



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

ΕΡΕΥΝΑ ΓΙΑ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑ ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΒΛΑΒΗ ΣΕ
ΕΠΙΒΑΤΗΓΟ - ΟΧΗΜΑΤΑΓΩΓΟ ΠΛΟΙΟ
ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ΝΑΥΠΗΓΙΚΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ NARA

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΑΦΡΟΔΙΤΗ ΚΑΝΕΛΛΟΠΟΥΛΟΥ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΑΠΟΣΤΟΛΟΣ Δ. ΠΑΠΑΝΙΚΟΛΑΟΥ

**ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ: ΑΠΟΣΤΟΛΟΣ Δ. ΠΑΠΑΝΙΚΟΛΑΟΥ
ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΖΑΡΑΦΩΝΙΤΗΣ
ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ Ι. ΣΠΥΡΟΥ**

Στην παρούσα διπλωματική εργασία πραγματοποιήθηκε διερεύνηση των κανονισμών για την ευστάθεια επιβατηγού – οχηματαγωγού πλοίου κατόπιν βλάβης, με χρήση του ναυπηγικού προγράμματος NAPA. Συγκεκριμένα, εξετάστηκαν οι νέοι πιθανοθεωρητικοί κανονισμοί της SOLAS 2009, το μοντέλο GOALDS και η πρόταση SLF-55, σε επιβατηγό – οχηματαγωγό πλοίο.

Το βασικό σχέδιο που χρησιμοποιήθηκε για τη μελέτη αυτή είναι ένα τυπικό, μικρού μεγέθους πλοίο ROPAX, με εγκάρσια υποδιαίρεση και χωρίς lower hold. Η σχεδίασή του βασίστηκε σε ένα υπάρχον μικρό πλοίο ROPAX, που σήμερα βρίσκεται σε υπηρεσία μεταξύ του Πειραιά και των νησιών του Αιγαίου.

Με την εργασία αυτή, η οποία μου ανατέθηκε το Δεκέμβρη του 2013 και ολοκληρώθηκε το Νοέμβριο του 2013, μου δόθηκε η δυνατότητα να γνωρίσω τους κανονισμούς ευστάθειας κατόπιν βλάβης και να εφαρμόσω εναλλακτικές σχεδιάσεις με σκοπό την αύξηση του δείκτη επιβιωσιμότητας ενός επιβατηγού – οχηματαγωγού πλοίου. Επίσης, με τη διπλωματική αυτή εργασία γνώρισα ένα πολύ σημαντικό ναυπηγικό πρόγραμμα, που αποτελεί πολύτιμο εργαλείο για ένα ναυπηγό.

Στο σημείο αυτό, θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους, όσοι συνέβαλαν στην ολοκλήρωση της διπλωματικής μου εργασίας. Ειδικότερα, οφείλω τις θερμές μου ευχαριστίες στον επιβλέποντα Καθηγητή κ. Απόστολο Παπανικολάου για την πολύτιμη βοήθεια και την καθοδήγησή του καθ' όλη τη διάρκεια διεκπεραίωσης της παρούσας μελέτης. Επίσης, θα ήθελα ειλικρινά να ευχαριστήσω τον Καθηγητή κ. Γεώργιο Ζαραφονίτη για το αμείωτο ενδιαφέρον και το χρόνο που μου αφιέρωσε, καθώς και για τη γενικότερη συμβολή του στο τελικό αποτέλεσμα. Ευχαριστώ και τους δύο που με εμπιστεύτηκαν και που μου έδωσαν την ευκαιρία να συμμετάσχω σε αυτή την έρευνα και τη δημοσίευση στα πλαίσια του συνεδρίου «International Ship Stability Workshop 2013», που πραγματοποιήθηκε στη Γαλλία.

Τέλος, οφείλω ένα μεγάλο ευχαριστώ στους γονείς μου για τη στήριξή τους σε όλη την προσπάθειά μου κατά την εκπόνηση της διπλωματικής και την ολοκλήρωση των σπουδών μου.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	27
ΣΚΟΠΟΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	29
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ^ο : ΕΠΙΒΑΤΗΓΑ – ΟΧΗΜΑΤΑΓΩΓΑ ΠΛΟΙΑ	31
1.1. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ.....	31
1.2. Η ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΩΝ RORAX	32
1.3. ΟΙ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΙΚΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΣΤΑ ΠΛΟΙΑ RO-RO ΚΑΙ ΤΟ ΖΗΤΗΜΑ ΤΗΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΣΤΑ RORAX.....	35
1.4. ΕΝΕΡΓΕΙΕΣ ΓΙΑ ΑΣΦΑΛΕΙΑ – ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΚΑΝΟΝΙΣΜΩΝ.....	40
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ^ο : ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ ΚΑΤΟΠΙΝ ΒΛΑΒΗΣ.....	40
2.1. ΓΕΝΙΚΑ.....	40
2.2. ΙΣΤΟΡΙΚΟ ΕΞΕΛΙΞΗΣ ΚΑΝΟΝΙΣΜΩΝ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ ΚΑΤΟΠΙΝ ΒΛΑΒΗΣ	41
2.3. ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΚΤΙΜΗΣΗΣ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ ΚΑΤΟΠΙΝ ΒΛΑΒΗΣ	47
2.3.1. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΤΙΚΕΣ – ΝΤΕΤΕΡΜΙΝΙΣΤΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ	47
2.3.1.1. SOLAS 90.....	47
2.3.1.1. ΣΥΝΘΗΚΗ ΤΗΣ ΣΤΟΚΧΟΛΜΗΣ	51
2.3.1.1.1. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΣΥΝΘΗΚΗΣ	52
2.3.1.1.2. ΑΝΑΣΧΕΔΙΑΣΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΚΠΛΗΡΩΣΗ ΤΗΣ ΣΥΝΘΗΚΗΣ ΤΗΣ ΣΤΟΚΧΟΛΜΗΣ	53
2.3.2. ΠΙΘΑΝΟΘΕΩΡΗΤΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ (PROBABILISTIC)	54
2.3.2.1. ΓΕΝΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ	54
2.3.2.2. ΠΙΘΑΝΟΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΠΙΒΙΩΣΙΜΟΤΗΤΑΣ	54
2.3.2.3. ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΚΑΙ ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ	55
2.3.2.4. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ	56
2.3.2.4.1. ΕΓΚΑΡΣΙΕΣ ΣΤΕΓΑΝΕΣ ΦΡΑΚΤΕΣ.....	59
2.3.2.4.2. ΥΠΟΔΙΑΙΡΕΣΗ ΜΕ ΔΙΑΜΗΚΕΙΣ ΣΤΕΓΑΝΕΣ ΦΡΑΚΤΕΣ	62
2.3.2.4.3. ΚΑΘΕΤΗ ΣΤΕΓΑΝΗ ΥΠΟΔΙΑΙΡΕΣΗ ΤΟΥ ΠΛΟΙΟΥ ΜΕ ΚΑΤΑΣΤΡΩΜΑΤΑ	63
2.4. ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΠΙΘΑΝΟΘΕΩΡΗΤΙΚΩΝ ΜΕΘΟΔΩΝ	64
2.5. ΔΡΑΣΗ ΓΙΑ ΝΕΟΥΣ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΥΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ	66

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ^ο : ΜΕΛΕΤΗ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ ΚΑΤΟΠΙΝ ΒΛΑΒΗΣ ΣΕ ΕΠΙΒΑΤΗΓΟ – ΟΧΗΜΑΤΑΓΩΓΟ ΠΛΟΙΟ	69
3.1. ΤΟ ΝΑΥΠΗΓΙΚΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ NARA.....	69
3.2. ΠΛΟΙΟ ΑΝΑΦΟΡΑΣ.....	71
3.2.1. ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΒΑΣΙΚΟΥ ΠΛΟΙΟΥ «RORAX1».....	71
3.2.1.1. ΚΥΡΙΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	71
3.2.1.2. ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΓΡΑΜΜΩΝ ΤΟΥ ΠΛΟΙΟΥ	72
3.2.1.3. ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΓΑΣΤΡΑΣ ΤΟΥ ΠΛΟΙΟΥ.....	73
3.2.1.4. ΥΔΡΟΣΤΑΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΟΥ ΠΛΟΙΟΥ.....	76
3.2.1.5. ΓΕΝΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ ΤΟΥ ΠΛΟΙΟΥ.....	78
3.2.1.6. ΥΠΟΔΙΑΙΡΕΣΗ ΤΟΥ ΠΛΟΙΟΥ.....	84
3.2.1.7. OPENINGS ΤΟΥ ΠΛΟΙΟΥ	86
3.3. RISK CONTROL OPTIONS – ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ.....	87
3.4. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΠΙΘΑΝΟΘΕΩΡΗΤΙΚΩΝ ΜΕΘΟΔΩΝ	88
3.4.1. ΠΙΘΑΝΟΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΟΝΤΕΛΟ ΤΗΣ SOLAS 2009	89
3.4.1.1. ΠΛΟΙΟ ΑΝΑΦΟΡΑΣ.....	89
3.4.1.1.1. ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΦΟΡΤΩΣΗΣ	89
3.4.1.1.2. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΠΙΘΑΝΟΘΕΩΡΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ SOLAS 2009	91
3.4.1.2. ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ ΣΧΕΔΙΑΣΕΙΣ	97
3.4.1.2.1. ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΦΟΡΤΩΣΗΣ	97
3.4.1.2.2. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΠΙΘΑΝΟΘΕΩΡΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ SOLAS 2009	98
3.4.1.2.3. ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ SOLAS 2009.....	110
3.4.1.3. ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	126
3.4.2. ΜΕΘΟΔΟΣ GOALDS	130
3.4.2.1. ΠΛΟΙΟ ΑΝΑΦΟΡΑΣ ΚΑΙ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ ΣΧΕΔΙΑΣΕΙΣ	130
3.4.2.2. ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	132
3.4.3. ΠΡΟΤΑΣΗ SLF55.....	135
3.4.3.1. ΠΛΟΙΟ ΑΝΑΦΟΡΑΣ ΚΑΙ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ ΣΧΕΔΙΑΣΕΙΣ	135
3.4.3.2. ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	137
3.5. ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟΣ ΑΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΜΕΘΟΔΩΝ	140
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 ^ο : ΜΕΛΕΤΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ ΤΟΥ A-INDEX ΤΗΣ SOLAS 2009 ΣΕ ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΜΕΝΕΣ ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ ΤΟΥ ΠΛΟΙΟΥ ΑΝΑΦΟΡΑΣ	144

4.1. ΑΠΛΟΠΟΙΗΜΕΝΗ ΔΙΑΤΑΞΗ	144
4.1.1. ΑΠΛΟΠΟΙΗΜΕΝΗ ΔΙΑΤΑΞΗ ΧΩΡΙΣ CASINGS ΣΤΟ ΚΑΤΑΣΤΡΩΜΑ ΟΧΗΜΑΤΩΝ	144
4.1.1.1. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	145
4.1.1.2. ΥΠΟΔΙΑΙΡΕΣΗ ΤΟΥ ΠΛΟΙΟΥ	148
4.1.1.3. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΠΙΘΑΝΟΘΕΩΡΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΤΗΣ SOLAS 2009	150
4.1.2. ΑΠΛΟΠΟΙΗΜΕΝΗ ΔΙΑΤΑΞΗ ΜΕ CASINGS ΣΤΟ ΚΑΤΑΣΤΡΩΜΑ ΟΧΗΜΑΤΩΝ	156
4.1.2.1. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	156
4.1.2.2. ΥΠΟΔΙΑΙΡΕΣΗ ΤΟΥ ΠΛΟΙΟΥ	157
4.1.2.3. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΠΙΘΑΝΟΘΕΩΡΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΤΗΣ SOLAS 2009	158
4.2. ΑΠΛΟΠΟΙΗΜΕΝΗ ΔΙΑΤΑΞΗ ΓΙΑ ΜΕΓΙΣΤΗ ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΣΗ ΠΛΑΤΟΥΣ	161
4.2.1. ΑΠΛΟΠΟΙΗΜΕΝΗ ΔΙΑΤΑΞΗ ΧΩΡΙΣ CASINGS ΣΤΟ ΚΑΤΑΣΤΡΩΜΑ ΟΧΗΜΑΤΩΝ	161
4.2.1.1. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	161
4.2.1.2. ΥΠΟΔΙΑΙΡΕΣΗ ΤΟΥ ΠΛΟΙΟΥ	164
4.2.1.3. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΠΙΘΑΝΟΘΕΩΡΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΤΗΣ SOLAS 2009	166
4.2.2. ΑΠΛΟΠΟΙΗΜΕΝΗ ΔΙΑΤΑΞΗ ΜΕ CASINGS ΣΤΟ ΚΑΤΑΣΤΡΩΜΑ ΟΧΗΜΑΤΩΝ	172
4.2.2.1. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	172
4.2.2.2. ΥΠΟΔΙΑΙΡΕΣΗ ΤΟΥ ΠΛΟΙΟΥ	173
4.2.1.3. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΠΙΘΑΝΟΘΕΩΡΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΤΗΣ SOLAS 2009	174
4.3. ΔΙΑΤΑΞΗ ΜΕ SIDE CASINGS.....	177
4.3.1. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ.....	177
4.3.2. ΥΠΟΔΙΑΙΡΕΣΗ ΤΟΥ ΠΛΟΙΟΥ	182
4.3.3. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΠΙΘΑΝΟΘΕΩΡΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΤΗΣ SOLAS 2009	184
4.4. ΔΙΑΤΑΞΗ ΜΕ WATERTIGHT DOORS ΩΣ UNPROTECTED	190
4.4.1. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ.....	190
4.4.2. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΠΙΘΑΝΟΘΕΩΡΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΤΗΣ SOLAS 2009	192
4.5. ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΜΕΝΩΝ ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ	195

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 ^ο : ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ ΚΑΙ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ. ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΕΡΕΥΝΑ	198
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	202
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α: ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΩΝ ΣΧΕΔΙΑΣΕΩΝ	203
Α.1. ROPAX2	204
Α.1.1. ΚΥΡΙΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	204
Α.1.2. ΥΔΡΟΣΤΑΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	204
Α.1.3. ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ	205
Α.1.4. ΥΠΟΔΙΑΙΡΕΣΗ	209
Α.1.5. ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΦΟΡΤΩΣΗΣ	211
Α.1.6. ΠΙΝΑΚΑΣ ΟΡΙΩΝ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΩΝ	212
Α.1.7. ΤΡΙΓΩΝΑ ΚΑΤΑΚΛΥΣΗΣ.....	214
Α. 2. ROPAX3	215
Α.2.1. ΚΥΡΙΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	215
Α.2. 2. ΥΔΡΟΣΤΑΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ.....	215
Α.2.3. ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ	216
Α.2.4. ΥΠΟΔΙΑΙΡΕΣΗ	220
Α.2.5. ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΦΟΡΤΩΣΗΣ	222
Α.2.6. ΠΙΝΑΚΑΣ ΟΡΙΩΝ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΩΝ	223
Α.2.7. ΤΡΙΓΩΝΑ ΚΑΤΑΚΛΥΣΗΣ.....	225
Α.3. ROPAX4	226
Α.3.1. ΚΥΡΙΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	226
Α.3. 2. ΥΔΡΟΣΤΑΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ.....	226
Α.3.3. ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ	227
Α.3.4. ΥΠΟΔΙΑΙΡΕΣΗ	231
Α.3.5. ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΦΟΡΤΩΣΗΣ	233
Α.3.6. ΠΙΝΑΚΑΣ ΟΡΙΩΝ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΩΝ	234
Α.3.7. ΤΡΙΓΩΝΑ ΚΑΤΑΚΛΥΣΗΣ.....	236
Α.4. ROPAX5	237
Α.4.1. ΚΥΡΙΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	237
Α.4. 2. ΥΔΡΟΣΤΑΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ.....	237
Α.4.3. ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ	238
Α.4.4. ΥΠΟΔΙΑΙΡΕΣΗ	242

A.4.5. ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΦΟΡΤΩΣΗΣ	244
A.4.6. ΠΙΝΑΚΑΣ ΟΡΙΩΝ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΩΝ	245
A.4.7. ΤΡΙΓΩΝΑ ΚΑΤΑΚΛΥΣΗΣ	247
A.5. ROPAX6	248
A.5.1. ΚΥΡΙΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	248
A.5.2. ΥΔΡΟΣΤΑΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	248
A.5.3. ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ	249
A.5.4. ΥΠΟΔΙΑΙΡΕΣΗ	253
A.5.5. ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΦΟΡΤΩΣΗΣ	255
A.5.6. ΠΙΝΑΚΑΣ ΟΡΙΩΝ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΩΝ	256
A.5.7. ΤΡΙΓΩΝΑ ΚΑΤΑΚΛΥΣΗΣ	258
A.6. ROPAX7	259
A.6.1. ΚΥΡΙΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	259
A.6.2. ΥΔΡΟΣΤΑΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	259
A.6.3. ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ	260
A.6.4. ΥΠΟΔΙΑΙΡΕΣΗ	264
A.6.5. ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΦΟΡΤΩΣΗΣ	266
A.6.6. ΠΙΝΑΚΑΣ ΟΡΙΩΝ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΩΝ	267
A.6.7. ΤΡΙΓΩΝΑ ΚΑΤΑΚΛΥΣΗΣ	269
A.7. ROPAX8	270
A.7.1. ΚΥΡΙΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	270
A.7.2. ΥΔΡΟΣΤΑΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	270
A.7.3. ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ	271
A.7.4. ΥΠΟΔΙΑΙΡΕΣΗ	275
A.7.5. ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΦΟΡΤΩΣΗΣ	277
A.7.6. ΠΙΝΑΚΑΣ ΟΡΙΩΝ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΩΝ	278
A.7.7. ΤΡΙΓΩΝΑ ΚΑΤΑΚΛΥΣΗΣ	280
A.8. ROPAX9	281
A.8.1. ΚΥΡΙΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	281
A.8.2. ΥΔΡΟΣΤΑΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	281
A.8.3. ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ	282
A.8.4. ΥΠΟΔΙΑΙΡΕΣΗ	286
A.8.5. ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΦΟΡΤΩΣΗΣ	288
A.8.6. ΠΙΝΑΚΑΣ ΟΡΙΩΝ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΩΝ	289
A.8.7. ΤΡΙΓΩΝΑ ΚΑΤΑΚΛΥΣΗΣ	291

A.9. ROPAX10	292
A.9.1. ΚΥΡΙΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	292
A.9. 2. ΥΔΡΟΣΤΑΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	292
A.9.3. ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ	293
A.9.4. ΥΠΟΔΙΑΙΡΕΣΗ	297
A.9.5. ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΦΟΡΤΩΣΗΣ	299
A.9.6. ΠΙΝΑΚΑΣ ΟΡΙΩΝ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΩΝ	300
A.9.7. ΤΡΙΓΩΝΑ ΚΑΤΑΚΛΥΣΗΣ	302
A.10. ROPAX12	303
A.10.1. ΚΥΡΙΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	303
A.10. 2. ΥΔΡΟΣΤΑΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	303
A.10.3. ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ	304
A.10.4. ΥΠΟΔΙΑΙΡΕΣΗ	306
A.10.5. ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΦΟΡΤΩΣΗΣ	307
A.10.6. ΠΙΝΑΚΑΣ ΟΡΙΩΝ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΩΝ	308
A.11. ROPAX14	310
A.11.1. ΚΥΡΙΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	310
A.11. 2. ΥΔΡΟΣΤΑΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	310
A.11.3. ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ	311
A.11.4. ΥΠΟΔΙΑΙΡΕΣΗ	313
A.11.5. ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΦΟΡΤΩΣΗΣ	314
A.11.6. ΠΙΝΑΚΑΣ ΟΡΙΩΝ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΩΝ	315
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β: ΕΛΕΓΧΟΣ ΑΚΡΙΒΕΙΑΣ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ	318
B.1. ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΥΔΡΟΣΤΑΤΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ «ROPAX1» ΚΑΙ ΠΑΤΡΙΚΟΥ ΠΛΟΙΟΥ	318
B.1.1. ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΕΚΤΟΠΙΣΜΑΤΟΣ	318
B.1.2. ΣΥΓΚΡΙΣΗ LCB	318
B.1.3. ΣΥΓΚΡΙΣΗ KMT	319
B.1.4. ΣΥΓΚΡΙΣΗ C_B	319
B.1.5. ΣΥΓΚΡΙΣΗ WLA	320
B.1.6. ΣΥΓΚΡΙΣΗ MCT	320
B.1.7. ΣΥΓΚΡΙΣΗ TPC	321
B.2. ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΩΝ «ROPAX1» ΚΑΙ ΠΑΤΡΙΚΟΥ ΠΛΟΙΟΥ	322
B.2.1. ΣΥΓΚΡΙΣΗ WATER BALLAST	322

B.2.2. ΣΥΓΚΡΙΣΗ FRESH WATER	322
B.2.3. ΣΥΓΚΡΙΣΗ HEAVY FUEL OIL	323
B.2.4. ΣΥΓΚΡΙΣΗ DIESEL OIL.....	323
B.2.5. ΣΥΓΚΡΙΣΗ LUBRICATING OIL	324
B.2.6. ΣΥΓΚΡΙΣΗ MISCELLANEOUS	324

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΠΙΝΑΚΩΝ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	27
ΣΚΟΠΟΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	29
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ^ο : ΕΠΙΒΑΤΗΓΑ – ΟΧΗΜΑΤΑΓΩΓΑ ΠΛΟΙΑ	31
Πίνακας 1.3-1. Ατυχήματα πλοίων ROPAX (>1000GRT) για την περίοδο 1994-2004	39
Πίνακας 1.3-2. Ατυχήματα πλοίων ROPAX – Εσωτερικοί πλόες.....	40
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ^ο : ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ ΚΑΤΟΠΙΝ ΒΛΑΒΗΣ.....	40
Πίνακας 2.3-1. Διαχωρητότητες χώρων, Προσδιοριστικές μέθοδοι.....	50
Πίνακας 2.3-2. Υποθετική έκταση βλάβης, Προσδιοριστικές μέθοδοι.....	50
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ^ο : ΜΕΛΕΤΗ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ ΚΑΤΟΠΙΝ ΒΛΑΒΗΣ ΣΕ ΕΠΙΒΑΤΗΓΟ – ΟΧΗΜΑΤΑΓΩΓΟ ΠΛΟΙΟ	69
Πίνακας 3.2-1. Κύριες Διαστάσεις του πλοίου αναφοράς «ROPAX1»	72
Πίνακας 3.2-2. Υδροστατικά Στοιχεία του πλοίου αναφοράς «ROPAX1»	77
Πίνακας 3.2-3. Φορτία των διαμερισμάτων του πλοίου αναφοράς «ROPAX1»	78
Πίνακας 3.2-4. Διαμερίσματα του πλοίου αναφοράς «ROPAX1».....	83
Πίνακας 3.2-6. Opening Arrangement του πλοίου αναφοράς «ROPAX1»	87
Πίνακας 3.3-1. Risk Control Options (RCO)	88
Πίνακας 3.4-1. Κατάσταση Φόρτωσης για το Deepest Subdivision Draught (dS)	89
Πίνακας 3.4-2. Κατάσταση Φόρτωσης για το Partial Subdivision Draught (d _P)	90
Πίνακας 3.4-3. Κατάσταση Φόρτωσης για το Lightest Subdivision Draught (dL).....	90
Πίνακας 3.4-4. Calculation Arguments	93
Πίνακας 3.4-5. Όρια Διαμερισμάτων (Limits Table) του πλοίου αναφοράς «ROPAX1»	95
Πίνακας 3.4-6. A-Index (SOLAS 2009) για το πλοίο αναφοράς «ROPAX1» ..	96
Πίνακας 3.4-7 (i) . Στοιχεία εναλλακτικών σχεδιάσεων	98
Πίνακας 3.4-7 (ii) . Στοιχεία εναλλακτικών σχεδιάσεων	98

Πίνακας 3.4-8. A-Index (SOLAS 2009) για το πλοίο «ROPAX2».....	99
Πίνακας 3.4-9. A-Index (SOLAS 2009) για το πλοίο αναφοράς «ROPAX3»	100
Πίνακας 3.4-10. A-Index (SOLAS 2009) για το πλοίο αναφοράς «ROPAX4»	101
Πίνακας 3.4-11. A-Index (SOLAS 2009) για το πλοίο αναφοράς «ROPAX5»	102
Πίνακας 3.4-12. A-Index (SOLAS 2009) για το πλοίο αναφοράς «ROPAX6»	103
Πίνακας 3.4-13. A-Index (SOLAS 2009) για το πλοίο αναφοράς «ROPAX7»	104
Πίνακας 3.4-14. A-Index (SOLAS 2009) για το πλοίο αναφοράς «ROPAX8»	105
Πίνακας 3.4-15. A-Index (SOLAS 2009) για το πλοίο αναφοράς «ROPAX9»	106
Πίνακας 3.4-16. A-Index (SOLAS 2009) για το πλοίο αναφοράς «ROPAX10»	107
Πίνακας 3.4-17. A-Index (SOLAS 2009) για όλες τις εναλλακτικές σχεδιάσεις	108
Πίνακας 3.4-18. L/B, A-Index, 1-A (SOLAS 2009) για σχεδιάσεις με B=19m – B=19,5m.....	110
Πίνακας 3.4-19. Αναλυτικά αποτελέσματα των πλοίων «ROPAX1» και «ROPAX7».....	112
Πίνακας 3.4-20. Καταστάσεις βλάβης των πλοίων «ROPAX1» και «ROPAX7» , όπου η αλλαγή του SFAC σχετίζεται με το GZ.....	113
Πίνακας 3.4-21. Καταστάσεις βλάβης των πλοίων «ROPAX1» και «ROPAX7» , όπου η αλλαγή του SFAC σχετίζεται με το K και το Heel.	119
Πίνακας 3.4-22. Επιρροή των GZ και K στο δείκτη A.....	124
Πίνακας 3.4-23. Οικονομικά Στοιχεία (SOLAS 2009) για όλες τις εναλλακτικές σχεδιάσεις	127
Πίνακας 3.4-24. A-Index (GOALDS) για όλες τις εναλλακτικές σχεδιάσεις	131
Πίνακας 3.4-25. Οικονομικά στοιχεία (GOALDS) για όλες τις εναλλακτικές σχεδιάσεις.....	132
Πίνακας 3.4-26. A-Index (SLF-55) για όλες τις εναλλακτικές σχεδιάσεις...	136
Πίνακας 3.4-27. Οικονομικά στοιχεία (SLF-55) για όλες τις εναλλακτικές σχεδιάσεις.....	137
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο : ΜΕΛΕΤΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ ΤΟΥ A-INDEX ΤΗΣ SOLAS 2009 ΣΕ ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΜΕΝΕΣ ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ ΤΟΥ ΠΛΟΙΟΥ ΑΝΑΦΟΡΑΣ	144

Πίνακας 4-1. Κύριες Διαστάσεις του πλοίου αναφοράς «ROPAX1»	144
Πίνακας 4.1-1. Διαμερίσματα του πλοίου «ROPAX11».....	146
Πίνακας 4.1-2. Ζώνες Υποδιαίρεσης (Damage Zones) του πλοίου «ROPAX11»	148
Πίνακας 4.1-3. Κατάσταση Φόρτωσης για το Deepest Subdivision Draught (ds)	150
Πίνακας 4.1-4. Κατάσταση Φόρτωσης για το Partial Subdivision Draught (d _p)	151
Πίνακας 4.1-5. Κατάσταση Φόρτωσης για το Lightest Subdivision Draught (dL).....	151
Πίνακας 4.1-6. Όρια Διαμερισμάτων (Limits Table) του πλοίου «ROPAX11»	153
Πίνακας 4.1-7. A-Index (SOLAS 2009) για το πλοίο «ROPAX11».....	154
Πίνακας 4.1-8. A-Index (SOLAS 2009) για το πλοίο αναφοράς «ROPAX12»	159
Πίνακας 4.2-1. Διαμερίσματα του πλοίου «ROPAX13».....	162
Πίνακας 4.2-2. Ζώνες Υποδιαίρεσης (Damage Zones) του πλοίου «ROPAX13»	164
Πίνακας 4.2-3. Κατάσταση Φόρτωσης για το Deepest Subdivision Draught (ds)	166
Πίνακας 4.2-4. Κατάσταση Φόρτωσης για το Partial Subdivision Draught (d _p)	167
Πίνακας 4.2-5. Κατάσταση Φόρτωσης για το Lightest Subdivision Draught (dL).....	167
Πίνακας 4.2-6. Όρια Διαμερισμάτων (Limits Table) του πλοίου «ROPAX13»	169
Πίνακας 4.2-7. A-Index (SOLAS 2009) για το πλοίο «ROPAX13».....	170
Πίνακας 4.2-8. A-Index (SOLAS 2009) για το πλοίο «ROPAX14».....	175
Πίνακας 4.3-1. Διαμερίσματα του πλοίου «ROPAX15».....	180
Πίνακας 4.3-2. Ζώνες Υποδιαίρεσης (Damage Zones) του πλοίου «ROPAX15»	182
Πίνακας 4.3-3. Κατάσταση Φόρτωσης για το Deepest Subdivision Draught (dS)	184
Πίνακας 4.3-4. Κατάσταση Φόρτωσης για το Partial Subdivision Draught (d _p)	185
Πίνακας 4.3-5. Κατάσταση Φόρτωσης για το Lightest Subdivision Draught (dL).....	185
Πίνακας 4.3-6. Όρια Διαμερισμάτων (Limits Table) του πλοίου «ROPAX15»	188

Πίνακας 4.3-7. A-Index (SOLAS 2009) για το πλοίο «ROPAX15».....	189
Πίνακας 4.4-1. Διαμερίσματα του πλοίου «ROPAX16».....	191
Πίνακας 4.4-2. A-Index (SOLAS 2009) για το πλοίο «ROPAX16».....	193
Πίνακας 4.5-1. A-Index (SOLAS 2009) για όλες τις τροποποιήσεις στη διάταξη	195
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 ^ο : ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ ΚΑΙ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ. ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΕΡΕΥΝΑ	198
Πίνακας 5-1. A-Index, 1-A (SOLAS 2009) για εναλλακτικές σχεδιάσεις	198
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	202
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α: ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΩΝ ΣΧΕΔΙΑΣΕΩΝ	203
Πίνακας Α.1-1. Κύριες Διαστάσεις του πλοίου «ROPAX2»	204
Πίνακας Α.1-2. Υδροστατικά Στοιχεία του πλοίου «ROPAX2».....	205
Πίνακας Α.1-3. Διαμερίσματα του πλοίου «ROPAX2»	208
Πίνακας Α.1-4. Ζώνες Υποδιαίρεσης (Damage Zones) του πλοίου αναφοράς «ROPAX2»	210
Πίνακας Α.1-5. Κατάσταση Φόρτωσης για το Deepest Subdivision Draught (d _s)	211
Πίνακας Α.1-6. Κατάσταση Φόρτωσης για το Partial Subdivision Draught (d _p)	211
Πίνακας Α.1-7. Κατάσταση Φόρτωσης για το Lightest Subdivision Draught (d _L)	212
Πίνακας Α.1-8. Όρια Διαμερισμάτων (Limits Table) του πλοίου «ROPAX2»	214
Πίνακας Α.2-1. Κύριες Διαστάσεις του πλοίου «ROPAX3»	215
Πίνακας Α.2-2. Υδροστατικά Στοιχεία του πλοίου «ROPAX3».....	216
Πίνακας Α.2-3. Διαμερίσματα του πλοίου «ROPAX3»	219
Πίνακας Α.2-4. Ζώνες Υποδιαίρεσης (Damage Zones) του πλοίου αναφοράς «ROPAX3»	221
Πίνακας Α.2-5. Κατάσταση Φόρτωσης για το Deepest Subdivision Draught (d _s)	222
Πίνακας Α.2-6. Κατάσταση Φόρτωσης για το Partial Subdivision Draught (d _p)	222
Πίνακας Α.2-7. Κατάσταση Φόρτωσης για το Lightest Subdivision Draught (d _L)	223
Πίνακας Α.2-8. Όρια Διαμερισμάτων (Limits Table) του πλοίου «ROPAX3»	225
Πίνακας Α.3-1. Κύριες Διαστάσεις του πλοίου «ROPAX4»	226

Πίνακας Α.3-2. Υδροστατικά Στοιχεία του πλοίου «ROPAX4».....	227
Πίνακας Α.3-3. Διαμερίσματα του πλοίου «ROPAX4»	230
Πίνακας Α.3-4. Ζώνες Υποδιαίρεσης (Damage Zones) του πλοίου αναφοράς «ROPAX4»	232
Πίνακας Α.3-5. Κατάσταση Φόρτωσης για το Deepest Subdivision Draught (ds)	233
Πίνακας Α.3-6. Κατάσταση Φόρτωσης για το Partial Subdivision Draught (dp)	233
Πίνακας Α.3-7. Κατάσταση Φόρτωσης για το Lightest Subdivision Draught (dl)	234
Πίνακας Α.3-8. Όρια Διαμερισμάτων (Limits Table) του πλοίου «ROPAX4»	236
Πίνακας Α.4-1. Κύριες Διαστάσεις του πλοίου «ROPAX5»	237
Πίνακας Α.4-2. Υδροστατικά Στοιχεία του πλοίου «ROPAX5».....	238
Πίνακας Α.4-3. Διαμερίσματα του πλοίου «ROPAX5»	241
Πίνακας Α.4-4. Ζώνες Υποδιαίρεσης (Damage Zones) του πλοίου αναφοράς «ROPAX5»	243
Πίνακας Α.4-5. Κατάσταση Φόρτωσης για το Deepest Subdivision Draught (ds)	244
Πίνακας Α.4-6. Κατάσταση Φόρτωσης για το Partial Subdivision Draught (dp)	244
Πίνακας Α.4-7. Κατάσταση Φόρτωσης για το Lightest Subdivision Draught (dl)	245
Πίνακας Α.4-8. Όρια Διαμερισμάτων (Limits Table) του πλοίου «ROPAX5»	247
Πίνακας Α.5-1. Κύριες Διαστάσεις του πλοίου «ROPAX6»	248
Πίνακας Α.5-2. Υδροστατικά Στοιχεία του πλοίου «ROPAX6».....	249
Πίνακας Α.5-3. Διαμερίσματα του πλοίου «ROPAX6»	252
Πίνακας Α.5-4. Ζώνες Υποδιαίρεσης (Damage Zones) του πλοίου αναφοράς «ROPAX6»	254
Πίνακας Α.5-5. Κατάσταση Φόρτωσης για το Deepest Subdivision Draught (ds)	255
Πίνακας Α.5-6. Κατάσταση Φόρτωσης για το Partial Subdivision Draught (dp)	255
Πίνακας Α.5-7. Κατάσταση Φόρτωσης για το Lightest Subdivision Draught (dl)	256
Πίνακας Α.5-8. Όρια Διαμερισμάτων (Limits Table) του πλοίου «ROPAX6»	258
Πίνακας Α.6-1. Κύριες Διαστάσεις του πλοίου «ROPAX7»	259
Πίνακας Α.6-2. Υδροστατικά Στοιχεία του πλοίου «ROPAX7».....	260
Πίνακας Α.6-3. Διαμερίσματα του πλοίου «ROPAX7»	263

Πίνακας Α.6-4. Ζώνες Υποδιαίρεσης (Damage Zones) του πλοίου αναφοράς «ROPAX7»	265
Πίνακας Α.6-5. Κατάσταση Φόρτωσης για το Deepest Subdivision Draught (ds)	266
Πίνακας Α.6-6. Κατάσταση Φόρτωσης για το Partial Subdivision Draught (d _p)	266
Πίνακας Α.6-7. Κατάσταση Φόρτωσης για το Lightest Subdivision Draught (d _L)	267
Πίνακας Α.6-8. Όρια Διαμερισμάτων (Limits Table) του πλοίου «ROPAX7»	269
Πίνακας Α.7-1. Κύριες Διαστάσεις του πλοίου «ROPAX8»	270
Πίνακας Α.7-2. Υδροστατικά Στοιχεία του πλοίου «ROPAX8»	271
Πίνακας Α.7-3. Διαμερίσματα του πλοίου «ROPAX8»	274
Πίνακας Α.7-4. Ζώνες Υποδιαίρεσης (Damage Zones) του πλοίου αναφοράς «ROPAX8»	276
Πίνακας Α.7-5. Κατάσταση Φόρτωσης για το Deepest Subdivision Draught (ds)	277
Πίνακας Α.7-6. Κατάσταση Φόρτωσης για το Partial Subdivision Draught (d _p)	277
Πίνακας Α.7-7. Κατάσταση Φόρτωσης για το Lightest Subdivision Draught (d _L)	278
Πίνακας Α.7-8. Όρια Διαμερισμάτων (Limits Table) του πλοίου «ROPAX8»	280
Πίνακας Α.8-1. Κύριες Διαστάσεις του πλοίου «ROPAX9»	281
Πίνακας Α.8-2. Υδροστατικά Στοιχεία του πλοίου «ROPAX9»	282
Πίνακας Α.8-3. Διαμερίσματα του πλοίου «ROPAX9»	285
Πίνακας Α.8-4. Ζώνες Υποδιαίρεσης (Damage Zones) του πλοίου αναφοράς «ROPAX9»	287
Πίνακας Α.8-5. Κατάσταση Φόρτωσης για το Deepest Subdivision Draught (ds)	288
Πίνακας Α.8-6. Κατάσταση Φόρτωσης για το Partial Subdivision Draught (d _p)	288
Πίνακας Α.8-7. Κατάσταση Φόρτωσης για το Lightest Subdivision Draught (d _L)	289
Πίνακας Α.8-8. Όρια Διαμερισμάτων (Limits Table) του πλοίου «ROPAX9»	291
Πίνακας Α.9-1. Κύριες Διαστάσεις του πλοίου «ROPAX10»	292
Πίνακας Α.9-2. Υδροστατικά Στοιχεία του πλοίου «ROPAX10»	293
Πίνακας Α.9-3. Διαμερίσματα του πλοίου «ROPAX10»	296
Πίνακας Α.9-4. Ζώνες Υποδιαίρεσης (Damage Zones) του πλοίου αναφοράς «ROPAX10»	298

Πίνακας Α.9-5. Κατάσταση Φόρτωσης για το Deepest Subdivision Draught (ds)	299
Πίνακας Α.9-6. Κατάσταση Φόρτωσης για το Partial Subdivision Draught (d _p)	299
Πίνακας Α.9-7. Κατάσταση Φόρτωσης για το Lightest Subdivision Draught (d _L)	300
Πίνακας Α9-8. Όρια Διαμερισμάτων (Limits Table) του πλοίου «ROPAX10»	302
Πίνακας Α.10-1. Κύριες Διαστάσεις του πλοίου «ROPAX12»	303
Πίνακας Α.10-2. Υδροστατικά Στοιχεία του πλοίου «ROPAX12»	304
Πίνακας Α.10-3. Διαμερίσματα του πλοίου «ROPAX12»	306
Πίνακας Α.10-4. Ζώνες Υποδιαίρεσης (Damage Zones) του πλοίου αναφοράς «ROPAX12»	306
Πίνακας Α.10-5. Κατάσταση Φόρτωσης για το Deepest Subdivision Draught (ds)	307
Πίνακας Α.10-6. Κατάσταση Φόρτωσης για το Partial Subdivision Draught (d _p)	307
Πίνακας Α.10-7. Κατάσταση Φόρτωσης για το Lightest Subdivision Draught (d _L)	308
Πίνακας Α.10-8. Όρια Διαμερισμάτων (Limits Table) του πλοίου «ROPAX12»	309
Πίνακας Α.11-1. Κύριες Διαστάσεις του πλοίου «ROPAX14»	310
Πίνακας Α.11-2. Υδροστατικά Στοιχεία του πλοίου «ROPAX14»	311
Πίνακας Α.11-3. Διαμερίσματα του πλοίου «ROPAX14»	312
Πίνακας Α.11-4. Ζώνες Υποδιαίρεσης (Damage Zones) του πλοίου αναφοράς «ROPAX14»	313
Πίνακας Α.11-5. Κατάσταση Φόρτωσης για το Deepest Subdivision Draught (ds)	314
Πίνακας Α.11-6. Κατάσταση Φόρτωσης για το Partial Subdivision Draught (d _p)	314
Πίνακας Α.11-7. Κατάσταση Φόρτωσης για το Lightest Subdivision Draught (d _L)	315
Πίνακας Α.11-8. Όρια Διαμερισμάτων (Limits Table) του πλοίου «ROPAX14»	316
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β: ΕΛΕΓΧΟΣ ΑΚΡΙΒΕΙΑΣ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ	318

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	27
ΣΚΟΠΟΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	29
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ^ο : ΕΠΙΒΑΤΗΓΑ – ΟΧΗΜΑΤΑΓΩΓΑ ΠΛΟΙΑ	31
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ^ο : ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ ΚΑΤΟΠΙΝ ΒΛΑΒΗΣ.....	40
Σχ. 2.2-1. Απεικόνιση των υδατοστεγών φρακτών του «Τιτανικός».....	43
Σχ. 2.2-2. Χρονοδιάγραμμα εξέλιξης των κανονισμών ασφαλείας.....	44
Σχ. 2.3-1. Ποιοτική εξέλιξη κριτηρίων ευστάθειας κατόπιν βλάβης επιβατηγών πλοίων	48
Σχ. 2.3-2. Κριτήρια ευστάθειας κατόπιν βλάβης επιβατηγών πλοίων (SOLAS 90).....	50
Σχ. 2.3-3. Συνθήκη της Στοκχόλμης (ύψος νερού στο κατάστρωμα).....	52
Σχ. 2.3-4. Απεικόνιση των fr, hs και hw.....	53
Σχ. 2.3-5. Πιθανοθεωρητική ανάλυση επιβιωσιμότητας.....	54
Σχ. 2.3-6. Βασικά ατυχήματα που οδηγούν σε κατάκλυση.....	55
Σχ. 2.3-7. Εξέταση ατυχημάτων στα πιθανοθεωρητικά πρότυπα	56
Σχ. 2.3-8. Βλάβη του πλοίου	58
Σχ. 2.3-9. Πλημμυρισμένος χώρος λόγω βλάβης του πλοίου	59
Σχ. 2.3-10. Θεώρηση υδατοστεγών ζωνών	59
Σχ. 2.3-11. Τρίγωνα πιθανοτήτων κατάκλυσης.....	60
Σχ. 2.3-12. Επεξήγηση δεικτών.....	62
Σχ. 2.3-13. Παράδειγμα υποδιαίρεσης διαμηκών φρακτών	63
Σχ. 2.3-14. Παράδειγμα κάθετης υποδιαίρεσης με καταστώματα.....	64
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ^ο : ΜΕΛΕΤΗ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ ΚΑΤΟΠΙΝ ΒΛΑΒΗΣ ΣΕ ΕΠΙΒΑΤΗΓΟ – ΟΧΗΜΑΤΑΓΩΓΟ ΠΛΟΙΟ	69
Σχ. 3.2-1. Γραμμές του πλοίου αναφοράς «ROPAX1» - Fore End View	73
Σχ. 3.2-2. Γραμμές του πλοίου αναφοράς «ROPAX1» - Aft End View.....	73
Σχ. 3.2-3. Εξομάλυνση γάστρας του πλοίου αναφοράς «ROPAX1» - Fore End View	74
Σχ. 3.2-4. Εξομάλυνση γάστρας του πλοίου αναφοράς «ROPAX1» - Aft End View	74

Σχ. 3.2-5. Γάστρα του πλοίου αναφοράς «ROPAX1» - Fore End View	75
Σχ. 3.2-6. Γάστρα του πλοίου αναφοράς «ROPAX1» - Aft End View.....	75
Σχ. 3.2-7. Υδροστατικό Διάγραμμα του πλοίου αναφοράς «ROPAX1».....	77
Σχ. 3.2-8. Σχέδιο Γενικής Διάταξης του πλοίου αναφοράς «ROPAX1».....	84
Πίνακας 3.2-5. Ζώνες Υποδιαίρεσης (Damage Zones) του πλοίου αναφοράς «ROPAX1»	85
Σχ. 3.2-9. Απεικόνιση των Damage Zones για το πλοίο αναφοράς «ROPAX1»	85
Σχ. 3.4-1. Τρίγωνα πιθανοτήτων κατάκλυσης του «ROPAX1» για τη SOLAS 2009.....	96
Σχ. 3.4-2. A-Index (SOLAS 2009) για GM-Subd σε όλες τις εναλλακτικές σχεδιάσεις.....	108
Σχ. 3.4-3. A-Index (SOLAS 2009) για το Light Ship σε όλες τις εναλλακτικές σχεδιάσεις.....	109
Σχ. 3.4-4. A-Index (SOLAS 2009) για σχεδιάσεις με B=19m – B=19,5m ..	110
Σχ. 3.4-5. 1-A (SOLAS 2009) για σχεδιάσεις με B=19m – B=19,5m.....	111
Σχ. 3.4-6. 1-A (SOLAS 2009) ως προς L/B, για σχεδιάσεις με B=19m – B=19,5m	111
Σχ. 3.4-7. (i) Αποτελέσματα «ROPAX1» (ii) Αποτελέσματα «ROPAX7».....	112
Σχ. 3.4-8. (i) Αποτελέσματα SFAC «ROPAX1» (ii) Αποτελέσματα SFAC «ROPAX7»	114
Σχ. 3.4-9. (i) DP/SDSP11-13.2.0-1, για το πλοίο με πλάτος B=19m (ROPAX1)	115
Σχ. 3.4-10. (i) Καμπύλη GZ για ROPAX1 και (ii) για ROPAX7 (DP/SDSP11-13.2.0-1)	116
Σχ. 3.4-11. (i) DP/SDSP13-16.1.3, για το πλοίο με πλάτος B=19m (ROPAX1)	117
Σχ. 3.4-11. (ii) DP/SDSP13-16.1.3, για το πλοίο με πλάτος B=19,4m (ROPAX7)	117
Σχ. 3.4-12. (i) Καμπύλη GZ για ROPAX1 και (ii) για ROPAX7 (DP/SDSP13-16.1.3).....	118
Σχ. 3.4-13. (i) DS/SDSP1-5.2.2-2, για το πλοίο με πλάτος B=19m (ROPAX1)	120
Σχ. 3.4-13. (ii) DS/SDSP1-5.2.2-2, για το πλοίο με πλάτος B=19,4m (ROPAX7)	120
Σχ. 3.4-14. (i) Καμπύλη GZ για ROPAX1 και (ii) για ROPAX7 (DS/SDSP1-5.2.2-2)	121
Σχ. 3.4-14. (i) DL/SDSP8-12.7.1-4, για το πλοίο με πλάτος B=19m (ROPAX1)	122

Σχ. 3.4-14. (ii) DL/SDSP8-12.7.1-4, για το πλοίο με πλάτος B=19,4m (ROPAX7)	122
Σχ. 3.4-15. (i) Καμπύλη GZ για ROPAX1 και (ii) για ROPAX7 (DL/SDSP8-12.7.1-4)	123
Σχ. 3.4-16. Μέση, Ελάχιστη και Μέγιστη τιμή διαφοράς του SFAC	125
Σχ. 3.4-17. GCAF (m\$) vS. PLL (SOLAS 2009) για τις εναλλακτικές σχεδιάσεις.....	127
Σχ. 3.4-18. Economic Impact vS. A-Index (SOLAS 2009) για τις εναλλακτικές σχεδιάσεις	128
Σχ. 3.4-19. Economic Impact vS. PLL (SOLAS 2009) για τις εναλλακτικές σχεδιάσεις.....	129
Σχ. 3.4-20. Τρίγωνα πιθανοτήτων κατάκλισης του «ROPAX1» για τη μέθοδο GOALDS.....	131
Σχ. 3.4-21. GCAF (m\$) vS. PLL (GOALDS) για τις εναλλακτικές σχεδιάσεις	133
Σχ. 3.4-22. Economic Impact vS. A-Index (GOALDS) για τις εναλλακτικές σχεδιάσεις.....	134
Σχ. 3.4-23. Economic Impact vS. PLL (GOALDS) για τις εναλλακτικές σχεδιάσεις.....	134
Σχ. 3.4-24. GCAF (m\$) vS. PLL (SLF-55) για τις εναλλακτικές σχεδιάσεις	137
Σχ. 3.4-25. Economic Impact vS. A-Index (SLF-55) για τις εναλλακτικές σχεδιάσεις.....	138
Σχ. 3.4-26. Economic Impact vS. PLL (SLF-55) για τις εναλλακτικές σχεδιάσεις.....	139
Σχ. 3.5-1. Διαφορά δΑ μεθόδων vS. A-SOLAS 2009 για τις εναλλακτικές σχεδιάσεις.....	140
Σχ. 3.5-2. Σύγκριση των A-Index όλων των μεθόδων για τις εναλλακτικές σχεδιάσεις.....	140
Σχ. 3.5-3. Σύγκριση των PLL όλων των μεθόδων για τις εναλλακτικές σχεδιάσεις.....	141
Σχ. 3.5-4. Σύγκριση των GCAF όλων των μεθόδων για τις εναλλακτικές σχεδιάσεις.....	142
Σχ. 3.5-5. Πλοία που ικανοποιούν το όριο GCAF σε όλες τις μεθόδους.....	142
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο : ΜΕΛΕΤΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ ΤΟΥ A-INDEX ΤΗΣ SOLAS 2009 ΣΕ ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΜΕΝΕΣ ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ ΤΟΥ ΠΛΟΙΟΥ ΑΝΑΦΟΡΑΣ	144
Σχ. 4.1-1. Σχέδιο Γενικής Διάταξης του πλοίου «ROPAX11»	147
Σχ. 4.1-2. Απεικόνιση των Damage Zones για το πλοίο «ROPAX11»	149

Σχ. 4.1-3. Τρίγωνα πιθανοτήτων κατάκλυσης του «ROPAX11» για τη SOLAS 2009.....	155
Σχ. 4.1-4. Σχέδιο Γενικής Διάταξης του πλοίου «ROPAX12»	156
Σχ. 4.1-5. Απεικόνιση των Damage Zones για το πλοίο «ROPAX12»	157
Σχ. 4.1-6. Τρίγωνα πιθανοτήτων κατάκλυσης του «ROPAX12» για τη SOLAS 2009.....	159
Σχ. 4.2-1. Σχέδιο Γενικής Διάταξης του πλοίου «ROPAX13»	163
Σχ. 4.2-2. Απεικόνιση των Damage Zones για το πλοίο «ROPAX13»	165
Σχ. 4.2-3. Τρίγωνα πιθανοτήτων κατάκλυσης του «ROPAX13» για τη SOLAS 2009.....	171
Σχ. 4.2-4. Σχέδιο Γενικής Διάταξης του πλοίου «ROPAX14»	172
Σχ. 4.2-5. Απεικόνιση των Damage Zones για το πλοίο «ROPAX14»	173
Σχ. 4.2-6. Τρίγωνα πιθανοτήτων κατάκλυσης του «ROPAX14» για τη SOLAS 2009.....	175
Σχ. 4.3-1. Σχέδιο Γενικής Διάταξης του πλοίου «ROPAX15»	181
Σχ. 4.3-2. Απεικόνιση των Damage Zones για το πλοίο «ROPAX15»	183
Σχ. 4.4-1. Σχέδιο Γενικής Διάταξης του πλοίου «ROPAX16»	191
Σχ. 4.4-2. Τρίγωνα Κατάκλυσης για το πλοίο «ROPAX16».....	193
Σχ. 4.5-1. A-Index για τις τροποποιημένες εσωτερικές διατάξεις.....	195
Σχ. 4.5-2. Διαφορά A-Index των τροποποιημένων διατάξεων σε σχέση με τις βασικές.....	197
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 ^ο : ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ ΚΑΙ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ. ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΕΡΕΥΝΑ	198
Σχ. 5-1. A-Index (SOLAS 2009) για εναλλακτικές σχεδιάσεις	198
Σχ. 5-2. Σύγκριση των A-Index όλων των μεθόδων για τις εναλλακτικές σχεδιάσεις.....	199
Σχ. 5-3. Σύγκριση των GCAF όλων των μεθόδων για τις εναλλακτικές σχεδιάσεις.....	199
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	202
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α: ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΩΝ ΣΧΕΔΙΑΣΕΩΝ	203
Σχ. Α.1-1. Σχέδιο Γενικής Διάταξης του πλοίου αναφοράς «ROPAX2»	209
Σχ. Α.1-2. Απεικόνιση των Damage Zones για το πλοίο αναφοράς «ROPAX2»	210
Σχ. Α.1-3. Τρίγωνα κατάκλυσης του «ROPAX2» (SOLAS 2009)	214

Σχ. Α.1-4. Τρίγωνα κατάκλυσης του «ROPAX2» (GOALDS)	214
Σχ. Α.2-1. Σχέδιο Γενικής Διάταξης του πλοίου αναφοράς «ROPAX3»	220
Σχ. Α.2-2. Απεικόνιση των Damage Zones για το πλοίο αναφοράς «ROPAX3»	221
Σχ. Α.2-3. Τρίγωνα κατάκλυσης του «ROPAX3» (SOLAS 2009)	225
Σχ. Α.2-4. Τρίγωνα κατάκλυσης του «ROPAX3» (GOALDS)	225
Σχ. Α.3-1. Σχέδιο Γενικής Διάταξης του πλοίου αναφοράς «ROPAX4»	231
Σχ. Α.3-2. Απεικόνιση των Damage Zones για το πλοίο αναφοράς «ROPAX4»	232
Σχ. Α.3-3. Τρίγωνα κατάκλυσης του «ROPAX4» (SOLAS 2009)	236
Σχ. Α.3-4. Τρίγωνα κατάκλυσης του «ROPAX4» (GOALDS)	236
Σχ. Α.4-1. Σχέδιο Γενικής Διάταξης του πλοίου αναφοράς «ROPAX5»	242
Σχ. Α.4-2. Απεικόνιση των Damage Zones για το πλοίο αναφοράς «ROPAX5»	243
Σχ. Α.4-3. Τρίγωνα κατάκλυσης του «ROPAX5» (SOLAS 2009)	247
Σχ. Α.4-4. Τρίγωνα κατάκλυσης του «ROPAX5» (GOALDS)	247
Σχ. Α.5-1. Σχέδιο Γενικής Διάταξης του πλοίου αναφοράς «ROPAX6»	253
Σχ. Α.5-2. Απεικόνιση των Damage Zones για το πλοίο αναφοράς «ROPAX6»	254
Σχ. Α.5-3. Τρίγωνα κατάκλυσης του «ROPAX6» (SOLAS 2009)	258
Σχ. Α.5-4. Τρίγωνα κατάκλυσης του «ROPAX6» (GOALDS)	258
Σχ. Α.6-1. Σχέδιο Γενικής Διάταξης του πλοίου αναφοράς «ROPAX7»	264
Σχ. Α.6-2. Απεικόνιση των Damage Zones για το πλοίο αναφοράς «ROPAX7»	265
Σχ. Α.6-3. Τρίγωνα κατάκλυσης του «ROPAX7» (SOLAS 2009)	269
Σχ. Α.6-4. Τρίγωνα κατάκλυσης του «ROPAX7» (GOALDS)	269
Σχ. Α.7-1. Σχέδιο Γενικής Διάταξης του πλοίου αναφοράς «ROPAX8»	275
Σχ. Α.7-2. Απεικόνιση των Damage Zones για το πλοίο αναφοράς «ROPAX8»	276
Σχ. Α.7-3. Τρίγωνα κατάκλυσης του «ROPAX8» (SOLAS 2009)	280
Σχ. Α.7-4. Τρίγωνα κατάκλυσης του «ROPAX8» (GOALDS)	280
Σχ. Α.8-1. Σχέδιο Γενικής Διάταξης του πλοίου αναφοράς «ROPAX9»	286
Σχ. Α.8-2. Απεικόνιση των Damage Zones για το πλοίο αναφοράς «ROPAX9»	287
Σχ. Α.8-3. Τρίγωνα κατάκλυσης του «ROPAX9» (SOLAS 2009)	291
Σχ. Α.8-4. Τρίγωνα κατάκλυσης του «ROPAX9» (GOALDS)	291

Σχ. Α.9-1. Σχέδιο Γενικής Διάταξης του πλοίου αναφοράς «ROPAX10»	297
Σχ. Α.9-2. Απεικόνιση των Damage Zones για το πλοίο αναφοράς «ROPAX10»	298
Σχ. Α.9-3. Τρίγωνα κατάκλυσης του «ROPAX10» (SOLAS 2009)	302
Σχ. Α.9-4. Τρίγωνα κατάκλυσης του «ROPAX10» (GOALDS)	302
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β: ΕΛΕΓΧΟΣ ΑΚΡΙΒΕΙΑΣ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ	318
Σχ. Β.1-1. Σύγκριση Displacement πατρικού και πλοίου αναφοράς	318
Σχ. Β.1-2. Σύγκριση LCB πατρικού και πλοίου αναφοράς	318
Σχ. Β.1-3. Σύγκριση KMT πατρικού και πλοίου αναφοράς	319
Σχ. Β.1-4. Σύγκριση C _b πατρικού και πλοίου αναφοράς	319
Σχ. Β.1-5. Σύγκριση WPA πατρικού και πλοίου αναφοράς	320
Σχ. Β.1-6. Σύγκριση MCT πατρικού και πλοίου αναφοράς	320
Σχ. Β.1-7. Σύγκριση TPC πατρικού και πλοίου αναφοράς	321
Σχ. Β.2-1. Σύγκριση Water Ballast πατρικού και πλοίου αναφοράς	322
Σχ. Β.2-2. Σύγκριση Fresh Water πατρικού και πλοίου αναφοράς	322
Σχ. Β.2-3. Σύγκριση Heavy Fuel Oil πατρικού και πλοίου αναφοράς	323
Σχ. Β.2-4. Σύγκριση Diesel Oil πατρικού και πλοίου αναφοράς	323
Σχ. Β.2-5. Σύγκριση Lubricating Oil πατρικού και πλοίου αναφοράς	324
Σχ. Β.2-6. Σύγκριση Miscellaneous πατρικού και πλοίου αναφοράς	324

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η ασφάλεια των πλοίων ενάντια στη βύθιση – ανατροπή, σε περίπτωση απώλειας της στεγανότητάς τους, παρουσιάζει πρωταρχικό ενδιαφέρον για την κοινωνία και κατά συνέπεια, για τους εθνικούς και διεθνείς ναυτιλιακούς ρυθμιστικούς οργανισμούς, τη θαλάσσια βιομηχανία και την επιστημονική κοινότητα.

Τον Ιανουάριο του 2009, οι νέοι εναρμονισμένοι πιθανοθεωρητικοί κανονισμοί για τη στεγανή υποδιαίρεση έγιναν υποχρεωτικοί, ξεπερνώντας τις προηγούμενες προσδιοριστικές μεθόδους εκτίμησης της ευστάθειας κατόπιν βλάβης. Άρχισε επομένως, μία νέα εποχή στη ναυτιλιακή βιομηχανία, σύμφωνα με τις σύγχρονες εξελίξεις. Αυτό ήταν το αποκορύφωμα περισσότερων από 50 ετών εργασίας, μία από τις μεγαλύτερες περιόδους κήσης οποιουδήποτε άλλου κανονισμού για την ασφάλεια και αντιπροσώπευε ένα σημαντικό βήμα προς τα εμπρός στην επίτευξη βελτιωμένων προτύπων ασφαλείας, μέσω του εξορθολογισμού και της εναρμόνισης των απαιτήσεων μετά από βλάβη.

Υπάρχουν, εντούτοις, σοβαρές ανησυχίες σχετικά με την υιοθετημένη διατύπωση για τον υπολογισμό της πιθανότητας επιβίωσης των επιβατηγών πλοίων, ιδιαίτερα για ROPAX και μεγάλα κρουαζιερόπλοια, σε συνδυασμό με το γεγονός ότι τα πλοία ROPAX πρέπει να πληρούν τη «Συνθήκη της Στοκχόλμης», ενώ δεν γίνεται σχετική αναφορά στους νέους κανονισμούς.

Επιπλέον, οι τωρινοί κανονισμοί ευστάθειας μετά από βλάβη περιλαμβάνουν μόνο τις ζημίες σύγκρουσης, παρά το γεγονός ότι οι στατιστικές ατυχημάτων, ιδιαίτερα των επιβατηγών πλοίων, δείχνουν τη μεγάλη σημασία των ατυχημάτων προσάραξης.

ΣΚΟΠΟΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Στην παρούσα διπλωματική εργασία κύριο αντικείμενο μελέτης είναι η ευστάθεια μετά από βλάβη και συγκεκριμένα, οι νέοι κανονισμοί για τα επιβατηγά – οχηματαγωγά πλοία.

Αρχικά δημιουργήθηκε ένα μοντέλο τύπου ROPAX, με τη βοήθεια του ναυπηγικού λογισμικού NAPA. Στη συνέχεια μελετήθηκαν οι νέοι πιθανοθεωρητικοί κανονισμοί της SOLAS 2009, η μέθοδος GOALDS και η πρόταση SLF-55.

Επιπλέον, στα πλαίσια της συγκεκριμένης εργασίας, εισήχθησαν Risk Control Options (RCO's) , που αφορούσαν στις βασικές διαστάσεις του πλοίου και στην εσωτερική του διάταξη, ώστε να δημιουργηθούν εναλλακτικές σχεδιάσεις του πλοίου αναφοράς, με σκοπό την αύξηση του δείκτη επιβιωσιμότητας. Οι τροποποιήσεις στο πλοίο αναφοράς εξετάστηκαν και με τη βοήθεια οικονομικών στοιχείων, που υπολογίστηκαν για κάθε σχεδίαση, ώστε να βρεθεί η πιο ικανοποιητική λύση για τη βελτίωση της ευστάθειας κατόπιν βλάβης.

Τέλος, πραγματοποιήθηκε η ανάλυση των αποτελεσμάτων και η εξαγωγή συμπερασμάτων από την ολοκληρωμένη μελέτη και προέκυψαν προτάσεις για περαιτέρω μελέτη και έρευνα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο : ΕΠΙΒΑΤΗΓΑ – ΟΧΗΜΑΤΑΓΩΓΑ ΠΛΟΙΑ

Τα πλοία Roll-on/Roll-off θεωρούνται ως ένας από τους πιο επιτυχημένους τύπους πλοίων που λειτουργούν στη σημερινή εποχή. Η ευελιξία τους, η ικανότητά τους να συνεργάζονται με άλλα συστήματα μεταφοράς και η ταχύτητα λειτουργίας τους, είναι ορισμένοι από τους λόγους που κατέστησαν τα πλοία Ro-Ro εξαιρετικά δημοφιλή σε πολλές θαλάσσιες διαδρομές.

Τα πλοία τύπου Roll-on/Roll-off έχουν οριστεί στις τροπολογίες του Νοεμβρίου 1995, στο Κεφάλαιο II-1 της Διεθνούς Σύμβασης για την Ασφάλεια της Ανθρώπινης Ζωής στη Θάλασσα – SOLAS 1974 ως «επιβατηγά πλοία με Ro-Ro χώρους φορτίου ή χώρους ειδικής κατηγορίας...» .

Ένας από τους πιο σημαντικούς ρόλους των πλοίων Ro-Ro είναι η λειτουργία τους ως επιβατηγά – οχηματαγωγά πλοία, ειδικότερα σε μικρές θαλάσσιες διαδρομές.

1.1. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ

Η συντομογραφία ROPAX (Roll on / Roll off passenger) περιγράφει ένα σκάφος Ro-Ro, το οποίο είναι κατασκευασμένο για τη μεταφορά οχημάτων, αλλά και με χώρους ενδιαίτησης των επιβατών. Θεωρητικά η κατηγορία αυτή περιλαμβάνει όλα τα πλοία Roll on / Roll off , με χώρους cardeck και μεταφοράς επιβατών. Πρακτικά, όμως, τα πλοία που διαθέτουν εγκαταστάσεις για περισσότερους από 500 επιβάτες, συχνά αναφέρονται ως κρουαζιερόπλοια. Τα πλοία ROPAX είναι σχεδιασμένα για να παρέχουν τη μέγιστη δυνατή αποτελεσματικότητα όσον αφορά στη φόρτωση και την εκφόρτωση αυτοκινήτων και επιβατών.

Για να επιτευχθεί η μέγιστη αποτελεσματικότητα, το πλοίο είναι συχνά διαμορφωμένο, έτσι ώστε να χωράει οχήματα όλων των σχημάτων και μεγεθών και είναι σχεδιασμένο με τέτοιο τρόπο, ώστε ο χώρος του φορτίου να είναι όσο το δυνατόν πιο αποτελεσματικά αξιοποιήσιμος.

Τα σύγχρονα πλοία ROPAX διαθέτουν πολλά καταστρώματα για τη δημιουργία χώρων ενδιαίτησης των επιβατών και βέβαια διαθέτουν τουλάχιστον ένα τεράστιο κατάστρωμα, το οποίο εκτείνεται σε όλο το μήκος και πλάτος του πλοίου, για τη φόρτωση και τη στοιβασία των οχημάτων. Το κατάστρωμα οχημάτων είναι το χαμηλότερο όλων των καταστρωμάτων, στο οποίο, με τη βοήθεια ράμπας (καταπέλτης) , οδηγούνται τα οχήματα. Παλαιότερης κατασκευής πλοία έχουν τη ράμπα εισόδου – εξόδου των οχημάτων στην πρύμνη, γι' αυτό και τις περισσότερες φορές «πρυμνοδετούν» στον ντόκο, για να είναι δυνατή η χρήση του καταπέλτη, σε συνδυασμό και με τη σκέψη για χρήση μικρού τμήματος ντόκου, καθώς και τη σχετικά εύκολη πρόσδεση – άπαρση του πλοίου.

Τα συγκεκριμένα πλοία είναι αρκετά μεγάλα και αν υπάρχει πρόσβαση μόνο από την πρύμνη, τότε υπάρχει αρκετός χώρος για μία μεγάλη νταλικά να κάνει αναστροφή στο προωαίο τμήμα του καταστρώματος.

Τα πλοία αυτής της κατηγορίας μπορεί να είναι «κλειστού», ή «ανοικτού» τύπου. Κλειστά λέγονται εκείνα τα οποία έχουν κλειστό, δηλαδή σκεπασμένο το χώρο όπου φορτώνονται τα οχήματα, με ολόκληρο το κατάστρωμα. Τα πλοία αυτού του τύπου είναι τα περισσότερα, από πλευράς μεγέθους και χωρητικότητας και τα μεγαλύτερα, ενώ είναι και τα ασφαλέστερα. Ανοικτά λέγονται εκείνα τα επιβατηγά – οχηματαγωγά, τα οποία δεν διαθέτουν άλλο κατάστρωμα πάνω από εκείνο στο οποίο φορτώνονται τα οχήματα. Δηλαδή ο χώρος είναι τελείως ακάλυπτος από πάνω, γι' αυτό και το πλοίο λέγεται «ανοικτό». Τα πλοία ανοικτού τύπου έχουν μικρότερη ακτίνα δράσης και δραστηριοποιούνται συνήθως σε κλειστές θάλασσες. Είναι μικρότερα σε μέγεθος και βέβαια έχουν πολύ μικρότερη μεταφορική ικανότητα από τα αντίστοιχα κλειστού τύπου επιβατηγά – οχηματαγωγά.

Σύμφωνα με τη βάση δεδομένων ShipPax, το 2004, περισσότεροι από 1,3 δισεκατομμύρια επιβάτες, 188 εκατομμύρια αυτοκίνητα, 856.000 λεωφορεία και 28,7 εκατομμύρια φορτηγά μεταφέρθηκαν με τη βοήθεια των ROPAX, με κέρδη 5,9 εκατομμύρια σε παγκόσμιο επίπεδο.

Ο συνολικός αριθμός των επιβατηγών – οχηματαγωγών πλοίων σε όλο τον κόσμο κατά την 1^η Ιανουαρίου 2006 (εξαιρουμένων των επιβατηγών – οχηματαγωγών με λιγότερο 1.000 gross tonnage) ήταν 1.162, με συνολική χωρητικότητα 1,15 εκατομμύρια επιβάτες και 226.210 αυτοκίνητα ή 769.210 lanemetres για τα επαγγελματικά αυτοκίνητα. Η συνδυασμένη συνολική χωρητικότητα ήταν 12,8 εκατομμύρια και η μέση ηλικία του στόλου ήταν 21 έτη.

1.2. Η ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΩΝ ROPAX

Τα επιβατηγά – οχηματαγωγά πλοία ROPAX βασίζονται στην λειτουργία των Ro-Ro's. Το πλοίο Ro-Ro μπορεί να εντοπίσει τις ρίζες του περισσότερο από εκατό χρόνια πίσω, στις πρώτες ημέρες των ατμομηχανών.

Τα πλοία ήταν ειδικά σχεδιασμένα για να μεταφέρουν τρένα σε ποτάμια που ήταν πάρα πολύ μεγάλα και πλατιά για γέφυρες. Ήταν εξοπλισμένα με ράγες και το τρένο μπορούσε να κυλά κατευθείαν στο πλοίο, το οποίο έπλεε κατά μήκος του ποταμού σε μια άλλη σιδηροδρομική αποβάθρα, όπου το τρένο θα κυλούσε μακριά και πάλι. Ένα παράδειγμα είναι το «Firth of Forth» ferry στη Σκωτία, που άρχισε να λειτουργεί το 1851.

Την περίοδο του Δεύτερου Παγκοσμίου Πολέμου, ωστόσο, η ιδέα της εφαρμογής της αρχής των οδικών μεταφορών μέσω των πλοίων Ro-Ro κατέστη εφικτή. Η ιδέα αυτή οδήγησε στην κατασκευή αποβατικού σκάφους των τεθωρακισμένων που χρησιμοποιήθηκε στη D-Day και σε άλλες μάχες. Η τεχνική άρχισε να εφαρμόζεται σε εμπορικά πλοία στα τέλη του 1940 και στις αρχές της δεκαετίας του 1950. Αποδείχθηκε εξαιρετικά δημοφιλής,

ειδικά για τις θαλάσσιες διαδρομές, που ενισχύθηκαν από τις τεχνικές εξελίξεις στην ξηρά καθώς και στη θάλασσα, ιδίως με την αύξηση των οδικών μεταφορών.

Η έννοια του πλοίου Ro-Ro ήταν ελκυστικά απλή. Τοποθέτηση μίας πόρτας σε κάθε άκρη του πλοίου, που συνδέεται με μία τεράστια, απεριόριστη περιοχική καταστρώματος, ώστε να δημιουργηθεί μία επιπλέον γέφυρα. Τα οχήματα οδηγούν εντός από τη μία πλευρά και εκτός από την άλλη. Η έννοια Ro-Ro φάνηκε να δίνει όλες τις απαντήσεις.

Για τον ναυλωτή, το επιβατηγό-οχηματαγωγό πλοίο προσέφερε μια σειρά από πλεονεκτήματα σε σχέση με τα παραδοσιακά πλοία, με πιο σημαντικό την ταχύτητα. Σημαντικό επίσης πλεονέκτημα, που όπως άλλωστε και η ονομασία των πλοίων αυτών καταδεικνύει, είναι το γεγονός ότι τα αυτοκίνητα και τα φορτηγά μπορούν να οδηγηθούν κατευθείαν μέσα σε ένα οχηματαγωγό πλοίο σε ένα λιμάνι (Roll On) και έξω σε άλλο λιμάνι στην άλλη πλευρά της θάλασσας (Roll Off) μέσα σε λίγα λεπτά, κατά τη διάρκεια του ελλιμενισμού του πλοίου.

Τα συγκεκριμένα πλοία έχουν επίσης αποδειχθεί εξαιρετικά δημοφιλή στους παραθεριστές και τους ιδιώτες – ιδιοκτήτες αυτοκινήτων και έχουν συνεισφέρει σημαντικά στην ανάπτυξη του τουρισμού. Μέχρι τη δεκαετία του '50, όποιος επιθυμούσε να μεταφέρει ένα όχημα τη μία χώρα στην άλλη, από τη θάλασσα έπρεπε να το φορτώσει στο κύτος του πλοίου και να το ξεφορτώσει με γερανό, μία χρονοβόρα, δαπανηρή και κάπως επικίνδυνη διαδικασία. Η ανάπτυξη του επιβατηγού – οχηματαγωγού πλοίου άλλαξε όλα αυτά και είχε ως αποτέλεσμα να ανθίσουν και να αναπτυχθούν πολλά λιμάνια.

Τα πλοία Ro-Ro αλληλεπιδρούν εξίσου καλά και με άλλα μέσα ανάπτυξης των μεταφορών, όπως τα εμπορευματοκιβώτια, καθώς και η χρήση των Custom-sealed μονάδων (που εισήχθησαν για πρώτη φορά στα τέλη του 1950), η οποία επέτρεψε στα σύνορα να διασχίζονται με την ελάχιστη καθυστέρηση, αυξάνοντας έτσι περαιτέρω την ταχύτητα και την αποτελεσματικότητα για τον αποστολέα.

Στο Ηνωμένο Βασίλειο, το πρώτο ζευγάρι αγκυροβολιών του Ντόβερ άνοιξε το 1953. Μέχρι τότε ο λιμένας χειριζόταν μόνο 10.000 φορτωμένα με γερανό αυτοκίνητα κάθε έτος και οι προβλέψεις ότι τα αγκυροβόλια θα επέτρεπαν στο λιμένα να χειριστούν δέκα φορές περισσότερα φάνηκαν υπερβολικά αισιόδοξες. Αλλά οι 100.000 ξεπεράστηκαν στο πρώτο έτος και μέχρι το 1985 το Ντόβερ χειριζόταν πάνω από 2,5 εκατομμύρια οχήματα και μονάδες μέσω εννέα αγκυροβολιών Ro-Ro. Μέχρι το 1994 το σύνολο είχε ανέλθει σε περισσότερα από 4,5 εκατομμύρια και περίπου 4.600 πλοία Ro-Ro ήταν σε λειτουργία σε όλο τον κόσμο.

Η θαλάσσια μετακίνηση των αυτοκινήτων άρχισε με τη μεταφορά μικρών αριθμών οχημάτων στα γενικού φορτίου πλοία, πολλά από τα οποία ήταν τότε σύγχρονα πλοία σε δρομολόγια γραμμής (δηλ., ακολουθούσαν ένα σταθερό πρόγραμμα). Αυτά τα πλοία γραμμής ήταν συνήθως ενδιάμεσων καταστρωμάτων, των οποίων τα χαμηλότερα κύτη χωρίζονταν από το ανώτερο

κατάστρομα από ένα ή δύο ενδιάμεσα. Τα αυτοκίνητα ανυψώνονταν από ανυψωτικό εργαλείο της στεριάς ή του πλοίου. Ο αριθμός αυτοκινήτων που θα μπορούσε να φορτωθεί σε ένα πλοίο ήταν περιορισμένος, οι λιμένες εκφόρτωσης και φόρτωσης του πλοίου απαιτούσαν την εκτενή χερσαία μεταφορά των αυτοκινήτων και τα αυτοκίνητα ήταν εκτεθειμένα σε ζημιά κατά τη διαδικασία φόρτωσης – εκφόρτωσης.

Το 1957 ο στρατός των ΗΠΑ ενέκρινε ένα συμβόλαιο στην επιχείρηση Sun Shipbuilding and Dry Dock Company στο Chester, PA για την κατασκευή ενός νέου τύπου μηχανοποιημένου μεταφορέα οχημάτων. Το πλοίο «Comet» είχε μία πρυμναία κεκλιμένη ράμπα, καθώς επίσης και εσωτερικές κεκλιμένες ράμπες που επέτρεψαν στα αυτοκίνητα να οδηγήσουν άμεσα από την αποβάθρα επάνω στο πλοίο και στη θέση τους. Ο «Comet» είχε επίσης ένα διευθετημένο σύστημα ασφάλισης για τα αυτοκίνητα επάνω στα καταστρώματα και ένα σύστημα εξαερισμού για να αφαιρούνται οποιαδήποτε καυσαέρια συσσωρεύονταν κατά τη διάρκεια της φόρτωσης οχημάτων.

Από το 1970 ο αυξανόμενος όγκος των αυτοκινήτων στις θαλάσσιες μεταφορές και τα αιτήματα των ναυλωτών αυτοκινήτων για την υψηλής ποιότητας υπηρεσία οδήγησαν στο σχέδιο και την κατασκευή PCC (Pure Car Carrier) , πλοία που αφιερώθηκαν στη μεταφορά των αυτοκινήτων και που βελτιστοποιήθηκαν για αυτό το σκοπό. Το 1973 η Japan's K Line έχτισε το «European Highway» , το πρώτο PCC, το οποίο μετέφερε 4.200 αυτοκίνητα. Ένα από τα πιο ξεχωριστά χαρακτηριστικά γνωρίσματα του PCC ήταν η Roll on/Roll off φόρτωση και εκφόρτωση. Μία σειρά εξωτερικών και εσωτερικών κεκλιμένων ραμπών κατέστησε δυνατό να οδηγούνται τα αυτοκίνητα επάνω στο πλοίο και στη θέση εναποθήκευσής τους και στην εκφόρτωση με την ίδια μέθοδο. Αυτός ο τρόπος είχε ως αποτέλεσμα, όχι μόνο το μειωμένο χρόνο παραμονής στο λιμένα, αλλά και την πολύ μειωμένη ζημιά στα αυτοκίνητα. Επιπλέον, δεδομένου ότι το PCC βελτιστοποιήθηκε για τη μεταφορά των αυτοκινήτων, ένα σχετικά ελαφρύ φορτίο, το σχέδιό τους θα μπορούσε να ενσωματώσει μια πολύ λεπτότερη γάστρα, επιτρέποντας περισσότερο ευνοϊκή ταχύτητα και χαρακτηριστικά κατανάλωσης καυσίμων.

Τα πλοία Ro-Ro είναι ιδιαίτερα δημοφιλή στην Ευρώπη και οι εμπορικές συναλλαγές το αποδεικνύουν. Λειτουργούν πρώτιστα μεταξύ της Ευρώπης – Βόρειας Αμερικής και της Ευρώπης – Μέσης Ανατολής, ενώ υπάρχει ένα σημαντικό εμπόριο μεταξύ της Βόρειας Αμερικής και της Καραϊβικής.

Το 2001 ο παγκόσμιος στόλος επιβατηγών – οχηματαγωγών ήταν περίπου 1.200 πλοία, 1.153 σύμφωνα με το ShipPax Database και 1.176, σύμφωνα με τις στατιστικές Fairplay. Το μέγεθος των επιβατηγών – οχηματαγωγών αυξανόταν σταθερά. Άρχισαν με εύρος χωρητικότητας από μερικές εκατοντάδες τόνους μέχρι 5.000 ακαθάριστους τόνους και έφτασαν σε εύρος πάλι από μερικές εκατοντάδες τόνους μέχρι 60.000 ακαθάριστους τόνους. Το όριο 40.000 ακαθάριστων τόνων ξεπεράστηκε μόνο στην αρχή της δεκαετίας του '90. Είναι ενδιαφέρον να παρατηρηθεί ότι υπάρχουν πολλά μικρά επιβατηγά –

οχηματαγωγά, που χτίζονται συνεχώς και πρόσφατα πολλά πορθμεία κοντά στους 30.000 ακαθάριστους τόνους. Αλλά σχεδόν όλα τα μεγέθη χτίζονται προς το παρόν.

Η δραστηριότητα συμβολαίων νέων κατασκευών ήταν στην αιχμή της το 1972, κοντά στα 80 συμβόλαια. Το 1990 ήταν επίσης κορυφαίο έτος και το σύνολο της δεκαετίας του '90 ήταν μία ενεργή περίοδος. Η μέση ηλικία του παγκόσμιου στόλου επιβατηγών – οχηματαγωγών ήταν 21 έτη το 2001 και αυξανόταν σταθερά. Ήταν μόνο 7 έτη το 1977.

Η μέση ταχύτητα των επιβατηγών – οχηματαγωγών έχει αυξηθεί μέσω των ετών, αλλά όχι για όλα τα μεγέθη. Τα μικρότερα επιβατηγά – οχηματαγωγά, κάτω από 100 μέτρα στο μήκος, έχουν κρατήσει την ταχύτητά τους για τα τελευταία 40 έτη, ενώ τα μεγαλύτερα επιβατηγά – οχηματαγωγά, πάνω από 180 μέτρα στο μήκος, έχουν βελτιώσει την ταχύτητά τους από 21 κόμβους μέχρι 26 μέσα σε 30 έτη.

Η εικόνα, εντούτοις, γίνεται ενδιαφέρουσα όταν μελετάται η ταχύτητα σε μία αδιαστατικοποιημένη μορφή, δηλ. σύμφωνα με τον αριθμό Froude:

$$Fn = \frac{V}{\sqrt{gL}},$$

Όπου V=ταχύτητα m/s, g=βαρύτητα 9.81 m/s², L=μήκος μεταξύ καθέτων.

Ο μέσος αριθμός Froude επιβατηγών – οχηματαγωγών έχει μειωθεί πραγματικά μέσω των ετών. Ο αριθμός Froude για τα μακρύτερα πλοία έχει αυξηθεί σαφώς, από 0,27 μέχρι 0,32 κατά τη διάρκεια των τελευταίων 30 ετών. Αλλά ειδικού ενδιαφέροντος είναι να εξεταστούν τα μικρότερα επιβατηγά – οχηματαγωγά, από 60 μέτρα μέχρι 120 μέτρα μήκος. Προς το τέλος της δεκαετίας του '60 και της δεκαετίας του '70 πολλά επιβατηγά – οχηματαγωγά χτίστηκαν με σχετικά υψηλό αριθμό Froude, ουσιαστικά στο ίδιο επίπεδο με σήμερα. Η αποδοτικότητα καυσίμων των σύγχρονων ROPAX είναι τουλάχιστον καλύτερη από 30 χρόνια πριν και οι μορφές γάστρας είναι σαφώς διαφορετικές και προφανώς καλύτερες.

1.3. ΟΙ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΙΚΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΣΤΑ ΠΛΟΙΑ RO-RO ΚΑΙ ΤΟ ΖΗΤΗΜΑ ΤΗΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΣΤΑ ROPAX

Αν και τα Ro-Ro έχουν αποδειχθεί εμπορικά πολύ επιτυχή, έχει εκφραστεί ανησυχία από άποψη ασφαλείας, ουσιαστικά από τότε που εισήχθησαν. Ολόκληρη η έννοια του σχεδιασμού είναι διαφορετική από αυτή των παραδοσιακών πλοίων, λόγω της εισαγωγής ενός αριθμού στοιχείων που καθιστούν τα πλοία Ro-Ro μοναδικά.

Το πρώτο ζήτημα είναι η έλλειψη εσωτερικών φρακτών. Στα συμβατικά πλοία, η γάστρα διαιρείται σε έναν αριθμό χωριστών διαμερισμάτων με τη βοήθεια

εγκάρσιων φρακτών, πολλές από τις οποίες είναι υδατοστεγείς. Σε περίπτωση που διαρραγεί η γάστρα, οι φρακτές θα περιορίσουν ή θα καθυστερήσουν την εισροή του ύδατος, με συνέπεια το πλοίο να βυθίζεται αρκετά αργά για την εκκένωση από τους επιβαίνοντες ή ακόμα και να αποτραπεί η βύθιση.

Με τα Ro-Ro η εγκατάσταση των εγκάρσιων φρακτών είναι ένα σημαντικό εμπόδιο, ειδικά στα ανώτερα καταστρώματα. Ολόκληρη η ιδέα του Ro-Ro εξαρτάται από την οδήγηση του φορτίου προς το πλοίο από τη μία πλευρά στην άλλη και πίσω. Η εγκατάσταση σταθερών εγκάρσιων φρακτών μέχρι το ανώτερο κατάστρωμα, θα το απέτρεπαν αυτό. Το τεράστιο κατάστρωμα οχημάτων καθιστά πιθανό το νερό να εισέλθει πολύ γρήγορα και επίσης φωτιά μπορεί να διαδοθεί εξίσου γρήγορα για τον ίδιο ακριβώς λόγο.

Οι πόρτες πρόσβασης φορτίου στην πρύμνη και την πλώρη του πλοίου αντιπροσωπεύουν επίσης ένα πιθανό αδύνατο σημείο, όπως και οι πλευρικές πόρτες, με τις οποίες μερικά Ro-Ro's είναι εξοπλισμένα. Κατά τη διάρκεια των ετών τέτοιες πόρτες μπορούν να υποστούν βλάβη ή να παραμορφωθούν, ειδικά όταν η πόρτα χρησιμεύει ως κεκλιμένη ράμπα.

Η μετακίνηση του φορτίου στο κατάστρωμα οχημάτων μπορεί ακόμη να έχει επιπτώσεις στην ευστάθεια του πλοίου. Η ξαφνική εισροή του ύδατος μετά από τη ζημία στη γάστρα και στις υδατοστεγείς πόρτες μπορεί να καταστεί, επίσης, αρκετά σοβαρή για την ευστάθεια. Ακόμη, το γεγονός ότι τα Ro-Ro's έχουν γενικά πολύ μεγάλες υπερκατασκευές έναντι άλλων τύπων, σημαίνει ότι μπορούν να επηρεαστούν περισσότερο από τον αέρα και την κακοκαιρία.

Επιπλέον, οι πόρτες πρόσβασης φορτίου, που εγκαθίστανται στα αποκλειστικής μεταφοράς εμπορευμάτων Ro-Ro's, είναι συχνά πολύ κοντά στην ίσαλο γραμμή. Αυτό σημαίνει ότι, μία λανθασμένη διαγωγή, ή μία ξαφνική κλίση, που προκαλείται παραδείγματος χάριν, από τη μετακίνηση του φορτίου, μπορεί να φέρει την πόρτα πρόσβασης κάτω από την ίσαλο γραμμή, με συνέπεια μία αναπάντεχη εισροή του ύδατος (εάν η πόρτα είναι ανοικτή) , η οποία θα οδηγήσει στη συνέχεια σε αυξημένη κλίση και πιθανή ανατροπή.

Μία κλίση, επίσης, μπορεί να αναγκάσει το φορτίο να ελευθερωθεί εάν δεν στοιβάζεται και ασφαρίζεται σωστά. Το πρόβλημα γίνεται χειρότερο, διότι το πλήρωμα δεν μπορεί να αντιληφθεί με ποιο τρόπο στοιβάζεται το φορτίο. Ένα βαρύ φορτίο που ελευθερώνεται μπορεί να αναγκάσει άλλες μονάδες να ακολουθήσουν. Το αποτέλεσμα μπορεί να είναι μία αυξημένη κλίση, διαρροή επικίνδυνων ουσιών και σε ακραίες περιπτώσεις ζημία στη δομή της γάστρας και του πλοίου.

Επιπρόσθετα, οι υψηλές πλευρές πολλών σύγχρονων Ro-Ro's, συμπεριλαμβανομένων των επιβατηγών πλοίων, δημιουργούν προβλήματα που σχετίζονται με τις συσκευές διάσωσης. Όσο υψηλότερα στοιβάζεται μία ναυαγοσωστική λέμβος, τόσο δυσκολότερα ελευθερώνεται, ειδικά αν το πλοίο έχει αρκετή κλίση.

Οι παράγοντες που αναφέρονται ανωτέρω δείχνουν ότι τα Ro-Ro's είναι ιδιαίτερα περίπλοκα και απαιτούν πολύ προσεκτικό χειρισμό. Αυτό τα καθιστά εξαιρετικά τρωτά και στο ανθρώπινο λάθος.

Παρά την εμπορική επιτυχία τους, υπήρξαν ανησυχητικά ατυχήματα που εμπλέκουν διαφορετικά είδη Ro-Ro πλοίων. Το χειρότερο ήταν ίσως η ξαφνική και καταστροφική ανατροπή του επιβατηγού – οχηματαγωγού «Herald of Free Enterprise», το Μάρτιο του 1987 και ο ακόμα πιο τραγικός χαμός του «Estonia», το Σεπτέμβριο του 1994. Σε απάντηση αυτών των περιστατικών, ο IMO υιοθέτησε μια σειρά τροποποιήσεων της Διεθνούς Σύμβασης για την Ασφάλεια της Ανθρώπινης Ζωής στη Θάλασσα (SOLAS), οι οποίες είχαν ως στόχο να εξασφαλίσουν ότι περιστατικά αυτού του είδους δεν θα επαναληφθούν.

Τα επιβατηγά πλοία Ro-Ro (ROPAX) έχουν αποδειχθεί ως πολύ δημοφιλή στην Ευρωπαϊκή Ναυσιπλοΐα, λόγω της προσαρμοστικότητάς τους στο μεταφερόμενο φορτίο, την υψηλή τους ταχύτητα και τους μικρούς χρόνους φορτοεκφόρτωσης. Έχουν σχεδιαστεί για τη μεταφορά επιβατών και οχημάτων, ενώ τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά τους είναι ο μεγάλος χώρος στο κατάστρωμα αυτοκινήτων, κάτω από το κατάστρωμα επιβατών. Αυτός ο μεγάλος συνεχής χώρος είναι το μεγαλύτερο μειονέκτημα των ROPAX. Στην περίπτωση κατάκλυσης του έχουμε άμεση απώλεια ευστάθειας, λόγω φαινομένων ελεύθερων επιφανειών και μεγάλη πιθανότητα βύθισης του πλοίου. Ατυχήματα πλοίων ROPAX έχουν σημαντικές επιπτώσεις, από οικονομική σκοπιά, έως και απώλεια ανθρώπινων ζώων. Από πλευράς συνεπειών, η ανατροπή και η βύθιση είναι η πιο επικίνδυνη εξέλιξη ενός ατυχήματος. Αν για οποιοδήποτε λόγο, η στεγανότητα του πλοίου χαθεί, συχνά ακολουθεί κατάκλυση, η οποία οδηγεί σε σταδιακή αύξηση του βυθίσματος και των γωνιών εγκάρσιας και διαμήκους κλίσης, αλλά και σε σταδιακή απώλεια ευστάθειας.

Ο τυπικός μηχανισμός ανατροπής των επιβατηγών – οχηματαγωγών πλοίων αποδίδεται στο χαμηλό ύψος εξάλων. Το κατάστρωμα των αυτοκινήτων σταδιακά γεμίζει με νερό, λόγω των κινήσεων των κυμάτων, έως ότου, είτε να ισορροπήσει, αν η εισροή του νερού είναι ίση με την εκροή, είτε να ανατραπεί, λόγω της μεγάλης εγκάρσιας κλίσης.

Επομένως, λόγω της δημοσιότητας που έλαβαν ατυχήματα που περιλαμβάνουν επιβατηγά – οχηματαγωγά, όπως τα «Herald of Free Enterprise», «Scandinavian Star» και «Estonia», που αναφέρθηκαν προηγουμένως, μερικές φορές θεωρείται ότι αυτός ο τύπος πλοίου είναι πιο επικίνδυνος από άλλους. Αυτό δεν επιβεβαιώνεται από τις στατιστικές. Η «The World Casualty Statistics» για το 1994 που δημοσιεύτηκε από τον Lloyd's Register of Shipping δείχνει ότι το ποσοστό απώλειας επιβατή – φορτίου επιβατηγού – οχηματαγωγού ανά χίλια πλοία ήταν 2,3, όπως ο μέσος όρος για όλα τα πλοία.

Εντούτοις, όταν εξεταστεί η απώλεια ζωής στη θάλασσα, η εικόνα αλλάζει. Μεταξύ του 1989 και 1994, οι αριθμοί του Lloyd's Register δείχνουν ότι 4.583 ζώες χάθηκαν στα ατυχήματα εν πλω. Από αυτές, οι 1.544 χάθηκαν στα ατυχήματα που επιβατηγών – οχηματαγωγών πλοίων (ακριβώς ένα τρίτο, ακόμα

κι αν τα ROPAX αποτελούν μόνο ένα μικρό μέρος της παγκόσμιας εμπορικής ναυτικής χωρητικότητας) . Αυτό δείχνει ότι αν και τα πλοία αυτά περιλαμβάνονται σε έναν μέσο αριθμό ατυχημάτων, οι συνέπειες των συγκεκριμένων ατυχημάτων είναι συνήθως πολύ χειρότερες.

Μία σημαντική μελέτη σχετικά με την ασφάλεια των Ro-Ro's (συμπεριλαμβανομένων των πλοίων φορτίου) υποβλήθηκε στον IMO το 1983 από τη Νορβηγία. Η μελέτη συντάχθηκε από την εταιρεία det Norske Veritas και κάλυπτε τα έτη 1965-1982. Από 341 απώλειες κατά τη διάρκεια της περιόδου, 217 ήταν σοβαρές και 36 οδήγησαν στην ολική απώλεια του πλοίου.

Η μελέτη έδειξε ότι οι πιο κοινές αιτίες των σοβαρών απωλειών ήταν συγκρούσεις (24%) , ζημιά μηχανημάτων (17%) , προσάραξη (17%) , μετατόπιση του φορτίου και λειτουργικά ελαττώματα (16%) , πυρκαγιά και έκρηξη (14%) . Οι αριθμοί άλλαξαν σημαντικά όταν μελετήθηκαν οι συνολικές απώλειες. Εδώ η πιο κοινή αιτία ήταν η μετατόπιση του φορτίου, τα λειτουργικά ελαττώματα (43%) , η σύγκρουση (25%) και η πυρκαγιά και έκρηξη (18%) .

Η μελέτη του dNV έδειξε ότι οι συνολικές απώλειες ως αποτέλεσμα σύγκρουσης ήταν πολύ υψηλότερες για τα Ro-Ro's απ' ότι για άλλα πλοία (με μόνο 9% ύπαρξη) . Συγκρούσεις και ανεξέλεγκτες μετατοπίσεις του φορτίου οδήγησαν πιο συχνά σε σοβαρές συνέπειες στα Ro-Ro's. Το έγγραφο σημειώνει ότι περισσότερο από 70% όλων των συνολικών απωλειών Ro-Ro's λόγω σύγκρουσης οδήγησαν στην απώλεια ζωών, ενώ 60% των πλοίων υπέβαλε έκθεση ότι έχει ανατραπεί ή έχει βυθιστεί μετά από σύγκρουση σε λιγότερο από δέκα λεπτά. Σχεδόν όλες οι ολικές απώλειες περιελάμβαναν πλοία μήκους λιγότερου από 110 μέτρα. Ένα ακόμη σημαντικό θέμα που αναδείχθηκε από τη μελέτη του dNV ήταν ότι τα πλοία Ro-Ro's που πολύ συχνά εκτέθηκαν σε σοβαρές και ολικές απώλειες ήταν τα pure Ro-Ro's και αυτά του τύπου «φορτίο μόνο» . Τα επιβατηγά – οχηματαγωγά από την άλλη, είχαν ένα αρκετά υψηλό μερίδιο ποσοστού όλων των κατηγοριών, αλλά η συχνότητα σοβαρής απώλειας – ολικής απώλειας ήταν σχετικά χαμηλή. Η μελέτη επίσης έδειξε ότι το συνολικό ποσοστό απώλειας για τα Ro-Ro's ήταν σημαντικά χαμηλότερο από το μέσο όρο για τον παγκόσμιο στόλο (κάτω από 0,25% κατά τη διάρκεια της 13-ετούς περιόδου έναντι περίπου 0,55% για τον παγκόσμιο στόλο) .

Ένα γρήγορο βλέμμα σε μερικά από τα πιο γνωστά ατυχήματα που περιλαμβάνουν πλοία Ro-Ro δείχνουν επίσης μερικές από τις σημαντικότερες προβληματικές περιοχές, οι περισσότερες από τις οποίες αναφέρθηκαν ήδη. Αρκετά από αυτά σχετίζονταν με την εισροή νερού στο κατάστρωμα οχημάτων από τις πόρτες φορτίου, είτε ως αποτέλεσμα ενός λάθους, είτε ενός ατυχήματος.

Το πρώτο σκάφος Ro-Ro που χάθηκε εν πλω ήταν το «Princess Victoria» , ένα Ro-Ro με ράγες, που βυθίστηκε σε ταξίδι στο Μπέλφαστ το 1953, όταν θαλασσοταραχή χτύπησε την πρυμναία πόρτα. Χάθηκαν 133 ζωές. Τουλάχιστον 217 άνθρωποι πέθαναν το 1966, όταν βυθίστηκε το ελληνικό επιβατηγό – οχηματαγωγό «Ηράκλειον» σε θαλασσοταραχή σε ένα ταξίδι προς Πειραιά. Αν

και όχι Ro-Ro, το πλοίο είχε μεγάλο κατάστρωμα αυτοκινήτων χωρίς υποδιαιρειτικές φρακτές. Το κατάστρωμα πλημμύρισε, όταν η πόρτα φόρτωσης συνθλίφτηκε από ένα όχημα που είχε ελευθερωθεί. Το Ro-Ro φορτίου «Hero» χάθηκε το 1977, εν μέρει ως αποτέλεσμα του ύδατος, που εισήλθε μέσω μίας διαρροής στην πρυμναία πόρτα. Το Σεπτέμβριο 1994 το επιβατηγό – οχηματαγωγό «Estonia» χάθηκε με περισσότερες από 900 ζωές, όταν καταστράφηκε η προραία πόρτα από τις θαλασσοταραχές. Το κατάστρωμα αυτοκινήτων πλημμύρισε και το πλοίο ανετράπη σε λίγα λεπτά.

Αυτά τα ατυχήματα συνέβησαν σε θαλασσοταραχές, όμως άλλα Ro-Ro's έχουν χαθεί λόγω της εισροής ύδατος στο λιμένα ή σε προφυλαγμένα ύδατα. Μία περίπτωση ήταν αυτή του «Straitsman» , το οποίο βυθίστηκε όταν η πρυμναία πόρτα άνοιξε, καθώς προσέγγιζε την ξηρά, με το πλήρωμα απληροφόρητο ότι η ασφαλισμένη πόρτα ήταν κάτω από την ίσαλο γραμμή. Ακόμη, το «Seaspeed Dora» ανετράπη το 1977, όταν μία μετακίνηση του φορτίου προκάλεσε στο πλοίο αρκετή κλίση, ώστε να εισέλθει νερό μέσω μίας ανοικτή πόρτας ανεφοδιασμού. Στην περίπτωση του «Herald of Free Enterprise» , νερό εισήλθε μέσω της προραίας πόρτας, που ήταν ανοικτή.

Πλοία Ro-Ro που έχουν βυθιστεί γρήγορα ως αποτέλεσμα σύγκρουσης είναι τα «Jolly Azzurro» (1978) , «Collo» (1980) , «Tollan» (1980) , «Sloman Ranger» (1980) , «Ems» (1981) , «European Gateway» (1983) και «Mont Louis» (1984) . Μεταξύ των πλοίων που έχουν χαθεί μετά από μετατόπιση φορτίου είναι το «Espresso Sardegna» (1973) , «Zenobia» (1980) και «Mekhanik Tarasov» (1982, σε πολύ άσχημες καιρικές συνθήκες) . Στον Πίνακα 1.3-1, που ακολουθεί, παρατίθενται ατυχήματα πλοίων για την περίοδο 1994-2004, ανάλογα με την αιτία που τα προκάλεσαν.

	#Incidents		Total	Serious
	-----	-----	%	%
	Total	Serious		
Collision	194	20	18,4	11
Contact	193	21	18,3	11,6
Fire/explosion	128	50	12,2	27,6
Wrecked/stranded	148	47	14,1	26
Hull damage	35	7	3,3	3,9
Foundered	2	2	0,2	1,1
Machinery damage/failure	289	31	27,5	17,1
Miscellaneous	63	3	6	1,7
<i>Total</i>	<i>1052</i>	<i>181</i>	<i>100</i>	<i>100</i>

Πίνακας 1.3-1. Ατυχήματα πλοίων ROPAX (>1000GRT) για την περίοδο 1994-2004

Στον Πίνακα 1.3-2 συγκεντρώνονται σχετικά στατιστικά στοιχεία για μια μεγάλη περίοδο και συγκεκριμένα για τα τελευταία 50 χρόνια. Παρατηρείται ότι στις ελληνικές θάλασσες έχουν συμβεί 5 ναυάγια ελληνικών επιβατηγών πλοίων με 332 θύματα.

A/A	Όνομα Πλοίου	Αρ. Απωλειών	Έτος	Είδος ναυτικού ατυχήματος
1	Ηράκλειον	217	1966	Εισροή υδάτων – Βύθιση
1	Χρυσή Αυγή	28	1983	Μετατόπιση Φορτίου - Έκρηξη - Βύθιση
3	Jubiter	4	1988	Σύγκρουση - Βύθιση
4	Express Samina	81	2000	Πρόσκρουση - Βύθιση
5	Sea Diamond	2	2007	Προσάραξη - Βύθιση
	<i>Σύνολο</i>	<i>332</i>		

Πίνακας 1.3-2. Ατυχήματα πλοίων ROPAX – Εσωτερικοί πλόες

1.4. ΕΝΕΡΓΕΙΕΣ ΓΙΑ ΑΣΦΑΛΕΙΑ – ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΚΑΝΟΝΙΣΜΩΝ

Κατά τη διάρκεια των τελευταίων ετών έχει πραγματοποιηθεί πολλή εργασία από τον IMO, για να βελτιωθεί η ασφάλεια των Ro-Ro's και οι προτάσεις που γίνονται θα κρατήσουν το MSC και τις υποεπιτροπές του κατελιημμένες για αρκετό καιρό ακόμα. Η εμπειρία, όμως, έχει δείξει ότι η ασφάλεια δεν μπορεί να βεβαιωθεί μόνο με την έκδοση των κανονισμών.

Πολλά από τα ατυχήματα που έχουν γίνει στα Ro-Ro's ήταν επειδή οι κανονισμοί δεν εφαρμόστηκαν κατάλληλα ή λόγω ανθρώπινου λάθους. Αυτό ισχύει φυσικά και για άλλους τύπους πλοίων, αλλά τα επιβατηγά – οχηματαγωγά είναι ίσως πιο σύνθετα από τα περισσότερα πλοία και οποιαδήποτε λάθη που γίνονται μπορούν να οδηγήσουν σε καταστροφικές συνέπειες, λόγω του μεγάλου αριθμού επιβαινόντων σε αυτά.

Πολλά από τα μέτρα που εγκρίθηκαν από τον IMO στο παρελθόν έχουν ως σκοπό να ελαχιστοποιήσουν τις συνέπειες των ατυχημάτων. Η έμφαση τώρα είναι στην προσπάθεια να αποτραπούν τα ατυχήματα.

Με αυτό το σκεπτικό συνεχίζεται μέχρι και σήμερα η προσπάθεια συνεχούς ανανέωσης και βελτίωσης των κανονισμών περί ασφάλειας του πλοίου μετά από βλάβη. Σε αυτό το σκοπό, που θα σώσει ανθρώπινες ζωές, αποσκοπούν οι νέοι εναρμονισμένοι κανονισμοί SOLAS 2009.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο : ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ ΚΑΤΟΠΙΝ ΒΛΑΒΗΣ

2.1. ΓΕΝΙΚΑ

Ένα πλοίο, για να θεωρείται αξιόπλοο, πρέπει να είναι ασφαλές και μετά από κατάκλυση εξαιτίας βλάβης. Με τον όρο κατάκλυση εννοούμε την εισροή

υδάτων στο πλοίο, είτε λόγω ρήγματος στη γάστρα του, είτε από ανοίγματα που βρίσκονται στο κατάστρωμα, με συνέπεια την απώλεια άντωσης. Οι συχνότερες αιτίες πρόκλησης ρηγμαίων είναι συγκρούσεις και προσαράξεις.

Κάθε πλοίο εκτίθεται στον κίνδυνο να βυθιστεί σε περίπτωση που χάσει την υδατοστεγή ακεραιότητά του. Η ακεραιότητα αυτή επιτυγχάνεται με τη στεγανότητα του εξωτερικού περιβλήματος και την υδατοστεγή υποδιαίρεση των εσωτερικών χώρων του πλοίου, η οποία παρέχει και την πιο αποτελεσματική προστασία έναντι βύθισης. Ως εκ τούτου, όλα τα μέτρα προστασίας έναντι βύθισης επικεντρώνονται στην ενίσχυση της υδατοστεγούς υποδιαίρεσης, σε συνδυασμό με τη λειτουργικότητα και οικονομική εκμετάλλευση του πλοίου. Η ευστάθεια μετά από βλάβη εξασφαλίζει τη μη ανατροπή του πλοίου κατά τη διάρκεια της κατάκλυσης και μετά την κατάκλυση. Ελλείπει επαρκούς στεγανής υποδιαίρεσης σε περίπτωση βλάβης, ακόμα και μεγάλα πλοία είναι δυνατό να βυθιστούν, ιδιαίτερα όμως επικίνδυνο είναι και το φαινόμενο της ταχείας ανατροπής του πλοίου μετά από βλάβη, ειδικά στα πλοία τύπου Ro-Ro, εξαιτίας των καταστροφικών οχημάτων. Στην περίπτωση αυτή μειώνεται σημαντικά ο διαθέσιμος χρόνος για τη διάσωση του πληρώματος και των επιβατών. Πρέπει να επισημανθεί ότι η επαρκής στεγανή υποδιαίρεση και ευστάθεια μετά από βλάβη ενός πλοίου αποσκοπούν στην επιβίωση του πλοίου μετά από κατάσταση βλάβης, αλλά και ακόμα σε περιπτώσεις βλαβών που είναι αναπόφευκτη η απώλεια του πλοίου, μπορούν να εξασφαλίσουν περισσότερο χρόνο στο πλήρωμα και τους επιβάτες, για να χρησιμοποιήσουν το σωστικό εξοπλισμό και να εγκαταλείψουν με ασφάλεια στο πλοίο.

Τα τελευταία χρόνια υπήρξαν σημαντικές εξελίξεις για τη βελτίωση της ασφάλειας των πλοίων από τον IMO με νέους κανονισμούς, που αναφέρονται στη στεγανή υποδιαίρεση και την ευστάθεια μετά από βλάβη για τα φορτηγά και για τα επιβατηγά πλοία.

2.2. ΙΣΤΟΡΙΚΟ ΕΞΕΛΙΞΗΣ ΚΑΝΟΝΙΣΜΩΝ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ ΚΑΤΟΠΙΝ ΒΛΑΒΗΣ

Ιστορικά, η εσωτερική υδατοστεγής υποδιαίρεση εξετάζεται για πρώτη φορά με την εμφάνιση καλύβδινων πλοίων, στο τέλος της δεκαετίας του 1830, εφ' όσον πριν στα ξύλινα σκάφη, η ικανοποιητική στεγανοποίηση των χώρων ήταν πρακτικά δύσκολο να επιτευχθεί λόγω του υλικού κατασκευής.

Τα πρώτα καλύβδινα ατμοκίνητα πλοία ήταν μικρού μεγέθους και είχαν μία φρακτική σύγκρουση στο πωραίο τμήμα του πλοίου και μία στο πρυμναίο για τη στεγανοποίηση διαρροών από το σύστημα πηδαλιουχίας. Η Βρετανική συνθήκη «Merchant Shipping Act», το 1854, επέβαλε δύο επιπλέον στεγανά διαφράγματα πωράθεν και πρύμνηθεν του μηχανοστασίου. Η απαίτηση αυτή, γνωστή και ως «διάταξη των τεσσάρων διαφραγμάτων», ουσιαστικά υποδιαιρούσε το πλοίο σε τρία υδατοστεγή τμήματα και θεωρήθηκε αρκετά ικανοποιητική για τα σχετικά μικρά πλοία της εποχής. Ένα χρόνο αργότερα, Ο Βρετανικός Νηογνώμονας Lloyd's εισήγαγε στις απαιτήσεις του τη «διάταξη των τεσσάρων διαφραγμάτων», καθορίζοντας πρόσθετες προδιαγραφές για το ύψος

και την αντοχή τους. Το 1857, μία νέα απαίτηση επέτρεψε την ταύτιση της πρυμναίας φρακτής ζυγοστάθμισης με την πρυμναία φρακτή του μηχανοστασίου στην περίπτωση της ύπαρξης μηχανοστασίου πρύμνηθεν του πλοίου. Σημειώνεται ότι το 1859 κατελκύστηκε το μεγαλύτερο καλύβδινο ατμοκίνητο επιβατηγό πλοίο της εποχής «Great Eastern», μήκους 211 μέτρων και μεταφορικής ικανότητας έως 4.000 επιβάτες. Από ιστορικές πηγές προκύπτει ότι η γάστρα του συγκεκριμένου πλοίου ήταν υποδιαίρεμένη σε δέκα υδατοστεγή διαμερίσματα με διπλά τοιχώματα, καθ' όλο το μήκος του πλοίου.

Με την πάροδο των χρόνων, η αύξηση του μεγέθους των πλοίων συνδυάστηκε με βελτιωμένα συστήματα πρόωσης, γεγονός που οδήγησε σε σχεδιάσεις με μικρότερα μήκη μηχανοστασίου και προσαυξημένους χώρους κυτών. Η επανεξέταση της «διάταξης των τεσσάρων στεγανών διαφραγμάτων», είχε σαν αποτέλεσμα να κριθεί μη ασφαλής και να αποσυρθεί με τη συνθήκη «Merchant Shipping Act» του 1862.

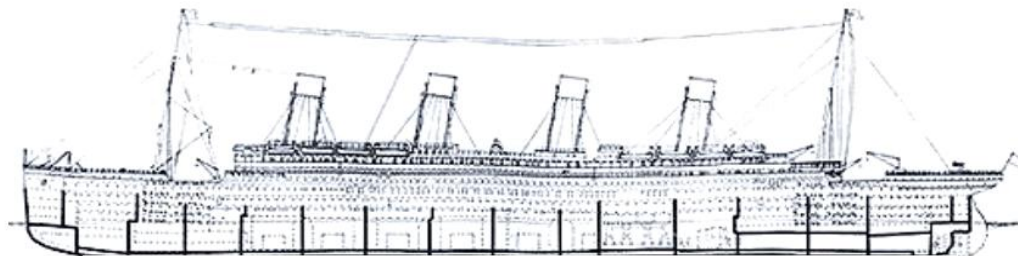
Την ίδια περίοδο, απώλειες αρκετών πλοίων οδήγησαν στην ίδρυση του INA (Institution of Naval Architects) με σκοπό την προώθηση θεμάτων σχετικών με την ασφάλεια των εμπορικών πλοίων. Ο INA παρουσίασε μία ολοκληρωμένη πρόταση για την ενδυνάμωση της ασφάλειας, σύμφωνα με την οποία διατυπώθηκε για πρώτη φορά ο όρος «εξάλα» και η πλευστότητα κατόπιν βλάβης ενός, ή δύο παρακείμενων διαμερισμάτων.

Μία νέα σειρά ατυχημάτων (120 καλύβδινα ατμόπλοια την περίοδο 1881-1883) καθώς και οι πιέσεις των σχεδιαστών για τη θέσπιση κανόνων ασφαλείας, οδήγησαν στους πρώτους κανόνες για «επιτρεπόμενο ύψος εξάλων» και κατά συνέπεια στην πρώτη εκδοχή του κανονισμού «Γραμμή Φόρτωσης», με σημαντικότερο σημείο, τον καθορισμό του αριθμού των στεγανών διαφραγμάτων ως συνάρτηση του μήκους πλοίου.

Οι απαιτήσεις της στεγανής υποδιαίρεσης, δηλαδή της «διάταξης των τεσσάρων διαφραγμάτων» και οι κανόνες «Γραμμής Φόρτωσης» ήταν τα πρώτα σχεδιαστικά μέτρα για την ασφάλεια έναντι βύθισης και αφορούσαν όλους τους τύπους εμπορικών πλοίων εκείνης της εποχής. Οι πρώτοι κανονισμοί ευστάθειας κατόπιν βλάβης εμφανίζονται στα επιβατηγά πλοία με αφορμή ατυχήματα που είχαν μεγάλο κοινωνικό αντίκτυπο, λόγω του υψηλού αριθμού απώλειας ανθρώπινων ζωών.

Μια σειρά ατυχημάτων, κυρίως όμως η τραγωδία του επιβατηγού πλοίου «Titanic», το 1912, έδωσε αφορμή για τη σύγκλιση στο Λονδίνο της πρώτης Διεθνούς Διάσκεψης για την ασφάλεια της ανθρώπινης ζωής στη θάλασσα. Στη Διάσκεψη αυτή, μεταξύ άλλων, καθορίστηκε μια εμπειρική μέθοδος για την οριοθέτηση των στεγανών διαφραγμάτων, με βάση τον τύπο και το μήκος του πλοίου, μέσω ενός συντελεστή στεγανής υποδιαίρεσης F. Επιπρόσθετα, εισήχθη η έννοια της «γραμμής ορίου βύθισης», η οποία καθορίστηκε στις τρεις ίντσες (76 mm) κάτω από το κατάστρωμα στεγανών διαφραγμάτων. Εν συνεχεία, η ανατροπή του επιβατηγού πλοίου «Empress of Ireland», το 1914, ανέδειξε την αναγκαιότητα της αναθεώρησης των μέχρι τότε ισχυόντων κανονισμών

σχεδίασης. Οι εναλλακτικές προτάσεις που μελετήθηκαν εκείνη την περίοδο, δεν τέθηκαν ποτέ σε εφαρμογή, αφού η εργασία διακόπηκε με την έναρξη του Πρώτου Παγκοσμίου Πολέμου. Ολοκληρώθηκαν, εν τέλει, το 1929, οπότε και υπογράφηκε η Διεθνής Σύμβαση SOLAS 1929.

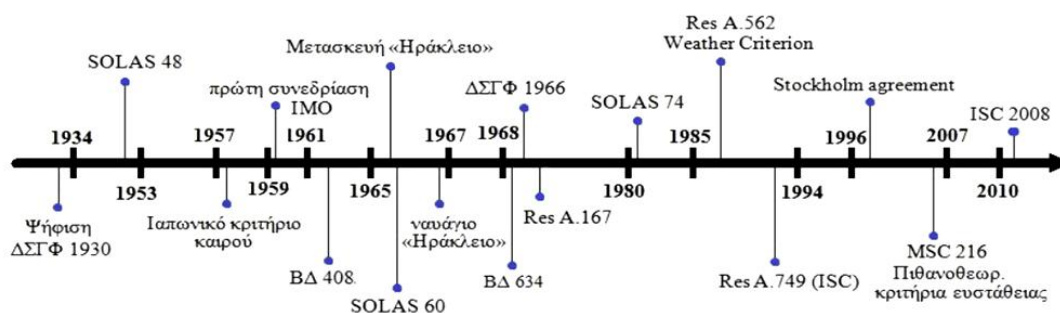


Σχ. 2.2-1. Απεικόνιση των υδατοστεγών φρακτών του «Τιτανικός»

Το 1948 συγκαλείται νέα Διεθνής Διάσκεψη, με αποτέλεσμα την έκδοση νέας σύμβασης, ΔΣ SOLAS 1948, στην οποία προδιαγράφονταν πλέον αναλυτικές απαιτήσεις πλευστότητας και ευστάθειας κατόπιν βλάβης για τα επιβατηγά πλοία. Οι ζητούμενες απαιτήσεις περιελάμβαναν προδιαγραφές για μέγιστη επιτρεπόμενη γωνία εγκάρσιας κλίσης επτά (7) μοιρών και θετικό μετακεντρικό ύψος GM στην κατάσταση ισορροπίας του πλοίου. Την ίδια χρονιά, ιδρύθηκε στη Γενεύη μία υπηρεσία του ΟΗΕ για θέματα σχετικά με την ασφάλεια της διεθνούς ναυσιπλοΐας με την επωνυμία «Διακυβερνητικός Ναυτιλιακός Συμβουλευτικός Οργανισμός» IMCO, που αργότερα μετονομάστηκε σε «Διεθνής Ναυτιλιακός Οργανισμός» IMO. Οι σοβαρές ατέλειες που προσδιορίστηκαν στη ΔΣ SOLAS 1948, σε συνδυασμό με την απώλεια του επιβατηγού πλοίου «Andrea Dorea», λόγω σύγκρουσης το 1956, οδήγησαν σε νέα διατύπωση της σύμβασης, ΔΣ SOLAS 1960, βάσει της οποίας το ελάχιστο μετακεντρικό ύψος GM μετά τη βλάβη ορίστηκε κατ' ελάχιστον στα 0,05 μέτρα. Στη Διάσκεψη του 1960 έγινε φανερό ότι η υποδιαίρεση ενός επιβατηγού πλοίου, με βάση το συντελεστή στεγανής υποδιαίρεσης F, όπως είχε διατυπωθεί το 1913, δεν ανταποκρινόταν στην εξέλιξη της ναυπηγικής τεχνολογίας. Έτσι ανατέθηκε στον IMCO να επανεξετάσει τις υπάρχουσες μέχρι τότε προδιαγραφές.

Λίγο αργότερα, άρχισαν να συζητούνται κανόνες σχετικοί με την υδατοστεγή ακεραιότητα πάνω από τη γραμμή ορίου βύθισης, με στόχο την αποφυγή εισόδου νερού και κατά συνέπεια προοδευτικής κατάκλυσης χώρων πάνω από το κατάστρωμα στεγανών διαφραγμάτων. Σχεδόν παράλληλα, το 1974, αναπροσαρμόζεται η ΔΣ SOLAS 1960, με γνώμονα μία πιο ολοκληρωτική εκτίμηση της ευστάθειας του πλοίου κατόπιν βλάβης. Οι κανονισμοί είναι γνωστοί ως «Ισοδύναμοι κανονισμοί υποδιαίρεσης και ευστάθειας» και χρησιμοποιούν μία πιθανοθεωρητική προσέγγιση της εκτίμησης της ευστάθειας πλοίων κατόπιν βλάβης, που εισήχθη από το Γερμανό καθηγητή K. Wendel. Οι κανονισμοί αυτοί εντάχθηκαν στη ΔΣ SOLAS 1974 [IMO (1974)], ως εναλλακτική μεθοδολογία εκτίμησης της ευστάθειας κατόπιν βλάβης και ισχύουν προαιρετικά μέχρι και σήμερα.

Το 1980 η ΔΣ SOLAS εισάγει νέα κριτήρια, που αφορούν στην κατάσταση ισορροπίας του πλοίου, τα ενδιάμεσα στάδια κατάκλισης, καθώς και το εύρος της καμπύλης του μοχλοβραχίονα ευστάθειας μετά από βλάβη. Η ανατροπή του επιβατηγού – οχηματαγωγού «European Gateway» λόγω σύγκρουσης, το 1982, καθώς και του επιβατηγού – οχηματαγωγού «Herald of Free Enterprise» κατά την έξοδό του από το λιμάνι Zeebrugge, το 1987, επέβαλαν την αναγκαιότητα αυστηρότερων προδιαγραφών για την ευστάθεια κατόπιν βλάβης. Ειδικότερα, επισημάνθηκε η έλλειψη υδατοστεγούς υποδιαίρεσης πάνω από το κατάστρωμα στεγανών διαφραγμάτων σαν ιδιαίτερο χαρακτηριστικό των επιβατηγών – οχηματαγωγών πλοίων.



Σχ. 2.2-2. Χρονοδιάγραμμα εξέλιξης των κανονισμών ασφαλείας

Τα θεσπισθέντα νέα αυστηρότερα κριτήρια περιλαμβάνονται στις τροποποιήσεις του 1990 της ΔΣ SOLAS 1974 (SOLAS 1990). Επιγραμματικά, καθορίζονται ελάχιστες τιμές του εύρους του μοχλοβραχίονα ευστάθειας GZ και της μέγιστης τιμής του, της γωνίας ισορροπίας κατόπιν βλάβης ενός, ή δύο διαμερισμάτων και της επιφάνειας κάτω από την καμπύλη του μοχλοβραχίονα ευστάθειας. Επιπλέον, εισάγονται απαιτήσεις για τον έλεγχο των ενδιάμεσων σταδίων κατάκλισης και τη μέγιστη επιτρεπόμενη γωνία κλίσης μετά την κατάκλιση και πριν την εξισορρόπηση του πλοίου. Τα κριτήρια αυτά θεωρήθηκαν ικανοποιητικά από τον IMO, με το σκεπτικό ότι αποτρέπουν την ανατροπή ενός πλοίου μετά από βλάβη σε μέτριες καταστάσεις θάλασσας. Οι διατάξεις αυτές συμπεριέλαβαν και τα υπάρχοντα πλοία, μεγάλο ποσοστό των οποίων δεν ικανοποιούσε τα κριτήρια. Η αναγκαιότητα ενός χρονικού περιθωρίου για τη συμμόρφωση των συγκεκριμένων πλοίων οδήγησε σε νέα τροποποίηση της ΔΣ SOLAS 1974, το 1992 (SOLAS 1992). Ορίστηκε μία απλοποιημένη πιθανοθεωρητική μέθοδος υπολογισμού χαρακτηριστικών της ευστάθειας κατόπιν βλάβης, βασισμένη στους «Ισοδύναμους κανονισμούς υποδιαίρεσης και ευστάθειας» και η οποία καθόρισε το χρονοδιάγραμμα συμμόρφωσης των υφιστάμενων επιβατηγών – οχηματαγωγών πλοίων με τις απαιτήσεις της SOLAS 1990.

Η ανατροπή του επιβατηγού – οχηματαγωγού πλοίου «Estonia», το 1994, έδωσε αφορμή για νέους προβληματισμούς. Διαπιστώθηκε η αδυναμία των Ε/Γ – Ο/Γ πλοίων με μεγάλες επιφάνειες καταστρώματος οχημάτων να αντιμετωπίσουν επιτυχώς το ενδεχόμενο εισχώρησης μιας ποσότητας νερού στο κατάστρωμα οχημάτων, ειδικά στην περίπτωση που η περιοχική λειτουργία του

πλοίου χαρακτηρίζεται από υψηλά σημαντικά ύψη κύματος H_s . Έτσι, συστάθηκε μια επιτροπή του IMO, με σκοπό τη διερεύνηση του συγκεκριμένου προβλήματος. Η επιτροπή πρότεινε μία σειρά από νέους κανονισμούς, που είχαν ως βάση τα κριτήρια της SOLAS 90. Η νέα πρόταση περιέλαβε την αξιολόγηση της ικανότητας του πλοίου να επιβιώνει με την ύπαρξη μίας ορισμένης ποσότητας νερού στο κατάστρωμα οχημάτων και παρείχε μέθοδο υπολογισμού των επιπτώσεων της κατάκλυσης του εν λόγω καταστρώματος στην ευστάθεια του πλοίου. Οι προτάσεις της επιτροπής δεν έγιναν αποδεκτές από τη σύνοδο IMO (1995) ως ένα παγκόσμιο σε ισχύ πρότυπο. Επειράπη, όμως, σε ενδιαφερόμενες χώρες – μέλη του, η σύναψη τοπικών συμβάσεων (regional agreements) για πλοία της ευθύνης τους. Κατόπιν αυτού, επτά χώρες ΒΔ Ευρώπης υπέγραψαν το 1996 στη Στοκχόλμη μία συμφωνία με ελαφρώς τροποποιημένη την πρόταση της επιτροπής του IMO. Η συμφωνία αυτή, γνωστή ως Stockholm Regional Agreement, είχε αποκλειστική εφαρμογή στα Ε/Γ – Ο/Γ πλοία που πλέουν στην περιοχή της ΒΔ Ευρώπης [IMO Resolution 14 (1995)] .

Το 2000, η βύθιση του ελληνικού επιβατηγού – οχηματαγωγού πλοίου «Express Samina» έδωσε το έναυσμα για τη γενίκευση της εφαρμογής της ανωτέρω συμφωνίας και εκτός της περιοχής της ΒΔ Ευρώπης. Αυτή τη φορά, μελέτες έγιναν από την Ευρωπαϊκή Ένωση [Impact of S.A. (2000)] , με σκοπό την υιοθέτηση ενιαίων προδιαγραφών ευστάθειας κατόπιν βλάβης όλων των επιβατηγών – οχηματαγωγών πλοίων εντός της περιοχής των χωρών – μελών της και το 2003 διατυπώνεται η Οδηγία 25 [Directive/25 (2003)] , που ουσιαστικά θέτει σε εφαρμογή τη συμφωνία Stockholm Regional Agreement και τις υπόλοιπες θαλάσσιες περιοχές που εντάσσονται στα ύδατα της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

Οι υποεπιτροπές του IMO, που ασχολούνταν με την αναθεώρηση της ΔΣ SOLAS, κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι, εφ' όσον τα πιθανοθεωρητικά πρότυπα εκτιμούν πιο ορθολογικά την ευστάθεια κατόπιν βλάβης, η αναθεώρηση των μελλοντικών σχετικών κανονισμών θα πρέπει να βασίζεται σ' αυτού του είδους τα πρότυπα. Το συμπέρασμα αυτό, μαζί με την επιτακτική ανάγκη αναθεώρησης των μηκών υποδιαίρεσης και της προδιαγραφής υποδιαίρεσης στα επιβατηγά πλοία, έδωσε το έναυσμα για περαιτέρω εργασίες, με σκοπό τη διατύπωση ενός ενιαίου γενικευμένου πιθανοθεωρητικού μοντέλου, το οποίο θα εναρμονίζει τους σημερινούς κανονισμούς ευστάθειας κατόπιν βλάβης των νεότευκτων επιβατηγών πλοίων.

Πιο πρόσφατα, η διατύπωση ενός νέου κανονισμού ευστάθειας μετά από βλάβη, με βάση την πιθανοθεωρητική διαδικασία, που με κατάλληλο τρόπο θα «εναρμονίζει» τις απαιτήσεις φορτηγών και επιβατηγών πλοίων, αποτέλεσε το αντικείμενο ενός μεγάλου ερευνητικού προγράμματος σε ευρωπαϊκή κλίμακα (HARDER – Harmonization of Rules and Design Rational, 1999-2003) . Το HARDER είναι ένα ερευνητικό πρόγραμμα, το οποίο είχαν αναλάβει μια ευρωπαϊκή κοινοπραξία βιομηχανικών, ερευνητικών και ακαδημαϊκών ινστιτούτων, ώστε να μελετηθεί η πιθανοθεωρητική προσέγγιση στην μελέτη της

ευστάθειας μετά από βλάβης ενός πλοίου και τη δημιουργία νέων κριτηρίων στην υποδιαίρεση του πλοίου βασισμένη στην πιθανότητα επιβίωσης, λαμβάνοντας υπ' όψιν επιδράσεις από κυματισμούς, γωνίες κλίσης. Οι τρεις βασικές αιτίες ενεργοποίησης του προγράμματος HARDER ήταν οι εξής:

- ο Ο κύριος στόχος του προγράμματος ήταν να βοηθήσει τον IMO στην επικύρωση της μεθόδου αυτής.
- ο Η δυνατότητα υπολογισμού μεγάλου και αντιπροσωπευτικού αριθμού δειγμάτων από τον υπάρχοντα στόλο με ένα σταθερό και ελεγχόμενο τρόπο και με σκοπό την εδραίωση του ισοδύναμου επιπέδου ασφαλείας που παρέχεται από τον απαιτούμενο δείκτη υποδιαίρεσης.
- ο Η μελέτη της επίδρασης της νέας μεθόδου στην εξέλιξη του σχεδιασμού νέων πλοίων. Κρίθηκε πολύ σημαντικό να δοθεί χρόνος για τη μελέτη της επιρροής των νέων σχεδιάσεων πριν επηρεαστεί αμετάκλητα η όλη διαδικασία.

Μετά από στατιστική επεξεργασία των διαθέσιμων στοιχείων από συγκρούσεις πλοίων διατυπώθηκαν κατάλληλες συναρτήσεις πυκνότητας για τη θέση και έκταση μιας ενδεχόμενης βλάβης, καθώς και για την πιθανότητα επιβίωσης του πλοίου με βάση τα χαρακτηριστικά πλευστότητας και ευστάθειας μετά από βλάβη. Επειδή είναι βασισμένο σε στατιστικές αποδείξεις που αφορούν το τι συμβαίνει στην πραγματικότητα όταν ένα πλοίο συγκρούεται το πιθανοθεωρητικό μοντέλο πιστεύεται ότι είναι κατά πολύ περισσότερο ρεαλιστικό από την προηγούμενη νετερμινιστική μέθοδο.

Επιπρόσθετες μελέτες έλαβαν χώρα μετά την ολοκλήρωση του προγράμματος HARDER το Μάιο του 2003, στο πλαίσιο της εργασίας του «International Correspondence Group IMO-ISCG-SLF47», όπου μελετήθηκαν 52 πλοία, 32 επιβατηγά και 20 φορτηγά, έτσι ώστε να υπολογιστεί με καλύτερη ακρίβεια ο απαιτούμενος δείκτης υποδιαίρεσης. Συμπεριλήφθησαν εκτιμήσεις εναλλακτικών τρόπων υπολογισμού ευστάθειας μετά από βλάβη, που ονομάστηκαν πρόταση SLF42 (SLF42/3/3, 1999), ενώ η πρόταση HARDER κατέληξε στην πρόταση SLF47 (SLF47/3/3, 2004). Το πιθανοθεωρητικό μοντέλο που αναπτύχθηκε υποβλήθηκε στον IMO (SLF45/3/4, 2002 & SLF46/3/3, 2003). Με βάση την πρόταση του HARDER ξεκίνησε μία ευρεία συζήτηση στο πλαίσιο του IMO. Η διαδικασία εναρμόνισης των ισχυόντων κανονισμών ευστάθειας κατόπιν βλάβης στη βάση μίας γενικευμένης πιθανολογικής αξιολόγησης για όλους τους τύπους πλοίων ολοκληρώθηκε από την υποεπιτροπή του IMO SLF47 τον Σεπτέμβριο του 2004. Το ρυθμιστικό πλαίσιο εργασίας που υιοθετεί η υποεπιτροπή SLF47, δόθηκε στην επιτροπή MSC79 για περαιτέρω εξέταση και τελικά εγκρίθηκε από την επιτροπή MSC80 τον Μάιο του 2005, με χρονικό ορίζοντα εφαρμογής για τα νεότευκτα πλοία την 1^η Ιανουαρίου 2009. Η διατύπωση του κανονισμού αυτού έγινε με στόχο την «εναρμόνιση» των απαιτήσεων ασφάλειας των διαφόρων τύπων πλοίων και τον εξορθολογισμό της μεθοδολογίας ελέγχου συμμόρφωσης των πλοίων με βάση το πιθανοθεωρητικό μοντέλο, διατηρώντας όμως σταθερό το «μέσο επίπεδο ασφάλειας» των πλοίων στα σημερινά επίπεδα. Η εναρμόνιση έχει την έννοια

της δημιουργίας μίας κοινής διαδικασίας υπολογισμού του δείκτη υποδιαίρεσης A για τα επιβατηγά και για τα φορτηγά πλοία με κοινούς συντελεστές των πιθανοτήτων για την ύπαρξη, την έκταση της βλάβης, καθώς και της πιθανότητας επιβίωσης του πλοίου μετά από βλάβη «harmonized p, r, v, s factors», αλλά και της διατήρησης του ίδιου επιπέδου ασφαλείας με τους υπάρχοντες κανονισμούς.

2.3. ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΚΤΙΜΗΣΗΣ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ ΚΑΤΟΠΙΝ ΒΛΑΒΗΣ

Η πρακτική εμπειρία δείχνει ότι κατά πλειονότητα τα ναυτικά ατυχήματα που προκάλεσαν αστάθεια στο πλοίο ήταν αποτέλεσμα μίας αλυσιδωτής σειράς ατυχών συμβάντων, συμπεριλαμβανομένων κατασκευαστικών και λειτουργικών λαθών. Στις διαδικασίες αξιολόγησης της ευστάθειας κατόπιν βλάβης εκτιμάται η δυνατότητα επιβίωσης του πλοίου σε συγκεκριμένες συνθήκες και αξιολογείται συναρτήσει ενός προκαθορισμένου επιπέδου επιβιωσιμότητας, το οποίο πρέπει να ικανοποιείται. Το ελάχιστο απαιτούμενο επίπεδο επιβιωσιμότητας, που θεωρείται ικανοποιητικό καθορίζεται με κριτήρια, τα οποία προδιαγράφουν συγκεκριμένες απαιτήσεις επί των βασικών χαρακτηριστικών της ευστάθειας του πλοίου. Τα κριτήρια αυτά εξελίσσονται βαθμιαία με την πάροδο του χρόνου, με σκοπό να βελτιώνεται, ορθολογικότερα κάθε φορά, η αξιολόγηση της επιβιωσιμότητας του πλοίου.

Ορθολογικά κριτήρια ευστάθειας κατόπιν βλάβης ορίζονται ως τα κριτήρια που προκύπτουν από την ανάλυση του φυσικού μηχανισμού ανατροπής – βύθισης, λαμβάνοντας υπ' όψιν όλες τις εξωτερικές δυνάμεις που δρουν στο πλοίο και παρέχουν πληροφορία για την πιθανότητα επιβίωσης στο θαλάσσιο περιβάλλον. Ο καθορισμός των κριτηρίων, καθώς και τα όρια μέσα στα οποία πρέπει να κυμαίνονται, συνθέτουν ένα εξαιρετικά πολύπλοκο πρόβλημα, στο οποίο δεν μπορεί να υπάρχει μία και μόνο μεθοδολογία για την επίλυσή του. Όπως σε όλα τα προβλήματα αποφάσεων, οι μέθοδοι εκτίμησης της ευστάθειας κατόπιν βλάβης διακρίνονται σε δύο βασικές κατηγορίες, σύμφωνα με τη φιλοσοφία μοντελοποίησής τους:

- Προσδιοριστικές Μέθοδοι (Ντετερμινιστικές – Deterministic)
- Πιθανοθεωρητικές Μέθοδοι (Probabilistic)

Στις επόμενες παραγράφους παρατίθενται ορισμένα στοιχεία για τις προσδιοριστικές μεθόδους, ενώ γίνεται εκτενέστερη ανάλυση των πιθανοθεωρητικών μεθόδων, οι οποίες εφαρμόστηκαν στην παρούσα διπλωματική.

2.3.1. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΤΙΚΕΣ – ΝΤΕΤΕΡΜΙΝΙΣΤΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ

2.3.1.1. SOLAS 90

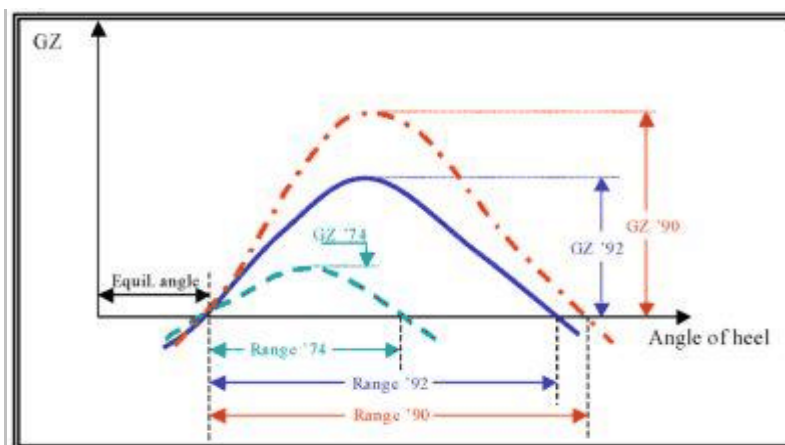
Ιστορικά, ο καθορισμός των κριτηρίων αξιολόγησης της ευστάθειας προέρχεται από εξελικτικές προσεγγίσεις, σύμφωνα με τις οποίες κανονισμοί και

μεθοδολογίες εξελίσσονται βαθμιαία μέσω της διαδικασίας «trial & error» , καθώς επίσης και από ημι-υδροστατικές μεθόδους, όπου οι παράμετροι ευστάθειας κατηγοριοποιήθηκαν σε αυτές κατά τις οποίες το πλοίο ανετράπη – βυθίστηκε και σε εκείνες κατά τις οποίες λειτούργησε με ασφάλεια.

Εν γένει, οι προσδιοριστικές μέθοδοι ταιριάζουν καλά στην κοινή λογική, αφού η διαδικασία εφαρμογής είναι απλή και τα κριτήρια εκφράζονται από ρητά μεγέθη. Σύμφωνα με τη διαδικασία καθορισμού, τα προσδιοριστικά κριτήρια δεν μπορούν να διασφαλίσουν το ζητούμενο ελάχιστο απαιτούμενο επίπεδο επιβιωσιμότητας στις περιπτώσεις νέων σχεδιάσεων πλοίων ή μη συμβατικής τεχνολογίας, για τις οποίες δεν υπάρχει προηγούμενη εμπειρία. Το μειονέκτημα αυτό οδηγεί στην αναγκαιότητα εκτίμησης της επιβιωσιμότητας μέσω πιο ολοκληρωτικών μεθόδων, όπως οι πιθανοθεωρητικές, που αναπτύσσονται αργότερα.

Τα αρχικά κριτήρια των προσδιοριστικών μεθόδων εξέταζαν μόνο την τελική κατάσταση ισορροπίας του πλοίου μετά τη βλάβη, ΔΣ SOLAS 74. Εν συνέχεια, αξιολογούσαν και την εναπομένουσα ευστάθεια του πλοίου μετά τη βλάβη, καθώς και τη συμπεριφορά του πλοίου στα ενδιάμεσα στάδια κατάκλυσης πριν την εξισορρόπηση (τροποποιήσεις ΔΣ SOLAS 74: SOLAS 90 & 92) , με αποτέλεσμα το ελάχιστο απαιτούμενο επίπεδο επιβιωσιμότητας να αυξάνει με την πάροδο των χρόνων.

Στο Σχ. 2.3-1 φαίνεται σχηματικά η ποιοτική εξέλιξη των κριτηρίων ευστάθειας κατόπιν βλάβης των επιβατηγών πλοίων.



Σχ. 2.3-1. Ποιοτική εξέλιξη κριτηρίων ευστάθειας κατόπιν βλάβης επιβατηγών πλοίων

Εν γένει η αδυναμία των επιβατηγών – οχηματαγωγών πλοίων να επιβιώσουν στην περίπτωση κατάκλυσης του χώρου του κύριου καταστρώματος οχημάτων, γεγονός που δεν καλύπτεται ικανοποιητικά στους προσδιοριστικούς κανονισμούς, οδήγησε στην εισαγωγή μίας μεθοδολογίας αξιολόγησης της επίδοσης του πλοίου ως προς την επιβιωσιμότητα, με στόχο την ενίσχυση των

προσδιοριστικών κριτηρίων επιβιωσιμότητας. Σύμφωνα με τη μέθοδο αυτή, ελέγχεται η ικανότητα του πλοίου να επιβιώνει σε συγκεκριμένες περιπτώσεις κατάκλυσης και θαλάσσιου περιβάλλοντος μέσω πειραμάτων σε δεξαμενή προτύπων ή/ και υπολογισμών προσομοίωσης.

Τα προσδιοριστικά πρότυπα εκτίμησης της ευστάθειας κατόπιν βλάβης συναντώνται στους κανονισμούς των επιβατηγών πλοίων. Σύμφωνα με τα πρότυπα αυτά, το πλοίο απαιτείται να ικανοποιεί μία σειρά κριτηρίων πλευστότητας και ευστάθειας μετά από βλάβη σε συγκεκριμένες περιπτώσεις κατάκλυσης διαμερισμάτων.

Κάθε πλοίο πρέπει να έχει επαρκή ευστάθεια στην άθικτη κατάσταση, ώστε σε όλες τις συνθήκες υπηρεσίας του να έχει την ικανότητα, μετά τη βλάβη, να επιβιώνει από την κατάκλυση ενός ή περισσότερων υδατοστεγών διαμερισμάτων. Ο αριθμός των διαμερισμάτων, που σε κάθε περίπτωση θα πρέπει να θεωρηθούν κατακλυζόμενα, καθορίζεται από το συντελεστή υποδιαίρεσης F ως ακολούθως:

- ο $0,50 < F \leq 1,0$ αντιστοιχεί σε πλοίο προδιαγραφής ενός διαμερίσματος, δηλαδή το πλοίο απαιτείται να επιβιώνει μετά από κατάκλυση οποιουδήποτε υδατοστεγούς διαμερίσματος.
- ο $0,33 < F \leq 0,5$ αντιστοιχεί σε πλοίο προδιαγραφής δύο διαμερισμάτων, δηλαδή το πλοίο απαιτείται να επιβιώνει μετά από κατάκλυση οποιουδήποτε συνδυασμού δύο παρακείμενων υδατοστεγών διαμερισμάτων.

Ο συντελεστής υποδιαίρεσης εξαρτάται από το μήκος του πλοίου και για ένα δεδομένο μήκος πλοίου από το κριτήριο υπηρεσίας C_s . Το στρογγυλοποιημένο αριθμητικό αντίστροφο του συντελεστή υποδιαίρεσης ($1/F$) προδιαγράφει τον αριθμό των στεγανών διαμερισμάτων του πλοίου, που απαιτείται να κατακλυσθούν, χωρίς το πλοίο να κινδυνεύει να ανατραπεί ή βυθιστεί, σύμφωνα με τα κριτήρια του εκάστοτε ισχύοντος κανονισμού.

Στους υπολογισμούς ευστάθειας κατόπιν βλάβης, οι διαχωρητότες όγκου και επιφάνειας των κατακλυσθέντων χώρων είναι σταθερές και ανεξάρτητες του βυθίσματος υπολογισμού, όπως φαίνεται στον *Πίνακα 2.3-1*. Το μέγεθος της υποθετικής βλάβης ορίζεται στον *Πίνακα 2.3-2*. Στην περίπτωση, όμως, που μία βλάβη με μικρότερη έκταση εντός των προκαθορισμένων ορίων, προκαλεί δυσμενέστερες συνθήκες από την άποψη εγκάρσιας κλίσης ή μείωσης μετακεντρικού ύψους, λαμβάνεται υπ' όψιν στους υπολογισμούς η μικρότερης έκτασης βλάβη.

Χώροι	Διαχωρητότητα
Φορτίο, γαιάνθρακες, αποθήκες	0.60
Ενδιαίτηση	0.95

Μηχανές
Υγρά

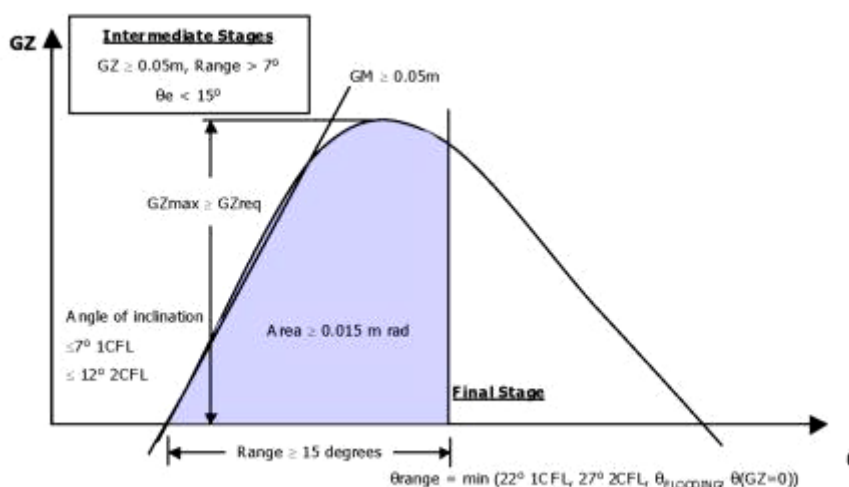
0.85
0 ή 0.95 (το αυστηρότερο)

Πίνακας 2.3-1. Διαχωρητότητες χώρων, Προσδιοριστικές μέθοδοι

Επίπεδο αναφοράς	Διάσταση βλάβης
Διαμήκης έκταση	3% L + 3 m ή 11 m, η μικρότερη εκ των δύο τιμή
Εγκάρσια έκταση	(B/5) m από το εξωτερικό περίβλημα
Κατακόρυφη έκταση	Από τη βασική γραμμή αναφοράς προς τα πάνω χωρίς περιορισμό

Πίνακας 2.3-2. Υποθετική έκταση βλάβης, Προσδιοριστικές μέθοδοι

Σύμφωνα με τις προδιαγραφές για την έκταση βλάβης, το πλοίο πρέπει να ικανοποιεί προκαθορισμένα κριτήρια ευστάθειας σε κάθε εξεταζόμενη κατάσταση κατάκλυσης. Τα κριτήρια αυτά ορίζουν πεπερασμένες μέγιστες ή ελάχιστες τιμές των χαρακτηριστικών της καμπύλης του μοχλοβραχίονα επαναφοράς GZ. Στο Σχ. 2.3-2, δίνονται τα κριτήρια ευστάθειας κατόπιν βλάβης των σημερινών κανονισμών, τα οποία αναφέρονται στη SOLAS 90.



Σχ. 2.3-2. Κριτήρια ευστάθειας κατόπιν βλάβης επιβατηγών πλοίων (SOLAS 90)

Επιπλέον, ανεξαρτήτως του συντελεστή υποδιαίρεσης F και της προδιαγραφής των διαστάσεων της υποθετικής βλάβης, σύμφωνα με τον Κανονισμό 8-2 της SOLAS 95, τα Επιβατηγά – Οχηματαγωγά, τα οποία έχουν πιστοποιηθεί να μεταφέρουν περισσότερους από 400 επιβάτες, απαιτείται να συμμορφώνονται υποχρεωτικά με τις προδιαγραφές κατάκλυσης δύο παρακείμενων διαμερισμάτων.

2.3.1.1. ΣΥΝΘΗΚΗ ΤΗΣ ΣΤΟΚΧΟΛΜΗΣ

Οι συντονισμένες ενέργειες για να εξεταστεί το πρόβλημα «νερό στο κατάστρωμα», αμέσως μετά την τραγωδία του «Estonia», οδήγησαν τον ΙΜΟ στο να δημιουργήσει ένα Panel of Experts (PoE), για να εξεταστούν τα ζητήματα προσεκτικά και να υποβάλουν κατάλληλες προτάσεις. Εντούτοις, η πολυπλοκότητα του προβλήματος και η ανάγκη να ληφθούν γρήγορα μέτρα για να καθησυχαστεί το κοινό, ότι τα κατάλληλα μέτρα λαμβάνονται για να αποφύγουν μία επανάληψη της καταστροφής του «Estonia», επηρέασε και διαμόρφωσε σε μεγάλο βαθμό και τις αρχικές και τις τελικές προτάσεις.

Χρησιμοποιώντας την ιδέα του κρίσιμου ύψους νερού στο κατάστρωμα ως βάση, το Joint Nordic Project ανέθεσε μία σειρά πειραμάτων στο Danish Maritime Institute, στοχεύοντας να προσκομίσει στοιχεία υπέρ της πρότασης του Panel of Experts (PoE), που απαιτεί ένα πλοίο να καλύψει τις απαιτήσεις SOLAS '90 με επιπλέον μέχρι $0.5\text{m}^3/\text{m}^2$ νερού στο κατάστρωμα. Τα αποτελέσματα από αυτά τα πειράματα χρησιμοποιήθηκαν στη συνέχεια από το Danish Maritime Institute για να διατυπώσουν μία πρόταση στην πρώτη διάσκεψη της Στοκχόλμης στις 27/28 Ιανουαρίου 1996, σχετίζοντας την ποσότητα νερού στο κατάστρωμα με ένα σταθερό ύψος παρά με ένα σταθερό όγκο, όπως συνέβη με την πρόταση PoE. Αυτό επρόκειτο πάλι να εφαρμοστεί υπό μία στατική και αιτιοκρατική έννοια και έγινε αποδεκτό τελικά στη δεύτερη διάσκεψη της Στοκχόλμης, ένα μήνα αργότερα, ως βάση για το νερό στο κατάστρωμα στην αξιολόγηση της ικανότητας επιβίωσης μετά από ζημία των υπαρχόντων πλοίων. Τα κράτη που συμφώνησαν ήταν: Σουηδία, Δανία, Φινλανδία, Γερμανία, Ιρλανδία, Ηνωμένο Βασίλειο, οι Κάτω Χώρες και Νορβηγία.

Τα πλοία που υπόκεινταν σε αυτή τη συμφωνία είναι Ε/Γ-Ο/Γ, που κινούνταν από και προς ορισμένους λιμένες σε προγραμματισμένα διεθνή ταξίδια, που μετέφεραν τον επιβάτη στη Βορειοδυτική Ευρώπη και στη θάλασσα της Βαλτικής.

Σε μία οδηγία από το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο και Συμβούλιο οι απαιτήσεις ευστάθειας της Συνθήκης της Στοκχόλμης επεκτάθηκαν σε όλα τα Ε/Γ-Ο/Γ, ανεξάρτητα από το κράτος σημαίας, που ταξιδεύουν προς και από ορισμένα λιμάνια σε διεθνή ταξίδια στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Με αυτή την οδηγία η Συνθήκη της Στοκχόλμης εφαρμόζεται μέσω της Ευρώπης για να εξασφαλίσει ένα κοινό κατώτατο επίπεδο ασφάλειας για τα Ε/Γ-Ο/Γ στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Τα νέα Ε/Γ-Ο/Γ απαιτείται να πληρούν τους κανόνες. Τα υπάρχοντα Ε/Γ-Ο/Γ πρέπει να εκπληρώσουν τους κανόνες κατά τη διάρκεια μιας μεταβατικής περιόδου. Οι ημερομηνίες συμμόρφωσης με τις διατάξεις της συμφωνίας κυμαίνονται από την 1^η Απριλίου 1997 έως την 1^η Οκτωβρίου 2002.

2.3.1.1.1. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΣΥΝΘΗΚΗΣ

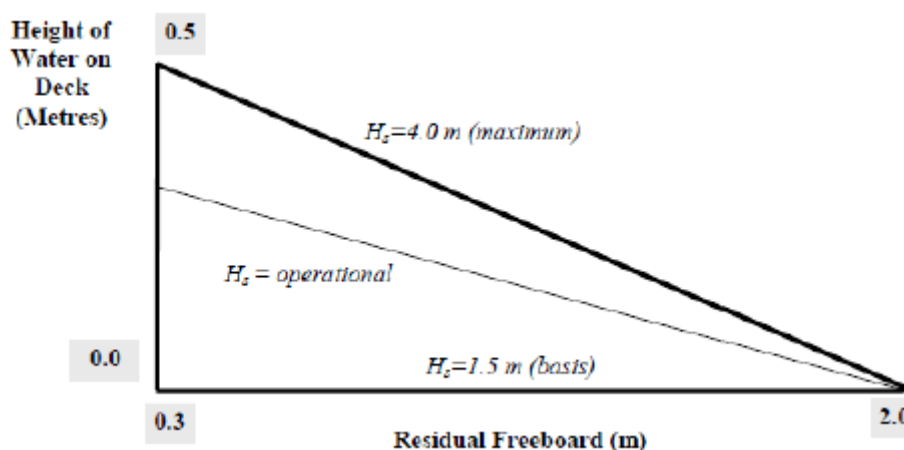
Αυτή η νέα απαίτηση, γνωστή ως «Συνθήκη της Στοκχόλμης», βελτιώνει τις αρχικές προτάσεις με την απαίτηση να ικανοποιεί ένα πλοίο τους κανονισμούς SOLAS '90 με επιπλέον νερό στο κατάστρωμα, με τη θεώρηση ενός σταθερού ύψους νερού.

Το σημαντικό ύψος κύματος καθορίζεται από την περιοχή λειτουργίας. Ο όρος H_s , που χαρακτηρίζει την κατάσταση της θάλασσας, αναφέρεται στο μέσο όρο ενός τρίτου των υψηλότερων κυμάτων, ένας στατιστικός μέσος όρος που συσχετίζει πολύ καλά το μέσο όρο των παρατηρηθέντων υψών κυμάτων για μία δεδομένη κατάσταση θάλασσας. Το Σχ. 2.3-3 συνοψίζει πως υπολογίζεται το ύψος του νερού στο κατάστρωμα, όπως αυτό παρουσιάζεται παρακάτω:

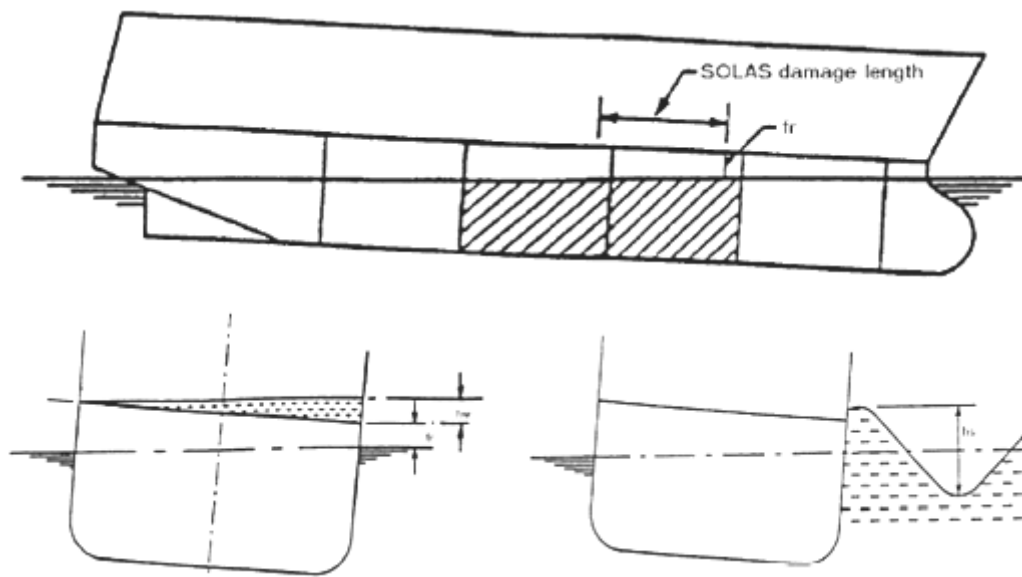
- Εάν $fr \geq 2.0$ meters, ύψος νερού στο κατάστρωμα = 0.0 meters
- Εάν $fr \leq 0.3$ meters, ύψος νερού στο κατάστρωμα = X meters
Ενδιάμεσες τιμές υπολογίζονται με γραμμική παρεμβολή
- Εάν $h_s \geq 4.0$ meters, ύψος νερού στο κατάστρωμα υπολογίζεται όπως ανωτέρω
- Εάν $h_s \leq 1.5$ meters, ύψος νερού στο κατάστρωμα = 0.0 meters
Ενδιάμεσες τιμές υπολογίζονται με γραμμική παρεμβολή

Όπου

- fr = υπολειπόμενο ύψος εξάλων
- h_s = σημαντικό ύψος κύματος



Σχ. 2.3-3. Συνθήκη της Στοκχόλμης (ύψος νερού στο κατάστρωμα)



Σχ. 2.3-4. Απεικόνιση των fr , hs και hw

2.3.1.1.2. ΑΝΑΣΧΕΔΙΑΣΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΚΠΛΗΡΩΣΗ ΤΗΣ ΣΥΝΘΗΚΗΣ ΤΗΣ ΣΤΟΚΧΟΛΜΗΣ

Υπάρχουν δύο διαφορετικοί τρόποι για να εκπληρωθεί η Συνθήκη της Στοκχόλμης. Ο ένας είναι να δεχτεί ότι το πλοίο ικανοποιεί τις απαιτήσεις, χρησιμοποιώντας την δοκιμή μοντέλου. Το πρότυπο πρέπει να είναι ένα αντίγραφο του πραγματικού πλοίου και για την εσωτερική διαρρύθμιση και για την εξωτερική διαμόρφωση και να ικανοποιήσει μερικές απαιτήσεις, που δίνονται στους κανονισμούς.

Ο δεύτερος τρόπος είναι να συμμορφωθεί με τους κανονισμούς με τον υπολογισμό της ευστάθειας σχετικής με τη Συνθήκη της Στοκχόλμης και του ύψους του συσσωρευμένου ύδατος στο κατάστρωμα Ro-Ro.

Για να συμμορφωθούν με τη Συνθήκη της Στοκχόλμης τα περισσότερα από τα υπάρχοντα πλοία πρέπει να επανοικοδομηθούν με κάποιο τρόπο. Ένας τρόπος είναι να μειωθεί το ποσό συσσωρευμένου ύδατος στο κατάστρωμα Ro-Ro με την εγκατάσταση ενός ή περισσότερων κινητών εγκάρσιων φρακτών κάπου στο κατάστρωμα Ro-Ro, ή αλλιώς την μείωση της πιθανής περιοχής καταστώματος, που πλημμυρίζει με νερό. Ένας άλλος τρόπος να επανοικοδομηθεί ένα υπάρχον πλοίο, για να ικανοποιήσει τις απαιτήσεις είναι να προστεθούν περύγια στη γάστρα, ώστε να είναι σε θέση να έχει επαρκή ευστάθεια με το καθορισμένο ύψος νερού στο κατάστρωμα Ro-Ro. Μερικά πλοία έχουν επίσης καταστήσει τους χώρους δίπλα στο κατάστρωμα αυτοκινήτων υδατοστεγείς με την αλλαγή των κατασκευών στις πόρτες. Κάποια άλλα έχουν εγκριθεί επίσης, έχοντας τη δυνατότητα να γεμίσουν μία, ή περισσότερες δεξαμενές σε ειδικές περιπτώσεις ζημίας.

2.3.2. ΠΙΘΑΝΟΘΕΩΡΗΤΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ (PROBABILISTIC)

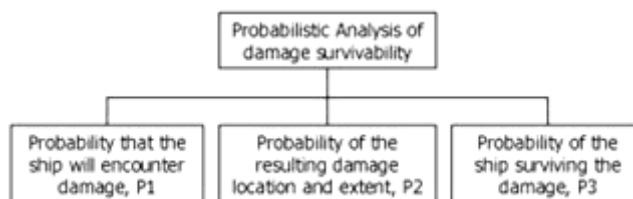
2.3.2.1. ΓΕΝΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ

Η αξιολόγηση της ευστάθειας κατόπιν βλάβης ενός πλοίου, μέσω της θεωρίας των πιθανοτήτων, προέκυψε από την αναγκαιότητα μίας πιο ολοκληρωμένης ορθολογικής και ισότιμης έκφρασης της ασφάλειας των πλοίων έναντι βλάβης. Σε αντίθεση με τις προσδιοριστικές μεθόδους, που εξετάζουν το πλοίο σε μεμονωμένες καταστάσεις βλάβης, η πιθανοθεωρητική εκτίμηση βασίζεται στον υπολογισμό ενός γενικού δείκτη, του «επιτευχθέντα δείκτη υποδιαίρεσης A» , ο οποίος ενσωματώνει μία σειρά καταστάσεων βλάβης με διαφορετική βαρύτητα, τόσο κατά μήκος του πλοίου, όσο και κατά το εγκάρσιο και κάθετο επίπεδο. Ο δείκτης αυτός αποτελεί ένα συγκριτικό μέτρο επιβιωσιμότητας και ο τρόπος ορισμού του, επιτρέπει τη σύγκριση πλοίων με διαφορετικά σχεδιαστικά χαρακτηριστικά, υπό ορισμένες, πιθανές προδιαγεγραμμένες συνθήκες, παρά το γεγονός ότι αυτά τα πλοία μπορεί να έχουν διαφορετικές επιμέρους δυνατότητες επιβίωσης ή αστοχίας σε κάποια τμήματα κατά μήκος του πλοίου. Η επιτευχθείσα επιβιωσιμότητα του πλοίου, όπως ορίζεται από τον A-δείκτη, συγκρίνεται με την ελάχιστη απαιτούμενη που εκφράζεται από έναν «απαιτούμενο δείκτη υποδιαίρεσης, R» .

2.3.2.2. ΠΙΘΑΝΟΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΠΙΒΙΩΣΙΜΟΤΗΤΑΣ

Η πιθανοθεωρητική ανάλυση της επιβιωσιμότητας του πλοίου μετά τη βλάβη, στη γενική ολοκληρωτική της μορφή, βασίζεται στον καθορισμό τριών κύριων πιθανοτήτων, οι οποίες φαίνονται στο Σχ. 2.3-5:

- Την πιθανότητα του πλοίου να εμπλακεί σε ατύχημα, P1.
- Την πιθανότητα του ρήγματος να εκτείνεται σε μία περιοχή του πλοίου, P2.
- Την πιθανότητα του πλοίου να επιβιώσει με το συγκεκριμένο ρήγμα, P3.



Σχ. 2.3-5. Πιθανοθεωρητική ανάλυση επιβιωσιμότητας

Η πιθανότητα P1 σχετίζεται με το βαθμό ικανότητας του πλοίου, ως σύστημα λειτουργίας, να εμπλακεί σε οποιοδήποτε γεγονός μπορεί να το οδηγήσει σε μία επικίνδυνη κατάσταση.

Η αναγκαιότητα της αξιολόγησης της υποδιαίρεσης και κατ' επέκταση της επιβιωσιμότητας προέρχεται από τη γνώση ότι ο κίνδυνος είναι πάντα υπαρκτός και οδηγεί στη θεώρηση των πιθανοτήτων P2 και P3.

Η πιθανότητα P2 σχετίζεται με τη θέση και έκταση του επικείμενου ρήγματος στη γάστρα.

Η πιθανότητα P3 εξαρτάται από την εναπομένουσα άντωση και ευστάθεια στην κατάσταση βλάβης και είναι συνάρτηση των ακόλουθων μεταβλητών παραμέτρων:

- ο Διάταξη υδατοστεγούς υποδιαίρεσης.
- ο Διαπερατότητα – διαχωρητικότητα των προς κατάκλυση χώρων.
- ο Βύθισμα και ευστάθεια στην άθικτη κατάσταση πριν την κατάκλυση.

Στην ιδανική περίπτωση, το πιθανοθεωρητικό μοντέλο ελέγχου της επιβιωσιμότητας θα πρέπει να εξετάζει την επιβιωσιμότητα του πλοίου μετά από οποιοδήποτε βλάβη δύναται να το φέρει σε μία επικίνδυνη κατάσταση και καθ' όλη τη διάρκεια ζωής του. Στο Σχ. 2.3-6, φαίνονται τα βασικά ατυχήματα που οδηγούν σε κατάκλυση του πλοίου και συνεπώς θα έπρεπε να εντάσσονται στο πιθανοθεωρητικό μοντέλο αξιολόγησης της ευστάθειας κατόπιν βλάβης.



Σχ. 2.3-6. Βασικά ατυχήματα που οδηγούν σε κατάκλυση

2.3.2.3. ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΚΑΙ ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ

Η εισαγωγή του λογισμού των πιθανοτήτων σε υπολογισμούς ευστάθειας κατόπιν βλάβης, έγινε, για πρώτη φορά, από τους Abbel (1919) και Hongaard (1919), οι οποίοι ασχολήθηκαν με την πιθανότητα απώλειας ενός πλοίου μετά από βλάβη, θεωρώντας μόνο τη θέση βλάβης ως τυχαία μεταβλητή. Η προσπάθεια αυτή δεν έτυχε μεγάλης απήχησης και ανάπτυξης.

Η πρώτη ολοκληρωμένη πιθανοθεωρητική μοντελοποίηση της αξιολόγησης της επιβιωσιμότητας, παρουσιάστηκε το 1960 από το Γερμανό καθηγητή Kurt Wendel. Η αρχική ιδέα υπέστη επεξεργασία και αναπτύχθηκε περαιτέρω από τους Comstock & Robertson (1961), Volkov (1963), Wendel (1968), καθώς και από υποεπιτροπές του IMO με αποτέλεσμα την τελική ανάπτυξη και υιοθέτηση των «Ισοδύναμων κανονισμών υποδιαίρεσης και ευστάθειας» των επιβατηγών πλοίων [IMO (1974)], (Assembly Resolution A.265). Στη δεκαετία 1980 – 1990 οι εργασίες πάνω στην πιθανοθεωρητική μοντελοποίηση της ευστάθειας κατόπιν βλάβης συνεχίστηκαν με αποτέλεσμα τους νέους

κανονισμούς ευστάθειας κατόπιν βλάβης των πλοίων μεταφοράς ξηρού φορτίου, το 1992 (SOLAS Part B-1) .

Η μοντελοποίηση της πιθανοθεωρητικής μεθόδου εκτίμησης της επιβιωσιμότητας, όπως καθορίζεται στους κανονισμούς, αποκλίνει από τις βασικές αρχές ενός γενικευμένου μοντέλου.

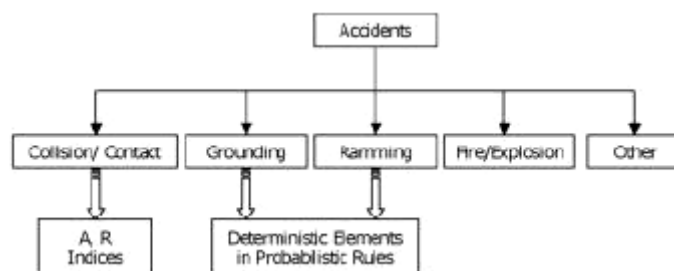
Η πιθανότητα ενός πλοίου να εμπλακεί σε ατύχημα, P1, δεν λαμβάνεται υπ’ όψιν. Απλά εξετάζεται η πιθανότητα επιβιώσής του σε περίπτωση ατυχήματος, θεωρώντας μία πιθανοθεωρητική θέση και έκταση του επικείμενου ρήγματος, προερχόμενη από στατιστική ανάλυση ατυχημάτων.

Δεν εξετάζονται όλα τα δυνατά ενδεχόμενα που δυνητικά θέτουν το πλοίο σε κίνδυνο λόγω κατάκλυσης. Η επιβιωσιμότητα ισοδυναμεί με την επιβιωσιμότητα μετά από ρήγμα προερχόμενο από ατυχήματα συγκρούσεων, με την αιτιολογία ότι τα πλέον σοβαρά περιστατικά προέρχονται από το συγκεκριμένο είδος ατυχήματος.

Δεδομένου ότι η λύση του προβλήματος μόνο μέσω της πιθανοθεωρητικής προσέγγισης καθιστά το πρόβλημα αρκετά περίπλοκο, εισάγονται μεμονωμένα προσδιοριστικά στοιχεία, ώστε να γίνει το μοντέλο πρακτικά εφαρμόσιμο (Σχ. 2.3-7) .

Προστασία σε περίπτωση ρήγματος στον πυθμένα (προσάραξη) παρέχεται από τους κανονισμούς μέσω των προδιαγραφών για «επαρκές ύψος» διπυθμένων, δεδομένου ότι στατιστικές αναλύσεις έδειξαν ότι σπάνια μία προσάραξη έχει οδηγήσει σε ολική απώλεια του πλοίου.

Για την περίπτωση του εμβολίζοντος πλοίου (ramming) , προβλέπονται προδιαγραφές για την πρωραία φρακτή σύγκρουσης (θέση και στεγανότητα) .



Σχ. 2.3-7. Εξέταση ατυχημάτων στα πιθανοθεωρητικά πρότυπα

2.3.2.4. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Η θέση και η έκταση μίας βλάβης θεωρούνται τυχαίες μεταβλητές. Μία βλάβη περιγράφεται από τη θέση του κέντρου της κατά μήκος του πλοίου και τη διαμήκη έκτασή της, την εισχώρησή της κατά τη διεύθυνση του πλάτους του πλοίου και από την κατακόρυφή της έκταση. Τα χαρακτηριστικά αυτά της

βλάβης συσχετίζονται με τους συντελεστές p , r και v αντιστοίχως, που εμφανίζονται κατά τον υπολογισμό του δείκτη A .

Η πιθανότητα κατάκλυσης ενός χώρου, που εκφράζεται από το συντελεστή p , ισούται με την πιθανότητα πραγματοποίησης όλων των βλαβών που θα προκαλέσουν την κατάκλυση του υποτιθέμενου χώρου. Ο συντελεστής p συσχετίζεται με την υποδιαίρεση του πλοίου σε στεγανούς χώρους.

Η πιθανότητα επιβίωσης του πλοίου, που εκφράζεται από το συντελεστή s_i είναι πιθανότητα το πλοίο να μην ανατραπεί και να μη βυθιστεί μετά από την αντίστοιχη κατάκλυση. Εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, όπως:

- ο Το αρχικό βύθισμα και το μετακεντρικό ύψος GM
- ο Τη διαχωρητικότητα των χώρων που κατακλύζονται
- ο Τις καιρικές συνθήκες τη στιγμή της βλάβης
- ο Τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του πλοίου

Αθροίζοντας όλα τα γινόμενα ($p \cdot s$) για όλες τις πιθανές καταστάσεις βλαβών σε ένα αριθμό βυθισμάτων που εκπροσωπεί το εύρος βυθισμάτων υπηρεσίας του πλοίου, προκύπτει ο παράγοντας $A = \sum p \cdot s$, που ορίστηκε ως Επιτευχθείς Δείκτης Υποδιαίρεσης (Attained Subdivision Index). Η μέγιστη τιμή που μπορεί να λάβει ο συντελεστής A είναι 1, ενώ δύο πλοία με τον ίδιο δείκτη A θεωρούνται το ίδιο ασφαλή. Πρέπει επίσης να σημειωθεί ότι ο δείκτης A αναφέρεται μόνο σε βλάβες λόγω πλευρικής σύγκρουσης. Προστασία έναντι βλάβης στον πυθμένα του πλοίου, ή λόγω προσάραξης εξασφαλίζει το επαρκές ύψος διπυθμένου. Επίσης, προστασία έναντι βλάβης στο πρωραίο άκρο του πλοίου εξασφαλίζει η πρωραία φρακτή συγκρούσεως (collision bulkhead). Η θέση του διπυθμένου και της πρωραίας φρακτής καθορίζονται ντετερμινιστικά.

Για τον υπολογισμό του δείκτη A εξετάζονται όλα τα πιθανά σενάρια βλαβών για τις αρχικές καταστάσεις φορτώσης του πλοίου πριν τη βλάβη, που ορίζουν οι κανονισμοί. Σε καθεμία από τις καταστάσεις φόρτωσης:

$$A_c = \sum_{i=1}^t p_i v_i s_i$$

Όπου:

- ο i : τα σενάρια βλάβης που εξετάζονται.
- ο t : το σύνολο των σεναρίων βλαβών που πρέπει να ισούται με το πλήθος των ζωνών συν το μέγιστο αριθμό συνδυασμών παρακειμένων ζωνών, από τους οποίους προκύπτει συνεισφορά στο δείκτη A ($dA > 0$).
- ο p_i : η πιθανότητα ότι μόνο ο χώρος (ή οι χώροι) στη συγκεκριμένη διαμήκη θέση του πλοίου θα κατακλυσθεί, αγνοώντας την οριζόντια υποδιαίρεση. Ο συντελεστής p_i εμπεριέχει και το συντελεστή r_i , που σε περίπτωση ύπαρξης διαμήκους φρακτής εκφράζει την πιθανότητα μη κατάκλυσης των εσωτερικών διαμερισμάτων (in board rooms).

- ο v_i : η πιθανότητα μη κατάκλυσης του χώρου πάνω από την κάθετη υποδιαίρεση
- ο s_i : η πιθανότητα επιβίωσης του πλοίου σε αυτή την κατάσταση βλάβης.

Ο συντελεστής p_i εξαρτάται μόνο από τη γεωμετρία της στεγανής υποδιαίρεσης του πλοίου με εγκάρσιες και διαμήκεις φρακτές (μέσω του συντελεστή r).

Ο συντελεστής v εξαρτάται από την κάθετη στεγανή υποδιαίρεση του πλοίου με κατασρώματα και από το βύθισμα στην αρχική άθικτη κατάσταση φόρτωσης.

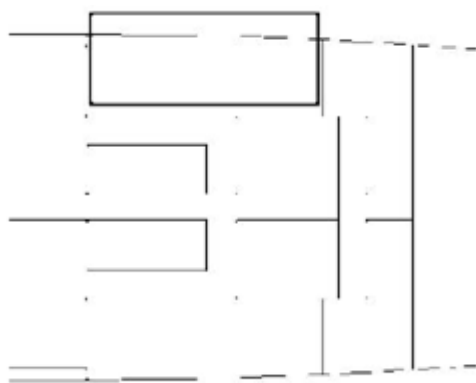
Ο συντελεστής s εξαρτάται από την ευστάθεια του πλοίου μετά από βλάβη για τη συγκεκριμένη κατάσταση φόρτωσης. Εκφράζει την πιθανότητα να επιβιώσει το πλοίο, δηλαδή να μην ανατραπεί και να μη βυθιστεί μετά από βλάβη. Για $s=0$ το πλοίο χάνεται, ενώ για $s=1$ το πλοίο έχει 100% πιθανότητα να επιβιώσει. Για ενδιάμεσες τιμές του συντελεστή, υπάρχει s πιθανότητα να επιβιώσει το πλοίο.

Ο Επιτευχθείς Δείκτης Υποδιαίρεσης A συγκρίνεται με τον Απαιτούμενο Δείκτη Υποδιαίρεσης R (Required Subdivision Index), όπου για τα επιβατηγά πλοία

$$R = 1 - \frac{5000}{L_s + 2.5 \cdot N_p + 15225}. \text{ Πρέπει να ισχύει } A > R.$$

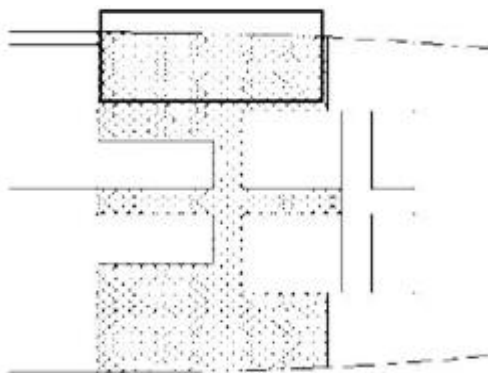
Για τον υπολογισμό των p , v , r και b μόνο η ζημία πρέπει να εξεταστεί, για τον υπολογισμό του s εκτιμάται ο πλημμυρισμένος χώρος. Τα Σχ. 2.3-8, 2.3-9 επεξηγούν τη διαφορά.

Η ζημία παρουσιάζεται ως τετράγωνο:



Σχ. 2.3-8. Βλάβη του πλοίου

Ο πλημμυρισμένος χώρος παρουσιάζεται κατωτέρω:



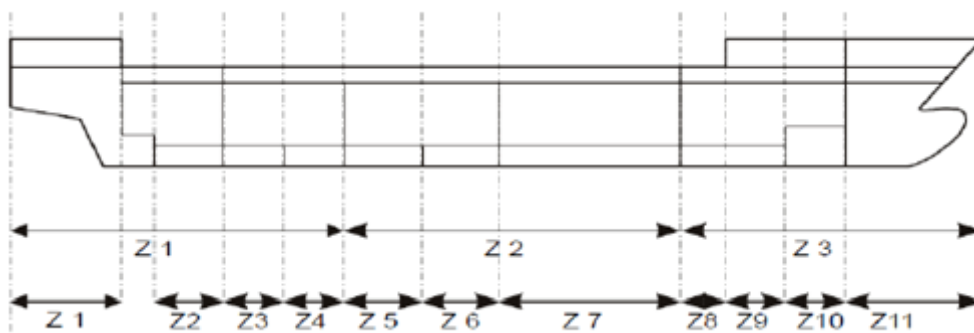
Σχ. 2.3-9. Πλημμυρισμένος χώρος λόγω βλάβης του πλοίου

2.3.2.4.1. ΕΓΚΑΡΣΙΕΣ ΣΤΕΓΑΝΕΣ ΦΡΑΚΤΕΣ

Το πρώτο βήμα για τον υπολογισμό του δείκτη A είναι ο χωρισμός του μήκους υποδιαίρεσης του πλοίου σε έναν αριθμό ζωνών «damage zones», που συνήθως οριοθετούνται από τη θέση των εγκάρσιων στεγανών φρακτών. Για κάθε ζώνη υπολογίζεται διαφορετική τιμή του συντελεστή p .

Είναι δυνατός ο ορισμός λιγότερων ή και περισσότερων ζωνών, σύμφωνα με το Σχ. 2.3-10. Όμως, σε κάθε περίπτωση σκοπός είναι ο υπολογισμός του βέλτιστου, ώστε ο επιτευχθείς δείκτης A να είναι μεγαλύτερος από τον απαιτούμενο R (Required) που προκύπτει από τους κανονισμούς.

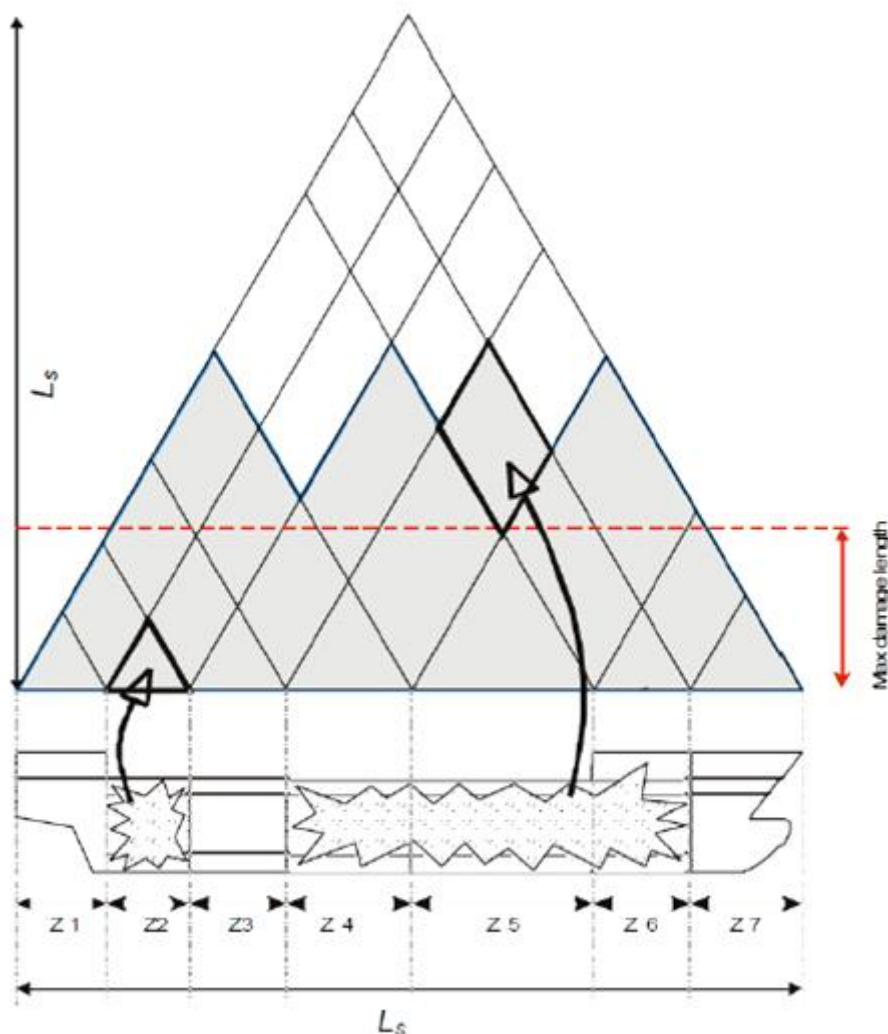
Στην περίπτωση λοιπόν που οριστεί μικρός αριθμός ζωνών αυξάνεται η πιθανότητα ο συντελεστής s που υπολογίζεται σε μία ζώνη να είναι μηδέν, δηλαδή το πλοίο δεν επιβιώνει σε περίπτωση κατάκλυσης αυτής της ζώνης. Στη δεύτερη περίπτωση, που τα όρια των ζωνών συμπίπτουν με τις θέσεις των εγκάρσιων στεγανών φρακτών αναμένονται περισσότερες περιπτώσεις όπου ο συντελεστής επιβίωσης s θα έχει μεγαλύτερη συνεισφορά ($0 < s \leq 1$). Στην τρίτη περίπτωση, όπου έχουν οριστεί περισσότερες ζώνες σε μικρότερες αποστάσεις, αυξάνονται οι πιθανότητες ο συντελεστής επιβίωσης s να έχει μεγαλύτερη τιμή σε σχέση με τη δεύτερη περίπτωση, με αντίστοιχη αύξηση του δείκτη A .



Σχ. 2.3-10. Θεώρηση υδατοστεγών ζωνών

Ο αριθμός όμως των ζωνών που ορίζονται, πρακτικά περιορίζεται από το μέγιστο μήκος βλάβης, γιατί στην περίπτωση αυτή μηδενίζεται ο παράγοντας p , οπότε δεν υπάρχει συνεισφορά στο συντελεστή A . Αυτό μπορεί να συμβεί όταν εξετάζεται περίπτωση κατάκλυσης τριών ή περισσότερων παρακείμενων ζωνών, στις οποίες το συνολικό μήκος της συνδυασμένης βλάβης μείον το μήκος της πρώτης (π.χ. 1^{ης}) και της τελευταίας ζώνης (3^{ης}) προκύπτει μεγαλύτερο από το μέγιστο μήκος βλάβης που ορίζεται από τον κανονισμό.

Στο Σχ. 2.3-11, τρίγωνα παριστάνουν την πιθανότητα p κατάκλυσης μονής ζώνης, ενώ τα παραλληλόγραμμα παριστάνουν την πιθανότητα κατάκλυσης συνδυασμού παρακείμενων ζωνών.



Σχ. 2.3-11. Τρίγωνα πιθανοτήτων κατάκλυσης

Καθώς το p αφορά την υδατοστεγή ρύθμιση από τα διαμήκη όρια των ζωνών ζημίας και η εγκάρσια απόσταση από την πλευρά του πλοίου σε οποιοδήποτε διάμηκες όριο μέσα στη ζώνη, οι ακόλουθοι δείκτες εισάγονται (Σχ. 2.3-12) :

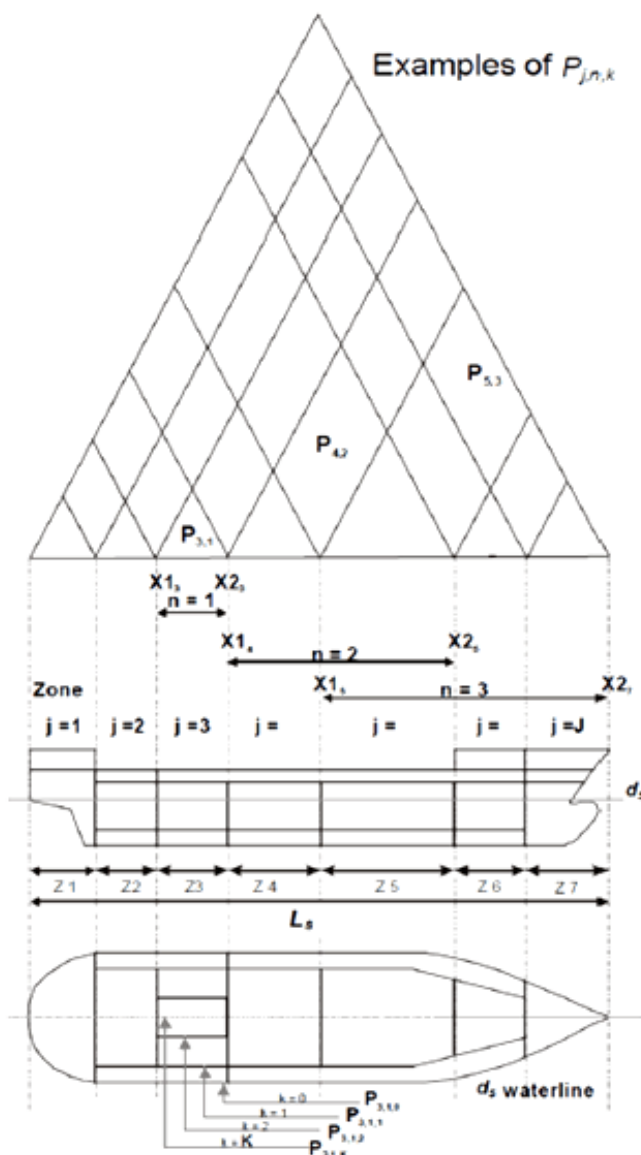
j : ο αριθμός ζώνης ζημίας, αρχίζοντας με No.1 στην πρύμνη.

n : ο αριθμός παρακείμενων ζωνών ζημίας που εξετάζονται, όπου το j είναι η πρυμναία ζώνη.

k : ο αριθμός μιας διαμήκουσ φρακτής ως εμπόδιο στην εγκάρσια διείσδυση σε μία ζώνη ζημίας μετρημένος από το κοχύλι προς τον κεντρικό άξονα. Η γάστρα έχει No.0.

K : ο συνολικός αριθμός εγκάρσιων ορίων.

$P_{j, n, k}$: το p για μια ζημία μέσα ζώνη j και για $(n-1)$ επόμενες ζώνες πρόωραθεν του j με διείσδυση μέχρι το διάμηκες όριο k .

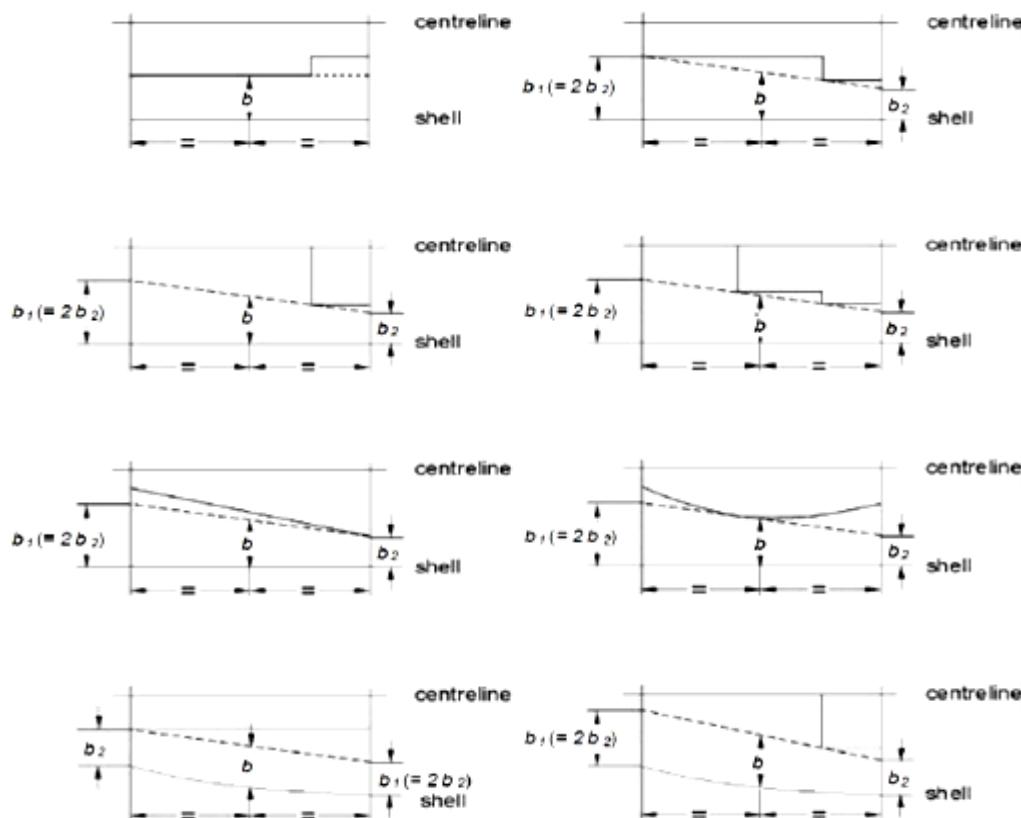


Σχ. 2.3-12. Επεξήγηση δεικτών2.3.2.4.2. ΥΠΟΔΙΑΙΡΕΣΗ ΜΕ ΔΙΑΜΗΚΕΙΣ ΣΤΕΓΑΝΕΣ ΦΡΑΚΤΕΣ

Μία βλάβη μπορεί να εκτείνεται κατά τη διεύθυνση του πλάτους του πλοίου από το εξωτερικό κέλυφος μέχρι τη centerline. Σε περίπτωση ύπαρξης διαμήκους φρακτής υπολογίζουμε το συντελεστή r , ο οποίος εκφράζει την πιθανότητα κατάκλυσης μόνο των εξωτερικών διαμερισμάτων (wing compartments), ή ισοδύναμα εκφράζει την πιθανότητα μη κατάκλυσης των εσωτερικών διαμερισμάτων (in board rooms). Ο συντελεστής r εξαρτάται από την απόσταση b της διαμήκους φρακτής από το εξωτερικό κέλυφος. Η απόσταση αυτή μετριέται στο μέγιστο βύθισμα υπολογισμού (ds) ως οριζόντια εγκάρσια απόσταση. Ο συντελεστής r παίρνει την τιμή 1, όταν η βλάβη εκτείνεται μέχρι τη centerline ($b=B/2$), όπου B το μέγιστο πλάτος του πλοίου στο μέγιστο βύθισμα υπολογισμού (ds).

Όπου η πραγματική υδατοστεγής φρακτή δεν είναι επίπεδη παράλληλη στο εξωτερικό κέλυφος, το b πρέπει να καθοριστεί με τη βοήθεια μιας υποτιθέμενης γραμμής, που διαιρεί τη ζώνη έως το εξωτερικό κέλυφος σε μία σχέση b_1/b_2 με $\frac{1}{2}=b_1/b_2=2$.

Παραδείγματα τέτοιων υποτιθέμενων γραμμών παρουσιάζονται στο Σχ. 2.3-13. Κάθε σκίτσο αντιπροσωπεύει μία ενιαία ζώνη ζημίας στο επίπεδο της ισάλου γραμμής ds και η διαμήκης φρακτή αντιπροσωπεύει την πιο εξωτερική φρακτή κάτω από τα $ds+12,5m$.



Σχ. 2.3-13. Παράδειγμα υποδιαίρεσης διαμηκών φρακτών

2.3.2.4.3. ΚΑΘΕΤΗ ΣΤΕΓΑΝΗ ΥΠΟΔΙΑΙΡΕΣΗ ΤΟΥ ΠΛΟΙΟΥ ΜΕ ΚΑΤΑΣΤΡΩΜΑΤΑ

Στους νέους κανονισμούς έχει συμπεριληφθεί ο συντελεστής v_i , ώστε να λαμβάνεται υπ' όψιν και η κάθετη στεγανή υποδιαίρεση του πλοίου με καταστρώματα.

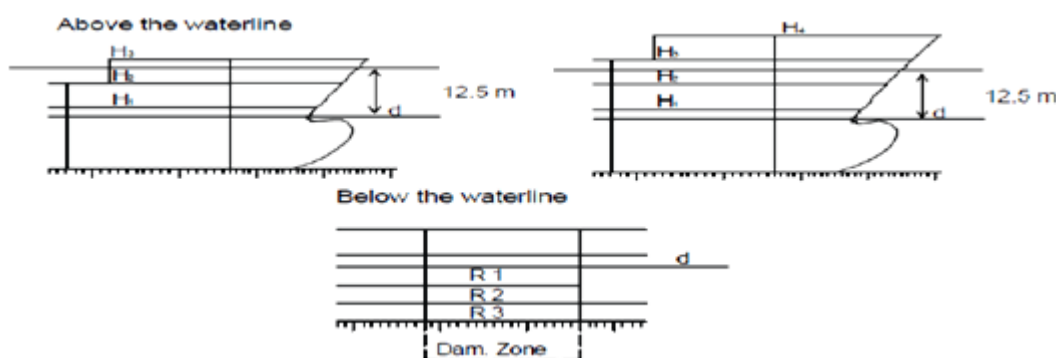
Το ενδεχόμενο να μην κατακλυστεί ο χώρος πάνω από την κάθετη υποδιαίρεση εκφράζεται με την πιθανότητα v και αν $s > 0$, προκύπτει θετική συνεισφορά στο δείκτη υποδιαίρεση A , που σημαίνει ότι υπολογίζεται η προσαυξημένη ασφάλεια του πλοίου έναντι κατάκλυσης.

Να σημειωθεί ότι στον κανονισμό λαμβάνονται ως όρια για τον καθορισμό του συντελεστή v μόνο όσα καταστρώματα βρίσκονται πάνω από την ίσαλο. Ωστόσο, τα καταστρώματα που βρίσκονται κάτω από την ίσαλο λαμβάνονται υπ' όψιν στον καθορισμό των πιθανών σεναρίων κατάκλυσης, από τα οποία προκύπτει το χειρότερο s , δηλαδή η μικρότερη τιμή για την πιθανότητα επιβίωσης του πλοίου.

Το Σχ. 2.3-14 επεξηγεί τη σύνδεση μεταξύ της θέσης των υδατοστεγών καταστρωμάτων στην περιοχική εφεδρικής πλευστότητας και της χρήσης του παράγοντα n για τις ζημιές κάτω από αυτά τα καταστρώματα.

Σε αυτό το παράδειγμα υπάρχουν 3 κάθετες υποδιαιρέσεις που λαμβάνονται υπ' όψιν ως κάθετη έκταση της ζημίας. Το παράδειγμα δείχνει ότι η μέγιστη δυνατή κάθετη έκταση της ζημίας $d+12.5\text{m}$ τοποθετείται μεταξύ H_2 και H_3 . H_1 με παράγοντα v_1 , H_2 με παράγοντα $v_2 > v_1$, αλλά $v_2 < 1$ και H_3 με παράγοντα $v_3 = 1$. Οι παράγοντες v_1 και v_2 είναι οι ίδιοι με ανωτέρω. Η εφεδρική πλευστικότητα επάνω από H_3 πρέπει να ληφθεί ως άθικτη σε όλα τα σενάρια ζημίας.

Ο συνδυασμός ζημιών στα δωμάτια R1, R2 και R3 τοποθετημένος κάτω από την αρχική ίσαλο γραμμή πρέπει να επιλεγεί έτσι ώστε η ζημία με το χαμηλότερο s να λαμβάνεται υπ' όψιν. Αυτό οδηγεί συχνά στον καθορισμό εναλλακτικών ζημιών, που υπολογίζονται και που συγκρίνονται. Εάν το κατάστρωμα που λαμβάνεται ως χαμηλότερο όριο της ζημίας δεν είναι υδατοστεγές, πρέπει να θεωρηθεί προοδευτική κατάκλυση.



Σχ. 2.3-14. Παράδειγμα κάθετης υποδιάρθρωσης με καταστώματα

2.4. ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΠΙΘΑΝΟΘΕΩΡΗΤΙΚΩΝ ΜΕΘΟΔΩΝ

Η εισαγωγή των νέων απαιτήσεων έχει σημαντικές επιπτώσεις στη σχεδίαση και τα επιχειρησιακά χαρακτηριστικά των επιμέρους τύπων πλοίων και ειδικότερα των Ε/Γ και Ε/Γ-Ο/Γ, για τα οποία οι απαιτήσεις ευστάθειας, τόσο σε άθικτη κατάσταση, όσο και μετά από βλάβη, είναι ιδιαίτερα αυξημένες.

Μία σημαντική διαφορά των νέων κανονισμών είναι ότι η προβλεπόμενη μέγιστη εγκάρσια έκταση βλάβης φτάνει μέχρι το μέσο του πλοίου ($B/2$), σε αντίθεση με τη SOLAS, η οποία προέβλεπε μέγιστη εισχώρηση μέχρι τα $B/5$, επιτρέποντας την κατασκευή πλοίων με Lower Hold εσωτερικά των $B/5$ για την μερική εκμετάλλευση των χώρων του πλοίου κάτω από το κατάστρωμα στεγανών φρακτών, δίνοντας μία αξιόλογη αύξηση της μεταφορικής τους ικανότητας σε I.X. αυτοκίνητα.

Οι κανονισμοί ευστάθειας πλοίων κατόπιν βλάβης, όπως αναφέρθηκε αναλυτικά, εντάσσονται σε δύο βασικούς τύπους. Οι δύο προσεγγίσεις παρουσιάζουν αρκετές διαφορές μεταξύ τους, τόσο στο θεωρητικό υπόβαθρο, όσο και στη διαδικασία εφαρμογής, μερικές από τις οποίες συνοψίζονται στη συνέχεια.

Η πιθανοθεωρητική μέθοδος θεωρείται γενικά ότι χαρακτηρίζεται από μία πιο «επιστημονική» προσέγγιση και ότι αποτιμά την πιθανότητα επιβίωσης του πλοίου μετά τη βλάβη με πιο ορθολογικό τρόπο σε σχέση με την προηγούμενη μέθοδο (που σε αντιδιαστολή καλείται και ντετερμινιστική), η οποία θεωρείται ότι έχει αναπτυχθεί πάνω σε μία ημιεμπειρική βάση.

Με το ντετερμινιστικό πλαίσιο κανονισμών εξασφαλίζεται ότι και στη δυσμενέστερη περίπτωση βλάβης το πλοίο θα έχει τη δυνατότητα να επιβιώσει. Αυτό, όμως, αφορά μόνο περιπτώσεις βλάβης μέσα στα προβλεπόμενα όρια, ενώ η συμπεριφορά του πλοίου σε μεγαλύτερης έκτασης βλάβες δεν αποτελεί αντικείμενο διερεύνησης (τουλάχιστον σε ότι αφορά τον έλεγχο ικανοποίησης των απαιτήσεων του κανονισμού). Χαρακτηριστικά αναφέρεται ότι με βάση τις απαιτήσεις της SOLAS το μέγιστο μήκος βλάβης που πρέπει να αντέχει το πλοίο ανέρχεται σε $0.03L + 3m$, αλλά όχι μεγαλύτερο των 11m (δηλαδή για παράδειγμα μόλις 9m μήκος βλάβης για πλοίο μήκους 200m), ενώ η εγκάρσια εισχώρηση ανέρχεται στο $1/5$ του πλάτους του πλοίου. Με τους νέους κανονισμούς διερευνάται η συμπεριφορά του πλοίου και σε βλάβες σημαντικά μεγαλύτερης έκτασης.

Σύμφωνα με τη ντετερμινιστική μέθοδο, η συμμόρφωση του πλοίου με τους κανονισμούς ανάγεται τελικά στον έλεγχο της ικανοποίησης των απαιτήσεων ευστάθειας για το δυσμενέστερο συνδυασμό αρχικής κατάστασης πλεύσης και περίπτωσης βλάβης. Αν για το συνδυασμό αυτό ικανοποιούνται τα κριτήρια ευστάθειας, τότε το πλοίο θεωρείται ότι συμμορφώνεται με τις απαιτήσεις του κανονισμού. Αντίθετα, σύμφωνα με την πιθανοθεωρητική προσέγγιση είναι δυνατόν να υπάρχουν συνδυασμοί αρχικής κατάστασης και περίπτωσης βλάβης, με πιθανότητα επιβίωσης μικρότερης της μονάδας, ακόμη και μηδενική και παρ' όλα αυτά το πλοίο να ικανοποιεί τις απαιτήσεις του κανονισμού, επειδή η αθροιζόμενη πιθανότητα επιβίωσης των υπολοίπων περιπτώσεων βλάβης έχει σαν αποτέλεσμα ένα δείκτη A , που ικανοποιεί τον κανονισμό. Κάθε μία από αυτές τις δύο προσεγγίσεις έχει τα θετικά και τα αρνητικά της σημεία.

Στην πρώτη περίπτωση, αν εξασφαλιστεί η ικανοποίηση των κριτηρίων ευστάθειας στη χειρότερη κατάσταση βλάβης, ο μελετητής δεν έχει κίνητρο (τουλάχιστον όσον αφορά τον κανονισμό, τον οποίο το πλοίο έχει ήδη ικανοποιήσει), για να διερευνήσει τυχόν διαφορετικές παραλλαγές στεγανής υποδιαίρεσης σε άλλες περιοχές του πλοίου, που θα οδηγούσαν ενδεχομένως σε αυξημένα επίπεδα ασφαλείας. Αντίθετα, με το πιθανοθεωρητικό μοντέλο, ο μελετητής είναι υποχρεωμένος να επικεντρώσει την προσοχή του στην «βελτιστοποίηση» της στεγανής υποδιαίρεσης σε όλη την έκταση του πλοίου, προσπαθώντας να μεγιστοποιήσει τη συνεισφορά στο δείκτη A από κάθε δυνατή περιοχή. Από την άποψη αυτή, η πιθανοθεωρητική προσέγγιση φαίνεται και αρχική να υπερέχει, οδηγώντας σε πλοία με συνολικά αναβαθμισμένο επίπεδο ασφαλείας, σε αντίθεση με το ντετερμινιστικό μοντέλο, όπου η προσοχή του μελετητή κατευθύνεται κυρίως σε συγκεκριμένες περιοχές του πλοίου.

Στο σημείο αυτό, βεβαίως, έχει βάση και η αντίθετη άποψη. Με το παλαιό πλαίσιο κανονισμών εξασφαλίζεται ότι και στη δυσμενέστερη περίπτωση βλάβης (από τις προβλεπόμενες) το πλοίο θα έχει τη δυνατότητα να επιβιώσει. Με την πιθανοθεωρητική προσέγγιση, όμως, επικεντρώνοντας την προσοχή στην επίτευξη του απαιτούμενου δείκτη Α, είναι δυνατόν να προκύψουν μεμονωμένες περιπτώσεις βλάβης, με μειωμένη επιβιωσιμότητα, είτε από αμέλεια, είτε γιατί η στεγανή υποδιαίρεση διαμορφώνεται τοπικά με τρόπο που μπορούν να εξυπηρετηθούν άλλες λειτουργικές απαιτήσεις του πλοίου.

Από πρακτική άποψη, με βάση τους νεοτερμινιστικούς κανονισμούς, ο προβλεπόμενος αριθμός περιπτώσεων βλάβης, ακόμη και για μεγάλα Ε/Γ-Ο/Γ πλοία είναι σχετικά μικρός και σε συνδυασμό με την υπάρχουσα εμπειρία εφαρμογής του κανονισμού στη μελέτη πλοίων επιτρέπει στο μελετητή να έχει άμεση εποπτεία και έλεγχο της σχεδίασης. Αντίθετα, οι νέοι πιθανοθεωρητικοί κανονισμοί, ακόμη και για μεσαίου μεγέθους πλοία, απαιτούν τη διερεύνηση πολλών εκατοντάδων περιπτώσεων βλάβης, γεγονός που καθιστά την εφαρμογή τους ιδιαίτερα επίπονη, ενώ η δυνατότητα του μελετητή να αποκτήσει άμεση εποπτεία της συμπεριφοράς του πλοίου στις διάφορες καταστάσεις βλάβης μειώνεται σημαντικά.

2.5. ΔΡΑΣΗ ΓΙΑ ΝΕΟΥΣ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΥΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ

Μελετώντας κανείς τους κανονισμούς ασφαλείας σε βάθος χρόνου παρατηρεί πως εξελίσσονται. Στην ουσία σκοπός πάντα ήταν να λειτουργήσουν ως μέτρο πρόληψης για κάποιο πιθανό επόμενο ατύχημα, αλλά κάποιο ατύχημα ήταν πάντα και η αφορμή εξέλιξής τους.

Στις μέρες μας που η επιστημονική προσέγγιση στο θέμα των κανονισμών ασφαλείας παρουσιάζει μια άνευ προηγουμένου ωριμότητα και οι απαιτήσεις της κοινωνίας για ολοένα πιο ασφαλείς θαλάσσιες μεταφορές είναι έντονες, το επόμενο βήμα θα ήταν για πρώτη φορά να προχωρήσει η παγκόσμια ναυτιλιακή κοινότητα σε θέσπιση κανονισμών πρόληψης, ώστε με τη γνώση πλέον να αποφευχθούν λάθη και μελλοντικά ατυχήματα. Αναμφισβήτητα στις μέρες μας έχει επιτευχθεί ένα πολύ υψηλό επίπεδο ασφαλείας από το υπάρχον θεσμικό πλαίσιο όμως η εξέλιξη των κανονισμών είναι διαρκής και δεν υπάρχει χώρος για εφησυχασμό. Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή υποστηρίζει σθεναρά την επανεξέταση των κανόνων ασφαλείας σε επίπεδο Διεθνούς Ναυτιλιακού Οργανισμού (ΙΜΟ) , ώστε να εξασφαλισθούν για τους ευρωπαίους πολίτες τα

μέγιστα πρότυπα ασφαλείας ανεξάρτητα από το σημείο στο οποίο θα επιβιβάζονται σε ένα επιβατηγό πλοίο.

Μετά το ατύχημα του Costa Concordia ο IMO ανακοίνωσε την εξέταση των ζητημάτων που αφορούν στην ασφάλεια των επιβατηγών πλοίων στη συνεδρίαση της Επιτροπής για τη Θαλάσσια Ασφάλεια (Maritime Safety Committee - MSC). Θέματα σχεδιασμού και λειτουργίας των πλοίων εξετάζονται ήδη από το 2010 από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή, έτσι ώστε το νέο πλαίσιο να λαμβάνει υπόψιν όλες τις τελευταίες εξελίξεις.

Όσον αφορά στην προσπάθεια που γίνεται στην Ελλάδα, αισιόδοξη προοπτική ανοίγει η δημοσίευση νόμου (4033 ΦΕΚ Α264 22/11/2011) που ορίζει την δημιουργία «Επιτροπής Διερεύνησης Ναυτικών Ατυχημάτων».

Έτσι έρχεται επιτέλους να καλυφθεί ένα κενό, ανεπίτρεπτο για ένα κράτος που διαθέτει μια από τις μεγαλύτερες ναυτιλίες του κόσμου. Είναι αναγκαίο τα πορίσματα να μπορούν να αξιολογούνται και να χρησιμεύουν ως οδηγός για την βελτίωση της ασφαλείας των πλοίων σε όλους τους εμπλεκόμενους τομείς. Η διερεύνηση της πρωτογενούς αιτίας ενός ναυτικού ατυχήματος είναι σημαντική και μπορεί να αποβεί καταλυτική, έτσι ώστε να αποφευχθούν παρόμοια συμβάντα στο μέλλον.

Πέρα από αυτό και η επιστημονική κοινότητα της χώρας συμμετέχει ενεργά στην προσπάθεια της ΕΕ για αναθεώρηση των κανονισμών ασφαλείας. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον έχουν τα ερευνητικά έργα της ΕΕ, στα οποία συμμετέχει το Εργαστήριο Μελέτης Πλοίου του ΕΜΠ για τη λήψη των απαραίτητων αποφάσεων αναμόρφωσης των ισχυουσών διατάξεων για την επίτευξη υψηλού επιπέδου βιωσιμότητας Ε/Γ πλοίων μετά από βλάβη.

Το πρώτο ερευνητικό έργο ονομάζεται GOALDS (Goal based Damage Stability) και είχε διάρκεια από το 2009 έως το 2012. Οι στόχοι του προγράμματος ήταν οι εξής:

- Ανάπτυξη μιας βελτιωμένης διατύπωσης για τον υπολογισμό του δείκτη επιβιωσιμότητας «s» που θα λαμβάνει υπ' όψιν βασικές σχεδιαστικές παραμέτρους καθώς και τη χρονική εξέλιξη της διαδικασίας κατάκλυσης
- Ανάπτυξη μιας νέας μεθοδολογίας αξιολόγησης της ευστάθειας πλοίων μετά από βλάβη που θα περιλαμβάνει τόσο πλευρικές βλάβες λόγω σύγκρουσης με άλλο πλοίο όσο και βλάβες στον πυθμένα λόγω προσάραξης
- Επαλήθευση της νέας μεθοδολογίας μέσω πειραμάτων και αριθμητικών υπολογισμών
- Διατύπωση νέων απαιτήσεων ευστάθειας μετά από βλάβη με εφαρμογή μεθόδων ανάλυσης κινδύνου επικινδυνότητας (risk based)
- Διερεύνηση των επιπτώσεων της νέας μεθοδολογίας αξιολόγησης πλοίων μετά από βλάβη με την εκπόνηση μιας σειράς νέων σχεδιάσεων πλοίων

- ο Υποβολή σχετικής πρότασης αναθεώρησης των κανονισμών στον IMO

Ένα άλλο ερευνητικό έργο, το FLOODSTAND, διαρκείας 2009-2012, αποσκοπούσε στα εξής:

- ο Ανάπτυξη κατευθυντήριων οδηγιών για τη χρήση των εργαλείων προσομοίωσης της κατάκλυσης προκειμένου να αυξηθεί η αξιοπιστία των αποτελεσμάτων τους
- ο Εκτέλεση πειραματικών και αναλυτικών υπολογιστικών μελετών σχετικά με τη διαρροή και την κατάρρευση των μη υδατοστεγών κατασκευών προκειμένου να παρθούν νέα δεδομένα
- ο Εκτέλεση ικανού αριθμού πρωτοποριακών δοκιμών με πρότυπα και χρήση προηγμένων αριθμητικών μεθόδων για αξιολόγηση των απωλειών πίεσης στα διάφορα ανοίγματα και στους αγωγούς προκειμένου να παραχθούν νέα στοιχεία και η απαιτούμενη γνώση για την επίτευξη του κύριου στόχου
- ο Εκτέλεση ικανού αριθμού πρωτοποριακών δοκιμών με πρότυπα για την απόκτηση περαιτέρω κατανόησης των φαινομένων ροής του νερού κατάκλυσης γύρω και μέσα από χαρακτηριστικές διατάξεις καμπινών που βρίσκονται στα χαμηλότερα καταστρώματα καθώς επίσης και για την αξιοπιστία των αποτελεσμάτων των προγραμμάτων προσομοίωσης κατάκλυσης προκειμένου να επιτευχθεί ο κύριος στόχος του προγράμματος
- ο Αξιολόγηση των αποτελεσμάτων των δυναμικών κινήσεων ενός μεγάλου επιβατηγού πλοίου σε κατάσταση βλάβης υπό την επίδραση θαλάσσιων κυματισμών προκειμένου να αποκτηθεί μια περαιτέρω κατανόηση της ακρίβειας των εργαλείων προσομοίωσης της κατάκλυσης σε μεταβολές των δεδομένων εισόδου (συντελεστές εκροής, κρίσιμα ύψη πίεσης και άλλα)
- ο Ανάλυση των δεδομένων που λαμβάνονται από τα συστήματα ελέγχου του επιπέδου κατάκλυσης και τις δυνατότητες χρήσης τους από τα προγράμματα προσομοίωσης. Θα μελετηθεί επίσης η επίδραση των διορθωτικών ενεργειών που μπορεί να ενσωματωθεί στα υπολογιστικά εργαλεία έτσι ώστε να προωθηθεί η ανάπτυξη εργαλείων υποστήριξης αποφάσεων επί του πλοίου για την επίτευξη των ανωτέρω στόχων
- ο Ανάπτυξη νέων σχεδίων στο πλαίσιο των υπαρχόντων κανονισμών βάσει των κατευθυντήριων οδηγιών και των αποτελεσμάτων των πειραματικών και υπολογιστικών μελετών.

Τέλος το 2010 αναπτύχθηκε το ερευνητικό έργο EMSA, το οποίο είχε ως στόχο την ανάπτυξη και παροχή των απαραίτητων τεχνικών στοιχείων για τη σύνταξη προτάσεων και οδηγιών από την επιτροπή ασφαλείας της ναυσιπλοΐας της ΕΕ για την προσαρμογή των απαιτήσεων της συνθήκης της Στοκχόλμης (ενδεχόμενη εισροή νερού στο κατάστρωμα οχημάτων) στον κανονισμό της SOLAS 2009 για τη ευστάθεια κατόπιν βλάβης Ε/Γ – Ο/Γ πλοίων. Συνοψίζοντας για την παρούσα κατάσταση, παρατηρείται πως κερδίζει ολοένα

έδαφος η άποψη ότι τα διεθνή σώματα που δημιουργήθηκαν για να επιβάλλουν βιομηχανικά πρότυπα και κανονισμούς ασφάλειας –όπως ο IMO και ο ILO- δεν πέτυχαν αρκετά στο να ικανοποιήσουν αυτούς τους στόχους. Αυτό δεν πρέπει να μας εκπλήσσει καθόσον οι κανονισμοί δεν μπορούν να θέσουν τη βάση ποιότητας χωρίς υδατοστεγή επιβολή τη στιγμή που είναι δυνατόν να αποκτώνται οικονομικά πλεονεκτήματα από τη μη-συμμόρφωση. Η αποτελεσματική επιβολή δεν επιτεύχθηκε για δεκαετίες εξαιτίας των αντικρουόμενων συμφερόντων των κρατών μελών. Παρόλο ότι τα μέτρα διασφάλισαν σε μεγάλο βαθμό μια περαιτέρω πτώση της ποιότητας του στόλου, η παρούσα κατάσταση ασφάλειας της ναυτιλιακής βιομηχανίας παραμένει προβληματική. Το κυριότερο πρόβλημα της υποβαθμισμένης ναυτιλίας δεν βρίσκεται στο ότι κάποια πλοία δεν συμμορφώνονται με τους κανονισμούς ασφάλειας, αλλά περισσότερο εντοπίζεται στη διαθεσιμότητα οικονομικών πλεονεκτημάτων που αποκτώνται από τη μη-συμμόρφωση. Οι κανόνες του IMO και του ILO δεν κατευθύνονται προς αυτές τις οικονομικές ρίζες του προβλήματος, αλλά απλά κατευθύνονται στα αποτελέσματα που πηγάζουν από το περιβάλλον και τα συμπτώματά τους.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο : ΜΕΛΕΤΗ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ ΚΑΤΟΠΙΝ ΒΛΑΒΗΣ ΣΕ ΕΠΙΒΑΤΗΓΟ – ΟΧΗΜΑΤΑΓΩΓΟ ΠΛΟΙΟ

3.1. ΤΟ ΝΑΥΠΗΓΙΚΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ NARA

Σκοπός αυτής της διπλωματικής ήταν η σχεδίαση ενός επιβατηγού – οχηματαγωγού πλοίου και ο έλεγχος της ευστάθειας κατόπιν βλάβης. Οι ενέργειες αυτές πραγματοποιήθηκαν με τη βοήθεια ενός ναυπηγικού προγράμματος, το οποίο ήταν διαθέσιμο από το Εργαστήριο Μελέτης Πλοίου.

Στο σημείο αυτό γίνεται μια απόπειρα περιγραφής της δομής ορισμένων εκ των λειτουργιών του προγράμματος, που χρησιμοποιήθηκε για τη συγκεκριμένη διπλωματική. Κύριος στόχος είναι η διευκόλυνση του αναγνώστη ως προς την κατανόηση της ροής των διαδικασιών που επιτελέσθηκαν με τη βοήθεια του προγράμματος αυτού.

Το λογισμικό που χρησιμοποιήθηκε για την παρούσα έρευνα καλείται NAPA. Όπως υποδηλώνει το όνομά του, είναι ένα ναυπηγικό πακέτο, το οποίο σημαίνει ότι μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να δημιουργήσει ένα πλοίο, μαζί με όλα τα υποσυστήματα και τις δομές του.

Σε γενικές γραμμές το πρόγραμμα NAPA υποδιαιρείται σε υποσυστήματα (subsystems) και αντικείμενα (objects) . Τα κύρια υποσυστήματα εκτελούν τις λειτουργίες εκείνες, που δικαιολογούν τον εξ αρχής κύριο λόγο χρήσης του συστήματος, όπως για παράδειγμα τις λειτουργίες που σχετίζονται με το σχεδιασμό και τη μελέτη του πλοίου, δηλαδή τον ορισμό των γραμμών του πλοίου, τη διαμερισματοποίηση, τον ορισμό των χώρων φορτίου και δεξαμενών, τα υδροστατικά διαγράμματα, τις συνθήκες φόρτωσης, κ.α. . Τα αντικείμενα (objects) καλύπτουν τις εσωτερικές λειτουργίες του συστήματος, όπως τη διαχείριση δεδομένων, τα γραφικά, την πραγματοποίηση των υπολογισμών και την παρουσίαση αποτελεσμάτων.

Γενικότερα, το αντικείμενο του προγράμματος είναι η εξαγωγή αποτελεσμάτων σχετικά με τα χαρακτηριστικά ενός πλοίου, ή ενός τμήματός του, για το οποίο ο προγραμματιστής έχει εισάγει τα απαραίτητα στοιχεία (κύριες διαστάσεις, μορφή γάστρας, θέσεις φρακτών, κ.τ.λ.) .

Το NAPA μπορεί να υπολογίσει διάφορα στοιχεία του πλοίου, όπως είναι τα υδροστατικά, η υδροδυναμική, η αντοχή και η ευστάθεια κατόπιν βλάβης.

Τα βασικότερα υποσυστήματα που χρησιμοποιήθηκαν στα πλαίσια αυτής της διπλωματικής ήταν τα εξής:

- Reference System:
Εισαγωγή βασικών στοιχείων του πλοίου αναφοράς.
- Υποσύστημα Geometry:
 - α) Δημιουργία γραμμών του πλοίου αναφοράς στο υποσύστημα Definition – DEF και δημιουργία γάστρας HULL με βάση τις γραμμές.
 - β) Σχεδίαση της γάστρας στο υποσύστημα Drawing – DR.
 - γ) Δημιουργία διαμερισμάτων στο υποσύστημα Ship Model – SM.
- Υποσύστημα Hydrostatics:
Εμφάνιση υδροστατικών στοιχείων του πλοίου αναφοράς.
- Υποσύστημα Loading Conditions:
Ορισμός καταστάσεων φόρτωσης του πλοίου αναφοράς.

- ο Υποσύστημα Damage Stability:
Αξιολόγηση της ευστάθειας κατόπιν βλάβης του πλοίου αναφοράς. Η υποδιαίρεση και η πλευστότητα του πλοίου αναλύονται σε περιπτώσεις όπου ένα, ή περισσότερα τμήματα του πλοίου έχουν πλημμυρίσει.

Η τελευταία εφαρμογή του NAPA που παρουσιάστηκε θα χρησιμοποιηθεί στο έπακρο σε αυτή τη μελέτη μαζί, φυσικά, με την ικανότητά της να διαχειρίζεται πιθανοθεωρητικούς υπολογισμούς, με τη χρήση μακροεντολών. Οι μακροεντολές (macro) αναφέρονται σε πολυ – αλγόριθμους, που παρέχονται από το χρήστη, ώστε να δημιουργηθούν οι διαφορετικές διατάξεις και ρυθμίσεις που απαιτούνται, για να υπολογιστεί ο Επιτευχθείς Δείκτης Υποδιαίρεσης (Attained Subdivision Index) , που είναι και το βασικό ζητούμενο της έρευνας.

3.2. ΠΛΟΙΟ ΑΝΑΦΟΡΑΣ

Το βασικό σχέδιο που χρησιμοποιείται για τη μελέτη της ευστάθειας κατόπιν βλάβης είναι ένα τυπικό, μικρού μεγέθους πλοίο ROPAX, το οποίο θα αναφέρεται ως «ROPAX1» , με εγκάρσια υποδιαίρεση και χωρίς lower hold. Η σχεδιάσή του βασίστηκε σε ένα υπάρχον μικρό πλοίο ROPAX, που σήμερα βρίσκεται σε υπηρεσία μεταξύ του Πειραιά και των νησιών του Αιγαίου. Το «ROPAX1» είναι εξοπλισμένο με δύο καταστρώματα οχημάτων, το ένα για τη μεταφορά των φορτηγών (κατάστρωμα στεγανών φρακτών – bulkhead deck) και το άλλο για τα ιδιωτικά αυτοκίνητα. Ένα άλλο κατάστρωμα οχημάτων, το οποίο έχει τη δυνατότητα ανύψωσης είναι επίσης τοποθετημένο στο κύριο κατάστρωμα οχημάτων, με στόχο την αύξηση της μεταφορικής ικανότητας ιδιωτικών αυτοκινήτων. Το πλοίο είναι εξοπλισμένο με τέσσερις κινητήρες diesel. Κάθε ζεύγος των δύο κινητήρων είναι συζευγμένο με ένα κιβώτιο ταχυτήτων, συνδέεται με μία γραμμή άξονα και έλικα CP.

3.2.1. ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΒΑΣΙΚΟΥ ΠΛΟΙΟΥ «ROPAX1»

Για τη σχεδίαση του επιβατηγού – οχηματαγωγού πλοίου «ROPAX1» στο λογισμικό NAPA ακολουθήθηκε η παρακάτω διαδικασία.

3.2.1.1. ΚΥΡΙΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Αρχικά χρησιμοποιήθηκε το υποσύστημα Reference System – REF, όπου εισήχθησαν τα βασικά στοιχεία του πλοίου αναφοράς, τα οποία φαίνονται στον Πίνακα 3.2-1, που ακολουθεί.

Reference dimensions

TDWL 4.9	design draught
----------	----------------

AP	0	aft perpendicular	(HULL/TDWL ->-2.129)
FP	112	fore perpendicular	(HULL/TDWL ->117.368)
LREF	112	reference length	calculated FP-AP
XREF	56	reference point	((FP+AP)/2 ->56)
XMID	56	largest frame	
XMIN	-5.6471	aft end	(HULL ->-5.647)
XMAX	118.7801	fore end	(HULL ->118.78)
LOA	124.4272	length over all	calculated XMAX-XMIN
BREF	19	reference breadth	(HULL/TDWL ->19)
BMAX	19	maximum breadth	(HULL ->19)
HSD	4.919	subdivision draught	
HMAX	17.4189	total height	
SHEL	0.01	shell thickness	
KEEL	0.01	keel	
RHO	1.025	seawater density	
FRAMES 0, 0.6, 12,0.8, 138,0.6			

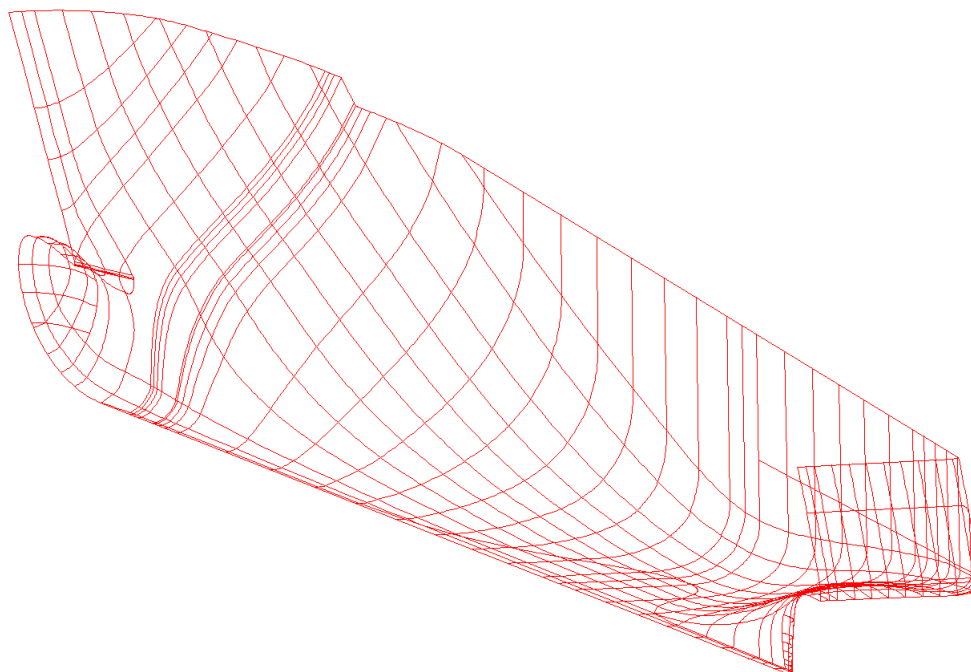
Πίνακας 3.2-1. Κύριες Διαστάσεις του πλοίου αναφοράς «ROPAX1»

3.2.1.2. ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΓΡΑΜΜΩΝ ΤΟΥ ΠΛΟΙΟΥ

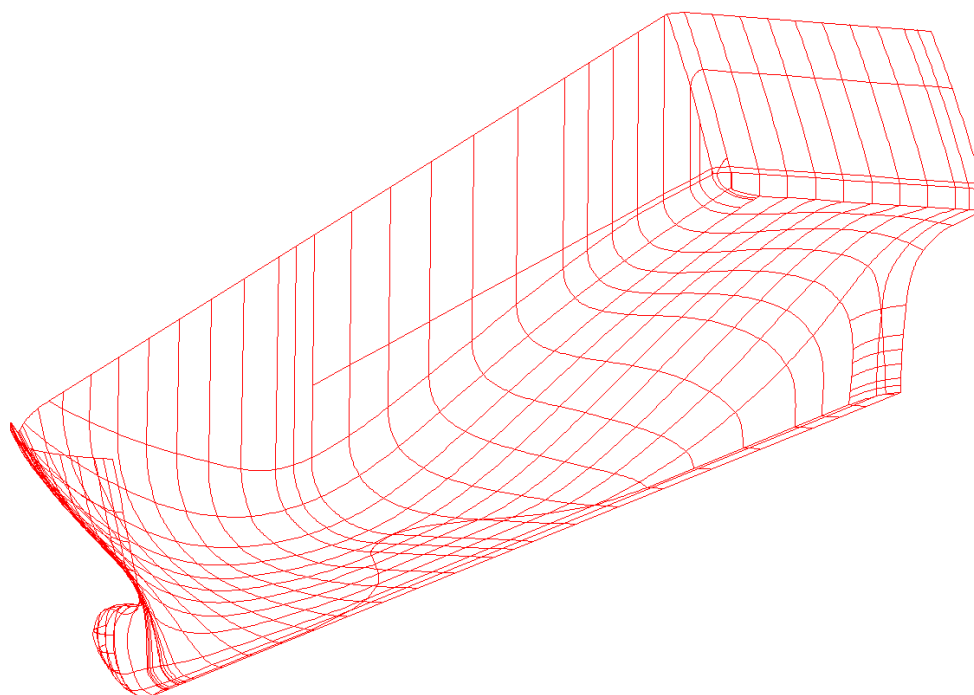
Στο σημείο αυτό πραγματοποιήθηκε η δημιουργία των γραμμών του Ε/Γ-Ο/Γ «ROPAX1», με τη βοήθεια του Geometry System – GM. Οι γραμμές του πλοίου ορίστηκαν στο υποσύστημα Definition – DEF.

Αρχικά σχεδιάστηκε το προφίλ του πλοίου και στη συνέχεια τα buttocks, το Flat Of Side (FOS) και το Upper Deck, με τη βοήθεια σημείων. Έπειτα, ορίστηκαν οι γραμμές FOB, Transom και τα Sections, με παρεμβολή των παραπάνω γραμμών που είχαν ήδη καθοριστεί με σημεία. Τέλος, ορίστηκαν οι Waterlines με τη βοήθεια όλων των παραπάνω γραμμών.

Στα σχήματα Σχ. 3.2-1, Σχ. 3.2-2, που ακολουθούν, παρουσιάζονται οι γραμμές του «ROPAX1», όπως δημιουργήθηκαν στο NAPA Graphics.



Σχ. 3.2-1. Γραμμές του πλοίου αναφοράς «ROFAX1» - Fore End View

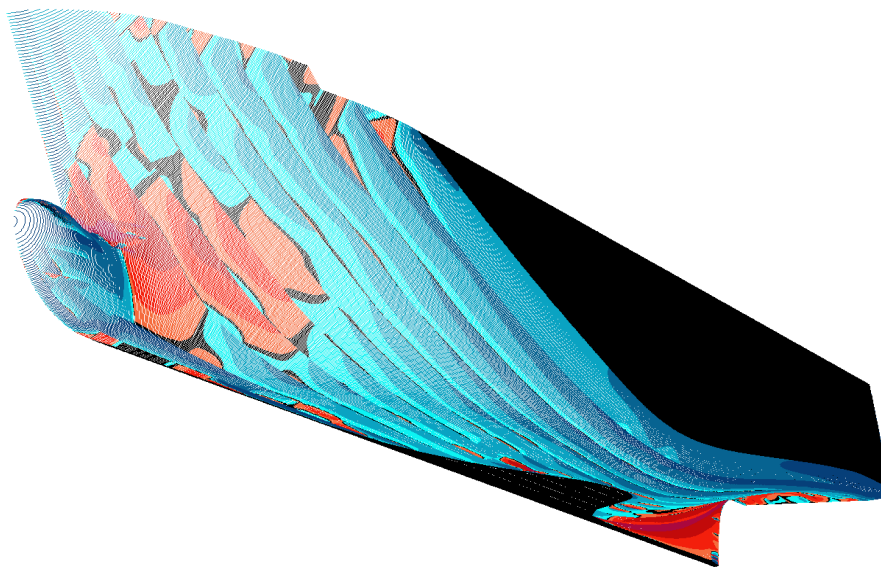


Σχ. 3.2-2. Γραμμές του πλοίου αναφοράς «ROFAX1» - Aft End View

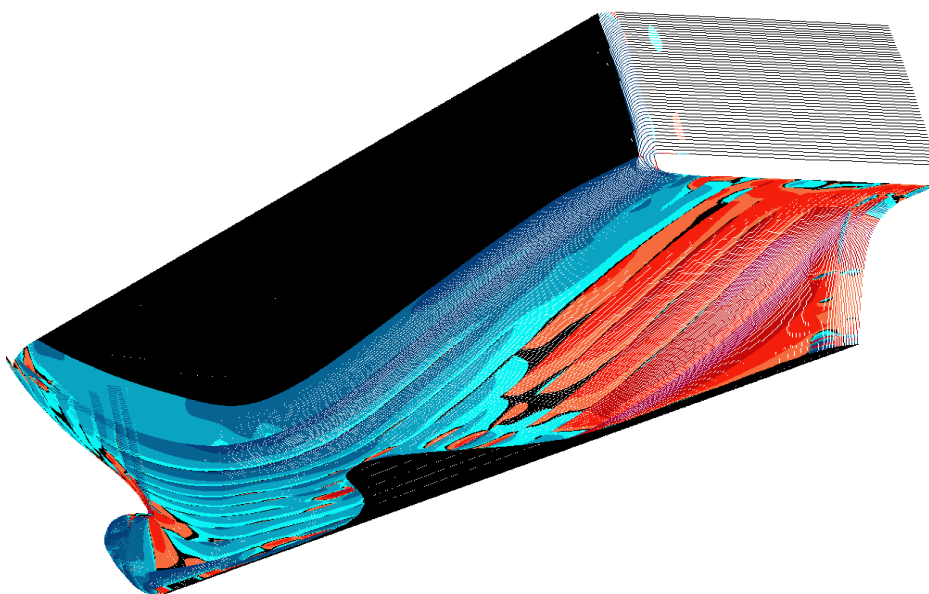
3.2.1.3. ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΓΑΣΤΡΑΣ ΤΟΥ ΠΛΟΙΟΥ

Με τη βοήθεια των βασικών γραμμών που σχεδιάστηκαν έγινε η εξαγωγή μίας ομαλής γάστρας (HULL) . Στα επόμενα σχήματα Σχ. 3.2-3, Σχ. 3.2-4, φαίνεται

αναλυτικά με κλίμακα χρωμάτων. Οι μαύρες περιοχές είναι οι ομαλότερες και αντιπροσωπεύουν τα επίπεδα (Flat Of Side – FOS και Flat Of Bottom – FOB) . Οι ομαλές περιοχές συνεχίζονται με γαλάζιο χρώμα, μπλε και γίνονται όλο και πιο ανώμαλες, όσο πιο έντονο χρώμα εμφανίζεται, φτάνοντας στο κόκκινο, όπου βρίσκονται και τα πιο δύσκολα σημεία του πλοίου (πλώρη και πρύμνη, κυρίως).

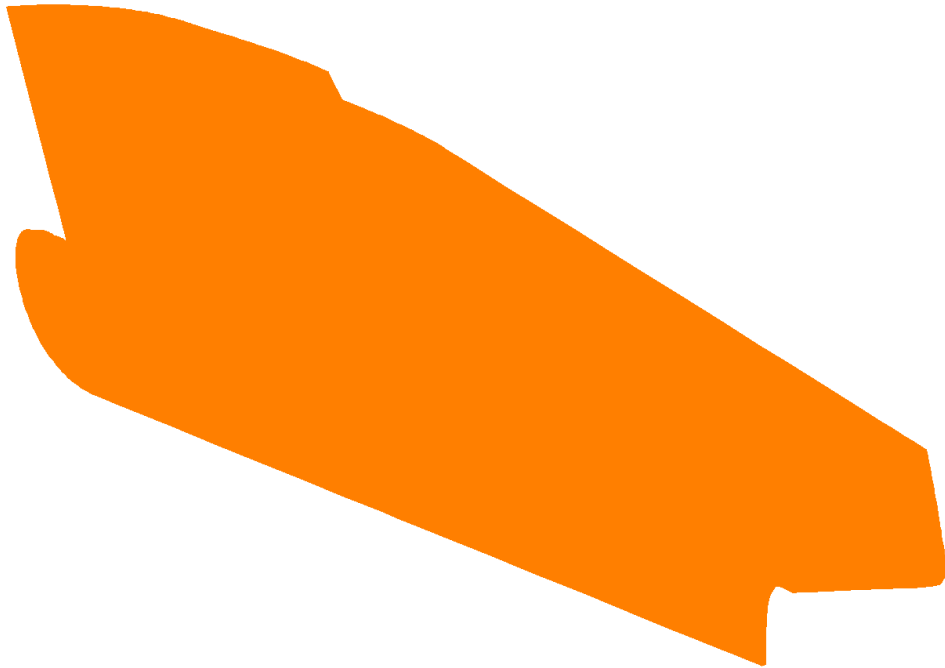


Σχ. 3.2-3. Εξομάλυνση γάστρας του πλοίου αναφοράς «ROPAX1» - Fore End View

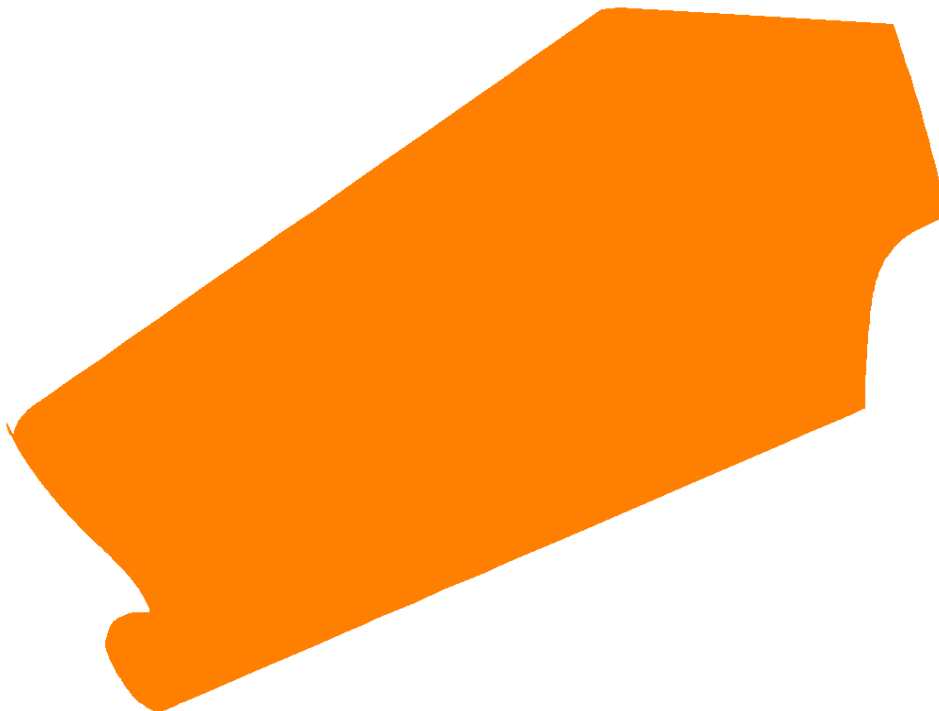


Σχ. 3.2-4. Εξομάλυνση γάστρας του πλοίου αναφοράς «ROPAX1» - Aft End View

Η γάστρα του πλοίου «ROPAX1» , που εξήχθη από το NAPA και χρησιμοποιήθηκε για τη μελέτη ευστάθειας κατόπιν βλάβης φαίνεται στα επόμενα σχήματα Σχ. 3.2-5, Σχ. 3.2-6.



Σχ. 3.2-5. Γάστρα του πλοίου αναφοράς «ROPAX1» - Fore End View



Σχ. 3.2-6. Γάστρα του πλοίου αναφοράς «ROPAX1» - Aft End View

3.2.1.4. ΥΔΡΟΣΤΑΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΟΥ ΠΛΟΙΟΥ

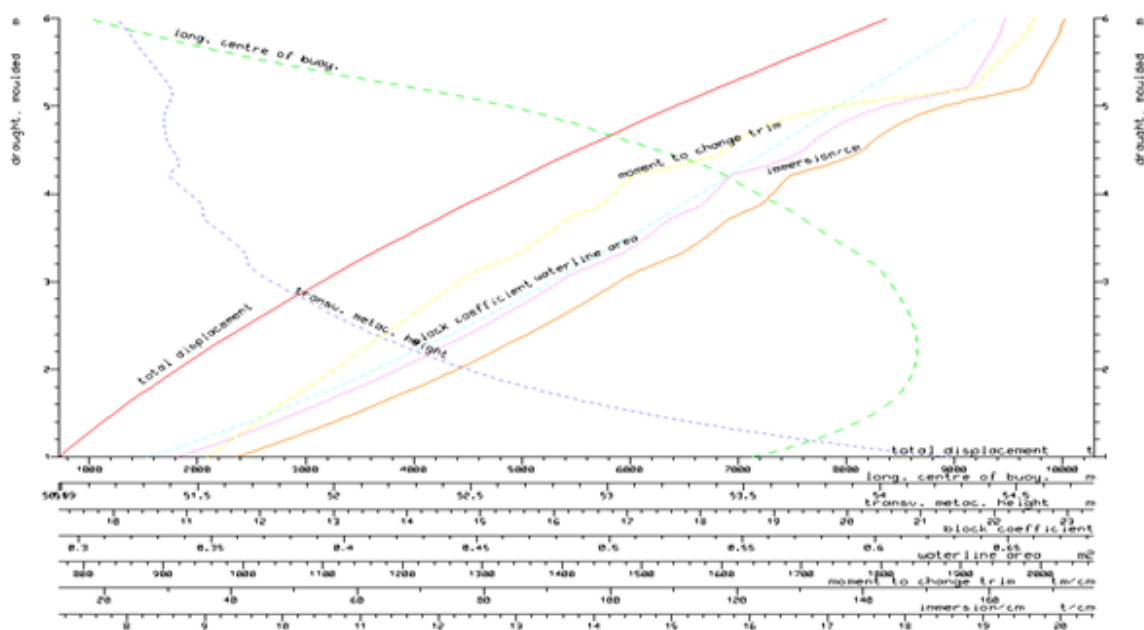
Τα υδροστατικά στοιχεία του πλοίου αναφοράς, για διάφορα βυθίσματα, εξήχθησαν με τη βοήθεια του υποσυστήματος Hydrostatics –HYD, του NAPA και παρουσιάζονται στον Πίνακα 3.2-2, που ακολουθεί.

T	DISP	LCB	KMT	CB	WLA	MCT	TPC
m	t	m	m		m ²	tm/cm	t/cm
1.000	721.9	53.532	21.353	0.3263	918.0	36.2	9.4
1.100	817.8	53.659	20.303	0.3364	950.5	38.2	9.7
1.200	916.8	53.762	19.404	0.3460	981.7	40.2	10.1
1.300	1018.9	53.847	18.598	0.3553	1011.5	42.2	10.4
1.400	1124.1	53.919	17.871	0.3642	1040.1	44.1	10.7
1.500	1232.1	53.978	17.216	0.3728	1067.5	46.0	10.9
1.600	1342.9	54.026	16.613	0.3812	1094.2	48.0	11.2
1.700	1456.5	54.064	16.090	0.3893	1120.1	50.0	11.5
1.800	1572.6	54.092	15.621	0.3971	1145.4	52.0	11.7
1.900	1691.3	54.111	15.200	0.4048	1170.2	54.1	12.0
2.000	1812.5	54.125	14.821	0.4122	1194.2	56.2	12.2
2.100	1936.2	54.133	14.470	0.4195	1217.1	58.2	12.5
2.200	2062.1	54.136	14.145	0.4266	1239.3	60.2	12.7
2.300	2190.2	54.135	13.838	0.4335	1260.9	62.2	12.9
2.400	2320.6	54.131	13.544	0.4403	1281.9	64.2	13.1
2.500	2453.1	54.123	13.278	0.4469	1302.7	66.2	13.4
2.600	2587.7	54.111	13.039	0.4534	1323.0	68.2	13.6
2.700	2724.4	54.096	12.816	0.4598	1342.6	70.2	13.8
2.800	2863.0	54.078	12.600	0.4660	1361.5	72.2	14.0
2.900	3003.6	54.057	12.379	0.4721	1379.3	74.1	14.1
3.000	3145.9	54.035	12.160	0.4781	1397.0	76.0	14.3
3.100	3290.2	54.010	11.962	0.4839	1416.8	78.3	14.5
3.200	3436.7	53.977	11.835	0.4897	1442.7	81.5	14.8
3.300	3585.8	53.926	11.812	0.4956	1470.3	84.9	15.1
3.400	3737.5	53.874	11.706	0.5014	1489.3	87.3	15.3
3.500	3891.0	53.822	11.565	0.5071	1504.9	89.2	15.4
3.600	4045.9	53.773	11.412	0.5127	1519.2	91.0	15.6
3.700	4202.3	53.725	11.257	0.5182	1532.8	92.7	15.7
3.800	4360.2	53.677	11.222	0.5236	1556.8	96.1	16.0
3.900	4521.2	53.615	11.176	0.5290	1578.0	99.0	16.2
4.000	4683.4	53.554	11.041	0.5344	1589.0	100.4	16.3
4.100	4846.7	53.495	10.902	0.5396	1599.7	101.7	16.4
4.200	5011.3	53.438	10.764	0.5446	1610.7	103.2	16.5
4.300	5178.3	53.370	10.868	0.5497	1647.1	109.3	16.9
4.400	5348.7	53.283	10.877	0.5549	1681.0	114.8	17.2
4.500	5522.7	53.179	10.811	0.5603	1703.3	118.2	17.5
4.600	5697.6	53.080	10.734	0.5655	1714.6	119.8	17.6
4.700	5874.2	52.979	10.710	0.5707	1731.1	122.5	17.7

4.800	6053.3	52.880	10.690	0.5758	1749.3	125.5	17.9
4.900	6233.7	52.766	10.697	0.5809	1773.3	129.9	18.2
5.000	6416.8	52.636	10.740	0.5860	1806.0	136.2	18.5
5.100	6604.5	52.487	10.795	0.5914	1851.2	145.9	19.0
5.200	6796.4	52.314	10.788	0.5968	1901.3	156.3	19.5
5.300	6991.9	52.122	10.703	0.6025	1915.9	158.7	19.6
5.400	7188.7	51.944	10.605	0.6080	1921.9	159.7	19.7
5.500	7386.0	51.776	10.509	0.6134	1928.8	161.2	19.8
5.600	7584.2	51.620	10.417	0.6186	1935.5	162.6	19.8
5.700	7783.0	51.475	10.328	0.6237	1941.8	164.0	19.9
5.800	7982.4	51.341	10.242	0.6287	1947.9	165.4	20.0
5.900	8182.4	51.216	10.148	0.6336	1951.8	166.2	20.0
6.000	8383.0	51.101	10.070	0.6383	1956.6	167.3	20.1

Πίνακας 3.2-2. Υδροστατικά Στοιχεία του πλοίου αναφοράς «ROPAX1»

Με τη βοήθεια του υποσυστήματος Drawing – DR και του NAPA Graphics εξήχθη και το υδροστατικό διάγραμμα (Σχ. 3.2-7) .



Σχ. 3.2-7. Υδροστατικό Διάγραμμα του πλοίου αναφοράς «ROPAX1»

Για τον έλεγχο της μοντελοποίησης του πατρικού πλοίου και της προσέγγισης που επιτεύχθηκε με το πλοίο υπό σχεδίαση, έγινε σύγκριση των υδροστατικών μεγεθών και των διαμερισμάτων και οι αποκλίσεις που παρατηρήθηκαν ήταν πολύ μικρές. Τα σχετικά διαγράμματα δίνονται στο ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β.

3.2.1.5. ΓΕΝΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ ΤΟΥ ΠΛΟΙΟΥ

Το επόμενο βήμα για τη δημιουργία του επιβατηγού – οχηματαγωγού «ROPAX1» ήταν η σχεδίαση της γενικής διάταξης του πλοίου. Η διαδικασία αυτή πραγματοποιήθηκε στο υποσύστημα Ship Model – SM, αφού ορίστηκαν οι δεξαμενές στο υποσύστημα Definition – DEF. Πραγματοποιήθηκε ο καθορισμός της εσωτερικής διαρρύθμισης του πλοίου και ο ορισμός των εσωτερικών χώρων με την ονομασία τους, το λόγο χρήσης και τη διαχωρητότητά τους. Στον Πίνακα 3.2-3 φαίνονται αναλυτικά τα φορτία των διαμερισμάτων, με όλα τα χαρακτηριστικά τους. Στην πρώτη στήλη αναγράφεται η κωδικοποίηση, στη δεύτερη η αναλυτική ονομασία τους και εν συνεχεία η κλάση, ο τύπος, η πυκνότητα, η κωρητικότητα, η διαχωρητότητά τους, κλπ.

PURP	PDES	CLASS	TYPE	RHO	RED	CAP	PERM	IPERM	LFCODE	FIREINS
WB	Water Ballast	X	L	1.025	2	1	0.95		C-WB	
FW	Fresh Water	B	L	1	2	1	0.95		C-FW	
FO	Heavy Fuel Oil	B	L	0.98	2	0.95	0.95		C-HFO	
GWT	Gray Water	C	L	1	2	1	0.95		C-GWT	
FLOOD	Flood water	X	L	1.025	2	1	0.95		C-FLOOD	
VOID	Void	X	V	1.025	0	1	0.95		C-VOID	
DO	Diesel Oil	B	L	0.85	2	0.95	0.95		C-DO	
MIS	Miscellaneous	B	L	1	2	1	0.95		C-GST	
PRO	PROVISIONS	S	G	1	0	0	0.95			
LO	Lubricating Oil	B	L	0.9	2	0.95	0.95		C-LO	
MMA	Machinery Sp.	E	E	1	0	1	0.85		C-MMA	
MST	Machine Store	S	G	1	0	1	0.95		C-MST	
DST	Deck Store	S	G	1	0	1	0.95		C-DST	
STA	Stairs	P	A	1	0	1	0.95		C-STA	
GE	General spaces	G	A	1	2	0	0.95		C-GST	
LIF	Lift	P	A	1	0	1	0.95		C-LIF	
RORO	Ro-Ro Space	C	A	1	0	0	0.95			

Πίνακας 3.2-3. Φορτία των διαμερισμάτων του πλοίου αναφοράς «ROPAX1»

Στον Πίνακα 3.2-4 που ακολουθεί παρουσιάζονται τα διαμερίσματα του «ROPAX1». Η ονομασία των διαμερισμάτων έχει βασιστεί σε μία κωδικοποίηση, που βοηθά στον άμεσο εντοπισμό της κάθε δεξαμενής πάνω στο πλοίο. Το πρώτο γράμμα του διαμερισματος αντιστοιχεί στο τμήμα του πλοίου, στο οποίο βρίσκεται. Το δεύτερο και το τρίτο γράμμα αντιστοιχούν στο ύψος και τα

υπόλοιπα αντιστοιχούν στη χρησιμότητα και το φορτίο της δεξαμενής. Τα τμήματα του πλοίου είναι τα εξής:

ΤΜΗΜΑ Α: fr. –	έως	#21
ΤΜΗΜΑ Β: fr. #21	έως	#60
ΤΜΗΜΑ C: fr. #60	έως	#81
ΤΜΗΜΑ D: fr. #81	έως	#105
ΤΜΗΜΑ E: fr. #105	έως	#138.3
ΤΜΗΜΑ F: fr. #138.3	έως	–

Για παράδειγμα, η δεξαμενή D36N3HFOSTORTKP αντιστοιχεί στην No.3 HFOSTORAGE TANK (P) και βρίσκεται στο τμήμα D, στο ύψος Z=3.6. Το διαμέρισμα E3DECKESCLIFT αντιστοιχεί στο ESCAPE LIFT και βρίσκεται στο τμήμα E, στο 3rd DECK. Αναλυτικά, ο Πίνακας 3.2-4 των διαμερισμάτων:

NAME	PURP	VOLM	VNET	CGX	CGY	CGZ	IY* RHO	IY/IMO
	m3	m3	m	m	m	tm	tm	
----- CAPACITY	OF	Diesel	Oil	(RHO=0.85)				
C44MGOSERVTKSS	DO	14.3	14.0	56.40	-3.15	5.30	6.1	6
C0MGOSTORTKS	DO	46.6	45.7	51.60	-2.70	0.60	80.3	79
----- SUBTOTAL	DO	60.9	59.6	52.72	-2.80	1.70		
CAPACITY	OF	Deck	Store	(RHO=1)				
A3DECKOTHERSPD3AP	DST	320.8	320.8	3.25	7.36	8.86	108.1	96
E3DECKESCN1DECKSTO RE	DST	111.1	111.1	85.88	-7.50	9.23	34.6	40
----- SUBTOTAL	DST	431.9	431.9	24.50	3.54	8.96		
CAPACITY	OF	Heavy Fuel	Oil	(RHO=0.98)				
D36N2HFOSTORTKC	FO	114.5	112.2	68.40	0.00	4.90	48.4	47
D36N3HFOSTORTKP	FO	107.5	105.4	68.25	3.56	4.90	40.7	41
D36N1HFOSTORTKS	FO	107.5	105.4	68.25	-3.56	4.90	40.7	41
C12N4HFOSEKVTKPP	FO	62.0	60.8	57.45	1.48	3.57	9.5	8
C12N5HFOSETTTKPP	FO	62.8	61.5	57.60	4.08	3.83	5.4	8
----- SUBTOTAL	FO	454.3	445.2	65.34	0.77	4.57		

CAPACITY	OF	Fresh	Water	(RHO=1)				
D36N1FWTKS	FW	60.5	59.3	79.20	-2.10	5.10	29.6	29
D36N2FWTKP	FW	60.5	59.3	79.20	2.10	5.10	29.6	29
B36N3FWTKC	FW	51.5	50.5	19.21	0.00	5.09	18.7	18

SUBTOTAL	FW	172.5	169.0	61.28	0.00	5.10		
CAPACITY	OF	General	spaces	(RHO=1)				
A3DECKOTHERSPD3AS	GE	240.2	235.4	1.41	-7.19	8.81	83.6	74
E3DECKN1AHURMD3	GE	179.1	175.5	92.36	-6.12	9.30	89.4	100
E3DECKN1HYDEQROOM	GE	239.4	234.6	101.73	5.04	9.71	106.1	101
E3DECKOTHERSPACED3	GE	179.1	175.5	92.36	6.12	9.30	89.4	100
HELP	GE	38.2	37.5	10.82	0.00	1.80	3.2	10
HELP4	GE	70.0	68.6	-3.28	0.00	5.53	2435.7	1344
HELP5	GE	14.8	14.5	-3.57	0.00	6.12	2081.5	437
FPFUPPERDECK	GE	341.5	334.7	111.59	0.00	10.39	581.8	519
HELPEB0N12VOID	GE	87.4	85.6	20.98	-0.00	2.88	2482.6	389
HELPCARDECK	GE	612.0	599.8	42.00	-0.00	9.10	91.8	90
HELPA	GE	21.3	20.9	4.89	0.00	1.91	0.6	2

SUBTOTAL	GE	2023.2	1982.7	61.12	-0.26	8.76		
NAME	PURP	VOLM	VNET	CGX	CGY	CGZ	IY* RHO	IY/ IMO
	m3	m3	m	m	m	tm	tm	
CAPACITY	OF	Gray	Water	(RHO=1)				
E0GRAYWATERTK	GWT	128.2	125.6	92.15	0.00	2.24	145.4	214
CAPACITY	OF	Lift	(RHO=1)					
E3DECKESCLIFT	LIF	111.1	111.1	85.88	7.50	9.23	34.6	40
CAPACITY	OF	Lub.	Oil	(RHO=0.9)				
C12CPPRGLOSTORTKS	LO	16.9	16.6	56.00	-3.15	2.80	4.3	4
C12MEAELOSTORTKS	LO	33.8	33.1	58.40	-3.15	2.80	8.6	8
B05813N1LOCIRCTKS	LO	6.2	6.1	40.80	-5.11	0.94	0.8	1
B05813N2LOCIRCTKS	LO	6.2	6.1	40.80	-2.31	0.94	0.8	1
B05813N3LOCIRCTKP	LO	6.2	6.1	40.80	2.31	0.94	0.8	1
B05813N4LOCIRCTKP	LO	6.2	6.1	40.80	5.11	0.94	0.8	1
B19STLOSTORTKP	LO	4.9	4.8	23.20	0.90	2.75	0.7	1

SUBTOTAL	LO	80.4	78.8	50.32	-1.93	2.22		
CAPACITY	OF	Miscell.	(RHO=1)					
C0CWDRAINTKC	MIS	10.4	10.2	47.60	0.00	0.60	84.0	82
C0SLUDGETKP	MIS	15.6	15.2	49.20	2.70	0.60	31.5	31
C0FOOVFLTKP	MIS	15.6	15.2	51.60	2.70	0.60	31.5	31
C12LORNVTDTKS	MIS	6.5	6.4	51.60	-0.75	2.10	0.7	1
C12LORNVTGTKP	MIS	6.5	6.4	51.60	0.75	2.10	0.7	1
B0THERMALOILTKCC	MIS	20.8	20.4	34.91	0.00	0.66	52.0	50
B0FODRAINTKCC	MIS	6.8	6.7	37.31	-0.00	0.65	2.5	2
B0DIRTYOILTKC	MIS	17.5	17.1	41.20	-0.00	0.65	6.5	6
B19STLODRAINTKS	MIS	4.9	4.8	23.20	-0.90	2.75	0.8	1

SUBTOTAL	MIS	104.4	102.3	43.52	0.76	0.91		
CAPACITY	OF	Machin.	Sp.	(RHO=1)				
E12N1PUMPRM	MMA	158.1	158.1	84.99	0.00	2.54	570.3	851
C12N2PUMPRM	MMA	225.8	225.8	59.51	-0.28	2.80	1848.6	1134
C12FON3PUMP	MMA	545.4	545.4	50.26	0.10	2.85	5115.8	4956
B13ENGRM	MMA	1206.7	1206.7	39.56	0.01	3.98	6859.0	5989
B36AUXENGRM	MMA	539.1	539.1	28.75	-0.01	5.09	5484.9	5365
A36STEERGEARRM	MMA	203.1	203.1	2.67	0.00	5.55	4513.7	1436
E3DECKBOSUNPAINTST ORE	MMA	239.4	239.4	101.73	-5.04	9.71	106.1	103

SUBTOTAL	MMA	3117.6	3117.6	45.68	-0.39	4.36		

NAME	PURP	VOLM	VNET	CGX	CGY	CGZ	IY* RHO	IY/ IMO

	m3	m3	m	m	m	tm	tm	

CAPACITY	OF	Machine	Store	(RHO=1)				
E36SEWRM	MST	245.4	245.4	92.20	0.00	5.22	1001.0	1436
E36ACPLANT	MST	319.0	319.0	85.08	0.00	5.18	2085.8	2577
C44N1ENGSTOREWORK	MST	401.3	401.3	50.40	0.00	5.50	5487.2	5487
B19SHAFTALLEY2	MST	14.7	14.7	21.20	0.00	2.75	9.3	9
B0SHAFTALLEY1	MST	133.0	133.0	26.81	0.00	2.40	814.3	168
B36POWERN2ENGSTORE	MST	334.7	334.7	19.98	0.00	5.10	4956.4	2624
E36BOWTHRU	MST	206.0	206.0	100.80	0.00	5.21	313.1	590

SUBTOTAL	MST	1654.1	1654.1	61.26	0.00	5.01		
CAPACITY	OF	Ro-Ro	Space	(RHO=1)				

3UPDECK	RORO	7887.2	7887.2	49.32	-0.08	9.09	44036.6	30524
CAPACITY								
	OF	Stairs	(RHO=1)					
C0SC1C	STA	15.5	15.5	54.00	2.69	0.60	31.5	31
C12SC2C	STA	7.9	7.9	54.00	0.75	2.30	0.7	1
C44ESCTRKV6	STA	6.9	6.9	59.74	0.50	4.31	0.1	0
C0SCV9A	STA	0.5	0.5	53.90	-8.06	1.01	0.0	0
C12SCV9B	STA	7.2	7.2	53.99	-8.51	2.41	0.6	1

SUBTOTAL	STA	38.1	38.1	55.04	-0.38	1.98		
CAPACITY								
	OF	Void	(RHO=1.025)					
E0N1VOID	VOID	30.9	30.9	84.96	0.00	0.74	56.7	79
D0N3VOID	VOID	66.4	66.4	76.37	0.00	0.74	316.6	436
D12N2VOID	VOID	614.0	614.0	76.49	-0.00	3.90	2814.8	2756
D0N5VOID	VOID	110.1	110.1	66.84	0.00	0.70	1135.2	1435
D12N4VOID	VOID	643.9	643.9	67.12	-0.00	3.66	4532.1	2973
C0N7VOID	VOID	52.6	52.6	59.95	0.00	0.71	1387.5	569
C0N8VOID	VOID	60.5	60.5	57.58	0.00	0.62	516.5	495
C44N6VOID	VOID	125.0	125.0	59.53	-0.61	5.58	675.4	567
C0N9VOID	VOID	75.0	75.0	49.09	0.06	0.67	2650.6	1019
B0N10VOID	VOID	164.2	164.2	40.32	0.00	0.68	3442.2	2651
B0N11VOID	VOID	200.8	200.8	29.58	0.00	2.32	4013.0	951
B36N13VOID	VOID	153.7	153.7	17.62	-0.00	5.08	525.0	347
B0N12VOID	VOID	115.2	115.2	18.24	-0.00	2.23	184.3	148
A36N15VOID	VOID	74.2	74.2	5.48	-0.00	5.31	272.1	178

SUBTOTAL	VOID	2486.4	2486.4	56.62	-0.03	3.11		
NAME								
	PURP	VOLM	VNET	CGX	CGY	CGZ	IY*RHO	IY/IMO
	m3	m3	m	m	m	tm	tm	
CAPACITY								
	OF	Water	Ballast	(RHO=1.025)				
F0FPTANK	WB	93.0	91.1	112.29	-0.00	3.15	17.2	10
E0N1WBTKSS	WB	108.6	106.4	101.18	0.00	2.09	31.6	69
C0HEELTKP	WB	85.0	83.3	58.73	8.01	4.65	26.4	11
C0HEELTKS	WB	85.0	83.3	58.73	-8.01	4.65	26.4	11
B0N2WBTKP	WB	179.1	175.5	28.69	0.00	2.01	177.1	139
A3DECKN14VOID	WB	233.4	228.7	10.34	0.00	5.17	3838.4	1549
APA1N3WBTKC	WB	151.5	148.4	12.10	0.00	4.84	362.7	272

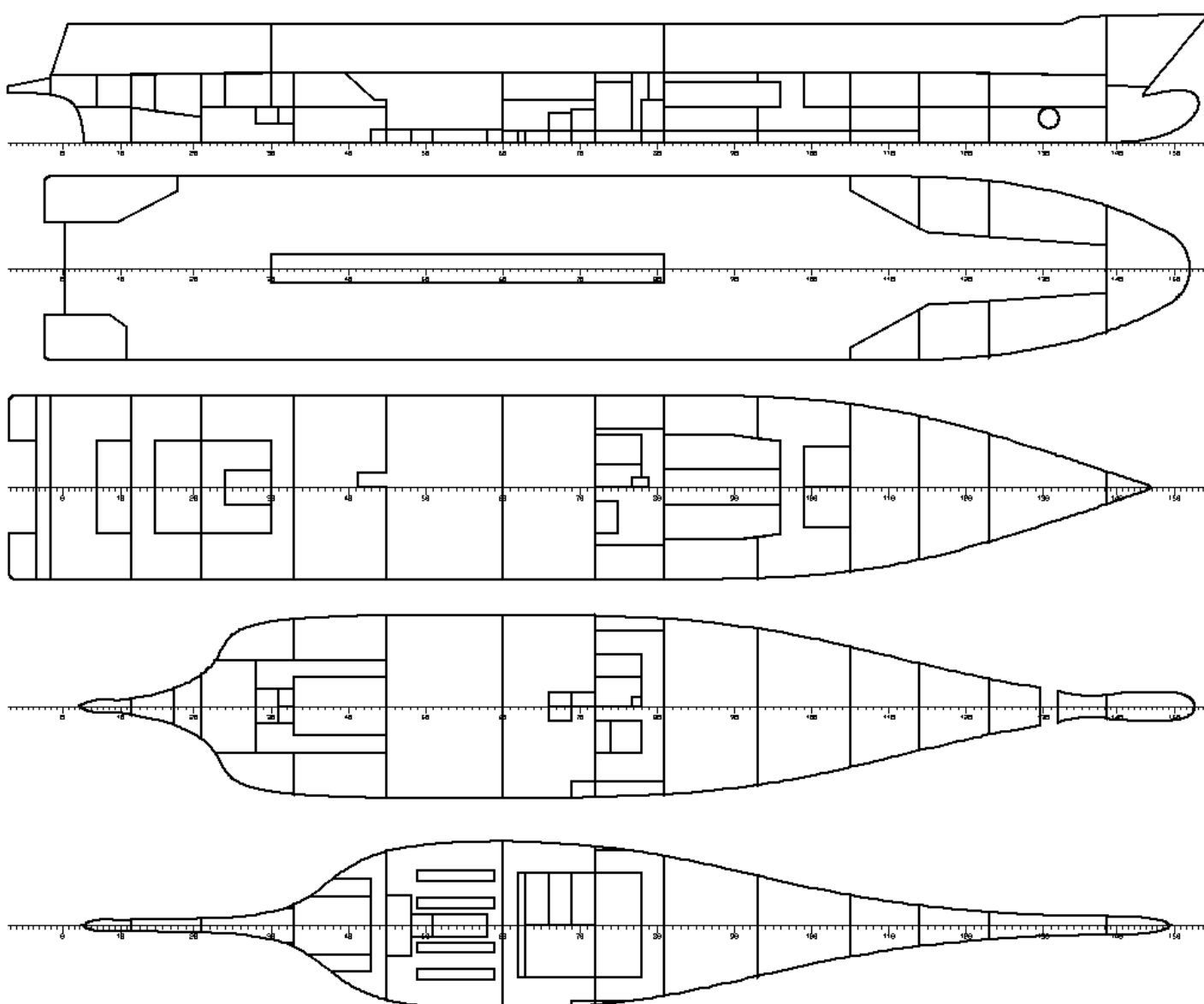
SUBTOTAL	WB	935.5	916.8	43.61	0.00	3.86		

TOTAL		19685.7	19606.5	52.02	0.00	6.67		

Πίνακας 3.2-4. Διαμερίσματα του πλοίου αναφοράς «ROPAX1»

Τα διαμερίσματα που έχουν οριστεί αποτελούν όλο το χώρο του πλοίου μέχρι το κατάστρωμα στεγανών φρακτών, διότι η μελέτη για την ευστάθεια κατόπιν βλάβης προϋποθέτει τον ορισμό όλων των χώρων του πλοίου, ώστε να ληφθούν υπ' όψιν σε περίπτωση κατάκλυσης.

Το σχέδιο γενικής διάταξης του «ROPAX1» φαίνεται στο Σχ. 3.2-8.



Σχ. 3.2-8. Σχέδιο Γενικής Διάταξης του πλοίου αναφοράς «ROPAX1»3.2.1.6. ΥΠΟΔΙΑΙΡΕΣΗ ΤΟΥ ΠΛΟΙΟΥ

Μετά την ολοκλήρωση της διαμερισματοποίησης του πλοίου στο υποσύστημα Ship Model – SM, πραγματοποιήθηκε η δημιουργία των damage zones στο υποσύστημα Damage Stability – DAM. Οι ζώνες ορίστηκαν με βάση τις εγκάρσιες φρακτές, τα καταστρώματα και τα στεγανά διαμερίσματα. Ουσιαστικά, σε αυτό το στάδιο καθορίζονται οι ζώνες που θα χρησιμοποιηθούν για τη δημιουργία σεναρίων βλάβης στο πιθανοθεωρητικό μοντέλο. Οι ζώνες που επιλέχθηκαν είναι 16 και φαίνονται αναλυτικά στον Πίνακα 3.2-5. Στην πρώτη στήλη αναγράφεται η ονομασία των damage zones, στη δεύτερη και στην τρίτη τα όριά τους κατά το διάμηκες (με βάση τα frames) και στην τέταρτη τα όρια κατά το εγκάρσιο επίπεδο, από την πλευρά Port (P) . Στην πέμπτη στήλη, που αντιστοιχεί στην Starboard (S) Side, δεν υπάρχουν όρια, γιατί η μελέτη γίνεται για την Port (P) Side, που είναι η δυσμενέστερη. Στην έκτη και έβδομη στήλη αναγράφονται τα όρια κατά τον άξονα z.

ZONE	TBA	TBF	LBP	LBS	DDN	DUP
Z1	DAMHULL2	#-2				3DECK
Z2	#-2	#12	4.8		3.6	3DECK
Z3	#12	#21	4.8		PA1	3DECK
Z4	#21	#33	4.8/1.8		1.9/3.6	3DECK
Z5	#33	#39.5	4.8/3		3.6	3DECK
Z6	#39.5	#45	4.8/3/1.5/0		1.3/3.6/PBAUX	3DECK
Z7	#45	#60	5.6688		PB2	3DECK
Z8	#60	#72	5.6688		1.2/3/4.4	3DECK
Z9	#72	#81	7.8/6/5.6688		1.2/4.4	3DECK
Z10	#81	#93	PDREF/PD1		1.2/3.6	3DECK
Z11	#93	#96	PDREF/PD1		1.2/3.6	3DECK
Z12	#96	#105	4.2		1.2/3.6	3DECK
Z13	#105	#114			1.2/3.6	3DECK
Z14	#114	#123			3.6	3DECK
Z15	#123	#138.3			3.6	3DECK

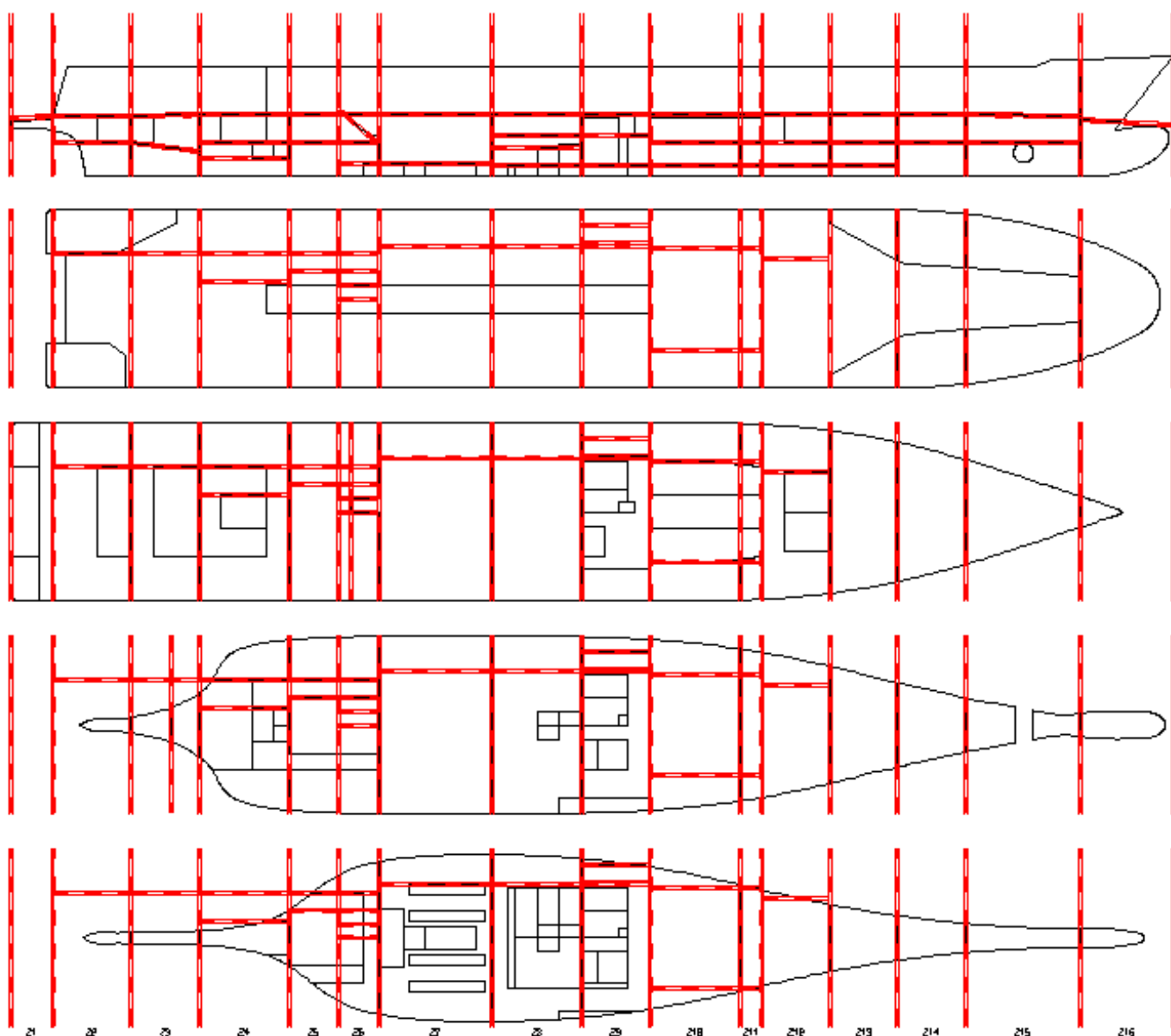
Z16

#138.3 DAMHULL2

PFF

Πίνακας 3.2-5. Ζώνες Υποδιαίρεσης (Damage Zones) του πλοίου αναφοράς «ROPAX1»

Από το υποσύστημα Damage Stability – DAM, Damage Subdivision και το NAPA Graphics λαμβάνονται σχηματικά οι damage zones, οι οποίες φαίνονται στο Σχ. 3.2-9, με κόκκινο χρώμα.



Σχ. 3.2-9. Απεικόνιση των Damage Zones για το πλοίο αναφοράς «ROPAX1»

3.2.1.7. OPENINGS ΤΟΥ ΠΛΟΙΟΥ

Στη συνέχεια, ορίστηκαν τα openings του επιβατηγού – οχηματαγωγού πλοίου, με τη βοήθεια του Opening Arrangement του NAPA. Δημιουργήθηκε μία διάταξη από openings και για το καθένα σημειώθηκαν τα διαμερίσματα με τα οποία επικοινωνούσε. Αναλυτικά φαίνονται στον *Πίνακα 3.2-6*.

ID	DES	WT	FR	REFX	REFY	REFZ	CONN
OP01	VENT01	UNPROTECTED	132	103.2	4.8	13.65	SEA 3UPDECK
OP02	VENT02	UNPROTECTED	132	103.2	-4.8	13.65	SEA 3UPDECK
OP03	VENT03	UNPROTECTED	127.5	99.6	9.45	13.8	SEA 3UPDECK
OP04	VENT04	UNPROTECTED	127.5	99.6	-9.45	13.8	SEA 3UPDECK
OP05	VENT05	UNPROTECTED	125	97.6	9.45	14.72	SEA E36BOWTHRU
OP06	VENT06	UNPROTECTED	125	97.6	-9.45	14.72	SEA E36BOWTHRU
OP07	VENT07	UNPROTECTED	124	96.8	9.45	14.72	SEA E3DECKBOSUNPAINTSTORE
OP08	VENT08	UNPROTECTED	119	92.8	-9.45	14.72	SEA E36SEWRM
OP09	VENT09	UNPROTECTED	116	90.4	9.45	14.72	SEA E36ACPLANT
OP10	VENT10	UNPROTECTED	116	90.4	-9.45	14.72	SEA E36ACPLANT
OP11	VENT11	UNPROTECTED	112	87.2	9.45	14.72	SEA E3DECKESCLIFT
OP12	VENT12	UNPROTECTED	107	83.2	-9.45	14.72	SEA E3DECKN1AHURMD3
OP13	VENT13	UNPROTECTED	71.5	54.8	9.45	14.72	SEA C12N2PUMPRM
OP14	VENT14	UNPROTECTED	71.5	54.8	-9.45	14.72	SEA C12N2PUMPRM
OP15	VENT15	UNPROTECTED	70	53.6	9.45	14.72	SEA C12FON3PUMP
OP16	VENT16	UNPROTECTED	70	53.6	-9.45	14.72	SEA C12FON3PUMP
OP17	VENT17	UNPROTECTED	67.9	51.92	9.45	14.72	SEA C44N1ENGSTOREWORK
OP18	VENT18	UNPROTECTED	66.8	51.04	-9.45	14.72	SEA C44N1ENGSTOREWORK
OP19	VENT19	UNPROTECTED	22	15.2	9.45	14.72	SEA B36POWERN2ENGSTORE
OP20	VENT20	UNPROTECTED	22	15.2	-9.45	14.72	SEA B36POWERN2ENGSTORE
OP21	VENT21	UNPROTECTED	16	10.4	-9.45	14.72	SEA A3DECKOTHERSPD3AS
OP22	VENT22	UNPROTECTED	7	4.2	9.3	13.01	SEA A36STEERGEARM
OP23	VENT23	UNPROTECTED	7	4.2	-9.3	13.01	SEA A36STEERGEARM
OP24	VENT24	UNPROTECTED	12	7.2	4.8	14	SEA 3UPDECK
OP25	VENT25	UNPROTECTED	12	7.2	-4.8	14	SEA 3UPDECK
OP26	VENT26	UNPROTECTED	12	7.2	2.6	14.2	SEA 3UPDECK
OP27	VENT27	UNPROTECTED	12	7.2	-2.6	14.2	SEA 3UPDECK

OP28	VENT28	UNPROTECTED	14	8.8	5.6	13.65	SEA 3UPDECK
OP29	VENT29	UNPROTECTED	14	8.8	-5.6	13.65	SEA 3UPDECK

Πίνακας 3.2-6. Opening Arrangement του πλοίου αναφοράς «ROPAX1»

Στο συγκεκριμένο πλοίο που μελετήθηκε δεν υπήρχε lower hold και δεν παρουσιάστηκαν cross connections.

Σε αυτό το σημείο ολοκληρώθηκε η σχεδίαση του επιβατηγού – οχηματαγωγού «ROPAX1» και σε επόμενο στάδιο θα πραγματοποιηθεί η μελέτη της ευστάθειας κατόπιν βλάβης.

3.3. RISK CONTROL OPTIONS – ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ

Για τη μελέτη της ευστάθειας σε βεβλαμμένη κατάσταση χρησιμοποιήθηκε αρχικά το πλοίο αναφοράς «ROPAX1». Στη συνέχεια έγινε μία σειρά τροποποιήσεων (Risk Control Options – RCO) στο βασικό σχεδιασμό, ώστε να μελετηθούν η επιβιωσιμότητα και οι οικονομικές επιδόσεις για περίοδο πάνω από 30 χρόνια.

Οι μετατροπές έγιναν με τη βοήθεια του εργαλείου Transformation – TRANS του NAPA, όπου αφού εισήχθησαν οι επιθυμητές αλλαγές, ελήφθη ο ορισμός των γραμμών του πλοίου, που είχε αλλάξει εξαιτίας του Transformation και στη συνέχεια ορίστηκαν εκ νέου οι γραμμές.

Οι τροποποιήσεις φαίνονται αναλυτικά στον *Πίνακα 3.3-1*, με δB και δD να αντιστοιχούν στην αλλαγή του πλάτους B και του κοίλου D (όσον αφορά το κατάστρωμα στεγανών φρακτών), αντίστοιχα. Με αυτό τον τρόπο δημιουργήθηκαν αρκετά μοντέλα πλοίων, ώστε να αξιολογηθεί η ευστάθεια μετά από βλάβη και η επιρροή των διαστάσεων σε αυτή.

RCO	Description
ROPAX1	$\delta B = 0.00$ m, $\delta D = 0.00$ m
ROPAX2	$\delta B = 0.00$ m, $\delta D = 0.20$ m
ROPAX3	$\delta B = 0.20$ m, $\delta D = 0.00$ m
ROPAX4	$\delta B = 0.20$ m, $\delta D = 0.20$ m
ROPAX5	$\delta B = 0.20$ m, $\delta D = 0.40$ m
ROPAX6	$\delta B = 0.20$ m, $\delta D = 0.60$ m
ROPAX7	$\delta B = 0.40$ m, $\delta D = 0.00$ m
ROPAX8	$\delta B = 0.40$ m, $\delta D = 0.20$ m

ROPAX9	$\delta B = 0.40 \text{ m}, \delta D = 0.40 \text{ m}$
ROPAX10	$\delta B = 0.40 \text{ m}, \delta D = 0.60 \text{ m}$

Πίνακας 3.3-1. Risk Control Options (RCO)

Η επίδραση κάθε τροποποίησης (RCO) στα χαρακτηριστικά του βασικού σχεδιασμού του πλοίου αναφοράς αξιολογήθηκε με βάση κατάλληλες μεθόδους και τύπους, που αναπτύχθηκαν και εφαρμόστηκαν σε παραπλήσιες μελέτες ευστάθειας κατόπιν βλάβης για πλοία τύπου ROPAX.

Αρχικά μελετήθηκαν οι πιθανοθεωρητικές μέθοδοι για τη μελέτη της ευστάθειας σε κατάσταση βλάβης. Εξετάστηκε το πιθανοθεωρητικό μοντέλο της SOLAS 2009, η πρόταση SLF55 και η μέθοδος GOALDS, η οποία και αναπτύχθηκε κατά τη διάρκεια ερευνητικού έργου, με χρηματοδότηση από την Ε.Ε. . Χρησιμοποιώντας αυτές τις μεθόδους και τύπους υπολογίστηκε η επίδραση κάθε τροποποίησης (RCO) στο lightship και το κέντρο βάρους του πλοίου, στην ιαχύ πρόωσης, στη χωρητικότητα και την ικανότητα μεταφοράς, στο κόστος κατασκευής και το λειτουργικό κόστος, στο οικονομικό αντίκτυπο (gross/net) , στον Επιτευχθέντα Δείκτη Υποδιαίρεσης A-Index, στην πιθανότητα απώλειας ζωής (PLL) και το ακαθάριστο κόστος για την αποφυγή ενός θανάτου (GCAF) .

Οι τροποποιήσεις που έγιναν με βάση το πλάτος B ισχύουν μέχρι το πέμπτο κατάστρωμα (Deck 5) , περιορίζοντας προς τα πάνω το κύριο κατάστρωμα οχημάτων. Πάνω από αυτό το κατάστρωμα το αρχικό πλάτος των υπερκατασκευών διατηρείται σταθερό, επομένως οι κλειστοί χώροι στις υπερκατασκευές, το αντίστοιχο lightship και η χωρητικότητα των επιβατών παραμένουν επίσης σταθερά. Η μικρή αύξηση του μήκους των λωρίδων (Lanes) για τα οχήματα, εξαιτίας της αύξησης του πλάτους του πλοίου, θεωρείται αμελητέα στον υπολογισμό των ετήσιων εσόδων, ενώ αντίθετα, σε περίπτωση μείωσης του μήκους των lanes, ελαττώνονται, αναλογικά, τα ετήσια έσοδα.

Στο ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α παρατίθενται, με πίνακες και διαγράμματα, τα στοιχεία των τροποποιημένων πλοίων (RCO's) που δημιουργήθηκαν για τη συγκεκριμένη μελέτη.

3.4. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΠΙΘΑΝΟΘΕΩΡΗΤΙΚΩΝ ΜΕΘΟΔΩΝ

Στο σημείο αυτό εφαρμόστηκαν τα πιθανοθεωρητικά μοντέλα για τη μελέτη της ευστάθειας μετά από βλάβη. Με τη βοήθεια του NAPA και των δυνατοτήτων του, για Probabilistic Damage Stability μελετήθηκε ο Επιτευχθείς Δείκτης Υποδιαίρεσης (Attained Subdivision Index), A-Index.

3.4.1. ΠΙΘΑΝΟΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΟΝΤΕΛΟ ΤΗΣ SOLAS 2009

Η πρώτη μέθοδος που μελετήθηκε ήταν το πιθανοθεωρητικό μοντέλο της SOLAS 2009, για την εύρεση του A-Index.

3.4.1.1. ΠΛΟΙΟ ΑΝΑΦΟΡΑΣ

3.4.1.1.1. ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΦΟΡΤΩΣΗΣ

Για τους πιθανοθεωρητικούς υπολογισμούς τα βυθίσματα, με τα οποία πραγματοποιείται ο υπολογισμός του δείκτη υποδιαίρεσης A είναι τα δύο ακραία. Αυτά αντιστοιχούν στο μέγιστο βύθισμα του πλοίου (Deepest Subdivision Draught, d_s) και το ελάχιστο βύθισμα πλεύσης του πλοίου (Lightest Subdivision Draught, d_L), ενώ το ενδιάμεσο βύθισμα (Partial Subdivision Draught, d_p) υπολογίζεται ως εξής: $d_p = d_L + 0.6 \cdot (d_s - d_L)$

Επομένως, απαραίτητο για τους πιθανοθεωρητικούς υπολογισμούς είναι η εύρεση τριών καταστάσεων φόρτωσης για τα βυθίσματα που αναφέρθηκαν. Η διαδικασία αυτή πραγματοποιήθηκε στο υποσύστημα Loading Conditions – LD, του NAPA. Θεωρείται ότι το Deadweight παραμένει το ίδιο, ανεξάρτητα από τις τροποποιήσεις στο βασικό πλοίο. Οι καταστάσεις φόρτωσης για το «ROPAX1» φαίνονται στους Πίνακες 3.4-1, 3.4-2, 3.4-3.

LOADING CONDITION SUBD

LOADING COMPONENTS

Name	Max. weight	Mass	Center of gravity			Free s. moment	
			cgx	cgy	cgz		
VAR							
C1	DWT Const	0.0	57.5	59.23	0.00	11.40	0.00
C2	Consumables	0.0	797.1	61.57	0.00	4.33	570.00
C3	Passengers	0.0	114.0	42.07	0.00	16.65	0.00
C4	Luggage	0.0	7.6	55.90	0.00	14.35	0.00
C5	Provisionss	0.0	30.0	52.57	0.00	10.45	0.00
C6	Crew	0.0	8.0	60.90	0.00	9.51	0.00
C7	Trucks	0.0	850.0	54.58	0.00	8.40	0.00
C8	Cars	0.0	130.0	56.30	0.00	12.30	0.00
Total of		0.0	1994.2	56.91	0.00	7.64	570.00
Deadweight			1994.2	56.91	0.00	7.64	570.0
Lightweight			4276.6	50.78	0.00	9.02	
Displacement (rho=1.025)			6270.8	52.73	0.00	8.58	570.0

FLOATING POSITION

Draught moulded	4.919	m	KM	10.71	m
Trim	0.000	m	KG	8.58	m
Heel, PS=+	0.0	deg			
TA	4.919	m	GMO	2.13	m
TF	4.919	m	GMCORR	-0.09	m
Trimming moment	1	tonm	GM	2.04	m

Πίνακας 3.4-1. Κατάσταση Φόρτωσης για το Deepest Subdivision Draught (dS)

LOADING CONDITION PART

LOADING COMPONENTS

Name		Max. weight	Mass	Center of gravity			Free s. moment
				cgx	cgy	cgz	
VAR							
C1	DWT Const	0.0	57.5	59.23	0.00	11.40	0.00
C2	Consumables	0.0	348.4	65.92	0.00	2.07	616.00
C3	Passengers	0.0	114.0	42.07	0.00	16.65	0.00
C4	Luggage	0.0	7.6	55.90	0.00	14.35	0.00
C5	Provisionss	0.0	3.0	52.57	0.00	10.45	0.00
C6	Crew	0.0	8.0	60.90	0.00	9.51	0.00
C7	Trucks	0.0	700.0	61.50	0.00	8.40	0.00
C8	Cars	0.0	130.0	56.30	0.00	12.30	0.00
Total of		0.0	1368.4	60.36	0.00	8.02	616.00
Deadweight			1368.4	60.36	0.00	8.02	616.0
Lightweight			4276.6	50.78	0.00	9.02	
Displacement (rho=1.025)			5645.0	53.10	0.00	8.78	616.0

FLOATING POSITION

Draught moulded	4.569	m	KM	10.75	m
Trim	0.000	m	KG	8.78	m
Heel, PS=+	0.0	deg			
TA	4.569	m	GMO	1.97	m
TF	4.569	m	GMCORR	-0.11	m
Trimming moment	-3	tonm	GM	1.87	m

Πίνακας 3.4-2. Κατάσταση Φόρτωσης για το Partial Subdivision Draught (dP)

LOADING CONDITION LGHT

LOADING COMPONENTS

Name		Max. weight	Mass	Center of gravity			Free s. moment
				cgx	cgy	cgz	
VAR							
C1	DWT Const	0.0	57.5	59.23	0.00	11.40	0.00
C2	Consumables	0.0	348.4	65.92	0.00	2.07	623.00
C3	Passengers	0.0	114.0	42.07	0.00	16.65	0.00
C4	Luggage	0.0	7.6	55.90	0.00	14.35	0.00
C5	Provisionss	0.0	3.0	52.57	0.00	10.45	0.00
C6	Crew	0.0	8.0	60.90	0.00	9.51	0.00
Total of		0.0	538.4	59.87	0.00	6.48	623.00
Deadweight			538.4	59.87	0.00	6.48	623.0
Lightweight			4276.6	50.78	0.00	9.02	
Displacement (rho=1.025)			4815.0	51.80	0.00	8.74	623.0

FLOATING POSITION

Draught moulded	4.043	m	KM	11.25	m
Trim	-0.791	m	KG	8.74	m
Heel, PS=+	0.0	deg			
TA	4.438	m	GMO	2.52	m
TF	3.647	m	GMCORR	-0.13	m
Trimming moment	-8404	tonm	GM	2.39	m

Πίνακας 3.4-3. Κατάσταση Φόρτωσης για το Lightest Subdivision Draught (dL)

Επομένως, με τον τρόπο αυτό βρέθηκαν τα απαιτούμενα βυθίσματα, η διαγωγή και τα αντίστοιχα μετακεντρικά ύψη GM, για την εφαρμογή του πιθανοθεωρητικού μοντέλου.

3.4.1.1.2. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΠΙΘΑΝΟΘΕΩΡΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ SOLAS 2009

Αρχικά δημιουργήθηκε ένας πολυ-αλγόριθμος μακροεντολών (macro) , με βάση το πιθανοθεωρητικό μοντέλο της SOLAS 2009 που περιγράφηκε.

Οι μεταβλητές που χρησιμοποιήθηκαν φαίνονται παρακάτω με το σύμβολο @.

```
@N1=0          @@ Number of passengers
@N2=1560       @@ Number of passengers
@Np=@N1+2*@N2  @@ Number of passengers
```

Όπου,

- ο $N1$, ο αριθμός των ανθρώπων πάνω στο πλοίο, για τους οποίους παρέχονται σωσίβιες λέμβοι ($N1=0$, διότι δεν υπάρχουν σωσίβιες λέμβοι πάνω στο πλοίο, αλλά εφαρμόζεται το σύστημα MES – Marine Evacuation System) .
- ο $N2$, ο αριθμός των ανθρώπων (συμπεριλαμβανομένων των αξιωματικών και του πληρώματος) που επιτρέπονται πάνω στο πλοίο, ανεξάρτητα από τις σωσίβιες λέμβους.
- ο $Np=N1+2 \cdot N2$, ο αριθμός των ανθρώπων, με βάση τον οποίο υπολογίζεται ο Απαιτούμενος Δείκτης Υποδιαίρεσης R .

$$\text{Με } R = 1 - \frac{5000}{L_s + 2.5 \cdot N_p + 15225} \quad (\text{και } L_s, \text{ το μήκος υποδιαίρεσης})$$

```
@Ds=subd.t     @@ Subdivision draught
@Dp=part.t     @@ Partial draught
@Dl=light.t    @@ Light service draught
@trl=light.tr  @@ Light service draught trim

@Gms=subd.gm-0.15  @@ GM for subdivision draught
@Gmp=part.gm-0.15  @@ GM for Partial draught
@Gml=light.gm-0.15 @@ GM for Light service draught
```

Όπου,

- ο Ds , Deepest Subdivision Draught.
- ο Dp , Partial Subdivision Draught.
- ο Dl , Lightest Subdivision Draught.
- ο trl , διαγωγή για το Lightest Subdivision Draught.
- ο Gms , μετακεντρικό ύψος για Deepest Subdivision Draught μείον 15 cm margin.
- ο Gmp , μετακεντρικό ύψος για Partial Subdivision Draught μείον 15 cm margin.

- ο *GMI*, μετακεντρικό ύψος για *Lightest Subdivision Draught* μείον 15 cm margin.

```
@Ps=0.9    @@ Permeability at Ds
@Pp=0.9    @@ Permeability at Dp
@Pl=0.95   @@ Permeability at Dl
```

Όπου,

- ο *Ps*, διαχωρητότητα για το *Deepest Subdivision Draught*.
- ο *Pp*, διαχωρητότητα για το *Partial Subdivision Draught*.
- ο *Pl*, διαχωρητότητα για το *Lightest Subdivision Draught*.

```
@Arrv='B'          @@ Arrangement version
@dHULL='DAMHULL2'  @@ Buoyant compartment for DA calculations
@Prof='PROF'       @@ Name of the profile curve
@Side='P'          @@ Side: 'P'=Port, 'S'=Starboard
```

Όπου,

- ο *Arrv*, η ονομασία του *Arrangement (Damage Control Plan)* , με βάση το οποίο πραγματοποιείται η μελέτη ευστάθειας κατόπιν βλάβης.
- ο *dHULL*, η γάστρα του πλοίου που μελετάται.
- ο *Prof*, το προφίλ του υπό μελέτη πλοίου.
- ο *Side*, η πλευρά του πλοίου που θα γίνει η μελέτη της ευστάθειας μετά από βλάβη.

```
mom, mPass, 'passenger moment'
cur, constant
mom, @(0.075*1560)*6.4
ok

mom, mWind, 'wind moment'
typ, wind
par, c=0.012237, prof=prof, tp2
ok

mom, mSurv, 'survival craft moment'
cur, constant
mom, 0
ok

mom, mHeel, 'maximum moment'
max, mPass, mWind, mSurv
ok
```

Όπου,

- ο *mPass*, η ροπή λόγω των επιβατών και του πληρώματος.
- ο *mWind*, η ροπή λόγω του ανέμου.
- ο *mSurv*, η ροπή λόγω των σωσίβιων λέμβων (*mSurv=0*, λόγω της εφαρμογής του *MES – Marine Evacuation System*).
- ο *mHeel*, η μέγιστη ροπή.

Τα arguments για τη μελέτη αυτή φαίνονται στον Πίνακα 3.4-4.

```

HULL      DAMHULL2      ;** hull name
HEEL      0 1 3 5 7 10 12 15 20 30 40 50 ;** heeling angle          DEGREE
ARRV      B            ;** arrangement version
OPARR     OPARR        ;** opening arrangement
CCONN     not given    ;** compartment connections
FORCE     OFF          ;** force heel side & range
OPTION    PERM NOPROGR LOG CDISP CDIR    ;** calc. and output options
MARGIN    not given    ;** margin line
ROP       OP01 OP02 OP03 OP04 OP05 OP06 ;** relevant openings
          OP07 OP08 OP09 OP10 OP11 OP12
          OP13 OP14 OP15 OP16 OP17 OP18
          OP19 OP20 OP21 OP22 OP23 OP24
          OP25 OP26 OP27 OP28 OP29

RCR       not given    ;** relevant criteria
CGM       not given    ;** changed gm             M
WTARR     not given    ;** watertight arrangement
SYTOL     0.001        ;** symmetry tolerance     M
TRLIM     0            ;** trim limit             DEGREE
SWH       not given    ;** significant wave height M
FRBD      not given    ;** freeboard deck edge
AAS       not given    ;** auto assign of arguments
    
```

Πίνακας 3.4-4. Calculation Arguments

Με βάση τις μεταβλητές που αναφέρθηκαν και τις ζώνες υποδιαίρεσης που έχουν οριστεί, εκτελείται ο πολυ-αλγόριθμος μακροεντολών (macro) και δημιουργείται αρχικά ο πίνακας ορίων διαμερισμάτων (compartments limits table – CLIM) , που παρουσιάζεται στον Πίνακα 3.4-5.

NAME	ZONE	ALIMIT	FLIMIT	PLIMIT	SLIMIT	LLIMIT	ULIMIT
HELP4	Z1	DAMHULL2	#-2	-	-	-	3DECK
HELP5	Z1	DAMHULL2	#-2	-	-	-	3DECK
A3DECKOTHERSPD3AS	Z1-2	DAMHULL2	#12	-/4.8	-	3DECK	-
A3DECKOTHERSPD3AP	Z1-3	DAMHULL2	#21	-	-	3DECK	-
D0N5VOID	Z10	#81	#93	-	-	-	1.2
D12N4VOID	Z10	#81	#93	-	-	1.2	3DECK
D36N2HFOSTORTKC	Z10-11	#81	#96	PDREF	-	3.6	3DECK
D36N3HFOSTORTKP	Z10-11	#81	#96	PDREF	-	3.6	3DECK
D36N1HFOSTORTKS	Z10-11	#81	#96	PDREF	-	3.6	3DECK
D0N3VOID	Z11-12	#93	#105	-	-	-	1.2
D12N2VOID	Z11-12	#93	#105	-	-	1.2	3DECK
D36N1FWTKS	Z12	#96	#105	4.2	-	3.6	3DECK
D36N2FWTKP	Z12	#96	#105	4.2	-	3.6	3DECK

E0N1VOID	Z13	#105	#114	-	-	-	1.2
E12N1PUMPRM	Z13	#105	#114	-	-	1.2	3.6
E36ACPLANT	Z13	#105	#114	-	-	3.6	3DECK
E3DECKESCLIFT	Z13	#105	#114	-	-	3DECK	-
E3DECKESCN1DECK STORE	Z13	#105	#114	-	-	3DECK	-
E0GRAYWATERTK	Z14	#114	#123	-	-	-	3.6
E36SEWRM	Z14	#114	#123	-	-	3.6	3DECK
E3DECKN1AHURMD3	Z14	#114	#123	-	-	3DECK	-
E3DECKOTHERSPACED3	Z14	#114	#123	-	-	3DECK	-
E0N1WBTKSS	Z15	#123	#138.3	-	-	-	3.6
E3DECKBOSUNPAINT STORE	Z15	#123	#138.3	-	-	3DECK	-
E3DECKN1HYDEQROOM	Z15	#123	#138.3	-	-	3DECK	-
E36BOWTHRU	Z15	#123	#138.3	-	-	3.6	3DECK
F0FPTANK	Z16	#138.3	DAMHULL2	-	-	-	PFF
FPFUPPERDECK	Z16	#138.3	DAMHULL2	-	-	PFF	-
A36STEERGEARM	Z2	#-2	#12	-	-	3.6	3DECK
A36N15VOID	Z2	#-2	#12	4.8	-	3.6	3DECK
HELPA	Z2	#-2	#12	4.8	-	-	3.6
3UPDECK	Z2-15	#-2	#138.3	-	-	3DECK	-
A3DECKN14VOID	Z3	#12	#21	-	-	PA1	3DECK
HELP	Z3	#12	#21	4.8	-	-	PA1
APA1N3WBTKC	Z3	#12	#21	4.8	-	PA1	3DECK
B19SHAFTALLEY2	Z4	#21	#33	1.8	-	1.9	3.6
B36N13VOID	Z4	#21	#33	4.8	-	3.6	3DECK
B36N3FWTKC	Z4	#21	#33	1.8	-	3.6	3DECK
B36POWERN2ENG STORE	Z4	#21	#33	-	-	3.6	3DECK
B0N12VOID	Z4	#21	#33	4.8	-	-	3.6
B19STLODRAINTKS	Z4	#21	#33	1.8	-	1.9	3.6
B19STLOSTORTKP	Z4	#21	#33	1.8	-	1.9	3.6
HELPB0N12VOID	Z4	#21	#33	-	-	-	3.6
B0SHAFTALLEY1	Z4-6	#21	#45	4.8	-	1.9/2*-	3.6
HELPCARDECK	Z4-9	#21	#81	1.8/3/1.5/ 3*5.6688	-	3DECK	-
B0N11VOID	Z5-6	#33	#45	-	-	-	3.6
B0N2WBTKP	Z5-6	#33	#45	3	-	-	3.6
B36AUXENGRM	Z5-6	#33	#45	-	-	3.6	3DECK
B13ENGRM	Z6-7	#39.5	#60	1.5/-	-	PBAUX/ PB2	3DECK
B0THERMALOILTKCC	Z7	#45	#60	56.688	-	-	PB2
B0FODRAINTKCC	Z7	#45	#60	56.688	-	-	PB2
B0DIRTYOILTKC	Z7	#45	#60	56.688	-	-	PB2
B0N10VOID	Z7	#45	#60	-	-	-	PB2
B05813N1LOCIRCTKS	Z7	#45	#60	56.688	-	-	PB2

B05813N2LOCIRCTKS	Z7	#45	#60	56.688	-	-	PB2
B05813N3LOCIRCTKP	Z7	#45	#60	56.688	-	-	PB2
B05813N4LOCIRCTKP	Z7	#45	#60	56.688	-	-	PB2
C0SC1C	Z8	#60	#72	56.688	-	-	1.2
C12SC2C	Z8	#60	#72	56.688	-	1.2	4.4
C0MGOSTORTKS	Z8	#60	#72	56.688	-	-	1.2
C0CWDRAINTKC	Z8	#60	#72	56.688	-	-	1.2
C0SLUDGETKP	Z8	#60	#72	56.688	-	-	1.2
C0FOOVFLTKP	Z8	#60	#72	56.688	-	-	1.2
C0N9VOID	Z8	#60	#72	-	-	-	1.2
C12LORNVTDTKS	Z8	#60	#72	56.688	-	1.2	3
C12LORNVTGTKP	Z8	#60	#72	56.688	-	1.2	3
C12FON3PUMP	Z8	#60	#72	-	-	1.2	4.4
C44N1ENGSTOREWORK	Z8	#60	#72	-	-	4.4	3DECK
C0SCV9A	Z8	#60	#72	56.688	-	-	1.2
C12SCV9B	Z8	#60	#72	56.688	-	1.2	4.4
C0N7VOID	Z9	#72	#81	7.8	-	-	1.2
C0N8VOID	Z9	#72	#81	56.688	-	-	1.2
C12N2PUMPRM	Z9	#72	#81	7.8	-	1.2	4.4
C12CPPRGLOSTORTKS	Z9	#72	#81	56.688	-	1.2	4.4
C12MEAELOSTORTKS	Z9	#72	#81	56.688	-	1.2	4.4
C44MGOSERVTKSS	Z9	#72	#81	56.688	-	4.4	3DECK
C44N6VOID	Z9	#72	#81	6	-	4.4	3DECK
C0HEELTKP	Z9	#72	#81	-	-	-	3DECK
C0HEELTKS	Z9	#72	#81	56.688	-	-	3DECK
C12N4HFOSERVTKPP	Z9	#72	#81	56.688	-	1.2	3DECK
C12N5HFOSSETTKPP	Z9	#72	#81	56.688	-	1.2	3DECK
C44ESCTRKV6	Z9	#72	#81	56.688	-	1.2	3DECK

Πίνακας 3.4-5. Όρια Διαμερισμάτων (Limits Table) του πλοίου αναφοράς «ROPAX1»

Στη συνέχεια, με την εκτέλεση του macro, υπολογίζεται ο A-Index για πέντε ζώνες, ακολουθώντας τους κανόνες του πιθανοθεωρητικού μοντέλου που προβλέπει η SOLAS 2009. Στον Πίνακα 3.4-6 παρατίθενται τα αποτελέσματα αναλυτικά. Αναγράφεται το μήκος υποδιαίρεσης, το κοίλο, ο αριθμός των ατόμων N1 και N2, ο Απαιτούμενος Δείκτης Υποδιαίρεσης R, ο Επιτευχθείς Δείκτης Υποδιαίρεσης A, τα βυθίσματα Deepest Subdivision Draught, Partial Subdivision Draught και Lightest Subdivision Draught, τα μετακεντρικά ύψη GM για τα βυθίσματα αυτά, κλπ. Στο Σχ. 3.4-1, φαίνονται οι τιμές του S factor για κάθε κατάκλυση διαμερισματος, ή συνδυασμού διαμερισμάτων. Με πράσινο χρώμα συμβολίζονται τα $S \geq 0,99$, για το κίτρινο ισχύει ότι $0,99 > S > 0,05$ και για το κόκκινο ισχύει ότι $S < 0,05$. Στο φόντο, με λευκό χρώμα ισχύει ότι $P \cdot V \cdot S < 0,0001$ (or empty damage) .

ATTAINED AND REQUIRED SUBDIVISION INDEX

subdivision length 123.867 m
 Breadth at the load line 19.000 m
 Breadth at the bulkhead deck 19.000 m
 Number of persons N1 0
 Number of persons N2 1560

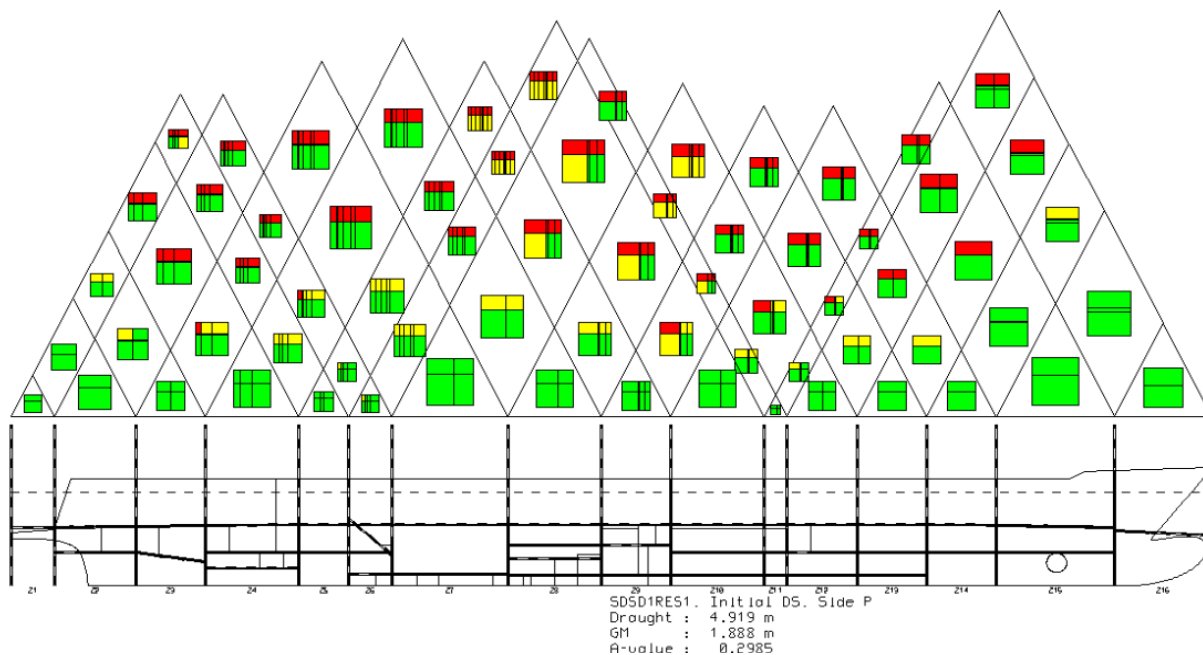
Required subdivision index R = 0.78401

Attained subdivision index A = 0.81167

INITDAMTAB	T m	GM m	SUBD	WCOEF	A-index
DL SDS1-P	4.043	2.238	SOLAS	0.200	0.07339
DL SDS2-P	4.043	2.238	SOLAS	0.200	0.11445
DP SDS1-P	4.569	1.716	SOLAS	0.400	0.14677
DP SDS2-P	4.569	1.716	SOLAS	0.400	0.17852
DS SDS1-P	4.919	1.888	SOLAS	0.400	0.14677
DS SDS2-P	4.919	1.888	SOLAS	0.400	0.15177
TOTAL					0.81167

DAMAGES	W*P*V*S
1-zone damages	0.36693
2-zone damages	0.34456
3-zone damages	0.08340
4-zone damages	0.01359
5-zone damages	0.00319
A-index Total	0.81167

Πίνακας 3.4-6. A-Index (SOLAS 2009) για το πλοίο αναφοράς «ROPAX1»



Σχ. 3.4-1. Τρίγωνα πιθανοτήτων κατάκλυσης του «ROPAX1» για τη SOLAS 2009

Όπως δείχνουν τα αποτελέσματα, ισχύει ότι $A \geq R$ ($A=0.81167$ και $R=0.78401$). Επομένως καλύπτεται ο κανονισμός και το «ROPAX1» μπορεί να επιβιώσει.

3.4.1.2. ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ ΣΧΕΔΙΑΣΕΙΣ

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, με βάση τα Risk Control Options (RCO) έγιναν ορισμένες μετατροπές στο πλοίο αναφοράς, προκειμένου να μελετηθούν και να βελτιστοποιηθούν η επιβιωσιμότητα και τα οικονομικά στοιχεία. Η μέθοδος που εφαρμόστηκε για αυτό το σκοπό, στο συγκεκριμένο κεφάλαιο, είναι το πιθανοθεωρητικό μοντέλο της SOLAS 2009.

3.4.1.2.1. ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΦΟΡΤΩΣΗΣ

Στα τροποποιημένα πλοία ήταν απαραίτητη η εύρεση του νέου lightship κάθε φορά, ώστε να γίνει ο υπολογισμός των καταστάσεων φόρτωσης και να εφαρμοστεί το πιθανοθεωρητικό μοντέλο. Η διαδικασία που ακολουθήθηκε για την εύρεση του νέου lightship αναλύεται ως εξής:

$$LS_1 = LS_0 + 0.1 \cdot (\nabla_{HULL_1} - \nabla_{HULL_0})$$

$$DWT_1 = DWT_0$$

$$\Delta LS = LS_1 - LS_0$$

$$LCG_{LS_1} = LCG_{LS_0}$$

$$VCG_{LS_1} = \frac{(LS_0 \cdot VCG_{LS_0} + (\Delta LS) \cdot VCG_{HULL})}{LS_1}$$

$$VSG_{LS_1} = VCG_{LS_1} + 0.50 \cdot (h_{mdk1} - h_{mdk0})$$

Μετά την εύρεση του lightship των τροποποιημένων πλοίων, υπολογίστηκαν οι καταστάσεις φόρτωσης για τα βυθίσματα d_S , d_P και d_L . Στο ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α, στο τέλος της εργασίας, αναφέρονται αναλυτικά όλα τα στοιχεία των καταστάσεων φόρτωσης για όλες τις σχεδιάσεις.

Τα αποτελέσματα συνοπτικά από τις καταστάσεις φόρτωσης παρατίθενται στους Πίνακες 3.4-7 (i), 3.4-7 (ii).

Version	Beam	Depth	Light Ship	Disp-Subd	Disp-Part	Disp_Lght
ROPAX1	19	6,60	4276,6	6270,8	5645,0	4815,0
ROPAX2	19	6,80	4320,4	6314,6	5688,8	4858,8
ROPAX3	19,2	6,60	4297,6	6291,8	5666,0	4836,0
ROPAX4	19,2	6,80	4341,8	6336,0	5710,2	4880,2
ROPAX5	19,2	7,00	4386,1	6380,4	5754,6	4924,6
ROPAX6	19,2	7,20	4430,6	6424,8	5799,0	4969,0
ROPAX7	19,4	6,60	4318,5	6312,7	5686,9	4856,9
ROPAX8	19,4	6,80	4363,2	6357,4	5731,6	4901,6
ROPAX9	19,4	7,00	4408,0	6402,2	5776,5	4946,4

ROPAX10	19,4	7,20	4452,9	6447,1	5821,3	4991,3
---------	------	------	--------	--------	--------	--------

Πίνακας 3.4-7 (i) . Στοιχεία εναλλακτικών σχεδιάσεων

Version	Beam	Depth	T-Subd	T-Part	T_Lght	GM-Subd	GM-Part	GM_Lght
ROPAX1	19	6,60	4,919	4,569	4,043	1,888	1,716	2,238
ROPAX2	19	6,80	4,943	4,594	4,069	1,802	1,608	2,136
ROPAX3	19,2	6,60	4,895	4,547	4,025	2,053	1,871	2,453
ROPAX4	19,2	6,80	4,919	4,572	4,051	1,969	1,799	2,351
ROPAX5	19,2	7,00	4,943	4,597	4,077	1,880	1,687	2,245
ROPAX6	19,2	7,20	4,967	4,622	4,104	1,791	1,581	2,135
ROPAX7	19,4	6,60	4,871	4,526	4,007	2,223	2,063	2,668
ROPAX8	19,4	6,80	4,895	4,551	4,034	2,136	1,967	2,568
ROPAX9	19,4	7,00	4,919	4,576	4,060	2,049	1,881	2,461
ROPAX10	19,4	7,20	4,943	4,601	4,086	1,958	1,766	2,351

Πίνακας 3.4-7 (ii) . Στοιχεία εναλλακτικών σχεδιάσεων

3.4.1.2.2. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΠΙΘΑΝΟΘΕΩΡΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ SOLAS 2009

Για τις εναλλακτικές σχεδιάσεις χρησιμοποιήθηκε ο ίδιος πολυ-αλγόριθμος μακροεντολών (macro) , με ορισμένες, όμως, διαφοροποιήσεις. Το πλήθος των επιβατών, των αξιωματικών και του πληρώματος (N1, N2, Np) , οι διαχωρητότητες Ps, Pp, Pl και οι ροπές mPass, mWind, mSurv και mHeel παρέμειναν σταθερά. Τα μεγέθη που άλλαξαν ήταν τα εξής:

```
@Ds=subd.t      @@ subdivision draught
@Dp=part.t      @@ Partial draught
@Dl=lght.t      @@ Light service draught
@trl=lght.tr    @@ Light service draught trim

@Gms=subd.gm-0.15 @@ GM for subdivision draught
@Gmp=part.gm-0.15 @@ GM for Partial draught
@Gml=lght.gm-0.15 @@ GM for Light service draught
```

Οι τιμές των μεγεθών αυτών υπολογίζονταν κάθε φορά από τις καταστάσεις φόρτωσης και φαίνονται αναλυτικά για κάθε σχεδίαση στους Πίνακες 3.4-7 (i) , 3.4-7 (ii) , που παρουσιάστηκαν προηγουμένως.

Με βάση τις μεταβλητές που αναφέρθηκαν και τις ζώνες υποδιαίρεσης που έχουν οριστεί, εκτελείται επομένως για κάθε σχεδίαση ο πολυ-αλγόριθμος μακροεντολών (macro) και δημιουργείται αρχικά ο πίνακας ορίων διαμερισμάτων (compartments limits table – CLIM) . Οι πίνακες αυτοί παρατίθενται αναλυτικά στο παράρτημα Β για όλα τα τροποποιημένα πλοία.

Επειτα, με την εκτέλεση του macro, υπολογίζεται ο A-Index για πέντε ζώνες, ακολουθώντας τους κανόνες του πιθανοθεωρητικού μοντέλου που προβλέπει η

SOLAS 2009. Στους Πίνακες 3.4-8 – 3.4-16 παρατίθενται τα αποτελέσματα αναλυτικά για τις εναλλακτικές σχεδιάσεις.

ATTAINED AND REQUIRED SUBDIVISION INDEX VERSION 2

Subdivision length 124.039 m
 Breadth at the load line 19.000 m
 Breadth at the bulkhead deck 19.000 m
 Number of persons N1 0
 Number of persons N2 1560

Required subdivision index R = 0.78401

Attained subdivision index A = 0.81478

INITDAMTAB	T m	GM m	SUBD	WCOEF	A-index
DL SDS1-P	4.069	2.136	SOLAS	0.200	0.07344
DL SDS2-P	4.069	2.136	SOLAS	0.200	0.11375
DP SDS1-P	4.594	1.608	SOLAS	0.400	0.14687
DP SDS2-P	4.594	1.608	SOLAS	0.400	0.17456
DS SDS1-P	4.943	1.802	SOLAS	0.400	0.14687
DS SDS2-P	4.943	1.802	SOLAS	0.400	0.15928

TOTAL 0.81478

DAMAGES	w*p*v*s
1-zone damages	0.36719
2-zone damages	0.34618
3-zone damages	0.08510
4-zone damages	0.01346
5-zone damages	0.00285
A-index Total	0.81478

Πίνακας 3.4-8. A-Index (SOLAS 2009) για το πλοίο «ROPAX2»

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα που παρουσιάστηκαν για το πλοίο «ROPAX2» στον Πίνακα 3.4-8, παρατηρείται ότι με την αύξηση του ύψους του καταστρώματος στεγανών φρακτών, αυξάνεται ελαφρά και ο Επιτευχθείς Δείκτης Υποδιαίρεσης A-Index.

Για το πλοίο αναφοράς «ROPAX1» η τιμή του A-Index ήταν A=0.81167, ενώ για το πλοίο «ROPAX2» είναι A=0.81478. Η άνοδος του δείκτη είναι αρκετά μικρή και οφείλεται στο γεγονός ότι καθώς αυξάνεται το κοίλο, αλλάζουν οι τιμές του μετακεντρικού ύψους GM, οι οποίες αντιστοιχούν στα επίσης μεταβληθέντα βυθίσματα Deepest, Partial και Lightest. Καθώς αυξάνονται τα τρία βυθίσματα, τα αντίστοιχα μετακεντρικά ύψη GM μειώνονται. Γι' αυτόν ακριβώς το λόγο, η άνοδος του δείκτη A είναι αρκετά μικρή, παρόλο που το κοίλο έχει αυξηθεί. Επομένως, ισχύουν τα εξής:

$$A_2 = 0.81478 > A_1 = 0.81167 \geq R = 0.78401$$

ATTAINED AND REQUIRED SUBDIVISION INDEX VERSION 3

Subdivision length 123.867 m
 Breadth at the load line 19.200 m
 Breadth at the bulkhead deck 19.000 m
 Number of persons N1 0
 Number of persons N2 1560

Required subdivision index R = 0.78401

Attained subdivision index A = 0.85744

INITDAMTAB	T m	GM m	SUBD	WCOEF	A-index
DL SDSA1-P	4.025	2.453	SOLAS	0.200	0.07339
DL SDSA2-P	4.025	2.453	SOLAS	0.200	0.11750
DP SDSA1-P	4.547	1.871	SOLAS	0.400	0.14677
DP SDSA2-P	4.547	1.871	SOLAS	0.400	0.19954
DS SDSA1-P	4.895	2.053	SOLAS	0.400	0.14677
DS SDSA2-P	4.895	2.053	SOLAS	0.400	0.17347
TOTAL					0.85744

DAMAGES	w*p*v*s
1-zone damages	0.36693
2-zone damages	0.37252
3-zone damages	0.09801
4-zone damages	0.01632
5-zone damages	0.00365
A-index Total	0.85744

Πίνακας 3.4-9. A-Index (SOLAS 2009) για το πλοίο αναφοράς «ROPAX3»

Όπως και στο πλοίο «ROPAX2», έτσι και στο «ROPAX3» παρατηρείται πως αυξάνεται ο Επιτευχθείς Δείκτης Υποδιαίρεσης A-Index. Σε αυτή, όμως, την περίπτωση η διαφορά είναι αρκετά μεγάλη κι αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι σε αυτό το πλοίο η αλλαγή έγινε στο πλάτος B, ένα μέγεθος που όπως φαίνεται είναι πολύ πιο καθοριστικό για τον A-Index.

Στο «ROPAX3» η τιμή του δείκτη είναι A=0.85744. Η άνοδος του δείκτη οφείλεται στην αύξηση του πλάτους B κατά δB=0.20m. Με την τροποποίηση του πλάτους, αλλάζουν οι τιμές του μετακεντρικού ύψους GM, οι οποίες αντιστοιχούν στα επίσης μεταβληθέντα βυθίσματα Deepest, Partial και Lightest. Για την ακρίβεια τα βυθίσματα μειώνονται και τα αντίστοιχα μετακεντρικά ύψη GM αυξάνονται, κάτι που δικαιολογεί και την μεγάλη αλλαγή του A-Index. Επομένως ισχύει η παρακάτω σχέση:

$$A_3 = 0.85744 > A_2 = 0.81478 > A_1 = 0.81167 \geq R = 0.78401$$

ATTAINED AND REQUIRED SUBDIVISION INDEX VERSION 4

Subdivision length 124.039 m
 Breadth at the load line 19.200 m
 Breadth at the bulkhead deck 19.000 m
 Number of persons N1 0
 Number of persons N2 1560

Required subdivision index R = 0.78401

Attained subdivision index A = 0.86509

INITDAMTAB	T m	GM m	SUBD	WCOEF	A-index
DL SDSA1-P	4.051	2.351	SOLAS	0.200	0.07344
DL SDSA2-P	4.051	2.351	SOLAS	0.200	0.11715
DP SDSA1-P	4.572	1.799	SOLAS	0.400	0.14688
DP SDSA2-P	4.572	1.799	SOLAS	0.400	0.19911
DS SDSA1-P	4.919	1.969	SOLAS	0.400	0.14688
DS SDSA2-P	4.919	1.969	SOLAS	0.400	0.18163

TOTAL					0.86509

DAMAGES	W*P*V*S
1-zone damages	0.36719
2-zone damages	0.37718
3-zone damages	0.10075
4-zone damages	0.01651
5-zone damages	0.00347

A-index Total	0.86509

Πίνακας 3.4-10. A-Index (SOLAS 2009) για το πλοίο αναφοράς «ROPAX4»

Στο πλοίο «ROPAX4» παρατηρείται και πάλι αύξηση του A-Index. Εδώ το πλάτος παραμένει το ίδιο, B=19.20m, ενώ το κοίλο αυξάνεται κατά δD=0.20m (D=6.80m). Η αύξηση σε αυτή την εκδοχή είναι αρκετή, όχι όμως τόσο μεγάλη όσο αυτή που παρουσιάστηκε στο «ROPAX3». Αυτό συμβαίνει διότι στο «ROPAX4» η αλλαγή έγινε στο κοίλο D, ένα μέγεθος που όπως παρατηρήθηκε και προηγουμένως, δεν είναι τόσο καθοριστικό για τον A-Index.

Στο «ROPAX4» η τιμή A-Index είναι A=0.86509. Η άνοδος του δείκτη σε σχέση με το «ROPAX3» οφείλεται στην αύξηση του κοίλου D κατά δD=0.20m. Δεν είναι, όμως, τόσο μεγάλη όσο πριν, διότι ενώ αυξάνονται τα τρία βυθίσματα, τα αντίστοιχα μετακεντρικά ύψη GM μειώνονται. Ισχύει επομένως η παρακάτω σχέση:

$$A_4 = 0.86509 > A_3 = 0.85744 > A_2 = 0.81478 > A_1 = 0.81167 \geq R = 0.78401$$

ATTAINED AND REQUIRED SUBDIVISION INDEX VERSION 5

Subdivision length 124.205 m
 Breadth at the load line 19.200 m
 Breadth at the bulkhead deck 19.000 m
 Number of persons N1 0
 Number of persons N2 1560

Required subdivision index $R = 0.78401$

Attained subdivision index $A = 0.86212$

INITDAMTAB	T m	GM m	SUBD	WCOEF	A-index
DL SDSA1-P	4.077	2.245	SOLAS	0.200	0.07350
DL SDSA2-P	4.077	2.245	SOLAS	0.200	0.11633
DP SDSA1-P	4.597	1.687	SOLAS	0.400	0.14699
DP SDSA2-P	4.597	1.687	SOLAS	0.400	0.19466
DS SDSA1-P	4.943	1.880	SOLAS	0.400	0.14699
DS SDSA2-P	4.943	1.880	SOLAS	0.400	0.18365

TOTAL					0.86212

DAMAGES	W*P*V*S
1-zone damages	0.36748
2-zone damages	0.37486
3-zone damages	0.10063
4-zone damages	0.01615
5-zone damages	0.00299

A-index Total	0.86212

Πίνακας 3.4-11. A-Index (SOLAS 2009) για το πλοίο αναφοράς «ROPAX5»

Στο σημείο αυτό, στο πλοίο «ROPAX5», παρατηρείται ελαφρά μείωση του δείκτη A-Index, παρόλο που το ύψος του καταστρώματος στεγανών φρακτών αυξήθηκε ακόμα περισσότερο ($D=7.00m$), με το πλάτος σταθερό στα 19.20m.

Για το πλοίο αυτό τιμή του δείκτη είναι $A=0.86212$, σε αντίθεση με το «ROPAX4», όπου η τιμή του A-Index ήταν $A=0.86509$. Η μείωση που παρατηρείται οφείλεται στην αύξηση του κοίλου D κατά $\delta D=0.20m$. Όπως έχει ήδη επισημανθεί, καθώς αυξάνεται το κοίλο, αλλάζουν οι τιμές του μετακεντρικού ύψους GM , οι οποίες αντιστοιχούν στα επίσης μεταβληθέντα βυθίσματα Deepest, Partial και Lightest. Καθώς αυξάνονται τα τρία βυθίσματα, τα αντίστοιχα μετακεντρικά ύψη GM μειώνονται. Αυτό ακριβώς το γεγονός οφείλεται για τη μείωση του A-Index. Η ελάττωση των GM είναι αρκετά μεγάλη και η αλλαγή του κοίλου δεν προσδίδει καμία ουσιαστική θετική αλλαγή στον δείκτη. Επομένως η σχέση που ισχύει είναι η εξής:

$$A_4 = 0.86509 > A_5 = 0.86212 >$$

$$A_5 > A_3 = 0.85744 > A_2 = 0.81478 > A_1 = 0.81167 \geq R = 0.78401$$

ATTAINED AND REQUIRED SUBDIVISION INDEX VERSION 6

Subdivision length 124.371 m
 Breadth at the load line 19.200 m
 Breadth at the bulkhead deck 19.000 m
 Number of persons N1 0
 Number of persons N2 1560

Required subdivision index R = 0.78401

Attained subdivision index A = 0.84858

INITDAMTAB	T m	GM m	SUBD	WCOEF	A-index
DL SDS1-P	4.104	2.135	SOLAS	0.200	0.07356
DL SDS2-P	4.104	2.135	SOLAS	0.200	0.11519
DP SDS1-P	4.622	1.581	SOLAS	0.400	0.14711
DP SDS2-P	4.622	1.581	SOLAS	0.400	0.18542
DS SDS1-P	4.967	1.791	SOLAS	0.400	0.14711
DS SDS2-P	4.967	1.791	SOLAS	0.400	0.18020

TOTAL					0.84858

DAMAGES	W*P*V*S
1-zone damages	0.36778
2-zone damages	0.36530
3-zone damages	0.09772
4-zone damages	0.01530
5-zone damages	0.00248

A-index Total	0.84858

Πίνακας 3.4-12. A-Index (SOLAS 2009) για το πλοίο αναφοράς «ROPAX6»

Στο πλοίο «ROPAX6», παρατηρείται το ίδιο ακριβώς φαινόμενο που εμφανίστηκε στο «ROPAX5». Σε αυτή, όμως, την περίπτωση η μείωση του A-Index είναι αρκετά μεγαλύτερη, λόγω της περαιτέρω αύξησης του ύψους του καταστρώματος στεγανών φρακτών (D=7.20m), για σταθερό πλάτος (B=19.20m).

Στο «ROPAX6» η τιμή του δείκτη είναι A=0.84858, αισθητά μειωμένη σε σχέση με την αντίστοιχη τιμή A=0.86212 του πλοίου «ROPAX5». Άρα ισχύει η εξής σχέση:

$$A_4 = 0.86509 > A_5 = 0.86212 > A_5 > A_3 = 0.85744 > A_6 = 0.84858 > A_6 > A_2 = 0.81478 > A_1 = 0.81167 \geq R = 0.78401$$

ATTAINED AND REQUIRED SUBDIVISION INDEX VERSION 7

Subdivision length 123.867 m
 Breadth at the load line 19.400 m
 Breadth at the bulkhead deck 19.000 m
 Number of persons N1 0
 Number of persons N2 1560

Required subdivision index R = 0.78401

Attained subdivision index A = 0.88774

INITDAMTAB	T m	GM m	SUBD	WCOEF	A-index
DL SDS1-P	4.007	2.668	SOLAS	0.200	0.07339
DL SDS2-P	4.007	2.668	SOLAS	0.200	0.12006
DP SDS1-P	4.526	2.063	SOLAS	0.400	0.14677
DP SDS2-P	4.526	2.063	SOLAS	0.400	0.21088
DS SDS1-P	4.871	2.223	SOLAS	0.400	0.14677
DS SDS2-P	4.871	2.223	SOLAS	0.400	0.18986
TOTAL					0.88774

DAMAGES	W*P*V*S
1-zone damages	0.36693
2-zone damages	0.38708
3-zone damages	0.11005
4-zone damages	0.01969
5-zone damages	0.00398
A-index Total	0.88774

Πίνακας 3.4-13. A-Index (SOLAS 2009) για το πλοίο αναφοράς «ROPAX7»

Όπως και στο πλοίο «ROPAX3» έτσι και εδώ, στο «ROPAX7», παρατηρείται πως αυξάνεται ο Επιτευχθείς Δείκτης Υποδιαίρεσης A-Index. Η αύξηση, όμως, σε αυτό το πλοίο είναι αρκετά μεγάλη κι αυτό απορρέει από την περαιτέρω αύξηση του πλάτους (B=19.40m), που όπως αποδείχθηκε είναι καθοριστικό για τον A-Index.

Στη «ROPAX3» η τιμή του δείκτη ήταν A=0.85744 (B=19.20m και D=6.60m), ενώ στο «ROPAX7», η τιμή του είναι A=0.88774 (B=19.40m και D=6.60m). Η άνοδος του δείκτη οφείλεται στην περαιτέρω αύξηση του πλάτους B κατά $\delta B=0.20m$. Με αυτό τον τρόπο τα τρία βυθίσματα Deepest, Partial και Lightest μειώνονται, ενώ αυξάνονται αισθητά τα μετακεντρικά ύψη GM, γεγονός που αποτελεί σημαντική παράμετρο για την παράλληλη άνοδο του δείκτη A. Οι σχέσεις που ισχύουν είναι οι εξής:

$$A_7 = 0.88774 > A_4 = 0.86509 > A_5 = 0.86212 > A_5 > A_3 = 0.85744 > A_6 = 0.84858 > A_6 > A_2 = 0.81478 > A_1 = 0.81167 \geq R = 0.78401$$

ATTAINED AND REQUIRED SUBDIVISION INDEX VERSION 8

Subdivision length 124.039 m
 Breadth at the load line 19.400 m
 Breadth at the bulkhead deck 19.000 m
 Number of persons N1 0
 Number of persons N2 1560

Required subdivision index R = 0.78401

Attained subdivision index A = 0.89644

INITDAMTAB	T m	GM m	SUBD	WCOEF	A-index
DL SDS1-P	4.034	2.568	SOLAS	0.200	0.07344
DL SDS2-P	4.034	2.568	SOLAS	0.200	0.12005
DP SDS1-P	4.551	1.967	SOLAS	0.400	0.14688
DP SDS2-P	4.551	1.967	SOLAS	0.400	0.21178
DS SDS1-P	4.895	2.136	SOLAS	0.400	0.14688
DS SDS2-P	4.895	2.136	SOLAS	0.400	0.19742

TOTAL					0.89644

DAMAGES	W*P*V*S
1-zone damages	0.36719
2-zone damages	0.39085
3-zone damages	0.11408
4-zone damages	0.02026
5-zone damages	0.00406

A-index Total	0.89644

Πίνακας 3.4-14. A-Index (SOLAS 2009) για το πλοίο αναφοράς «ROPAX8»

Στο πλοίο «ROPAX8» παρατηρείται και πάλι αύξηση του A-Index. Το πλάτος διατηρείται σταθερό στα 19.40m, ενώ το κοίλο αυξάνεται κατά $\delta D=0.20m$ ($D=6.80m$). Η άνοδος του δείκτη A είναι αρκετή, όχι όμως τόσο μεγάλη, όσο αυτή που παρατηρήθηκε στο «ROPAX7», διότι η αλλαγή πραγματοποιήθηκε στο κοίλο D, ένα μέγεθος που όπως φάνηκε και προηγουμένως, δεν είναι τόσο καθοριστικό για τον δείκτη.

Στο «ROPAX8» η τιμή του δείκτη είναι $A=0.89644$. Η άνοδος του A-Index σε σχέση με το «ROPAX7» οφείλεται στην αύξηση του κοίλου D κατά $\delta D=0.20m$ και δεν είναι τόσο μεγάλη όσο πριν, διότι όπως έχει ήδη επισημανθεί, καθώς αυξάνεται το κοίλο, ενώ τα τρία βυθίσματα αυξάνονται, τα αντίστοιχα μετακεντρικά ύψη GM μειώνονται κι αυτό αντισταθμίζει την άνοδο του A-Index, δικαιολογώντας τη μικρή του σχετικά αύξηση. Ισχύει επομένως η παρακάτω σχέση:

$$A_8 = 0.89644 > A_7 = 0.88774 > A_4 = 0.86509 > A_5 = 0.86212 > \\ A_5 > A_3 = 0.85744 > A_6 = 0.84858 > \\ A_6 > A_2 = 0.81478 > A_1 = 0.81167 \geq R = 0.78401$$

ATTAINED AND REQUIRED SUBDIVISION INDEX VERSION 9

Subdivision length 124.205 m
 Breadth at the load line 19.400 m
 Breadth at the bulkhead deck 19.000 m
 Number of persons N1 0
 Number of persons N2 1560

Required subdivision index R = 0.78401

Attained subdivision index A = 0.89755

INITDAMTAB	T m	GM m	SUBD	WCOEF	A-index
DL SDS1-P	4.060	2.461	SOLAS	0.200	0.07350
DL SDS2-P	4.060	2.461	SOLAS	0.200	0.11953
DP SDS1-P	4.576	1.881	SOLAS	0.400	0.14699
DP SDS2-P	4.576	1.881	SOLAS	0.400	0.21040
DS SDS1-P	4.919	2.049	SOLAS	0.400	0.14699
DS SDS2-P	4.919	2.049	SOLAS	0.400	0.20014

TOTAL					0.89755

DAMAGES	W*P*V*S
1-zone damages	0.36748
2-zone damages	0.39074
3-zone damages	0.11522
4-zone damages	0.02036
5-zone damages	0.00375

A-index Total	0.89755

Πίνακας 3.4-15. A-Index (SOLAS 2009) για το πλοίο αναφοράς «ROPAX9»

Στο «ROPAX9» παρατηρείται πως αυξάνεται και πάλι ο A-Index. Σε αυτό το πλοίο το πλάτος έχει μείνει σταθερό στα 19.40m, ενώ το κοίλο έχει αυξηθεί κατά δD=0.20m (D=7.00m) . Η άνοδος του δείκτη σε αυτή την εκδοχή είναι αρκετά μικρή. Παρατηρείται δηλαδή το ίδιο φαινόμενο με πριν. Ο δείκτης αυξάνεται μεν, αλλά ελαφρά, διότι η αλλαγή γίνεται στο ύψος του καταστρώματος στεγανών φρακτών.

Η τιμή του δείκτη είναι A=0.89755. Ισχύει επομένως η εξής σχέση:

$$A_9 = 0.89755 > A_8 = 0.89644 > A_7 = 0.88774 > A_4 = 0.86509 > A_5 = 0.86212 > A_5 > A_3 = 0.85744 > A_6 = 0.84858 > A_6 > A_2 = 0.81478 > A_1 = 0.81167 \geq R = 0.78401$$

ATTAINED AND REQUIRED SUBDIVISION INDEX VERSION 10

Subdivision length 124.371 m
 Breadth at the load line 19.400 m
 Breadth at the bulkhead deck 19.000 m
 Number of persons N1 0
 Number of persons N2 1560

Required subdivision index R = 0.78401

Attained subdivision index A = 0.89292

INITDAMTAB	T m	GM m	SUBD	WCOEF	A-index
DL SDS1-P	4.086	2.351	SOLAS	0.200	0.07356
DL SDS2-P	4.086	2.351	SOLAS	0.200	0.11852
DP SDS1-P	4.601	1.766	SOLAS	0.400	0.14711
DP SDS2-P	4.601	1.766	SOLAS	0.400	0.20676
DS SDS1-P	4.943	1.958	SOLAS	0.400	0.14711
DS SDS2-P	4.943	1.958	SOLAS	0.400	0.19985

TOTAL					0.89292

DAMAGES	W*P*V*S
1-zone damages	0.36778
2-zone damages	0.38906
3-zone damages	0.11375
4-zone damages	0.01921
5-zone damages	0.00311

A-index Total	0.89292

Πίνακας 3.4-16. A-Index (SOLAS 2009) για το πλοίο αναφοράς «ROPAX10»

Στο «ROPAX10», παρατηρείται ελαφρά μείωση του A-Index, παρόλο που το ύψος του καταστρώματος στεγανών φρακτών αυξήθηκε ακόμα περισσότερο (D=7.20m), διατηρώντας το πλάτος σταθερό (B=19.40m). Στο σημείο αυτό εμφανίζεται το ίδιο φαινόμενο που παρουσιάστηκε στο «ROPAX5».

Στο «ROPAX10» η τιμή του δείκτη είναι A=0.89292, σε αντίθεση με το πλοίο «ROPAX9», όπου η τιμή ήταν A=0.89755. Η μείωση οφείλεται στην αύξηση του κοίλου D κατά δD=0.20m. Όπως έχει ήδη επισημανθεί, καθώς αυξάνεται το κοίλο, ενώ τα τρία βυθίσματα αυξάνονται, τα αντίστοιχα μετακεντρικά ύψη GM ελαττώνονται. Σε αυτό ακριβώς το γεγονός οφείλεται η μείωση του A-Index. Η ελάττωση των GM είναι αρκετά μεγάλη και η αλλαγή του κοίλου δεν προσδίδει καμία ουσιαστική θετική αλλαγή στον δείκτη. Ισχύουν επομένως τα εξής:

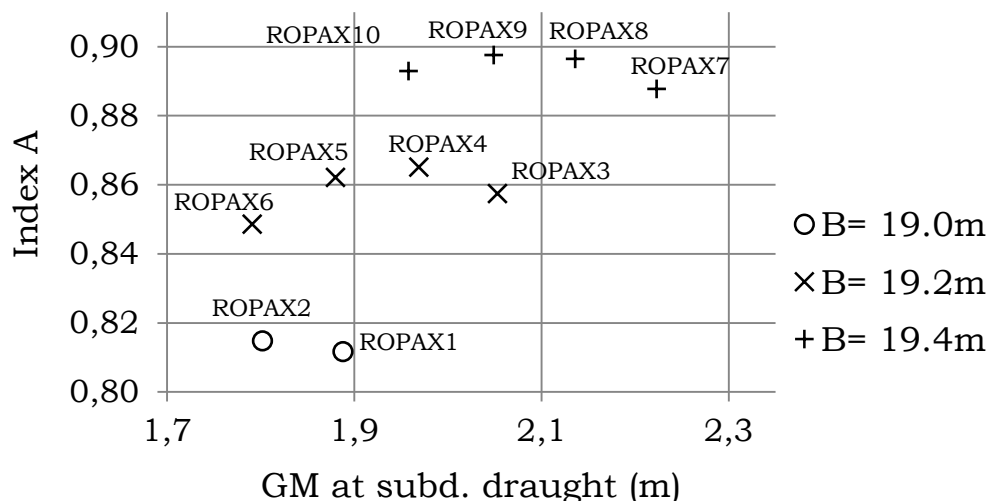
$$\begin{aligned}
 A_9 &= 0.89755 > A_8 = 0.89644 > A_{10} = 0.89292 > \\
 A_{10} &> A_7 = 0.88774 > A_4 = 0.86509 > A_5 = 0.86212 > \\
 A_5 &> A_3 = 0.85744 > A_6 = 0.84858 > \\
 A_6 &> A_2 = 0.81478 > A_1 = 0.81167 \geq R = 0.78401
 \end{aligned}$$

Τα αποτελέσματα του πιθανοθεωρητικού μοντέλου της SOLAS 2009, που παρουσιάστηκαν στους Πίνακες 3.4-8 – 3.4-16, παρατίθενται συνοπτικά στον Πίνακα 3.4-17, που ακολουθεί.

Version	Beam	Depth	T-Subd	T-Part	T_Lght	GM-Subd	GM-Part	GM_Lght	A-SOLAS
ROPAX1	19	6,60	4,919	4,569	4,043	1,888	1,716	2,238	0,81167
ROPAX2	19	6,80	4,943	4,594	4,069	1,802	1,608	2,136	0,81478
ROPAX3	19,2	6,60	4,895	4,547	4,025	2,053	1,871	2,453	0,85744
ROPAX4	19,2	6,80	4,919	4,572	4,051	1,969	1,799	2,351	0,86509
ROPAX5	19,2	7,00	4,943	4,597	4,077	1,880	1,687	2,245	0,86212
ROPAX6	19,2	7,20	4,967	4,622	4,104	1,791	1,581	2,135	0,84858
ROPAX7	19,4	6,60	4,871	4,526	4,007	2,223	2,063	2,668	0,88774
ROPAX8	19,4	6,80	4,895	4,551	4,034	2,136	1,967	2,568	0,89644
ROPAX9	19,4	7,00	4,919	4,576	4,060	2,049	1,881	2,461	0,89755
ROPAX10	19,4	7,20	4,943	4,601	4,086	1,958	1,766	2,351	0,89292

Πίνακας 3.4-17. A-Index (SOLAS 2009) για όλες τις εναλλακτικές σχεδιάσεις

Στο Σχ. 3.4-2, που παρουσιάζεται, απεικονίζεται ο δείκτης A της SOLAS 2009 για τα GM που αντιστοιχούν στο Deepest Subdivision Draught (GM-Subd), σε όλες τις εναλλακτικές σχεδιάσεις. Η αναφορά στο GM-Subd γίνεται, ώστε να δοθεί η εικόνα της μεταβολής του μετακεντρικού ύψους GM, σε σχέση με τις τροποποιήσεις που πραγματοποιήθηκαν.



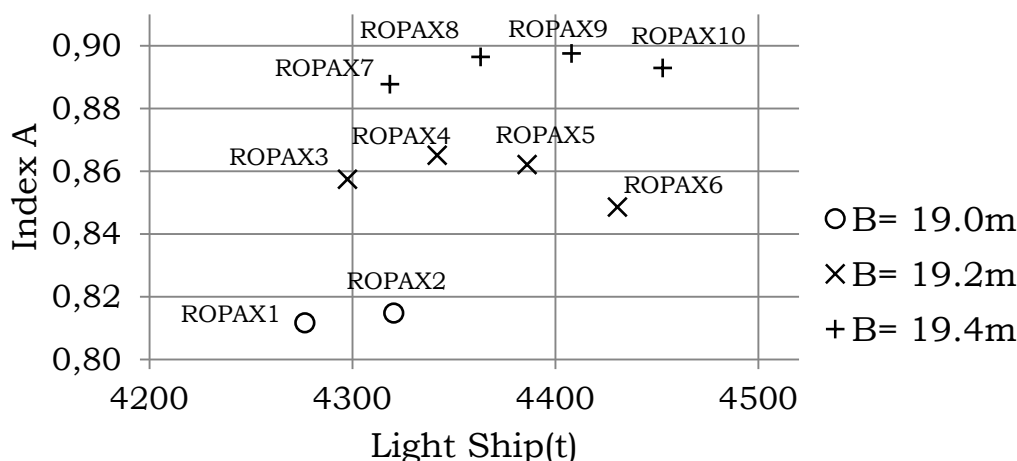
Σχ. 3.4-2. A-Index (SOLAS 2009) για GM-Subd σε όλες τις εναλλακτικές σχεδιάσεις

Όπως γίνεται αντιληπτό από το Σχ. 3.4-2, αλλά και από τα αναλυτικά συμπεράσματα που εξήχθησαν για κάθε ένα από τα τροποποιημένα πλοία (Πίνακες 3.4-8 – 3.4-16), το πλάτος B είναι το μέγεθος που επηρεάζει άμεσα την ευστάθεια του πλοίου, με αποτέλεσμα την αισθητή άνοδο του δείκτη A. Με

αύξηση του πλάτους B, παρατηρείται αρκετά μεγάλη αύξηση του μετακεντρικού ύψους GM, επομένως, μείωση της γωνίας εγκάρσιας κλίσης. Η εγκάρσια κλίση του πλοίου έχει ιδιαίτερη σημασία, καθώς σχετίζεται άμεσα με την ασφάλειά του. Η πιθανότητα εγκάρσιας βύθισης ή ανατροπής ενός πλοίου σε δυσμενείς συνθήκες είναι συνήθως πολύ μεγαλύτερη από τη διαμήκη. Αυτό θα μπορούσε να βασιστεί στο γεγονός ότι, για δεδομένη εξωτερική ροπή ένα πλοίο αποκτά πολύ μεγαλύτερη γωνία εγκάρσιας κλίσης, σε σχέση με τη διαμήκη, λόγω του μεγάλου λόγου μήκους – πλάτους.

Η περίπτωση της αύξησης του καταστρώματος στεγανών φρακτών (με βάση το κοίλο D) παρουσιάζεται αρκετά διαφορετική σε σχέση με αυτή της αύξησης του πλάτους. Μικρή αλλαγή του κοίλου έχει ως επίδραση την ελαφρά άνοδο του δείκτη A. Σε περιπτώσεις, όμως, που το κοίλο αυξάνεται αρκετά, ο δείκτης A παρουσιάζει πτωτική τάση, λόγω της μείωσης του μετακεντρικού ύψους GM.

Στο Σχ. 3.4-3 που ακολουθεί, φαίνεται η τιμή του δείκτη A σε σχέση με το Light Ship για κάθε τροποποιημένο πλοίο.



Σχ. 3.4-3. A-Index (SOLAS 2009) για το Light Ship σε όλες τις εναλλακτικές σχεδιάσεις

Σύμφωνα με το Σχ. 3.4-3 που παρουσιάστηκε, οι αλλαγές στο πλάτος έχουν αρκετή επίδραση στην αύξηση του Light Ship, αλλά οι τροποποιήσεις στο κοίλο παρουσιάζουν σοβαρότερες επιπτώσεις.

Η αύξηση του πλάτους, με μικρή αύξηση του κοίλου, επομένως, βελτιώνει αισθητά την αρχική ευστάθεια του πλοίου. Έχει ως επακόλουθο την αύξηση του Light Ship, αλλά παρουσιάζει καλύτερα αποτελέσματα σε σχέση με μεγάλη τροποποίηση του κοίλου. Θα πρέπει, όμως, να δοθεί προσοχή, διότι η υπερβολική αύξηση του πλάτους επιδρά αρνητικά στην ταχύτητα του πλοίου, στις περιπτώσεις όπου η αντίσταση του κύματος είναι υψηλή.

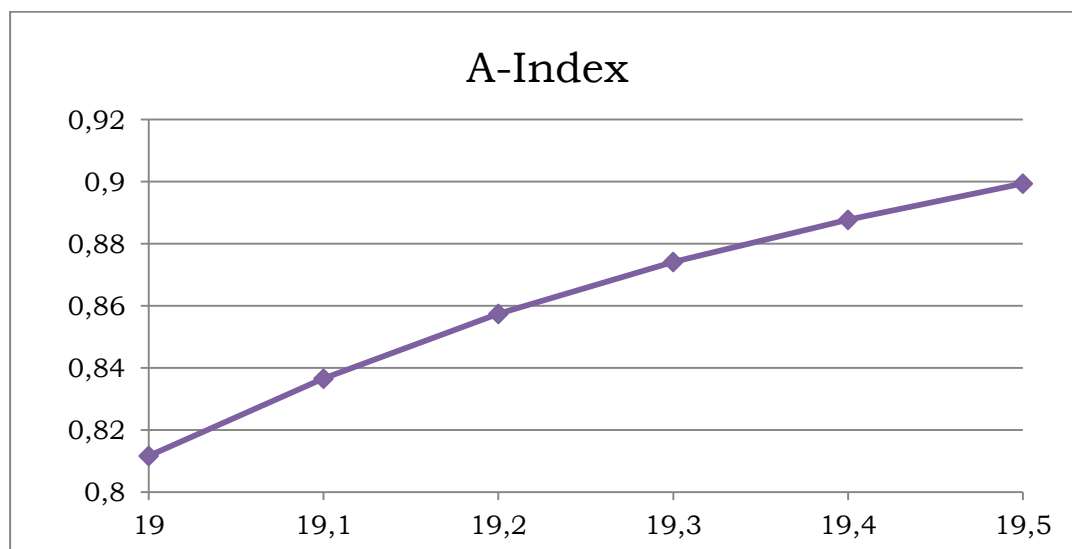
3.4.1.2.3. ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ SOLAS 2009

Όπως γίνεται αντιληπτό από τα αναλυτικά συμπεράσματα που εξήχθησαν για κάθε ένα από τα τροποποιημένα πλοία, το πλάτος B είναι το μέγεθος που επηρεάζει άμεσα την ευστάθεια του πλοίου, με αποτέλεσμα την αισθητή άνοδο του δείκτη A. Με αύξηση του πλάτους B, παρατηρείται αρκετά μεγάλη αύξηση του μετακεντρικού ύψους GM, επομένως, μείωση της γωνίας εγκάρσιας κλίσης.

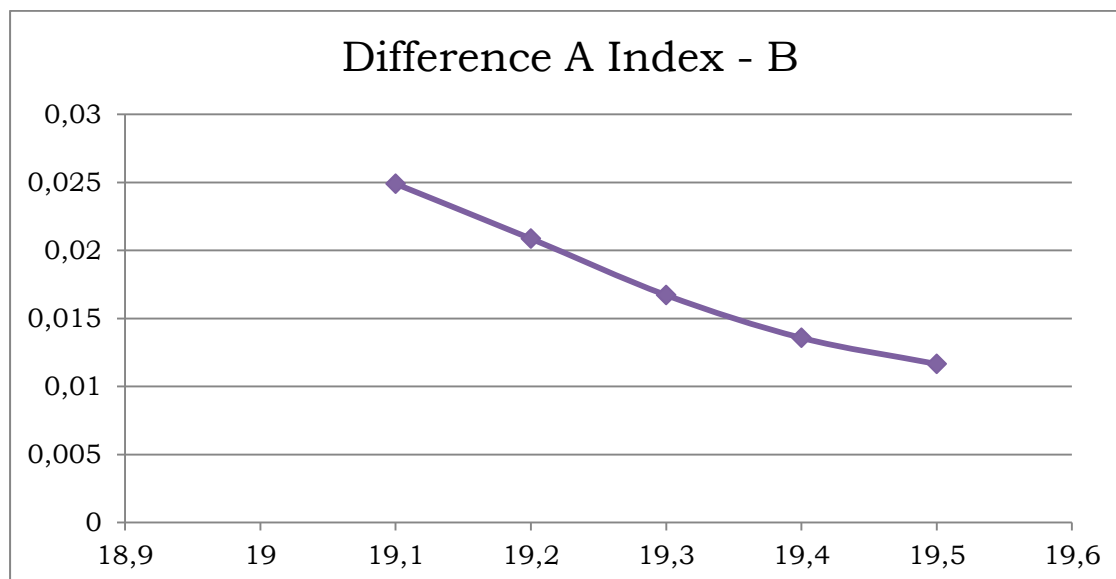
Συγκεκριμένα, παρατηρείται πως όσο αυξάνεται το B, τόσο μειώνεται η διαφορά στο δείκτη A. Ενδεικτικά παρουσιάζονται ο Πίνακας 3.4-18 και τα Σχ. 3.4-4 – 3.4-6 (για την καλύτερη απεικόνιση του φαινομένου και αξιολόγηση των αποτελεσμάτων δημιουργήθηκαν επιπλέον projects, με $\delta B=0,10m$ κάθε φορά) .

B	L/B	A	Difference - A
19	5,894737	0,81167	
19,1	5,863874	0,83657	0,02433
19,2	5,833333	0,85744	0,02144
19,3	5,803109	0,87416	0,01656
19,4	5,773196	0,88774	0,01374
19,5	5,74359	0,89940	0,01126

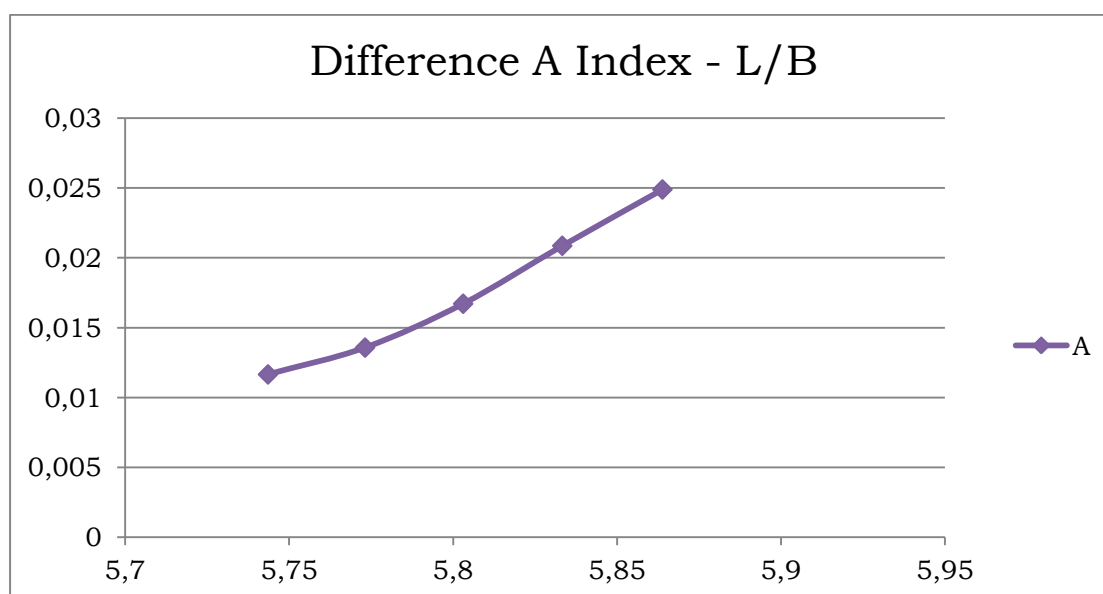
Πίνακας 3.4-18. L/B, A-Index, 1-A (SOLAS 2009) για σχεδιάσεις με B=19m – B=19,5m



Σχ. 3.4-4. A-Index (SOLAS 2009) για σχεδιάσεις με B=19m – B=19,5m



Σχ. 3.4-5. 1-A (SOLAS 2009) για σχεδιάσεις με $B=19m - B=19,5m$



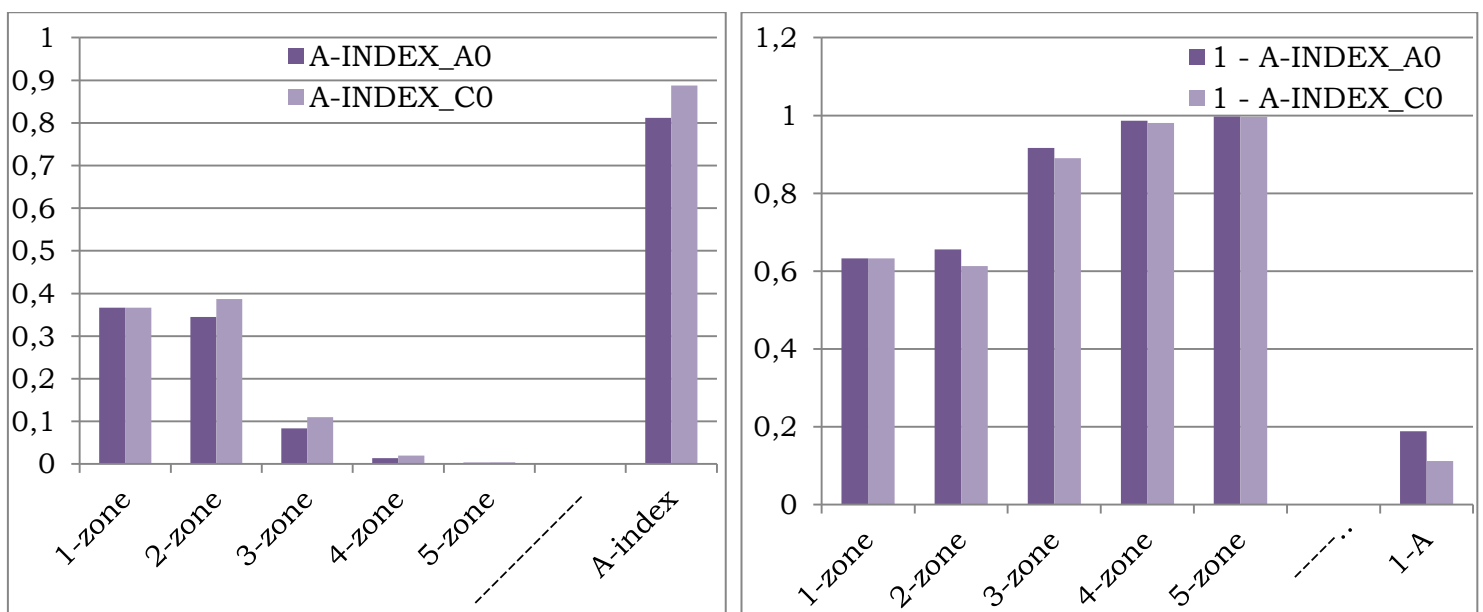
Σχ. 3.4-6. 1-A (SOLAS 2009) ως προς L/B, για σχεδιάσεις με $B=19m - B=19,5m$

Με βάση τον Πίνακα 3.4-18 και τα Σχ. 3.4-4 – 3.4-6, εξάγεται το συμπέρασμα πως, όσο αυξάνεται το πλάτος B και μειώνεται το L/B, τόσο ελαττώνεται η διαφορά 1-A (αύξηση του δείκτη A, επομένως αύξηση της επιβιωσιμότητας) .

Στο σημείο αυτό εξετάζονται ορισμένες περιπτώσεις καταστάσεων βλάβης, για τα πλοία «ROPAX1» και «ROPAX7» , στα οποία πραγματοποιήθηκε και η μεγαλύτερη τροποποίηση πλάτους ($\delta B=0,40m$) , ώστε να κατανοηθεί η επίδραση του πλάτους στο δείκτη A. Στον Πίνακα 3.4-19 και τα Σχ. 3.4-7 (i) – 3.4-8 (ii) παρουσιάζονται αναλυτικά τα αποτελέσματα των πλοίων.

ROPAX1	B=19,0m			ROPAX7	B=19,4m		
DAMAGES	W*P*V*S			DAMAGES	W*P*V*S		
1-zone	damages	0,36693	0,63307	1-zone	damages	0,36693	0,63307
2-zone	damages	0,34456	0,65544	2-zone	damages	0,38708	0,61292
3-zone	damages	0,0834	0,9166	3-zone	damages	0,11005	0,88995
4-zone	damages	0,01359	0,98641	4-zone	damages	0,01969	0,98031
5-zone	damages	0,00319	0,99681	5-zone	damages	0,00398	0,99602
A-index	Total	0,81167	1-A 0,18833	A-index	Total	0,88774	1-A 0,11226

Πίνακας 3.4-19. Αναλυτικά αποτελέσματα των πλοίων «ROPAX1» και «ROPAX7»



Σχ. 3.4-7. (i) Αποτελέσματα «ROPAX1» (ii) Αποτελέσματα «ROPAX7»

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα που εξήχθησαν από το NAPA, οι καταστάσεις βλάβης, στις οποίες παρουσιάστηκε διαφορά στο δείκτη S και επομένως στο δείκτη A, ήταν 642 από τις 2169 που υπήρχαν συνολικά (29,6%) . Οι λόγοι που παρουσιάστηκε διαφορά στο δείκτη S, όπως αποδείχτηκε, ήταν:

- ο Μεγάλη διαφορά στο GZ (και στο Range) . Στο πλοίο «ROPAX7» το GZ λάμβανε μεγάλες τιμές (27% των περιπτώσεων, όπου παρουσιάζεται διαφορά στο S).
- ο Μεγάλη διαφορά στη γωνία (Heeling Angle) και στο δείκτη K, ο οποίος ήταν πολλές φορές υπεύθυνος για την τιμή του S (34% των περιπτώσεων, όπου παρουσιάζεται διαφορά στο S) .
- ο Συνδυασμός των παραπάνω περιπτώσεων σε μικρότερο πολλές φορές βαθμό.

Αντιπροσωπευτικά παρουσιάζονται ορισμένες καταστάσεις βλάβης για κάθε κατηγορία που παρουσιάστηκε παραπάνω.

Αρχικά εξετάζεται η περίπτωση όπου η αλλαγή του S οφείλεται στο GZ και το $Range$. Στις περιπτώσεις αυτές για την αλλαγή του $SFAC$ ευθύνεται σε μεγάλο βαθμό το GZ . Παρατηρείται πως το GZ αρχικά λαμβάνει μικρή τιμή, ενώ στη συνέχεια αρκετά μεγάλη. Το γεγονός αυτό συμβάλλει αρκετά στην αλλαγή του $SFAC$. Οι περιπτώσεις αυτές αποτελούν το 27% των διαφορών. Σε κλίση πλατύτερου πλοίου το κέντρο άντωσης απομακρύνεται περισσότερο από το κέντρο βάρους, με συνέπεια το μετάκεντρο να ανέρχεται. Επομένως αυξάνεται ο μοχλοβραχίονας επαναφοράς GZ και το εύρος της ευστάθειας ($Range$), επομένως βελτιώνεται η ευστάθεια. Βλέπουμε, επίσης πως υπάρχει διαφοροποίηση και στο $SFAC$. Συγκεκριμένα, στο πλοίο «ROPAX1», το $SFAC$ είναι το S_{mom} , δηλαδή η πιθανότητα επιβίωσης υπό την επίδραση εγκάρσιας ροπής είναι μικρότερη, ενώ στο πλοίο με αυξημένο πλάτος «ROPAX7», το $SFAC$ είναι σε κάποιες περιπτώσεις το S_{final} , δηλαδή εδώ η πιθανότητα επιβίωσης στο τελικό στάδιο κατάκλυσης είναι μικρότερη. Ισχύει ότι:

$$S_{mom} = \frac{(GZ_{MAXR}-0,04) \cdot Displacement}{M_{Heel}} \quad \text{και} \quad S_{final} = K \cdot \left[\frac{GZ_{MAXSOL}}{0,12} \cdot \frac{Range}{16} \right]^{\frac{1}{4}}$$

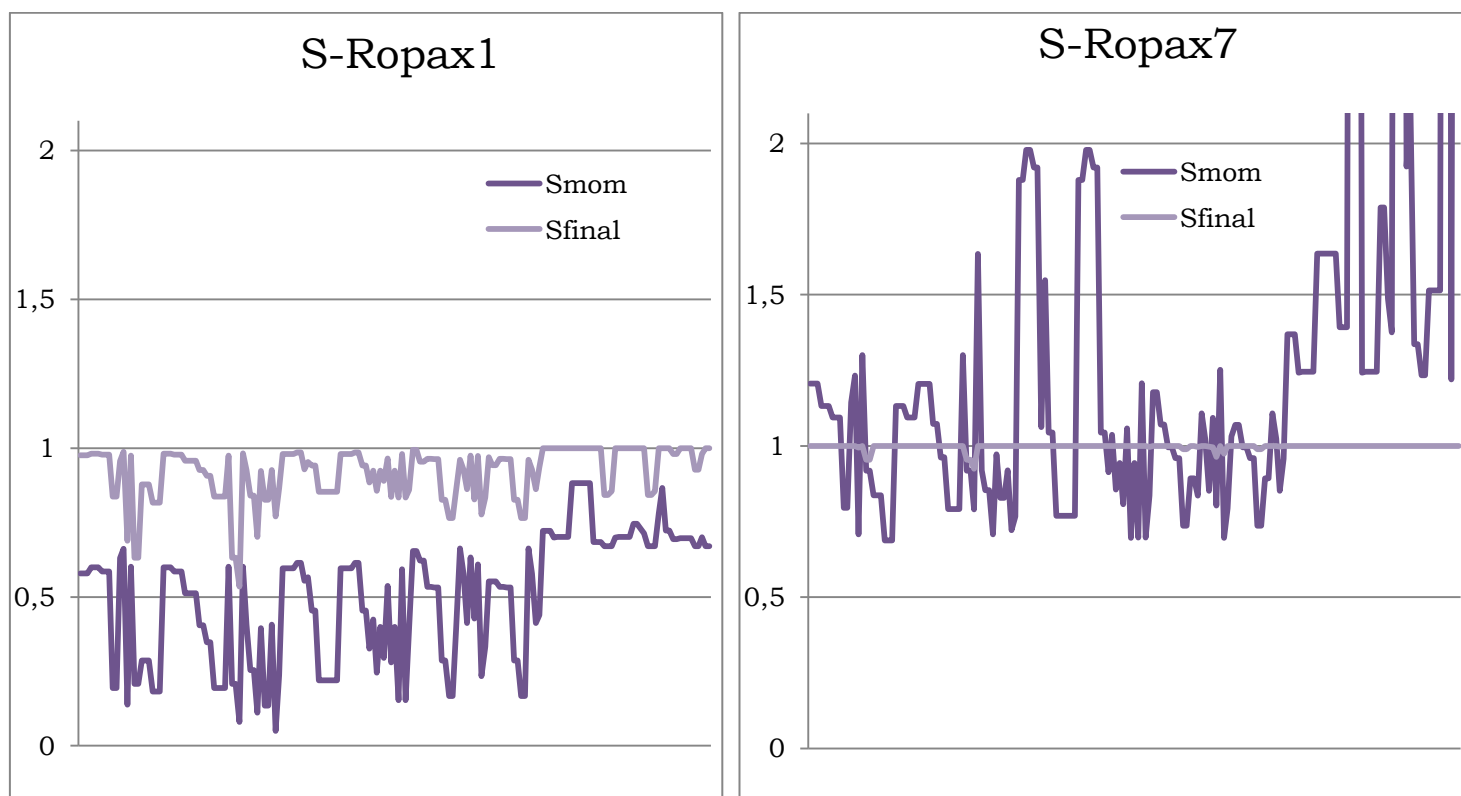
Για την καλύτερη εξέταση αυτού του φαινομένου, παρουσιάζονται ορισμένες καταστάσεις βλάβης αυτής της κατηγορίας στον Πίνακα 3.4-20, που ακολουθεί.

ROPAX1,7	ROPAX1,7	ROPAX1	ROPAX7	ΔΙΑΦ.	ROPAX1			ROPAX7		
CASE	ZONE	SFAC	SFAC	-	smom	sfinal	smin	smom	sfinal	smin
DP/SDSP11-13.2.0-1	Z11/Z12/Z13	0,353	0,933	-0,580	0,424	0,925	mom	1,037	0,992	final
DP/SDSP13-16.1.3	Z13/Z14/Z15 /Z16	0,523	1	-0,477	0,593	0,980	mom	1,208	1	final
DL/SDSP2-4.5.2	Z2/Z3/Z4	0,434	0,927	-0,493	0,579	0,976	mom	1,206	1	final
DL/SDSP2-4.5.3	Z2/Z3/Z4	0,434	0,927	-0,493	0,579	0,976	mom	1,206	1	final
DL/SDSP2-4.5.0	Z2/Z3/Z4	0,434	0,927	-0,493	0,579	0,976	mom	1,206	1	final
DL/SDSP3-5.1.2	Z3/Z4/Z5	0,452	0,870	-0,418	0,600	0,982	mom	1,132	1	final
DL/SDSP3-5.1.3	Z3/Z4/Z5	0,452	0,870	-0,418	0,600	0,982	mom	1,132	1	final
DL/SDSP3-5.1.0	Z3/Z4/Z5	0,452	0,870	-0,418	0,600	0,982	mom	1,132	1	final
DL/SDSP3-5.2.2	Z3/Z4/Z5	0,439	0,841	-0,401	0,585	0,978	mom	1,094	1	final
DL/SDSP4-7.1.2-4	Z4/Z5/Z6/Z7	0,376	0,926	-0,549	0,512	0,958	mom	1,205	1	final
DL/SDSP4-7.1.0-4	Z4/Z5/Z6/Z7	0,376	0,926	-0,549	0,512	0,958	mom	1,205	1	final
DL/SDSP4-7.2.2-4	Z4/Z5/Z6/Z7	0,376	0,926	-0,549	0,512	0,958	mom	1,205	1	final
DL/SDSP4-7.2.0-4	Z4/Z5/Z6/Z7	0,376	0,926	-0,549	0,512	0,958	mom	1,205	1	final
DL/SDSP4-7.3.2-4	Z4/Z5/Z6/Z7	0,288	0,824	-0,536	0,405	0,926	mom	1,072	1	final
DL/SDSP4-7.3.0-4	Z4/Z5/Z6/Z7	0,288	0,824	-0,536	0,405	0,926	mom	1,072	1	final

Πίνακας 3.4-20. Καταστάσεις βλάβης των πλοίων «ROPAX1» και «ROPAX7», όπου η αλλαγή του $SFAC$ σχετίζεται με το GZ .

Οι περιπτώσεις αυτές παρουσιάστηκαν αντιπροσωπευτικά. Στην κατηγορία αυτή, το SFAC οφείλεται αποκλειστικά στο Smom για το «ROPAX1» (100% των περιπτώσεων που ανήκουν στην πρώτη κατηγορία-174 περιπτώσεις), ενώ το SFAC του «ROPAX7» διαφοροποιείται και οφείλεται αρκετές φορές στο Sfinal (107 από τις 174 περιπτώσεις της πρώτης κατηγορίας, 61,5% δηλαδή) .

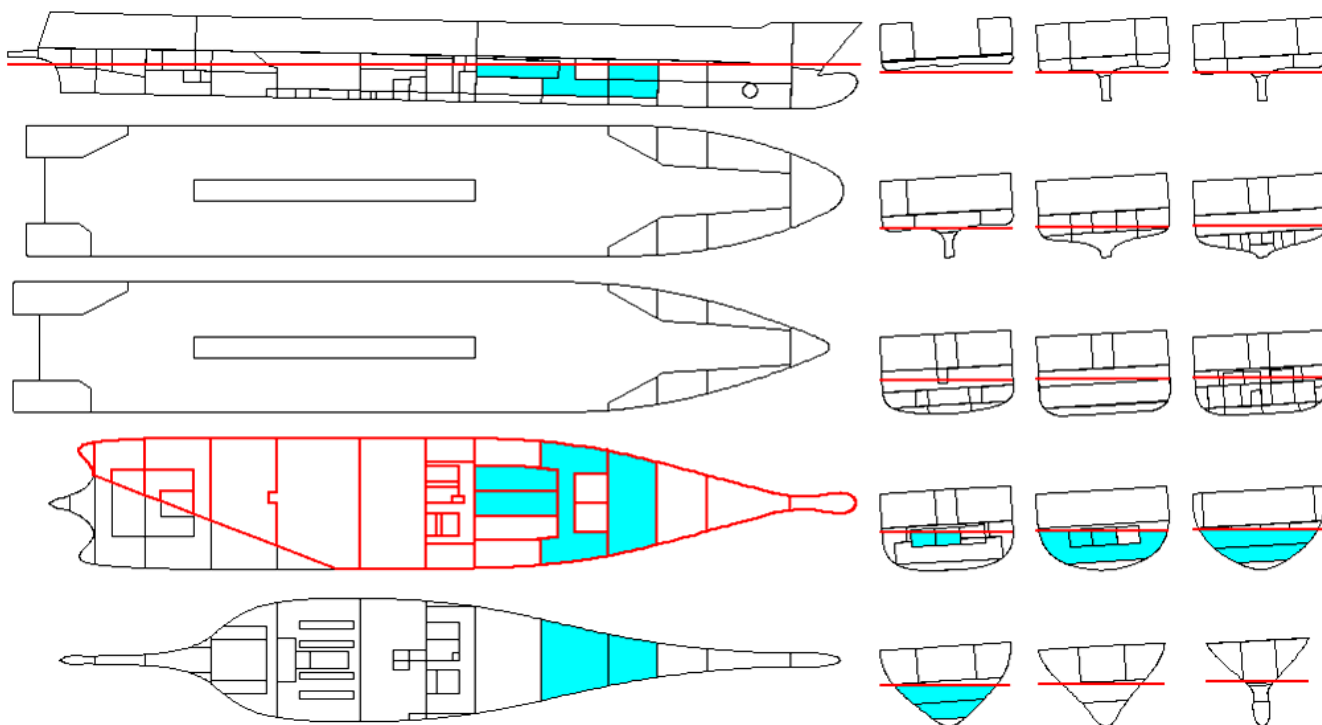
Παρακάτω παρατίθενται σχετικά διαγράμματα για την καλύτερη απεικόνιση του φαινομένου (Σχ. 3.4-8 (i), (ii)) .



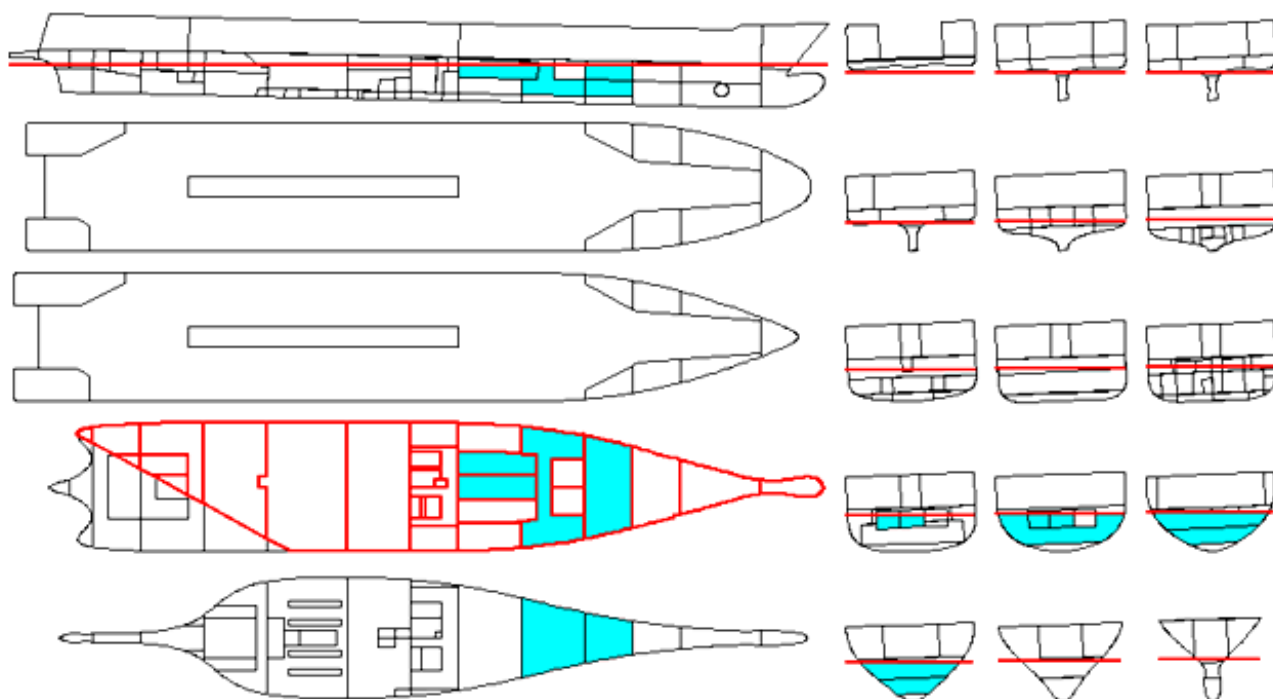
Σχ. 3.4-8. (i) Αποτελέσματα SFAC «ROPAX1» (ii) Αποτελέσματα SFAC «ROPAX7»

Γίνεται έτσι αντιληπτό, πως στο πλοίο με αυξημένο πλάτος αυξάνεται ελαφρά το Sfinal, δηλαδή η πιθανότητα επιβίωσης στο τελικό στάδιο κατάκλυσης, αφού αυξάνεται το GZ και το Range. Η μεγάλη όμως αύξηση παρατηρείται στο Smom, δηλαδή στην πιθανότητα επιβίωσης υπό την επίδραση εγκάρσιας ροπής, λόγω της αύξησης του GZ. Επομένως, πολλές φορές το SFAC για το «ROPAX7» ήταν το Sfinal ($S_{min}=S_{final}<S_{mom}$) .

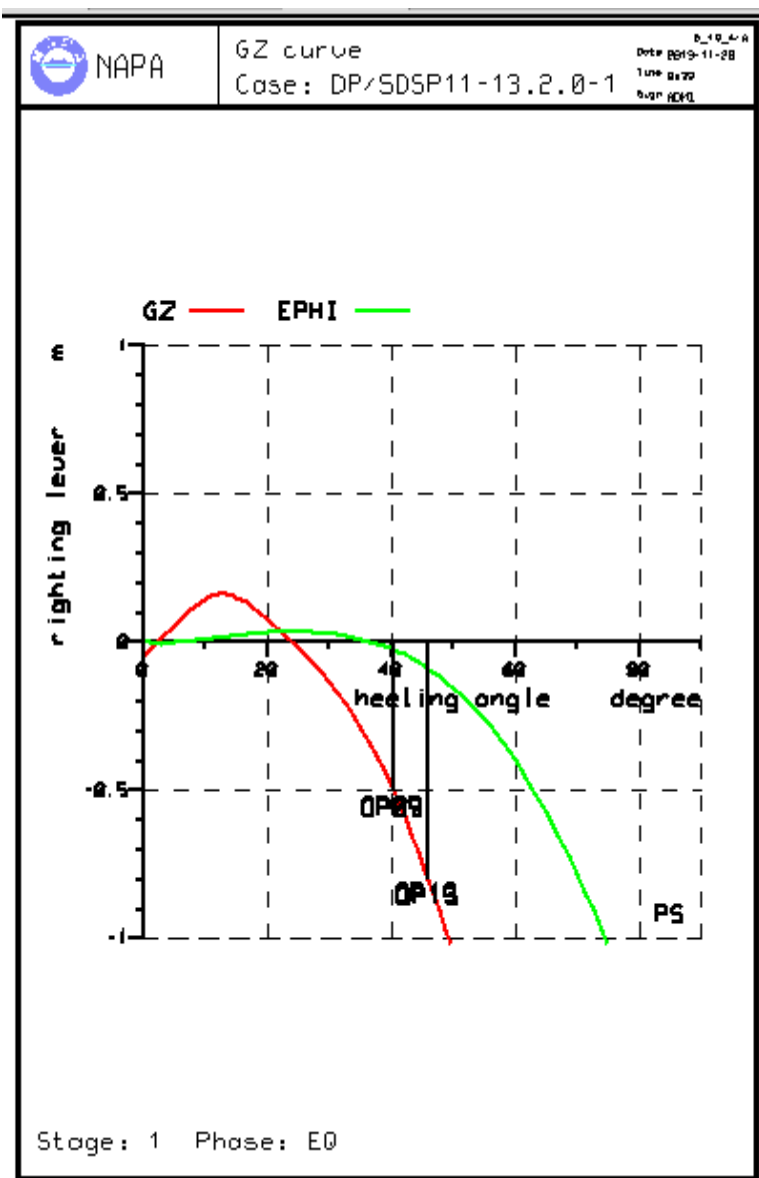
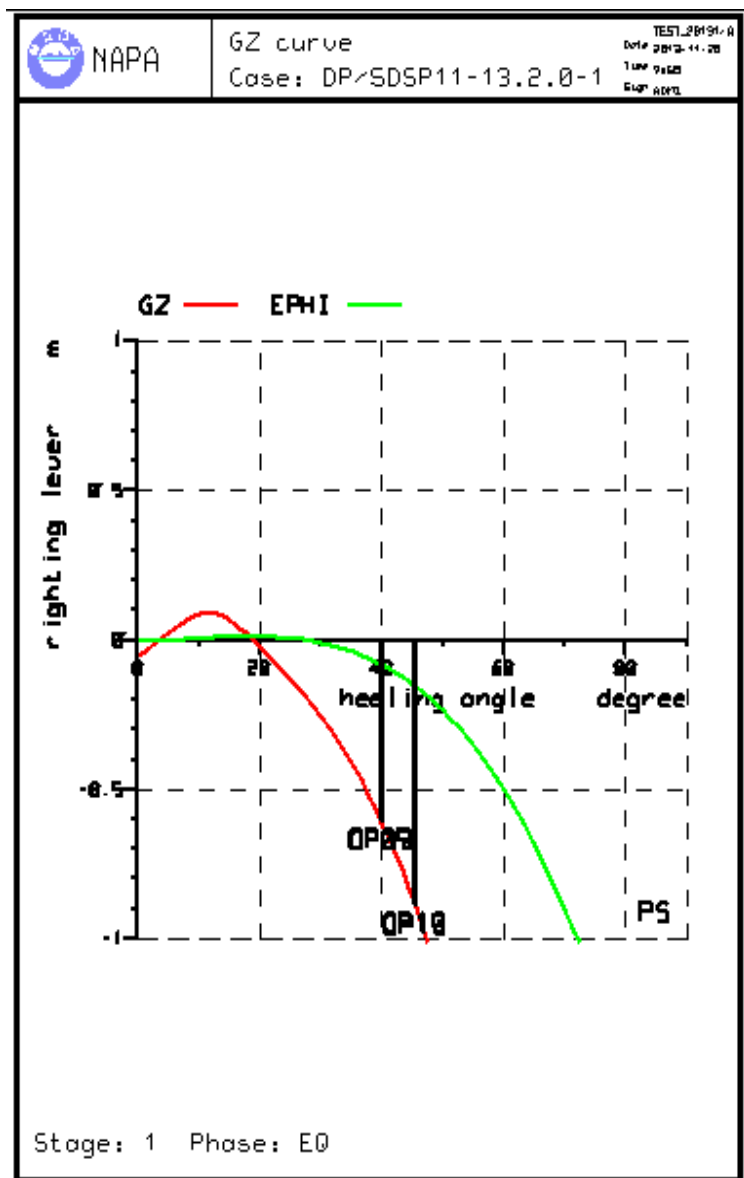
Στα Σχ. 3.4-9 (i), (ii), Σχ. 3.4-10 (i), (ii) , παρουσιάζονται τα αποτελέσματα ορισμένων καταστάσεων βλάβης γραφικά. Η μία κατάσταση αναφέρεται σε διαμερίσματα της πλώρης και η άλλη σε διαμερίσματα που βρίσκονται πιο πίσω.



Σχ. 3.4-9. (i) DP/SDSP11-13.2.0-1, για το πλοίο με πλάτος $B=19m$ (ROPAX1)



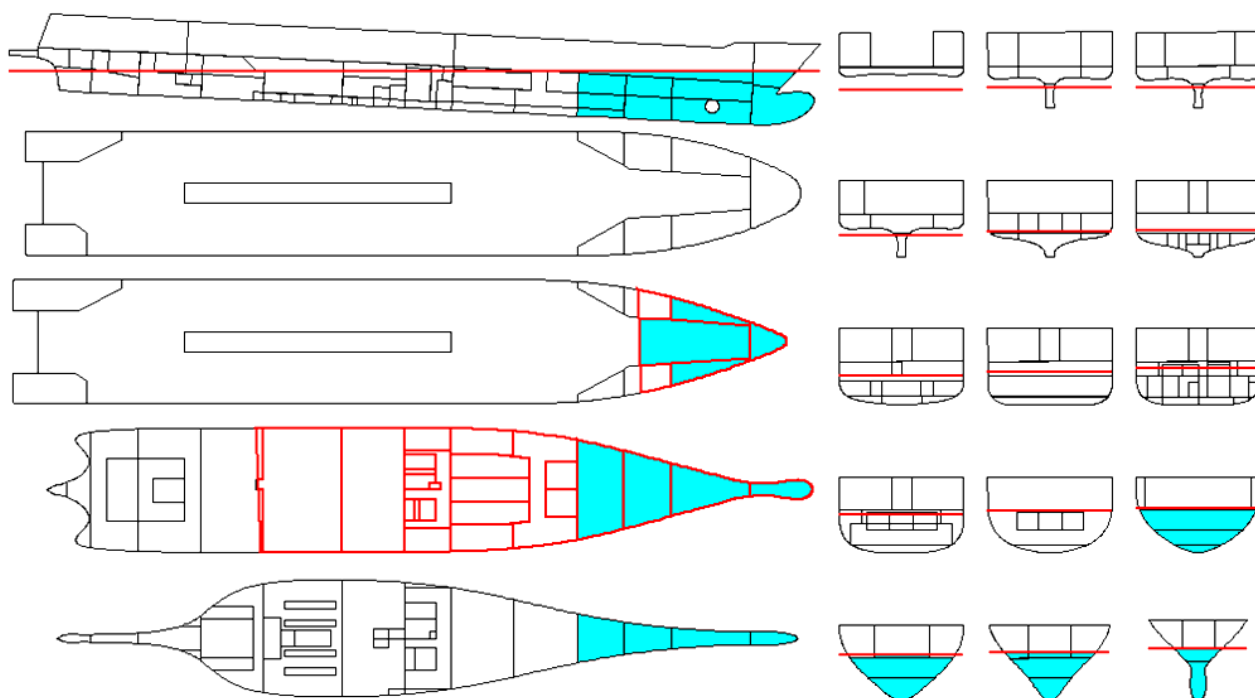
Σχ. 3.4-9. (i) DP/SDSP11-13.2.0-1, για το πλοίο με πλάτος $B=19,4m$ (ROPAX7)



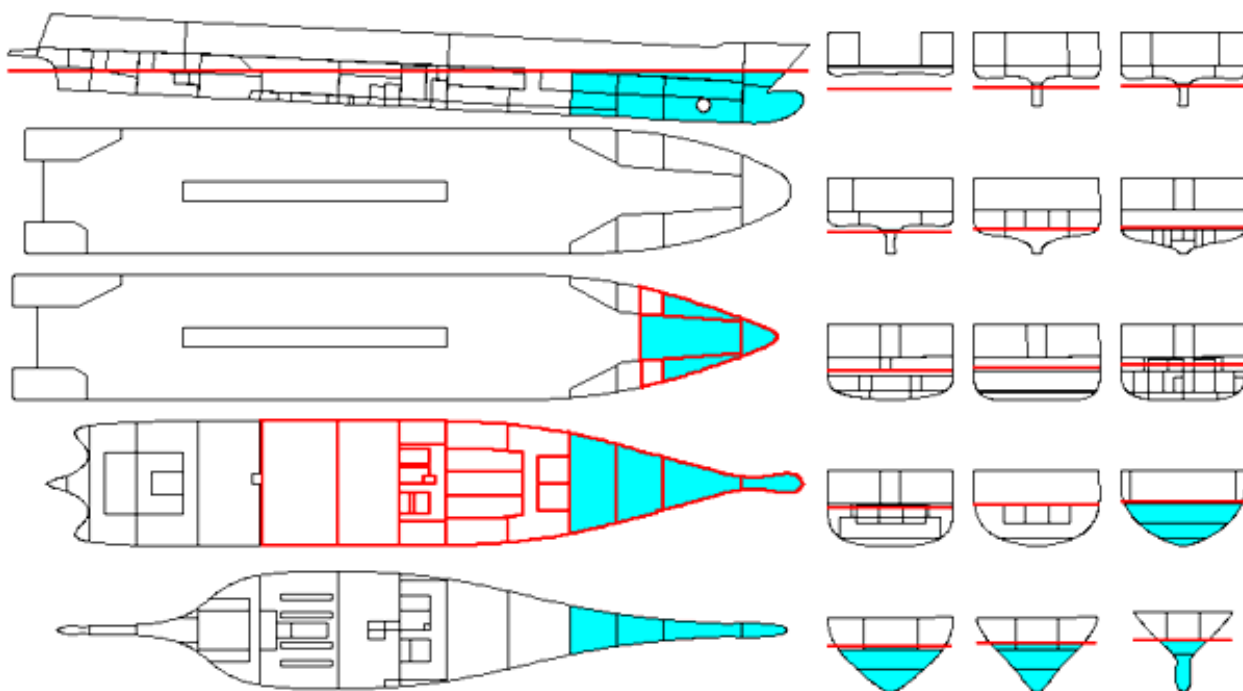
Σχ. 3.4-10. (i) Καμπύλη GZ για ROPAX1 και (ii) για ROPAX7 (DP/SDSP11-13.2.0-1)

Όπως γίνεται αντιληπτό στο σημείο αυτό, με την αύξηση του πλάτους, έχουμε όντως αύξηση του GZ και του Range, γεγονός που οδηγεί στην αύξηση του δείκτη S (SFAC=Sfinal) και ως εκ τούτου, στην αύξηση του τελικού δείκτη A. Επίσης, υπάρχει μικρή μείωση της γωνίας ισορροπίας, γεγονός που συμβάλλει στην αύξηση της ευστάθειας.

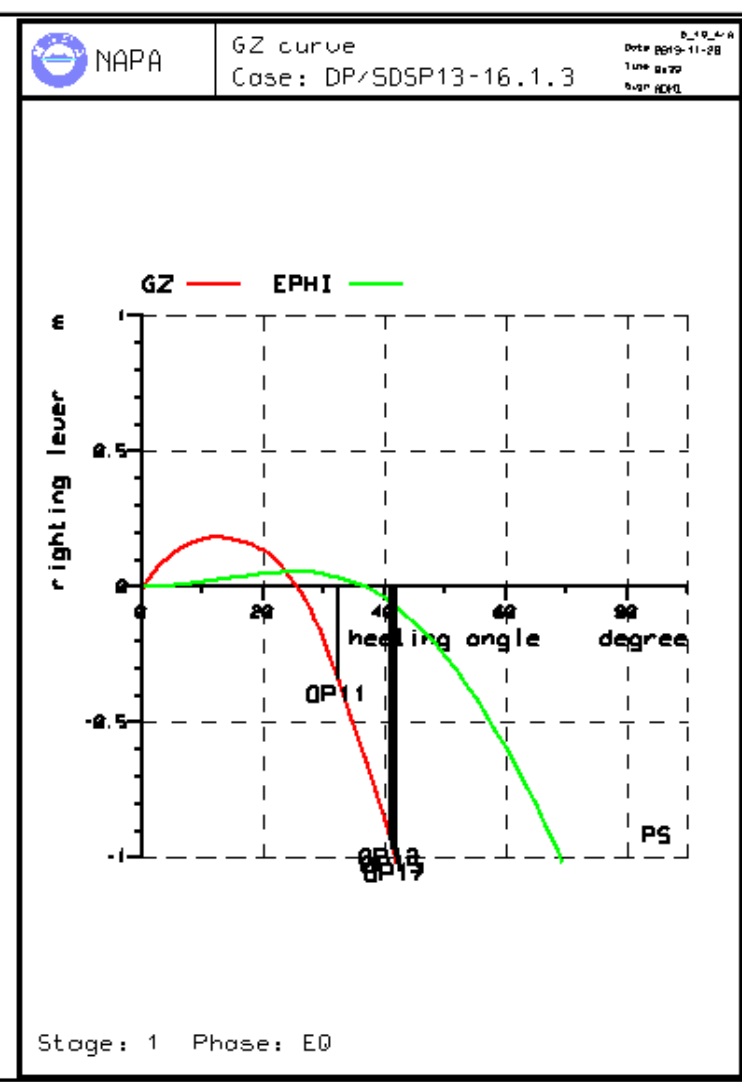
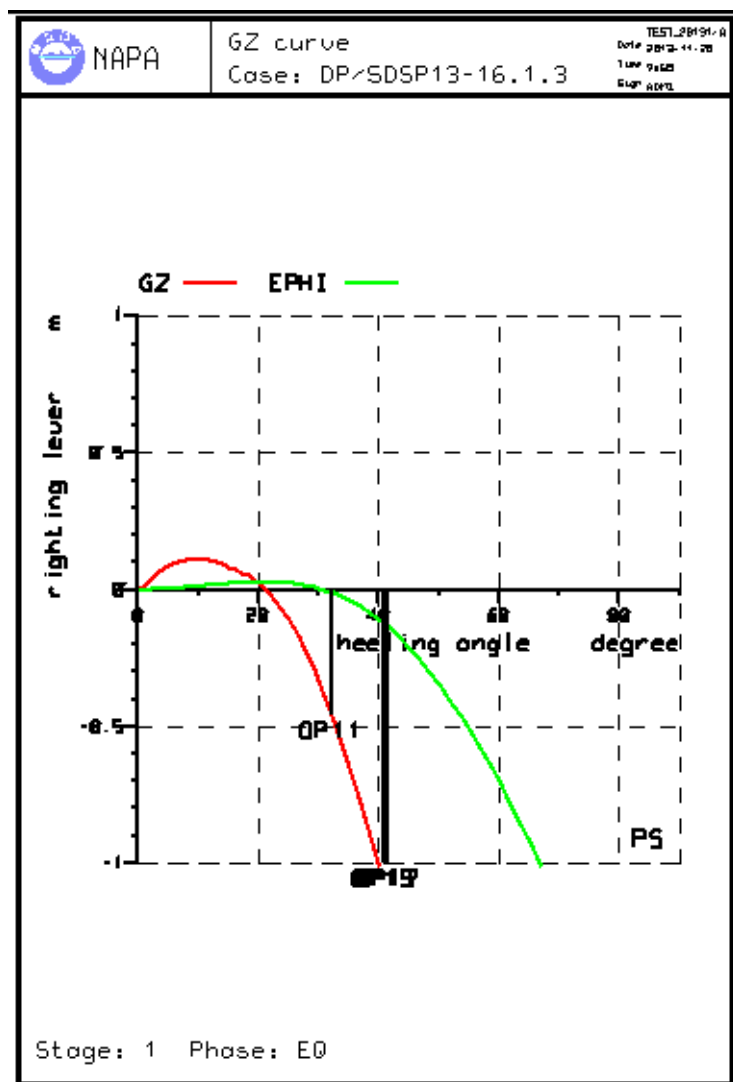
Μία ακόμη περίπτωση, που κατακλύζονται διαμερίσματα που βρίσκονται στην πλώρη, είναι και η ακόλουθη.



Σχ. 3.4-11. (i) DP/SDSP13-16.1.3, για το πλοίο με πλάτος $B=19m$ (ROPAX1)



Σχ. 3.4-11. (ii) DP/SDSP13-16.1.3, για το πλοίο με πλάτος $B=19,4m$ (ROPAX7)



Σχ. 3.4-12. (i) Καμπύλη GZ για ROPAX1 και (ii) για ROPAX7 (DP/SDSP13-16.1.3)

Όπως γίνεται αντιληπτό στο σημείο αυτό, με την αύξηση του πλάτους, έχουμε όντως αύξηση του GZ και του Range, γεγονός που οδηγεί στην αύξηση του δείκτη S (SFAC=Sfinal) και ως εκ τούτου, στην αύξηση του τελικού δείκτη A.

Εξετάστηκαν, επομένως ορισμένες από τις περιπτώσεις που παρουσιάστηκαν στους παραπάνω πίνακες και εξήχθη το συμπέρασμα πως η αύξηση του GZ και του Range είναι καταλυτική για την αύξηση του S και ως εκ τούτου, του δείκτη A. Υπάρχει, επίσης, διαφοροποίηση στον τύπο εξαγωγής του SFAC. Συγκεκριμένα, στο πλοίο «ROPAX1», το SFAC είναι το Smoment (min), ενώ στο πλοίο με αυξημένο πλάτος «ROPAX7», το SFAC είναι σε κάποιες περιπτώσεις το Sfinal, δηλαδή το Smoment αυξάνεται αρκετά, ώστε σε ορισμένες περιπτώσεις το Sfinal να είναι το min. Επίσης, ένα άλλο σημαντικό συμπέρασμα που εξάγεται είναι το γεγονός ότι στις περιπτώσεις που κατακλύζονται διαμερίσματα της πλώρης, η αλλαγή της γωνίας ισορροπίας είναι πολύ μικρή και δεν παίζει σημαντικό ρόλο στην αύξηση του S, διότι στο συγκεκριμένο πλοίο τα διαμερίσματα που είναι πρώρα επικοινωνούν μεταξύ

τους (Port & Starboard) , επομένως δεν εμφανίζεται εγκάρσια κλίση, ενώ σε άλλες περιπτώσεις, που κατακλύζονται διαφορετικά διαμερίσματα, ένα μικρό ρόλο στη βελτίωση της ευστάθειας έχει και η γωνία. Αυτό γίνεται πιο φανερό, αν εξεταστεί η επόμενη κατηγορία περιπτώσεων, όπου η αύξηση του S οφείλεται αποκλειστικά στην αλλαγή του K, δηλαδή στην αλλαγή της γωνίας ισορροπίας.

Στο σημείο αυτό, επομένως, εξετάζεται η περίπτωση όπου η αλλαγή του S οφείλεται αποκλειστικά στο K και στη γωνία (Heel) .

ROPAX1,7	ROPAX1,7	R1	R7	DIAF.	R1	R7	DIAF.	R1	R7	DIAF.
CASE	ZONE	HEEL	HEEL		KSOL	KSOL		SFAC	SFAC	
DL/SDSP6-10.1.1-6	Z6/Z7/Z8/Z9/Z10	15,336	12,908	2,427	0	0,511	-0,511	0	0,511	-0,511
DL/SDSP8-12.7.1-4	Z8/Z9/Z10/Z11/Z12	14,278	12,413	1,865	0,300	0,569	-0,268	0,300	0,569	-0,268
DL/SDSP9-13.4.1-3	Z9/Z10/Z11/Z12/Z13	11,259	9,290	1,970	0,684	0,845	-0,161	0,684	0,845	-0,161
DP/SDSP1-5.6.2-2	Z1/Z2/Z3/Z4/Z5	16,257	9,859	6,398	0	0,802	-0,802	0	0,802	-0,802
DP/SDSP9-13.6.1-3	Z9/Z10/Z11/Z12/Z13	10,008	8,809	1,199	0,790	0,880	-0,090	0,790	0,880	-0,090
DS/SDSP1-5.2.2-2	Z1/Z2/Z3/Z4/Z5	15,253	9,272	5,981	0	0,846	-0,846	0	0,846	-0,846

Πίνακας 3.4-21. Καταστάσεις βλάβης των πλοίων «ROPAX1» και «ROPAX7», όπου η αλλαγή του SFAC οχετίζεται με το K και το Heel.

Στις περιπτώσεις που παρουσιάστηκαν στον Πίνακα 3.4-21, για την αλλαγή του SFAC ευθύνεται αποκλειστικά το KSOL, για το οποίο ισχύει:

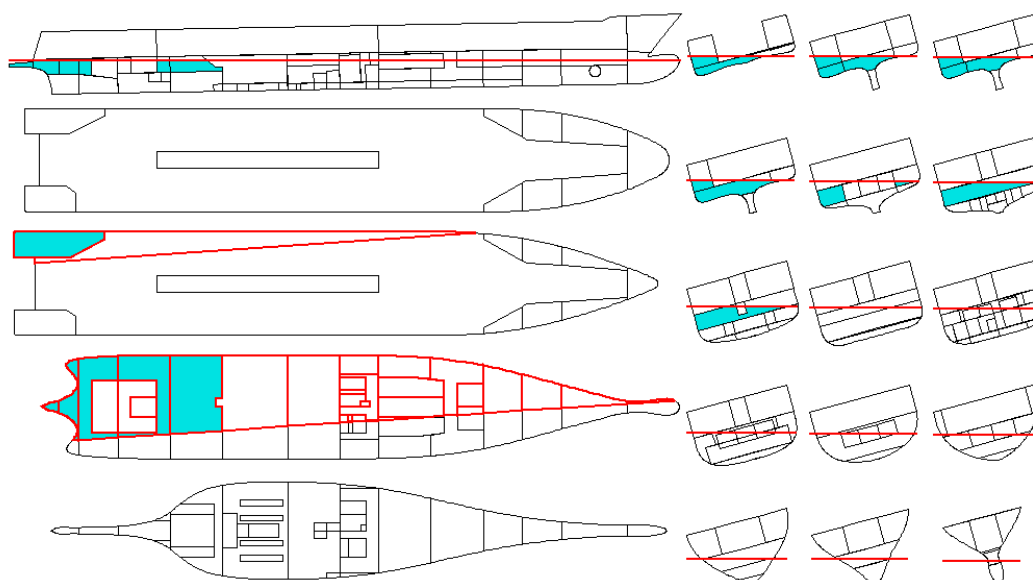
$$S_{final} = K \cdot \left[\frac{GZ_{max}}{0,12} \cdot \frac{Range}{16} \right]^{1/4}, \quad \text{αν } 7 < \theta_e < 15^\circ$$

Όπου, $K = 1$, αν $\theta_e \leq 7^\circ$, $K = \left[\frac{15-\theta_e}{8} \right]^{1/2}$, αν $7 < \theta_e < 15^\circ$, $K = 0$, αν $\theta_e \geq 15^\circ$

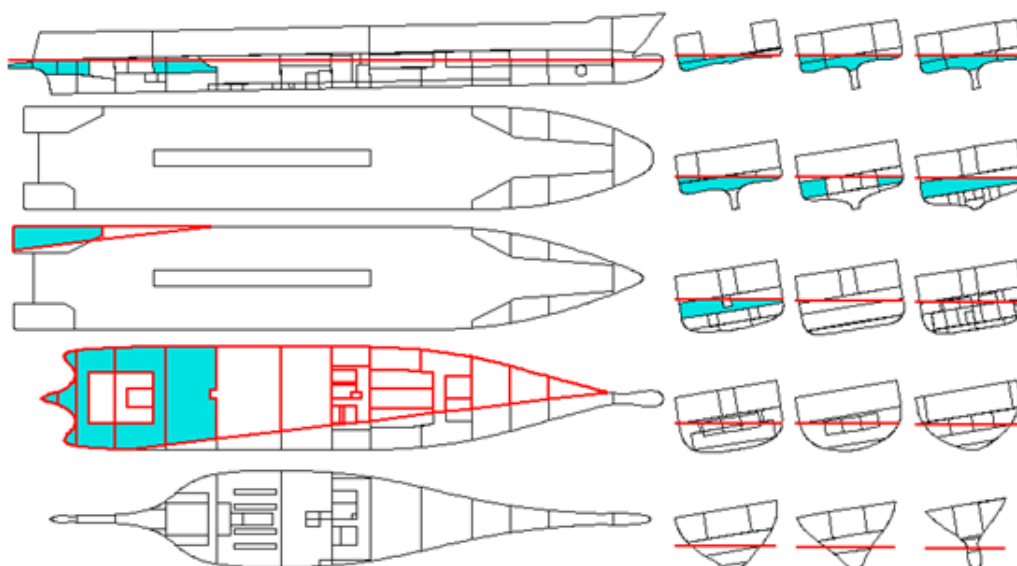
Παρατηρείται πως το KSOL αρχικά λαμβάνει μικρή τιμή (πολλές φορές ισούται με 0) , ενώ στη συνέχεια αυξάνεται αρκετά, με αποτέλεσμα να αυξάνεται και το SFAC. Οι περιπτώσεις αυτές αποτελούν το 34% των διαφορών. Όταν παρουσιαστεί εγκάρσια κλίση στο αρχικό πλοίο, υπάρχει το ενδεχόμενο η γωνία να είναι τόσο μεγάλη που να ξεφεύγει από τα όρια του κανονισμού, με αποτέλεσμα να βυθίζεται το κατάστρωμα και να μην μπορεί να επιβιώσει το πλοίο, ενώ σε κλίση πλατύτερου πλοίου, η γωνία να είναι μικρότερη και μέσα στα όρια, ώστε το πλοίο να μπορεί να επιβιώσει. Αυτό παρατηρείται κυρίως σε περιπτώσεις, στις οποίες κατακλύζονται διαμερίσματα που δεν βρίσκονται κοντά στην πλώρη, διότι όπως έγινε αντιληπτό προηγουμένως, η εγκάρσια κλίση εκεί δεν είναι τόσο ισχυρή, αφού οι δεξαμενές επικοινωνούν και η κατάκλυση θα είναι ομοιόμορφη. Επομένως, το πλοίο αρχικά, λόγω του Heel και του K έχει S=0, ενώ στο πλατύτερο πλοίο το Heel μειώνεται και βρίσκεται

εντός ορίων, με αποτέλεσμα το K να αυξάνεται και το πλοίο να επιβιώνει, παρουσιάζοντας $S \gg 0$. Αναλυτικά εξετάζονται ορισμένες περιπτώσεις (οι μπλε στον πίνακα που παρουσιάστηκε αντιστοιχούν στην κατάλυση των μπροστινών διαμερισμάτων, ενώ οι μαύρες σε άλλες ζώνες) .

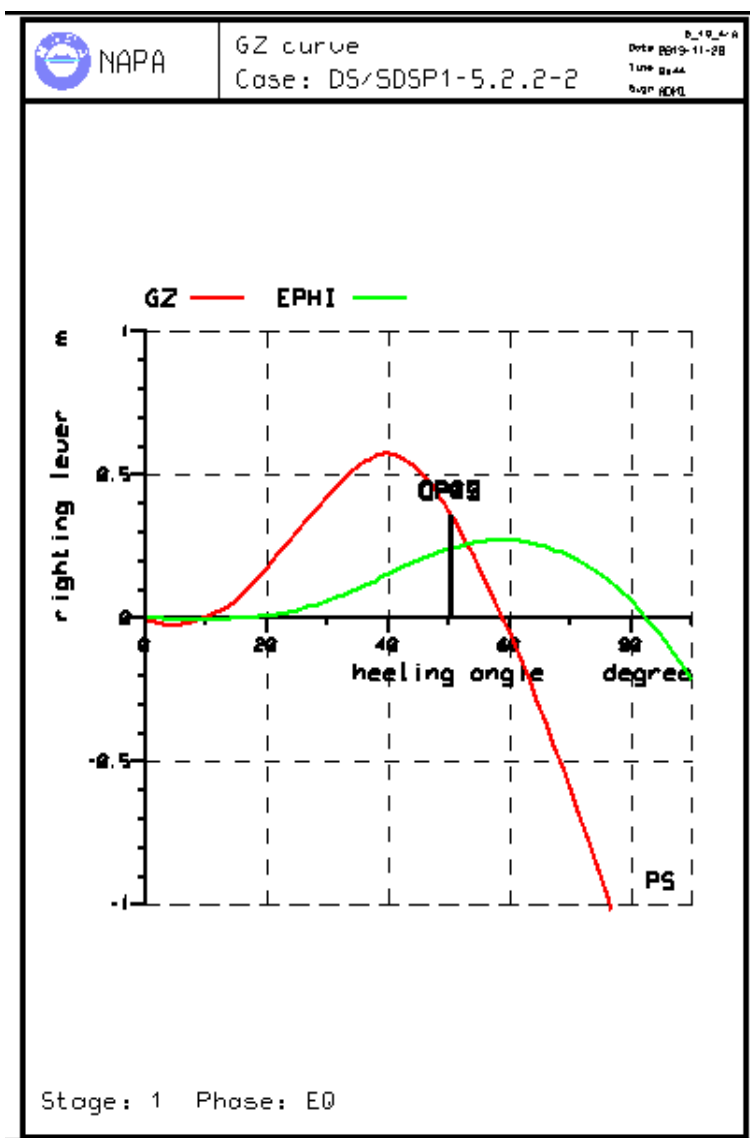
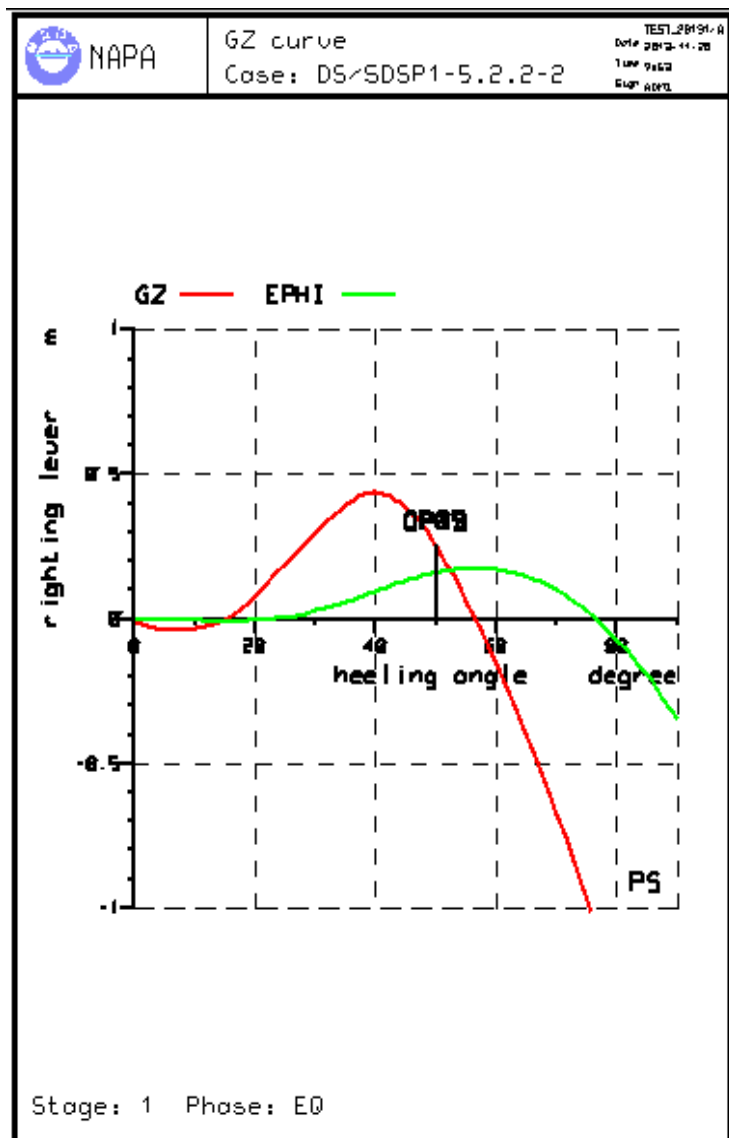
Στα Σχ. 3.4-13. (i) , (ii) , Σχ. 3.4-14. (i) , (ii) παρουσιάζεται μία περίπτωση όπου στην αρχή το πλοίο δεν επιβιώνει ($SFAC=0$) και με την αύξηση του πλάτους λαμβάνει μεγάλη τιμή το S . Η περίπτωση αυτή αντιστοιχεί στη μεγαλύτερη αύξηση του SFAC που παρουσιάστηκε γενικότερα.



Σχ. 3.4-13. (i) DS/SDSP1-5.2.2-2, για το πλοίο με πλάτος $B=19m$ (ROPAX1)



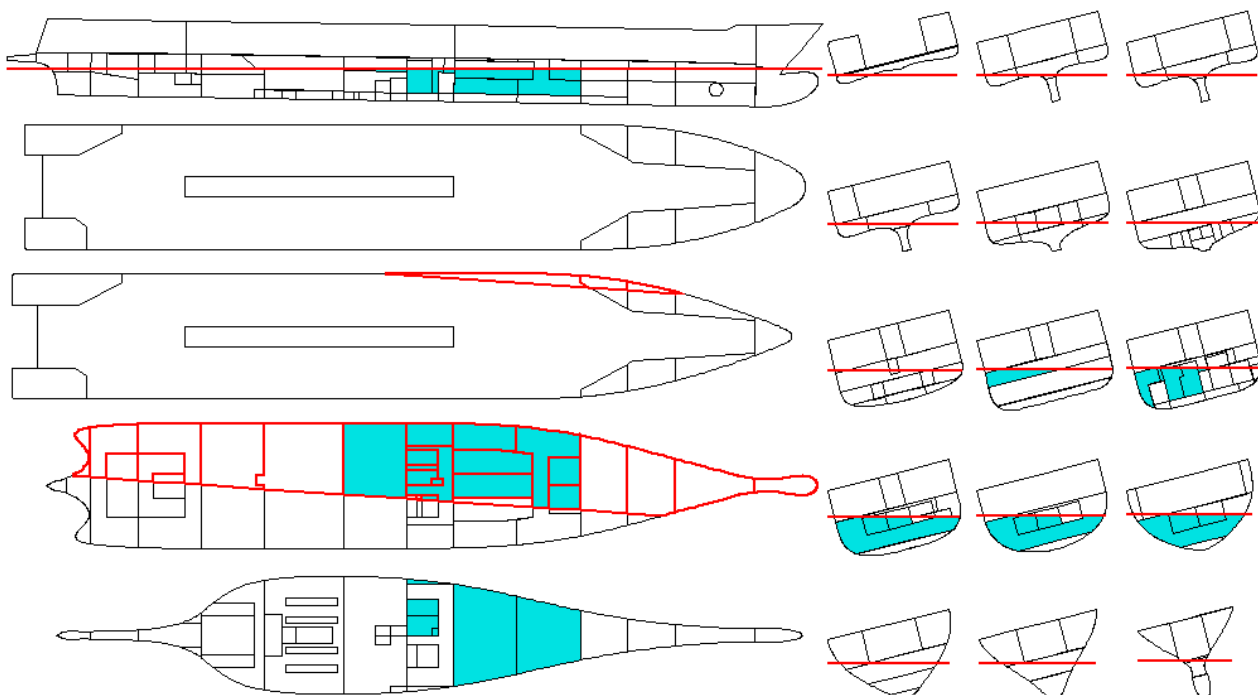
Σχ. 3.4-13. (ii) DS/SDSP1-5.2.2-2, για το πλοίο με πλάτος $B=19,4m$ (ROPAX7)



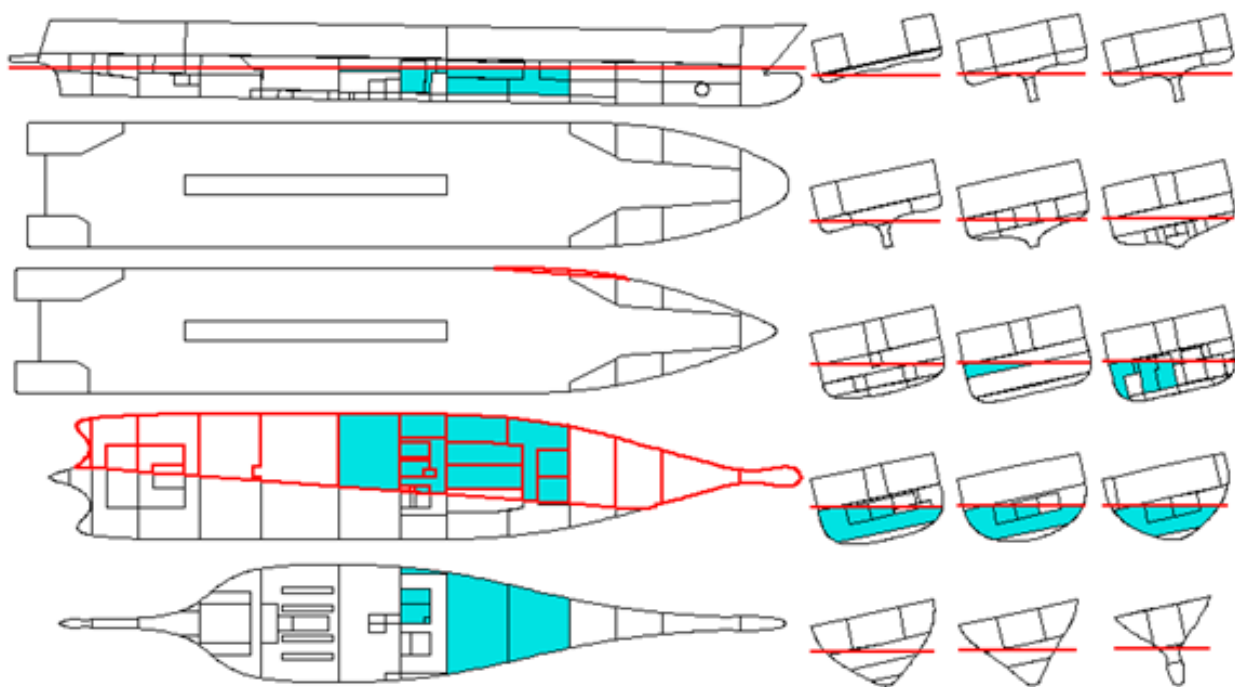
Σχ. 3.4-14. (i) Καμπύλη GZ για ROPAX1 και (ii) για ROPAX7 (DS/SDSP1-5.2.2-2)

Όπως γίνεται αντιληπτό στο σημείο αυτό, με την αύξηση του πλάτους, υπάρχει αρκετή μείωση της γωνίας Heel, γεγονός που οδηγεί στην αύξηση του δείκτη S και ως εκ τούτου, στην αύξηση του τελικού δείκτη A. Στην πρώτη περίπτωση το πλοίο δεν επιβιώνει (SFAC=0), διότι η γωνία είναι 15,25°, ενώ στη δεύτερη περίπτωση μπορεί να επιβιώσει και να εμφανίσει μεγάλο δείκτη S, διότι μειώνεται η γωνία Heel στις 9,27°, η οποία και εμπόδιζε το πλοίο να επιβιώσει αρχικά. Επομένως, αυξάνεται και το GZ και το Range.

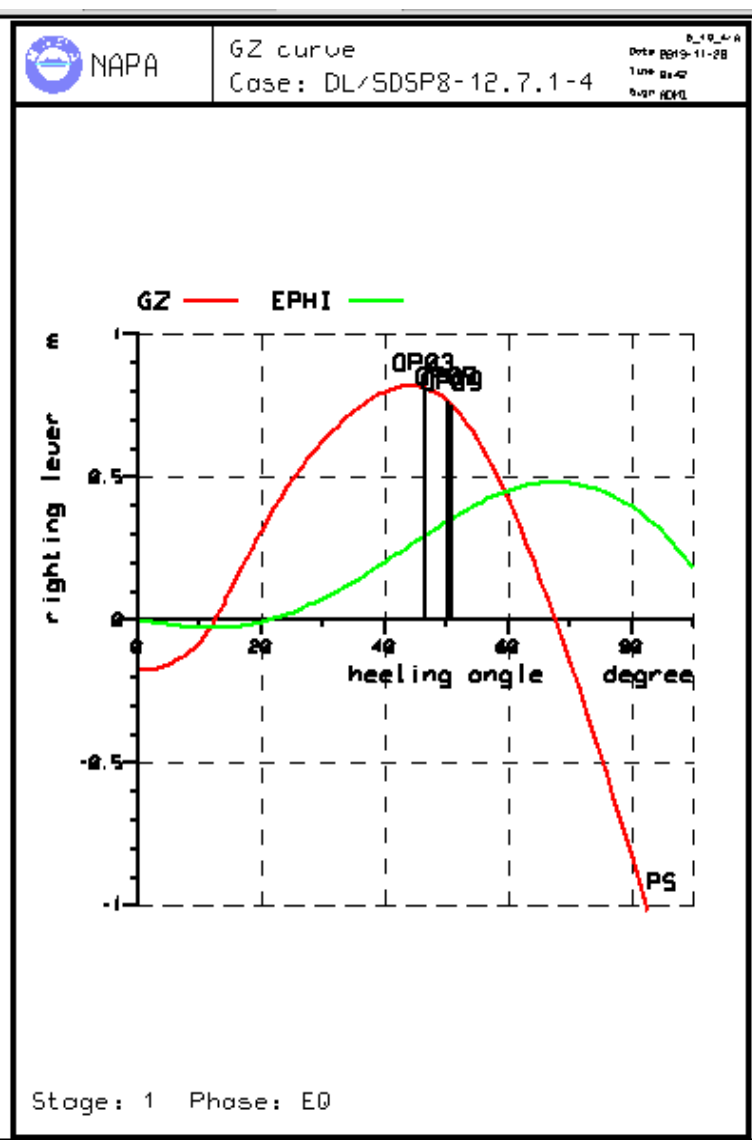
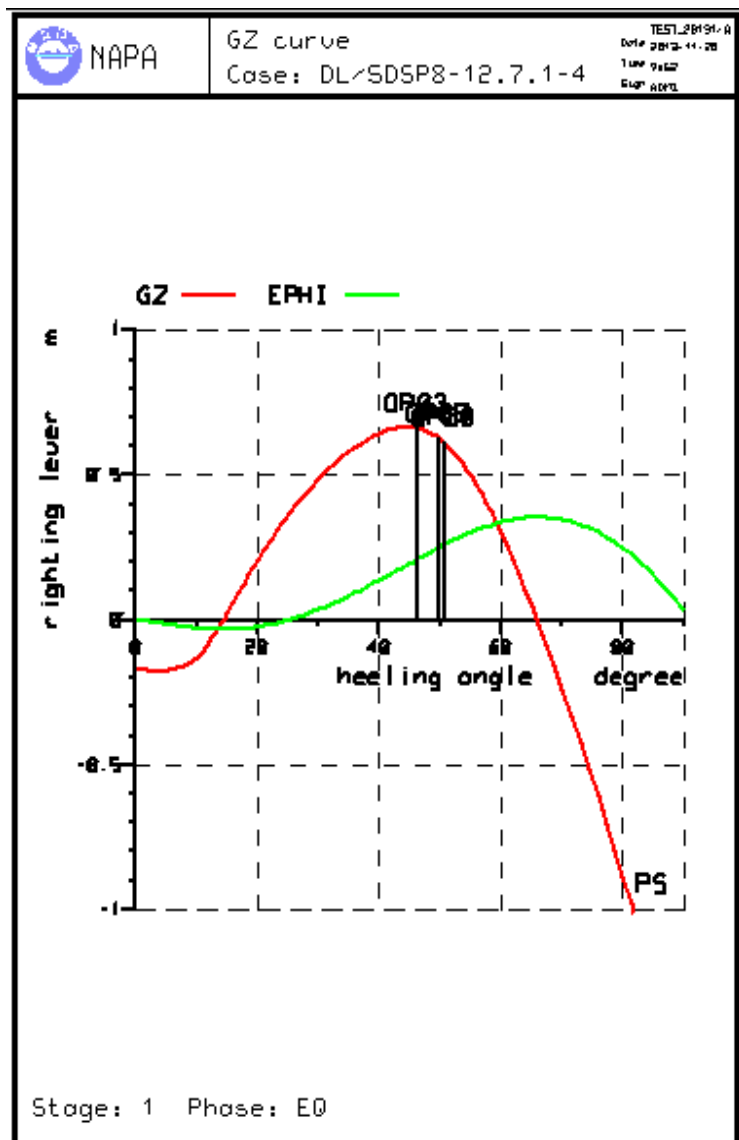
Στα Σχ. 3.4-14. (i) , (ii) , Σχ. 3.4-15. (i) , (ii) παρουσιάζεται μια κατάσταση βλάβης, που κατακλύζονται πιο πρωραία διαμερίσματα.



Σχ. 3.4-14. (i) DL/SDSP8-12.7.1-4, για το πλοίο με πλάτος $B=19m$ (ROPAX1)



Σχ. 3.4-14. (ii) DL/SDSP8-12.7.1-4, για το πλοίο με πλάτος $B=19,4m$ (ROPAX7)



Σχ. 3.4-15. (i) Καμπύλη GZ για ROPAX1 και (ii) για ROPAX7 (DL/SDSP8-12.7.1-4)

Παρατηρείται και πάλι, πως με την αύξηση του πλάτους, μειώνεται η γωνία ισορροπίας, γεγονός που οδηγεί στην αύξηση του GZ, του Range, του δείκτη S και ως εκ τούτου, στην αύξηση του τελικού δείκτη A. Εδώ, όμως, η μείωση της γωνίας δεν είναι πολύ μεγάλη, διότι όπως επισημάνθηκε πριν, τα μπροστινά διαμερίσματα δεν παρουσιάζουν έντονο Heel.

Η τρίτη περίπτωση που αναφέρθηκε, όπου παίζουν ρόλο όλοι οι παράγοντες αθροιστικά δεν αναλύεται περαιτέρω, διότι είναι συνδυασμός των περιπτώσεων που εξετάστηκαν.

Επομένως, διαπιστώνεται πως το GZ και το Range, επιδρούν δραστικά στην αύξηση του δείκτη S και ως εκ τούτου, του δείκτη A. Αυξάνοντας το πλάτος, αλλάζει το κέντρο άντωσης, όταν το πλοίο βρίσκεται υπό κλίση και ανέρχεται το μετάκεντρο (BM αλλάζει) , με αποτέλεσμα να αυξάνεται αρκετά ο μοχλοβραχίονας επαναφοράς GZ και το Range. Με αυτό τον τρόπο βελτιώνεται η ευστάθεια του πλοίου, καθώς μειώνεται η γωνία ισορροπίας και αυξάνεται το SFAC.

Όταν η γωνία ισορροπίας είναι πολύ μεγάλη και το πλοίο δεν επιβιώνει, με την αύξηση του πλάτους, όπως έγινε αντιληπτό προηγουμένως, μειώνεται η γωνία ικανοποιώντας τα όρια του κανονισμού, ώστε να πλοίο να μην ανατρέπεται και να επιβιώνει.

Γενικότερα οι παράγοντες Heel, K, GZ, Range επιδρούν αθροιστικά στην αύξηση του SFAC και όπως διαπιστώθηκε προηγουμένως, πολύ σημαντικοί είναι και οι παράγοντες Smom και Sfinal, που καθορίζουν την τιμή του SFAC.

Χαρακτηριστικά είναι τα παρακάτω αποτελέσματα, για να κατανοηθεί η συμβολή των παραπάνω μεγεθών στη μεγάλη αύξηση του δείκτη A.

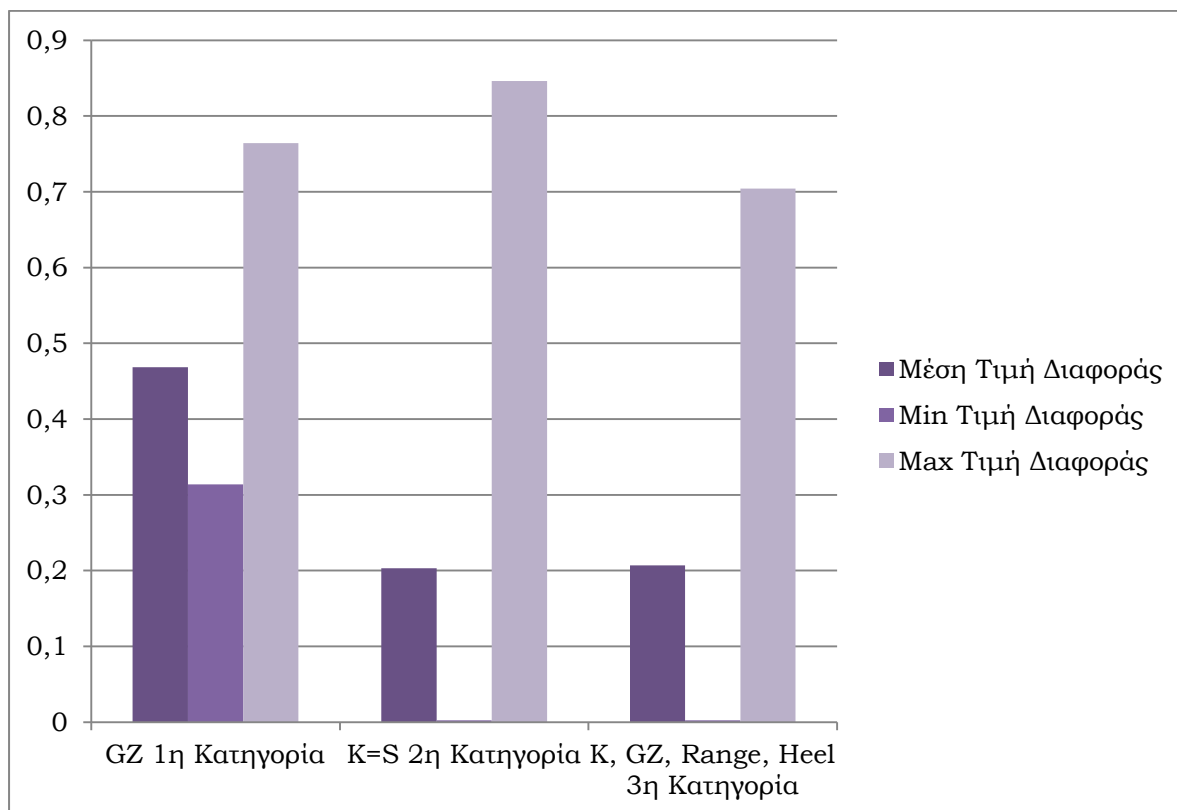
	B=19.0m	B=19.4m	B=19.4m με Sropax7=Sropax1 όταν ισχύει η 1 ^η κατηγορία	B=19.4m με Sropax7=Sropax1 όταν ΔιαφοράSFAC=ΔιαφοράKSOL (2 ^η κατηγορία)
Δείκτης A	0,81167	0,88774	0,85173	0,88675
Διαφορά	-	0,07607	0,03601	0,07508

Πίνακας 3.4-22. Επιρροή των GZ και K στο δείκτη A

Γίνεται, επομένως, αντιληπτό πως όταν ισχύει η 1^η κατηγορία, αν το S παρέμενε σταθερό και στις δύο περιπτώσεις, τότε ο δείκτης θα ήταν πολύ μικρότερος.

Αν ίσχυε αντίστοιχα ότι στις περιπτώσεις όπου η Διαφορά SFAC=Διαφορά KSOL είχαμε S ίδιο με το αρχικό, τότε ο δείκτης θα ήταν και πάλι μικρότερος, αλλά σε όχι τόσο μεγάλο βαθμό.

Αν παρατηρήσει κανείς το Σχ. 3.4-16, που ακολουθεί, όπου παρουσιάζονται οι μέγιστες, οι ελάχιστες και οι μέσες διαφορές που υπάρχουν σε κάθε περίπτωση που εξετάστηκε, συμπεραίνεται ότι είναι πολύ σημαντικό το μέγεθος GZ και το Range.



Σχ. 3.4-16. Μέση, Ελάχιστη και Μέγιστη τιμή διαφοράς του SFAC

Με βάση το Σχ. 3.4-16, διαπιστώνεται ότι στην πρώτη περίπτωση, όπου το GZ λαμβάνει μεγάλες τιμές και το SFAC είναι αρχικά το $Smom$ και έπειτα το $Sfinal$ ή $Smom$, η μέση τιμή των διαφορών του SFAC είναι αρκετά μεγάλη. Επίσης η μικρότερη διαφορά που εμφανίζεται είναι αρκετά υψηλή ($>0,3$) και η μεγαλύτερη τιμή είναι επίσης πολύ υψηλή.

Αντίθετα στη δεύτερη περίπτωση η μέση τιμή είναι πιο μικρή, η ελάχιστη τιμή σχεδόν μηδενική και υπάρχουν και κάποιες μεμονωμένες περιπτώσεις όπου η διαφορά είναι η μέγιστη που εμφανίζεται. Οι μεγαλύτερες διαφορές στη 2^η κατηγορία παρουσιάζονται στις περιπτώσεις όπου το SFAC στην αρχή είναι 0, δηλαδή το πλοίο δεν επιβιώνει λόγω της γωνίας εγκάρσιας κλίσης (HEEL) .

Στην τρίτη περίπτωση λαμβάνονται αντίστοιχα συμπεράσματα με τη δεύτερη περίπτωση. Οι περιπτώσεις όπου το $SFAC > 0,3$ συνδυάζονται με μεγάλες αλλαγές του GZSOL και του RANGESOL. Όταν εμφανίζονται περιπτώσεις αλλαγής του KSOL (αλλαγή γωνίας ισοροπίας, HEEL) , τότε σε συνδυασμό με μεγάλες αλλαγές των RANGESOL και GZSOL παρατηρείται αλλαγή του $SFAC > 0,3$. Στις άλλες περιπτώσεις (μικρότερες αλλαγές των μεγεθών) , για το SFAC ισχύει, $0,3 > SFAC > 0$.

3.4.1.3. ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Στο κεφάλαιο αυτό υπολογίζονται τα οικονομικά στοιχεία των πλοίων που εξετάστηκαν. Η διαδικασία υπολογισμού κατέστη δυνατή με τη βοήθεια του προγράμματος ΝΑΡΑ και νέων πολυ-αλγορίθμων μακροοικονομικών (macro) που δημιουργήθηκαν για το σκοπό αυτό.

Οι κυριότερες παράμετροι για την αξιολόγηση των αποτελεσμάτων είναι ο δείκτης A , για την ευστάθεια του πλοίου μετά από βλάβη, το ακαθάριστο κόστος για την αποφυγή ενός θανάτου GCAF και η πιθανότητα απώλειας ζωής PLL. Έχει ήδη δοθεί με αρκετή σαφήνεια η σοβαρότητα του δείκτη A . Στο σημείο αυτό, επομένως, γίνεται μια προσπάθεια κατανόησης και των άλλων μεγεθών που αναφέρθηκαν, του GCAF και του PLL, τα οποία είναι εξίσου σημαντικά για τη μελέτη που πραγματοποιήθηκε και σχετίζονται με τα οικονομικά στοιχεία του πλοίου.

Το ακαθάριστο κόστος για την αποφυγή ενός θανάτου GCAF (Cross Cost of Averting a Fatality), που λαμβάνεται σύμφωνα με τις κατευθυντήριες γραμμές του IMO FSA (MSC 83/INF.2, 2007), χρησιμοποιήθηκε ως μέτρο της αποτελεσματικότητας κάθε τροποποίησης (RCO). Το GCAF υπολογίζεται από τον ακόλουθο τύπο:

$$GCAF = \frac{\Delta C}{\Delta R}$$

Όπου ΔC είναι το κόστος ζωής του πλοίου και ΔR είναι η μείωση του κινδύνου για το πλοίο, από την άποψη του ΔPLL , δηλαδή:

$$\Delta R = \Delta PLL$$

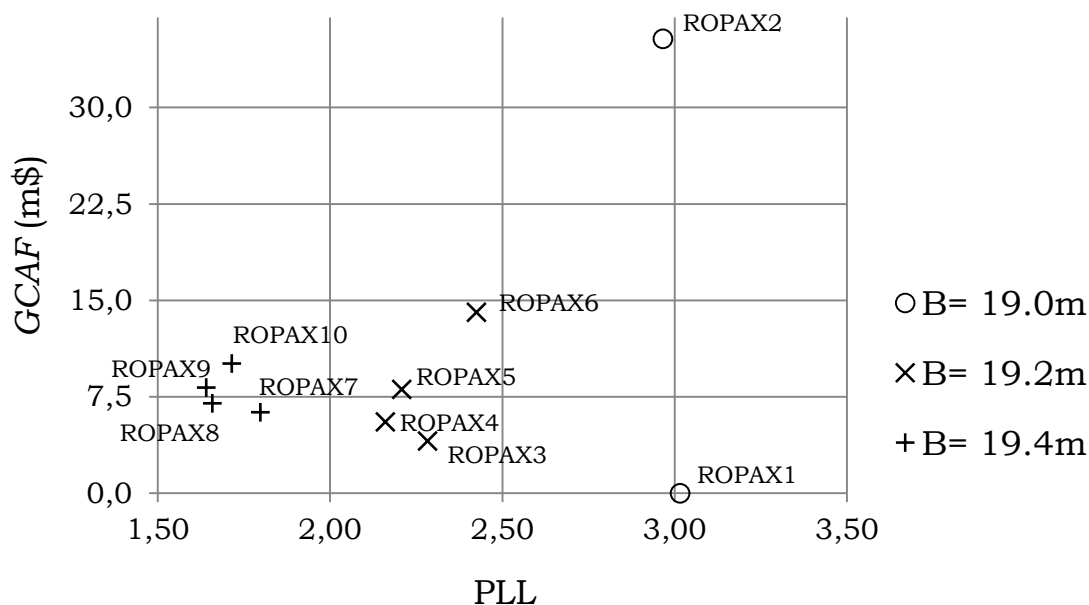
Το όριο GCAF που χρησιμοποιείται σε διάφορα FSAs που υποβάλλονται στον IMO, ορίστηκε ίσο με \$3 εκατομμύρια/απώλεια ζωής, βασισμένο σε κοινωνικά πρότυπα της δεκαετίας του '90. Ωστόσο, διευκρινίζεται στους κανονισμούς FSA ότι οι προτεινόμενες τιμές για τα όρια NCAF και GCAF, που προέρχονται από τη συνεκτίμηση των κοινωνικών προτύπων, δεν είναι σταθερά και θα πρέπει στην πραγματικότητα να ενημερώνονται κατά καιρούς, σύμφωνα με το δείκτη μέσου ρίσκου επιστροφής (περίπου 5%), ή σύμφωνα με τους τύπους που βασίζονται στο Life Quality Index (LQI).

Στα πλαίσια της έρευνας για τη μέθοδο GOALDS, το όριο GCAF έχει ενημερωθεί και η τιμή του είναι \$7,45 εκατομμύρια/ απώλεια ζωής. Η τιμή αυτή έχει υιοθετηθεί ως το όριο του GCAF για τη μελέτη που πραγματοποιήθηκε, στα πλαίσια της συγκεκριμένης διπλωματικής.

Στον Πίνακα 3.4-23, που ακολουθεί, παρατίθενται αναλυτικά τα αποτελέσματα που εξήχθησαν από το ΝΑΡΑ, για όλα τα τροποποιημένα πλοία. Στο Σχ. 3.4-17 απεικονίζεται το GCAF σε σχέση με το PLL.

Version	Beam	Depth	A-SOLAS	Speed	Power	Econ.Impact ΔC m\$	Capex	PLL	GCAF
ROPAX1	19	6,60	0,81167	a	16061,500	0	0,000	3,016	0,00
ROPAX2	19	6,80	0,81478	24	16143,901	1,76	0,292	2,966	35,34
ROPAX3	19,2	6,60	0,85744	24	16237,800	2,98	0,187	2,283	4,07
ROPAX4	19,2	6,80	0,86509	24	16321,697	4,75	0,482	2,160	5,55
ROPAX5	19,2	7,00	0,86212	24	16405,612	6,53	0,778	2,208	8,08
ROPAX6	19,2	7,20	0,84858	24	16489,552	8,32	1,074	2,425	14,08
ROPAX7	19,4	6,60	0,88774	24	16525,800	7,68	0,414	1,798	6,30
ROPAX8	19,4	6,80	0,89644	24	16611,638	9,50	0,712	1,658	7,00
ROPAX9	19,4	7,00	0,89755	24	16697,614	11,31	1,011	1,641	8,22
ROPAX10	19,4	7,20	0,89292	24	16783,558	13,13	1,311	1,715	10,09

Πίνακας 3.4-23. Οικονομικά Στοιχεία (SOLAS 2009) για όλες τις εναλλακτικές σχεδιάσεις



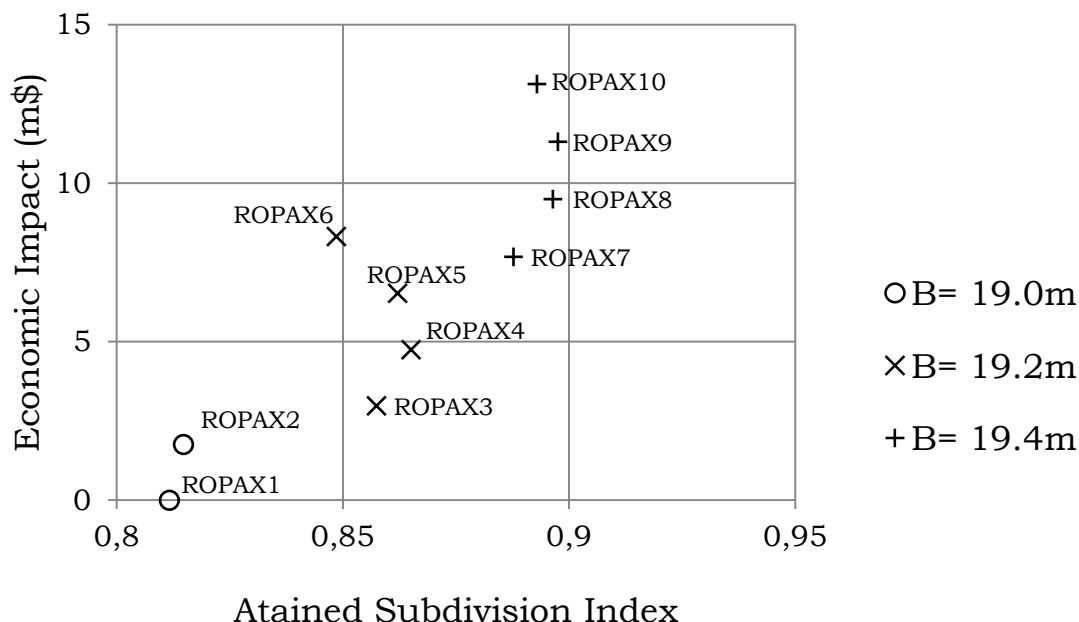
Σχ. 3.4-17. GCAF (m\$) vs. PLL (SOLAS 2009) για τις εναλλακτικές σχεδιάσεις

Με βάση τα στοιχεία του Πίνακα 3.4-23 και το Σχ. 3.4-17, το όριο που έχει τεθεί για το μέγεθος GCAF, υπερβαίνουν τα πλοία «ROPAX2», «ROPAX5», «ROPAX6», «ROPAX9» και «ROPAX10». Επομένως ο περιορισμός καλύπτεται μόνο από τα πλοία «ROPAX3», «ROPAX4», «ROPAX7» και «ROPAX8», από τα οποία το χαμηλότερο PLL έχει το «ROPAX8».

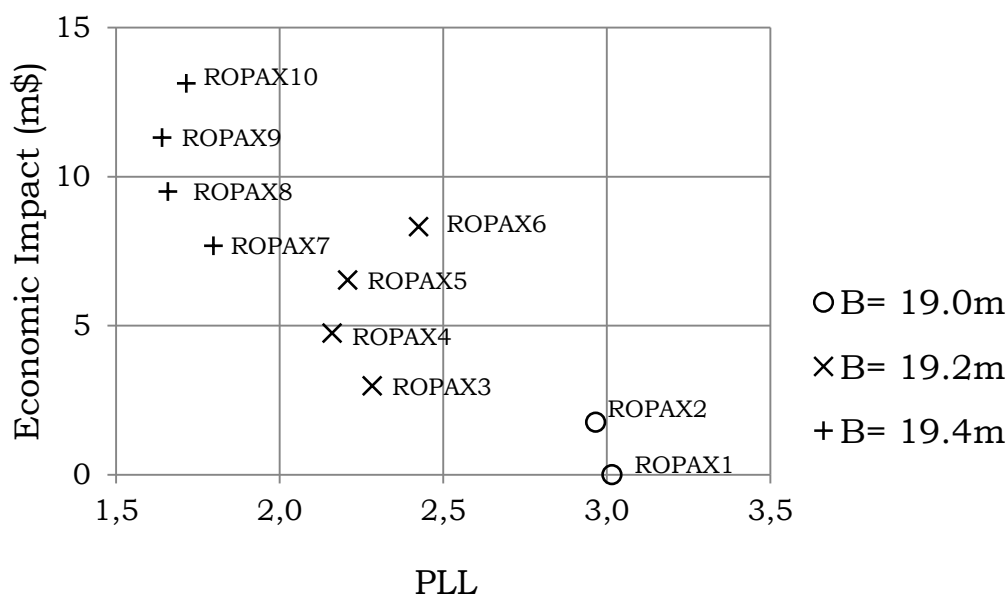
Η σύγκριση των αποτελεσμάτων που ελήφθησαν για τον δείκτη A, το PLL και το GCAF έχει ως αποτέλεσμα την παρατήρηση του φαινομένου, πως με την αύξηση του πλάτους, η ευστάθεια του πλοίου βελτιώνεται, όπως έχει ήδη επισημανθεί και ο δείκτης A παρουσιάζει άνοδο, ενώ ταυτόχρονα μειώνεται το PLL, δηλαδή ελαττώνεται η πιθανότητα απώλειας ζωής. Επίσης το GCAF αυξάνεται, παραμένοντας όμως, μέσα στα όρια που έχουν τεθεί, όταν υπάρχει αύξηση του πλάτους.

Με την αλλαγή του κοίλου, όμως, δεν παρατηρούνται τα ίδια φαινόμενα. Όπως έχει ήδη διαπιστωθεί, το κοίλο δεν επιδρά πάντα θετικά στο δείκτη A. Το ίδιο συμβαίνει και με το μέγεθος PLL, όπου όταν ο δείκτης A παρουσιάζει άνοδο, ελαττώνεται. Αντίθετα, όταν ο δείκτης A μειώνεται, με την αύξηση του κοίλου, το PLL αυξάνεται, κάτι που σε καμία περίπτωση δεν αποτελεί θετικό αποτέλεσμα. Σε περιπτώσεις, επομένως, που η αλλαγή του κοίλου είναι από 6.60m σε 6.80m, ο δείκτης A και το PLL, βελτιώνονται, ενώ στις υπόλοιπες αλλαγές δεν παρατηρείται πάντα βελτίωση. Ωστόσο, η αλλαγή του κοίλου, με σταθερό πλάτος έχει μικρότερη επίδραση στο μέγεθος GCAF. Αν αναλογιστεί κανείς, όμως, τα αποτελέσματα του δείκτη A και του PLL, σίγουρα είναι προτιμότερη μία αλλαγή στο πλάτος για τη βελτίωση της ευστάθειας, με κατάλληλη βέβαια, μικρή αλλαγή και στο κοίλο.

Το κόστος ζωής που πρέπει να καταβληθεί για τη μείωση του PLL από περίπου 3 άτομα, που αντιστοιχούν στον αρχικό σχεδιασμό και η αύξηση του δείκτη A από 0.81167 σε 0.89755 φαίνονται στα Σχ. 3.4-18, 3.4-19.



Σχ. 3.4-18. Economic Impact vs. A-Index (SOLAS 2009) για τις εναλλακτικές σχεδιάσεις



Σχ. 3.4-19. Economic Impact vs. PLL (SOLAS 2009) για τις εναλλακτικές σχεδιάσεις

Στα Σχ. 3.4-18, 3.4-19, που παρουσιάστηκαν, παρατηρείται αύξηση του κόστους για κάθε τροποποίηση. Συγκεκριμένα, οι αλλαγές στο κοίλο, διατηρώντας το πλάτος σταθερό, παρουσιάζουν αρκετό κόστος. Οι τροποποιήσεις, όμως, στο πλάτος φαίνονται να έχουν ακόμα πιο δραστικές επιπτώσεις στο ποσό που πρέπει να καταβληθεί.

Αν, όμως, σκεφτεί κανείς την επίδραση του πλάτους στην ευστάθεια και το PLL, το όριο του GCAF, αλλά και την ανομοιομορφία των αποτελεσμάτων του δείκτη A και των υπόλοιπων μεγεθών, για μεγάλη αύξηση του κοίλου, φαίνεται πως το πλάτος είναι αυτό που παρουσιάζεται καθοριστικό για την ευστάθεια, με κατάλληλο, βέβαια, συνδυασμό μικρής αλλαγής του κοίλου.

3.4.2. ΜΕΘΟΔΟΣ GOALDS

Η διατύπωση της μεθόδου GOALDS βασίζεται στο σκεπτικό του σημαντικού ύψους κύματος, H_{Scrit} για τον υπολογισμό του $S_{final,i}$:

$$S_{final,i} = \int_0^{H_{Scrit}} dH_S \times f_{H_{Scoll}}(H_S) = \exp(-\exp(0.16 - 1.2H_{Scrit}))$$

Το σημαντικό ύψος κύματος H_{Scrit} ορίζεται ως εξής (Cichowicz et al., 2011) :

$$H_{Scrit} = \frac{A_{GZ}}{\frac{1}{2}GM_f \cdot Range} V_R^{1/3}$$

Όπου:

A_{GZ} η περιοχή κάτω από την εναπομένουσα καμπύλη μέχρι τη γωνία κατάκλυσης [rad·m]

GM_f το μετακεντρικό ύψος του κατακλυσθέντος πλοίου [m]

V_R ο υπολειπόμενος όγκος – ο όγκος των υποδιαιρεμένων διαμερισμάτων που δεν βλέπουν στην θάλασσα [m³]

$Range$ το εύρος της ευστάθειας μέχρι τη γωνία κατάκλυσης [rad]

3.4.2.1. ΠΛΟΙΟ ΑΝΑΦΟΡΑΣ ΚΑΙ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ ΣΧΕΔΙΑΣΕΙΣ

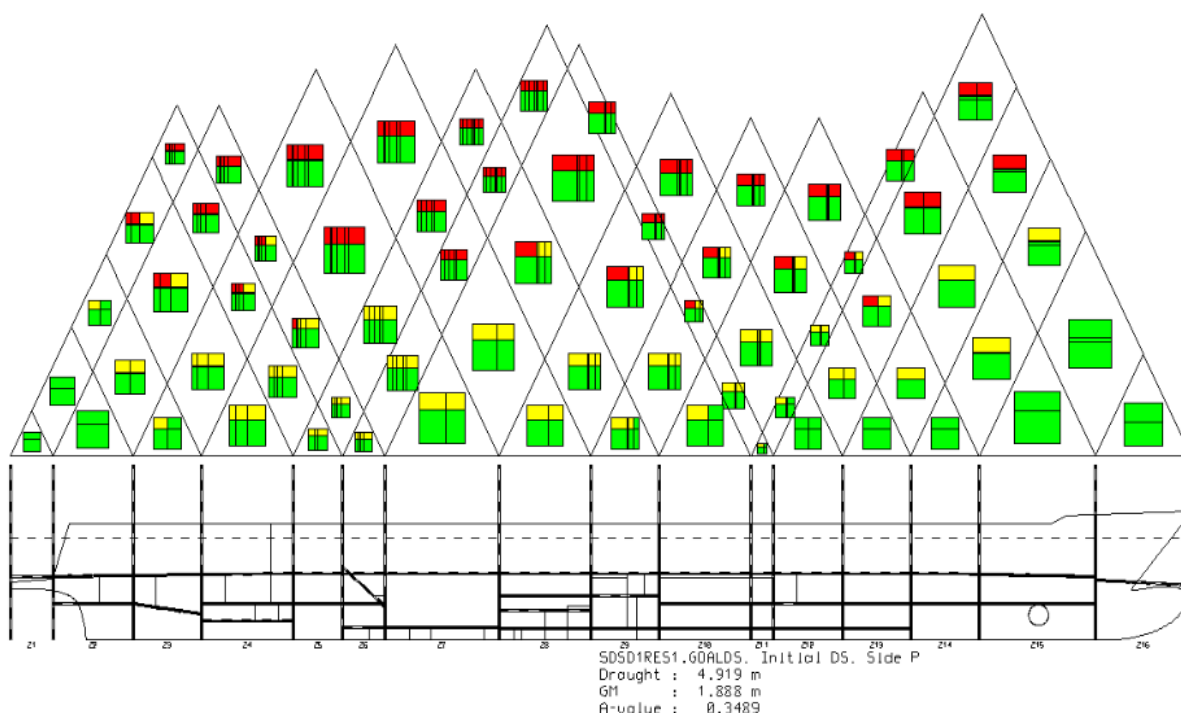
Η μέθοδος GOALDS που εφαρμόστηκε για τα υπό μελέτη πλοία παρουσιάζει σημαντικές ομοιότητες με το πιθανοθεωρητικό μοντέλο της SOLAS 2009, που έχει ήδη αναλυθεί, κυρίως στον τρόπο υπολογισμού των διάφορων μεγεθών.

Για τον υπολογισμό του δείκτη A εκτελέστηκε ο ίδιος πολυ-αλγόριθμος που είχε αναπτυχθεί για την προηγούμενη μέθοδο, με ορισμένες, όμως, διαφοροποιήσεις στις μεταβλητές, όπως προβλέπει η μέθοδος GOALDS, που αναφέρθηκε προηγουμένως.

Τα αποτελέσματα της μεθόδου GOALDS παρουσιάζονται αναλυτικά στον Πίνακα 3.4-24, που ακολουθεί, για όλες τις σχεδιάσεις. Στο Σχ. 3.4-20, φαίνονται οι τιμές του S factor για κάθε κατάκλυση διαμερισματος, ή συνδυασμού διαμερισμάτων για το πλοίο αναφοράς «ROPAX1». Με πράσινο χρώμα συμβολίζονται τα $S \geq 0,99$, για το κίτρινο ισχύει ότι $0,99 > S > 0,05$ και για το κόκκινο ισχύει ότι $S < 0,05$. Στο φόντο, με λευκό χρώμα ισχύει ότι $P \cdot V \cdot S < 0,0001$ (or empty damage).

Version	Beam	Depth	T-Subd	T-Part	T_Lght	GM-Subd	GM-Part	GM_Lght	A-GOALDS
ROPAX1	19	6,60	4,919	4,569	4,043	1,888	1,716	2,238	0,80936
ROPAX2	19	6,80	4,943	4,594	4,069	1,802	1,608	2,136	0,81675
ROPAX3	19,2	6,60	4,895	4,547	4,025	2,053	1,871	2,453	0,85255
ROPAX4	19,2	6,80	4,919	4,572	4,051	1,969	1,799	2,351	0,86392
ROPAX5	19,2	7,00	4,943	4,597	4,077	1,880	1,687	2,245	0,86532
ROPAX6	19,2	7,20	4,967	4,622	4,104	1,791	1,581	2,135	0,85664
ROPAX7	19,4	6,60	4,871	4,526	4,007	2,223	2,063	2,668	0,88114
ROPAX8	19,4	6,80	4,895	4,551	4,034	2,136	1,967	2,568	0,89354
ROPAX9	19,4	7,00	4,919	4,576	4,060	2,049	1,881	2,461	0,89826
ROPAX10	19,4	7,20	4,943	4,601	4,086	1,958	1,766	2,351	0,89727

Πίνακας 3.4-24. A-Index (GOALDS) για όλες τις εναλλακτικές σχεδιάσεις



Σχ. 3.4-20. Τρίγωνα πιθανοτήτων κατάκλυσης του «ROPAX1» για τη μέθοδο GOALDS

Όπως γίνεται αντιληπτό από τα αποτελέσματα, το πλάτος B είναι κι εδώ το μέγεθος που επηρεάζει άμεσα την ευστάθεια του πλοίου, αυξάνοντας αισθητά τον δείκτη A. Ισχύουν τα ίδια συμπεράσματα με πριν, όπου με αύξηση του πλάτους B, παρουσιάζεται αρκετά μεγάλη αύξηση του μετακεντρικού ύψους GM. Επομένως υπάρχει μείωση της γωνίας εγκάρσιας κλίσης, μέγεθος που όπως τονίστηκε έχει ιδιαίτερη σημασία, καθώς σχετίζεται άμεσα με την ασφάλεια του πλοίου. Εξάλλου, όπως έχει προαναφερθεί, η πιθανότητα εγκάρσιας βύθισης ή ανατροπής ενός πλοίου σε δυσμενείς συνθήκες είναι συνήθως πολύ μεγαλύτερη από τη διαμήκη.

Η περίπτωση της αύξησης του κατασρώματος στεγανών φρακτών (με βάση το κοίλο D) παρουσιάζεται κι εδώ αρκετά διαφορετική, σε σχέση με αυτή της αύξησης του πλάτους. Μικρή αύξηση του κοίλου έχει και πάλι ως επίδραση την ελαφρά άνοδο του δείκτη A, ενώ σε περιπτώσεις που το κοίλο αυξάνεται αρκετά, ο δείκτης A παρουσιάζει πτωτική τάση, λόγω της μείωσης του μετακεντρικού ύψους GM.

Επομένως, η αύξηση του πλάτους, με μικρή αύξηση του κοίλου, βελτιώνει αισθητά την αρχική ευστάθεια του πλοίου και έχει καλύτερα αποτελέσματα σε σχέση με σημαντική τροποποίηση του κοίλου.

3.4.2.2. ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

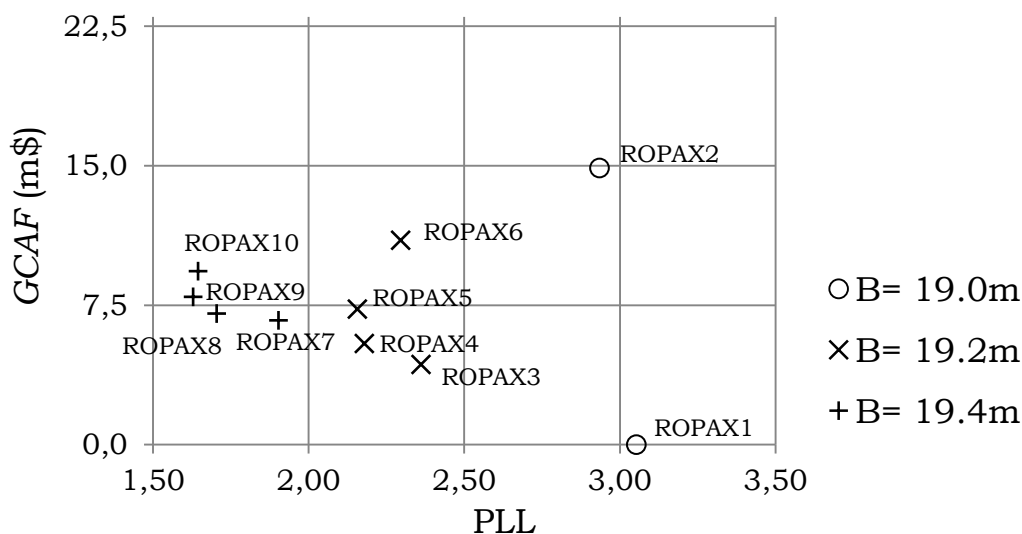
Στο σημείο αυτό υπολογίζονται τα οικονομικά στοιχεία των πλοίων που εξετάστηκαν με τη μέθοδο GOALDS. Η διαδικασία υπολογισμού κατέστη δυνατή με τη βοήθεια του προγράμματος NAPA και των πολυ-αλγορίθμων μακροεντολών (macros) που έχουν ήδη δημιουργηθεί στα πλαίσια της μελέτης των οικονομικών στοιχείων της πιθανοθεωρητικής μεθόδου SOLAS 2009.

Οι κυριότερες παράμετροι για την αξιολόγηση των αποτελεσμάτων είναι και πάλι ο δείκτης A, για την ευστάθεια του πλοίου μετά από βλάβη, το ακαθάριστο κόστος για την αποφυγή ενός θανάτου GCAF και η πιθανότητα απώλειας ζωής PLL. Η μέθοδος που ακολουθήθηκε με τη βοήθεια των macros, στο NAPA, είναι η ίδια με την προηγούμενη.

Τα αναλυτικά αποτελέσματα παρατίθενται στον Πίνακα 3.4-25. Στο Σχ. 3.4-21 απεικονίζεται το GCAF σε σχέση με το PLL.

Version	Beam	Depth	A-GOALDS	Speed	Power	Econ.Impact ΔC m\$	Capex	PLL	GCAF
ROPAX1	19	6,60	0,80936	a	16061,500	0	0,000	3,053	0,00
ROPAX2	19	6,80	0,81675	24	16143,901	1,76	0,292	2,934	14,87
ROPAX3	19,2	6,60	0,85255	24	16237,800	2,98	0,187	2,361	4,31
ROPAX4	19,2	6,80	0,86392	24	16321,697	4,75	0,482	2,179	5,44
ROPAX5	19,2	7,00	0,86532	24	16405,612	6,53	0,778	2,157	7,29
ROPAX6	19,2	7,20	0,85664	24	16489,552	8,32	1,074	2,296	10,99
ROPAX7	19,4	6,60	0,88114	24	16525,800	7,68	0,414	1,903	6,68
ROPAX8	19,4	6,80	0,89354	24	16611,638	9,50	0,712	1,705	7,05
ROPAX9	19,4	7,00	0,89826	24	16697,614	11,31	1,011	1,629	7,94
ROPAX10	19,4	7,20	0,89727	24	16783,558	13,13	1,311	1,645	9,33

Πίνακας 3.4-25. Οικονομικά στοιχεία (GOALDS) για όλες τις εναλλακτικές σχεδιάσεις



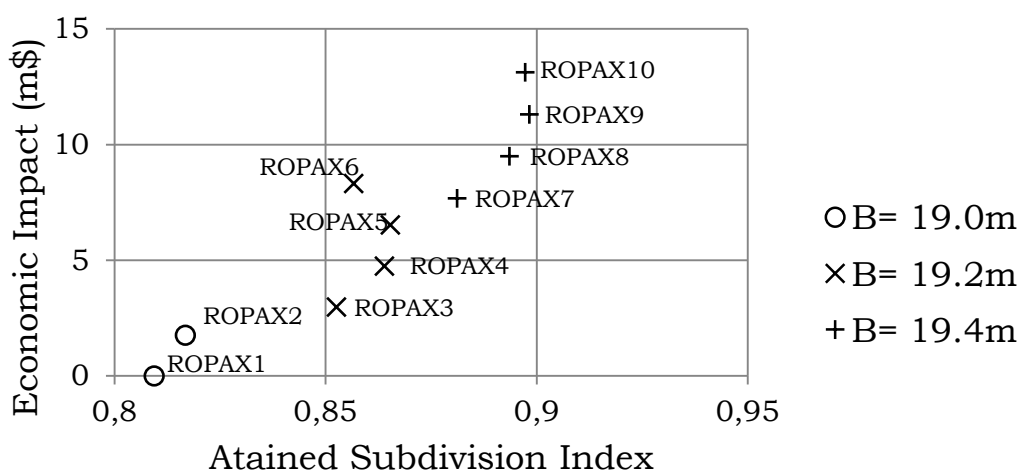
Σχ. 3.4-21. GCAF (m\$) vs. PLL (GOALDS) για τις εναλλακτικές σχεδιάσεις

Σύμφωνα με τα στοιχεία του Πίνακα 3.4-25 και το Σχ. 3.4-21, το όριο που έχει τεθεί για το μέγεθος GCAF, υπερβαίνουν τα πλοία «ROPAX2», «ROPAX6», «ROPAX9» και «ROPAX10». Επομένως ο περιορισμός καλύπτεται από τα πλοία «ROPAX3», «ROPAX4», «ROPAX5», «ROPAX7» και «ROPAX8», από τα οποία το χαμηλότερο PLL έχει το «ROPAX8».

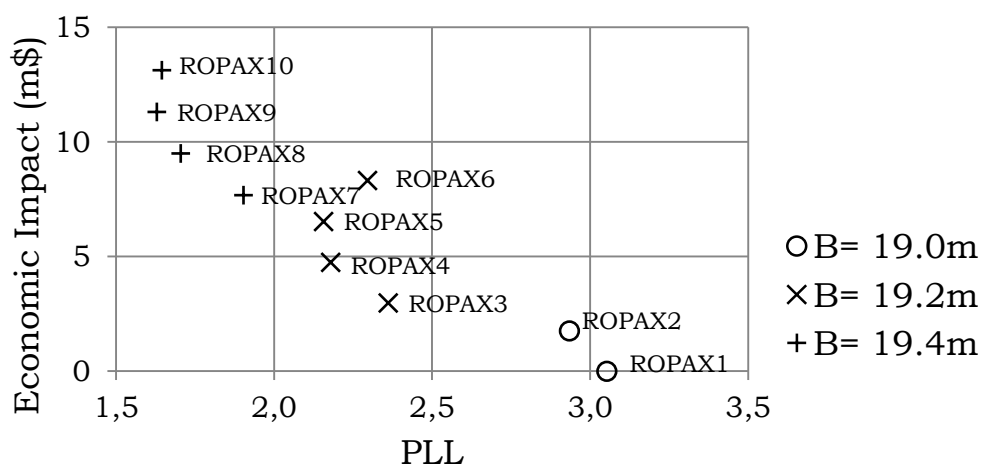
Η αντιπαραβολή των αποτελεσμάτων που ελήφθησαν για τον δείκτη A, το PLL και το GCAF καταδεικνύει τη βελτίωση της ευστάθειας του πλοίου, για την αύξηση του πλάτους. Ο δείκτης A παρουσιάζει άνοδο, ενώ ταυτόχρονα μειώνεται το PLL, δηλαδή ελαττώνεται η πιθανότητα απώλειας ζωής. Επίσης το GCAF αυξάνεται, παραμένοντας όμως, μέσα στα όρια που έχουν τεθεί.

Για την αλλαγή του καταστρώματος στεγανών φρακτών, όμως, διαπιστώνονται διαφορετικά συμπεράσματα. Όπως έχει επισημανθεί, το κοίλο δεν επιδρά πάντα θετικά στο δείκτη A. Το ίδιο συμβαίνει και με το μέγεθος PLL, όπου όταν ο δείκτης A παρουσιάζει άνοδο, ελαττώνεται, ενώ αντίθετα όταν ο δείκτης A μειώνεται, λόγω της αύξησης του κοίλου, το PLL αυξάνεται, κάτι που σε καμία περίπτωση δεν αποτελεί θετικό αποτέλεσμα. Στις περιπτώσεις που η αλλαγή του κοίλου είναι μικρή, δηλαδή η αλλαγή πραγματοποιείται από τα 6.60m στα 6.80m, ο δείκτης A και το PLL, βελτιώνονται, ενώ στις υπόλοιπες, όπως και στην προηγούμενη περίπτωση, δεν παρατηρείται πάντα βελτίωση. Ωστόσο, για το μέγεθος GCAF η αλλαγή του κοίλου έχει μικρότερη επίδραση. Αλλά αν σκεφτεί κανείς τα αποτελέσματα του δείκτη A και του PLL, σίγουρα είναι προτιμότερη μία αλλαγή στο πλάτος, με παράλληλη μικρή τροποποίηση του κοίλου, για τη βελτίωση της ευστάθειας του πλοίου.

Το κόστος ζωής που πρέπει να καταβληθεί για τη μείωση του PLL, που αντιστοιχεί στο βασικό πλοίο και η αύξηση του δείκτη A από 0.80936 σε 0.89826 φαίνονται στα Σχ. 3.4-22, 3.4-23.



Σχ. 3.4-22. *Economic Impact vS. A-Index (GOALDS) για τις εναλλακτικές σχεδιάσεις*



Σχ. 3.4-23. *Economic Impact vS. PLL (GOALDS) για τις εναλλακτικές σχεδιάσεις*

Σύμφωνα με τα Σχ. 3.4-22, 3.4-23, παρατηρείται αύξηση του κόστους για κάθε τροποποίηση. Συγκεκριμένα, οι αλλαγές στο κοίλο, για σταθερό πλάτος, παρουσιάζουν αρκετό κόστος. Οι τροποποιήσεις, όμως, στο πλάτος φαίνονται να έχουν ακόμα πιο δραστικές επιπτώσεις στο ποσό που πρέπει να καταβληθεί.

Αν, όμως, σκεφτεί κανείς την επίδραση του πλάτους στην ευστάθεια και το PLL, το όριο του GCAF, αλλά και την ανομοιομορφία των αποτελεσμάτων του δείκτη A και των υπόλοιπων μεγεθών, για μεγάλη αύξηση του κοίλου, φαίνεται πως κι εδώ το πλάτος είναι αυτό που παρουσιάζεται καθοριστικό. Οι αλλαγές στο πλάτος, για τη βελτίωση του δείκτη A και της ευστάθειας του πλοίου σε κατάσταση βλάβης, μπορούν επίσης να συνδυαστούν με μικρές τροποποιήσεις στο κοίλο, οι οποίες όπως διαπιστώθηκε, ευνοούν επίσης την ευστάθεια, σε μικρότερο, βέβαια, βαθμό.

3.4.3. ΠΡΟΤΑΣΗ SLF55

Η Ε.Ε. προτείνει, η διατύπωση της πιθανότητας S_i να λαμβάνει υπ' όψιν την επίδραση του ύδατος στο κατάστρωμα. Η σύσταση αυτή είναι ένα απόσπασμα από τη Μελέτη EMSA II.

Η πρόταση SLF 55 μιλά για μία νέα διατύπωση του S_i , όπου θα πρέπει να εκτιμηθεί και η επίδραση του ύδατος στο κατάστρωμα για τα πλοία ropax. Το αναθεωρημένο S_i από τη SOLAS 2009 (ref SOLAS 2009 II-1 Rule 7-2) θα πρέπει να περιλαμβάνει ένα νέο παράγοντα “Swod”, που θα ορίζεται ως εξής:

$$S_i = \min \{S_{intermediate}; S_{final} \times S_{moment} \times S_{wod}\}$$

Ο παράγοντας “Swod” ορίζεται παρακάτω και θα πρέπει να λαμβάνεται υπ' όψιν μόνο σε περιπτώσεις ζημιάς, όπου το κατάστρωμα οχημάτων κατακλύζεται είτε πάνω από το κατάστρωμα στεγανών φρακτών, είτε στο lower hold.

$$S_{wod} = \left[\frac{GZ_{max}}{0.20} \cdot \frac{Range}{20} \right]^{\frac{1}{4}}$$

Εάν η πρόταση αυτή απαιτήσει επιβεβαίωση με περαιτέρω έλεγχο σε ένα σχετικά ευρύτερο φάσμα σύγχρονων πλοίων ROPAX, θα μπορεί να προσφέρει το πλεονέκτημα ότι είναι σχετικά απλή χωρίς να θίγει άλλο τύπο πλοίου.

3.4.3.1. ΠΛΟΙΟ ΑΝΑΦΟΡΑΣ ΚΑΙ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ ΣΧΕΔΙΑΣΕΙΣ

Η πρόταση που εφαρμόστηκε για τα υπό μελέτη πλοία, όπως αναφέρθηκε ήδη, παρουσιάζει σημαντικές ομοιότητες με το πιθανοθεωρητικό μοντέλο της SOLAS 2009 που έχει αναλυθεί, κυρίως στον τρόπο υπολογισμού των διάφορων μεγεθών.

Για τον υπολογισμό του δείκτη A έγινε επεξεργασία των αποτελεσμάτων του πιθανοθεωρητικού μοντέλου της SOLAS 2009, σύμφωνα με τις αρχές της πρότασης SLF-55. Υπολογίστηκε κάθε φορά η νέα πιθανότητα S_i και χρησιμοποιήθηκε στην εύρεση του δείκτη A, για κάθε σχεδίαση.

Η πιθανότητα S_i τροποποιήθηκε μόνο όταν οι περιπτώσεις βλάβης αφορούσαν στην κατάκλυση ενός ή περισσότερων Ro-Ro χώρων. Η αλλαγή, σύμφωνα με την πρόταση SLF-55, ήταν η εξής:

$$S_{final,i} = K \cdot \left[\frac{GZ_{max}}{0.20} \cdot \frac{Range}{20} \right]^{\frac{1}{4}}$$

Όπου GZ_{max} και $Range$ δεν πρέπει να λαμβάνουν τιμή μεγαλύτερη των 0.20m και 20° αντίστοιχα. Ο δείκτης K υπολογίζεται σύμφωνα με τη SOLAS 2009.

Τα αποτελέσματα της πρότασης SLF-55 παρουσιάζονται αναλυτικά στον *Πίνακα 3.4-26* που ακολουθεί για όλες τις σχεδιάσεις.

Version	Beam	Depth	T-Subd	T-Part	T_Lght	GM-Subd	GM-Part	GM_Lght	A-SLF-55
ROPAX1	19	6,60	4,919	4,569	4,043	1,888	1,716	2,238	0,79650
ROPAX2	19	6,80	4,943	4,594	4,069	1,802	1,608	2,136	0,80059
ROPAX3	19,2	6,60	4,895	4,547	4,025	2,053	1,871	2,453	0,84633
ROPAX4	19,2	6,80	4,919	4,572	4,051	1,969	1,799	2,351	0,85458
ROPAX5	19,2	7,00	4,943	4,597	4,077	1,880	1,687	2,245	0,85181
ROPAX6	19,2	7,20	4,967	4,622	4,104	1,791	1,581	2,135	0,83764
ROPAX7	19,4	6,60	4,871	4,526	4,007	2,223	2,063	2,668	0,87873
ROPAX8	19,4	6,80	4,895	4,551	4,034	2,136	1,967	2,568	0,88921
ROPAX9	19,4	7,00	4,919	4,576	4,060	2,049	1,881	2,461	0,89157
ROPAX10	19,4	7,20	4,943	4,601	4,086	1,958	1,766	2,351	0,88708

Πίνακας 3.4-26. A-Index (SLF-55) για όλες τις εναλλακτικές σχεδιάσεις

Όπως γίνεται αντιληπτό από τα στοιχεία του *Πίνακα 3.4-26*, το πλάτος B είναι κι εδώ το μέγεθος που επηρεάζει άμεσα την ευστάθεια του πλοίου, αυξάνοντας αισθητά τον δείκτη A. Ισχύουν τα ίδια συμπεράσματα με τις προηγούμενες μεθόδους μόνο που εδώ η πρόταση SLF-55 είναι πιο αυστηρή, με μικρότερες τιμές του δείκτη A, σε σχέση με πριν.

Με αύξηση του πλάτους B, παρατηρείται και πάλι αρκετά μεγάλη αύξηση του μετακεντρικού ύψους GM, επομένως, μείωση της γωνίας εγκάρσιας κλίσης, μέγεθος που όπως τονίστηκε έχει ιδιαίτερη σημασία, καθώς σχετίζεται άμεσα με την ασφάλεια του πλοίου, αφού πιθανότητα εγκάρσιας βύθισης ή ανατροπής ενός πλοίου σε δυσμενείς συνθήκες είναι συνήθως πολύ μεγαλύτερη από τη διαμήκη.

Η περίπτωση της αύξησης του καταστρώματος στεγανών φρακτών (με βάση το κοίλο D) παρουσιάζεται κι εδώ αρκετά διαφορετική σε σχέση με αυτή της αύξησης του πλάτους. Μικρή αύξηση του κοίλου έχει και πάλι ως επίδραση την ελαφρά άνοδο του δείκτη A, ενώ σε περιπτώσεις που το κοίλο αυξάνεται αρκετά, ο δείκτης A παρουσιάζει πτωτική τάση, λόγω της μείωσης του μετακεντρικού ύψους GM.

Επομένως, η αύξηση του πλάτους, με μικρή αύξηση του κοίλου, βελτιώνει αισθητά την αρχική ευστάθεια του πλοίου και έχει καλύτερα αποτελέσματα σε σχέση με μεγάλη αύξηση του κοίλου.

3.4.3.2. ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

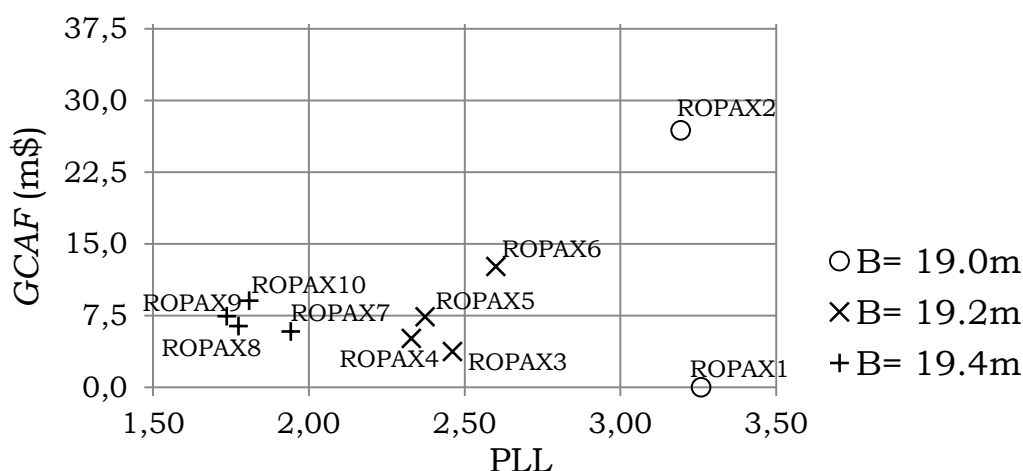
Στο σημείο αυτό υπολογίζονται τα οικονομικά στοιχεία των πλοίων που εξετάστηκαν με την πρόταση SLF-55. Η διαδικασία υπολογισμού κατέστη δυνατή με τη βοήθεια του προγράμματος NAPA και των πολυ-αλγορίθμων μακροεντολών (macros) που έχουν ήδη δημιουργηθεί στα πλαίσια της μελέτης των οικονομικών στοιχείων της πιθανοθεωρητικής μεθόδου SOLAS 2009.

Οι κυριότερες παράμετροι για την αξιολόγηση των αποτελεσμάτων είναι και πάλι ο δείκτης A, το ακαθάριστο κόστος για την αποφυγή ενός θανάτου GCAF και η πιθανότητα απώλειας ζωής PLL.

Η μέθοδος που ακολουθήθηκε με τη βοήθεια των macros, στο NAPA, είναι η ίδια με πριν. Τα αναλυτικά αποτελέσματα παρατίθενται στον επόμενο Πίνακα 3.4-27. Στο Σχ. 3.4-24 απεικονίζεται το GCAF σε σχέση με το PLL.

Version	Beam	Depth	A-SLF-55	Speed	Power	Econ.Impact ΔC m\$	Capex	PLL	GCAF
ROPAX1	19	6,60	0,79650	a	16061,500	0	0,000	3,259	0,00
ROPAX2	19	6,80	0,80059	24	16143,901	1,76	0,292	3,193	26,87
ROPAX3	19,2	6,60	0,84633	24	16237,800	2,98	0,187	2,461	3,73
ROPAX4	19,2	6,80	0,85458	24	16321,697	4,75	0,482	2,329	5,11
ROPAX5	19,2	7,00	0,85181	24	16405,612	6,53	0,778	2,373	7,37
ROPAX6	19,2	7,20	0,83764	24	16489,552	8,32	1,074	2,600	12,63
ROPAX7	19,4	6,60	0,87873	24	16525,800	7,68	0,414	1,942	5,83
ROPAX8	19,4	6,80	0,88921	24	16611,638	9,50	0,712	1,774	6,40
ROPAX9	19,4	7,00	0,89157	24	16697,614	11,31	1,011	1,736	7,43
ROPAX10	19,4	7,20	0,88708	24	16783,558	13,13	1,311	1,808	9,05

Πίνακας 3.4-27. Οικονομικά στοιχεία (SLF-55) για όλες τις εναλλακτικές σχεδιάσεις



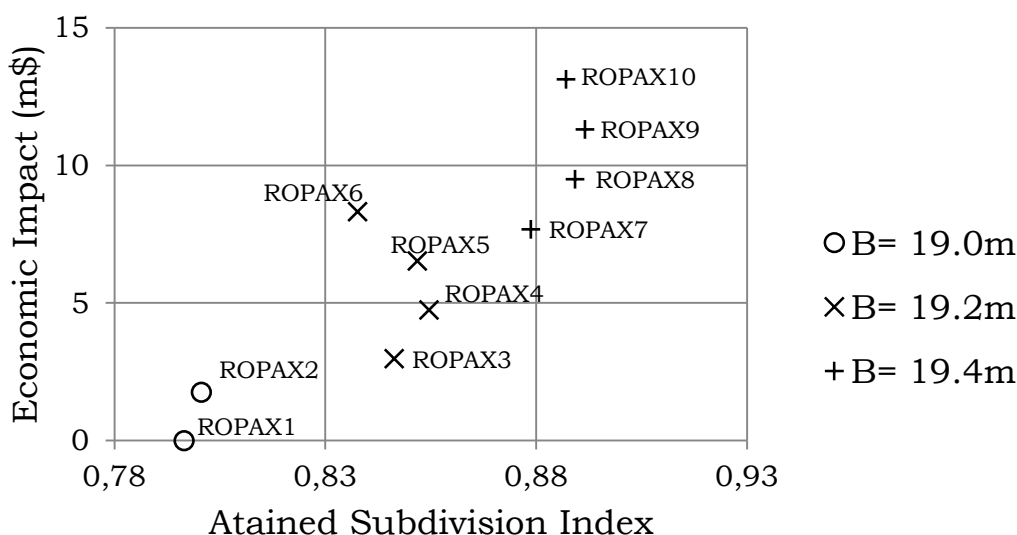
Σχ. 3.4-24. GCAF (m\$) vs. PLL (SLF-55) για τις εναλλακτικές σχεδιάσεις

Σύμφωνα με τα στοιχεία του Πίνακα 3.4-27 και το Σχ. 3.4-24, το όριο που έχει τεθεί για το μέγεθος GCAF, υπερβαίνουν τα πλοία «ROPAX2», «ROPAX6» και «ROPAX10». Επομένως ο περιορισμός καλύπτεται από τα πλοία «ROPAX3», «ROPAX4», «ROPAX5», «ROPAX7», «ROPAX8» και «ROPAX9». από τα οποία το χαμηλότερο PLL έχει το «ROPAX9».

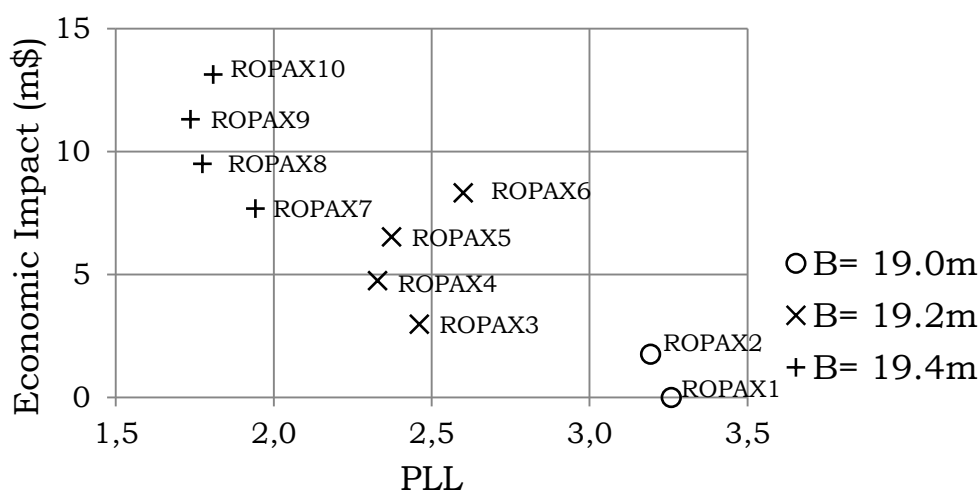
Η μελέτη των αποτελεσμάτων που ελήφθησαν για τον δείκτη A, το PLL και το GCAF έχει ως αποτέλεσμα την παρατήρηση του φαινομένου πως με την αύξηση του πλάτους, η ευστάθεια του πλοίου βελτιώνεται. Ο δείκτης A παρουσιάζει ανοδική τάση, ενώ το PLL μειώνεται, δηλαδή ελαττώνεται η πιθανότητα απώλειας ζωής. Επίσης το GCAF αυξάνεται, αλλά διατηρείται μέσα στα όρια που έχουν τεθεί.

Με την αλλαγή του κοίλου, όμως, λαμβάνονται διαφορετικά συμπεράσματα. Όπως έχει ήδη διαπιστωθεί, το κοίλο δεν επιδρά πάντα θετικά στο δείκτη A και το PLL. Με την μικρή αύξηση του κοίλου, συνήθως από 6.60m στα 6.80m, ο δείκτης A παρουσιάζει άνοδο, ενώ παράλληλα ελαττώνεται το PLL. Σε άλλες περιπτώσεις, το κοίλο επιδρά αρνητικά στην τιμή του δείκτη A, αυξάνοντας παράλληλα το PLL, κάτι το οποίο δεν είναι επιθυμητό. Ωστόσο, για το μέγεθος GCAF η αλλαγή του κοίλου έχει μικρότερη επίδραση. Αλλά αν αναλογιστεί κανείς τα αποτελέσματα του δείκτη A και του PLL, σίγουρα είναι προτιμότερη μία αλλαγή στο πλάτος για τη βελτίωση της ευστάθειας, με την κατάλληλη βέβαια μικρή αλλαγή και στο κοίλο.

Το κόστος ζωής που πρέπει να καταβληθεί για τη μείωση του PLL, που αντιστοιχεί στον αρχικό σχεδιασμό και η αύξηση του δείκτη A από 0.79650 σε 0.89157 φαίνονται στα Σχ. 3.4-25, 3.4-26.



Σχ. 3.4-25. Economic Impact vs. A-Index (SLF-55) για τις εναλλακτικές σχεδιάσεις



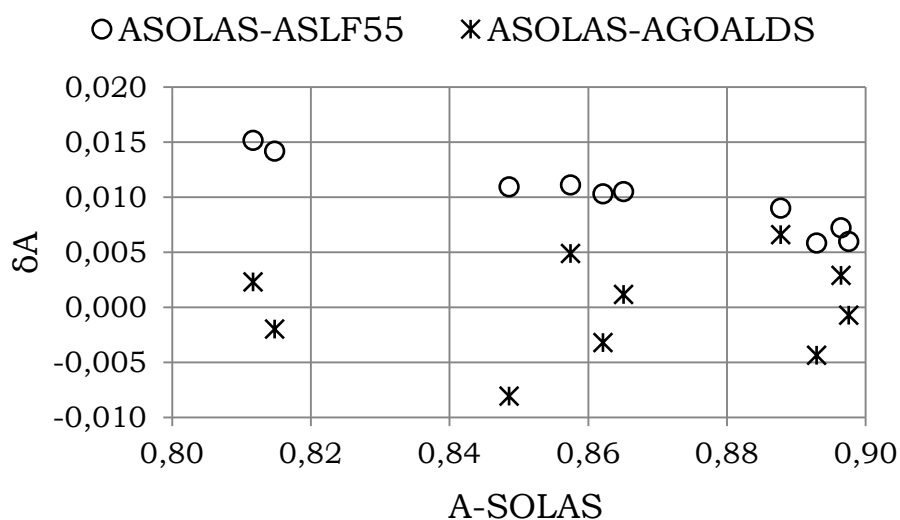
Σχ. 3.4-26. *Economic Impact vs. PLL (SLF-55) για τις εναλλακτικές σχεδιάσεις*

Με βάση τα Σχ. 3.4-25, 3.4-26, εξάγεται το συμπέρασμα πως υπάρχει αύξηση του κόστους για κάθε τροποποίηση. Συγκεκριμένα, οι αλλαγές στο κοίλο, παρουσιάζουν αρκετό κόστος. Οι τροποποιήσεις, όμως, στο πλάτος φαίνονται να έχουν ακόμα πιο δραστικές επιπτώσεις στο ποσό που πρέπει να καταβληθεί.

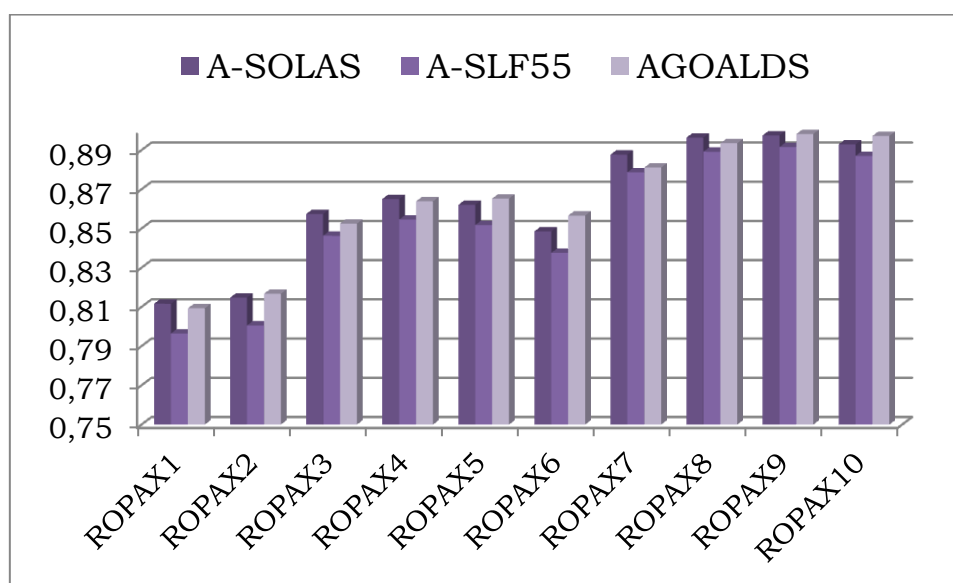
Αν, όμως, σκεφτεί κανείς την επίδραση του πλάτους στην ευστάθεια και το PLL, το όριο του GCAF, αλλά και την ανομοιομορφία των αποτελεσμάτων του δείκτη A και των υπόλοιπων μεγεθών, για μεγάλη αύξηση του κοίλου, φαίνεται πως και πάλι το πλάτος είναι αυτό που παρουσιάζεται καθοριστικό για την ευστάθεια, με κατάλληλο, βέβαια, συνδυασμό μικρής αλλαγής του κοίλου.

3.5. ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟΣ ΑΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΜΕΘΟΔΩΝ

Ο δείκτης A που αφορά στην ευστάθεια μετά από βλάβη, σε ένα πλοίο, υπολογίστηκε με τρεις διαφορετικές πιθανοθεωρητικές μεθόδους. Ο συγκεκριμένος δείκτης για κάθε μέθοδο και οι διαφορές των μεθόδων αυτών, παρουσιάζονται αναλυτικά στα Σχ. 3.5-1, 3.5-2, αντίστοιχα.



Σχ. 3.5-1. Διαφορά ΔA μεθόδων vs. A-SOLAS 2009 για τις εναλλακτικές σχεδιάσεις



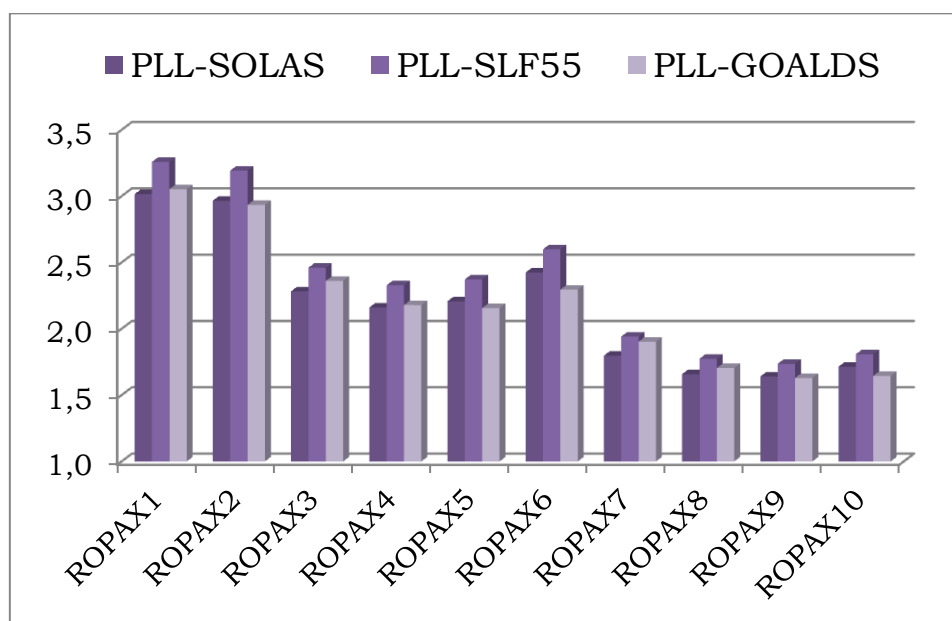
Σχ. 3.5-2. Σύγκριση των A-Index όλων των μεθόδων για τις εναλλακτικές σχεδιάσεις

Η διαφορά $A_{SOLAS} - A_{SLF-55}$ ποικίλει μεταξύ 0.005 και 0.015, με τις μικρότερες διαφορές να παρουσιάζονται για τις εναλλακτικές σχεδιάσεις με τις μεγαλύτερες τιμές του δείκτη A για τη μέθοδο SOLAS 2009. Λόγω της ομοιότητας των μαθηματικών τύπων για τον υπολογισμό της πιθανότητας Si παρατηρείται ομοιόμορφη διακύμανση των δεικτών A_{SOLAS} και A_{SLF-55} , για τις σχεδιάσεις που εξετάστηκαν (RCOs) .

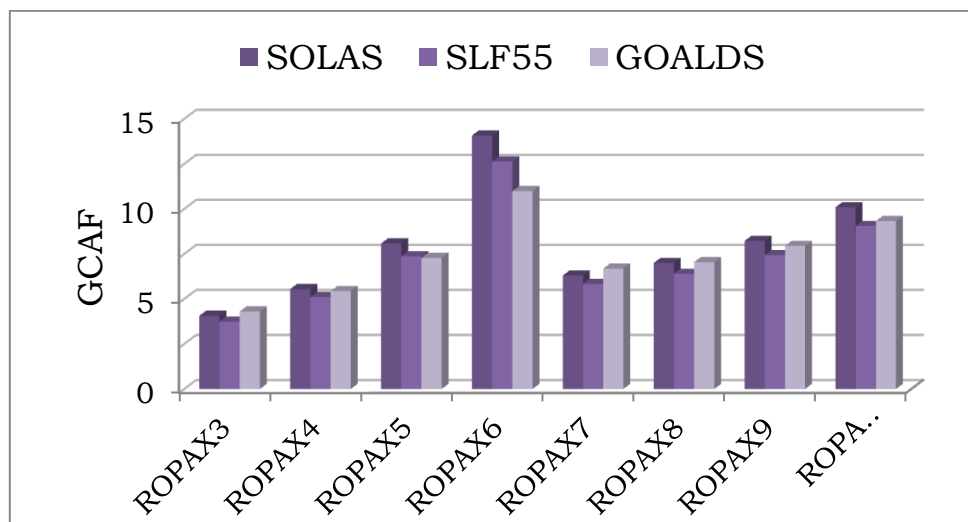
Η διαφορά $A_{SOLAS} - A_{GOALDS}$ παρουσιάζεται αρκετά μικρή. Ποικίλει ανάμεσα σε -0.008 και 0.007.

Παρατηρείται, επομένως, πως η μέθοδος GOALDS και η SOLAS 2009 έχουν παρόμοια αποτελέσματα, ενώ η SLF-55 εμφανίζεται πάντα αυστηρότερη, με μικρότερες τιμές για το δείκτη A, σε όλες τις σχεδιάσεις.

Μία σύγκριση των αποτελεσμάτων που ελήφθησαν για το PLL και το GCAF παρουσιάζεται στα Σχ. 3.5-3, 3.5-4 (οι σχεδιάσεις «ROPAX1» και «ROPAX2» παραλείπονται από το Σχ. 3.5-4, ώστε να διατηρηθεί η κλίμακα του κατακόρυφου άξονα σε λογικά πλαίσια) .



Σχ. 3.5-3. Σύγκριση των PLL όλων των μεθόδων για τις εναλλακτικές σχεδιάσεις

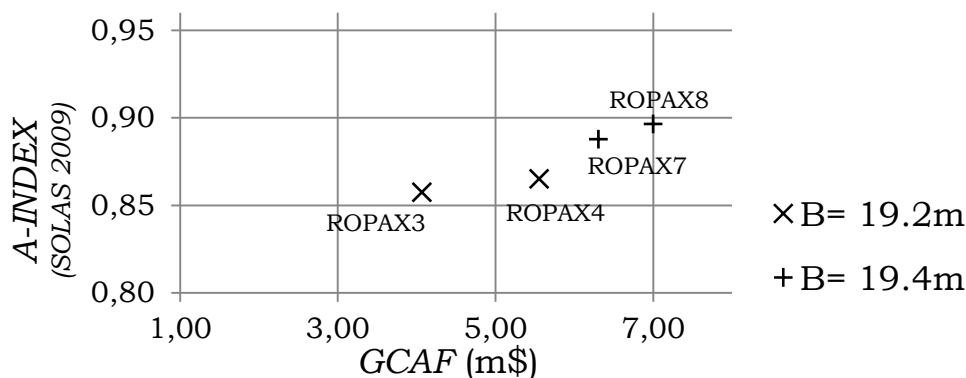


Σχ. 3.5-4. Σύγκριση των GCAF όλων των μεθόδων για τις εναλλακτικές σχεδιάσεις

Σύμφωνα με το Σχ. 3.5-3, το μέγεθος PLL είναι αντιστρόφως ανάλογο του δείκτη A, για κάθε μέθοδο. Για τα μοντέλα SOLAS 2009 και GOALDS, το PLL μειώνεται με την άνοδο του δείκτη A. Το ίδιο συμβαίνει και με τη μέθοδο SLF-55, μόνο που το PLL είναι μεγαλύτερο, σε σχέση με αυτό των υπόλοιπων μεθόδων, λόγω του χαμηλότερου δείκτη A που παρουσιάζεται.

Ο δείκτης GCAF που απεικονίζεται στο Σχ. 3.5-4, εμφανίζει επίσης ανομοιόμορφα αποτελέσματα για τις τρεις μεθόδους. Η SLF-55, σε σύγκριση με τη SOLAS 2009, εμφανίζει μείωση του GCAF, ενώ αν μελετηθεί η GOALDS σε σχέση με τη SOLAS 2009, παρατηρείται μία αυξομείωση του GCAF.

Τα πλοία που ικανοποιούν το όριο του GCAF και για τις τρεις μεθόδους είναι το «ROPAX3», «ROPAX4», «ROPAX7», «ROPAX8». Αυτό που εμφανίζει το χαμηλότερο PLL και τον υψηλότερο δείκτη A είναι το «ROPAX8». Στο Σχ. 3.5-5 που ακολουθεί, φαίνεται ο δείκτης A και το GCAF των παραπάνω πλοίων (οι τιμές του Σχ. 3.5-5 αντιστοιχούν στη SOLAS 2009).



Σχ. 3.5-5. Πλοία που ικανοποιούν το όριο GCAF σε όλες τις μεθόδους

Με βάση το Σχ. 3.5-5, εξάγεται το συμπέρασμα πως αν κάποιος επιθυμούσε το βέλτιστο δείκτη A, θα έπρεπε να επιλέξει τη σχεδίαση «ROPAX8», η οποία όμως αντιστοιχεί σε υψηλό GCAF, μέσα όμως στα όρια του κανονισμού. Αν όμως σκεφτεί κανείς πιο πολύ τον παράγοντα του GCAF, η σχεδίαση «ROPAX3» είναι αυτή που ικανοποιεί αποτελεσματικότερα αυτό το κριτήριο, παρουσιάζοντας ταυτόχρονα έναν αρκετά υψηλό δείκτη A. Γίνεται έτσι αντιληπτό πως η καταλληλότερη σχεδίαση εξαρτάται από διάφορους παράγοντες, μέσα στους οποίους είναι και η προθυμία διάθεσης ενός συγκεκριμένου ποσού χρημάτων για μία ορισμένη βελτίωση της επιβιωσιμότητας.

Επομένως, τα αποτελέσματα του δείκτη A που εξήχθησαν από τους υπολογισμούς για όλες τις σχεδιάσεις (RCOs), με τις τρεις πιθανοθεωρητικές μεθόδους SOLAS 2009, GOALDS και SLF-55, φανερώνουν πως υπάρχει περιθώριο σημαντικής αύξησης του δείκτη R (Required Subdivision Index) για τα επιβατηγά πλοία. Αυτό επιβεβαιώνεται κυρίως από τις μεθόδους SOLAS 2009 και GOALDS, που παρουσίασαν τιμές μεγαλύτερες για τον δείκτη A, απ' ότι η SLF-55. Γενικότερα, όμως, υπάρχει περιθώριο βελτίωσης των κανονισμών.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο : ΜΕΛΕΤΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ ΤΟΥ A-INDEX ΤΗΣ SOLAS 2009 ΣΕ ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΜΕΝΕΣ ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ ΤΟΥ ΠΛΟΙΟΥ ΑΝΑΦΟΡΑΣ

Σκοπός αυτού του κεφαλαίου είναι η μελέτη του Attained Subdivision Index (A-Index) σε τροποποιημένες διατάξεις του βασικού πλοίου, που σχεδιάστηκε στα πλαίσια της συγκεκριμένης διπλωματικής. Οι εναλλακτικές διατάξεις που θα εξεταστούν, αφορούν στην αρχική σχεδίαση («ROPAX1», με B=19m και D=6.60m), τα κύρια χαρακτηριστικά της οποίας φαίνονται στον *Πίνακα 4-1*, που ακολουθεί.

Reference dimensions

TDWL	4.9	design draught	
AP	0	aft perpendicular	(HULL/TDWL ->-2.129)
FP	112	fore perpendicular	(HULL/TDWL ->117.368)
LREF	112	reference length	calculated FP-AP
XREF	56	reference point	((FP+AP)/2 ->56)
XMID	56	largest frame	
XMIN	-5.6471	aft end	(HULL ->-5.647)
XMAX	118.7801	fore end	(HULL ->118.78)
LOA	124.4272	length over all	calculated XMAX-XMIN
BREF	19	reference breadth	(HULL/TDWL ->19)
BMAX	19	maximum breadth	(HULL ->19)
HSD	4.919	subdivision draught	
HMAX	17.4189	total height	
SHEL	0.01	shell thickness	
KEEL	0.01	keel	
RHO	1.025	seawater density	
FRAMES	0, 0.6, 12,0.8, 138,0.6		

Πίνακας 4-1. Κύριες Διαστάσεις του πλοίου αναφοράς «ROPAX1»

4.1. ΑΠΛΟΠΟΙΗΜΕΝΗ ΔΙΑΤΑΞΗ

4.1.1. ΑΠΛΟΠΟΙΗΜΕΝΗ ΔΙΑΤΑΞΗ ΧΩΡΙΣ CASINGS ΣΤΟ ΚΑΤΑΣΤΡΩΜΑ ΟΧΗΜΑΤΩΝ

Στο σημείο αυτό θα μελετηθεί η συμπεριφορά του δείκτη A στην αρχή της κατασκευής του πλοίου, όπου υπάρχουν μόνο τα καταστρώματα και οι εγκάρσιες φρακτές. Με αυτό τον τρόπο θα παρουσιαστεί η εικόνα του A-Index σε αρχικό στάδιο, ώστε να δοθεί προσοχή στην κατασκευή της εσωτερικής διάταξης του πλοίου. Η σχεδίαση που θα μελετηθεί θα καλείται «ROPAX11».

4.1.1.1. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ

Η σχεδίαση της γενικής διάταξης του επιβατηγού – οχηματαγωγού πλοίου ήταν ίδια με αυτή που ακολουθήθηκε προηγουμένως, αλλά αρκετά απλοποιημένη, λόγω της έλλειψης των πολύπλοκων δεξαμενών. Αρχικά ορίστηκαν τα καταστώματα στο υποσύστημα Definition – DEF και στη συνέχεια οι εγκάρσιες φρακτές και οι δεξαμενές.

Έπειτα, στο υποσύστημα Ship Model – SM πραγματοποιήθηκε ο καθορισμός της εσωτερικής διαρρύθμισης του πλοίου και ο ορισμός των εσωτερικών χώρων με την ονομασία τους, το λόγο χρήσης τους και τη διαχωρητότητά τους.

Στον Πίνακα 4.1-1 φαίνονται αναλυτικά τα διαμερίσματα του επιβατηγού – οχηματαγωγού πλοίου «ROPAX11» , με όλα τα χαρακτηριστικά τους. Στην πρώτη στήλη φαίνεται η ονομασία, στη δεύτερη το φορτίο τους, η χωρητικότητα, τα κέντρα τους, κλπ.

NAME	PURP	VOLM	VNET	CGX	CGY	CGZ	IY*RHO	IY/ IMO
-----	m3	m3	m	m	m	tm	tm	
CAPACITY	OF	(RHO=0)						
FR96ZDBDECK3DECK	577.3	577.3	77.91	0.00	4.21	0.0	0	
	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0	

SUBTOTAL	577.3	577.3	77.91	0.00	4.21			
CAPACITY	OF	Fresh	Water	(RHO=1)				
FOFPTANK	FW	93.0	91.1	112.29	-0.00	3.15	16.8	10
CAPACITY	OF	General	spaces	(RHO=1)				
FAFTZDBDECK3DECK	GE	291.0	285.2	3.48	-0.00	5.35	4750.7	992
FR72ZDBDECK3DECK	GE	707.1	693.0	58.79	0.00	4.00	4063.1	3884
FR81ZDBDECK3DECK	GE	898.6	880.6	67.13	0.00	4.06	4931.4	4819
FR93ZDBDECK3DECK	GE	210.4	206.2	73.19	0.00	4.14	1070.8	1088
FR96Z0DBDECK	GE	52.7	51.6	77.76	0.00	0.80	213.6	274
FR105ZDBDECK3DECK NEW	GE	472.8	463.4	85.05	0.00	4.33	1616.9	1940
FR114ZDBDECK3DECK	GE	349.3	342.3	92.18	0.00	4.44	720.2	1017
FR123ZDBDECK3DECK	GE	297.0	291.1	100.90	0.00	4.40	196.0	424
FPPUPPERDECK	GE	341.5	334.7	111.59	0.00	10.39	581.8	519
HELP4	GE	70.0	68.6	-3.28	0.00	5.53	2435.7	1344

SUBTOTAL	GE	3690.5	3616.7	71.17	-0.00	4.82		
CAPACITY	OF	Machin.	Sp.	(RHO=1)				
FR33ZDBDECK3DECK	MMA	495.3	495.3	26.63	0.00	4.07	2970.9	2734
FR395ZDBDECK3DECK	MMA	433.7	433.7	31.41	0.00	4.00	2515.0	2436
FR45ZDBDECK3DECK	MMA	1198.6	1198.6	39.61	0.00	3.97	6859.0	6776
FR60ZDBDECK3DECK	MMA	957.9	957.9	50.39	0.00	3.97	5487.2	5412

SUBTOTAL	MMA	3085.5	3085.5	39.72	0.00	3.99		
CAPACITY	OF	Mach.	Store	(RHO=1)				
FR21ZDBDECK3DECK	MST	773.5	773.5	19.45	0.00	4.39	5431.3	3928
CAPACITY	OF	Ro-Ro	Space	(RHO=1)				
FAFTZ3DECKUPDECK	RORO	10119.9	10119.9	51.08	-0.00	9.12	58081.0	43022
CAPACITY	OF	Void	(RHO=1.025)					
FAFTZ0DBDECK	VOID	7.1	7.1	4.96	0.00	0.64	0.6	1
FR12Z0DBDECK	VOID	12.3	12.3	10.87	0.00	0.65	1.4	2
FR12ZDBDECK3DECK	VOID	410.8	410.8	11.02	0.00	4.87	4152.5	1836
FR21Z0DBDECK	VOID	23.9	23.9	19.84	0.00	0.75	7.3	39
FR33Z0DBDECK	VOID	34.2	34.2	26.98	0.00	0.86	199.0	267
FR395Z0DBDECK	VOID	56.4	56.4	31.56	0.00	0.81	765.5	786
FR45Z0DBDECK	VOID	234.0	234.0	39.87	0.00	0.70	4193.5	4528
FR60Z0DBDECK	VOID	196.0	196.0	50.32	0.00	0.69	3530.3	3880
FR72Z0DBDECK	VOID	125.5	125.5	58.68	0.00	0.72	1898.4	2140
FR81Z0DBDECK	VOID	123.1	123.1	66.85	0.00	0.76	1249.9	1552
FR93Z0DBDECK	VOID	22.8	22.8	73.17	0.00	0.79	144.4	164
FR105Z0DBDECK	VOID	35.2	35.2	84.96	0.00	0.80	66.5	92
FR114Z0DBDECK	VOID	24.3	24.3	92.19	0.00	0.79	19.3	28
FR123Z0DBDECK	VOID	27.9	27.9	101.71	0.00	0.76	9.5	14

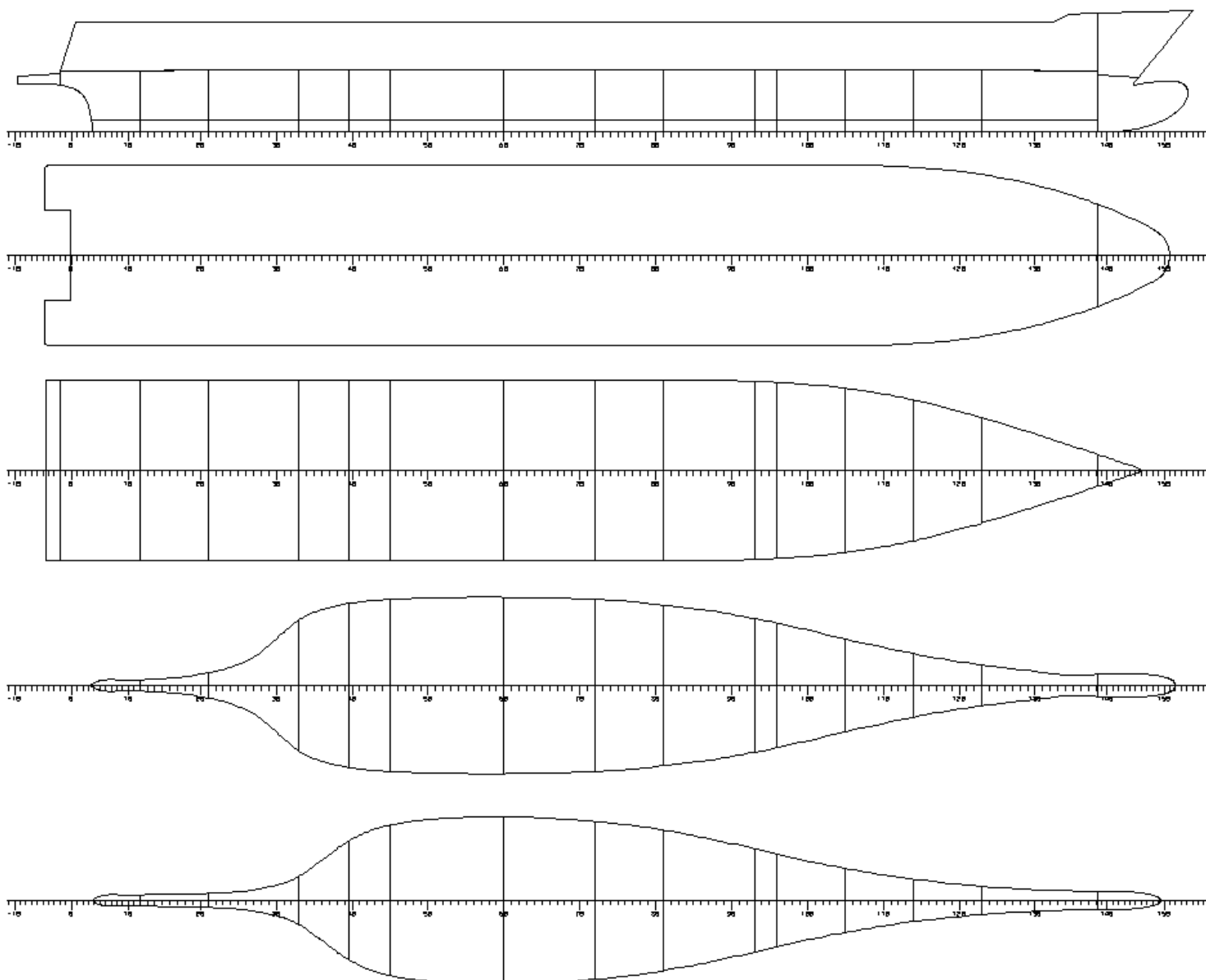
SUBTOTAL	VOID	1333.6	1333.6	39.29	0.00	2.01		

TOTAL		19673.3	19597.6	52.10	-0.00	6.67		

Πίνακας 4.1-1. Διαμερίσματα του πλοίου «ROPAX11»

Τα διαμερίσματα που έχουν οριστεί αποτελούν όλο το χώρο του πλοίου μέχρι το κατάστρωμα στεγανών φρακτών, διότι η μελέτη για την ευστάθεια κατόπιν βλάβης προϋποθέτει τον ορισμό όλων των χώρων του πλοίου, ώστε να ληφθούν υπ' όψιν σε περίπτωση κατάκλυσης.

Το σχέδιο γενικής διάταξης του «ROPAX1» φαίνεται στο Σχ.4.1-1.



Σχ. 4.1-1. Σχέδιο Γενικής Διάταξης του πλοίου «ROPAX11»

4.1.1.2. ΥΠΟΔΙΑΙΡΕΣΗ ΤΟΥ ΠΛΟΙΟΥ

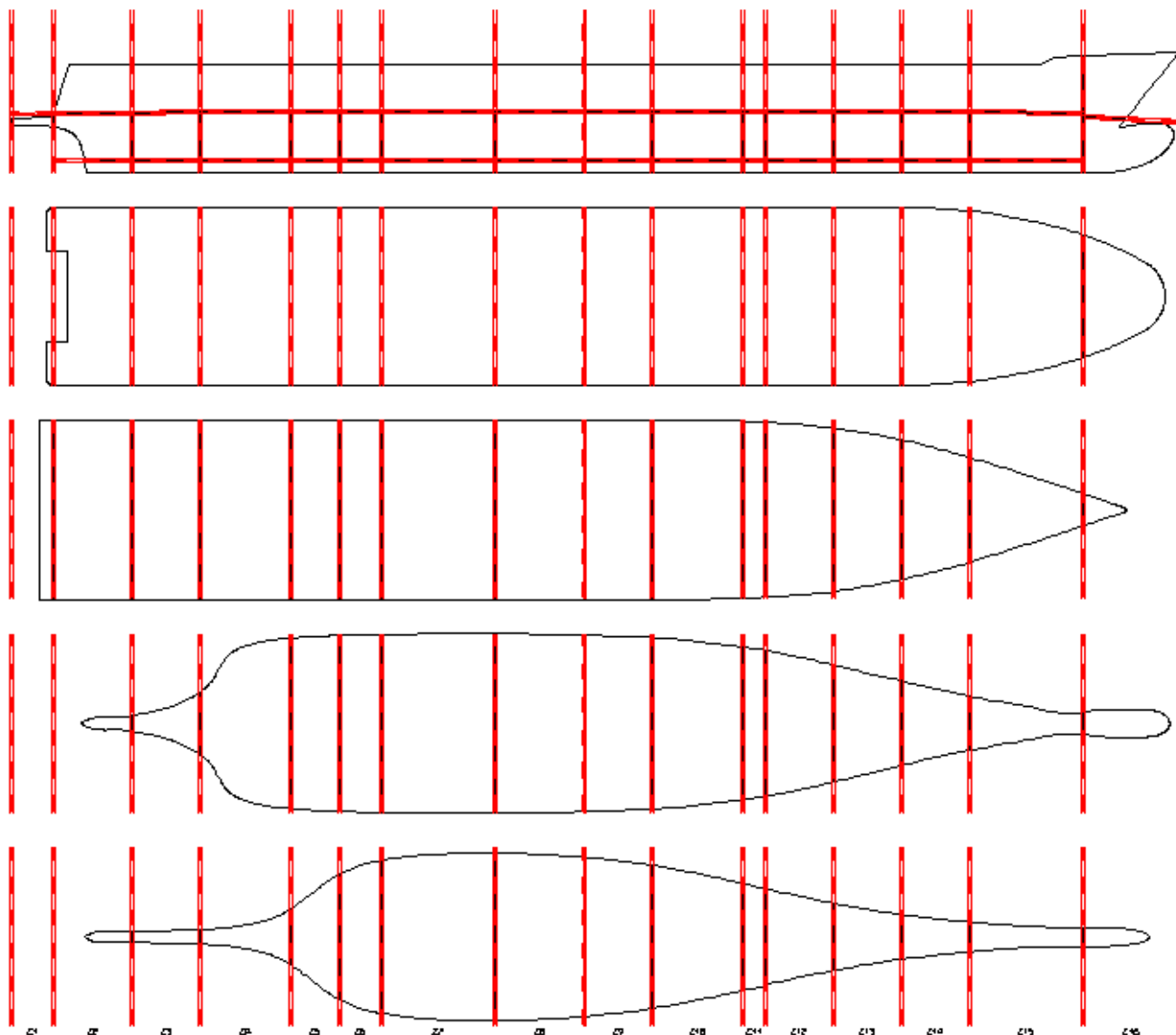
Μετά την ολοκλήρωση της διαμερισματοποίησης του πλοίου στο υποσύστημα Ship Model – SM, πραγματοποιήθηκε η δημιουργία των damage zones στο υποσύστημα Damage Stability – DAM, οι οποίες ορίστηκαν με βάση τις εγκάρσιες φρακτές και τα καταστρώματα. Καθορίστηκαν έτσι οι ζώνες που θα χρησιμοποιηθούν για τη δημιουργία σεναρίων βλάβης του πλοίου με την απλοποιημένη διάταξη, στο πιθανοθεωρητικό μοντέλο.

Οι ζώνες που επιλέχθηκαν είναι 16 και φαίνονται αναλυτικά στον *Πίνακα 4.1-2*. Στην πρώτη στήλη αναγράφεται η ονομασία τους και στη δεύτερη και τρίτη τα όριά τους κατά το διάμηκες (με βάση τα frames) . Στην τέταρτη και πέμπτη, οι οποίες παραπέμπουν στα όρια κατά το εγκάρσιο επίπεδο, δεν αναγράφεται κάτι, διότι δεν έχουν τοποθετηθεί διαμήκεις φρακτές. Στην έκτη και έβδομη στήλη αναγράφονται τα όρια κατά τον άξονα z.

ZONE	TBA	TBF	LBP	LBS	DDN	DUP
Z1	DAMHULL2	#-2	-	-		3DECK
Z2	#-2	#12	-	-	DBDECK	3DECK
Z3	#12	#21	-	-	DBDECK	3DECK
Z4	#21	#33	-	-	DBDECK	3DECK
Z5	#33	#39.5	-	-	DBDECK	3DECK
Z6	#39.5	#45	-	-	DBDECK	3DECK
Z7	#45	#60	-	-	DBDECK	3DECK
Z8	#60	#72	-	-	DBDECK	3DECK
Z9	#72	#81	-	-	DBDECK	3DECK
Z10	#81	#93	-	-	DBDECK	3DECK
Z11	#93	#96	-	-	DBDECK	3DECK
Z12	#96	#105	-	-	DBDECK	3DECK
Z13	#105	#114	-	-	DBDECK	3DECK
Z14	#114	#123	-	-	DBDECK	3DECK
Z15	#123	#138.3	-	-	DBDECK	3DECK
Z16	#138.3	DAMHULL2	-	-		PFF

Πίνακας 4.1-2. Ζώνες Υποδιαίρεσης (Damage Zones) του πλοίου «ROPAX11»

Από το υποσύστημα Damage Stability – DAM, Damage Subdivision και το NAPA Graphics λαμβάνονται σχηματικά οι damage zones, οι οποίες φαίνονται στο Σχ. 4.1-2, με κόκκινο χρώμα.



Σχ. 4.1-2. Απεικόνιση των Damage Zones για το πλοίο «ROPAX11»

Τα openings του επιβατηγού – οχηματαγωγού πλοίου με απλοποιημένη εσωτερική διάταξη παραμένουν σταθερά. Στο συγκεκριμένο πλοίο που μελετήθηκε, όπως έχει ήδη επισημανθεί, δεν υπήρχε lower hold και δεν είχαμε cross connections.

4.1.1.3. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΠΙΘΑΝΟΘΕΩΡΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΤΗΣ SOLAS 2009

Στο σημείο αυτό εφαρμόστηκε το πιθανοθεωρητικό μοντέλο της SOLAS 2009 για τη μελέτη της ευστάθειας μετά από βλάβη στο απλοποιημένο πλοίο, στην αρχή της κατασκευής.

Απαραίτητο για τη διαδικασία αυτή ήταν και πάλι η εύρεση τριών καταστάσεων φόρτωσης για το Deepest Subdivision Draught, d_s , το Partial Subdivision Draught, d_p και το Lightest Subdivision Draught, d_L . Οι αναγκαίες καταστάσεις φόρτωσης του «ROPAX11» ταυτίζονται σχεδόν με αυτές που έχουν υπολογιστεί για το «ROPAX1» και τα χαρακτηριστικά τους φαίνονται αναλυτικά στους Πίνακες 4.1-3, 4.1-4, 4.1-5.

LOADING CONDITION SUBD

LOADING COMPONENTS

Name		Max. weight	Mass	Center of gravity			Free s. moment
				cgx	cgy	cgz	
VAR							
C1	DWT Const	0.0	57.5	59.23	0.00	11.40	0.00
C2	Consumables	0.0	797.1	61.57	0.00	4.33	570.00
C3	Passengers	0.0	114.0	42.07	0.00	16.65	0.00
C4	Luggage	0.0	7.6	55.90	0.00	14.35	0.00
C5	Provisionss	0.0	30.0	52.57	0.00	10.45	0.00
C6	Crew	0.0	8.0	60.90	0.00	9.51	0.00
C7	Trucks	0.0	850.0	54.58	0.00	8.40	0.00
C8	Cars	0.0	130.0	56.30	0.00	12.30	0.00
Total of		0.0	1994.2	56.91	0.00	7.64	570.00
Deadweight			1994.2	56.91	0.00	7.64	570.0
Lightweight			4276.6	50.78	0.00	9.02	
Displacement (rho=1.025)			6270.8	52.73	0.00	8.58	570.0

FLOATING POSITION

Draught moulded	4.919	m	KM	10.71	m
Trim	0.000	m	KG	8.58	m
Heel, PS=+	0.0	deg			
TA	4.919	m	GMO	2.13	m
TF	4.919	m	GMCORR	-0.09	m
Trimming moment	1	tonm	GM	2.04	m

Πίνακας 4.1-3. Κατάσταση Φόρτωσης για το Deepest Subdivision Draught (d_s)

LOADING CONDITION PART

LOADING COMPONENTS

Name		Max. weight	Mass	Center of gravity			Free s. moment
				cgx	cgy	cgz	
VAR							
C1	DWT Const	0.0	57.5	59.23	0.00	11.40	0.00
C2	Consumables	0.0	348.4	65.92	0.00	2.07	616.00
C3	Passengers	0.0	114.0	42.07	0.00	16.65	0.00
C4	Luggage	0.0	7.6	55.90	0.00	14.35	0.00
C5	Provisionss	0.0	3.0	52.57	0.00	10.45	0.00
C6	Crew	0.0	8.0	60.90	0.00	9.51	0.00
C7	Trucks	0.0	700.0	61.50	0.00	8.40	0.00
C8	Cars	0.0	130.0	56.30	0.00	12.30	0.00
Total of		0.0	1368.4	60.36	0.00	8.02	616.00
Deadweight			1368.4	60.36	0.00	8.02	616.0
Lightweight			4276.6	50.78	0.00	9.02	
Displacement (rho=1.025)			5645.0	53.10	0.00	8.78	616.0

FLOATING POSITION

Draught moulded	4.569	m	KM	10.75	m
Trim	0.000	m	KG	8.78	m
Heel, PS=+	0.0	deg			
TA	4.569	m	GMO	1.97	m
TF	4.569	m	GMCORR	-0.11	m
Trimming moment	-3	tonm	GM	1.87	m

Πίνακας 4.1-4. Κατάσταση Φόρτωσης για το Partial Subdivision Draught (dP)

LLOADING CONDITION LGHT

LOADING COMPONENTS

Name		Max. weight	Mass	Center of gravity			Free s. moment
				cgx	cgy	cgz	
VAR							
C1	DWT Const	0.0	57.5	59.23	0.00	11.40	0.00
C2	Consumables	0.0	348.4	65.92	0.00	2.07	623.00
C3	Passengers	0.0	114.0	42.07	0.00	16.65	0.00
C4	Luggage	0.0	7.6	55.90	0.00	14.35	0.00
C5	Provisionss	0.0	3.0	52.57	0.00	10.45	0.00
C6	Crew	0.0	8.0	60.90	0.00	9.51	0.00
Total of		0.0	538.4	59.87	0.00	6.48	623.00
Deadweight			538.4	59.87	0.00	6.48	623.0
Lightweight			4276.6	50.78	0.00	9.02	
Displacement (rho=1.025)			4815.0	51.80	0.00	8.74	623.0

FLOATING POSITION

Draught moulded	4.043	m	KM	11.25	m
Trim	-0.791	m	KG	8.74	m
Heel, PS=+	0.0	deg			
TA	4.438	m	GMO	2.52	m
TF	3.647	m	GMCORR	-0.13	m
Trimming moment	-8404	tonm	GM	2.39	m

Πίνακας 4.1-5. Κατάσταση Φόρτωσης για το Lightest Subdivision Draught (dL)

Για την απλοποιημένη διάταξη χρησιμοποιήθηκε ο ίδιος πολυ-αλγόριθμος μακροεντολών (macro) που είχε δημιουργηθεί για την αρχική σχεδίαση «ROPAX1». Το πλήθος των επιβατών, των αξιωματικών και του πληρώματος (N1, N2, Np), οι διαχωρητότητες Ps, Pp, Pl και οι ροπές mPass, mWind, mSurv και mHeel παρέμειναν σταθερά.

Τα μεγέθη που μεταβλήθηκαν φαίνονται παρακάτω με το σύμβολο @.

```
@Ds=subd.t      @@ Subdivision draught
@Dp=part.t      @@ Partial draught
@Dl=lght.t      @@ Light service draught
@tr1=lght.tr    @@ Light service draught trim

@Gms=subd.gm-0.15 @@ GM for subdivision draught
@Gmp=part.gm-0.15 @@ GM for Partial draught
@GMl=lght.gm-0.15 @@ GM for Light service draught
```

Στο macro που εκτελέστηκε για τους πιθανοθεωρητικούς υπολογισμούς στο πλοίο με απλοποιημένη εσωτερική διάταξη, άλλαξαν επίσης οι ζώνες υποδιαίρεσης του πλοίου, οι οποίες έχουν οριστεί στον Πίνακα 4.1-2.

Με βάση τις μεταβλητές που αναφέρθηκαν και τις ζώνες υποδιαίρεσης που έχουν οριστεί, εκτελείται ο πολυ-αλγόριθμος μακροεντολών (macro) και δημιουργείται αρχικά ο πίνακας ορίων διαμερισμάτων (compartments limits table – CLIM), που παρουσιάζεται στον Πίνακα 4.1-6.

NAME	ZONE	ALIMIT	FLIMIT	PLIMIT	SLIMIT	LLIMIT	ULIMIT
HELP4	Z1	DAMHULL2	#-2	-	-	-	3DECK
FAFTZ3DECKUPDECK	Z1-15	DAMHULL2	#138.3	-	-	3DECK	-
FR81Z0DBDECK	Z10	#81	#93	-	-	-	DBDECK
FR81ZDBDECK3DECK	Z10	#81	#93	-	-	DBDECK	3DECK
FR93Z0DBDECK	Z11	#93	#96	-	-	-	DBDECK
FR93ZDBDECK3DECK	Z11	#93	#96	-	-	DBDECK	3DECK
FR96Z0DBDECK	Z12	#96	#105	-	-	-	DBDECK
FR96ZDBDECK3DECK	Z12	#96	#105	-	-	DBDECK	3DECK
FR105Z0DBDECK	Z13	#105	#114	-	-	-	DBDECK
FR105ZDBDECK3DECKNEW	Z13	#105	#114	-	-	DBDECK	3DECK
FR114Z0DBDECK	Z14	#114	#123	-	-	-	DBDECK

FR114ZDBDECK3DECK	Z14	#114	#123	-	-	DBDECK	3DECK
FR123Z0DBDECK	Z15	#123	#138.3	-	-	-	DBDECK
FR123ZDBDECK3DECK	Z15	#123	#138.3	-	-	DBDECK	3DECK
F0FPTANK	Z16	#138.3	DAMHULL2	-	-	-	PFF
FPFUPPERDECK	Z16	#138.3	DAMHULL2	-	-	PFF	-
FAFTZ0DBDECK	Z2	#-2	#12	-	-	-	DBDECK
FAFTZDBDECK3DECK	Z2	#-2	#12	-	-	DBDECK	3DECK
FR12Z0DBDECK	Z3	#12	#21	-	-	-	DBDECK
FR12ZDBDECK3DECK	Z3	#12	#21	-	-	DBDECK	3DECK
FR21Z0DBDECK	Z4	#21	#33	-	-	-	DBDECK
FR21ZDBDECK3DECK	Z4	#21	#33	-	-	DBDECK	3DECK
FR33Z0DBDECK	Z5	#33	#39.5	-	-	-	DBDECK
FR33ZDBDECK3DECK	Z5	#33	#39.5	-	-	DBDECK	3DECK
FR395Z0DBDECK	Z6	#39.5	#45	-	-	-	DBDECK
FR395ZDBDECK3DECK	Z6	#39.5	#45	-	-	DBDECK	3DECK
FR45Z0DBDECK	Z7	#45	#60	-	-	-	DBDECK
FR45ZDBDECK3DECK	Z7	#45	#60	-	-	DBDECK	3DECK
FR60Z0DBDECK	Z8	#60	#72	-	-	-	DBDECK
FR60ZDBDECK3DECK	Z8	#60	#72	-	-	DBDECK	3DECK
FR72Z0DBDECK	Z9	#72	#81	-	-	-	DBDECK
FR72ZDBDECK3DECK	Z9	#72	#81	-	-	DBDECK	3DECK

Πίνακας 4.1-6. Όρια Διαμερισμάτων (Limits Table) του πλοίου «ROPAX11»

Στη συνέχεια υπολογίζεται ο A-Index για πέντε ζώνες, ακολουθώντας τους κανόνες του πιθανοθεωρητικού μοντέλου που προβλέπει η SOLAS 2009.

Στον Πίνακα 4.1-7 φαίνονται τα αποτελέσματα για τον δείκτη A αναλυτικά. Αναγράφεται το μήκος υποδιαίρεσης, το κοίλο, ο αριθμός των ατόμων N1 και N2, ο Απαιτούμενος Δείκτης Υποδιαίρεσης R, ο Επιτευχθείς Δείκτης Υποδιαίρεσης A, τα βυθίσματα Deepest Subdivision Draught, Partial Subdivision Draught και Lightest Subdivision Draught, τα μετακεντρικά ύψη GM για τα βυθίσματα αυτά, κλπ. Στο Σχ. 4.1-3, φαίνονται οι τιμές του S factor για κάθε κατάκλυση διαμερισματος, ή συνδυασμού διαμερισμάτων. Με πράσινο χρώμα συμβολίζονται τα $S \geq 0,99$, για το κίτρινο ισχύει ότι $0,99 > S > 0,05$ και για το κόκκινο ισχύει ότι $S < 0,05$. Στο φόντο, με λευκό χρώμα ισχύει ότι $P \cdot V \cdot S < 0,0001$ (or empty damage) .

ATTAINED AND REQUIRED SUBDIVISION INDEX

subdivision length 123.867 m
 Breadth at the load line 19.000 m
 Breadth at the bulkhead deck 19.000 m
 Number of persons N1 0
 Number of persons N2 1560

Required subdivision index R = 0.78401

Attained subdivision index A = 0.79791

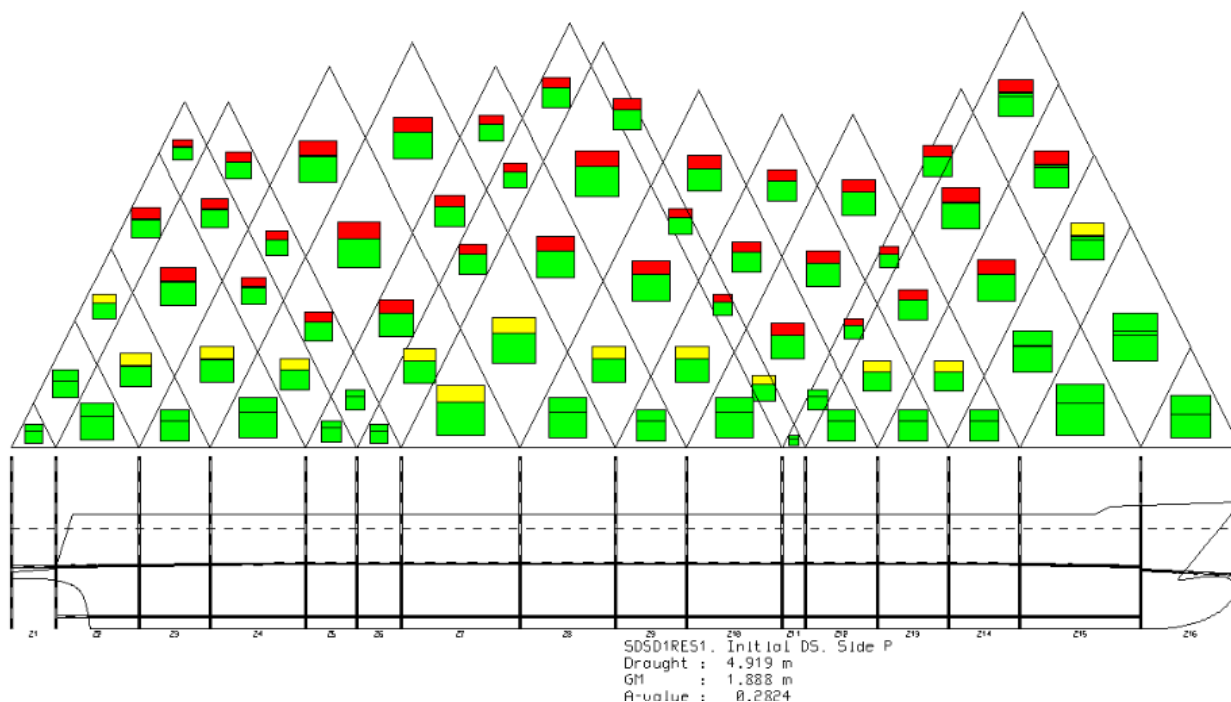
INITDAMTAB	T m	GM m	SUBD	WCOEF	A-index
DL SDS1-P	4.043	2.238	SOLAS	0.200	0.07339
DL SDS2-P	4.043	2.238	SOLAS	0.200	0.11450
DP SDS1-P	4.569	1.716	SOLAS	0.400	0.14677
DP SDS2-P	4.569	1.716	SOLAS	0.400	0.18085
DS SDS1-P	4.919	1.888	SOLAS	0.400	0.14657
DS SDS2-P	4.919	1.888	SOLAS	0.400	0.13583

TOTAL					0.79791

DAMAGES	W*P*V*S
1-zone damages	0.36673
2-zone damages	0.34910
3-zone damages	0.06609
4-zone damages	0.01233
5-zone damages	0.00366

A-index Total	0.79791

Πίνακας 4.1-7. A-Index (SOLAS 2009) για το πλοίο «ROPAX11»



Σχ. 4.1-3. Τρίγωνα πιθανοτήτων κατάκλισης του «ROPAX11» για τη SOLAS 2009

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του Πίνακα 4.1-7 και του Σχ. 4.1-3, για το πλοίο «ROPAX11», αλλά και του Πίνακα 3.5-6 και του Σχ. 3.5-1, για το πλοίο αναφοράς «ROPAX1», παρατηρείται πως ο δείκτης A είναι αρκετά υψηλός στην αρχή της κατασκευής του πλοίου, όπου έχουν τοποθετηθεί μόνο εγκάρσιες φρακτές και καταστρώματα, ξεπερνώντας ελαφρά τον απαιτούμενο δείκτη R.

Με βάση τα παραπάνω αποτελέσματα, διαπιστώνεται ότι η ευστάθεια του πλοίου στο αρχικό επίπεδο της κατασκευής είναι αρκετά καλή. Αυτό στο οποίο θα πρέπει να δοθεί αρκετή προσοχή, ώστε να υπάρξει αύξηση του δείκτη, στη συνέχεια της σχεδίασης, είναι η προσεκτική τοποθέτηση των διαμηκών φρακτών για τα υπόλοιπα διαμερίσματα που θα κατασκευαστούν.

Συγκεκριμένα, οι δεξαμενές θα πρέπει να είναι συμμετρικά τοποθετημένες ως προς τη Center Line, ώστε να αποφευχθεί η εμφάνιση μεγάλης εγκάρσιας κλίσης, φαινόμενο που, όπως έχει ήδη επισημανθεί, επηρεάζει αρνητικά την ευστάθεια ενός πλοίου μετά από βλάβη.

Παρατηρείται, επομένως, πως η εσωτερική διαρρύθμιση του πλοίου επηρεάζει σημαντικά το δείκτη A. Ο ναυπηγός θα πρέπει να δώσει αρκετή προσοχή στη δημιουργία της εσωτερικής διάταξης και κυρίως, να σχεδιάσει διαμερίσματα συμμετρικά μεταξύ τους, για να μειωθεί η εγκάρσια κλίση και να βελτιωθεί η ευστάθεια του πλοίου σε κατάσταση βλάβης.

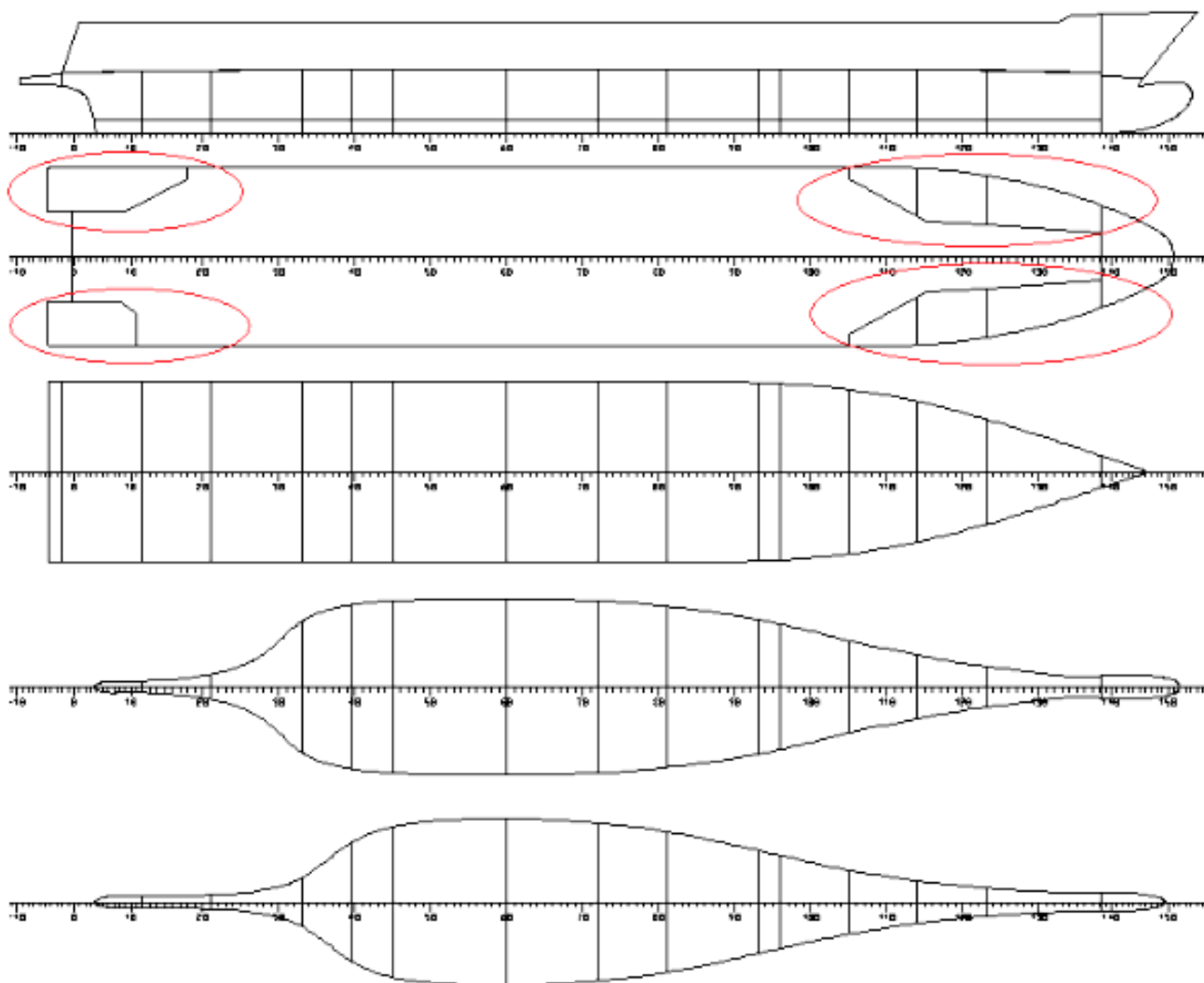
4.1.2. ΑΠΛΟΠΟΙΗΜΕΝΗ ΔΙΑΤΑΞΗ ΜΕ CASINGS ΣΤΟ ΚΑΤΑΣΤΡΩΜΑ ΟΧΗΜΑΤΩΝ

4.1.2.1. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ

Η σχεδίαση της γενικής διάταξης του επιβατηγού – οχηματαγωγού πλοίου ήταν ίδια με αυτή που ακολουθήθηκε προηγουμένως μέχρι το κατάστρωμα στεγανών φρακτών. Η διαφορά με το «ROPAX11» είναι ότι εδώ στο κατάστρωμα οχημάτων έχουν διατηρηθεί τα casings, εκτός από το central casing (HELPCARDECK) .

Το τροποποιημένο αυτό πλοίο ονομάζεται «ROPAX12» και τα στοιχεία του αναλυτικά, μαζί με τη διαμερισματοποίηση, φαίνονται στο Παράρτημα Α.

Το σχέδιο γενικής διάταξης του «ROPAX12» φαίνεται στο Σχ.4.1-4. Με κόκκινο κύκλο έχουν σημειωθεί οι διαφορές του «ROPAX12» , σε σχέση με το προηγούμενο «ROPAX11» .



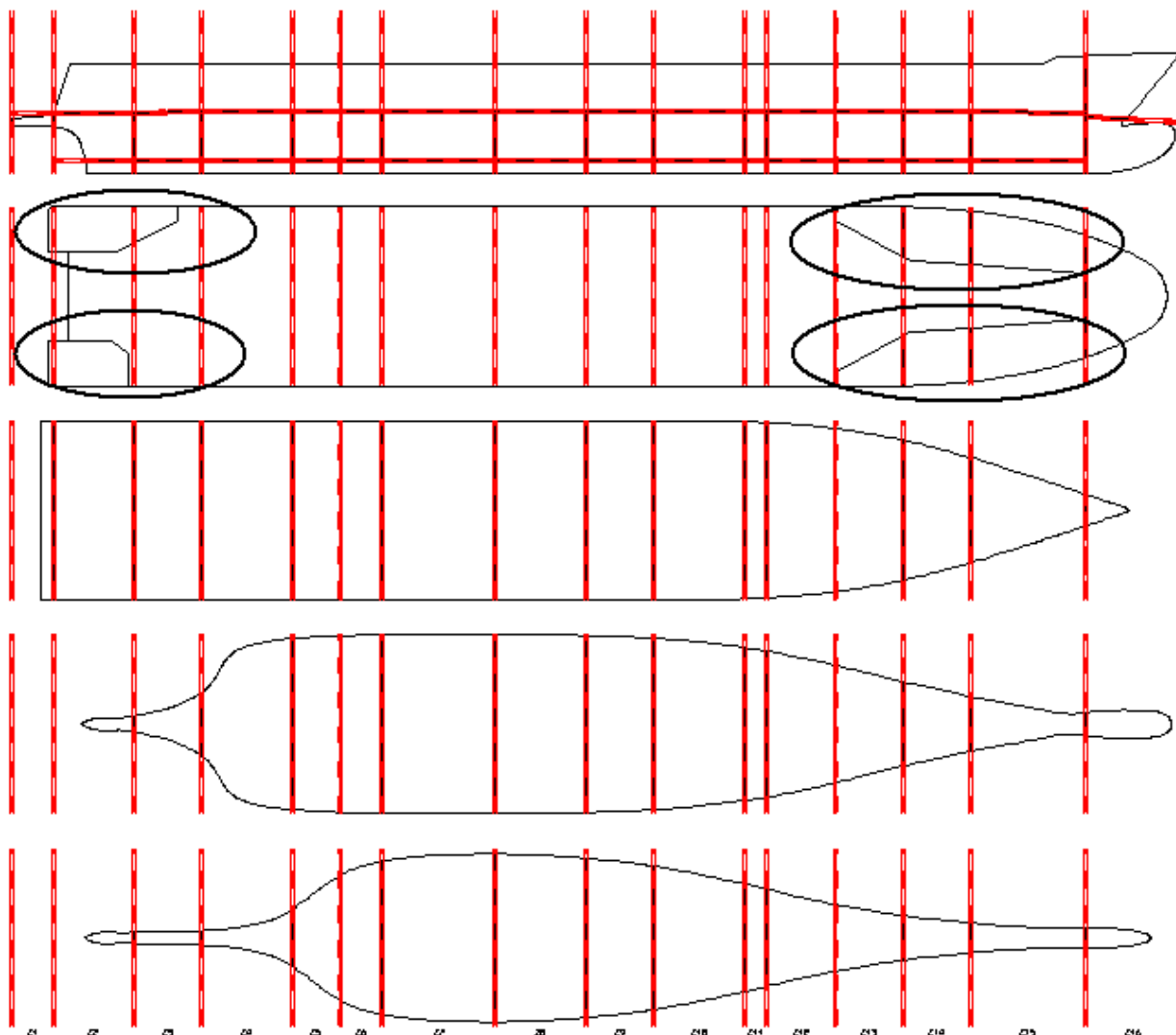
Σχ. 4.1-4. Σχέδιο Γενικής Διάταξης του πλοίου «ROPAX12»

4.1.2.2. ΥΠΟΔΙΑΙΡΕΣΗ ΤΟΥ ΠΛΟΙΟΥ

Μετά την ολοκλήρωση της διαμερισματοποίησης του πλοίου στο υποσύστημα Ship Model – SM, πραγματοποιήθηκε η δημιουργία των damage zones στο υποσύστημα Damage Stability – DAM, οι οποίες ορίστηκαν με βάση τις εγκάρσιες φρακτές και τα καταστρώματα. Καθορίστηκαν έτσι οι ζώνες που θα χρησιμοποιηθούν για τη δημιουργία σεναρίων βλάβης του πλοίου με την απλοποιημένη διάταξη, στο πιθανοθεωρητικό μοντέλο.

Οι ζώνες που επιλέχθηκαν είναι ίδιες με αυτές του προηγούμενου πλοίου και παρατίθενται αναλυτικά στο Παράρτημα Α.

Από το υποσύστημα Damage Stability – DAM, Damage Subdivision και το NAPA Graphics λαμβάνονται σχηματικά οι damage zones, οι οποίες φαίνονται στο Σχ. 4.1-5, με κόκκινο χρώμα. Με μαύρο κύκλο έχουν σημειωθεί οι διαφορές του «ROPAX12», σε σχέση με το προηγούμενο «ROPAX11» .



Σχ. 4.1-5. Απεικόνιση των Damage Zones για το πλοίο «ROPAX12»

4.1.2.3. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΠΙΘΑΝΟΘΕΩΡΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΤΗΣ SOLAS 2009

Στο σημείο αυτό εφαρμόστηκε το πιθανοθεωρητικό μοντέλο της SOLAS 2009 για τη μελέτη της ευστάθειας μετά από βλάβη στο απλοποιημένο πλοίο, στην αρχή της κατασκευής.

Απαραίτητο για τη διαδικασία αυτή ήταν και πάλι η εύρεση τριών καταστάσεων φόρτωσης για το Deepest Subdivision Draught, d_s , το Partial Subdivision Draught, d_p και το Lightest Subdivision Draught, d_L .

Οι αναγκαίες καταστάσεις φόρτωσης του «ROPAX12» ταυτίζονται με αυτές που έχουν υπολογιστεί για το «ROPAX11» και τα χαρακτηριστικά τους φαίνονται αναλυτικά στο Παράρτημα Α.

Για την απλοποιημένη διάταξη χρησιμοποιήθηκε ο ίδιος πολυ-αλγόριθμος μακροεντολών (macro) που είχε δημιουργηθεί για την σχεδίαση «ROPAX11» .

Το πλήθος των επιβατών, των αξιωματικών και του πληρώματος (N_1 , N_2 , N_p) , οι διαχωρητότητες P_s , P_p , P_l και οι ροπές m_{Pass} , m_{Wind} , m_{Surv} και m_{Heel} παρέμειναν σταθερά.

Τα μεγέθη που μεταβλήθηκαν φαίνονται παρακάτω με το σύμβολο @.

```
@Ds=subd.t      @@ Subdivision draught
@Dp=part.t      @@ Partial draught
@Dl=light.t     @@ Light service draught
@tr1=light.tr   @@ Light service draught trim

@Gms=subd.gm-0.15  @@ GM for subdivision draught
@Gmp=part.gm-0.15  @@ GM for Partial draught
@Gml=light.gm-0.15 @@ GM for Light service draught
```

Στο macro που εκτελέστηκε για τους πιθανοθεωρητικούς υπολογισμούς στο πλοίο με απλοποιημένη εσωτερική διάταξη, άλλαξαν επίσης οι ζώνες υποδιαίρεσης του πλοίου.

Με βάση τις μεταβλητές που αναφέρθηκαν και τις ζώνες υποδιαίρεσης που έχουν οριστεί, εκτελείται ο πολυ-αλγόριθμος μακροεντολών (macro) και δημιουργείται αρχικά ο πίνακας ορίων διαμερισμάτων (compartments limits table – CLIM) , που παρουσιάζεται στο Παράρτημα Α.

Στη συνέχεια υπολογίζεται ο A-Index για πέντε ζώνες, ακολουθώντας τους κανόνες του πιθανοθεωρητικού μοντέλου που προβλέπει η SOLAS 2009. Στον Πίνακα 4.1-8 φαίνονται τα αποτελέσματα για τον δείκτη A αναλυτικά. Αναγράφεται το μήκος υποδιαίρεσης, το κοίλο, ο αριθμός των ατόμων N_1 και N_2 , ο Απαιτούμενος Δείκτης Υποδιαίρεσης R, ο Επιτευχθείς Δείκτης Υποδιαίρεσης A, τα βυθίσματα Deepest Subdivision Draught, Partial Subdivision Draught και Lightest Subdivision Draught, τα μετακεντρικά ύψη GM για τα βυθίσματα αυτά, κλπ. Στο Σχ. 4.1-6, φαίνονται οι τιμές του S factor για κάθε κατάκλυση διαμερισματος, ή συνδυασμού διαμερισμάτων.

ATTAINED AND REQUIRED SUBDIVISION INDEX

Subdivision length 123.867 m
 Breadth at the load line 19.000 m
 Breadth at the bulkhead deck 19.000 m
 Number of persons N1 0
 Number of persons N2 1560

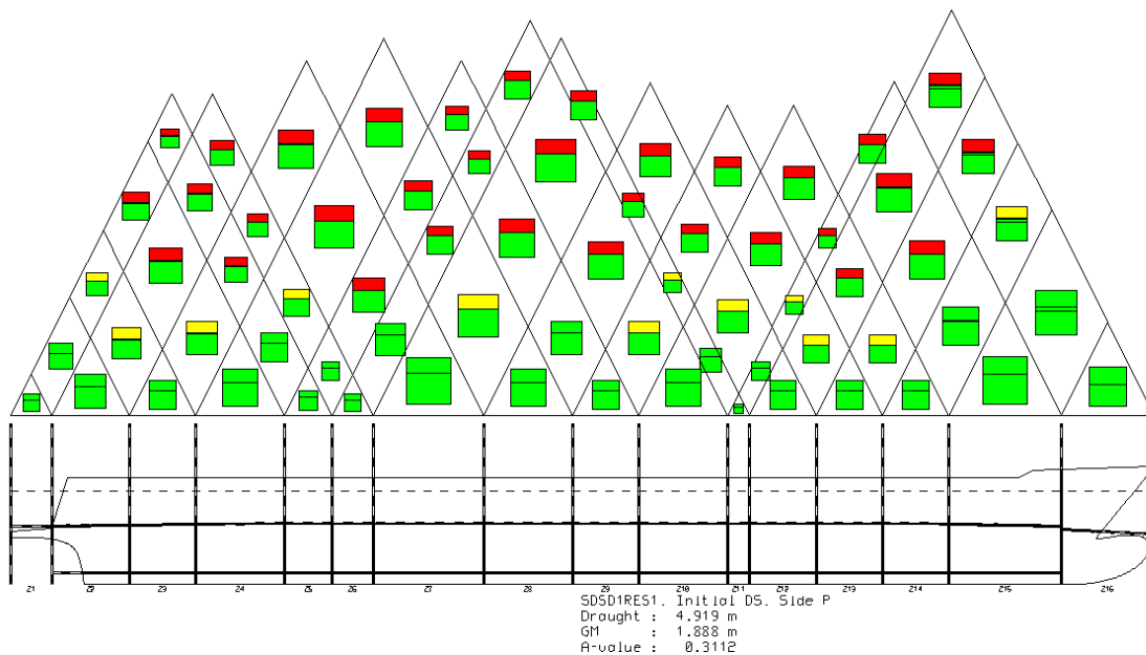
Required subdivision index R = 0.78401

Attained subdivision index A = 0.84803

INITDAMTAB	T	GM	SUBD	WCOEF	A-index
	m	m			
DL SDSA1-P	4.043	2.238	SOLAS	0.200	0.07339
DL SDSA2-P	4.043	2.238	SOLAS	0.200	0.11627
DP SDSA1-P	4.569	1.716	SOLAS	0.400	0.14677
DP SDSA2-P	4.569	1.716	SOLAS	0.400	0.20040
DS SDSA1-P	4.919	1.888	SOLAS	0.400	0.14677
DS SDSA2-P	4.919	1.888	SOLAS	0.400	0.16443
TOTAL					0.84803

DAMAGES	W*P*V*S
1-zone damages	0.36693
2-zone damages	0.37592
3-zone damages	0.08744
4-zone damages	0.01394
5-zone damages	0.00379
A-index Total	0.84803

Πίνακας 4.1-8. A-Index (SOLAS 2009) για το πλοίο αναφοράς «ROPAX12»



Σχ. 4.1-6. Τρίγωνα πιθανοτήτων κατάκλισης του «ROPAX12» για τη SOLAS 2009

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του *Πίνακα 4.1-8* και του *Σχ. 4.1-6* για το πλοίο «ROPAX12», του *Πίνακα 4.1-7* και του *Σχ. 4.1-3* για το πλοίο «ROPAX11», αλλά και του *Πίνακα 3.5-6* και του *Σχ. 3.5-1*, για το πλοίο αναφοράς «ROPAX1», παρατηρείται πως ο δείκτης A είναι αρκετά υψηλός όταν στο κατάστρωμα οχημάτων προστίθενται casings, ξεπερνώντας μάλιστα τον δείκτη R κατά πολύ.

Με βάση τα παραπάνω αποτελέσματα, διαπιστώνεται ότι η ευστάθεια του πλοίου στο αρχικό επίπεδο της κατασκευής είναι αρκετά καλή, ιδίως όταν υπάρχουν casings στο κατάστρωμα οχημάτων, διότι ελαττώνεται η πιθανότητα να κατακλυστεί.

Αυτό στο οποίο θα πρέπει να δοθεί αρκετή προσοχή, ώστε να υπάρξει αύξηση του δείκτη, στη συνέχεια της σχεδίασης, είναι, όπως επισημάνθηκε και προηγουμένως, η προσεκτική τοποθέτηση των διαμηκών φρακτών για τα υπόλοιπα διαμερίσματα που θα κατασκευαστούν. Οι δεξαμενές θα πρέπει να είναι συμμετρικά τοποθετημένες ως προς τη Center Line και να επικοινωνούν μεταξύ τους, ώστε να αποφευχθεί η εμφάνιση μεγάλης εγκάρσιας κλίσης.

4.2. ΑΠΛΟΠΟΙΗΜΕΝΗ ΔΙΑΤΑΞΗ ΓΙΑ ΜΕΓΙΣΤΗ ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΣΗ ΠΛΑΤΟΥΣ

4.2.1. ΑΠΛΟΠΟΙΗΜΕΝΗ ΔΙΑΤΑΞΗ ΧΩΡΙΣ CASINGS ΣΤΟ ΚΑΤΑΣΤΡΩΜΑ ΟΧΗΜΑΤΩΝ

Στο σημείο αυτό θα μελετηθεί η συμπεριφορά του δείκτη A στην αρχή της κατασκευής ενός τροποποιημένου πλοίου, με αυξημένο πλάτος $\delta B=0.40m$ ($B=19.40m$), όπου υπάρχουν μόνο τα καταστρώματα και οι εγκάρσιες φρακτές. Με αυτό τον τρόπο θα παρουσιαστεί η εικόνα του A-Index σε αρχικό στάδιο, ώστε να δοθεί προσοχή στην κατασκευή της εσωτερικής διάταξης του πλοίου. Η σχεδίαση που θα μελετηθεί θα καλείται «ROPAX13».

4.2.1.1. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ

Η σχεδίαση της γενικής διάταξης του επιβατηγού – οχηματαγωγού πλοίου ήταν ίδια με αυτή που ακολουθήθηκε προηγουμένως. Αρχικά ορίστηκαν τα καταστρώματα στο υποσύστημα Definition – DEF και στη συνέχεια οι εγκάρσιες φρακτές και οι δεξαμενές. Έπειτα, στο υποσύστημα Ship Model – SM πραγματοποιήθηκε ο καθορισμός της εσωτερικής διαρρύθμισης του πλοίου και ο ορισμός των εσωτερικών χώρων με την ονομασία τους, το λόγο χρήσης τους και τη διαχωρητότητά τους.

Στον Πίνακα 4.2-1 φαίνονται αναλυτικά τα διαμερίσματα του επιβατηγού – οχηματαγωγού πλοίου «ROPAX13», με όλα τα χαρακτηριστικά τους. Στην πρώτη στήλη φαίνεται η ονομασία, στη δεύτερη το φορτίο τους, η χωρητικότητα, τα κέντρα τους, κλπ.

NAME	PURP	VOLM	VNET	CGX	CGY	CGZ	IY*RHO	IY/ IMO
-----	m3	m3	m	m	m	tm	tm	
CAPACITY	OF	Fresh	Water	(RHO=1)				
FOFPTANK	FW	95.0	93.1	112.30	0.00	3.15	17.9	11
CAPACITY	OF	Gen.	spaces	(RHO=1)				
FAFTZDBDECK3DECK	GE	361.7	354.5	3.40	0.00	5.58	5106.2	1268
FR72ZDBDECK3DECK	GE	777.9	762.3	58.79	0.00	4.20	4349.6	4146
FR81ZDBDECK3DECK	GE	991.9	972.1	67.14	0.00	4.27	5351.0	5170
FR93ZDBDECK3DECK	GE	233.4	228.7	73.19	0.00	4.35	1183.8	1180
FR96ZDBDECK3DECK	GE	643.9	631.0	77.91	0.00	4.43	2937.4	3103
FR105ZDBDECK3DECKNEW	GE	533.2	522.5	85.06	0.00	4.57	1887.1	2199
FR114ZDBDECK3DECK	GE	399.1	391.1	92.19	0.00	4.69	883.5	1207
FR123ZDBDECK3DECK	GE	346.5	339.5	100.92	0.00	4.68	261.9	540
FPFUPPERDECK	GE	348.8	341.8	111.59	0.00	10.39	619.4	553
HELP4	GE	88.7	87.0	-3.16	0.00	5.64	2623.5	1304

SUBTOTAL	GE	4725.0	4630.5	71.23	0.00	4.96		

CAPACITY	OF	Machin.	Sp.	(RHO=1)				
FR33ZDBDECK3DECK	MMA	546.1	546.1	26.62	0.00	4.27	3163.9	2928
FR395ZDBDECK3DECK	MMA	477.0	477.0	31.41	0.00	4.20	2677.2	2599
FR45ZDBDECK3DECK	MMA	1317.0	1317.0	39.61	0.00	4.17	7301.4	7219
FR60ZDBDECK3DECK	MMA	1052.5	1052.5	50.39	0.00	4.17	5841.1	5767

SUBTOTAL	MMA	3392.6	3392.6	39.71	0.00	4.19		
CAPACITY	OF	Mach.	Store	(RHO=1)				
FR21ZDBDECK3DECK	MST	864.3	864.3	19.42	0.00	4.59	5823.3	4291
CAPACITY	OF	Ro-Ro	Space	(RHO=1)				
FAFTZ3DECKUPDECK	RORO	9543.8	9543.8	51.30	-0.00	9.31	62048.9	45004
CAPACITY	OF	Void	(RHO=1.025)					
FAFTZ0DBDECK	VOID	7.1	7.1	4.98	0.00	0.64	0.6	1
FR12Z0DBDECK	VOID	12.6	12.6	10.87	0.00	0.65	1.5	2
FR12ZDBDECK3DECK	VOID	475.3	475.3	10.99	0.00	5.08	4470.8	2111
FR21Z0DBDECK	VOID	24.4	24.4	19.84	0.00	0.75	7.7	41
FR33Z0DBDECK	VOID	35.0	35.0	26.98	0.00	0.86	211.9	284
FR395Z0DBDECK	VOID	57.5	57.5	31.56	0.00	0.81	814.9	837
FR45Z0DBDECK	VOID	239.0	239.0	39.87	0.00	0.70	4463.8	4819
FR60Z0DBDECK	VOID	200.2	200.2	50.32	0.00	0.69	3758.0	4130
FR72Z0DBDECK	VOID	128.1	128.1	58.68	0.00	0.72	2020.6	2278
FR81Z0DBDECK	VOID	125.7	125.7	66.85	0.00	0.76	1330.5	1652
FR93Z0DBDECK	VOID	23.3	23.3	73.17	0.00	0.79	153.8	175
FR96Z0DBDECK	VOID	53.8	53.8	77.76	0.00	0.80	233.1	305
FR105Z0DBDECK	VOID	36.0	36.0	84.96	0.00	0.80	70.8	98
FR114Z0DBDECK	VOID	24.8	24.8	92.19	0.00	0.79	20.5	30
FR123Z0DBDECK	VOID	28.5	28.5	101.71	0.00	0.76	10.1	15

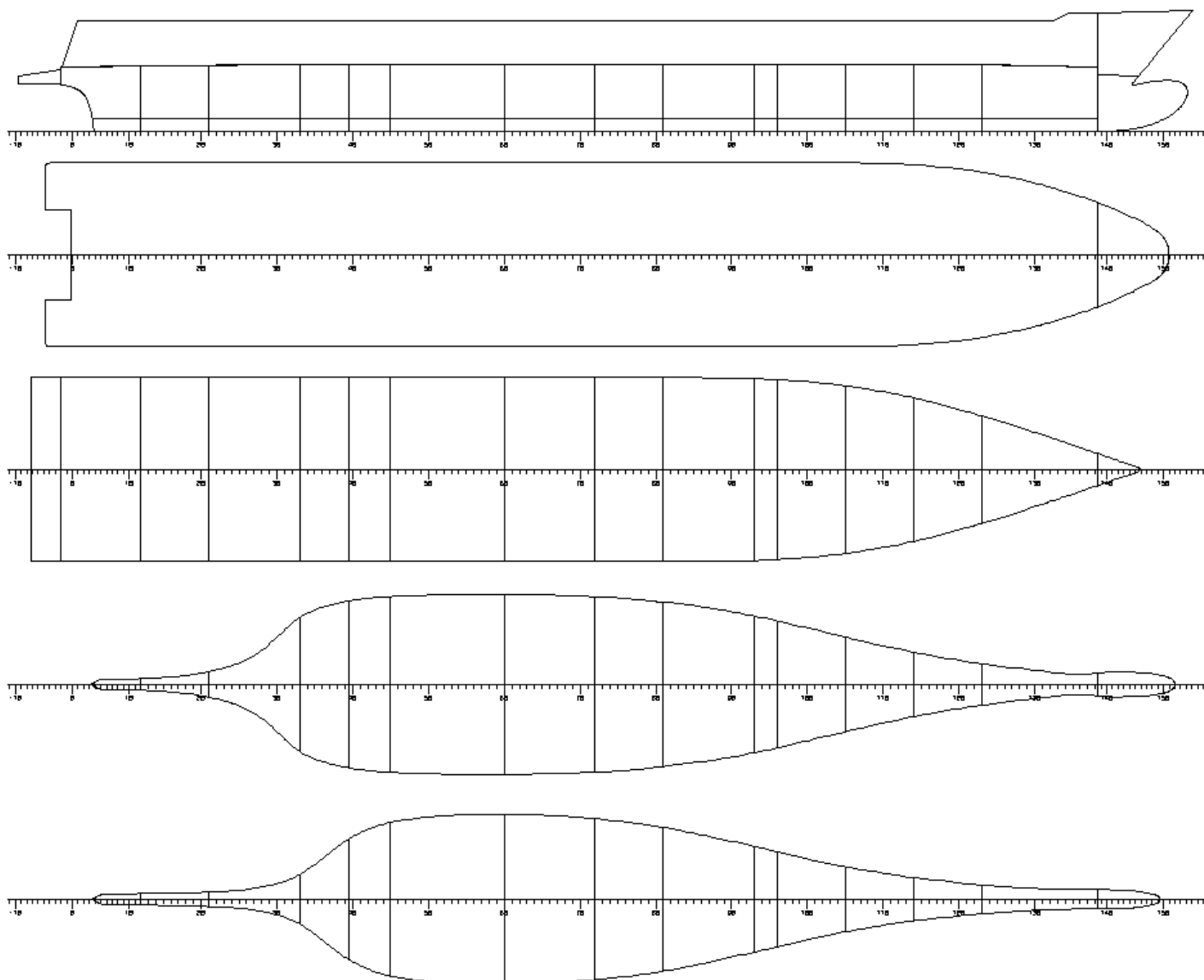
SUBTOTAL	VOID	1471.2	1471.2	39.62	0.00	2.14		

TOTAL		20091.9	19995.5	52.09	-0.00	6.67		

Πίνακας 4.2-1. Διαμερίσματα του πλοίου «ROPAX13»

Τα διαμερίσματα που έχουν οριστεί αποτελούν όλο το χώρο του πλοίου μέχρι το κατάστρωμα στεγανών φρακτών, διότι η μελέτη για την ευστάθεια κατόπιν βλάβης προϋποθέτει τον ορισμό όλων των χώρων του πλοίου, ώστε να ληφθούν υπ' όψιν σε περίπτωση κατάκλυσης.

Το σχέδιο γενικής διάταξης του «ROPAX13» φαίνεται στο Σχ.4.2-1.



Σχ. 4.2-1. Σχέδιο Γενικής Διάταξης του πλοίου «ROPAX13»

4.2.1.2. ΥΠΟΔΙΑΙΡΕΣΗ ΤΟΥ ΠΛΟΙΟΥ

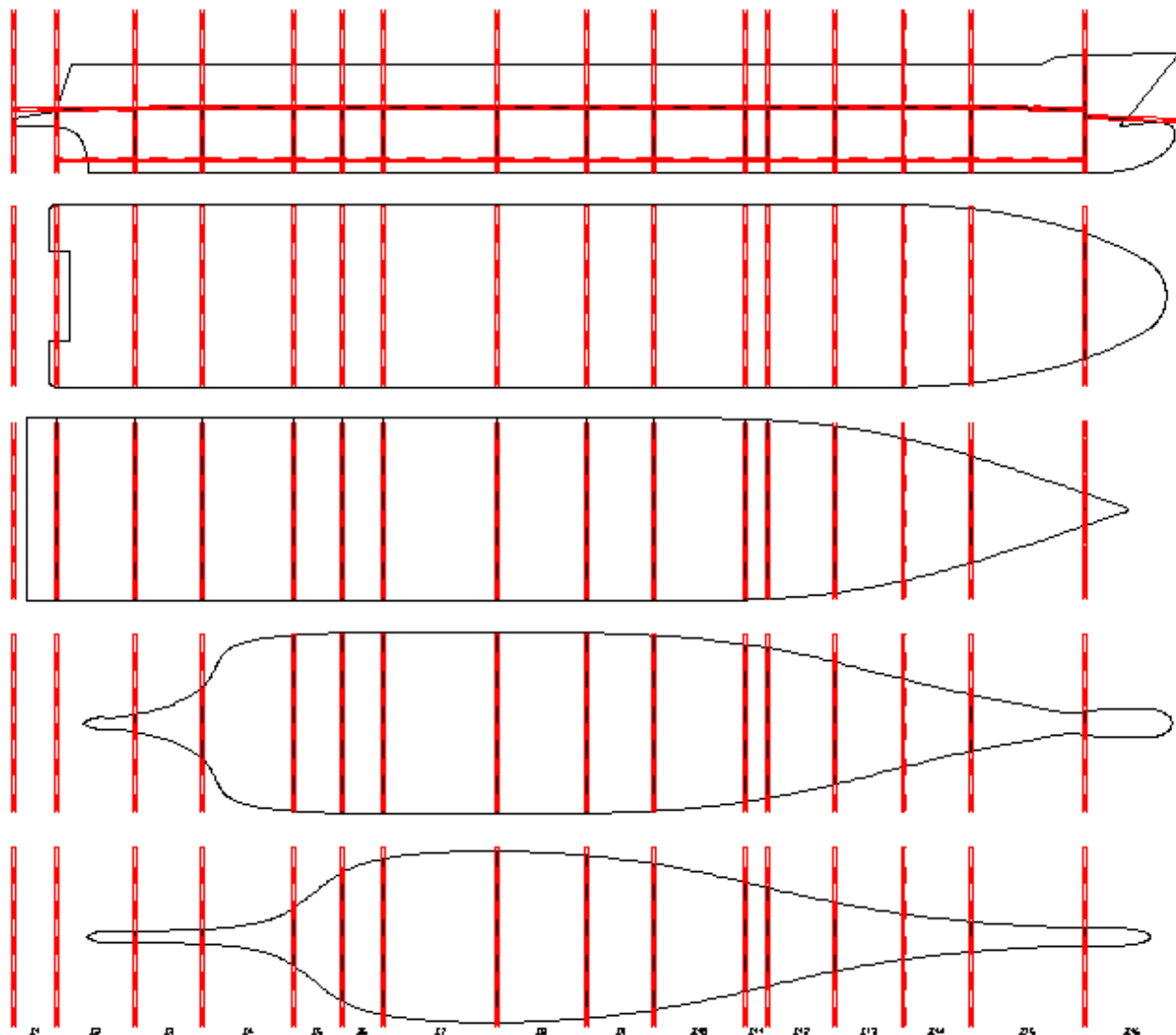
Μετά την ολοκλήρωση της διαμερισματοποίησης του πλοίου στο υποσύστημα Ship Model – SM, πραγματοποιήθηκε η δημιουργία των damage zones στο υποσύστημα Damage Stability – DAM, οι οποίες ορίστηκαν με βάση τις εγκάρσιες φρακτές και τα καταστρώματα. Καθορίστηκαν έτσι οι ζώνες που θα χρησιμοποιηθούν για τη δημιουργία σεναρίων βλάβης του πλοίου με την απλοποιημένη διάταξη, στο πιθανοθεωρητικό μοντέλο.

Οι ζώνες που επιλέχθηκαν είναι 16 και φαίνονται αναλυτικά στον *Πίνακα 4.2-2*. Στην πρώτη στήλη αναγράφεται η ονομασία τους και στη δεύτερη και τρίτη τα όριά τους κατά το διάμηκες (με βάση τα frames) . Στην τέταρτη και πέμπτη, οι οποίες παραπέμπουν στα όρια κατά το εγκάρσιο επίπεδο, δεν αναγράφεται κάτι, διότι δεν έχουν τοποθετηθεί διαμήκεις φρακτές. Στην έκτη και έβδομη στήλη αναγράφονται τα όρια κατά τον άξονα z.

ZONE	TBA	TBF	LBP	LBS	DDN	DUP
Z1	DAMHULL2	#-2	-	-	-	3DECK
Z2	#-2	#12	-	-	DBDECK	3DECK
Z3	#12	#21	-	-	DBDECK	3DECK
Z4	#21	#33	-	-	DBDECK	3DECK
Z5	#33	#39.5	-	-	DBDECK	3DECK
Z6	#39.5	#45	-	-	DBDECK	3DECK
Z7	#45	#60	-	-	DBDECK	3DECK
Z8	#60	#72	-	-	DBDECK	3DECK
Z9	#72	#81	-	-	DBDECK	3DECK
Z10	#81	#93	-	-	DBDECK	3DECK
Z11	#93	#96	-	-	DBDECK	3DECK
Z12	#96	#105	-	-	DBDECK	3DECK
Z13	#105	#114	-	-	DBDECK	3DECK
Z14	#114	#123	-	-	DBDECK	3DECK
Z15	#123	#138.3	-	-	DBDECK	3DECK
Z16	#138.3	DAMHULL2	-	-	-	PFF

Πίνακας 4.2-2. Ζώνες Υποδιαίρεσης (Damage Zones) του πλοίου «ROPAX13»

Από το υποσύστημα Damage Stability – DAM, Damage Subdivision και το NAPA Graphics λαμβάνονται σχηματικά οι damage zones, οι οποίες φαίνονται στο Σχ. 4.2-2, με κόκκινο χρώμα.



Σχ. 4.2-2. Απεικόνιση των Damage Zones για το πλοίο «ROPAX13»

Τα openings του επιβατηγού – οχηματαγωγού πλοίου με απλοποιημένη εσωτερική διάταξη παραμένουν σταθερά. Στο συγκεκριμένο πλοίο που μελετήθηκε, όπως έχει ήδη επισημανθεί, δεν υπήρχε lower hold και δεν είχαμε cross connections.

4.2.1.3. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΠΙΘΑΝΟΘΕΩΡΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΤΗΣ SOLAS 2009

Στο σημείο αυτό εφαρμόστηκε το πιθανοθεωρητικό μοντέλο της SOLAS 2009 για τη μελέτη της ευστάθειας μετά από βλάβη στο απλοποιημένο πλοίο, στην αρχή της κατασκευής.

Απαραίτητο για τη διαδικασία αυτή ήταν και πάλι η εύρεση τριών καταστάσεων φόρτωσης για το Deepest Subdivision Draught, d_s , το Partial Subdivision Draught, d_p και το Lightest Subdivision Draught, d_L . Οι αναγκαίες καταστάσεις φόρτωσης του «ROPAX13» φαίνονται αναλυτικά παρακάτω, στους Πίνακες 4.2-3, 4.2-4, 4.2-5.

LOADING CONDITION SUBD

L O A D I N G C O M P O N E N T S

Name		Max. weight	Mass	Center of gravity			Free s. moment
				cgx	cgy	cgz	
VAR							
C1	DWT Const	0.0	57.5	59.23	0.00	11.60	0.00
C2	Consumables	0.0	797.1	61.57	0.00	4.33	570.00
C3	Passengers	0.0	114.0	42.07	0.00	17.05	0.00
C4	Luggage	0.0	7.6	55.90	0.00	14.75	0.00
C5	Provisionss	0.0	30.0	52.57	0.00	10.75	0.00
C6	Crew	0.0	8.0	60.90	0.00	9.81	0.00
C7	Trucks	0.0	850.0	54.87	0.00	8.80	0.00
C8	Cars	0.0	130.0	56.30	0.00	12.70	0.00
Total of		0.0	1994.2	57.03	0.00	7.88	570.00
Deadweight			1994.2	57.03	0.00	7.88	570.0
Lightweight			4408.0	50.78	0.00	9.16	
Displacement (rho=1.025)			6402.2	52.73	0.00	8.76	570.0

F L O A T I N G P O S I T I O N

Draught moulded	4.919	m	KM	11.05	m
Trim	0.000	m	KG	8.76	m
Heel, PS=+	0.0	deg			
TA	4.919	m	GMO	2.29	m
TF	4.919	m	GMCORR	-0.09	m
Trimming moment	6	tonm	GM	2.20	m

Πίνακας 4.2-3. Κατάσταση Φόρτωσης για το Deepest Subdivision Draught (d_s)

LOADING CONDITION PART

LOADING COMPONENTS

Name		Max. weight	Mass	Center of gravity			Free s. moment
				cgx	cgy	cgz	
VAR							
C1	DWT Const	0.0	57.5	59.23	0.00	11.60	0.00
C2	Consumables	0.0	348.4	65.92	0.00	2.07	616.00
C3	Passengers	0.0	114.0	42.07	0.00	17.05	0.00
C4	Luggage	0.0	7.6	55.90	0.00	14.75	0.00
C5	Provisionss	0.0	3.0	52.57	0.00	10.75	0.00
C6	Crew	0.0	8.0	60.90	0.00	9.81	0.00
C7	Trucks	0.0	700.0	61.87	0.00	8.80	0.00
C8	Cars	0.0	130.0	56.30	0.00	12.70	0.00
Total of		0.0	1368.4	60.55	0.00	8.31	616.00
Deadweight			1368.4	60.55	0.00	8.31	616.0
Lightweight			4408.0	50.78	0.00	9.16	
Displacement (rho=1.025)			5776.4	53.10	0.00	8.95	616.0

FLOATING POSITION

Draught moulded	4.576	m	KM	11.09	m
Trim	0.000	m	KG	8.95	m
Heel, PS=+	0.0	deg			
TA	4.576	m	GMO	2.14	m
TF	4.576	m	GMCORR	-0.11	m
Trimming moment	2	tonm	GM	2.03	m

Πίνακας 4.2-4. Κατάσταση Φόρτωσης για το Partial Subdivision Draught (dP)

LOADING CONDITION LGHT

LOADING COMPONENTS

Name		Max. weight	Mass	Center of gravity			Free s. moment
				cgx	cgy	cgz	
VAR							
C1	DWT Const	0.0	57.5	59.23	0.00	11.60	0.00
C2	Consumables	0.0	348.4	65.92	0.00	2.07	623.00
C3	Passengers	0.0	114.0	42.07	0.00	17.05	0.00
C4	Luggage	0.0	7.6	55.90	0.00	14.75	0.00
C5	Provisionss	0.0	3.0	52.57	0.00	10.75	0.00
C6	Crew	0.0	8.0	60.90	0.00	9.81	0.00
Total of		0.0	538.4	59.87	0.00	6.60	623.00
Deadweight			538.4	59.87	0.00	6.60	623.0
Lightweight			4408.0	50.78	0.00	9.16	
Displacement (rho=1.025)			4946.4	51.77	0.00	8.88	623.0

FLOATING POSITION

Draught moulded	4.060	m	KM	11.62	m
Trim	-0.798	m	KG	8.88	m
Heel, PS=+	0.0	deg			
TA	4.459	m	GMO	2.74	m
TF	3.661	m	GMCORR	-0.13	m
Trimming moment	-8695	tonm	GM	2.61	m

Πίνακας 4.2-5. Κατάσταση Φόρτωσης για το Lightest Subdivision Draught (dL)

Για την απλοποιημένη διάταξη χρησιμοποιήθηκε ο ίδιος πολυ-αλγόριθμος μακροεντολών (macro) που είχε δημιουργηθεί για την σχεδίαση «ROPAX9» .

Το πλήθος των επιβατών, των αξιωματικών και του πληρώματος (N1, N2, Np) , οι διαχωρητότητες Ps, Pp, Pl και οι ροπές mPass, mWind, mSurv και mHeel παρέμειναν σταθερά.

Τα μεγέθη που μεταβλήθηκαν φαίνονται παρακάτω με το σύμβολο @.

```
@Ds=subd.t      @@ Subdivision draught
@Dp=part.t      @@ Partial draught
@Dl=lght.t      @@ Light service draught
@trl=lght.tr    @@ Light service draught trim

@Gms=subd.gm-0.15  @@ GM for subdivision draught
@Gmp=part.gm-0.15  @@ GM for Partial draught
@Gml=lght.gm-0.15  @@ GM for Light service draught
```

Στο macro που εκτελέστηκε για τους πιθανοθεωρητικούς υπολογισμούς στο πλοίο με απλοποιημένη εσωτερική διάταξη, άλλαξαν επίσης οι ζώνες υποδιαίρεσης του πλοίου, οι οποίες έχουν οριστεί στον Πίνακα 4.2-2.

Με βάση τις μεταβλητές που αναφέρθηκαν και τις ζώνες υποδιαίρεσης που έχουν οριστεί, εκτελείται ο πολυ-αλγόριθμος μακροεντολών (macro) και δημιουργείται αρχικά ο πίνακας ορίων διαμερισμάτων (compartments limits table – CLIM) , που παρουσιάζεται στον Πίνακα 4.2-6.

NAME	ZONE	ALIMIT	FLIMIT	PLIMIT	SLIMIT	LLIMIT	ULIMIT
HELP4	Z1	DAMHULL2	#-2	-	-	-	3DECK
FAFTZ3DECKUPDECK	Z1-15	DAMHULL2	#138.3	-	-	3DECK	-
FR81Z0DBDECK	Z10	#81	#93	-	-	-	DBDECK
FR81ZDBDECK3DECK	Z10	#81	#93	-	-	DBDECK	3DECK
FR93Z0DBDECK	Z11	#93	#96	-	-	-	DBDECK
FR93ZDBDECK3DECK	Z11	#93	#96	-	-	DBDECK	3DECK
FR96Z0DBDECK	Z12	#96	#105	-	-	-	DBDECK
FR96ZDBDECK3DECK	Z12	#96	#105	-	-	DBDECK	3DECK
FR105Z0DBDECK	Z13	#105	#114	-	-	-	DBDECK
FR105ZDBDECK3DECK NEW	Z13	#105	#114	-	-	DBDECK	3DECK
FR114Z0DBDECK	Z14	#114	#123	-	-	-	DBDECK
FR114ZDBDECK3DECK	Z14	#114	#123	-	-	DBDECK	3DECK

FR123Z0DBDECK	Z15	#123	#138.3	-	-	-	DBDECK
FR123ZDBDECK3DECK	Z15	#123	#138.3	-	-	DBDECK	3DECK
F0FPTANK	Z16	#138.3	DAMHULL2	-	-	-	PPF
FPFUPPERDECK	Z16	#138.3	DAMHULL2	-	-	PPF	-
FAFTZ0DBDECK	Z2	#-2	#12	-	-	-	DBDECK
FAFTZDBDECK3DECK	Z2	#-2	#12	-	-	DBDECK	3DECK
FR12Z0DBDECK	Z3	#12	#21	-	-	-	DBDECK
FR12ZDBDECK3DECK	Z3	#12	#21	-	-	DBDECK	3DECK
FR21Z0DBDECK	Z4	#21	#33	-	-	-	DBDECK
FR21ZDBDECK3DECK	Z4	#21	#33	-	-	DBDECK	3DECK
FR33Z0DBDECK	Z5	#33	#39.5	-	-	-	DBDECK
FR33ZDBDECK3DECK	Z5	#33	#39.5	-	-	DBDECK	3DECK
FR395Z0DBDECK	Z6	#39.5	#45	-	-	-	DBDECK
FR395ZDBDECK3DECK	Z6	#39.5	#45	-	-	DBDECK	3DECK
FR45Z0DBDECK	Z7	#45	#60	-	-	-	DBDECK
FR45ZDBDECK3DECK	Z7	#45	#60	-	-	DBDECK	3DECK
FR60Z0DBDECK	Z8	#60	#72	-	-	-	DBDECK
FR60ZDBDECK3DECK	Z8	#60	#72	-	-	DBDECK	3DECK
FR72Z0DBDECK	Z9	#72	#81	-	-	-	DBDECK
FR72ZDBDECK3DECK	Z9	#72	#81	-	-	DBDECK	3DECK

Πίνακας 4.2-6. Όρια Διαμερισμάτων (Limits Table) του πλοίου «ROPAX13»

Στη συνέχεια υπολογίζεται ο A-Index για πέντε ζώνες, ακολουθώντας τους κανόνες του πιθανοθεωρητικού μοντέλου που προβλέπει η SOLAS 2009.

Στον Πίνακα 4.2-7 φαίνονται τα αποτελέσματα για τον δείκτη A αναλυτικά. Αναγράφεται το μήκος υποδιαίρεσης, το κοίλο, ο αριθμός των ατόμων N1 και N2, ο Απαιτούμενος Δείκτης Υποδιαίρεσης R, ο Επιτευχθείς Δείκτης Υποδιαίρεσης A, τα βυθίσματα Deepest Subdivision Draught, Partial Subdivision Draught και Lightest Subdivision Draught, τα μετακεντρικά ύψη GM για τα βυθίσματα αυτά, κλπ. Στο Σχ. 4.2-3, φαίνονται οι τιμές του S factor για κάθε κατάκλυση διαμερισματος, ή συνδυασμού διαμερισμάτων. Με πράσινο χρώμα συμβολίζονται τα $S \geq 0,99$, για το κίτρινο ισχύει ότι $0,99 > S > 0,05$ και για το κόκκινο ισχύει ότι $S < 0,05$. Στο φόντο, με λευκό χρώμα ισχύει ότι $P \cdot V \cdot S < 0,0001$ (or empty damage) .

ATTAINED AND REQUIRED SUBDIVISION INDEX

subdivision length 123.867 m
 Breadth at the load line 19.400 m
 Breadth at the bulkhead deck 19.400 m
 Number of persons N1 0
 Number of persons N2 1560

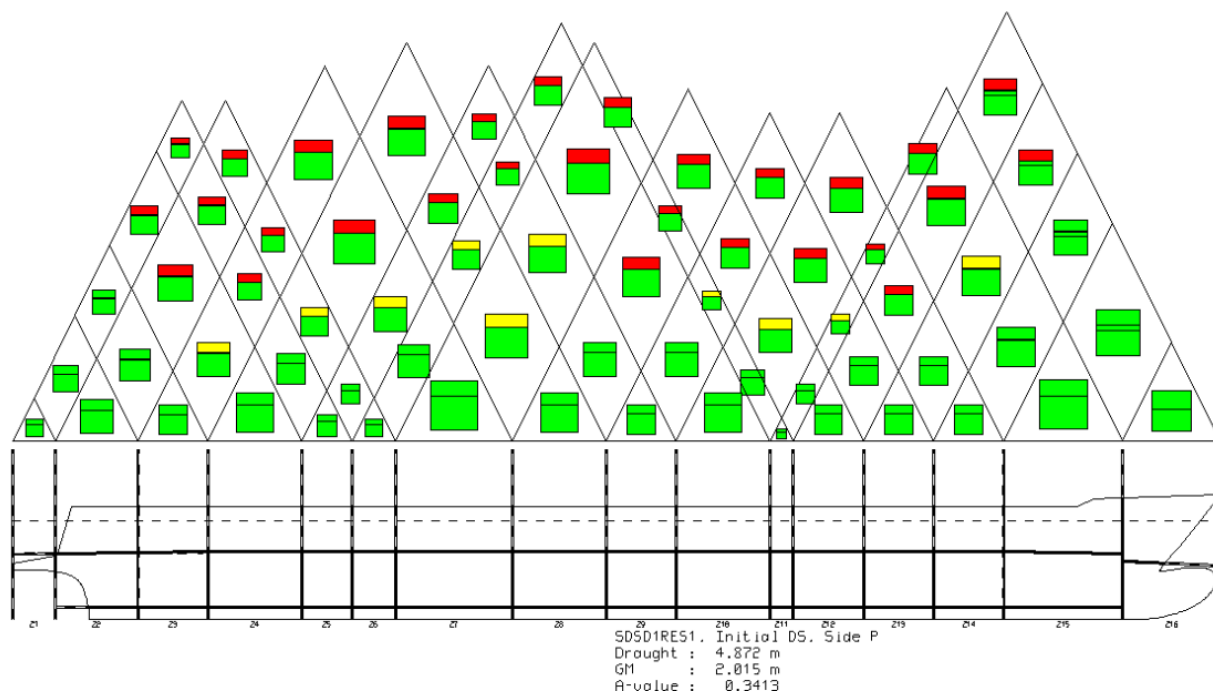
Required subdivision index R = 0.78401

Attained subdivision index A = 0.89850

INITDAMTAB	T m	GM m	SUBD	WCOEF	A-index
DL SDS1-P	4.008	2.479	SOLAS	0.200	0.07339
DL SDS2-P	4.008	2.479	SOLAS	0.200	0.12032
DP SDS1-P	4.526	1.843	SOLAS	0.400	0.14677
DP SDS2-P	4.526	1.843	SOLAS	0.400	0.21670
DS SDS1-P	4.872	2.015	SOLAS	0.400	0.14677
DS SDS2-P	4.872	2.015	SOLAS	0.400	0.19455
TOTAL					0.89850

DAMAGES	W*P*V*S
1-zone damages	0.36693
2-zone damages	0.39701
3-zone damages	0.11177
4-zone damages	0.01804
5-zone damages	0.00475
A-index Total	0.89850

Πίνακας 4.2-7. A-Index (SOLAS 2009) για το πλοίο «ROPAX13»



Σχ. 4.2-3. Τρίγωνα πιθανοτήτων κατάκλισης του «ROPAX13» για τη SOLAS 2009

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του Πίνακα 4.2-7 και του Σχ. 4.2-3, για το πλοίο «ROPAX13», αλλά και του Πίνακα 3.5-15, για το πλοίο αναφοράς «ROPAX9», παρατηρείται πως ο δείκτης A είναι και πάλι αρκετά υψηλός στην αρχή της κατασκευής του πλοίου με αυξημένο πλάτος, όπου έχουν τοποθετηθεί μόνο εγκάρσιες φρακτές και καταστρώματα. Παρουσιάζεται ελαφρά μεγαλύτερος από τον τελικό δείκτη A, μετά τη διαμόρφωση της εσωτερικής διάταξης, ξεπερνώντας στο σημείο αυτό, με αύξηση του πλάτους $\delta B=0.40\text{m}$, τον απαιτούμενο δείκτη R.

Με βάση τα παραπάνω αποτελέσματα, διαπιστώνεται ότι η ευστάθεια του πλοίου στο αρχικό επίπεδο της κατασκευής είναι αρκετά καλή. Αυτό στο οποίο θα πρέπει να δοθεί αρκετή προσοχή, ώστε υπάρξει αύξηση του δείκτη, στη συνέχεια της σχεδίασης, είναι η προσεκτική τοποθέτηση των διαμηκών φρακτών για τα υπόλοιπα διαμερίσματα που θα κατασκευαστούν.

Συγκεκριμένα, οι δεξαμενές θα πρέπει να είναι συμμετρικά τοποθετημένες ως προς τη Center Line και να συνδέονται μεταξύ τους, ώστε να αποφευχθεί η εμφάνιση μεγάλης εγκάρσιας κλίσης, φαινόμενο που, όπως έχει ήδη επισημανθεί, επηρεάζει αρνητικά την ευστάθεια ενός πλοίου μετά από βλάβη.

Παρατηρείται, επομένως, πως η εσωτερική διαρρύθμιση του πλοίου επηρεάζει σημαντικά το δείκτη A. Ο ναυπηγός θα πρέπει να δώσει αρκετή προσοχή στη δημιουργία της εσωτερικής διάταξης και κυρίως, να σχεδιάσει διαμερίσματα συμμετρικά μεταξύ τους, για να μειωθεί η εγκάρσια κλίση και να βελτιωθεί η ευστάθεια του πλοίου σε κατάσταση βλάβης.

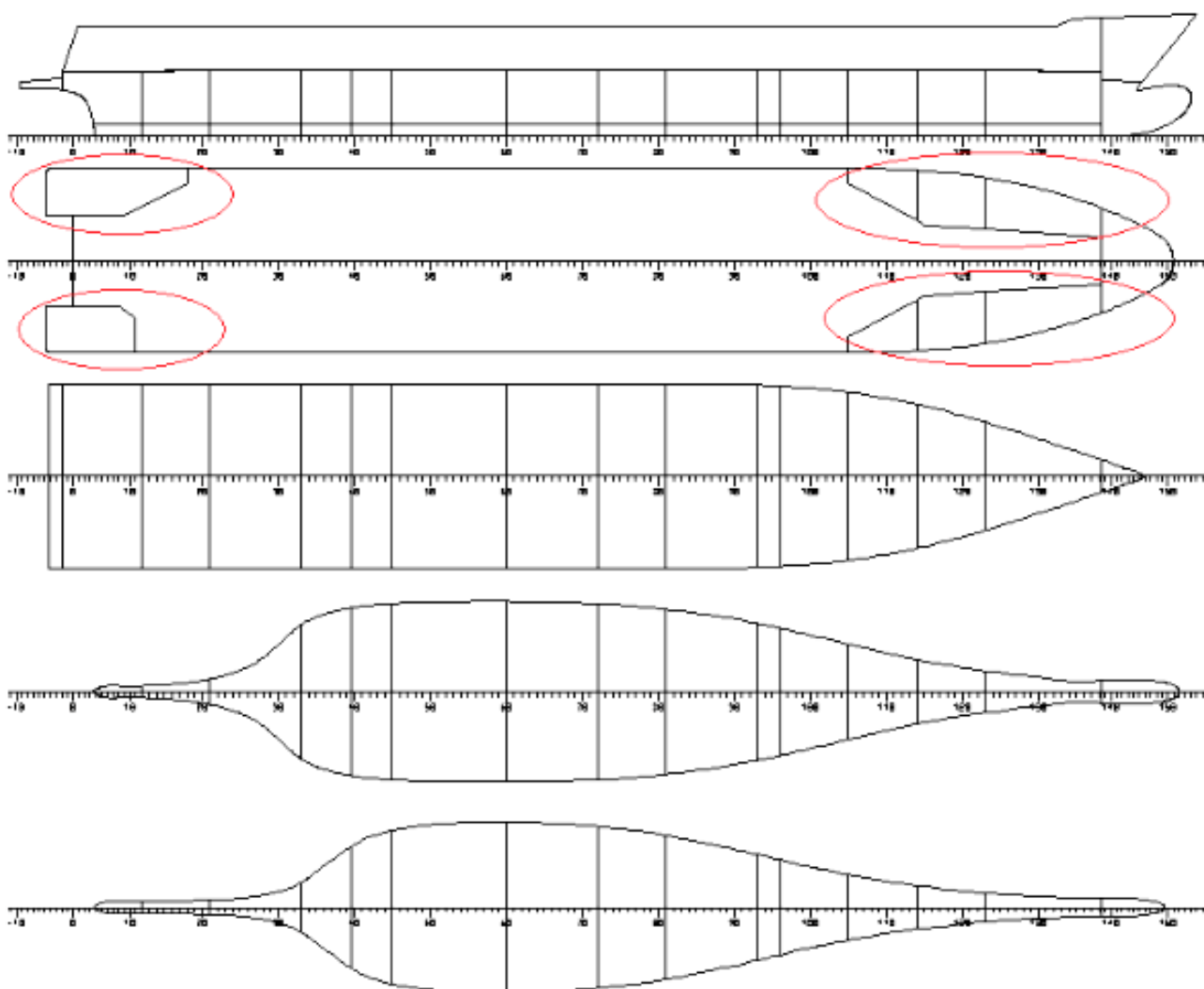
4.2.2. ΑΠΛΟΠΟΙΗΜΕΝΗ ΔΙΑΤΑΞΗ ΜΕ CASINGS ΣΤΟ ΚΑΤΑΣΤΡΩΜΑ ΟΧΗΜΑΤΩΝ

4.2.2.1. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ

Η σχεδίαση της γενικής διάταξης του επιβατηγού – οχηματαγωγού πλοίου ήταν ίδια με αυτή που ακολουθήθηκε προηγουμένως μέχρι το κατάστρωμα στεγανών φρακτών. Η διαφορά με το «ROPAX13» είναι ότι εδώ στο κατάστρωμα οχημάτων έχουν διατηρηθεί τα casings, εκτός από το central casing (HELPCARDECK) .

Το τροποποιημένο αυτό πλοίο ονομάζεται «ROPAX14» και τα στοιχεία του αναλυτικά, μαζί με τη διαμερισματοποίηση, φαίνονται στο Παράρτημα Α.

Το σχέδιο γενικής διάταξης του «ROPAX14» φαίνεται στο Σχ.4.2-4. Με κόκκινο κύκλο έχουν σημειωθεί οι διαφορές του «ROPAX14» , σε σχέση με το προηγούμενο «ROPAX13» .



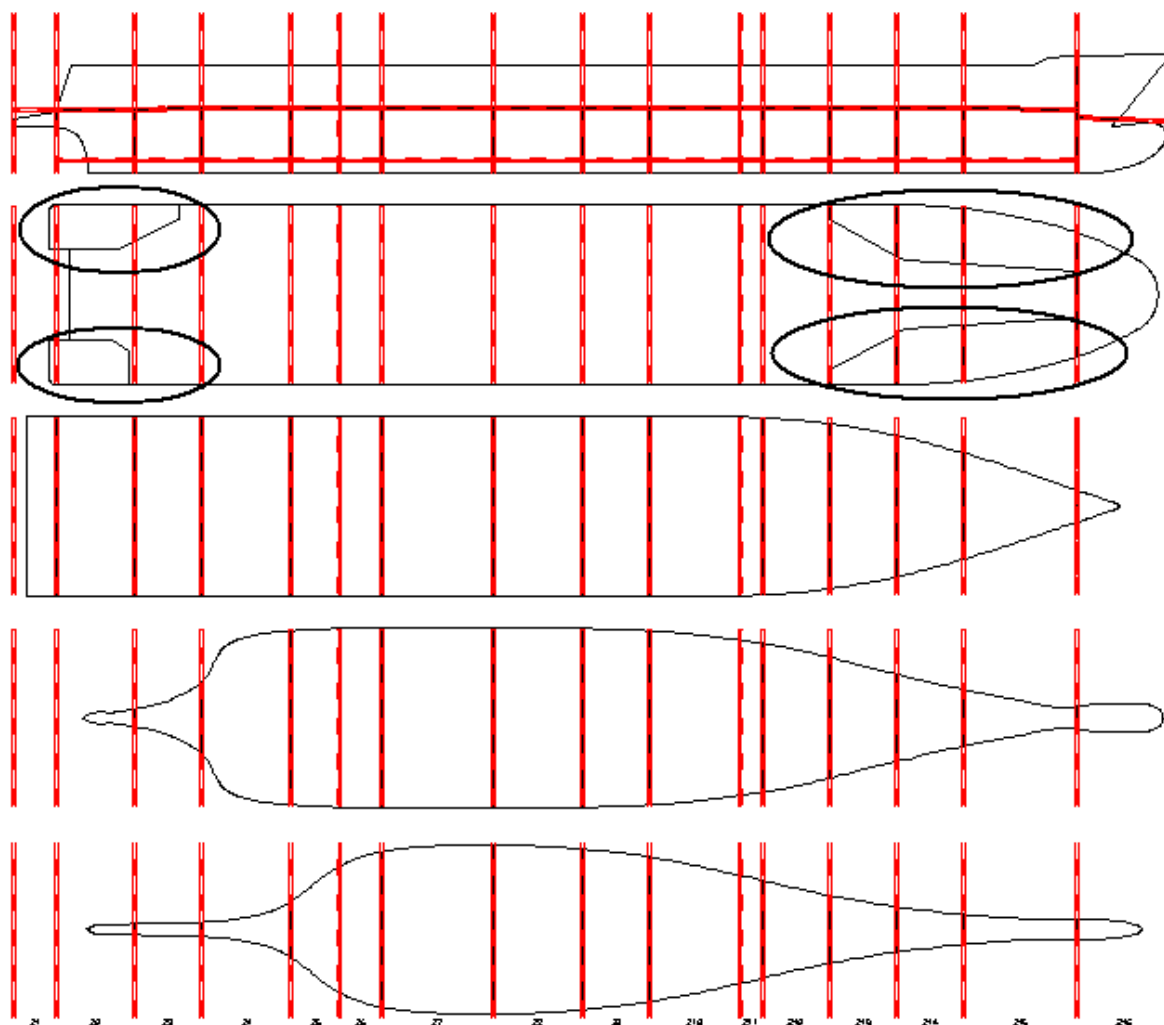
Σχ. 4.2-4. Σχέδιο Γενικής Διάταξης του πλοίου «ROPAX14»

4.2.2.2. ΥΠΟΔΙΑΙΡΕΣΗ ΤΟΥ ΠΛΟΙΟΥ

Μετά την ολοκλήρωση της διαμερισματοποίησης του πλοίου στο υποσύστημα Ship Model – SM, πραγματοποιήθηκε η δημιουργία των damage zones στο υποσύστημα Damage Stability – DAM, οι οποίες ορίστηκαν με βάση τις εγκάρσιες φρακτές και τα καταστρώματα. Καθορίστηκαν έτσι οι ζώνες που θα χρησιμοποιηθούν για τη δημιουργία σεναρίων βλάβης του πλοίου με την απλοποιημένη διάταξη, στο πιθανοθεωρητικό μοντέλο.

Οι ζώνες που επιλέχθηκαν είναι ίδιες με αυτές του προηγούμενου πλοίου και παρατίθενται αναλυτικά στο Παράρτημα Α.

Από το υποσύστημα Damage Stability – DAM, Damage Subdivision και το NAPA Graphics λαμβάνονται σχηματικά οι damage zones, οι οποίες φαίνονται στο Σχ. 4.2-5, με κόκκινο χρώμα. Με μαύρο κύκλο έχουν σημειωθεί οι διαφορές του «ROPAX14», σε σχέση με το προηγούμενο «ROPAX13».



Σχ. 4.2-5. Απεικόνιση των Damage Zones για το πλοίο «ROPAX14»

4.2.1.3. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΠΙΘΑΝΟΘΕΩΡΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΤΗΣ SOLAS 2009

Στο σημείο αυτό εφαρμόστηκε το πιθανοθεωρητικό μοντέλο της SOLAS 2009 για τη μελέτη της ευστάθειας μετά από βλάβη στο απλοποιημένο πλοίο, στην αρχή της κατασκευής.

Απαραίτητο για τη διαδικασία αυτή ήταν και πάλι η εύρεση τριών καταστάσεων φόρτωσης για το Deepest Subdivision Draught, d_s , το Partial Subdivision Draught, d_p και το Lightest Subdivision Draught, d_L .

Οι αναγκαίες καταστάσεις φόρτωσης του «ROPAX12» ταυτίζονται με αυτές που έχουν υπολογιστεί για το «ROPAX11» και τα χαρακτηριστικά τους φαίνονται αναλυτικά στο Παράρτημα Α.

Για την απλοποιημένη διάταξη χρησιμοποιήθηκε ο ίδιος πολυ-αλγόριθμος μακροεντολών (macro) που είχε δημιουργηθεί για την σχεδίαση «ROPAX11» .

Το πλήθος των επιβατών, των αξιωματικών και του πληρώματος (N_1 , N_2 , N_p) , οι διαχωρητότητες P_s , P_p , P_l και οι ροπές m_{Pass} , m_{Wind} , m_{Surv} και m_{Heel} παρέμειναν σταθερά.

Τα μεγέθη που μεταβλήθηκαν φαίνονται παρακάτω με το σύμβολο @.

```
@Ds=subd.t      @@ Subdivision draught
@Dp=part.t      @@ Partial draught
@Dl=light.t     @@ Light service draught
@trl=light.tr   @@ Light service draught trim

@Gms=subd.gm-0.15 @@ GM for Subdivision draught
@Gmp=part.gm-0.15 @@ GM for Partial draught
@Gml=light.gm-0.15 @@ GM for Light service draught
```

Στο macro που εκτελέστηκε για τους πιθανοθεωρητικούς υπολογισμούς στο πλοίο με απλοποιημένη εσωτερική διάταξη, άλλαξαν επίσης οι ζώνες υποδιαίρεσης του πλοίου.

Με βάση τις μεταβλητές που αναφέρθηκαν και τις ζώνες υποδιαίρεσης που έχουν οριστεί, εκτελείται ο πολυ-αλγόριθμος μακροεντολών (macro) και δημιουργείται αρχικά ο πίνακας ορίων διαμερισμάτων (compartments limits table – CLIM) , που παρουσιάζεται στο Παράρτημα Α.

Στη συνέχεια υπολογίζεται ο A-Index για πέντε ζώνες, ακολουθώντας τους κανόνες του πιθανοθεωρητικού μοντέλου που προβλέπει η SOLAS 2009. Στον Πίνακα 4.2-8 φαίνονται τα αποτελέσματα για τον δείκτη A αναλυτικά. Αναγράφεται το μήκος υποδιαίρεσης, το κοίλο, ο αριθμός των ατόμων N_1 και N_2 , ο Απαιτούμενος Δείκτης Υποδιαίρεσης R, ο Επιτευχθείς Δείκτης Υποδιαίρεσης A, τα βυθίσματα Deepest Subdivision Draught, Partial Subdivision Draught και Lightest Subdivision Draught, τα μετακεντρικά ύψη GM για τα βυθίσματα αυτά, κλπ. Στο Σχ. 4.2-6, φαίνονται οι τιμές του S factor για κάθε κατάκλυση διαμερισματος, ή συνδυασμού διαμερισμάτων.

ATTAINED AND REQUIRED SUBDIVISION INDEX

subdivision length 123.867 m
 Breadth at the load line 19.400 m
 Breadth at the bulkhead deck 19.400 m
 Number of persons N1 0
 Number of persons N2 1560

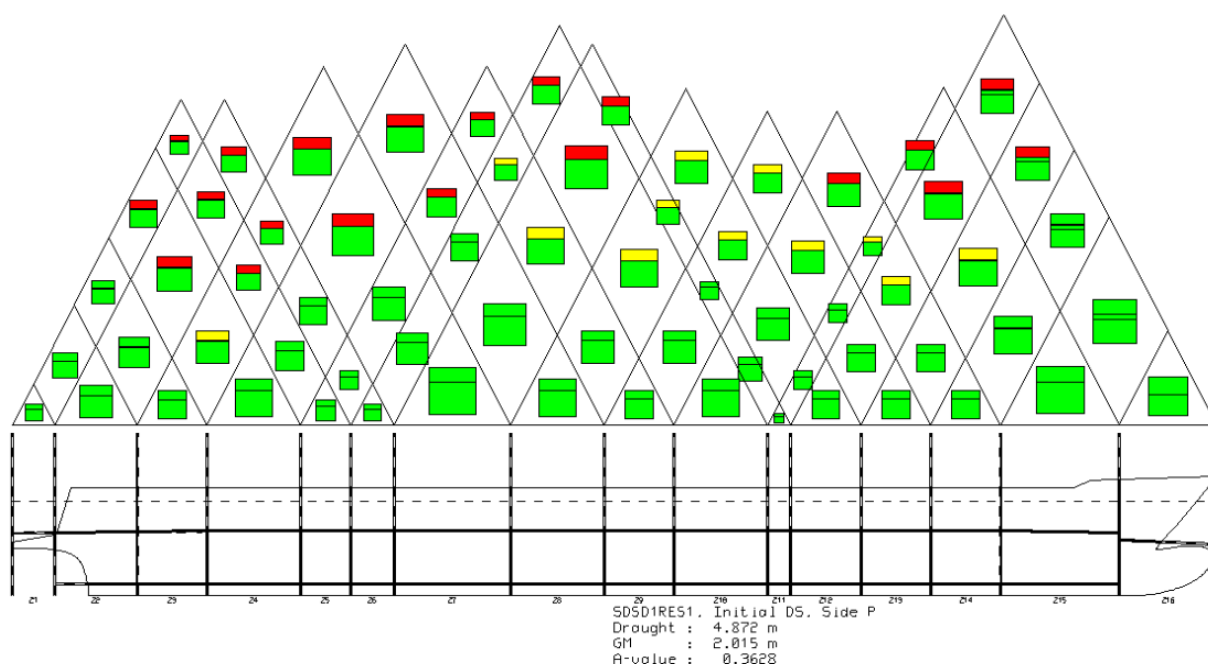
Required subdivision index R = 0.78401

Attained subdivision index A = 0.93080

INITDAMTAB	T m	GM m	SUBD	WCOEF	A-index
DL SDSA1-P	4.008	2.479	SOLAS	0.200	0.07339
DL SDSA2-P	4.008	2.479	SOLAS	0.200	0.12290
DP SDSA1-P	4.526	1.843	SOLAS	0.400	0.14677
DP SDSA2-P	4.526	1.843	SOLAS	0.400	0.22494
DS SDSA1-P	4.872	2.015	SOLAS	0.400	0.14677
DS SDSA2-P	4.872	2.015	SOLAS	0.400	0.21603
TOTAL					0.93080

DAMAGES	W*P*V*S
1-zone damages	0.36693
2-zone damages	0.39735
3-zone damages	0.13551
4-zone damages	0.02511
5-zone damages	0.00590
A-index Total	0.93080

Πίνακας 4.2-8. A-Index (SOLAS 2009) για το πλοίο «ROPAX14»



Σχ. 4.2-6. Τρίγωνα πιθανοτήτων κατάκλισης του «ROPAX14» για τη SOLAS 2009

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του *Πίνακα 4.2-8* και του *Σχ. 4.2-6* για το πλοίο «ROPAX14», του *Πίνακα 4.2-7* και του *Σχ. 4.2-3*, για το πλοίο «ROPAX13», αλλά και του *Πίνακα 3.5-15* και του *Σχ. 3.5-1*, για το πλοίο αναφοράς «ROPAX1», παρατηρείται πως ο δείκτης A για το πλοίο με αυξημένο πλάτος κατά $\delta B=0.40m$ είναι αρκετά υψηλός, όταν στο κατάστρωμα οχημάτων προστίθενται casings, ξεπερνώντας μάλιστα τον δείκτη R κατά πολύ.

Με βάση τα παραπάνω αποτελέσματα, διαπιστώνεται ότι η ευστάθεια του πλοίου στο αρχικό επίπεδο της κατασκευής είναι αρκετά καλή, ιδίως όταν υπάρχουν casings στο κατάστρωμα οχημάτων, διότι ελαττώνεται η πιθανότητα να κατακλυστεί. Αυτό στο οποίο θα πρέπει να δοθεί αρκετή προσοχή, ώστε να υπάρξει αύξηση του δείκτη, στη συνέχεια της σχεδίασης, είναι η προσεκτική τοποθέτηση των διαμηκών φρακτών για τα υπόλοιπα διαμερίσματα που θα κατασκευαστούν.

4.3. ΔΙΑΤΑΞΗ ΜΕ SIDE CASINGS

Σε αυτή την ενότητα θα εξεταστεί η συμπεριφορά του δείκτη A για το πλοίο αναφοράς «ROPAX1», με τροποποιημένη εσωτερική διάταξη. Η μετατροπή που πραγματοποιήθηκε ήταν η προσθήκη side casings αντί για central. Το νέο τροποποιημένο πλοίο που θα εξεταστεί καλείται «ROPAX15».

4.3.1. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ

Η σχεδίαση της γενικής διάταξης του επιβατηγού – οχηματαγωγού πλοίου ήταν σχετικά απλή, ίδια με αυτή που ακολουθήθηκε για το «ROPAX1», αλλά με τροποποιημένα casings, πλευρικά κι όχι στο κέντρο. Στο υποσύστημα Definition – DEF ορίστηκαν τα νέα casings και στο υποσύστημα Ship Model – SM αντικαταστάθηκε το παλιό arrangement με τα νέα, το οποίο περιέχει τα side casings. Θεωρείται ότι δεν υπάρχει άλλη αλλαγή, ούτε στο deadweight.

Στον Πίνακα 4.3-1 φαίνονται αναλυτικά τα διαμερίσματα του «ROPAX15», με όλα τα χαρακτηριστικά τους. Στην πρώτη στήλη φαίνεται η ονομασία, στη δεύτερη το φορτίο τους, η κωρυκτικότητα, τα κέντρα τους, κλπ. Με κόκκινο χρώμα επισημαίνονται τα νέα διαμερίσματα και οι τροποποιήσεις.

NAME	PURP	VOLM	VNET	CGX	CGY	CGZ	IY* RHO	IY/ IMO
	m3	m3	m	m	m	tm	tm	

CAPACITY	OF	Diesel	Oil	(RHO=0.85)				
C44MGOSERVTKSS	DO	14.3	14.0	56.40	-3.15	5.30	6.1	6
C0MGOSTORTKS	DO	46.6	45.7	51.60	-2.70	0.60	80.3	79

SUBTOTAL	DO	60.9	59.6	52.72	-2.80	1.70		
CAPACITY	OF	Deck	Store	(RHO=1)				
A3DECKOTHERSPD3AP	DST	320.8	320.8	3.25	7.36	8.86	108.1	96
E3DECKESCEN1DECK STORE	DST	111.1	111.1	85.88	-7.50	9.23	34.6	40

SUBTOTAL	DST	431.9	431.9	24.50	3.54	8.96		
CAPACITY	OF	Heavy Fuel	Oil	(RHO=0.98)				
D36N2HFOSTORTK	FO	114.5	112.2	68.40	0.00	4.90	48.4	47
D36N3HFOSTORTK	FO	107.5	105.4	68.25	3.56	4.90	40.7	41
D36N1HFOSTORTK	FO	107.5	105.4	68.25	-3.56	4.90	40.7	41
C12N4HFOSERVTK	FO	62.0	60.8	57.45	1.48	3.57	9.5	8
C12N5HFOSSETTK	FO	62.8	61.5	57.60	4.08	3.83	5.4	8

SUBTOTAL	FO	454.3	445.2	65.34	0.77	4.57		

CAPACITY	OF	Fresh	Water	(RHO=1)				
D36N1FWTKS	FW	60.5	59.3	79.20	-2.10	5.10	29.6	29
D36N2FWTKP	FW	60.5	59.3	79.20	2.10	5.10	29.6	29
B36N3FWTKC	FW	51.5	50.5	19.21	0.00	5.09	18.7	18

SUBTOTAL	FW	172.5	169.0	61.28	0.00	5.10		
CAPACITY	OF	General	spaces	(RHO=1)				
A3DECKOTHERSPD3AS	GE	240.2	235.4	1.41	-7.19	8.81	83.6	74
E3DECKN1AHURMD3	GE	179.1	175.5	92.36	-6.12	9.30	89.4	100
E3DECKN1HYDEQROOM	GE	239.4	234.6	101.73	5.04	9.71	106.1	101
E3DECKOTHERSPACED3	GE	179.1	175.5	92.36	6.12	9.30	89.4	100
HELP	GE	38.2	37.5	10.82	0.00	1.80	3.2	10
HELP4	GE	70.0	68.6	-3.28	0.00	5.53	2435.7	1344
HELP5	GE	14.8	14.5	-3.57	0.00	6.12	2081.5	437
FPPUPPERDECK	GE	341.5	334.7	111.59	0.00	10.39	581.8	519
HELPA0N12VOID	GE	87.4	85.6	20.98	-0.00	2.88	2482.6	389
HELPCARDECK	GE	612.0	599.8	42.00	-0.00	9.10	91.8	90
HELPA	GE	21.3	20.9	4.89	0.00	1.91	0.6	2
HELPCARDECK2	GE	408.0	399.8	42.00	-8.50	9.10	27.2	27

SUBTOTAL	GE	2227.2	2182.7	59.37	-0.23	8.79		
CAPACITY	OF	Gray	Water	(RHO=1)				
E0GRAYWATERTK	GWT	128.2	125.6	92.15	0.00	2.24	145.4	214
CAPACITY	OF	Lift	(RHO=1)					
E3DECKESCLIFT	LIF	111.1	111.1	85.88	7.50	9.23	34.6	40
CAPACITY	OF	Lub.	Oil	(RHO=0.9)				
C12CPPRGLOSTORTKS	LO	16.9	16.6	56.00	-3.15	2.80	4.3	4
C12MEAELOSTORTKS	LO	33.8	33.1	58.40	-3.15	2.80	8.6	8
B05813N1LOCIRCTKS	LO	6.2	6.1	40.80	-5.11	0.94	0.8	1
B05813N2LOCIRCTKS	LO	6.2	6.1	40.80	-2.31	0.94	0.8	1
B05813N3LOCIRCTKP	LO	6.2	6.1	40.80	2.31	0.94	0.8	1
B05813N4LOCIRCTKP	LO	6.2	6.1	40.80	5.11	0.94	0.8	1
B19STLOSTORTKP	LO	4.9	4.8	23.20	0.90	2.75	0.7	1

SUBTOTAL	LO	80.4	78.8	50.32	-1.93	2.22		

CAPACITY	OF	Miscell.	(RHO=1)					
C0CWDRAINTKC	MIS	10.4	10.2	47.60	0.00	0.60	84.0	82
C0SLUDGETKP	MIS	15.6	15.2	49.20	2.70	0.60	31.5	31
C0FOOVFLTKP	MIS	15.6	15.2	51.60	2.70	0.60	31.5	31
C12LORNVTDTKS	MIS	6.5	6.4	51.60	-0.75	2.10	0.7	1
C12LORNVTGTKP	MIS	6.5	6.4	51.60	0.75	2.10	0.7	1
B0THERMALOILTKCC	MIS	20.8	20.4	34.91	0.00	0.66	52.0	50
B0FODRAINTKCC	MIS	6.8	6.7	37.31	-0.00	0.65	2.5	2
B0DIRTYOILTKC	MIS	17.5	17.1	41.20	-0.00	0.65	6.5	6
B19STLODRAINTKS	MIS	4.9	4.8	23.20	-0.90	2.75	0.8	1

SUBTOTAL	MIS	104.4	102.3	43.52	0.76	0.91		

CAPACITY	OF	Machin.	Sp.	(RHO=1)				
E12N1PUMPRM	MMA	158.1	158.1	84.99	0.00	2.54	570.3	851
C12N2PUMPRM	MMA	225.8	225.8	59.51	-0.28	2.80	1848.6	1134
C12FON3PUMP	MMA	545.4	545.4	50.26	0.10	2.85	5115.8	4956
B13ENGRM	MMA	1206.7	1206.7	39.56	0.01	3.98	6859.0	5989
B36AUXENGRM	MMA	539.1	539.1	28.75	-0.01	5.09	5484.9	5365
A36STEERGEARM	MMA	203.1	203.1	2.67	0.00	5.55	4513.7	1436
E3DECKBOSUNPAINT STORE	MMA	239.4	239.4	101.73	-5.04	9.71	106.1	103

SUBTOTAL	MMA	3117.6	3117.6	45.68	-0.39	4.36		

CAPACITY	OF	Machine	Store	(RHO=1)				
E36SEWRM	MST	245.4	245.4	92.20	0.00	5.22	1001.0	1436
E36ACPLANT	MST	319.0	319.0	85.08	0.00	5.18	2085.8	2577
C44N1ENGSTOREWORK	MST	401.3	401.3	50.40	0.00	5.50	5487.2	5487
B19SHAFTALLEY2	MST	14.7	14.7	21.20	0.00	2.75	9.3	9
B0SHAFTALLEY1	MST	133.0	133.0	26.81	0.00	2.40	814.3	168
B36POWERN2ENG STORE	MST	334.7	334.7	19.98	0.00	5.10	4956.4	2624
E36BOWTHRU	MST	206.0	206.0	100.80	0.00	5.21	313.1	590

SUBTOTAL	MST	1654.1	1654.1	61.26	0.00	5.01		

CAPACITY	OF	Ro-Ro	Space	(RHO=1)				
3UPDECK	RORO	7683.2	7683.2	49.51	-0.08	9.09	32282.5	29347
CAPACITY	OF	Stairs	(RHO=1)					

C0SC1C	STA	15.5	15.5	54.00	2.69	0.60	31.5	31
C12SC2C	STA	7.9	7.9	54.00	0.75	2.30	0.7	1
C44ESCTRKV6	STA	6.9	6.9	59.74	0.50	4.31	0.1	0
C0SCV9A	STA	0.5	0.5	53.90	-8.06	1.01	0.0	0
C12SCV9B	STA	7.2	7.2	53.99	-8.51	2.41	0.6	1

SUBTOTAL	STA	38.1	38.1	55.04	-0.38	1.98		

CAPACITY	OF	Void		(RHO=1.025)				

E0N1VOID	VOID	30.9	30.9	84.96	0.00	0.74	56.7	79
D0N3VOID	VOID	66.4	66.4	76.37	0.00	0.74	316.6	436
D12N2VOID	VOID	614.0	614.0	76.49	-0.00	3.90	2814.8	2756
D0N5VOID	VOID	110.1	110.1	66.84	0.00	0.70	1135.2	1435
D12N4VOID	VOID	643.9	643.9	67.12	-0.00	3.66	4532.1	2973
C0N7VOID	VOID	52.6	52.6	59.95	0.00	0.71	1387.5	569
C0N8VOID	VOID	60.5	60.5	57.58	0.00	0.62	516.5	495
C44N6VOID	VOID	125.0	125.0	59.53	-0.61	5.58	675.4	567
C0N9VOID	VOID	75.0	75.0	49.09	0.06	0.67	2650.6	1019
B0N10VOID	VOID	164.2	164.2	40.32	0.00	0.68	3442.2	2651
B0N11VOID	VOID	200.8	200.8	29.58	0.00	2.32	4013.0	951
B36N13VOID	VOID	153.7	153.7	17.62	-0.00	5.08	525.0	347
B0N12VOID	VOID	115.2	115.2	18.24	-0.00	2.23	184.3	148
A36N15VOID	VOID	74.2	74.2	5.48	-0.00	5.31	272.1	178

SUBTOTAL	VOID	2486.4	2486.4	56.62	-0.03	3.11		

CAPACITY	OF	Water	Ballast	(RHO=1.025)				

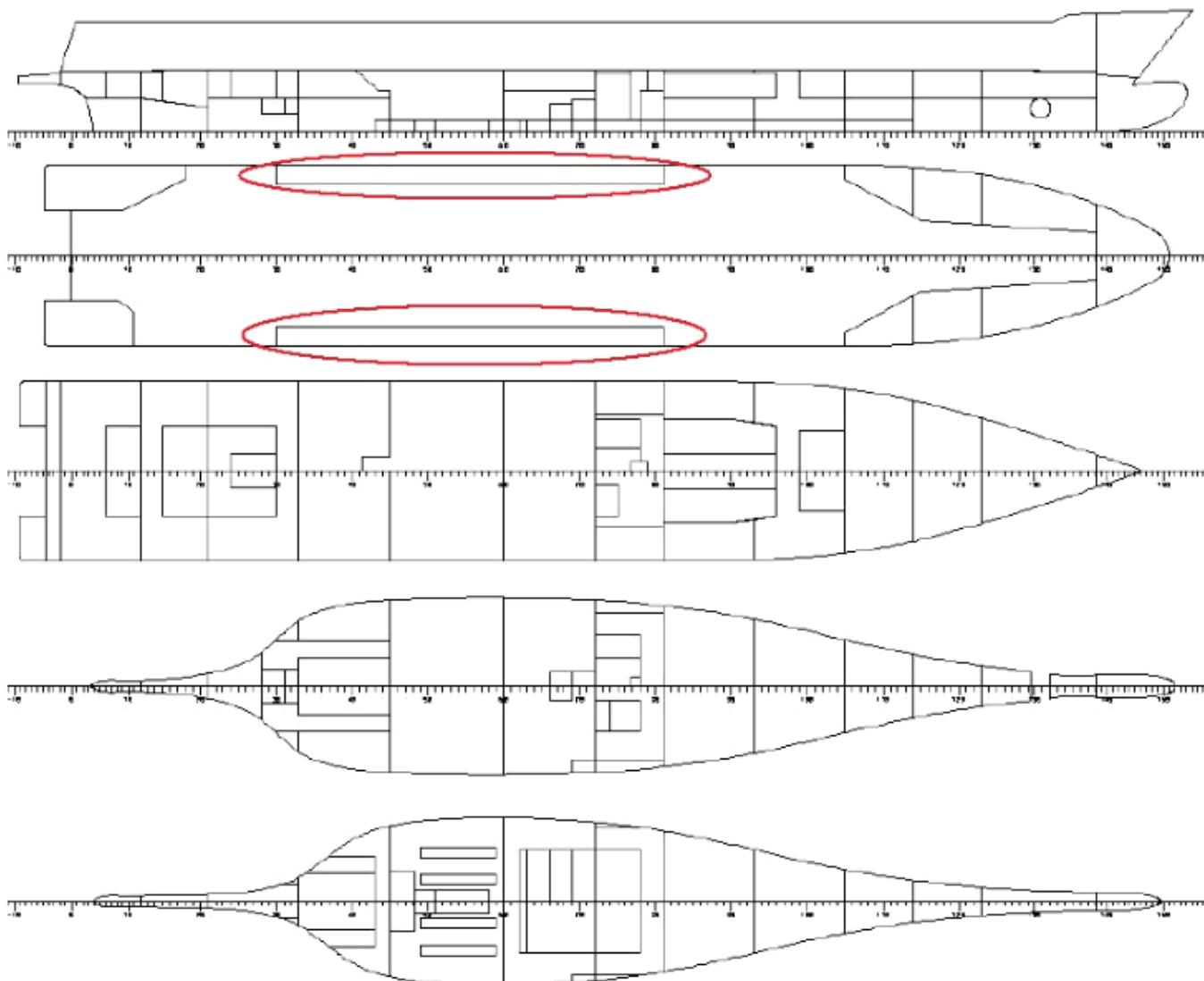
F0FPTANK	WB	93.0	91.1	112.29	-0.00	3.15	17.2	10
E0N1WBTKSS	WB	108.6	106.4	101.18	0.00	2.09	31.6	69
C0HEELTKP	WB	85.0	83.3	58.73	8.01	4.65	26.4	11
C0HEELTKS	WB	85.0	83.3	58.73	-8.01	4.65	26.4	11
B0N2WBTKP	WB	179.1	175.5	28.69	0.00	2.01	177.1	139
A3DECKN14VOID	WB	233.4	228.7	10.34	0.00	5.17	3838.4	1549
APA1N3WBTKC	WB	151.5	148.4	12.10	0.00	4.84	362.7	272

SUBTOTAL	WB	935.5	916.8	43.61	0.00	3.86		

TOTAL		19685.7	19606.5	52.02	0.00	6.67		

Πίνακας 4.3-1. Διαμερίσματα του πλοίου «ROPAX15»

Στο Σχήμα 4.3-1 που ακολουθεί, φαίνεται το σχέδιο γενικής διάταξης του πλοίου.



Σχ. 4.3-1. Σχέδιο Γενικής Διάταξης του πλοίου «ROPAX15»

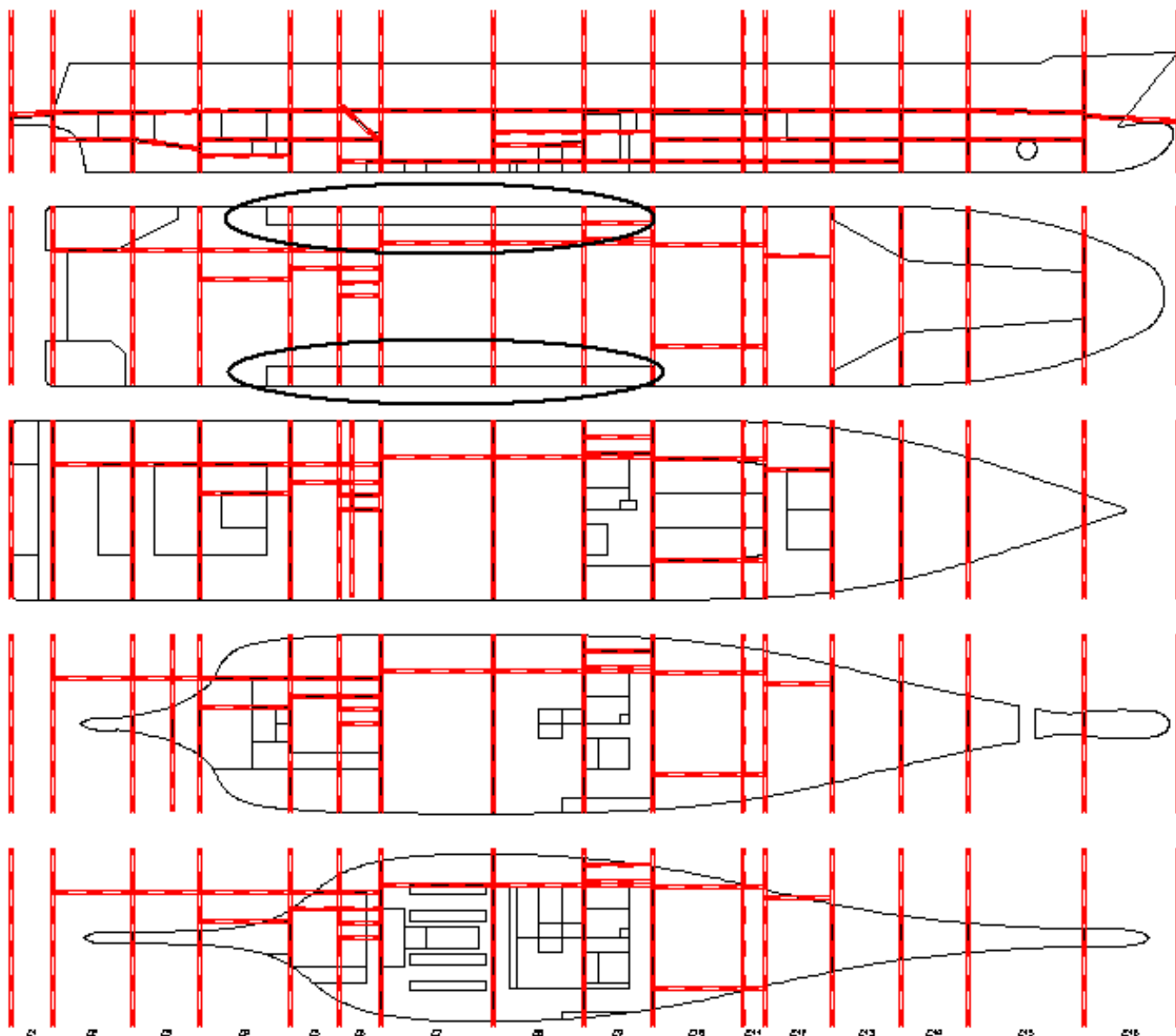
4.3.2. ΥΠΟΔΙΑΙΡΕΣΗ ΤΟΥ ΠΛΟΙΟΥ

Αφού ολοκληρώθηκε η διαμερισματοποίηση του πλοίου στο υποσύστημα Ship Model – SM, πραγματοποιήθηκε η εφαρμογή του πιθανοθεωρητικού μοντέλου της SOLAS 2009. Οι damage zones του πλοίου είναι ίδιες με αυτές του πλοίου αναφοράς. Οι ζώνες που ορίστηκαν είναι 16 και φαίνονται αναλυτικά στον Πίνακα 4.3-2.

ZONE	TBA	TBF	LBP	LBS	DDN	DUP
Z1	DAMHULL2	#-2				3DECK
Z2	#-2	#12	4.8		3.6	3DECK
Z3	#12	#21	4.8		PA1	3DECK
Z4	#21	#33	4.8/1.8		1.9/3.6	3DECK
Z5	#33	#39.5	4.8/3		3.6	3DECK
Z6	#39.5	#45	4.8/3/1.5/0		1.3/3.6/PBAUX	3DECK
Z7	#45	#60	5.6688		PB2	3DECK
Z8	#60	#72	5.6688		1.2/3/4.4	3DECK
Z9	#72	#81	7.8/6/5.6688		1.2/4.4	3DECK
Z10	#81	#93	PDREF/PD1		1.2/3.6	3DECK
Z11	#93	#96	PDREF/PD1		1.2/3.6	3DECK
Z12	#96	#105	4.2		1.2/3.6	3DECK
Z13	#105	#114			1.2/3.6	3DECK
Z14	#114	#123			3.6	3DECK
Z15	#123	#138.3			3.6	3DECK
Z16	#138.3	DAMHULL2				PFF

Πίνακας 4.3-2. Ζώνες Υποδιαίρεσης (Damage Zones) του πλοίου «ROPAX15»

Από το υποσύστημα Damage Stability – DAM, Damage Subdivision και το NAPA Graphics ελήφθησαν σχηματικά οι damage zones του νέου arrangement, οι οποίες φαίνονται στο Σχ. 4.3-2.



Σχ. 4.3-2. Απεικόνιση των Damage Zones για το πλοίο «ROPAX15»

Τα openings του επιβατηγού – οχηματαγωγού πλοίου με side casings παραμένουν σταθερά. Στο συγκεκριμένο πλοίο που μελετήθηκε, όπως έχει ήδη επισημανθεί, δεν υπήρχε lower hold και δεν είχαμε cross connections.

4.3.3. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΠΙΘΑΝΟΘΕΩΡΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΤΗΣ SOLAS 2009

Στο σημείο αυτό εφαρμόστηκε το πιθανοθεωρητικό μοντέλο της SOLAS 2009 για τη μελέτη της ευστάθειας μετά από βλάβη στο πλοίο «ROPAX15», με side casings.

Απαραίτητο για τη διαδικασία αυτή, όπως έχει προαναφερθεί, είναι η εύρεση των τριών καταστάσεων φόρτωσης για το Deepest Subdivision Draught, d_s , το Partial Subdivision Draught, d_p και το Lightest Subdivision Draught, d_L .

Οι αναγκαίες καταστάσεις φόρτωσης ταυτίζονται με αυτές που έχουν υπολογιστεί για το επιβατηγό – οχηματαγωγό πλοίο «ROPAX1». Τα χαρακτηριστικά τους, που είναι απαραίτητα για του πιθανοθεωρητικούς υπολογισμούς, φαίνονται αναλυτικά στους Πίνακες 4.3-3, 4.3-4, 4.3-5, που παρουσιάζονται παρακάτω.

LOADING CONDITION SUBD

L O A D I N G C O M P O N E N T S

Name		Max. weight	Mass	Center of gravity			Free s. moment	
				cgx	cgy	cgz		

VAR								
C1	DWT Const	0.0	57.5	59.23	0.00	11.40	0.00	
C2	Consumables	0.0	797.1	61.57	0.00	4.33	570.00	
C3	Passengers	0.0	114.0	42.07	0.00	16.65	0.00	
C4	Luggage	0.0	7.6	55.90	0.00	14.35	0.00	
C5	Provisionss	0.0	30.0	52.57	0.00	10.45	0.00	
C6	Crew	0.0	8.0	60.90	0.00	9.51	0.00	
C7	Trucks	0.0	850.0	54.58	0.00	8.40	0.00	
C8	Cars	0.0	130.0	56.30	0.00	12.30	0.00	

Total of		0.0	1994.2	56.91	0.00	7.64	570.00	
Deadweight				1994.2	56.91	0.00	7.64	570.0
Lightweight				4276.6	50.78	0.00	9.02	
Displacement (rho=1.025)				6270.8	52.73	0.00	8.58	570.0

F L O A T I N G P O S I T I O N

Draught moulded	4.919	m	KM	10.71	m
Trim	0.000	m	KG	8.58	m
Heel, PS=+	0.0	deg			
TA	4.919	m	GMO	2.13	m
TF	4.919	m	GMCORR	-0.09	m
Trimming moment	1	tonm	GM	2.04	m

Πίνακας 4.3-3. Κατάσταση Φόρτωσης για το Deepest Subdivision Draught (d_S)

LOADING CONDITION PART

LOADING COMPONENTS

Name		Max. weight	Mass	Center of gravity			Free s. moment
				cgx	cgy	cgz	
VAR							
C1	DWT Const	0.0	57.5	59.23	0.00	11.40	0.00
C2	Consumables	0.0	348.4	65.92	0.00	2.07	616.00
C3	Passengers	0.0	114.0	42.07	0.00	16.65	0.00
C4	Luggage	0.0	7.6	55.90	0.00	14.35	0.00
C5	Provisionss	0.0	3.0	52.57	0.00	10.45	0.00
C6	Crew	0.0	8.0	60.90	0.00	9.51	0.00
C7	Trucks	0.0	700.0	61.50	0.00	8.40	0.00
C8	Cars	0.0	130.0	56.30	0.00	12.30	0.00
Total of		0.0	1368.4	60.36	0.00	8.02	616.00
Deadweight			1368.4	60.36	0.00	8.02	616.0
Lightweight			4276.6	50.78	0.00	9.02	
Displacement (rho=1.025)			5645.0	53.10	0.00	8.78	616.0

FLOATING POSITION

Draught moulded	4.569	m	KM	10.75	m
Trim	0.000	m	KG	8.78	m
Heel, PS=+	0.0	deg			
TA	4.569	m	GMO	1.97	m
TF	4.569	m	GMCORR	-0.11	m
Trimming moment	-3	tonm	GM	1.87	m

Πίνακας 4.3-4. Κατάσταση Φόρτωσης για το Partial Subdivision Draught (d_p)

LOADING CONDITION LGHT

LOADING COMPONENTS

Name		Max. weight	Mass	Center of gravity			Free s. moment
				cgx	cgy	cgz	
VAR							
C1	DWT Const	0.0	57.5	59.23	0.00	11.40	0.00
C2	Consumables	0.0	348.4	65.92	0.00	2.07	623.00
C3	Passengers	0.0	114.0	42.07	0.00	16.65	0.00
C4	Luggage	0.0	7.6	55.90	0.00	14.35	0.00
C5	Provisionss	0.0	3.0	52.57	0.00	10.45	0.00
C6	Crew	0.0	8.0	60.90	0.00	9.51	0.00
Total of		0.0	538.4	59.87	0.00	6.48	623.00
Deadweight			538.4	59.87	0.00	6.48	623.0
Lightweight			4276.6	50.78	0.00	9.02	
Displacement (rho=1.025)			4815.0	51.80	0.00	8.74	623.0

FLOATING POSITION

Draught moulded	4.043	m	KM	11.25	m
Trim	-0.791	m	KG	8.74	m
Heel, PS=+	0.0	deg			
TA	4.438	m	GMO	2.52	m
TF	3.647	m	GMCORR	-0.13	m
Trimming moment	-8404	tonm	GM	2.39	m

Πίνακας 4.3-5. Κατάσταση Φόρτωσης για το Lightest Subdivision Draught (d_L)

Για την διάταξη με side casings, του πλοίου «ROPAX15» χρησιμοποιήθηκε ο ίδιος πολυ-αλγόριθμος μακροεντολών (macro) που είχε δημιουργηθεί για το «ROPAX1» . Το πλήθος των επιβατών, των αξιωματικών και του πληρώματος (N1, N2, Np) , τα βυθίσματα d_s , d_p , d_i και τα αντίστοιχα μετακεντρικά ύψη GM-Subd, GM-Part και GM-Lght, η διαγωγή tr_l , οι διαχωρητότητες Ps, Pp, Pl και οι ροπές mPass, mWind, mSurv και mHeel παρέμειναν σταθερά.

Στο macro που εκτελέστηκε για τους πιθανοθεωρητικούς υπολογισμούς στο πλοίο «ROPAX13» παρέμειναν σταθερές και οι ζώνες υποδιαίρεσης του πλοίου, οι οποίες έχουν ήδη οριστεί στον Πίνακα 4.3-2.

Με βάση τις μεταβλητές που αναφέρθηκαν και τις ζώνες υποδιαίρεσης που έχουν οριστεί, εκτελείται ο πολυ-αλγόριθμος μακροεντολών (macro) και δημιουργείται αρχικά ο πίνακας ορίων διαμερισμάτων (compartments limits table – CLIM) , που παρουσιάζεται στον Πίνακα 4.3-6.

NAME	ZONE	ALIMIT	FLIMIT	PLIMIT	SLIMIT	LLIMIT	ULIMIT
HELP4	Z1	DAMHULL2	#-2	-	-	-	3DECK
HELP5	Z1	DAMHULL2	#-2	-	-	-	3DECK
A3DECKOTHERSPD3AS	Z1-2	DAMHULL2	#12	-/4.8	-	3DECK	-
A3DECKOTHERSPD3AP	Z1-3	DAMHULL2	#21	-	-	3DECK	-
D0N5VOID	Z10	#81	#93	-	-	-	1.2
D12N4VOID	Z10	#81	#93	-	-	1.2	3DECK
D36N2HFOSTORTKC	Z10-11	#81	#96	PDREF	-	3.6	3DECK
D36N3HFOSTORTKP	Z10-11	#81	#96	PDREF	-	3.6	3DECK
D36N1HFOSTORTKS	Z10-11	#81	#96	PDREF	-	3.6	3DECK
D0N3VOID	Z11-12	#93	#105	-	-	-	1.2
D12N2VOID	Z11-12	#93	#105	-	-	1.2	3DECK
D36N1FWTKS	Z12	#96	#105	4.2	-	3.6	3DECK
D36N2FWTKP	Z12	#96	#105	4.2	-	3.6	3DECK
E0N1VOID	Z13	#105	#114	-	-	-	1.2
E12N1PUMPRM	Z13	#105	#114	-	-	1.2	3.6
E36ACPLANT	Z13	#105	#114	-	-	3.6	3DECK
E3DECKESCLIFT	Z13	#105	#114	-	-	3DECK	-
E3DECKESCN1DECK STORE	Z13	#105	#114	-	-	3DECK	-
E0GRAYWATERTK	Z14	#114	#123	-	-	-	3.6
E36SEWRM	Z14	#114	#123	-	-	3.6	3DECK
E3DECKN1AHURMD3	Z14	#114	#123	-	-	3DECK	-

E3DECKOTHERSPACED3	Z14	#114	#123	-	-	3DECK	-
E0N1WBTKSS	Z15	#123	#138.3	-	-	-	3.6
E3DECKBOSUNPAINT STORE	Z15	#123	#138.3	-	-	3DECK	-
E3DECKN1HYDEQRROOM	Z15	#123	#138.3	-	-	3DECK	-
E36BOWTHRU	Z15	#123	#138.3	-	-	3.6	3DECK
F0FPTANK	Z16	#138.3	DAMHULL2	-	-	-	PFF
FPPUPPERDECK	Z16	#138.3	DAMHULL2	-	-	PFF	-
A36STEERGEARM	Z2	#-2	#12	-	-	3.6	3DECK
A36N15VOID	Z2	#-2	#12	4.8	-	3.6	3DECK
HELPA	Z2	#-2	#12	4.8	-	-	3.6
3UPDECK	Z2-15	#-2	#138.3	7*- /7.8/6*-	-	3DECK	-
A3DECKN14VOID	Z3	#12	#21	-	-	PA1	3DECK
HELP	Z3	#12	#21	4.8	-	-	PA1
APA1N3WBTKC	Z3	#12	#21	4.8	-	PA1	3DECK
B19SHAFTALLEY2	Z4	#21	#33	1.8	-	1.9	3.6
B36N13VOID	Z4	#21	#33	4.8	-	3.6	3DECK
B36N3FWTKC	Z4	#21	#33	1.8	-	3.6	3DECK
B36POWERN2ENGSTORE	Z4	#21	#33	-	-	3.6	3DECK
B0N12VOID	Z4	#21	#33	4.8	-	-	3.6
B19STLODRAINTKS	Z4	#21	#33	1.8	-	1.9	3.6
B19STLOSTORTKP	Z4	#21	#33	1.8	-	1.9	3.6
HELPB0N12VOID	Z4	#21	#33	-	-	-	3.6
B0SHAFTALLEY1	Z4-6	#21	#45	4.8	-	1.9/2*-	3.6
HELPCARDECK	Z4-9	#21	#81	-	-	3DECK	-
HELPCARDECK2	Z4-9	#21	#81	1.8/3/0/ 3*5.6688	-	3DECK	-
B0N11VOID	Z5-6	#33	#45	-	-	-	3.6
B0N2WBTKP	Z5-6	#33	#45	3	-	-	3.6
B36AUXENGRM	Z5-6	#33	#45	-	-	3.6	3DECK
B13ENGRM	Z6-7	#39.5	#60	1.5/-	-	PBAUX/ PB2	3DECK
B0THERMALOILTKCC	Z7	#45	#60	56.688	-	-	PB2
B0FODRAINTKCC	Z7	#45	#60	56.688	-	-	PB2
B0DIRTYOILTKC	Z7	#45	#60	56.688	-	-	PB2
B0N10VOID	Z7	#45	#60	-	-	-	PB2
B05813N1LOCIRCTKS	Z7	#45	#60	56.688	-	-	PB2
B05813N2LOCIRCTKS	Z7	#45	#60	56.688	-	-	PB2
B05813N3LOCIRCTKP	Z7	#45	#60	56.688	-	-	PB2
B05813N4LOCIRCTKP	Z7	#45	#60	56.688	-	-	PB2

C0SC1C	Z8	#60	#72	56.688	-	-	1.2
C12SC2C	Z8	#60	#72	56.688	-	1.2	4.4
C0MGOSTORTKS	Z8	#60	#72	56.688	-	-	1.2
C0CWDRAINTKC	Z8	#60	#72	56.688	-	-	1.2
C0SLUDGETKP	Z8	#60	#72	56.688	-	-	1.2
C0FOOVFLTKP	Z8	#60	#72	56.688	-	-	1.2
C0N9VOID	Z8	#60	#72	-	-	-	1.2
C12LORNVTDTKS	Z8	#60	#72	56.688	-	1.2	3
C12LORNVGTGTP	Z8	#60	#72	56.688	-	1.2	3
C12FON3PUMP	Z8	#60	#72	-	-	1.2	4.4
C44N1ENGSTOREWORK	Z8	#60	#72	-	-	4.4	3DECK
C0SCV9A	Z8	#60	#72	56.688	-	-	1.2
C12SCV9B	Z8	#60	#72	56.688	-	1.2	4.4
C0N7VOID	Z9	#72	#81	7.8	-	-	1.2
C0N8VOID	Z9	#72	#81	56.688	-	-	1.2
C12N2PUMPRM	Z9	#72	#81	7.8	-	1.2	4.4
C12CPPRGLOSTORTKS	Z9	#72	#81	56.688	-	1.2	4.4
C12MEAELOSTORTKS	Z9	#72	#81	56.688	-	1.2	4.4
C44MGOSERVTKSS	Z9	#72	#81	56.688	-	4.4	3DECK
C44N6VOID	Z9	#72	#81	6	-	4.4	3DECK
C0HEELTKP	Z9	#72	#81	-	-	-	3DECK
C0HEELTKS	Z9	#72	#81	56.688	-	-	3DECK
C12N4HFOSERVTKPP	Z9	#72	#81	56.688	-	1.2	3DECK
C12N5HFOSSETTTKPP	Z9	#72	#81	56.688	-	1.2	3DECK
C44ESCTRKV6	Z9	#72	#81	56.688	-	1.2	3DECK

Πίνακας 4.3-6. Όρια Διαμερισμάτων (Limits Table) του πλοίου «ROPAX15»

Στη συνέχεια υπολογίζεται ο A-Index για πέντε ζώνες, ακολουθώντας τους κανόνες του πιθανοθεωρητικού μοντέλου που προβλέπει η SOLAS 2009.

Στον Πίνακα 4.3-7 που παρουσιάζεται φαίνονται τα αποτελέσματα αναλυτικά. Αναγράφεται το μήκος υποδιαίρεσης, το κοίλο, ο αριθμός των ατόμων N1 και N2, ο Απαιτούμενος Δείκτης Υποδιαίρεσης R, ο Επιτευχθείς Δείκτης Υποδιαίρεσης A, τα βυθίσματα Deepest Subdivision Draught, Partial Subdivision Draught και Lightest Subdivision Draught, τα μετακεντρικά ύψη GM για τα βυθίσματα αυτά, κλπ. Τα τρίγωνα κατάκλυσης για το «ROPAX15» φαίνονται αναλυτικά στο Παράρτημα Α.

ATTAINED AND REQUIRED SUBDIVISION INDEX

Subdivision length	123.867 m
Breadth at the load line	19.000 m
Breadth at the bulkhead deck	19.000 m
Number of persons N1	0
Number of persons N2	1560

Required subdivision index $R = 0.78401$

Attained subdivision index $A = 0.82980$

INITDAMTAB	T m	GM m	SUBD	WCOEF	A-index
DL SDSA1-P	4.043	2.238	SOLAS	0.200	0.07339
DL SDSA2-P	4.043	2.238	SOLAS	0.200	0.11503
DP SDSA1-P	4.569	1.716	SOLAS	0.400	0.14677
DP SDSA2-P	4.569	1.716	SOLAS	0.400	0.18421
DS SDSA1-P	4.919	1.888	SOLAS	0.400	0.14677
DS SDSA2-P	4.919	1.888	SOLAS	0.400	0.16363

TOTAL					0.82980

DAMAGES	W*P*V*S
1-zone damages	0.36693
2-zone damages	0.35177
3-zone damages	0.09285
4-zone damages	0.01495
5-zone damages	0.00331

A-index Total	0.82980

Πίνακας 4.3-7. A-Index (SOLAS 2009) για το πλοίο «ROPAX15»

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του Πίνακα 4.3-7, για το πλοίο «ROPAX15», αλλά και του Πίνακα 3.5-6, για το πλοίο αναφοράς «ROPAX1», παρατηρείται πως ο δείκτης A είναι μεγαλύτερος για την περίπτωση που υπάρχουν side casings.

Με βάση τα παραπάνω αποτελέσματα, εξάγεται το συμπέρασμα πως η ευστάθεια του πλοίου βελτιώνεται μεν, αλλά όχι τόσο δραστικά, σε σχέση με τις άλλες αλλαγές που πραγματοποιήθηκαν στις διαστάσεις.

Η κατασκευή side casings, πάντως, αντί για central casings, σίγουρα είναι ένας τρόπος να αυξηθεί ο δείκτης A, κάτι που επιβεβαιώνει την παρατήρηση ότι η εσωτερική διάταξη του πλοίου είναι αρκετά σημαντική για την ευστάθεια του πλοίου μετά από βλάβη.

Επομένως, ένας άλλος τρόπος για τη βελτίωση της ευστάθειας μπορεί να είναι η ύπαρξη των side casings, τα οποία μειώνουν την πιθανότητα εισχώρησης υδάτων στο χώρο Ro-Ro, αφού είναι τοποθετημένα πλευρικά του πλοίου και σε κατάσταση βλάβης θα πληγούν αυτά αντί για το χώρο Ro-Ro απευθείας.

4.4. ΔΙΑΤΑΞΗ ΜΕ WATERTIGHT DOORS ΩΣ UNPROTECTED

Σε αυτή την ενότητα θα εξεταστεί η συμπεριφορά του δείκτη A για το πλοίο αναφοράς «ROPAX1» , αλλά με ενωμένα ορισμένα διαμερίσματα, με τη βοήθεια openings. Το νέο τροποποιημένο πλοίο που θα εξεταστεί καλείται «ROPAX16» .

4.4.1. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ

Η τροποποίηση πραγματοποιήθηκε στον πίνακα OPARR, όπου υπήρχαν τα openings και τα διαμερίσματα που ενώθηκαν ήταν τα εξής:

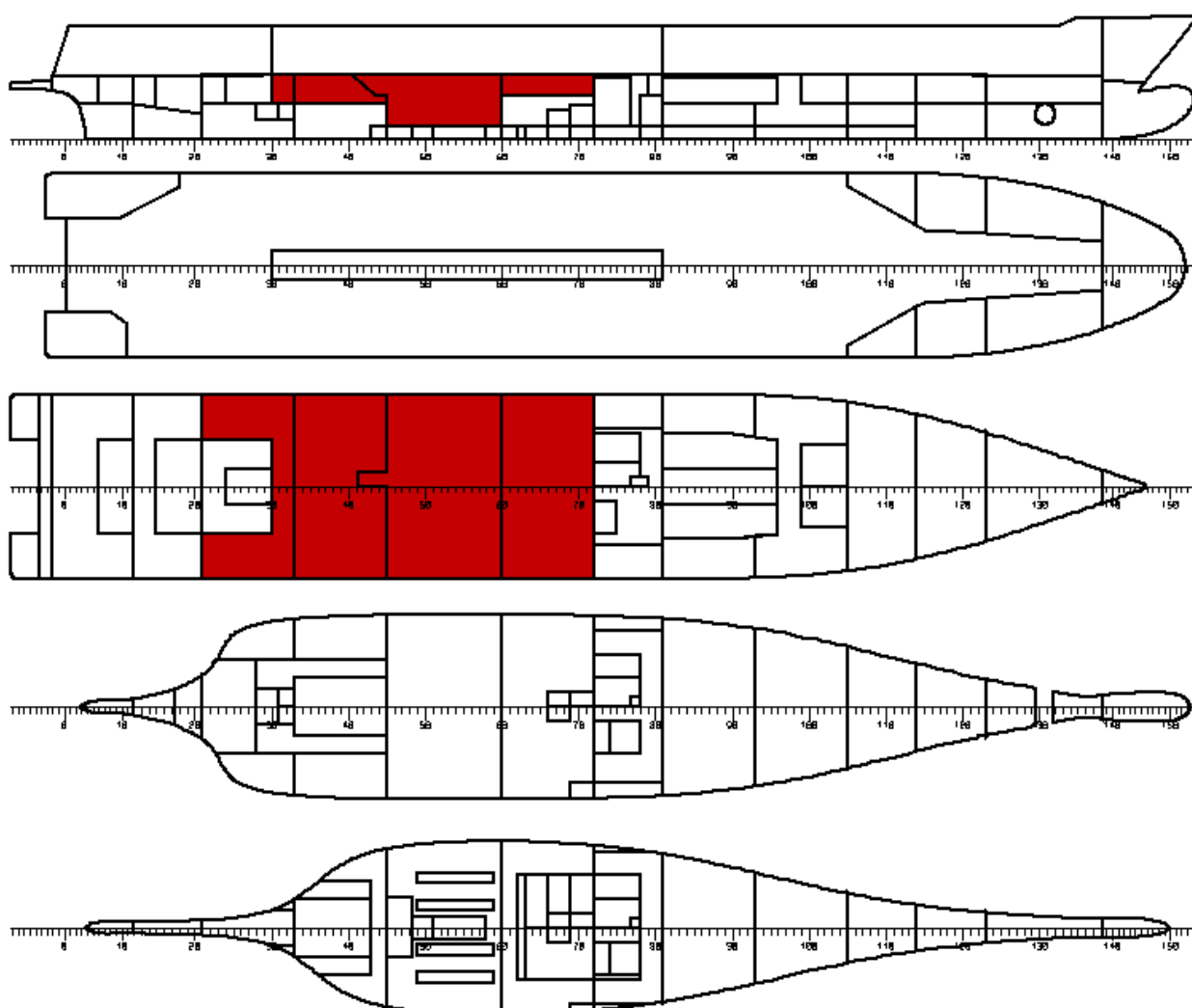
C44N1ENGSTOREWORK	και	B13ENGRM
B13ENGRM	και	B36AUXENGRM
B36AUXENGRM	και	B36POWERN2ENGSTORE

Στον Πίνακα 4.4-1 φαίνονται αναλυτικά τα openings του «ROPAX16» , με όλα τα χαρακτηριστικά τους. Με κόκκινο χρώμα σημειώνονται τα openings που προστέθηκαν. Στο Σχ. 4.4-1 φαίνεται η διάταξη του πλοίου και με κόκκινο χρώμα σημειώνονται τα διαμερίσματα που επικοινωνούν με τη βοήθεια των openings.

ID	DES	WT	FR	REFX	REFY	REFZ	CONN
OP01	VENT01	UNPROTECTED	132	103.2	4.8	13.65	SEA 3UPDECK
OP02	VENT02	UNPROTECTED	132	103.2	-4.8	13.65	SEA 3UPDECK
OP03	VENT03	UNPROTECTED	127.5	99.6	9.45	13.8	SEA 3UPDECK
OP04	VENT04	UNPROTECTED	127.5	99.6	-9.45	13.8	SEA 3UPDECK
OP05	VENT05	UNPROTECTED	125	97.6	9.45	14.72	SEA E36BOWTHRU
OP06	VENT06	UNPROTECTED	125	97.6	-9.45	14.72	SEA E36BOWTHRU
OP07	VENT07	UNPROTECTED	124	96.8	9.45	14.72	SEA E3DECKBOSUNPAINTSTORE
OP08	VENT08	UNPROTECTED	119	92.8	-9.45	14.72	SEA E36SEWRM
OP09	VENT09	UNPROTECTED	116	90.4	9.45	14.72	SEA E36ACPLANT
OP10	VENT10	UNPROTECTED	116	90.4	-9.45	14.72	SEA E36ACPLANT
OP11	VENT11	UNPROTECTED	112	87.2	9.45	14.72	SEA E3DECKESCLIFT
OP12	VENT12	UNPROTECTED	107	83.2	-9.45	14.72	SEA E3DECKN1AHURMD3
OP13	VENT13	UNPROTECTED	71.5	54.8	9.45	14.72	SEA C12N2PUMPRM
OP14	VENT14	UNPROTECTED	71.5	54.8	-9.45	14.72	SEA C12N2PUMPRM
OP15	VENT15	UNPROTECTED	70	53.6	9.45	14.72	SEA C12FON3PUMP
OP16	VENT16	UNPROTECTED	70	53.6	-9.45	14.72	SEA C12FON3PUMP
OP17	VENT17	UNPROTECTED	67.9	51.92	9.45	14.72	SEA C44N1ENGSTOREWORK
OP18	VENT18	UNPROTECTED	66.8	51.04	-9.45	14.72	SEA C44N1ENGSTOREWORK
OP19	VENT19	UNPROTECTED	22	15.2	9.45	14.72	SEA B36POWERN2ENGSTORE
OP20	VENT20	UNPROTECTED	22	15.2	-9.45	14.72	SEA B36POWERN2ENGSTORE
OP21	VENT21	UNPROTECTED	16	10.4	-9.45	14.72	SEA A3DECKOTHERSPD3AS
OP22	VENT22	UNPROTECTED	7	4.2	9.3	13.01	SEA A36STEERGEARM
OP23	VENT23	UNPROTECTED	7	4.2	-9.3	13.01	SEA A36STEERGEARM

OP24	VENT24	UNPROTECTED	12	7.2	4.8	14	SEA 3UPDECK
OP25	VENT25	UNPROTECTED	12	7.2	-4.8	14	SEA 3UPDECK
OP26	VENT26	UNPROTECTED	12	7.2	2.6	14.2	SEA 3UPDECK
OP27	VENT27	UNPROTECTED	12	7.2	-2.6	14.2	SEA 3UPDECK
OP28	VENT28	UNPROTECTED	14	8.8	5.6	13.65	SEA 3UPDECK
OP29	VENT29	UNPROTECTED	14	8.8	-5.6	13.65	SEA 3UPDECK
OP30	VENT33	UNPROTECTED	60	45.6	-1.5	4.4	C44N1ENGSTOREWORK B13ENGRM
OP31	VENT34	UNPROTECTED	45	33.6	-0.5	3.6	B13ENGRM B36AUXENGRM
OP32	VENT35	UNPROTECTED	33	24	-1.5	3.6	B36AUXENGRM B36POWERN2ENGSTORE

Πίνακας 4.4-1. Διαμερίσματα του πλοίου «ROPAX16»



Σχ. 4.4-1. Σχέδιο Γενικής Διάταξης του πλοίου «ROPAX16»

Μετά την ολοκλήρωση της διαμερισματοποίησης του πλοίου στο υποσύστημα Ship Model – SM, πραγματοποιήθηκε η δημιουργία των damage zones στο υποσύστημα Damage Stability – DAM, οι οποίες ορίστηκαν με βάση τις εγκάρσιες φρακτές και τα καταστρώματα. Καθορίστηκαν έτσι οι ζώνες που θα χρησιμοποιηθούν για τη δημιουργία σεναρίων βλάβης του πλοίου με την απλοποιημένη διάταξη, στο πιθανοθεωρητικό μοντέλο. Οι ζώνες που επιλέχθηκαν είναι ίδιες με αυτές του «ROPAX1» .

4.4.2. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΠΙΘΑΝΟΘΕΩΡΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΤΗΣ SOLAS 2009

Στο σημείο αυτό εφαρμόστηκε το πιθανοθεωρητικό μοντέλο της SOLAS 2009 για τη μελέτη της ευστάθειας μετά από βλάβη στο πλοίο «ROPAX16» , με ενωμένα διαμερίσματα, ως επιπλέον openings.

Απαραίτητο για τη διαδικασία αυτή, όπως έχει προαναφερθεί, είναι η εύρεση των τριών καταστάσεων φόρτωσης για το Deepest Subdivision Draught, d_s , το Partial Subdivision Draught, d_p και το Lightest Subdivision Draught, d_l . Οι αναγκαίες καταστάσεις φόρτωσης ταυτίζονται με αυτές που έχουν υπολογιστεί για το επιβατηγό – οχηματαγωγό πλοίο «ROPAX1» .

Για την διάταξη του πλοίου «ROPAX16» χρησιμοποιήθηκε ο ίδιος πολυ-αλγόριθμος μακροεντολών (macro) που είχε δημιουργηθεί για το «ROPAX1» . Το πλήθος των επιβατών, των αξιωματικών και του πληρώματος (N_1 , N_2 , N_p) , τα βυθίσματα d_s , d_p , d_l και τα αντίστοιχα μετακεντρικά ύψη GM-Subd, GM-Part και GM-Lght, η διαγωγή tr_l , οι διαχωρητότητες P_s , P_p , P_l και οι ροπές $mPass$, $mWind$, $mSurv$ και $mHeel$ παρέμειναν σταθερά. Στο macro που εκτελέστηκε για τους πιθανοθεωρητικούς υπολογισμούς στο πλοίο «ROPAX16» παρέμειναν σταθερές και οι ζώνες υποδιαίρεσης του πλοίου.

Με βάση τις μεταβλητές που αναφέρθηκαν και τις ζώνες υποδιαίρεσης που έχουν οριστεί, εκτελείται ο πολυ-αλγόριθμος μακροεντολών (macro) και δημιουργείται αρχικά ο πίνακας ορίων διαμερισμάτων (compartments limits table – CLIM) , που παρουσιάζεται στο Παράρτημα Α.

Στη συνέχεια υπολογίζεται ο A-Index για πέντε ζώνες, ακολουθώντας τους κανόνες του πιθανοθεωρητικού μοντέλου που προβλέπει η SOLAS 2009. Στον Πίνακα 4.4-2 που παρουσιάζεται φαίνονται τα αποτελέσματα αναλυτικά. Αναγράφεται το μήκος υποδιαίρεσης, το κοίλο, ο αριθμός των ατόμων N_1 και N_2 , ο Απαιτούμενος Δείκτης Υποδιαίρεσης R, ο Επιτευχθείς Δείκτης Υποδιαίρεσης A, τα βυθίσματα Deepest Subdivision Draught, Partial Subdivision Draught και Lightest Subdivision Draught, τα μετακεντρικά ύψη GM για τα βυθίσματα αυτά, κλπ. Στο Σχ. 4.4-2, φαίνονται οι τιμές του S factor για κάθε κατάκλυση διαμερισματος, ή συνδυασμού διαμερισμάτων. Με πράσινο χρώμα συμβολίζονται τα $S \geq 0,99$, για το κίτρινο ισχύει ότι $0,99 > S > 0,05$ και για το κόκκινο ισχύει ότι $S < 0,05$. Στο φόντο, με λευκό χρώμα ισχύει ότι $P \cdot V \cdot S < 0,0001$ (or empty damage) .

ATTAINED AND REQUIRED SUBDIVISION INDEX

Subdivision length 123.867 m
 Breadth at the load line 19.000 m
 Breadth at the bulkhead deck 19.000 m
 Number of persons N1 0
 Number of persons N2 1560

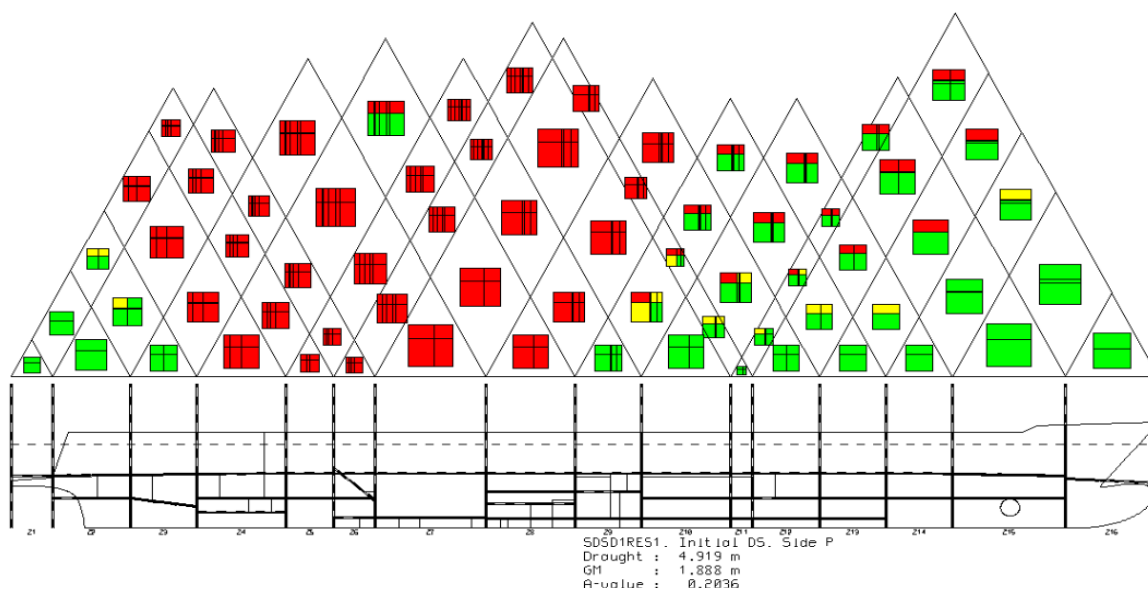
Required subdivision index R = 0.78401

Attained subdivision index A = 0.53460

INITDAMTAB	T m	GM m	SUBD	WCOEF	A-index
DL SDSA1-P	4.043	2.238	SOLAS	0.200	0.05079
DL SDSA2-P	4.043	2.238	SOLAS	0.200	0.06721
DP SDSA1-P	4.569	1.716	SOLAS	0.400	0.10158
DP SDSA2-P	4.569	1.716	SOLAS	0.400	0.11143
DS SDSA1-P	4.919	1.888	SOLAS	0.400	0.10158
DS SDSA2-P	4.919	1.888	SOLAS	0.400	0.10202
TOTAL					0.53460

DAMAGES	W*P*V*S
1-zone damages	0.25394
2-zone damages	0.22409
3-zone damages	0.04777
4-zone damages	0.00698
5-zone damages	0.00182
A-index Total	0.53460

Πίνακας 4.4-2. A-Index (SOLAS 2009) για το πλοίο «ROPAX16»



Σχ. 4.4-2. Τρίγωνα Κατάκλυσης για το πλοίο «ROPAX16»

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του *Πίνακα 4.4-2*, για το πλοίο «ROPAX16» , του *Πίνακα 3.5-6*, για το πλοίο αναφοράς «ROPAX1» , αλλά και από το *Σχ. 4.4-2*, παρατηρείται πως ο δείκτης A είναι πολύ μικρότερος στην περίπτωση που υπάρχουν ενωμένα διαμερίσματα ως openings. Η πιθανότητα επιβίωσης, όπως γίνεται φανερό και από το *Σχ. 4.4-2*, είναι πολύ μικρή στην περιοχή όπου τοποθετήθηκαν openings για να επικοινωνούν οι δεξαμενές.

Με βάση τα παραπάνω αποτελέσματα, εξάγεται το συμπέρασμα πως η ευστάθεια του πλοίου εξαρτάται πάρα πολύ από τα στεγανά διαμερίσματα και την υποδιαίρεση.

Η κατασκευή διαμερισμάτων που ενώνονται είναι αρνητικός παράγοντας για την ευστάθεια, διότι μπορεί να προκύψει διαδοχική κατάκλυση και να επεκταθεί σε μεγάλο βαθμό η βλάβη.

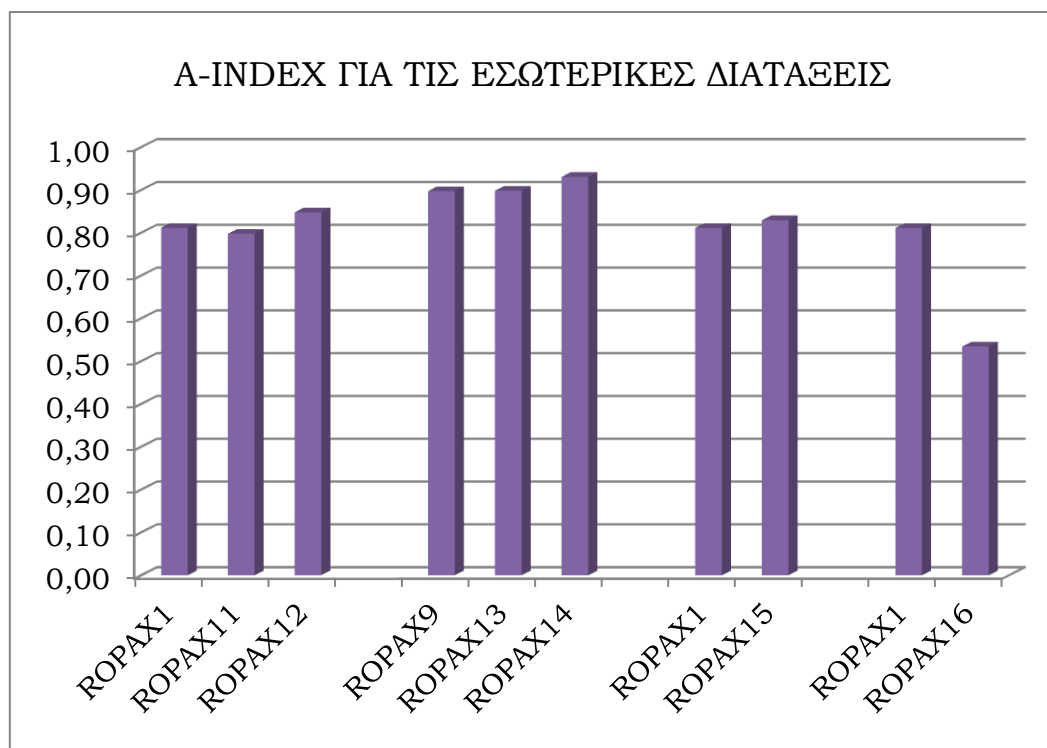
Επομένως, θα πρέπει να γίνει σωστή προμελέτη και σχεδίαση, ώστε να αποφευχθούν τέτοιου είδους φαινόμενα, που μπορούν να οδηγήσουν στην έλλειψη ευστάθειας και ως εκ τούτου, στην ανατροπή/βύθιση του πλοίου.

4.5. ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΜΕΝΩΝ ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ

Στο σημείο αυτό γίνεται μία σύγκριση των διατάξεων που εξετάστηκαν, με βάση το δείκτη A. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται συνοπτικά στον Πίνακα 4.5-1, και απεικονίζονται γραφικά, σε σχέση με την κανονική διάταξη, στο Σχ. 4.5-1.

Version	Beam	Depth	Light Ship	Disp Subd	Disp Part	Disp Lght	GM Subd	GM Part	GM Lght	A-SOLAS
ROPAX11	19,0	6,6	4276,6	6270,8	5645,0	4815,0	1,89	1,72	2,24	0,79791
ROPAX12	19,0	6,6	4276,6	6270,8	5645,0	4815,0	1,89	1,72	2,24	0,84803
ROPAX13	19,4	7,0	4408,0	6402,2	5776,5	4946,4	2,05	1,88	2,46	0,89850
ROPAX14	19,4	7,0	4408,0	6402,2	5776,5	4946,4	2,05	1,88	2,46	0,93080
ROPAX15	19,0	6,6	4276,6	6270,8	5645,0	4815,0	1,89	1,72	2,24	0,82980
ROPAX16	19,0	6,6	4276,6	6270,8	5645,0	4815,0	1,89	1,72	2,24	0,53460

Πίνακας 4.5-1. A-Index (SOLAS 2009) για όλες τις τροποποιήσεις στη διάταξη



Σχ. 4.5-1. A-Index για τις τροποποιημένες εσωτερικές διατάξεις

Όπως γίνεται φανερό από τον *Πίνακα 4.5-1* και από το *Σχ. 4-5.1*, παρατηρείται πως η απλοποιημένη διάταξη «ROPAX11», που περιλαμβάνει μόνο καταστρώματα και εγκάρσιες φρακτές, σε σχέση με το πλοίο αναφοράς «ROPAX1» εμφανίζει χαμηλότερο δείκτη A, ικανοποιώντας όμως τον κανονισμό ($A=0,79791 > R=0,78401$). Ο δείκτης εμφανίζεται αρκετά υψηλός στην απλοποιημένη διάταξη, κυρίως διότι η κατάκλυση οδηγεί σε μηδενική εγκάρσια κλίση. Ο δείκτης, όμως, του βασικού πλοίου «ROPAX1» εξακολουθεί να είναι μεγαλύτερος, διότι στο πλοίο «ROPAX11» υπάρχει μεγαλύτερη πιθανότητα εισχώρησης ύδατος στο κατάστρωμα οχημάτων.

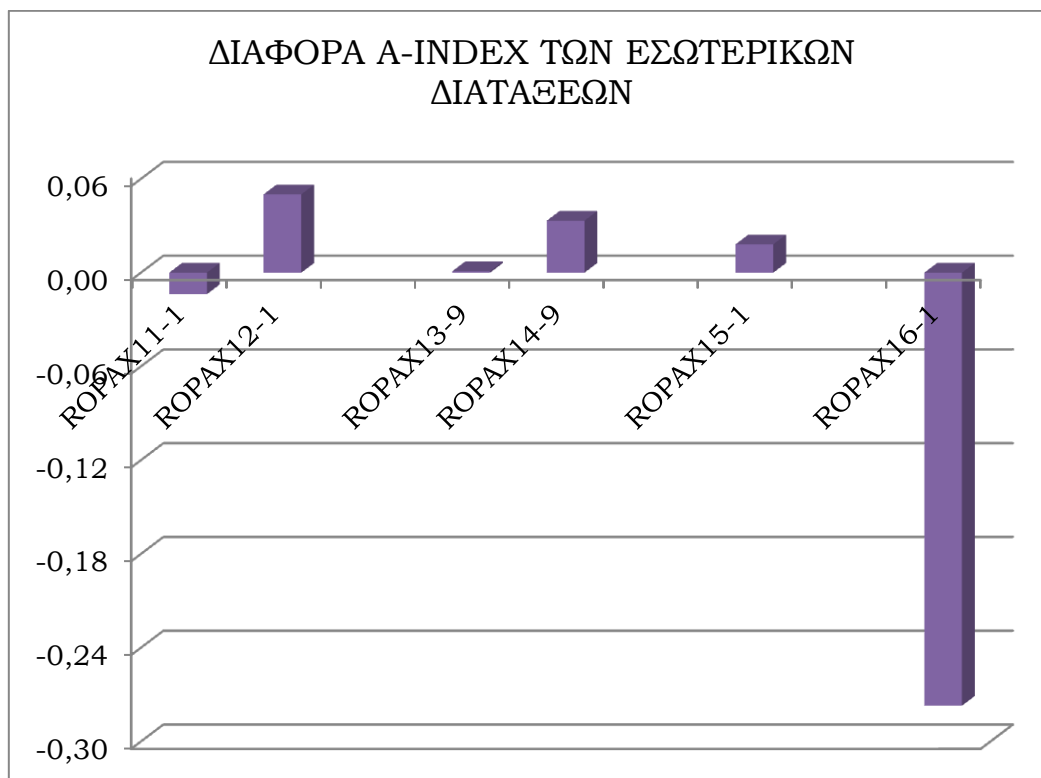
Αντίθετα, το πλοίο «ROPAX12», που διαθέτει απλοποιημένη διάταξη μέχρι το κατάστρωμα στεγανών φρακτών και στο κατάστρωμα οχημάτων πλευρικά δεξαμενών στο πίσω και το μπροστινό μέρος του πλοίου, εμφανίζει μεγαλύτερο δείκτη A από το πλοίο αναφοράς «ROPAX1». Αυτό συμβαίνει διότι με την τοποθέτηση των πλευρικών δεξαμενών μειώνεται αρκετά η πιθανότητα κατάκλυσης του καταστρώματος οχημάτων, το οποίο έχει πολύ μεγάλο όγκο και η κατάκλυσή του θα συνέβαλε αρνητικά στην ευστάθεια του πλοίου, οδηγώντας ίσως σε ανατροπή/βύθιση.

Παρόμοια συμπεράσματα εξάγονται και από τη μελέτη των αποτελεσμάτων για το πλοίο με αυξημένο πλάτος κατά $\delta B=0,40m$ και κατάστρωμα στεγανών φρακτών κατά $\delta D=0,40m$. Το απλοποιημένης διάταξης πλοίο «ROPAX13» εμφανίζει δείκτη $A=0,89850$, ελαφρά μεγαλύτερο από το «ROPAX9», εξαιτίας του γεγονότος της μείωσης εγκάρσιας κλίσης. Το πλοίο «ROPAX14», με τις επιπλέον πλευρικές δεξαμενές σε σχέση με το «ROPAX13», παρουσιάζει ακόμα μεγαλύτερο δείκτη $A=0,93080$, αποτέλεσμα που είναι αναμενόμενο, αφού ταυτόχρονα μειώνεται η εγκάρσια κλίση και η πιθανότητα εισχώρησης ύδατος στο κατάστρωμα οχημάτων.

Στην περίπτωση του «ROPAX15» εξετάστηκε το βασικό πλοίο αναφοράς, με πλευρικά casings, αντί για ένα κεντρικό (HELPCARDECK). Ο δείκτης που εξήχθη είναι μεγαλύτερος από αυτόν του «ROPAX1», διότι και πάλι μειώνεται η πιθανότητα εισχώρησης νερού στο κατάστρωμα οχημάτων.

Τέλος, εξετάστηκε μία τροποποιημένη διάταξη του βασικού πλοίου αναφοράς, το πλοίο «ROPAX16», όπου ορισμένες δεξαμενές, με τη βοήθεια unprotected openings, επικοινωνούν. Στην περίπτωση αυτή ο δείκτης A εμφανίζεται πολύ μικρός, μη καλύπτοντας τον κανονισμό, κάτι που είναι λογικό, αφού υπάρχει το ενδεχόμενο διαδοχικής κατάκλυσης πολλών και σημαντικών διαμερισμάτων.

Στο *Σχ. 4.5-2* που ακολουθεί απεικονίζονται οι διαφορές των A-Index για τις τροποποιημένες εσωτερικές διατάξεις σε σχέση με τις βασικές διατάξεις που παρουσιάστηκαν στο *Κεφάλαιο 3*.



Σχ. 4.5-2. Διαφορά A-Index των τροποποιημένων διατάξεις σε σχέση με τις βασικές

Επομένως, με βάση και το Σχ. 4.5-2, παρατηρείται πως ο δείκτης του βασικού πλοίου αναφοράς εξαρτάται αρκετά από το σχεδιασμό της εσωτερικής διάταξης, της τοποθέτησης συμμετρικών δεξαμενών ως προς την Centerline για την αποφυγή φαινομένων εγκάρσιας κλίσης και πλευρικών διαμερισμάτων και casings για την αποφυγή εισχώρησης ύδατος στο κατάστρωμα των οχημάτων.

Το ίδιο ισχύει και για το πλοίο με αυξημένο πλάτος $\delta B=0,40m$, όπου ο δείκτης επηρεάζεται και πάλι από την εσωτερική διάταξη, σε ελαφρά μικρότερο όμως βαθμό σε σχέση με το βασικό πλοίο αναφοράς, εξαιτίας της επιρροής του αυξημένου πλάτους στη μείωση της εγκάρσιας κλίσης και ως εκ τούτου, του δείκτη A.

Τέλος, ο A-Index εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την επικοινωνία διαμερισμάτων και το ενδεχόμενο διαδοχικής κατάκλυσης, κάτι που μειώνει σημαντικά το δείκτη και θα πρέπει να προβλεφθεί στη σχεδίαση της εσωτερικής διάταξης του πλοίου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο : ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ ΚΑΙ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ. ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΕΡΕΥΝΑ

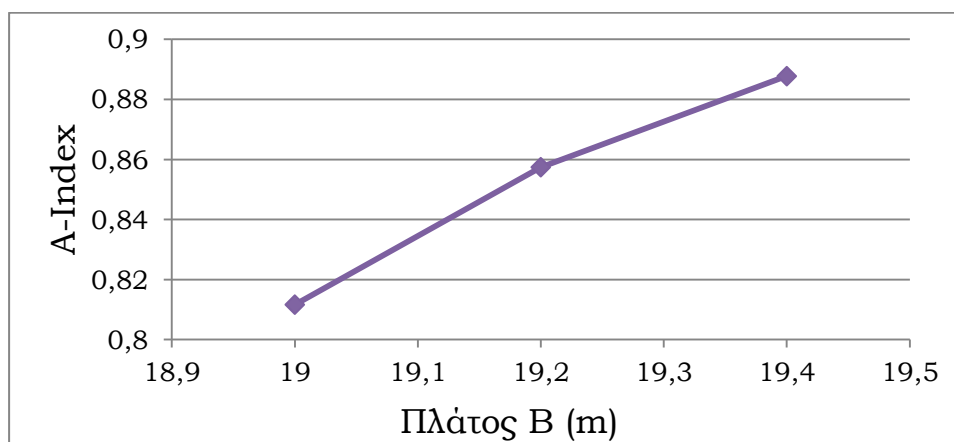
Το κύριο αντικείμενο μελέτης στην παρούσα διπλωματική ήταν η ευστάθεια μετά από βλάβη και συγκεκριμένα, οι νέοι πιθανοθεωρητικοί κανονισμοί για τα επιβατηγά – οχηματαγωγά πλοία.

Αρχικά δημιουργήθηκε ένα μοντέλο τύπου ROPAX, με τη βοήθεια του ναυπηγικού λογισμικού NAPA. Στη συνέχεια μελετήθηκαν οι νέοι πιθανοθεωρητικοί κανονισμοί της SOLAS 2009 και εξήχθη το συμπέρασμα ότι το πλοίο που σχεδιάστηκε πληρούσε τις προϋποθέσεις του κανονισμού και είχε τη δυνατότητα να επιβιώσει.

Για να βελτιωθεί όμως η ευστάθεια του πλοίου και η επιβιωσιμότητά του, εισήχθησαν Risk Control Options (RCO's) , που αφορούσαν στις βασικές διαστάσεις του πλοίου και συγκεκριμένα, στο πλάτος και το ύψος του καταστρώματος στεγανών φρακτών. Πραγματοποιήθηκαν έτσι αρκετές τροποποιήσεις, ώστε να μελετηθεί η συμπεριφορά του δείκτη A σε σχέση με τις διαστάσεις του πλοίου και παρατηρήθηκε πως το πλάτος ήταν αυτό που είχε καθοριστικό ρόλο στην αύξηση του δείκτη. Χαρακτηριστικά είναι ο Πίνακας 5-1 και το Σχ. 5-1, που ακολουθούν, στα οποία φαίνεται η επιρροή του πλάτους B στο δείκτη A.

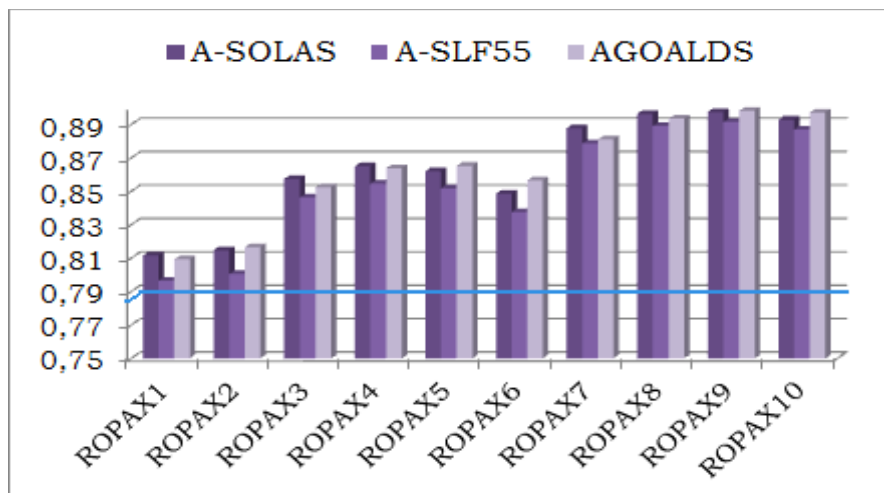
B	A	Difference - A
19	0,81167	-
19,2	0,85744	0,04577
19,4	0,88774	0,07607

Πίνακας 5-1. A-Index, 1-A (SOLAS 2009) για εναλλακτικές σχεδιάσεις



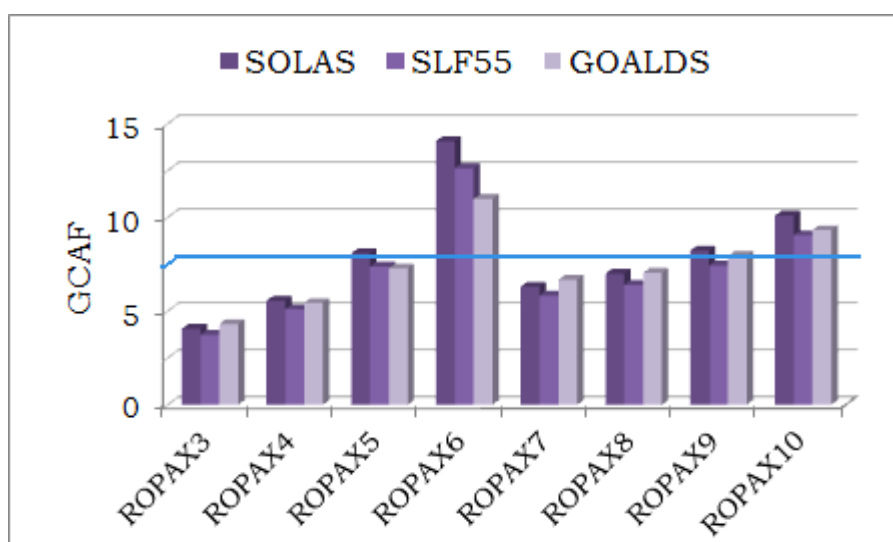
Σχ. 5-1. A-Index (SOLAS 2009) για εναλλακτικές σχεδιάσεις

Εκτός από το πιθανοθεωρητικό μοντέλο της SOLAS 2009, εξετάστηκε η μέθοδος GOALDS και η νέα πρόταση SLF 55, για όλες τις εναλλακτικές σχεδιάσεις. Τα αποτελέσματα φαίνονται στο Σχ. 5-2, που ακολουθεί (με μπλε γραμμή σημειώνεται ο Απαιτούμενος Δείκτης R) .



Σχ. 5-2. Σύγκριση των A-Index όλων των μεθόδων για τις εναλλακτικές σχεδιάσεις

Οι τροποποιήσεις στο πλοίο αναφοράς εξετάστηκαν και με τη βοήθεια οικονομικών στοιχείων, που υπολογίστηκαν για κάθε σχεδίαση, ώστε να βρεθεί η πιο ικανοποιητική λύση για τη βελτίωση της ευστάθειας κατόπιν βλάβης. Οι κυριότερες παράμετροι για την αξιολόγηση των αποτελεσμάτων είναι ο δείκτης A, για την ευστάθεια του πλοίου μετά από βλάβη, το ακαθάριστο κόστος για την αποφυγή ενός θανάτου GCAF και η πιθανότητα απώλειας ζωής PLL. Στο Σχ. 5-3, που ακολουθεί παρουσιάζεται το GCAF των σχεδιάσεων (με μπλε γραμμή σημειώνεται το όριο \$7,45εκατομμύρια/απώλεια ζωής του GCAF) .



Σχ. 5-3. Σύγκριση των GCAF όλων των μεθόδων για τις εναλλακτικές σχεδιάσεις

Όπως επισημάνθηκε στη διπλωματική και όπως φαίνεται και από το παραπάνω σχήμα, δεν ικανοποιούν όλα τα πλοία, το κριτήριο του GCAF και επομένως δεν προτείνονται ως βέλτιστες εναλλακτικές σχεδιάσεις, λόγω μεγάλου κόστους.

Στη συγκεκριμένη διπλωματική εξετάστηκαν επίσης τροποποιημένες διατάξεις της εσωτερικής διαμόρφωσης του πλοίου, για να μελετηθεί η συμπεριφορά του δείκτη A σε σχέση με την εσωτερική διάταξη. Μελετήθηκε η απλοποιημένη διάταξη στο βασικό πλοίο και το πλοίο με αυξημένο πλάτος, όπου το πλοίο αποτελείται από καταστρώματα και εγκάρσιες φρακτές και μία άλλη απλοποιημένη διάταξη, η οποία στο κατάστρωμα οχημάτων είχε προωαία και πρυμναία casings.

Επίσης, στο βασικό πλοίο έγιναν ορισμένες αλλαγές στην ήδη υπάρχουσα διάταξη. Τροποποιήθηκε το central casings και δημιουργήθηκαν δύο πλευρικά, ενώ μελετήθηκαν οι watertight doors και η περίπτωση που κατακλύζόντουσαν τα διαμερίσματα που ενώνονταν με αυτές.

Το συμπέρασμα που προέκυψε ήταν ότι στην αρχή της κατασκευής του πλοίου ο δείκτης A είναι αρκετά υψηλός, αλλά αυξάνεται αρκετά όταν στο κατάστρωμα οχημάτων δημιουργούνται προωαία και πρυμναία Casings.

Το ίδιο συνέβη και με την αλλαγή του central casings σε δύο πλευρικά, μόνο που εκεί ο δείκτης αυξήθηκε λιγότερο. Τέλος, αν τα διαμερίσματα τα οποία ενώνονται με watertight doors κατακλύζονταν και είχαμε έτσι κλιμακωτή κατάκλυση, τότε ο δείκτης A θα έπεφτε ραγδαία (διαμερίσματα μηχανοστασίου).

Επομένως, στη διπλωματική που παρουσιάστηκε μελετήθηκε το πιθανοθεωρητικό μοντέλο και εισήχθησαν ορισμένα Risk Control Options (RCO's) . Επίσης έγιναν τροποποιήσεις και στην εσωτερική διάταξη του πλοίου. Ορισμένες προτάσεις για συνέχιση της έρευνας είναι οι εξής:

- Μελέτη πλοίου τροποποιημένης εσωτερικής διάταξης
 - Lower Hold
 - Cross Pipes
 - Δεξαμενές που περιέχουν ειδικά υλικά
 - Προσθήκη εγκάρσιων και διαμήκων φρακτών
 - Αλλαγή ύψους διτυθμένου
- Μελέτη ROPAX διαφορετικού μεγέθους
- Μελέτη Πιθανοθεωρητικών Μεθόδων σε Συνδυασμό με Προσδιοριστικές (SOLAS 90 και Stockholm Agreement)

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Απόστολος Δ. Παπανικολάου , Μελέτη Πλοίου-Μεθοδολογίες Προμελέτης Πλοίου Τεύχος 1 & 2, Εκδόσεις Συμεών, Αθήνα 2009
2. Γεώργιος Δ. Τζαμπίρας, Υδροστατική και Ευστάθεια Πλοίου I, Αθήνα 2007
3. Γεωργίος Δ. Τζαμπίρας, Δημήτρα Π. Δαμάλα, Πάρις Π. Πέρρας, Υδροστατική και Ευστάθεια Πλοίου II – Ευστάθεια Πλοίου Μετά από Βλάβη, Αθήνα 2008
4. Γ. Ζαραφωνίτης, Εισαγωγή στη Ναυπηγική και τη Θαλάσσια Τεχνολογία, Αθήνα 2005
5. Ελευθερία Ηλιοπούλου, Μεθοδολογία ανάπτυξης νέων κανονισμών ευστάθειας πλοίων κατόπιν βλάβης και επιδράσεις στη μελέτη και σχεδίαση, Διδακτορική Διατριβή, Αθήνα 2006
6. International Maritime Organization (IMO), Consolidated text of the International Convention for the Safety of Life at Sea, 1974 and its Protocol of 1988: articles, annexes and certificates, Incorporating all amendments in effect from 1 July 2009, Fifth edition, 2009
7. IMO Revision of MSC/CIRC.650 – Report of SDS Working Group, Development of Explanatory Notes for Harmonized SOLAS Chapter II-1, Passenger Ship Safety, Harmonization of Damage Stability Provisions in other IMO Instruments, Revision of Resolution A.266 (VIII), 27 July 2006
8. IMO and ro-ro safety, January 1997
9. Napa Manuals 2013
10. Ralf Eklund and Daniel Lindroth, Damage Stability According to SOLAS 2009, Napa Ltd
11. Γ. Ζαραφωνίτης, Σ. Σκούπας, Γ. Κατσαούνης, Α. Παπανικολάου, Ανάπτυξη και εφαρμογή ολοκληρωμένης μεθοδολογίας για τη μελέτη και σχεδίαση Ε/Γ-Ο/Γ πλοίων, 2008
12. George Zaraphonitis, Multi-objective Optimization of Passenger Ships with Emphasis on Enhanced Survivability in Damaged Condition, May 2013
13. Deltamarin LTD – Safety At Sea LTD, Impact Assessment on the design of new cruise liners, Ro-Ro passenger ships and cargo vessels of the forthcoming revision to SOLAS CH II-1, PART A, B & B-1 relating to subdivision and probabilistic damage stability, Large RO-PAX design, June 2006

14. Ευάγγελος Κ. Μπουλουγούρης, Βέλτιστη Σχεδίαση Πλοίων με κριτήριο την επιβιωσιμότητα κατόπιν βλάβης με έμφαση στα Ε/Γ-Ο/Γ και Πολεμικά Πλοία, Τεχνικά Χρονικά, Ιανουάριος – Φεβρουάριος 2005
15. Report of the Maritime Safety Committee on its eightieth session, 6 June 2005
16. Cichowicz, J., Tsakalakis, N., Vassalos, D. and Jasionowski, A. , Survivability of passenger vessels – re-engineering of the s-factor, Proceedings of the 12th Int. Ship Stability Workshop, Washington D.C., 2011
17. GOALDS, “Goal-based Damage Stability”, Project funded by the European Commission, FP7- DG Research, Grant Agreement 233876, (2009-2012)
18. Papanikolaou, A., Review of Damage Stability of Ships - Recent Developments and Trends. Proc. PRADS 2007, Houston, October 2007
19. George Zaraphonitis, Sotiris Skoupas, Apostolos Papanikolaou, Mike Cardinale, Multiobjective Optimization of watertight subdivision of ROPAX ships considering the SOLAS 2009 and GOALDS damage stability formulations, 11th International Conference on the Stability of Ships and Ocean Vehicles, 23-28 September 2012, Athens, Greece
20. Papanikolaou, A., Byung Suk Lee, Mains, C., Olufsen, O., Vassalos, D. and Zaraphonitis, G., “GOALDS – Goal Based Ship Stability & Safety Standards”, Transport Research Arena, Athens, 23-26 April, 2012
21. Papanikolaou, A., Hamann, R., Byung Suk Lee, Mains, C., Olufsen, O., Vassalos, D., Zaraphonitis, G., GOALDS—Goal Based Damage Ship Stability and safety standards. Accid. Anal. Prev., 2013
22. Andrzej Jasionowski, Study of the specific damage stability parameters of Ro-Ro passenger vessels according to SOLAS 2009 including water on deck calculation, Project No EMSA/OP/08/2009, University of Strathclyde, UK
23. Work Plan for the SDS Task Force, SLF 55, InterFerry Task Force, 18-22 February 2013
24. Henning Luhmann, Comparison of RoPax Designs SOLAS 90 and SA vs SOLAS2009, EUROYARDS Stability Group, MEYER WERFT GmbH, 12 March 2009
25. Andreas Hildingsson, Impact of the ”Stockholm Agreement” on new probabilistic damage stability rules, Master of Science Thesis, Chalmers University of Technology, Göteborg, Sweden, 2006
26. IMO, MSIS024/ APPENDIX C - Guidance on Application of Stockholm Agreement

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α: ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΩΝ ΣΧΕΔΙΑΣΕΩΝΑ.1. ROPAX2

Α.1.1. ΚΥΡΙΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Reference dimensions

TDWL	4.9	design draught	
AP	0	aft perpendicular	(HULL/TDWL ->-2.129)
FP	112	fore perpendicular	(HULL/TDWL ->117.368)
LREF	112	reference length	calculated FP-AP
XREF	56	reference point	((FP+AP)/2 ->56)
XMID	56	largest frame	
XMIN	-5.6471	aft end	(HULL ->-5.647)
XMAX	118.7801	fore end	(HULL ->118.78)
LOA	124.4272	length over all	calculated XMAX-XMIN
BREF	19	reference breadth	(HULL/TDWL ->19)
BMAX	19	maximum breadth	(HULL ->19)
HSD	4.9432	subdivision draught	
HMAX	17.4432	total height	
SHEL	0.01	shell thickness	
KEEL	0.01	keel	
RHO	1.025	seawater density	
FRAMES	0, 0.6, 12,0.8, 138,0.6		

Πίνακας Α.1-1. Κύριες Διαστάσεις του πλοίου «ROPAX2»

Α.1.2. ΥΔΡΟΣΤΑΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

T	DISP	LCB	KMT	CB	WLA	MCT	TPC
m	t	m	m	m ²	tm/cm	t/cm	
4.000	4684.8	53.548	10.966	0.5345	1584.9	99.7	16.2
4.100	4848.8	53.483	10.987	0.5398	1615.2	104.3	16.6
4.200	5015.5	53.406	10.899	0.5451	1632.7	106.8	16.7
4.300	5183.7	53.329	10.845	0.5503	1648.7	109.2	16.9
4.400	5353.5	53.250	10.756	0.5554	1663.8	111.4	17.1
4.500	5525.6	53.164	10.764	0.5606	1688.8	115.6	17.3

4.600	5699.4	53.074	10.719	0.5657	1707.1	118.6	17.5
4.700	5875.6	52.976	10.720	0.5708	1735.5	123.5	17.8
4.800	6054.6	52.866	10.702	0.5760	1755.6	126.9	18.0
4.900	6235.7	52.751	10.701	0.5811	1777.4	130.9	18.2
5.000	6419.3	52.623	10.738	0.5863	1807.2	136.6	18.5
5.100	6607.0	52.475	10.792	0.5916	1852.3	146.3	19.0
5.200	6799.0	52.303	10.786	0.5971	1902.4	156.7	19.5
5.300	6994.8	52.115	10.699	0.6027	1916.2	158.9	19.6
5.400	7191.8	51.938	10.601	0.6082	1922.0	159.7	19.7
5.500	7389.1	51.771	10.506	0.6136	1928.9	161.2	19.8
5.600	7587.3	51.615	10.414	0.6189	1935.5	162.6	19.8
5.700	7786.1	51.471	10.325	0.6240	1941.8	164.0	19.9
5.800	7985.5	51.336	10.239	0.6290	1947.8	165.3	20.0
5.900	8185.5	51.212	10.144	0.6338	1951.6	166.1	20.0

Πίνακας Α.1-2. Υδροστατικά Στοιχεία του πλοίου «ΡΟΡΑΧ2»

A.1.3. ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ

NAME	PURP	VOLM	VNET	CGX	CGY	CGZ	IY*RHO	IY/ IMO
	m3	m3	m	m	m	tm	tm	
----- CAPACITY	OF	Diesel	Oil	(RHO=0.85)				
C44MGOSERVTKSS	DO	14.3	14.0	56.40	-3.15	5.30	6.1	6
C0MGOSTORTKS	DO	46.6	45.7	51.60	-2.70	0.60	80.3	79
----- SUBTOTAL	DO	60.9	59.6	52.72	-2.80	1.70		
CAPACITY	OF	Deck	Store	(RHO=1)				
A3DECKOTHERSPD3AP	DST	317.2	317.2	3.32	7.36	9.06	106.9	95
E3DECKESCNI DECK STORE	DST	112.5	112.5	85.88	-7.52	9.41	35.2	41
----- SUBTOTAL	DST	429.7	429.7	24.94	3.47	9.15		
CAPACITY	OF	Heavy	Fuel	(RHO=0.98)				
			Oil					
D36N2HFOSTORTKC	FO	114.5	112.2	68.40	0.00	4.90	48.4	47

D36N3HFOSTORTKP	FO	107.5	105.4	68.25	3.56	4.90	40.7	41
D36N1HFOSTORTKS	FO	107.5	105.4	68.25	-3.56	4.90	40.7	41
C12N4HFOSEKVTKPP	FO	62.0	60.8	57.45	1.48	3.57	9.5	8
C12N5HFOSETTTKPP	FO	62.8	61.5	57.60	4.08	3.83	5.4	8

SUBTOTAL	FO	454.3	445.2	65.34	0.77	4.57		
CAPACITY	OF	Fresh	Water	(RHO=1)				
D36N1FWTKS	FW	64.5	63.2	79.20	-2.10	5.20	29.6	29
D36N2FWTKP	FW	64.5	63.2	79.20	2.10	5.20	29.6	29
B36N3FWTKC	FW	55.0	53.9	19.21	0.00	5.19	18.7	18

SUBTOTAL	FW	184.0	180.3	61.27	0.00	5.20		
CAPACITY	OF	Gener.	spaces	(RHO=1)				
A3DECKOTHERSPD3AS	GE	236.6	231.9	1.48	-7.19	9.00	82.6	72
E3DECKN1AHURMD3	GE	182.4	178.8	92.36	-6.16	9.48	92.7	102
E3DECKN1HYDEQRROOM	GE	249.8	244.8	101.77	5.09	9.88	112.4	109
E3DECKOTHERSPACED3	GE	182.4	178.8	92.36	6.16	9.48	92.7	102
HELP	GE	38.2	37.5	10.82	0.00	1.80	3.2	10
HELP4	GE	78.5	76.9	-3.22	0.00	5.58	2485.6	1277
HELP5	GE	18.3	17.9	-3.63	0.00	6.26	1965.6	378
FPFUPPERDECK	GE	363.8	356.5	111.64	0.00	10.53	632.0	554
HELPA0N12VOID	GE	87.4	85.6	20.98	0.00	2.88	2483.1	389
HELPCARDECK	GE	612.0	599.8	42.00	0.00	9.30	91.8	90
HELPA	GE	21.3	20.8	4.89	0.00	1.91	0.6	2

SUBTOTAL	GE	2070.7	2029.3	61.73	-0.21	8.93		
CAPACITY	OF	Gray	Water	(RHO=1)				
E0GRAYWATERTK	GWT	128.2	125.6	92.15	0.00	2.24	145.3	214
CAPACITY	OF	Lift	(RHO=1)					
E3DECKESCLIFT	LIF	112.5	112.5	85.88	7.52	9.41	35.2	41
CAPACITY	OF	Lub.	Oil	(RHO=0.9)				
C12CPPRGLOSTORTKS	LO	16.9	16.6	56.00	-3.15	2.80	4.3	4
C12MEAELOSTORTKS	LO	33.8	33.1	58.40	-3.15	2.80	8.6	8
B05813N1LOCIRCTKS	LO	6.2	6.1	40.80	-5.11	0.94	0.8	1
B05813N2LOCIRCTKS	LO	6.2	6.1	40.80	-2.31	0.94	0.8	1
B05813N3LOCIRCTKP	LO	6.2	6.1	40.80	2.31	0.94	0.8	1

B05813N4LOCIRCTKP	LO	6.2	6.1	40.80	5.11	0.94	0.8	1
B19STLSTORTKP	LO	4.9	4.8	23.20	0.90	2.75	0.7	1

SUBTOTAL	LO	80.4	78.8	50.32	-1.93	2.22		
CAPACITY	OF	Miscell.	(RHO=1)					
C0CWDRAINTKC	MIS	10.4	10.2	47.60	0.00	0.60	84.0	82
C0SLUDGETKP	MIS	15.6	15.2	49.20	2.70	0.60	31.5	31
C0FOOVFLTKP	MIS	15.6	15.2	51.60	2.70	0.60	31.5	31
C12LORNVTDTKS	MIS	6.5	6.4	51.60	-0.75	2.10	0.7	1
C12LORNVTGTKP	MIS	6.5	6.4	51.60	0.75	2.10	0.7	1
B0THERMALOILTKCC	MIS	20.8	20.4	34.91	0.00	0.66	52.0	50
B0FODRAINTKCC	MIS	6.8	6.7	37.31	0.00	0.65	2.5	2
B0DIRTYOILTKC	MIS	17.5	17.1	41.20	0.00	0.65	6.5	6
B19STLSDRAINTKS	MIS	4.9	4.8	23.20	-0.90	2.75	0.8	1

SUBTOTAL	MIS	104.4	102.3	43.52	0.76	0.91		
CAPACITY	OF	Machin.	Sp.	(RHO=1)				
E12N1PUMPRM	MMA	158.1	158.1	84.99	0.00	2.54	570.4	851
C12N2PUMPRM	MMA	225.8	225.8	59.51	-0.28	2.80	1848.6	1134
C12FON3PUMP	MMA	545.4	545.4	50.26	0.10	2.85	5115.9	4956
B13ENGRM	MMA	1253.4	1253.4	39.55	0.01	4.08	6859.0	5956
B36AUXENGRM	MMA	574.5	574.5	28.75	-0.01	5.19	5483.5	5358
A36STEERGEARM	MMA	228.1	228.1	2.63	0.00	5.65	4530.5	1544
E3DECKBOSUNPAINT STORE	MMA	249.8	249.8	101.77	-5.09	9.88	112.4	111

SUBTOTAL	MMA	3235.2	3235.2	45.25	-0.40	4.46		
CAPACITY	OF	Mach.	Store	(RHO=1)				
E36SEWRM	MST	266.0	266.0	92.20	0.00	5.34	1059.1	1508
E36ACPLANT	MST	343.6	343.6	85.08	0.00	5.29	2155.6	2647
C44N1ENGSTOREWORK	MST	437.8	437.8	50.40	0.00	5.60	5487.2	5487
B19SHAFTALLEY2	MST	14.7	14.7	21.20	0.00	2.75	9.3	9
B0SHAFTALLEY1	MST	133.0	133.0	26.81	0.00	2.40	814.3	168
B36POWERN2ENGSTORE	MST	357.3	357.3	19.97	0.00	5.20	4956.4	2628
E36BOWTHRU	MST	226.6	226.6	100.82	0.00	5.34	344.6	646

SUBTOTAL	MST	1778.9	1778.9	61.66	0.00	5.12		
CAPACITY	OF	Ro-Ro	Space	(RHO=1)				

3UPDECK	RORO	7889.2	7889.2	49.31	-0.08	9.29	43991.7	30536
CAPACITY	OF	Stairs	(RHO=1)					
C0SC1C	STA	15.5	15.5	54.00	2.69	0.60	31.5	31
C12SC2C	STA	7.9	7.9	54.00	0.75	2.30	0.7	1
C44ESCTRV6	STA	7.3	7.3	59.75	0.50	4.42	0.1	0
C0SCV9A	STA	0.5	0.5	53.90	-8.06	1.01	0.0	0
C12SCV9B	STA	7.2	7.2	53.99	-8.51	2.41	0.6	1

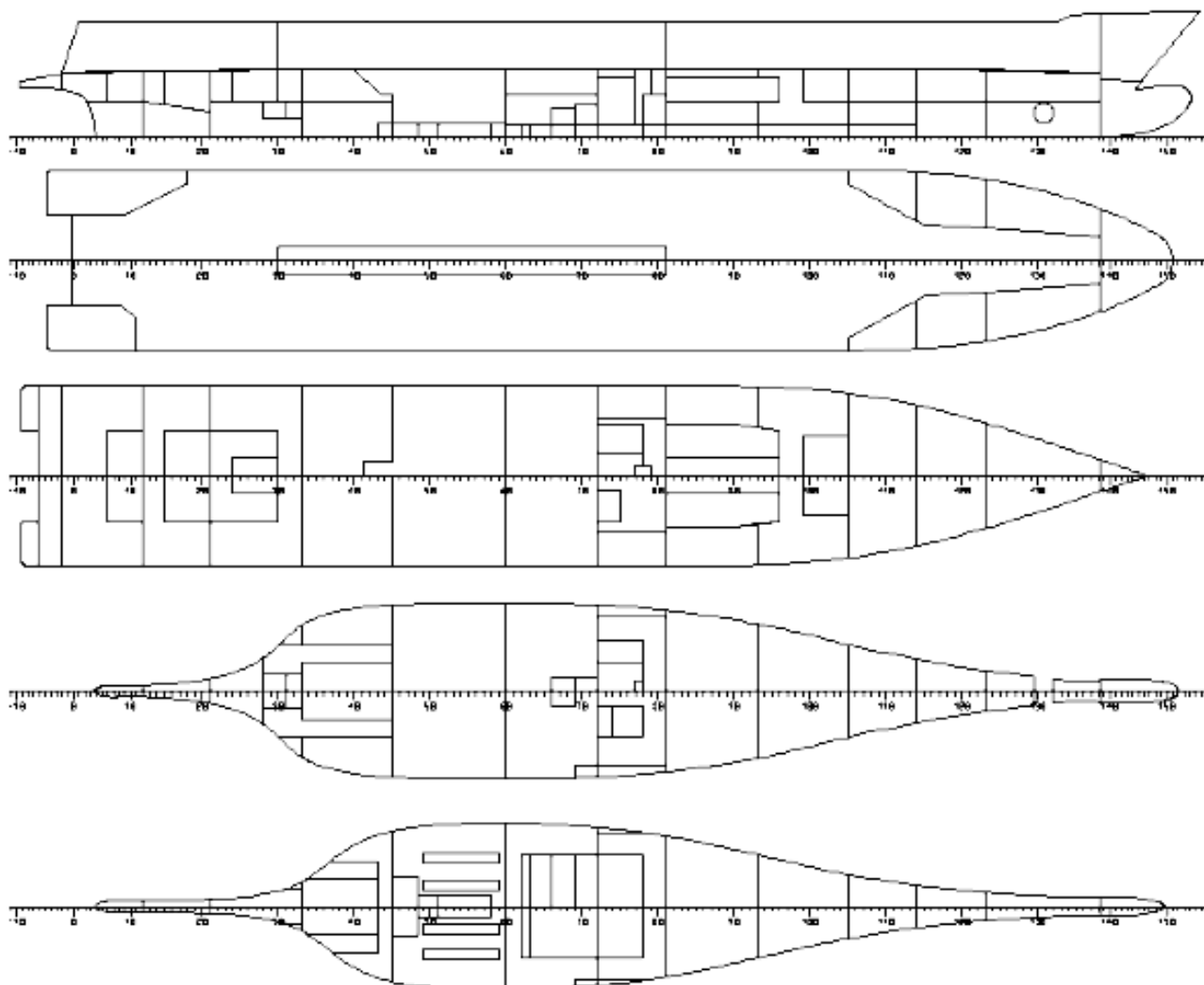
SUBTOTAL	STA	38.5	38.5	55.09	-0.37	2.02		
CAPACITY	OF	Void	(RHO=1.025)					
E0N1VOID	VOID	30.9	30.9	84.96	0.00	0.74	56.8	79
D0N3VOID	VOID	66.4	66.4	76.37	0.00	0.74	316.7	436
D12N2VOID	VOID	641.6	641.6	76.47	0.00	4.02	2960.1	2795
D0N5VOID	VOID	110.1	110.1	66.84	0.00	0.70	1135.5	1435
D12N4VOID	VOID	680.4	680.4	67.12	0.00	3.82	4615.0	3058
C0N7VOID	VOID	52.6	52.6	59.95	0.00	0.71	1388.1	569
C0N8VOID	VOID	60.5	60.5	57.58	0.00	0.62	516.5	495
C44N6VOID	VOID	142.0	142.0	59.44	-0.54	5.71	675.4	602
C0N9VOID	VOID	75.1	75.1	49.09	0.06	0.67	2650.9	1021
B0N10VOID	VOID	164.2	164.2	40.32	0.00	0.68	3441.6	2652
B0N11VOID	VOID	200.8	200.8	29.58	0.00	2.32	4012.4	951
B36N13VOID	VOID	164.1	164.1	17.62	0.00	5.18	525.0	348
B0N12VOID	VOID	115.1	115.1	18.24	0.00	2.23	184.1	148
A36N15VOID	VOID	81.1	81.1	5.47	0.00	5.41	272.1	184

SUBTOTAL	VOID	2584.8	2584.8	56.69	-0.03	3.24		
CAPACITY	OF	Water	Ballast	(RHO=1.025)				
F0FPTANK	WB	93.0	91.1	112.29	0.00	3.15	17.2	10
E0N1WBTKSS	WB	108.3	106.1	101.17	0.00	2.08	31.1	69
C0HEELTKP	WB	90.1	88.3	58.73	7.99	4.76	26.4	12
C0HEELTKS	WB	90.1	88.3	58.73	-7.99	4.76	26.4	12
B0N2WBTKP	WB	179.1	175.5	28.69	0.00	2.01	177.1	139
A3DECKN14VOID	WB	251.6	246.5	10.33	0.00	5.27	3849.0	1586
APA1N3WBTKC	WB	160.7	157.5	12.10	0.00	4.94	362.7	276

SUBTOTAL	WB	972.7	953.2	42.83	0.00	3.96		

TOTAL		20124.3	20043.2	52.09	0.00	6.77		

Πίνακας Α.1-3. Διαμερίσματα του πλοίου «ROPAX2»



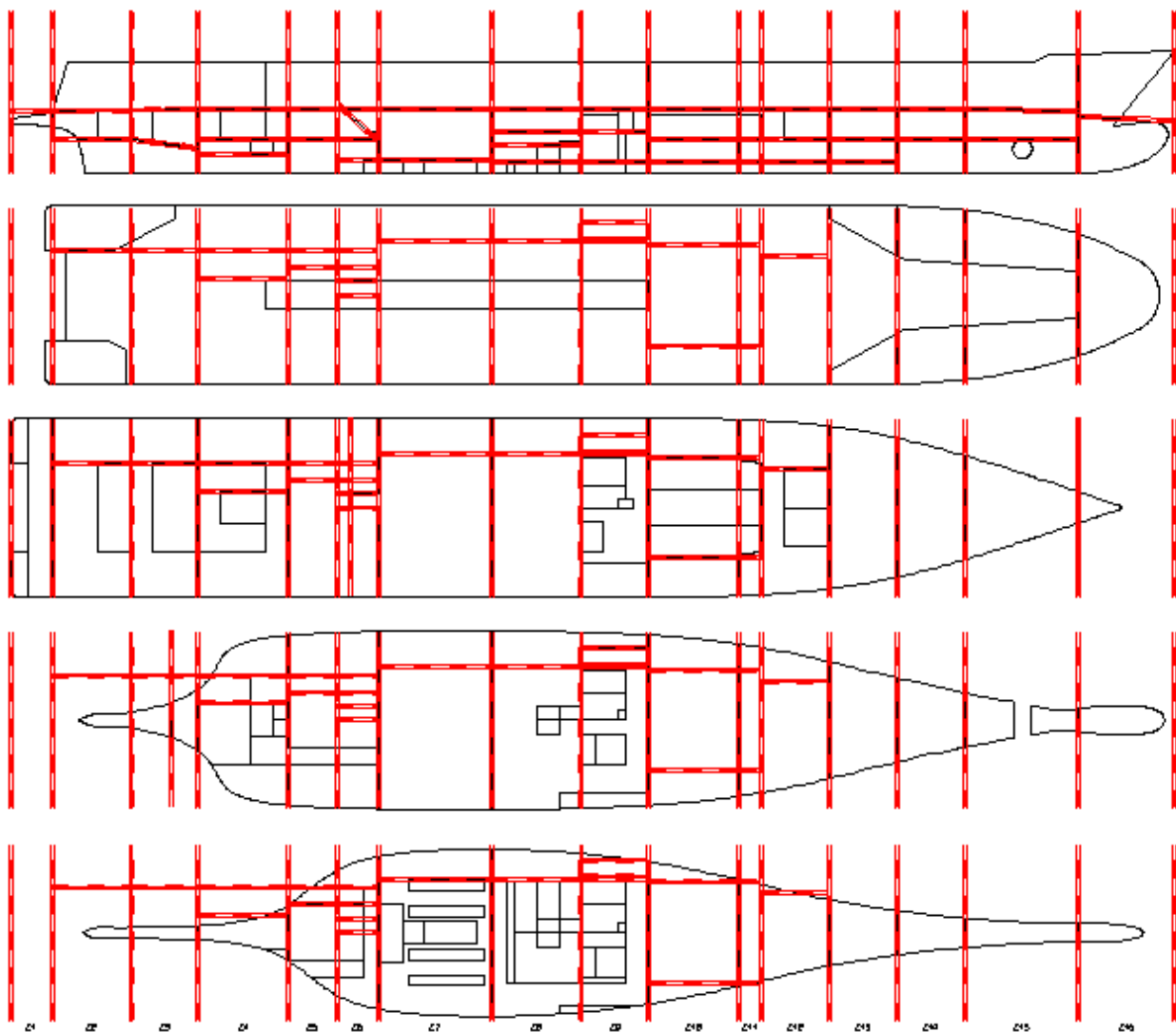
Σχ. Α.1-1. Σχέδιο Γενικής Διάταξης του πλοίου αναφοράς «ROPAX2»

A.1.4. ΥΠΟΔΙΑΙΡΕΣΗ

ZONE	TBA	TBF	LBP	LBS	DDN	DUP
Z1	DAMHULL2	#-2				3DECK
Z2	#-2	#12	4.8		3.6	3DECK
Z3	#12	#21	4.8		PA1	3DECK
Z4	#21	#33	4.8/1.8		1.9/3.6	3DECK
Z5	#33	#39.5	4.8/3		3.6	3DECK
Z6	#39.5	#45	4.8/3/1.5/0		1.3/3.6/PBAUX	3DECK
Z7	#45	#60	5.6688		PB2	3DECK

Z8	#60	#72	5.6688	1.2/3/4.4	3DECK
Z9	#72	#81	7.8/6/5.6688	1.2/4.4	3DECK
Z10	#81	#93	PDREF/PD1	1.2/3.6	3DECK
Z11	#93	#96	PDREF/PD1	1.2/3.6	3DECK
Z12	#96	#105	4.2	1.2/3.6	3DECK
Z13	#105	#114		1.2/3.6	3DECK
Z14	#114	#123		3.6	3DECK
Z15	#123	#138.3		3.6	3DECK
Z16	#138.3	DAMHULL2			PFF

Πίνακας Α.1-4. Ζώνες Υποδιαίρεσης (Damage Zones) του πλοίου αναφοράς «ROPAX2»



Σχ. Α.1-2. Απεικόνιση των Damage Zones για το πλοίο αναφοράς «ROPAX2»

A.1.5. ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΦΟΡΤΩΣΗΣ

LOADING CONDITION SUBD

LOADING COMPONENTS

Name		Max. weight	Mass	Center of gravity			Free s. moment
				cgx	cgy	cgz	
VAR							
C1	DWT Const	0.0	57.5	59.23	0.00	11.50	0.00
C2	Consumables	0.0	797.1	61.57	0.00	4.33	570.00
C3	Passengers	0.0	114.0	42.07	0.00	16.85	0.00
C4	Luggage	0.0	7.6	55.90	0.00	14.55	0.00
C5	Provisionss	0.0	30.0	52.57	0.00	10.60	0.00
C6	Crew	0.0	8.0	60.90	0.00	9.66	0.00
C7	Trucks	0.0	850.0	54.45	0.00	8.60	0.00
C8	Cars	0.0	130.0	56.30	0.00	12.50	0.00
Total of		0.0	1994.2	56.85	0.00	7.76	570.00
Deadweight			1994.2	56.85	0.00	7.76	570.0
Lightweight			4320.4	50.78	0.00	9.10	
Displacement (rho=1.025)			6314.6	52.70	0.00	8.67	570.0

FLOATING POSITION

Draught moulded	4.943	m	KM	10.72	m
Trim	0.000	m	KG	8.67	m
Heel, PS=+	0.0	deg			
TA	4.943	m	GMO	2.04	m
TF	4.943	m	GMCORR	-0.09	m
Trimming moment	-2	tonm	GM	1.95	m

Πίνακας A.1-5. Κατάσταση Φόρτωσης για το Deepest Subdivision Draught (ds)

LOADING CONDITION PART

LOADING COMPONENTS

Name		Max. weight	Mass	Center of gravity			Free s. moment
				cgx	cgy	cgz	
VAR							
C1	DWT Const	0.0	57.5	59.23	0.00	11.50	0.00
C2	Consumables	0.0	348.4	65.92	0.00	2.07	616.00
C3	Passengers	0.0	114.0	42.07	0.00	16.85	0.00
C4	Luggage	0.0	7.6	55.90	0.00	14.55	0.00
C5	Provisionss	0.0	3.0	52.57	0.00	10.60	0.00
C6	Crew	0.0	8.0	60.90	0.00	9.66	0.00
C7	Trucks	0.0	700.0	61.45	0.00	8.60	0.00
C8	Cars	0.0	130.0	56.30	0.00	12.50	0.00
Total of		0.0	1368.4	60.34	0.00	8.16	616.00
Deadweight			1368.4	60.34	0.00	8.16	616.0
Lightweight			4320.4	50.78	0.00	9.10	
Displacement (rho=1.025)			5688.8	53.08	0.00	8.87	616.0

FLOATING POSITION

Draught moulded	4.594	m	KM	10.74	m
Trim	0.000	m	KG	8.87	m
Heel, PS=+	0.0	deg			
TA	4.594	m	GMO	1.87	m
TF	4.594	m	GMCORR	-0.11	m
Trimming moment	1	tonm	GM	1.76	m

Πίνακας A.1-6. Κατάσταση Φόρτωσης για το Partial Subdivision Draught (dp)

LOADING CONDITION LGHT

LOADING COMPONENTS

Name		Max. weight	Mass	Center of gravity			Free s. moment
				cgx	cgy	cgz	
VAR							
C1	DWT Const	0.0	57.5	59.23	0.00	11.50	0.00
C2	Consumables	0.0	348.4	65.92	0.00	2.07	623.00
C3	Passengers	0.0	114.0	42.07	0.00	16.85	0.00
C4	Luggage	0.0	7.6	55.90	0.00	14.55	0.00
C5	Provisionss	0.0	3.0	52.57	0.00	10.60	0.00
C6	Crew	0.0	8.0	60.90	0.00	9.66	0.00
Total of		0.0	538.4	59.87	0.00	6.54	623.00
Deadweight			538.4	59.87	0.00	6.54	623.0
Lightweight			4320.4	50.78	0.00	9.10	
Displacement (rho=1.025)			4858.8	51.79	0.00	8.81	623.0

FLOATING POSITION

Draught moulded	4.069	m	KM	11.23	m
Trim	-0.788	m	KG	8.81	m
Heel, PS=+	0.0	deg			
TA	4.463	m	GMO	2.41	m
TF	3.675	m	GMCORR	-0.13	m
Trimming moment	-8427	tonm	GM	2.29	m
t=	4.06889				

Πίνακας Α.1-7. Κατάσταση Φόρτωσης για το Lightest Subdivision Draught (d_L)

A.1.6. ΠΙΝΑΚΑΣ ΟΡΙΩΝ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΩΝ

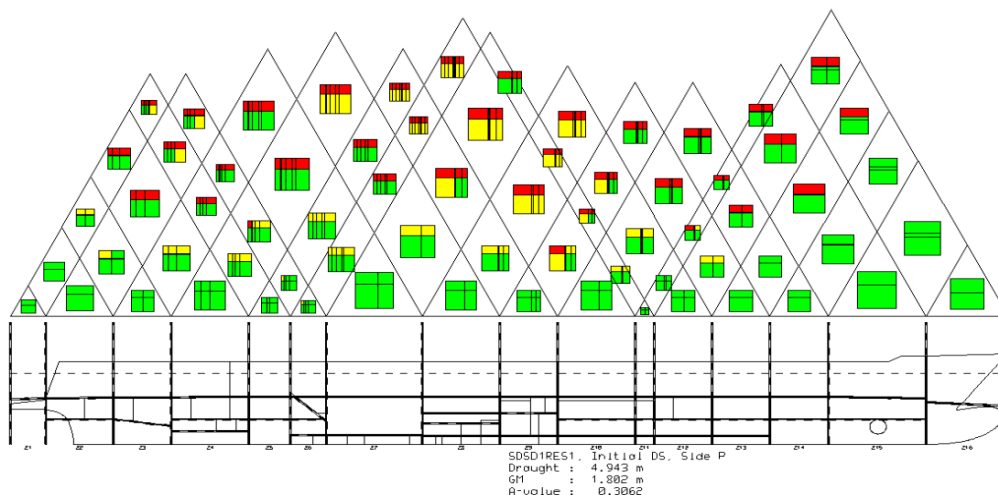
NAME	ZONE	ALIMIT	FLIMIT	PLIMIT	SLIMIT	LLIMIT	ULIMIT
HELP4	Z1	DAMHULL2	#-2	-	-	-	3DECK
HELP5	Z1	DAMHULL2	#-2	-	-	-	3DECK
A3DECKOTHERSPD3AS	Z1-2	DAMHULL2	#12	-/4.8	-	3DECK	-
A3DECKOTHERSPD3AP	Z1-3	DAMHULL2	#21	-	-	3DECK	-
D0N5VOID	Z10	#81	#93	-	-	-	1.2
D12N4VOID	Z10	#81	#93	-	-	1.2	3DECK
D36N2HFPOSTORTKC	Z10-11	#81	#96	PDREF	-	3.6	3DECK
D36N3HFPOSTORTKP	Z10-11	#81	#96	PDREF	-	3.6	3DECK
D36N1HFPOSTORTKS	Z10-11	#81	#96	PDREF	-	3.6	3DECK
D0N3VOID	Z11-12	#93	#105	-	-	-	1.2
D12N2VOID	Z11-12	#93	#105	-	-	1.2	3DECK
D36N1FWTKS	Z12	#96	#105	4.2	-	3.6	3DECK
D36N2FWTKP	Z12	#96	#105	4.2	-	3.6	3DECK
E0N1VOID	Z13	#105	#114	-	-	-	1.2
E12N1PUMPRM	Z13	#105	#114	-	-	1.2	3.6
E36ACPLANT	Z13	#105	#114	-	-	3.6	3DECK
E3DECKESCLIFT	Z13	#105	#114	-	-	3DECK	-
E3DECKESCN1DECK STORE	Z13	#105	#114	-	-	3DECK	-
E0GRAYWATERTK	Z14	#114	#123	-	-	-	3.6
E36SEWRM	Z14	#114	#123	-	-	3.6	3DECK
E3DECKN1AHURMD3	Z14	#114	#123	-	-	3DECK	-

E3DECKOTHERSPACED3	Z14	#114	#123	-	-	3DECK	-
E0N1WBTKSS	Z15	#123	#138.3	-	-	-	3.6
E3DECKBOSUNPAINT STORE	Z15	#123	#138.3	-	-	3DECK	-
E3DECKN1HYDEQRROOM	Z15	#123	#138.3	-	-	3DECK	-
E36BOWTHRU	Z15	#123	#138.3	-	-	3.6	3DECK
F0FPTANK	Z16	#138.3	DAMHULL 2	-	-	-	PPF
FPFUPPERDECK	Z16	#138.3	DAMHULL 2	-	-	PPF	-
A36STEERGEARM	Z2	#-2	#12	-	-	3.6	3DECK
A36N15VOID	Z2	#-2	#12	4.8	-	3.6	3DECK
HELPA	Z2	#-2	#12	4.8	-	-	3.6
3UPDECK	Z2-15	#-2	#138.3	-	-	3DECK	-
A3DECKN14VOID	Z3	#12	#21	-	-	PA1	3DECK
HELP	Z3	#12	#21	4.8	-	-	PA1
APA1N3WBTKC	Z3	#12	#21	4.8	-	PA1	3DECK
B19SHAFTALLEY2	Z4	#21	#33	1.8	-	1.9	3.6
B36N13VOID	Z4	#21	#33	4.8	-	3.6	3DECK
B36N3FWTKC	Z4	#21	#33	1.8	-	3.6	3DECK
B36POWERN2ENGSTORE	Z4	#21	#33	-	-	3.6	3DECK
B0N12VOID	Z4	#21	#33	4.8	-	-	3.6
B19STLODRAINTKS	Z4	#21	#33	1.8	-	1.9	3.6
B19STLOSTORTKP	Z4	#21	#33	1.8	-	1.9	3.6
HELPA0N12VOID	Z4	#21	#33	-	-	-	3.6
B0SHAFTALLEY1	Z4-6	#21	#45	4.8	-	1.9/2*-	3.6
HELPCARDECK	Z4-9	#21	#81	1.8/3/1.5/ 3*5.6688	-	3DECK	-
B0N11VOID	Z5-6	#33	#45	-	-	-	3.6
B0N2WBTKP	Z5-6	#33	#45	3	-	-	3.6
B36AUXENGRM	Z5-6	#33	#45	-	-	3.6	3DECK
B13ENGRM	Z6-7	#39.5	#60	1.5/-	-	PBAUX/ PB2	3DECK
B0THERMALOILTKCC	Z7	#45	#60	56.688	-	-	PB2
B0FODRAINTKCC	Z7	#45	#60	56.688	-	-	PB2
B0DIRTYOILTKC	Z7	#45	#60	56.688	-	-	PB2
B0N10VOID	Z7	#45	#60	-	-	-	PB2
B05813N1LOCIRCTKS	Z7	#45	#60	56.688	-	-	PB2
B05813N2LOCIRCTKS	Z7	#45	#60	56.688	-	-	PB2
B05813N3LOCIRCTKP	Z7	#45	#60	56.688	-	-	PB2
B05813N4LOCIRCTKP	Z7	#45	#60	56.688	-	-	PB2
C0SC1C	Z8	#60	#72	56.688	-	-	1.2
C12SC2C	Z8	#60	#72	56.688	-	1.2	4.4
C0MGOSTORTKS	Z8	#60	#72	56.688	-	-	1.2
C0CWDRAINTKC	Z8	#60	#72	56.688	-	-	1.2
C0SLUDGETKP	Z8	#60	#72	56.688	-	-	1.2
C0FOOVFLTKP	Z8	#60	#72	56.688	-	-	1.2
C0N9VOID	Z8	#60	#72	-	-	-	1.2
C12LORNVTDTKS	Z8	#60	#72	56.688	-	1.2	3
C12LORNVTGTKP	Z8	#60	#72	56.688	-	1.2	3
C12FON3PUMP	Z8	#60	#72	-	-	1.2	4.4
C44N1ENGSTOREWORK	Z8	#60	#72	-	-	4.4	3DECK
C0SCV9A	Z8	#60	#72	56.688	-	-	1.2

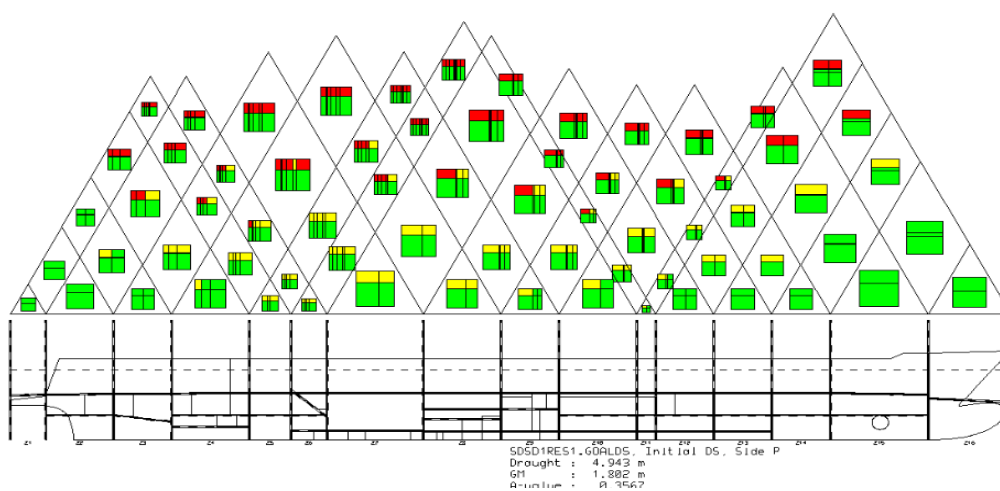
C12SCV9B	Z8	#60	#72	56.688	-	1.2	4.4
C0N7VOID	Z9	#72	#81	7.8	-	-	1.2
C0N8VOID	Z9	#72	#81	56.688	-	-	1.2
C12N2PUMPRM	Z9	#72	#81	7.8	-	1.2	4.4
C12CPPRGLOSTORTKS	Z9	#72	#81	56.688	-	1.2	4.4
C12MEAELOSTORTKS	Z9	#72	#81	56.688	-	1.2	4.4
C44MGOSERVTKSS	Z9	#72	#81	56.688	-	4.4	3DECK
C44N6VOID	Z9	#72	#81	6	-	4.4	3DECK
C0HEELTKP	Z9	#72	#81	-	-	-	3DECK
C0HEELTKS	Z9	#72	#81	56.688	-	-	3DECK
C12N4HFOSEKRVTKPP	Z9	#72	#81	56.688	-	1.2	3DECK
C12N5HFOSETTKPP	Z9	#72	#81	56.688	-	1.2	3DECK
C44ESCTRVK6	Z9	#72	#81	56.688	-	1.2	3DECK

Πίνακας Α.1-8. Όρια Διαμερισμάτων (Limits Table) του πλοίου «ROPAX2»

Α.1.7. ΤΡΙΓΩΝΑ ΚΑΤΑΚΛΥΣΗΣ



Σχ. Α.1-3. Τρίγωνα κατάκλυσης του «ROPAX2» (SOLAS 2009)



Σχ. Α.1-4. Τρίγωνα κατάκλυσης του «ROPAX2» (GOALDS)

A. 2. ROPAX3

A.2.1. ΚΥΡΙΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Reference dimensions

TDWL	4.9	design draught	
AP	0	aft perpendicular	(HULL/TDWL ->-2.129)
FP	112	fore perpendicular	(HULL/TDWL ->117.368)
LREF	112	reference length	calculated FP-AP
XREF	56	reference point	((FP+AP)/2 ->56)
XMID	56	largest frame	
XMIN	-5.6471	aft end	(HULL ->-5.647)
XMAX	118.7801	fore end	(HULL ->118.78)
LOA	124.4272	length over all	calculated XMAX-XMIN
BREF	19	reference breadth	(HULL/TDWL ->19.2)
BMAX	19	maximum breadth	(HULL ->19.2)
HSD	4.8949	subdivision draught	
HMAX	17.3949	total height	
SHEL	0.01	shell thickness	
KEEL	0.01	keel	
RHO	1.025	seawater density	

FRAMES 0, 0.6, 12,0.8, 138,0.6

Πίνακας A.2-1. Κύριες Διαστάσεις του πλοίου «ROPAX3»

A.2. 2. ΥΔΡΟΣΤΑΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

T	DISP	LCB	KMT	CB	WLA	MCT	TPC
m	t	m	m	m ²	tm/cm	t/cm	
4.000	4734.1	53.547	11.148	0.5402	1601.5	100.7	16.4
4.100	4899.9	53.482	11.169	0.5455	1632.2	105.4	16.7
4.200	5068.4	53.405	11.078	0.5508	1649.9	108.0	16.9
4.300	5238.4	53.328	11.022	0.5561	1666.1	110.3	17.1
4.400	5409.9	53.250	10.929	0.5613	1681.3	112.6	17.2
4.500	5583.8	53.163	10.936	0.5665	1706.6	116.8	17.5
4.600	5759.5	53.074	10.889	0.5717	1725.1	119.8	17.7
4.700	5937.5	52.976	10.889	0.5768	1753.8	124.8	18.0
4.800	6118.4	52.866	10.870	0.5820	1774.1	128.3	18.2

4.900	6301.4	52.750	10.867	0.5872	1796.1	132.3	18.4
5.000	6486.9	52.623	10.904	0.5925	1826.2	138.1	18.7
5.100	6676.6	52.474	10.958	0.5978	1871.8	147.8	19.2
5.200	6870.7	52.303	10.950	0.6034	1922.4	158.3	19.7
5.300	7068.5	52.114	10.860	0.6091	1936.4	160.5	19.8
5.400	7267.5	51.938	10.758	0.6147	1942.2	161.4	19.9
5.500	7467.0	51.770	10.660	0.6201	1949.1	162.9	20.0
5.600	7667.2	51.615	10.564	0.6254	1955.8	164.3	20.0
5.700	7868.1	51.470	10.472	0.6306	1962.2	165.7	20.1
5.800	8069.6	51.336	10.383	0.6356	1968.3	167.1	20.2
5.900	8271.7	51.211	10.285	0.6405	1972.1	167.9	20.2

Πίνακας Α.2-2. Υδροστατικά Στοιχεία του πλοίου «ΡΟΡΑΧ3»

A.2.3. ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ

NAME	PURP	VOLM	VNET	CGX	CGY	CGZ	IY*RHO	IY/ IMO
	m3	m3	m	m	m	tm	tm	

CAPACITY	OF	Diesel	Oil	(RHO=0.85)				
C44MGOSERVTKSS	DO	14.3	14.0	56.40	-3.15	5.30	6.1	6
C0MGOSTORTKS	DO	46.6	45.7	51.60	-2.70	0.60	80.3	79

SUBTOTAL	DO	60.9	59.7	52.72	-2.80	1.70		
CAPACITY	OF	Deck	Store	(RHO=1)				
A3DECKOTHERSPD3AP	DST	329.0	329.0	3.27	7.41	8.87	115.3	103
E3DECKESCN1DECK STORE	DST	114.6	114.6	85.86	-7.55	9.23	37.1	43

SUBTOTAL	DST	443.6	443.6	24.60	3.55	8.96		
CAPACITY	OF	Heavy	Fuel Oil	(RHO=0.98)				
D36N2HFOSTORTKC	FO	114.5	112.2	68.40	0.00	4.90	48.4	47
D36N3HFOSTORTKP	FO	107.5	105.4	68.25	3.56	4.90	40.7	41
D36N1HFOSTORTKS	FO	107.5	105.4	68.25	-3.56	4.90	40.7	41
C12N4HFOSERVTKPP	FO	62.0	60.8	57.45	1.48	3.57	9.5	8
C12N5HFOSETTTKPP	FO	62.8	61.5	57.60	4.08	3.83	5.4	8

SUBTOTAL	FO	454.3	445.2	65.34	0.77	4.57		
CAPACITY	OF	Fresh	Water	(RHO=1)				
D36N1FWTKS	FW	60.5	59.3	79.20	-2.10	5.10	29.6	29
D36N2FWTKP	FW	60.5	59.3	79.20	2.10	5.10	29.6	29
B36N3FWTKC	FW	51.5	50.5	19.21	0.00	5.09	18.7	18

SUBTOTAL	FW	172.5	169.0	61.28	0.00	5.10		
CAPACITY	OF	General	spaces	(RHO=1)				
A3DECKOTHERSPD3AS	GE	245.6	240.7	1.41	-7.24	8.81	89.1	79
E3DECKN1AHURMD3	GE	182.4	178.7	92.36	-6.17	9.29	94.1	105
E3DECKN1HYDEQ ROOM	GE	243.9	239.1	101.73	5.07	9.71	111.2	106
E3DECKOTHER SPACED3	GE	182.4	178.7	92.36	6.17	9.29	94.1	105
HELP	GE	38.7	37.9	10.82	0.00	1.80	3.3	10
HELP4	GE	70.8	69.4	-3.29	0.00	5.53	2547.2	1388
HELP5	GE	15.2	14.9	-3.57	0.00	6.12	2168.4	459
FPFUPPERDECK	GE	345.0	338.1	111.59	0.00	10.39	600.4	536
HELPA0N12VOID	GE	89.4	87.6	20.97	0.00	2.88	2578.2	408
HELPCARDECK	GE	612.0	599.8	42.00	0.00	9.10	91.8	90
HELPA	GE	21.5	21.1	4.89	0.00	1.91	0.6	2

SUBTOTAL	GE	2046.9	2006.0	61.15	-0.26	8.76		
CAPACITY	OF	Gray	Water	(RHO=1)				
E0GRAYWATERTK	GWT	129.5	127.0	92.15	0.00	2.24	149.9	221
CAPACITY	OF	Lift	(RHO=1)					
E3DECKESCLIFT	LIF	114.6	114.6	85.86	7.55	9.23	37.1	43
CAPACITY	OF	Lub.	Oil	(RHO=0.9)				
C12CPPRGLOSTORTKS	LO	16.9	16.6	56.00	-3.15	2.80	4.3	4
C12MEAELOSTORTKS	LO	33.8	33.1	58.40	-3.15	2.80	8.6	8
B05813N1LOCIRCTKS	LO	6.2	6.1	40.80	-5.11	0.94	0.8	1
B05813N2LOCIRCTKS	LO	6.2	6.1	40.80	-2.31	0.94	0.8	1
B05813N3LOCIRCTKP	LO	6.2	6.1	40.80	2.31	0.94	0.8	1
B05813N4LOCIRCTKP	LO	6.2	6.1	40.80	5.11	0.94	0.8	1
B19STLOSTORTKP	LO	4.9	4.8	23.20	0.90	2.75	0.7	1

SUBTOTAL	LO	80.4	78.8	50.32	-1.93	2.22		

CAPACITY	OF	Miscell.	(RHO=1)					
C0CWDRAINTKC	MIS	10.4	10.2	47.60	0.00	0.60	84.0	82
C0SLUDGETKP	MIS	15.6	15.2	49.20	2.70	0.60	31.5	31
C0FOOVFLTKP	MIS	15.6	15.2	51.60	2.70	0.60	31.5	31
C12LORNVTDTKS	MIS	6.5	6.4	51.60	-0.75	2.10	0.7	1
C12LORNVTGTKP	MIS	6.5	6.4	51.60	0.75	2.10	0.7	1
B0THERMALOILTKCC	MIS	20.8	20.4	34.91	0.00	0.66	52.0	50
B0FODRAINTKCC	MIS	6.8	6.7	37.31	0.00	0.65	2.5	2
B0DIRTYOILTKC	MIS	17.5	17.1	41.20	0.00	0.65	6.5	6
B19STLODRAINTKS	MIS	4.9	4.8	23.20	-0.90	2.75	0.8	1

SUBTOTAL	MIS	104.4	102.3	43.52	0.76	0.91		
CAPACITY	OF	Machin.	Sp.	(RHO=1)				
E12N1PUMPRM	MMA	159.8	159.8	84.99	0.00	2.54	588.6	878
C12N2PUMPRM	MMA	225.8	225.8	59.51	-0.28	2.80	1848.6	1134
C12FON3PUMP	MMA	550.9	550.9	50.26	0.11	2.85	5266.8	5111
B13ENGRM	MMA	1219.3	1219.3	39.56	0.00	3.98	7077.9	6180
B36AUXENGRM	MMA	544.8	544.8	28.75	-0.01	5.09	5658.8	5538
A36STEERGEARRM	MMA	205.9	205.9	2.68	0.00	5.55	4666.4	1489
E3DECKBOSUNPAINT STORE	MMA	243.9	243.9	101.73	-5.07	9.71	111.2	108

SUBTOTAL	MMA	3150.5	3150.5	45.70	-0.39	4.36		
CAPACITY	OF	Mach.	Store	(RHO=1)				
E36SEWRM	MST	248.0	248.0	92.20	0.00	5.22	1033.1	1482
E36ACPLANT	MST	322.4	322.4	85.08	0.00	5.18	2152.1	2659
C44N1ENGSTORE WORK	MST	405.5	405.5	50.40	0.00	5.50	5662.3	5662
B19SHAFTALLEY2	MST	14.7	14.7	21.20	0.00	2.75	9.3	9
B0SHAFTALLEY1	MST	133.2	133.2	26.81	0.00	2.39	814.3	168
B36POWERN2ENG STORE	MST	340.3	340.3	19.97	0.00	5.10	5131.5	2734
E36BOWTHRU	MST	208.2	208.2	100.79	0.00	5.21	322.9	608

SUBTOTAL	MST	1672.3	1672.3	61.23	0.00	5.01		
CAPACITY	OF	Ro-Ro	Space	(RHO=1)				
3UPDECK	RORO	7960.7	7960.7	49.27	-0.08	9.09	45308.4	31441
CAPACITY	OF	Stairs	(RHO=1)					
C0SC1C	STA	15.5	15.5	54.00	2.69	0.60	31.5	31
C12SC2C	STA	7.9	7.9	54.00	0.75	2.30	0.7	1

C44ESCTRKV6	STA	6.9	6.9	59.74	0.50	4.31	0.1	0
C0SCV9A	STA	0.6	0.6	53.91	-8.09	0.99	0.0	0
C12SCV9B	STA	7.7	7.7	53.99	-8.55	2.41	0.8	1

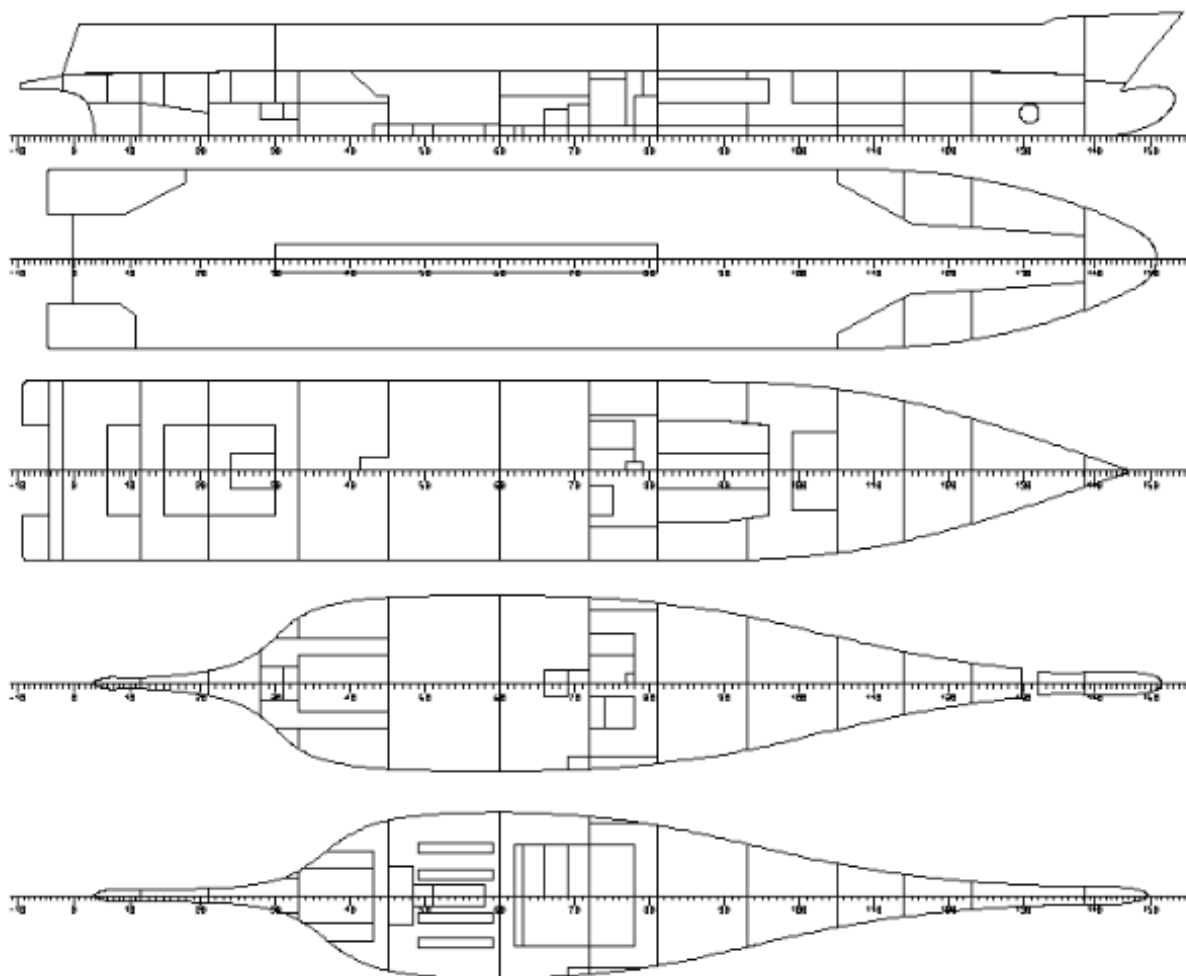
SUBTOTAL	STA	38.8	38.8	55.02	-0.52	1.98		
CAPACITY								
	OF	Void		(RHO=1.025)				
E0N1VOID	VOID	31.2	31.2	84.96	0.00	0.74	58.6	81
D0N3VOID	VOID	67.1	67.1	76.37	0.00	0.74	326.7	450
D12N2VOID	VOID	622.4	622.4	76.49	0.00	3.90	2926.4	2858
D0N5VOID	VOID	111.3	111.3	66.84	0.00	0.70	1171.6	1480
D12N4VOID	VOID	653.5	653.5	67.12	0.00	3.66	4683.8	3088
C0N7VOID	VOID	53.5	53.5	59.94	0.00	0.71	1440.1	583
C0N8VOID	VOID	60.5	60.5	57.58	0.00	0.62	516.5	496
C44N6VOID	VOID	125.0	125.0	59.53	-0.61	5.58	675.4	567
C0N9VOID	VOID	76.8	76.8	49.11	0.07	0.67	2749.3	1074
B0N10VOID	VOID	166.7	166.7	40.32	0.00	0.68	3574.2	2755
B0N11VOID	VOID	205.4	205.4	29.58	0.00	2.32	4161.6	999
B36N13VOID	VOID	153.7	153.7	17.62	0.00	5.08	525.0	347
B0N12VOID	VOID	115.8	115.8	18.24	0.00	2.23	186.3	150
A36N15VOID	VOID	74.3	74.3	5.48	0.00	5.31	272.1	179

SUBTOTAL	VOID	2517.2	2517.2	56.66	-0.03	3.11		
CAPACITY								
	OF	Water	Ballast	(RHO=1.025)				
F0FPTANK	WB	94.0	92.1	112.29	0.00	3.15	17.7	10
E0N1WBTKSS	WB	109.5	107.3	101.18	0.00	2.08	32.1	71
C0HEELTKP	WB	88.9	87.1	58.73	8.06	4.61	28.7	12
C0HEELTKS	WB	88.9	87.1	58.73	-8.06	4.61	28.7	12
B0N2WBTKP	WB	179.2	175.7	28.69	0.00	2.01	177.1	139
A3DECKN14VOID	WB	237.3	232.5	10.35	0.00	5.17	3972.5	1609
APA1N3WBTKC	WB	151.7	148.6	12.10	0.00	4.84	362.7	273

SUBTOTAL	WB	949.5	930.5	43.72	0.00	3.86		

TOTAL		19896.0	19816.1	52.01	0.00	6.67		

Πίνακας Α.2-3. Διαμερίσματα του πλοίου «ΡΟΡΑΧ3»



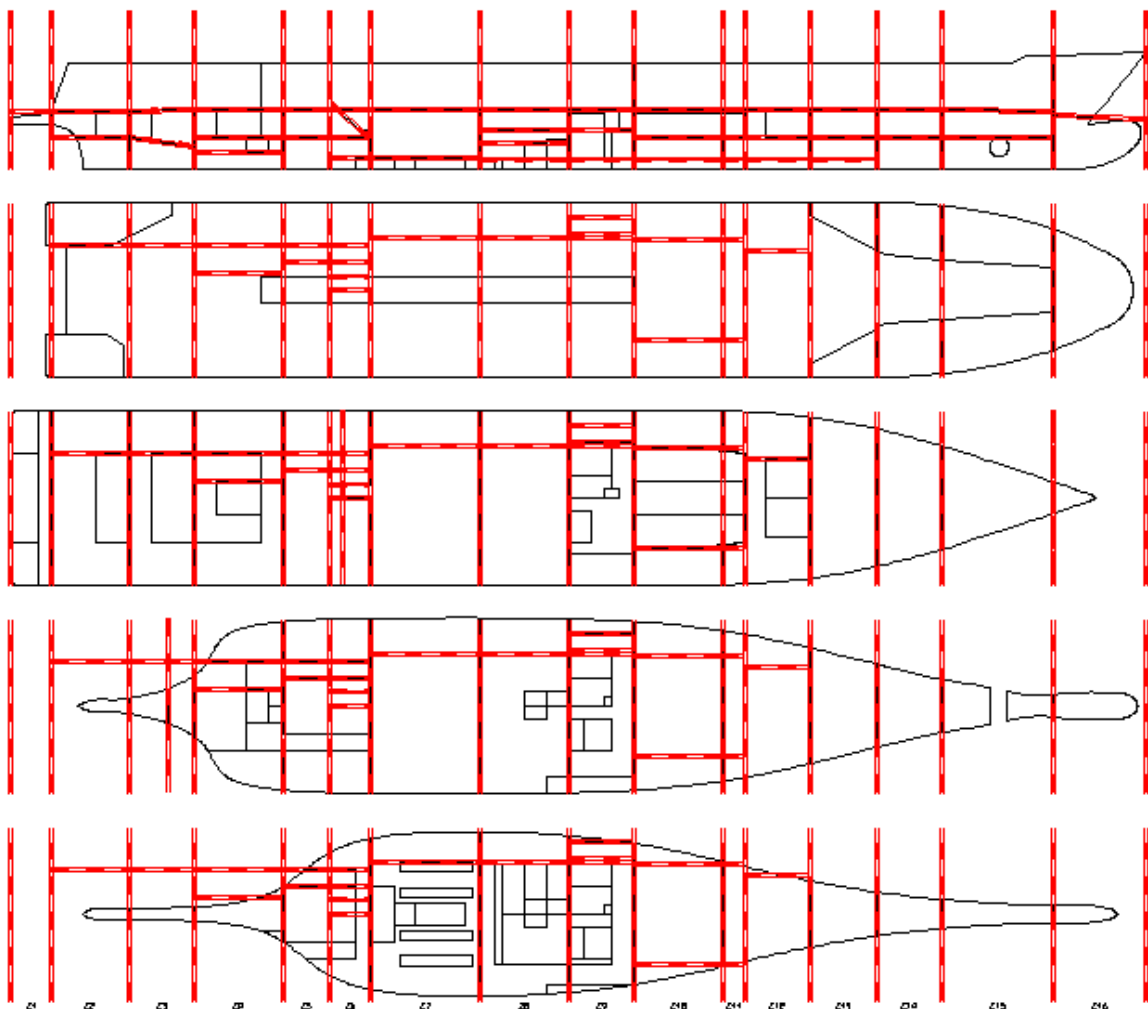
Σχ. Α.2-1. Σχέδιο Γενικής Διάταξης του πλοίου αναφοράς «ROPAX3»

Α.2.4. ΥΠΟΔΙΑΙΡΕΣΗ

ZONE	TBA	TBF	LBP	LBS	DDN	DUP
Z1	DAMHULL2	#-2				3DECK
Z2	#-2	#12	4.8		3.6	3DECK
Z3	#12	#21	4.8		PA1	3DECK
Z4	#21	#33	4.8/1.8		1.9/3.6	3DECK
Z5	#33	#39.5	4.8/3		3.6	3DECK
Z6	#39.5	#45	4.8/3/1.5/0		1.3/3.6/PBAUX	3DECK
Z7	#45	#60	5.6688		PB2	3DECK
Z8	#60	#72	5.6688		1.2/3/4.4	3DECK
Z9	#72	#81	7.8/6/5.6688		1.2/4.4	3DECK

Z10	#81	#93	PDREF/PD1	1.2/3.6	3DECK
Z11	#93	#96	PDREF/PD1	1.2/3.6	3DECK
Z12	#96	#105	4.2	1.2/3.6	3DECK
Z13	#105	#114		1.2/3.6	3DECK
Z14	#114	#123		3.6	3DECK
Z15	#123	#138.3		3.6	3DECK
Z16	#138.3	DAMHULL2			PFF

Πίνακας Α.2-4. Ζώνες Υποδιαίρεσης (Damage Zones) του πλοίου αναφοράς «ROPAX3»



Σχ. Α.2-2. Απεικόνιση των Damage Zones για το πλοίο αναφοράς «ROPAX3»

Α.2.5. ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΦΟΡΤΩΣΗΣ

LOADING CONDITION SUBD

LOADING COMPONENTS

Name	Max. weight	Mass	Center of gravity			Free s. moment	
			cgx	cgy	cgz		
VAR							
C1	DWT Const	0.0	57.5	59.23	0.00	11.40	0.00
C2	Consumables	0.0	797.1	61.57	0.00	4.33	570.00
C3	Passengers	0.0	114.0	42.07	0.00	16.65	0.00
C4	Luggage	0.0	7.6	55.90	0.00	14.35	0.00
C5	Provisionss	0.0	30.0	52.57	0.00	10.45	0.00
C6	Crew	0.0	8.0	60.90	0.00	9.51	0.00
C7	Trucks	0.0	850.0	54.85	0.00	8.40	0.00
C8	Cars	0.0	130.0	56.30	0.00	12.30	0.00
Total of		0.0	1994.2	57.02	0.00	7.64	570.00
Deadweight			1994.2	57.02	0.00	7.64	570.0
Lightweight			4297.6	50.78	0.00	9.01	
Displacement (rho=1.025)			6291.8	52.76	0.00	8.58	570.0

FLOATING POSITION

Draught moulded	4.895	m	KM	10.87	m
Trim	0.000	m	KG	8.58	m
Heel, PS=+	0.0	deg			
TA	4.895	m	GMO	2.29	m
TF	4.895	m	GMCORR	-0.09	m
Trimming moment	4	tonm	GM	2.20	m

Πίνακας Α.2-5. Κατάσταση Φόρτωσης για το Deepest Subdivision Draught (ds)

LOADING CONDITION PART

LOADING COMPONENTS

Name	Max. weight	Mass	Center of gravity			Free s. moment	
			cgx	cgy	cgz		
VAR							
C1	DWT Const	0.0	57.5	59.23	0.00	11.40	0.00
C2	Consumables	0.0	348.4	65.92	0.00	2.07	616.00
C3	Passengers	0.0	114.0	42.07	0.00	16.65	0.00
C4	Luggage	0.0	7.6	55.90	0.00	14.35	0.00
C5	Provisionss	0.0	3.0	52.57	0.00	10.45	0.00
C6	Crew	0.0	8.0	60.90	0.00	9.51	0.00
C7	Trucks	0.0	700.0	61.73	0.00	8.40	0.00
C8	Cars	0.0	130.0	56.30	0.00	12.30	0.00
Total of		0.0	1368.4	60.48	0.00	8.02	616.00
Deadweight			1368.4	60.48	0.00	8.02	616.0
Lightweight			4297.6	50.78	0.00	9.01	
Displacement (rho=1.025)			5666.0	53.12	0.00	8.77	616.0

FLOATING POSITION

Draught moulded	4.547	m	KM	10.90	m
Trim	0.000	m	KG	8.77	m
Heel, PS=+	0.0	deg			
TA	4.547	m	GMO	2.13	m
TF	4.547	m	GMCORR	-0.11	m
Trimming moment	-2	tonm	GM	2.02	m

Πίνακας Α.2-6. Κατάσταση Φόρτωσης για το Partial Subdivision Draught (dp)

LOADING CONDITION LGHT

LOADING COMPONENTS

Name		Max. weight	Mass	Center of gravity			Free s. moment
				cgx	cgy	cgz	
VAR							
C1	DWT Const	0.0	57.5	59.23	0.00	11.40	0.00
C2	Consumables	0.0	348.4	65.92	0.00	2.07	623.00
C3	Passengers	0.0	114.0	42.07	0.00	16.65	0.00
C4	Luggage	0.0	7.6	55.90	0.00	14.35	0.00
C5	Provisionss	0.0	3.0	52.57	0.00	10.45	0.00
C6	Crew	0.0	8.0	60.90	0.00	9.51	0.00
Total of		0.0	538.4	59.87	0.00	6.48	623.00
Deadweight			538.4	59.87	0.00	6.48	623.0
Lightweight			4297.6	50.78	0.00	9.01	
Displacement (rho=1.025)			4836.0	51.79	0.00	8.73	623.0

FLOATING POSITION

Draught moulded	4.025	m	KM	11.46	m
Trim	-0.797	m	KG	8.73	m
Heel, PS=+	0.0	deg			
TA	4.423	m	GMO	2.73	m
TF	3.626	m	GMCORR	-0.13	m
Trimming moment	-8523	tonm	GM	2.60	m

Πίνακας Α.2-7. Κατάσταση Φόρτωσης για το Lightest Subdivision Draught (d_L)

A.2.6. ΠΙΝΑΚΑΣ ΟΡΙΩΝ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΩΝ

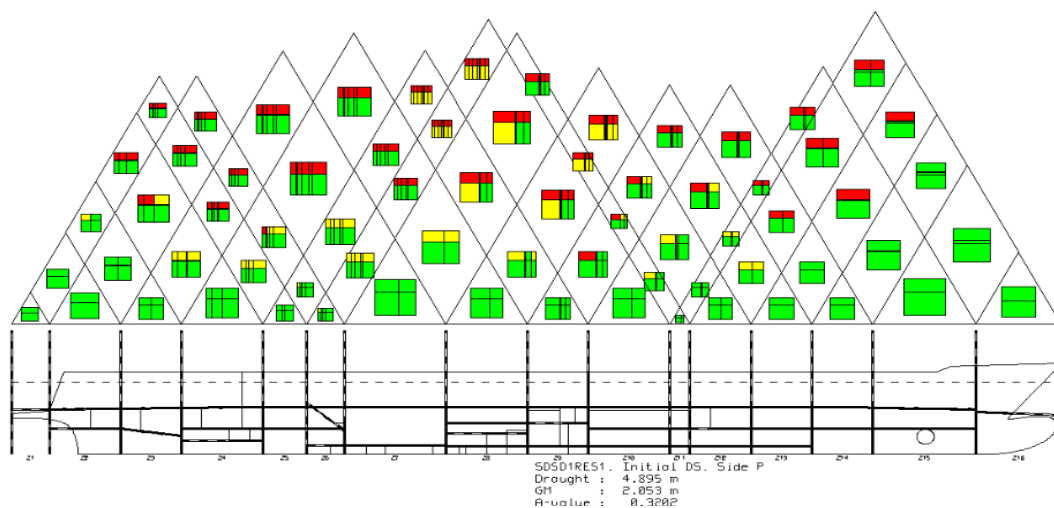
NAME	ZONE	ALIMIT	FLIMIT	PLIMIT	SLIMIT	LLIMIT	ULIMIT
HELP4	Z1	DAMHULL2	#-2	-	-	-	3DECK
HELP5	Z1	DAMHULL2	#-2	-	-	-	3DECK
A3DECKOTHERSPD3AS	Z1-2	DAMHULL2	#12	-/4.8	-	3DECK	-
A3DECKOTHERSPD3AP	Z1-3	DAMHULL2	#21	-	-	3DECK	-
D0N5VOID	Z10	#81	#93	-	-	-	1.2
D12N4VOID	Z10	#81	#93	-	-	1.2	3DECK
D36N2HFOSTORTKC	Z10-11	#81	#96	PDREF	-	3.6	3DECK
D36N3HFOSTORTKP	Z10-11	#81	#96	PDREF	-	3.6	3DECK
D36N1HFOSTORTKS	Z10-11	#81	#96	PDREF	-	3.6	3DECK
D0N3VOID	Z11-12	#93	#105	-	-	-	1.2
D12N2VOID	Z11-12	#93	#105	-	-	1.2	3DECK
D36N1FWTKS	Z12	#96	#105	4.2	-	3.6	3DECK
D36N2FWTKP	Z12	#96	#105	4.2	-	3.6	3DECK
E0N1VOID	Z13	#105	#114	-	-	-	1.2
E12N1PUMPRM	Z13	#105	#114	-	-	1.2	3.6
E36ACPLANT	Z13	#105	#114	-	-	3.6	3DECK
E3DECKESCLIFT	Z13	#105	#114	-	-	3DECK	-
E3DECKESCN1DECK STORE	Z13	#105	#114	-	-	3DECK	-
E0GRAYWATERTK	Z14	#114	#123	-	-	-	3.6
E36SEWRM	Z14	#114	#123	-	-	3.6	3DECK
E3DECKN1AHURMD3	Z14	#114	#123	-	-	3DECK	-
E3DECKOTHERSPACED3	Z14	#114	#123	-	-	3DECK	-

E0N1WBTKSS	Z15	#123	#138.3	-	-	-	3.6
E3DECKBOSUNPAINT STORE	Z15	#123	#138.3	-	-	3DECK	-
E3DECKN1HYDEQROOM	Z15	#123	#138.3	-	-	3DECK	-
E36BOWTHRU	Z15	#123	#138.3	-	-	3.6	3DECK
F0FP TANK	Z16	#138.3	DAMHULL2	-	-	-	PPF
F0FPUPPERDECK	Z16	#138.3	DAMHULL2	-	-	PPF	-
A36STEERGEARRM	Z2	#-2	#12	-	-	3.6	3DECK
A36N15VOID	Z2	#-2	#12	4.8	-	3.6	3DECK
HELPA	Z2	#-2	#12	4.8	-	-	3.6
3UPDECK	Z2-15	#-2	#138.3	-	-	3DECK	-
A3DECKN14VOID	Z3	#12	#21	-	-	PA1	3DECK
HELP	Z3	#12	#21	4.8	-	-	PA1
APA1N3WBTKC	Z3	#12	#21	4.8	-	PA1	3DECK
B19SHAFTALLEY2	Z4	#21	#33	1.8	-	1.9	3.6
B36N13VOID	Z4	#21	#33	4.8	-	3.6	3DECK
B36N3FWTKC	Z4	#21	#33	1.8	-	3.6	3DECK
B36POWERN2ENG STORE	Z4	#21	#33	-	-	3.6	3DECK
B0N12VOID	Z4	#21	#33	4.8	-	-	3.6
B19STLODRAINTKS	Z4	#21	#33	1.8	-	1.9	3.6
B19STLOSTORTKP	Z4	#21	#33	1.8	-	1.9	3.6
HELPA0N12VOID	Z4	#21	#33	-	-	-	3.6
B0SHAFTALLEY1	Z4-6	#21	#45	4.8	-	1.9/2*-	3.6
HELPCARDECK	Z4-9	#21	#81	1.8/3/1.5/ 3*5.6688	-	3DECK	-
B0N11VOID	Z5-6	#33	#45	-	-	-	3.6
B0N2WBTKP	Z5-6	#33	#45	3	-	-	3.6
B36AUXENGRM	Z5-6	#33	#45	-	-	3.6	3DECK
B13ENGRM	Z6-7	#39.5	#60	1.5/-	-	PBAUX/ PB2	3DECK
B0THERMALOILTKCC	Z7	#45	#60	56.688	-	-	PB2
B0FODRAINTKCC	Z7	#45	#60	56.688	-	-	PB2
B0DIRTYOILTKC	Z7	#45	#60	56.688	-	-	PB2
B0N10VOID	Z7	#45	#60	-	-	-	PB2
B05813N1LOCIRCTKS	Z7	#45	#60	56.688	-	-	PB2
B05813N2LOCIRCTKS	Z7	#45	#60	56.688	-	-	PB2
B05813N3LOCIRCTKP	Z7	#45	#60	56.688	-	-	PB2
B05813N4LOCIRCTKP	Z7	#45	#60	56.688	-	-	PB2
C0SC1C	Z8	#60	#72	56.688	-	-	1.2
C12SC2C	Z8	#60	#72	56.688	-	1.2	4.4
C0MGOSTORTKS	Z8	#60	#72	56.688	-	-	1.2
C0CWDRAINTKC	Z8	#60	#72	56.688	-	-	1.2
C0SLUDGETKP	Z8	#60	#72	56.688	-	-	1.2
C0FOOVFLTKP	Z8	#60	#72	56.688	-	-	1.2
C0N9VOID	Z8	#60	#72	-	-	-	1.2
C12LORNVTDTKS	Z8	#60	#72	56.688	-	1.2	3
C12LORNVTGTKP	Z8	#60	#72	56.688	-	1.2	3
C12FON3PUMP	Z8	#60	#72	-	-	1.2	4.4
C44N1ENGSTOREWORK	Z8	#60	#72	-	-	4.4	3DECK
C0SCV9A	Z8	#60	#72	56.688	-	-	1.2
C12SCV9B	Z8	#60	#72	56.688	-	1.2	4.4
C0N7VOID	Z9	#72	#81	7.8	-	-	1.2

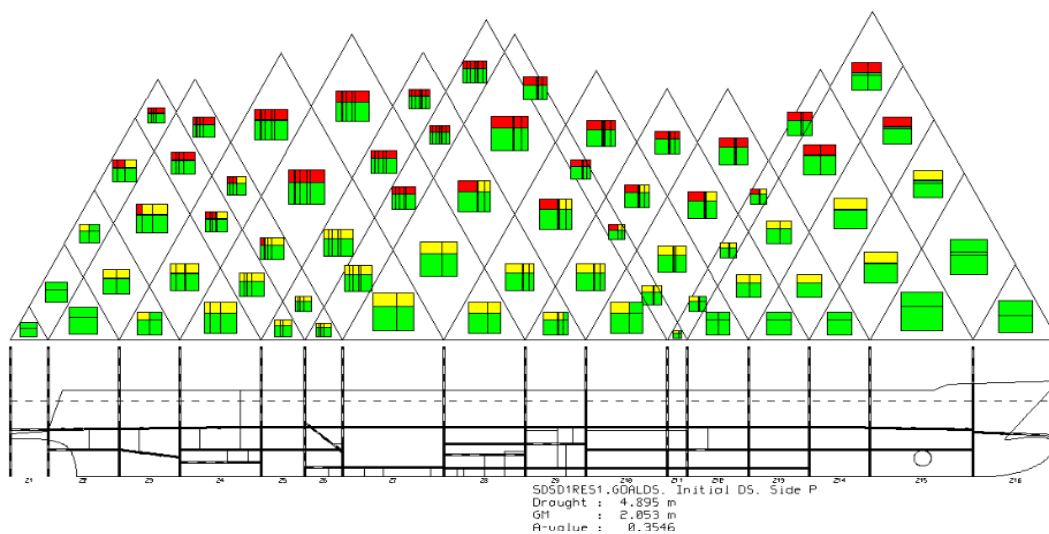
C0N8VOID	Z9	#72	#81	56.688	-	-	1.2
C12N2PUMPRM	Z9	#72	#81	7.8	-	1.2	4.4
C12CPPRGLOSTORTKS	Z9	#72	#81	56.688	-	1.2	4.4
C12MEAELOSTORTKS	Z9	#72	#81	56.688	-	1.2	4.4
C44MGOSERVTKSS	Z9	#72	#81	56.688	-	4.4	3DECK
C44N6VOID	Z9	#72	#81	6	-	4.4	3DECK
C0HEELTKP	Z9	#72	#81	-	-	-	3DECK
C0HEELTKS	Z9	#72	#81	56.688	-	-	3DECK
C12N4HFOSERVTKPP	Z9	#72	#81	56.688	-	1.2	3DECK
C12N5HFOSETTTKPP	Z9	#72	#81	56.688	-	1.2	3DECK
C44ESCTRKV6	Z9	#72	#81	56.688	-	1.2	3DECK

Πίνακας Α.2-8. Όρια Διαμερισμάτων (Limits Table) του πλοίου «ROPAX3»

Α.2.7. ΤΡΙΓΩΝΑ ΚΑΤΑΚΛΥΣΗΣ



Σχ. Α.2-3. Τρίγωνα κατάκλυσης του «ROPAX3» (SOLAS 2009)



Σχ. Α.2-4. Τρίγωνα κατάκλυσης του «ROPAX3» (GOALDS)

A.3. ROPAX4

A.3.1. ΚΥΡΙΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Reference dimensions

TDWL 4.9	design draught	
AP 0	aft perpendicular	(HULL/TDWL ->-2.129)
FP 112	fore perpendicular	(HULL/TDWL ->117.368)
LREF 112	reference length	calculated FP-AP
XREF 56	reference point	((FP+AP)/2 ->56)
XMID 56	largest frame	
XMIN -5.6471	aft end	(HULL ->-5.647)
XMAX 118.7801	fore end	(HULL ->118.78)
LOA 124.4272	length over all	calculated XMAX-XMIN
BREF 19	reference breadth	(HULL/TDWL ->19.2)
BMAX 19	maximum breadth	(HULL ->19.2)
HSD 4.9189	subdivision draught	
HMAX 17.4189	total height	
SHEL 0.01	shell thickness	
KEEL 0.01	keel	
RHO 1.025	seawater density	
FRAMES 0, 0.6, 12,0.8, 138,0.6		

Πίνακας A.3-1. Κύριες Διαστάσεις του πλοίου «ROPAX4»

A.3. 2. ΥΔΡΟΣΤΑΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

T	DISP	LCB	KMT	CB	WLA	MCT	TPC
m	t	m	m	m ²	tm/cm	t/cm	
4.000	4734.1	53.547	11.148	0.5402	1601.5	100.7	16.4
4.100	4899.9	53.482	11.169	0.5455	1632.2	105.4	16.7
4.200	5068.4	53.405	11.078	0.5508	1649.9	108.0	16.9
4.300	5238.4	53.328	11.022	0.5561	1666.1	110.3	17.1
4.400	5409.9	53.250	10.929	0.5613	1681.3	112.6	17.2
4.500	5583.8	53.163	10.936	0.5665	1706.6	116.8	17.5
4.600	5759.5	53.074	10.889	0.5717	1725.1	119.8	17.7
4.700	5937.5	52.976	10.889	0.5768	1753.8	124.8	18.0
4.800	6118.4	52.866	10.870	0.5820	1774.1	128.3	18.2

4.900	6301.4	52.750	10.867	0.5872	1796.1	132.3	18.4
5.000	6486.9	52.623	10.904	0.5925	1826.2	138.1	18.7
5.100	6676.6	52.474	10.958	0.5978	1871.8	147.8	19.2
5.200	6870.7	52.303	10.950	0.6034	1922.4	158.3	19.7
5.300	7068.5	52.114	10.860	0.6091	1936.4	160.5	19.8
5.400	7267.5	51.938	10.758	0.6147	1942.2	161.4	19.9
5.500	7467.0	51.770	10.660	0.6201	1949.1	162.9	20.0
5.600	7667.2	51.615	10.564	0.6254	1955.8	164.3	20.0
5.700	7868.1	51.470	10.472	0.6306	1962.2	165.7	20.1
5.800	8069.6	51.336	10.383	0.6356	1968.3	167.1	20.2
5.900	8271.7	51.211	10.285	0.6405	1972.1	167.9	20.2

Πίνακας Α.3-2. Υδροστατικά Στοιχεία του πλοίου «ΡΟΡΑΧ4»

Α.3.3. ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ

NAME	PURP	VOLM	VNET	CGX	CGY	CGZ	IY*RHO	IY/ IMO
	m3	m3	m	m	m	tm	tm	
----- CAPACITY	OF	Diesel	Oil	(RHO=0.85)				
C44MGOSERVTKSS	DO	14.3	14.0	56.40	-3.15	5.30	6.1	6
C0MGOSTORTKS	DO	46.6	45.7	51.60	-2.70	0.60	80.3	79
----- SUBTOTAL	DO	60.9	59.7	52.72	-2.80	1.70		
CAPACITY	OF	Deck	Store	(RHO=1)				
A3DECKOTHERSPD3AP	DST	325.1	325.1	3.35	7.42	9.06	114.1	102
E3DECKESCN1DECK STORE	DST	116.0	116.0	85.86	-7.57	9.41	37.7	44
----- SUBTOTAL	DST	441.1	441.1	25.05	3.48	9.15		
CAPACITY	OF	Heavy	Fuel	(RHO=0.98)				
			Oil					
D36N2HFPOSTORTKC	FO	114.5	112.2	68.40	0.00	4.90	48.4	47
D36N3HFPOSTORTKP	FO	107.5	105.4	68.25	3.56	4.90	40.7	41
D36N1HFPOSTORTKS	FO	107.5	105.4	68.25	-3.56	4.90	40.7	41
C12N4HFOSERVTKPP	FO	62.0	60.8	57.45	1.48	3.57	9.5	8
C12N5HFOSSETTKPP	FO	62.8	61.5	57.60	4.08	3.83	5.4	8
----- SUBTOTAL	FO	454.3	445.2	65.34	0.77	4.57		

CAPACITY	OF	Fresh	Water	(RHO=1)				
D36N1FWTKS	FW	64.5	63.2	79.20	-2.10	5.20	29.6	29
D36N2FWTKP	FW	64.5	63.2	79.20	2.10	5.20	29.6	29
B36N3FWTKC	FW	55.0	53.9	19.21	0.00	5.19	18.7	18

SUBTOTAL	FW	184.0	180.3	61.27	0.00	5.20		
CAPACITY	OF	General	spaces	(RHO=1)				
A3DECKOTHERSPD3AS	GE	241.8	236.9	1.49	-7.24	9.00	88.0	77
E3DECKN1AHURMD3	GE	185.7	182.0	92.36	-6.21	9.48	97.6	108
E3DECKN1HYDEQ ROOM	GE	254.4	249.3	101.77	5.12	9.87	117.8	114
E3DECKOTHER SPACED3	GE	185.7	182.0	92.36	6.21	9.48	97.6	108
HELP	GE	38.7	37.9	10.82	0.00	1.80	3.3	10
HELP4	GE	79.3	77.7	-3.22	0.00	5.58	2564.6	1318
HELP5	GE	18.7	18.3	-3.63	0.00	6.26	2037.6	396
FPFUPPERDECK	GE	367.6	360.3	111.64	0.00	10.53	652.0	572
HELPB0N12VOID	GE	89.4	87.6	20.97	0.00	2.88	2578.2	408
HELPCARDECK	GE	612.0	599.8	42.00	0.00	9.30	91.8	90
HELPA	GE	21.5	21.1	4.89	0.00	1.91	0.6	2

SUBTOTAL	GE	2094.9	2053.0	61.76	-0.21	8.93		
CAPACITY	OF	Gray	Water	(RHO=1)				
E0GRAYWATERTK	GWT	129.5	127.0	92.15	0.00	2.24	149.9	221
CAPACITY	OF	Lift	(RHO=1)					
E3DECKESCLIFT	LIF	116.0	116.0	85.86	7.57	9.41	37.7	44
CAPACITY	OF	Lub.	Oil	(RHO=0.9)				
C12CPPRGLOSTORTKS	LO	16.9	16.6	56.00	-3.15	2.80	4.3	4
C12MEAELOSTORTKS	LO	33.8	33.1	58.40	-3.15	2.80	8.6	8
B05813N1LOCIRCTKS	LO	6.2	6.1	40.80	-5.11	0.94	0.8	1
B05813N2LOCIRCTKS	LO	6.2	6.1	40.80	-2.31	0.94	0.8	1
B05813N3LOCIRCTKP	LO	6.2	6.1	40.80	2.31	0.94	0.8	1
B05813N4LOCIRCTKP	LO	6.2	6.1	40.80	5.11	0.94	0.8	1
B19STLOSTORTKP	LO	4.9	4.8	23.20	0.90	2.75	0.7	1

SUBTOTAL	LO	80.4	78.8	50.32	-1.93	2.22		
CAPACITY	OF	Miscell.	(RHO=1)					

C0CWDRAINTKC	MIS	10.4	10.2	47.60	0.00	0.60	84.0	82
C0SLUDGETKP	MIS	15.6	15.2	49.20	2.70	0.60	31.5	31
C0FOOVFLTKP	MIS	15.6	15.2	51.60	2.70	0.60	31.5	31
C12LORNVTDTKS	MIS	6.5	6.4	51.60	-0.75	2.10	0.7	1
C12LORNVGTGTP	MIS	6.5	6.4	51.60	0.75	2.10	0.7	1
B0THERMALOILTKCC	MIS	20.8	20.4	34.91	0.00	0.66	52.0	50
B0FODRAINTKCC	MIS	6.8	6.7	37.31	0.00	0.65	2.5	2
B0DIRTYOILTKC	MIS	17.5	17.1	41.20	0.00	0.65	6.5	6
B19STLODRAINTKS	MIS	4.9	4.8	23.20	-0.90	2.75	0.8	1

SUBTOTAL	MIS	104.4	102.3	43.52	0.76	0.91		
CAPACITY	OF	Machin.	Sp.	(RHO=1)				
E12N1PUMPRM	MMA	159.8	159.8	84.99	0.00	2.54	588.6	878
C12N2PUMPRM	MMA	225.8	225.8	59.51	-0.28	2.80	1848.6	1134
C12FON3PUMP	MMA	550.9	550.9	50.26	0.11	2.85	5266.8	5111
B13ENGRM	MMA	1266.5	1266.5	39.55	0.01	4.08	7077.9	6145
B36AUXENGRM	MMA	580.6	580.6	28.75	-0.01	5.19	5658.6	5531
A36STEERGEARM	MMA	231.3	231.3	2.64	0.00	5.65	4683.6	1601
E3DECKBOSUNPAINT STORE	MMA	254.4	254.4	101.77	-5.12	9.87	117.8	116

SUBTOTAL	MMA	3269.4	3269.4	45.27	-0.40	4.47		
CAPACITY	OF	Mach.	Store	(RHO=1)				
E36SEWRM	MST	268.8	268.8	92.20	0.00	5.34	1092.7	1557
E36ACPLANT	MST	347.2	347.2	85.08	0.00	5.29	2224.5	2731
C44N1ENGSTORE WORK	MST	442.4	442.4	50.40	0.00	5.60	5662.3	5662
B19SHAFTALLEY2	MST	14.7	14.7	21.20	0.00	2.75	9.3	9
B0SHAFTALLEY1	MST	133.2	133.2	26.81	0.00	2.39	814.3	168
B36POWERN2ENG STORE	MST	363.4	363.4	19.96	0.00	5.20	5131.5	2738
E36BOWTHRU	MST	229.0	229.0	100.82	0.00	5.34	355.6	666

SUBTOTAL	MST	1798.6	1798.6	61.63	0.00	5.13		
CAPACITY	OF	Ro-Ro	Space	(RHO=1)				
3UPDECK CAPACITY	RORO	7961.6	7961.6	49.28	-0.08	9.29	45309.8	31447
	OF	Stairs	(RHO=1)					
C0SC1C	STA	15.5	15.5	54.00	2.69	0.60	31.5	31
C12SC2C	STA	7.9	7.9	54.00	0.75	2.30	0.7	1

C44ESCTRKV6	STA	7.3	7.3	59.75	0.50	4.42	0.1	0
C0SCV9A	STA	0.6	0.6	53.91	-8.09	0.99	0.0	0
C12SCV9B	STA	7.7	7.7	53.99	-8.55	2.41	0.8	1

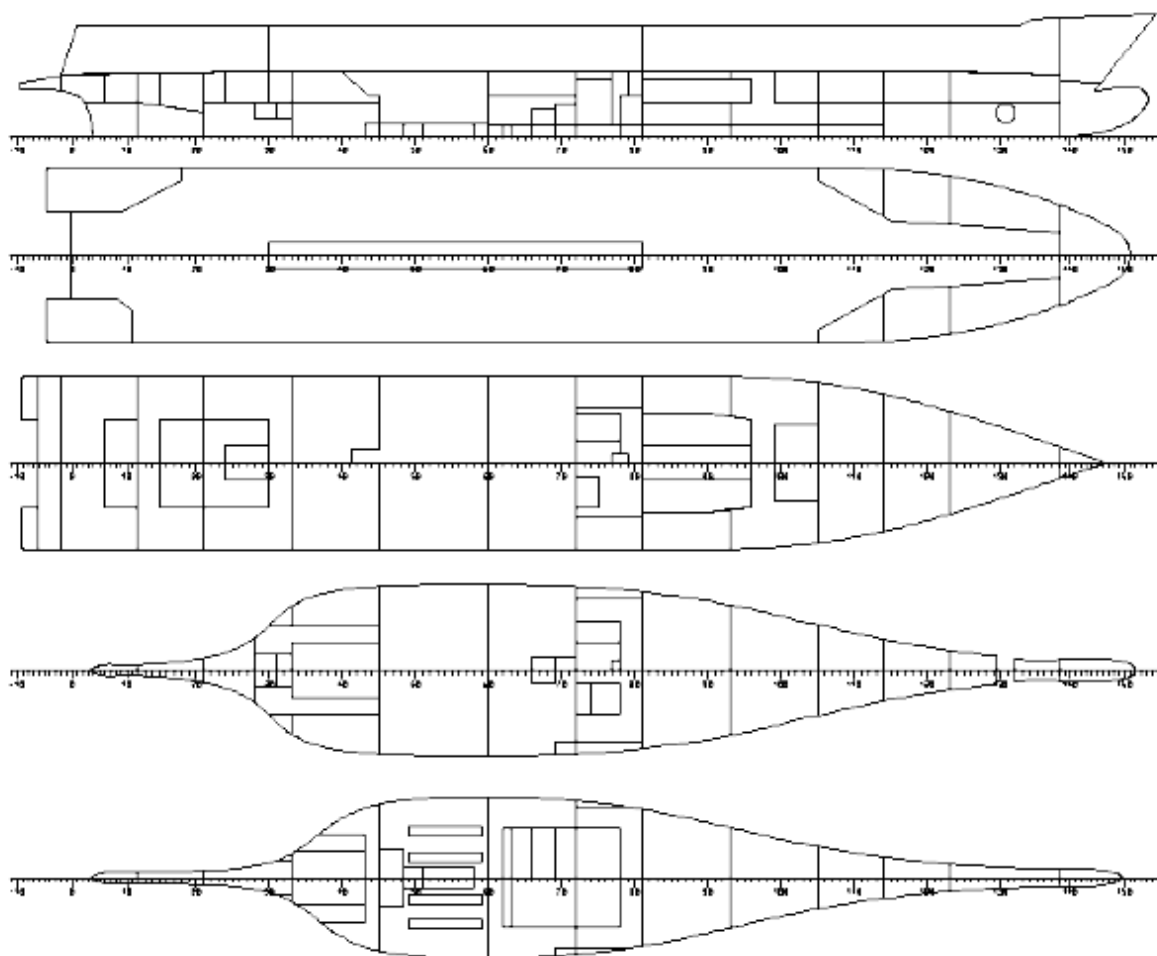
SUBTOTAL	STA	39.1	39.1	55.07	-0.51	2.02		
CAPACITY								
	OF	Void	(RHO=1.025)					
E0N1VOID	VOID	31.2	31.2	84.96	0.00	0.74	58.6	81
D0N3VOID	VOID	67.1	67.1	76.37	0.00	0.74	326.7	450
D12N2VOID	VOID	650.4	650.4	76.47	0.00	4.02	3077.7	2898
D0N5VOID	VOID	111.3	111.3	66.84	0.00	0.70	1171.6	1480
D12N4VOID	VOID	690.4	690.4	67.12	0.00	3.83	4768.4	3175
C0N7VOID	VOID	53.5	53.5	59.94	0.00	0.71	1440.1	583
C0N8VOID	VOID	60.5	60.5	57.58	0.00	0.62	516.5	496
C44N6VOID	VOID	142.0	142.0	59.44	-0.54	5.71	675.4	602
C0N9VOID	VOID	76.8	76.8	49.11	0.07	0.67	2749.3	1074
B0N10VOID	VOID	166.7	166.7	40.32	0.00	0.68	3574.2	2755
B0N11VOID	VOID	205.4	205.4	29.58	0.00	2.32	4161.6	999
B36N13VOID	VOID	164.1	164.1	17.62	0.00	5.18	525.0	348
B0N12VOID	VOID	115.8	115.8	18.24	0.00	2.23	186.3	150
A36N15VOID	VOID	81.2	81.2	5.47	0.00	5.41	272.1	184

SUBTOTAL	VOID	2616.2	2616.2	56.74	-0.03	3.24		
CAPACITY								
	OF	Water	Ballast	(RHO=1.025)				
F0FPTANK	WB	94.0	92.1	112.29	0.00	3.15	17.7	10
E0N1WBTKSS	WB	109.5	107.3	101.18	0.00	2.08	32.1	71
C0HEELTKP	WB	94.1	92.2	58.73	8.05	4.73	28.7	13
C0HEELTKS	WB	94.1	92.2	58.73	-8.05	4.73	28.7	13
B0N2WBTKP	WB	179.2	175.7	28.69	0.00	2.01	177.1	139
A3DECKN14VOID	WB	255.7	250.6	10.34	0.00	5.27	3983.4	1648
APA1N3WBTKC	WB	160.9	157.7	12.10	0.00	4.94	362.7	276

SUBTOTAL	WB	987.5	967.7	42.95	0.00	3.97		

TOTAL		20338.0	20256.0	52.08	0.00	6.77		

Πίνακας Α.3-3. Διαμερίσματα του πλοίου «ΡΟΡΑΧ4»



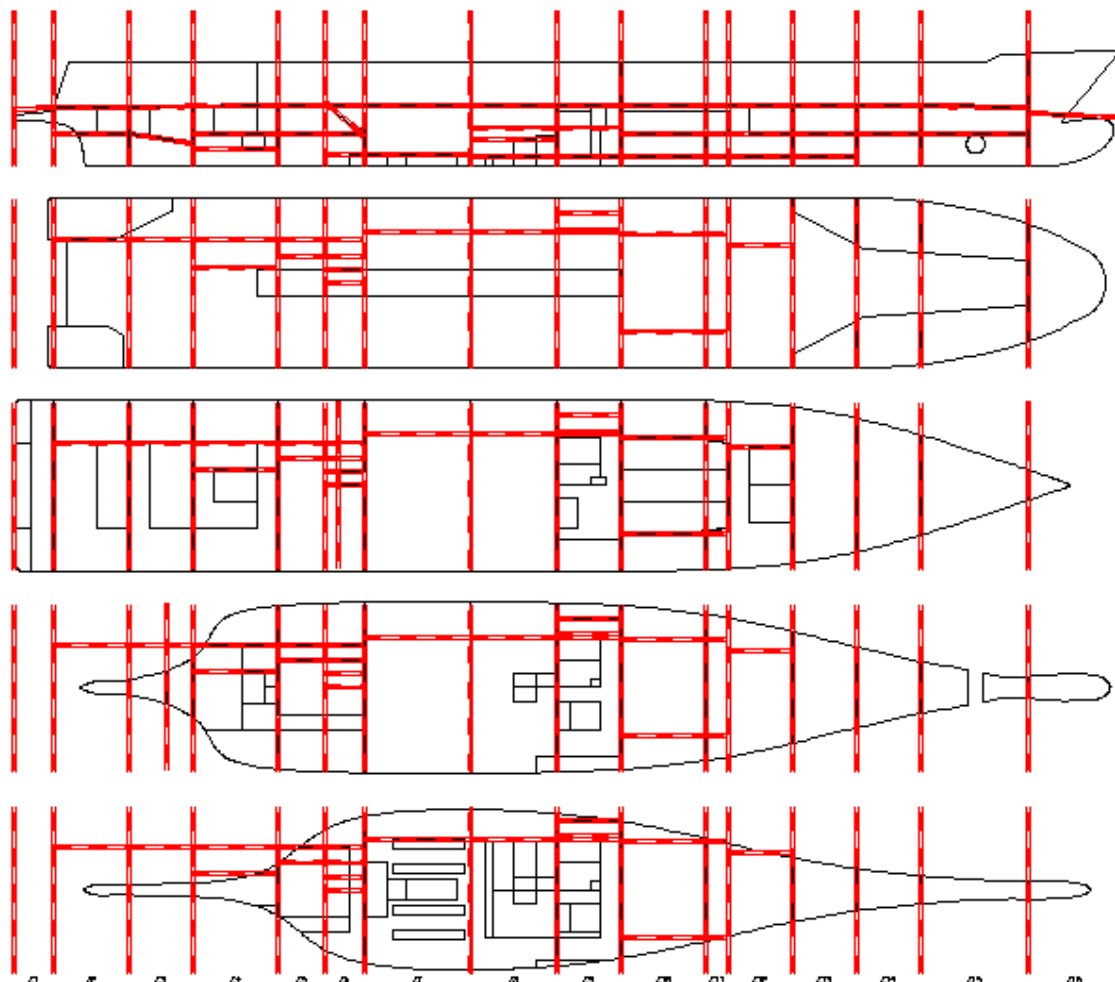
Σχ. Α.3-1. Σχέδιο Γενικής Διάταξης του πλοίου αναφοράς «ROPAX4»

Α.3.4. ΥΠΟΔΙΑΙΡΕΣΗ

ZONE	TBA	TBF	LBP	LBS	DDN	DUP
Z1	DAMHULL2	#-2				3DECK
Z2	#-2	#12	4.8		3.6	3DECK
Z3	#12	#21	4.8		PA1	3DECK
Z4	#21	#33	4.8/1.8		1.9/3.6	3DECK
Z5	#33	#39.5	4.8/3		3.6	3DECK
Z6	#39.5	#45	4.8/3/1.5/0		1.3/3.6/PBAUX	3DECK
Z7	#45	#60	5.6688		PB2	3DECK
Z8	#60	#72	5.6688		1.2/3/4.4	3DECK
Z9	#72	#81	7.8/6/5.6688		1.2/4.4	3DECK

Z10	#81	#93	PDREF/PD1	1.2/3.6	3DECK
Z11	#93	#96	PDREF/PD1	1.2/3.6	3DECK
Z12	#96	#105	4.2	1.2/3.6	3DECK
Z13	#105	#114		1.2/3.6	3DECK
Z14	#114	#123		3.6	3DECK
Z15	#123	#138.3		3.6	3DECK
Z16	#138.3	DAMHULL2			PFF

Πίνακας Α.3-4. Ζώνες Υποδιαίρεσης (Damage Zones) του πλοίου αναφοράς «ROPAX4»



Σχ. Α.3-2. Απεικόνιση των Damage Zones για το πλοίο αναφοράς «ROPAX4»

A.3.5. ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΦΟΡΤΩΣΗΣ

LOADING CONDITION SUBD

LOADING COMPONENTS

Name		Max. weight	Mass	Center of gravity cgx	cg y	cgz	Free s. moment	
VAR								
C1	DWT Const	0.0	57.5	59.23	0.00	11.50	0.00	
C2	Consumables	0.0	797.1	61.57	0.00	4.33	570.00	
C3	Passengers	0.0	114.0	42.07	0.00	16.85	0.00	
C4	Luggage	0.0	7.6	55.90	0.00	14.55	0.00	
C5	Provisionss	0.0	30.0	52.57	0.00	10.60	0.00	
C6	Crew	0.0	8.0	60.90	0.00	9.66	0.00	
C7	Trucks	0.0	850.0	54.72	0.00	8.60	0.00	
C8	Cars	0.0	130.0	56.30	0.00	12.50	0.00	
Total of		0.0	1994.2	56.97	0.00	7.76	570.00	
Deadweight				1994.2	56.97	0.00	7.76	570.0
Lightweight				4341.8	50.78	0.00	9.09	
Displacement (rho=1.025)				6336.0	52.73	0.00	8.67	570.0

FLOATING POSITION

Draught moulded	4.919	m	KM	10.88	m
Trim	0.000	m	KG	8.67	m
Heel, PS=+	0.0	deg			
TA	4.919	m	GMO	2.21	m
TF	4.919	m	GMCORR	-0.09	m
Trimming moment	-2	tonm	GM	2.12	m

Πίνακας A.3-5. Κατάσταση Φόρτωσης για το Deepest Subdivision Draught (ds)

LOADING CONDITION PART

LOADING COMPONENTS

Name		Max. weight	Mass	Center of gravity cgx	cg y	cgz	Free s. moment	
VAR								
C1	DWT Const	0.0	57.5	59.23	0.00	11.50	0.00	
C2	Consumables	0.0	348.4	65.92	0.00	2.07	616.00	
C3	Passengers	0.0	114.0	42.07	0.00	16.85	0.00	
C4	Luggage	0.0	7.6	55.90	0.00	14.55	0.00	
C5	Provisionss	0.0	3.0	52.57	0.00	10.60	0.00	
C6	Crew	0.0	8.0	60.90	0.00	9.66	0.00	
C7	Trucks	0.0	700.0	61.68	0.00	8.60	0.00	
C8	Cars	0.0	130.0	56.30	0.00	12.50	0.00	
Total of		0.0	1368.4	60.46	0.00	8.16	616.00	
Deadweight				1368.4	60.46	0.00	8.16	616.0
Lightweight				4341.8	50.78	0.00	9.09	
Displacement (rho=1.025)				5710.2	53.10	0.00	8.86	616.0

FLOATING POSITION

Draught moulded	4.572	m	KM	10.92	m
Trim	0.000	m	KG	8.86	m
Heel, PS=+	0.0	deg			
TA	4.572	m	GMO	2.06	m
TF	4.572	m	GMCORR	-0.11	m
Trimming moment	-6	tonm	GM	1.95	m

Πίνακας A.3-6. Κατάσταση Φόρτωσης για το Partial Subdivision Draught (dp)

LOADING CONDITION LGHT

LOADING COMPONENTS

Name		Max. weight	Mass	Center of gravity			Free s. moment
				cgx	cgy	cgz	
VAR							
C1	DWT Const	0.0	57.5	59.23	0.00	11.50	0.00
C2	Consumables	0.0	348.4	65.92	0.00	2.07	623.00
C3	Passengers	0.0	114.0	42.07	0.00	16.85	0.00
C4	Luggage	0.0	7.6	55.90	0.00	14.55	0.00
C5	Provisionss	0.0	3.0	52.57	0.00	10.60	0.00
C6	Crew	0.0	8.0	60.90	0.00	9.66	0.00
Total of		0.0	538.4	59.87	0.00	6.54	623.00
Deadweight				538.4	59.87	0.00	6.54
Lightweight				4341.8	50.78	0.00	9.09
Displacement (rho=1.025)				4880.2	51.78	0.00	8.81

FLOATING POSITION

Draught moulded	4.051	m	KM	11.43	m
Trim	-0.795	m	KG	8.81	m
Heel, PS=+	0.0	deg			
TA	4.448	m	GMO	2.63	m
TF	3.654	m	GMCORR	-0.13	m
Trimming moment	-8549	tonm	GM	2.50	m

Πίνακας Α.3-7. Κατάσταση Φόρτωσης για το Lightest Subdivision Draught (d_L)

A.3.6. ΠΙΝΑΚΑΣ ΟΡΙΩΝ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΩΝ

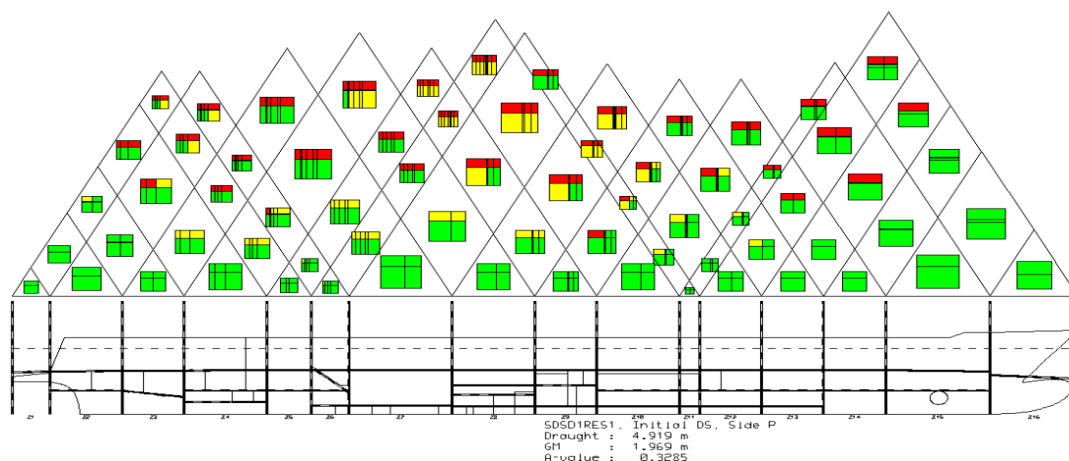
NAME	ZONE	ALIMIT	FLIMIT	PLIMIT	SLIMIT	LLIMIT	ULIMIT
HELP4	Z1	DAMHULL2	#-2	-	-	-	3DECK
HELP5	Z1	DAMHULL2	#-2	-	-	-	3DECK
A3DECKOTHERSPD3AS	Z1-2	DAMHULL2	#12	-/4.8	-	3DECK	-
A3DECKOTHERSPD3AP	Z1-3	DAMHULL2	#21	-	-	3DECK	-
D0N5VOID	Z10	#81	#93	-	-	-	1.2
D12N4VOID	Z10	#81	#93	-	-	1.2	3DECK
D36N2HFOSTORTKC	Z10-11	#81	#96	PDREF	-	3.6	3DECK
D36N3HFOSTORTKP	Z10-11	#81	#96	PDREF	-	3.6	3DECK
D36N1HFOSTORTKS	Z10-11	#81	#96	PDREF	-	3.6	3DECK
D0N3VOID	Z11-12	#93	#105	-	-	-	1.2
D12N2VOID	Z11-12	#93	#105	-	-	1.2	3DECK
D36N1FWTKS	Z12	#96	#105	4.2	-	3.6	3DECK
D36N2FWTKP	Z12	#96	#105	4.2	-	3.6	3DECK
E0N1VOID	Z13	#105	#114	-	-	-	1.2
E12N1PUMPRM	Z13	#105	#114	-	-	1.2	3.6
E36ACPLANT	Z13	#105	#114	-	-	3.6	3DECK
E3DECKESCLIFT	Z13	#105	#114	-	-	3DECK	-
E3DECKESCN1DECK STORE	Z13	#105	#114	-	-	3DECK	-
E0GRAYWATERTK	Z14	#114	#123	-	-	-	3.6
E36SEWRM	Z14	#114	#123	-	-	3.6	3DECK
E3DECKN1AHURMD3	Z14	#114	#123	-	-	3DECK	-

E3DECKOTHERSPACED3	Z14	#114	#123	-	-	3DECK	-
E0N1WBTKSS	Z15	#123	#138.3	-	-	-	3.6
E3DECKBOSUNPAINT STORE	Z15	#123	#138.3	-	-	3DECK	-
E3DECKN1HYDEQRROOM	Z15	#123	#138.3	-	-	3DECK	-
E36BOWTHRU	Z15	#123	#138.3	-	-	3.6	3DECK
F0FPTANK	Z16	#138.3	DAMHULL2	-	-	-	PFF
FPFUPPERDECK	Z16	#138.3	DAMHULL2	-	-	PFF	-
A36STEERGEARM	Z2	#-2	#12	-	-	3.6	3DECK
A36N15VOID	Z2	#-2	#12	4.8	-	3.6	3DECK
HELPA	Z2	#-2	#12	4.8	-	-	3.6
3UPDECK	Z2-15	#-2	#138.3	-	-	3DECK	-
A3DECKN14VOID	Z3	#12	#21	-	-	PA1	3DECK
HELP	Z3	#12	#21	4.8	-	-	PA1
APA1N3WBTKC	Z3	#12	#21	4.8	-	PA1	3DECK
B19SHAFTALLEY2	Z4	#21	#33	1.8	-	1.9	3.6
B36N13VOID	Z4	#21	#33	4.8	-	3.6	3DECK
B36N3FWTKC	Z4	#21	#33	1.8	-	3.6	3DECK
B36POWERN2ENGSTORE	Z4	#21	#33	-	-	3.6	3DECK
B0N12VOID	Z4	#21	#33	4.8	-	-	3.6
B19STLODRAINTKS	Z4	#21	#33	1.8	-	1.9	3.6
B19STLOSTORTKP	Z4	#21	#33	1.8	-	1.9	3.6
HELPB0N12VOID	Z4	#21	#33	-	-	-	3.6
B0SHAFTALLEY1	Z4-6	#21	#45	4.8	-	1.9/2*-	3.6
HELPCARDECK	Z4-9	#21	#81	1.8/3/1.5/ 3*5.6688	-	3DECK	-
B0N11VOID	Z5-6	#33	#45	-	-	-	3.6
B0N2WBTKP	Z5-6	#33	#45	3	-	-	3.6
B36AUXENGRM	Z5-6	#33	#45	-	-	3.6	3DECK
B13ENGRM	Z6-7	#39.5	#60	1.5/-	-	PBAUX/ PB2	3DECK
B0THERMALOILTKCC	Z7	#45	#60	56.688	-	-	PB2
B0FODRAINTKCC	Z7	#45	#60	56.688	-	-	PB2
B0DIRTYOILTKC	Z7	#45	#60	56.688	-	-	PB2
B0N10VOID	Z7	#45	#60	-	-	-	PB2
B05813N1LOCIRCTKS	Z7	#45	#60	56.688	-	-	PB2
B05813N2LOCIRCTKS	Z7	#45	#60	56.688	-	-	PB2
B05813N3LOCIRCTKP	Z7	#45	#60	56.688	-	-	PB2
B05813N4LOCIRCTKP	Z7	#45	#60	56.688	-	-	PB2
C0SC1C	Z8	#60	#72	56.688	-	-	1.2
C12SC2C	Z8	#60	#72	56.688	-	1.2	4.4
C0MGOSTORTKS	Z8	#60	#72	56.688	-	-	1.2
C0CWDRAINTKC	Z8	#60	#72	56.688	-	-	1.2
C0SLUDGETKP	Z8	#60	#72	56.688	-	-	1.2
C0FOOVFLTKP	Z8	#60	#72	56.688	-	-	1.2
C0N9VOID	Z8	#60	#72	-	-	-	1.2
C12LORNVTDTKS	Z8	#60	#72	56.688	-	1.2	3
C12LORNVTGTP	Z8	#60	#72	56.688	-	1.2	3
C12FON3PUMP	Z8	#60	#72	-	-	1.2	4.4
C44N1ENGSTOREWORK	Z8	#60	#72	-	-	4.4	3DECK
C0SCV9A	Z8	#60	#72	56.688	-	-	1.2
C12SCV9B	Z8	#60	#72	56.688	-	1.2	4.4
C0N7VOID	Z9	#72	#81	7.8	-	-	1.2

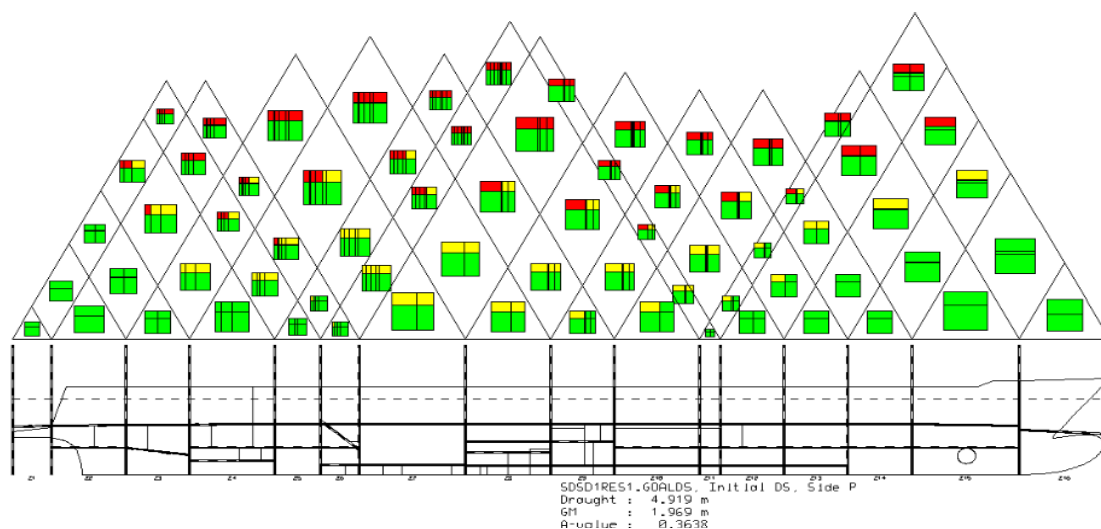
C0N8VOID	Z9	#72	#81	56.688	-	-	1.2
C12N2PUMPRM	Z9	#72	#81	7.8	-	1.2	4.4
C12CPPRGLOSTORTKS	Z9	#72	#81	56.688	-	1.2	4.4
C12MEAELOSTORTKS	Z9	#72	#81	56.688	-	1.2	4.4
C44MGOSERVTKSS	Z9	#72	#81	56.688	-	4.4	3DECK
C44N6VOID	Z9	#72	#81	6	-	4.4	3DECK
C0HEELTKP	Z9	#72	#81	-	-	-	3DECK
C0HEELTKS	Z9	#72	#81	56.688	-	-	3DECK
C12N4HFOSEKRVTKPP	Z9	#72	#81	56.688	-	1.2	3DECK
C12N5HFOSETTKPP	Z9	#72	#81	56.688	-	1.2	3DECK
C44ESCTKRV6	Z9	#72	#81	56.688	-	1.2	3DECK

Πίνακας Α.3-8. Όρια Διαμερισμάτων (Limits Table) του πλοίου «ROPAX4»

Α.3.7. ΤΡΙΓΩΝΑ ΚΑΤΑΚΛΥΣΗΣ



Σχ. Α.3-3. Τρίγωνα κατάκλυσης του «ROPAX4» (SOLAS 2009)



Σχ. Α.3-4. Τρίγωνα κατάκλυσης του «ROPAX4» (GOALDS)

A.4. ROPAX5

A.4.1. ΚΥΡΙΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Reference dimensions

TDWL	4.9	design draught	
AP	0	aft perpendicular	(HULL/TDWL ->-2.129)
FP	112	fore perpendicular	(HULL/TDWL ->117.368)
LREF	112	reference length	calculated FP-AP
XREF	56	reference point	((FP+AP)/2 ->56)
XMID	56	largest frame	
XMIN	-5.6471	aft end	(HULL ->-5.647)
XMAX	118.7801	fore end	(HULL ->118.78)
LOA	124.4272	length over all	calculated XMAX-XMIN
BREF	19	reference breadth	(HULL/TDWL ->19.2)
BMAX	19	maximum breadth	(HULL ->19.2)
HSD	4.9429	subdivision draught	
HMAX	17.4429	total height	
SHEL	0.01	shell thickness	
KEEL	0.01	keel	
RHO	1.025	seawater density	
FRAMES	0, 0.6, 12,0.8, 138,0.6		

Πίνακας A.4-1. Κύριες Διαστάσεις του πλοίου «ROPAX5»

A.4. 2. ΥΔΡΟΣΤΑΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

T	DISP	LCB	KMT	CB	WLA	MCT	TPC
m	t	m	m	m ²	tm/cm	t/cm	
4.000	4734.1	53.547	11.148	0.5402	1601.5	100.7	16.4
4.100	4899.9	53.482	11.169	0.5455	1632.2	105.4	16.7
4.200	5068.4	53.405	11.078	0.5508	1649.9	108.0	16.9
4.300	5238.4	53.328	11.022	0.5561	1666.1	110.3	17.1
4.400	5409.9	53.250	10.929	0.5613	1681.3	112.6	17.2
4.500	5583.8	53.163	10.936	0.5665	1706.6	116.8	17.5
4.600	5759.5	53.074	10.889	0.5717	1725.1	119.8	17.7
4.700	5937.5	52.976	10.889	0.5768	1753.8	124.8	18.0
4.800	6118.4	52.866	10.870	0.5820	1774.1	128.3	18.2
4.900	6301.4	52.750	10.867	0.5872	1796.1	132.3	18.4
5.000	6486.9	52.623	10.904	0.5925	1826.2	138.1	18.7

5.100	6676.6	52.474	10.958	0.5978	1871.8	147.8	19.2
5.200	6870.7	52.303	10.950	0.6034	1922.4	158.3	19.7
5.300	7068.5	52.114	10.860	0.6091	1936.4	160.5	19.8
5.400	7267.5	51.938	10.758	0.6147	1942.2	161.4	19.9
5.500	7467.0	51.770	10.660	0.6201	1949.1	162.9	20.0
5.600	7667.2	51.615	10.564	0.6254	1955.8	164.3	20.0
5.700	7868.1	51.470	10.472	0.6306	1962.2	165.7	20.1
5.800	8069.6	51.336	10.383	0.6356	1968.3	167.1	20.2
5.900	8271.7	51.211	10.285	0.6405	1972.1	167.9	20.2

Πίνακας Α.4-2. Υδροστατικά Στοιχεία του πλοίου «ROPAX5»

A.4.3. ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ

NAME	PURP	VOLM	VNET	CGX	CGY	CGZ	IY*RHO	IY/ IMO
	m3	m3	m	m	m	tm	tm	
----- CAPACITY	OF	Diesel	Oil	(RHO=0.85)				
C44MGOSERVTKSS	DO	14.3	14.0	56.40	-3.15	5.30	6.1	6
C0MGOSTORTKS	DO	46.6	45.7	51.60	-2.70	0.60	80.3	79
----- SUBTOTAL	DO	60.9	59.7	52.72	-2.80	1.70		
CAPACITY	OF	Deck	Store	(RHO=1)				
A3DECKOTHERSPD3AP	DST	321.3	321.3	3.42	7.42	9.26	112.8	100
E3DECKESCN1DECK STORE	DST	117.3	117.3	85.86	-7.59	9.60	38.2	44
----- SUBTOTAL	DST	438.6	438.6	25.47	3.41	9.35		
CAPACITY	OF	Heavy	Fuel Oil	(RHO=0.98)				
D36N2HFOSTORTKC	FO	114.5	112.2	68.40	0.00	4.90	48.4	47
D36N3HFOSTORTKP	FO	107.5	105.4	68.25	3.56	4.90	40.7	41
D36N1HFOSTORTKS	FO	107.5	105.4	68.25	-3.56	4.90	40.7	41
C12N4HFOSERVTKPP	FO	62.0	60.8	57.45	1.48	3.57	9.5	8
C12N5HFOSETTTPP	FO	62.8	61.5	57.60	4.08	3.83	5.4	8
----- SUBTOTAL	FO	454.3	445.2	65.34	0.77	4.57		
CAPACITY	OF	Fresh	Water	(RHO=1)				

D36N1FWTKS	FW	68.5	67.2	79.20	-2.10	5.30	29.6	29
D36N2FWTKP	FW	68.5	67.2	79.20	2.10	5.30	29.6	29
B36N3FWTKC	FW	58.4	57.3	19.21	0.00	5.29	18.7	18

SUBTOTAL	FW	195.5	191.6	61.27	0.00	5.30		
CAPACITY	OF	General	spaces	(RHO=1)				
A3DECKOTHERSPD3AS	GE	237.9	233.2	1.56	-7.24	9.20	86.9	76
E3DECKN1AHURMD3	GE	188.8	185.1	92.37	-6.24	9.66	101.1	110
E3DECKN1HYDEQROOM	GE	264.7	259.4	101.81	5.18	10.04	124.6	122
E3DECKOTHERSPACED3	GE	188.8	185.1	92.37	6.24	9.66	101.1	110
HELP	GE	38.7	37.9	10.82	0.00	1.80	3.3	10
HELP4	GE	87.8	86.1	-3.17	0.00	5.64	2577.7	1265
HELP5	GE	21.9	21.5	-3.65	0.00	6.40	1843.0	355
FPFUPPERDECK	GE	391.0	383.2	111.69	0.00	10.68	705.8	609
HELPB0N12VOID	GE	89.4	87.6	20.97	0.00	2.88	2578.2	408
HELPCARDECK	GE	612.0	599.8	42.00	0.00	9.50	91.8	90
HELPA	GE	21.5	21.1	4.89	0.00	1.91	0.6	2

SUBTOTAL	GE	2142.7	2099.9	62.36	-0.16	9.10		
CAPACITY	OF	Gray	Water	(RHO=1)				
E0GRAYWATERTK	GWT	129.5	127.0	92.15	0.00	2.24	149.9	221
CAPACITY	OF	Lift	(RHO=1)					
E3DECKESCLIFT	LIF	117.3	117.3	85.86	7.59	9.60	38.2	44
CAPACITY	OF	Lub.	Oil	(RHO=0.9)				
C12CPPRGLOSTORTKS	LO	16.9	16.6	56.00	-3.15	2.80	4.3	4
C12MEAELOSTORTKS	LO	33.8	33.1	58.40	-3.15	2.80	8.6	8
B05813N1LOCIRCTKS	LO	6.2	6.1	40.80	-5.11	0.94	0.8	1
B05813N2LOCIRCTKS	LO	6.2	6.1	40.80	-2.31	0.94	0.8	1
B05813N3LOCIRCTKP	LO	6.2	6.1	40.80	2.31	0.94	0.8	1
B05813N4LOCIRCTKP	LO	6.2	6.1	40.80	5.11	0.94	0.8	1
B19STLOSTORTKP	LO	4.9	4.8	23.20	0.90	2.75	0.7	1

SUBTOTAL	LO	80.4	78.8	50.32	-1.93	2.22		
CAPACITY	OF	Miscell.	(RHO=1)					
C0CWDRAINTKC	MIS	10.4	10.2	47.60	0.00	0.60	84.0	82
C0SLUDGETKP	MIS	15.6	15.2	49.20	2.70	0.60	31.5	31
C0FOOVFLTKP	MIS	15.6	15.2	51.60	2.70	0.60	31.5	31

C12LORNVTDTKS	MIS	6.5	6.4	51.60	-0.75	2.10	0.7	1
C12LORNVTGTKP	MIS	6.5	6.4	51.60	0.75	2.10	0.7	1
B0THERMALOILTKCC	MIS	20.8	20.4	34.91	0.00	0.66	52.0	50
B0FODRAINTKCC	MIS	6.8	6.7	37.31	0.00	0.65	2.5	2
B0DIRTYOILTKC	MIS	17.5	17.1	41.20	0.00	0.65	6.5	6
B19STLODRAINTKS	MIS	4.9	4.8	23.20	-0.90	2.75	0.8	1

SUBTOTAL	MIS	104.4	102.3	43.52	0.76	0.91		
CAPACITY	OF	Machin.	Sp.	(RHO=1)				
E12N1PUMPRM	MMA	159.8	159.8	84.99	0.00	2.54	588.6	878
C12N2PUMPRM	MMA	225.8	225.8	59.51	-0.28	2.80	1848.6	1134
C12FON3PUMP	MMA	550.9	550.9	50.26	0.11	2.85	5266.8	5111
B13ENGRM	MMA	1313.8	1313.8	39.55	0.01	4.18	7077.9	6111
B36AUXENGRM	MMA	616.4	616.4	28.75	-0.01	5.29	5658.4	5523
A36STEERGEARM	MMA	256.6	256.6	2.61	0.00	5.75	4689.0	1700
E3DECKBOSUNPAINT STORE	MMA	264.7	264.7	101.81	-5.18	10.04	124.6	124

SUBTOTAL	MMA	3388.0	3388.0	44.86	-0.41	4.57		
CAPACITY	OF	Mach.	Store	(RHO=1)				
E36SEWRM	MST	290.0	290.0	92.21	0.00	5.45	1154.6	1631
E36ACPLANT	MST	372.3	372.3	85.09	0.00	5.40	2295.8	2798
C44N1ENGSTOREWORK	MST	479.2	479.2	50.40	0.00	5.70	5662.3	5662
B19SHAFTALLEY2	MST	14.7	14.7	21.20	0.00	2.75	9.3	9
B0SHAFTALLEY1	MST	133.2	133.2	26.81	0.00	2.39	814.3	168
B36POWERN2ENGSTORE	MST	386.4	386.4	19.96	0.00	5.30	5131.5	2742
E36BOWTHRU	MST	250.8	250.8	100.85	0.00	5.46	391.9	728

SUBTOTAL	MST	1926.7	1926.7	62.00	0.00	5.24		
CAPACITY	OF	Ro-Ro	Space	(RHO=1)				
3UPDECK	RORO	7962.3	7962.3	49.28	-0.08	9.49	45310.0	31451
CAPACITY	OF	Stairs	(RHO=1)					
C0SC1C	STA	15.5	15.5	54.00	2.69	0.60	31.5	31
C12SC2C	STA	7.9	7.9	54.00	0.75	2.30	0.7	1
C44ESCTRKV6	STA	7.6	7.6	59.76	0.50	4.54	0.1	0
C0SCV9A	STA	0.6	0.6	53.91	-8.09	0.99	0.0	0
C12SCV9B	STA	7.7	7.7	53.99	-8.55	2.41	0.8	1

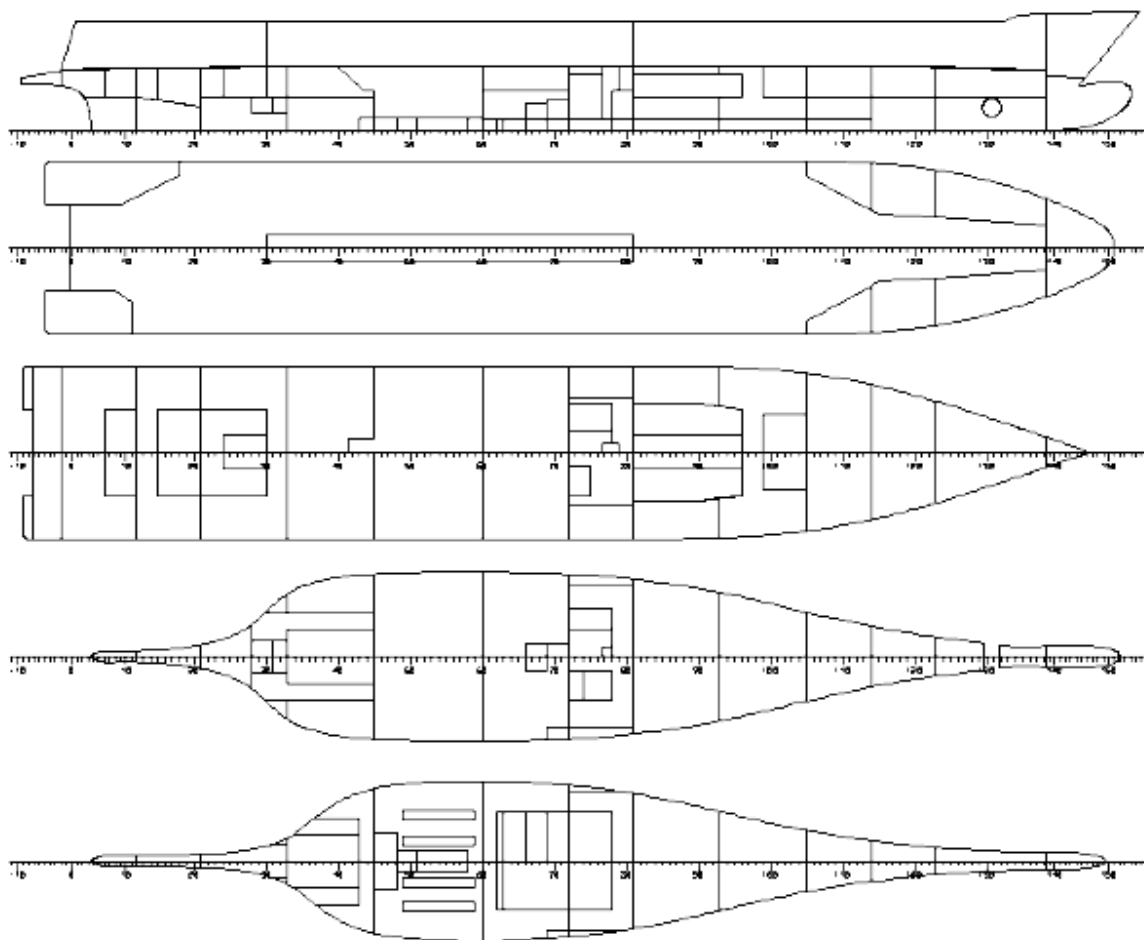
SUBTOTAL	STA	39.5	39.5	55.11	-0.50	2.06		
CAPACITY	OF	Void		(RHO=1.025)				
E0N1VOID	VOID	31.2	31.2	84.96	0.00	0.74	58.6	81
D0N3VOID	VOID	67.1	67.1	76.37	0.00	0.74	326.7	450
D12N2VOID	VOID	678.5	678.5	76.46	0.00	4.14	3223.6	2933
D0N5VOID	VOID	111.3	111.3	66.84	0.00	0.70	1171.6	1480
D12N4VOID	VOID	727.2	727.2	67.12	0.00	3.98	4848.0	3256
C0N7VOID	VOID	53.5	53.5	59.94	0.00	0.71	1440.1	583
C0N8VOID	VOID	60.5	60.5	57.58	0.00	0.62	516.5	496
C44N6VOID	VOID	158.9	158.9	59.37	-0.48	5.84	675.4	632
C0N9VOID	VOID	76.8	76.8	49.11	0.07	0.67	2749.3	1074
B0N10VOID	VOID	166.7	166.7	40.32	0.00	0.68	3574.2	2755
B0N11VOID	VOID	205.4	205.4	29.58	0.00	2.32	4161.6	999
B36N13VOID	VOID	174.4	174.4	17.61	0.00	5.28	525.0	348
B0N12VOID	VOID	115.8	115.8	18.24	0.00	2.23	186.3	150
A36N15VOID	VOID	88.1	88.1	5.46	0.00	5.52	272.1	189

SUBTOTAL	VOID	2715.5	2715.5	56.81	-0.03	3.38		
CAPACITY	OF	Water	Ballast	(RHO=1.025)				
F0FPTANK	WB	94.0	92.1	112.29	0.00	3.15	17.7	10
E0N1WBTKSS	WB	109.5	107.3	101.18	0.00	2.08	32.1	71
C0HEELTKP	WB	99.3	97.3	58.74	8.04	4.84	28.7	13
C0HEELTKS	WB	99.3	97.3	58.74	-8.04	4.84	28.7	13
B0N2WBTKP	WB	179.2	175.7	28.69	0.00	2.01	177.1	139
A3DECKN14VOID	WB	274.1	268.6	10.33	0.00	5.37	3988.5	1682
APA1N3WBTKC	WB	170.1	166.7	12.09	0.00	5.04	362.7	280

SUBTOTAL	WB	1025.5	1005.0	42.25	0.00	4.07		

TOTAL		20781.1	20697.2	52.16	0.00	6.88		

Πίνακας Α.4-3. Διαμερίσματα του πλοίου «ROPAX5»



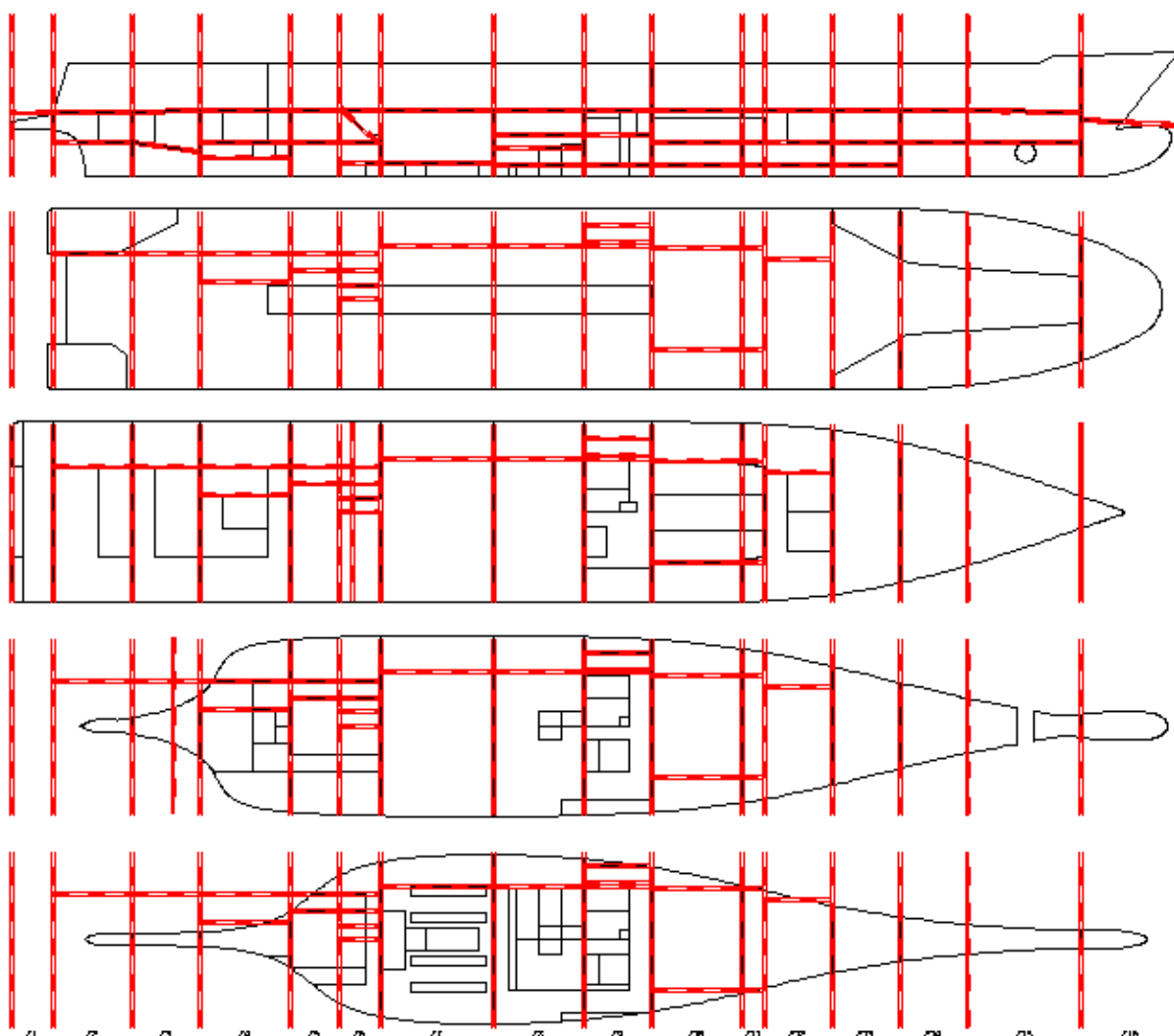
Σχ. Α.4-1. Σχέδιο Γενικής Διάταξης του πλοίου αναφοράς «ROPAX5»

Α.4.4. ΥΠΟΔΙΑΙΡΕΣΗ

ZONE	TBA	TBF	LBP	LBS	DDN	DUP
Z1	DAMHULL2	#-2				3DECK
Z2	#-2	#12	4.8		3.6	3DECK
Z3	#12	#21	4.8		PA1	3DECK
Z4	#21	#33	4.8/1.8		1.9/3.6	3DECK
Z5	#33	#39.5	4.8/3		3.6	3DECK
Z6	#39.5	#45	4.8/3/1.5/0		1.3/3.6/PBAUX	3DECK
Z7	#45	#60	5.6688		PB2	3DECK
Z8	#60	#72	5.6688		1.2/3/4.4	3DECK
Z9	#72	#81	7.8/6/5.6688		1.2/4.4	3DECK
Z10	#81	#93	PDREF/PD1		1.2/3.6	3DECK

Z11	#93	#96	PDREF/PD1	1.2/3.6	3DECK
Z12	#96	#105	4.2	1.2/3.6	3DECK
Z13	#105	#114		1.2/3.6	3DECK
Z14	#114	#123		3.6	3DECK
Z15	#123	#138.3		3.6	3DECK
Z16	#138.3	DAMHULL2			PPF

Πίνακας Α.4-4. Ζώνες Υποδιαίρεσης (Damage Zones) του πλοίου αναφοράς «ROPAX5»



Σχ. Α.4-2. Απεικόνιση των Damage Zones για το πλοίο αναφοράς «ROPAX5»

A.4.5. ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΦΟΡΤΩΣΗΣ

LOADING CONDITION SUBD

LOADING COMPONENTS

Name	Max. weight	Mass	Center of gravity cgx	cgz	Free s. moment		
VAR							
C1	DWT Const	0.0	57.5	59.23	0.00	11.60	0.00
C2	Consumables	0.0	797.1	61.57	0.00	4.33	570.00
C3	Passengers	0.0	114.0	42.07	0.00	17.05	0.00
C4	Luggage	0.0	7.6	55.90	0.00	14.75	0.00
C5	Provisionss	0.0	30.0	52.57	0.00	10.75	0.00
C6	Crew	0.0	8.0	60.90	0.00	9.81	0.00
C7	Trucks	0.0	850.0	54.60	0.00	8.80	0.00
C8	Cars	0.0	130.0	56.30	0.00	12.70	0.00
Total of		0.0	1994.2	56.91	0.00	7.88	570.00
Deadweight			1994.2	56.91	0.00	7.88	570.0
Lightweight			4386.1	50.78	0.00	9.17	
Displacement (rho=1.025)			6380.4	52.70	0.00	8.76	570.0

FLOATING POSITION

Draught moulded	4.943	m	KM	10.88	m
Trim	0.000	m	KG	8.76	m
Heel, PS=+	0.0	deg			
TA	4.943	m	GMO	2.12	m
TF	4.943	m	GMCORR	-0.09	m
Trimming moment	5	tonm	GM	2.03	m

Πίνακας A.4-5. Κατάσταση Φόρτωσης για το Deepest Subdivision Draught (ds)

LOADING CONDITION PART

LOADING COMPONENTS

Name	Max. weight	Mass	Center of gravity cgx	cgz	Free s. moment		
VAR							
C1	DWT Const	0.0	57.5	59.23	0.00	11.60	0.00
C2	Consumables	0.0	348.4	65.92	0.00	2.07	616.00
C3	Passengers	0.0	114.0	42.07	0.00	17.05	0.00
C4	Luggage	0.0	7.6	55.90	0.00	14.75	0.00
C5	Provisionss	0.0	3.0	52.57	0.00	10.75	0.00
C6	Crew	0.0	8.0	60.90	0.00	9.81	0.00
C7	Trucks	0.0	700.0	61.63	0.00	8.80	0.00
C8	Cars	0.0	130.0	56.30	0.00	12.70	0.00
Total of		0.0	1368.4	60.43	0.00	8.31	616.00
Deadweight			1368.4	60.43	0.00	8.31	616.0
Lightweight			4386.1	50.78	0.00	9.17	
Displacement (rho=1.025)			5754.6	53.07	0.00	8.96	616.0

FLOATING POSITION

Draught moulded	4.597	m	KM	10.91	m
Trim	0.000	m	KG	8.96	m
Heel, PS=+	0.0	deg			
TA	4.597	m	GMO	1.94	m
TF	4.597	m	GMCORR	-0.11	m
Trimming moment	1	tonm	GM	1.84	m

Πίνακας A.4-6. Κατάσταση Φόρτωσης για το Partial Subdivision Draught (dp)

LOADING CONDITION LGHT

LOADING COMPONENTS

Name	Max. weight	Mass	Center of gravity			Free s. moment	
			cgx	cgy	cgz		
VAR							
C1	DwT Const	0.0	57.5	59.23	0.00	11.60	0.00
C2	Consumables	0.0	348.4	65.92	0.00	2.07	623.00
C3	Passengers	0.0	114.0	42.07	0.00	17.05	0.00
C4	Luggage	0.0	7.6	55.90	0.00	14.75	0.00
C5	Provisionss	0.0	3.0	52.57	0.00	10.75	0.00
C6	Crew	0.0	8.0	60.90	0.00	9.81	0.00
Total of		0.0	538.4	59.87	0.00	6.60	623.00
Deadweight			538.4	59.87	0.00	6.60	623.0
Lightweight			4386.1	50.78	0.00	9.17	
Displacement (rho=1.025)			4924.6	51.77	0.00	8.89	623.0

FLOATING POSITION

Draught moulded	4.077	m	KM	11.41	m
Trim	-0.792	m	KG	8.89	m
Heel, PS=+	0.0	deg			
TA	4.473	m	GMO	2.52	m
TF	3.681	m	GMCORR	-0.13	m
Trimming moment	-8571	tonm	GM	2.39	m

Πίνακας Α.4-7. Κατάσταση Φόρτωσης για το Lightest Subdivision Draught (d_L)

A.4.6. ΠΙΝΑΚΑΣ ΟΡΙΩΝ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΩΝ

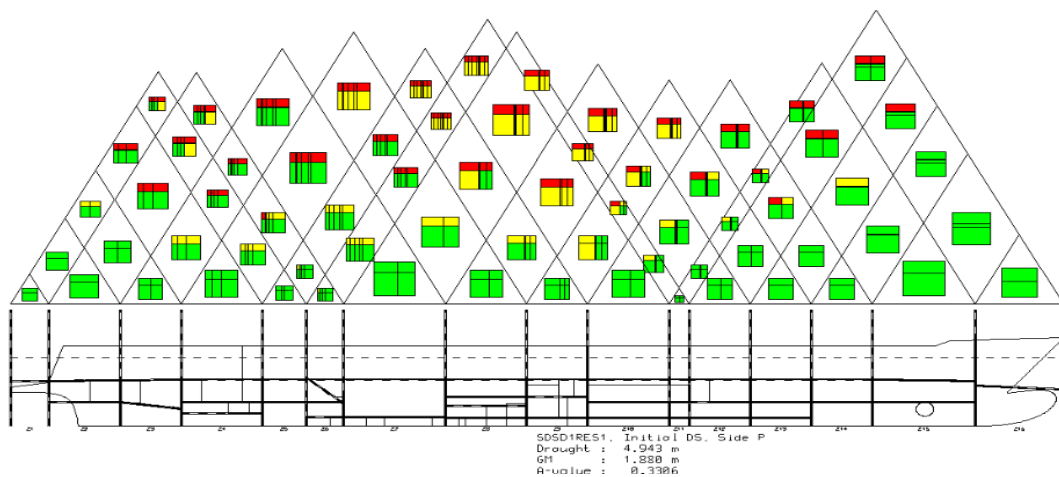
NAME	ZONE	ALIMIT	FLIMIT	PLIMIT	SLIMIT	LLIMIT	ULIMIT
HELP4	Z1	DAMHULL2	#-2	-	-	-	3DECK
HELP5	Z1	DAMHULL2	#-2	-	-	-	3DECK
A3DECKOTHERSPD3AS	Z1-2	DAMHULL2	#12	-/4.8	-	3DECK	-
A3DECKOTHERSPD3AP	Z1-3	DAMHULL2	#21	-	-	3DECK	-
D0N5VOID	Z10	#81	#93	-	-	-	1.2
D12N4VOID	Z10	#81	#93	-	-	1.2	3DECK
D36N2HFOSTORTKC	Z10-11	#81	#96	PDREF	-	3.6	3DECK
D36N3HFOSTORTKP	Z10-11	#81	#96	PDREF	-	3.6	3DECK
D36N1HFOSTORTKS	Z10-11	#81	#96	PDREF	-	3.6	3DECK
D0N3VOID	Z11-12	#93	#105	-	-	-	1.2
D12N2VOID	Z11-12	#93	#105	-	-	1.2	3DECK
D36N1FWTKS	Z12	#96	#105	4.2	-	3.6	3DECK
D36N2FWTKP	Z12	#96	#105	4.2	-	3.6	3DECK
E0N1VOID	Z13	#105	#114	-	-	-	1.2
E12N1PUMPRM	Z13	#105	#114	-	-	1.2	3.6
E36ACPLANT	Z13	#105	#114	-	-	3.6	3DECK
E3DECKESCLIFT	Z13	#105	#114	-	-	3DECK	-
E3DECKESCN1DECK STORE	Z13	#105	#114	-	-	3DECK	-
E0GRAYWATERTK	Z14	#114	#123	-	-	-	3.6
E36SEWRM	Z14	#114	#123	-	-	3.6	3DECK
E3DECKN1AHURMD3	Z14	#114	#123	-	-	3DECK	-
E3DECKOTHERSPACED3	Z14	#114	#123	-	-	3DECK	-

E0N1WBTKSS	Z15	#123	#138.3	-	-	-	3.6
E3DECKBOSUNPAINT STORE	Z15	#123	#138.3	-	-	3DECK	-
E3DECKN1HYDEQROOM	Z15	#123	#138.3	-	-	3DECK	-
E36BOWTHRU	Z15	#123	#138.3	-	-	3.6	3DECK
F0FP TANK	Z16	#138.3	DAMHULL2	-	-	-	PPF
FPFUPPERDECK	Z16	#138.3	DAMHULL2	-	-	PPF	-
A36STEERGEARRM	Z2	#-2	#12	-	-	3.6	3DECK
A36N15VOID	Z2	#-2	#12	4.8	-	3.6	3DECK
HELPA	Z2	#-2	#12	4.8	-	-	3.6
3UPDECK	Z2-15	#-2	#138.3	-	-	3DECK	-
A3DECKN14VOID	Z3	#12	#21	-	-	PA1	3DECK
HELP	Z3	#12	#21	4.8	-	-	PA1
APA1N3WBTKC	Z3	#12	#21	4.8	-	PA1	3DECK
B19SHAFTALLEY2	Z4	#21	#33	1.8	-	1.9	3.6
B36N13VOID	Z4	#21	#33	4.8	-	3.6	3DECK
B36N3FWTKC	Z4	#21	#33	1.8	-	3.6	3DECK
B36POWERN2ENGSTORE	Z4	#21	#33	-	-	3.6	3DECK
B0N12VOID	Z4	#21	#33	4.8	-	-	3.6
B19STLODRAINTKS	Z4	#21	#33	1.8	-	1.9	3.6
B19STLOSTORTKP	Z4	#21	#33	1.8	-	1.9	3.6
HELPA0N12VOID	Z4	#21	#33	-	-	-	3.6
B0SHAFTALLEY1	Z4-6	#21	#45	4.8	-	1.9/2*-	3.6
HELPCARDECK	Z4-9	#21	#81	1.8/3/1.5/ 3*5.6688	-	3DECK	-
B0N11VOID	Z5-6	#33	#45	-	-	-	3.6
B0N2WBTKP	Z5-6	#33	#45	3	-	-	3.6
B36AUXENGRM	Z5-6	#33	#45	-	-	3.6	3DECK
B13ENGRM	Z6-7	#39.5	#60	1.5/-	-	PBAUX/ PB2	3DECK
B0THERMALOILTKCC	Z7	#45	#60	56.688	-	-	PB2
B0FODRAINTKCC	Z7	#45	#60	56.688	-	-	PB2
B0DIRTYOILTKC	Z7	#45	#60	56.688	-	-	PB2
B0N10VOID	Z7	#45	#60	-	-	-	PB2
B05813N1LOCIRCTKS	Z7	#45	#60	56.688	-	-	PB2
B05813N2LOCIRCTKS	Z7	#45	#60	56.688	-	-	PB2
B05813N3LOCIRCTKP	Z7	#45	#60	56.688	-	-	PB2
B05813N4LOCIRCTKP	Z7	#45	#60	56.688	-	-	PB2
C0SC1C	Z8	#60	#72	56.688	-	-	1.2
C12SC2C	Z8	#60	#72	56.688	-	1.2	4.4
C0MGOSTORTKS	Z8	#60	#72	56.688	-	-	1.2
C0CWDRAINTKC	Z8	#60	#72	56.688	-	-	1.2
C0SLUDGETKP	Z8	#60	#72	56.688	-	-	1.2
C0FOOVFLTKP	Z8	#60	#72	56.688	-	-	1.2
C0N9VOID	Z8	#60	#72	-	-	-	1.2
C12LORNVTDTKS	Z8	#60	#72	56.688	-	1.2	3
C12LORNVTGTKP	Z8	#60	#72	56.688	-	1.2	3
C12FON3PUMP	Z8	#60	#72	-	-	1.2	4.4
C44N1ENGSTORE WORK	Z8	#60	#72	-	-	4.4	3DECK
C0SCV9A	Z8	#60	#72	56.688	-	-	1.2
C12SCV9B	Z8	#60	#72	56.688	-	1.2	4.4
C0N7VOID	Z9	#72	#81	7.8	-	-	1.2

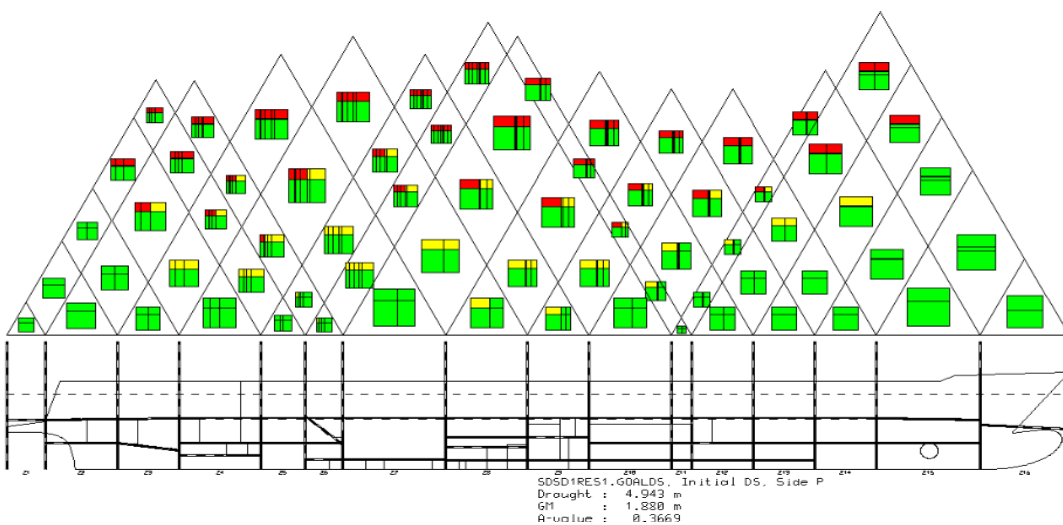
C0N8VOID	Z9	#72	#81	56.688	-	-	1.2
C12N2PUMPRM	Z9	#72	#81	7.8	-	1.2	4.4
C12CPPRGLOSTORTKS	Z9	#72	#81	56.688	-	1.2	4.4
C12MEAELOSTORTKS	Z9	#72	#81	56.688	-	1.2	4.4
C44MGOSERVTKSS	Z9	#72	#81	56.688	-	4.4	3DECK
C44N6VOID	Z9	#72	#81	6	-	4.4	3DECK
C0HEELTKP	Z9	#72	#81	-	-	-	3DECK
C0HEELTKS	Z9	#72	#81	56.688	-	-	3DECK
C12N4HFOSERVTKPP	Z9	#72	#81	56.688	-	1.2	3DECK
C12N5HFOSETTTKPP	Z9	#72	#81	56.688	-	1.2	3DECK
C44ESCTRKV6	Z9	#72	#81	56.688	-	1.2	3DECK

Πίνακας Α.4-8. Όρια Διαμερισμάτων (Limits Table) του πλοίου «ROPAX5»

Α.4.7. ΤΡΙΓΩΝΑ ΚΑΤΑΚΛΥΣΗΣ



Σχ. Α.4-3. Τρίγωνα κατάκλυσης του «ROPAX5» (SOLAS 2009)



Σχ. Α.4-4. Τρίγωνα κατάκλυσης του «ROPAX5» (GOALDS)

A.5. ROPAX6

A.5.1. ΚΥΡΙΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Reference dimensions

TDWL	4.9	design draught	
AP	0	aft perpendicular	(HULL/TDWL ->-2.129)
FP	112	fore perpendicular	(HULL/TDWL ->117.368)
LREF	112	reference length	calculated FP-AP
XREF	56	reference point	((FP+AP)/2 ->56)
XMID	56	largest frame	
XMIN	-5.6471	aft end	(HULL ->-5.647)
XMAX	118.7801	fore end	(HULL ->118.78)
LOA	124.4272	length over all	calculated XMAX-XMIN
BREF	19	reference breadth	(HULL/TDWL ->19.2)
BMAX	19	maximum breadth	(HULL ->19.2)
HSD	4.9668	subdivision draught	
HMAX	17.4668	total height	
SHEL	0.01	shell thickness	
KEEL	0.01	keel	
RHO	1.025	seawater density	
FRAMES	0, 0.6, 12,0.8, 138,0.6		

Πίνακας A.5-1. Κύριες Διαστάσεις του πλοίου «ROPAX6»

A.5. 2. ΥΔΡΟΣΤΑΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

T	DISP	LCB	KMT	CB	WLA	MCT	TPC
m	t	m	m	m ²	tm/cm	t/cm	
4.000	4734.1	53.547	11.148	0.5402	1601.5	100.7	16.4
4.100	4899.9	53.482	11.169	0.5455	1632.2	105.4	16.7
4.200	5068.4	53.405	11.078	0.5508	1649.9	108.0	16.9
4.300	5238.4	53.328	11.022	0.5561	1666.1	110.3	17.1
4.400	5409.9	53.250	10.929	0.5613	1681.3	112.6	17.2
4.500	5583.8	53.163	10.936	0.5665	1706.6	116.8	17.5
4.600	5759.5	53.074	10.889	0.5717	1725.1	119.8	17.7
4.700	5937.5	52.976	10.889	0.5768	1753.8	124.8	18.0
4.800	6118.4	52.866	10.870	0.5820	1774.1	128.3	18.2
4.900	6301.4	52.750	10.867	0.5872	1796.1	132.3	18.4
5.000	6486.9	52.623	10.904	0.5925	1826.2	138.1	18.7

5.100	6676.6	52.474	10.958	0.5978	1871.8	147.8	19.2
5.200	6870.7	52.303	10.950	0.6034	1922.4	158.3	19.7
5.300	7068.5	52.114	10.860	0.6091	1936.4	160.5	19.8
5.400	7267.5	51.938	10.758	0.6147	1942.2	161.4	19.9
5.500	7467.0	51.770	10.660	0.6201	1949.1	162.9	20.0
5.600	7667.2	51.615	10.564	0.6254	1955.8	164.3	20.0
5.700	7868.1	51.470	10.472	0.6306	1962.2	165.7	20.1
5.800	8069.6	51.336	10.383	0.6356	1968.3	167.1	20.2
5.900	8271.7	51.211	10.285	0.6405	1972.1	167.9	20.2

Πίνακας Α.5-2. Υδροστατικά Στοιχεία του πλοίου «ΡΟΡΑΧ6»

A.5.3. ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ

NAME	PURP	VOLM	VNET	CGX	CGY	CGZ	IY*RHO	IY/ IMO
		m3	m3	m	m	m	tm	tm
----- CAPACITY	OF	Diesel	Oil	(RHO=0.85)				
C44MGOSERVTKSS	DO	14.3	14.0	56.40	-3.15	5.30	6.1	6
C0MGOSTORTKS	DO	46.6	45.7	51.60	-2.70	0.60	80.3	79
----- SUBTOTAL	DO	60.9	59.7	52.72	-2.80	1.70		
CAPACITY	OF	Deck	Store	(RHO=1)				
A3DECKOTHERSPD3AP	DST	317.4	317.4	3.50	7.42	9.46	111.5	99
E3DECKESCN1DECK STORE	DST	118.4	118.4	85.86	-7.60	9.78	38.7	45
----- SUBTOTAL	DST	435.8	435.8	25.88	3.34	9.55		
CAPACITY	OF	Heavy	Fuel	(RHO=0.98)				
			Oil					
D36N2HFOSTORTKC	FO	114.5	112.2	68.40	0.00	4.90	48.4	47
D36N3HFOSTORTKP	FO	107.5	105.4	68.25	3.56	4.90	40.7	41
D36N1HFOSTORTKS	FO	107.5	105.4	68.25	-3.56	4.90	40.7	41
C12N4HFOSERVTKPP	FO	62.0	60.8	57.45	1.48	3.57	9.5	8
C12N5HFOSETTKPP	FO	62.8	61.5	57.60	4.08	3.83	5.4	8
----- SUBTOTAL	FO	454.3	445.2	65.34	0.77	4.57		
CAPACITY	OF	Fresh	Water	(RHO=1)				

D36N1FWTKS	FW	72.6	71.1	79.20	-2.10	5.40	29.6	29
D36N2FWTKP	FW	72.6	71.1	79.20	2.10	5.40	29.6	29
B36N3FWTKC	FW	61.9	60.7	19.21	0.00	5.39	18.7	18

SUBTOTAL	FW	207.1	202.9	61.26	0.00	5.40		
CAPACITY	OF	General	spaces	(RHO=1)				
A3DECKOTHERSPD3AS	GE	234.0	229.3	1.63	-7.24	9.40	85.6	74
E3DECKN1AHURMD3	GE	191.8	187.9	92.38	-6.28	9.85	104.3	113
E3DECKN1HYDEQROOM	GE	274.7	269.2	101.84	5.23	10.21	131.5	130
E3DECKOTHERSPACED3	GE	191.8	187.9	92.38	6.28	9.85	104.3	113
HELP	GE	38.7	37.9	10.82	0.00	1.80	3.3	10
HELP4	GE	96.4	94.4	-3.13	0.00	5.70	2586.7	1224
HELP5	GE	24.9	24.4	-3.65	0.00	6.53	1708.2	324
FPFUPPERDECK	GE	415.2	406.9	111.75	0.00	10.82	761.7	648
HELPA0N12VOID	GE	89.4	87.6	20.97	0.00	2.88	2578.2	408
HELPCARDECK	GE	612.0	599.8	42.00	0.00	9.70	91.8	90
HELPA	GE	21.5	21.1	4.89	0.00	1.91	0.6	2

SUBTOTAL	GE	2190.4	2146.6	62.96	-0.12	9.26		
CAPACITY	OF	Gray	Water	(RHO=1)				
E0GRAYWATERTK	GWT	129.5	127.0	92.15	0.00	2.24	149.9	221
CAPACITY	OF	Lift	(RHO=1)					
E3DECKESCLIFT	LIF	118.4	118.4	85.86	7.60	9.78	38.7	45
CAPACITY	OF	Lub.	Oil	(RHO=0.9)				
C12CPPRGLOSTORTKS	LO	16.9	16.6	56.00	-3.15	2.80	4.3	4
C12MEAELOSTORTKS	LO	33.8	33.1	58.40	-3.15	2.80	8.6	8
B05813N1LOCIRCTKS	LO	6.2	6.1	40.80	-5.11	0.94	0.8	1
B05813N2LOCIRCTKS	LO	6.2	6.1	40.80	-2.31	0.94	0.8	1
B05813N3LOCIRCTKP	LO	6.2	6.1	40.80	2.31	0.94	0.8	1
B05813N4LOCIRCTKP	LO	6.2	6.1	40.80	5.11	0.94	0.8	1
B19STLOSTORTKP	LO	4.9	4.8	23.20	0.90	2.75	0.7	1

SUBTOTAL	LO	80.4	78.8	50.32	-1.93	2.22		
CAPACITY	OF	Miscell.	(RHO=1)					

C0CWDRRAINTKC	MIS	10.4	10.2	47.60	0.00	0.60	84.0	82
C0SLUDGETKP	MIS	15.6	15.2	49.20	2.70	0.60	31.5	31
C0FOOVFLTKP	MIS	15.6	15.2	51.60	2.70	0.60	31.5	31
C12LORNVTDTKS	MIS	6.5	6.4	51.60	-0.75	2.10	0.7	1
C12LORNVTGTKP	MIS	6.5	6.4	51.60	0.75	2.10	0.7	1
B0THERMALOILTKCC	MIS	20.8	20.4	34.91	0.00	0.66	52.0	50
B0FODRAINTKCC	MIS	6.8	6.7	37.31	0.00	0.65	2.5	2
B0DIRTYOILTKC	MIS	17.5	17.1	41.20	0.00	0.65	6.5	6
B19STLODRAINTKS	MIS	4.9	4.8	23.20	-0.90	2.75	0.8	1

SUBTOTAL	MIS	104.4	102.3	43.52	0.76	0.91		
CAPACITY	OF	Machin.	Sp.	(RHO=1)				
E12N1PUMPRM	MMA	159.8	159.8	84.99	0.00	2.54	588.6	878
C12N2PUMPRM	MMA	225.8	225.8	59.51	-0.28	2.80	1848.6	1134
C12FON3PUMP	MMA	550.9	550.9	50.26	0.11	2.85	5266.8	5111
B13ENGRM	MMA	1361.1	1361.1	39.54	0.01	4.28	7077.9	6077
B36AUXENGRM	MMA	651.8	651.8	28.74	-0.01	5.39	5659.4	5513
A36STEERGEARRM	MMA	282.0	282.0	2.59	0.00	5.85	4689.1	1791
E3DECKBOSUNPAINT STORE	MMA	274.7	274.7	101.84	-5.23	10.21	131.5	133

SUBTOTAL	MMA	3506.1	3506.1	44.48	-0.41	4.68		
CAPACITY	OF	Mach.	Store	(RHO=1)				
E36SEWRM	MST	311.8	311.8	92.21	0.00	5.57	1217.9	1707
E36ACPLANT	MST	397.7	397.7	85.09	0.00	5.51	2367.0	2864
C44N1ENGSTOREWORK	MST	516.1	516.1	50.40	0.00	5.80	5662.3	5662
B19SHAFTALLEY2	MST	14.7	14.7	21.20	0.00	2.75	9.3	9
B0SHAFTALLEY1	MST	133.2	133.2	26.81	0.00	2.39	814.3	168
B36POWERN2ENGSTORE	MST	409.5	409.5	19.96	0.00	5.40	5131.5	2745
E36BOWTHRU	MST	273.6	273.6	100.88	0.00	5.59	432.1	793

SUBTOTAL	MST	2056.5	2056.5	62.36	0.00	5.36		
CAPACITY	OF	Ro-Ro	Space	(RHO=1)				
3UPDECK	RORO	7962.9	7962.9	49.28	-0.08	9.69	45310.0	31454
CAPACITY	OF	Stairs	(RHO=1)					

C0SC1C	STA	15.5	15.5	54.00	2.69	0.60	31.5	31
C12SC2C	STA	7.9	7.9	54.00	0.75	2.30	0.7	1
C44ESCTRKV6	STA	8.0	8.0	59.77	0.50	4.65	0.1	0
C0SCV9A	STA	0.6	0.6	53.91	-8.09	0.99	0.0	0
C12SCV9B	STA	7.7	7.7	53.99	-8.55	2.41	0.8	1

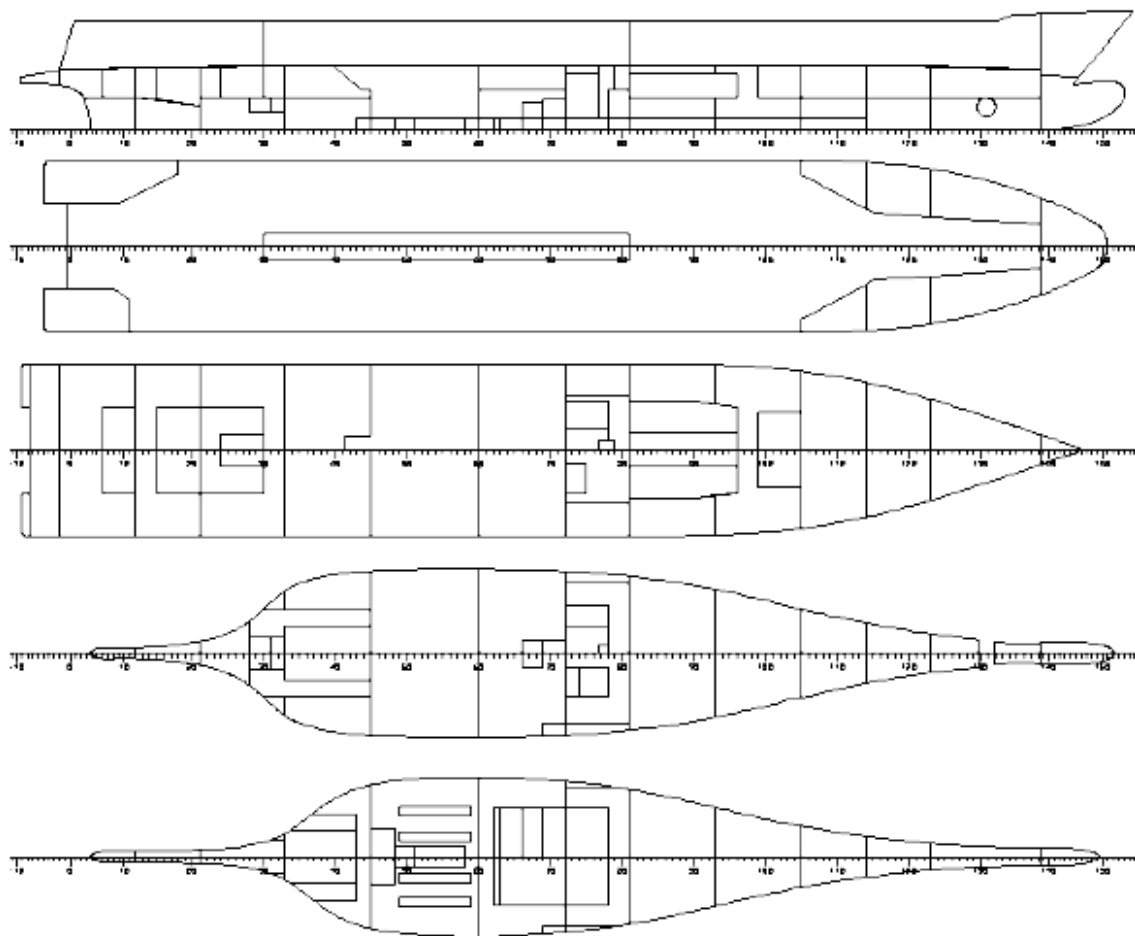
SUBTOTAL	STA	39.8	39.8	55.15	-0.49	2.11		
CAPACITY	OF	Void		(RHO=1.025)				
E0N1VOID	VOID	31.2	31.2	84.96	0.00	0.74	58.6	81
D0N3VOID	VOID	67.1	67.1	76.37	0.00	0.74	326.7	450
D12N2VOID	VOID	706.8	706.8	76.44	0.00	4.26	3362.3	2965
D0N5VOID	VOID	111.3	111.3	66.84	0.00	0.70	1171.6	1480
D12N4VOID	VOID	764.1	764.1	67.13	0.00	4.13	3936.3	3333
C0N7VOID	VOID	53.5	53.5	59.94	0.00	0.71	1440.1	583
C0N8VOID	VOID	60.5	60.5	57.58	0.00	0.62	516.5	496
C44N6VOID	VOID	175.8	175.8	59.32	-0.43	5.96	675.4	658
C0N9VOID	VOID	76.8	76.8	49.11	0.07	0.67	2749.3	1074
B0N10VOID	VOID	166.7	166.7	40.32	0.00	0.68	3574.2	2755
B0N11VOID	VOID	205.4	205.4	29.58	0.00	2.32	4161.6	999
B36N13VOID	VOID	184.8	184.8	17.61	0.00	5.38	525.0	348
B0N12VOID	VOID	115.8	115.8	18.24	0.00	2.23	186.3	150
A36N15VOID	VOID	95.0	95.0	5.46	0.00	5.62	272.1	194

SUBTOTAL	VOID	2814.8	2814.8	56.88	-0.03	3.51		
CAPACITY	OF	Water	Ballast	(RHO=1.025)				
F0FPTANK	WB	94.0	92.1	112.29	0.00	3.15	17.7	10
E0N1WBTKSS	WB	109.5	107.3	101.18	0.00	2.08	32.1	71
C0HEELTKP	WB	104.5	102.4	58.74	8.02	4.95	28.7	14
C0HEELTKS	WB	104.5	102.4	58.74	-8.02	4.95	28.7	14
B0N2WBTKP	WB	179.2	175.7	28.69	0.00	2.01	177.1	139
A3DECKN14VOID	WB	292.6	286.7	10.32	0.00	5.47	3990.0	1714
APA1N3WBTKC	WB	179.3	175.7	12.09	0.00	5.14	362.7	283

SUBTOTAL	WB	1063.5	1042.2	41.59	0.00	4.18		

TOTAL		21224.8	21139.0	52.23	0.00	6.99		

Πίνακας Α.5-3. Διαμερίσματα του πλοίου «ΡΟΡΑΧ6»



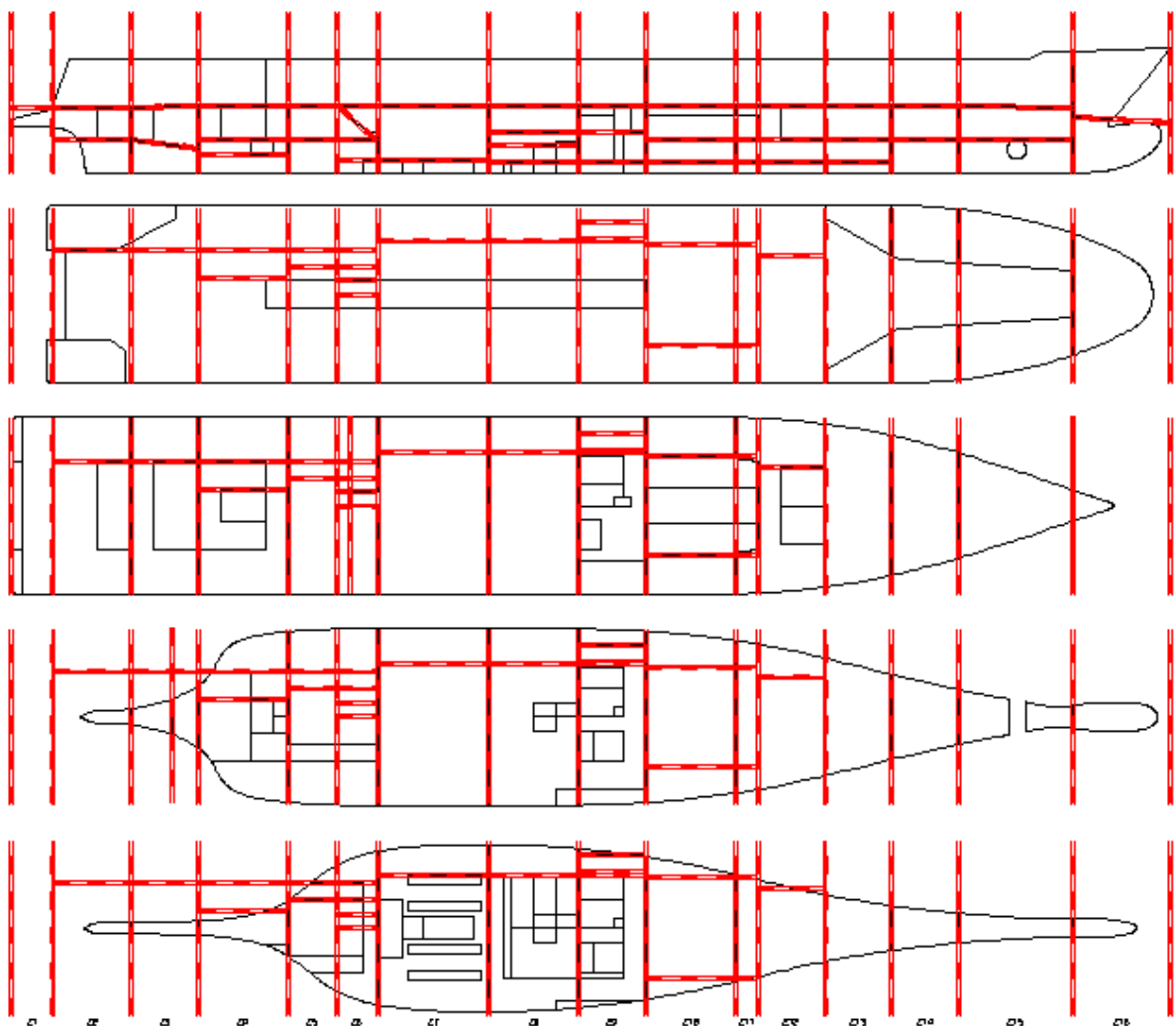
Σχ. Α.5-1. Σχέδιο Γενικής Διάταξης του πλοίου αναφοράς «ROPAX6»

Α.5.4. ΥΠΟΔΙΑΙΡΕΣΗ

ZONE	TBA	TBF	LBP	LBS	DDN	DUP
Z1	DAMHULL2	#-2				3DECK
Z2	#-2	#12	4.8		3.6	3DECK
Z3	#12	#21	4.8		PA1	3DECK
Z4	#21	#33	4.8/1.8		1.9/3.6	3DECK
Z5	#33	#39.5	4.8/3		3.6	3DECK
Z6	#39.5	#45	4.8/3/1.5/0		1.3/3.6/PBAUX	3DECK
Z7	#45	#60	5.6688		PB2	3DECK
Z8	#60	#72	5.6688		1.2/3/4.4	3DECK
Z9	#72	#81	7.8/6/5.6688		1.2/4.4	3DECK

Z10	#81	#93	PDREF/PD1	1.2/3.6	3DECK
Z11	#93	#96	PDREF/PD1	1.2/3.6	3DECK
Z12	#96	#105	4.2	1.2/3.6	3DECK
Z13	#105	#114		1.2/3.6	3DECK
Z14	#114	#123		3.6	3DECK
Z15	#123	#138.3		3.6	3DECK
Z16	#138.3	DAMHULL2			PPF

Πίνακας Α.5-4. Ζώνες Υποδιαίρεσης (Damage Zones) του πλοίου αναφοράς «ROPAX6»



Σχ. Α.5-2. Απεικόνιση των Damage Zones για το πλοίο αναφοράς «ROPAX6»

A.5.5. ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΦΟΡΤΩΣΗΣ

LOADING CONDITION SUBD

LOADING COMPONENTS

Name	Max. weight	Mass	Center of gravity			Free s. moment	
			cgx	cgy	cgz		
VAR							
C1	DWT Const	0.0	57.5	59.23	0.00	11.70	0.00
C2	Consumables	0.0	797.1	61.57	0.00	4.33	570.00
C3	Passengers	0.0	114.0	42.07	0.00	17.25	0.00
C4	Luggage	0.0	7.6	55.90	0.00	14.95	0.00
C5	Provisionss	0.0	30.0	52.57	0.00	10.90	0.00
C6	Crew	0.0	8.0	60.90	0.00	9.96	0.00
C7	Trucks	0.0	850.0	54.46	0.00	9.00	0.00
C8	Cars	0.0	130.0	56.30	0.00	12.90	0.00
Total of		0.0	1994.2	56.85	0.00	7.99	570.00
Deadweight			1994.2	56.85	0.00	7.99	570.0
Lightweight			4430.6	50.78	0.00	9.25	
Displacement (rho=1.025)			6424.8	52.67	0.00	8.86	570.0

FLOATING POSITION

Draught moulded	4.967	m	KM	10.89	m
Trim	0.000	m	KG	8.86	m
Heel, PS=+	0.0	deg			
TA	4.967	m	GMO	2.03	m
TF	4.967	m	GMCORR	-0.09	m
Trimming moment	-2	tonm	GM	1.94	m

Πίνακας A.5-5. Κατάσταση Φόρτωσης για το Deepest Subdivision Draught (ds)

LOADING CONDITION PART

LOADING COMPONENTS

Name	Max. weight	Mass	Center of gravity			Free s. moment	
			cgx	cgy	cgz		
VAR							
C1	DWT Const	0.0	57.5	59.23	0.00	11.70	0.00
C2	Consumables	0.0	348.4	65.92	0.00	2.07	616.00
C3	Passengers	0.0	114.0	42.07	0.00	17.25	0.00
C4	Luggage	0.0	7.6	55.90	0.00	14.95	0.00
C5	Provisionss	0.0	3.0	52.57	0.00	10.90	0.00
C6	Crew	0.0	8.0	60.90	0.00	9.96	0.00
C7	Trucks	0.0	700.0	61.57	0.00	9.00	0.00
C8	Cars	0.0	130.0	56.30	0.00	12.90	0.00
Total of		0.0	1368.4	60.40	0.00	8.45	616.00
Deadweight			1368.4	60.40	0.00	8.45	616.0
Lightweight			4430.6	50.78	0.00	9.25	
Displacement (rho=1.025)			5799.0	53.05	0.00	9.06	616.0

FLOATING POSITION

Draught moulded	4.622	m	KM	10.90	m
Trim	0.000	m	KG	9.06	m
Heel, PS=+	0.0	deg			
TA	4.622	m	GMO	1.84	m
TF	4.622	m	GMCORR	-0.11	m
Trimming moment	1	tonm	GM	1.73	m

Πίνακας A.5-6. Κατάσταση Φόρτωσης για το Partial Subdivision Draught (dp)

LOADING CONDITION LGHT

LOADING COMPONENTS

Name	Max. weight	Mass	Center of gravity			Free s. moment	
			cgx	cgy	cgz		
VAR							
C1	DWT Const	0.0	57.5	59.23	0.00	11.70	0.00
C2	Consumables	0.0	348.4	65.92	0.00	2.07	623.00
C3	Passengers	0.0	114.0	42.07	0.00	17.25	0.00
C4	Luggage	0.0	7.6	55.90	0.00	14.95	0.00
C5	Provisionss	0.0	3.0	52.57	0.00	10.90	0.00
C6	Crew	0.0	8.0	60.90	0.00	9.96	0.00
Total of		0.0	538.4	59.87	0.00	6.66	623.00
Deadweight			538.4	59.87	0.00	6.66	623.0
Lightweight			4430.6	50.78	0.00	9.25	
Displacement (rho=1.025)			4969.0	51.76	0.00	8.97	623.0

FLOATING POSITION

Draught moulded	4.104	m	KM	11.38	m
Trim	-0.789	m	KG	8.97	m
Heel, PS=+	0.0	deg			
TA	4.498	m	GM0	2.41	m
TF	3.709	m	GMCORR	-0.13	m
Trimming moment	-8588	tonm	GM	2.28	m

Πίνακας Α.5-7. Κατάσταση Φόρτωσης για το Lightest Subdivision Draught (d_L)

A.5.6. ΠΙΝΑΚΑΣ ΟΡΙΩΝ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΩΝ

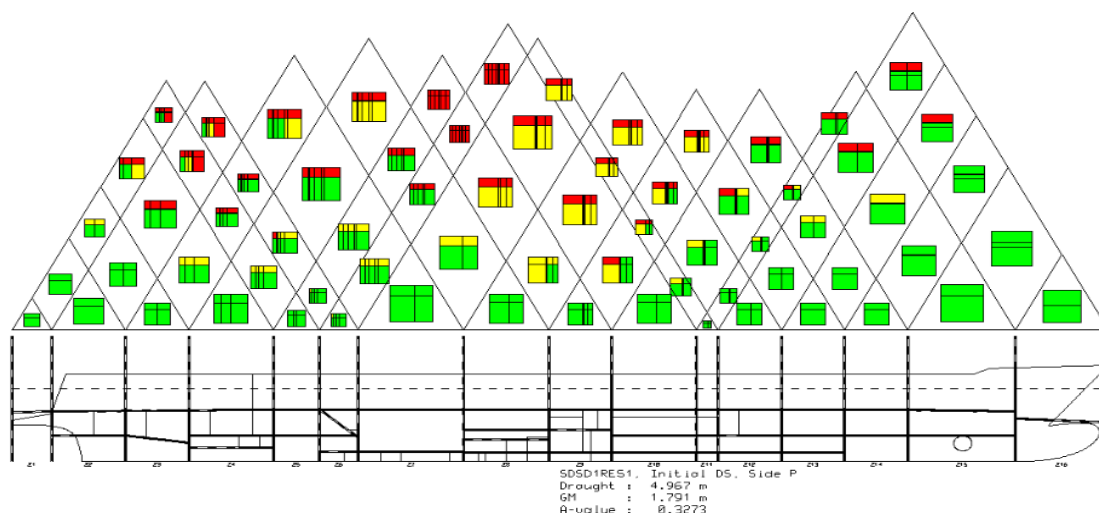
NAME	ZONE	ALIMIT	FLIMIT	PLIMIT	SLIMIT	LLIMIT	ULIMIT
HELP4	Z1	DAMHULL2	#-2	-	-	-	3DECK
HELP5	Z1	DAMHULL2	#-2	-	-	-	3DECK
A3DECKOTHERSPD3AS	Z1-2	DAMHULL2	#12	-/4.8	-	3DECK	-
A3DECKOTHERSPD3AP	Z1-3	DAMHULL2	#21	-	-	3DECK	-
D0N5VOID	Z10	#81	#93	-	-	-	1.2
D12N4VOID	Z10	#81	#93	-	-	1.2	3DECK
D36N2HFOSTORTKC	Z10-11	#81	#96	PDREF	-	3.6	3DECK
D36N3HFOSTORTKP	Z10-11	#81	#96	PDREF	-	3.6	3DECK
D36N1HFOSTORTKS	Z10-11	#81	#96	PDREF	-	3.6	3DECK
D0N3VOID	Z11-12	#93	#105	-	-	-	1.2
D12N2VOID	Z11-12	#93	#105	-	-	1.2	3DECK
D36N1FWTKS	Z12	#96	#105	4.2	-	3.6	3DECK
D36N2FWTKP	Z12	#96	#105	4.2	-	3.6	3DECK
E0N1VOID	Z13	#105	#114	-	-	-	1.2
E12N1PUMPRM	Z13	#105	#114	-	-	1.2	3.6
E36ACPLANT	Z13	#105	#114	-	-	3.6	3DECK
E3DECKESCLIFT	Z13	#105	#114	-	-	3DECK	-
E3DECKESCN1DECK STORE	Z13	#105	#114	-	-	3DECK	-
E0GRAYWATERTK	Z14	#114	#123	-	-	-	3.6
E36SEWRM	Z14	#114	#123	-	-	3.6	3DECK
E3DECKN1AHURMD3	Z14	#114	#123	-	-	3DECK	-

E3DECKOTHERSPACED3	Z14	#114	#123	-	-	3DECK	-
E0N1WBTKSS	Z15	#123	#138.3	-	-	-	3.6
E3DECKBOSUNPAINT STORE	Z15	#123	#138.3	-	-	3DECK	-
E3DECKN1HYDEQROOM	Z15	#123	#138.3	-	-	3DECK	-
E36BOWTHRU	Z15	#123	#138.3	-	-	3.6	3DECK
F0FPTANK	Z16	#138.3	DAMHULL2	-	-	-	PFF
FPFUPPERDECK	Z16	#138.3	DAMHULL2	-	-	PFF	-
A36STEERGEARM	Z2	#-2	#12	-	-	3.6	3DECK
A36N15VOID	Z2	#-2	#12	4.8	-	3.6	3DECK
HELPA	Z2	#-2	#12	4.8	-	-	3.6
3UPDECK	Z2-15	#-2	#138.3	-	-	3DECK	-
A3DECKN14VOID	Z3	#12	#21	-	-	PA1	3DECK
HELP	Z3	#12	#21	4.8	-	-	PA1
APA1N3WBTKC	Z3	#12	#21	4.8	-	PA1	3DECK
B19SHAFTALLEY2	Z4	#21	#33	1.8	-	1.9	3.6
B36N13VOID	Z4	#21	#33	4.8	-	3.6	3DECK
B36N3FWTKC	Z4	#21	#33	1.8	-	3.6	3DECK
B36POWERN2ENGSTORE	Z4	#21	#33	-	-	3.6	3DECK
B0N12VOID	Z4	#21	#33	4.8	-	-	3.6
B19STLODRAINTKS	Z4	#21	#33	1.8	-	1.9	3.6
B19STLOSTORTKP	Z4	#21	#33	1.8	-	1.9	3.6
HELPA0N12VOID	Z4	#21	#33	-	-	-	3.6
B0SHAFTALLEY1	Z4-6	#21	#45	4.8	-	1.9/2*-	3.6
HELPCARDECK	Z4-9	#21	#81	1.8/3/1.5/ 3*5.6688	-	3DECK	-
B0N11VOID	Z5-6	#33	#45	-	-	-	3.6
B0N2WBTKP	Z5-6	#33	#45	3	-	-	3.6
B36AUXENGRM	Z5-6	#33	#45	-	-	3.6	3DECK
B13ENGRM	Z6-7	#39.5	#60	1.5/-	-	PBAUX/ PB2	3DECK
B0THERMALOILTKCC	Z7	#45	#60	56.688	-	-	PB2
B0FODRAINTKCC	Z7	#45	#60	56.688	-	-	PB2
B0DIRTYOILTKC	Z7	#45	#60	56.688	-	-	PB2
B0N10VOID	Z7	#45	#60	-	-	-	PB2
B05813N1LOCIRCTKS	Z7	#45	#60	56.688	-	-	PB2
B05813N2LOCIRCTKS	Z7	#45	#60	56.688	-	-	PB2
B05813N3LOCIRCTKP	Z7	#45	#60	56.688	-	-	PB2
B05813N4LOCIRCTKP	Z7	#45	#60	56.688	-	-	PB2
C0SC1C	Z8	#60	#72	56.688	-	-	1.2
C12SC2C	Z8	#60	#72	56.688	-	1.2	4.4
C0MGOSTORTKS	Z8	#60	#72	56.688	-	-	1.2
C0CWDRAINTKC	Z8	#60	#72	56.688	-	-	1.2
C0SLUDGETKP	Z8	#60	#72	56.688	-	-	1.2
C0FOOVFLTKP	Z8	#60	#72	56.688	-	-	1.2
C0N9VOID	Z8	#60	#72	-	-	-	1.2
C12LORNVTDTKS	Z8	#60	#72	56.688	-	1.2	3
C12LORNVTGTKP	Z8	#60	#72	56.688	-	1.2	3
C12FON3PUMP	Z8	#60	#72	-	-	1.2	4.4
C44N1ENGSTOREWORK	Z8	#60	#72	-	-	4.4	3DECK
C0SCV9A	Z8	#60	#72	56.688	-	-	1.2
C12SCV9B	Z8	#60	#72	56.688	-	1.2	4.4
C0N7VOID	Z9	#72	#81	7.8	-	-	1.2

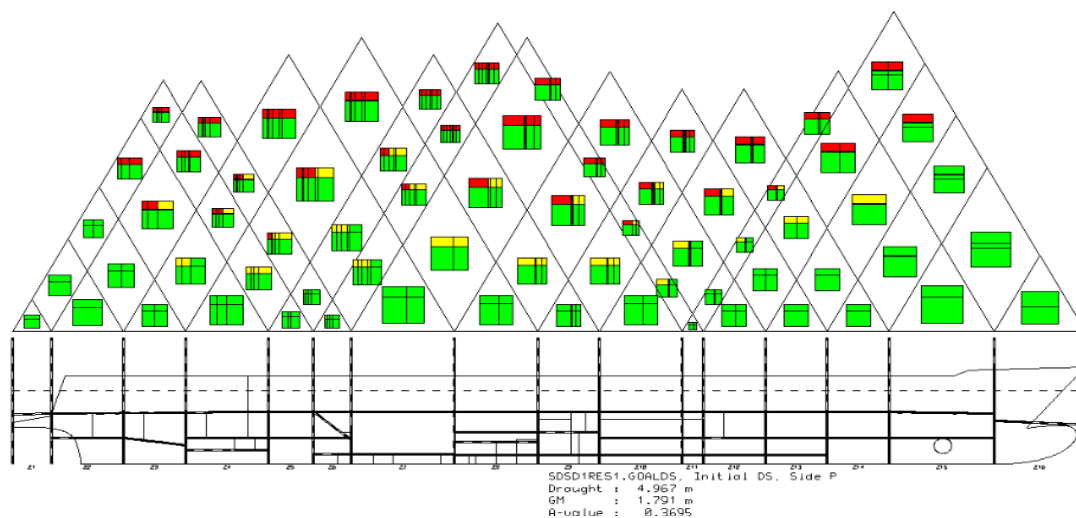
C0N8VOID	Z9	#72	#81	56.688	-	-	1.2
C12N2PUMPRM	Z9	#72	#81	7.8	-	1.2	4.4
C12CPPRGLOSTORTKS	Z9	#72	#81	56.688	-	1.2	4.4
C12MEAELOSTORTKS	Z9	#72	#81	56.688	-	1.2	4.4
C44MGOSERVTKSS	Z9	#72	#81	56.688	-	4.4	3DECK
C44N6VOID	Z9	#72	#81	6	-	4.4	3DECK
C0HEELTKP	Z9	#72	#81	-	-	-	3DECK
C0HEELTKS	Z9	#72	#81	56.688	-	-	3DECK
C12N4HFOSERVTKPP	Z9	#72	#81	56.688	-	1.2	3DECK
C12N5HFOSETTTKPP	Z9	#72	#81	56.688	-	1.2	3DECK
C44ESCTRKV6	Z9	#72	#81	56.688	-	1.2	3DECK

Πίνακας Α.5-8. Όρια Διαμερισμάτων (Limits Table) του πλοίου «ROPAX6»

Α.5.7. ΤΡΙΓΩΝΑ ΚΑΤΑΚΛΥΣΗΣ



Σχ. Α.5-3. Τρίγωνα κατάκλυσης του «ROPAX6» (SOLAS 2009)



Σχ. Α.5-4. Τρίγωνα κατάκλυσης του «ROPAX6» (GOALDS)

A.6. ROPAX7

A.6.1. ΚΥΡΙΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Reference dimensions

TDWL	4.9	design draught	
AP	0	aft perpendicular	(HULL/TDWL ->-2.129)
FP	112	fore perpendicular	(HULL/TDWL ->117.368)
LREF	112	reference length	calculated FP-AP
XREF	56	reference point	((FP+AP)/2 ->56)
XMID	56	largest frame	
XMIN	-5.6471	aft end	(HULL ->-5.647)
XMAX	118.7801	fore end	(HULL ->118.78)
LOA	124.4272	length over all	calculated XMAX-XMIN
BREF	19	reference breadth	(HULL/TDWL ->19.4)
BMAX	19	maximum breadth	(HULL ->19.4)
HSD	4.8709	subdivision draught	
HMAX	17.3709	total height	
SHEL	0.01	shell thickness	
KEEL	0.01	keel	
RHO	1.025	seawater density	
FRAMES	0, 0.6, 12,0.8, 138,0.6		

Πίνακας A.6-1. Κύριες Διαστάσεις του πλοίου «ROPAX7»

A.6. 2. ΥΔΡΟΣΤΑΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

T	DISP	LCB	KMT	CB	WLA	MCT	TPC
m	t	m	m	m ²	tm/cm	t/cm	
4.000	4783.4	53.546	11.333	0.5458	1618.2	101.8	16.6
4.100	4950.8	53.481	11.354	0.5511	1649.2	106.5	16.9
4.200	5121.1	53.404	11.259	0.5566	1667.1	109.1	17.1
4.300	5292.8	53.327	11.200	0.5619	1683.4	111.5	17.3
4.400	5466.2	53.249	11.104	0.5672	1698.8	113.8	17.4
4.500	5641.9	53.163	11.111	0.5724	1724.4	118.0	17.7
4.600	5819.4	53.073	11.061	0.5776	1743.0	121.1	17.9
4.700	5999.3	52.975	11.060	0.5828	1772.0	126.1	18.2
4.800	6182.0	52.865	11.039	0.5881	1792.6	129.6	18.4
4.900	6366.9	52.750	11.035	0.5934	1814.8	133.7	18.6
5.000	6554.4	52.622	11.071	0.5986	1845.2	139.5	18.9

5.100	6746.0	52.474	11.125	0.6041	1891.3	149.4	19.4
5.200	6942.1	52.302	11.115	0.6097	1942.4	160.0	19.9
5.300	7142.0	52.114	11.023	0.6154	1956.5	162.2	20.1
5.400	7343.1	51.937	10.918	0.6211	1962.4	163.1	20.1
5.500	7544.6	51.770	10.816	0.6265	1969.4	164.6	20.2
5.600	7746.9	51.614	10.717	0.6319	1976.1	166.0	20.3
5.700	7949.9	51.470	10.622	0.6371	1982.6	167.4	20.3
5.800	8153.5	51.335	10.530	0.6422	1988.8	168.8	20.4
5.900	8357.8	51.210	10.428	0.6472	1992.6	169.6	20.4

Πίνακας Α.6-2. Υδροστατικά Στοιχεία του πλοίου «ROPAX7»

A.6.3. ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ

NAME	PURP	VOLM	VNET	CGX	CGY	CGZ	IY*RHO	IY/ IMO
	m3	m3	m	m	m	tm	tm	
----- CAPACITY	OF	Diesel	Oil	(RHO=0.85)				
C44MGOSERVTKSS	DO	14.3	14.0	56.40	-3.15	5.30	6.1	6
C0MGOSTORTKS	DO	46.7	45.7	51.60	-2.70	0.60	80.3	79
----- SUBTOTAL	DO	60.9	59.7	52.72	-2.81	1.70		
CAPACITY	OF	Deck	Store	(RHO=1)				
A3DECKOTHERSPD3AP	DST	337.0	337.0	3.29	7.47	8.87	122.8	110
E3DECKESCN1DECK STORE	DST	118.1	118.1	85.84	-7.61	9.23	39.6	46
----- SUBTOTAL	DST	455.1	455.1	24.71	3.56	8.96		
CAPACITY	OF	Heavy	Fuel Oil	(RHO=0.98)				
D36N2HFOSTORTKC	FO	114.5	112.2	68.40	0.00	4.90	48.4	47
D36N3HFOSTORTKP	FO	107.5	105.4	68.25	3.56	4.90	40.7	41
D36N1HFOSTORTKS	FO	107.5	105.4	68.25	-3.56	4.90	40.7	41
C12N4HFOSERVTKPP	FO	62.0	60.8	57.45	1.48	3.57	9.5	8
C12N5HFOSETTTPP	FO	62.8	61.5	57.60	4.08	3.83	5.4	8
----- SUBTOTAL	FO	454.3	445.2	65.34	0.77	4.57		
CAPACITY	OF	Fresh	Water	(RHO=1)				

D36N1FWTKS	FW	60.5	59.3	79.20	-2.10	5.10	29.6	29
D36N2FWTKP	FW	60.5	59.3	79.20	2.10	5.10	29.6	29
B36N3FWTKC	FW	51.5	50.5	19.21	0.00	5.09	18.7	18

SUBTOTAL	FW	172.5	169.0	61.28	0.00	5.10		
CAPACITY	OF	General	spaces	(RHO=1)				
A3DECKOTHERSPD3AS	GE	250.9	245.8	1.41	-7.29	8.81	94.8	84
E3DECKN1AHURMD3	GE	185.6	181.9	92.36	-6.21	9.29	99.0	110
E3DECKN1HYDEQROOM	GE	248.4	243.5	101.73	5.11	9.70	116.5	111
E3DECKOTHERSPACED3	GE	185.6	181.9	92.36	6.21	9.29	99.0	110
HELP	GE	39.1	38.3	10.82	0.00	1.80	3.4	11
HELP4	GE	71.5	70.1	-3.29	0.00	5.53	2627.6	1432
HELP5	GE	15.5	15.2	-3.57	0.00	6.12	2246.7	481
FPFUPPERDECK	GE	348.6	341.6	111.59	0.00	10.39	619.5	553
HELPA0N12VOID	GE	91.5	89.7	20.96	0.00	2.88	2674.9	428
HELPCARDECK	GE	612.0	599.8	42.00	0.00	9.10	91.8	90
HELPA	GE	21.8	21.4	4.89	0.00	1.91	0.6	2

SUBTOTAL	GE	2070.5	2029.1	61.18	-0.27	8.76		
CAPACITY	OF	Gray	Water	(RHO=1)				
E0GRAYWATERTK	GWT	130.9	128.3	92.15	0.00	2.24	154.7	228
CAPACITY	OF	Lift	(RHO=1)					
E3DECKESCLIFT	LIF	118.1	118.1	85.84	7.61	9.23	39.6	46
CAPACITY	OF	Lub.	Oil	(RHO=0.9)				
C12CPPRGLOSTORTKS	LO	16.9	16.6	56.00	-3.15	2.80	4.3	4
C12MEAELOSTORTKS	LO	33.8	33.1	58.40	-3.15	2.80	8.6	8
B05813N1LOCIRCTKS	LO	6.2	6.1	40.80	-5.11	0.94	0.8	1
B05813N2LOCIRCTKS	LO	6.2	6.1	40.80	-2.31	0.94	0.8	1
B05813N3LOCIRCTKP	LO	6.2	6.1	40.80	2.31	0.94	0.8	1
B05813N4LOCIRCTKP	LO	6.2	6.1	40.80	5.11	0.94	0.8	1
B19STLOSTORTKP	LO	4.9	4.8	23.20	0.90	2.75	0.7	1

SUBTOTAL	LO	80.4	78.8	50.32	-1.93	2.22		
CAPACITY	OF	Miscell.	(RHO=1)					

C0CWDRRAINTKC	MIS	10.4	10.2	47.60	0.00	0.60	84.0	82
C0SLUDGETKP	MIS	15.6	15.2	49.20	2.70	0.60	31.5	31
C0FOOVFLTKP	MIS	15.6	15.2	51.60	2.70	0.60	31.5	31
C12LORNVTDTKS	MIS	6.5	6.4	51.60	-0.75	2.10	0.7	1
C12LORNVTGTKP	MIS	6.5	6.4	51.60	0.75	2.10	0.7	1
B0THERMALOILTKCC	MIS	20.8	20.4	34.91	0.00	0.66	52.0	50
B0FODRAINTKCC	MIS	6.8	6.7	37.31	0.00	0.65	2.5	2
B0DIRTYOILTKC	MIS	17.5	17.1	41.20	0.00	0.65	6.5	6
B19STLODRAINTKS	MIS	4.9	4.8	23.20	-0.90	2.75	0.8	1

SUBTOTAL	MIS	104.4	102.3	43.52	0.76	0.91		
CAPACITY	OF	Machin.	Sp.	(RHO=1)				
E12N1PUMPRM	MMA	161.5	161.5	84.99	0.00	2.54	607.3	906
C12N2PUMPRM	MMA	225.8	225.8	59.51	-0.28	2.80	1848.6	1134
C12FON3PUMP	MMA	556.4	556.4	50.26	0.12	2.85	5420.9	5270
B13ENGRM	MMA	1231.9	1231.9	39.56	0.00	3.98	7301.4	6375
B36AUXENGRM	MMA	550.6	550.6	28.75	-0.01	5.09	5837.6	5714
A36STEERGEARRM	MMA	208.8	208.8	2.68	0.00	5.55	4822.1	1543
E3DECKBOSUNPAINT STORE	MMA	248.4	248.4	101.73	-5.11	9.70	116.5	113

SUBTOTAL	MMA	3183.4	3183.4	45.71	-0.40	4.37		
CAPACITY	OF	Mach.	Store	(RHO=1)				
E36SEWRM	MST	250.6	250.6	92.20	0.00	5.22	1065.9	1529
E36ACPLANT	MST	325.8	325.8	85.08	0.00	5.18	2219.7	2743
C44N1ENGSTOREWORK	MST	409.7	409.7	50.40	0.00	5.50	5841.1	5841
B19SHAFTALLEY2	MST	14.7	14.7	21.20	0.00	2.75	9.3	9
B0SHAFTALLEY1	MST	133.5	133.5	26.81	0.00	2.39	814.3	168
B36POWERN2ENGSTORE	MST	346.0	346.0	19.95	0.00	5.10	5310.3	2847
E36BOWTHRU	MST	210.3	210.3	100.80	0.00	5.21	333.1	628

SUBTOTAL	MST	1690.6	1690.6	61.20	0.00	5.01		
CAPACITY	OF	Ro-Ro	Space	(RHO=1)				
3UPDECK	RORO	8033.1	8033.1	49.24	-0.09	9.09	46654.1	32371
CAPACITY	OF	Stairs	(RHO=1)					

C0SC1C	STA	15.5	15.5	54.00	2.70	0.60	31.5	31
C12SC2C	STA	7.9	7.9	54.00	0.75	2.30	0.7	1
C44ESCTRKV6	STA	6.9	6.9	59.74	0.50	4.31	0.1	0
C0SCV9A	STA	0.8	0.8	53.91	-8.12	0.98	0.1	0
C12SCV9B	STA	8.2	8.2	53.99	-8.60	2.40	0.9	1

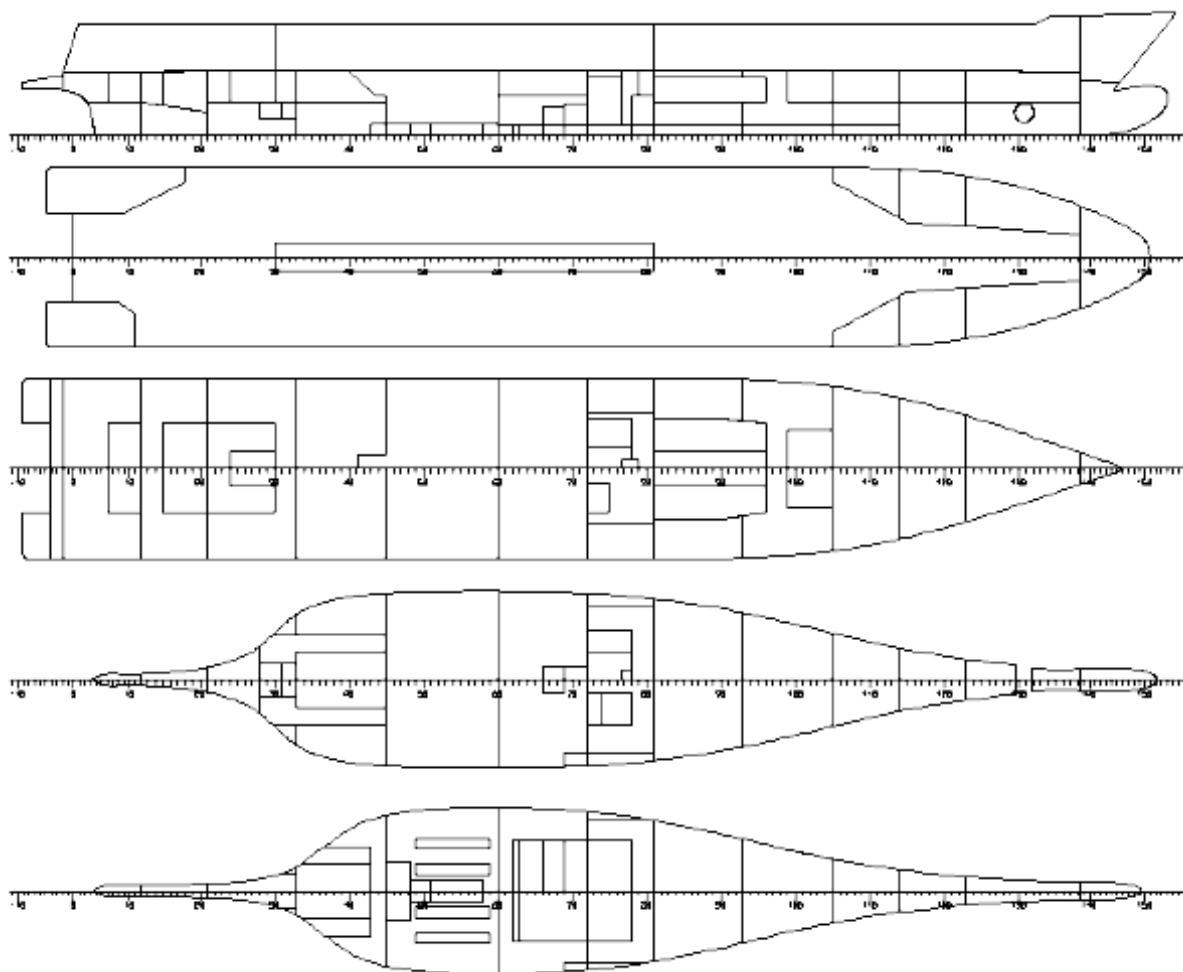
SUBTOTAL	STA	39.4	39.4	55.01	-0.66	1.98		
CAPACITY	OF	Void		(RHO=1.025)				
E0N1VOID	VOID	31.5	31.5	84.96	0.00	0.74	60.4	84
D0N3VOID	VOID	67.8	67.8	76.37	0.00	0.74	337.1	464
D12N2VOID	VOID	630.8	630.8	76.49	0.00	3.90	3041.7	2962
D0N5VOID	VOID	112.4	112.4	66.84	0.00	0.70	1208.8	1527
D12N4VOID	VOID	663.1	663.1	67.12	0.00	3.67	4837.8	3205
C0N7VOID	VOID	54.3	54.3	59.93	0.00	0.71	1482.6	596
C0N8VOID	VOID	60.6	60.6	57.59	0.00	0.61	516.5	496
C44N6VOID	VOID	125.0	125.0	59.53	-0.61	5.58	675.4	567
C0N9VOID	VOID	78.6	78.6	49.13	0.08	0.67	2847.4	1128
B0N10VOID	VOID	169.1	169.1	40.31	0.00	0.68	3708.2	2859
B0N11VOID	VOID	210.0	210.0	29.57	0.00	2.32	4313.8	1049
B36N13VOID	VOID	153.7	153.7	17.62	0.00	5.08	525.0	347
B0N12VOID	VOID	116.4	116.4	18.24	0.00	2.23	188.7	151
A36N15VOID	VOID	74.4	74.4	5.48	0.00	5.31	272.1	179

SUBTOTAL	VOID	2547.7	2547.7	56.69	-0.03	3.10		
CAPACITY	OF	Water	Ballast	(RHO=1.025)				
F0FPTANK	WB	94.9	93.0	112.29	0.00	3.15	18.3	11
E0N1WBTKSS	WB	110.6	108.4	101.18	0.00	2.08	33.1	73
C0HEELTKP	WB	92.9	91.0	58.73	8.12	4.58	31.1	14
C0HEELTKS	WB	92.9	91.0	58.73	-8.12	4.58	31.1	14
B0N2WBTKP	WB	179.4	175.8	28.69	0.00	2.01	177.1	140
A3DECKN14VOID	WB	241.1	236.3	10.36	0.00	5.17	4109.4	1671
APA1N3WBTKC	WB	151.9	148.8	12.10	0.00	4.83	362.7	273

SUBTOTAL	WB	963.7	944.4	43.83	0.00	3.86		

TOTAL		20105.0	20024.2	52.00	0.00	6.67		

Πίνακας Α.6-3. Διαμερίσματα του πλοίου «ROPAX7»



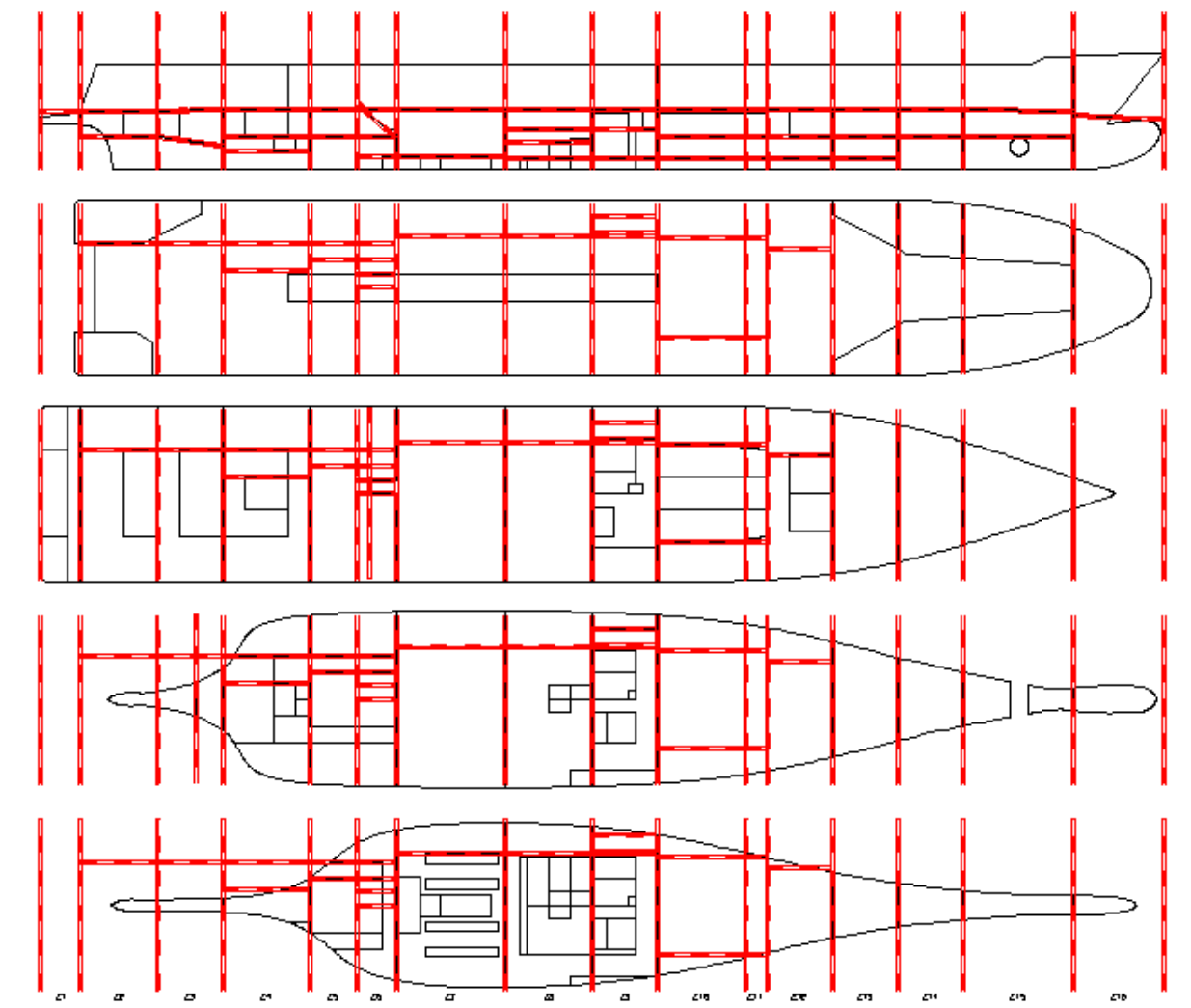
Σχ. Α.6-1. Σχέδιο Γενικής Διάταξης του πλοίου αναφοράς «ROPAX7»

Α.6.4. ΥΠΟΔΙΑΙΡΕΣΗ

ZONE	TBA	TBF	LBP	LBS	DDN	DUP
Z1	DAMHULL2	#-2				3DECK
Z2	#-2	#12	4.8		3.6	3DECK
Z3	#12	#21	4.8		PA1	3DECK
Z4	#21	#33	4.8/1.8		1.9/3.6	3DECK
Z5	#33	#39.5	4.8/3		3.6	3DECK
Z6	#39.5	#45	4.8/3/1.5/0		1.3/3.6/PBAUX	3DECK
Z7	#45	#60	5.6688		PB2	3DECK
Z8	#60	#72	5.6688		1.2/3/4.4	3DECK

Z9	#72	#81	7.8/6/5.6688	1.2/4.4	3DECK
Z10	#81	#93	PDREF/PD1	1.2/3.6	3DECK
Z11	#93	#96	PDREF/PD1	1.2/3.6	3DECK
Z12	#96	#105	4.2	1.2/3.6	3DECK
Z13	#105	#114		1.2/3.6	3DECK
Z14	#114	#123		3.6	3DECK
Z15	#123	#138.3		3.6	3DECK
Z16	#138.3	DAMHULL2			PPF

Πίνακας Α.6-4. Ζώνες Υποδιαίρεσης (Damage Zones) του πλοίου αναφοράς «ROPAX7»



Σχ. Α.6-2. Απεικόνιση των Damage Zones για το πλοίο αναφοράς «ROPAX7»

A.6.5. ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΦΟΡΤΩΣΗΣ

LOADING CONDITION SUBD

LOADING COMPONENTS

Name	Max. weight	Mass	Center of gravity cgx	of gravity cgy	cgz	Free s. moment	
VAR							
C1	DWT Const	0.0	57.5	59.23	0.00	11.40	0.00
C2	Consumables	0.0	797.1	61.57	0.00	4.33	570.00
C3	Passengers	0.0	114.0	42.07	0.00	16.65	0.00
C4	Luggage	0.0	7.6	55.90	0.00	14.35	0.00
C5	Provisionss	0.0	30.0	52.57	0.00	10.45	0.00
C6	Crew	0.0	8.0	60.90	0.00	9.51	0.00
C7	Trucks	0.0	850.0	55.10	0.00	8.40	0.00
C8	Cars	0.0	130.0	56.30	0.00	12.30	0.00
Total of		0.0	1994.2	57.13	0.00	7.64	570.00
Deadweight			1994.2	57.13	0.00	7.64	570.0
Lightweight			4318.5	50.78	0.00	9.00	
Displacement (rho=1.025)			6312.7	52.79	0.00	8.57	570.0

FLOATING POSITION

Draught moulded	4.871	m	KM	11.03	m
Trim	0.000	m	KG	8.57	m
Heel, PS=+	0.0	deg			
TA	4.871	m	GMO	2.46	m
TF	4.871	m	GMCORR	-0.09	m
Trimming moment	-3	tonm	GM	2.37	m

Πίνακας A.6-5. Κατάσταση Φόρτωσης για το Deepest Subdivision Draught (ds)

LOADING CONDITION PART

LOADING COMPONENTS

Name	Max. weight	Mass	Center of gravity cgx	of gravity cgy	cgz	Free s. moment	
VAR							
C1	DWT Const	0.0	57.5	59.23	0.00	11.40	0.00
C2	Consumables	0.0	348.4	65.92	0.00	2.07	616.00
C3	Passengers	0.0	114.0	42.07	0.00	16.65	0.00
C4	Luggage	0.0	7.6	55.90	0.00	14.35	0.00
C5	Provisionss	0.0	3.0	52.57	0.00	10.45	0.00
C6	Crew	0.0	8.0	60.90	0.00	9.51	0.00
C7	Trucks	0.0	700.0	61.96	0.00	8.40	0.00
C8	Cars	0.0	130.0	56.30	0.00	12.30	0.00
Total of		0.0	1368.4	60.60	0.00	8.02	616.00
Deadweight			1368.4	60.60	0.00	8.02	616.0
Lightweight			4318.5	50.78	0.00	9.00	
Displacement (rho=1.025)			5686.9	53.14	0.00	8.76	616.0

FLOATING POSITION

Draught moulded	4.526	m	KM	11.08	m
Trim	0.000	m	KG	8.76	m
Heel, PS=+	0.0	deg			
TA	4.526	m	GMO	2.32	m
TF	4.526	m	GMCORR	-0.11	m
Trimming moment	4	tonm	GM	2.21	m

Πίνακας A.6-6. Κατάσταση Φόρτωσης για το Partial Subdivision Draught (dp)

LOADING CONDITION LGHT

L O A D I N G C O M P O N E N T S

Name		Max. weight	Mass	Center of gravity			Free s. moment	
				cgx	cgy	cgz		
VAR								
C1	DWT Const	0.0	57.5	59.23	0.00	11.40	0.00	
C2	Consumables	0.0	348.4	65.92	0.00	2.07	623.00	
C3	Passengers	0.0	114.0	42.07	0.00	16.65	0.00	
C4	Luggage	0.0	7.6	55.90	0.00	14.35	0.00	
C5	Provisionss	0.0	3.0	52.57	0.00	10.45	0.00	
C6	Crew	0.0	8.0	60.90	0.00	9.51	0.00	
Total of		0.0	538.4	59.87	0.00	6.48	623.00	
Deadweight				538.4	59.87	0.00	6.48	623.0
Lightweight				4318.5	50.78	0.00	9.00	
Displacement (rho=1.025)				4856.9	51.79	0.00	8.72	623.0

F L O A T I N G P O S I T I O N

Draught moulded	4.007	m	KM	11.66	m
Trim	-0.804	m	KG	8.72	m
Heel, PS=+	0.0	deg			
TA	4.409	m	GMO	2.95	m
TF	3.606	m	GMCORR	-0.13	m
Trimming moment	-8638	tonm	GM	2.82	m

Πίνακας Α.6-7. Κατάσταση Φόρτωσης για το Lightest Subdivision Draught (d_L)

A.6.6. ΠΙΝΑΚΑΣ ΟΡΙΩΝ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΩΝ

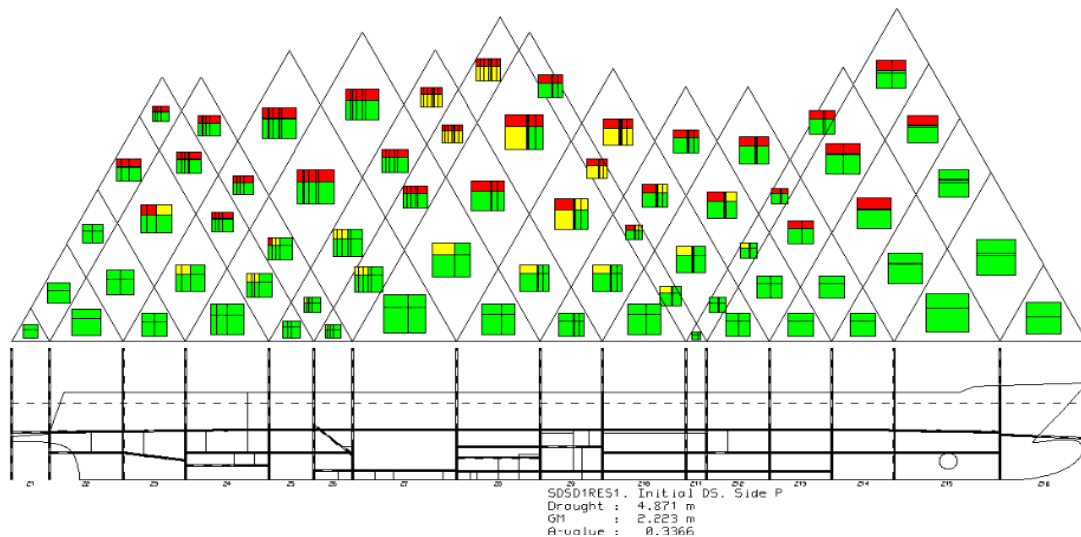
NAME	ZONE	ALIMIT	FLIMIT	PLIMIT	SLIMIT	LLIMIT	ULIMIT
HELP4	Z1	DAMHULL2	#-2	-	-	-	3DECK
HELP5	Z1	DAMHULL2	#-2	-	-	-	3DECK
A3DECKOTHERSPD3AS	Z1-2	DAMHULL2	#12	-/4.8	-	3DECK	-
A3DECKOTHERSPD3AP	Z1-3	DAMHULL2	#21	-	-	3DECK	-
D0N5VOID	Z10	#81	#93	-	-	-	1.2
D12N4VOID	Z10	#81	#93	-	-	1.2	3DECK
D36N2HFOSTORTKC	Z10-11	#81	#96	PDREF	-	3.6	3DECK
D36N3HFOSTORTKP	Z10-11	#81	#96	PDREF	-	3.6	3DECK
D36N1HFOSTORTKS	Z10-11	#81	#96	PDREF	-	3.6	3DECK
D0N3VOID	Z11-12	#93	#105	-	-	-	1.2
D12N2VOID	Z11-12	#93	#105	-	-	1.2	3DECK
D36N1FWTKS	Z12	#96	#105	4.2	-	3.6	3DECK
D36N2FWTKP	Z12	#96	#105	4.2	-	3.6	3DECK
E0N1VOID	Z13	#105	#114	-	-	-	1.2
E12N1PUMPRM	Z13	#105	#114	-	-	1.2	3.6
E36ACPLANT	Z13	#105	#114	-	-	3.6	3DECK
E3DECKESCLIFT	Z13	#105	#114	-	-	3DECK	-
E3DECKESCN1DECK STORE	Z13	#105	#114	-	-	3DECK	-
E0GRAYWATERTK	Z14	#114	#123	-	-	-	3.6
E36SEWRM	Z14	#114	#123	-	-	3.6	3DECK
E3DECKN1AHURMD3	Z14	#114	#123	-	-	3DECK	-
E3DECKOTHERSPACED3	Z14	#114	#123	-	-	3DECK	-
E0N1WBTKSS	Z15	#123	#138.3	-	-	-	3.6

E3DECKBOSUNPAINT STORE	Z15	#123	#138.3	-	-	3DECK	-
E3DECKN1HYDEQROOM	Z15	#123	#138.3	-	-	3DECK	-
E36BOWTHRU	Z15	#123	#138.3	-	-	3.6	3DECK
F0FPTANK	Z16	#138.3	DAMHULL2	-	-	-	PFF
FPFUPPERDECK	Z16	#138.3	DAMHULL2	-	-	PFF	-
A36STEERGEARRM	Z2	#-2	#12	-	-	3.6	3DECK
A36N15VOID	Z2	#-2	#12	4.8	-	3.6	3DECK
HELPA	Z2	#-2	#12	4.8	-	-	3.6
3UPDECK	Z2-15	#-2	#138.3	-	-	3DECK	-
A3DECKN14VOID	Z3	#12	#21	-	-	PA1	3DECK
HELP	Z3	#12	#21	4.8	-	-	PA1
APA1N3WBTKC	Z3	#12	#21	4.8	-	PA1	3DECK
B19SHAFTALLEY2	Z4	#21	#33	1.8	-	1.9	3.6
B36N13VOID	Z4	#21	#33	4.8	-	3.6	3DECK
B36N3FWTKC	Z4	#21	#33	1.8	-	3.6	3DECK
B36POWERN2ENGSTORE	Z4	#21	#33	-	-	3.6	3DECK
B0N12VOID	Z4	#21	#33	4.8	-	-	3.6
B19STLODRAINTKS	Z4	#21	#33	1.8	-	1.9	3.6
B19STLOSTORTKP	Z4	#21	#33	1.8	-	1.9	3.6
HELPA0N12VOID	Z4	#21	#33	-	-	-	3.6
B0SHAFTALLEY1	Z4-6	#21	#45	4.8	-	1.9/2*-	3.6
HELPCARDECK	Z4-9	#21	#81	1.8/3/1.5/ 3*5.6688	-	3DECK	-
B0N11VOID	Z5-6	#33	#45	-	-	-	3.6
B0N2WBTKP	Z5-6	#33	#45	-	3	-	3.6
B36AUXENGRM	Z5-6	#33	#45	-	-	3.6	3DECK
B13ENGRM	Z6-7	#39.5	#60	1.5/-	-	PBAUX/ PB2	3DECK
B0THERMALOILTKCC	Z7	#45	#60	56.688	-	-	PB2
B0FODRAINTKCC	Z7	#45	#60	56.688	-	-	PB2
B0DIRTYOILTKC	Z7	#45	#60	56.688	-	-	PB2
B0N10VOID	Z7	#45	#60	-	-	-	PB2
B05813N1LOCIRCTKS	Z7	#45	#60	56.688	-	-	PB2
B05813N2LOCIRCTKS	Z7	#45	#60	56.688	-	-	PB2
B05813N3LOCIRCTKP	Z7	#45	#60	56.688	-	-	PB2
B05813N4LOCIRCTKP	Z7	#45	#60	56.688	-	-	PB2
C0SC1C	Z8	#60	#72	56.688	-	-	1.2
C12SC2C	Z8	#60	#72	56.688	-	1.2	4.4
C0MGOSTORTKS	Z8	#60	#72	56.688	-	-	1.2
C0CWDRAINTKC	Z8	#60	#72	56.688	-	-	1.2
C0SLUDGETKP	Z8	#60	#72	56.688	-	-	1.2
C0FOOVFLTKP	Z8	#60	#72	56.688	-	-	1.2
C0N9VOID	Z8	#60	#72	-	-	-	1.2
C12LORNVTDTKS	Z8	#60	#72	56.688	-	1.2	3
C12LORNVGTGTP	Z8	#60	#72	56.688	-	1.2	3
C12FON3PUMP	Z8	#60	#72	-	-	1.2	4.4
C44N1ENGSTOREWORK	Z8	#60	#72	-	-	4.4	3DECK
C0SCV9A	Z8	#60	#72	56.688	-	-	1.2
C12SCV9B	Z8	#60	#72	56.688	-	1.2	4.4
C0N7VOID	Z9	#72	#81	7.8	-	-	1.2
C0N8VOID	Z9	#72	#81	56.688	-	-	1.2
C12N2PUMPRM	Z9	#72	#81	7.8	-	1.2	4.4

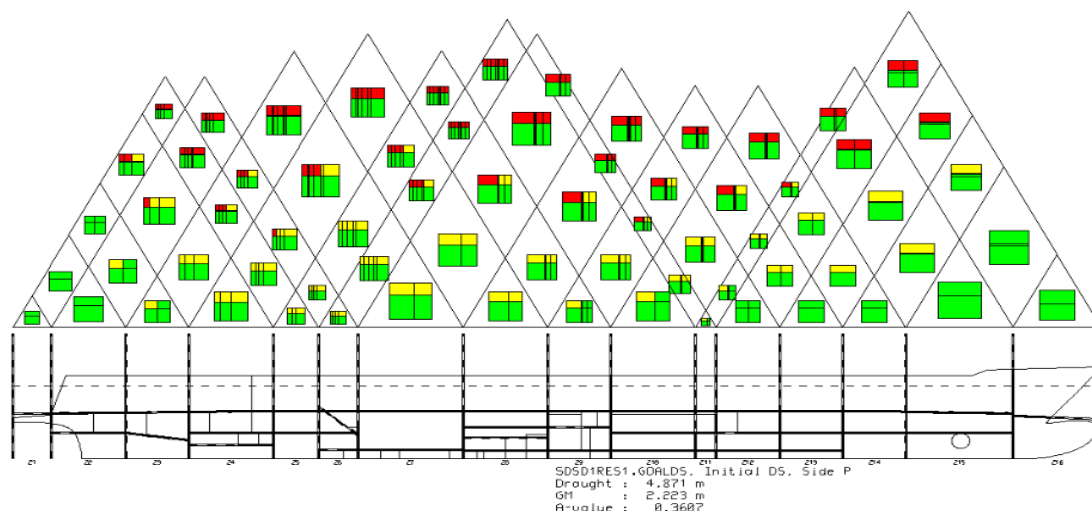
C12CPPRGLOSTORTKS	Z9	#72	#81	56.688	-	1.2	4.4
C12MEAELOSTORTKS	Z9	#72	#81	56.688	-	1.2	4.4
C44MGOSERVTKSS	Z9	#72	#81	56.688	-	4.4	3DECK
C44N6VOID	Z9	#72	#81	6	-	4.4	3DECK
C0HEELTKP	Z9	#72	#81	-	-	-	3DECK
C0HEELTKS	Z9	#72	#81	56.688	-	-	3DECK
C12N4HFOSERVTKPP	Z9	#72	#81	56.688	-	1.2	3DECK
C12N5HFOSSETTKPP	Z9	#72	#81	56.688	-	1.2	3DECK
C44ESCTRV6	Z9	#72	#81	56.688	-	1.2	3DECK

Πίνακας Α.6-8. Όρια Διαμερισμάτων (Limits Table) του πλοίου «ROPAX7»

A.6.7. ΤΡΙΓΩΝΑ ΚΑΤΑΚΛΥΣΗΣ



Σχ. Α.6-3. Τρίγωνα κατάκλυσης του «ROPAX7» (SOLAS 2009)



Σχ. Α.6-4. Τρίγωνα κατάκλυσης του «ROPAX7» (GOALDS)

A.7. ROPAX8

A.7.1. ΚΥΡΙΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Reference dimensions

TDWL	4.9	design draught	
AP	0	aft perpendicular	(HULL/TDWL ->-2.129)
FP	112	fore perpendicular	(HULL/TDWL ->117.368)
LREF	112	reference length	calculated FP-AP
XREF	56	reference point	((FP+AP)/2 ->56)
XMID	56	largest frame	
XMIN	-5.6471	aft end	(HULL ->-5.647)
XMAX	118.7801	fore end	(HULL ->118.78)
LOA	124.4272	length over all	calculated XMAX-XMIN
BREF	19	reference breadth	(HULL/TDWL ->19.4)
BMAX	19	maximum breadth	(HULL ->19.4)
HSD	4.895	subdivision draught	
HMAX	17.395	total height	
SHEL	0.01	shell thickness	
KEEL	0.01	keel	
RHO	1.025	seawater density	
FRAMES 0, 0.6, 12,0.8, 138,0.6			

Πίνακας A.7-1. Κύριες Διαστάσεις του πλοίου «ROPAX8»

A.7. 2. ΥΔΡΟΣΤΑΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

T	DISP	LCB	KMT	CB	WLA	MCT	TPC
m	t	m	m	m ²	tm/cm	t/cm	
4.000	4783.4	53.546	11.333	0.5458	1618.2	101.8	16.6
4.100	4950.8	53.481	11.354	0.5511	1649.2	106.5	16.9
4.200	5121.1	53.404	11.259	0.5566	1667.1	109.1	17.1
4.300	5292.8	53.327	11.200	0.5619	1683.4	111.5	17.3
4.400	5466.2	53.249	11.104	0.5672	1698.8	113.8	17.4
4.500	5641.9	53.163	11.111	0.5724	1724.4	118.0	17.7
4.600	5819.4	53.073	11.061	0.5776	1743.0	121.1	17.9
4.700	5999.3	52.975	11.060	0.5828	1772.0	126.1	18.2
4.800	6182.0	52.865	11.039	0.5881	1792.6	129.6	18.4
4.900	6366.9	52.750	11.035	0.5934	1814.8	133.7	18.6
5.000	6554.4	52.622	11.071	0.5986	1845.2	139.5	18.9

5.100	6746.0	52.474	11.125	0.6041	1891.3	149.4	19.4
5.200	6942.1	52.302	11.115	0.6097	1942.4	160.0	19.9
5.300	7142.0	52.114	11.023	0.6154	1956.5	162.2	20.1
5.400	7343.1	51.937	10.918	0.6211	1962.4	163.1	20.1
5.500	7544.6	51.770	10.816	0.6265	1969.4	164.6	20.2
5.600	7746.9	51.614	10.717	0.6319	1976.1	166.0	20.3
5.700	7949.9	51.470	10.622	0.6371	1982.6	167.4	20.3
5.800	8153.5	51.335	10.530	0.6422	1988.8	168.8	20.4
5.900	8357.8	51.210	10.428	0.6472	1992.6	169.6	20.4

Πίνακας Α.7-2. Υδροστατικά Στοιχεία του πλοίου «ΡΟΡΑΧ8»

A.7.3. ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ

NAME	PURP	VOLM	VNET	CGX	CGY	CGZ	IY*RHO	IY/ IMO
	m3	m3	m	m	m	tm	tm	
----- CAPACITY	OF	Diesel	Oil	(RHO=0.85)				
C44MGOSERVTKSS	DO	14.3	14.0	56.40	-3.15	5.30	6.1	6
C0MGOSTORTKS	DO	46.7	45.7	51.60	-2.70	0.60	80.3	79
----- SUBTOTAL	DO	60.9	59.7	52.72	-2.81	1.70		
CAPACITY	OF	Deck	Store	(RHO=1)				
A3DECKOTHERSPD3AP	DST	333.0	333.0	3.37	7.47	9.06	121.5	109
E3DECKESCN1DECK STORE	DST	119.5	119.5	85.84	-7.62	9.41	40.2	47
----- SUBTOTAL	DST	452.5	452.5	25.15	3.48	9.15		
CAPACITY	OF	Heavy	Fuel	(RHO=0.98)				
			Oil					
D36N2HFOSTORTKC	FO	114.5	112.2	68.40	0.00	4.90	48.4	47
D36N3HFOSTORTKP	FO	107.5	105.4	68.25	3.56	4.90	40.7	41
D36N1HFOSTORTKS	FO	107.5	105.4	68.25	-3.56	4.90	40.7	41
C12N4HFOSERVTKPP	FO	62.0	60.8	57.45	1.48	3.57	9.5	8
C12N5HFOSETTTKPP	FO	62.8	61.5	57.60	4.08	3.83	5.4	8
----- SUBTOTAL	FO	454.3	445.2	65.34	0.77	4.57		
CAPACITY	OF	Fresh	Water	(RHO=1)				

D36N1FWTKS	FW	64.5	63.2	79.20	-2.10	5.20	29.6	29
D36N2FWTKP	FW	64.5	63.2	79.20	2.10	5.20	29.6	29
B36N3FWTKC	FW	55.0	53.9	19.21	0.00	5.19	18.7	18

SUBTOTAL	FW	184.0	180.3	61.27	0.00	5.20		
CAPACITY	OF	General	spaces	(RHO=1)				
A3DECKOTHERSPD3AS	GE	246.9	242.0	1.49	-7.29	9.00	93.7	82
E3DECKN1AHURMD3	GE	189.0	185.2	92.36	-6.25	9.48	102.7	113
E3DECKN1HYDEQROOM	GE	259.1	253.9	101.77	5.16	9.87	123.4	120
E3DECKOTHERSPACED3	GE	189.0	185.2	92.36	6.25	9.48	102.7	113
HELP	GE	39.1	38.3	10.82	0.00	1.80	3.4	11
HELP4	GE	80.1	78.5	-3.22	0.00	5.58	2645.5	1359
HELP5	GE	19.1	18.7	-3.63	0.00	6.26	2111.1	415
FPFUPPERDECK	GE	371.4	364.0	111.64	0.00	10.53	672.8	590
HELPA0N12VOID	GE	91.5	89.7	20.96	0.00	2.88	2674.9	428
HELPCARDECK	GE	612.0	599.8	42.00	0.00	9.30	91.8	90
HELPA	GE	21.8	21.4	4.89	0.00	1.91	0.6	2

SUBTOTAL	GE	2118.9	2076.6	61.79	-0.22	8.92		
CAPACITY	OF	Gray	Water	(RHO=1)				
E0GRAYWATERTK	GWT	130.9	128.3	92.15	0.00	2.24	154.7	228
CAPACITY	OF	Lift	(RHO=1)					
E3DECKESCLIFT	LIF	119.5	119.5	85.84	7.62	9.41	40.2	47
CAPACITY	OF	Lub.	Oil	(RHO=0.9)				
C12CPPRGLOSTORTKS	LO	16.9	16.6	56.00	-3.15	2.80	4.3	4
C12MEAELOSTORTKS	LO	33.8	33.1	58.40	-3.15	2.80	8.6	8
B05813N1LOCIRCTKS	LO	6.2	6.1	40.80	-5.11	0.94	0.8	1
B05813N2LOCIRCTKS	LO	6.2	6.1	40.80	-2.31	0.94	0.8	1
B05813N3LOCIRCTKP	LO	6.2	6.1	40.80	2.31	0.94	0.8	1
B05813N4LOCIRCTKP	LO	6.2	6.1	40.80	5.11	0.94	0.8	1
B19STLOSTORTKP	LO	4.9	4.8	23.20	0.90	2.75	0.7	1

SUBTOTAL	LO	80.4	78.8	50.32	-1.93	2.22		
CAPACITY	OF	Miscell.	(RHO=1)					

C0CWDRRAINTKC	MIS	10.4	10.2	47.60	0.00	0.60	84.0	82
C0SLUDGETKP	MIS	15.6	15.2	49.20	2.70	0.60	31.5	31
C0FOOVFLTKP	MIS	15.6	15.2	51.60	2.70	0.60	31.5	31
C12LORNVTDTKS	MIS	6.5	6.4	51.60	-0.75	2.10	0.7	1
C12LORNVTGTKP	MIS	6.5	6.4	51.60	0.75	2.10	0.7	1
B0THERMALOILTKCC	MIS	20.8	20.4	34.91	0.00	0.66	52.0	50
B0FODRAINTKCC	MIS	6.8	6.7	37.31	0.00	0.65	2.5	2
B0DIRTYOILTKC	MIS	17.5	17.1	41.20	0.00	0.65	6.5	6
B19STLODRAINTKS	MIS	4.9	4.8	23.20	-0.90	2.75	0.8	1

SUBTOTAL	MIS	104.4	102.3	43.52	0.76	0.91		
CAPACITY	OF	Machin.	Sp.	(RHO=1)				
E12N1PUMPRM	MMA	161.5	161.5	84.99	0.00	2.54	607.3	906
C12N2PUMPRM	MMA	225.8	225.8	59.51	-0.28	2.80	1848.6	1134
C12FON3PUMP	MMA	556.4	556.4	50.26	0.12	2.85	5420.9	5270
B13ENGRM	MMA	1279.6	1279.6	39.55	0.01	4.08	7301.4	6338
B36AUXENGRM	MMA	586.8	586.8	28.75	-0.01	5.19	5837.4	5707
A36STEERGEARRM	MMA	234.4	234.4	2.65	0.00	5.65	4840.0	1659
E3DECKBOSUNPAINT STORE	MMA	259.1	259.1	101.77	-5.16	9.87	123.4	122

SUBTOTAL	MMA	3303.6	3303.6	45.28	-0.40	4.47		
CAPACITY	OF	Mach.	Store	(RHO=1)				
E36SEWRM	MST	271.6	271.6	92.20	0.00	5.34	1127.4	1606
E36ACPLANT	MST	350.8	350.8	85.08	0.00	5.29	2294.3	2817
C44N1ENGSTOREWORK	MST	447.0	447.0	50.40	0.00	5.60	5841.1	5841
B19SHAFTALLEY2	MST	14.7	14.7	21.20	0.00	2.75	9.3	9
B0SHAFTALLEY1	MST	133.5	133.5	26.81	0.00	2.39	814.3	168
B36POWERN2ENGSTORE	MST	369.5	369.5	19.95	0.00	5.20	5310.3	2851
E36BOWTHRU	MST	231.4	231.4	100.82	0.00	5.34	366.9	687

SUBTOTAL	MST	1818.3	1818.3	61.60	0.00	5.13		
CAPACITY	OF	Ro-Ro	Space	(RHO=1)				
3UPDECK	RORO	8034.1	8034.1	49.24	-0.09	9.29	46655.6	32377
CAPACITY	OF	Stairs	(RHO=1)					

C0SC1C	STA	15.5	15.5	54.00	2.70	0.60	31.5	31
C12SC2C	STA	7.9	7.9	54.00	0.75	2.30	0.7	1
C44ESCTRKV6	STA	7.3	7.3	59.75	0.50	4.42	0.1	0
C0SCV9A	STA	0.8	0.8	53.91	-8.12	0.98	0.1	0
C12SCV9B	STA	8.2	8.2	53.99	-8.60	2.40	0.9	1

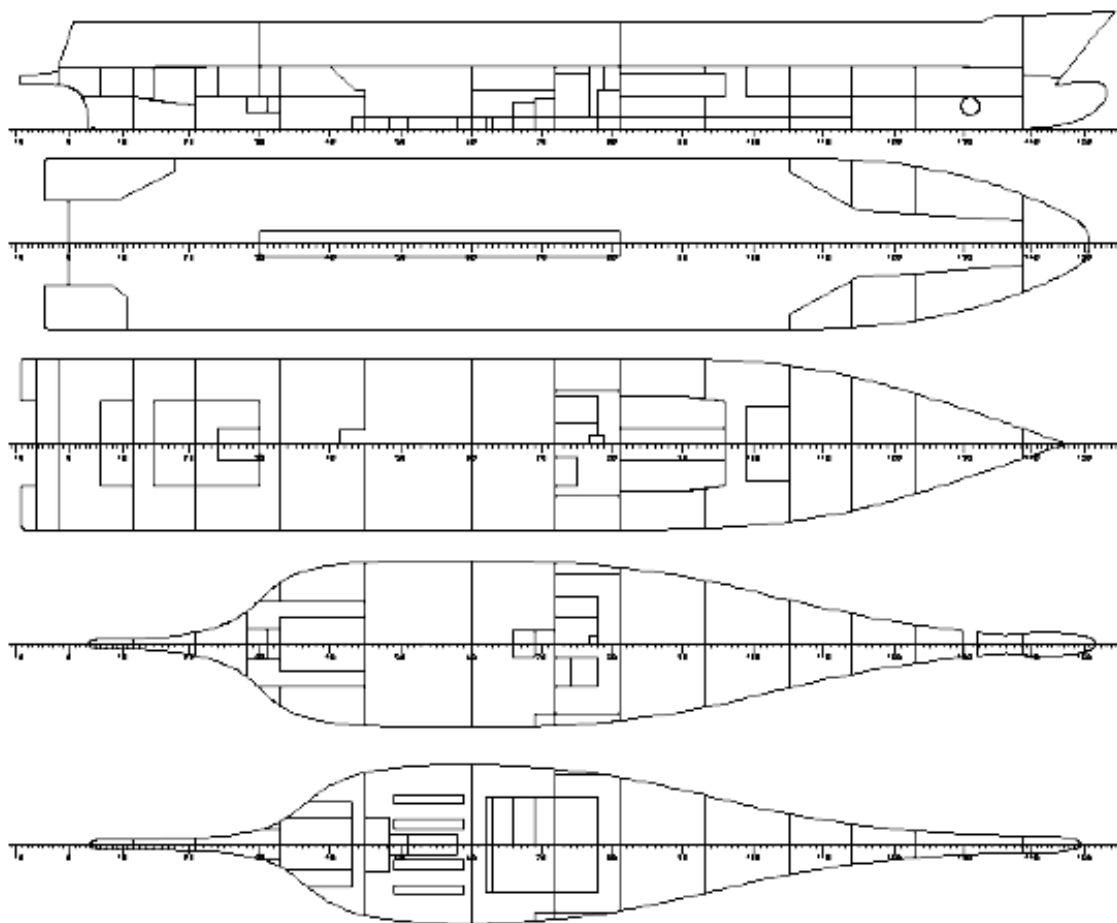
SUBTOTAL	STA	39.8	39.8	55.05	-0.65	2.02		
CAPACITY	OF	Void		(RHO=1.025)				
E0N1VOID	VOID	31.5	31.5	84.96	0.00	0.74	60.4	84
D0N3VOID	VOID	67.8	67.8	76.37	0.00	0.74	337.1	464
D12N2VOID	VOID	659.1	659.1	76.47	0.00	4.02	3196.7	3002
D0N5VOID	VOID	112.4	112.4	66.84	0.00	0.70	1208.8	1527
D12N4VOID	VOID	700.3	700.3	67.12	0.00	3.83	4924.7	3294
C0N7VOID	VOID	54.3	54.3	59.93	0.00	0.71	1482.6	596
C0N8VOID	VOID	60.6	60.6	57.59	0.00	0.61	516.5	496
C44N6VOID	VOID	142.0	142.0	59.44	-0.54	5.71	675.4	602
C0N9VOID	VOID	78.6	78.6	49.13	0.08	0.67	2847.4	1128
B0N10VOID	VOID	169.1	169.1	40.31	0.00	0.68	3708.2	2859
B0N11VOID	VOID	210.0	210.0	29.57	0.00	2.32	4313.8	1049
B36N13VOID	VOID	164.1	164.1	17.62	0.00	5.18	525.0	348
B0N12VOID	VOID	116.4	116.4	18.24	0.00	2.23	188.7	151
A36N15VOID	VOID	81.3	81.3	5.47	0.00	5.41	272.1	185

SUBTOTAL	VOID	2647.5	2647.5	56.78	-0.03	3.24		
CAPACITY	OF	Water	Ballast	(RHO=1.025)				
F0FPTANK	WB	94.9	93.0	112.29	0.00	3.15	18.3	11
E0N1WBTKSS	WB	110.6	108.4	101.18	0.00	2.08	33.1	73
C0HEELTKP	WB	98.2	96.2	58.73	8.10	4.69	31.1	14
C0HEELTKS	WB	98.2	96.2	58.73	-8.10	4.69	31.1	14
B0N2WBTKP	WB	179.4	175.8	28.69	0.00	2.01	177.1	140
A3DECKN14VOID	WB	259.8	254.6	10.35	0.00	5.27	4120.6	1711
APA1N3WBTKC	WB	161.1	157.9	12.10	0.00	4.93	362.7	277

SUBTOTAL	WB	1002.2	982.2	43.07	0.00	3.97		

TOTAL		20551.4	20468.7	52.08	0.00	6.77		

Πίνακας Α.7-3. Διαμερίσματα του πλοίου «ROPAX8»



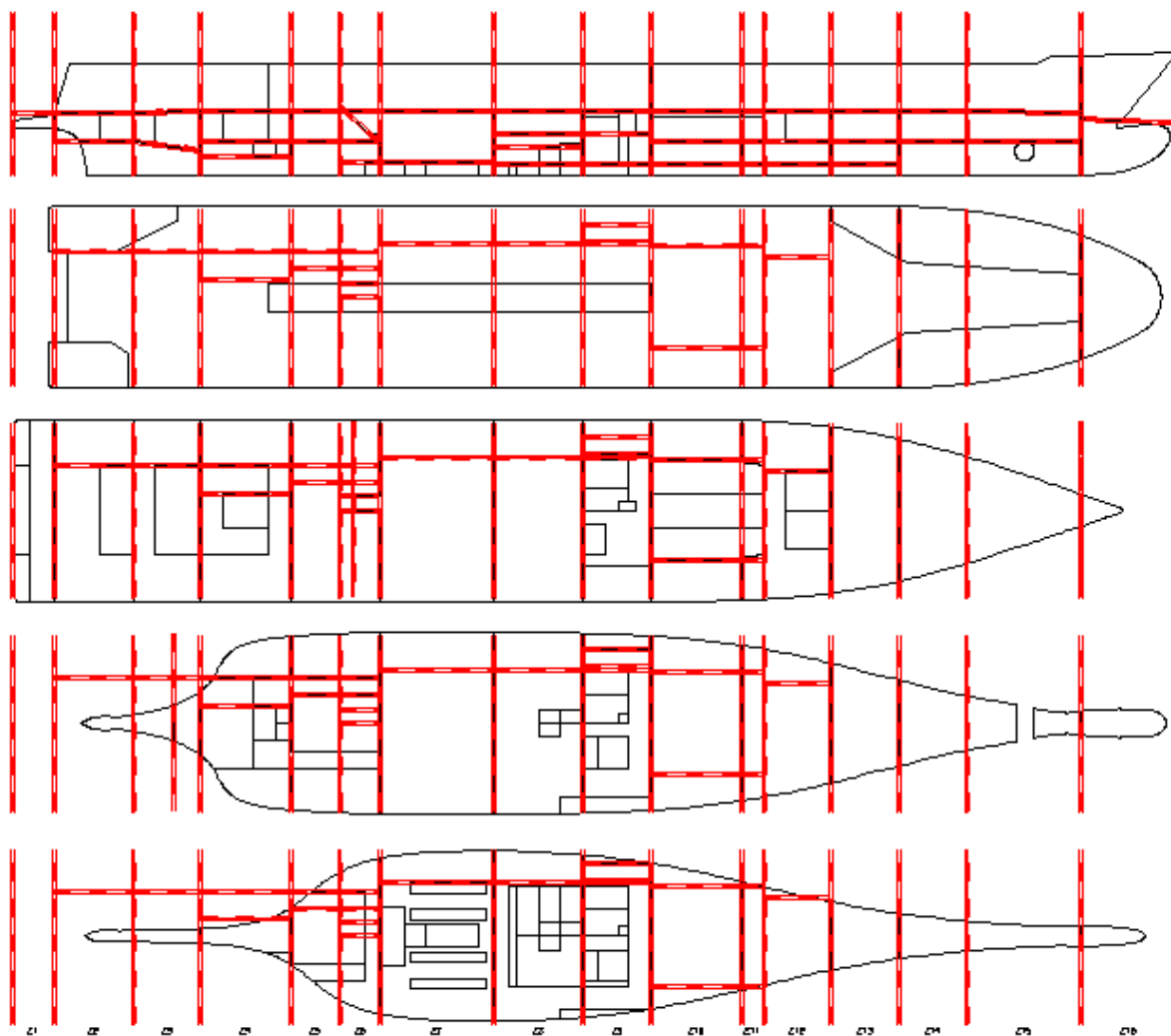
Σχ. Α.7-1. Σχέδιο Γενικής Διάταξης του πλοίου αναφοράς «ROPAX8»

Α.7.4. ΥΠΟΔΙΑΙΡΕΣΗ

ZONE	TBA	TBF	LBP	LBS	DDN	DUP
Z1	DAMHULL2	#-2				3DECK
Z2	#-2	#12	4.8		3.6	3DECK
Z3	#12	#21	4.8		PA1	3DECK
Z4	#21	#33	4.8/1.8		1.9/3.6	3DECK
Z5	#33	#39.5	4.8/3		3.6	3DECK
Z6	#39.5	#45	4.8/3/1.5/0		1.3/3.6/PBAUX	3DECK
Z7	#45	#60	5.6688		PB2	3DECK
Z8	#60	#72	5.6688		1.2/3/4.4	3DECK
Z9	#72	#81	7.8/6/5.6688		1.2/4.4	3DECK

Z10	#81	#93	PDREF/PD1	1.2/3.6	3DECK
Z11	#93	#96	PDREF/PD1	1.2/3.6	3DECK
Z12	#96	#105	4.2	1.2/3.6	3DECK
Z13	#105	#114		1.2/3.6	3DECK
Z14	#114	#123		3.6	3DECK
Z15	#123	#138.3		3.6	3DECK
Z16	#138.3	DAMHULL2			PPF

Πίνακας Α.7-4. Ζώνες Υποδιαίρεσης (Damage Zones) του πλοίου αναφοράς «ROPAX8»



Σχ. Α.7-2. Απεικόνιση των Damage Zones για το πλοίο αναφοράς «ROPAX8»

A.7.5. ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΦΟΡΤΩΣΗΣ

LOADING CONDITION SUBD

L O A D I N G C O M P O N E N T S

Name		Max. weight	Mass	Center of gravity			Free s. moment
				cgx	cgy	cgz	
VAR							
C1	DWT Const	0.0	57.5	59.23	0.00	11.50	0.00
C2	Consumables	0.0	797.1	61.57	0.00	4.33	570.00
C3	Passengers	0.0	114.0	42.07	0.00	16.85	0.00
C4	Luggage	0.0	7.6	55.90	0.00	14.55	0.00
C5	Provisionss	0.0	30.0	52.57	0.00	10.60	0.00
C6	Crew	0.0	8.0	60.90	0.00	9.66	0.00
C7	Trucks	0.0	850.0	54.98	0.00	8.60	0.00
C8	Cars	0.0	130.0	56.30	0.00	12.50	0.00
Total of		0.0	1994.2	57.08	0.00	7.76	570.00
Deadweight			1994.2	57.08	0.00	7.76	570.0
Lightweight			4363.2	50.78	0.00	9.08	
Displacement (rho=1.025)			6357.4	52.75	0.00	8.66	570.0

F L O A T I N G P O S I T I O N

Draught moulded	4.895	m	KM	11.04	m
Trim	0.000	m	KG	8.66	m
Heel, PS=+	0.0	deg			
TA	4.895	m	GMO	2.38	m
TF	4.895	m	GMCORR	-0.09	m
Trimming moment	-6	tonm	GM	2.29	m

Πίνακας A.7-5. Κατάσταση Φόρτωσης για το Deepest Subdivision Draught (ds)

LOADING CONDITION PART

L O A D I N G C O M P O N E N T S

Name		Max. weight	Mass	Center of gravity			Free s. moment
				cgx	cgy	cgz	
VAR							
C1	DWT Const	0.0	57.5	59.23	0.00	11.50	0.00
C2	Consumables	0.0	348.4	65.92	0.00	2.07	616.00
C3	Passengers	0.0	114.0	42.07	0.00	16.85	0.00
C4	Luggage	0.0	7.6	55.90	0.00	14.55	0.00
C5	Provisionss	0.0	3.0	52.57	0.00	10.60	0.00
C6	Crew	0.0	8.0	60.90	0.00	9.66	0.00
C7	Trucks	0.0	700.0	61.92	0.00	8.60	0.00
C8	Cars	0.0	130.0	56.30	0.00	12.50	0.00
Total of		0.0	1368.4	60.58	0.00	8.16	616.00
Deadweight			1368.4	60.58	0.00	8.16	616.0
Lightweight			4363.2	50.78	0.00	9.08	
Displacement (rho=1.025)			5731.6	53.12	0.00	8.86	616.0

F L O A T I N G P O S I T I O N

Draught moulded	4.551	m	KM	11.08	m
Trim	0.000	m	KG	8.86	m
Heel, PS=+	0.0	deg			
TA	4.551	m	GMO	2.22	m
TF	4.551	m	GMCORR	-0.11	m
Trimming moment	-1	tonm	GM	2.12	m

Πίνακας A.7-6. Κατάσταση Φόρτωσης για το Partial Subdivision Draught (dp)

LOADING CONDITION LGHT

LOADING COMPONENTS

Name	Max. weight	Mass	Center of gravity			Free s. moment	
			cgx	cgy	cgz		
VAR							
C1	Dwt Const	0.0	57.5	59.23	0.00	11.50	0.00
C2	Consumables	0.0	348.4	65.92	0.00	2.07	623.00
C3	Passengers	0.0	114.0	42.07	0.00	16.85	0.00
C4	Luggage	0.0	7.6	55.90	0.00	14.55	0.00
C5	Provisionss	0.0	3.0	52.57	0.00	10.60	0.00
C6	Crew	0.0	8.0	60.90	0.00	9.66	0.00
Total of		0.0	538.4	59.87	0.00	6.54	623.00
Deadweight			538.4	59.87	0.00	6.54	623.0
Lightweight			4363.2	50.78	0.00	9.08	
Displacement (rho=1.025)			4901.6	51.78	0.00	8.80	623.0

FLOATING POSITION

Draught moulded	4.034	m	KM	11.64	m
Trim	-0.801	m	KG	8.80	m
Heel, PS=+	0.0	deg			
TA	4.434	m	GMO	2.85	m
TF	3.633	m	GMCORR	-0.13	m
Trimming moment	-8672	tonm	GM	2.72	m

Πίνακας Α.7-7. Κατάσταση Φόρτωσης για το Lightest Subdivision Draught (d_L)

A.7.6. ΠΙΝΑΚΑΣ ΟΡΙΩΝ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΩΝ

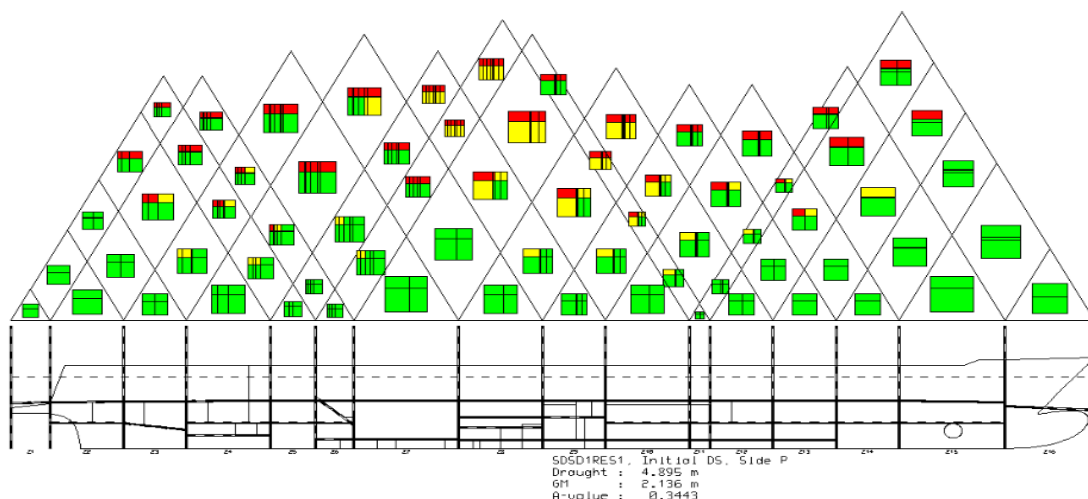
NAME	ZONE	ALIMIT	FLIMIT	PLIMIT	SLIMIT	LLIMIT	ULIMIT
HELP4	Z1	DAMHULL2	#-2	-	-	-	3DECK
HELP5	Z1	DAMHULL2	#-2	-	-	-	3DECK
A3DECKOTHERSPD3AS	Z1-2	DAMHULL2	#12	-/4.8	-	3DECK	-
A3DECKOTHERSPD3AP	Z1-3	DAMHULL2	#21	-	-	3DECK	-
D0N5VOID	Z10	#81	#93	-	-	-	1.2
D12N4VOID	Z10	#81	#93	-	-	1.2	3DECK
D36N2HFOSTORTKC	Z10-11	#81	#96	PDREF	-	3.6	3DECK
D36N3HFOSTORTKP	Z10-11	#81	#96	PDREF	-	3.6	3DECK
D36N1HFOSTORTKS	Z10-11	#81	#96	PDREF	-	3.6	3DECK
D0N3VOID	Z11-12	#93	#105	-	-	-	1.2
D12N2VOID	Z11-12	#93	#105	-	-	1.2	3DECK
D36N1FWTKS	Z12	#96	#105	4.2	-	3.6	3DECK
D36N2FWTKP	Z12	#96	#105	4.2	-	3.6	3DECK
E0N1VOID	Z13	#105	#114	-	-	-	1.2
E12N1PUMPRM	Z13	#105	#114	-	-	1.2	3.6
E36ACPLANT	Z13	#105	#114	-	-	3.6	3DECK
E3DECKESCLIFT	Z13	#105	#114	-	-	3DECK	-
E3DECKESCN1DECK STORE	Z13	#105	#114	-	-	3DECK	-
E0GRAYWATERTK	Z14	#114	#123	-	-	-	3.6
E36SEWRM	Z14	#114	#123	-	-	3.6	3DECK
E3DECKN1AHURMD3	Z14	#114	#123	-	-	3DECK	-

E3DECKOTHERSPACED3	Z14	#114	#123	-	-	3DECK	-
E0N1WBTKSS	Z15	#123	#138.3	-	-	-	3.6
E3DECKBOSUNPAINT STORE	Z15	#123	#138.3	-	-	3DECK	-
E3DECKN1HYDEQRROOM	Z15	#123	#138.3	-	-	3DECK	-
E36BOWTHRU	Z15	#123	#138.3	-	-	3.6	3DECK
F0FPTANK	Z16	#138.3	DAMHULL2	-	-	-	PPF
FPFUPPERDECK	Z16	#138.3	DAMHULL2	-	-	PPF	-
A36STEERGEARM	Z2	#-2	#12	-	-	3.6	3DECK
A36N15VOID	Z2	#-2	#12	4.8	-	3.6	3DECK
HELPA	Z2	#-2	#12	4.8	-	-	3.6
3UPDECK	Z2-15	#-2	#138.3	-	-	3DECK	-
A3DECKN14VOID	Z3	#12	#21	-	-	PA1	3DECK
HELP	Z3	#12	#21	4.8	-	-	PA1
APA1N3WBTKC	Z3	#12	#21	4.8	-	PA1	3DECK
B19SHAFTALLEY2	Z4	#21	#33	1.8	-	1.9	3.6
B36N13VOID	Z4	#21	#33	4.8	-	3.6	3DECK
B36N3FWTKC	Z4	#21	#33	1.8	-	3.6	3DECK
B36POWERN2ENGSTORE	Z4	#21	#33	-	-	3.6	3DECK
B0N12VOID	Z4	#21	#33	4.8	-	-	3.6
B19STLODRAINTKS	Z4	#21	#33	1.8	-	1.9	3.6
B19STLOSTORTKP	Z4	#21	#33	1.8	-	1.9	3.6
HELPA0N12VOID	Z4	#21	#33	-	-	-	3.6
B0SHAFTALLEY1	Z4-6	#21	#45	4.8	-	1.9/2*-	3.6
HELPCARDECK	Z4-9	#21	#81	1.8/3/1.5/ 3*5.6688	-	3DECK	-
B0N11VOID	Z5-6	#33	#45	-	-	-	3.6
B0N2WBTKP	Z5-6	#33	#45	3	-	-	3.6
B36AUXENGRM	Z5-6	#33	#45	-	-	3.6	3DECK
B13ENGRM	Z6-7	#39.5	#60	1.5/-	-	PBAUX/ PB2	3DECK
B0THERMALOILTKCC	Z7	#45	#60	56.688	-	-	PB2
B0FODRAINTKCC	Z7	#45	#60	56.688	-	-	PB2
B0DIRTYOILTKC	Z7	#45	#60	56.688	-	-	PB2
B0N10VOID	Z7	#45	#60	-	-	-	PB2
B05813N1LOCIRCTKS	Z7	#45	#60	56.688	-	-	PB2
B05813N2LOCIRCTKS	Z7	#45	#60	56.688	-	-	PB2
B05813N3LOCIRCTKP	Z7	#45	#60	56.688	-	-	PB2
B05813N4LOCIRCTKP	Z7	#45	#60	56.688	-	-	PB2
C0SC1C	Z8	#60	#72	56.688	-	-	1.2
C12SC2C	Z8	#60	#72	56.688	-	1.2	4.4
C0MGOSTORTKS	Z8	#60	#72	56.688	-	-	1.2
C0CWDRRAINTKC	Z8	#60	#72	56.688	-	-	1.2
C0SLUDGETKP	Z8	#60	#72	56.688	-	-	1.2
C0FOOVFLTKP	Z8	#60	#72	56.688	-	-	1.2
C0N9VOID	Z8	#60	#72	-	-	-	1.2
C12LORNVTDTKS	Z8	#60	#72	56.688	-	1.2	3
C12LORNVGTGTP	Z8	#60	#72	56.688	-	1.2	3
C12FON3PUMP	Z8	#60	#72	-	-	1.2	4.4
C44N1ENGSTOREWORK	Z8	#60	#72	-	-	4.4	3DECK
C0SCV9A	Z8	#60	#72	56.688	-	-	1.2
C12SCV9B	Z8	#60	#72	56.688	-	1.2	4.4
C0N7VOID	Z9	#72	#81	7.8	-	-	1.2

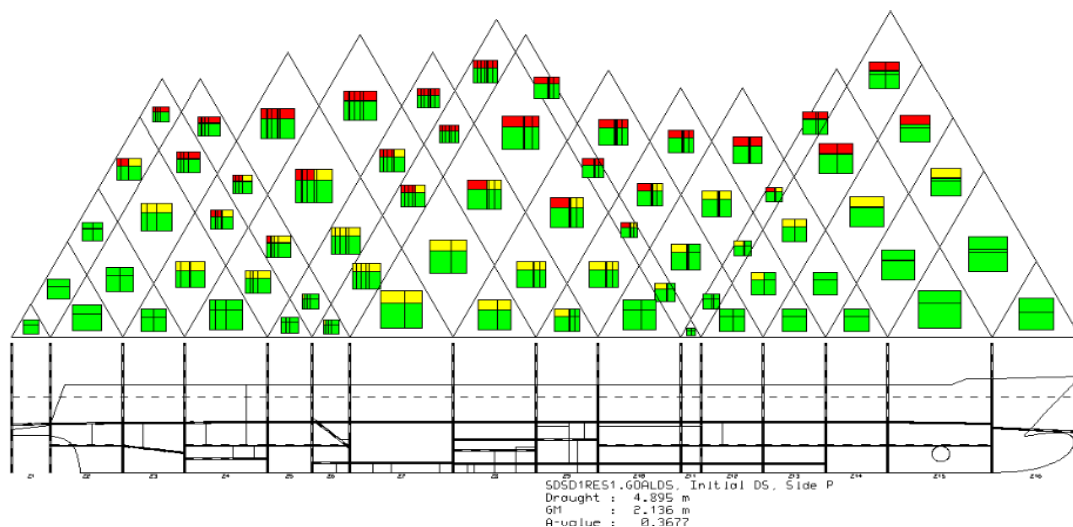
C0N8VOID	Z9	#72	#81	56.688	-	-	1.2
C12N2PUMPRM	Z9	#72	#81	7.8	-	1.2	4.4
C12CPPRGLOSTORTKS	Z9	#72	#81	56.688	-	1.2	4.4
C12MEAELOSTORTKS	Z9	#72	#81	56.688	-	1.2	4.4
C44MGOSERVTKSS	Z9	#72	#81	56.688	-	4.4	3DECK
C44N6VOID	Z9	#72	#81	6	-	4.4	3DECK
C0HEELTKP	Z9	#72	#81	-	-	-	3DECK
C0HEELTKS	Z9	#72	#81	56.688	-	-	3DECK
C12N4HFOSEKVTKPP	Z9	#72	#81	56.688	-	1.2	3DECK
C12N5HFOSETTTKPP	Z9	#72	#81	56.688	-	1.2	3DECK
C44ESCTKRV6	Z9	#72	#81	56.688	-	1.2	3DECK

Πίνακας Α.7-8. Όρια Διαμερισμάτων (Limits Table) του πλοίου «ROPAX8»

Α.7.7. ΤΡΙΓΩΝΑ ΚΑΤΑΚΛΥΣΗΣ



Σχ. Α.7-3. Τρίγωνα κατάκλυσης του «ROPAX8» (SOLAS 2009)



Σχ. Α.7-4. Τρίγωνα κατάκλυσης του «ROPAX8» (GOALDS)

A.8. ROPAX9

A.8.1. ΚΥΡΙΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Reference dimensions

TDWL	4.9	design draught	
AP	0	aft perpendicular	(HULL/TDWL ->-2.129)
FP	112	fore perpendicular	(HULL/TDWL ->117.368)
LREF	112	reference length	calculated FP-AP
XREF	56	reference point	((FP+AP)/2 ->56)
XMID	56	largest frame	
XMIN	-5.6471	aft end	(HULL ->-5.647)
XMAX	118.7801	fore end	(HULL ->118.78)
LOA	124.4272	length over all	calculated XMAX-XMIN
BREF	19	reference breadth	(HULL/TDWL ->19.4)
BMAX	19	maximum breadth	(HULL ->19.4)
HSD	4.9191	subdivision draught	
HMAX	17.4191	total height	
SHEL	0.01	shell thickness	
KEEL	0.01	keel	
RHO	1.025	seawater density	
FRAMES	0, 0.6, 12,0.8, 138,0.6		

Πίνακας A.8-1. Κύριες Διαστάσεις του πλοίου «ROPAX9»

A.8. 2. ΥΔΡΟΣΤΑΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

T	DISP	LCB	KMT	CB	WLA	MCT	TPC
m	t	m	m	m ²	tm/cm	t/cm	
4.000	4783.4	53.546	11.333	0.5458	1618.2	101.8	16.6
4.100	4950.8	53.481	11.354	0.5511	1649.2	106.5	16.9
4.200	5121.1	53.404	11.259	0.5566	1667.1	109.1	17.1
4.300	5292.8	53.327	11.200	0.5619	1683.4	111.5	17.3
4.400	5466.2	53.249	11.104	0.5672	1698.8	113.8	17.4
4.500	5641.9	53.163	11.111	0.5724	1724.4	118.0	17.7
4.600	5819.4	53.073	11.061	0.5776	1743.0	121.1	17.9
4.700	5999.3	52.975	11.060	0.5828	1772.0	126.1	18.2
4.800	6182.0	52.865	11.039	0.5881	1792.6	129.6	18.4
4.900	6366.9	52.750	11.035	0.5934	1814.8	133.7	18.6
5.000	6554.4	52.622	11.071	0.5986	1845.2	139.5	18.9

5.100	6746.0	52.474	11.125	0.6041	1891.3	149.4	19.4
5.200	6942.1	52.302	11.115	0.6097	1942.4	160.0	19.9
5.300	7142.0	52.114	11.023	0.6154	1956.5	162.2	20.1
5.400	7343.1	51.937	10.918	0.6211	1962.4	163.1	20.1
5.500	7544.6	51.770	10.816	0.6265	1969.4	164.6	20.2
5.600	7746.9	51.614	10.717	0.6319	1976.1	166.0	20.3
5.700	7949.9	51.470	10.622	0.6371	1982.6	167.4	20.3
5.800	8153.5	51.335	10.530	0.6422	1988.8	168.8	20.4
5.900	8357.8	51.210	10.428	0.6472	1992.6	169.6	20.4

Πίνακας Α.8-2. Υδροστατικά Στοιχεία του πλοίου «ΡΟΡΑΧ9»

A.8.3. ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ

NAME	PURP	VOLM	VNET	CGX	CGY	CGZ	IY*RHO	IY/ IMO
	m3	m3	m	m	m	tm	tm	
----- CAPACITY	OF	Diesel	Oil	(RHO=0.85)				
C44MGOSERVTKSS	DO	14.3	14.0	56.40	-3.15	5.30	6.1	6
C0MGOSTORTKS	DO	46.7	45.7	51.60	-2.70	0.60	80.3	79
----- SUBTOTAL	DO	60.9	59.7	52.72	-2.81	1.70		
CAPACITY	OF	Deck	Store	(RHO=1)				
A3DECKOTHERSPD3AP	DST	329.2	329.2	3.44	7.47	9.26	120.2	107
E3DECKESCN1DECK STORE	DST	120.8	120.8	85.84	-7.64	9.60	40.8	48
----- SUBTOTAL	DST	450.0	450.0	25.57	3.41	9.35		
CAPACITY	OF	Heavy	Fuel Oil	(RHO=0.98)				
D36N2HFOSTORTKC	FO	114.5	112.2	68.40	0.00	4.90	48.4	47
D36N3HFOSTORTKP	FO	107.5	105.4	68.25	3.56	4.90	40.7	41
D36N1HFOSTORTKS	FO	107.5	105.4	68.25	-3.56	4.90	40.7	41
C12N4HFOSERVTKPP	FO	62.0	60.8	57.45	1.48	3.57	9.5	8
C12N5HFOSSETTKPP	FO	62.8	61.5	57.60	4.08	3.83	5.4	8
----- SUBTOTAL	FO	454.3	445.2	65.34	0.77	4.57		
CAPACITY	OF	Fresh	Water	(RHO=1)				

D36N1FWTKS	FW	68.5	67.2	79.20	-2.10	5.30	29.6	29
D36N2FWTKP	FW	68.5	67.2	79.20	2.10	5.30	29.6	29
B36N3FWTKC	FW	58.4	57.3	19.21	0.00	5.29	18.7	18

SUBTOTAL	FW	195.5	191.6	61.27	0.00	5.30		
CAPACITY	OF	General	spaces	(RHO=1)				
A3DECKOTHERSPD3AS	GE	243.0	238.2	1.56	-7.29	9.20	92.5	81
E3DECKN1AHURMD3	GE	192.1	188.3	92.37	-6.29	9.66	106.3	116
E3DECKN1HYDEQROOM	GE	269.4	264.0	101.81	5.21	10.03	130.5	128
E3DECKOTHERSPACED3	GE	192.1	188.3	92.37	6.29	9.66	106.3	116
HELP	GE	39.1	38.3	10.82	0.00	1.80	3.4	11
HELP4	GE	88.8	87.0	-3.17	0.00	5.64	2659.0	1305
HELP5	GE	22.4	21.9	-3.65	0.00	6.40	1909.5	372
FPFUPPERDECK	GE	395.1	387.2	111.69	0.00	10.68	728.2	629
HELPB0N12VOID	GE	91.5	89.7	20.96	0.00	2.88	2674.9	428
HELPCARDECK	GE	612.0	599.8	42.00	0.00	9.50	91.8	90
HELPA	GE	21.8	21.4	4.89	0.00	1.91	0.6	2

SUBTOTAL	GE	2167.3	2124.0	62.39	-0.17	9.09		
CAPACITY	OF	Gray	Water	(RHO=1)				
E0GRAYWATERTK	GWT	130.9	128.3	92.15	0.00	2.24	154.7	228
CAPACITY	OF	Lift	(RHO=1)					
E3DECKESCLIFT	LIF	120.8	120.8	85.84	7.64	9.60	40.8	48
CAPACITY	OF	Lub.	Oil	(RHO=0.9)				
C12CPPRGLOSTORTKS	LO	16.9	16.6	56.00	-3.15	2.80	4.3	4
C12MEAELOSTORTKS	LO	33.8	33.1	58.40	-3.15	2.80	8.6	8
B05813N1LOCIRCTKS	LO	6.2	6.1	40.80	-5.11	0.94	0.8	1
B05813N2LOCIRCTKS	LO	6.2	6.1	40.80	-2.31	0.94	0.8	1
B05813N3LOCIRCTKP	LO	6.2	6.1	40.80	2.31	0.94	0.8	1
B05813N4LOCIRCTKP	LO	6.2	6.1	40.80	5.11	0.94	0.8	1
B19STLOSTORTKP	LO	4.9	4.8	23.20	0.90	2.75	0.7	1

SUBTOTAL	LO	80.4	78.8	50.32	-1.93	2.22		
CAPACITY	OF	Miscell.	(RHO=1)					

C0CWDRRAINTKC	MIS	10.4	10.2	47.60	0.00	0.60	84.0	82
C0SLUDGETKP	MIS	15.6	15.2	49.20	2.70	0.60	31.5	31
C0FOOVFLTKP	MIS	15.6	15.2	51.60	2.70	0.60	31.5	31
C12LORNVTDTKS	MIS	6.5	6.4	51.60	-0.75	2.10	0.7	1
C12LORNVTGTKP	MIS	6.5	6.4	51.60	0.75	2.10	0.7	1
B0THERMALOILTKCC	MIS	20.8	20.4	34.91	0.00	0.66	52.0	50
B0FODRAINTKCC	MIS	6.8	6.7	37.31	0.00	0.65	2.5	2
B0DIRTYOILTKC	MIS	17.5	17.1	41.20	0.00	0.65	6.5	6
B19STLODRAINTKS	MIS	4.9	4.8	23.20	-0.90	2.75	0.8	1

SUBTOTAL	MIS	104.4	102.3	43.52	0.76	0.91		
CAPACITY	OF	Machin.	Sp.	(RHO=1)				
E12N1PUMPRM	MMA	161.5	161.5	84.99	0.00	2.54	607.3	906
C12N2PUMPRM	MMA	225.8	225.8	59.51	-0.28	2.80	1848.6	1134
C12FON3PUMP	MMA	556.4	556.4	50.26	0.12	2.85	5420.9	5270
B13ENGRM	MMA	1327.4	1327.4	39.55	0.01	4.18	7301.4	6303
B36AUXENGRM	MMA	622.9	622.9	28.75	-0.01	5.29	5837.2	5699
A36STEERGEARRM	MMA	260.1	260.1	2.62	0.00	5.75	4845.4	1762
E3DECKBOSUNPAINT STORE	MMA	269.4	269.4	101.81	-5.21	10.03	130.5	131

SUBTOTAL	MMA	3423.5	3423.5	44.88	-0.41	4.58		
CAPACITY	OF	Mach.	Store	(RHO=1)				
E36SEWRM	MST	293.1	293.1	92.21	0.00	5.45	1191.3	1683
E36ACPLANT	MST	376.1	376.1	85.09	0.00	5.40	2367.8	2886
C44N1ENGSTOREWORK	MST	484.2	484.2	50.40	0.00	5.70	5841.1	5841
B19SHAFTALLEY2	MST	14.7	14.7	21.20	0.00	2.75	9.3	9
B0SHAFTALLEY1	MST	133.5	133.5	26.81	0.00	2.39	814.3	168
B36POWERN2ENGSTORE	MST	392.9	392.9	19.95	0.00	5.30	5310.3	2855
E36BOWTHRU	MST	253.4	253.4	100.85	0.00	5.46	404.3	751

SUBTOTAL	MST	1947.9	1947.9	61.97	0.00	5.24		
CAPACITY	OF	Ro-Ro	Space	(RHO=1)				
3UPDECK	RORO	8034.8	8034.8	49.25	-0.09	9.49	46655.8	32381
CAPACITY	OF	Stairs	(RHO=1)					

C0SC1C	STA	15.5	15.5	54.00	2.70	0.60	31.5	31
C12SC2C	STA	7.9	7.9	54.00	0.75	2.30	0.7	1
C44ESCTRKV6	STA	7.6	7.6	59.76	0.50	4.54	0.1	0
C0SCV9A	STA	0.8	0.8	53.91	-8.12	0.98	0.1	0
C12SCV9B	STA	8.2	8.2	53.99	-8.60	2.40	0.9	1

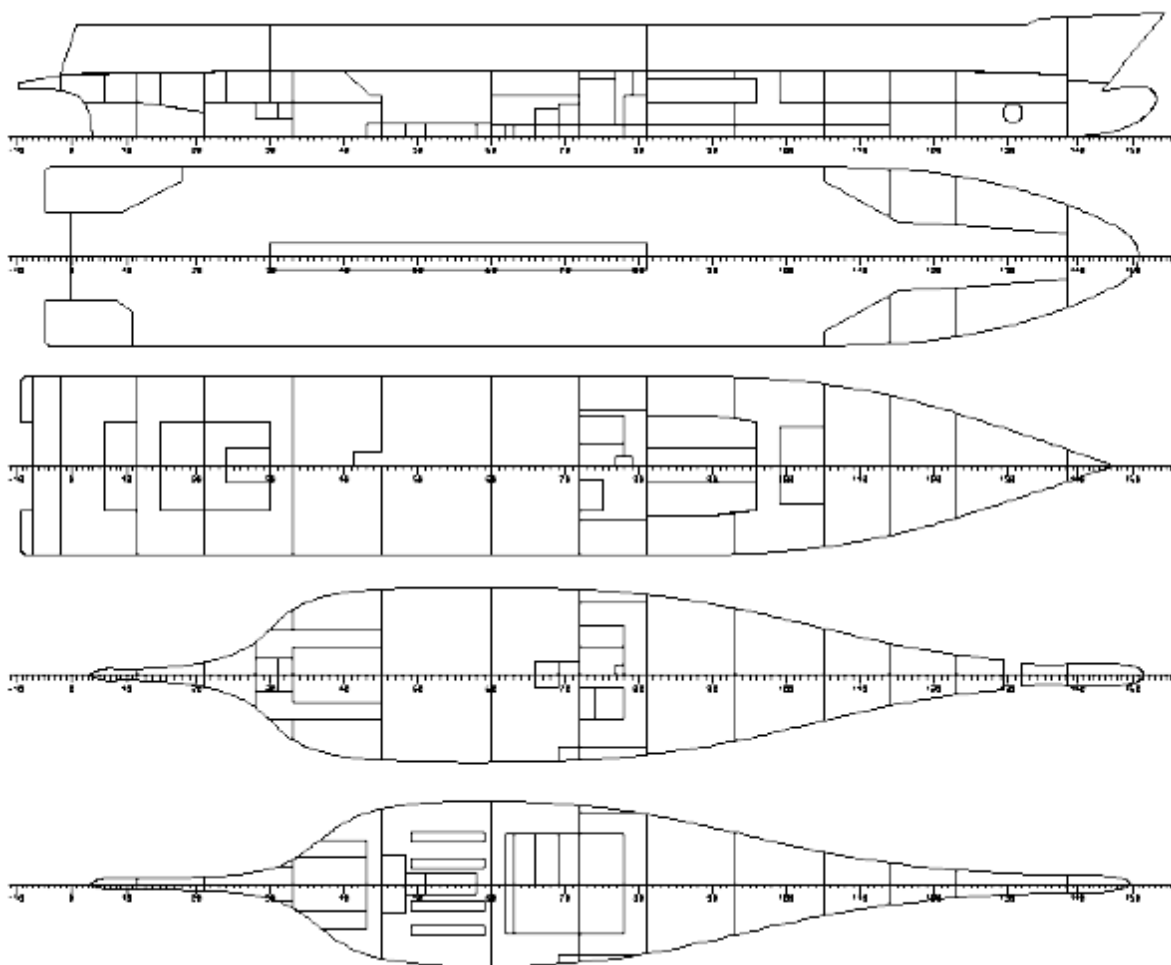
SUBTOTAL	STA	40.1	40.1	55.09	-0.64	2.06		
CAPACITY	OF	Void		(RHO=1.025)				
E0N1VOID	VOID	31.5	31.5	84.96	0.00	0.74	60.4	84
D0N3VOID	VOID	67.8	67.8	76.37	0.00	0.74	337.1	464
D12N2VOID	VOID	687.7	687.7	76.46	0.00	4.14	3346.1	3040
D0N5VOID	VOID	112.4	112.4	66.84	0.00	0.70	1208.8	1527
D12N4VOID	VOID	737.6	737.6	67.12	0.00	3.99	5006.5	3378
C0N7VOID	VOID	54.3	54.3	59.93	0.00	0.71	1482.6	596
C0N8VOID	VOID	60.6	60.6	57.59	0.00	0.61	516.5	496
C44N6VOID	VOID	158.9	158.9	59.37	-0.48	5.84	675.4	632
C0N9VOID	VOID	78.6	78.6	49.13	0.08	0.67	2847.4	1128
B0N10VOID	VOID	169.1	169.1	40.31	0.00	0.68	3708.2	2859
B0N11VOID	VOID	210.0	210.0	29.57	0.00	2.32	4313.8	1049
B36N13VOID	VOID	174.4	174.4	17.61	0.00	5.28	525.0	348
B0N12VOID	VOID	116.4	116.4	18.24	0.00	2.23	188.7	151
A36N15VOID	VOID	88.2	88.2	5.46	0.00	5.51	272.1	190

SUBTOTAL	VOID	2747.5	2747.5	56.85	-0.03	3.37		
CAPACITY	OF	Water	Ballast	(RHO=1.025)				
F0FPTANK	WB	94.9	93.0	112.29	0.00	3.15	18.3	11
E0N1WBTKSS	WB	110.6	108.4	101.18	0.00	2.08	33.1	73
C0HEELTKP	WB	103.5	101.5	58.74	8.09	4.81	31.1	15
C0HEELTKS	WB	103.5	101.5	58.74	-8.09	4.81	31.1	15
B0N2WBTKP	WB	179.4	175.8	28.69	0.00	2.01	177.1	140
A3DECKN14VOID	WB	278.5	273.0	10.34	0.00	5.37	4126.0	1747
APA1N3WBTKC	WB	170.3	166.9	12.09	0.00	5.04	362.7	281

SUBTOTAL	WB	1040.8	1020.0	42.37	0.00	4.07		

TOTAL		20999.1	20914.4	52.15	0.00	6.88		

Πίνακας Α.8-3. Διαμερίσματα του πλοίου «ΡΟΡΑΧ9»



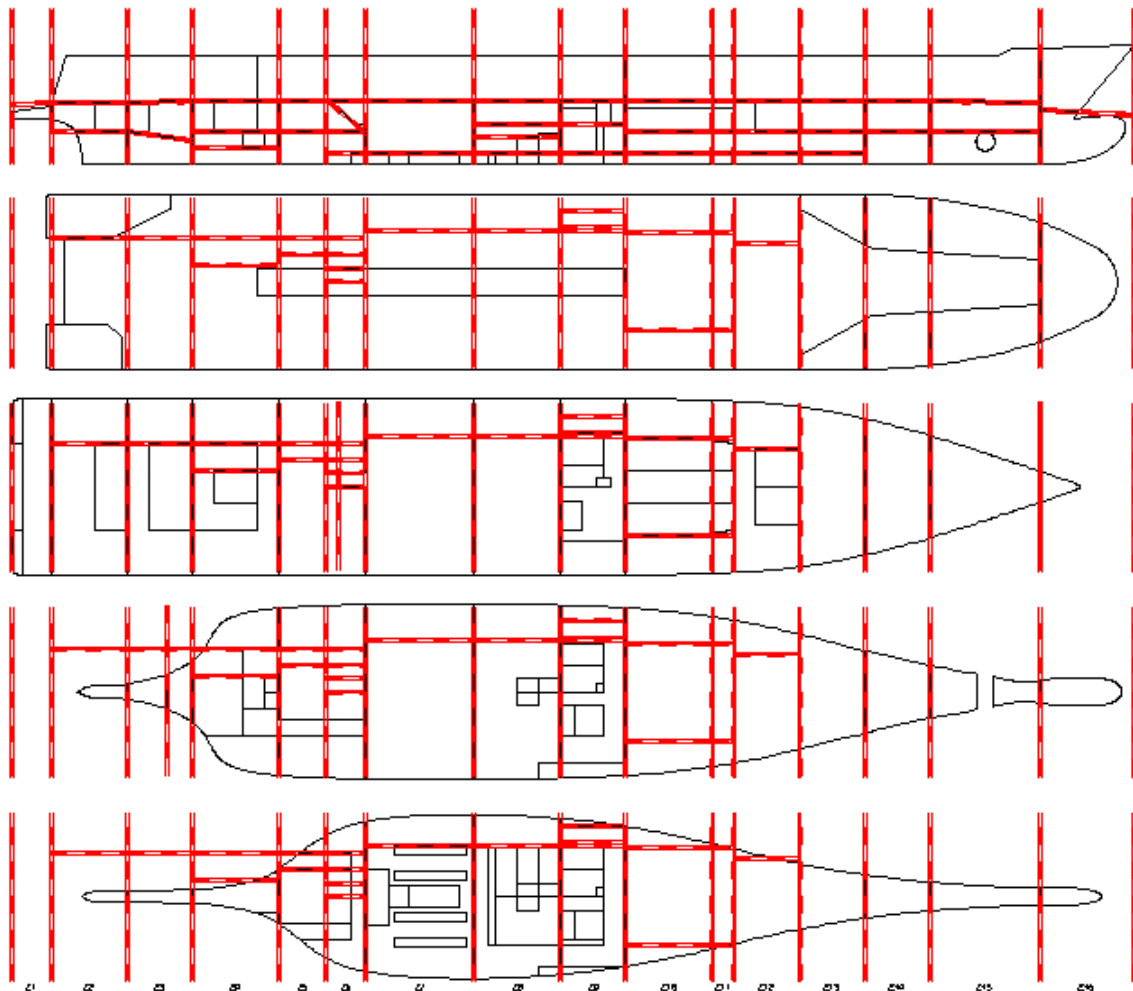
Σχ. Α.8-1. Σχέδιο Γενικής Διάταξης του πλοίου αναφοράς «ROPAX9»

Α.8.4. ΥΠΟΔΙΑΙΡΕΣΗ

ZONE	TBA	TBF	LBP	LBS	DDN	DUP
Z1	DAMHULL2	#-2				3DECK
Z2	#-2	#12	4.8		3.6	3DECK
Z3	#12	#21	4.8		PA1	3DECK
Z4	#21	#33	4.8/1.8		1.9/3.6	3DECK
Z5	#33	#39.5	4.8/3		3.6	3DECK
Z6	#39.5	#45	4.8/3/1.5/0		1.3/3.6/PBAUX	3DECK
Z7	#45	#60	5.6688		PB2	3DECK

Z8	#60	#72	5.6688	1.2/3/4.4	3DECK
Z9	#72	#81	7.8/6/5.6688	1.2/4.4	3DECK
Z10	#81	#93	PDREF/PD1	1.2/3.6	3DECK
Z11	#93	#96	PDREF/PD1	1.2/3.6	3DECK
Z12	#96	#105	4.2	1.2/3.6	3DECK
Z13	#105	#114		1.2/3.6	3DECK
Z14	#114	#123		3.6	3DECK
Z15	#123	#138.3		3.6	3DECK
Z16	#138.3	DAMHULL2			PPF

Πίνακας Α.8-4. Ζώνες Υποδιαίρεσης (Damage Zones) του πλοίου αναφοράς «ROPAX9»



Σχ. Α.8-2. Απεικόνιση των Damage Zones για το πλοίο αναφοράς «ROPAX9»

A.8.5. ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΦΟΡΤΩΣΗΣ

LOADING CONDITION SUBD

LOADING COMPONENTS

Name	Max. weight	Mass	Center of gravity			Free s. moment	
			cgx	cgy	cgz		
VAR							
C1	DWT Const	0.0	57.5	59.23	0.00	11.60	0.00
C2	Consumables	0.0	797.1	61.57	0.00	4.33	570.00
C3	Passengers	0.0	114.0	42.07	0.00	17.05	0.00
C4	Luggage	0.0	7.6	55.90	0.00	14.75	0.00
C5	Provisionss	0.0	30.0	52.57	0.00	10.75	0.00
C6	Crew	0.0	8.0	60.90	0.00	9.81	0.00
C7	Trucks	0.0	850.0	54.87	0.00	8.80	0.00
C8	Cars	0.0	130.0	56.30	0.00	12.70	0.00
Total of		0.0	1994.2	57.03	0.00	7.88	570.00
Deadweight			1994.2	57.03	0.00	7.88	570.0
Lightweight			4408.0	50.78	0.00	9.16	
Displacement (rho=1.025)			6402.2	52.73	0.00	8.76	570.0

FLOATING POSITION

Draught moulded	4.919	m	KM	11.05	m
Trim	0.000	m	KG	8.76	m
Heel, PS=+	0.0	deg			
TA	4.919	m	GMO	2.29	m
TF	4.919	m	GMCORR	-0.09	m
Trimming moment	6	tonm	GM	2.20	m

Πίνακας A.8-5. Κατάσταση Φόρτωσης για το Deepest Subdivision Draught (ds)

LOADING CONDITION PART

LOADING COMPONENTS

Name	Max. weight	Mass	Center of gravity			Free s. moment	
			cgx	cgy	cgz		
VAR							
C1	DWT Const	0.0	57.5	59.23	0.00	11.60	0.00
C2	Consumables	0.0	348.4	65.92	0.00	2.07	616.00
C3	Passengers	0.0	114.0	42.07	0.00	17.05	0.00
C4	Luggage	0.0	7.6	55.90	0.00	14.75	0.00
C5	Provisionss	0.0	3.0	52.57	0.00	10.75	0.00
C6	Crew	0.0	8.0	60.90	0.00	9.81	0.00
C7	Trucks	0.0	700.0	61.87	0.00	8.80	0.00
C8	Cars	0.0	130.0	56.30	0.00	12.70	0.00
Total of		0.0	1368.4	60.55	0.00	8.31	616.00
Deadweight			1368.4	60.55	0.00	8.31	616.0
Lightweight			4408.0	50.78	0.00	9.16	
Displacement (rho=1.025)			5776.4	53.10	0.00	8.95	616.0

FLOATING POSITION

Draught moulded	4.576	m	KM	11.09	m
Trim	0.000	m	KG	8.95	m
Heel, PS=+	0.0	deg			
TA	4.576	m	GMO	2.14	m
TF	4.576	m	GMCORR	-0.11	m
Trimming moment	2	tonm	GM	2.03	m

Πίνακας A.8-6. Κατάσταση Φόρτωσης για το Partial Subdivision Draught (dp)

LOADING CONDITION LGHT

LOADING COMPONENTS

Name	Max. weight	Mass	Center of gravity			Free s. moment	
			cgx	cgy	cgz		
VAR							
C1	DWT Const	0.0	57.5	59.23	0.00	11.60	0.00
C2	Consumables	0.0	348.4	65.92	0.00	2.07	623.00
C3	Passengers	0.0	114.0	42.07	0.00	17.05	0.00
C4	Luggage	0.0	7.6	55.90	0.00	14.75	0.00
C5	Provisionss	0.0	3.0	52.57	0.00	10.75	0.00
C6	Crew	0.0	8.0	60.90	0.00	9.81	0.00
Total of		0.0	538.4	59.87	0.00	6.60	623.00
Deadweight			538.4	59.87	0.00	6.60	623.0
Lightweight			4408.0	50.78	0.00	9.16	
Displacement (rho=1.025)			4946.4	51.77	0.00	8.88	623.0

FLOATING POSITION

Draught moulded	4.060	m	KM	11.62	m
Trim	-0.798	m	KG	8.88	m
Heel, PS=+	0.0	deg			
TA	4.459	m	GMO	2.74	m
TF	3.661	m	GMCORR	-0.13	m
Trimming moment	-8695	tonm	GM	2.61	m

Πίνακας Α.8-7. Κατάσταση Φόρτωσης για το Lightest Subdivision Draught (d_L)

A.8.6. ΠΙΝΑΚΑΣ ΟΡΙΩΝ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΩΝ

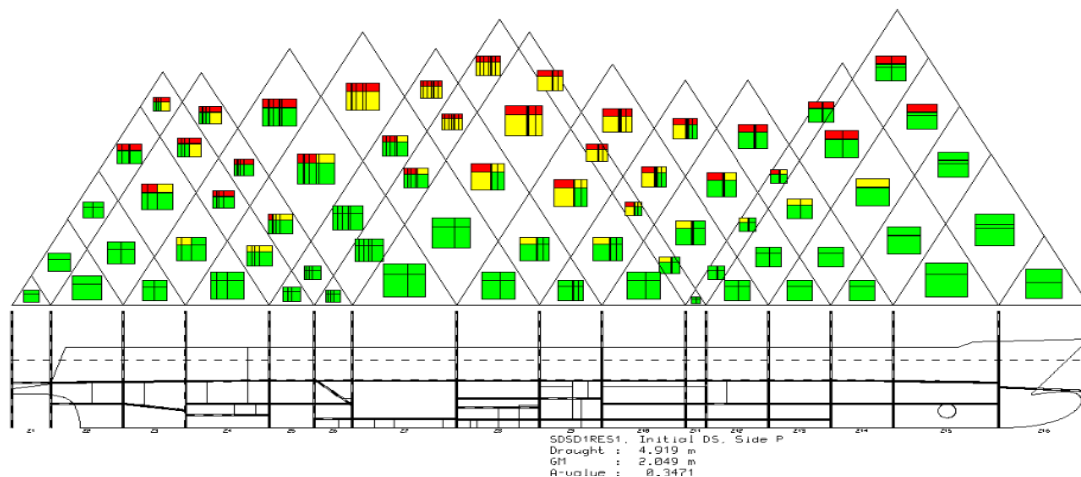
NAME	ZONE	ALIMIT	FLIMIT	PLIMIT	SLIMIT	LLIMIT	ULIMIT
HELP4	Z1	DAMHULL2	#-2	-	-	-	3DECK
HELP5	Z1	DAMHULL2	#-2	-	-	-	3DECK
A3DECKOTHERSPD3AS	Z1-2	DAMHULL2	#12	-/4.8	-	3DECK	-
A3DECKOTHERSPD3AP	Z1-3	DAMHULL2	#21	-	-	3DECK	-
D0N5VOID	Z10	#81	#93	-	-	-	1.2
D12N4VOID	Z10	#81	#93	-	-	1.2	3DECK
D36N2HFOSTORTKC	Z10-11	#81	#96	PDREF	-	3.6	3DECK
D36N3HFOSTORTKP	Z10-11	#81	#96	PDREF	-	3.6	3DECK
D36N1HFOSTORTKS	Z10-11	#81	#96	PDREF	-	3.6	3DECK
D0N3VOID	Z11-12	#93	#105	-	-	-	1.2
D12N2VOID	Z11-12	#93	#105	-	-	1.2	3DECK
D36N1FWTKS	Z12	#96	#105	4.2	-	3.6	3DECK
D36N2FWTKP	Z12	#96	#105	4.2	-	3.6	3DECK
E0N1VOID	Z13	#105	#114	-	-	-	1.2
E12N1PUMPRM	Z13	#105	#114	-	-	1.2	3.6
E36ACPLANT	Z13	#105	#114	-	-	3.6	3DECK
E3DECKESCLIFT	Z13	#105	#114	-	-	3DECK	-
E3DECKESCN1DECK STORE	Z13	#105	#114	-	-	3DECK	-
E0GRAYWATERTK	Z14	#114	#123	-	-	-	3.6
E36SEWRM	Z14	#114	#123	-	-	3.6	3DECK
E3DECKN1AHURMD3	Z14	#114	#123	-	-	3DECK	-

E3DECKOTHERSPACED3	Z14	#114	#123	-	-	3DECK	-
E0N1WBTKSS	Z15	#123	#138.3	-	-	-	3.6
E3DECKBOSUNPAINT STORE	Z15	#123	#138.3	-	-	3DECK	-
E3DECKN1HYDEQROOM	Z15	#123	#138.3	-	-	3DECK	-
E36BOWTHRU	Z15	#123	#138.3	-	-	3.6	3DECK
F0FPTANK	Z16	#138.3	DAMHULL2	-	-	-	PPF
FPFUPPERDECK	Z16	#138.3	DAMHULL2	-	-	PPF	-
A36STEERGEARM	Z2	#-2	#12	-	-	3.6	3DECK
A36N15VOID	Z2	#-2	#12	4.8	-	3.6	3DECK
HELPA	Z2	#-2	#12	4.8	-	-	3.6
3UPDECK	Z2-15	#-2	#138.3	-	-	3DECK	-
A3DECKN14VOID	Z3	#12	#21	-	-	PA1	3DECK
HELP	Z3	#12	#21	4.8	-	-	PA1
APA1N3WBTKC	Z3	#12	#21	4.8	-	PA1	3DECK
B19SHAFTALLEY2	Z4	#21	#33	1.8	-	1.9	3.6
B36N13VOID	Z4	#21	#33	4.8	-	3.6	3DECK
B36N3FWTKC	Z4	#21	#33	1.8	-	3.6	3DECK
B36POWERN2ENGSTORE	Z4	#21	#33	-	-	3.6	3DECK
B0N12VOID	Z4	#21	#33	4.8	-	-	3.6
B19STLODRAINTKS	Z4	#21	#33	1.8	-	1.9	3.6
B19STLOSTORTKP	Z4	#21	#33	1.8	-	1.9	3.6
HELPA0N12VOID	Z4	#21	#33	-	-	-	3.6
B0SHAFTALLEY1	Z4-6	#21	#45	4.8	-	1.9/2*-	3.6
HELPCARDECK	Z4-9	#21	#81	1.8/3/1.5/ 3*5.6688	-	3DECK	-
B0N11VOID	Z5-6	#33	#45	-	-	-	3.6
B0N2WBTKP	Z5-6	#33	#45	3	-	-	3.6
B36AUXENGRM	Z5-6	#33	#45	-	-	3.6	3DECK
B13ENGRM	Z6-7	#39.5	#60	1.5/-	-	PBAUX/ PB2	3DECK
B0THERMALOILTKCC	Z7	#45	#60	56.688	-	-	PB2
B0FODRAINTKCC	Z7	#45	#60	56.688	-	-	PB2
B0DIRTYOILTKC	Z7	#45	#60	56.688	-	-	PB2
B0N10VOID	Z7	#45	#60	-	-	-	PB2
B05813N1LOCIRCTKS	Z7	#45	#60	56.688	-	-	PB2
B05813N2LOCIRCTKS	Z7	#45	#60	56.688	-	-	PB2
B05813N3LOCIRCTKP	Z7	#45	#60	56.688	-	-	PB2
B05813N4LOCIRCTKP	Z7	#45	#60	56.688	-	-	PB2
C0SC1C	Z8	#60	#72	56.688	-	-	1.2
C12SC2C	Z8	#60	#72	56.688	-	1.2	4.4
C0MGOSTORTKS	Z8	#60	#72	56.688	-	-	1.2
C0CWDRAINTKC	Z8	#60	#72	56.688	-	-	1.2
C0SLUDGETKP	Z8	#60	#72	56.688	-	-	1.2
C0FOOVFLTKP	Z8	#60	#72	56.688	-	-	1.2
C0N9VOID	Z8	#60	#72	-	-	-	1.2
C12LORNVTDTKS	Z8	#60	#72	56.688	-	1.2	3
C12LORNVTGTKP	Z8	#60	#72	56.688	-	1.2	3
C12FON3PUMP	Z8	#60	#72	-	-	1.2	4.4
C44N1ENGSTOREWORK	Z8	#60	#72	-	-	4.4	3DECK
C0SCV9A	Z8	#60	#72	56.688	-	-	1.2
C12SCV9B	Z8	#60	#72	56.688	-	1.2	4.4
C0N7VOID	Z9	#72	#81	7.8	-	-	1.2

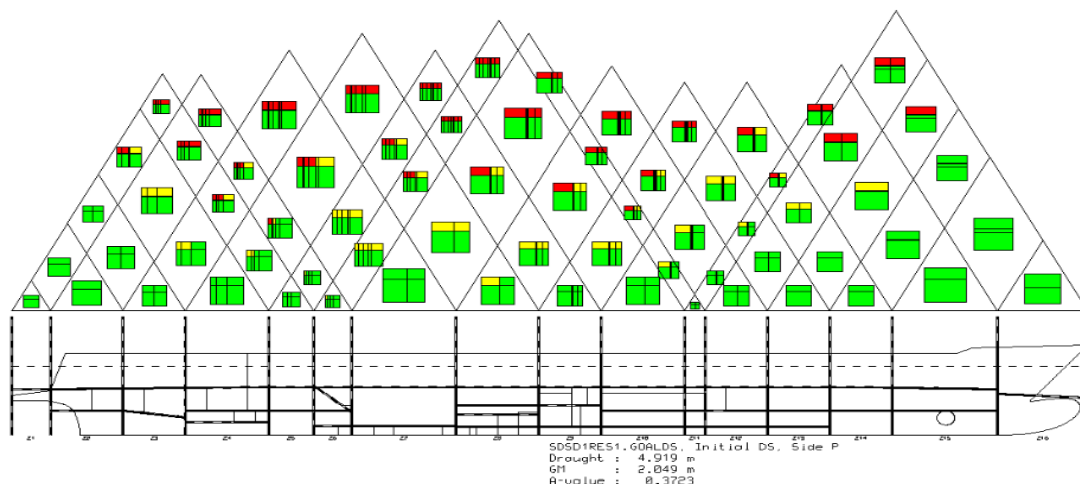
C0N8VOID	Z9	#72	#81	56.688	-	-	1.2
C12N2PUMPRM	Z9	#72	#81	7.8	-	1.2	4.4
C12CPPRGLOSTORTKS	Z9	#72	#81	56.688	-	1.2	4.4
C12MEAELOSTORTKS	Z9	#72	#81	56.688	-	1.2	4.4
C44MGOSERVTKSS	Z9	#72	#81	56.688	-	4.4	3DECK
C44N6VOID	Z9	#72	#81	6	-	4.4	3DECK
C0HEELTKP	Z9	#72	#81	-	-	-	3DECK
C0HEELTKS	Z9	#72	#81	56.688	-	-	3DECK
C12N4HFOSERVTKPP	Z9	#72	#81	56.688	-	1.2	3DECK
C12N5HFOSETTTKPP	Z9	#72	#81	56.688	-	1.2	3DECK
C44ESCTRV6	Z9	#72	#81	56.688	-	1.2	3DECK

Πίνακας Α.8-8. Όρια Διαμερισμάτων (Limits Table) του πλοίου «ROPAX9»

A.8.7. ΤΡΙΓΩΝΑ ΚΑΤΑΚΛΥΣΗΣ



Σχ. Α.8-3. Τρίγωνα κατάκλυσης του «ROPAX9» (SOLAS 2009)



Σχ. Α.8-4. Τρίγωνα κατάκλυσης του «ROPAX9» (GOALDS)

A.9. ROPAX10

A.9.1. ΚΥΡΙΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Reference dimensions

TDWL	4.9	design draught	
AP	0	aft perpendicular	(HULL/TDWL ->-2.129)
FP	112	fore perpendicular	(HULL/TDWL ->117.368)
LREF	112	reference length	calculated FP-AP
XREF	56	reference point	((FP+AP)/2 ->56)
XMID	56	largest frame	
XMIN	-5.6471	aft end	(HULL ->-5.647)
XMAX	118.7801	fore end	(HULL ->118.78)
LOA	124.4272	length over all	calculated XMAX-XMIN
BREF	19	reference breadth	(HULL/TDWL ->19.4)
BMAX	19	maximum breadth	(HULL ->19.4)
HSD	4.9431	subdivision draught	
HMAX	17.4431	total height	
SHEL	0.01	shell thickness	
KEEL	0.01	keel	
RHO	1.025	seawater density	

FRAMES 0, 0.6, 12,0.8, 138,0.6

Πίνακας A.9-1. Κύριες Διαστάσεις του πλοίου «ROPAX10»

A.9. 2. ΥΔΡΟΣΤΑΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

T	DISP	LCB	KMT	CB	WLA	MCT	TPC
m	t	m	m	m ²	tm/cm	t/cm	
4.000	4783.4	53.546	11.333	0.5458	1618.2	101.8	16.6
4.100	4950.8	53.481	11.354	0.5511	1649.2	106.5	16.9
4.200	5121.1	53.404	11.259	0.5566	1667.1	109.1	17.1
4.300	5292.8	53.327	11.200	0.5619	1683.4	111.5	17.3
4.400	5466.2	53.249	11.104	0.5672	1698.8	113.8	17.4
4.500	5641.9	53.163	11.111	0.5724	1724.4	118.0	17.7
4.600	5819.4	53.073	11.061	0.5776	1743.0	121.1	17.9
4.700	5999.3	52.975	11.060	0.5828	1772.0	126.1	18.2
4.800	6182.0	52.865	11.039	0.5881	1792.6	129.6	18.4
4.900	6366.9	52.750	11.035	0.5934	1814.8	133.7	18.6

5.000	6554.4	52.622	11.071	0.5986	1845.2	139.5	18.9
5.100	6746.0	52.474	11.125	0.6041	1891.3	149.4	19.4
5.200	6942.1	52.302	11.115	0.6097	1942.4	160.0	19.9
5.300	7142.0	52.114	11.023	0.6154	1956.5	162.2	20.1
5.400	7343.1	51.937	10.918	0.6211	1962.4	163.1	20.1
5.500	7544.6	51.770	10.816	0.6265	1969.4	164.6	20.2
5.600	7746.9	51.614	10.717	0.6319	1976.1	166.0	20.3
5.700	7949.9	51.470	10.622	0.6371	1982.6	167.4	20.3
5.800	8153.5	51.335	10.530	0.6422	1988.8	168.8	20.4
5.900	8357.8	51.210	10.428	0.6472	1992.6	169.6	20.4

Πίνακας Α.9-2. Υδροστατικά Στοιχεία του πλοίου «ROPAX10»

A.9.3. ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ

NAME	PURP	VOLM	VNET	CGX	CGY	CGZ	IY*RHO	IY/ IMO
	m3	m3	m	m	m	tm	tm	
----- CAPACITY	OF	Diesel	Oil	(RHO=0.85)				
C44MGOSERVTKSS	DO	14.3	14.0	56.40	-3.15	5.30	6.1	6
C0MGOSTORTKS	DO	46.7	45.7	51.60	-2.70	0.60	80.3	79
----- SUBTOTAL	DO	60.9	59.7	52.72	-2.81	1.70		
CAPACITY	OF	Deck	Store	(RHO=1)				
A3DECKOTHERSPD3AP	DST	325.2	325.2	3.52	7.48	9.46	118.7	106
E3DECKESC11DECK STORE	DST	122.0	122.0	85.84	-7.66	9.78	41.3	48
----- SUBTOTAL	DST	447.1	447.1	25.98	3.35	9.55		
CAPACITY	OF	Heavy	Fuel	(RHO=0.98)				
			Oil					
D36N2HFOSTORTKC	FO	114.5	112.2	68.40	0.00	4.90	48.4	47
D36N3HFOSTORTKP	FO	107.5	105.4	68.25	3.56	4.90	40.7	41
D36N1HFOSTORTKS	FO	107.5	105.4	68.25	-3.56	4.90	40.7	41
C12N4HFOSERVTKPP	FO	62.0	60.8	57.45	1.48	3.57	9.5	8
C12N5HFOSSETTKPP	FO	62.8	61.5	57.60	4.08	3.83	5.4	8
----- SUBTOTAL	FO	454.3	445.2	65.34	0.77	4.57		

CAPACITY	OF	Fresh	Water	(RHO=1)				
D36N1FWTKS	FW	72.6	71.1	79.20	-2.10	5.40	29.6	29
D36N2FWTKP	FW	72.6	71.1	79.20	2.10	5.40	29.6	29
B36N3FWTKC	FW	61.9	60.7	19.21	0.00	5.39	18.7	18

SUBTOTAL	FW	207.1	202.9	61.26	0.00	5.40		
CAPACITY	OF	General	spaces	(RHO=1)				
A3DECKOTHERSPD3AS	GE	239.0	234.2	1.64	-7.29	9.40	91.1	79
E3DECKN1AHURMD3	GE	195.1	191.2	92.38	-6.32	9.85	109.7	119
E3DECKN1HYDEQROOM	GE	279.5	273.9	101.84	5.26	10.20	137.7	136
E3DECKOTHERSPACED3	GE	195.1	191.2	92.38	6.32	9.85	109.7	119
HELP	GE	39.1	38.3	10.82	0.00	1.80	3.4	11
HELP4	GE	97.4	95.4	-3.13	0.00	5.70	2668.3	1263
HELP5	GE	25.5	24.9	-3.65	0.00	6.53	1769.9	339
FPPUPPERDECK	GE	419.6	411.2	111.75	0.00	10.82	785.9	669
HELPB0N12VOID	GE	91.5	89.7	20.96	0.00	2.88	2674.9	428
HELPCARDECK	GE	612.0	599.8	42.00	0.00	9.70	91.8	90
HELPA	GE	21.8	21.4	4.89	0.00	1.91	0.6	2

SUBTOTAL	GE	2215.5	2171.2	62.98	-0.12	9.26		
CAPACITY	OF	Gray	Water	(RHO=1)				
E0GRAYWATERTK	GWT	130.9	128.3	92.15	0.00	2.24	154.7	228
CAPACITY	OF	Lift	(RHO=1)					
E3DECKESCLIFT	LIF	122.0	122.0	85.84	7.66	9.78	41.3	48
CAPACITY	OF	Lub.	Oil	(RHO=0.9)				
C12CPPRGLOSTORTKS	LO	16.9	16.6	56.00	-3.15	2.80	4.3	4
C12MEAELOSTORTKS	LO	33.8	33.1	58.40	-3.15	2.80	8.6	8
B05813N1LOCIRCTKS	LO	6.2	6.1	40.80	-5.11	0.94	0.8	1
B05813N2LOCIRCTKS	LO	6.2	6.1	40.80	-2.31	0.94	0.8	1
B05813N3LOCIRCTKP	LO	6.2	6.1	40.80	2.31	0.94	0.8	1
B05813N4LOCIRCTKP	LO	6.2	6.1	40.80	5.11	0.94	0.8	1
B19STLOSTORTKP	LO	4.9	4.8	23.20	0.90	2.75	0.7	1

SUBTOTAL	LO	80.4	78.8	50.32	-1.93	2.22		

CAPACITY	OF	Miscell.	(RHO=1)					
C0CWDRRAINTKC	MIS	10.4	10.2	47.60	0.00	0.60	84.0	82
C0SLUDGETKP	MIS	15.6	15.2	49.20	2.70	0.60	31.5	31
C0FOOVFLTKP	MIS	15.6	15.2	51.60	2.70	0.60	31.5	31
C12LORNVTDTKS	MIS	6.5	6.4	51.60	-0.75	2.10	0.7	1
C12LORNVGTGP	MIS	6.5	6.4	51.60	0.75	2.10	0.7	1
B0THERMALOILTKCC	MIS	20.8	20.4	34.91	0.00	0.66	52.0	50
B0FODRAINTKCC	MIS	6.8	6.7	37.31	0.00	0.65	2.5	2
B0DIRTYOILTKC	MIS	17.5	17.1	41.20	0.00	0.65	6.5	6
B19STLODRAINTKS	MIS	4.9	4.8	23.20	-0.90	2.75	0.8	1

SUBTOTAL	MIS	104.4	102.3	43.52	0.76	0.91		
CAPACITY	OF	Machin.	Sp.	(RHO=1)				
E12N1PUMPRM	MMA	161.5	161.5	84.99	0.00	2.54	607.3	906
C12N2PUMPRM	MMA	225.8	225.8	59.51	-0.28	2.80	1848.6	1134
C12FON3PUMP	MMA	556.4	556.4	50.26	0.12	2.85	5420.9	5270
B13ENGRM	MMA	1375.2	1375.2	39.54	0.01	4.28	7301.4	6268
B36AUXENGRM	MMA	658.7	658.7	28.74	-0.01	5.39	5838.2	5689
A36STEERGEARM	MMA	285.8	285.8	2.60	0.00	5.85	4845.5	1856
E3DECKBOSUNPAINT STORE	MMA	279.5	279.5	101.84	-5.26	10.20	137.7	139

SUBTOTAL	MMA	3542.9	3542.9	44.50	-0.42	4.68		
CAPACITY	OF	Mach.	Store	(RHO=1)				
E36SEWRM	MST	315.0	315.0	92.21	0.00	5.57	1256.5	1761
E36ACPLANT	MST	401.8	401.8	85.09	0.00	5.51	2441.2	2954
C44N1ENGSTOREWORK	MST	521.5	521.5	50.40	0.00	5.80	5841.1	5841
B19SHAFTALLEY2	MST	14.7	14.7	21.20	0.00	2.75	9.3	9
B0SHAFTALLEY1	MST	133.5	133.5	26.81	0.00	2.39	814.3	168
B36POWERN2ENGSTORE	MST	416.3	416.3	19.95	0.00	5.40	5310.3	2858
E36BOWTHRU	MST	276.5	276.5	100.88	0.00	5.59	445.8	819

SUBTOTAL	MST	2079.2	2079.2	62.33	0.00	5.36		
CAPACITY	OF	Ro-Ro	Space	(RHO=1)				
3UPDECK	RORO	8035.3	8035.3	49.25	-0.09	9.69	46655.8	32384

CAPACITY	OF	Stairs	(RHO=1)					
C0SC1C	STA	15.5	15.5	54.00	2.70	0.60	31.5	31
C12SC2C	STA	7.9	7.9	54.00	0.75	2.30	0.7	1
C44ESCTRKV6	STA	8.0	8.0	59.77	0.50	4.65	0.1	0
C0SCV9A	STA	0.8	0.8	53.91	-8.12	0.98	0.1	0
C12SCV9B	STA	8.2	8.2	53.99	-8.60	2.40	0.9	1

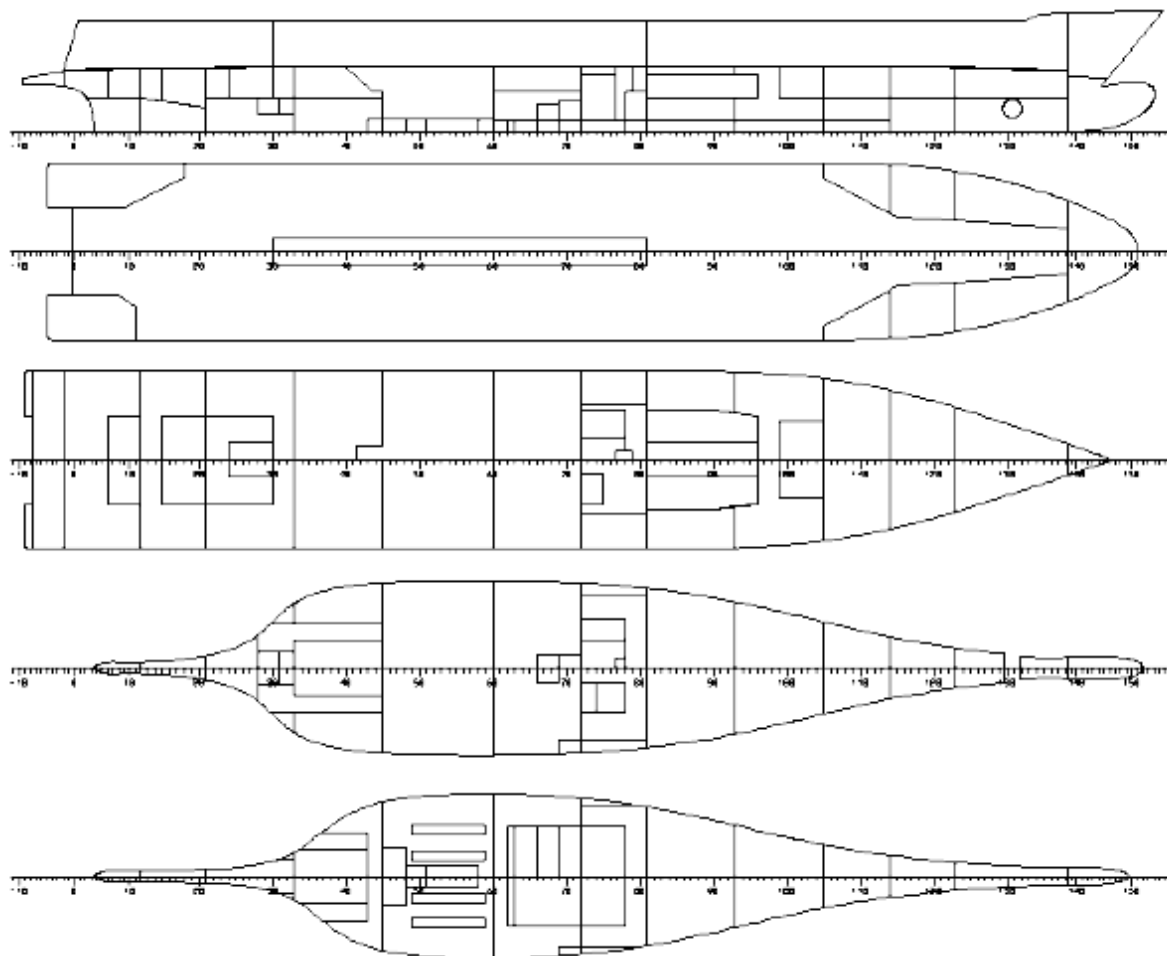
SUBTOTAL	STA	40.5	40.5	55.14	-0.63	2.11		
CAPACITY	OF	Void	(RHO=1.025)					
E0N1VOID	VOID	31.5	31.5	84.96	0.00	0.74	60.4	84
D0N3VOID	VOID	67.8	67.8	76.37	0.00	0.74	337.1	464
D12N2VOID	VOID	716.3	716.3	76.44	0.00	4.26	3488.2	3073
D0N5VOID	VOID	112.4	112.4	66.84	0.00	0.70	1208.8	1527
D12N4VOID	VOID	774.8	774.8	67.13	0.00	4.14	4104.6	3457
C0N7VOID	VOID	54.3	54.3	59.93	0.00	0.71	1482.6	596
C0N8VOID	VOID	60.6	60.6	57.59	0.00	0.61	516.5	496
C44N6VOID	VOID	175.8	175.8	59.32	-0.43	5.96	675.4	658
C0N9VOID	VOID	78.6	78.6	49.13	0.08	0.67	2847.4	1128
B0N10VOID	VOID	169.1	169.1	40.31	0.00	0.68	3708.2	2859
B0N11VOID	VOID	210.0	210.0	29.57	0.00	2.32	4313.8	1049
B36N13VOID	VOID	184.8	184.8	17.61	0.00	5.38	525.0	348
B0N12VOID	VOID	116.4	116.4	18.24	0.00	2.23	188.7	151
A36N15VOID	VOID	95.2	95.2	5.46	0.00	5.62	272.1	194

SUBTOTAL	VOID	2847.6	2847.6	56.92	-0.02	3.50		
CAPACITY	OF	Water	Ballast	(RHO=1.025)				
F0FPTANK	WB	94.9	93.0	112.29	0.00	3.15	18.3	11
E0N1WBTKSS	WB	110.6	108.4	101.18	0.00	2.08	33.1	73
C0HEELTKP	WB	108.9	106.7	58.74	8.08	4.92	31.1	15
C0HEELTKS	WB	108.9	106.7	58.74	-8.08	4.92	31.1	15
B0N2WBTKP	WB	179.4	175.8	28.69	0.00	2.01	177.1	140
A3DECKN14VOID	WB	297.3	291.3	10.33	0.00	5.47	4127.4	1779
APA1N3WBTKC	WB	179.5	175.9	12.09	0.00	5.14	362.7	284

SUBTOTAL	WB	1079.4	1057.8	41.71	0.00	4.18		

TOTAL		21447.4	21360.8	52.23	0.00	6.99		

Πίνακας Α.9-3. Διαμερίσματα του πλοίου «ROPAX10»



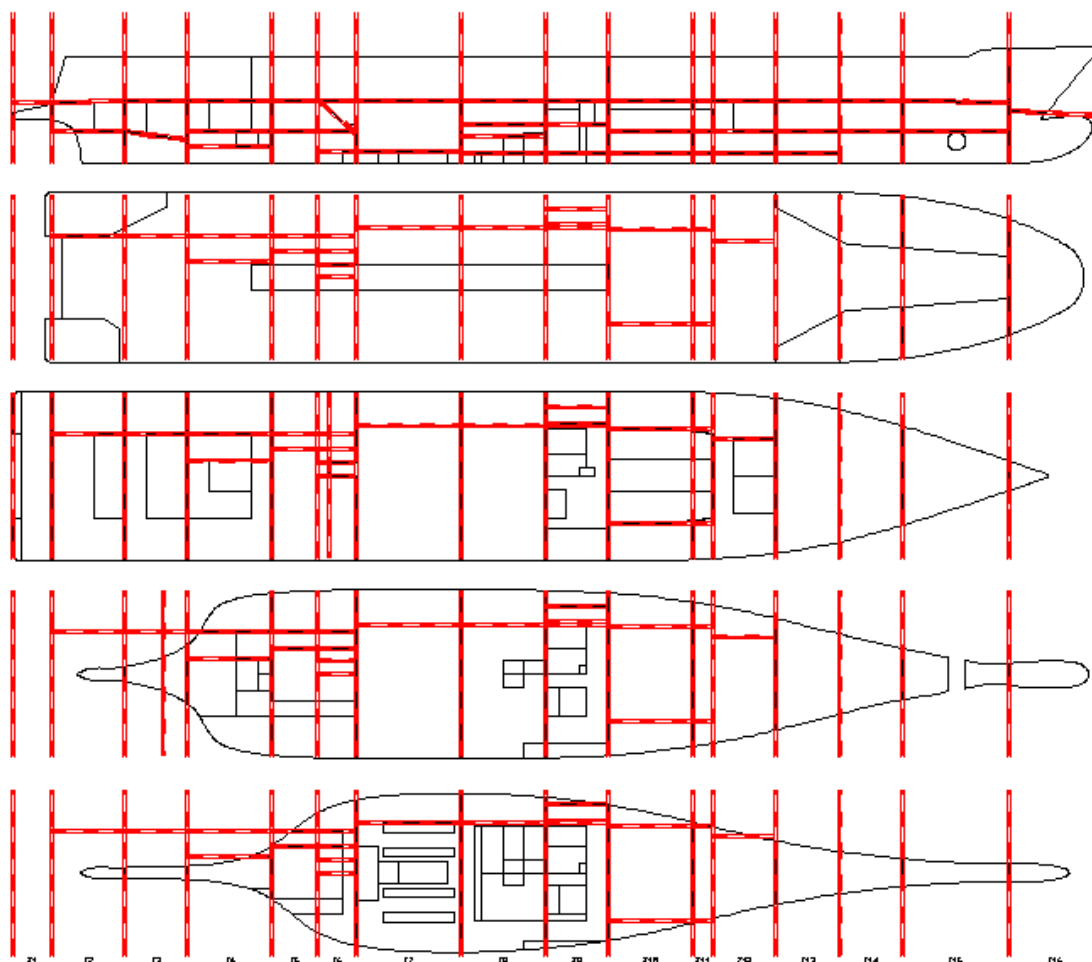
Σχ. Α.9-1. Σχέδιο Γενικής Διάταξης του πλοίου αναφοράς «ROPAX10»

Α.9.4. ΥΠΟΔΙΑΙΡΕΣΗ

ZONE	TBA	TBF	LBP	LBS	DDN	DUP
Z1	DAMHULL2	#-2				3DECK
Z2	#-2	#12	4.8		3.6	3DECK
Z3	#12	#21	4.8		PA1	3DECK
Z4	#21	#33	4.8/1.8		1.9/3.6	3DECK
Z5	#33	#39.5	4.8/3		3.6	3DECK
Z6	#39.5	#45	4.8/3/1.5/0		1.3/3.6/PBAUX	3DECK

Z7	#45	#60	5.6688	PB2	3DECK
Z8	#60	#72	5.6688	1.2/3/4.4	3DECK
Z9	#72	#81	7.8/6/5.6688	1.2/4.4	3DECK
Z10	#81	#93	PDREF/PD1	1.2/3.6	3DECK
Z11	#93	#96	PDREF/PD1	1.2/3.6	3DECK
Z12	#96	#105	4.2	1.2/3.6	3DECK
Z13	#105	#114		1.2/3.6	3DECK
Z14	#114	#123		3.6	3DECK
Z15	#123	#138.3		3.6	3DECK
Z16	#138.3	DAMHULL2			PFF

Πίνακας Α.9-4. Ζώνες Υποδιαίρεσης (Damage Zones) του πλοίου αναφοράς «ROPAX10»



Σχ. Α.9-2. Απεικόνιση των Damage Zones για το πλοίο αναφοράς «ROPAX10»

A.9.5. ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΦΟΡΤΩΣΗΣ

LOADING CONDITION SUBD

LOADING COMPONENTS

Name		Max. weight	Mass	Center of gravity			Free s. moment
				cgx	cgy	cgz	
VAR							
C1	DWT Const	0.0	57.5	59.23	0.00	11.70	0.00
C2	Consumables	0.0	797.1	61.57	0.00	4.33	570.00
C3	Passengers	0.0	114.0	42.07	0.00	17.25	0.00
C4	Luggage	0.0	7.6	55.90	0.00	14.95	0.00
C5	Provisionss	0.0	30.0	52.57	0.00	10.90	0.00
C6	Crew	0.0	8.0	60.90	0.00	9.96	0.00
C7	Trucks	0.0	850.0	54.73	0.00	9.00	0.00
C8	Cars	0.0	130.0	56.30	0.00	12.90	0.00
Total of		0.0	1994.2	56.97	0.00	7.99	570.00
Deadweight			1994.2	56.97	0.00	7.99	570.0
Lightweight			4452.9	50.78	0.00	9.24	
Displacement (rho=1.025)			6447.1	52.69	0.00	8.85	570.0

FLOATING POSITION

Draught moulded	4.943	m	KM	11.05	m
Trim	0.000	m	KG	8.85	m
Heel, PS=+	0.0	deg			
TA	4.943	m	GMO	2.20	m
TF	4.943	m	GMCORR	-0.09	m
Trimming moment	-5	tonm	GM	2.11	m

Πίνακας A.9-5. Κατάσταση Φόρτωσης για το Deepest Subdivision Draught (ds)

LOADING CONDITION PART

LOADING COMPONENTS

Name		Max. weight	Mass	Center of gravity			Free s. moment
				cgx	cgy	cgz	
VAR							
C1	DWT Const	0.0	57.5	59.23	0.00	11.70	0.00
C2	Consumables	0.0	348.4	65.92	0.00	2.07	616.00
C3	Passengers	0.0	114.0	42.07	0.00	17.25	0.00
C4	Luggage	0.0	7.6	55.90	0.00	14.95	0.00
C5	Provisionss	0.0	3.0	52.57	0.00	10.90	0.00
C6	Crew	0.0	8.0	60.90	0.00	9.96	0.00
C7	Trucks	0.0	700.0	61.81	0.00	9.00	0.00
C8	Cars	0.0	130.0	56.30	0.00	12.90	0.00
Total of		0.0	1368.4	60.52	0.00	8.45	616.00
Deadweight			1368.4	60.52	0.00	8.45	616.0
Lightweight			4452.9	50.78	0.00	9.24	
Displacement (rho=1.025)			5821.3	53.07	0.00	9.05	616.0

FLOATING POSITION

Draught moulded	4.601	m	KM	11.08	m
Trim	0.000	m	KG	9.05	m
Heel, PS=+	0.0	deg			
TA	4.601	m	GMO	2.02	m
TF	4.601	m	GMCORR	-0.11	m
Trimming moment	1	tonm	GM	1.92	m

Πίνακας A.9-6. Κατάσταση Φόρτωσης για το Partial Subdivision Draught (dp)

LOADING CONDITION LGHT

LOADING COMPONENTS

Name	Max. weight	Mass	Center of gravity			Free s. moment	
			cgx	cgy	cgz		
VAR							
C1	DWT Const	0.0	57.5	59.23	0.00	11.70	0.00
C2	Consumables	0.0	348.4	65.92	0.00	2.07	623.00
C3	Passengers	0.0	114.0	42.07	0.00	17.25	0.00
C4	Luggage	0.0	7.6	55.90	0.00	14.95	0.00
C5	Provisionss	0.0	3.0	52.57	0.00	10.90	0.00
C6	Crew	0.0	8.0	60.90	0.00	9.96	0.00
Total of		0.0	538.4	59.87	0.00	6.66	623.00
Deadweight			538.4	59.87	0.00	6.66	623.0
Lightweight			4452.9	50.78	0.00	9.24	
Displacement (rho=1.025)			4991.3	51.76	0.00	8.96	623.0

FLOATING POSITION

Draught moulded	4.086	m	KM	11.59	m
Trim	-0.795	m	KG	8.96	m
Heel, PS=+	0.0	deg			
TA	4.484	m	GMO	2.63	m
TF	3.689	m	GMCORR	-0.12	m
Trimming moment	-8714	tonm	GM	2.50	m

Πίνακας Α.9-7. Κατάσταση Φόρτωσης για το Lightest Subdivision Draught (d_L)

A.9.6. ΠΙΝΑΚΑΣ ΟΡΙΩΝ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΩΝ

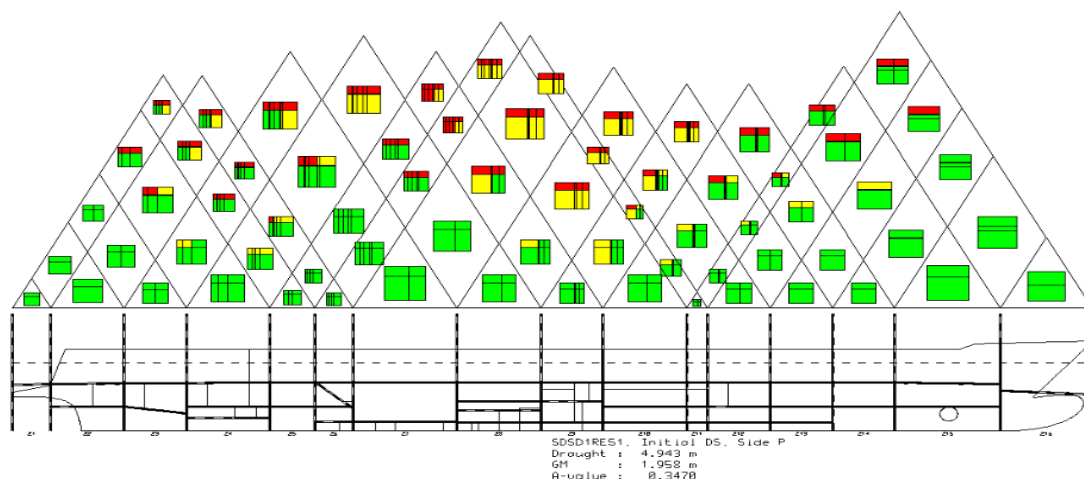
NAME	ZONE	ALIMIT	FLIMIT	PLIMIT	SLIMIT	LLIMIT	ULIMIT
HELP4	Z1	DAMHULL2	#-2	-	-	-	3DECK
HELP5	Z1	DAMHULL2	#-2	-	-	-	3DECK
A3DECKOTHERSPD3AS	Z1-2	DAMHULL2	#12	-/4.8	-	3DECK	-
A3DECKOTHERSPD3AP	Z1-3	DAMHULL2	#21	-	-	3DECK	-
D0N5VOID	Z10	#81	#93	-	-	-	1.2
D12N4VOID	Z10	#81	#93	-	-	1.2	3DECK
D36N2HFPOSTORTKC	Z10-11	#81	#96	PDREF	-	3.6	3DECK
D36N3HFPOSTORTKP	Z10-11	#81	#96	PDREF	-	3.6	3DECK
D36N1HFPOSTORTKS	Z10-11	#81	#96	PDREF	-	3.6	3DECK
D0N3VOID	Z11-12	#93	#105	-	-	-	1.2
D12N2VOID	Z11-12	#93	#105	-	-	1.2	3DECK
D36N1FWTKS	Z12	#96	#105	4.2	-	3.6	3DECK
D36N2FWTKP	Z12	#96	#105	4.2	-	3.6	3DECK
E0N1VOID	Z13	#105	#114	-	-	-	1.2
E12N1PUMPRM	Z13	#105	#114	-	-	1.2	3.6
E36ACPLANT	Z13	#105	#114	-	-	3.6	3DECK
E3DECKESCLIFT	Z13	#105	#114	-	-	3DECK	-
E3DECKESCN1DECK STORE	Z13	#105	#114	-	-	3DECK	-
E0GRAYWATERTK	Z14	#114	#123	-	-	-	3.6
E36SEWRM	Z14	#114	#123	-	-	3.6	3DECK
E3DECKN1AHURMD3	Z14	#114	#123	-	-	3DECK	-
E3DECKOTHERSPACED3	Z14	#114	#123	-	-	3DECK	-

E0N1WBTKSS	Z15	#123	#138.3	-	-	-	3.6
E3DECKBOSUNPAINT STORE	Z15	#123	#138.3	-	-	3DECK	-
E3DECKN1HYDEQROOM	Z15	#123	#138.3	-	-	3DECK	-
E36BOWTHRU	Z15	#123	#138.3	-	-	3.6	3DECK
F0FP TANK	Z16	#138.3	DAMHULL2	-	-	-	PPF
FPFUPPERDECK	Z16	#138.3	DAMHULL2	-	-	PPF	-
A36STEERGEARM	Z2	#-2	#12	-	-	3.6	3DECK
A36N15VOID	Z2	#-2	#12	4.8	-	3.6	3DECK
HELPA	Z2	#-2	#12	4.8	-	-	3.6
3UPDECK	Z2-15	#-2	#138.3	-	-	3DECK	-
A3DECKN14VOID	Z3	#12	#21	-	-	PA1	3DECK
HELP	Z3	#12	#21	4.8	-	-	PA1
APA1N3WBTKC	Z3	#12	#21	4.8	-	PA1	3DECK
B19SHAFTALLEY2	Z4	#21	#33	1.8	-	1.9	3.6
B36N13VOID	Z4	#21	#33	4.8	-	3.6	3DECK
B36N3FWTKC	Z4	#21	#33	1.8	-	3.6	3DECK
B36POWERN2ENGSTORE	Z4	#21	#33	-	-	3.6	3DECK
B0N12VOID	Z4	#21	#33	4.8	-	-	3.6
B19STLODRAINTKS	Z4	#21	#33	1.8	-	1.9	3.6
B19STLOSTORTKP	Z4	#21	#33	1.8	-	1.9	3.6
HELPA0N12VOID	Z4	#21	#33	-	-	-	3.6
B0SHAFTALLEY1	Z4-6	#21	#45	4.8	-	1.9/2*-	3.6
HELPCARDECK	Z4-9	#21	#81	1.8/3/1.5/ 3*5.6688	-	3DECK	-
B0N11VOID	Z5-6	#33	#45	-	-	-	3.6
B0N2WBTKP	Z5-6	#33	#45	3	-	-	3.6
B36AUXENGRM	Z5-6	#33	#45	-	-	3.6	3DECK
B13ENGRM	Z6-7	#39.5	#60	1.5/-	-	PBAUX/ PB2	3DECK
B0THERMALOILTKCC	Z7	#45	#60	56.688	-	-	PB2
B0FODRAINTKCC	Z7	#45	#60	56.688	-	-	PB2
B0DIRTYOILTKC	Z7	#45	#60	56.688	-	-	PB2
B0N10VOID	Z7	#45	#60	-	-	-	PB2
B05813N1LOCIRCTKS	Z7	#45	#60	56.688	-	-	PB2
B05813N2LOCIRCTKS	Z7	#45	#60	56.688	-	-	PB2
B05813N3LOCIRCTKP	Z7	#45	#60	56.688	-	-	PB2
B05813N4LOCIRCTKP	Z7	#45	#60	56.688	-	-	PB2
C0SC1C	Z8	#60	#72	56.688	-	-	1.2
C12SC2C	Z8	#60	#72	56.688	-	1.2	4.4
C0MGOSTORTKS	Z8	#60	#72	56.688	-	-	1.2
C0CWDRAINTKC	Z8	#60	#72	56.688	-	-	1.2
C0SLUDGETKP	Z8	#60	#72	56.688	-	-	1.2
C0FOOVFLTKP	Z8	#60	#72	56.688	-	-	1.2
C0N9VOID	Z8	#60	#72	-	-	-	1.2
C12LORNVTDTKS	Z8	#60	#72	56.688	-	1.2	3
C12LORNVGTGTP	Z8	#60	#72	56.688	-	1.2	3
C12FON3PUMP	Z8	#60	#72	-	-	1.2	4.4
C44N1ENGSTOREWORK	Z8	#60	#72	-	-	4.4	3DECK
C0SCV9A	Z8	#60	#72	56.688	-	-	1.2
C12SCV9B	Z8	#60	#72	56.688	-	1.2	4.4
C0N7VOID	Z9	#72	#81	7.8	-	-	1.2
C0N8VOID	Z9	#72	#81	56.688	-	-	1.2

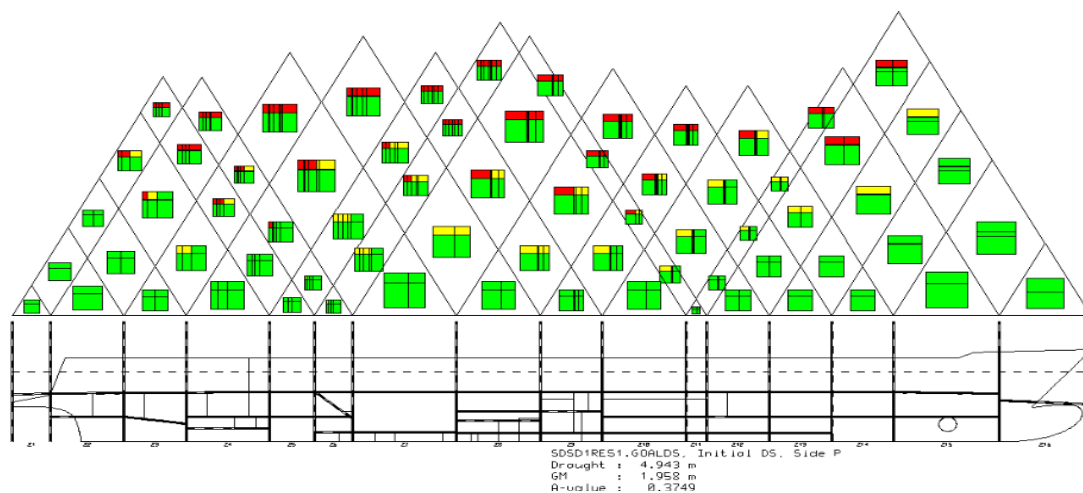
C12N2PUMPRM	Z9	#72	#81	7.8	-	1.2	4.4
C12CPPRGLOSTORTKS	Z9	#72	#81	56.688	-	1.2	4.4
C12MEAELOSTORTKS	Z9	#72	#81	56.688	-	1.2	4.4
C44MGOSERVTKSS	Z9	#72	#81	56.688	-	4.4	3DECK
C44N6VOID	Z9	#72	#81	6	-	4.4	3DECK
C0HEELTKP	Z9	#72	#81	-	-	-	3DECK
C0HEELTKS	Z9	#72	#81	56.688	-	-	3DECK
C12N4HFOSERVTKPP	Z9	#72	#81	56.688	-	1.2	3DECK
C12N5HFOSETTTKPP	Z9	#72	#81	56.688	-	1.2	3DECK
C44ESCTRV6	Z9	#72	#81	56.688	-	1.2	3DECK

Πίνακας Α9-8. Όρια Διαμερισμάτων (Limits Table) του πλοίου «ROPAX10»

Α.9.7. ΤΡΙΓΩΝΑ ΚΑΤΑΚΛΥΣΗΣ



Σχ. Α.9-3. Τρίγωνα κατάκλυσης του «ROPAX10» (SOLAS 2009)



Σχ. Α.9-4. Τρίγωνα κατάκλυσης του «ROPAX10» (GOALDS)

A.10. ROPAX12

A.10.1. ΚΥΡΙΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Reference dimensions

TDWL 4.9	design draught	
AP 0	aft perpendicular	(HULL/TDWL ->-2.129)
FP 112	fore perpendicular	(HULL/TDWL ->117.368)
LREF 112	reference length	calculated FP-AP
XREF 56	reference point	((FP+AP)/2 ->56)
XMID 56	largest frame	
XMIN -5.6471	aft end	(HULL ->-5.647)
XMAX 118.7801	fore end	(HULL ->118.78)
LOA 124.4272	length over all	calculated XMAX-XMIN
BREF 19	reference breadth	(HULL/TDWL ->19)
BMAX 19	maximum breadth	(HULL ->19)
HSD 4.919	subdivision draught	
HMAX 17.4189	total height	
SHEL 0.01	shell thickness	
KEEL 0.01	keel	
RHO 1.025	seawater density	
FRAMES 0, 0.6, 12,0.8, 138,0.6		

Πίνακας A.10-1. Κύριες Διαστάσεις του πλοίου «ROPAX12»

A.10. 2. ΥΔΡΟΣΤΑΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

T	DISP	LCB	KMT	CB	WLA	MCT	TPC
m	t	m	m	m ²	tm/cm	t/cm	
4.000	4684.8	53.548	10.966	0.5345	1584.9	99.7	16.2
4.100	4848.8	53.483	10.987	0.5398	1615.2	104.3	16.6
4.200	5015.5	53.406	10.899	0.5451	1632.7	106.8	16.7
4.300	5183.7	53.329	10.845	0.5503	1648.7	109.2	16.9
4.400	5353.5	53.250	10.756	0.5554	1663.8	111.4	17.1
4.500	5525.6	53.164	10.764	0.5606	1688.8	115.6	17.3
4.600	5699.4	53.074	10.719	0.5657	1707.1	118.6	17.5
4.700	5875.6	52.976	10.720	0.5708	1735.5	123.5	17.8
4.800	6054.6	52.866	10.702	0.5760	1755.6	126.9	18.0
4.900	6235.7	52.751	10.701	0.5811	1777.4	130.9	18.2
5.000	6419.3	52.623	10.738	0.5863	1807.2	136.6	18.5

5.100	6607.0	52.475	10.792	0.5916	1852.3	146.3	19.0
5.200	6799.0	52.303	10.786	0.5971	1902.4	156.7	19.5
5.300	6994.8	52.115	10.699	0.6027	1916.2	158.9	19.6
5.400	7191.8	51.938	10.601	0.6082	1922.0	159.7	19.7
5.500	7389.1	51.771	10.506	0.6136	1928.9	161.2	19.8
5.600	7587.3	51.615	10.414	0.6189	1935.5	162.6	19.8
5.700	7786.1	51.471	10.325	0.6240	1941.8	164.0	19.9
5.800	7985.5	51.336	10.239	0.6290	1947.8	165.3	20.0
5.900	8185.5	51.212	10.144	0.6338	1951.6	166.1	20.0

Πίνακας Α.10-2. Υδροστατικά Στοιχεία του πλοίου «ROPAX12»

A.10.3. ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ

NAME	PURP	VOLM	VNET	CGX	CGY	CGZ	IY*RHO	IY/ IMO
	m3	m3	m	m	m	tm	tm	
----- CAPACITY	OF	(RHO=0)						
FR395ZDBDECK3DECK	433.7	433.7	31.41	0.00	4.00	0.0	0	
CAPACITY	OF	Fresh	Water	(RHO=1)				
F0FPTANK	FW	93.0	91.1	112.29	0.00	3.15	16.8	10
CAPACITY	OF	Gen.	spaces	(RHO=1)				
FR72ZDBDECK3DECK	GE	707.1	693.0	58.79	0.00	4.00	4063.5	3884
FR81ZDBDECK3DECK	GE	898.6	880.6	67.13	0.00	4.06	4931.6	4819
FR93ZDBDECK3DECK	GE	210.4	206.2	73.19	0.00	4.14	1070.5	1088
FR96ZDBDECK3DECK	GE	577.3	565.8	77.91	0.00	4.21	2616.3	2825
FR105ZDBDECK3DECK NEW	GE	472.9	463.4	85.05	0.00	4.33	1616.9	1941
FR114ZDBDECK3DECK	GE	349.3	342.3	92.18	0.00	4.44	720.3	1018
FR123ZDBDECK3DECK	GE	297.0	291.1	100.90	0.00	4.40	195.9	424
F0FUPPERDECK	GE	341.4	334.6	111.59	0.00	10.39	581.9	519
HELP4	GE	70.1	68.7	-3.29	0.00	5.53	2468.7	1345
FAFTZDBDECK3DECK	GE	291.5	285.6	3.49	0.00	5.34	4750.8	995
A3DECKOTHERSPD3AP	GE	321.0	314.6	3.24	7.36	8.87	108.0	94
A3DECKOTHERSPD3AS	GE	240.4	235.6	1.41	-7.19	8.81	83.6	74
E3DECKBOSUNPAINT	GE	239.4	234.6	101.73	-5.04	9.71	106.1	101

STORE								
E3DECKESCLIFT	GE	111.1	108.9	85.88	7.50	9.23	34.7	39
E3DECKESCN1DECK	GE	111.1	108.9	85.88	-7.50	9.23	34.7	39
STORE								
E3DECKN1AHURMD3	GE	179.1	175.5	92.36	-6.12	9.30	89.4	100
E3DECKN1HYDEQROOM	GE	239.4	234.6	101.73	5.04	9.71	106.1	101
E3DECKOTHERSPACED3	GE	179.1	175.5	92.36	6.12	9.30	89.4	100

SUBTOTAL	GE	5836.3	5719.5	69.53	0.11	6.03		
CAPACITY	OF	Mach.	Sp.	(RHO=1)				
FR33ZDBDECK3DECK	MMA	495.3	495.3	26.63	0.00	4.07	2971.0	2734
FR45ZDBDECK3DECK	MMA	1198.6	1198.6	39.61	0.00	3.97	6859.0	6776
FR60ZDBDECK3DECK	MMA	957.9	957.9	50.39	0.00	3.97	5487.2	5412

SUBTOTAL	MMA	2651.8	2651.8	41.08	0.00	3.99		
CAPACITY	OF	Mach.	Store	(RHO=1)				
FR21ZDBDECK3DECK	MST	773.5	773.5	19.45	0.00	4.39	5431.6	3928
CAPACITY	OF	Ro-Ro	Space	(RHO=1)				
FAFTZ3DECKUPDECK	RORO	8500.3	8500.3	48.78	-0.07	9.09	44082.5	34151
CAPACITY	OF	Void	(RHO=1.025)					
FR12Z0DBDECK	VOID	12.3	12.3	10.87	0.00	0.65	1.4	2
FR12ZDBDECK3DECK	VOID	410.8	410.8	11.02	0.00	4.87	4152.5	1836
FR21Z0DBDECK	VOID	23.9	23.9	19.84	0.00	0.75	7.3	39
FR33Z0DBDECK	VOID	34.2	34.2	26.98	0.00	0.86	199.3	267
FR395Z0DBDECK	VOID	56.4	56.4	31.56	0.00	0.81	765.6	786
FR45Z0DBDECK	VOID	234.1	234.1	39.87	0.00	0.70	4194.2	4527
FR60Z0DBDECK	VOID	196.1	196.1	50.32	0.00	0.69	3529.8	3878
FR72Z0DBDECK	VOID	125.5	125.5	58.68	0.00	0.72	1898.9	2139
FR81Z0DBDECK	VOID	123.1	123.1	66.85	0.00	0.76	1250.2	1553
FR93Z0DBDECK	VOID	22.8	22.8	73.17	0.00	0.79	144.4	164
FR96Z0DBDECK	VOID	52.7	52.7	77.76	0.00	0.80	219.0	286
FR105Z0DBDECK	VOID	35.2	35.2	84.96	0.00	0.80	66.5	92
FR114Z0DBDECK	VOID	24.3	24.3	92.19	0.00	0.79	19.3	28
FR123Z0DBDECK	VOID	27.9	27.9	101.71	0.00	0.76	9.5	14

FAFTZ0DBDECK	VOID	7.1	7.1	4.97	0.00	0.64	0.6	1

SUBTOTAL	VOID	1386.3	1386.3	40.76	0.00	1.96		

TOTAL		19674.9	19556.3	52.10	0.00	6.67		

Πίνακας Α.10-3. Διαμερίσματα του πλοίου «ROPAX12»

A.10.4. ΥΠΟΔΙΑΙΡΕΣΗ

ZONE	TBA	TBF	LBP	LBS	DDN	DUP
Z1	DAMHULL2	#-2	-	-		3DECK
Z2	#-2	#12	-	-	DBDECK	3DECK
Z3	#12	#21	-	-	DBDECK	3DECK
Z4	#21	#33	-	-	DBDECK	3DECK
Z5	#33	#39.5	-	-	DBDECK	3DECK
Z6	#39.5	#45	-	-	DBDECK	3DECK
Z7	#45	#60	-	-	DBDECK	3DECK
Z8	#60	#72	-	-	DBDECK	3DECK
Z9	#72	#81	-	-	DBDECK	3DECK
Z10	#81	#93	-	-	DBDECK	3DECK
Z11	#93	#96	-	-	DBDECK	3DECK
Z12	#96	#105	-	-	DBDECK	3DECK
Z13	#105	#114	-	-	DBDECK	3DECK
Z14	#114	#123	-	-	DBDECK	3DECK
Z15	#123	#138.3	-	-	DBDECK	3DECK
Z16	#138.3	DAMHULL2	-	-		PPF

Πίνακας Α.10-4. Ζώνες Υποδιαίρεσης (Damage Zones) του πλοίου αναφοράς «ROPAX12»

Α.10.5. ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΦΟΡΤΩΣΗΣ

LOADING CONDITION SUBD

LOADING COMPONENTS

Name		Max. weight	Mass	Center of gravity			Free s. moment
				cgx	cgy	cgz	
VAR							
C1	DWT Const	0.0	57.5	59.23	0.00	11.40	0.00
C2	Consumables	0.0	797.1	61.57	0.00	4.33	570.00
C3	Passengers	0.0	114.0	42.07	0.00	16.65	0.00
C4	Luggage	0.0	7.6	55.90	0.00	14.35	0.00
C5	Provisionss	0.0	30.0	52.57	0.00	10.45	0.00
C6	Crew	0.0	8.0	60.90	0.00	9.51	0.00
C7	Trucks	0.0	850.0	54.58	0.00	8.40	0.00
C8	Cars	0.0	130.0	56.30	0.00	12.30	0.00
Total of		0.0	1994.2	56.91	0.00	7.64	570.00
Deadweight			1994.2	56.91	0.00	7.64	570.0
Lightweight			4276.6	50.78	0.00	9.02	
Displacement (rho=1.025)			6270.8	52.73	0.00	8.58	570.0

FLOATING POSITION

Draught moulded	4.919	m	KM	10.71	m
Trim	0.000	m	KG	8.58	m
Heel, PS=+	0.0	deg			
TA	4.919	m	GMO	2.13	m
TF	4.919	m	GMCORR	-0.09	m
Trimming moment	1	tonm	GM	2.04	m

Πίνακας Α.10-5. Κατάσταση Φόρτωσης για το Deepest Subdivision Draught (d_s)

LOADING CONDITION PART

LOADING COMPONENTS

Name		Max. weight	Mass	Center of gravity			Free s. moment
				cgx	cgy	cgz	
VAR							
C1	DWT Const	0.0	57.5	59.23	0.00	11.40	0.00
C2	Consumables	0.0	348.4	65.92	0.00	2.07	616.00
C3	Passengers	0.0	114.0	42.07	0.00	16.65	0.00
C4	Luggage	0.0	7.6	55.90	0.00	14.35	0.00
C5	Provisionss	0.0	3.0	52.57	0.00	10.45	0.00
C6	Crew	0.0	8.0	60.90	0.00	9.51	0.00
C7	Trucks	0.0	700.0	61.50	0.00	8.40	0.00
C8	Cars	0.0	130.0	56.30	0.00	12.30	0.00
Total of		0.0	1368.4	60.36	0.00	8.02	616.00
Deadweight			1368.4	60.36	0.00	8.02	616.0
Lightweight			4276.6	50.78	0.00	9.02	
Displacement (rho=1.025)			5645.0	53.10	0.00	8.78	616.0

FLOATING POSITION

Draught moulded	4.569	m	KM	10.75	m
Trim	0.000	m	KG	8.78	m
Heel, PS=+	0.0	deg			
TA	4.569	m	GMO	1.97	m
TF	4.569	m	GMCORR	-0.11	m
Trimming moment	-3	tonm	GM	1.87	m

Πίνακας Α.10-6. Κατάσταση Φόρτωσης για το Partial Subdivision Draught (d_P)

L LOADING CONDITION LGHT

L O A D I N G C O M P O N E N T S

Name		Max. weight	Mass	Center of gravity			Free s. moment
				cgx	cgy	cgz	
VAR							
C1	DWT Const	0.0	57.5	59.23	0.00	11.40	0.00
C2	Consumables	0.0	348.4	65.92	0.00	2.07	623.00
C3	Passengers	0.0	114.0	42.07	0.00	16.65	0.00
C4	Luggage	0.0	7.6	55.90	0.00	14.35	0.00
C5	Provisionss	0.0	3.0	52.57	0.00	10.45	0.00
C6	Crew	0.0	8.0	60.90	0.00	9.51	0.00
Total of		0.0	538.4	59.87	0.00	6.48	623.00
Deadweight			538.4	59.87	0.00	6.48	623.0
Lightweight			4276.6	50.78	0.00	9.02	
Displacement (rho=1.025)			4815.0	51.80	0.00	8.74	623.0

F L O A T I N G P O S I T I O N

Draught moulded	4.043	m	KM	11.25	m
Trim	-0.791	m	KG	8.74	m
Heel, PS=+	0.0	deg			
TA	4.438	m	GMO	2.52	m
TF	3.647	m	GMCORR	-0.13	m
Trimming moment	-8404	tonm	GM	2.39	m

Πίνακας Α.10-7. Κατάσταση Φόρτωσης για το Lightest Subdivision Draught (d_L)

A.10.6. ΠΙΝΑΚΑΣ ΟΡΙΩΝ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΩΝ

NAME	ZONE	ALIMIT	FLIMIT	PLIMIT	SLIMIT	LLIMIT	ULIMIT
HELP4	Z1	DAMHULL2	#-2	-	-	-	3DECK
A3DECKOTHERSPD3AS	Z1-2	DAMHULL2	#12	-	-	3DECK	-
A3DECKOTHERSPD3AP	Z1-3	DAMHULL2	#21	-	-	3DECK	-
FR81Z0DBDECK	Z10	#81	#93	-	-	-	DBDECK
FR81ZDBDECK3DECK	Z10	#81	#93	-	-	DBDECK	3DECK
FR93Z0DBDECK	Z11	#93	#96	-	-	-	DBDECK
FR93ZDBDECK3DECK	Z11	#93	#96	-	-	DBDECK	3DECK
FR96Z0DBDECK	Z12	#96	#105	-	-	-	DBDECK
FR96ZDBDECK3DECK	Z12	#96	#105	-	-	DBDECK	3DECK
FR105Z0DBDECK	Z13	#105	#114	-	-	-	DBDECK
FR105ZDBDECK3DECK	Z13	#105	#114	-	-	DBDECK	3DECK
NEW							
E3DECKESCLIFT	Z13	#105	#114	-	-	3DECK	-
E3DECKESCN1DECK	Z13	#105	#114	-	-	3DECK	-
STORE							
FR114Z0DBDECK	Z14	#114	#123	-	-	-	DBDECK
FR114ZDBDECK3DECK	Z14	#114	#123	-	-	DBDECK	3DECK

E3DECKN1AHURMD3	Z14	#114	#123	-	-	3DECK	-
E3DECKOTHERSPACED3	Z14	#114	#123	-	-	3DECK	-
FR123Z0DBDECK	Z15	#123	#138.3	-	-	-	DBDECK
FR123ZDBDECK3DECK	Z15	#123	#138.3	-	-	DBDECK	3DECK
E3DECKBOSUNPAINT STORE	Z15	#123	#138.3	-	-	3DECK	-
E3DECKN1HYDEQROOM	Z15	#123	#138.3	-	-	3DECK	-
F0FPTANK	Z16	#138.3	DAMHULL2	-	-	-	PFF
FPFUPPERDECK	Z16	#138.3	DAMHULL2	-	-	PFF	-
FAFTZ0DBDECK	Z2	#-2	#12	-	-	-	DBDECK
FAFTZDBDECK3DECK	Z2	#-2	#12	-	-	DBDECK	3DECK
FAFTZ3DECKUPDECK	Z2-15	#-2	#138.3	-	-	3DECK	-
FR12Z0DBDECK	Z3	#12	#21	-	-	-	DBDECK
FR12ZDBDECK3DECK	Z3	#12	#21	-	-	DBDECK	3DECK
FR21Z0DBDECK	Z4	#21	#33	-	-	-	DBDECK
FR21ZDBDECK3DECK	Z4	#21	#33	-	-	DBDECK	3DECK
FR33Z0DBDECK	Z5	#33	#39.5	-	-	-	DBDECK
FR33ZDBDECK3DECK	Z5	#33	#39.5	-	-	DBDECK	3DECK
FR395Z0DBDECK	Z6	#39.5	#45	-	-	-	DBDECK
FR395ZDBDECK3DECK	Z6	#39.5	#45	-	-	DBDECK	3DECK
FR45Z0DBDECK	Z7	#45	#60	-	-	-	DBDECK
FR45ZDBDECK3DECK	Z7	#45	#60	-	-	DBDECK	3DECK
FR60Z0DBDECK	Z8	#60	#72	-	-	-	DBDECK
FR60ZDBDECK3DECK	Z8	#60	#72	-	-	DBDECK	3DECK
FR72Z0DBDECK	Z9	#72	#81	-	-	-	DBDECK
FR72ZDBDECK3DECK	Z9	#72	#81	-	-	DBDECK	3DECK

Πίνακας Α.10-8. Όρια Διαμερισμάτων (Limits Table) του πλοίου «ROPAX12»

A.11. ROPAX14

A.11.1. ΚΥΡΙΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Reference dimensions

TDWL	4.9	design draught	
AP	0	aft perpendicular	(HULL/TDWL ->-2.129)
FP	112	fore perpendicular	(HULL/TDWL ->117.368)
LREF	112	reference length	calculated FP-AP
XREF	56	reference point	((FP+AP)/2 ->56)
XMID	56	largest frame	
XMIN	-5.6471	aft end	(HULL ->-5.647)
XMAX	118.7801	fore end	(HULL ->118.78)
LOA	124.4272	length over all	calculated XMAX-XMIN
BREF	19	reference breadth	(HULL/TDWL ->19.4)
BMAX	19	maximum breadth	(HULL ->19.4)
HSD	4.9191	subdivision draught	
HMAX	17.4191	total height	
SHEL	0.01	shell thickness	
KEEL	0.01	keel	
RHO	1.025	seawater density	
FRAMES	0, 0.6, 12,0.8, 138,0.6		

Πίνακας A.11-1. Κύριες Διαστάσεις του πλοίου «ROPAX14»

A.11. 2. ΥΔΡΟΣΤΑΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

T	DISP	LCB	KMT	CB	WLA	MCT	TPC
m	t	m	m	m ²	tm/cm	t/cm	
4.000	4783.4	53.546	11.333	0.5458	1618.2	101.8	16.6
4.100	4950.8	53.481	11.354	0.5511	1649.2	106.5	16.9
4.200	5121.1	53.404	11.259	0.5566	1667.1	109.1	17.1
4.300	5292.8	53.327	11.200	0.5619	1683.4	111.5	17.3
4.400	5466.2	53.249	11.104	0.5672	1698.8	113.8	17.4
4.500	5641.9	53.163	11.111	0.5724	1724.4	118.0	17.7
4.600	5819.4	53.073	11.061	0.5776	1743.0	121.1	17.9
4.700	5999.3	52.975	11.060	0.5828	1772.0	126.1	18.2
4.800	6182.0	52.865	11.039	0.5881	1792.6	129.6	18.4
4.900	6366.9	52.750	11.035	0.5934	1814.8	133.7	18.6
5.000	6554.4	52.622	11.071	0.5986	1845.2	139.5	18.9

5.100	6746.0	52.474	11.125	0.6041	1891.3	149.4	19.4
5.200	6942.1	52.302	11.115	0.6097	1942.4	160.0	19.9
5.300	7142.0	52.114	11.023	0.6154	1956.5	162.2	20.1
5.400	7343.1	51.937	10.918	0.6211	1962.4	163.1	20.1
5.500	7544.6	51.770	10.816	0.6265	1969.4	164.6	20.2
5.600	7746.9	51.614	10.717	0.6319	1976.1	166.0	20.3
5.700	7949.9	51.470	10.622	0.6371	1982.6	167.4	20.3
5.800	8153.5	51.335	10.530	0.6422	1988.8	168.8	20.4
5.900	8357.8	51.210	10.428	0.6472	1992.6	169.6	20.4

Πίνακας Α.11-2. Υδροστατικά Στοιχεία του πλοίου «ROPAX14»

A.11.3. ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ

NAME	PURP	VOLM	VNET	CGX	CGY	CGZ	IY*RHO	IY/ IMO
	m3	m3	m	m	m	tm	tm	
----- CAPACITY	OF	Fresh	Water	(RHO=1)				
F0FP TANK	FW	95.0	93.1	112.30	0.00	3.15	17.9	11
CAPACITY	OF	Gen.	spaces	(RHO=1)				
FAFTZDBDECK3DECK	GE	361.9	354.6	3.40	0.00	5.57	5106.5	1269
FR72ZDBDECK3DECK	GE	777.9	762.3	58.79	0.00	4.20	4349.9	4146
FR81ZDBDECK3DECK	GE	992.0	972.1	67.14	0.00	4.27	5351.0	5171
FR93ZDBDECK3DECK	GE	233.4	228.7	73.19	0.00	4.35	1183.5	1180
FR96ZDBDECK3DECK	GE	643.9	631.0	77.91	0.00	4.43	2937.5	3103
FR105ZDBDECK3DECK NEW	GE	533.2	522.5	85.06	0.00	4.57	1887.0	2199
FR114ZDBDECK3DECK	GE	399.1	391.1	92.19	0.00	4.69	883.3	1207
FR123ZDBDECK3DECK	GE	346.4	339.5	100.92	0.00	4.68	261.7	540
F0FP UPPERDECK	GE	348.6	341.7	111.59	0.00	10.39	619.6	553
HELP4	GE	88.8	87.0	-3.17	0.00	5.64	2659.0	1305
A3DECK OTHERSPD3AP	GE	307.6	301.5	3.37	7.47	9.08	121.4	107
A3DECK OTHERSPD3AS	GE	228.2	223.6	1.49	-7.29	9.03	93.5	82
E3DECK BOSUN PAINT STORE	GE	241.0	236.2	101.79	-5.14	9.80	119.4	117
E3DECK ESC LIFT	GE	110.6	108.4	85.84	7.63	9.39	40.1	46
E3DECK ESC N1 DECK STORE	GE	110.6	108.4	85.84	-7.63	9.39	40.1	46
E3DECK N1 AHURMD3	GE	174.7	171.2	92.36	-6.26	9.45	101.9	114

E3DECKN1HYDEQRROOM	GE	241.0	236.2	101.79	5.14	9.80	119.4	117
E3DECKOTHERSPACED3	GE	174.7	171.2	92.36	6.26	9.45	101.9	114

SUBTOTAL	GE	6313.5	6187.2	69.41	0.10	6.08		
CAPACITY	OF	Mach.	Sp.	(RHO=1)				
FR33ZDBDECK3DECK	MMA	546.1	546.1	26.62	0.00	4.27	3163.9	2928
FR395ZDBDECK3DECK	MMA	477.0	477.0	31.41	0.00	4.20	2677.2	2599
FR45ZDBDECK3DECK	MMA	1317.0	1317.0	39.61	0.00	4.17	7301.4	7219
FR60ZDBDECK3DECK	MMA	1052.5	1052.5	50.39	0.00	4.17	5841.1	5767

SUBTOTAL	MMA	3392.6	3392.6	39.71	0.00	4.19		
CAPACITY	OF	Mach.	Store	(RHO=1)				
FR21ZDBDECK3DECK	MST	864.3	864.3	19.42	0.00	4.59	5823.8	4291
CAPACITY	OF	Ro-Ro	Space	(RHO=1)				
FAFTZ3DECKUPDECK	RORO	7956.6	7956.6	48.75	-0.08	9.29	46743.4	35336
CAPACITY	OF	Void	(RHO=1.025)					
FAFTZ0DBDECK	VOID	7.1	7.1	4.99	0.00	0.64	0.6	1
FR12Z0DBDECK	VOID	12.6	12.6	10.87	0.00	0.65	1.5	2
FR12ZDBDECK3DECK	VOID	475.3	475.3	10.99	0.00	5.08	4470.9	2111
FR21Z0DBDECK	VOID	24.4	24.4	19.84	0.00	0.75	7.7	41
FR33Z0DBDECK	VOID	35.0	35.0	26.98	0.00	0.86	212.1	284
FR395Z0DBDECK	VOID	57.6	57.6	31.56	0.00	0.81	815.0	837
FR45Z0DBDECK	VOID	239.0	239.0	39.87	0.00	0.70	4464.5	4820
FR60Z0DBDECK	VOID	200.2	200.2	50.32	0.00	0.69	3757.4	4128
FR72Z0DBDECK	VOID	128.1	128.1	58.68	0.00	0.72	2021.1	2277
FR81Z0DBDECK	VOID	125.7	125.7	66.85	0.00	0.76	1330.9	1653
FR93Z0DBDECK	VOID	23.3	23.3	73.17	0.00	0.79	153.7	175
FR96Z0DBDECK	VOID	53.8	53.8	77.76	0.00	0.80	233.1	305
FR105Z0DBDECK	VOID	36.0	36.0	84.96	0.00	0.80	70.8	98
FR114Z0DBDECK	VOID	24.8	24.8	92.19	0.00	0.79	20.5	30
FR123Z0DBDECK	VOID	28.5	28.5	101.71	0.00	0.76	10.1	15

SUBTOTAL	VOID	1471.2	1471.2	39.62	0.00	2.14		

TOTAL		20093.2	19965.0	52.09	0.00	6.67		

Πίνακας Α.11-3. Διαμερίσματα του πλοίου «ROPAX14»

A.11.4. ΥΠΟΔΙΑΙΡΕΣΗ

ZONE	TBA	TBF	LBP	LBS	DDN	DUP
Z1	DAMHULL2	#-2	-	-		3DECK
Z2	#-2	#12	-	-	DBDECK	3DECK
Z3	#12	#21	-	-	DBDECK	3DECK
Z4	#21	#33	-	-	DBDECK	3DECK
Z5	#33	#39.5	-	-	DBDECK	3DECK
Z6	#39.5	#45	-	-	DBDECK	3DECK
Z7	#45	#60	-	-	DBDECK	3DECK
Z8	#60	#72	-	-	DBDECK	3DECK
Z9	#72	#81	-	-	DBDECK	3DECK
Z10	#81	#93	-	-	DBDECK	3DECK
Z11	#93	#96	-	-	DBDECK	3DECK
Z12	#96	#105	-	-	DBDECK	3DECK
Z13	#105	#114	-	-	DBDECK	3DECK
Z14	#114	#123	-	-	DBDECK	3DECK
Z15	#123	#138.3	-	-	DBDECK	3DECK
Z16	#138.3	DAMHULL2	-	-		PFF

Πίνακας A.11-4. Ζώνες Υποδιαίρεσης (Damage Zones) του πλοίου αναφοράς «ROPAX14»

A.11.5. ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΦΟΡΤΩΣΗΣ

LOADING CONDITION SUBD

LOADING COMPONENTS

Name		Max. weight	Mass	Center of gravity			Free s. moment
				cgx	cgy	cgz	
VAR							
C1	DWT Const	0.0	57.5	59.23	0.00	11.60	0.00
C2	Consumables	0.0	797.1	61.57	0.00	4.33	570.00
C3	Passengers	0.0	114.0	42.07	0.00	17.05	0.00
C4	Luggage	0.0	7.6	55.90	0.00	14.75	0.00
C5	Provisionss	0.0	30.0	52.57	0.00	10.75	0.00
C6	Crew	0.0	8.0	60.90	0.00	9.81	0.00
C7	Trucks	0.0	850.0	54.87	0.00	8.80	0.00
C8	Cars	0.0	130.0	56.30	0.00	12.70	0.00
Total of		0.0	1994.2	57.03	0.00	7.88	570.00
Deadweight			1994.2	57.03	0.00	7.88	570.0
Lightweight			4408.0	50.78	0.00	9.16	
Displacement (rho=1.025)			6402.2	52.73	0.00	8.76	570.0

FLOATING POSITION

Draught moulded	4.919	m	KM	11.05	m
Trim	0.000	m	KG	8.76	m
Heel, PS=+	0.0	deg			
TA	4.919	m	GMO	2.29	m
TF	4.919	m	GMCORR	-0.09	m
Trimming moment	6	tonm	GM	2.20	m

Πίνακας A.11-5. Κατάσταση Φόρτωσης για το Deepest Subdivision Draught (ds)

LOADING CONDITION PART

LOADING COMPONENTS

Name		Max. weight	Mass	Center of gravity			Free s. moment
				cgx	cgy	cgz	
VAR							
C1	DWT Const	0.0	57.5	59.23	0.00	11.60	0.00
C2	Consumables	0.0	348.4	65.92	0.00	2.07	616.00
C3	Passengers	0.0	114.0	42.07	0.00	17.05	0.00
C4	Luggage	0.0	7.6	55.90	0.00	14.75	0.00
C5	Provisionss	0.0	3.0	52.57	0.00	10.75	0.00
C6	Crew	0.0	8.0	60.90	0.00	9.81	0.00
C7	Trucks	0.0	700.0	61.87	0.00	8.80	0.00
C8	Cars	0.0	130.0	56.30	0.00	12.70	0.00
Total of		0.0	1368.4	60.55	0.00	8.31	616.00
Deadweight			1368.4	60.55	0.00	8.31	616.0
Lightweight			4408.0	50.78	0.00	9.16	
Displacement (rho=1.025)			5776.4	53.10	0.00	8.95	616.0

FLOATING POSITION

Draught moulded	4.576	m	KM	11.09	m
Trim	0.000	m	KG	8.95	m
Heel, PS=+	0.0	deg			
TA	4.576	m	GMO	2.14	m
TF	4.576	m	GMCORR	-0.11	m
Trimming moment	2	tonm	GM	2.03	m

Πίνακας A.11-6. Κατάσταση Φόρτωσης για το Partial Subdivision Draught (d_F)

LOADING CONDITION LGHT

LOADING COMPONENTS

Name	Max. weight	Mass	Center of gravity			Free s. moment	
			cgx	cgy	cgz		
VAR							
C1	DWT Const	0.0	57.5	59.23	0.00	11.60	0.00
C2	Consumables	0.0	348.4	65.92	0.00	2.07	623.00
C3	Passengers	0.0	114.0	42.07	0.00	17.05	0.00
C4	Luggage	0.0	7.6	55.90	0.00	14.75	0.00
C5	Provisionss	0.0	3.0	52.57	0.00	10.75	0.00
C6	Crew	0.0	8.0	60.90	0.00	9.81	0.00
Total of		0.0	538.4	59.87	0.00	6.60	623.00
Deadweight			538.4	59.87	0.00	6.60	623.0
Lightweight			4408.0	50.78	0.00	9.16	
Displacement (rho=1.025)			4946.4	51.77	0.00	8.88	623.0

FLOATING POSITION

Draught moulded	4.060	m	KM	11.62	m
Trim	-0.798	m	KG	8.88	m
Heel, PS=+	0.0	deg			
TA	4.459	m	GMO	2.74	m
TF	3.661	m	GMCORR	-0.13	m
Trimming moment	-8695	tonm	GM	2.61	m

Πίνακας Α.11-7. Κατάσταση Φόρτισης για το Lightest Subdivision Draught (d_L)

A.11.6. ΠΙΝΑΚΑΣ ΟΡΙΩΝ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΩΝ

NAME	ZONE	ALIMIT	FLIMIT	PLIMIT	SLIMIT	LLIMIT	ULIMIT
HELP4	Z1	DAMHULL2	#-2	-	-	-	3DECK
A3DECKOTHERSPD3AS	Z1-2	DAMHULL2	#12	-	-	3DECK	-
A3DECKOTHERSPD3AP	Z1-3	DAMHULL2	#21	-	-	3DECK	-
FR81Z0DBDECK	Z10	#81	#93	-	-	-	DBDECK
FR81ZDBDECK3DECK	Z10	#81	#93	-	-	DBDECK	3DECK
FR93Z0DBDECK	Z11	#93	#96	-	-	-	DBDECK
FR93ZDBDECK3DECK	Z11	#93	#96	-	-	DBDECK	3DECK
FR96Z0DBDECK	Z12	#96	#105	-	-	-	DBDECK
FR96ZDBDECK3DECK	Z12	#96	#105	-	-	DBDECK	3DECK
FR105Z0DBDECK	Z13	#105	#114	-	-	-	DBDECK
FR105ZDBDECK3DECK	Z13	#105	#114	-	-	DBDECK	3DECK
NEW							
E3DECKESCLIFT	Z13	#105	#114	-	-	3DECK	-
E3DECKESCN1DECK	Z13	#105	#114	-	-	3DECK	-
STORE							
FR114Z0DBDECK	Z14	#114	#123	-	-	-	DBDECK
FR114ZDBDECK3DECK	Z14	#114	#123	-	-	DBDECK	3DECK
E3DECKKN1AHURMD3	Z14	#114	#123	-	-	3DECK	-
E3DECKOTHERSPACED3	Z14	#114	#123	-	-	3DECK	-

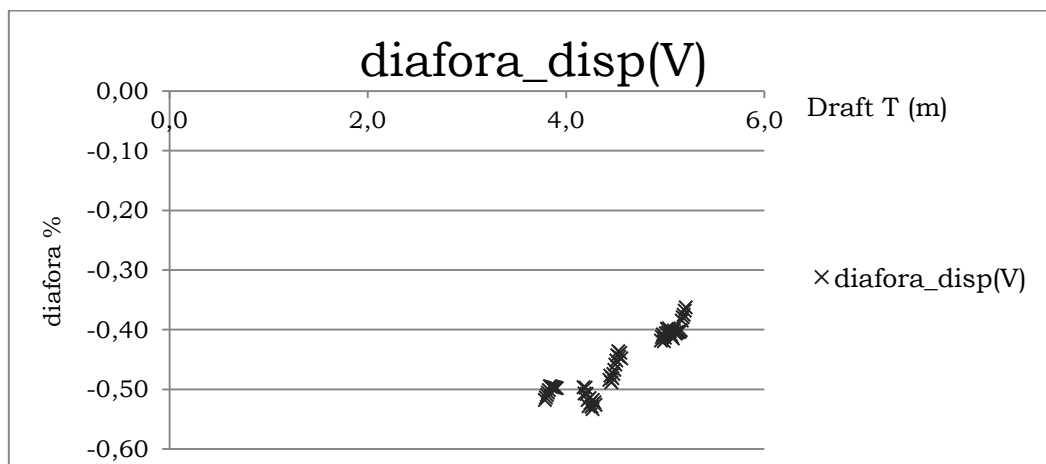
FR123Z0DBDECK	Z15	#123	#138.3	-	-	-	DBDECK
FR123ZDBDECK3DECK	Z15	#123	#138.3	-	-	DBDECK	3DECK
E3DECKBOSUNPAINT STORE	Z15	#123	#138.3	-	-	3DECK	-
E3DECKN1HYDEQROOM	Z15	#123	#138.3	-	-	3DECK	-
F0FPTANK	Z16	#138.3	DAMHULL2	-	-	-	PFF
FPFUPPERDECK	Z16	#138.3	DAMHULL2	-	-	PFF	-
FAFTZ0DBDECK	Z2	#-2	#12	-	-	-	DBDECK
FAFTZDBDECK3DECK	Z2	#-2	#12	-	-	DBDECK	3DECK
FAFTZ3DECKUPDECK	Z2-15	#-2	#138.3	-	-	3DECK	-
FR12Z0DBDECK	Z3	#12	#21	-	-	-	DBDECK
FR12ZDBDECK3DECK	Z3	#12	#21	-	-	DBDECK	3DECK
FR21Z0DBDECK	Z4	#21	#33	-	-	-	DBDECK
FR21ZDBDECK3DECK	Z4	#21	#33	-	-	DBDECK	3DECK
FR33Z0DBDECK	Z5	#33	#39.5	-	-	-	DBDECK
FR33ZDBDECK3DECK	Z5	#33	#39.5	-	-	DBDECK	3DECK
FR395Z0DBDECK	Z6	#39.5	#45	-	-	-	DBDECK
FR395ZDBDECK3DECK	Z6	#39.5	#45	-	-	DBDECK	3DECK
FR45Z0DBDECK	Z7	#45	#60	-	-	-	DBDECK
FR45ZDBDECK3DECK	Z7	#45	#60	-	-	DBDECK	3DECK
FR60Z0DBDECK	Z8	#60	#72	-	-	-	DBDECK
FR60ZDBDECK3DECK	Z8	#60	#72	-	-	DBDECK	3DECK
FR72Z0DBDECK	Z9	#72	#81	-	-	-	DBDECK
FR72ZDBDECK3DECK	Z9	#72	#81	-	-	DBDECK	3DECK

Πίνακας Α.11-8. Όρια Διαμερισμάτων (Limits Table) του πλοίου «ROPAX14»

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β: ΕΛΕΓΧΟΣ ΑΚΡΙΒΕΙΑΣ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ

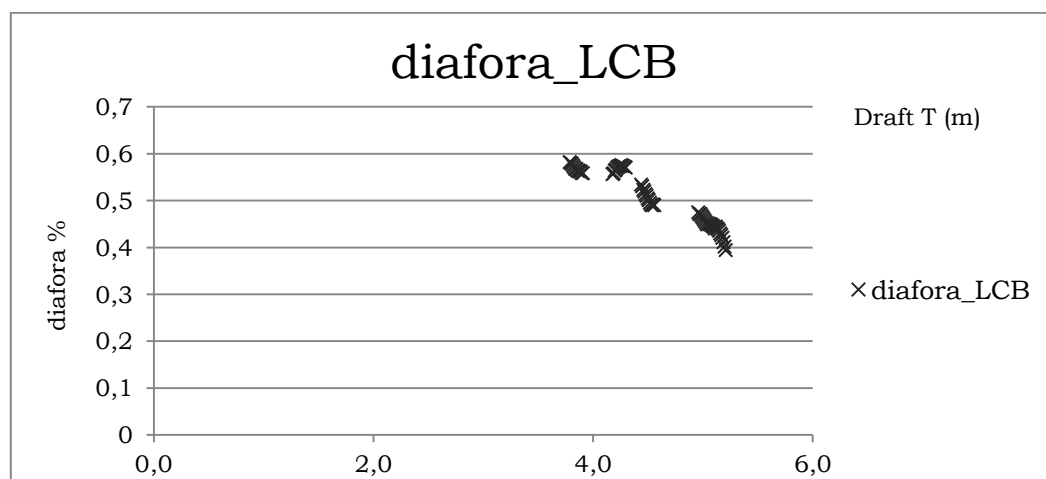
Β.1. ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΥΔΡΟΣΤΑΤΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ «RORAX1» ΚΑΙ ΠΑΤΡΙΚΟΥ ΠΛΟΙΟΥ

Β.1.1. ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΕΚΤΟΠΙΣΜΑΤΟΣ



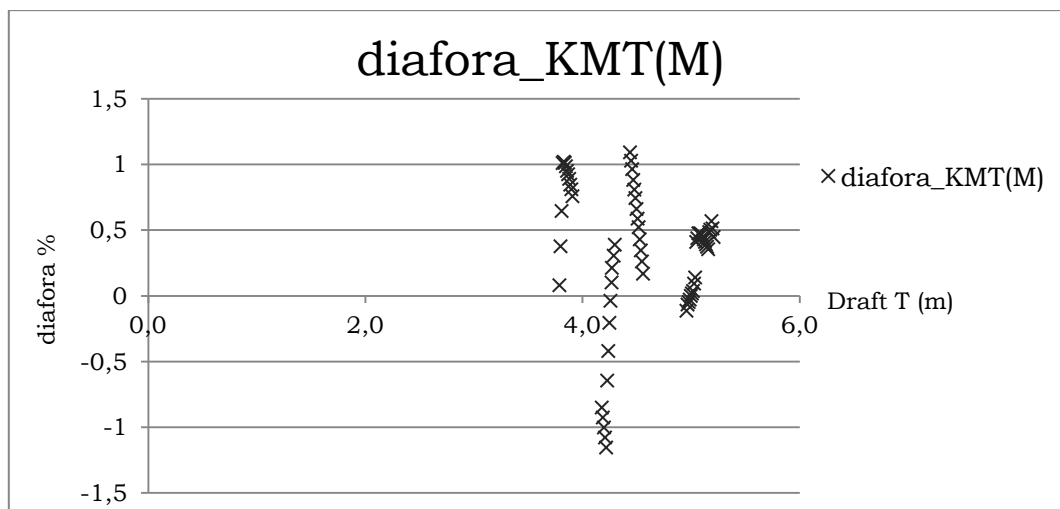
Σχ. Β.1-1. Σύγκριση Displacement πατρικού και πλοίου αναφοράς

Β.1.2. ΣΥΓΚΡΙΣΗ LCB



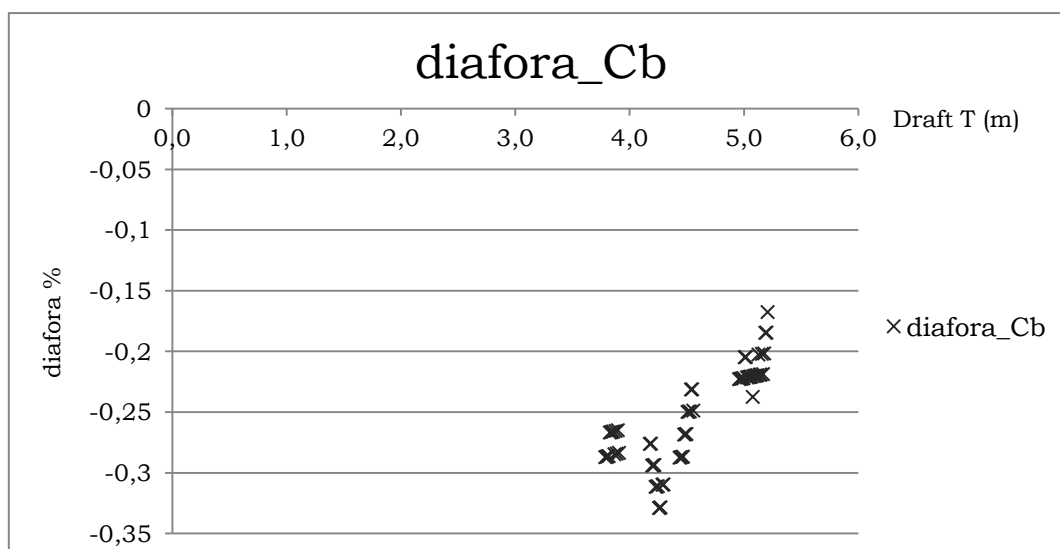
Σχ. Β.1-2. Σύγκριση LCB πατρικού και πλοίου αναφοράς

B.1.3. ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΚΜΤ



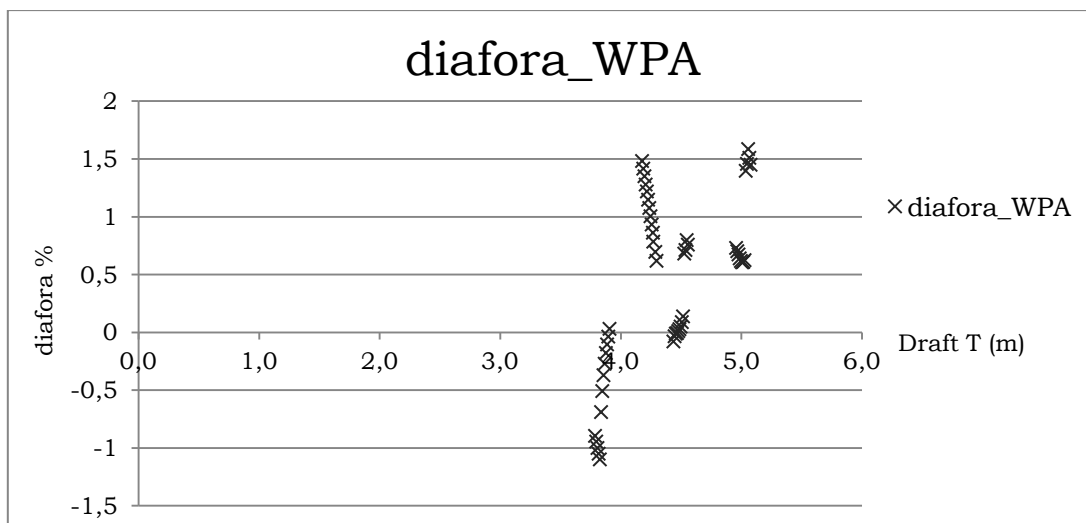
Σχ. Β.1-3. Σύγκριση ΚΜΤ πατρικού και πλοίου αναφοράς

B.1.4. ΣΥΓΚΡΙΣΗ C_B



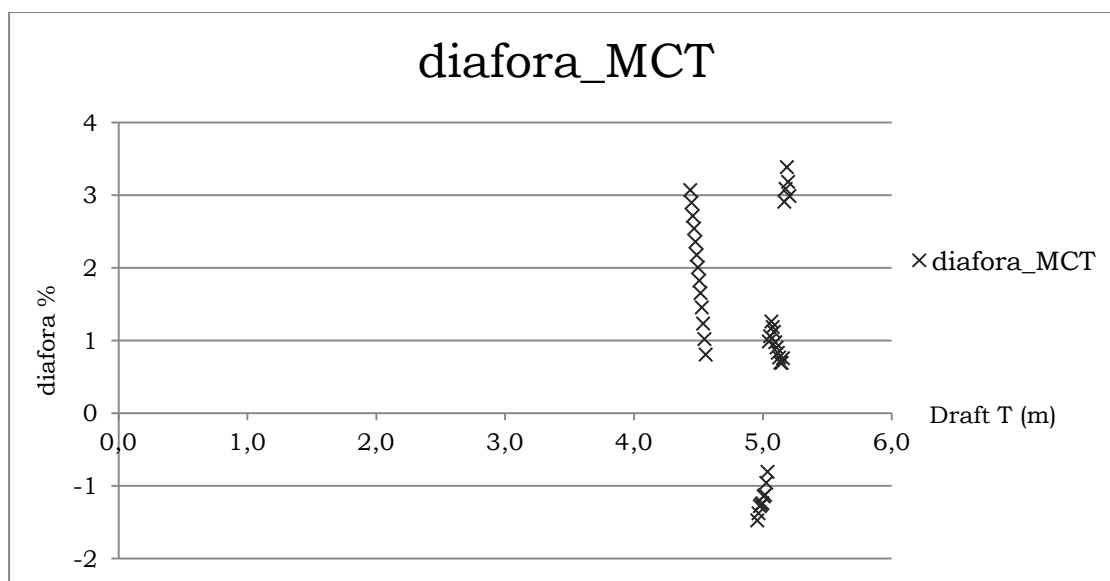
Σχ. Β.1-4. Σύγκριση C_b πατρικού και πλοίου αναφοράς

B.1.5. ΣΥΓΚΡΙΣΗ WPA



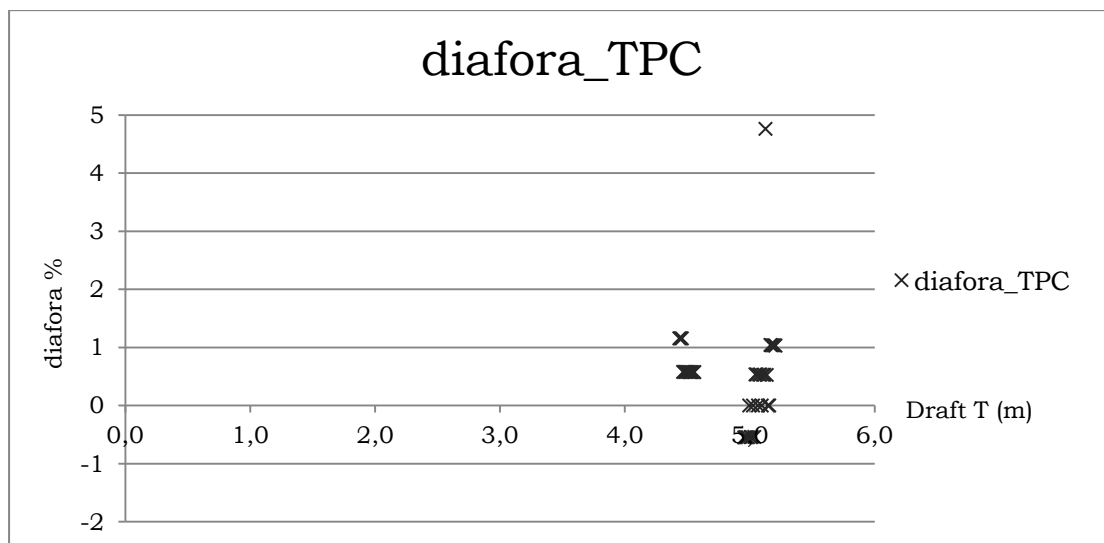
Σχ. Β.1-5. Σύγκριση WPA πατρικού και πλοίου αναφοράς

B.1.6. ΣΥΓΚΡΙΣΗ MCT



Σχ. Β.1-6. Σύγκριση MCT πατρικού και πλοίου αναφοράς

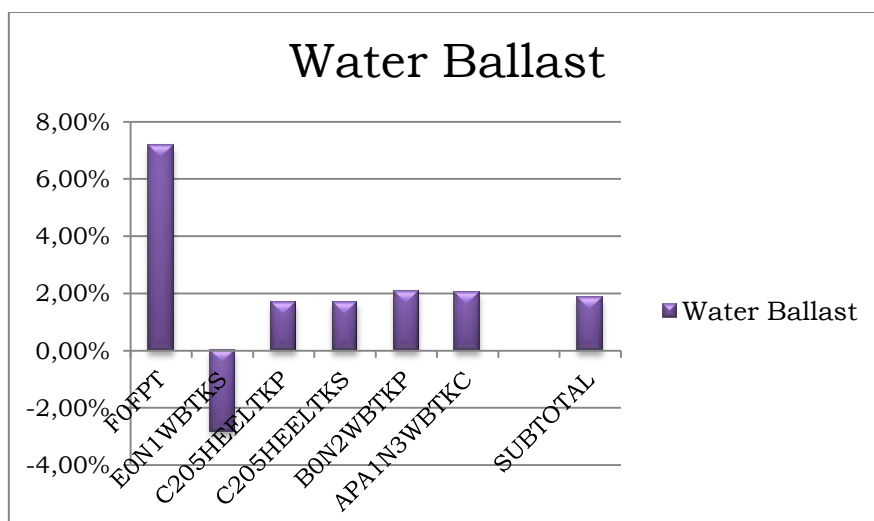
B.1.7. ΣΥΓΚΡΙΣΗ TPC



Σχ. Β.1-7. Σύγκριση TPC πατρικού και πλοίου αναφοράς

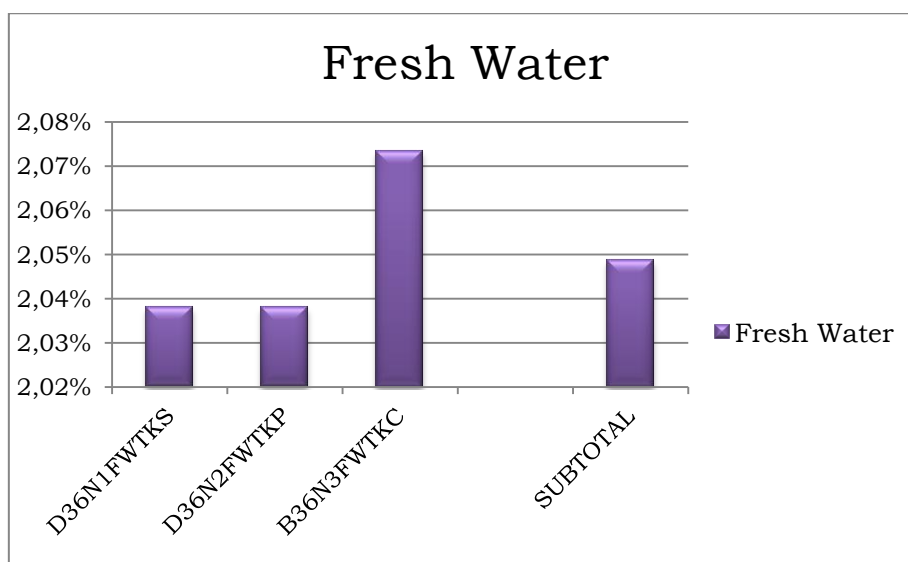
B.2. ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΩΝ «ΡΟΡΑΧ1» ΚΑΙ ΠΑΤΡΙΚΟΥ ΠΛΟΙΟΥ

B.2.1. ΣΥΓΚΡΙΣΗ WATER BALLAST



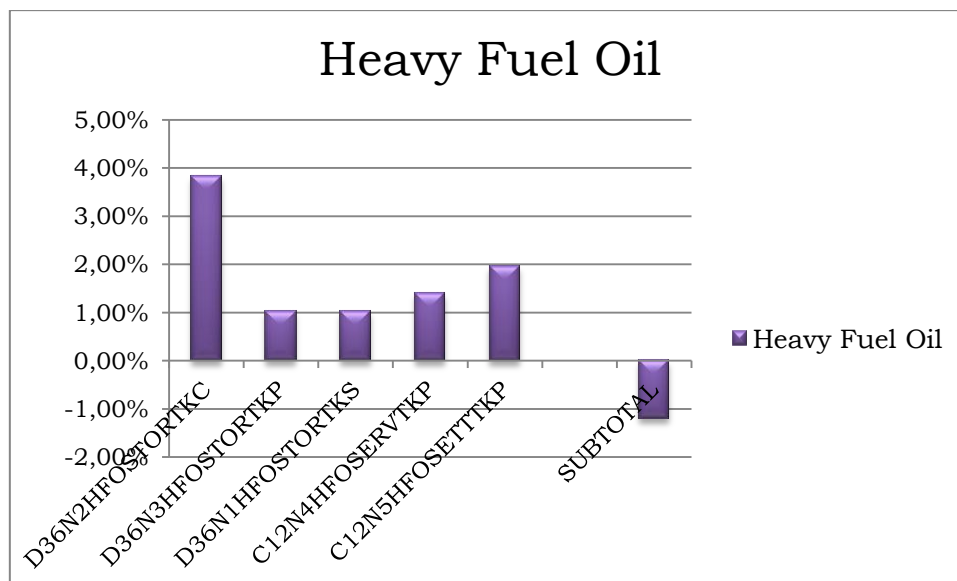
Σχ. B.2-1. Σύγκριση Water Ballast πατρικού και πλοίου αναφοράς

B.2.2. ΣΥΓΚΡΙΣΗ FRESH WATER



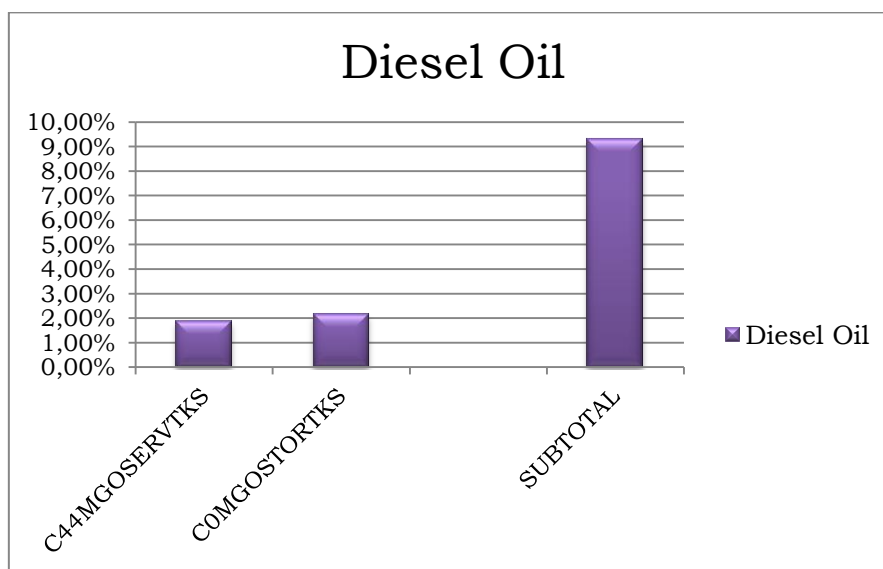
Σχ. B.2-2. Σύγκριση Fresh Water πατρικού και πλοίου αναφοράς

B.2.3. ΣΥΓΚΡΙΣΗ HEAVY FUEL OIL



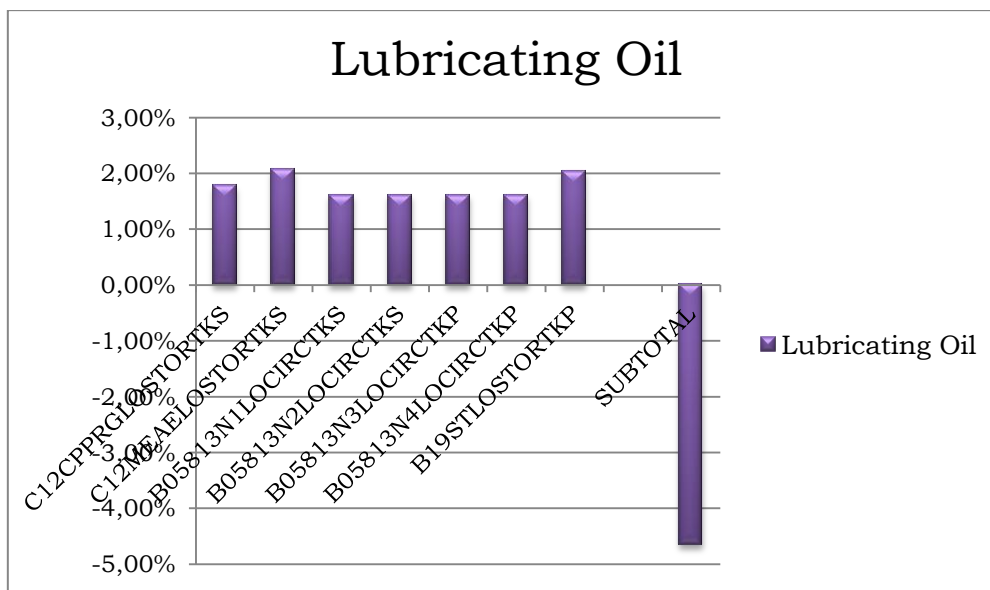
Σχ. B.2-3. Σύγκριση Heavy Fuel Oil πατρικού και πλοίου αναφοράς

B.2.4. ΣΥΓΚΡΙΣΗ DIESEL OIL



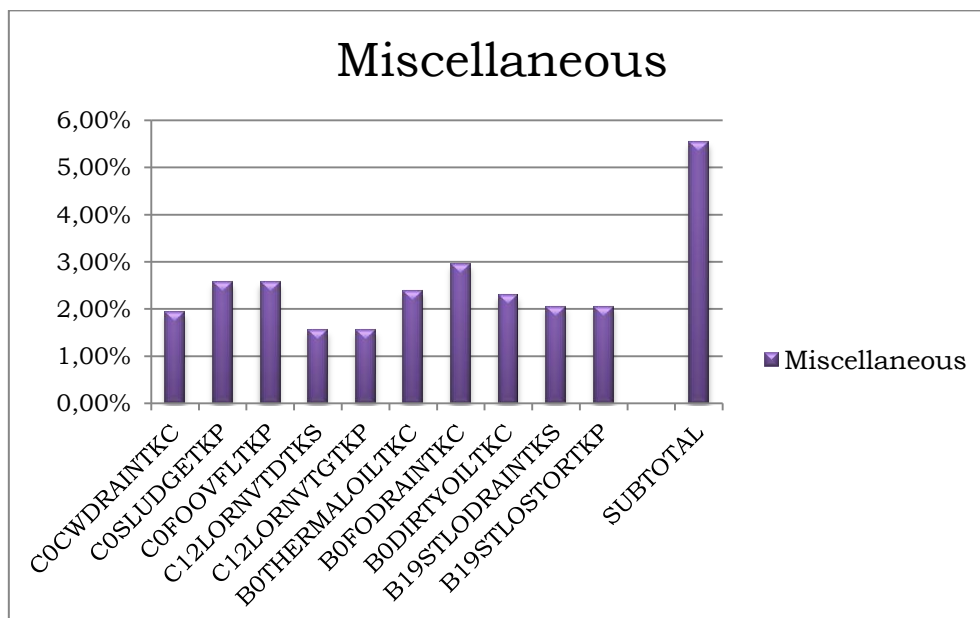
Σχ. B.2-4. Σύγκριση Diesel Oil πατρικού και πλοίου αναφοράς

B.2.5. ΣΥΓΚΡΙΣΗ LUBRICATING OIL



Σχ. B.2-5. Σύγκριση Lubricating Oil πατρικού και πλοίου αναφοράς

B.2.6. ΣΥΓΚΡΙΣΗ MISCELLANEOUS



Σχ. B.2-6. Σύγκριση Miscellaneous πατρικού και πλοίου αναφοράς

Comparative study of damage stability regulations and their impact on the design and safety of modern ROPAX ships

George Zaraphonitis,

National Technical University of Athens, Ship Design Laboratory

Apostolos Papanikolaou,

National Technical University of Athens, Ship Design Laboratory

Christina Roussou,

National Technical University of Athens, Ship Design Laboratory

Aphroditi Kanelopoulou,

National Technical University of Athens, Ship Design Laboratory

<http://www.naval.ntua.gr/sdl>

ABSTRACT

The present paper summarizes the results of an investigation on the survivability of ROPAX ships in damaged condition following a collision accident. A small size ROPAX design has been selected and a series of design modifications have been elaborated, to study their effect on the ship's survivability, expressed by the Attained Subdivision Index, as well as on its lifetime economic performance, using three different damage stability formulations (SOLAS 2009, GOALDS and SLF 55), all based on the probabilistic concept. The ultimate goal of this study is to investigate the feasibility of raising the current regulatory requirements on the ship's survivability, while keeping the economic impact of the corresponding design modifications within acceptable limits.

KEYWORDS

Damaged ship stability; probabilistic assessment; goal-based design; risk-based design; passenger ship safety; risk-based damage stability requirement.

INTRODUCTION

The introduction of SOLAS 2009 is probably the most important breakthrough in the evolution of damage stability regulations for several decades. Due to its paramount importance, survivability of ships in damaged condition is an evergreen topic on IMO's agenda and a subject of extensive research and investigations. In particular, the impact of SOLAS 2009 on the survivability of passenger

ships received particular and continuous attention of ship designers, operators, researchers, as well as of regulatory bodies, since the introduction of the new regulation. The main objectives of the present study are:

- to compare three different alternative formulations for the calculation of the Attained Subdivision Index and
- to investigate the possibility of achieving a significantly increased

Attained Subdivision Index for a typical ROPAX design, in comparison with the Required Index currently specified by SOLAS 2009, while keeping the economic impact of the corresponding design modifications within acceptable limits.

To this end, a small size ROPAX design has been selected and has undergone a series of modifications, or so-called Risk Control Options (RCO), aiming to improve the Attained Subdivision Index, while considering also the lifecycle costs of these modifications. The Gross Cost of Averting a Fatality criterion (*GCAF*) has been used as a measure to evaluate and compare the cost effectiveness of the applied RCOs. The RCOs meeting the *GCAF* criterion were selected for more refined investigations; based on the obtained results, some indicative trends with respect to the possibility of raising the current damage stability requirements for passenger ships are derived.

THE BASIC DESIGN

The basic design used for the study is a typical, small size ROPAX ship, with transverse subdivision and no lower hold. Its elaboration was based on an existing small ROPAX ship, currently in service between Piraeus and the Aegean islands. The resulting design is fitted with two vehicles decks, one for the carriage of trucks and trailers (bulkhead deck) and one for private cars. A hoistable car deck is also arranged on the main car deck, aiming to increase the private cars transport capacity.

The ship is subdivided into 13 watertight zones by 12 main transverse bulkheads (no lower hold) and is fitted with four diesel engines. Each pair of two engines is coupled to one gear box, connected to a shaft line and a CP propeller. The main characteristics of the basic design are summarized in Table 1, while its watertight subdivision up to Deck 5, as modelled in the NAPA software, is presented in Fig. 1.

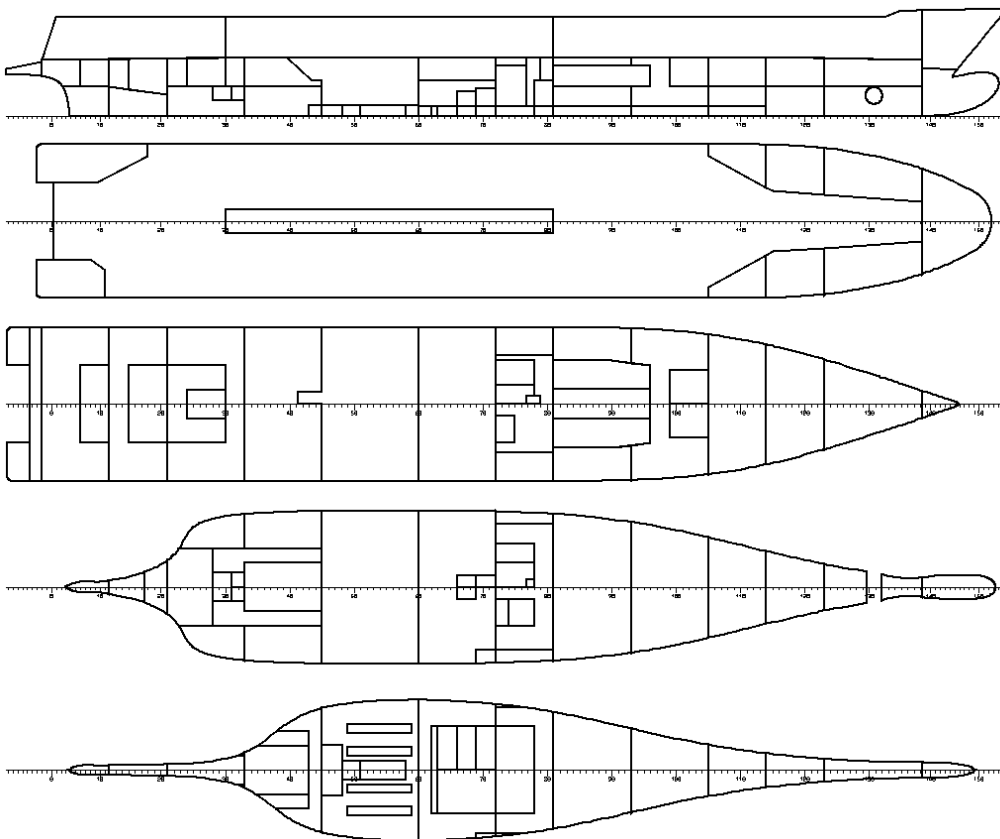


Fig. 1: Basic design – layout of watertight subdivision

Table 1: Main Particulars of the Basic Design

Length OA	124.430 m
Length BP	112.000 m
Subdivision Length	123.867 m
Beam	19.000 m
Subdivision draught / GM	4.919 m
Partial Draught / GM	4.569 m
Light Service Draught / GM	4.043 m
GM at Subdivision draught	1.889 m
GM at Partial Draught	1.717 m
GM at Light Service Draught	2.239 m
Height of bulkhead deck	6.600 m
Number of passengers	1500
Number of crew	60
Light Ship	4276.6 t
Deadweight	1994.2 t
Lane meters	360 m

With 1560 persons on board and no lifeboats, the Required Subdivision Index is, according to the SOLAS 2009 regulation, equal to 0.784. The respective Attained Subdivision Index, calculated for up to 5 zones damages is equal to 0.80846.

RISK CONTROL OPTIONS

A series of modifications (Risk Control Options) were applied to the basic design, and their impact on the survivability of the ship as well as on its economic performance over a lifetime of 30 years has been evaluated. Some of these modifications are presented in Table 2, where δB and δD correspond to the variation of beam and depth to bulkhead deck respectively. The impact of each RCO on the characteristics of the design was evaluated, based on appropriate empirical methods and formulae, developed and applied in similar studies for ROPAX ships during the elaboration of the EU-funded research project GOALDS. Using

these methods and formulae, the impact of each RCO on ship's lightship weight and the corresponding weight centre, propulsion power, tonnage, transport capacity, building cost, operational cost, economic impact (gross/net), Attained Subdivision Index A and the associated Potential Loss of Life (PLL) were calculated.

Beam variations were effective up to Deck 5, limiting upwards the main vehicles deck. Above this deck, the original beam of the superstructure is maintained, therefore, the enclosed areas in the superstructure, the corresponding lightship weights and the passengers' capacity remained constant. Minor increase of the lanes length due to the increase of the ship's beam where ignored in the calculation of the annual income, while on the other hand, in case of a reduction of the lanes length, the corresponding annual income was proportionally reduced.

Damage stability formulations

The calculation of the Attained Subdivision Index for the basic design and for the evaluated RCOs was based on the following damaged stability formulations:

- the SOLAS 2009 regulation (MSC.216(82)),
- the alternative formulation discussed at SLF 55
- the GOALDS formulation for the assessment of survivability of ships following a collision accident (Papanikolaou et al., 2013).

The herein referred as the SLF 55 formulation is otherwise similar to SOLAS 2009, with the exception of the damage cases involving flooding of one or more Ro-Ro spaces (passenger ships only). In such cases, $s_{final,i}$ is given by the following formula:

$$s_{final,i} = K \cdot \left[\frac{GZ_{max}}{0.20} \cdot \frac{Range}{20} \right]^{\frac{1}{4}} \quad (1)$$

where GZ_{\max} and $Range$ should not be taken greater than 0.20m and 20° respectively. K is calculated according to SOLAS 2009.

Table 2: Risk Control Options

RCO	Description
A1	$\delta B = 0.00$ m, $\delta D = 0.20$ m
B0	$\delta B = 0.20$ m, $\delta D = 0.00$ m
B1	$\delta B = 0.20$ m, $\delta D = 0.20$ m
B2	$\delta B = 0.20$ m, $\delta D = 0.40$ m
B3	$\delta B = 0.20$ m, $\delta D = 0.60$ m
C0	$\delta B = 0.40$ m, $\delta D = 0.00$ m
C1	$\delta B = 0.40$ m, $\delta D = 0.20$ m
C2	$\delta B = 0.40$ m, $\delta D = 0.40$ m
C3	$\delta B = 0.40$ m, $\delta D = 0.60$ m

The GOALDS formulation is based on the concept of the critical significant wave height, H_{Scrit} for the calculation of $s_{final,i}$:

$$s_{final,i} = \int_0^{H_{Scrit}} dH_S \cdot f_{H_{Scrit}}(H_S) = \exp(-\exp(0.16 - 1.2H_{Scrit})) \quad (2)$$

The critical significant wave height H_{Scrit} is given by (Cichowicz et al., 2011):

$$H_{Scrit} = \frac{A_{GZ}}{\frac{1}{2}GM_f \cdot Range} V_R^{1/3} \quad (3)$$

where:

- A_{GZ} area under residual GZ curve up to the flooding angle [rad·m]
- GM_f metacentric height of flooded ship [m]
- V_R residual volume – volume of subdivided spaces not opened to sea [m³]

$Range$ range of positive stability up to the flooding angle [rad]

Impact on risk

The impact on risk, associated with each design alternative, is expressed in terms of the Potential Loss of Life (PLL). The calculation of PLL is based on the following estimations, developed by the GOALDS project from the statistical analysis of accidents involving ROPAX ships:

- Collision frequency: 7.778×10^{-3} (for ROPAX ships larger than 1,000GT).
- Probability of ship being struck: 0.689655.
- Area of operation at the time of the accident: en route (4%), in limited waters (23%), at the terminal (73%).
- Probability of water ingress: equal to 0.423077, while the ship is en route or in limited waters and equal to 0.117647 when the ship is at the terminal.
- Probability of capsizing/sinking: 1-A
- Probability of slow/fast sinking: 0.5 / 0.5.
- Fatalities in case of slow sinking: 5%
- Fatalities in case of fast sinking: 80%

In the analysis of the consequences, the number of persons on board was estimated using an average annual utilization rate of 75%, based on data from operators of ROPAX ships in European waters.

Evaluation of Risk Control Options

The Gross Cost of Averting a Fatality ($GCAF$), derived according to the IMO FSA guidelines (MSC 83/INF.2, 2007) was used as a measure of the effectiveness of each RCO. The $GCAF$ measure is calculated by the following formula:

$$GCAF = \frac{\Delta C}{\Delta R} \quad (4)$$

where ΔC is the lifetime cost per ship of the risk control option and ΔR is the risk reduction per ship, in terms of ΔPLL :

$$\Delta R = \Delta PLL \quad (5)$$

The *GCAF* limit, used in the various FSAs submitted to IMO was set equal to \$3million/fatality based on societal/living standard values of the 1990s. However, it is stated in the FSA Guidelines that the proposed values for *NCAF* and *GCAF*, derived by considering societal indicators are not static, but should be actually updated frequently according to the average risk free rate of return (approximately 5%) or by use of the formula based on the Life Quality Index (LQI). In the framework of the GOALDS project, the *GCAF* limit has been updated, (as of year 2012), and a value of \$7,45million has been obtained. This value has been applied also for the present study.

Discussion of results

The obtained results are summarized in Table 3. Since *PLL* and hence also *GCAF* depend on *A*, separate results are presented for calculations performed according to the three alternative damage stability formulations. The differences between the *A* Indices, calculated with the three different methods, are relatively

small. As shown in Fig. 2, the difference $A_{SOLAS} - A_{SLF55}$ varies between 0.005 and 0.015 with the lower differences being observed for the design alternatives with higher A_{SOLAS} values. Due to the similarity of the corresponding formulae for the *s* factor calculation, there is a uniform variation between A_{SOLAS} and A_{SLF55} for the tested RCOs. The difference $A_{SOLAS} - A_{GOALDS}$ varies from minus 0.008 to 0.007.

A comparison of the obtained results for the *A* Index, *PLL* and *GCAF* is presented in Fig. 3 to Fig. 5 (RCO A1 with *GCAF* values from 14.87 to 35.34 is omitted from Fig. 5 to keep the scale of the vertical axis within acceptable limits). As expected, increasing the beam of the ship had always a positive impact on damaged survivability.

On the other hand, an increase of depth to the bulkheads deck did not always had a positive impact. Increasing depth from 6.60m (basic design) to 6.80m always resulted in an increase of *A* and a reduction of *PLL*. An increase of depth from 6.80m to 7.00m had either positive or negative impact, depending on the ship's beam and on the employed damaged stability formulation. A further increase of depth to 7.20m had always a negative impact on safety.

Table 3: Evaluation of Risk Control Options

RCO	ΔC m\$	SOLAS 2009			SLF 55 formulation			GOALDS formulation		
		<i>A</i>	<i>PLL</i>	<i>GCAF</i>	<i>A</i>	<i>PLL</i>	<i>GCAF</i>	<i>A</i>	<i>PLL</i>	<i>GCAF</i>
A0	-	0.81167	3.016	-	0.79650	3.259		0.80936	3.053	
A1	1.76	0.81478	2.966	35.34	0.80059	3.193	26.87	0.81675	2.934	14.87
B0	2.98	0.85744	2.283	4.07	0.84633	2.461	3.73	0.85255	2.361	4.31
B1	4.75	0.86509	2.160	5.55	0.85458	2.329	5.11	0.86392	2.179	5.44
B2	6.53	0.86212	2.208	8.08	0.85181	2.373	7.37	0.86532	2.157	7.29
B3	8.32	0.84858	2.425	14.08	0.83764	2.600	12.63	0.85664	2.296	10.99
C0	7.68	0.88774	1.798	6.30	0.87873	1.942	5.83	0.88114	1.903	6.68
C1	9.50	0.89644	1.658	7.00	0.88921	1.774	6.40	0.89354	1.705	7.05
C2	11.31	0.89755	1.641	8.22	0.89157	1.736	7.43	0.89826	1.629	7.94
C3	13.13	0.89292	1.715	10.09	0.88708	1.808	9.05	0.89727	1.645	9.33

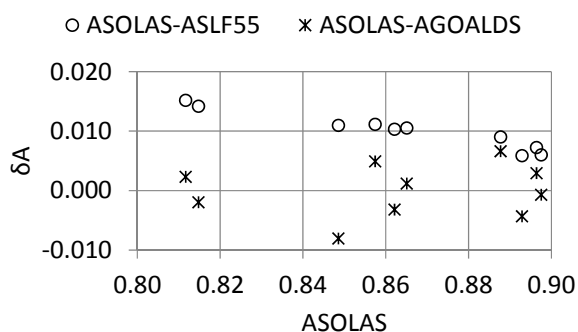


Fig. 2: Differences between the A Indices plotted against A_{SOLAS}

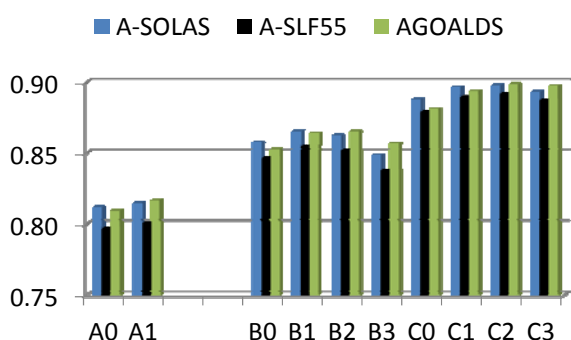


Fig. 3: Comparison of A Indices

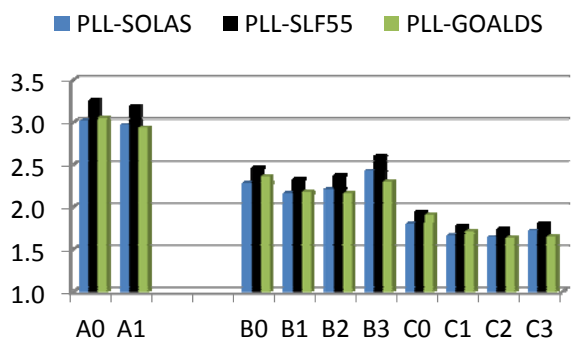


Fig. 4: Comparison of obtained PLL values

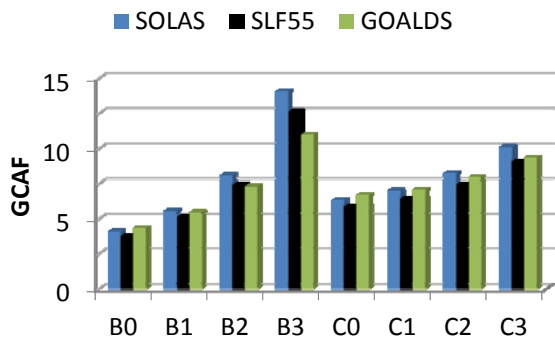


Fig. 5: Comparison of obtained GCAF values

According to the results presented in Table 3, almost half of the RCOs tested resulted in GCAF values within the \$7,45million limit specified by the GOALDS project. The smaller GCAF values were obtained for RCO B0. The larger A Indices (from 0.89157 to 0.89826, depending on the applied formulation) were obtained for RCO C2, with both beam and depth increased by 0.4m. However, according to SOLAS 2009 and GOALDS formulations, this RCO failed to meet the GCAF criterion, while it marginally satisfies it according to the SLF 55 formulation. The second best RCO in terms of survivability is C1, with beam and depth increased by 0.4m and 0.2 respectively. This RCO meets the GCAF criterion and has similar A indices with C2, ranging from 0.88921 to 0.89644, depending on the applied formulation and corresponding PLL values from 1.658 to 1.774, resulting in a PLL reduction of 45% in comparison with the basic design.

The scatter diagrams of GCAF vs. PLL, Economic Impact vs. PLL, Economic Impact vs. the Attained Index A and Index A vs. the GM at subdivision draught are presented in Fig. 6 to Fig. 9 respectively. Since the values of Index A, GCAF and PLL, calculated with the three formulations are quite close to each other, only the results obtained with SOLAS 2009 are presented.

According to Fig. 6, only four RCOs (B0, B1, C0 and C1) meet the \$7,45million GCAF criterion. Additional RCOs are fulfilling this criterion according to the other two formulations (B2 and C2 according to SLF55 and B2 according to GOALDS).

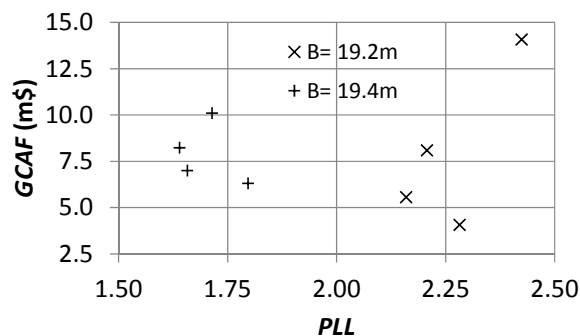


Fig. 6: Scatter diagram of GCAF vs. PLL

The lifetime cost that has to be paid for the reduction of *PLL* from around 3 persons corresponding to the basic design down to 1.65 persons (RCOs C1 and C2) and the associated increase of Index A from 0.81 of the basic design up to 0.896-0.897 is presented in Fig. 7 and Fig. 8.

Finally, the scatter diagram of the Attained Index A vs. the *GM* at subdivision draught is presented in Fig. 9, where the effect of the Beam and Depth variation on *GM* and A may be observed: different symbols are marking the results for B=19.0m, 19.2m and 19.4m, while for each set of points corresponding to the same Beam value, an increase of Depth results in a monotonic decrease of *GM* (the smaller Depth value corresponds to the maximum *GM* value and vice versa).

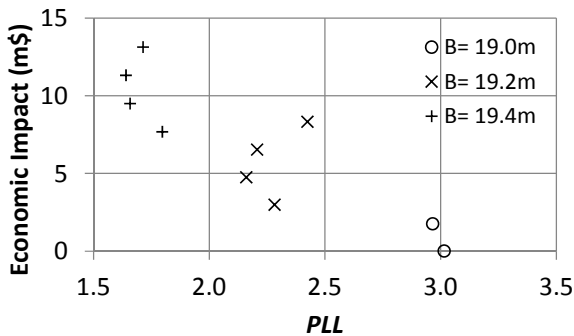


Fig. 7: Economic Impact vs. *PLL*

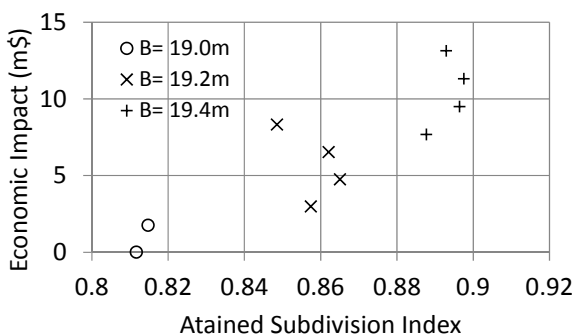


Fig. 8: Economic Impact vs. the SOLAS Index A

CONCLUSIONS

The results of damaged stability calculations for a small size ROPAX design, subject to systematic variations of some of its main particulars (beam and depth to the bulkheads deck) were presented.

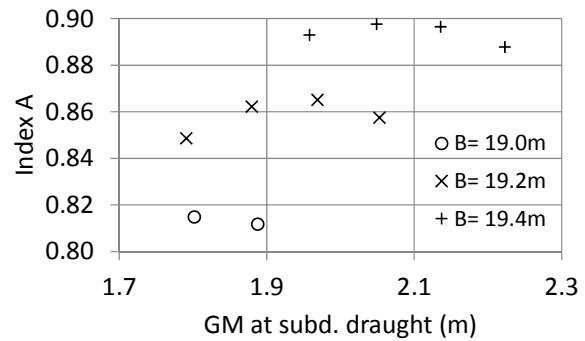


Fig. 9: SOLAS Index A vs. *GM* at subdivision draught

Three different formulations for the calculation of *s* factor have been applied: the SOLAS 2009 regulation, the so-called SLF55 formulation and the GOALDS proposal. The results obtained with the three different formulations are very close to each-other. As expected, SLF 55 formulation gave smaller A Indices than SOLAS 2009, but their difference was always smaller than 0.015. In addition, due to the similarity of the corresponding formulae for the *s* factor calculation, there is a uniform variation between A_{SOLAS} and A_{SLF55} for the tested RCOs. The difference between A_{SOLAS} and A_{GOALDS} Indices remained between ± 0.008 .

The impact of the design variations on ship’s survivability and on the associated risk to human life, expressed herein in terms of the Potential Loss of Life, as well as on the ship’s building and operational cost has been evaluated, and the effectiveness of the employed RCOs has been assessed by the *GCAF* measure.

The obtained results confirm the conclusion derived by similar studies, elaborated within the GOALDS project, that there is room for a considerable increase of the Required Subdivision Index of passenger ships in comparison with the current SOLAS 2009 requirement.

REFERENCES

Cichowicz, J., Tsakalakis, N., Vassalos, D. and Jasionowski, A., 2011, Survivability of passenger vessels – re-engineering of the *s*-factor, Proceedings of the 12th Int. Ship Stability Workshop, Washington D.C.

GOALDS, “Goal-based Damage Stability”, Project funded by

the European Commission, FP7- DG Research, Grant Agreement 233876, (2009-2012), <http://www.goalds.org>.

IMO MSC 83/INF.2. Consolidated text of the Guidelines for Formal Safety Assessment(FSA) for use in the IMO rule-making process (MSC/Circ.1023 – MEPC/Circ.392).

MSC 83/INF.2, 2007, “Consolidated Text of the Guidelines for Formal Safety Assessment (FSA) for Use in the IMO Rule-Making Process” (MSC/Circ.1023-MEPC/Circ.392)

MSC 216(82) Adoption of Amendments to the International Convention for the Safety of Life at Sea (ANNEX 2, Resolution MSC 216(82)), Dec. 2006

Papanikolaou, A., Review of Damage Stability of Ships - Recent Developments and Trends. Proc. PRADS 2007, Houston, October 2007

Papanikolaou, A., Byung Suk Lee, Mains, C., Olufsen, O., Vassalos, D. and Zaraphonitis, G., “GOALDS – Goal Based Ship Stability & Safety Standards”, Transport Research Arena, Athens, 23-26 April, 2012

Papanikolaou, A., Hamann, R., Byung Suk Lee, Mains, C., Olufsen, O., Vassalos, D., Zaraphonitis, A., GOALDS— Goal Based Damage Ship Stability and safety standards. *Accid. Anal. Prev.*, 2013, <http://dx.doi.org/10.1016/j.aap.2013.04.006>

Zaraphonitis, G., Skoupas, S., Papanikolaou, A., Cardinale, M., Multi-Objective Optimization of RoPax Ships Considering the SOALS 2009 and GOALDS Damage Stability Formulations, Proc. 11th International Conference on Stability of Ships and Ocean Vehicles (STAB2012), Athens, 23-28 September 2012.