090		16.000	8.000	2.538	0.325	0.012	0.325				
	WEB	1	28.200		0.250	12.000	8.000	7.050	0.677	0.024	0.677				
	TOTAL								1.002	0.036	1.002	4.700	4.708	36.940	37.001
	BOTTOM STIFFENERS(250X90X12X16)														
	FLANGE(2)	2	28.200	0.090		16.000	8.000	2.538	0.325	0.012	0.650				
	WEB(2)	2	28.200		0.250	12.000	8.000	7.050	0.677	0.024	1.354				
	TOTAL								1.002	0.036	2.003	4.400	8.815	36.500	73.121
	BOTTOM STIFFENERS(300X90X11X16)														
	FLANGE(2)	2	28.200	0.090		16.000	8.000	2.538	0.325	0.012	0.650				
	WEB(2)	2	28.200		0.300	11.000	8.000	8.460	0.744	0.026	1.489				
	TOTAL								1.069	0.038	2.139	3.000	2.139	36.500	78.062
	PLATE TOP	1	28.200	6.900	24.640	15.000	8.000	182.298	21.876	0.776	21.876	18.070	395.295	36.500	798.465
	TOP STIFFENERS(100X10FB)(11X2)	22	9.500		0.100	10.000	8.000	0.950	0.076	0.008	0.076	18.070	1.373	36.500	2.774
BRACKETS(5X2)	10	1.500	0.960	3.200	15.000	8.000	3.936	0.472		4.723	18.070	85.348	36.500	172.397	
TOTAL									4.016	122.333	10.512	1285.943	36.559	4472.339	
PIPING SYSTEM	1	23.760							90.000	3.788	90.000	19.600	1764.000	89.300	8037.000
TOTAL											1040.192	13.386	13923.939	90.228	93854.831

4.1.2. Υπολογισμός πρόσθετων τεμαχίων (added items)

Τα τεμάχια που θα προστεθούν παρουσιάζονται περιληπτικά ως εξής:

- Ελάσματα(plates), ενισχυτικά(stiffeners) και μπρακέτα (brackets) για καπάκια κυτών (hatch covers) και κουβούσια (hatch coamings).
- Γερανοί
- Τεμάχια για τη δημιουργία άνω πλευρικής δεξαμενής(top tank), έτσι ώστε να ικανοποιείται ο κανονισμός για τη ροπή αντίστασης (section modulus)[CSR06].
- Ενισχυτικό για τη στήριξη του καταστρώματος στη center line, μετά την αφαίρεση της διαμήκουσ κυματοειδούς φρακτής.
- Τεμάχια για την ενίσχυση ελασμάτων και ενισχυτικών που αστοχούσαν τοπικά.

Συγκεκριμένα παρακάτω παρατίθεται πίνακας με ακριβή στοιχεία για το κάθε τεμάχιο:

Πίνακας 4.2 'ADDED ITEMS'

	ID	ITEMS	l(m)	h(m)	b(m)	t(mm)	p(kg/m ² /mm)	A(m ²)	W(tons/ITEM)	W(tons/m)	W _{TOTAL} (tons)	KG(m)	MT(tons*m)	LCG(m)	ML(tons*m)
HATCH COVER	HATCH COVERS	6	16.8	-	13.86	15	8	232.85	27.94	1.66	167.65	21.41	3589.99	98.26	16473.34
	HATCH STIFFENERS (125X65X6/8)(9x2x6)														
	FLANGE(9X2X6)	108	16.8		0.065	8	8	1.09	0.07	0.00	7.55				
	WEB(9x2x6)	108	16.8	0.125		6	8	2.10	0.10	0.01	10.89				
	TOTAL								0.17	0.01	18.43	21.35	393.59	98.26	1811.35
	HATCH STIFFENERS (TRANVERSE)(400X100X13/17)														
	FLANGE(2X5X6)	60	6.93	0.1		17	8	0.69	0.09	0.01	5.65	21.01	118.83	98.26	555.65
	WEB(2X5x6)	60	6.93		0.4	13	8	2.77	0.29	0.04	17.30	21.21	366.94	98.26	1699.63
	TOTAL								0.38	0.06	22.95	21.16	485.76	98.26	2255.28
	TOTAL								28.49		209.04	21.38	4469.34	98.26	20539.98
HATCH COAMING	BRACKETS(6X2X(9+3))	144		1.9	1	16	8	1.90	0.24		35.02	20.55	719.68	98.26	3441.14
	INSERT PLATES(6X4)	24	1.5		1.5	14.5	8	1.69	0.20		4.70	19.60	92.08	98.26	461.63
	HATCH COAMING 2X(l+b)	6	61.32	1.9		16	8	116.51	14.91		89.48	20.45	1829.83	98.26	8792.12
	TOTAL								21.53		129.20	20.45	2641.59	98.26	12694.89
TOP TANK	CRANES 5	5							35.00		175.00	21.10	3692.50	99.86	17475.50
	INNER SIDE SHEEL STIFFS(300X90X11/16) 44-51														
	FLANGE (8X2)	16	129.92		0.09	16	8	11.69	1.50	0.01	23.95				
	WEB(8X2)	16	129.92	0.3		11	8	38.98	3.43	0.03	54.88				
	TOTAL								4.93	0.04	78.83	17.46	1376.29	98.26	7745.35
	INNER SIDE SHEEL STIFFS(300X90X11/16) 52														
	FLANGE(X2)	2	129.92		0.09	16	8	11.69	1.50	0.01	2.99				
	WEB(X2)	2	129.92	0.3		11	8	38.98	3.43	0.03	6.86				
	TOTAL								4.93	0.04	9.85	19.26	189.72	98.26	968.17
	INNER SIDE PLATE(X2)	2	129.92	7.5		14.5	8	974.40	113.03	0.87	226.06	17.46	3947.02	98.26	22212.73
INNER SIDE PLATE(X2)	2	129.92	0.9		16	8	116.93	14.97	0.12	29.93	19.05	570.23	98.26	2941.27	
TOTAL										344.67	17.65	6083.26	98.26	33867.53	
CL STIFFENER	CL STIFFENER(1160x13.5+300x20)														
	FLANGE	1	29.12		0.3	20	8	8.74	1.40	0.05	1.40				
	WEB	1	29.12	1.16		13.5	8	33.78	3.65	0.13	3.65				
TOTAL								5.05	0.17	5.05	20.50	103.42	98.26	495.81	
NEW STIFFENERS	FLAT BAR(100x14)(4X2)(SIDE.SHELL.LONG.35-38)	8	129.92	0.1		14	8	12.99	1.46	0.01	11.64	14.88	173.22	98.26	1143.83
	FLAT BAR(100x16)(3X2)(INNER.SIDE.LONG.20-22)	6	129.92	0.1		16	8	12.99	1.66	0.01	9.98	3.35	33.43	98.26	980.42
	FLAT BAR(100x12)(2X2)(INNER.SIDE.LONG.24-25)	4	129.92	0.1		12	8	12.99	1.25	0.01	4.99	5.88	29.33	98.26	490.21
	FLAT BAR(100x12)(1X2)(INNER.SIDE.LONG.26)	2	129.92	0.1		12	8	12.99	1.25	0.01	2.49	6.96	17.36	98.26	245.11
	FLAT BAR(100x15)(4X2)(INNER.SIDE.LONG.27-30)	8	129.92	0.1		15	8	12.99	1.56	0.01	12.47	8.76	109.26	98.26	1225.53
	FLAT BAR(100x14)(1X2)(INNER.SIDE.LONG.34)	2	129.92	0.1		14	8	12.99	1.46	0.01	2.91	12.72	37.02	98.26	285.96
	FLAT BAR(120x12)(2X2)(INNER.BOTTOM.LONG.CL.3-4)	4	132.32	0.1		12	8	13.23	1.27	0.01	5.08	1.08	5.46	97.06	493.17
	INNER SIDE PLATE (0.75x2)(2150mm-2900mm)FROM CL	2	129.92	0.75		16.5	8	97.44	12.86	0.10	25.72	2.53	64.95	98.26	2527.66
	INNER SIDE PLATE (0.75x2)(4050mm-4800mm)FROM CL	2	129.92	0.75		16.5	8	97.44	12.86	0.10	25.72	4.43	113.83	98.26	2527.66
	INNER SIDE PLATE (0.75x2)(5580mm-6330mm)FROM CL	2	129.92	0.75		13.5	8	97.44	10.52	0.08	21.05	5.96	125.34	98.26	2068.08
	INNER SIDE PLATE (0.75x2)(6970mm-7720mm)FROM CL	2	129.92	0.75		13.5	8	97.44	10.52	0.08	21.05	7.35	154.59	98.26	2068.08
	TOTAL									0.44	143.11	6.04	863.78	98.22	14055.70
	TOTAL										1006.06	17.75	17853.90	98.53	99129.41

4.1.3. Πίνακας ανάλυσης KG και LCG των παραπάνω τεμαχίων .

Πίνακας 4.3 'KG και LCG τεμαχίων '

	ITEMS	LCG	LCG(m)	KG(m)	KG(m)	
DEDUCTED ITEMS	DECK PLATE	$L_{af}+L_{er}+L_{st}+L_c/2=FR.71-2*0.8$	98.26	$D+t/2+(s=0.4)$	19.51	
	DECK STIFFENERS(400x100X13/17)	$L_{af}+L_{er}+(L_{st}+L_c)/2$	98.26	$D+h_w*0.6+(s=0.4)$	19.74	
	CL BOTTOM STIFFENERS(300x90x13/17)	$L_{af}+L_{er}+(L_{st}+L_c)/2$	98.26	$h+0.69$	3.84	
	CL TOP STIFFENERS(150x90x12/12)	$L_{af}+L_{er}+(L_{st}+L_c)/2$	98.26	$(D+(s=0.7))-(s=0.7)-(3*0.7)/2$	18.05	
	CL TOP PLATE	$L_{af}+L_{er}+(L_{st}+L_c)/2$	98.26	$(D+(s=0.7))-2.5/2$	18.55	
	CL TOP PLATE	$L_{af}+L_{er}+(L_{st}+L_c)/2$	98.26	$(D+(s=0.7))-2.5-1/2$	16.8	
	CL BOTTOM PLATE	$L_{af}+L_{er}+(L_{st}+L_c)/2$	98.26	$(5.52-2.15)/2+2.15$	3.84	
	CORROGATED BHD	$L_{af}+L_{er}+(L_{st}+L_c)/2$	98.26	$(16.32-5.52)/2+5.52$	10.92	
	CORROGATED BHD(TRANSVERSE)	FR.47	36.5	$(16.32-5.52)/2+5.52$	10.92	
	PLATE BOTTOM (2X2)	FR.47	36.5	$(5.52-2.15)/2+2.15$	3.835	
	BOTTOM STIFFENERS(300X90X13X17)	FR.48-0.8	38.34	MESURED FROM MIDSHIP P	3.4	
	BOTTOM STIFFENERS(250X90X12X16)	FR.48-1.4	36.94	MESURED FROM MIDSHIP P	4.7	
	BOTTOM STIFFENERS(250X90X12X16)	FR.47	36.5	MESURED FROM MIDSHIP P	4.4	
	BOTTOM STIFFENERS(300X90X11X16)	FR.47	36.5	MESURED FROM MIDSHIP P	3	
	PLATE TOP (2X2)	FR.47	36.5	$16.32+3.5/2$	18.07	
	TOP STIFFENERS(100X10FB)(11X2)	FR.47	36.5	$16.32+3.5/3$	18.07	
	BRACKETS(5X2)	FR.47	36.5	$16.32+3.5/4$	18.07	
	PIPING SYSTEM	FR.67	89.3	$(D+0.5)$	19.6	
	ADDED ITEMS	HATCH COVERS	$L_{af}+L_{er}+(L_{st}+L_c)/2$	98.26	$(D+0.5+h_{coaming})$	21.41
		HATCH STIFFENERS (125X65X6/8)(9x2x6)	$L_{af}+L_{er}+(L_{st}+L_c)/2$	98.26	$(D+0.5+h_{coaming})-h_w$	21.35
HATCH STIFFENERS (TRANVERSE)(400X100X13/17)		$L_{af}+L_{er}+(L_{st}+L_c)/2$	98.26	$D+0.5+h_{coaming}$	21.16	
BRACKETS(6X2X(9+3))		$L_{af}+L_{er}+(L_{st}+L_c)/2$	98.26	$(D+0.5+h_{coaming}/2)$	20.55	
INSERT PLATES(6X4)		$L_{af}+L_{er}+(L_{st}+L_c)/2$	98.26	$(D+0.5)$	19.60	
HATCH COAMING 2X(I+b)		$L_{af}+L_{er}+(L_{st}+L_c)/2$	98.26	$D+(s=0.4)+h_w/2$	20.45	
CRANES 5		FR.71	99.86	$D+2$	21.10	
INNER SIDE SHEEL STIFFS(300X90X11/16) 44-51		$L_{af}+L_{er}+(L_{st}+L_c)/2$	98.26	$((D+(s=0.4))-0.9-16.32)/2+16$	17.46	
INNER SIDE SHEEL STIFFS(300X90X11/16) 52		$L_{af}+L_{er}+(L_{st}+L_c)/2$	98.26	$D+(s=0.2)-h_f/2$	19.26	
INNER SIDE PLATE		$L_{af}+L_{er}+(L_{st}+L_c)/2$	98.26	$((D+(s=0.4))-0.9-16.32)/2+16$	17.46	
INNER SIDE PLATE		$L_{af}+L_{er}+(L_{st}+L_c)/2$	98.26	$D+(s=0.4)-0.9/2$	19.05	
CL STIFFENER(1160x13.5+300x20)		$L_{af}+L_{er}+(L_{st}+L_c)/2$	98.26	$D+(s=0.7)+h_w*0.6$	20.50	
FLAT BAR(100x14)(4X2)(SIDE.SHELL.LONG 35-38)		$L_{af}+L_{er}+(L_{st}+L_c)/2$	98.26	$(16.32-2*0.72)$	14.88	
FLAT BAR(100x16)(3X2)(INNER.SIDE.LONG.20-22)		$L_{af}+L_{er}+(L_{st}+L_c)/2$	98.26	$(h_{db}+1.2)$	3.35	
FLAT BAR(100x12)(2X2)(INNER.SIDE .LONG.24-25)		$L_{af}+L_{er}+(L_{st}+L_c)/2$	98.26	$(4.8+3/2*0.72)$	5.88	
FLAT BAR(100x12)(1X2)(INNER.SIDE.LONG.26)		$L_{af}+L_{er}+(L_{st}+L_c)/2$	98.26	$(4.8+3*0.72)$	6.96	
FLAT BAR(100x15)(4X2)(INNER.SIDE.LONG.27-30)		$L_{af}+L_{er}+(L_{st}+L_c)/2$	98.26	$(10.56-2.5*0.72)$	8.76	
FLAT BAR(100x14)(1X2)(INNER.SIDE.LONG.34)		$L_{af}+L_{er}+(L_{st}+L_c)/2$	98.26	$(10.56+3*0.72)$	12.72	
FLAT BAR(120x12)(2X2)(INNER BOTTOM LONG.CL		$(FR40-FR95)/2$	97.06	$h_{db}/2$	1.08	
INNER SIDE PLATE (0.75x2)(2150mm-2900mm)FR		$L_{af}+L_{er}+(L_{st}+L_c)/2$	98.26	$(2900-2150)/2+2150$	2.53	
INNER SIDE PLATE (0.75x2)(4050mm-4800mm)FR		$L_{af}+L_{er}+(L_{st}+L_c)/2$	98.26	$(4800-4050)/2+4050$	4.43	
INNER SIDE PLATE (0.75x2)(5580mm-6330mm)FR		$L_{af}+L_{er}+(L_{st}+L_c)/2$	98.26	$(6330-5580)/2+5580$	5.96	
INNER SIDE PLATE (0.75x2)(6970mm-7720mm)FR		$L_{af}+L_{er}+(L_{st}+L_c)/2$	98.26	$(7720-6970)/2+6970$	7.35	

4.1.4. Τελικός υπολογισμός νέου βάρους μεταλλικής κατασκευής (Light weight)

Πίνακας 4.4 Υπολογισμός νέου lightweight

TYPE	ID	W(tons)	KG(m)	MT(ton*m)	LCG(m)	ML(tons*m)	
DEDUCTED ITEMS	DECK PLATE(HATCH AREA)	-150.89	19.51	-2944.30	98.26	-14826.01	
	DECK STIFFENERS(400x100X13/17)	-100.15	19.74	-1977.06	98.26	-9841.22	
	CL BOTTOM STIFFENERS(300x90x13/17)	-45.15	3.84	-173.38	98.26	-4436.42	
	CL TOP STIFFENERS(150x90x12/12)	-23.95	18.05	-432.24	98.26	-2353.02	
	CL TOP PLATE	-64.96	18.55	-1205.01	98.26	-6382.97	
	CL TOP PLATE	-31.18	16.80	-523.84	98.26	-3063.83	
	CL BOTTOM PLATE	-123.68	3.84	-474.33	98.26	-12153.17	
	CORROGATED BHD(LONGITUDINAL)	-287.90	10.92	-3143.85	98.26	-28288.86	
	CORROGATED BHD(TRANSVERSE)	-62.49	10.92	-682.39	36.50	-2280.89	
	PLATE BOTTOM	-24.35	3.84	-93.38	36.50	-888.73	
	BOTTOM STIFFENERS(300X90X13X17)	-3.68	3.40	-12.50	38.34	-140.90	
	BOTTOM STIFFENERS(250X90X12X16)	-1.00	4.70	-4.71	36.94	-37.00	
	BOTTOM STIFFENERS(250X90X12X16)	-2.00	4.40	-8.81	36.50	-73.12	
	BOTTOM STIFFENERS(300X90X11X16)	-2.14	3.00	-6.42	36.50	-78.06	
	PLATE TOP	-21.88	18.07	-395.29	36.50	-798.47	
	TOP STIFFENERS(100X10FB)(11X2)	-0.08	18.07	-1.37	36.50	-2.77	
	BRACKETS(5X2)	-4.72	18.07	-85.35	36.50	-172.40	
	PIPING SYSTEM	-90.00	19.60	-1764.00	89.30	-8037.00	
	ADDED ITEMS	HATCH COVERS	167.65	21.41	3589.99	98.26	16473.34
		HATCH STIFFENERS (125X65X6/8)(9x2x6)	18.43	21.35	393.59	98.26	1811.35
BRACKETS(6X2X(9+3))		35.02	20.55	719.68	98.26	3441.14	
HATCH STIFFENERS (TRANVERSE)(400X100X13/17)		22.95	21.16	485.76	98.26	2255.28	
INSERT PLATES(6X4)		4.70	19.60	92.08	98.26	461.63	
HATCH COAMING 2X(l+b)		89.48	20.45	1829.83	98.26	8792.12	
CRANES 5		175.00	21.10	3692.50	99.86	17475.50	
INNER SIDE SHEEL STIFFS(300X90X11/16) 44-51		78.83	17.46	1376.29	98.26	7745.35	
INNER SIDE SHEEL STIFFS(300X90X11/16) 52		9.85	19.26	189.72	98.26	968.17	
INNER SIDE PLATE(X2)		226.06	17.46	3947.02	98.26	22212.73	
INNER SIDE PLATE(X2)		29.93	19.05	570.23	98.26	2941.27	
CL STIFFENER(1160x13.5+300x20)		5.05	20.50	103.42	98.26	495.81	
FLAT BAR(100x14)(4X2)(SIDE.SHELL.LONG 35-38)		11.64	14.88	173.22	98.26	1143.83	
FLAT BAR(100x16)(3X2)(INNER.SIDE.LONG.20-22)		9.98	3.35	33.43	98.26	980.42	
FLAT BAR(100x12)(2X2)(INNER.SIDE .LONG.24-25)		4.99	5.88	29.33	98.26	490.21	
FLAT BAR(100x12)(1X2)(INNER.SIDE.LONG.26)		2.49	6.96	17.36	98.26	245.11	
FLAT BAR(100x15)(4X2)(INNER.SIDE.LONG.27-30)		12.47	8.76	109.26	98.26	1225.53	
FLAT BAR(100x14)(1X2)(INNER.SIDE.LONG.34)		2.91	12.72	37.02	98.26	285.96	
FLAT BAR(120x12)(2X2)(INNER BOTTOM LONG.CL.3-4)		5.08	1.08	5.46	97.06	493.17	
INNER SIDE PLATE (0.75x2)(2150mm-2900mm)FROM		25.72	2.53	64.95	98.26	2527.66	
INNER SIDE PLATE (0.75x2)(4050mm-4800mm)FROM		25.72	4.43	113.83	98.26	2527.66	
INNER SIDE PLATE (0.75x2)(5580mm-6330mm)FROM		21.05	5.96	125.34	98.26	2068.08	
INNER SIDE PLATE (0.75x2)(6970mm-7720mm)FROM		21.05	7.35	154.59	98.26	2068.08	
LIGHTSHIP TANKER		10914	11.92	130073.05	77.37	844394.35	
NEW LIGHTSHIP	10879.87	12.32	133998.73	78.10	849668.93		

[ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο]

ΜΕΛΕΤΗ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ ΜΕΤΑΣΚΕΥΑΣΜΕΝΟΥ ΠΛΟΙΟΥ 'EXPRESS GALISSAS'

Κεφάλαιο 5^ο ΜΕΛΕΤΗ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ ΜΕΤΑΣΚΕΥΑΣΜΕΝΟΥ ΠΛΟΙΟΥ 'EXPRESS GALISSAS'

Εισαγωγή

Στο παρόν κεφάλαιο γίνεται η μελέτη ευστάθειας του μετασκευασμένου πλοίου .

Υπολογίζουμε καταστάσεις φόρτωσης με τα εξής νέα δεδομένα:

- Νέα χωρητικότητα κύτους, μετά την τοποθέτηση άνω πλευρικών δεξαμενών,
- Νέο βάρος μεταλλικής κατασκευής , λόγω μετατροπών(Κεφάλαιο 4^ο),

για το μέγιστο επιτρεπόμενο βύθισμα (T_{max}) του δεξαμενόπλοιου 'GALISSAS'.

Οι καταστάσεις φόρτωσης που υπολογίζονται είναι οι εξής:

- 1.Full load departure (S.F.=50FT³/LT)
- 2.Full load arrival(S.F.=50FT³/LT)
- 3.Full load departure (S.F.=45FT³/LT)
- 4.Full load arrival(S.F.=45FT³/LT)
- 5.Full load departure homogeneous (S.F.=42.9FT³/LT)
- 6.Full load half arrival homogeneous (S.F.=42.9FT³/LT)
- 7.Full load arrival homogeneous (S.F.=42.9FT³/LT)
- 8.Full load departure(S.F.=40FT³/LT)
- 9.Full load arrival(S.F.=40FT³/LT)
- 10.Full load departure(S.F.=35FT³/LT)
- 11.Full load arrival(S.F.=35FT³/LT)
- 12.Ballast departure
- 13.Ballast arrival
- 14.Lightship condition

Η παρούσα μελέτη συνοδεύεται από το σχέδιο χωρητικότητας δεξαμενών (capacity plan).

5.1.Loading manual

5.1.1.Summary table of tank capacity

CARGO HOLDS

COMPARTMENTS	FRAMES	VOLUME	VOLUME	WEIGHT	VCG	MT	LCG	ML
S.G.=0.8767 tons/m ³		100%(M ³)	98%(M ³)	tn	m	tn-m	m	tn-m
CARGO HOLD 1	87-95	5898.350		5170.998	10.973	64722.595	150.990	890591.8665
CARGO HOLD 2	79-87	9045.950		7930.454	10.898	98582.763	130.856	1183716.833
CARGO HOLD 3	71-79	9226.780		8088.985	10.899	100562.675	109.851	1013571.01
CARGO HOLD 4	63-71	9226.100		8088.388	10.899	100555.264	88.731	818641.0791
CARGO HOLD 5	55-63	9228.810		8090.764	10.899	100584.800	67.611	623969.0729
CARGO HOLD 6	43-55	9682.048		8488.111	11.232	108748.763	45.606	441559.4811
TOTAL		52308.038		45857.701	10.969	573756.860	95.053	4972049.343

HATCHES

HATCHES	FRAMES	VOLUME	VOLUME	WEIGHT	VCG	MT	LCG	ML
S.G.=0.8767 tons/m ³		100%(M ³)	98%(M ³)	tn	m	tn-m	m	tn-m
HATCH 1	87-94	442.411		387.856	20.05	8870.345	150.990	66799.667
HATCH 2	79-86	442.411		387.856	20.05	8870.345	130.856	57892.160
HATCH 3	71-78	442.411		387.856	20.05	8870.345	109.851	48599.313
HATCH 4	63-70	442.411		387.856	20.05	8870.345	88.731	39255.588
HATCH 5	55-62	442.411		387.856	20.05	8870.345	67.611	29911.864
HATCH 6	47-54	442.411		387.856	20.05	8870.345	45.606	20176.605
TOTAL		2654.467		2327.133	20.05	53222.067	98.941	262635.197

CARGO HOLDS INCLUDING HATCHES

CARGO HOLDS INCLUDING HATCHES	FRAMES	VOLUME	VOLUME	WEIGHT	VCG	MT	LCG	ML
S.G.=0.8767 tons/m ³		100%(M ³)	98%(M ³)	tn	m	tn-m	m	tn-m
CARGO HOLD 1	87-95	6340.761		5558.854	11.606	73592.939	150.990	957391.534
CARGO HOLD 2	79-87	9488.361		8318.309	11.325	107453.108	130.856	1241608.993
CARGO HOLD 3	71-79	9669.191		8476.840	11.318	109433.020	109.851	1062170.323
CARGO HOLD 4	63-71	9668.511		8476.244	11.318	109425.608	88.731	857896.667
CARGO HOLD 5	55-63	9671.221		8478.620	11.318	109455.145	67.611	653880.937
CARGO HOLD 6	43-55	10124.459		8875.967	11.617	117619.108	45.606	461736.086
TOTAL		54962.505		48184.834	11.407	626978.927	95.241	5234684.539

TOP TANKS

TOP TANKS	FRAMES	VOLUME	VOLUME	WEIGHT	VCG	MT	LCG	ML
S.G.=0.8767 tons/m ³		100%(M ³)	98%(M ³)	tn	m	tn-m	m	tn-m
TOP TANK 1P	87-95	187.800		164.642	18.2	2996.476	150.990	24859.227
TOP TANK 1S	87-95	187.800		164.642	18.2	2996.476	150.990	24859.227
TOP TANK 2P	79-87	187.800		164.642	18.2	2996.476	130.856	21544.334
TOP TANK 2S	79-87	187.800		164.642	18.2	2996.476	130.856	21544.334
TOP TANK 3P	71-79	187.800		164.642	18.2	2996.476	109.851	18086.038
TOP TANK 3S	71-79	187.800		164.642	18.2	2996.476	109.851	18086.038
TOP TANK 4P	63-71	187.800		164.642	18.2	2996.476	88.731	14608.809
TOP TANK 4S	63-71	187.800		164.642	18.2	2996.476	88.731	14608.809
TOP TANK 5P	55-63	187.800		164.642	18.2	2996.476	67.611	11131.579
TOP TANK 5S	55-63	187.800		164.642	18.2	2996.476	67.611	11131.579
TOP TANK 6P	43-55	216.280		189.610	18.2	3450.894	45.606	8647.333
TOP TANK 6S	43-55	216.280		189.610	18.2	3450.894	45.606	8647.333
TOTAL		2310.560		2025.635	18.2	36866.549	97.626	197754.641

FUEL OIL TANKS

COMPARTMENTS	FRAMES	VOLUME	VOLUME	WEIGHT	VCG	MT	LCG	ML
S.G.=0.98tn/m ³		100%(m ³)	98%(m ³)	tn	m	tn-m	m	tn-m
NO1 H.F.O.T.(P)	40-43	372.125	364.683	357.389	10.993	3928.777	32.220	11515.074
NO1 H.F.O.T.(S)	40-43	470.086	460.685	451.471	11.593	5233.903	32.110	14496.734
NO2 H.F.O.T.(P)	30-40	126.743	124.208	121.724	14.074	1713.144	26.463	3221.182
H.F.O.SERV.T.(P)	40-42	45.625	44.712	43.818	13.700	600.307	31.700	1389.031
H.F.O.SETT.T.(P)	40-42	45.625	44.712	43.818	13.700	600.307	31.700	1389.031
SUB.TOTAL.		1060.204	1039.000	1018.220	10.681	10875.824	28.710	29232.990
LOW.SUPL.H.F.O.T.(S)	29-40	213.262	208.997	204.817	14.349	2938.919	26.664	5461.240
H.F.O.SETT.T.(P)	35-37	21.771	21.336	20.909	14.329	299.605	27.700	579.179
H.F.O.SERV.T.(P)	37-40	32.657	32.004	31.364	14.329	449.415	29.700	931.511
SUB.TOTAL.		1327.895	1301.337	1223.037	11.295	13814.743	28.367	34694.230

DIESEL OIL TANKS

COMPARTMENTS	FRAMES	VOLUME	VOLUME	WEIGHT	VCG	MT	LCG	ML
S.G.=0.90tn/m ³		100%(m ³)	98%(m ³)	tn	m	tn-m	m	tn-m
NO1 M.D.O.STOR.T.(S)	38-40	17.537	17.187	15.468	1.100	17.015	30.107	465.695
NO2 M.D.O.STOR.T.(S)	34-38	28.681	28.108	25.297	1.118	28.282	27.922	706.343
NO3 M.D.O.STOR.T.(S)	27-35	27.617	27.064	24.358	1.249	30.423	23.808	579.915
M.D.O. SETT.T (P)	30-32	11.067	10.846	9.761	16.705	163.058	23.700	231.336
M.D.O. SERV.T (P)	27-30	29.975	29.376	26.438	16.691	441.277	21.728	574.445
SUB.TOTAL.		114.878	112.580	101.322	0.747	75.720	17.291	1751.953

MARINE GAS OIL OIL TANKS

COMPARTMENTS	FRAMES	VOLUME	VOLUME	WEIGHT	VCG	MT	LCG	ML
S.G.=0.89tn/m ³		100%(m ³)	98%(m ³)	tn	m	tn-m	m	tn-m
NO1 M.G.O.STOR.T.(P)	34-38	29.953	29.354	26.125	1.180	30.828	27.910	729.149
NO2 M.G.O.STOR.T.(P)	27-35	29.849	29.252	26.034	1.247	32.464	24.010	625.076
SUB.TOTAL.		59.802	58.606	52.159	1.213	63.292	25.963	1354.225

LUB. OIL TANKS

COMPARTMENTS	FRAMES	VOLUME	VOLUME	WEIGHT	VCG	MT	LCG	ML
S.G.=0.90tn/m ³		100%(m ³)	98%(m ³)	tn	m	tn-m	m	tn-m
M/E L.O.SUMP.T.(C)	20-33	24.273	23.788	21.409	1.151	24.642	19.904	426.125
M/E L.O.SETT.T.(S)	25-27+0.	21.227	20.802	18.722	16.327	305.674	19.920	372.942
M/E L.O.STOR.T.(S)	25-27+0.	25.639	25.127	22.614	16.280	368.156	19.900	450.019
CYL.O.STOR.T.(P)	27-29	25.287	24.781	22.303	16.075	358.521	21.300	475.054
L/T CYL.O.STOR.T.(P)	27-29	5.726	5.611	5.050	17.240	87.062	21.300	107.565
G/E L.O.STOR.T(S)	25-27+0.	12.862	12.604	11.344	16.280	184.680	19.900	225.746
G/E.L.O.SETT.T(S)	25-27+0.	12.862	12.604	11.344	16.280	184.680	19.900	225.746
SUB.TOTAL.		127.875	125.318	112.786	13.418	1513.415	20.244	2283.196

FRESH WATER TANKS

COMPARTMENTS	FRAMES	VOLUME	VOLUME	WEIGHT	VCG	MT	LCG	ML
S.G.=1.00tn/m ³		100%(m ³)	98%(m ³)	tn	m	tn-m	m	tn-m
F.W.T(P)	1-11	200.138	196.135	200.138	16.894	3381.131	4.522	905.024
F.W.T(S)	1-11	113.875	111.598	113.875	16.913	1925.968	4.766	542.728
FEED W.T.(S)	1-11	86.255	84.530	86.255	16.868	1454.949	4.200	362.271
SUB.TOTAL		400.268	392.263	400.268	16.894	6762.049	4.522	1810.023

5.1.2. Standard loading for departure

FUEL OIL TANKS

COMPARTMENTS	FRAMES	VOLUME	VOLUME	WEIGHT	VCG	MT	LCG	ML
S.G.=0.98tn/m ³		%	m ³	tn	m	tn-m	m	tn-m
NO1 H.F.O.T.(P)	40-43	98	364.683	357.389	10.993	3928.777	32.220	11515.074
NO1 H.F.O.T.(S)	40-43	98	460.685	451.471	11.593	5233.903	32.110	14496.734
NO2 H.F.O.T.(P)	30-40	98	124.208	121.724	14.074	1713.144	26.463	3221.182
SUB.TOTAL.			949.576	930.584	11.687	10875.824	31.414	29232.990
LOW.SUPL.H.F.O.T.(S)	29-40	98	208.997	204.817	14.349	2938.919	26.664	5461.240
SUB.TOTAL.			1158.572	1135.401	12.167	13814.743	30.557	34694.230

DIESEL OIL TANKS

COMPARTMENTS	FRAMES	VOLUME	VOLUME	WEIGHT	VCG	MT	LCG	ML
S.G.=0.90tn/m ³		%	m ³	tn	m	tn-m	m	tn-m
NO1 M.D.O.STOR.T.(S)	38-40	98	17.187	15.468	1.100	17.015	30.107	465.695
NO2 M.D.O.STOR.T.(S)	34-38	98	28.108	25.297	1.118	28.282	27.922	706.343
NO3 M.D.O.STOR.T.(S)	27-35	98	27.064	24.358	1.249	30.423	23.808	579.915
SUB.TOTAL.			72.359	65.123	1.163	75.720	26.902	1751.953

MARINE GAS OIL TANKS

COMPARTMENTS	FRAMES	VOLUME	VOLUME	WEIGHT	VCG	MT	LCG	ML
S.G.=0.89tn/m ³		%	m ³	tn	m	tn-m	m	tn-m
NO1 M.G.O.STOR.T.(P)	34-38	98	29.354	26.125	1.180	30.828	27.910	729.149
NO2 M.G.O.STOR.T.(P)	27-35	98	29.252	26.034	1.247	32.464	24.010	625.076
SUB.TOTAL.			58.606	52.159	1.213	63.292	25.963	1354.225

LUB. OIL TANKS

COMPARTMENTS	FRAMES	VOLUME	VOLUME	WEIGHT	VCG	MT	LCG	ML
S.G.=0.90tn/m ³		%	m ³	tn	m	tn-m	m	tn-m
M/E L.O.SUMP.T.(C)	20-33	98	23.788	21.409	1.134	24.278	19.998	428.137
SUB.TOTAL.			23.788	21.409	1.134	24.278	19.998	428.137

FRESH WATER TANKS

COMPARTMENTS	FRAMES	VOLUME	VOLUME	WEIGHT	VCG	MT	LCG	ML
S.G.=1.0tn/m ³		%	m ³	tn	m	tn-m	m	tn-m
F.W.T(P)	1-11	100	200.138	200.138	16.894	3381.131	4.522	905.024
F.W.T(S)	1-11	100	113.875	113.875	16.913	1925.968	4.766	542.728
FEED W.T.(S)	1-11	100	86.255	86.255	16.868	1454.949	4.200	362.271
SUB.TOTAL			400.268	400.268	16.894	6762.049	4.522	1810.023

COMPARTMENTS				WEIGHT	VCG	MT	LCG	ML
				tn	m	tn-m	m	tn-m
GALLEY				0.100	23.800	2.380	18.900	1.890
PROVISION STORE				1.160	20.800	24.128	13.300	15.428
VEG.& MEAT				1.170	20.800	24.336	21.300	24.921
SUB.TOTAL.				2.430	20.923	50.844	17.382	42.239

TOTAL				1676.790	12.399	20790.926	23.903	40080.808
-------	--	--	--	----------	--------	-----------	--------	-----------

5.1.3. Standart loading for half condition

FUEL OIL TANKS

COMPARTMENTS	FRAMES	VOLUME	VOLUME	WEIGHT	VCG	MT	LCG	ML
S.G.=0.98tn/m ³		%	m ³	tn	m	tn-m	m	tn-m
NO1 H.F.O.T.(P)	40-43	55	206.342	202.215	10.993	2222.949	32.220	6515.367
NO1 H.F.O.T.(S)	40-43	98	460.685	451.471	11.593	5233.903	32.110	14496.734
NO2 H.F.O.T.(P)	30-40	98	124.208	121.724	14.074	1713.144	26.463	3221.182
SUB.TOTAL.			791.235	775.410	11.826	9169.996	31.252	24233.283
LOW.SUPL.H.F.O.T.(S)	29-40	98	208.997	204.817	14.349	2938.919	26.664	5461.240
SUB.TOTAL.			1000.232	980.227	12.353	12108.916	30.294	29694.524

DIESEL OIL TANKS

COMPARTMENTS	FRAMES	VOLUME	VOLUME	WEIGHT	VCG	MT	LCG	ML
S.G.=0.90tn/m ³		%	m ³	tn	m	tn-m	m	tn-m
NO1 M.D.O.STOR.T.(S)	38-40	98	17.187	15.468	1.100	17.015	30.107	465.695
NO2 M.D.O.STOR.T.(S)	34-38	98	28.108	25.297	1.118	28.282	27.922	706.343
NO3 M.D.O.STOR.T.(S)	27-35	98	27.064	24.358	1.249	30.423	23.808	579.915
SUB.TOTAL.			72.359	65.123	1.163	75.720	26.902	1751.953

MARINE GAS OIL TANKS

COMPARTMENTS	FRAMES	VOLUME	VOLUME	WEIGHT	VCG	MT	LCG	ML
S.G.=0.89tn/m ³		%	m ³	tn	m	tn-m	m	tn-m
NO1 M.G.O.STOR.T.(P)	34-38	98	29.354	26.125	1.180	30.828	27.910	729.149
NO2 M.G.O.STOR.T.(P)	27-35	98	29.252	26.034	1.247	32.464	24.010	625.076
SUB.TOTAL.			58.606	52.159	1.213	63.292	25.963	1354.225

LUB. OIL TANKS

COMPARTMENTS	FRAMES	VOLUME	VOLUME	WEIGHT	VCG	MT	LCG	ML
S.G.=0.90tn/m ³		%	m ³	tn	m	tn-m	m	tn-m
M/E L.O.SUMP.T.(C)	20-33	98	23.788	21.409	1.134	24.278	19.998	428.137
SUB.TOTAL.			23.788	21.409	1.134	24.278	19.998	428.137

FRESH WATER TANKS

COMPARTMENTS	FRAMES	VOLUME	VOLUME	WEIGHT	VCG	MT	LCG	ML
S.G.=1.0tn/m ³		%	(m ³)	tn	m	tn-m	m	tn-m
F.W.T(P)	1-11	100	200.138	200.138	16.894	3381.131	4.522	905.024
F.W.T(S)	1-11	100	113.875	113.875	16.913	1925.968	4.766	542.728
FEED W.T.(S)	1-11	100	86.255	86.255	16.868	1454.949	4.200	362.271
SUB.TOTAL			400.268	400.268	16.894	6762.049	4.522	1810.023

COMPARTMENTS				WEIGHT	VCG	MT	LCG	ML
				tn	m	tn-m	m	tn-m
GALLEY				0.100	23.800	2.380	18.900	1.890
PROVISION STORE				1.160	20.800	24.128	13.300	15.428
VEG.& MEAT				1.170	20.800	24.336	21.300	24.921
SUB.TOTAL.				2.430	20.923	50.844	17.382	42.239

TOTAL				1521.616	12.543	19085.098	23.055	35081.102
-------	--	--	--	----------	--------	-----------	--------	-----------

5.1.4. Standart loading for arrival

FUEL OIL TANKS

COMPARTMENTS	FRAMES	VOLUME	VOLUME	WEIGHT	VCG	MT	LCG	ML
S.G.=0.98tn/m ³		%	m ³	tn	m	tn-m	m	tn-m
NO1 H.F.O.T.(P)	40-43	11	41.268	40.443	3.814	154.250	32.130	1299.434
NO1 H.F.O.T.(S)	40-43	9	41.268	40.443	3.814	154.250	32.130	1299.434
NO2 H.F.O.T.(P)	30-40	9.8	12.420	12.172	9.693	117.983	27.063	329.411
SUB.TOTAL.			94.957	93.058	4.583	426.482	31.467	2928.278
LOW.SUPL.H.F.O.T.(S)	29-40	9.8	20.900	20.482	9.800	200.724	27.216	557.438
SUB.TOTAL.			115.857	113.540	5.524	627.206	30.700	3485.716

DIESEL OIL TANKS

COMPARTMENTS	FRAMES	VOLUME	VOLUME	WEIGHT	VCG	MT	LCG	ML
S.G.=0.90tn/m ³		%	m ³	tn	m	tn-m	m	tn-m
NO1 M.D.O.STOR.T.(S)	38-40	9.8	1.719	1.547	0.160	0.248	30.112	46.583
NO2 M.D.O.STOR.T.(S)	34-38	9.8	2.811	2.530	0.154	0.390	27.791	70.311
NO2 M.D.O.STOR.T.(P)	27-35	9.8	2.707	2.436	0.316	0.770	24.046	58.576
SUB.TOTAL.			7.237	6.513	0.216	1.407	26.942	175.471

MARINE GAS OIL TANKS

COMPARTMENTS	FRAMES	VOLUME	VOLUME	WEIGHT	VCG	MT	LCG	ML
S.G.=0.89tn/m ³		%	m ³	tn	m	tn-m	m	tn-m
NO1 M.G.O.STOR.T.(P)	34-38	9.8	2.936	2.613	0.192	0.502	28.047	73.287
NO2 M.G.O.STOR.T.(P)	27-35	9.8	2.925	2.603	0.308	0.802	24.271	63.177
SUB.TOTAL.			5.861	5.216	0.250	1.303	26.163	136.464

LUB OIL TANKS

COMPARTMENTS	FRAMES	VOLUME	VOLUME	WEIGHT	VCG	MT	LCG	ML
S.G.=0.90tn/m ³		%	m ³	tn	m	tn-m	m	tn-m
M/E L.O.SUMP.T.(C)	20-33	49	11.894	10.705	0.869	9.303	19.978	213.864
SUB.TOTAL.			49	11.894	10.705	0.869	19.978	213.864

FRESH WATER TANKS

COMPARTMENTS	FRAMES	VOLUME	VOLUME	WEIGHT	VCG	MT	LCG	ML
S.G.=1.0tn/m ³		%	m ³	tn	m	tn-m	m	tn-m
F.W.T(P)	1-11	10	20.014	20.014	14.459	289.382	4.586	91.784
F.W.T(S)	1-11	10	11.388	11.388	14.483	164.932	4.927	56.109
FEED W.T.(S)	1-11	10	8.626	8.626	14.431	124.482	4.200	36.229
SUB.TOTAL			40.028	40.028	14.460	578.797	4.600	184.122

COMPARTMENTS				WEIGHT	VCG	MT	LCG	ML
				tn	m	tn-m	m	tn-m
GALLEY				0.100	23.800	2.380	18.900	1.890
PROVISION STORE				0.071	20.800	1.477	13.300	0.944
VEG.& MEAT				0.072	20.800	1.498	21.300	1.534
SUB.TOTAL.				0.243	22.035	5.354	17.975	4.368

TOTAL				176.245	6.941	1223.370	23.830	4200.005
-------	--	--	--	---------	-------	----------	--------	----------

5.1.5 Constants

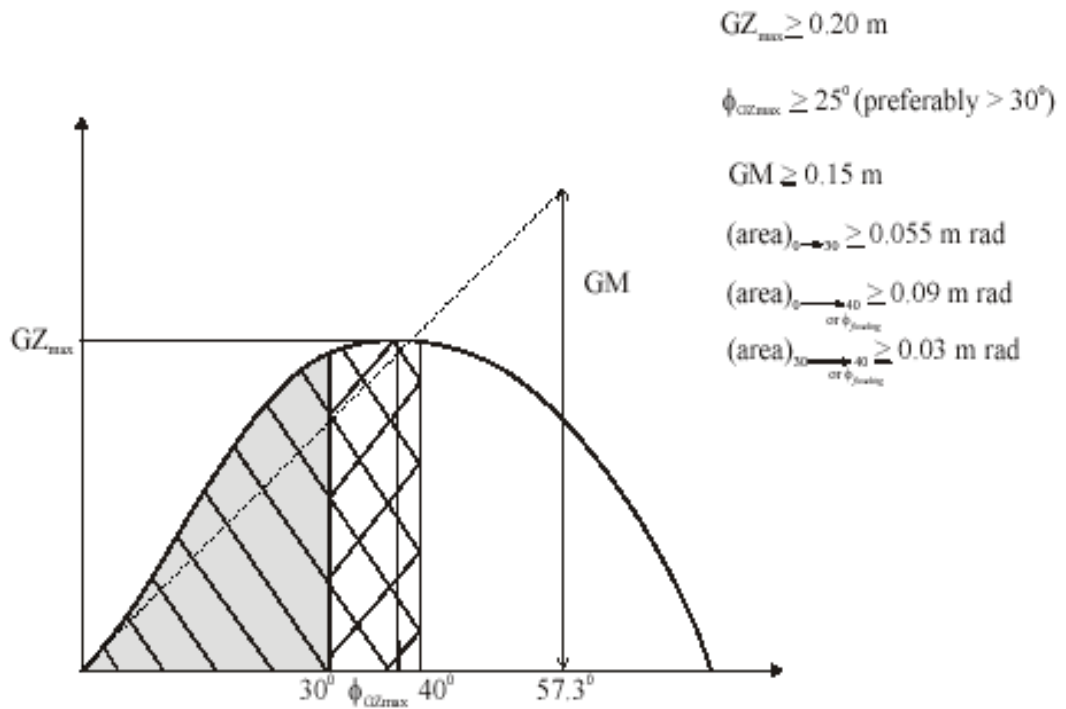
CREW AND EFFECTS		WEIGHT	VCG	MT	LCG	ML
ITEM		tn	m	tn-m	m	tn-m
ON C-DK(8P)		1.200	29.700	35.640	24.600	29.520
ON B-DK(13P)		1.950	26.800	52.260	25.085	48.916
ON A-DK (3P)		0.450	23.800	10.710	28.900	13.005
ON UPPER DK (3P)		0.450	20.800	9.360	28.900	13.005
TOTAL (27P)		4.050	26.659	107.970	25.789	104.446

STORES & SPARES		WEIGHT	VCG	MT	LCG	ML
ITEM		tn	m	tn-m	m	tn-m
STORE		16.393	1.250	20.491	19.900	326.221
DECK STORE		1.500	20.350	30.525	108.280	162.420
C.C.E & SAMPLE .STORE		1.776	20.350	36.142	103.000	182.928
STORE		2.000	20.800	41.600	22.950	45.900
BOSUN STORE		2.000	20.800	41.600	170.220	340.440
BONDED STORE		2.500	20.800	52.000	22.950	57.375
ELEC.STORE		1.500	32.600	48.900	20.500	30.750
S/T GEAR ROOM		3.000	15.160	45.480	-2.450	-7.350
TOTAL		30.669	10.328	316.738	37.128	1138.684

E/R SMALL TANKS		WEIGHT	VCG	MT	LCG	ML
ITEM		tn	m	tn-m	m	tn-m
H.F.O.SERV.T(P)(80%)		35.769	12.400	443.536	32.943	1178.338
H.F.O.SETT.T(P)(80%)		35.769	12.400	443.536	32.943	1178.338
H.F.O.SERV.T(P)(LOW SULF.)(80%)		25.603	13.205	338.088	29.700	760.409
H.F.O.SETT.T(P)(LOW SULF.)(80%)		17.068	13.205	225.383	27.700	472.784
M.D.O.SETT.T.(P)(80%)		7.968	16.196	129.050	23.700	188.842
M.D.O.SERV.T.(P)(80%)		21.581	15.891	342.944	21.728	468.912
M/E L.O.SETT.T.(S)(80%)		15.283	15.911	243.168	19.921	304.453
M/E L.O.STOR.T.(S)(80%)		18.461	15.856	292.718	19.900	367.374
CYL.O.STOR.T.(P)(80%)		18.207	1.250	22.759	21.300	387.809
		195.709	12.678	2481.179	27.118	5307.258

TOTAL		230.428	12.610825	2905.887	28.427047	6550.388
-------	--	---------	-----------	----------	-----------	----------

5.1.6. Γενικά κριτήρια Ευστάθειας [ΙΜΟ.Α.749]



- 1α) $GZ-\phi$ ($0 - 30^\circ$) $> 0,055 \text{ m}\cdot\text{rad}$
- 1β) $GZ-\phi$ ($0 - 40^\circ$ ή θ_f) $> 0,09 \text{ m}\cdot\text{rad}$
- 2) $GZ-\phi$ ($30^\circ - 40^\circ$ ή θ_f) $> 0,03 \text{ m}\cdot\text{rad}$
- 3) $GZ \geq 0,2 \text{ m}$ για γωνία $\geq 30^\circ$
- 4) GZ_{\max} για γωνία $> 30^\circ$ και όχι $< 25^\circ$
- 5) $GM > 0,15 \text{ m}$

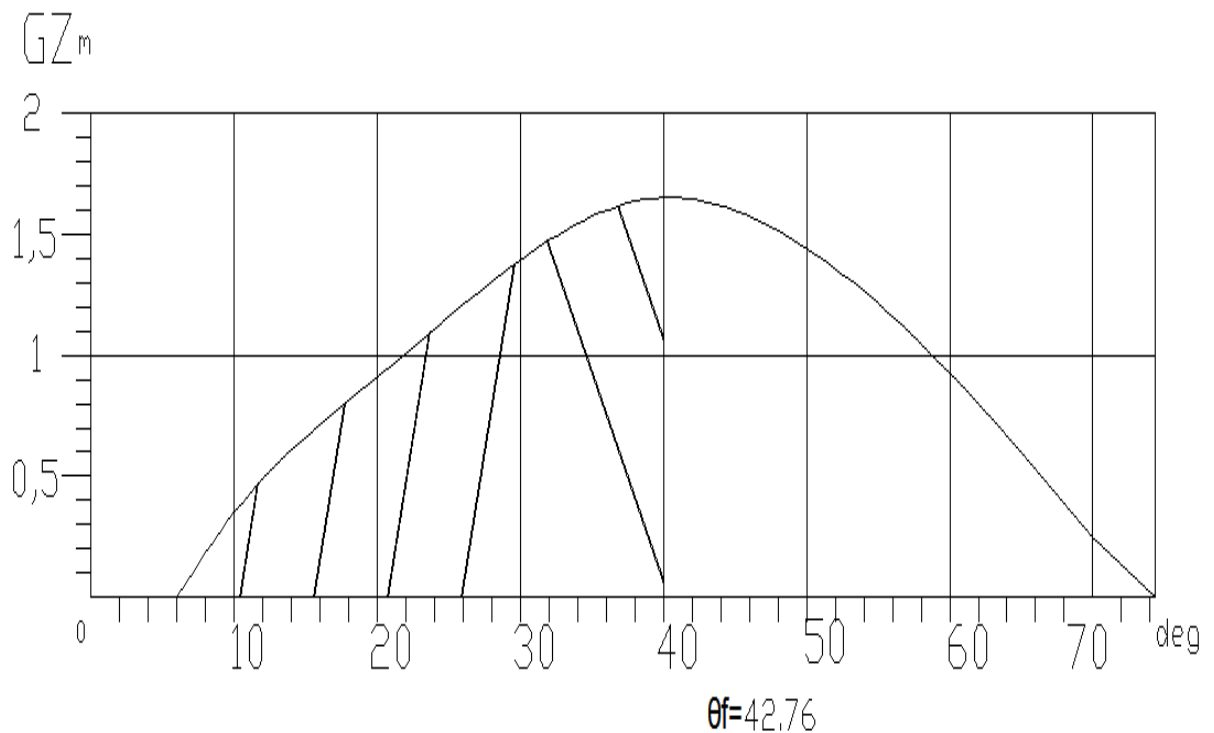
**5.1.7.CONDITION NO .1 DEPARTURE CONDITION
(S.G.=0.7177TONS/M³)/(S.F.=50FT³/LT)**

DEADWEIGHT ITEMS	VOLUME	WEIGHT	VCG	MT	LCG	ML	F.S.M
ITEMS	%	(TON)	(M)	(TONxM)	(M)	(TONxM)	(TONxM)
CONSTANT		230.43	12.61	2905.87	28.43	6550.36	
CONSUMABLES	98	1676.79	12.40	20790.52	23.90	40080.31	
SUB.TOTAL.		1907.22	12.42	23696.39	24.45	46630.68	
CARGO HOLD 1	100	4 550.89	11.61	52 819.16	150.99	687 139.55	
CARGO HOLD 2	100	6 809.99	11.32	77 121.30	130.86	891 128.25	
CARGO HOLD 3	100	6 939.78	11.32	78 542.32	109.85	762 341.44	
CARGO HOLD 4	100	6 939.29	11.32	78 537.00	88.73	615 730.04	
CARGO HOLD 5	100	6 941.23	11.32	78 558.20	67.61	469 303.77	
CARGO HOLD 6	100	7 266.53	11.62	84 417.65	45.61	331 397.46	
CARGO.TOTAL.		39447.72	11.41	449995.64	95.24	3757040.51	
FP TANK	60	684.42	5.51	3771.13	168.49	115316.53	2812
DEADWEIGHT		42039.35	11.36	477463.16	93.22	3918987.72	
LIGHTWEIGHT		10879.87	12.32	133998.73	78.10	849668.93	
DISLACEMENT		52919.22	11.55	611461.89	90.11	4768656.65	

DRAFT EQUIVALENT	11.52	m		TRANS.METACENTER KMT	13.512	m
TRIM BY STERN	0.492	m		VERT.CENTR.GRAV. KG	11.55	m
DRAFT FORWARD	11.264	m		METAC.HEIGHT GM	1.98	m
DRAFT AFT	11.757	m		FREE SURFACE CORR GGo	0.05	m
DRAFT MEAN	11.52	m		CORR.METAC.HEIGHT GoM	1.93	m
LCB	90.689	m		M.T.C.	620.28	tons*m/cm
LCF	83.64	m		T.P.C.	51.35	tons/cm
PROPELLER IMMERSION(Ta/D)%	195.944	%		$\delta Ta = \delta T * La / L$	23.663	cm
La/L=	0.481			$\delta Tf = \delta T * Lf / L$	25.564	cm
Lf/L=	0.519			$\delta T = \Delta * (LCB - LCG) / MCT$	49.227	cm

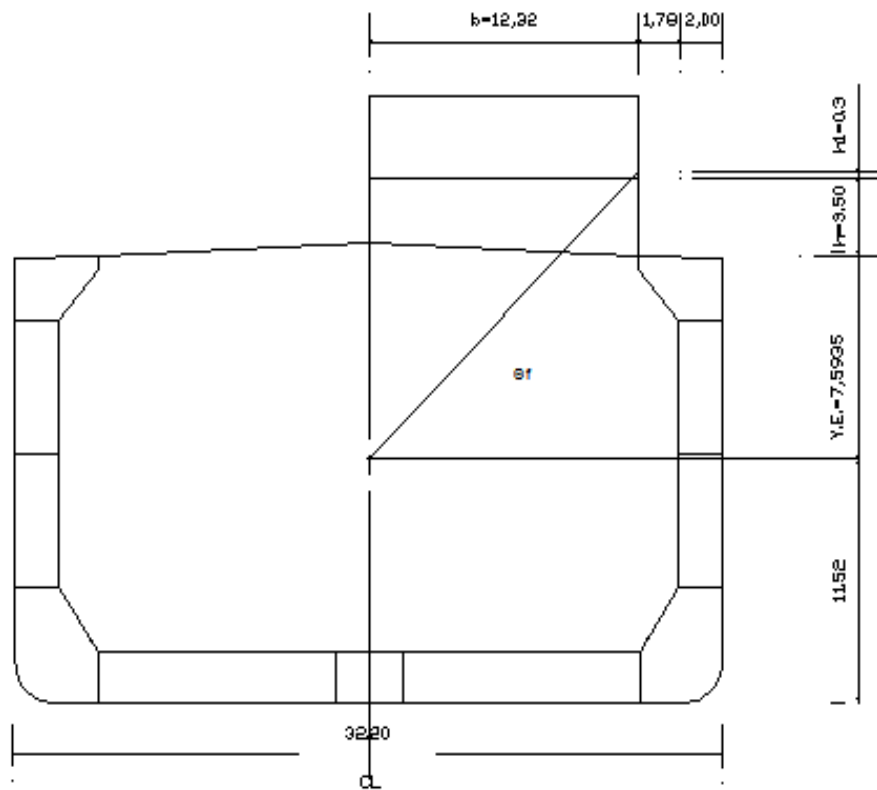
ALLOWABLE HEELING MOMENT:	24985.72	TONS*M
ACTUAL SHIFTING MOMENT:	2641.24	TONS*M

ANGLE (DEG)	SIN ϕ	KN (M)	KG _{CORR} X SING (M)	GZ (M)
5	0.087	1.18	1.621	-0.441
10	0.174	2.364	2.015	0.349
20	0.342	4.764	3.968	0.796
30	0.500	7.186	5.801	1.385
40	0.643	9.098	7.458	1.640
50	0.766	10.317	8.889	1.428
60	0.866	10.964	10.050	0.914
70	0.939	11.14	10.905	0.235



	ACTUAL	IMO.A.749
AREA UNDER CURVE UP TO 30 DEG.	0.2948 >	0.055 M-RAD
AREA UNDER CURVE UP TO 40 DEG.	0.5582 >	0.09 M-RAD
AREA UNDER CURVE 30-40 DEG.	0.2634 >	0.03 M-RAD
GZ AT 30/GREAT THAN 30 DEG.	1.385 >	0.2 METERS
ANGLE AT WHICH MAX.GZ OCCURS	41 >	25 DEG.
METACENTRIC HEIGHT(GoM)	1.93 >	0.15 METERS

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ Θ_F



$$\tan \theta_f = (Y.E. + h + h_1) / (b/2) = (7.5935 + 3.500 + 0.300) / 12.320 = 0.902$$

$$\tan \theta_f = 0.925$$

$$\theta_f = 42.76$$

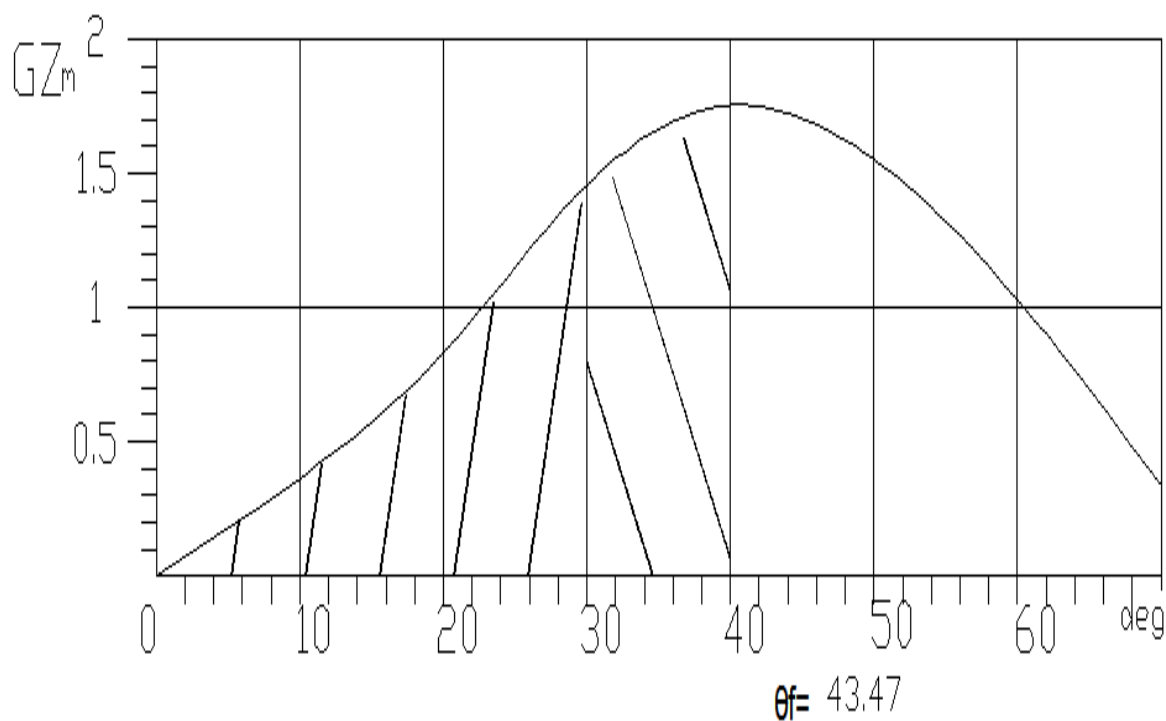
**5.1.8.CONDITION NO .2 ARRIVAL CONDITION
(S.G.=0.7177TONS/M³)/(S.F.=50FT³/LT)**

DEADWEIGHT ITEMS	VOLUME	WEIGHT	VCG	MT	LCG	ML	F.S.M.
ITEMS	100%	(TON)	(M)	(TONxM)	(M)	(TONxM)	(TONxM)
CONSTANT		230.43	12.61	2905.87	28.43	6550.36	
CONSUMABLES		176.25	6.94	1223.32	23.83	4199.74	
SUB.TOTAL.		406.67	10.15	4129.19	26.43	10750.11	
CARGO HOLD 1	100	4 550.89	11.61	52 819.16	150.99	687 139.55	
CARGO HOLD 2	100	6 809.99	11.32	77 121.30	130.86	891 128.25	
CARGO HOLD 3	100	6 939.78	11.32	78 542.32	109.85	762 341.44	
CARGO HOLD 4	100	6 939.29	11.32	78 537.00	88.73	615 730.04	
CARGO HOLD 5	100	6 941.23	11.32	78 558.20	67.61	469 303.77	
CARGO HOLD 6	100	7 266.53	11.62	84 417.65	45.61	331 397.46	
CARGO.TOTAL.		39 447.72	11.41	449995.64	95.24	3757040.51	
FP TANK	60	684.42	5.51	3 771.13	168.49	115 316.53	2812
DEADWEIGHT		40538.81	11.30	457895.96	95.79	3883107.15	
LIGHTWEIGHT		10879.87	12.32	133998.73	78.10	849668.93	
DISLACEMENT		51418.67	11.51	591894.69	92.04	4732776.08	

DRAFT EQUIVALENT		11.23	m	TRANS.METACENTER KMT		13.545	m
TRIM BY BOW		0.968	m	VERT.CENTR.GRAV. KG		11.51	m
DRAFT FORWARD		11.731	m	METAC.HEIGHT GM		2.06	m
DRAFT AFT		10.763	m	FREE SURFACE CORR GGo		0.05	m
DRAFT MEAN		11.23	m	CORR.METAC.HEIGHT GoM		2.00	m
LCB		90.886	m	M.T.C.		614.94	tons*m/cm
LCF		83.914	m	T.P.C.		51.19	tons/cm
PROPELLER IMMERSION (Ta/D)%		179.385	%	$\delta Ta = \delta T * La / L$		46.693	cm
La/L=		0.482		$\delta Tf = \delta T * Lf / L$		50.127	cm
Lf/L=		0.518		$\delta T = \Delta * (LCB - LCG) / MCT$		96.820	cm

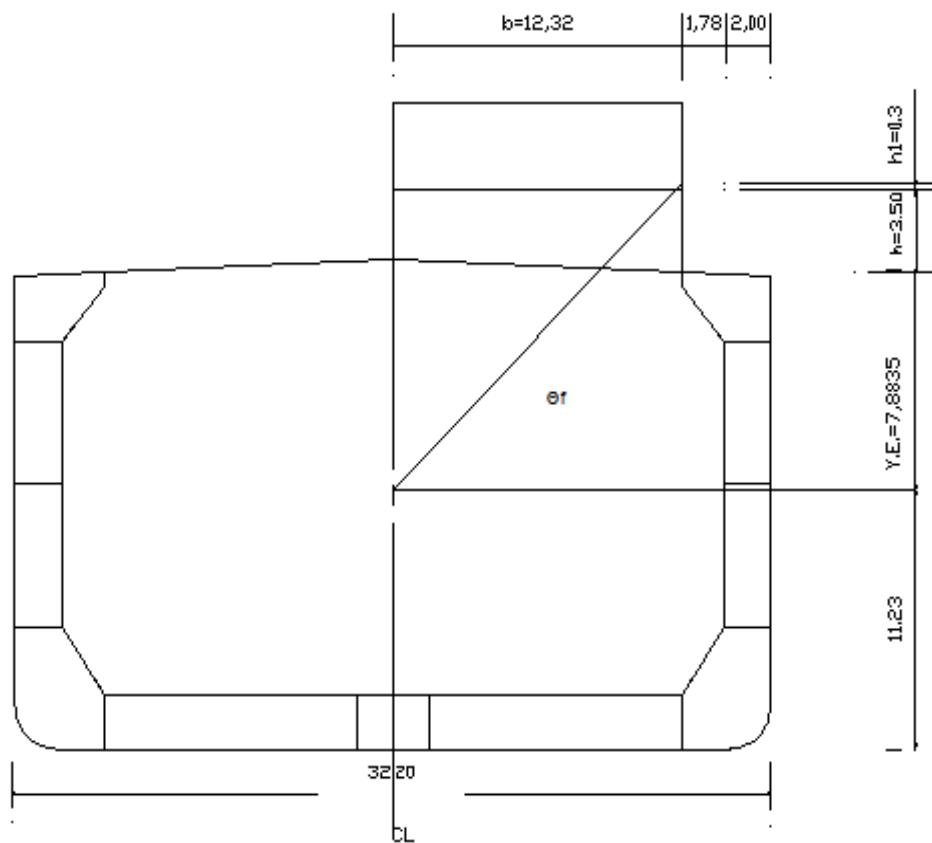
ALLOWABLE HEELING MOMENT:	25158.60	TONS*M
ACTUAL SHIFTING MOMENT:	2641.24	TONS*M

ANGLE (DEG)	SIN ϕ	KN (M)	KG _{CORR} X SIN θ (M)	GZ (M)
5	0.087	1.183	1.008	0.175
10	0.174	2.37	2.007	0.363
20	0.342	4.779	3.954	0.825
30	0.500	7.229	5.780	1.449
40	0.643	9.176	7.431	1.745
50	0.766	10.397	8.857	1.540
60	0.866	11.03	10.013	1.017
70	0.939	11.187	10.866	0.321



	ACTUAL		IMO.A.749	
AREA UNDER CURVE UP TO 30 DEG.	0.380	>	0.055	M-RAD
AREA UNDER CURVE UP TO 40 DEG.	0.659	>	0.09	M-RAD
AREA UNDER CURVE 30-40 DEG.	0.279	>	0.03	M-RAD
GZ AT 30/GREAT THAN 30 DEG.	1.449	>	0.2	METERS
ANGLE AT WHICH MAX.GZ OCCURS	42	>	25	DEG.
METACENTRIC HEIGHT(GoM)	2.00	>	0.15	METERS

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ Θf



$$\tan \theta_f = (Y.E. + h + h_1) / (b/2) = (7,8835 + 3,500 + 0,300) / 12,320 = 0,948$$

$$\tan \theta_f = 0,948$$

$$\theta_f = 43,47$$

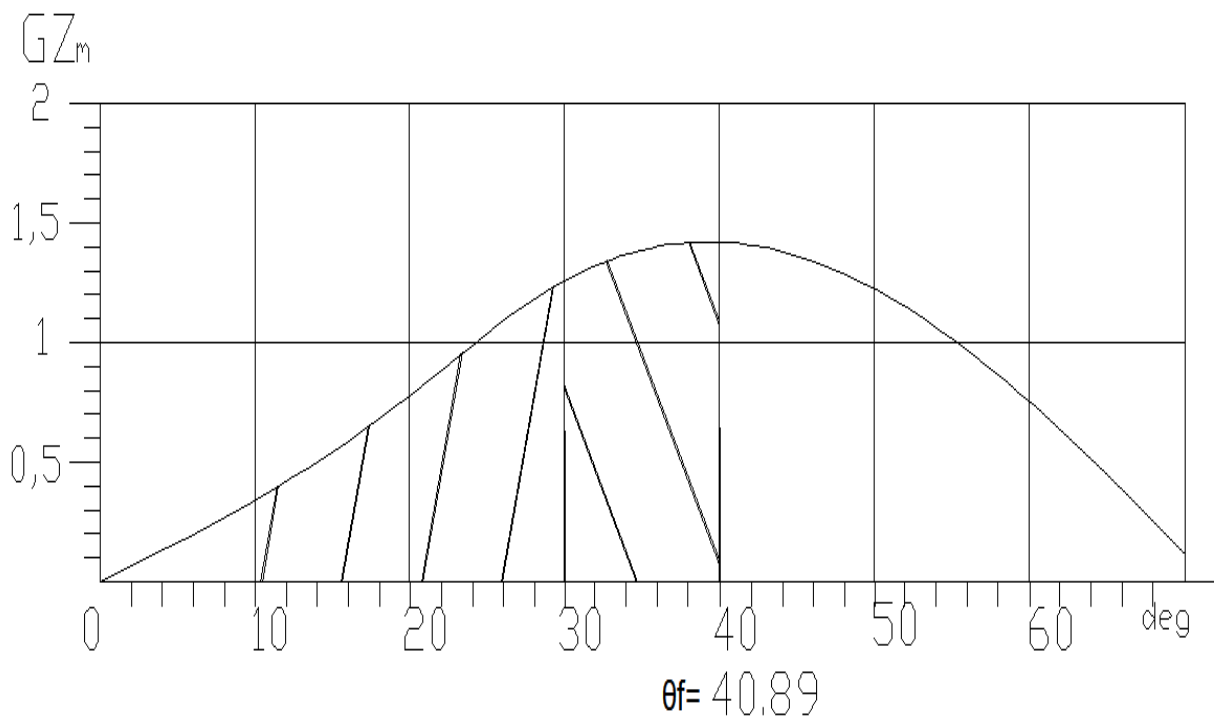
**5.1.9.CONDITION NO .3 DEPARTURE CONDITION
(S.G.=0.7974TONS/M³)/(S.F.=45FT³/LT)**

DEADWEIGHT ITEMS	VOLUME	WEIGHT	VCG	MT	LCG	ML
ITEMS	%	(TON)	(M)	(TONxM)	(M)	(TONxM)
CONSTANT		230.43	12.61	2905.87	28.43	6550.36
CONSUMABLES	98	1676.79	12.40	20790.52	23.90	40080.31
SUB.TOTAL.		1907.22	12.42	23696.39	24.45	46630.68
CARGO HOLD 1	100	5 056.43	11.61	58 686.55	150.99	763 470.12
CARGO HOLD 2	100	7 566.48	11.32	85 688.28	130.86	990 118.81
CARGO HOLD 3	100	7 710.68	11.32	87 267.16	109.85	847 025.78
CARGO HOLD 4	100	7 710.14	11.32	87 261.25	88.73	684 128.12
CARGO HOLD 5	100	7 712.30	11.32	87 284.80	67.61	521 436.15
CARGO HOLD 6	100	8 073.73	11.62	93 795.14	45.61	368 210.60
CARGO.TOTAL.		43829.75	11.41	499983.20	95.24	4174389.58
DEADWEIGHT		45736.97	11.45	523679.58	92.29	4221020.26
LIGHTWEIGHT		10879.87	12.32	133998.73	78.10	849668.93
DISLACEMENT		56616.84	11.62	657678.32	89.56	5070689.19

DRAFT EQUIVALENT	12.24	m		TRANS.METACENTER KMT	13.472	m
TRIM BY STERN	0.580	m		VERT.CENTR.GRAV. KG	11.62	m
DRAFT FORWARD	11.937	m		METAC.HEIGHT GM	1.88	m
DRAFT AFT	12.517	m		FREE SURFACE CORR GGo	0.00	m
DRAFT MEAN	12.24	m		CORR.METAC.HEIGHT GoM	1.88	m
LCB	90.208	m		M.T.C.	631.2	tons*m/cm
LCF	83.158	m		T.P.C.	51.68	tons/cm
PROPELLER IMMERSION(Ta/D)%	208.619	%		$\delta Ta = \delta T * La / L$	27.714	cm
La/L=	0.478			$\delta Tf = \delta T * Lf / L$	30.275	cm
Lf/L=	0.522			$\delta T = \Delta * (LCB - LCG) / MCT$	57.988	cm

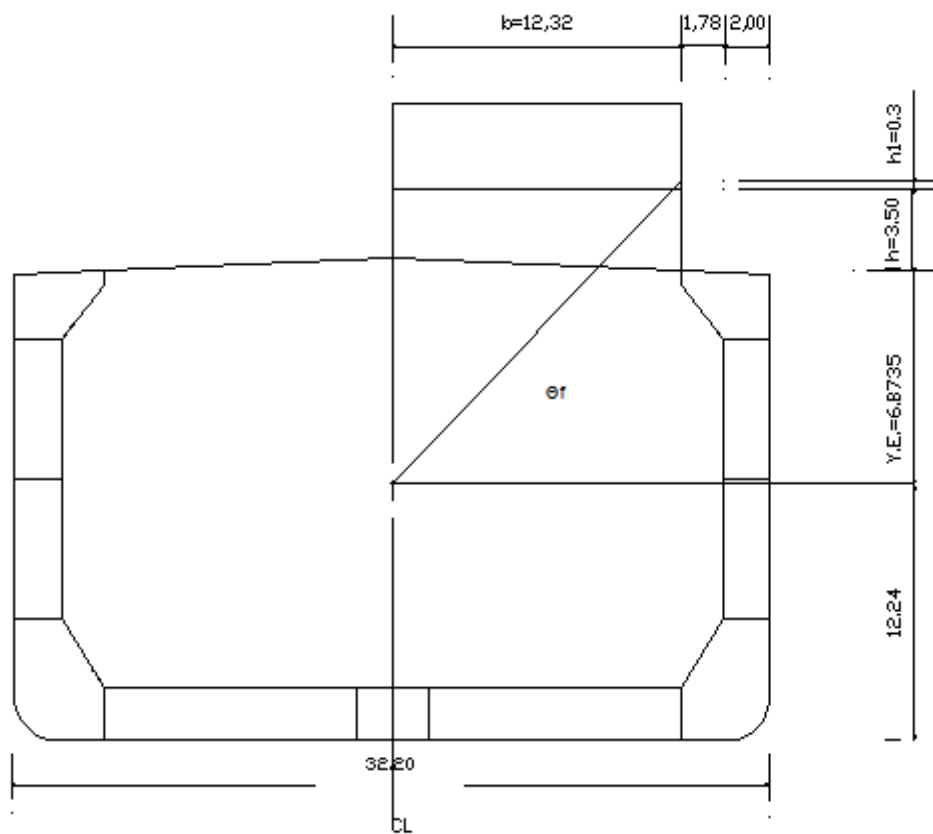
ALLOWABLE HEELING MOMENT:	25265.14	TONS*M
ACTUAL SHIFTING MOMENT:	2641.24	TONS*M

ANGLE (DEG)	SIN ϕ	KN (M)	KG _{CORR} XSIN θ (M)	GZ (M)
5	0.087	1.176	1.012	0.164
10	0.174	2.356	2.016	0.340
20	0.342	4.747	3.971	0.776
30	0.500	7.06	5.805	1.255
40	0.643	8.875	7.464	1.411
50	0.766	10.106	8.895	1.211
60	0.866	10.791	10.057	0.734
70	0.939	11.018	10.913	0.105



	ACTUAL		IMO.A.749
AREA UNDER CURVE UP TO 30 DEG.	0.3330	>	0.055 M-RAD
AREA UNDER CURVE UP TO 40 DEG.	0.5687	>	0.09 M-RAD
AREA UNDER CURVE 30-40 DEG.	0.2357	>	0.03 M-RAD
GZ AT 30/GREAT THAN 30 DEG.	1.255	>	0.2 METERS
ANGLE AT WHICH MAX.GZ OCCURS	39	>	25 DEG.
METACENTRIC HEIGHT(GoM)	1.88	>	0.15 METERS

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ Θf



$$\tan \theta_f = (Y.E. + h + h_1) / (b/2) = (6.8735 + 3.500 + 0.300) / 12.320 = 0.866$$

$$\tan \theta_f = 0.866$$

$$\theta_f = 40.89$$

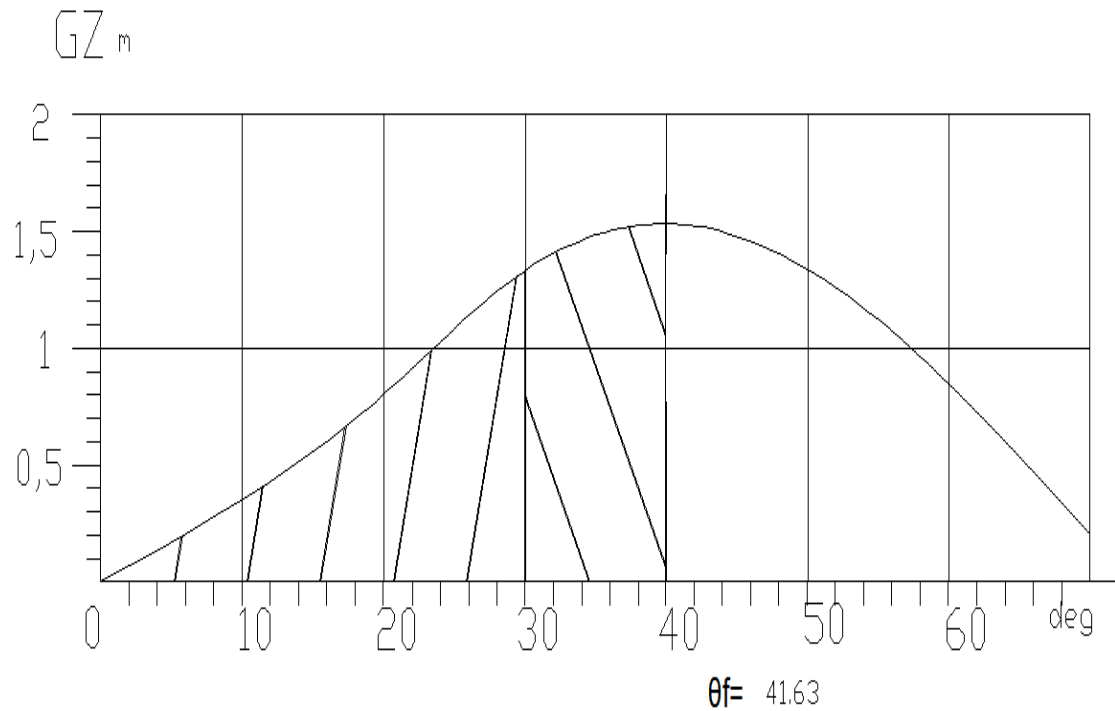
5.1.10 CONDITION NO .4 ARRIVAL CONDITION
(S.G.=0.7974TONS/M³)/(S.F.=45FT³/LT)

DEADWEIGHT ITEMS	VOLUME	WEIGHT	VCG	MT	LCG	ML	F.S.M
ITEMS	100%	(TON)	(M)	(TONxM)	(M)	(TONxM)	(TONxM)
CONSTANT		230.43	12.61	2905.87	28.43	6550.36	
CONSUMABLES		176.25	6.94	1223.32	23.83	4199.74	
SUB.TOTAL.		406.67	10.15	4129.19	26.43	10750.11	
CARGO HOLD 1	100	5 056.43	11.61	58 686.55	150.99	763 470.12	
CARGO HOLD 2	100	7 566.48	11.32	85 688.28	130.86	990 118.81	
CARGO HOLD 3	100	7 710.68	11.32	87 267.16	109.85	847 025.78	
CARGO HOLD 4	100	7 710.14	11.32	87 261.25	88.73	684 128.12	
CARGO HOLD 5	100	7 712.30	11.32	87 284.80	67.61	521 436.15	
CARGO HOLD 6	100	8 073.73	11.62	93 795.14	45.61	368 210.60	
CARGO.TOTAL.		43 829.75	11.41	499983.20	95.24	4174389.58	
DEADWEIGHT		44236.42	11.40	504112.38	94.61	4185139.69	
LIGHTWEIGHT		10879.87	12.32	133998.73	78.10	849668.93	
DISLACEMENT		55116.29	11.58	638111.11	91.35	5034808.62	

DRAFT EQUIVALENT		11.96	m	TRANS.METACENTER KMT		13.482	m
TRIM BY BOW		0.840	m	VERT.CENTR.GRAV. KG		11.58	m
DRAFT FORWARD		12.398	m	METAC.HEIGHT GM		1.93	m
DRAFT AFT		11.558	m	FREE SURFACE CORR GGo		0.00	m
DRAFT MEAN		11.96	m	CORR.METAC.HEIGHT GoM		1.93	m
LCB		90.393	m	M.T.C.		627.27	tons*m/cm
LCF		83.319	m	T.P.C.		51.56	tons/cm
PROPELLER IMMERSION(Ta/D)%		192.631	%	$\delta Ta = \delta T * La / L$		40.216	cm
La/L=		0.479		$\delta Tf = \delta T * Lf / L$		43.770	cm
Lf/L=		0.521		$\delta T = \Delta * (LCB - LCG) / MCT$		83.986	cm

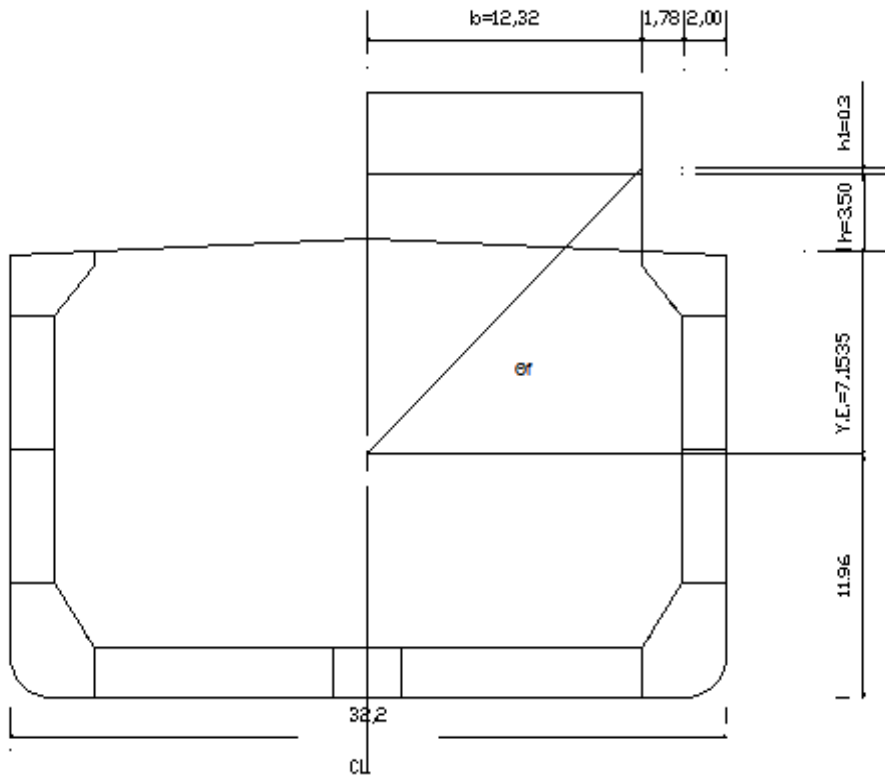
ALLOWABLE HEELING MOMENT:	25329.17	TONS*M
ACTUAL SHIFTING MOMENT:	2641.24	TONS*M

ANGLE (DEG)	SIN ϕ	KN (M)	KG _{CORR} X SIN θ (M)	GZ (M)
5	0.087	1.178	1.009	0.169
10	0.174	2.36	2.009	0.351
20	0.342	4.752	3.958	0.794
30	0.500	7.111	5.786	1.325
40	0.643	8.964	7.439	1.525
50	0.766	10.195	8.866	1.329
60	0.866	10.862	10.023	0.839
70	0.939	11.067	10.877	0.190



	ACTUAL		IMO.A.749	
AREA UNDER CURVE UP TO 30 DEG.	0.349	>	0.055	M-RAD
AREA UNDER CURVE UP TO 40 DEG.	0.599	>	0.09	M-RAD
AREA UNDER CURVE 30-40 DEG.	0.250	>	0.03	M-RAD
GZ AT 30/GREAT THAN 30 DEG.	1.325	>	0.2	METERS
ANGLE AT WHICH MAX.GZ OCCURS	39	>	25	DEG.
METACENTRIC HEIGHT(GoM)	1.93	>	0.15	METERS

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ Θf



$$\tan \theta_f = (Y.E. + h + h_1) / (b/2) = (7,1535 + 3,500 + 0,300) / 12,320 = 0,889$$

$$\tan \theta_f = 0,889$$

$$\theta_f = 41,63$$

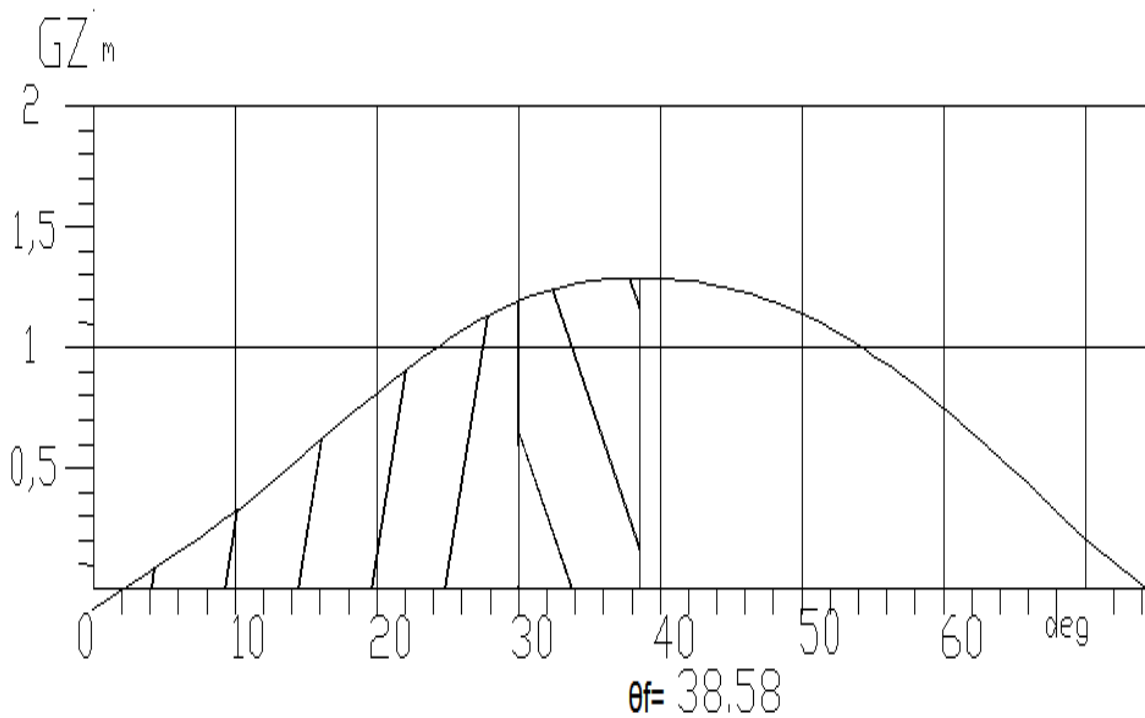
**5.1.11 CONDITION NO .5 HOMOGENEOUS DEPARTURE CONDITION
(S.G.=0.87670TONS/M³)/(S.F.=42.9FT³/LT)**

DEADWEIGHT ITEMS	VOLUME	WEIGHT	VCG	MT	LCG	ML
ITEMS	%	(TON)	(M)	(TONxM)	(M)	(TONxM)
CONSTANT		230.43	12.61	2905.87	28.43	6550.36
CONSUMABLES	98	1676.79	12.40	20790.52	23.90	40080.31
SUB.TOTAL.		1907.22	12.42	23696.39	24.45	46630.68
CARGO HOLD 1	100	5 558.85	11.61	64 517.87	150.99	839 331.32
CARGO HOLD 2	100	8 318.31	11.32	94 202.59	130.86	1 088 500.65
CARGO HOLD 3	100	8 476.84	11.32	95 938.35	109.85	931 189.36
CARGO HOLD 4	100	8 476.24	11.32	95 931.85	88.73	752 105.60
CARGO HOLD 5	100	8 478.62	11.32	95 957.74	67.61	573 247.96
CARGO HOLD 6	100	8 875.97	11.62	103 114.97	45.61	404 797.35
CARGO.TOTAL.		48184.83	11.41	549663.36	95.24	4589172.25
DEADWEIGHT		50092.05	11.45	573359.75	92.55	4635802.93
LIGHTWEIGHT		10879.87	12.32	133998.73	78.10	849668.93
DISLACEMENT		60971.92	11.60	707358.48	89.97	5485471.86

DRAFT EQUIVALENT	13.075	m		TRANS.METACENTER KMT	13.474	m
TRIM BY BOW	0.261	m		VERT.CENTR.GRAV. KG	11.60	m
DRAFT FORWARD	13.212	m		METAC.HEIGHT GM	1.89	m
DRAFT AFT	12.951	m		FREE SURFACE CORR GGo	0	m
DRAFT MEAN	13.075	m		CORR.METAC.HEIGHT GoM	1.89	m
LCB	89.692	m		M.T.C.	642.322	tons*m/cm
LCF	82.776	m		T.P.C.	52.01	tons/cm
PROPELLER IMMERSION(Ta/D)%	215.846	%		$\delta Ta = \delta T * La / L$	12.427	cm
La/L=	0.476			$\delta Tf = \delta T * Lf / L$	13.695	cm
Lf/L=	0.524			$\delta T = \Delta * (LCB - LCG) / MCT$	26.121	cm

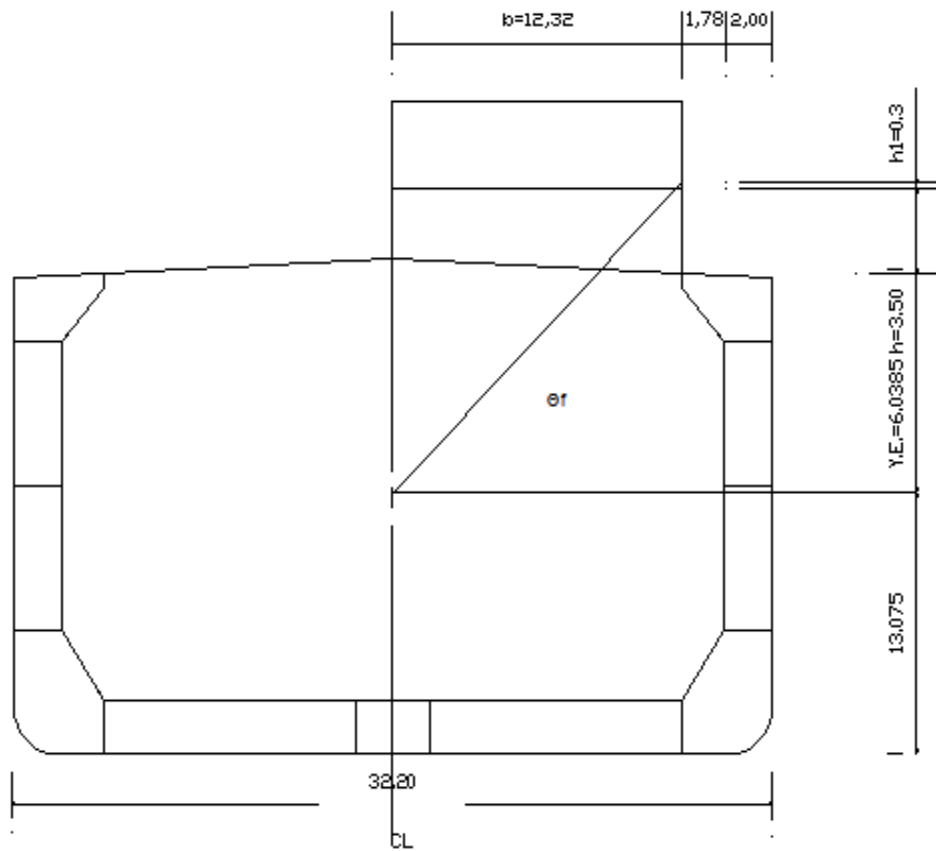
ALLOWABLE HEELING MOMENT:	24798.96	TONS*M
ACTUAL SHIFTING MOMENT:	2641.24	TONS*M

ANGLE (DEG)	SIN ϕ	KN (M)	KG _{CORR} X SIN θ (M)	GZ (M)
5	0.087	1.176	1.011	0.165
10	0.174	2.356	2.014	0.342
20	0.342	4.741	3.966	0.775
30	0.500	6.903	5.798	1.105
40	0.643	8.605	7.454	1.151
50	0.766	9.846	8.884	0.962
60	0.866	10.58	10.044	0.536
70	0.939	10.869	10.899	-0.030



	ACTUAL		IMO.A.749
AREA UNDER CURVE UP TO 30 DEG.	0.2903	>	0.055 M-RAD
AREA UNDER CURVE UP TO 40 DEG.	0.4755	>	0.09 M-RAD
AREA UNDER CURVE 30-40 DEG.	0.1853	>	0.03 M-RAD
GZ AT 30/GREAT THAN 30 DEG.	1.111	>	0.2 METERS
ANGLE AT WHICH MAX.GZ OCCURS	38	>	25 DEG.
METACENTRIC HEIGHT(GoM)	1.89	>	0.15 METERS

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ Θf



$$\tan \theta_f = (Y.E. + h + h_1) / (b/2) = (6.0385 + 3.500 + 0.300) / 12.320 = 0.798$$

$$\tan \theta_f = 0.798$$

$$\theta_f = 38.58$$

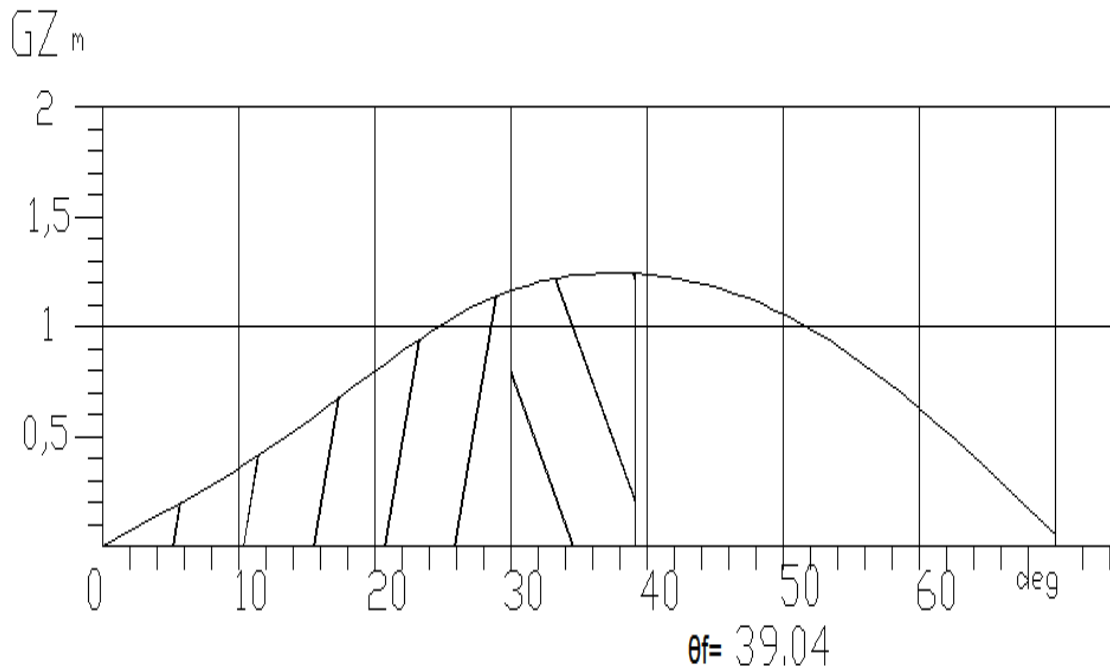
**5.1.12 CONDITION NO .6 HOMOGENEOUS HALF ARRIVAL CONDITION
(S.G.=0.8767 TONS/M³)/(S.F.=42.9FT³/LT)**

DEADWEIGHT ITEMS	VOLUME	WEIGHT	VCG	MT	LCG	ML
ITEMS	%	(TON)	(M)	(TONxM)	(M)	(TONxM)
CONSTANT		230.43	12.61	2905.87	28.43	6550.36
CONSUMABLES	50%	890.00	9.60	8546.00	24.34	21660.98
SUB.TOTAL.		1120.43	10.22	11451.87	25.18	28211.34
S.G.=0.8767 tons/m ³						
CARGO HOLD 1	100	5 558.85	11.61	64 517.87	150.99	839 331.32
CARGO HOLD 2	100	8 318.31	11.32	94 202.59	130.86	1 088 500.65
CARGO HOLD 3	100	8 476.84	11.32	95 938.35	109.85	931 189.36
CARGO HOLD 4	100	8 476.24	11.32	95 931.85	88.73	752 105.60
CARGO HOLD 5	100	8 478.62	11.32	95 957.74	67.61	573 247.96
CARGO HOLD 6	100	8 875.97	11.62	103 114.97	45.61	404 797.35
TOTAL		48 184.83	11.41	549 663.36	95.24	4 589 172.25
DEADWEIGHT		49305.26	11.38	561115.23	93.65	4617383.59
LIGHTWEIGHT		10879.87	12.32	133998.73	78.10	849668.93
DISLACEMENT		60185.13	11.55	695113.96	90.84	5467052.52

DRAFT EQUIVALENT		12.92	m	TRANS.METACENTER KMT		13.468	m
TRIM BY BOW		0.987	m	VERT.CENTR.GRAV. KG		11.55	m
DRAFT FORWARD		13.437	m	METAC.HEIGHT GM		1.94	m
DRAFT AFT		12.450	m	FREE SURFACE CORR GGo		0	m
DRAFT MEAN		12.92	m	CORR.METAC.HEIGHT GoM		1.94	m
LCB		89.787	m	M.T.C.		640.37	tons*m/cm
LCF		82.828	m	T.P.C.		51.95	tons/cm
PROPELLER IMMERSION(Ta/D)%		207.502	%	$\delta T_a = \delta T * L_a / L$		46.988	cm
La/L=		0.476		$\delta T_f = \delta T * L_f / L$		51.721	cm
Lf/L=		0.524		$\delta T = \Delta * (LCB - LCG) / MCT$		98.709	cm

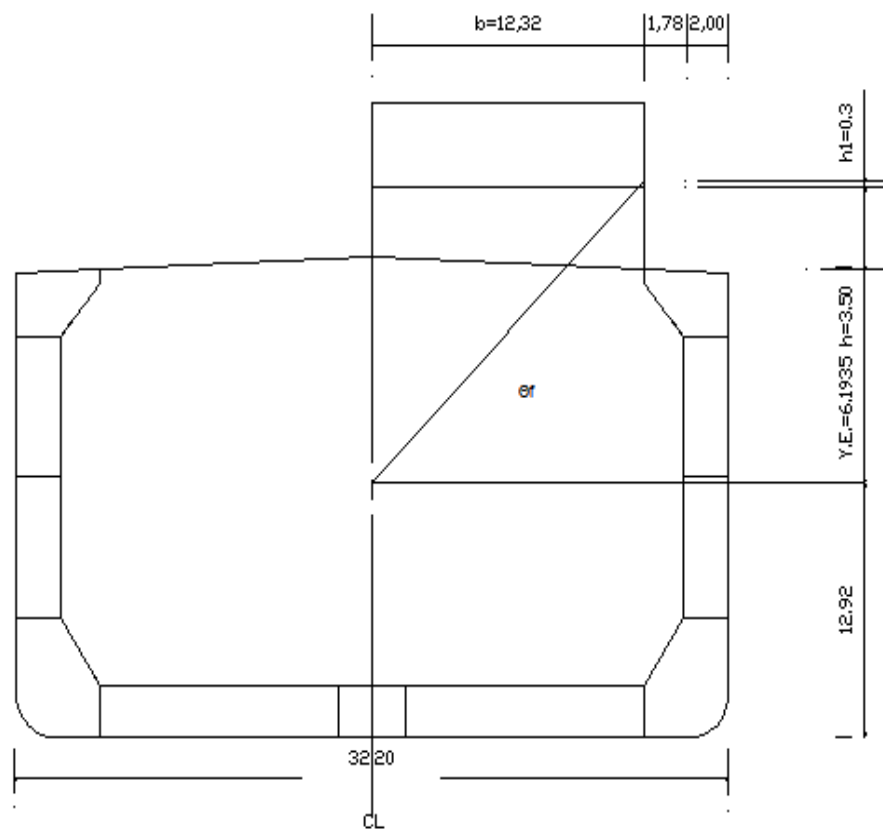
ALLOWABLE HEELING MOMENT:	27904.00	TONS*M
ACTUAL SHIFTING MOMENT:	2641.24	TONS*M

ANGLE (DEG)	SIN ϕ	KN (M)	KG _{CORR} X SIN θ (M)	GZ (M)
5	0.087	1.176	1.006	0.170
10	0.174	2.356	2.005	0.351
20	0.342	4.742	3.948	0.794
30	0.500	6.93	5.772	1.158
40	0.643	8.651	7.421	1.230
50	0.766	9.892	8.844	1.048
60	0.866	10.618	9.999	0.619
70	0.939	10.896	10.851	0.045



	ACTUAL		IMO.A.749	
AREA UNDER CURVE UP TO 30 DEG.	0.305	>	0.055	M-RAD
AREA UNDER CURVE UP TO 40 DEG.	0.496	>	0.09	M-RAD
AREA UNDER CURVE 30-40 DEG.	0.191	>	0.03	M-RAD
GZ AT 30/GREAT THAN 30 DEG.	1.163	>	0.2	METERS
ANGLE AT WHICH MAX.GZ OCCURS	39	>	25	DEG.
METACENTRIC HEIGHT(GoM)	1.94	>	0.15	METERS

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ Θf



$$\tan\theta_f = (Y.E. + h + h_1) / (b/2) = (6.1935 + 3.500 + 0.300) / 12.320 = 0.811$$

$$\tan\theta_f = 0.811$$

$$\theta_f = 39.04$$

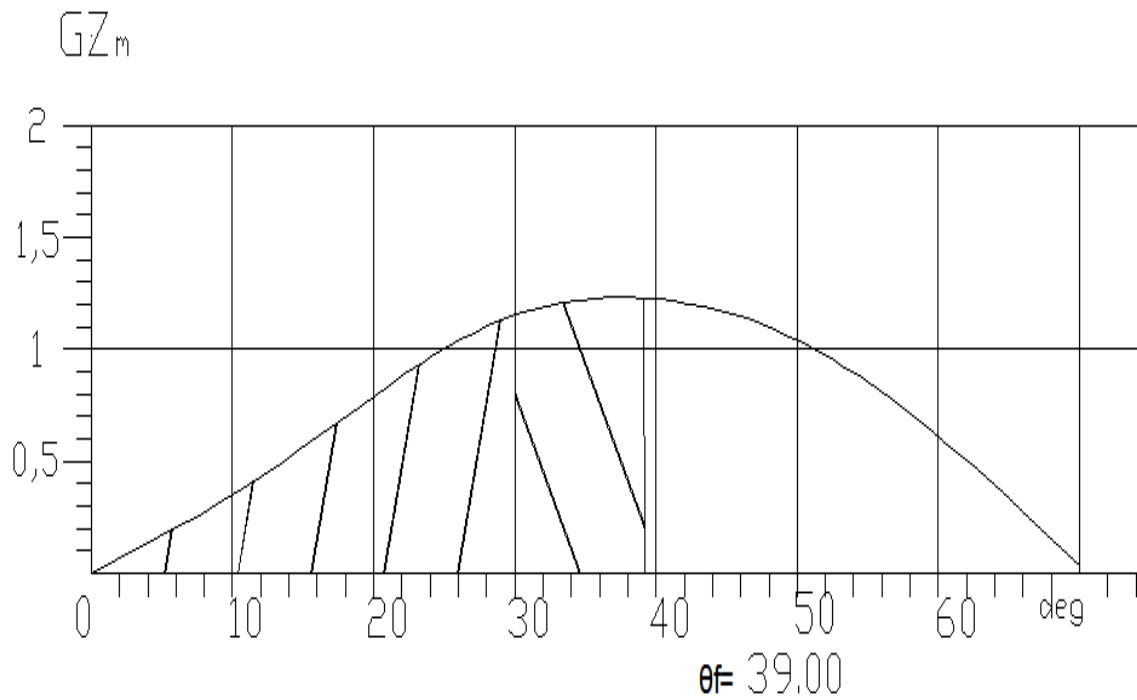
**5.1.13.CONDITION NO .7 HOMOGENEOUS ARRIVAL CONDITION
(S.G.=0.8767 TONS/M³)/(S.F.=42.9FT³/LT)**

DEADWEIGHT ITEMS	VOLUME	WEIGHT	VCG	MT	LCG	ML
ITEMS	100%	(TON)	(M)	(TONxM)	(M)	(TONxM)
CONSTANT		230.43	12.61	2905.87	28.43	6550.36
CONSUMABLES		176.25	6.94	1223.32	23.83	4199.74
SUB.TOTAL.		406.67	10.15	4129.19	26.43	10750.11
CARGO HOLD 1	100	5 558.85	11.61	64 517.87	150.99	839 331.32
CARGO HOLD 2	100	8 318.31	11.32	94 202.59	130.86	1 088 500.65
CARGO HOLD 3	100	8 476.84	11.32	95 938.35	109.85	931 189.36
CARGO HOLD 4	100	8 476.24	11.32	95 931.85	88.73	752 105.60
CARGO HOLD 5	100	8 478.62	11.32	95 957.74	67.61	573 247.96
CARGO HOLD 6	100	8 875.97	11.62	103 114.97	45.61	404 797.35
SUB.TOTAL.		48 184.83	11.41	549663.36	95.24	4589172.25
A.P.		726.17	11.93	8 660.98	2.94	2 137.11
DEADWEIGHT		49317.67	11.40	562453.53	93.31	4602059.46
LIGHTWEIGHT		10879.87	12.32	133998.73	78.10	849668.93
DISLACEMENT		60197.54	11.57	696452.26	90.56	5451728.40

DRAFT EQUIVALENT	12.93	m	TRANS.METACENTER KMT	13.468	m
TRIM BY BOW	0.736	m	VERT.CENTR.GRAV. KG	11.57	m
DRAFT FORWARD	13.316	m	METAC.HEIGHT GM	1.92	m
DRAFT AFT	12.580	m	FREE SURFACE CORR GGo	0	m
DRAFT MEAN	12.93	m	CORR.METAC.HEIGHT GoM	1.92	m
LCB	89.781	m	M.T.C.	640.5	tons*m/cm
LCF	82.825	m	T.P.C.	51.96	tons/cm
PROPELLER IMMERSION (Ta/D)%	209.662	%	$\delta T_a = \delta T * L_a / L$	35.028	cm
La/L=	0.476		$\delta T_f = \delta T * L_f / L$	38.560	cm
Lf/L=	0.524		$\delta T = \Delta * (LCB - LCG) / MCT$	73.588	cm

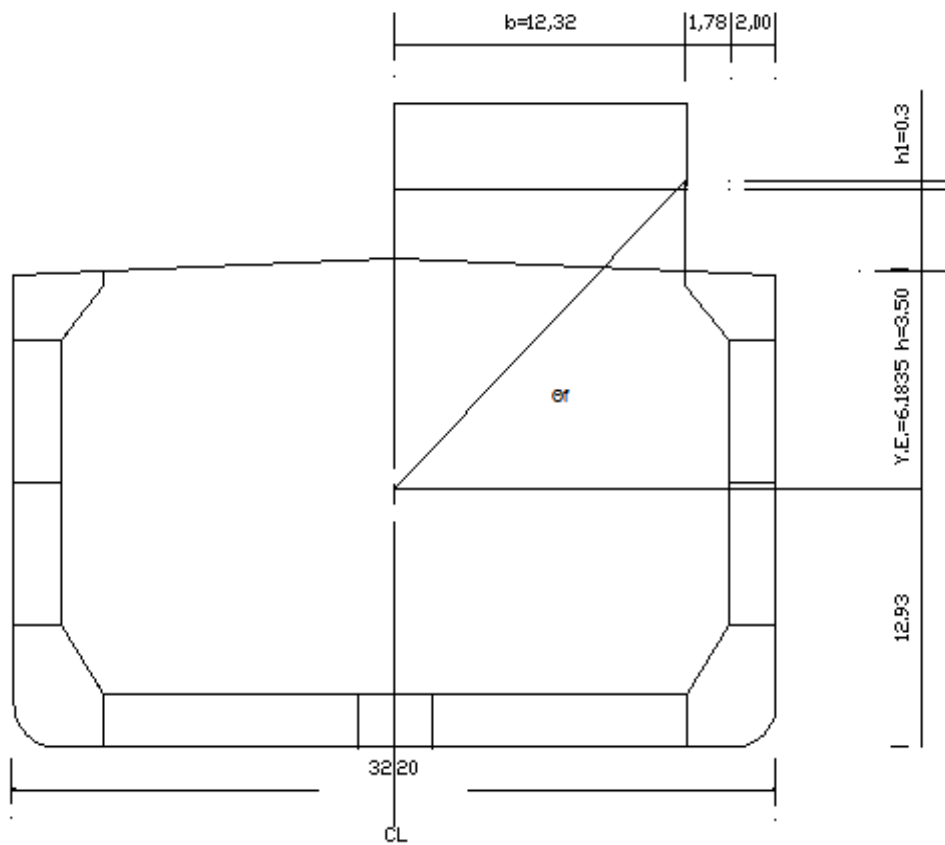
ALLOWABLE HEELING MOMENT:	27464.00	TONS*M
ACTUAL SHIFTING MOMENT:	2641.24	TONS*M

ANGLE (DEG)	SIN ϕ	KN (M)	KG _{CORR} X SIN θ (M)	GZ (M)
5	0.087	1.176	1.008	0.168
10	0.174	2.356	2.008	0.348
20	0.342	4.742	3.955	0.787
30	0.500	6.93	5.782	1.148
40	0.643	8.651	7.434	1.217
50	0.766	9.892	8.859	1.033
60	0.866	10.618	10.016	0.602
70	0.939	10.896	10.869	0.027



	ACTUAL		IMO.A.749
AREA UNDER CURVE UP TO 30 DEG.	0.302 >	0.055	M-RAD
AREA UNDER CURVE UP TO 40 DEG.	0.491 >	0.09	M-RAD
AREA UNDER CURVE 30-40 DEG.	0.189 >	0.03	M-RAD
GZ AT 30/GREAT THAN 30 DEG.	1.154 >	0.2	METERS
ANGLE AT WHICH MAX.GZ OCCURS	39 >	25	DEG.
METACENTRIC HEIGHT(GoM)	1.92 >	0.15	METERS

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ Θf



$$\tan\Theta_f = (Y.E. + h + h_1) / (b/2) = (6.1835 + 3.500 + 0.300) / 12.320 = 0.810$$

$$\tan\Theta_f = 0.810$$

$$\Theta_f = 39.00$$

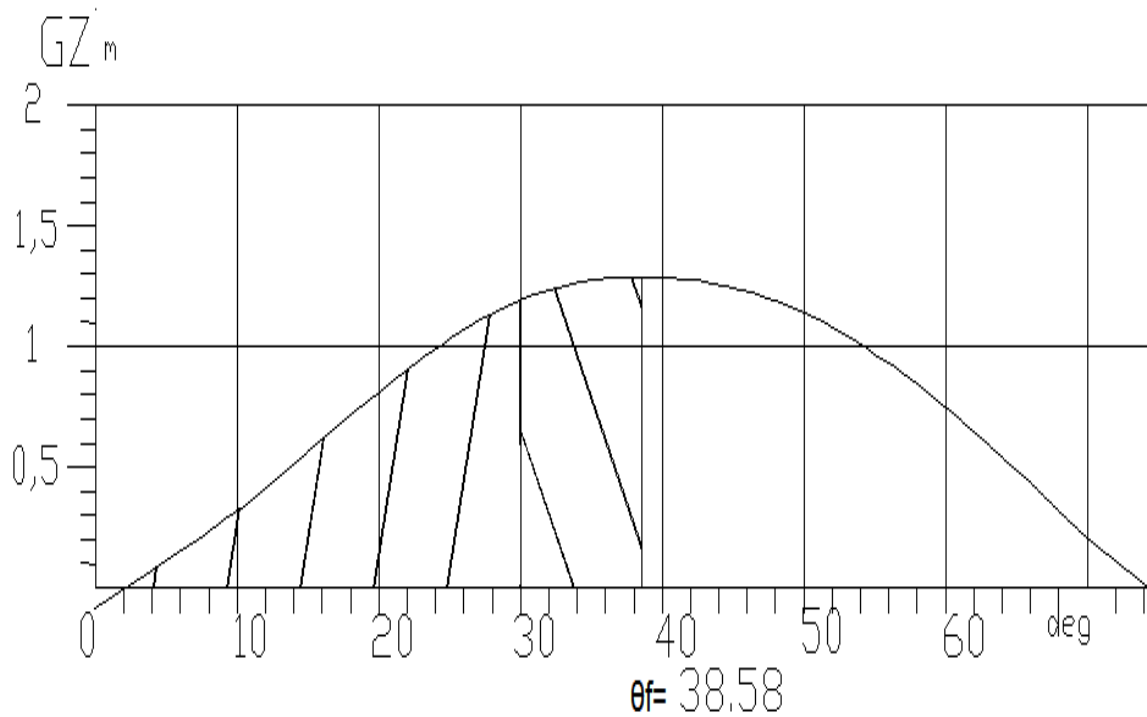
**5.1.14 CONDITION NO .8 DEPARTURE CONDITION (S.G.=0.8971
TONS/M³)/(S.F.=40FT³/LT)**

DEADWEIGHT ITEMS	VOLUME	WEIGHT	VCG	MT	LCG	ML
ITEMS	%	(TON)	(M)	(TONxM)	(M)	(TONxM)
CONSTANT		230.43	12.61	2905.87	28.43	6550.36
CONSUMABLES	98	1676.79	12.40	20790.52	23.90	40080.31
SUB.TOTAL.		1907.22	12.42	23696.39	24.45	46630.68
CARGO HOLD 1	100	5 688.48	11.61	66 022.37	150.99	858 903.89
CARGO HOLD 2	86.8	7 388.66	11.32	83 674.52	130.86	966 849.94
CARGO HOLD 3	100	8 674.51	11.32	98 175.56	109.85	952 904.00
CARGO HOLD 4	100	8 673.90	11.32	98 168.91	88.73	769 644.14
CARGO HOLD 5	100	8 676.33	11.32	98 195.40	67.61	586 615.67
CARGO HOLD 6	100	9 082.95	11.62	105 519.53	45.61	414 236.92
CARGO.TOTAL.		48184.84	11.41	549756.29	94.41	4549154.56
DEADWEIGHT		50092.06	11.45	573452.68	91.75	4595785.23
LIGHTWEIGHT		10879.87	12.32	133998.73	78.10	849668.93
DISLACEMENT		60971.92	11.60	707451.41	89.31	5445454.16

DRAFT EQUIVALENT	13.075	m		TRANS.METACENTER KMT	13.474	m
TRIM BY STERN	0.362	m		VERT.CENTR.GRAV. KG	11.60	m
DRAFT FORWARD	12.885	m		METAC.HEIGHT GM	1.89	m
DRAFT AFT	13.247	m		FREE SURFACE CORR GGo	0	m
DRAFT MEAN	13.075	m		CORR.METAC.HEIGHT GoM	1.89	m
LCB	89.692	m		M.T.C.	642.322	tons*m/cm
LCF	82.776	m		T.P.C.	52.01	tons/cm
PROPELLER IMMERSION (Ta/D)%	220.785	%		$\delta Ta = \delta T * La / L$	17.212	cm
La/L=	0.476			$\delta Tf = \delta T * Lf / L$	18.969	cm
Lf/L=	0.524			$\delta T = \Delta * (LCB - LCG) / MCT$	36.181	cm

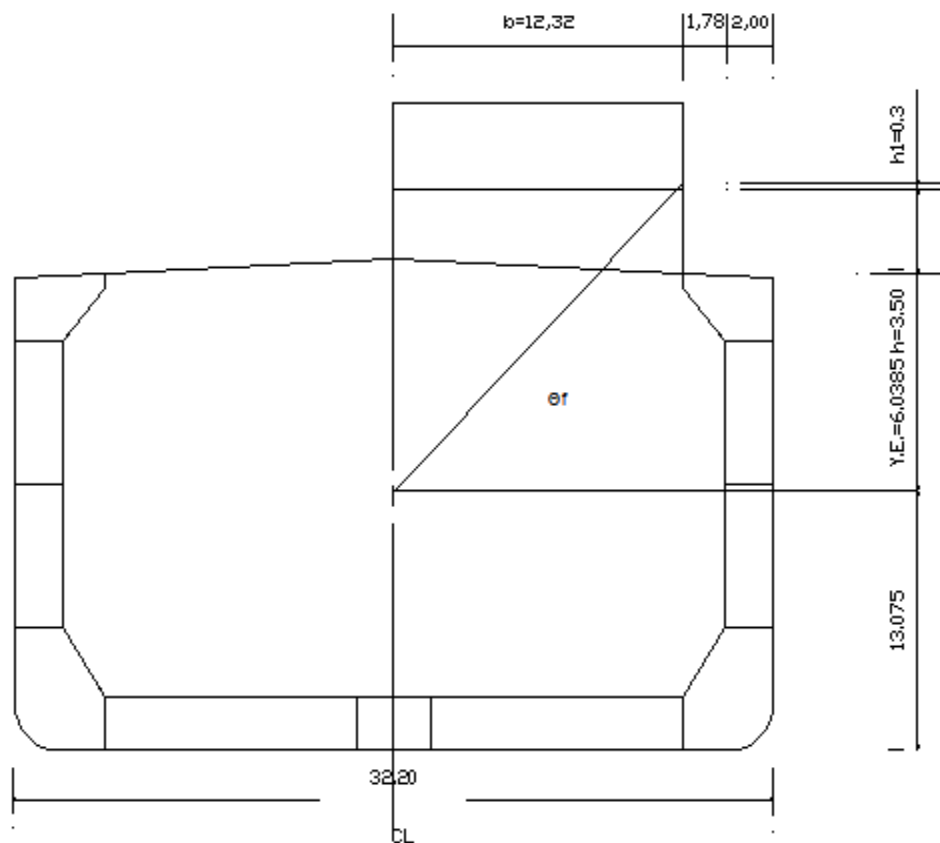
ALLOWABLE HEELING MOMENT:	24798.96	TONS*M
ACTUAL SHIFTING MOMENT:	13236.32	TONS*M

ANGLE (DEG)	SIN ϕ	KN (M)	KG _{CORR} X SIN θ (M)	GZ (M)
5	0.087	1.176	1.011	0.165
10	0.174	2.356	2.014	0.342
20	0.342	4.741	3.966	0.775
30	0.500	6.903	5.799	1.104
40	0.643	8.605	7.455	1.150
50	0.766	9.846	8.885	0.961
60	0.866	10.58	10.045	0.535
70	0.939	10.869	10.901	-0.032



	ACTUAL	IMO.A.749
AREA UNDER CURVE UP TO 30 DEG.	0.2903 >	0.055 M-RAD
AREA UNDER CURVE UP TO 40 DEG.	0.4755 >	0.09 M-RAD
AREA UNDER CURVE 30-40 DEG.	0.1853 >	0.03 M-RAD
GZ AT 30/GREAT THAN 30 DEG.	1.104 >	0.2 METERS
ANGLE AT WHICH MAX.GZ OCCURS	39 >	25 DEG.
METACENTRIC HEIGHT(GoM)	1.89 >	0.15 METERS

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ Θf



$$\tan \Theta_f = (Y.E. + h + h_1) / (b/2) = (6.0385 + 3.500 + 0.300) / 12.320 = 0.798$$

$$\tan \Theta_f = 0.798$$

$$\Theta_f = 38.58$$

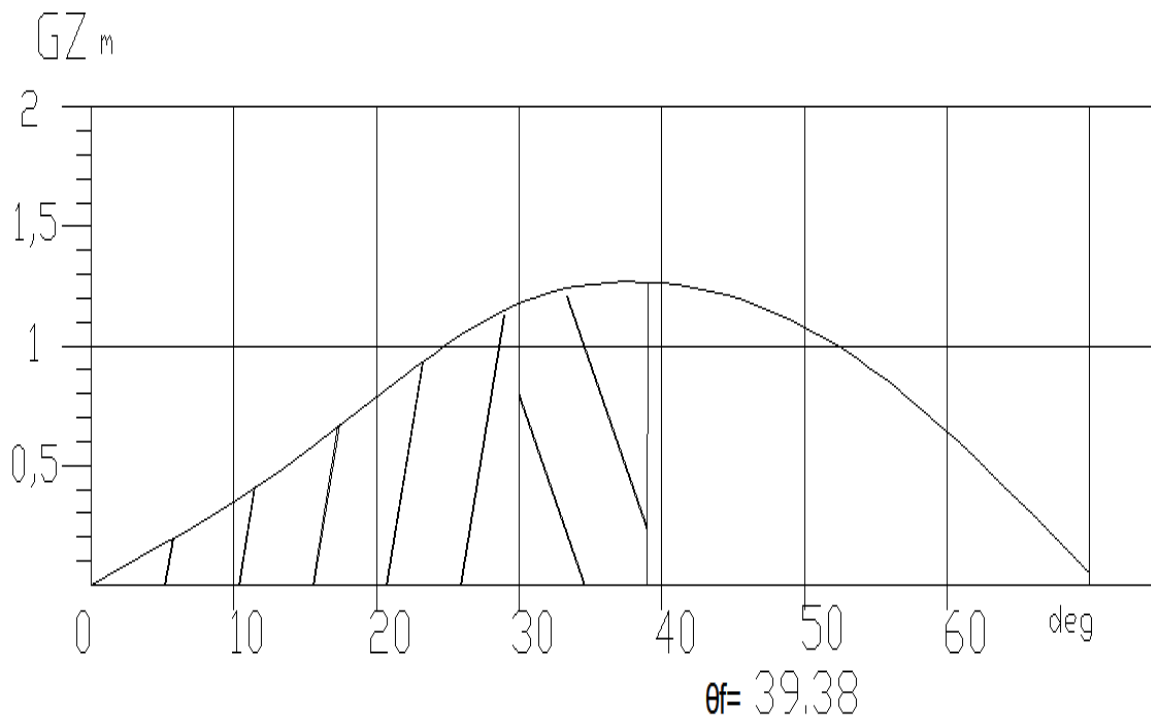
**5.1.15 CONDITION NO .9 ARRIVAL CONDITION (S.G.=0.8971
TONS/M³)/(S.F.=40FT³/LT)**

DEADWEIGHT ITEMS	VOLUME	WEIGHT	VCG	MT	LCG	ML
ITEMS	100%	(TON)	(M)	(TONxM)	(M)	(TONxM)
CONSTANT		230.43	12.61	2905.87	28.43	6550.36
CONSUMABLES		176.25	6.94	1223.32	23.83	4199.74
SUB.TOTAL.		406.67	10.15	4129.19	26.43	10750.11
CARGO HOLD 1	100	5 688.48	11.61	66 022.37	150.99	858 903.89
CARGO HOLD 2	86.8	7 388.66	11.32	83 674.52	130.86	966 849.94
CARGO HOLD 3	100	8 674.51	11.32	98 175.56	109.85	952 904.00
CARGO HOLD 4	100	8 673.90	11.32	98 168.91	88.73	769 644.14
CARGO HOLD 5	100	8 676.33	11.32	98 195.40	67.61	586 615.67
CARGO HOLD 6	100	9 082.95	11.62	105 519.53	45.61	414 236.92
CARGO.TOTAL.		48 184.84	11.41	549756.29	94.41	4549154.56
DEADWEIGHT		48591.51	11.40	553885.48	93.84	4559904.66
LIGHTWEIGHT		10879.87	12.32	133998.73	78.10	849668.93
DISLACEMENT		59471.38	11.57	687884.21	90.96	5409573.59

DRAFT EQUIVALENT	12.79	m	TRANS.METACENTER KMT	13.462	m
TRIM BY BOW	1.019	m	VERT.CENTR.GRAV. KG	11.57	m
DRAFT FORWARD	12.257	m	METAC.HEIGHT GM	1.92	m
DRAFT AFT	13.275	m	FREE SURFACE CORR GGo	0	m
DRAFT MEAN	12.79	m	CORR.METAC.HEIGHT GoM	1.92	m
LCB	89.867	m	M.T.C.	638.75	tons*m/cm
LCF	82.871	m	T.P.C.	51.91	tons/cm
PROPELLER IMMERSION(Ta/D)%	221.252	%	$\delta Ta = \delta T * La / L$	48.510	cm
La/L=	0.476		$\delta Tf = \delta T * Lf / L$	53.344	cm
Lf/L=	0.524		$\delta T = \Delta * (LCB - LCG) / MCT$	101.854	cm

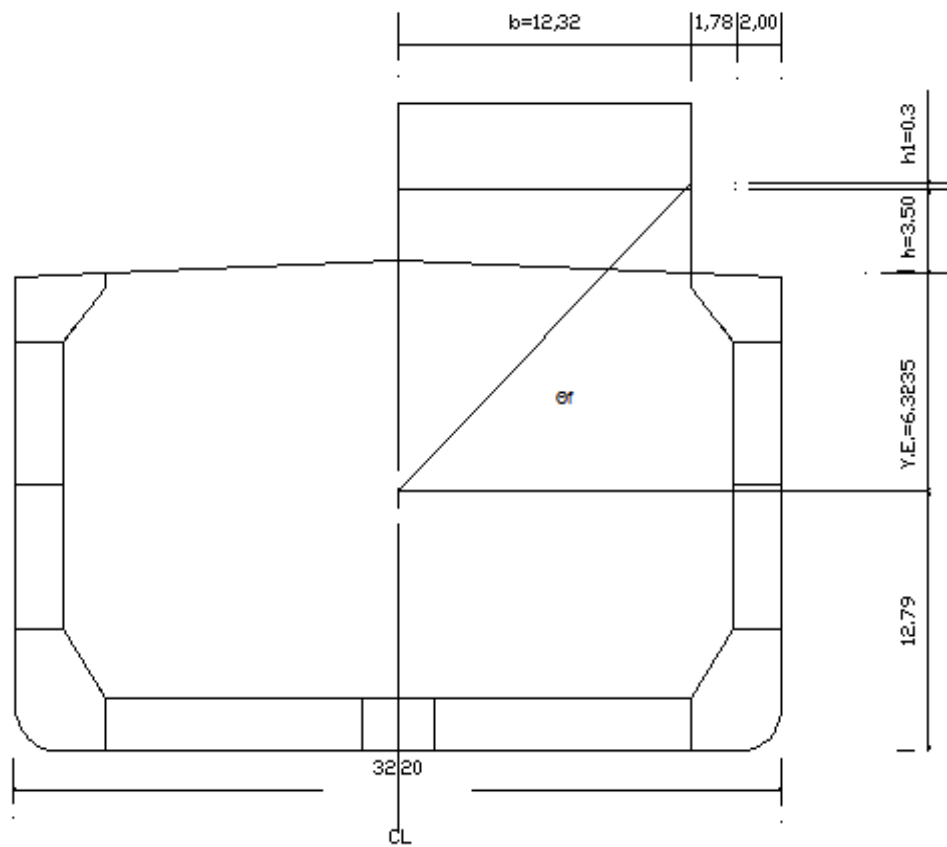
ALLOWABLE HEELING MOMENT:	27133.08	TONS*M
ACTUAL SHIFTING MOMENT:	13236.32	TONS*M

ANGLE (DEG)	SIN ϕ	KN (M)	KG _{CORR} X ϕ SIN θ (M)	GZ (M)
5	0.087	1.176	1.008	0.168
10	0.174	2.356	2.008	0.348
20	0.342	4.742	3.954	0.788
30	0.500	6.956	5.781	1.175
40	0.643	8.692	7.432	1.260
50	0.766	9.935	8.857	1.078
60	0.866	10.651	10.014	0.637
70	0.939	10.921	10.867	0.054



	ACTUAL		IMO.A.749	
AREA UNDER CURVE UP TO 30 DEG.	0.314	>	0.055	M-RAD
AREA UNDER CURVE UP TO 40 DEG.	0.506	>	0.09	M-RAD
AREA UNDER CURVE 30-40 DEG.	0.192	>	0.03	M-RAD
GZ AT 30/GREAT THAN 30 DEG.	1.175	>	0.2	METERS
ANGLE AT WHICH MAX.GZ OCCURS	38	>	25	DEG.
METACENTRIC HEIGHT(GoM)	1.92	>	0.15	METERS

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ Θf



$$\tan \Theta_f = (Y.E. + h + h_1) / (b/2) = (6.3235 + 3.500 + 0.300) / 12.320 = 0.821$$

$$\tan \Theta_f = 0.821$$

$$\Theta_f = 39.38$$

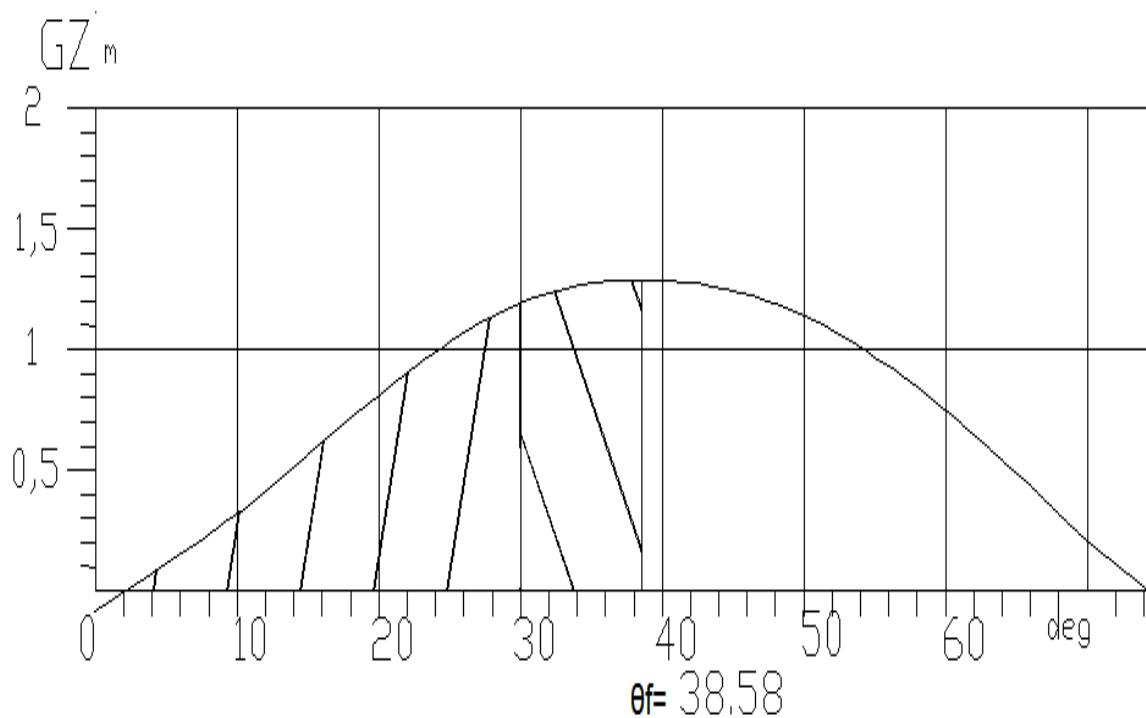
**5.1.16 CONDITION NO .10 DEPARTURE CONDITION (S.G.=1.0253
TONS/M³)/(S.F.=35FT³/LT)**

DEADWEIGHT ITEMS	FRAMES	FULL	WEIGHT	VCG	MT	LCG	ML
ITEMS		%	(TON)	(M)	(TONxM)	(M)	(TONxM)
CONSTANT			230.43	12.61	2905.87	28.43	6550.36
CONSUMABLES		98	1676.79	12.40	20790.52	23.90	40080.31
SUB.TOTAL.			1907.22	12.42	23696.39	24.45	46630.68
CARGO HOLD 1	87-95	100	6 501.12	11.61	75 454.14	150.99	981 604.44
CARGO HOLD 2	79-87	100	9 728.33	11.32	110 170.65	130.86	1 273 009.90
CARGO HOLD 3	71-79	17.6	1 746.03	11.32	19 761.04	109.85	191 803.13
CARGO HOLD 4	63-71	100	9 913.03	11.32	112 193.04	88.73	879 593.30
CARGO HOLD 5	55-63	100	9 915.81	11.32	112 223.32	67.61	670 417.91
CARGO HOLD 6	43-55	100	10 380.51	11.62	120 593.75	45.61	473 413.62
CARGO.TOTAL.			48184.83	11.42	550395.95	92.76	4469842.31
DEADWEIGHT			50092.05	11.46	574092.34	90.16	4516472.99
LIGHTWEIGHT			10879.87	12.32	133998.73	78.10	849668.93
DISLACEMENT			60971.92	11.61	708091.07	88.01	5366141.92

DRAFT EQUIVALENT	13.075	m		TRANS.METACENTER KMT	13.474	m
TRIM BY STERN	1.597	m		VERT.CENTR.GRAV. KG	11.61	m
DRAFT FORWARD	12.238	m		METAC.HEIGHT GM	1.88	m
DRAFT AFT	13.835	m		FREE SURFACE CORR GGo	0	m
DRAFT MEAN	13.075	m		CORR.METAC.HEIGHT GoM	1.88	m
LCB	89.692	m		M.T.C.	642.322	tons*m/cm
LCF	82.776	m		T.P.C.	52.01	tons/cm
PROPELLER IMMERSION(Ta/D)%	230.575	%		$\delta Ta = \delta T * La / L$	75.953	cm
La/L=	0.476			$\delta Tf = \delta T * Lf / L$	83.705	cm
Lf/L=	0.524			$\delta T = \Delta * (LCB - LCG) / MCT$	159.658	cm

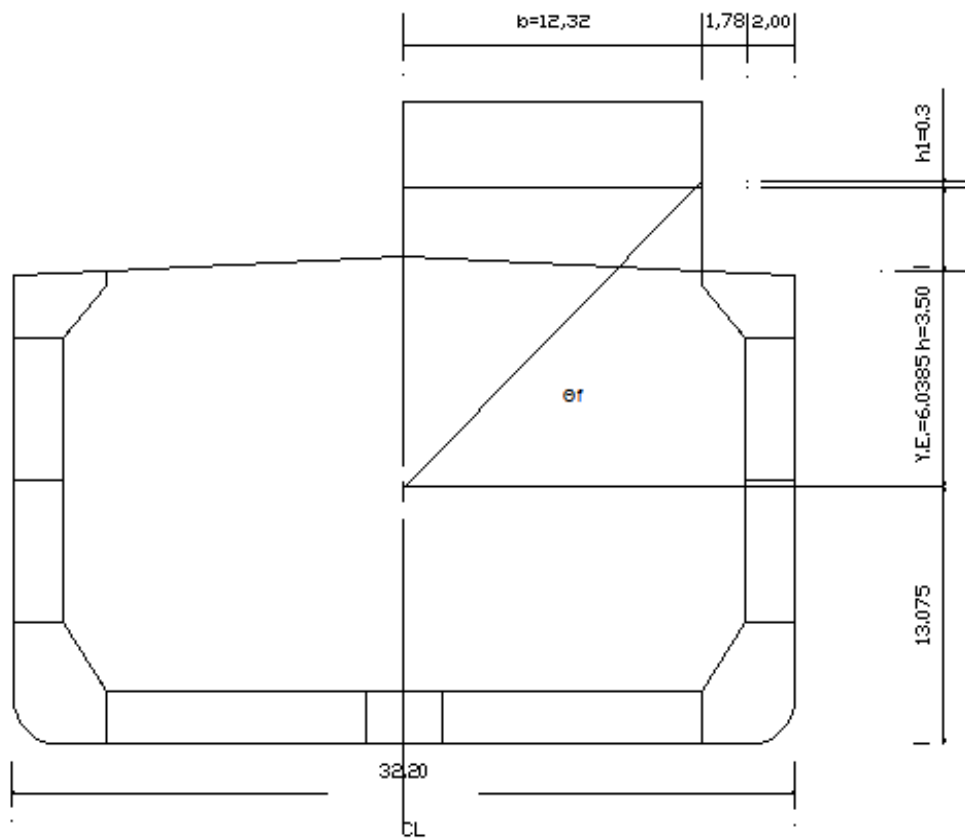
ALLOWABLE HEELING MOMENT:	22115.70	TONS*M
ACTUAL SHIFTING MOMENT:	13239.89	TONS*M

ANGLE (DEG)	SIN ϕ	KN (M)	KG _{CORR} X SIN θ (M)	GZ (M)
5	0.087	1.176	1.012	0.164
10	0.174	2.356	2.016	0.340
20	0.342	4.741	3.970	0.771
30	0.500	6.903	5.804	1.099
40	0.643	8.605	7.462	1.143
50	0.766	9.846	8.893	0.953
60	0.866	10.58	10.054	0.526
70	0.939	10.87	10.911	-0.042



	ACTUAL	IMO.A.749
AREA UNDER CURVE UP TO 30 DEG.	0.3328 >	0.055 M-RAD
AREA UNDER CURVE UP TO 40 DEG.	0.5305 >	0.09 M-RAD
AREA UNDER CURVE 30-40 DEG.	0.1976 >	0.03 M-RAD
GZ AT 30/GREAT THAN 30 DEG.	1.099 >	0.2 METERS
ANGLE AT WHICH MAX.GZ OCCURS	38 >	25 DEG.
METACENTRIC HEIGHT(GoM)	1.88 >	0.15 METERS

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ θ_f



$$\tan \theta_f = (Y.E. + h + h_1) / (b/2) = (6.0385 + 3.500 + 0.300) / 12.320 = 0.798$$

$$\tan \theta_f = 0.798$$

$$\theta_f = 38.58$$

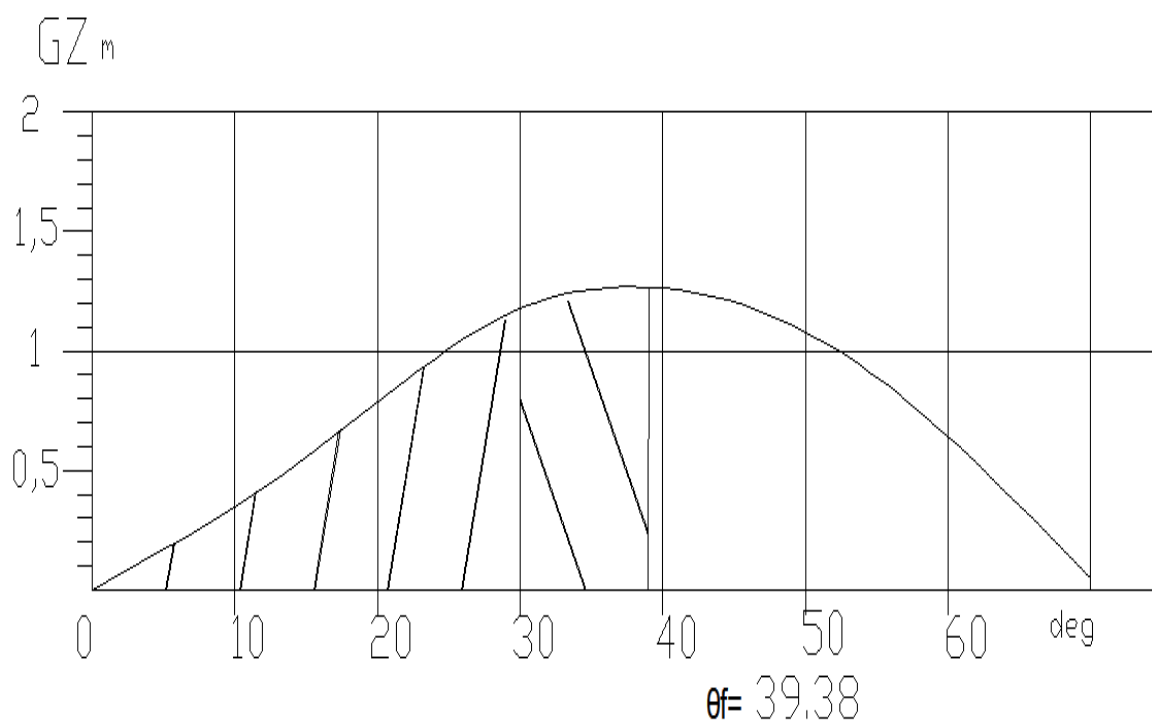
**5.1.17.CONDITION NO .11 ARRIVAL CONDITION (S.G.=1.0253
TONS/M³)/(S.F.=35FT³/LT)**

DEADWEIGHT ITEMS	VOLUME	WEIGHT	VCG	MT	LCG	ML
ITEMS	%	(TON)	(M)	(TONxM)	(M)	(TONxM)
CONSTANT		230.43	12.61	2905.87	28.43	6550.36
CONSUMABLES	10	176.25	6.94	1223.32	23.83	4199.74
SUB.TOTAL.		406.67	10.15	4129.19	26.43	10750.11
CARGO HOLD 1	100	6 501.12	11.61	75 454.14	150.99	981 604.44
CARGO HOLD 2	100	9 728.33	11.32	110 170.65	130.86	1 273 009.90
CARGO HOLD 3	17.6	1 746.03	11.32	19 761.04	109.85	191 803.13
CARGO HOLD 4	100	9 913.03	11.32	112 193.04	88.73	879 593.30
CARGO HOLD 5	100	9 915.81	11.32	112 223.32	67.61	670 417.91
CARGO HOLD 6	100	10 380.51	11.62	120 593.75	45.61	473 413.62
CARGO.TOTAL.		48 184.83	11.42	550395.95	92.76	4469842.31
DEADWEIGHT		48591.51	11.41	554525.13	92.21	4480592.42
LIGHTWEIGHT		10879.87	12.32	133998.73	78.10	849668.93
DISLACEMENT		59471.38	11.58	688523.86	89.63	5330261.35

DRAFT EQUIVALENT	12.79	m	TRANS.METACENTER KMT	13.462	m
TRIM BY STERN	0.223	m	VERT.CENTR.GRAV. KG	11.58	m
DRAFT FORWARD	12.907	m	METAC.HEIGHT GM	1.90	m
DRAFT AFT	12.684	m	FREE SURFACE CORR GGo	0	m
DRAFT MEAN	12.79	m	CORR.METAC.HEIGHT GoM	1.90	m
LCB	89.867	m	M.T.C.	638.75	tons*m/cm
LCF	82.871	m	T.P.C.	51.91	tons/cm
PROPELLER IMMERSION (Ta/D)%	211.395	%	$\delta Ta = \delta T * La / L$	10.627	cm
La/L=	0.476		$\delta Tf = \delta T * Lf / L$	11.686	cm
Lf/L=	0.524		$\delta T = \Delta * (LCB - LCG) / MCT$	22.314	cm

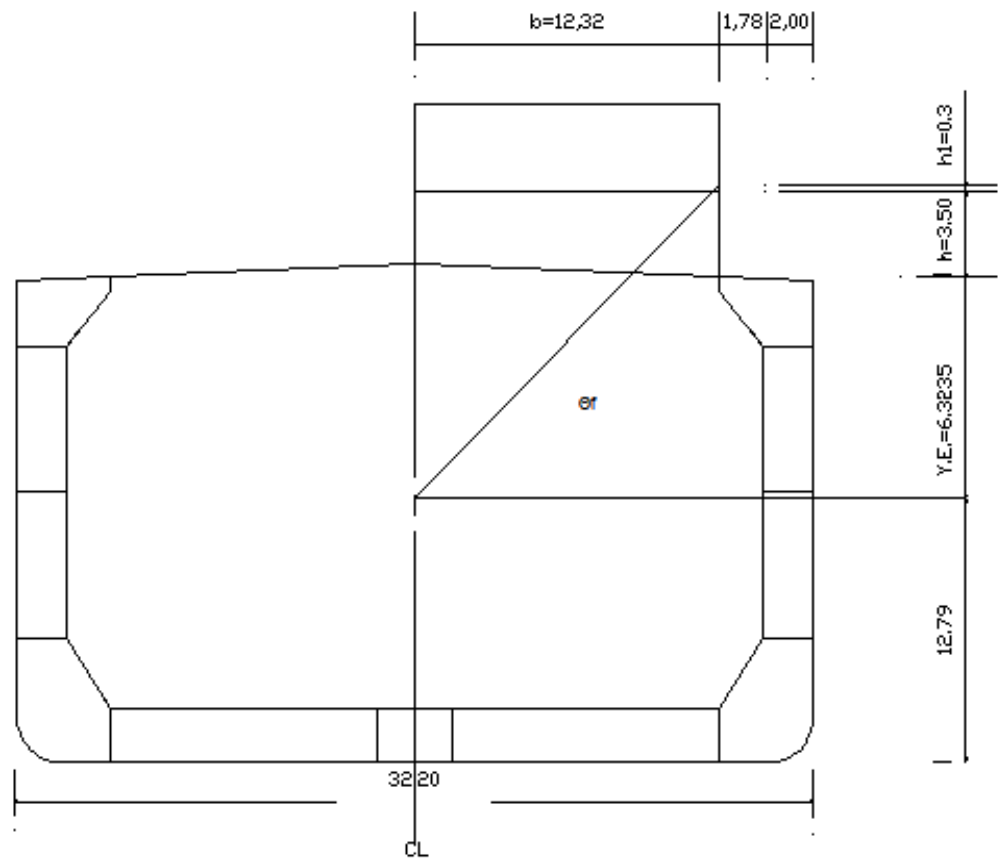
ALLOWABLE HEELING MOMENT: 27001.60 TONS*M
ACTUAL SHIFTING MOMENT: 13239.89 TONS*M

ANGLE (DEG)	SIN ϕ	KN (M)	KG _{CORR} X SIN θ (M)	GZ (M)
5	0.087	1.176	1.009	0.167
10	0.174	2.356	2.009	0.347
20	0.342	4.74	3.958	0.782
30	0.500	6.956	5.786	1.170
40	0.643	8.692	7.439	1.253
50	0.766	9.935	8.866	1.069
60	0.866	10.651	10.023	0.628
70	0.939	10.912	10.877	0.035



	ACTUAL		IMO.A.749
AREA UNDER CURVE UP TO 30 DEG.	0.314	>	0.055 M-RAD
AREA UNDER CURVE UP TO 40 DEG.	0.506	>	0.09 M-RAD
AREA UNDER CURVE 30-40 DEG.	0.192	>	0.03 M-RAD
GZ AT 30/GREAT THAN 30 DEG.	1.170	>	0.2 METERS
ANGLE AT WHICH MAX.GZ OCCURS	38	>	25 DEG.
METACENTRIC HEIGHT(GoM)	1.90	>	0.15 METERS

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ θ_f



$$\tan \theta_f = (Y.E. + h + h_1) / (b/2) = (6.3235 + 3.500 + 0.300) / 12.320 = 0.821$$

$$\tan \theta_f = 0.821$$

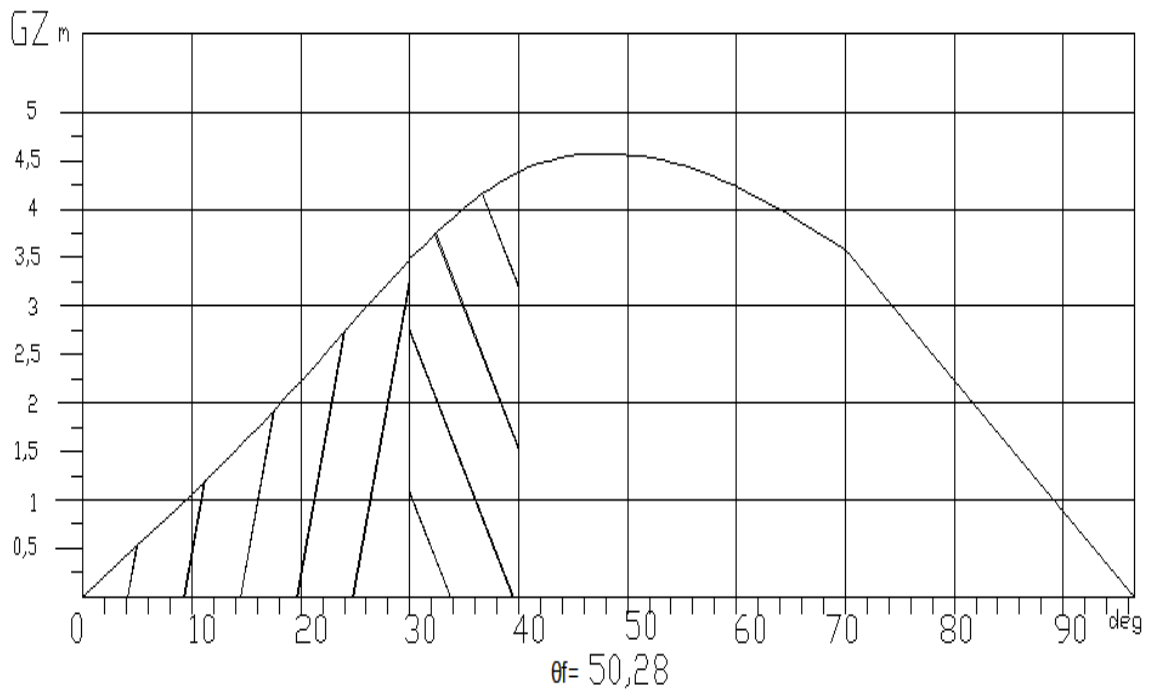
$$\theta_f = 39.38$$

5.1.18 CONDITION NO .12 WATER BALLAST DEPARTURE CONDITION

DEADWEIGHT ITEMS	VOLUME	WEIGHT	VCG	MT	LCG	ML
ITEMS	100%	(TON)	(M)	(TONxM)	(M)	(TONxM)
CONSTANT		230.43	12.61	2905.87	28.43	6550.36
CONSUMABLES		1676.79	12.40	20790.52	23.90	40080.31
SUB.TOTAL.		1907.22	12.42	23696.39	24.45	46630.68
FP TANK	100	1 140.69	5.51	6 285.22	168.49	192 194.22
WATER BALLAST 1P	100	1 776.21	9.07	16 117.31	152.46	270 797.12
WATER BALLAST 1S	100	2 062.53	8.14	16 782.81	152.49	314 507.10
WATER BALLAST 2P	100	1 571.33	6.73	10 573.45	132.01	207 425.90
WATER BALLAST 2 S	100	1 857.65	6.05	11 238.78	131.94	245 088.92
WATER BALLAST 3P	100	1 563.40	6.43	10 055.79	110.88	173 345.10
WATER BALLAST 3 S	100	1 849.72	5.80	10 720.99	110.81	204 960.41
WATER BALLAST 4 P	100	1 563.40	6.43	10 055.79	89.76	140 326.09
WATER BALLAST 4 S	100	1 849.72	5.80	10 720.98	89.69	165 893.99
WATER BALLAST 5P	100	1 557.43	6.45	10 051.65	68.67	106 947.09
WATER BALLAST 5S	100	1 843.75	5.81	10 717.74	68.59	126 468.55
WATER BALLAST 6P	100	1 949.55	7.03	13 705.34	44.68	87 109.84
WATER BALLAST 6S	100	2 295.30	6.31	14 490.24	44.71	102 613.77
SUB.TOTAL.		22 880.68	6.62	151516.08	102.17	2337678.11
DEADWEIGHT		24787.90	7.07	175212.47	96.19	2384308.78
LIGHTWEIGHT		10879.87	12.32	133998.73	78.10	849668.93
DISLACEMENT		35667.77	8.67	309211.20	90.67	3233977.71

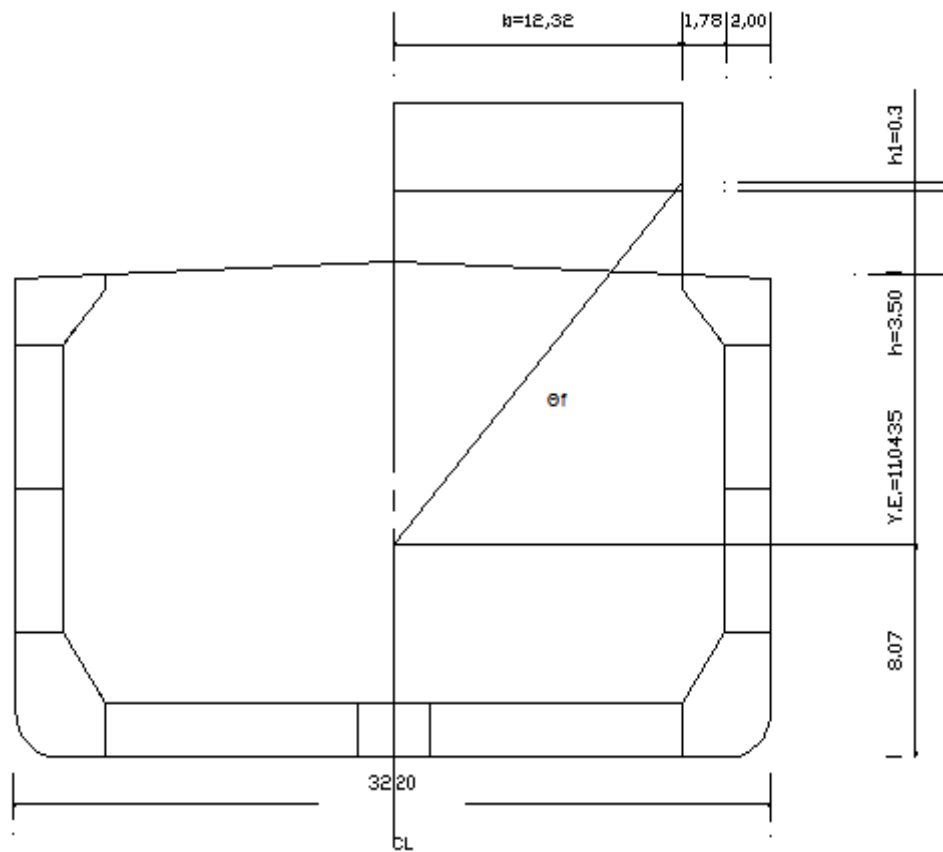
DRAFT EQUIVALENT	8.07	m			TRANS.METACENTER KMT	14.644	m
TRIM BY STERN	1.531	m			VERT.CENTR.GRAV. KG	8.67	m
DRAFT FORWARD	7.321	m	$T_f > 0.027 * L =$	4.698 m	METAC.HEIGHT GM	6.016	m
DRAFT AFT	8.852	m	$T_a > D_{pr} + 0.6 =$	6.6m	FREE SURFACE CORR GGo	0	m
DRAFT MEAN	8.07	m			CORR.METAC.HEIGHT GoM	6.016	m
LCB	92.956	m			M.T.C.	532.67	tons*m/cm
LCF	88.921	m			T.P.C.	48.67	tons/cm
PROPELLER IMMERSION(Ta/D)%	147.541	%			$\delta T_a = \delta T * L_a / L$	78.244	cm
La/L=	0.511				$\delta T_f = \delta T * L_f / L$	74.863	cm
Lf/L=	0.489				$\delta T = \Delta * (LCB - LCG) / MCT$	153.107	cm

ANGLE (DEG)	SIN ϕ	KN (M)	KG _{CORR} X SIN θ (M)	GZ (M)
5	0.087	1.28	0.755	0.525
10	0.174	2.566	1.505	1.061
20	0.342	5.185	2.964	2.221
30	0.500	7.812	4.333	3.479
40	0.643	9.949	5.570	4.379
50	0.766	11.196	6.639	4.557
60	0.866	11.738	7.505	4.233
70	0.939	11.719	8.145	3.574



	ACTUAL		IMO.A.749
AREA UNDER CURVE UP TO 30 DEG.	0.875	>	0.055 M-RAD
AREA UNDER CURVE UP TO 40 DEG.	1.570	>	0.09 M-RAD
AREA UNDER CURVE 30-40 DEG.	0.695	>	0.03 M-RAD
GZ AT 30/GREAT THAN 30 DEG.	3.479	>	0.2 METERS
ANGLE AT WHICH MAX.GZ OCCURS	44	>	25 DEG.
METACENTRIC HEIGHT(GoM)	6.016	>	0.15 METERS

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΘF



$$\tan \theta_f = (Y.E. + h + h_1) / (b/2) = (11.0435 + 3.500 + 0.300) / 12.320 = 1.204$$

$$\tan \theta_f = 1.204$$

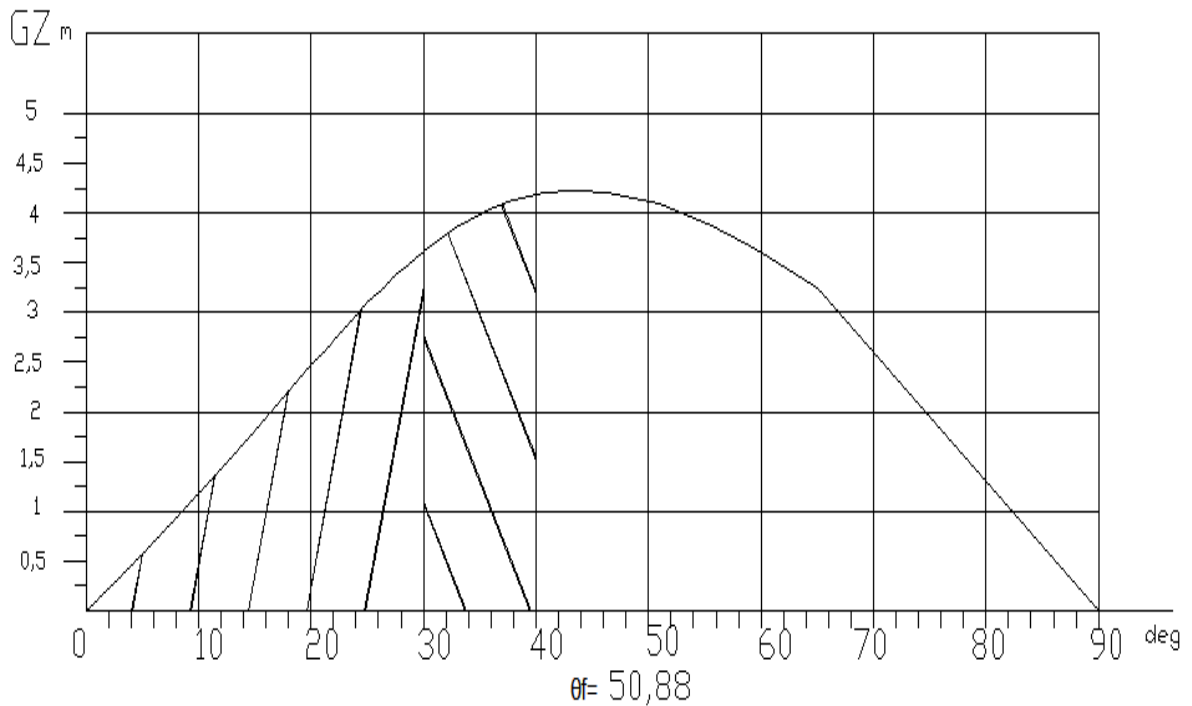
$$\theta_f = 50.28$$

5.1.19 CONDITION NO .13 WATER BALLAST ARRIVAL CONDITION

DEADWEIGHT ITEMS	VOLUME	WEIGHT	VCG	MT	LCG	ML
ITEMS	100%	(TON)	(M)	(TONxM)	(M)	(TONxM)
CONSTANT		230.43	12.61	2905.87	28.43	6550.36
CONSUMABLES		176.25	6.94	1223.32	23.83	4199.74
SUB.TOTAL.		406.67	10.15	4129.19	26.43	10750.11
FP TANK	100	1 140.69	5.51	6 285.22	168.49	192 194.22
WATER BALLAST 1P	100	1 776.21	9.07	16 117.31	152.46	270 797.12
WATER BALLAST 1S	100	2 062.53	8.14	16 782.81	152.49	314 507.10
WATER BALLAST 2P	100	1 571.33	6.73	10 573.45	132.01	207 425.90
WATER BALLAST 2 S	100	1 857.65	6.05	11 238.78	131.94	245 088.92
WATER BALLAST 3P	100	1 563.40	6.43	10 055.79	110.88	173 345.10
WATER BALLAST 3 S	100	1 849.72	5.80	10 720.99	110.81	204 960.41
WATER BALLAST 4 P	100	1 563.40	6.43	10 055.79	89.76	140 326.09
WATER BALLAST 4 S	100	1 849.72	5.80	10 720.98	89.69	165 893.99
WATER BALLAST 5P	100	1 557.43	6.45	10 051.65	68.67	106 947.09
WATER BALLAST 5S	100	1 843.75	5.81	10 717.74	68.59	126 468.55
WATER BALLAST 6P	100	1 949.55	7.03	13 705.34	44.68	87 109.84
WATER BALLAST 6S	100	2 295.30	6.31	14 490.24	44.71	102 613.77
SUB.TOTAL.		22 880.68	6.622009	151 516.08	102.16819	2 337 678.11
DEADWEIGHT		23287.36	6.68	155645.27	100.85	2348428.21
LIGHTWEIGHT		10879.87	12.32	133998.73	78.10	849668.93
DISLACEMENT		34167.23	8.48	289644.00	93.60	3198097.14

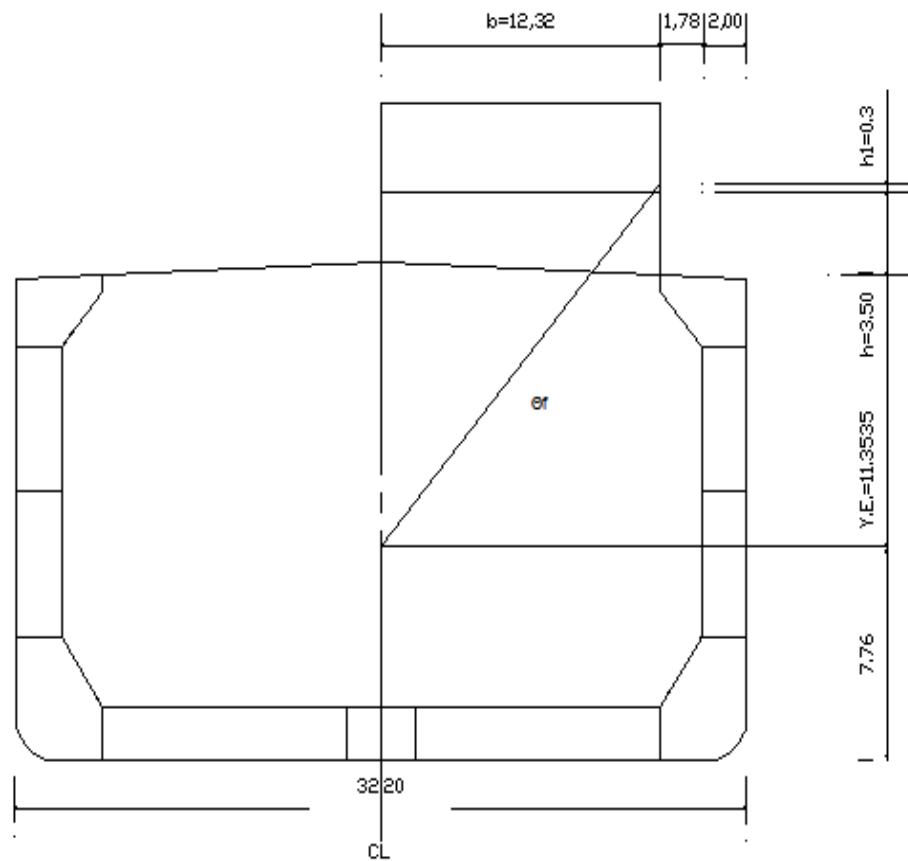
DRAFT EQUIVALENT	7.76	m			TRANS.METACENTER KMT	14.862	m
TRIM BY BOW	0.302	m			VERT.CENTR.GRAV. KG	8.48	m
DRAFT FORWARD	7.907	m	$T_f > 0.027 * L =$	4.698 m	METAC.HEIGHT GM	6.428	m
DRAFT AFT	7.605	m	$T_a > D_{pr} + 0.6 =$	6.6m	FREE SURFACE CORR GGo	0	m
DRAFT MEAN	7.76	m			CORR.METAC.HEIGHT GoM	6.428	m
LCB	93.139	m			M.T.C.	523.8	tons*m/cm
LCF	89.432	m			T.P.C.	48.38	tons/cm
PROPELLER IMMERSION(T_a/D)%	126.750	%			$\delta T_a = \delta T * L_a / L$	15.500	cm
$L_a / L =$	0.514				$\delta T_f = \delta T * L_f / L$	14.657	cm
$L_f / L =$	0.486				$\delta T = \Delta * (LCB - LCG) / MCT$	30.156	cm

ANGLE (DEG)	SIN ϕ	KN (M)	KG _{CORR} X SIN θ (M)	GZ (M)
5	0.087	1.3	0.738	0.562
10	0.174	2.606	1.471	1.135
20	0.342	5.266	2.898	2.368
30	0.500	7.886	4.237	3.649
40	0.643	9.994	5.447	4.547
50	0.766	11.268	6.492	4.776
60	0.866	11.802	7.339	4.463
70	0.939	11.763	7.964	3.799



	ACTUAL	IMO.A.749
AREA UNDER CURVE UP TO 30 DEG.	0.9530 >	0.055 M-RAD
AREA UNDER CURVE UP TO 40 DEG.	1.6433 >	0.09 M-RAD
AREA UNDER CURVE 30-40 DEG.	0.6903 >	0.03 M-RAD
GZ AT 30/GREAT THAN 30 DEG.	3.649 >	0.2 METERS
ANGLE AT WHICH MAX.GZ OCCURS	38 >	25 DEG.
METACENTRIC HEIGHT(GoM)	6.428 >	0.15 METERS

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ Θf



$$\tan\theta_f = (Y.E. + h + h_1) / (b/2) = (11.3535 + 3.500 + 0.300) / 12.320 = 1.23$$

$$\tan\theta_f = 1.23$$

$$\theta_f = 50.88$$

5.1.20 CONDITION NO .14 LIGHTSHIP CONDITION

DEADWEIGHT ITEMS	VOLUME	WEIGHT	VCG	MT	LCG	ML
ITEMS	%	(TON)	(M)	(TONxM)	(M)	(TONxM)
DEADWEIGHT		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
LIGHTWEIGHT		10879.87	12.32	133998.73	78.10	849668.93
DISLACEMENT		10879.87	12.32	133998.73	78.10	849668.93

DRAFT EQUIVALENT	2.72	m		TRANS.METACENTER KMT	30.165	m
TRIM BY STERN	4.600	m		VERT.CENTR.GRAV. KG	12.32	m
DRAFT FORWARD	0.612	m		METAC.HEIGHT GM	18.07	m
DRAFT AFT	5.212	m		FREE SURFACE CORR GGo	0	m
DRAFT MEAN	2.72	m		CORR.METAC.HEIGHT GoM	18.07	m
LCB	95.006	m		M.T.C.	399.94	tons*m/cm
LCF	94.25	m		T.P.C.	43.44	tons/cm
PROPELLER IMMERSION(Ta/D)%	86.864	%		$\delta Ta = \delta T * La / L$	249.182	cm
La/L=	0.542			$\delta Tf = \delta T * Lf / L$	210.846	cm
Lf/L=	0.458			$\delta T = \Delta * (LCB - LCG) / MCT$	460.029	cm

5.1.21 Πίνακας 5.1.'TOTAL TABLES FOR LOADING CONDITIONS'

ITEM		CONDITION(S.G.=0.7177TON/M ³)		CONDITION(S.G.=0.7974TON/M ³)		SCANTLING CONDITION(S.G.=0.8767TON/M ³)		
		(S.F.=50 FT ³ /LT)		(S.F.=45 FT ³ /LT)		(S.F.=42.9 FT ³ /LT)		
		DEP.	ARR.	DEP.	ARR.	DEP.	HALF.	ARR.
COND.NO		1	2	3	4	5	6	7
DISPLACEMENT(TON)		52919.220	51418.675	56616.835	55116.290	60971.920	60185.130	60197.541
DRAFTS	TF	11.264	11.731	11.937	12.398	13.212	13.437	13.316
	TA	11.757	10.763	12.517	11.558	12.951	12.450	12.580
	TM	11.520	11.230	12.240	11.960	13.075	12.920	12.930
TRIM(M)		0.492	0.968	0.580	0.840	0.261	0.987	0.736
L.C.G(M)		90.112	92.044	89.562	91.349	89.967	90.837	90.564
L.C.B(M)		90.689	90.886	90.208	90.393	89.692	89.787	89.781
L.C.F.(M)		83.640	83.914	83.158	83.319	82.776	82.828	82.825
MTC(T-M)		620.280	614.940	631.200	627.270	642.322	640.370	640.500
T.P.C.(M)		51.350	51.190	51.680	51.560	52.010	51.950	51.960
KG(M)		11.555	11.511	11.616	11.578	11.601	11.550	11.569
GM(M)		1.980	2.004	1.877	1.927	1.891	1.938	1.918
GGO(M)		0.053	0.055	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
GOM(M)		1.927	1.927	1.877	1.877	1.891	1.938	1.918
AREA (0-30)≥0.055rad*m		0.295	0.380	0.333	0.349	0.290	0.305	0.302
AREA (0-40)≥0.090rad*m		0.558	0.659	0.569	0.599	0.476	0.496	0.491
AREA (30-40)≥0.030rad*m		0.263	0.279	0.236	0.250	0.185	0.191	0.189
GZAT 30 HEEL ≥0.2		1.385	1.449	1.255	1.325	1.105	1.158	1.148
FLOODING ANGLE(ΦF)		42.760	43.470	40.890	41.630	38.580	39.040	39.000
CONSTANTS		230.428	230.428	230.428	230.428	230.428	230.428	230.428
CONSUMABLES		1676.790	176.245	1676.790	176.245	1676.790	890.000	176.245
WATER BALLAST		684.416	684.416	0.000	0.000	0.000	0.000	726.166
DEADWEIGHT		42039.352	40538.807	45736.967	44236.422	50092.052	49305.262	49317.673

ITEM		CONDITION(S.G.=0.8971TON/M ³)		CONDITION.(S.G.=1.0253TON/M ³)		BALLAST CONDITION		CONDITION	
		(S.F.=40 FT ³ /LT)		(S.F.=35 FT ³ /LT)				LIGHT WEIGHT	
		DEP.	ARR.	DEP.	ARR.	DEP.	ARR.		
COND.NO		8	9	10	11	12	13	14	
DISPLACEMENT(TON)		60971.924	59471.379	60971.921	59471.376	35667.770	34167.225	10879.868	
DRAFTS	TF	12.885	12.397	12.238	13.047	7.321	7.907	0.612	
	TA	13.247	13.415	13.835	12.824	8.852	7.605	5.212	
	TM	13.075	12.930	13.075	12.930	8.070	7.760	2.720	
TRIM(M)		0.362	1.019	1.597	0.223	1.531	0.302	4.600	
L.C.G(M)		89.311	90.961	88.010	89.627	90.669	93.601	78.096	
L.C.B(M)		89.692	89.867	89.692	89.867	92.956	93.139	95.006	
L.C.F.(M)		82.776	82.871	82.776	82.871	88.921	89.432	94.250	
MTC(T-M)		642.322	638.750	642.322	638.750	532.670	523.800	399.940	
T.P.C.(M)		52.010	51.910	52.010	51.910	48.670	48.380	43.440	
KG(M)		11.603	51.910	11.613	11.577	8.669	8.477	12.316	
GM(M)		1.890	11.567	1.879	1.904	6.016	6.428	18.071	
GGO(M)		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
GOM(M)		1.890	1.915	1.879	1.904	6.016	6.428	18.071	
AREA (0-30)≥0.055rad*m		0.290	0.314	0.333	0.314	0.875	0.953		
AREA (0-40)≥0.090rad*m		0.476	0.506	0.530	0.506	1.570	1.643		
AREA (30-40)≥0.030rad*m		0.185	0.192	0.198	0.192	0.695	0.690		
GZAT 30 HEEL ≥0.2		1.104	1.175	1.099	1.170	3.479	3.649		
FLOODING ANGLE(OF)		38.580	39.380	38.580	39.380	50.280	50.880		
CONSTANTS		230.428	230.428	230.428	230.428	230.428	230.428	0.000	
CONSUMABLES		1676.790	176.245	1676.790	176.245	1676.790	176.245	0.000	
WATER BALLAST		0.000	0.000	0.000	0.000	22880.684	22880.684	0.000	
DEADWEIGHT		50092.056	48591.511	50092.052	48591.507	24787.902	23287.357	0.000	

5.1.22 Πίνακας 5.2.' STORAGE FACTORS'

CARGO SPACES INCLUDING HATCHES	CAPACITY(M ³)100%	STORAGE FACTORS IN FT ³ /LT				
		35	40	40.9	45	50
HOLD NO 1	6340.76	6340.76	6340.76	6340.76	6340.76	6340.76
HOLD NO 2	9488.36	9488.36	8235.89	9488.36	9488.36	9488.36
HOLD NO 3	9669.19	1702.96	9669.19	9669.19	9669.19	9669.19
HOLD NO 4	9668.51	9668.51	9668.51	9668.51	9668.51	9668.51
HOLD NO 5	9671.22	9671.22	9671.22	9671.22	9671.22	9671.22
HOLD NO 6	10124.46	10124.46	10124.46	10124.46	10124.46	10124.46
STORAGE FACTORS IN M ³ /TONS		0.975	1.115	1.141	1.254	1.393
STORAGE FACTORS IN TONS/M ³		1.0253	0.8971	0.8767	0.7974	0.7177



[ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6^ο]

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΗΣ ΚΑΙ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΗΣ ΡΟΠΗΣ ΛΟΓΩ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΗΣ ΣΙΤΗΡΩΝ

Κεφάλαιο 6^ο ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΗΣ ΚΑΙ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΗΣ ΡΟΠΗΣ ΛΟΓΩ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΗΣ ΣΙΤΗΡΩΝ

Εισαγωγή

Στο παρόν κεφάλαιο μελετάτε η ροπή που δημιουργείται λόγω της μετακίνησης σιτηρών κατά τη διάρκεια του ταξιδιού. Έτσι για κάθε κατάσταση φόρτωσης που έχουμε υπολογίσει στο κεφάλαιο 5, θα πρέπει απαραίτητως να υπολογιστεί η πραγματική ροπή λόγω μετακίνησης σιτηρών και να συγκριθεί με την επιτρεπόμενη ροπή για τη συγκεκριμένη κατάσταση φόρτωσης από τους κανονισμούς, SOLAS, International Grain Code, 1974, (Παράρτημα Γ), έτσι ώστε να εξασφαλιστεί η ευστάθεια του πλοίου.

Το κεφάλαιο χωρίζεται σε δύο τμήματα. Στο πρώτο γίνεται υπολογισμός της επιτρεπόμενης ροπής λόγω μετακίνησης σιτηρών, βάση των κανονισμών, SOLAS, International Grain Code, 1974. Για τον υπολογισμό αυτής για πλήθος εκτοπισμάτων και κέντρα βάρους δημιουργήθηκε πρόγραμμα σε γλώσσα fortran.

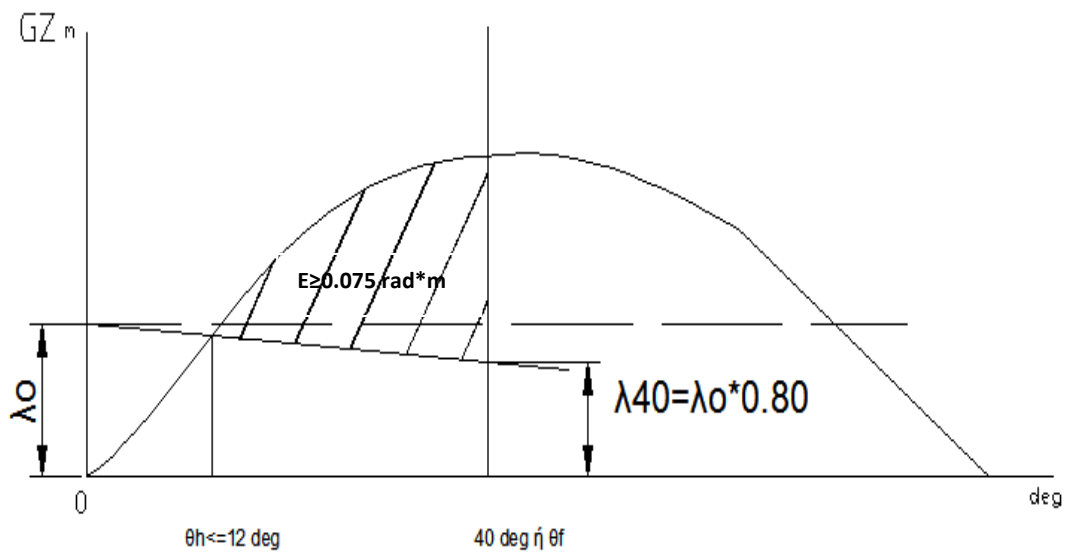
Στο δεύτερο τμήμα υπολογίζεται η πραγματική ροπή λόγω μετακίνησης σιτηρών όπως αυτή διαμορφώθηκε από τις καταστάσεις φόρτωσης στο κεφάλαιο 5.

6.1. Επιτρεπόμενη ροπή λόγω μετακίνησης σιτηρών (Allowable Heeling Moment [IGC74])

6.1.1. Γενικά κριτήρια επιτρεπόμενης ροπής λόγω μετακίνησης σιτηρών (Allowable Heeling Moment [IGC74])

1. $\theta_h \leq 12 \text{ deg}$

2. $E \geq 0.075 \text{ rad} \cdot \text{m}$



$$\lambda_0 = \frac{M \text{ (m}^4\text{)}}{S \cdot F \cdot (\text{m}^3 / \text{tons}) * \Delta \text{ (tons)}}$$

3. $GM \geq 0.30 \text{ m}$

6.1.2. Παράδειγμα υπολογισμού επιτρεπόμενης ροπής λόγω μετακίνησης σιτηρών (Allowable Heeling Moment [IGC74])

Πίνακας 6.1.ALLOWABLE HEELING MOMENT

ALLOWABLE HEELING MOMENT							
ANGLE (DEG)	SINθ	KN (M)	KGcorr (M)	KGcorr*SINθ (M)	GZ (M)	SM	PROD. (M^2)
0	0.000	0.000	11.600	0.000	0.000	1	0.000
5	0.087	1.178	11.600	1.010	0.168	4	0.670
10	0.174	2.356	11.600	2.013	0.343	2	0.685
15	0.259	3.549	11.600	3.001	0.548	4	2.191
20	0.342	4.741	11.600	3.966	0.775	2	1.551
25	0.422	5.822	11.600	4.900	0.922	4	3.688
30	0.500	6.903	11.600	5.797	1.106	1	1.106
						TOTAL	9.891
							*5/3= 16.484 m^2

30	0.500	6.903	11.600	5.797	1.106	1	1.106
34.29	0.563	7.633	11.600	6.532	1.101	4	4.403
38.58	0.623	8.363	11.600	7.231	1.133	1	1.133
40	0.643	8.605	0.000	0.000	8.605	1	8.605
						TOTAL	6.642
							*4.29/3= 9.497 m^2
						GRAND TOTAL	25.982 m^2

12	0.208	2.827	11.600	2.411	0.417		
11	0.191	2.592	11.600	2.212	0.379		

$$E_h = GZ_h / (2 * (1 - K_h)) * ((2 - K_m) * \theta_m - \theta_h)$$

$$E_h = 12.791 \text{ deg} * m$$

GZh=	0.417	GZh=	0.379
Kh=0.005*θh	0.060	Kh=0.005*θh	0.055
km=0.005*θm	0.193	km=0.005*θm	0.1929
θm=	38.58	θm=	38.58
θh=	12	θh=	11

11	0.191	2.592	11.600	2.212	0.379
----	-------	-------	--------	-------	-------

$$\text{RESIDUAL DYNAMICAL STABILITY (FINAL TOTAL-E}_h\text{)} = 13.191 > 14.100 \text{ deg} * m$$

$$E_h = GZ_h / (2 * (1 - K_h)) * ((2 - K_m) * \theta_m - \theta_h) = 11.785 \text{ deg} * m$$

$$\text{RESIDUAL DYNAMICAL STABILITY (FINAL TOTAL-E}_h\text{)} = 14.197 > 14.100 \text{ deg} * m$$

$$\text{ALLOWABLE HEELING MOMENT} = (D * GZ(11 \text{ deg})) / 0.94$$

$$\text{A.L.H.M.} = 24604.371 \text{ tons} * m$$

$$D = 60971.920 \text{ tons}$$

$$\text{deg} * m$$

6.1.3. Πρόγραμμα για υπολογισμό επιτρεπόμενης ροπής λόγω μετακίνησης σιτηρών (Allowable Heeling Moment [IGC74])

Για τον υπολογισμό της επιτρεπόμενης ροπής λόγω μετακίνησης σιτηρών (Allowable heeling moment) για διάφορα εκτοπίσματα (Δ) και κέντρα βάρους (KG) εκπονήθηκε πρόγραμμα σε γλώσσα προγραμματισμού Fortran, όπου εισάγοντας εκτοπίσματα (Δ), κέντρα βάρους (KG), γωνίες (θ) με αντίστοιχες τιμές για υδροστατικές καμπύλες (KN)

εξάγεται πίνακας με την επιτρεπόμενη ροπή λόγω μετακίνησης σιτηρών (Allowable heeling moment) για κάθε Δ και κάθε KG.

6.1.2.1. Οδηγίες προγράμματος.

Αρχείο input

Με τον όρο 'κάρτα' εννοείται γραμμή στο αρχείο δεδομένων.

Κάρτα 1		
Τύπος	Μεταβλητή	Περιγραφή
Em	integer	αριθμός εμβαδών
impson		Em=1, όταν $\theta_f > 40$ και μπορώ να ολοκληρώσω με s simpson με ένα εμβαδόν Em=2, όταν $\theta_f < 40$ ολοκληρώνω με simpson με με δύο εμβαδά
NANG	integer	Συνολικός αριθμός γωνιών που δίνονται (αν έχω 2 νμκκβ εμβαδά προσμετρείται ξανά η πρώτη γωνία για το βεβεβκδεύτερο εμβαδόν)
NANG1	integer	Αριθμός γωνιών πρώτου εμβαδού
NKG	integer	Αριθμός KG
NDIS	integer	Αριθμός εκτοπισμάτων

Κάρτα 2		
Τύπος	Μεταβλητή	Περιγραφή
KG(i)	double precision	δίνονται όλα τα KG
Κάρτα 3		
Τύπος	Μεταβλητή	Περιγραφή
D(i)	double precision	δίνονται όλα τα εκτόπισμα
Κάρτα 4		
Τύπος	Μεταβλητή	Περιγραφή
ANG1(i,K),CR1(i,k)	double precision	δίνονται σε στήλες οι γωνίες για κάθε εκτόπισμα και δίπλα σε στήλες για κάθε γωνία που δόθηκε η αντίστοιχη τιμή των cross curves.
		δίνονται σε στήλες οι γωνίες για κάθε εκτόπισμα και δίπλα σε στήλες για κάθε γωνία που δόθηκε η αντίστοιχη τιμή των καμπύλων ευστάθειας (cross Curves).

6.1.2.2. Πρόγραμμα.

```
program ahm
implicit none
integer::k,j,NKG,Em,NANG1,z,m,sm,NDIS,i,u,NANG,x
doubleprecision::D(100),KG(100),ANG1(100,100),CR1(100,100),ANG2(100,100),CR2(100,100),S1,Et2,E
t1,S2,thh,kh,thm,km,H,H1,Hb,Hb1,Emb(100,100),CR12,GZ,Fin(100,100),AHMF(100,100),CHECK,Eh,R;

open(1,file='inp4.txt')
open(2,file='out3.txt')
read(1,*)Em,NANG,NANG1,NKG,NDIS !eisagwgh dedomenwn
read(1,*) (KG(i),i=1,NKG)
read(1,*) (D(i),i=1,NDIS)
x=NANG-NANG1
if (Em==1) then
do i=1,NANG
read(1,*) (ANG1(i,k),k=1,NDIS),(CR1(i,j),j=1,NDIS)
enddo
else
do i=1,NANG1
read(1,*) (ANG1(i,k),k=1,NDIS),(CR1(i,j),j=1,NDIS)
enddo
do i=1,NANG-NANG1
read(1,*) (ANG2(i,k),k=1,NDIS),(CR2(i,j),j=1,NDIS)
enddo
endif
do j=1,NDIS
do i=1,NKG
S1=0
Et1=0
do k=1,NANG1 !ypologismos 1 embadou me simpson
if ((k==1).OR.(k==NANG1))then
sm=1
else if(mod(k,2)==0) then
sm=4
else
sm=2
endif
Et1=sm*(CR1(k,j)-sin(ANG1(k,j)*3.14/180)*KG(i))
S1=S1+Et1
enddo
if (Em==2)then !ypologismos 2 embadou
S2=0
Et2=0
do m=1,(x)
if ((m==1).OR. (m==x)) then
sm=1
else if (mod(m,2)==0) then
sm=4
else
sm=2
endif
Et2=sm*(CR2(m,j)-(sin(ANG2(m,j)*3.14/180))*KG(i))
S2=S2+Et2
```

```

enddo
Emb(j,i)=S1*(ANG1(2,j)-ANG1(1,j))/3+S2*(ANG2(2,j)-ANG2(1,j))/3!synoliko embado
else
Emb(j,i)=S1*(ANG1(2,j)-ANG1(1,j))/3
endif
thh=12
do
kh=0.005*thh
if (Em==2) then !euresh thhtaf gwnias
thm=ANG2(x,j)
else
thm=ANG1(NANG1,j)
endif
km=thm*0.005
do r=1,NANG1
if (ANG1(r,j)<= thh )then !eyresh gwniwn panw kai katw apo th thhtah gia grammikh parembolh
H=ANG1(r,j)
H1=r
endif
enddo
do r=NANG1,1,-1
if (ANG1(r,j)>thh) then
Hb=ANG1(r,j)
Hb1=r
endif
enddo
CR12=0
GZ=0
Eh=0
check=0
CR12=-((ANG1(Hb1,j)-thh)*(CR1(Hb1,j)-CR1(H1,j)))/(ANG1(Hb1,j)-
ANG1(H1,j))+CR1(Hb1,j)!ypologismos cross curve gia 12 moires
GZ=CR12-sin(thh*3.14/180)*KG(i)!ypologismos gz gia 12 moires
Eh=(GZ/(2*(1-Kh)))*((2-Km)*thm-thh)!ypologismos eh
CHECK=Emb(j,i)-Eh !ypologismos ypoloiphs dynamikhs eystatheias
if( CHECK.GT.14.1 )then !elegxos
Fin(j,i)=(D(j)*GZ)/0.94 !telikos ypologismos ahm
goto 1
else
thh=thh-1 !meiwsh thhtah kata 1 moira
if (thh==0) then
Fin(j,i)=0
go to 1
endif
end if
enddo
1 enddo
enddo
i=1
do j=2,NDIS+1 !metafora dedomenwn ektopismatwn
AHMF(i,j)=D(j-1)
enddo
j=1
do i=2,NKG+1 !metafora kg
AHMF(i,j)=KG(i-1)
enddo
do i=2,NDIS+1 !metafora apotelesmatvn

```



```
do j=2,NKG+1
AHMF(j,i)=Fin(i-1,j-1)
enddo
enddo
do i=1,NKG+1
write(2,'(23f12.2)') (AHMf(i,j),j=1,NDIS+1) lektypwsh apotelesmatwn
enddo
stop
endprogram ahm
```


6.1.2.3. Παράδειγμα τρεξίματος προγράμματος

Input file:

```
inp4 - Σημειωματάριο
Αρχείο Επεξεργασία Μορφή Προβολή Βοήθεια
2 10 7 1 1
11.60
60971.0
0.00 0.00
5.00 1.178
10.00 2.356
15.00 3.549
20.00 4.741
25.00 5.822
30.00 6.903
30.00 6.903
34.29 7.633
38.58 8.363
Ln 2, Col 19
```

Output file:

```
out3 - Σημειωματάριο
Αρχείο Επεξεργασία Μορφή Προβολή Βοήθεια
0.00 60971.92
11.60 24798.96
Ln 1, Col 1
```

6.1.2.4.Τελικά αποτελέσματα για Allowable heeling moment(TONxM)

Πίνακας 6.1 **ALLOWABLE HEELING MOMENT**

KG/Δ	12000.00	15000.00	12500.00	20000.00	22500.00	25000.00	27500.00	30000.00	32500.00	35000.00	37500.00
6.00	53453.02	56348.19	54137.67	59981.98	61208.45	62583.86	64278.41	65972.97	67321.78	69298.25	71694.93
6.20	52922.44	55684.97	53584.99	59097.69	60213.62	61478.49	63062.51	64646.53	65884.81	67750.74	70036.89
6.40	52391.87	55021.75	53032.31	58213.40	59218.80	60373.13	61846.62	63320.10	64447.84	66203.24	68378.85
6.60	51861.30	54358.54	52479.63	57329.11	58223.97	59267.77	60630.72	61993.67	63010.87	64655.73	66720.81
6.80	51330.72	53695.32	51926.95	56444.82	57229.15	58162.41	59414.82	60667.23	61573.90	63108.23	65062.77
7.00	50800.15	53032.10	51374.27	55560.53	56234.32	57057.05	58198.93	59340.80	60136.93	61560.72	63404.73
7.20	50269.58	52368.89	50821.59	54676.25	55239.50	55951.69	56983.03	58014.37	58699.96	60013.22	61746.68
7.40	49739.00	51705.67	50268.91	53791.96	54244.68	54846.33	55767.13	56687.94	57262.99	58465.71	60088.64
7.60	49208.43	51042.45	49716.23	52907.67	53249.85	53740.97	54551.24	55361.50	55826.03	56918.21	58430.60
7.80	48677.86	50379.24	49163.55	52023.38	52255.03	52635.61	53335.34	54035.07	54389.06	55370.70	56772.56
8.00	48147.28	49716.02	48610.87	51139.09	51260.20	51530.25	52119.44	52708.64	52952.09	53823.20	55114.52
8.20	47616.71	49052.80	48058.19	50254.80	50265.38	50424.89	50903.54	51382.20	51515.12	52275.69	53456.48
8.40	47086.14	48389.59	47505.51	49370.51	49270.55	49319.53	49687.65	50055.77	50078.15	50728.19	51798.44
8.60	46555.56	47726.37	46952.83	48486.23	48275.73	48214.16	48471.75	48729.34	48641.18	49180.68	50140.40
8.80	46024.99	47063.15	46400.15	47601.94	47280.90	47108.80	47255.85	47402.90	47204.21	47633.18	48482.35
9.00	45494.42	46399.94	45847.47	46717.65	46286.08	46003.44	46039.96	46076.47	45767.24	46085.67	46824.31
9.20	44963.85	45736.72	45294.79	45833.36	45291.25	44898.08	44824.06	44750.04	44330.27	44538.17	45166.27
9.40	44433.27	45073.50	44742.11	44949.07	44296.43	43792.72	43608.16	43423.61	42893.30	42990.66	43508.23
9.60	43902.70	44410.29	44189.42	44064.78	43301.60	42687.36	42392.27	42097.17	41456.33	41443.16	41850.19
9.80	43372.13	43747.07	43636.74	43180.49	42306.78	41582.00	41176.37	40770.74	40019.37	39895.65	40192.15
10.00	42841.55	43083.86	43084.06	42296.20	41311.95	40476.64	39960.47	39444.31	38582.40	38348.14	38534.11
10.20	42310.98	42420.64	42531.38	41411.92	40317.13	39371.28	38744.58	38117.87	37145.43	36800.64	36876.07
10.40	41780.41	41757.42	41978.70	40527.63	39322.30	38265.92	37528.68	36791.44	35708.46	35253.13	35218.02
10.60	41249.83	41094.21	41426.02	39643.34	38327.48	37160.56	36312.78	35465.01	34271.49	33705.63	33559.98
10.80	40719.26	40430.99	40873.34	38759.05	37332.65	36055.20	35096.88	34138.57	32834.52	32158.12	31901.94
11.00	40188.69	39767.77	40320.66	37874.76	36337.83	34949.83	33880.99	32812.14	31397.55	30610.62	30243.90
11.20	39658.11	39104.56	39767.98	36990.47	35343.00	33844.47	32665.09	31485.71	29960.58	29063.11	28585.86
11.40	39127.54	38441.34	39215.30	36106.18	34348.18	32739.11	31449.19	30159.28	28523.61	27515.61	26927.82
11.60	38596.97	37778.12	38662.62	35221.89	33353.36	31633.75	30233.30	28832.84	27086.64	25968.10	25269.78
11.80	38066.39	37114.91	38109.94	34337.61	32358.53	30528.39	29017.40	27506.41	25649.67	24420.60	23611.74
12.00	37535.82	36451.69	37557.26	33453.32	31363.71	29423.03	27801.50	26179.98	24212.70	22873.09	21953.69
12.20	37005.25	35788.47	37004.58	32569.03	30368.88	28317.67	26585.61	24853.54	22775.74	21325.59	20295.65
12.40	36474.67	35125.26	36451.90	31684.74	29374.06	27212.31	25369.71	23527.11	21338.77	19778.08	18637.61
12.60	35944.10	34462.04	35899.22	30800.45	28379.23	26106.95	24153.81	22200.68	19901.80	18230.58	16979.57
12.80	35413.53	33798.82	35346.54	29916.16	27384.41	25001.59	22937.92	20874.24	18464.83	16683.07	15321.53
13.00	34882.95	33135.61	34793.86	29031.87	26389.58	23896.23	21722.02	19547.81	17027.86	15135.57	13663.49
13.20	34352.38	32472.39	34241.18	28147.59	25394.76	22790.86	20506.12	18221.38	15590.89	13588.06	12005.45
13.40	33821.81	31809.17	33688.50	27263.30	24399.93	21685.50	19290.22	16894.95	14153.92	12040.56	10347.40
13.60	33291.23	31145.96	33135.82	26379.01	23405.11	20580.14	18074.33	15568.51	12716.95	10493.05	7511.85
13.80	32760.66	30482.74	32583.14	25494.72	22410.28	19474.78	16858.43	14242.08	11279.98	7899.36	4981.02
14.00	31046.96	29819.53	30771.43	24610.43	21415.46	18369.42	15642.53	12915.65	8713.17	4952.82	1613.16

Πίνακας 6.1 **ALLOWABLE HEELING MOMENT(TONxM)**

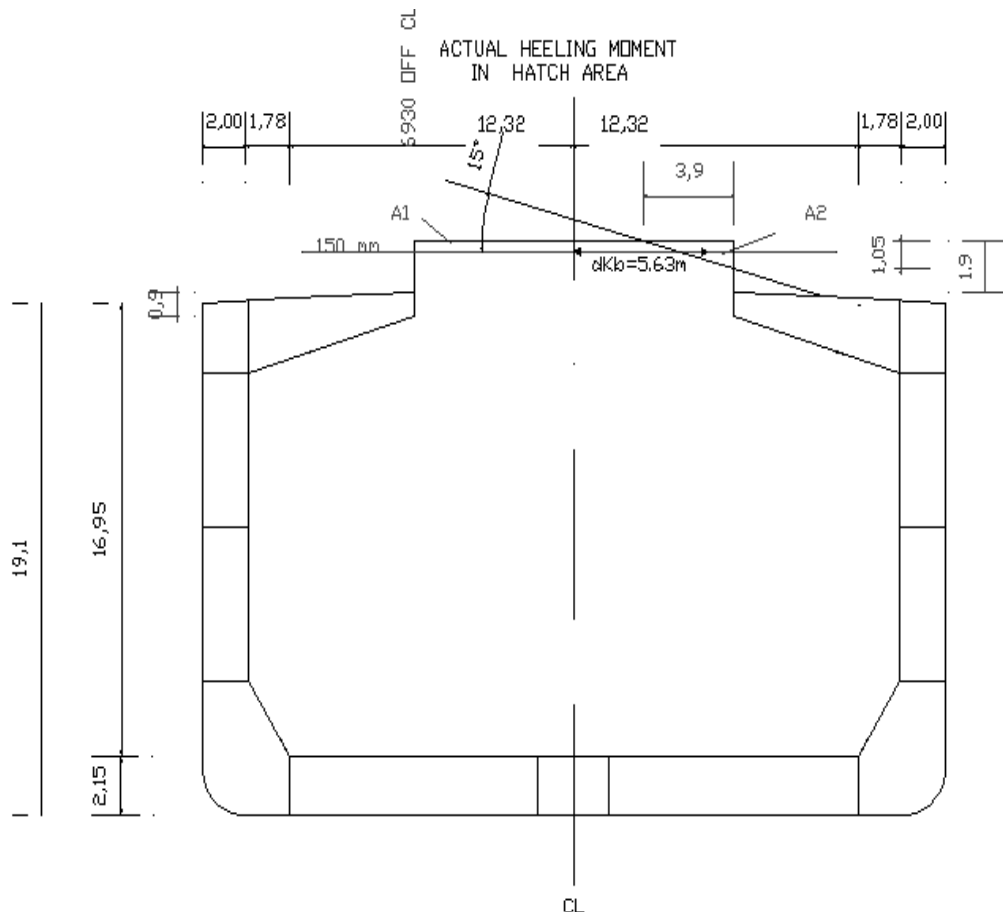
kg/Δ	40000.00	42500.00	45000.00	47500.00	50000.00	52500.00	55000.00	57500.00	60000.00	62500.00	65000.00
6.00	74091.62	76552.13	79236.05	81919.96	86231.54	89537.80	93216.40	97453.51	101690.61	105661.77	109888.24
6.20	72323.04	74673.02	77246.40	79819.78	84020.82	87216.54	90784.60	94911.18	99037.75	102898.36	107014.30
6.40	70554.46	72793.90	75256.75	77719.59	81810.10	84895.28	88352.81	92368.85	96384.88	100134.96	104140.36
6.60	68785.88	70914.79	73267.10	75619.41	79599.38	82574.03	85921.02	89826.52	93732.02	97371.56	101266.42
6.80	67017.31	69035.67	71277.45	73519.22	77388.65	80252.77	83489.22	87284.19	91079.15	94608.16	98392.48
7.00	65248.73	67156.56	69287.80	71419.04	75177.93	77931.51	81057.43	84741.86	88426.28	91844.76	95518.55
7.20	63480.15	65277.45	67298.15	69318.85	72967.21	75610.25	78625.63	82199.53	85773.42	89081.35	92644.61
7.40	61711.57	63398.33	65308.50	67218.66	70756.49	73288.99	76193.84	79657.20	83120.55	86317.95	89770.67
7.60	59943.00	61519.22	63318.85	65118.48	68545.77	70967.74	73762.05	77114.87	80467.69	83554.55	86896.73
7.80	58174.42	59640.11	61329.20	63018.29	66335.05	68646.48	71330.25	74572.54	77814.82	80791.15	84022.79
8.00	56405.84	57760.99	59339.55	60918.11	64124.32	66325.22	68898.46	72030.21	75161.95	78027.74	81148.85
8.20	54637.26	55881.88	57349.90	58817.92	61913.60	64003.96	66466.66	69487.88	72509.09	75264.34	78274.92
8.40	52868.69	54002.77	55360.25	56717.74	59702.88	61682.71	64034.87	66945.55	69856.22	72500.94	75400.98
8.60	51100.11	52123.65	53370.60	54617.55	57492.16	59361.45	61603.08	64403.22	67203.36	69737.54	72527.04
8.80	49331.53	50244.54	51380.95	52517.36	55281.44	57040.19	59171.28	61860.89	64550.49	66974.14	69653.10
9.00	47562.96	48365.43	49391.30	50417.18	53070.72	54718.93	56739.49	59318.56	61897.62	64210.73	66779.16
9.20	45794.38	46486.31	47401.65	48316.99	50859.99	52397.67	54307.69	56776.23	59244.76	61447.33	63905.23
9.40	44025.80	44607.20	45412.00	46216.81	48649.27	50076.42	51875.90	54233.90	56591.89	58683.93	61031.29
9.60	42257.22	42728.09	43422.35	44116.62	46438.55	47755.16	49444.11	51691.57	53939.03	55920.53	58157.35
9.80	40488.65	40848.97	41432.71	42016.44	44227.83	45433.90	47012.31	49149.24	51286.16	53157.13	55283.41
10.00	38720.07	38969.86	39443.06	39916.25	42017.11	43112.64	44580.52	46606.91	48633.29	50393.72	52409.47
10.20	36951.49	37090.75	37453.41	37816.07	39806.38	40791.38	42148.73	44064.58	45980.43	47630.32	49535.53
10.40	35182.91	35211.63	35463.76	35715.88	37595.66	38470.13	39716.93	41522.25	43327.56	44866.92	46661.60
10.60	33414.34	33332.52	33474.11	33615.69	35384.94	36148.87	37285.14	38979.92	40674.70	42103.52	43787.66
10.80	31645.76	31453.41	31484.46	31515.51	33174.22	33827.61	34853.34	36437.59	38021.83	39340.12	40722.50
11.00	29877.18	29574.29	29494.81	29415.32	30963.50	31506.35	32421.55	33895.26	35368.96	36576.71	37717.31
11.20	28108.60	27695.18	27505.16	27315.14	28752.78	29185.10	29989.76	31352.93	32716.10	33718.70	34779.75
11.40	26340.03	25816.07	25515.51	25214.95	26542.05	26863.84	27557.96	28810.60	30063.23	31359.31	32698.59
11.60	24571.45	23936.95	23525.86	23114.77	24331.33	24542.58	25126.17	26268.27	27448.33	28629.82	29858.58
11.80	22802.87	22057.84	21536.21	21014.58	22120.61	22221.32	22694.37	23725.94	24913.60	26395.25	27916.33
12.00	21034.29	20178.73	19546.56	18914.40	19909.89	19900.06	20262.58	21183.61	22183.61	23390.69	24751.73
12.20	19265.72	18299.61	17556.91	16814.21	17699.17	17578.81	17830.79	18337.16	19592.17	21020.22	22600.00
12.40	17497.14	16420.50	15567.26	14714.02	15488.45	15257.55	13758.96	9978.25	5071.75	1309.83	0.00
12.60	15728.56	14541.38	13577.61	12613.84	13277.72	12936.29	9005.76	5039.99	0.00	0.00	0.00
12.80	13959.99	12662.27	11587.96	8005.20	8426.52	9431.44	4605.46	0.00	0.00	0.00	0.00
13.00	12191.41	10783.16	9598.31	4168.76	4388.17	4049.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13.20	10422.83	7802.92	4983.66	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13.40	7593.18	4558.90	1565.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13.60	4491.95	931.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13.80	941.68	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
14.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

6.2.Πραγματική ροπή λόγω μετακίνησης σιτηρών (Actual heeling moment)

6.2.1.Πραγματική ροπή λόγω μετακίνησης σιτηρών σε γεμάτα ισοσταθμισμένα κύττα. (Actual heeling moment for filled compartments, trimmed).

6.2.1.1.Πραγματική ροπή λόγω μετακίνησης σιτηρών σε γεμάτα ισοσταθμισμένα κύττα, στη περιοχή του στομίου κύτους. (Actual heeling moment για filled compartments, trimmed in hatch area).

- Compartments No 1-6



Σχέδιο 6.1

$$A1=0.15*2*6.93=2.079\text{m}^2$$

$$A1 = 2.079 \text{ m}^2$$

$$A2=(3.9*1.05)/2=2.048\text{m}^2$$

$$A2 = 2.048 \text{ m}^2$$

$$\delta K_b = 6.93 - 3.9/3 = 5.63 \text{ m}$$

$$\delta K_b = 5.63 \text{ m}$$

$$l_{\text{hatch}} = 16.8 \text{ m}$$

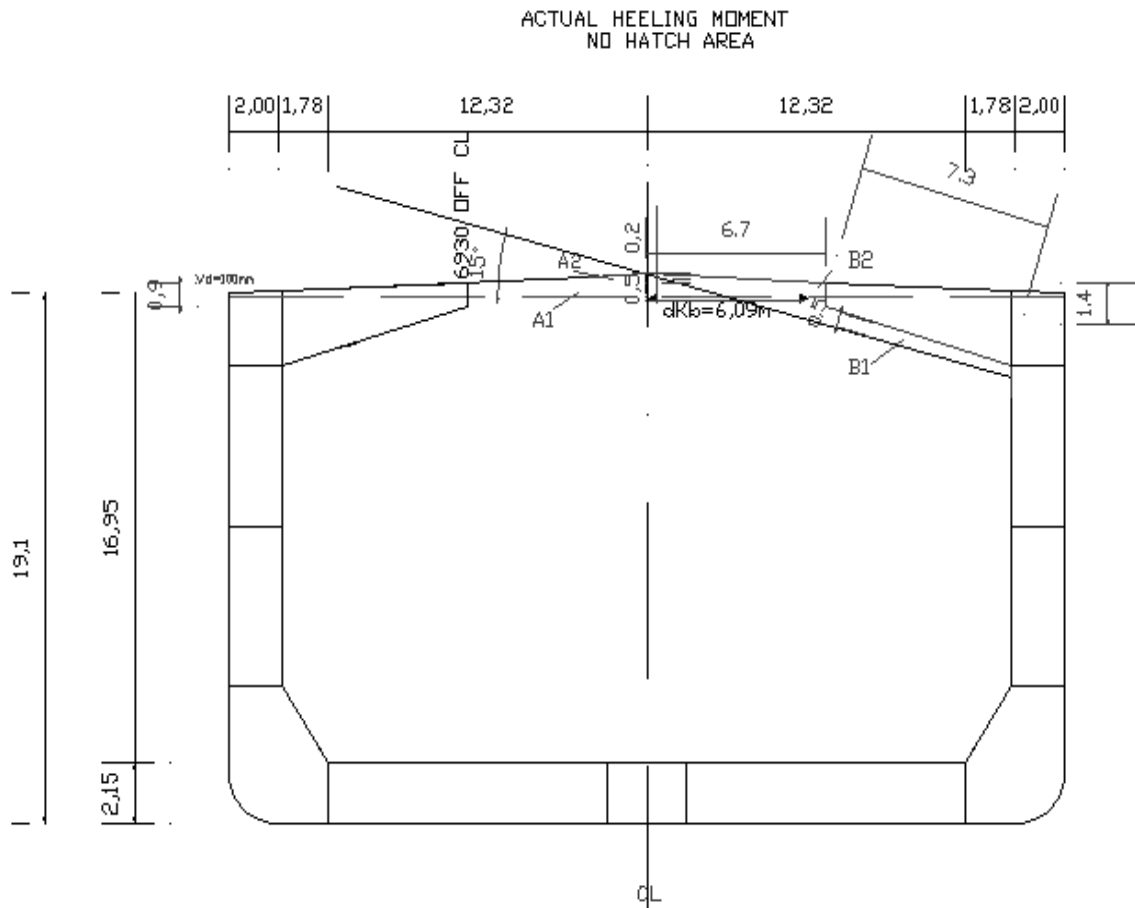
$$l_{\text{hatch}} = 16.8 \text{ m}$$

$$M_1 = l_{\text{hatch}} * \delta K_b * A_2 = 16.8 * 5.63 * 2.048 = 193.70 \text{ m}^4$$

$$M_1 = 193.70 \text{ m}^4$$

6.2.1.2. Πραγματική ροπή λόγω μετατόπισης σιτηρών, σε γεμάτα ισοσταθμισμένα κύττα, στη περιοχή του στομίου κύτους. (Actual heeling moment for filled compartments, trimmed in no hatch area).

- Compartments No 1-5



Σχέδιο 6.2

$$V_d = V_{di} + 0.75 * (d - 600) \text{ mm}$$

$$V_{di} = 530 \text{ mm}$$

$d=0\text{mm}$

$Vd=530+0.75*(0-600)=80\text{mm}$

$Vd = 80\text{mm}$

$Vd_{\text{min}}=100\text{mm}$

$Vd_{\text{min}} = 100\text{mm}$

$A=A1+A2=0.5*2*6.93+0.2*2*6.93/2=6.93+1.39=8.32\text{m}^2$

$A = 8.32\text{m}^2$

$B=B1+B2=0.5*7.3+(6.7*1.4)/2=3.65+4.69=8.34\text{m}^2$

$B = 8.34\text{m}^2$

$l_{\text{hold}}=21.12\text{m}$

$l_{\text{hold}} = 21.12\text{m}$

$l_{\text{hatch}}=16.8\text{m}$

$l_{\text{hatch}} = 16.8\text{m}$

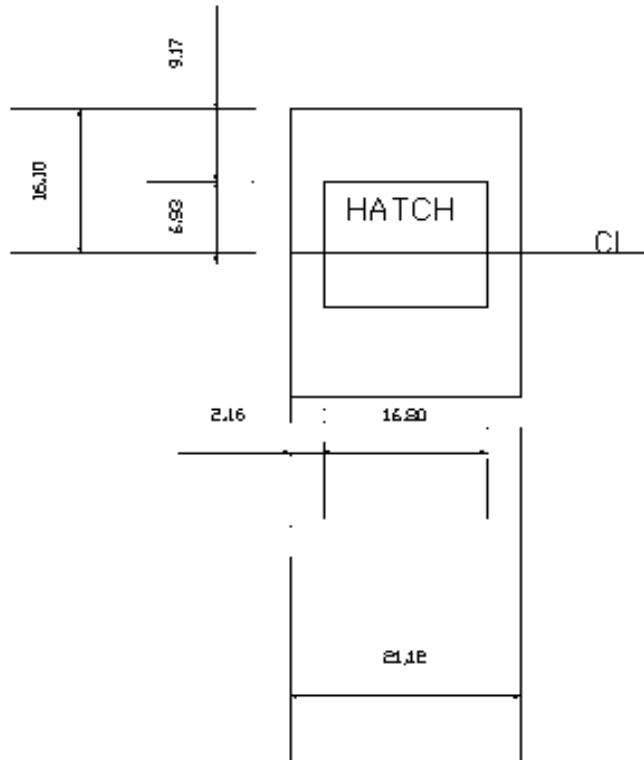
$l_{\text{rest}}=4.32\text{m}$

$l_{\text{rest}} = 4.32\text{m}$

	ACTUAL		
	B(M ²)	Kb(M)	M(M ³)
1	3.65	4.70	17.14
2	4.69	7.17	33.63
TOTAL	8.34	6.09	50.77

$M2=l_{\text{rest}}*\delta K_b*B=4.32*6.09*8.34=219.42\text{m}^4$

$M 2 = 219.42\text{m}^4$



- Compartment No 6
(ομοίως με compartments No 1-5 με μόνες διαφορές τις εξής:)

$l_{hold}=24.32m$

$$l_{hold} = 24.32m$$

$l_{hatch}=16.8m$

$$l_{hatch} = 16.8m$$

$l_{rest}=7.52m$

$$l_{rest} = 7.52m$$

$M_2=l_{rest}*\delta K_b*B=7.52*6.09*8.34=381.94m^4$

$$M_2 = 381.94m^4$$

6.2.1.3.Τελικός πίνακας πραγματική ροπής λόγω μετακίνησης σιτηρών,για γεμάτα ισοσταθμισμένα κύττα (Actual heeling moment for filled compartments).

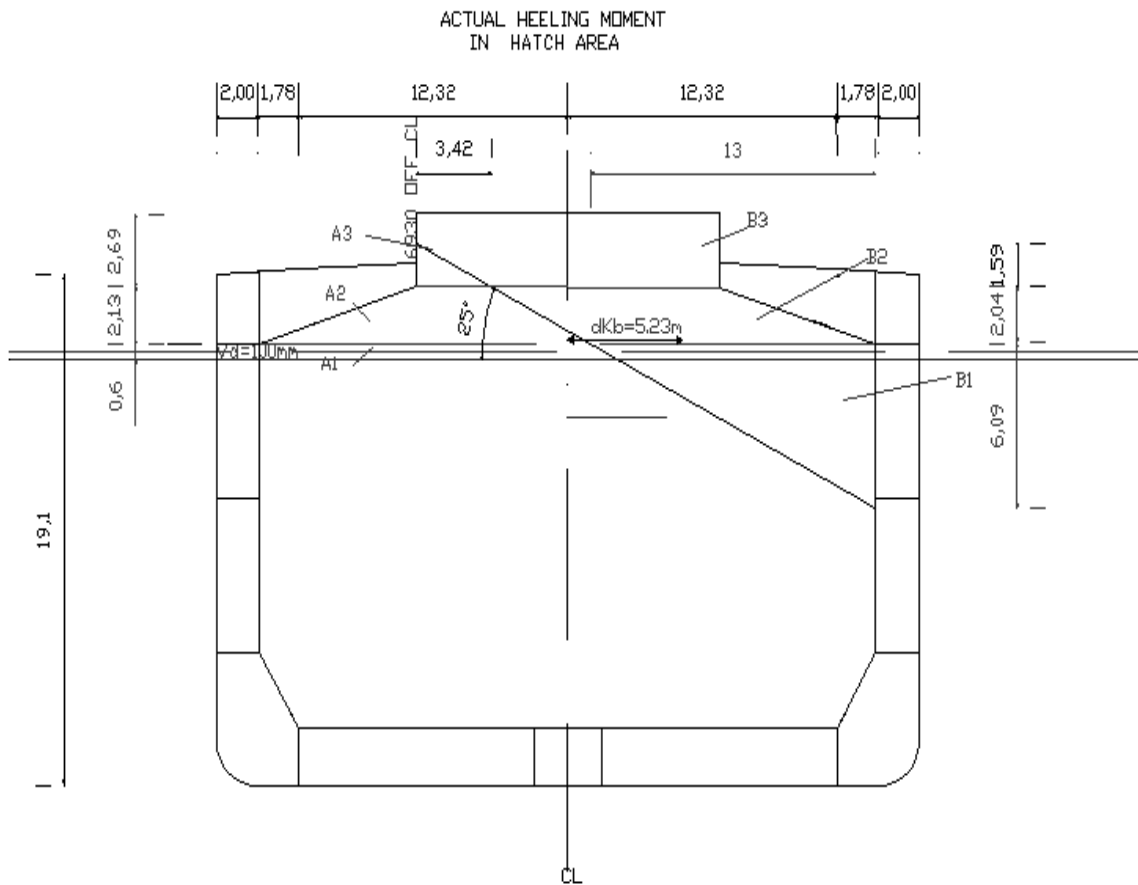
Πίνακας 5.2

	HOLD 1-5	HOLD 6
M1(M ⁴)	193.7	193.7
M2(M ⁴)	219.42	381.94
TOTAL	413.12	575.64

6.2.2.Πραγματική ροπή λόγω μετακίνησης σιτηρών για μερικώς γεμάτα κύττα.(Actual heeling moment for partly filled compartments).

6.2.1.1.Πραγματική ροπή λόγω μετακίνησης σιτηρών, σε κύτος 86.8%γεμάτο, σε περιοχή εντός στομίου κύτους.(Actual heeling moment για partly filled compartments, in hatch area).

- Compartment No 2,with slack 86.8%full



Σχέδιο 6.3

$$A=A1+A2+A3=0.6*28.2+(28.2+13.86)/2*2.13+2.69*13.86=99.00m^2$$

$$A = 99.00m^2$$

$$B=B1+B2+B3=6.09*13.00/2+((28.2+13.86)/2*2.13-2.13*(15.2+3.42)/2)+(2.69*13.86-3.42*1.59/2)=99.11m^2$$

$$B = 99.11m^2$$

lhatch=16.8m

$$lhatch = 16.8 \text{ m}$$

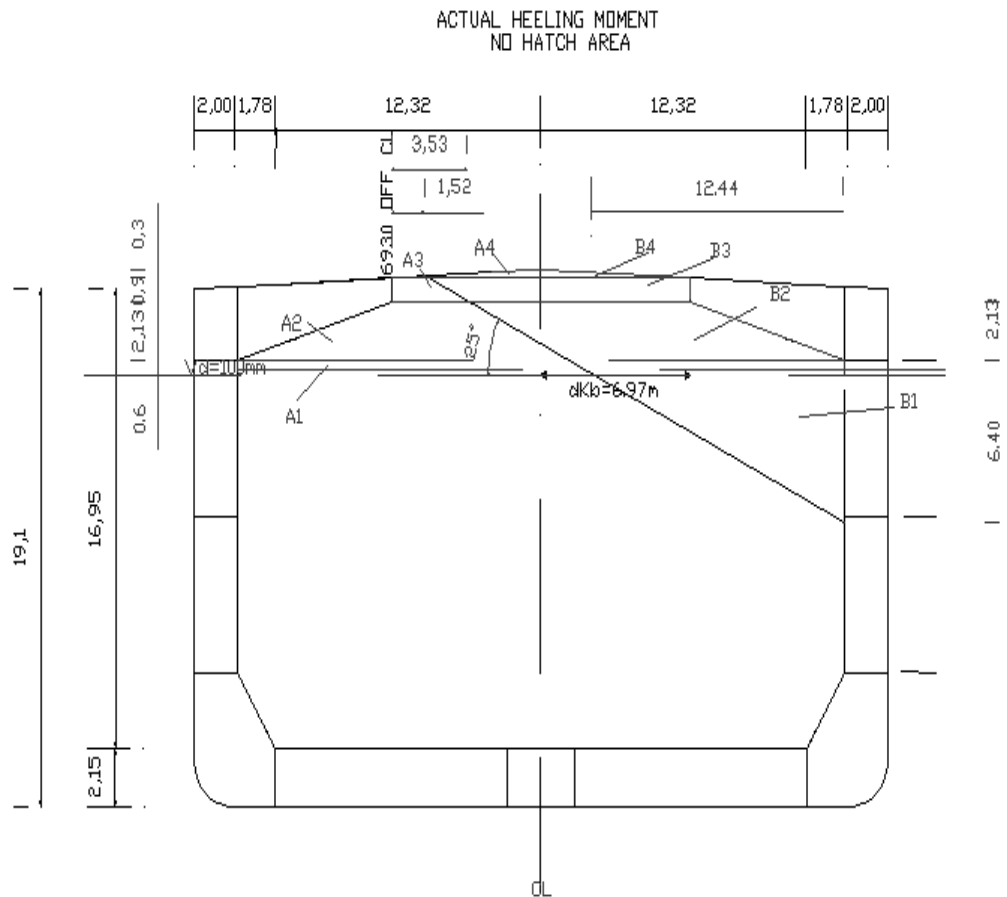
	ACTUAL		
	b(M ²)	Kb(M)	M(M ³)
1	39.59	9.76	386.35
2	24.96	5.20	129.81
3	34.56	0.05	1.73
TOTAL	99.11	5.23	517.89

$$M1 = lhatch * \delta Kb * B = 16.8 * 5.23 * 99.11 = 8708.20 \text{ m}^4$$

$$M 1 = 8708.20 \text{ m}^4$$

6.2.1.2.Πραγματική ροπή λόγω μετατόπισης σιτηρών σε κύτος 86.8% γεμάτο, στη περιοχή εκτός στομίου κύτους.(Actual heeling moment για partly filled compartments, in no hatch area).

- Compartment No 2,with slack 86.8%full



Σχέδιο 6.4

$$Vd = Vdi + 0.75 * (d - 600) \text{ mm}$$

$$Vdi = 530 \text{ mm}$$

$$d = 0 \text{ mm}$$

$$Vd = 530 + 0.75 * (0 - 600) = 80 \text{ mm}$$

$$Vd = 80 \text{ mm}$$

$$Vd_{min} = 100 \text{ mm}$$

$$Vd_{min} = 100 \text{ mm}$$

$$A = A1 + A2 + A3 + A4 = 0.6 * 28.2 + (28.2 + 13.86) / 2 * 2.13 + 0.9 * 13.86 + 0.3 * 13.86 / 2 = 76.27 \text{ m}^2$$

$$A = 76.27\text{m}^2$$

$$B = B_1 + B_2 + B_3 + B_4 = 6.4 * 12.44 / 2 + (28.2 * 13.86) / 2 * 2.13 - (15.56 + 3.73) / 2 * 2.13 + 0.9 * 13.86 - (3.53 + 1.52) / 2 * 0.9 + 0.3 * 13.86 / 2 = 76.34\text{m}^2$$

$$l_{hold} = 21.12\text{m}$$

$$l_{hold} = 21.12\text{m}$$

$$l_{hatch} = 16.8\text{m}$$

$$l_{hatch} = 16.8\text{m}$$

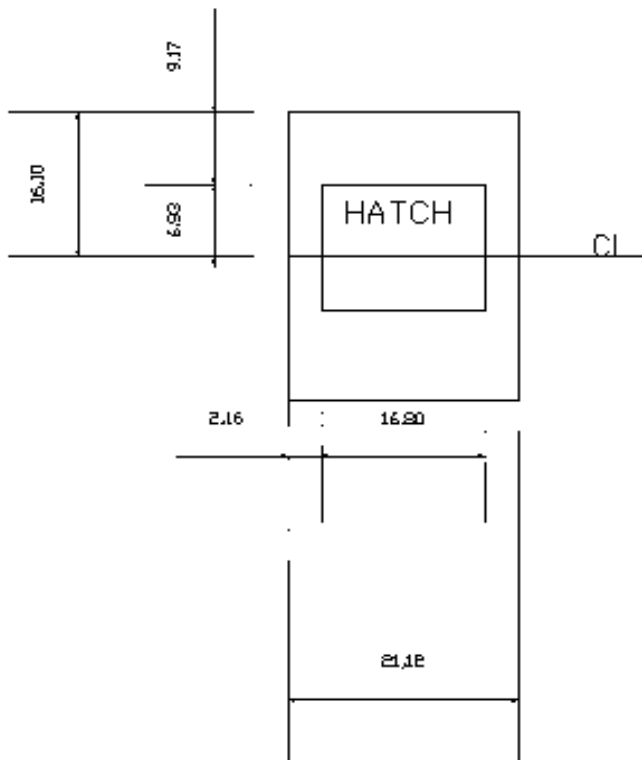
$$l_{rest} = 4.32\text{m}$$

$$l_{rest} = 4.32\text{m}$$

	ACTUAL		
	b(M ²)	Kb(M)	M(M ³)
1	39.81	9.96	396.49
2	24.25	5.56	134.83
3	10.20	0.10	1.02
4	2.08	0.00	0.00
TOTAL	76.34	6.97	532.34

$$M_2 = l_{rest} * \delta K_b * B = 4.32 * 6.97 * 76.34 = 2300.00\text{m}^4$$

$$M_2 = 2300.00\text{m}^4$$



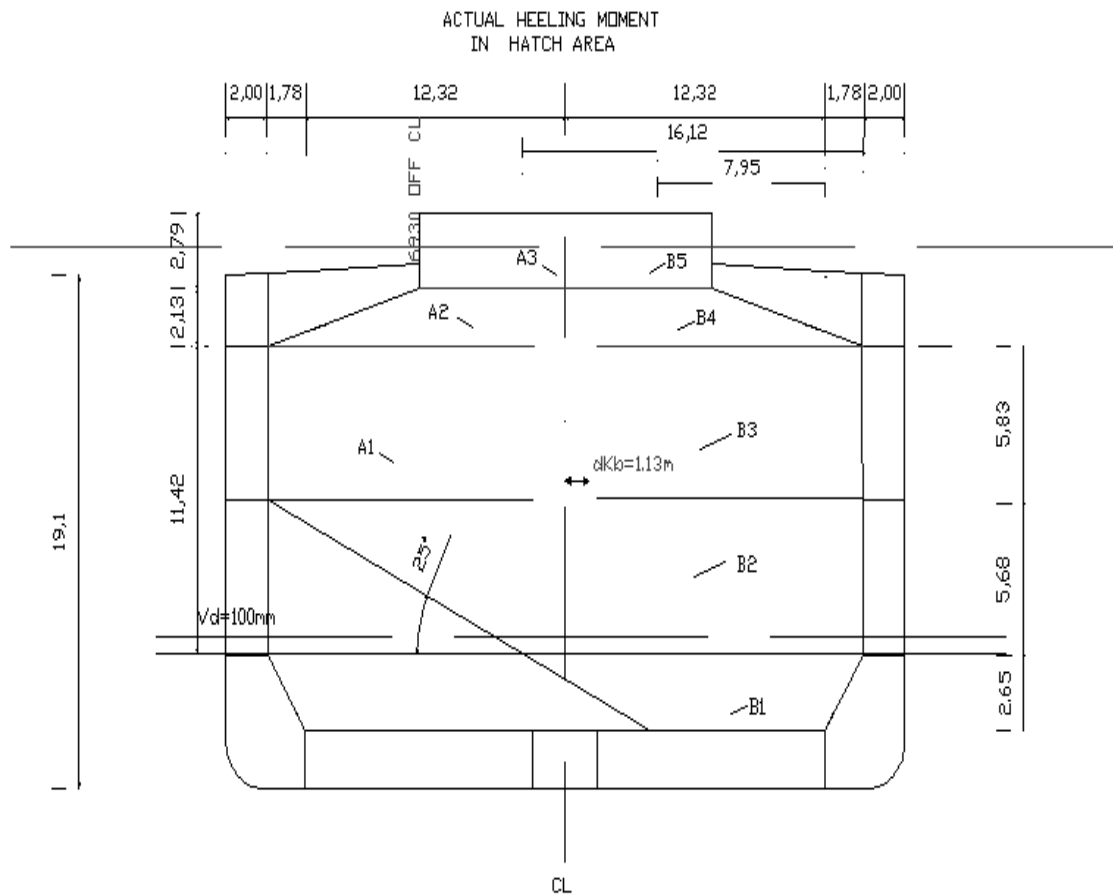
6.2.1.3. Τελικός πίνακας πραγματικής ροπής λόγω μετακίνησης σιτηρών σε κύτος, 64% γεμάτο. (Actual heeling moment για partly filled compartments, slack 64% full)

Πίνακας 5.3

	HOLD 1	HOLD 2	HOLD 3-5	HOLD 6
M1(M ⁴)	193.7	8708.2	193.7	193.7
M2(M ⁴)	219.42	2300	219.42	381.94
TOTAL	413.12	11008.2	413.12	575.64

6.2.1.4.Πραγματική ροπή λόγω μετακίνησης σιτηρών σε κύτος 17.6% γεμάτο, στη περιοχή εντός στομίου κύτους.(Actual heeling moment για partly filled compartments, in hatch area).

- Compartment No 3,with slack 17.6% full



Σχέδιο 6.5

$$Vd = Vdi + 0.75 * (d - 600) \text{ mm}$$

$$Vdi = 530 \text{ mm}$$

$$d = 0 \text{ mm}$$

$$Vd = 530 + 0.75 * (0 - 600) = 80 \text{ mm}$$

$$Vd = 80 \text{ mm}$$

$$Vd_{\text{min}} = 100 \text{ mm}$$

$$Vd_{\text{min}} = 100 \text{ mm}$$

$$A = A1 + A2 + A3 = 11.42 * 28.2 + 2.13 * (28.2 + 2 * 6.93) / 2 + 2 * 6.93 * 2.79 = 405.5 \text{ m}^2$$

$$A = 405.5 \text{ m}^2$$

$$B = B_1 + B_2 + B_3 + B_4 + B_5 = (16.12 + 7.95)/2 * 2.65 + (16.12 + 28.2)/2 * 5.68 + 28.2 * 5.83 + 2.13 * (28.2 + 2 * 6.93)/2 + 2.79 * 2 * 6.93 = 405.6 \text{ m}^2$$

$$B = 405.6 \text{ m}^2$$

$$lhatch = 16.8 \text{ m}$$

$$lhatch = 16.8 \text{ m}$$

	ACTUAL		
	b(M ²)	Kb(M)	M(M ³)
1	31.89	3.37	107.48
2	125.87	2.80	352.43
3	164.41	0.00	0.00
4	44.79	0.00	0.00
5	38.67	0.00	0.00
TOTAL	405.63	1.13	459.91

$$M_1 = lhatch * \delta Kb * B = 16.8 * 1.13 * 405.63 = 7700 \text{ m}^4$$

$$M_1 = 7700.00 \text{ m}^4$$

$$A=A_1+A_2+A_3+A_4=11.42*28.2+(28.2+13.86)/2*2.13+0.9*13.86+0.3*13.86/2=381.4m^2$$

$$A = 381.4m^2$$

$$B=B_1+B_2+B_3+B_4=(8.14+16.05)/2*2.9+(28.2+16.05)/2*5.59+(28.2*13.86)/2*2.13+0.9*13.86+0.3*13.86/2=381.4m^2$$

$$B = 381.4m^2$$

$$l_{hold}=21.12m$$

$$l_{hold} = 21.12m$$

$$l_{hatch}=16.8m$$

$$l_{hatch} = 16.8m$$

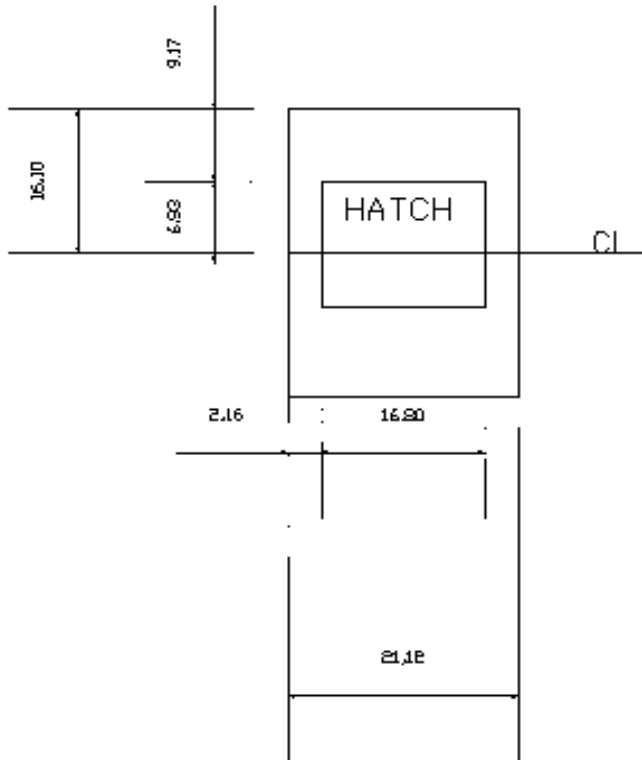
$$l_{rest}=4.32m$$

$$l_{rest} = 4.32m$$

	ACTUAL		
	b(M ²)	Kb(M)	M(M ³)
1	35.08	7.80	273.59
2	123.68	4.00	494.72
3	163.28	0.00	0.00
3	44.79	0.00	0.00
4	12.47	0.00	0.00
5	2.08	0.00	0.00
TOTAL	381.38	2.01	768.30

$$M_2=l_{rest}*\delta K_b*B=4.32*2.01*381.4=3311.77m^4$$

$$M_2 = 3311.77m^4$$



6.2.1.6. Τελικός πίνακας πραγματικής ροπής λόγω μετακίνησης σιτηρών σε κύτος 17.6% γεμάτο. (Actual heeling moment για partly filled compartments, slack 17.6%)

Πίνακας 5.4

	HOLD 1-2	HOLD 3	HOLD 4-5	HOLD 6
M1(M ⁴)	193.7	7700	193.7	193.7
M2(M ⁴)	219.42	3311.77	219.42	381.94
TOTAL	413.12	11011.77	413.12	575.64

6.3.Τελικός πίνακας Πραγματικής ροπής λόγω μετακίνησης σιτηρών (Actual heeling moment)

SPACES	CONDITION(S.G.=0.7177TON/M ³)		CONDITION(S.G.=0.7974TON/M ³)		SCANTLING CONDITION(S.G.=0.8767TON/M ³)		CONDITION(S.G.=0.8971TON/M ³)		CONDITION.(S.G.=1.0253TON/M ³)	
	(S.F.=50 FT ³ /LT)		(S.F.=45 FT ³ /LT)		(S.F.=42.9 FT ³ /LT)		(S.F.=40 FT ³ /LT)		(S.F.=35 FT ³ /LT)	
	FULL %	Actual.H.M.	FULL %	Actual.H.M.	FULL %	Actual.H.M.	FULL %	Actual.H.M.	FULL %	Actual.H.M.
HOLD1	100	413.12	100	413.12	100	413.12	100	413.12	100	413.12
HOLD2	100	413.12	100	413.12	100	413.12	86.8	11008.2	100	413.12
HOLD3	100	413.12	100	413.12	100	413.12	100	413.12	17.6	11011.77
HOLD4	100	413.12	100	413.12	100	413.12	100	413.12	100	413.12
HOLD5	100	413.12	100	413.12	100	413.12	100	413.12	100	413.12
HOLD6	100	575.64	100	575.64	100	575.64	100	575.64	100	575.64
TOTAL(M ⁴)		2641.24		2641.24		2641.24		13236.32		13239.89
Actual.H.M.*γ(TONS*M)		1895.67		2106.25		2315.54		11874.69		13574.73

[ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7⁰]

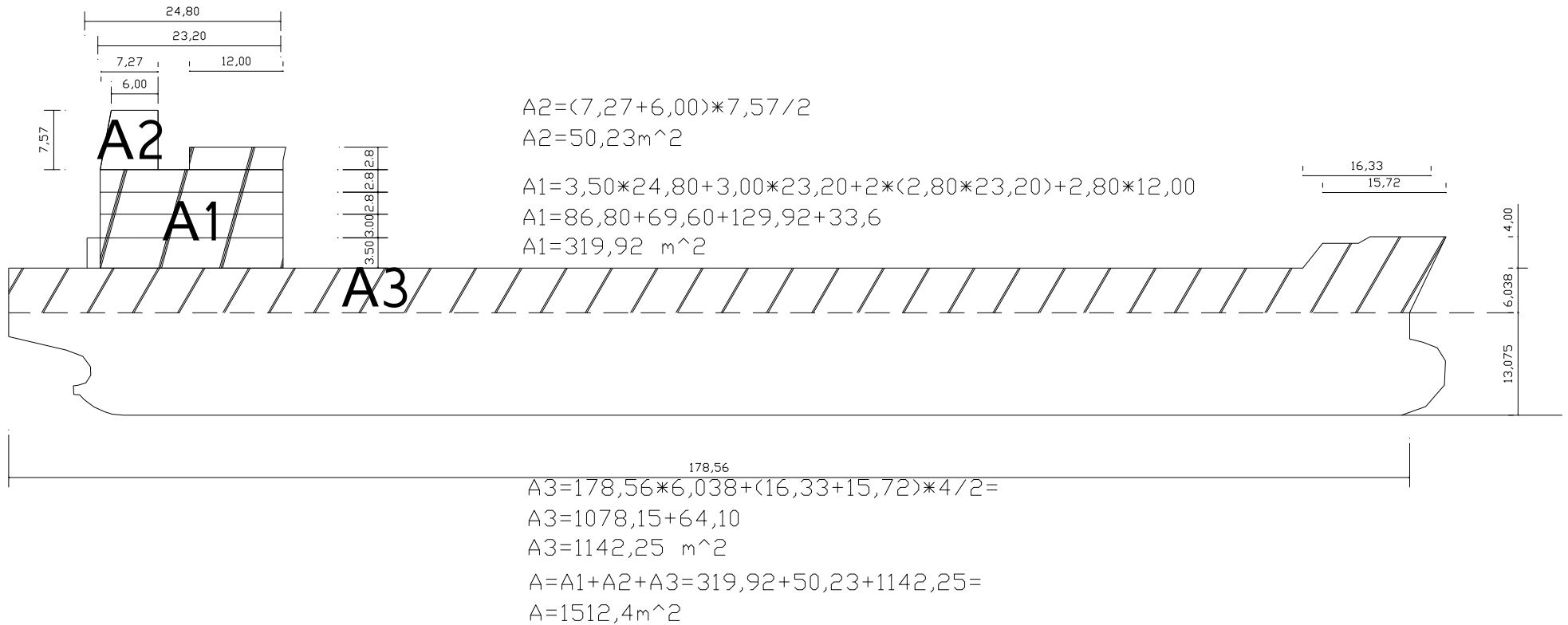
ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΔΕΙΚΤΗ ΕΞΑΡΤΙΣΜΟΥ(EQUIPEMENT NUMBER)

Κεφάλαιο 7ο ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΔΕΙΚΤΗ ΕΞΑΡΤΙΣΜΟΥ(EQUIPEMENT NUMBER)

7.1 Υπολογισμός δείκτη εξαρτισμού

EQUIPMENT NUMBER=D^(2/3)+2Bh+A/10				
D=60972tons		D^(2/3)=	60972^(2/3)=1549,13	tons
B=32,20m		2Bh=	2*32,20*20,94=1348,54	m^2
h=20,94m		A/10=	1512,40/10=151,24	m^2
A=1512,40m^2				
EQUIPMENT NUMBER calc=			3048,91	
EQUIPMENT NUMBER*=-			3040,00	
EQUIPMENT LETTER=-			U40	
STOCKLES ANCHORS				
BOWER ANCHOR NUMBER			3	
WEIGHT PER ANCHOR			9300	kg
CHAIN CABLE				
STUD LINK BOWER CHAIN LENGTH			660	m
DIAMETER (GRADE 1)			97	mm
(GRADE 2)			84	mm
TOW LINE				
MINIMUM LENGTH			280	m
BREAKING STRENGHT			150000	kg
MOORING LINES				
NUMBER			6	
MIN LENGTH OF EACH			200	m
MIN BREAKING STRENGHT			53000	kg

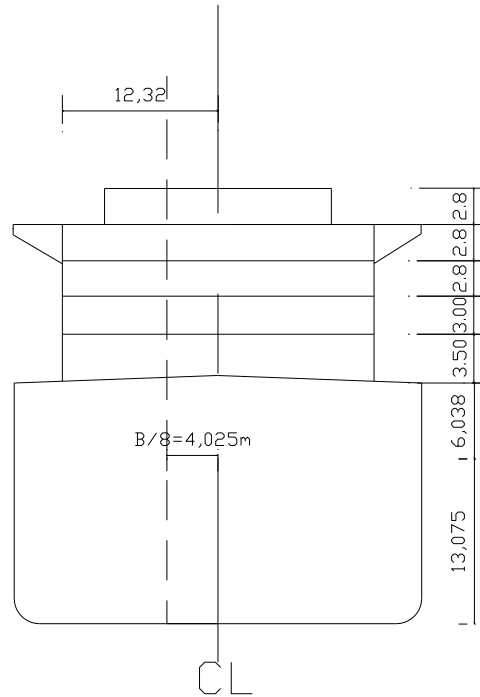
7.1.1 Υπολογισμός A



Σχέδιο 7.1

7.1.2 Υπολογισμός h

$$h = 6,038 + 3,5 + 3,0 + 2,8 + 2,8 + 2,8 =$$
$$h = 20,938\text{m}$$



Σχέδιο 7.2

[ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8⁰]

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟ ΕΛΑΧΙΣΤΟΥ ΕΡΜΑΤΟΣ (WATER BALLAST MINIMUM)

Κεφάλαιο 8^ο ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟ ΕΛΑΧΙΣΤΟΥ ΕΡΜΑΤΟΣ (WATER BALLAST MINIMUM)

8.1 Υπολογισμός ελάχιστου έρματος (water ballast minimum)

- $T_a = (D_p + 0.6)$
 $D_p = 6,00 \text{ m}$

$$T_a = (6.0 + 0.6) =$$

$T_a = 6.60 \text{ m}$
--

- $T_f = 0.027 * L =$
 $L = 174 \text{ m}$

$$T_f = 0.027 * 174$$

$T_f = 4.70 \text{ m}$
--

- $T_m = (T_f + T_a) / 2 =$
 $T_m = (4.7 + 6.6) / 2 =$

$T_m = 5.65 \text{ m}$
--

Από τα υδροστατικά διαγράμματα του υπάρχοντος πλοίου έχουμε:

για $T_m = 5.65 \text{ m}$

$\Delta = 24118.70 \text{ tons}$
--

$$W_B = \Delta_B - (DWT_R + W_{LS})$$

$$W_{WB} = \Delta_B - (DWT_{(10\% \text{ ANAΛΩΣΙΜΑ})} + W_{LS}) \Rightarrow$$

$$W_{WB} = \Delta_B - (W_{\text{CONST}} + W_{\text{CONSUM}} + W_{\text{LS}}) \Rightarrow$$

$$W_{WB} = 24118,70 - (230,43 + 176,25 + 10879,87)$$

$$W_{B \text{ min}} = 12832,00 \text{ tns}$$

$$W_{B \text{ minACTUAL}} = 21740,00 \text{ tns}$$

[ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9^ο]

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Κεφάλαιο 9^ο ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ				
ANTOXH	ΤΟΠΙΚΗ	Μετά τις ενισχύσεις στα ελάσματα και στα ενισχυτικά της μέση τομής ικανοποιούνται οι κανονισμοί [CSR06].		
	ΔΙΑΜΗΚΗΣ	Μετά τις κατασκευαστικές αλλαγές η ροπή αντίστασης είναι 15.189 m ³ , ενώ η απαιτούμενη ροπή αντίστασης από τους κανονισμούς [CSR06] είναι 12.377m ³ , δηλαδή 22.72% πάνω από την απαίτηση του κανονισμού .		
LIGHTSHIP	W _{ST}	Αφαιρέθηκαν 1040.19 tons, προστέθηκαν 1006.06 tons	GALISSAS	10914.00tons
	W _{OT}	Παραμένει ίδιο.	GALISSA EXPRESS AFTER CONVERSION	10879.87tons
	W _M	Παραμένει ίδιο.	ΜΕΙΩΣΗ %	0.31
ΕΥΣΤΑΘΕΙΑ	Ικανοποιούνται τα όλα κριτήρια του [IMO.A.749] για όλες τις καταστάσεις φόρτωσης.			
ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΗ ΡΟΠΗ ΛΟΓΩ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΗΣ ΣΙΤΗΡΩΝ	Οι επιτρεπόμενες ροπές λόγω μετακίνησης σιτηρών για κάθε κατάσταση φόρτωσης συγκρίνονται με τις πραγματικές ροπές λόγω μετακίνησης σιτηρών και ικανοποιούν τον SOLAS, International Grain Code 1974.			

[ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10⁰]

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Κεφάλαιο 10^ο ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [BV] Βασίλης Δημούλας, BV, Παρουσίαση μετασκευής δεξαμενόπλοιου σε ξηρού φορτίου, BV
- [CSR06] IACS, Common Structural Rules for Bulk carriers, January 2006
- [DNV07] Ulf T Freudendahl, Παρουσίαση μετασκευής δεξαμενόπλοιου σε ξηρού φορτίου, DNV, London 16th November 2007
- [IGC74] SOLAS, Chapter 7, International Grain Code, 1974
- [IMO.749] IMO, Resolution A.749, Code on intact stability for all type of ships covered by IMO instruments, 4th November 1993
- [ISS97] Deybach.F, Intact Stability for naval ships, 1997
- [RRBC] E.H.Middleton and S.F.Sammis, Rules and Regulations for Bulk Cargoes, Marine Technology, p.p. 98-103
- [ΜΕΠ07] Α.Παπανικολάου, Μελέτη και εξοπλισμός πλοίου 1, Αθήνα 2007
- [ΜΚΠ00] Πέτρος Α. Καρύδης, Η μεταλλική κατασκευή του Πλοίου, Αθήνα 2000

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α

**Υπολογισμός ροπής αντίστασης για κανονικό νομέα
εκτός στομίου κύτους για το πλοίο ξηρού φορτίου
'EXPRESS GALISSAS'**

GALISSAS	MAIN PARTICULARS			MIDSHIP SECTION CALCULATION				SM	TABLE 1 of 9
	L =	174	m						
	B =	32.2	m						
	D =	19.1	m						
ITEM	b (cm)	t (cm)	AREA (cm2)	Y (m)	AY (m-cm2)	AY2 (m2-cm2)	h (m)	Ah2/12 (m2-cm2)	
BOTTOM PLATE	1410.000	1.450	2044.500	-0.007	-14.823	83836.924	0.015	0.036	
INNER BOTTOM PLATE	1232.000	1.375	1694.000	2.167	3670.051	30308.405	0.014	0.027	
BILGE KEEL PL R2000	314.159	1.450	455.531	0.727	331.062	14642.692	2.000	151.844	
SIDE SHELL (2150mm-5630mm)	348.000	1.300	452.400	3.890	1759.836	2841.879	3.480	456.562	
SIDE SHELL (5630mm-9065mm)	343.500	1.325	455.138	7.348	3344.123	411.758	3.435	447.522	
SHEERSTRAKE (9065mm-12500mm)	343.500	1.375	472.313	10.783	5092.710	9086.500	3.435	464.410	
SIDE SHELL (12500mm-13075mm)	57.500	1.275	73.313	12.788	937.484	2994.582	0.575	2.020	
SIDE SHELL (13075mm-15935mm)	286.000	1.300	371.800	14.505	5392.959	24445.934	2.860	253.431	
SIDE SHELL (15935mm-19100mm)	316.500	1.325	419.363	17.518	7346.183	51866.756	3.165	350.071	
MAIN DECK STRINGER	378.000	1.100	415.800	19.185	7977.123	68003.924	0.006	0.001	
SIDE GRDS x 1(4800mm from BL)									
WEB	200.000	0.900	180.000	4.800	864.000	458.699	0.005	0.000	
DEDUCT OPEN	70.000	-0.900	-63.000	4.800	-302.400	-160.545	-0.005	0.000	
SIDE GRDS x 1(10560mm from BL)									
WEB	200.000	0.900	180.000	10.560	1900.800	3120.479	0.005	0.000	
DEDUCT OPEN	70.000	-0.900	-63.000	10.560	-665.280	-1092.167	-0.005	0.000	
SIDE GRDS x 1(16320mm from BL)									
WEB	200.000	1.100	220.000	16.320	3590.400	21665.348	0.006	0.001	
DEDUCT OPEN	70.000	-1.100	-77.000	16.320	-1256.640	-7582.872	-0.006	0.000	
BOTTOM SIDE GRDS x 1(1540mm from CL)									
WEB	215.000	1.450	311.750	1.075	335.131	8827.748	2.150	120.089	
DEDUCT OPEN	75.000	-1.450	-435.000	1.075	-467.625	-12317.787	0.750	-20.391	

GALISSAS	MAIN PARTICULARS			MIDSHIP SECTION CALCULATION			SM	TABLE 2 of 9	
	L =	174	m						
	B =	32.2	m						
	D =	19.1	m						
BOTTOM SIDE GRDS x 1(12320mm from CL)		1.3	501.8	14.0935	7072.1183	7750.357169	0.013	0.007067017	
WEB	215.00	1.10	236.50	1.08	254.24	6696.91	2.15	91.10	
DEDUCT OPEN	75.00	-1.10	-435.00	1.08	-467.63	-12317.79	0.75	-20.39	
LONG.BULKHEAD(2150mm-4800mm)	265.00	1.38	364.38	3.48	1266.20	3109.68	2.65	213.24	
LONG.BULKHEAD(4800mm-5580mm)	78.00	1.25	97.50	5.19	506.03	141.89	0.78	4.94	
LONG.BULKHEAD(5580mm-7720mm)	214.00	1.15	246.10	6.65	1636.57	15.83	2.14	93.92	
LONG.BULKHEAD(7720mm-10520mm)	280.00	1.15	322.00	9.12	2936.64	2388.68	2.80	210.37	
LONG.BULKHEAD(10520mm-13320mm)	280.00	1.10	308.00	11.92	3671.36	9397.30	2.80	201.23	
LONG.BULKHEAD(13320mm-15240mm)	192.00	0.95	182.40	14.28	2604.67	11336.52	1.92	56.03	
LONG.BULKHEAD(15240mm-19100mm)	386.00	1.10	424.60	17.17	7290.38	49283.99	3.86	527.20	
LONGITUDINALS									
BOTTOM (400x100x13x18) x16	16.00								
WEB	40.00	1.15	736.00	0.20	147.20	28258.53	0.40	9.81	
FLANGE	10.00	1.65	264.00	0.35	92.40	9651.40	0.02	0.01	
INNER BOTTOM (350x100x12x17) x14	14.00								
WEB	35.00	1.05	514.50	1.98	1016.14	10057.61	0.35	5.25	
FLANGE	10.00	1.55	217.00	1.79	388.92	4599.91	0.02	0.00	
INNER BOTTOM 12320 FROM CL(150x90x12x12)									
WEB	15.00	1.05	15.75	0.59	9.21	531.91	0.01	0.00	
FLANGE	9.00	1.05	9.45	0.54	5.10	324.10	0.09	0.01	

GALISSAS	MAIN PARTICULARS			MIDSHIP SECTION CALCULATION				SM	TABLE 3 of 9	
	L =	174	m							
	B =	32.2	m							
	D =	19.1	m							
INNER BOTTOM 12320 FROM CL (150x90x12x12)										
WEB	35.00	1.05	36.75	0.65	23.89	1213.50	0.01	0.00		
FLANGE	10.00	1.55	15.50	0.60	9.30	520.76	0.10	0.01		
INNER BOTTOM 1540 FROM CL(350x100x12x17)										
WEB	35.00	1.05	36.75	1.40	51.45	917.41	0.01	0.00		
FLANGE	10.00	1.55	15.50	1.35	20.93	394.72	0.10	0.01		
INNER BOTTOM 1540 FROM CL (350x100x12x17)										
WEB										
FLANGE	35.00	1.05	36.75	2.00	73.50	710.30	0.01	0.00		
SIDE SHELL (350x100x12x17)(19-23)	10.00	1.55	15.50	1.95	30.23	306.44	0.10	0.01		
SIDE #19										
WEB	35.00	1.05	36.75	2.70	99.23	502.12	0.01	0.00		
FLANGE	10.00	1.55	15.50	2.65	41.08	217.54	0.10	0.01		
SIDE #20										
WEB	35.00	1.05	36.75	3.40	124.95	329.95	0.01	0.00		
FLANGE	10.00	1.55	15.50	3.35	51.93	143.84	0.10	0.01		
SIDE #21										
WEB	35.00	1.05	36.75	4.10	150.68	193.79	0.01	0.00		
FLANGE	10.00	1.55	15.50	4.05	62.78	85.33	0.10	0.01		
SIDE #22										
WEB	35.00	1.05	36.75	5.54	203.60	26.95	0.01	0.00		
FLANGE	10.00	1.65	15.50	5.49	85.10	12.73	0.10	0.01		

GALISSAS	MAIN PARTICULARS			MIDSHIP SECTION				SM CALCULATION		TABLE 4 of 9
	L =	174	m							
	B =	32.2	m							
	D =	19.1	m							
SIDE #26 (300x90x13x17)(26-32)										
WEB	30.00	1.15	34.50	7.70	265.65	58.63	0.01	0.00		
FLANGE	9.00	1.55	13.95	7.65	106.72	21.92	0.09	0.01		
SIDE #27										
WEB	30.00	1.15	34.50	8.42	290.49	141.28	0.01	0.00		
FLANGE	9.00	1.55	13.95	8.37	116.76	54.34	0.09	0.01		
SIDE #28										
WEB	30.00	1.15	34.50	8.42	290.49	141.28	0.01	0.00		
FLANGE	9.00	1.55	13.95	9.09	126.81	101.22	0.09	0.01		
SIDE #29										
WEB	30.00	1.15	34.50	9.86	340.17	413.89	0.01	0.00		
FLANGE	9.00	1.55	13.95	9.81	136.85	162.56	0.09	0.01		
SIDE #30										
WEB	30.00	1.15	34.50	11.30	389.85	829.58	0.01	0.00		
FLANGE	9.00	1.55	13.95	11.25	156.94	328.63	0.09	0.01		

GALISSAS	MAIN PARTICULARS			MIDSHIP SECTION				SM CALCULATION		TABLE 5 of 9
	L =	174	m							
	B =	32.2	m							
	D =	19.1	m							
SIDE #32										
WEB	30.00	1.15	34.50	11.30	389.85	829.58	0.01	0.00		
FLANGE	9.00	1.55	13.95	11.25	156.94	328.63	0.09	0.01		
SIDE #33(250x90x10x15)(33-34)										
WEB	25.00	0.85	21.25	12.02	255.43	672.04	0.01	0.00		
FLANGE	9.00	1.35	13.95	11.97	166.98	433.36	0.09	0.01		
SIDE #34										
WEB	25.00	0.85	21.25	12.74	270.73	855.14	0.01	0.00		
FLANGE	9.00	1.35	13.95	12.69	177.03	552.56	0.09	0.01		
SIDE #35(200x90x10x14)(35-38)										
WEB	20.00	0.85	17.00	13.46	228.82	848.22	0.01	0.00		
FLANGE	9.00	1.25	11.25	13.41	150.86	553.40	0.09	0.01		
SIDE #36										
WEB	20.00	0.85	17.00	14.18	241.06	1029.95	0.01	0.00		
FLANGE	9.00	1.25	11.25	14.13	158.96	672.86	0.09	0.01		
SIDE #37										
WEB	20.00	0.85	17.00	14.90	253.30	1229.31	0.01	0.00		
FLANGE	9.00	1.25	11.25	14.85	167.06	803.97	0.09	0.01		
SIDE #38										
WEB	20.00	0.85	17.00	15.62	265.54	1446.29	0.01	0.00		
FLANGE	9.00	1.25	11.25	15.57	175.16	946.75	0.09	0.01		
SIDE #40(300x90x11x16)(40-42)										
WEB	30.00	0.90	27.00	17.04	460.08	3058.76	0.01	0.00		
FLANGE	9.00	1.40	11.25	16.99	191.14	1262.54	0.09	0.01		

GALISSAS	MAIN PARTICULARS			MIDSHIP SECTION				SM CALCULATION		TABLE 6 of 9
	L =	174	m							
	B =	32.2	m							
	D =	19.1	m							
SIDE #41										
WEB	30.00	0.90	27.00	17.74	478.98	3474.32	0.01	0.00		
FLANGE	9.00	1.40	11.25	17.69	199.01	1434.90	0.09	0.01		
SIDE #42										
WEB	30.00	0.90	27.00	18.44	497.88	3916.34	0.01	0.00		
FLANGE	9.00	1.40	11.25	18.39	206.89	1618.29	0.09	0.01		
LONG. BULKHEAD										
LONG BHD #20 (250x90x12x16)(20-22)										
WEB	25.00	1.05	26.25	2.80	73.50	339.51	0.01	0.00		
FLANGE	9.00	1.45	13.05	2.65	34.58	183.16	0.09	0.01		
LONG BHD #21										
WEB	25.00	1.05	26.25	3.45	90.56	227.88	0.01	0.00		
FLANGE	9.00	1.45	13.05	3.30	43.07	125.12	0.09	0.01		
LONG BHD #22										
WEB	25.00	1.05	26.25	4.10	107.63	138.42	0.01	0.00		
FLANGE	9.00	1.45	13.05	3.95	51.55	78.10	0.09	0.01		
LONG BHD #24(300x90x11x16)(24-25)										
WEB	30.00	0.95	28.50	5.52	157.32	21.89	0.01	0.00		
FLANGE	9.00	1.45	13.05	5.48	71.45	11.08	0.09	0.01		
LONG BHD #25										
WEB	30.00	0.95	28.50	6.24	177.84	0.70	0.01	0.00		
FLANGE	9.00	1.45	13.05	6.20	80.84	0.53	0.09	0.01		

GALISSAS	MAIN PARTICULARS			MIDSHIP SECTION				SM CALCULATION		TABLE 7 of 9
	L =	174	m							
	B =	32.2	m							
	D =	19.1	m							
LONG BHD #26 (250x90x12x16)										
WEB	25.00	1.05	26.25	6.96	182.70	8.34	0.01	0.00		
FLANGE	9.00	1.45	13.05	6.92	90.24	3.51	0.09	0.01		
LONG BHD #27(250x90x10x15)(27-33)										
WEB	25.00	0.85	21.25	7.68	163.20	35.01	0.01	0.00		
FLANGE	9.00	1.35	12.15	7.64	92.77	18.64	0.09	0.01		
LONG BHD #28										
WEB	25.00	0.85	21.25	8.40	178.50	85.31	0.01	0.00		
FLANGE	9.00	1.35	12.15	8.36	101.51	46.61	0.09	0.01		
LONG BHD #29										
WEB	25.00	0.85	21.25	9.12	193.80	157.64	0.01	0.00		
FLANGE	9.00	1.35	12.15	9.08	110.26	87.18	0.09	0.01		
LONG BHD #30										
WEB	25.00	0.85	21.25	9.84	209.10	252.00	0.01	0.00		
FLANGE	9.00	1.35	12.15	9.80	119.01	140.34	0.09	0.01		
LONG BHD #32										
WEB	25.00	0.85	21.25	11.28	239.70	506.81	0.01	0.00		
FLANGE	9.00	1.35	12.15	11.24	136.51	284.46	0.09	0.01		
LONG BHD #33										
WEB	25.00	0.85	21.25	12.00	255.00	667.27	0.01	0.00		
FLANGE	9.00	1.35	12.15	11.96	145.25	375.42	0.09	0.01		

GALISSAS	MAIN PARTICULARS			MIDSHIP SECTION				SM CALCULATION		TABLE 8 of 9
	L =	174	m							
	B =	32.2	m							
	D =	19.1	m							
LONG BHD #34 (200x90x10x14)(34-37)		1.3								
WEB	20.00	0.85	17.00	12.72	216.24	679.81	0.01	0.00		
FLANGE	9.00	1.25	12.15	12.68	154.00	478.97	0.09	0.01		
LONG BHD #35										
WEB	20.00	0.85	17.00	13.44	228.48	843.42	0.01	0.00		
FLANGE	9.00	1.25	12.15	13.40	162.75	595.12	0.09	0.01		
LONG BHD #36										
WEB	20.00	0.85	17.00	14.16	240.72	1024.66	0.01	0.00		
FLANGE	9.00	1.25	12.15	14.12	171.50	723.87	0.09	0.01		
LONG BHD #37										
WEB	20.00	0.85	17.00	14.88	252.96	1223.53	0.01	0.00		
FLANGE	9.00	1.25	12.15	14.84	180.25	865.21	0.09	0.01		
LONG BHD #38(250x90x10x15)										
WEB	25.00	0.85	21.25	15.60	331.50	1800.03	0.01	0.00		
FLANGE	9.00	1.35	12.15	15.56	188.99	1019.15	0.09	0.01		
LONG BHD #40 (250x90x10x16)										
WEB	25.00	0.85	21.25	17.04	362.10	2407.36	0.01	0.00		
FLANGE	9.00	1.45	12.15	17.00	206.49	1364.83	0.09	0.01		
LONG BHD #41										
WEB	25.00	0.85	21.25	17.76	377.40	2744.07	0.01	0.00		
FLANGE	9.00	1.45	12.15	17.72	215.24	1556.56	0.09	0.01		
LONG BHD #42										
WEB	25.00	0.85	21.25	18.48	392.70	3102.81	0.01	0.00		
FLANGE	9.00	1.45	12.15	18.44	223.99	1760.89	0.09	0.01		

GALISSAS	MAIN PARTICULARS			MIDSHIP SECTION				SM CALCULATION		TABLE 9 of 9
	L =	174	m							
	B =	32.2	m							
	D =	19.1	m							
MAIN DECK (400x100x13x17)										
LONG #20										
WEB	35.00	1.00	35.00	18.96	663.60	5524.59	0.35	0.36		
FLANGE	10.00	1.50	15.00	19.04	285.64	2398.88	0.02	0.00		
LONG #19										
WEB	35.00	1.00	35.00	19.00	664.83	5555.41	0.35	0.36		
FLANGE	10.00	1.50	15.00	19.08	286.16	2412.17	0.02	0.00		
LONG #18										
WEB	25.00	1.00	25.00	19.08	477.00	4021.88	0.25	0.13		
FLANGE	9.00	1.70	15.30	19.16	293.13	2491.95	0.02	0.00		
LONG #17										
WEB	20.00	0.80	16.00	19.14	306.24	2598.41	0.20	0.05		
FLANGE	9.00	1.20	15.30	19.19	293.62	2504.66	0.01	0.00		
SUM.			25011.26		159980.75	511746.99		3619.66		

TOTAL	AREA =	25011.26187	cm2		
	TOTAL MOMENT =		159980.7529	m-cm2	
		N =	6.396348724	M ABL	
TOP FROM NA :		N_{TOP} =	12.70365128	m	
MOMENT OF INERTIA (WHOLE SECTION) I =				1030733.307	cm2-m2
		Z_{TOP} =	81136.77593	m-cm2	
		Z_{BOT} =	161144.0138	m-cm2	

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β

**Υπολογισμός ροπής αντίστασης για κανονικό νομέα
εκτός στομίου κύτους για το πλοίο ξηρού φορτίου
'EXPRESS GALISSAS'.**

EXPRESS GALISSAS	MAIN PARTICULARS			MIDSHIP SECTION	SM CALCULATION			TABLE 1 of 12
	L =	174	m					
	B =	32.2	m					
	D =	19.1	m					
ITEM	b (cm)	t (cm)	AREA (cm ²)	Y (m)	AY (m-cm ²)	AY ² (m ² -cm ²)	h (m)	Ah ² /12 (m ² -cm ²)
BOTTOM PLATE	1410.000	1.450	2044.500	-0.007	-14.823	115728.896	0.015	0.036
INNER BOTTOM PLATE	1232.000	1.400	1724.800	2.164	3732.467	49411.995	0.014	0.028
BILGE KEEL PL R2000	314.159	1.450	455.531	0.727	331.062	20999.482	2.000	151.844
SIDE SHELL (2150mm-5630mm)	348.000	1.300	452.400	3.890	1759.836	5949.341	3.480	456.562
SIDE SHELL (5630mm-9065mm)	343.500	1.350	463.725	7.348	3407.219	13.225	3.435	455.966
SHEERSTRAKE (9065mm-12500mm)	343.500	1.400	480.900	10.783	5185.304	5130.024	3.435	472.854
SIDE SHELL (12500mm-13075mm)	57.500	1.300	74.750	12.788	955.866	2076.908	0.575	2.060
SIDE SHELL (13075mm-15935mm)	286.000	1.300	371.800	14.505	5392.959	18159.020	2.860	253.431
SIDE SHELL (15935mm-19100mm)	316.500	1.350	427.275	17.518	7484.790	42737.084	3.165	356.676
MAIN DECK STRINGER	378.000	1.100	415.800	19.106	7944.067	55845.156	0.011	0.004
MAIN DECK	1068.000	1.150	1228.200	19.400	23827.080	156871.823	0.012	0.014
MAIN DECK	164.000	1.200	196.800	19.700	3876.960	26488.475	0.012	0.002
SIDE GRDS x 1(4800mm from BL)								
WEB	200.000	0.900	180.000	4.800	864.000	1328.168	0.009	0.001
DEDUCT OPEN	70.000	-0.900	-63.000	4.800	-302.400	-464.859	-0.009	0.000
FLAT BARS2x (150X11.0)(4800 FROM BL)	15.000	0.900	27.000	4.725	127.575	307.265	0.150	0.051
SIDE GRDS x 1(10560mm from BL)								
WEB	200.000	0.900	180.000	10.560	1900.800	1667.454	0.009	0.001
DEDUCT OPEN	70.000	-0.900	-63.000	10.560	-665.280	-583.609	-0.009	0.000
FLAT BARS 2x(150X11.0)(10560 FROM BL)	15.000	0.900	27.000	10.485	283.095	153.781	0.150	0.051
SIDE GRDS x 1(16320mm from BL)								
WEB	200.000	1.100	220.000	16.320	3590.400	17050.825	0.011	0.002
DEDUCT OPEN	70.000	-1.100	-77.000	16.320	-1256.640	-5967.789	-0.011	-0.001
FLAT BARS 2x(150X11.0)(16320 FROM BL)	15.000	0.900	27.000	16.245	438.615	1791.888	0.150	0.051
BOTTOM SIDE GRDS x 1(1540 mm from CL)								
WEB	215.000	1.450	311.750	1.075	335.131	12934.931	2.150	120.089
DEDUCT OPEN	75.000	-1.450	-108.750	1.075	-116.906	-4512.185	0.750	-5.098

EXPRESS GALISSAS	MAIN PARTICULARS			MIDSHIP SECTION		SM CALCULATION		TABLE 2of 12
	L =	174	m					
	B =	32.2	m					
	D =	19.1	m					
BOTTOM SIDE GRDS x 1(12320mm from CL)								
WEB	215.00	1.10	236.50	1.08	254.24	9812.71	2.15	91.10
DEDUCT OPEN	75.00	-1.10	-108.75	1.08	-116.91	-4512.19	0.75	-5.10
LONG.BULKHEAD(2150mm-2900mm)	75.00	3.05	228.75	2.53	577.59	5699.05	0.75	10.72
LONG.BULKHEAD(2900mm-4050mm)	115.00	1.40	161.00	3.48	559.48	2629.57	1.15	17.74
LONG.BULKHEAD(4050mm-4800mm)	75.00	3.05	228.75	4.43	1012.22	2186.08	0.75	10.72
LONG.BULKHEAD(4800mm-5580mm)	78.00	1.25	97.50	5.19	506.03	527.67	0.78	4.94
LONG.BULKHEAD(5580mm-6330mm)	75.00	2.50	187.50	5.96	1116.56	457.11	0.75	8.79
LONG.BULKHEAD(6330mm-6970mm)	64.00	1.15	73.60	6.65	489.44	55.25	0.64	2.51
LONG.BULKHEAD(6970mm-7720mm)	75.00	2.50	187.50	7.35	1377.19	5.51	0.75	8.79
LONG.BULKHEAD(7720mm-10520mm)	280.00	1.15	322.00	9.12	2936.64	828.06	2.80	210.37
LONG.BULKHEAD(10520mm-13320mm)	280.00	1.10	308.00	11.92	3671.36	5972.70	2.80	201.23
LONG.BULKHEAD(13320mm-15240mm)	192.00	0.95	182.40	14.28	2604.67	8344.18	1.92	56.03
LONG.BULKHEAD(15240mm-19100mm)	386.00	1.10	424.60	17.17	7290.38	39569.50	3.86	527.20
LONG.BULKHEAD(16320mm-18600mm)	228.00	1.25	285.00	17.46	4976.10	28179.55	2.28	123.46
LONG.BULKHEAD(18600mm-19500mm)	90.00	1.40	126.00	19.05	2400.30	16761.08	0.90	8.51
LONGITUDINALS								
BOTTOM (400x100x13x18) x16	16.00							
WEB	40.00	1.15	736.00	0.20	147.20	39397.64	0.40	9.81
FLANGE	10.00	1.65	264.00	0.39	103.42	13400.73	0.02	0.01
INNER BOTTOM (350x100x12x17) x14	14.00							
WEB	35.00	1.05	514.50	1.98	1016.14	15798.69	0.35	5.25
FLANGE	10.00	1.55	217.00	1.81	392.28	7071.69	0.02	0.00
INNER BOTTOM 12320 FROM CL(150x90x12x12+120x12)								
WEB	15.00	1.05	15.75	0.59	9.21	756.69	0.01	0.00
FLANGE	9.00	1.05	9.45	0.54	5.10	459.93	0.09	0.01
FLAT BAR	12.00	1.20	14.40	0.50	7.13	709.92	0.01	0.00

EXPRESS GALISSAS	MAIN PARTICULARS			MIDSHIP SECTION	SM CALCULATION	TABLE 4 of 12		
	L =	174	m					
	B =	32.2	m					
	D =	19.1	m					
SIDE #24(350x100x12x18)(24-25)								
WEB	35.00	1.05	36.75	5.52	202.86	146.47	0.01	0.00
FLANGE	10.00	1.65	16.50	5.47	90.26	69.10	0.10	0.01
SIDE #25								
WEB	35.00	1.05	36.75	6.24	229.32	59.87	0.01	0.00
FLANGE	10.00	1.65	16.50	6.19	102.14	29.03	0.10	0.01
SIDE #26 (300x90x13x17)(26-32)								
WEB	30.00	1.15	34.50	6.96	240.12	10.68	0.01	0.00
FLANGE	9.00	1.55	13.95	6.91	96.39	5.13	0.09	0.01
SIDE #27								
WEB	30.00	1.15	34.50	7.68	264.96	0.92	0.01	0.00
FLANGE	9.00	1.55	13.95	7.63	106.44	0.18	0.09	0.01
SIDE #28								
WEB	30.00	1.15	34.50	8.40	289.80	26.94	0.01	0.00
FLANGE	9.00	1.55	13.95	8.35	116.48	9.69	0.09	0.01
SIDE #29								
WEB	30.00	1.15	34.50	9.12	314.64	88.72	0.01	0.00
FLANGE	9.00	1.55	13.95	9.07	126.53	33.67	0.09	0.01
SIDE #30								
WEB	30.00	1.15	34.50	9.84	339.48	186.27	0.01	0.00
FLANGE	9.00	1.55	13.95	9.79	136.57	72.11	0.09	0.01

EXPRESS GALISSAS	MAIN PARTICULARS			MIDSHIP SECTION	SM CALCULATION	TABLE 5 of 12		
	L =	174	m					
	B =	32.2	m					
	D =	19.1	m					
SIDE #32								
WEB	30.00	1.15	34.50	11.28	389.16	488.69	0.01	0.00
FLANGE	9.00	1.55	13.95	11.23	156.66	192.38	0.09	0.01
SIDE #33(250x90x10x15)(33-34)								
WEB	25.00	0.85	21.25	12.00	255.00	427.19	0.01	0.00
FLANGE	9.00	1.35	13.95	11.95	166.70	274.22	0.09	0.01
SIDE #34								
WEB	25.00	0.85	21.25	12.72	270.30	575.40	0.01	0.00
FLANGE	9.00	1.35	13.95	12.67	176.75	370.51	0.09	0.01
SIDE #35(200x90x10x14+100x14)(35-38)								
WEB	20.00	0.85	17.00	13.44	228.48	596.52	0.01	0.00
FLANGE	9.00	1.25	11.25	13.39	150.64	388.12	0.09	0.01
FLAT BAR	10.00	1.25	12.50	13.35	166.88	425.39	0.01	0.00
SIDE #36								
WEB	20.00	0.85	17.00	14.16	240.72	750.34	0.01	0.00
FLANGE	9.00	1.25	11.25	14.11	158.74	489.10	0.09	0.01
FLAT BAR	10.00	1.25	12.50	14.07	175.88	536.87	0.01	0.00
SIDE #37								
WEB	20.00	0.85	17.00	14.88	252.96	921.79	0.01	0.00
FLANGE	9.00	1.25	11.25	14.83	166.84	601.75	0.09	0.01
FLAT BAR	10.00	1.25	12.50	14.79	184.88	661.32	0.01	0.00
SIDE #38								
WEB	20.00	0.85	17.00	15.60	265.20	1110.86	0.01	0.00
FLANGE	9.00	1.25	11.25	15.55	174.94	726.06	0.09	0.01
FLAT BAR	10.00	1.25	12.50	15.51	193.88	798.72	0.01	0.00
SIDE #40(300x90x11x16)(40-42)								
WEB	30.00	0.90	27.00	17.02	459.54	2438.61	0.01	0.00
FLANGE	9.00	1.40	11.25	16.97	190.91	1005.42	0.09	0.01

EXPRESS GALISSAS	MAIN PARTICULARS			MIDSHIP SECTION	SM CALCULATION	TABLE 6 of 12		
	L =	174	m					
	B =	32.2	m					
	D =	19.1	m					
SIDE #41								
WEB	30.00	0.90	27.00	17.72	478.44	2811.08	0.01	0.00
FLANGE	9.00	1.40	11.25	17.67	198.79	1159.83	0.09	0.01
SIDE #42								
WEB	30.00	0.90	27.00	18.42	497.34	3210.00	0.01	0.00
FLANGE	9.00	1.40	11.25	18.37	206.66	1325.26	0.09	0.01
LONG BULKHEAD								
LONG BHD #20 (250x90x12x16+100x16)(20-22)								
WEB	25.00	1.05	26.25	2.80	73.50	583.91	0.01	0.00
FLANGE	9.00	1.45	13.05	2.65	34.58	309.05	0.09	0.01
FLAT BAR	10.00	1.60	16.00	2.45	39.20	410.69	0.02	0.00
LONG BHD #21								
WEB	25.00	1.05	26.25	3.45	90.56	434.06	0.01	0.00
FLANGE	9.00	1.45	13.05	3.30	43.07	232.00	0.09	0.01
FLAT BAR	10.00	1.60	16.00	3.10	49.60	312.07	0.10	0.01
LONG BHD #22								
WEB	25.00	1.05	26.25	4.10	107.63	306.38	0.01	0.00
FLANGE	9.00	1.45	13.05	3.95	51.55	165.98	0.09	0.01
FLAT BAR	10.00	1.60	16.00	3.75	60.00	226.97	0.02	0.00
LONG BHD #24(300x90x11x16+100x12)(24-25)								
WEB	30.00	0.95	28.50	5.52	157.32	113.59	0.01	0.00
FLANGE	9.00	1.45	13.05	5.48	71.45	54.38	0.09	0.01
FLAT BAR	10.00	1.20	16.00	5.43	86.88	69.65	0.01	0.00
LONG BHD #25								
WEB	30.00	0.95	28.50	6.24	177.84	46.43	0.01	0.00
FLANGE	9.00	1.45	13.05	6.20	80.84	22.79	0.09	0.01
FLAT BAR	10.00	1.20	16.00	6.15	98.40	29.87	0.01	0.00

EXPRESS GALISSAS	MAIN PARTICULARS			MIDSHIP SECTION				SM CALCULATION		TABLE 7 of 12
	L =	174	m							
	B =	32.2	m							
	D =	19.1	m							
LONG BHD #26 (250x90x12x16+100x12)										
WEB	25.00	1.05	26.25	6.96	182.70	8.13	0.01	0.00		
FLANGE	9.00	1.45	13.05	6.92	90.24	4.72	0.09	0.01		
FLAT BAR	10.00	1.20	16.00	6.87	109.92	6.68	0.01	0.00		
LONG BHD #27(250x90x10x15+100x15)(27-33)										
WEB	25.00	0.85	21.25	7.68	163.20	0.57	0.01	0.00		
FLANGE	9.00	1.35	12.15	7.64	92.77	0.17	0.09	0.01		
FLAT BAR	10.00	1.50	15.00	7.59	113.85	0.08	0.02	0.00		
LONG BHD #28										
WEB	25.00	0.85	21.25	8.40	178.50	16.59	0.01	0.00		
FLANGE	9.00	1.35	12.15	8.36	101.51	8.54	0.09	0.01		
FLAT BAR	10.00	1.50	15.00	8.31	124.65	9.45	0.02	0.00		
LONG BHD #29										
WEB	25.00	0.85	21.25	9.12	193.80	54.65	0.01	0.00		
FLANGE	9.00	1.35	12.15	9.08	110.26	29.52	0.09	0.01		
FLAT BAR	10.00	1.50	15.00	9.03	135.45	34.37	0.02	0.00		
LONG BHD #30										
WEB	25.00	0.85	21.25	9.84	209.10	114.73	0.01	0.00		
FLANGE	9.00	1.35	12.15	9.80	119.01	63.08	0.09	0.01		
FLAT BAR	10.00	1.50	15.00	9.75	146.25	74.84	0.02	0.00		
LONG BHD #32										
WEB	25.00	0.85	21.25	11.28	239.70	301.00	0.01	0.00		
FLANGE	9.00	1.35	12.15	11.24	136.51	168.01	0.09	0.01		
LONG BHD #33										
WEB	25.00	0.85	21.25	12.00	255.00	427.19	0.01	0.00		
FLANGE	9.00	1.35	12.15	11.96	145.25	239.37	0.09	0.01		

EXPRESS GALISSAS	MAIN PARTICULARS			MIDSHIP SECTION	SM CALCULATION	TABLE 8 of 12		
	L =	174	m					
	B =	32.2	m					
	D =	19.1	m					
LONG BHD #34 (200x90x10x14+100x14)(34-37)		1.3						
WEB	20.00	0.85	17.00	12.72	216.24	460.32	0.01	0.00
FLANGE	9.00	1.25	11.25	12.68	142.59	299.38	0.09	0.01
FLAT BAR	10.00	1.40	14.00	12.68	177.45	372.56	0.01	0.00
LONG BHD #35								
WEB	20.00	0.85	17.00	13.44	228.48	596.52	0.01	0.00
FLANGE	9.00	1.25	11.25	13.40	150.69	388.78	0.09	0.01
LONG BHD #36								
WEB	20.00	0.85	17.00	14.16	240.72	750.34	0.01	0.00
FLANGE	9.00	1.25	11.25	14.12	158.79	489.85	0.09	0.01
LONG BHD #37								
WEB	20.00	0.85	17.00	14.88	252.96	921.79	0.01	0.00
FLANGE	9.00	1.25	11.25	14.84	166.89	602.57	0.09	0.01
LONG BHD #38(250x90x10x15)								
WEB	25.00	0.85	21.25	15.60	331.50	1388.58	0.01	0.00
FLANGE	9.00	1.35	12.15	15.56	188.99	785.13	0.09	0.01
LONG BHD #40 (250x90x10x16)								
WEB	25.00	0.80	20.00	17.02	340.40	1806.38	0.01	0.00
FLANGE	9.00	1.40	12.60	17.00	214.14	1132.04	0.09	0.01
LONG BHD #41								
WEB	25.00	0.80	20.00	17.62	352.40	2041.66	0.01	0.00
FLANGE	9.00	1.40	12.60	17.60	221.70	1279.89	0.09	0.01
LONG BHD #42								
WEB	25.00	0.80	20.00	18.22	364.40	2291.35	0.01	0.00
FLANGE	9.00	1.40	12.60	18.20	229.26	1436.82	0.09	0.01

EXPRESS GALISSAS	MAIN PARTICULARS			MIDSHIP SECTION				SM CALCULATION		TABLE 9 of 12
	L =	174	m							
	B =	32.2	m							
	D =	19.1	m							
LONG BHD #44										
WEB	30.00	0.90	27.00	16.87	455.49	2362.24	0.30	0.20		
FLANGE	9.00	1.40	12.60	17.02	214.45	1138.02	0.01	0.00		
LONG BHD #45										
WEB	30.00	0.90	27.00	17.12	462.24	2490.20	0.30	0.20		
FLANGE	9.00	1.40	12.60	17.27	217.60	1198.68	0.01	0.00		
LONG BHD #46										
WEB	30.00	0.90	27.00	17.37	468.99	2621.53	0.30	0.20		
FLANGE	9.00	1.40	12.60	17.52	220.75	1260.91	0.01	0.00		
LONG BHD #47										
WEB	30.00	0.90	27.00	17.62	475.74	2756.25	0.30	0.20		
FLANGE	9.00	1.40	12.60	17.77	223.90	1324.72	0.01	0.00		
LONG BHD #48										
WEB	30.00	0.90	27.00	17.87	482.49	2894.33	0.30	0.20		
FLANGE	9.00	1.40	12.60	18.02	227.05	1390.11	0.01	0.00		
LONG BHD #49										
WEB	30.00	0.90	27.00	18.12	489.24	3035.79	0.30	0.20		
FLANGE	9.00	1.40	12.60	18.27	230.20	1457.07	0.01	0.00		

EXPRESS GALISSAS	MAIN PARTICULARS			MIDSHIP SECTION				SM CALCULATION		TABLE 10 of 12
	L =	174	m							
	B =	32.2	m							
	D =	19.1	m							
LONG BHD #50										
WEB	30.00	0.90	27.00	18.37	495.99	3180.63	0.30	0.20		
FLANGE	9.00	1.40	12.60	18.52	233.35	1525.60	0.01	0.00		
LONG BHD #51										
WEB	30.00	0.90	27.00	18.62	502.74	3328.84	0.30	0.20		
FLANGE	9.00	1.40	12.60	18.77	236.50	1595.71	0.01	0.00		
LONG BHD #52										
WEB	30.00	0.90	27.00	19.05	514.35	3591.66	0.01	0.00		
FLANGE	9.00	1.40	12.60	19.01	239.46	1663.05	0.09	0.01		
MAIN DECK (400x100x13x17)										
LONG #20										
WEB	35.00	1.00	35.00	18.96	663.54	4582.14	0.35	0.36		
FLANGE	10.00	1.50	15.00	18.79	281.86	1906.70	0.02	0.00		
LONG #19										
WEB	35.00	1.00	35.00	18.99	664.71	4608.88	0.35	0.36		
FLANGE	10.00	1.50	15.00	18.82	282.36	1917.99	0.02	0.00		
LONG #18										
WEB	25.00	1.00	25.00	19.08	476.88	3340.04	0.25	0.13		
FLANGE	9.00	1.70	15.30	18.96	290.07	2003.11	0.02	0.00		
LONG #17										
WEB	20.00	0.80	16.00	19.13	306.13	2159.26	0.20	0.05		
FLANGE	9.00	1.20	10.80	19.04	205.62	1434.01	0.09	0.01		

EXPRESS GALISSAS	MAIN PARTICULARS			MIDSHIP SECTION				SM CALCULATION		TABLE 11 of 12
	L =	174	m							
	B =	32.2	m							
	D =	19.1	m							
LONG #15										
WEB	40.00	1.10	44.00	19.50	858.00	16731.00	0.40	0.59		
FLANGE	10.00	1.50	15.00	19.71	295.61	5825.78	0.02	0.00		
LONG #14										
WEB	40.00	1.10	44.00	19.53	859.47	16788.25	0.40	0.59		
FLANGE	10.00	1.50	15.00	19.74	296.11	5845.51	0.02	0.00		
LONG# 13										
WEB	40.00	1.10	44.00	19.57	860.93	16845.60	0.40	0.59		
FLANGE	10.00	1.50	15.00	19.77	296.61	5865.27	0.02	0.00		
LONG #12										
WEB	40.00	1.10	44.00	19.60	862.40	16903.04	0.40	0.59		
FLANGE	10.00	1.50	15.00	19.81	297.11	5885.06	0.02	0.00		
LONG #11										
WEB	40.00	1.10	44.00	19.63	863.87	16960.58	0.40	0.59		
FLANGE	10.00	1.50	15.00	19.84	297.61	5904.88	0.02	0.00		
LONG #10										
WEB	40.00	1.10	44.00	19.67	865.33	17018.22	0.40	0.59		
FLANGE	10.00	1.50	15.00	19.87	298.11	5924.74	0.02	0.00		

EXPRESS GALISSAS	MAIN PARTICULARS				MIDSHIP SECTION			SM CALCULATION		TABLE 12 of 12
	L =	174	m							
	B =	32.2	m							
	D =	19.1	m							
LONG #9										
WEB	40.00	1.10	44.00	19.90	875.60	17424.44	0.40	0.59		
FLANGE	10.00	1.50	15.00	19.91	298.61	5944.63	0.02	0.00		
LONG #8										
WEB	40.00	1.10	44.00	19.93	877.07	17482.86	0.40	0.59		
FLANGE	10.00	1.50	15.00	19.94	299.11	5964.55	0.02	0.00		
LONG #7										
WEB	40.00	1.10	44.00	19.97	878.53	17541.38	0.40	0.59		
FLANGE	10.00	1.50	15.00	19.97	299.61	5984.51	0.02	0.00		
LONG #6										
WEB	40.00	1.10	44.00	20.00	880.00	17600.00	0.40	0.59		
FLANGE	10.00	1.50	15.00	20.01	300.11	6004.50	0.02	0.00		
LONG #5										
WEB	40.00	1.10	44.00	20.03	881.47	17658.72	0.40	0.59		
FLANGE	10.00	1.50	15.00	20.04	300.61	6024.53	0.02	0.00		
LONG #4										
WEB	40.00	1.10	44.00	20.07	882.93	17717.53	0.40	0.59		
FLANGE	10.00	1.50	15.00	20.07	301.11	6044.58	0.02	0.00		
LONG #3										
WEB	40.00	1.10	44.00	20.10	884.40	17776.44	0.40	0.59		
FLANGE	10.00	1.50	15.00	20.11	301.61	6064.67	0.02	0.00		
LONG #2										
WEB	40.00	1.10	44.00	20.13	885.87	17835.45	0.40	0.59		
FLANGE	10.00	1.50	15.00	20.14	302.11	6084.80	0.02	0.00		
LONG #1										
WEB	40.00	1.10	44.00	20.17	887.33	17894.56	0.40	0.59		
FLANGE	10.00	1.50	15.00	20.17	302.61	6104.96	0.02	0.00		
LONG #0	0.50									
WEB	116.00	1.35	78.30	20.96	1641.17	34398.88	1.16	8.78		
FLANGE	30.00	2.00	30.00	20.97	629.10	13192.23	0.02	0.00		
SUM.			33160.76		268550.85	987113.94		3563.55		

TOTAL	AREA =	33160.76187	cm2		
	TOTAL MOMENT =		268550.8463	m-cm2	
		N =	8.098452242	M ABL	
TOP FROM NA :		N_{TOP} =	11.00154776	m	
MOMENT OF INERTIA (WHOLE SECTION)				1981354.987	cm2-m2
I =		Z_{TOP} =	180097.8399	m-cm2	
		Z_{BOT} =	244658.4764	m-cm2	

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ

INTERNATIONAL GRAIN CODE

ANNEX 35

RESOLUTION MSC.23(59)

(adopted on 23 May 1991)

ADOPTION OF THE INTERNATIONAL CODE FOR THE
SAFE CARRIAGE OF GRAIN IN BULK

THE MARITIME SAFETY COMMITTEE,

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

NOTING part C of revised chapter VI of the International Convention for the Safety of Life at Sea, 1974 (SOLAS 74), adopted by resolution MSC.22(59) which, *inter alia*, makes the provisions of the International Code for the Safe Carriage of Grain in Bulk mandatory under that Convention,

HAVING CONSIDERED the text of the proposed Code,

1. ADOPTS the International Code for the Safe Carriage of Grain in Bulk, the text of which is set out in the Annex to the present resolution;
2. DECIDES that the Code shall take effect on 1 January 1994*; and
3. REQUESTS the Secretary-General to transmit to the Members of the Organization and all Contracting Governments to SOLAS 74 certified copies of the present resolution and the Code.

* Date of entry into force of amendments to SOLAS chapter VI.

ANNEX

PART A

SPECIFIC REQUIREMENTS

1 APPLICATION

1.1 This Code applies to ships regardless of size, including those of less than 500 tons gross tonnage, engaged in the carriage of grain in bulk, to which part C of chapter VI of the 1974 SOLAS Convention, as amended, applies.

1.2 For the purpose of this Code:

the expression "ships constructed" means "ships the keels of which are laid or which are at a similar stage of construction";

2 DEFINITIONS

2.1 The term "grain" covers wheat, maize (corn), oats, rye, barley, rice, pulses, seeds and processed forms thereof, whose behaviour is similar to that of grain in its natural state.

2.2 The term "filled compartment, trimmed", refers to any cargo space in which, after loading and trimming as required under A 10.2, the bulk grain is at its highest possible level.

2.3 The term "filled compartment, untrimmed", refers to a cargo space which is filled to the maximum extent possible in way of the hatch opening but which has not been trimmed outside the periphery of the hatch opening either by the provisions of A 10.3.1 for all ships, A 10.3.2 for specially suitable compartments.

2.4 The term "partly filled compartment" refers to any cargo space wherein the bulk grain is not loaded in the manner prescribed in A 2.2 or A 2.3.

2.5 The term "angle of flooding" (θ_1) means the angle of heel at which openings in the hull, superstructures or deckhouses, which cannot be closed weathertight, immerse. In applying this definition, small openings through which progressive flooding cannot take place need not be considered as open.

2.6 The term "stowage factor", for the purposes of calculating the grain heeling moment caused by a shift of grain, means the volume per unit weight of the cargo as attested by the loading facility, i.e. no allowance shall be made for lost space when the cargo space is nominally filled.

2.7 The term "specially suitable compartment" refers to a cargo space which is constructed with at least two vertical or sloping, longitudinal, grain-tight divisions which are coincident with the hatch side girders or are so positioned as to limit the effect of any transverse shift of grain. If sloping, the divisions shall have an inclination of not less than 30° to the horizontal.

W/1574x/EWP

3 DOCUMENT OF AUTHORIZATION

3.1 A document of authorization shall be issued for every ship loaded in accordance with the regulations of this Code either by the Administration or an organization recognized by it or by a Contracting Government on behalf of the Administration. It shall be accepted as evidence that the ship is capable of complying with the requirements of these regulations.

3.2 The document shall accompany or be incorporated into the grain loading manual provided to enable the master to meet the requirements of A 7. The manual shall meet the requirements of A 6.3.

3.3 Such a document, grain loading stability data and associated plans may be drawn up in the official language or languages of the issuing country. If the language used is neither English nor French, the text shall include a translation into one of these languages.

3.4 A copy of such a document, grain loading stability data and associated plans shall be placed on board in order that the master, if so required, shall produce them for the inspection of the Contracting Government of the country of the port of loading.

3.5 A ship without such a document of authorization shall not load grain until the master demonstrates to the satisfaction of the Administration, or of the Contracting Government of the port of loading acting on behalf of the Administration, that, in its loaded condition for the intended voyage, the ship complies with the requirements of this Code. See also A 8.3 and A 9.

4 EQUIVALENTS

Where an equivalent accepted by the Administration in accordance with regulation I/5 of the International Convention for the Safety of Life at Sea, 1974, as amended, is used, particulars shall be included in the document of authorization or in the grain loading manual.

5 EXEMPTIONS FOR CERTAIN VOYAGES

The Administration, or a Contracting Government on behalf of the Administration, may, if it considers that the sheltered nature and conditions of the voyage are such as to render the application of any of the requirements of this Code unreasonable or unnecessary, exempt from those particular requirements individual ships or classes of ships.

6 INFORMATION REGARDING SHIP'S STABILITY AND GRAIN LOADING

6.1 Information in printed booklet form shall be provided to enable the master to ensure that the ship complies with this Code when carrying grain in bulk on an international voyage. This information shall include that which is listed in A 6.2 and A 6.3.

6.2 Information which shall be acceptable to the Administration or to a Contracting Government on behalf of the Administration shall include:

- .1 ship's particulars;
- .2 lightship displacement and the vertical distance from the intersection of the moulded base line and midship section to the centre of gravity (KG);

W/1574x/EWP

- .3 table of liquid free surface corrections;
- .4 capacities and centres of gravity;
- .5 curve or table of angle of flooding, where less than 40°, at all permissible displacements;
- .6 curves or tables of hydrostatic properties suitable for the range of operating drafts; and
- .7 cross curves of stability which are sufficient for the purpose of the requirements in A 7 and which include curves at 12° and 40°.

6.3 Information which shall be approved by the Administration or by a Contracting Government on behalf of the Administration shall include:

- .1 curves or tables of volumes, vertical centres of volumes, and assumed volumetric heeling moments for every compartment, filled or partly filled, or combination thereof, including the effects of temporary fittings;
- .2 tables or curves of maximum permissible heeling moments for varying displacements and varying vertical centres of gravity to allow the master to demonstrate compliance with the requirements of A 7.1;

this requirement shall apply only to ships the keels of which are laid on or after the entry into force of this Code;
- .3 details of the scantlings of any temporary fittings and, where applicable, the provisions necessary to meet the requirements of A 7, A 8 and A 9;
- .4 loading instructions in the form of notes summarizing the requirements of this Code;
- .5 a worked example for the guidance of the master; and
- .6 typical loaded service departure and arrival conditions and where necessary intermediate worst service conditions*.

7 STABILITY REQUIREMENTS

7.1 The intact stability characteristics of any ship carrying bulk grain shall be shown to meet, throughout the voyage, at least the following criteria after taking into account in the manner described in part B of this Code and, in figure A 7, the heeling moments due to grain shift:

* It is recommended that loading conditions be provided for three representative stowage factors, e.g. 1.25, 1.50, and 1.75 cubic metres per tonne.

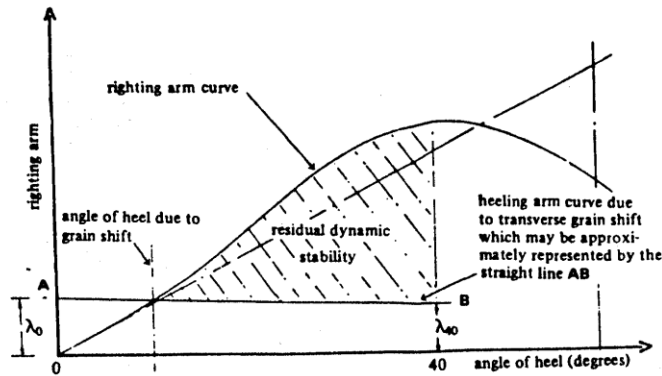


Figure A7

Notes on figure A7:

(1) Where:

$$\lambda_0 = \frac{\text{assumed volumetric heeling moment due to transverse shift}}{\text{stowage factor} \times \text{displacement}}$$

$$\lambda_{40} = 0.8 \times \lambda_0;$$

Stowage factor = volume per unit weight of grain cargo;

Displacement = weight of ship, fuel, fresh water, stores etc. and cargo.

(2) The righting arm curve shall be derived from cross-curves which are sufficient in number to accurately define the curve for the purpose of these requirements and shall include cross-curves at 12° and 40°.

- .1 the angle of heel due to the shift of grain shall not be greater than 12° or in the case of ships constructed on or after 1 January 1994 the angle at which the deck edge is immersed, whichever is the lesser;
- .2 in the statical stability diagram, the net or residual area between the heeling arm curve and the righting arm curve up to the angle of heel of maximum difference between the ordinates of the two curves, or 40° or the angle of flooding (θ_1), whichever is the least, shall in all conditions of loading be not less than 0.075 metre-radians; and
- .3 the initial metacentric height, after correction for the free surface effects of liquids in tanks, shall be not less than 0.30 m.

7.2 Before loading bulk grain the master shall, if so required by the Contracting Government of the country of the port of loading, demonstrate the ability of the ship at all stages of any voyage to comply with the stability criteria required by this section.

7.3 After loading, the master shall ensure that the ship is upright before proceeding to sea.

8 STABILITY REQUIREMENTS FOR EXISTING SHIPS

8.1 For the purposes of this section the term "existing ship" means a ship, the keel of which is laid before 25 May 1980.

W/1574x/EWP

8.2 An existing ship loaded in accordance with documents previously approved under regulation 12 of chapter VI of SOLAS 1960, IMO resolutions A.184(VI) or A.264(VIII) shall be considered to have intact stability characteristics at least equivalent to the requirements of A 7 of this Code. Documents of authorization permitting such loadings shall be accepted for the purposes of A 7.2.

8.3 Existing ships not having on board a document of authorization issued in accordance with A 3 of this Code may apply the provisions of A 9 without limitation of the deadweight which may be used for the carriage of bulk grain.

9 OPTIONAL STABILITY REQUIREMENTS FOR SHIPS WITHOUT DOCUMENTS
OF AUTHORIZATION CARRYING PARTIAL CARGOES OF BULK GRAIN

9.1 A ship not having on board a document of authorization issued in accordance with A 3 of this Code may be permitted to load bulk grain provided that:

- .1 the total weight of the bulk grain shall not exceed one third of the deadweight of the ship;
- .2 all "filled compartments, trimmed" shall be fitted with centreline divisions extending, for the full length of such compartments, downwards from the underside of the deck or hatch covers to a distance below the deck line of at least one eighth of the maximum breadth of the compartment or 2.4 m, whichever is the greater except that saucers constructed in accordance with A 14 may be accepted in lieu of a centreline division in and beneath a hatchway except in the case of linseed and other seeds having similar properties;
- .3 all hatches to "filled compartments, trimmed" shall be closed and covers secured in place;
- .4 all free grain surfaces in partly filled cargo space shall be trimmed level and secured in accordance with A 16, A 17 or A 18;
- .5 throughout the voyage the metacentric height after correction for the free surface effects of liquids in tanks shall be 0.3 m or that given by the following formula whichever is the greater:

$$GM_R = \frac{L B Vd (0.25 B - 0.645 \sqrt{Vd B})}{SF \times \Delta \times 0.0875}$$

Where:

L = total combined length of all full compartments (metres)

B = moulded breadth of the vessel (metres)

SF = stowage factor (cubic metres per tonne)

Vd = calculated average void depth calculated in accordance with B.1 (metres - Note: not millimetres)

Δ = displacement (tonnes); and

- .6 the master demonstrates to the satisfaction of the Administration or the Contracting Government of the port of loading on behalf of the Administration that the ship in its proposed loaded condition will comply with the requirements of this section.

10 STOWAGE OF BULK GRAIN

10.1 All necessary and reasonable trimming shall be performed to level all free grain surfaces and to minimize the effect of grain shifting.

10.2 In any "filled compartment, trimmed", the bulk grain shall be trimmed so as to fill all spaces under the decks and hatch covers to the maximum extent possible.

10.3 In any "filled compartment, untrimmed" the bulk grain shall be filled to the maximum extent possible in way of the hatch opening but may be at its natural angle of repose outside the periphery of the hatch opening. A "filled compartment" may qualify for this classification if it falls into one of the following categories:

- .1 the Administration issuing the document of authorization may, under B 6, grant dispensation from trimming in those cases where the underdeck void geometry resulting from free flowing grain into a compartment, which may be provided with feeder ducts, perforated decks or other similar means, is taken into account when calculating the void depths; or
- .2 the compartment is "specially suitable" as defined in A 2.7, in which case dispensation may be granted from trimming the ends of that compartment.

10.4 If there is no bulk grain or other cargo above a lower cargo space containing grain, the hatch covers shall be secured in an approved manner having regard to the mass and permanent arrangements provided for securing such covers.

10.5 When bulk grain is stowed on top of closed 'tween-deck hatch covers which are not grain-tight, such covers shall be made grain-tight by taping the joints, covering the entire hatchway with tarpaulins or separation cloths, or other suitable means.

10.6 After loading, all free grain surfaces in "partly filled compartments" shall be level.

10.7 Unless account is taken of the adverse heeling effect due to the grain shift according to this Code, the surface of the bulk grain in any "partly filled compartment" shall be secured so as to prevent a grain shift by overstowing as described in A 16. Alternatively, in "partly filled compartments", the bulk grain surface may be secured by strapping or lashing as described in A 17 or A 18.

10.8 Lower cargo spaces and 'tween-deck spaces in way thereof may be loaded as one compartment provided that, in calculating transverse heeling moments, proper account is taken of the flow of grain into the lower spaces.

W/1574x/EWP

10.9 In "filled compartments, trimmed", "filled compartments, untrimmed", and "partly filled compartments", longitudinal divisions may be installed as a device to reduce the adverse heeling effect of grain shift provided that:

- .1 the division is grain-tight;
- .2 the construction meets the requirements of A 11, A 12 and A 13; and
- .3 in 'tween-decks the division extends from deck to deck and in other cargo spaces the division extends downwards from the underside of the deck or hatch covers, as described in B 2.8.2, note (2), B 2.9.2, note (3), or B 5.2, as applicable.

11 STRENGTH OF GRAIN FITTINGS

11.1 Timber

All timber used for grain fittings shall be of good sound quality and of a type and grade which has been proved to be satisfactory for this purpose. The actual finished dimensions of the timber shall be in accordance with the dimensions specified below. Plywood of an exterior type bonded with waterproof glue and fitted so that the direction of the grain in the face plies is perpendicular to the supporting uprights or binder may be used provided that its strength is equivalent to that of solid timber of the appropriate scantlings.

11.2 Working stresses

When calculating the dimensions of divisions loaded on one side, using tables A 13-1 to A 13-6, the following working stresses should be adopted:

For divisions of steel 19.6 kN/cm^2
For divisions of wood 1.57 kN/cm^2

(1 newton is equivalent to 0.102 kilograms)

11.3 Other materials

Materials other than wood or steel may be approved for such divisions provided that proper regard has been paid to their mechanical properties.

11.4 Uprights

- .1 Unless means are provided to prevent the ends of uprights being dislodged from their sockets, the depth of housing at each end of each upright shall be not less than 75 mm. If an upright is not secured at the top, the uppermost shore or stay shall be fitted as near thereto as is practicable.
- .2 The arrangements provided for inserting shifting boards by removing a part of the cross-section of an upright shall be such that the local level of stresses is not unduly high.

- .3 The maximum bending moment imposed upon an upright supporting a division loaded on one side shall normally be calculated assuming that the ends of the uprights are freely supported. However, if an Administration is satisfied that any degree of fixity assumed will be achieved in practice, account may be taken of any reduction in the maximum bending moment arising from any degree of fixity provided at the ends of the upright.

11.5 Composite section

Where uprights, binders or any other strength members are formed by two separate sections, one fitted on each side of a division and interconnected by through bolts at adequate spacing, the effective section modulus shall be taken as the sum of the two moduli of the separate sections.

11.6 Partial division

Where divisions do not extend to the full depth of the cargo space such divisions and their uprights shall be supported or stayed so as to be as efficient as those which do extend to the full depth of the cargo space.

12 DIVISIONS LOADED ON BOTH SIDES

12.1 Shifting boards

- .1 Shifting boards shall have a thickness of not less than 50 mm and shall be fitted grain-tight and where necessary supported by uprights.
- .2 The maximum unsupported span for shifting boards of various thicknesses shall be as follows:

Thickness	Maximum unsupported span
50 mm	2.5 m
60 mm	3.0 m
70 mm	3.5 m
80 mm	4.0 m.

If thicknesses greater than these are provided the maximum unsupported span will vary directly with the increase in thickness.

- .3 The ends of all shifting boards shall be securely housed with 75 mm minimum bearing length.

12.2 Other materials

Divisions formed by using materials other than wood shall have a strength equivalent to the shifting boards required in A 12.1.

12.3 Uprights

- .1 Steel uprights used to support divisions loaded on both sides shall have a section modulus given by

$$W = a \times W_1$$

W/1574x/EWP

Where:

W = section modulus in cubic centimetres;
a = horizontal span between uprights in metres.

The section modulus per metre span W_1 shall be not less than that given by the formula:

$$W_1 = 14.8(h_1 - 1.2)\text{cm}^3/\text{m}$$

Where:

h_1 is the vertical unsupported span in metres and shall be taken as the maximum value of the distance between any two adjacent stays or between a stay and either end of the upright. Where this distance is less than 2.4 m the respective modulus shall be calculated as if the actual value were 2.4 m.

- .2 The moduli of wood uprights shall be determined by multiplying by 12.5 the corresponding moduli for steel uprights. If other materials are used their moduli shall be at least that required for steel increased in proportion to the ratio of the permissible stresses for steel to that of the material used. In such cases attention shall be paid also to the relative rigidity of each upright to ensure that the deflection is not excessive.
- .3 The horizontal distance between uprights shall be such that the unsupported spans of the shifting boards do not exceed the maximum span specified in A 12.1.3.

12.4 Shores

- .1 Wood shores, when used, shall be in a single piece and shall be securely fixed at each end and heeled against the permanent structure of the ship except that they shall not bear directly against the side plating of the ship.
- .2 Subject to the provisions of A 12.4.3 and A 12.4.4, the minimum size of wood shores shall be as follows:

Length of shore in metres	Rectangular section mm	Diameter of circular section mm
Not exceeding 3 m	150 x 100	140
Over 3 m but not exceeding 5 m	150 x 150	165
Over 5 m but not exceeding 6 m	150 x 150	180
Over 6 m but not exceeding 7 m	200 x 150	190
Over 7 m but not exceeding 8 m	200 x 150	200
Exceeding 8 m	200 x 150	215

Shores of 7 m or more in length shall be securely bridged at approximately mid-length.

W/1574x/EWP

- .3 When the horizontal distance between the uprights differs significantly from 4 m the moments of inertia of the shores may be changed in direct proportion.
- .4 Where the angle of the shore to the horizontal exceeds 10° the next larger shore to that required by A 12.4.2 shall be fitted provided that in no case shall the angle between any shore and the horizontal exceed 45°.

12.5 Stays

Where stays are used to support divisions loaded on both sides, they shall be fitted horizontally or as near thereto as practicable, well secured at each end and formed of steel wire rope. The sizes of the wire rope shall be determined assuming that the divisions and upright which the stay supports are uniformly loaded at 4.9 kN/m². The working load so assumed in the stay shall not exceed one third of its breaking load.

13 DIVISIONS LOADED ON ONE SIDE ONLY

13.1 Longitudinal divisions

The load (P) in newtons per metre length of the divisions shall be taken as follows:

.1 Table A 13-1

B (m)								
h(m)	2	3	4	5	6	7	8	10
1.50	8.336	8.826	9.905	12.013	14.710	17.358	20.202	25.939
2.00	13.631	14.759	16.769	19.466	22.506	25.546	28.733	35.206
2.50	19.466	21.182	23.830	26.870	30.303	33.686	37.265	44.473
3.00	25.644	27.900	30.891	34.323	38.099	41.874	45.797	53.740
3.50	31.823	34.568	37.952	41.727	45.895	50.014	54.329	63.008
4.00	38.148	41.286	45.013	49.180	53.691	58.202	62.861	72.275
4.50	44.473	47.955	52.073	56.584	61.488	66.342	71.392	81.542
5.00	50.847	54.623	59.134	64.037	69.284	74.531	79.924	90.810
6.00	63.498	68.009	73.256	78.894	84.877	90.859	96.988	109.344

W/1574x/EWP

Where: h = height of grain in metres from the bottom of the division. When the cargo space is filled, the height (h) shall be taken to the overhead deck in way of the division. In a hatchway or where the distance from a division to a hatchway is 1 m or less, the height (h) shall be taken to the level of the grain in the hatchway.

B = transverse extent of the bulk grain in metres.

- .2 Linear interpolation within table A 13-1 may be used for intermediate values of B and for intermediate values of h when h is equal to or less than 6.0 m.
- .3 For values of h exceeding 6.0 m the load (P) in newtons per metre length of the divisions may be determined from table A 13-2 by entering with the ratio B/h and utilizing the formula:

$$P = f \times h^2$$

- .4 Table A 13-2

B/h	f	B/h	f
0.2	1.687	2.0	3.380
0.3	1.742	2.2	3.586
0.4	1.809	2.4	3.792
0.5	1.889	2.6	3.998
0.6	1.976	2.8	4.204
0.7	2.064	3.0	4.410
0.8	2.159	3.5	4.925
1.0	2.358	4.0	5.440
1.2	2.556	5.0	6.469
1.4	2.762	6.0	7.499
1.6	2.968	8.0	9.559
1.8	3.174		

13.2 Transverse divisions

The load (P) in newtons per metre length of the divisions shall be taken as follows:

.1 Table A 13-3

L (m)											
h(m)	2	3	4	5	6	7	8	10	12	14	16
1.50	6.570	6.767	7.159	7.649	8.189	8.728	9.169	9.807	10.199	10.297	10.297
2.00	10.199	10.787	11.474	12.209	12.994	13.729	14.416	15.445	16.083	16.279	16.279
2.50	14.318	15.347	16.426	17.456	18.437	19.417	20.349	21.673	22.408	22.604	22.604
3.00	18.878	20.251	21.624	22.948	24.222	25.399	26.429	27.900	28.684	28.930	28.930
3.50	23.781	25.546	27.164	28.733	30.155	31.430	32.558	34.127	35.010	35.255	35.255
4.00	28.930	30.989	32.901	34.667	36.187	37.559	38.736	40.403	41.286	41.531	41.580
4.50	34.274	36.530	38.638	40.501	42.120	43.542	44.767	46.582	47.562	47.856	47.905
5.00	39.717	42.218	44.473	46.434	48.151	49.622	50.897	52.809	53.839	54.182	54.231
6.00	50.749	53.593	56.094	58.301	60.164	61.782	63.204	65.263	66.440	66.832	66.930

Where: h = height of grain in metres from the bottom of the division. When the cargo space is filled, the height (h) shall be taken to the overhead deck in way of the division. In a hatchway, or where the distance from a division to a hatchway is 1 m or less, the height (h) shall be taken to the level of the grain in the hatchway.

L = longitudinal extent of the bulk grain in metres.

- .2 Intermediate values of L and intermediate values of h when h is equal to or less than 6.0 m may be determined by linear interpolation using table A 13-3.
- .3 For values of h exceeding 6.0 m the load (P) in newtons per metre length of the divisions may be determined from table A 13-4 by entering with the ratio L/h and utilizing the formula:

$$P = f \times h^2$$

.4 Table A 13-4

L/h	f	L/h	f
0.2	1.334	2.0	1.846
0.3	1.395	2.2	1.853
0.4	1.444	2.4	1.857
0.5	1.489	2.6	1.859
0.6	1.532	2.8	1.859
0.7	1.571	3.0	1.859
0.8	1.606	3.5	1.859
1.0	1.671	4.0	1.859
1.2	1.725	5.0	1.859
1.4	1.769	6.0	1.859
1.6	1.803	8.0	1.859
1.8	1.829		

13.3 The total load per unit length of divisions shown in tables A 13-1 to A 13-4 inclusive may, if considered necessary, be assumed to have a trapezoidal distribution with height. In such cases, the reaction loads at the upper and lower ends of a vertical member or upright are not equal. The reaction loads at the upper end expressed as percentages of the total load supported by the vertical member or upright may be taken to be those shown in tables A 13-5 and A 13-6.

.1 Table A 13-5: Longitudinal divisions loaded on one side only

Bearing reaction at the upper end of upright as a percentage of load from A 13.1

B (m)								
h (m)	2	3	4	5	6	7	8	10
1.5	43.3	45.1	45.9	46.2	46.2	46.2	46.2	46.2
2	44.5	46.7	47.6	47.8	47.8	47.8	47.8	47.8
2.5	45.4	47.6	48.6	48.8	48.8	48.8	48.8	48.8
3	46.0	48.3	49.2	49.4	49.4	49.4	49.4	49.4
3.5	46.5	48.8	49.7	49.8	49.8	49.8	49.8	49.8
4	47.0	49.1	49.9	50.1	50.1	50.1	50.1	50.1
4.5	47.4	49.4	50.1	50.2	50.2	50.2	50.2	50.2
5	47.7	49.4	50.1	50.2	50.2	50.2	50.2	50.2
6	47.9	49.5	50.1	50.2	50.2	50.2	50.2	50.2
7	47.9	49.5	50.1	50.2	50.2	50.2	50.2	50.2
8	47.9	49.5	50.1	50.2	50.2	50.2	50.2	50.2
9	47.9	49.5	50.1	50.2	50.2	50.2	50.2	50.2
10	47.9	49.5	50.1	50.2	50.2	50.2	50.2	50.2

B = transverse extent of the bulk grain in metres

For other values of h or B the reaction loads shall be determined by linear interpolation or extrapolation as necessary.

W/1574x/EWP

.2 Table A 13-6: Transverse divisions loaded on one side only

Bearing reaction at the upper end of upright as a percentage of load from A 13.2

L (m)											
h(m)	2	3	4	5	6	7	8	10	12	14	16
1.5	37.3	38.7	39.7	40.6	41.4	42.1	42.6	43.6	44.3	44.8	45.0
2	39.6	40.6	41.4	42.1	42.7	43.1	43.6	44.3	44.7	45.0	45.2
2.5	41.0	41.8	42.5	43.0	43.5	43.8	44.2	44.7	45.0	45.2	45.2
3	42.1	42.8	43.3	43.8	44.2	44.5	44.7	45.0	45.2	45.3	45.3
3.5	42.9	43.5	43.9	44.3	44.6	44.8	45.0	45.2	45.3	45.3	45.3
4	43.5	44.0	44.4	44.7	44.9	45.0	45.2	45.4	45.4	45.4	45.4
5	43.9	44.3	44.6	44.8	45.0	45.2	45.3	45.5	45.5	45.5	45.5
6	44.2	44.5	44.8	45.0	45.2	45.3	45.4	45.6	45.6	45.6	45.6
7	44.3	44.6	44.9	45.1	45.3	45.4	45.5	45.6	45.6	45.6	45.6
8	44.3	44.6	44.9	45.1	45.3	45.4	45.5	45.6	45.6	45.6	45.6
9	44.3	44.6	44.9	45.1	45.3	45.4	45.5	45.6	45.6	45.6	45.6
10	44.3	44.6	44.9	45.1	45.3	45.4	45.5	45.6	45.6	45.6	45.6

L = longitudinal extent of the bulk grain in metres

For other values of h or L the reaction loads shall be determined by linear interpolation or extrapolation as necessary.

- .3 The strength of the end connections of such vertical members or uprights may be calculated on the basis of the maximum load likely to be imposed at either end. These loads are as follows:

Longitudinal divisions

Maximum load at the top 50% of the appropriate total load from A 13.1

Maximum load at the bottom 55% of the appropriate total load from A 13.1

Transverse divisions

Maximum load at the top 45% of the appropriate total load from A 13.2

Maximum load at the bottom 60% of the appropriate total load from A 13.2

- .4 The thickness of horizontal wooden boards may also be determined having regard to the vertical distribution of the loading represented by tables A 13-5 and A 13-6 and in such cases

$$t = 10a \sqrt{\frac{p \times k}{h \times 2091.8}}$$

Where:

- t = thickness of board in millimetres
- a = horizontal span of the board, i.e. distance between uprights in metres
- h = head of grain to the bottom of the division in metres
- p = total load per unit length derived from the tables in newtons
- k = factor dependent upon vertical distribution of the loading.

When the vertical distribution of the loading is assumed to be uniform, i.e. rectangular, k shall be taken as equal to 1.0. For a trapezoidal distribution

$$k = 1.0 + 0.06 (50 - R)$$

Where:

R is the upper end bearing reaction taken from table A 13-5 or A 13-6.

.5 Stays or shores

The sizes of stays and shores shall be so determined that the loads derived from tables A 13-1 to A 13-4 inclusive shall not exceed one third of the breaking loads.

14 SAUCERS

14.1 For the purpose of reducing the heeling moment a saucer may be used in place of a longitudinal division in way of a hatch opening only in a "filled, trimmed" compartment as defined in A 2.2, except in the case of linseed and other seeds having similar properties, where a saucer may not be substituted for a longitudinal division. If a longitudinal division is provided, it shall meet the requirements of A 10.9.

14.2 The depth of the saucer, measured from the bottom of the saucer to the deck line, shall be as follows:

- .1 For ships with a moulded breadth of up to 9.1 m, not less than 1.2 m.
- .2 For ships with a moulded breadth of 18.3 m or more, not less than 1.8 m.
- .3 For ships with a moulded breadth between 9.1 m and 18.3 m, the minimum depth of the saucer shall be calculated by interpolation.

W/1574x/EWP

14.3 The top (mouth) of the saucer shall be formed by the underdeck structure in way of the hatchway, i.e. hatch side girders or coamings and hatch end beams. The saucer and hatchway above shall be completely filled with bagged grain or other suitable cargo laid down on a separation cloth or its equivalent and stowed tightly against adjacent structure so as to have a bearing contact with such structure to a depth equal to or greater than one half of the depth specified in A 14.2. If hull structure to provide such bearing surface is not available, the saucer shall be fixed in position by steel wire rope, chain, or double steel strapping as specified in A 17.1.4 and spaced not more than 2.4 m apart.

15 BUNDLING OF BULK

As an alternative to filling the saucer in a "filled, trimmed" compartment with bagged grain or other suitable cargo a bundle of bulk grain may be used provided that:

- .1 The dimensions and means for securing the bundle in place are the same as specified for a saucer in A 14.2 and A 14.3.
- .2 The saucer is lined with a material acceptable to the Administration having a tensile strength of not less than 2,687 N per 5 cm strip and which is provided with suitable means for securing at the top.
- .3 As an alternative to A 15.2, a material acceptable to the Administration having a tensile strength of not less than 1,344 N per 5 cm strip may be used if the saucer is constructed as follows:
 - .3.1 Athwartship lashings acceptable to the Administration shall be placed inside the saucer formed in the bulk grain at intervals of not more than 2.4 m. These lashings shall be of sufficient length to permit being drawn up tight and secured at the top of the saucer.
 - .3.2 Dunnage not less than 25 mm in thickness or other suitable material of equal strength and between 150 mm and 300 mm in width shall be placed fore and aft over these lashings to prevent the cutting or chafing of the material which shall be placed thereon to line the saucer.
- .4 The saucer shall be filled with bulk grain and secured at the top except that when using material approved under A 15.3 further dunnage shall be laid on top after lapping the material before the saucer is secured by setting up the lashings.
- .5 If more than one sheet of material is used to line the saucer they shall be joined at the bottom either by sewing or by a double lap.
- .6 The top of the saucer shall be coincidental with the bottom of the beams when these are in place and suitable general cargo or bulk grain may be placed between the beams on top of the saucer.

W/1574x/EWP

16 OVERSTOWING ARRANGEMENTS

16.1 Where bagged grain or other suitable cargo is utilized for the purpose of securing "partly filled" compartments, the free grain surface shall be level and shall be covered with a separation cloth or equivalent or by a suitable platform. Such platform shall consist of bearers spaced not more than 1.2 m apart and 25 mm boards laid thereon spaced not more than 100 mm apart. Platforms may be constructed of other materials provided they are deemed by the Administration to be equivalent.

16.2 The platform or separation cloth shall be topped off with bagged grain tightly stowed and extending to a height of not less than one sixteenth of the maximum breadth of the free grain surface or 1.2 m, whichever is the greater.

16.3 The bagged grain shall be carried in sound bags which shall be well filled and securely closed.

16.4 Instead of bagged grain, other suitable cargo tightly stowed and exerting at least the same pressure as bagged grain stowed in accordance with A 16.2 may be used.

17 STRAPPING OR LASHING

When, in order to eliminate heeling moments in partly filled compartments, strapping or lashing is utilized, the securing shall be accomplished as follows:

- .1 The grain shall be trimmed and levelled to the extent that it is very slightly crowned and covered with burlap separation cloths, tarpaulins or the equivalent.
- .2 The separation cloths and/or tarpaulins shall overlap by at least 1.8 m.
- .3 Two solid floors of rough 25 mm by 150 mm to 300 mm lumber shall be laid with the top floor running longitudinally and nailed to an athwartships bottom floor. Alternatively, one solid floor of 50 mm lumber, running longitudinally and nailed over the top of a 50 mm bottom bearer not less than 150 mm wide, may be used. The bottom bearers shall extend the full breadth of the compartment and shall be spaced not more than 2.4 m apart. Arrangements utilizing other materials and deemed by the Administration to be equivalent to the foregoing may be accepted.
- .4 Steel wire rope (19 mm diameter or equivalent), double steel strapping (50 mm x 1.3 mm and having a breaking load of at least 49 kN), or chain of equivalent strength, each of which shall be set tightly by means of a 32 mm turnbuckle, may be used for lashings. A winch tightener, used in conjunction with a locking arm, may be substituted for the 32 mm turnbuckle when steel strapping is used, provided suitable wrenches are available for setting up as necessary. When steel strapping is used, not less than three crimp seals shall be used for securing the ends. When wire is used, not less than four clips shall be used for forming eyes in the lashings.

- .5 Prior to the completion of loading the lashing shall be positively attached to the framing at a point approximately 450 mm below the anticipated final grain surface by means of either a 25 mm shackle or beam clamp of equivalent strength.
- .6 The lashings shall be spaced not more than 2.4 m apart and each shall be supported by a bearer nailed over the top of the fore and aft floor. This bearer shall consist of lumber of not less than 25 mm by 150 mm or its equivalent and shall extend the full breadth of the compartment.
- .7 During the voyage the strapping shall be regularly inspected and set up where necessary.

18 SECURING WITH WIRE MESH

When, in order to eliminate grain heeling moments in "partly filled" compartments, strapping or lashing is utilized, the securing may, as an alternative to the method described in A 17, be accomplished as follows:

- .1 The grain shall be trimmed and levelled to the extent that it is very slightly crowned along the fore and aft centreline of the compartment.
- .2 The entire surface of the grain shall be covered with burlap separation cloths, tarpaulins, or the equivalent. The covering material shall have a tensile strength of not less than 1,344 N per 5 cm strip.
- .3 Two layers of wire reinforcement mesh shall be laid on top of the burlap or other covering. The bottom layer is to be laid athwartships and the top layer is to be laid longitudinally. The lengths of wire mesh are to be overlapped at least 75 mm. The top layer of mesh is to be positioned over the bottom layer in such a manner that the squares formed by the alternate layers measure approximately 75 mm by 75 mm. The wire reinforcement mesh is the type used in reinforced concrete construction. It is fabricated of 3 mm diameter steel wire having a breaking strength of not less than 52 kN/cm², welded in 150 mm x 150 mm squares. Wire mesh having mill scale may be used but mesh having loose, flaking rust may not be used.
- .4 The boundaries of the wire mesh, at the port and starboard side of the compartment, shall be retained by wood planks 150 mm x 50 mm.
- .5 Hold-down lashings, running from side to side across the compartment, shall be spaced not more than 2.4 m apart except that the first and the last lashing shall not be more than 300 mm from the forward or after bulkhead, respectively. Prior to the completion of the loading, each lashing shall be positively attached to the framing at a point approximately 450 mm below the anticipated final grain surface by means of either a 25 mm shackle or beam clamp of equivalent strength. The lashing shall be led from this point over the top of the boundary plank described in A 18.1.4, which has the function of distributing the downward pressure exerted by the lashing. Two layers of 150 mm x 25 mm planks shall be laid athwartships centred beneath each lashing and extending the full breadth of the compartment.

W/1574x/EWP

- .6 The hold-down lashings shall consist of steel wire rope (19 mm diameter or equivalent), double steel strapping (50 mm x 1.3 mm and having a breaking load of at least 49 kN), or chain of equivalent strength, each of which shall be set tight by means of a 32 mm turnbuckle. A winch tightener, used in conjunction with a locking arm, may be substituted for the 32 mm turnbuckle when steel strapping is used, provided suitable wrenches are available for setting up as necessary. When steel strapping is used, not less than three crimp seals shall be used for securing the ends. When wire rope is used, not less than four clips shall be used for forming eyes in the lashings.
- .7 During the voyage the hold-down lashings shall be regularly inspected and set up where necessary.

PART B
CALCULATION OF ASSUMED HEELING MOMENTS
AND GENERAL ASSUMPTIONS

1 GENERAL ASSUMPTIONS

1.1 For the purpose of calculating the adverse heeling moment due to a shift of cargo surface in ships carrying bulk grain it shall be assumed that:

- .1 In filled compartments which have been trimmed in accordance with A 10.2, a void exists under all boundary surfaces having an inclination to the horizontal less than 30° and that the void is parallel to the boundary surface having an average depth calculated according to the formula:

$$Vd = Vd_1 + 0.75 (d - 600) \text{ mm}$$

Where:

Vd = average void depth in millimetres:

Vd₁ = standard void depth from table B 1-1 below:

d = actual girder depth in millimetres.

In no case shall Vd be assumed to be less than 100 mm.

Table B 1-1

Distance from hatch end or hatch side to boundary of compartment	Standard void depth Vd.
metres	millimetres
0.5	570
1.0	530
1.5	500
2.0	480
2.5	450
3.0	440
3.5	430
4.0	430
4.5	430
5.0	430
5.5	450
6.0	470
6.5	490
7.0	520
7.5	550
8.0	590

W/1574x/EWP

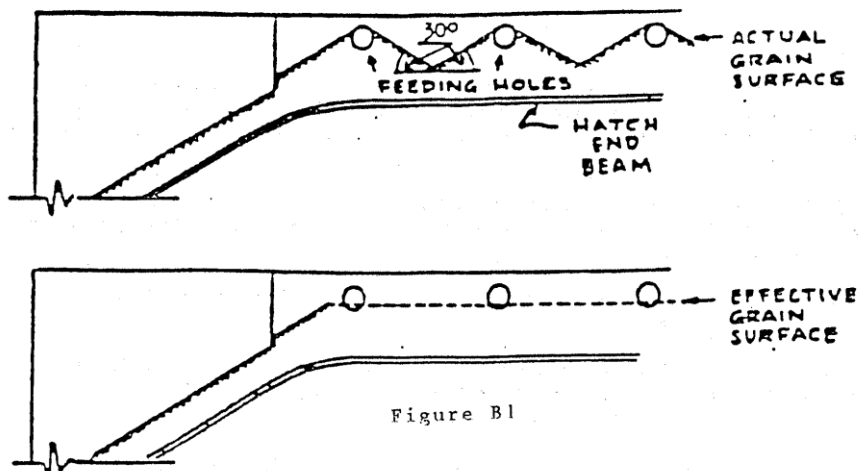
Notes on table B 1-1:

- (1) For boundary distances greater than 8.0 m the standard void depth (Vd_1) shall be linearly extrapolated at 80 mm increase for each 1.0 m increase in length.
 - (2) In the corner area of a compartment the boundary distance shall be the perpendicular distance from the line of the hatch side girder or the line of the hatch end beam to the boundary of the compartment, whichever is the greater. The girder depth (d) shall be taken to be the depth of the hatch side girder or the hatch end beam, whichever is the less.
 - (3) Where there is a raised deck clear of the hatchway the average void depth measured from the underside of the raised deck shall be calculated using the standard void depth in association with a girder depth of the hatch end beam plus the height of the raised deck.
- .2 Within filled hatchways and in addition to any open void within the hatch cover there is a void of average depth of 150 mm measured down to the grain surface from the lowest part of the hatch cover or the top of the hatch side coaming, whichever is the lower.
 - .3 In a "filled compartment, untrimmed" which is exempted from trimming outside the periphery of the hatchway by the provisions of A 10.3.1, it shall be assumed that the surface of the grain after loading will slope into the void space underdeck, in all directions, at an angle of 30° to the horizontal from the edge of the opening which establishes the void.
 - .4 In a "filled compartment, untrimmed" which is exempted from trimming in the ends of the compartment under the provisions of A 10.3.2, it shall be assumed that the surface of the grain after loading will slope in all directions away from the filling area at an angle of 30° from the lower edge of the hatch end beam. However, if feeding holes are provided in the hatch end beams in accordance with table B 1-2, then the surface of the grain after loading shall be assumed to slope in all directions, at an angle of 30° from a line on the hatch end beam which is the mean of the peaks and valleys of the actual grain surface as shown in figure B 1.

Table B 1-2

Diameter (mm) Minimum	Area (cm ²)	Spacing (metres) Maximum
90	63.6	.60
100	78.5	.75
110	95.0	.90
120	113.1	1.07
130	133.0	1.25
140	154.0	1.45
150	177.0	1.67
160	201.0	1.90
170 or above	227.0	2.00 maximum

W/1574x/EWP



1.2 The description of the pattern of grain surface behaviour to be assumed in partly filled compartments is contained in B 5.

1.3 For the purpose of demonstrating compliance with the stability criteria in A 7, the ship's stability calculations shall normally be based upon the assumption that the centre of gravity of cargo in a "filled compartment, trimmed" is at the volumetric centre of the whole cargo space. In those cases where the Administration authorizes account to be taken of the effect of assumed underdeck voids on the vertical position of the centre of gravity of the cargo in "filled compartments, trimmed" it will be necessary to compensate for the adverse effect of the vertical shift of grain surfaces by increasing the assumed heeling moment due to the transverse shift of grain as follows:

$$\text{total heeling moment} = 1.06 \times \text{calculated transverse heeling moment.}$$

In all cases the weight of cargo in a "filled compartment, trimmed" shall be the volume of the whole cargo space divided by the stowage factor.

1.4 The centre of gravity of cargo in a "filled compartment, untrimmed" shall be taken to be the volumetric centre of the whole cargo compartment with no account being allowed for voids. In all cases the weight of cargo shall be the volume of the cargo (resulting from the assumptions stated in B 1.1.3 or B 1.1.4) divided by the stowage factor.

1.5 In partly filled compartments the adverse effect of the vertical shift of grain surfaces shall be taken into account as follows:

$$\text{total heeling moment} = 1.12 \times \text{calculated transverse heeling moment.}$$

1.6 Any other equally effective method may be adopted to make the compensation required in B 1.3 and B 1.5.

W/1574x/EWP

2 ASSUMED VOLUMETRIC HEELING MOMENT OF A FILLED COMPARTMENT, TRIMMED

General

2.1 The pattern of grain surface movement relates to a transverse section across the portion of the compartment being considered and the resultant heeling moment should be multiplied by the length to obtain the total moment for that portion.

2.2 The assumed transverse heeling moment due to grain shifting is a consequence of final changes of shape and position of voids after grain has moved from the high side to the low side.

2.3 The resulting grain surface after shifting shall be assumed to be at 15° to the horizontal.

2.4 In calculating the maximum void area that can be formed against a longitudinal structural member, the effects of any horizontal surfaces, e.g. flanges or face bars, shall be ignored.

2.5 The total areas of the initial and final voids shall be equal.

2.6 Longitudinal structural members which are grain-tight may be considered effective over their full depth except where they are provided as a device to reduce the adverse effect of grain shift, in which case the provisions of A 10.9 shall apply.

2.7 A discontinuous longitudinal division may be considered effective over its full length.

Assumptions

In the following paragraphs it is assumed that the total heeling moment for a compartment is obtained by adding the results of separate consideration of the following portions:

2.8 Before and abaft hatchways:

- .1 If a compartment has two or more main hatchways through which loading may take place, the depth of the underdeck void for the portion or portions between such hatchways shall be determined using the fore and aft distance to the midpoint between the hatchways.

- .2 After the assumed shift of grain the final void pattern shall be as shown in figure B 2-1.

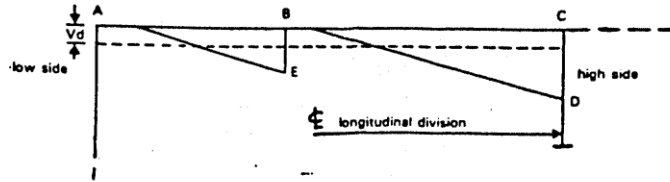


Figure B 2-1

Notes on figure B 2-1

- (1) If the maximum void area which can be formed against the girder at B is less than the initial area of the void under AB, i.e. $AB \times Vd$, the excess area shall be assumed to transfer to the final void on the high side.
- (2) If, for example, the longitudinal division at C is one which has been provided in accordance with A 10.9, it shall extend to at least 0.6 m below D or E whichever gives the greater depth.

2.9.

- .1 In and abreast of hatchways without longitudinal division:

After the assumed shift of grain the final void pattern shall be as shown in figure B 2-2 or figure B 2-3:

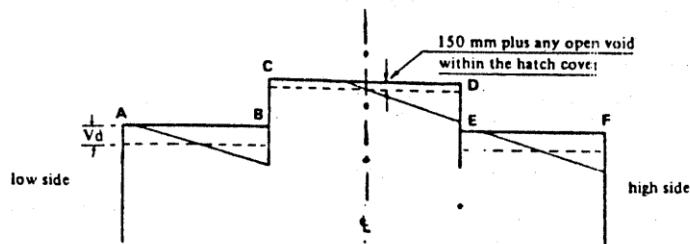


Figure B 2-2

Notes on figure B 2-2:

- (1) AB Any area in excess of that which can be formed against the girder at B shall transfer to the final void area in the hatchway.
- (2) CD Any area in excess of that which can be formed against the girder at E shall transfer to the final void area on the high side.

W/1574x/EWP

.2 In and abreast of hatchways with longitudinal division:

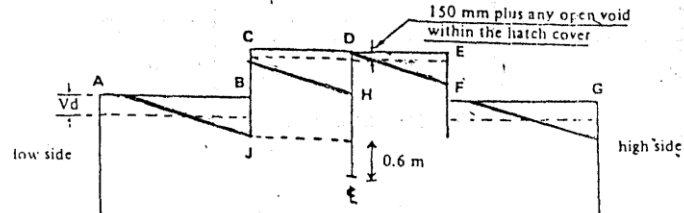


Figure B 2-3

Notes on figure B 2-3:

- (1) The excess void area from AB shall transfer to the low side half of the hatchway in which two separate final void areas will be formed viz. one against the centreline division and the other against the hatch side coaming and girder on the high side.
- (2) If a bagged saucer or bulk bundle is formed in a hatchway it shall be assumed for the purpose of calculating the transverse heeling moment that such a device is at least equivalent to the centreline division.
- (3) If the centreline division is one which has been provided in accordance with A 10.9, it shall extend to at least 0.6 m below H or J whichever gives the greater depth.

Compartments loaded in combination

The following paragraphs describe the pattern of void behaviour which shall be assumed when compartments are loaded in combination:

2.10 Without effective centreline divisions:

- .1 Under the upper deck - as for the single deck arrangement described in B 2.8.2 and B 2.9.1.
- .2 Under the second deck - the area of void available for transfer from the low side, i.e. original void area less area against the hatch side girder, shall be assumed to transfer as follows:

one half to the upper deck hatchway and one quarter each to the high side under the upper and second deck.
- .3 Under the third and lower decks - the void areas available for transfer from the low side of each of these decks shall be assumed to transfer in equal quantities to all the voids under the decks on the high side and the void in the upper deck hatchway.

W/1574x/EWP

2.11 With effective centreline divisions which extend into the upper deck hatchway:

- .1 At all deck levels abreast of the division the void areas available for transfer from the low side shall be assumed to transfer to the void under the low side half of the upper deck hatchway.
- .2 At the deck level immediately below the bottom of the division the void area available for transfer from the low side shall be assumed to transfer as follows:

one half to the void under the low side half of the upper deck hatchway and the remainder in equal quantities to the voids under the decks on the high side.
- .3 At deck levels lower than those described in B 2.11.1 or B 2.11.2, the void area available for transfer from the low side of each of those decks shall be assumed to transfer in equal quantities to the voids in each of the two halves of the upper deck hatchway on each side of the division and the voids under the decks on the high side.

2.12 With effective centreline divisions which do not extend into the upper deck hatchway:

Since no horizontal transfer of voids may be assumed to take place at the same deck level as the division, the void area available for transfer from the low side at this level shall be assumed to transfer above the division to voids on the high side in accordance with the principles of B 2.10 and B 2.11.

3 ASSUMED VOLUMETRIC HEELING MOMENT OF A FILLED COMPARTMENT, UNTRIMMED

3.1 All the provision for "filled compartments, trimmed" set forth in B 2 shall also apply to "filled compartments, untrimmed" except as noted below.

3.2 In "filled compartments, untrimmed" which are exempted from trimming outside the periphery of the hatchway under the provisions of A 10.3.1:

- .1 the resulting grain surface after shifting shall be assumed to be at an angle of 25° to the horizontal. However, if in any section of the compartment, forward, aft, or abreast of the hatchway the mean transverse area of the void in that section is equal to or less than the area which would obtain by application of B 1.1, then the angle of grain surface after shifting in that section shall be assumed to be 15° to the horizontal; and
- .2 the void area at any transverse section of the compartment shall be assumed to be the same both before and after the grain shift, i.e. it shall be assumed that additional feeding does not occur at the time of the grain shift.

3.3 In "filled compartments, untrimmed" which are exempted from trimming in the ends, forward and aft of the hatchway, under the provisions of A 10.3.2:

W/1574x/EWP

- .1 the resulting grain surface abreast of the hatchway after shifting shall be assumed to be at an angle of 15° to the horizontal; and
- .2 the resulting grain surface in the ends, forward and aft of the hatchway after shifting shall be assumed to be at an angle of 25° to the horizontal.

4 ASSUMED VOLUMETRIC HEELING MOMENTS IN TRUNKS

After the assumed shift of grain the final void pattern shall be as shown in figure B 4:

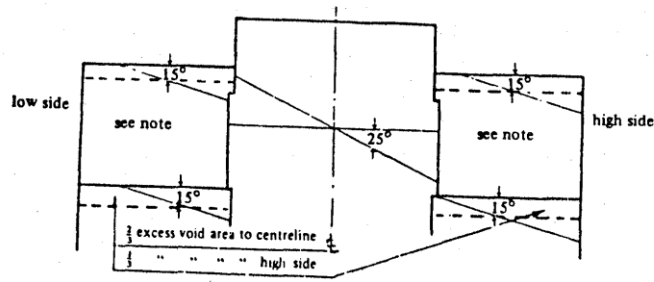


Figure B 4

Note on figure B 4:

If the wing spaces in way of the trunk cannot be properly trimmed in accordance with A 10, it shall be assumed that a 25° surface shift takes place.

5 ASSUMED VOLUMETRIC HEELING MOMENT OF A PARTLY FILLED COMPARTMENT

5.1 When the free surface of the bulk grain has not been secured in accordance with A 16, A 17 or A 18, it shall be assumed that the grain surface after shifting shall be at 25° to the horizontal.

5.2 In a partly filled compartment, a division, if fitted, shall extend from one eighth of the maximum breadth of the compartment above the level of the grain surface and to the same distance below the grain surface.

W/1574x/EWP

5.3 In a compartment in which the longitudinal divisions are not continuous between the transverse boundaries, the length over which any such divisions are effective as devices to prevent full width shifts of grain surfaces shall be taken to be the actual length of the portion of the division under consideration less two sevenths of the greater of the transverse distances between the division and its adjacent division or ship's side. This correction does not apply in the lower compartments of any combination loading in which the upper compartment is either a filled compartment or a partly filled compartment.

6 OTHER ASSUMPTIONS

An Administration or a Contracting Government on behalf of an Administration may authorize departure from the assumptions contained in this Code in those cases where it considers this to be justified having regard to the provisions for loading or the structural arrangements provided the stability criteria in A 7 are met. Where such authorization is granted under this regulation, particulars shall be included in the document of authorization or grain loading data.

W/1574x/EWP

Rules and Regulations for Bulk Grain Cargoes

Guidance for Preparing Documents for Approval Under 1969 Equivalent to Subchapter

By E. H. Middleton and S. F. Sammis

ON OCTOBER 28, 1969, the Assembly of the International Maritime Consultative Organization (IMCO) adopted new regulations as an equivalent to Chapter VI—Carriage of Grain—of the 1960 Safety of Life at Sea (SOLAS) Convention. The Assembly recommended that the Governments concerned accept the total application of the new grain regulations as being equivalent to and a total alternative to the provisions of the existing Chapter VI. The U. S. Coast Guard has adopted the equivalent and has published the requirements under Navigation and Vessel Inspection Circular No. 10-69.

Paragraph 4 of that circular stated that details and guidance would be made available to assist naval architects in preparing the document which demonstrates the ability of the ship to comply with the requirements. The information is presented in a format comprising a GM calculation in conjunction with a table of allowable heeling moments and one of actual volumetric heeling moments. This format is designed to provide the master with approved data with which, by simple computation not exceeding the work asked under present regulations, he and the authorities at the port of loading can be assured of compliance. A comparison of values obtained from each of the tables immediately either determines compliance with the criteria, or establishes to what extent additional fittings or other securing devices will be necessary. Annex I contains

a typical example of two tables and the calculation sheet for a ship carrying grain in bulk.

The table of actual volumetric heeling moments compartments arranged with various types of fittings in different combinations should be prepared based on Parts II and III of Schedule I of the Equivalent Regulation enclosed in the circular. For compartments which it is intended that slack grain will be carried, table of VOG an capacity vs depth should be provided. When breadth varies with depth, the volumetric moment for 25-deg. grain shift may also be included in the tables.

The table of allowable heeling moments should be prepared for each ship or class of ships, in anticipation of any possible grain stowage arrangement. The method of developing such a table is shown in Annex II.

Prior to loading grain, the total volumetric moment for the selected stowage arrangement are extracted from the table by ship's personnel and divided by the stowage factor to convert into foot-tons. Comparison with the maximum allowable heeling moment, for the loaded vessel displacement and virtual VOG, will then indicate compliance. Should the actual heeling moment exceed the allowable heeling moment, another stowage arrangement must be selected having more shifting boards or other limiting features which will reduce heeling moment.

Annex I

Allowable Heeling Moments, Foot-Tons, Virtual Vertical Center of Gravity (KG + FS Corr.), Ft

Depth (ft)	Displacement (1000 tons)														Hull Form Factor
	20.00	21.21	22.42	23.63	24.84	26.05	27.26	28.47	29.68	30.89	32.10	33.31	34.52	35.73	
0.5	8454	7914	7374	6834	6294	5754	5214	4674	4134	3594	3054	2514	1974	1434	894
1.0	16908	15828	14748	13668	12588	11508	10428	9348	8268	7188	6108	5028	3948	2868	1788
1.5	25362	23742	22122	20502	18882	17262	15642	14022	12402	10782	9162	7542	5922	4302	2682
2.0	33816	31584	29352	27120	24888	22656	20424	18192	15960	13728	11496	9264	7032	4800	2568
2.5	42270	39438	36606	33774	30942	28110	25278	22446	19614	16782	13950	11118	8286	5454	2634
3.0	50724	47292	43860	40428	36996	33564	30132	26700	23268	19836	16404	12972	9540	6108	2700
3.5	59178	55146	51114	47082	43050	39018	34986	30954	26922	22890	18858	14826	10794	6762	2766
4.0	67632	63000	58368	53736	49104	44472	39840	35208	30576	25944	21312	16680	12048	7416	2832
4.5	76086	71854	67622	63390	59158	54926	50694	46462	42230	37998	33766	29534	25302	11070	2898
5.0	84540	80708	76876	73044	69212	65380	61548	57716	53884	49052	44220	39388	34556	11734	2964
5.5	92994	89562	86130	82698	79266	75834	72402	68970	65538	62106	58674	55242	51810	12398	3030
6.0	101448	98416	95384	92352	89320	86288	83256	80224	77192	74160	71128	68096	65064	13062	3096
6.5	109902	107270	104638	101006	97374	93742	90110	86478	82846	79214	75582	71950	68318	13726	3162
7.0	118356	116124	113892	111660	109428	107196	104964	102732	100500	98268	96036	93804	91572	14390	3228

Volumetric Heeling Moments (ft⁴), Holds and 'Tween Decks Loaded Separately

		Full NO S.B.	Full S.B.	Slack* NO S.B.	Slack with S.B. in SQ.*
No. 1	Deeptanks	...	6128
No. 2	Deeptanks	...	15592
No. 1	Lower hold	43405	26544	217750	78236
No. 1	'Tween deck	54552	29021	355514	78236
No. 2	Lower hold	57691	34844	359626	124760
No. 2	'Tween deck	79067	34272	499022	124760
No. 3	Lower hold	39710	24382	244335	86041
No. 3	'Tween deck	57910	24110	344153	86041
No. 3	Deeptanks	...	9900	...	34417
No. 4	Lower hold	39527	21851	259828	77436
No. 4	'Tween deck	54205	26704	398284	99575
No. 5	Lower hold	42134	25394	320627	91451
No. 5	'Tween deck	61875	29885	365794	91451

Holds and 'Tween Decks Loaded Full in Combination
(Full Shifting Boards in 'Tween Decks—All
Deeptanks Full with Lids in Place)

No. 1	DT, LH and TD full	77674.6 ft ⁴
No. 2	LH and TD full	85588.5
No. 3	LH and TD full	61182.0
No. 4	DT, LH and TD full	63154.6
No. 5	LH and TD full	59106.0
		<hr/>
		346796



VOLUMETRIC GRAIN SHIFTING MOMENTS FROM TABLE

COMPT.	USED SWAYING AREA	TANGENT Y-POSITION
1 DT		
1 LH		
1 TD		34955
2 LH	72481	
2 TD		
3 LH		
3 TD		61382
4 DT		
4 LH		
4 TD		63154
5 LH	42134	
5 TD		
TOTAL	99825	180291

230116 FT⁴
46 cu. ft. Total Heeling Moment
MAX. MOMENTS ALLOWED
ARR. 2025 FT T.

DEPARTURE VCG	
13330	298608.9
50 34	1700.0
100 12.5	1250.0
150 2.0	900.0
200 2.0	200.0
16230	302018.9
KG	21.27
FS /	.70
VIRTUAL VCG	21.97
KG	24.20
GM	2.23

S.P.	46			
COMPT.	CUBICS	TONS	VCG	MOMENTS
UTSHIP		3400	26.0	81600.0
STAB		150	35.0	5250.0
1 LH	41257	897	21.2	19016.4
2 LH	98860	2149	15.9	34169.1
3 LH	68459	1468	15.0	23510.4
4 LH	53341	1279	16.0	21615.1
5 LH	53620	1275	19.1	26333.4
DT 16.2	22224	NT	8.6	-
DT 4	20362	554	16.6	2695.4
1 TD	42924	923	35.5	33121.5
2 TD	46744	NT	33.9	-
3 TD	27970	608	33.1	20126.8
4 TD	35277	767	36.1	26156.7
5 TD	34570	NT	35.6	-
TOTAL		13330		293608.9

INTERMEDIATE VCG	
13330	293608.9
35 34	1700.0
75 12.5	937.5
215 2.0	430.0
75 2.0	150.0
13930	301326.4
KG	21.67
FS /	.70
VIRTUAL VCG	22.37
KG	24.10
GM	1.73

ARRIVAL VCG	
13330	293608.9
20 34	680.0
50 2.5	625.0
50 2.0	100.0
50 2.0	100.0
300 2.0	600
14000	300713.9
KG	21.48
FS /	.70
VIRTUAL VCG	22.18
KG	24.10
GM	1.92

Annex II

Table of Allowable Grain Heeling Moments

Allowable heeling moments are based on the criteria in Regulation 4—Intact Stability Requirements—of the 1969 Equivalent to Subchapter M—Rules and Regulations for Bulk Grain Cargoes.

The table is prepared for the ship's expected range of operating displacements and vertical centers of gravity (VCG). The range of displacements is divided into equal increments, which do not exceed $\frac{1}{2}\delta_n$ of the maximum cargo deadweight, and the transverse KM values from the hydrostatic curves and GZ values from the cross curves are obtained for each displacement.

The statical stability diagram at minimum GM ($KM - 1.0$ ft) is prepared for each displacement. The total area of the diagram, up to the applicable limit as prescribed in Regulation 4(a) (ii), is calculated. If this area is less than 14.1 ft-deg, a higher GM (lower VCG) is required.

The heeling arm curve, as assumed in Schedule I of the Equivalent, which intersects the statical stability diagram at 12-deg, is superimposed on that diagram. The area of that part of the stability diagram which lies between the heeling arm curve and the line $GZ = 0$ is calculated. This value is subtracted from the total area of the diagram. If the remainder is not less than 14.1 ft-deg, all criteria are satisfied. If the remainder is less than 14.1 ft-deg, a new heeling arm curve which intersects the stability diagram at some angle less than 12-deg is constructed that will satisfy the dynamical stability requirement. (This might only occur at full-load displacement and maximum VCG.) The equations and analyses which follow provide a method for preparing the Table of Allowable Grain Heeling Moments.

1. The area of the statical stability diagram is calculated by any of the various integration formulas, using an ordinate spacing of not more than 5 deg, or graphically by planimeter. The heeling arm curve is prepared according to the assumptions of paragraph (b) and Fig. 1 in Schedule I, Part I of the 1969 Equivalent. Except where it is considered necessary to take account of the reduction in VCG due to underdeck voids, the area of the statical stability diagram between the heeling arm curve and the line $GZ = 0$ is calculated by the equation¹:

$$\epsilon_h = \frac{GZ_h}{2(1 - k_h)} [(2 - k_m)\theta_m - \theta_h] \quad (1)$$

where

GZ_h = the righting arm at θ_h

θ_h = angle, deg, at which heeling arm curve intersects righting arm curve, but not more than 12

θ_m = applicable maximum heel angle, deg, as prescribed in Regulation 4(a)(ii)

$k_h = 0.005 \theta_h$ and $k_m = 0.005 \theta_m$

For $\theta_m = 40$ deg and $\theta_h = 12$ deg:

$$\epsilon_h = \frac{GZ_h}{1.88} [1.8(40) - 12] = 31.91 GZ_h \text{ ft-deg} \quad (1a)$$

The area obtained by equation (1) is subtracted from the area of the statical stability diagram and the result compared to the dynamical stability criteria.

2. For each displacement the allowable heeling moment at maximum VCG (minimum GM) is calculated by the equation:

$$HM = \Delta \frac{GZ_h}{1 - k_h} \quad (2)$$

where Δ = the displacement.

For $\theta = 12$ deg:

$$HM = \Delta \frac{GZ_{12 \text{ deg}}}{0.94} \quad (2a)$$

3. As the VCG is decreased the area of the statical stability curve will increase. The change in area (dynamical stability) can be calculated by the equation²:

$$\delta\epsilon = \delta\text{VCG}(1 - \cos \theta_m)57.3 \quad (3)$$

For a decrease in VCG of 0.25 ft and $\theta = 40$ deg:

$$\delta\epsilon = 0.25(1 - \cos 40 \text{ deg})57.3 = 3.35 \text{ ft-deg} \quad (3a)$$

4. A decrease in VCG increases the area of the statical stability diagram between the heeling arm curve and the line $GZ = 0$ as given by the equation:

$$\begin{aligned} \delta\epsilon_h &= \frac{\delta GZ_h}{2(1 - k_h)} [(2 - k_m)\theta_m - \theta_h] \\ &= \frac{\delta\text{VCG} \sin \theta_h}{2(1 - k_h)} [(2 - k_m)\theta_m - \theta_h] \end{aligned} \quad (4)$$

For a decrease in VCG of 0.25 ft, $\theta_m = 40$ deg and $\theta_h = 12$ deg:

$$\delta\epsilon_h = 30 \frac{0.25(\sin 40 \text{ deg})}{0.94} = 1.66 \text{ ft-deg} \quad (4a)$$

5. Since the value obtained from equation (3a) is greater than that from equation (4a), the residual dynamical stability, at given values of θ_m , θ_h and VCG, will increase as VCG is decreased. The heel angle, therefore, is the governing criterion once the other two criteria are met. Based on this, to complete the table, the changes in heeling moment per change in VCG, as given by equation (5), are added to the allowable heeling moments at maximum VCG:

¹ See Enclosure 1.

² See Enclosure 2.

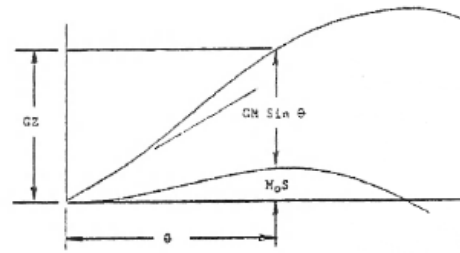
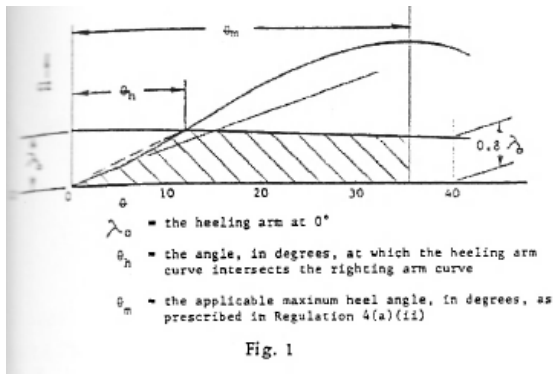


Fig. 2

$$\delta HM = \Delta \frac{\delta VCG \sin \theta_h}{1 - k_h} \quad (5)$$

For a decrease in VCG of 0.25 ft and $\theta_h = 12$ deg:

$$\delta HM = \Delta \frac{0.25 \sin 12 \text{ deg}}{0.94} = 0.0553 \Delta \quad (5a)$$

5. Enclosure 3 gives sample calculations.

Enclosure 1 to Annex II

Assumed Grain Heeling Arm Curves

The 1969 Equivalent to Subchapter M—Rules and Regulations for Bulk Grain Cargoes—sets forth the manner of accounting for heeling moments due to the shift of grain. In Part I of Schedule I, paragraph (b) and Fig. 1 give the assumptions to be used in preparing the heeling arm curve.

To determine compliance with the residual dynamical stability (14.1 ft-deg) it is necessary to calculate the area of that part of the static stability which lies between the heeling arm curve and the line $GZ = 0$, indicated by shading in Fig. 1. The area of the shaded portion is equal to the area between the heeling arm curve and the line $GZ = 0$, from 0 to θ_m , minus the area between the heeling arm curve and the righting arm curve from 0 to θ_h . In calculating the area, the righting arm curve between 0 and θ_h can be approximated by a straight line. In most cases the calculated area will be slightly larger than the actual area but this will result in a conservative assessment of the residual dynamical stability.

The heeling arm curve is given as a straight line sloping from its value at upright to $3/10$ of that value at 40-deg heel. An intermediate value at any angle θ is given by the equation:

$$\lambda_\theta = (1 - k)\lambda_0 \quad (1)$$

where $k = 0.005 \theta$.

The righting arm is equal to the heeling arm at θ_h :

$$GZ_h = (1 - k_h)\lambda_0$$

$$\lambda_0 = \frac{GZ_h}{(1 - k_h)}$$

The loss of dynamical stability due to the shift of grain is given by the equation:

$$\begin{aligned} \epsilon_h &= \left[\frac{\lambda_0 + (1 - k_m)\lambda_0}{2} \right] \theta_m - \frac{\lambda_0}{2} \theta_h \\ &= \frac{\lambda_0}{2} [(2 - k_m)\theta_m - \theta_h] \\ &= \frac{GZ_h}{2(1 - k_h)} [(2 - k_m)\theta_m - \theta_h] \quad (2) \end{aligned}$$

where

$$k_h = 0.005 \theta_h \text{ and } k_m = 0.005 \theta_m$$

Enclosure 2 to Annex II

Relationship Between GM and Dynamical Stability (ϵ)

The righting arm (GZ) for a given angle θ is obtained by the equation:

$$GZ = GM \sin \theta + M_oS \quad (1)$$

where M_oS is the residuary stability lever (the stability lever which remains when the metacentric height is reduced to zero).

The residuary stability curve is determined, for a given displacement, from the cross curves of stability. Where cross curves are not available, values of M_oS can be approximated by the method of Professor Prohaska,⁵ Fig. 2.

The dynamical stability arm in radian measure at a given angle of inclination is the area under the righting arm (GZ) curve up to that angle and may be calculated by integrating equation (1).

⁵ C. W. Prohaska, "Results of some Systematic Stability Calculations," *Transactions, The Institute of Engineers and Shipbuilders in Scotland*.

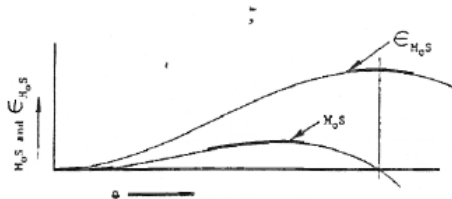


Fig. 3

$$\epsilon = \int_{\theta_1}^{\theta_2} GZ d\theta = \int_{\theta_1}^{\theta_2} GM \sin \theta d\theta + \int_{\theta_1}^{\theta_2} M_{\phi} S d\theta$$

$$\epsilon = \epsilon_{GM} + \epsilon_{M_{\phi}S} \quad (2)$$

For any given GM :

$$\epsilon_{GM} = \int_{\theta_1}^{\theta_2} GM \sin \theta d\theta = GM \int_{\theta_1}^{\theta_2} \sin \theta d\theta$$

$$= GM (-\cos \theta) \Big|_{\theta_1}^{\theta_2} = GM (\cos \theta_1 - \cos \theta_2)$$

Substituting in (2):

$$\epsilon = GM (\cos \theta_1 - \cos \theta_2) + \epsilon_{M_{\phi}S} \quad (3)$$

$$\theta_1 \rightarrow \theta_2 \qquad \theta_1 \rightarrow \theta_2$$

$\epsilon_{M_{\phi}S}$ can be determined by integrating the curve of residuary stability using any of the various formulas, or graphically by planimeter, Fig. 3.

When $\theta_1 = 0$

$$\epsilon = GM (1 - \cos \theta_2) + \epsilon_{M_{\phi}S} \quad (4)$$

$$0 \rightarrow \theta_1 \qquad 0 \rightarrow \theta_2$$

and

$$GM = \frac{\epsilon - \epsilon_{M_{\phi}S}}{1 - \cos \theta_2} \quad (4a)$$

At a given displacement and θ_1 :

$$\epsilon_2 = GM_2(1 - \cos \theta_2) + \epsilon_{M_{\phi}S}$$

$$\epsilon_1 = GM_1(1 - \cos \theta_1) + \epsilon_{M_{\phi}S}$$

$$\epsilon_2 - \epsilon_1 = (GM_2 - GM_1)(1 - \cos \theta_2)$$

$$\delta \epsilon = \delta GM(1 - \cos \theta_2) = \delta VCG(1 - \cos \theta_2) \quad (5)$$

and

$$\delta GM = \frac{\delta \epsilon}{(1 - \cos \theta_2)} = \delta VCG \quad (5a)$$

NOTE: The results of these equations are in radian measure. Multiply by 57.3 to convert to degree measure.

Enclosure 3 to Annex II

Example Calculations

At 14,245 tons, $KM = 24.20$ ft. For $GM = 1.0$ ft (Virtual VCG = 23.20 ft), $\theta_m = 37$ deg. $\epsilon =$ area of statical stability diagram to 37 deg.

By Simpson's rule:

Station spacing = 5 deg			
θ ,	GZ	SM	Prod.
0	0	1	0
5	0.09	4	0.36
10	0.22	2	0.44
15	0.41	4	1.64
20	0.64	2	1.28
25	0.89	4	3.56
30	1.07	1	1.07
			5/3 \times 8.35 = 13.9166 ft-deg
Station spacing = 3½ deg			
30	1.07	1	1.07
33½	1.13	4	4.52
37	1.14	1	1.14
			3.5/3 \times 6.73 = 7.8516 ft-deg
			21.7682 ft-deg

GZ at 12 deg = 0.29 ft

From equation (1):

$$\epsilon_h = \frac{0.29}{1.88} [(2 - 0.185)37 - 12] = 8.5079 \text{ ft-deg}$$

Residual dynamical stability 13.2604 ft-deg < 14.1 NG

GZ at 11 deg = 0.25 ft

$$\frac{0.25}{1.89} [(2 - 0.185)37 - 11] = \frac{21.7682}{14.3403} \text{ ft-deg} > 14.1 \text{ OK}$$

All three criteria are satisfied; the ALLOWABLE HEELING MOMENT is:

$$\text{From equation (2), } HM = \frac{14,245 \times 0.25}{0.945} = 3768.5, \text{ say: } 3769 \text{ ft-tons}$$

At 14,245 tons, for GM = 1.20 ft (Virtual VCG = 23.00 ft), $\theta_m = 40$ deg.

The area of the statical stability diagram to 40 deg:

θ , deg	GZ	SM	Prod.
0	0	1	0
5	0.11	4	0.44
10	0.25	2	0.50
15	0.46	4	1.84
20	0.71	2	1.42
25	0.97	4	3.88
30	1.17	2	2.34
35	1.24	4	4.96
40	1.26	1	1.26

$$5/3 \times 16.64 = 27.7333 \text{ ft-deg}$$

GZ at 12 deg = 0.33 ft

$$\text{From equation (1a): } \epsilon_h = 31.91 \times 0.33 = 10.5303 \text{ ft-deg}$$

Residual dynamical stability = 17.2030 ft-deg > 14.1 OK

The ALLOWABLE HEELING MOMENT is:

$$\text{From equation (2a): } HM = \frac{14,245 \times 0.33}{0.94} = 5000.9, \text{ say: } 5001 \text{ ft-tons}$$

At this displacement, for every 0.25-ft DECREASE in Virtual VCG add:

$$\text{From equation (5a): } HM = 0.0553 \times 14,245 = 788 \text{ ft-tons}$$

At 14,000 tons, KM = 24.15 ft

The process is repeated.

GM = 1.0 ft (Virtual VCG = 23.15 ft), $\theta_m = 40$ deg

Area of the statical stability diagram = 25.6000 ft-deg

$$GZ \text{ at } 12 \text{ deg} = 0.27. \quad 31.91 \times 0.27 = 8.6157 \text{ ft-deg}$$

Residual dynamic stability = 16.9843 ft-deg > 14.1 OK

$$\text{ALLOWABLE HEELING MOMENT} = \frac{14000 \times 0.27}{0.94} = 4021 \text{ ft-tons}$$

For virtual VCG = 23.00 ft, $\delta VCG = 0.15$ ft. For allowable heeling moment, add:

$$\text{From equation (5): } \frac{0.15 \sin 12 \text{ deg} (14000)}{0.94} = 465 \text{ ft-tons}$$

For every 0.25 DECREASE in Virtual VCG, add: 0.0553 × 14,000 = 774 ft-tons

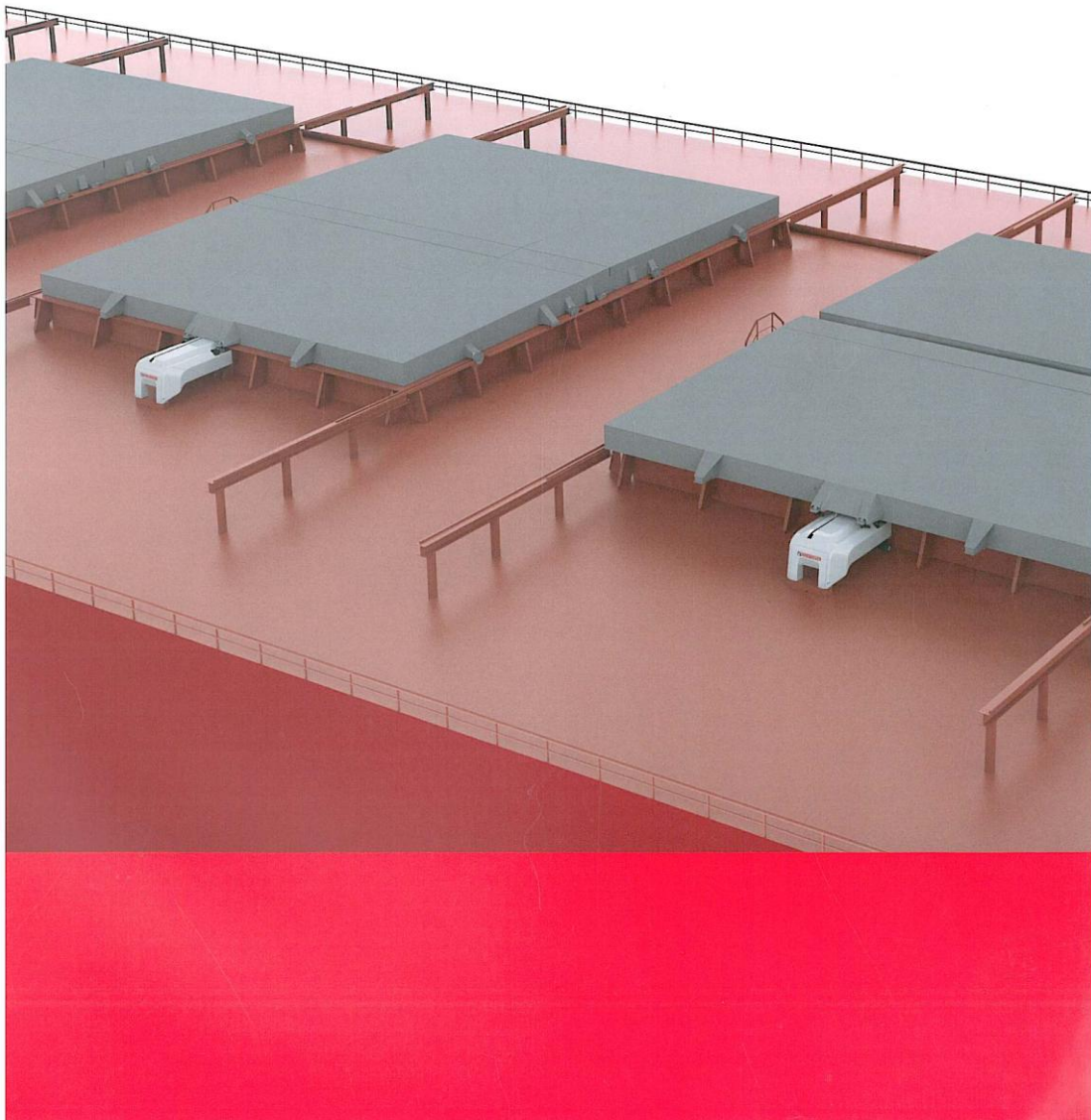
The process is repeated for other displacements.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Δ

SIDE-ROLLING HATCH COVERS

MacRack

A new type of all-electric opening and closing system for side-rolling hatch covers



MacRack

A new economical, competitive and environmentally-friendly electric-drive system that combines drive and lift operations for side-rolling hatch covers. Cargotec's latest electric-drive solution for MacGregor side-rolling hatch covers, MacRack, employs a combined rack-and-pinion drive and lifter system.

When opening hatch covers the lifting force needed is achieved by the MacRack lever mechanism. The mechanism converts the rotation (torque) into a vertical movement. When closing, the mechanism lowers the covers and pushes them together to achieve the correct amount of rubber compression and tightness, therefore making separate hatch cover lifters obsolete.

Panels are kept in the closed position by an automatic lock (with manual release). For intermediate stops, the panels are held by the built-in brake on the motors. There are auto-cleats, which are activated by the opening/closing movement.

Because MacRack makes separate hatch cover lifters obsolete, maintenance work for the shipowner is reduced, and the shipyard's installation work is also simpler as fewer components need to be installed on the coaming. Each actuator is installed on the hatch side only and the drive unit is well protected from cargo spills during loading and discharging.

This new system incorporates a number of mechanical as well as electrical innovations:

- the drive and lifting systems are combined
- automatic cleating (as in Roll-up-Roll) is foreseen



- initial lifting is practically straight up enabling the use of one standard seal all around the hatch cover panel
- the motor and its mounting are disconnected from the panel when the hatch covers are closed at sea, allowing free relative movements between ship's hull and hatch covers
- the modular configuration means that installation and repairs can be done independently and replacements are easy
- automatic locking when closed, but with a manual release
- for shipyards, the standard interface provides benefits as it speeds up the ship design process.

We can provide tomorrow's standard today.

Electric drives bring important advantages compared with hydraulic drives

For the shipowner:

- fast, easy and reliable to operate and to monitor
- no pollution from hydraulic oil
- maintenance friendly with simplified inspections
- operation position is not limited
- cost savings during ship's lifetime
- energy saving as no continuous machinery running is required
- no cold climate sensitivity

For the shipyard:

- cost savings due to reduced work
- installation friendly (plug and play)
- no pump and hydraulic pipes to fit, no system to flush
- no hydraulic control stand installation required

Cargotec improves the efficiency of cargo flows by offering solutions for the loading and unloading of goods on land and at sea – wherever cargo is on the move. Cargotec's main daughter brands for cargo handling Hiab, Kalmar and MacGregor are global market leaders in their fields.

Published by Cargotec Corporation. Copyright © Cargotec November 2009. All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored, photocopied, recorded or transmitted without permission of the copyright owner.



Lloyd's Register Quality Assurance certifies that the Quality Management System for Cargotec Corporation's Business area MacGregor is ISO 9001 compliant.



Cargotec Finland Oy
Hallimestarinkatu 6
FI-20780 Kaarina, Finland
Tel: +358 2 412 11
Fax +358 2 4121 256
Visit us at:
www.macgregor-group.com
www.cargotec.com