



Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο

Σχολή Ναυπηγών Μηχανολόγων Μηχανικών

Τομέας Μελέτης Πλοίου και Θαλασσίων Μεταφορών

Ευστράτιος Ν. Μαυρουδής

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Μελέτη και σχεδίαση δεξαμενόπλοιου μεγέθους AFRAMAX με χρήση του προγράμματος NAPA και έλεγχος συμμόρφωσής του με τους κανονισμούς ευστάθειας κατόπιν βλάβης και εκροής πετρελαίου

Επιβλέπων Καθηγητής :

Απόστολος Δ. Παπανικολάου

Αθήνα 2015



Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο

Σχολή Ναυπηγών Μηχανολόγων Μηχανικών

Τομέας Μελέτης Πλοίου και Θαλασσίων Μεταφορών

Ευστράτιος Ν. Μαυρουδής

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Μελέτη και σχεδίαση δεξαμενόπλοιου μεγέθους AFRAMAX με χρήση του προγράμματος NAPA και έλεγχος συμμόρφωσής του με τους κανονισμούς ευστάθειας κατόπιν βλάβης και εκροής πετρελαίου

Επιβλέπων Καθηγητής :

Απόστολος Δ. Παπανικολάου

Εξεταστική Επιτροπή :

Απόστολος Δ. Παπανικολάου

Γεώργιος Ζαραφωνίτης

Κωνσταντίνος Ι. Σπύρου

Στον πατέρα μου,
για όσα με δίδαξες,
για όσα δεν πρόλαβες...

Ευχαριστώ όλους εκείνους που γελούν με τα όνειρά μου, εμπνέουν τη φαντασία μου.

Ευχαριστώ όλους όσους με γεμίζουν φέματα, μου δίνουν τη δύναμη της αλήθειας.

Ευχαριστώ όλους εκείνους που δεν έχουν πιστέψει σε μένα, μου έμαθαν πως μετακινούνται τα βουνά.

Θέλω να ευχαριστήσω όλους όσους με πολεμούν, προκαλούν το θάρρος μου.

Ευχαριστώ όλους εκείνους που ήθελα να μου επιβάλουν περιορισμούς, μου δίδαξαν την αξία της ελευθερίας.

Ευχαριστώ όλους όσους μου έχουν προκαλέσει σύγχυση, έχει γίνει σαφής η θέση μου.

Θέλω να ευχαριστήσω όλους όσους με έχουν εγκαταλείψει, μου έδωσαν χώρο για να δημιουργήσω.

Θέλω να ευχαριστήσω όλους όσους με έχουν προδώσει, όσους καταχράστηκαν τα αισθήματά μου, μου επέτρεψαν να είμαι προσεκτικός.

Θέλω να ευχαριστήσω όλους όσους με έχουν βλάψει, με έμαθαν να αναπτύσσομαι μέσα από τον πόνο.

Ευχαριστώ όλους εκείνους που διαταράσσουν την ηρεμία μου δημιουργώντας μου προβλήματα, μου έδωσαν δύναμη να τα αντιμετωπίζω.

Ευχαριστώ όλους εκείνους που με έριξαν στο έδαφος, μου έδωσαν την ευκαιρία και τη δύναμη να μάθω να σηκώνομαι.

Ευχαριστώ όλους εκείνους που έχουν κερδίσει εις βάρος μου, μου έδειξαν ότι όλοι είναι σε θέση να χάσουν.

Το πιο σημαντικό, θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους όσους με αγαπούν όπως κι εγώ.

Σας ευχαριστώ.

Πάολο Κοέλιο,

Απόσπασμα από το έργο

«Το εγχειρίδιο του πολεμιστή του φωτός»

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω, τον αξιότιμο επιβλέποντα καθηγητή μου κύριο Απόστολο Παπανικολάου για την ευκαιρία που μου έδωσε να εργαστώ μαζί του στο εργαστήριο μελέτης πλοίου και τη δυνατότητα να αποκτήσω ανεκτίμητες γνώσεις γύρω από ένα ισχυρό ναυπηγικό εργαλείο όπως είναι το πρόγραμμα NAPA. Η πολύτιμη καθοδήγηση και η στήριξη που μου παρείχε με την εμπειρία του όποτε αντιμετώπισα δυσκολίες, ήταν για εμένα πολύ σημαντικές και για αυτό τον ευγνωμονώ.

Ευχαριστώ επίσης για την ουσιώδη συμβολή του, τον αγαπητό καθηγητή κύριο Γεώργιο Ζαραφονίτη που ανέλαβε να με διδάξει τον χειρισμό του προγράμματος NAPA, αφιερώνοντας χρόνο και αφοσίωση στο έργο του. Θα ήταν σοβαρή παράβλεψη να λησμονήσω την μεγάλη συνεισφορά της διδάκτορος κυρίας Ελευθερίας Ηλιοπούλου μέσω των συμβουλών της, στην εκπόνηση της διπλωματικής μου. Τέλος, θα ήθελα εκφράσω θερμές ευχαριστίες στο προσωπικό του τομέα μελέτης πλοίου για την υλικοτεχνική και μη υποστήριξη του και ιδιαίτερα στον φίλο μου και συμφοιτητή Γιώργο Δαφέρμο.

Ένα μεγάλο ευχαριστώ στην αγαπημένη μου αδερφή Νίκη που αν και τώρα είναι μακριά, συνεχίζει όπως πάντα να πιστεύει σε μένα και να με ωθεί προς το καλύτερο. Ευχαριστώ το κορίτσι μου, την Δέσποινα, για όλα όσα χρειάστηκε να υπομένει τόσο καιρό και για το χαμόγελο της που πάντα μου έδινε δύναμη να προχωρήσω. Η μητέρα μου Ελευθερία, ήταν πάντα δίπλα μου στις δύσκολες στιγμές, μου έδωσε όλα τα εφόδια στη ζωή μου για να προοδεύσω και στερήθηκε τα πάντα για να τα καταφέρω, την αγαπώ πολύ. Θα ήθελα τέλος, να εκφράσω την βαθιά μου ευγνωμοσύνη στον πνευματικό μου πατέρα Δημήτρη Χατζή, τον άνθρωπο που μου στάθηκε όλα αυτά τα χρόνια σαν πατέρας, σαν φίλος, σαν καθοδηγητής και θα αποτελεί πάντα για μένα πηγή έμπνευσης και δύναμης.

Περιεχόμενα

Περίληψη.....	11
Περίληψη στα Αγγλικά - Abstract.....	12
Συνοπτική παρουσίαση περιεχομένου των κεφαλαίων.....	13
Λίστα Πινάκων.....	14
Λίστα Εικόνων.....	17
Λίστα Σχημάτων.....	18
Λίστα Διαγραμμάτων.....	20
1 Ιστορία και εξέλιξη των δεξαμενοπλοίων.....	22
1.1 Η ιστορία των δεξαμενοπλοίων.....	22
1.2 Τυπολογία και χαρακτηριστικά δεξαμενοπλοίων.....	27
1.3 Σημαντικά ατυχήματα και πως συνετέλεσαν στην διαμόρφωση κανονισμών.....	36
2 Κανονισμοί της Marpol.....	46
2.1 Διεθνής Σύμβαση Marpol : Κανονισμός 18 - Δεξαμενές διαχωρισμένου έρματος..	46
2.2 Διεθνής Σύμβαση Marpol : Κανονισμός 19 - Απαιτήσεις διπλού τοιχώματος και διπλού πυθμένα για πετρελαιοφόρα τα οποία παραδόθηκαν την ή μετά την 6 ^η Ιουλίου 1996	47
2.3 Διεθνής Σύμβαση Marpol : Κανονισμός 23 - Απόδοση ακούσιας εκροής πετρελαίου.....	48
2.4 Διεθνής Σύμβαση Marpol : Κανονισμός 24 - Υποθετικές βλάβες.....	55
2.5 Διεθνής Σύμβαση Marpol : Κανονισμός 25 - Υποθετική εκροή πετρελαίου.....	56
2.6 Διεθνής Σύμβαση Marpol : Κανονισμός 26 - Όρια του μεγέθους και διατάξεις των δεξαμενών φορτίου.....	57
2.7 Διεθνής Σύμβαση Marpol : Κανονισμός 27 – Άθικτη ευστάθεια.....	58
2.8 Διεθνής Σύμβαση Marpol : Κανονισμός 28 - Υποδιαίρεση και ευστάθεια βλάβης	59
3 Μελέτη και σχεδίαση του πλοίου στο NAPA.....	64
3.1 Σύντομη αναφορά στα χαρακτηριστικά του προγράμματος NAPA.....	64
3.2 Πλοίο αναφοράς (Βασικά χαρακτηριστικά).....	66
3.3 Πλοίο σχεδίασης.....	66
3.3.1 Προμελέτη κυρίων διαστάσεων.....	66
3.3.2 Δημιουργία ναυπηγικών γραμμών και γάστρας.....	68
3.3.3 Υδροστατικά στοιχεία πλοίου.....	72
3.3.4 Γενική διάταξη πλοίου (χαρακτηριστικά φορτίων και διαμερισμάτων).....	78
3.3.5 Κατανομή βάρους κενού σκάφους.....	84
3.3.6 Ανοίγματα πλοίου “SIR NIKOLAS”.....	85
4 Μελέτη ευστάθειας κατόπιν βλάβης.....	90

4.1	Φορτώσεις του πλοίου που θα εξεταστούν με τα βασικά χαρακτηριστικά τους (FLD, FLA, GPLD, GPLA, NBD, NBA)	90
4.1.1	Κατάσταση πλήρους φόρτωσης- Αναχώρηση (Full Load Departure).....	90
4.1.2	Κατάσταση πλήρους φόρτωσης- Άφιξη (Full Load Arrival)	94
4.1.3	Κατάσταση μερικής φόρτωσης- Αναχώρηση(Group Load Departure).....	97
4.1.4	Κατάσταση μερικής φόρτωσης- Άφιξη (Group Load Arrival).....	101
4.1.5	Κατάσταση ερματισμού- Αναχώρηση (Normal Ballast Departure)	104
4.1.6	Κατάσταση ερματισμού- Άφιξη (Normal Ballast Arrival).....	108
4.2	Αναλυτική παρουσίαση των σεναρίων βλάβης που μελετήθηκαν.....	111
4.3	Παρουσίαση αναλυτικών αποτελεσμάτων των δυσμενέστερων σεναρίων βλάβης που προέκυψαν.....	116
4.3.1	Αποτελέσματα δυσμενέστερων σεναρίων βλάβης για την κατάσταση Full Load Departure	117
4.3.2	Αποτελέσματα δυσμενέστερων σεναρίων βλάβης για την κατάσταση Full Load Arrival	126
4.3.3	Αποτελέσματα δυσμενέστερων σεναρίων βλάβης για την κατάσταση Group Load Departure	136
4.3.4	Αποτελέσματα δυσμενέστερων σεναρίων βλάβης για την κατάσταση Group Load Arrival	141
4.3.5	Αποτελέσματα δυσμενέστερων σεναρίων βλάβης για την κατάσταση Normal Ballast Departure	147
4.3.6	Αποτελέσματα δυσμενέστερων σεναρίων βλάβης για την κατάσταση Normal Ballast Arrival.....	153
4.4	Συνοπτική παρουσίαση ικανοποίησης κριτηρίων ευστάθειας έναντι βλάβης των υπόλοιπων σεναρίων	160
4.5	Συμπεράσματα επί των σεναρίων βλάβης.....	170
5	Έλεγχος κανονισμών διαμερισματοποίησης, άθικτης ευστάθειας και εκροής πετρελαίου	180
5.1	Βασικοί παράμετροι υπολογισμού	180
5.2	Διαγραμματική απεικόνιση των cargo tanks με τα όρια διαστάσεων που θέτουν οι κανονισμοί (regulation 19).....	181
5.3	Παρουσίαση αποτελεσμάτων συμμόρφωσης του πλοίου για εκροή πετρελαίου των δεξαμενών Cargo σε περίπτωση ατυχήματος (regulation 23).....	186
5.4	Παρουσίαση αποτελεσμάτων της συμμόρφωσης του πλοίου για ενδεχόμενη εκροή πετρελαίου σύμφωνα με τα ορισθέντα σενάρια βλάβης (regulations 24 -26)	190
5.5	Παρουσίαση αποτελεσμάτων της συμμόρφωσης του πλοίου σχετικά με την άθικτη ευστάθεια στη χειρότερη δυνατή κατάσταση φόρτωσης (regulation 27)	192
5.6	Συμπεράσματα επι των αποτελεσμάτων εκροής πετρελαίου.....	195
6	Ανακεφαλαίωση συμπερασμάτων και δυνατότητες έρευνας.....	202
6.1	Τελικά συμπεράσματα επι των αποτελεσμάτων	202

6.2	Προτάσεις για περαιτέρω έρευνα.....	203
	Βιβλιογραφία.....	204

Περίληψη

Η παρούσα διπλωματική, εκπονήθηκε το ακαδημαϊκό έτος 2014-2015 στο εργαστήριο του τομέα Μελέτης Πλοίου (Ship Design Laboratory-SDL) της Σχολής Ναυπηγών Μηχανολόγων Μηχανικών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου (Ε.Μ.Π.) υπό την επίβλεψη του καθηγητή και επικεφαλής του τομέα SDL, κύριο Απόστολο Παπανικολάου.

Το αντικείμενο μελέτης της παρούσας διπλωματικής είναι η μελέτη και η σχεδίαση ενός δεξαμενοπλοίου μεγέθους Aframax με τη χρήση του ναυπηγικού προγράμματος NAPA[®] και ο έλεγχος συμμόρφωσης του με τους κανόνες ευστάθειας έναντι βλάβης που προβλέπονται για αυτό καθώς και της εναρμόνισης του με τους κανονισμούς περί εκροής πετρελαίου στη θάλασσα. Το πλοίο "SIR NIKOLAS" 113,000 DWT το οποίο σχεδιάστηκε και μελετήθηκε, βασίζεται σε ένα δεξαμενόπλοιο 116,000 DWT μεγέθους Aframax, κορεατικής κατασκευής 2006 ως πλοίο αναφοράς. Για την ανάλυση της ευστάθειας του υπό μελέτη πλοίου κατόπιν βλάβης χρησιμοποιούνται συνολικά 58 σενάρια βλάβης που περιλαμβάνουν πλευρικές βλάβες, βλάβες πυθμένα αλλά και προσάραξης, ενώ κάθε σενάριο διέρχεται από τρία ενδιάμεσα στάδια πριν καταλήξει σε ισορροπία. Η μελέτη των σεναρίων βλάβης γίνεται για 6 διαφορετικές αρχικές καταστάσεις φόρτωσης που κυμαίνονται από το μέγιστο βύθισμα του πλοίου (βύθισμα σχεδίασης), ένα ενδιάμεσο βύθισμα μέχρι ένα βύθισμα ερματισμού. Η μελέτη εκροής πετρελαίου γίνεται, όπως προβλέπεται από τους κανονισμούς 23-26 της MARPOL73/78, για δυο ξεχωριστές περιπτώσεις, με πρώτη αυτή ενός ενδεχόμενου ατυχήματος χρησιμοποιώντας πιθανοθεωρητική προσέγγιση και δεύτερη αυτή των δεδομένων σεναρίων βλάβης όπως αυτά θεωρήθηκαν στο πρώτο σκέλος της εργασίας.

Λέξεις κλειδιά : Σχεδίαση Δεξαμενοπλοίου, Aframax Tanker, NAPA, Ευστάθεια κατόπιν Βλάβης, Σενάρια Βλάβης, Πλευρική Βλάβη, Βλάβη Πυθμένα, Προσάραξη, Κατάκλυση Διαμερισμάτων, Ακούσια Εκροή Πετρελαίου, Υποθετική Εκροή Πετρελαίου

Abstract

This diploma thesis was created in the academic year of 2014-2015 at the Ship Design Laboratory (SDL) of the school of Naval Architecture and Marine Engineering at National Technical University of Athens (NTUA) under the supervision of professor and head of SDL, Mister Apostolos Papanikolaou.

The object of this diploma thesis is the design of an Aframax tanker using the shipbuilding program NAPA[®]. Furthermore, an investigation takes place concerning ship's compliance with the stability rules in case of damage as well as with the oil outflow regulations. The designed tanker, named " SIR NIKOLAS", has 113,000 DWT and it is based on an Aframax tanker of 116,000 DWT, builded at 2006 in Korea, as reference ship. To analyze the stability response of the vessel in case of damage, a total of 58 damage scenarios have been used including lateral damages, bottom damages and stranding, with each scenario going through three intermediate stages before reaching the equilibrium state. In the damage stability assessment, 6 different initial loading conditions are considered ranging from a maximum draft of the ship (design draft), an intermediate draft up to a light draft. The oil outflow analyze is done, according to the procedure described in the regulations 23 to 26 of MARPOL73/78 on two separate occasions, the first of which is accidental using probabilistic approach and the second one, is hypothetical using the same damage scenarios that were considered in the first part of the paper.

Keywords : Tanker Design , Aframax Tanker, NAPA Shipbuilding Program, Damage Stability, Damage Scenarios, Lateral Damage, Bottom Damage, Grounding, Flooding Apartment, Accidental Oil Outflow, Hypothetical Oil Outflow

Συνοπτική Παρουσίαση Περιεχομένου των Κεφαλαίων

Κεφάλαιο 1^ο :

Γίνεται μια ιστορική αναδρομή από την εποχή της πρωτοεμφάνισης των δεξαμενοπλοίων στον κόσμο, την σταδιακή τους εξάπλωση, μέχρι την επικράτηση τους την χρυσή περίοδο 1970-1990 των ξέφρενων ναύλων. Ακόμα, γίνεται εκτενής αναφορά των χαρακτηριστικών τους, την τυπολογία τους καθώς επίσης και της ριζικής εξέλιξης της διάταξης τους. Τέλος, αναφέρονται συνοπτικά τα σημαντικότερα ατυχήματα tanker που σημειώθηκαν στον κόσμο και πως οι περιβαλλοντικές (και όχι μόνο) επιπτώσεις τις οποίες επέφεραν, συνετέλεσαν στην διαμόρφωση κανονισμών.

Κεφάλαιο 2^ο :

Παρατίθεται ολόκληρο το νομοθετικό πλαίσιο των κανονισμών που ισχύουν σήμερα για τα θέματα τα οποία εξετάζονται στην εργασία δηλαδή την άθικτη ευστάθεια του πλοίου, την ευστάθεια μετά από βλάβη, την ακούσια εκροή πετρελαίου, την υποθετική εκροή πετρελαίου, τον ορισμό διαστάσεων των βλαβών καθώς και την υποδιαίρεση και τα επιτρεπόμενα όρια μεγεθών των δεξαμενών.

Κεφάλαιο 3^ο :

Αρχικά γίνεται μια περιγραφική αναφορά στα βασικά στοιχεία του ναυπηγικού προγράμματος NAPA που χρησιμοποιήθηκε για την εκπόνηση της εργασίας. Έπειτα, παρουσιάζεται λεπτομερώς το σχεδιασθέν πλοίο ‘‘SIR NIKOLAS’’ με τα υδροστατικά του στοιχεία, τις διαστάσεις του, τη διαμερισματοποίηση του, την κατανομή βάρους του και τα ανοίγματά του.

Κεφάλαιο 4^ο :

Παρατίθενται σε πρώτη φάση αναλυτικά όλες οι αρχικές καταστάσεις φόρτωσης οι οποίες μελετώνται για την ευστάθεια κατόπιν βλάβης. Επίσης, προσδιορίζονται επακριβώς τα σενάρια βλάβης τα οποία χρησιμοποιούνται στην ανάλυση που έγινε. Έπειτα, αναφέρονται ένα προς ένα τα δυσμενέστερα σενάρια βλάβης τα οποία ξεχώρισαν με βάση το πλεόνασμα μετακεντρικού ύψους και συγκρίνονται οι προκύπτουσες τιμές των αποτελεσμάτων με τα κριτήρια ευστάθειας. Δίνεται μια σύντομη αναφορά των αποτελεσμάτων των λοιπών σεναρίων βλάβης και τέλος, μεταφέρονται τα συμπεράσματα τα οποία εξήχθησαν από την διαδικασία και τα αποτελέσματα.

Κεφάλαιο 5^ο :

Καταρχάς ορίζεται το πλαίσιο που λήφθηκε υπόψη για τους υπολογισμούς. Στη συνέχεια καταγράφονται τα όρια των δεξαμενών Cargo και συγκρίνονται με τα ελάχιστα όρια των κανονισμών, γίνεται η παράθεση των αποτελεσμάτων από την ακούσια εκροή πετρελαίου αλλά και από την υποθετική εκροή πετρελαίου στην οποία θεωρούνται ως σενάρια βλάβης αυτά που ορίστηκαν στο Κεφάλαιο 4, ενώ ακόμα γίνεται έλεγχος των αποτελεσμάτων άθικτης ευστάθειας για τη χειρότερη δυνατή κατάσταση φόρτωσης. Τέλος, καταγράφονται τα συμπεράσματα που παράγονται από τα παραπάνω αποτελέσματα σε σχέση με την εκροή πετρελαίου.

Κεφάλαιο 6^ο :

Γενικά συμπεράσματα επι των αποτελεσμάτων και προτάσεις για περαιτέρω έρευνα.

Λίστα Πινάκων

ΠΙΝΑΚΑΣ 1.2-1 : ΚΑΤΗΓΟΡΙΟΠΟΙΗΣΗ ΔΕΞΑΜΕΝΟΠΛΟΙΩΝ ΒΑΣΕΙ DWT ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΙΣ ΚΛΙΜΑΚΕΣ AFRA ΚΑΙ FM	34
ΠΙΝΑΚΑΣ 2.3-1 : ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΩΝ ΓΙΑ ΠΛΕΥΡΙΚΗ ΒΛΑΒΗ	53
ΠΙΝΑΚΑΣ 2.3-2 : ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΩΝ ΓΙΑ ΒΛΑΒΗ ΣΕ ΠΥΘΜΕΝΑ	54
ΠΙΝΑΚΑΣ 2.4-1 : ΜΕΓΙΣΤΑ ΟΡΙΑ ΕΚΤΑΣΗΣ ΠΛΕΥΡΙΚΩΝ ΒΛΑΒΩΝ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΥ 24	55
ΠΙΝΑΚΑΣ 2.4-2 : ΜΕΓΙΣΤΑ ΟΡΙΑ ΕΚΤΑΣΗΣ ΒΛΑΒΩΝ ΠΥΘΜΕΝΑ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΥ 24	55
ΠΙΝΑΚΑΣ 2.8-1 : ΜΕΓΙΣΤΑ ΟΡΙΑ ΕΚΤΑΣΗΣ ΠΛΕΥΡΙΚΩΝ ΒΛΑΒΩΝ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΥ 28	59
ΠΙΝΑΚΑΣ 2.8-2 : ΜΕΓΙΣΤΑ ΟΡΙΑ ΕΚΤΑΣΗΣ ΒΛΑΒΩΝ ΠΥΘΜΕΝΑ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΥ 28	60
ΠΙΝΑΚΑΣ 2.8-3 : ΔΙΑΧΩΡΗΤΟΤΗΤΕΣ ΧΩΡΩΝ ΚΑΤΑΚΛΥΣΗΣ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΟΝ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟ 28	62
ΠΙΝΑΚΑΣ 3.2-1 : ΒΑΣΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΠΛΟΙΟΥ ΑΝΑΦΟΡΑΣ	66
ΠΙΝΑΚΑΣ 3.3-1 : FRAME TABLE ΠΛΟΙΟΥ ‘‘SIR NIKOLAS’’	68
ΠΙΝΑΚΑΣ 3.3-2 : ΥΔΡΟΣΤΑΤΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΛΟΙΟΥ ‘‘SIR NIKOLAS’’	76
ΠΙΝΑΚΑΣ 3.3-3 : DEADWEIGHT SCALE ΠΛΟΙΟΥ ‘‘SIR NIKOLAS’’	77
ΠΙΝΑΚΑΣ 3.3-4 : ΚΥΡΙΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΦΟΡΤΙΩΝ ΠΛΟΙΟΥ ‘‘SIR NIKOLAS’’	79
ΠΙΝΑΚΑΣ 3.3-5 : ΚΥΡΙΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΩΝ ΠΛΟΙΟΥ ‘‘SIR NIKOLAS’’	83
ΠΙΝΑΚΑΣ 3.3-6 : ΒΑΡΗ ΚΑΙ ΚΕΝΤΡΑ ΒΑΡΩΝ ΑΦΟΡΤΟΥ ΠΛΟΙΟΥ ‘‘SIR NIKOLAS’’	85
ΠΙΝΑΚΑΣ 3.3-7 : ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ ΠΛΟΙΟΥ ‘‘SIR NIKOLAS’’	88
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.1-1 : ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΦΟΡΤΩΣΗΣ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΩΝ ΠΛΟΙΟΥ ‘‘SIR NIKOLAS’’ΣΕ FLD... ..	92
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.1-2 : ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΦΟΡΤΩΣΗΣ ΜΑΖΩΝ ΠΛΟΙΟΥ ‘‘SIR NIKOLAS’’ΣΕ FLD	92
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.1-3 : ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΛΟΙΟΥ ‘‘SIR NIKOLAS’’ΣΕ FLD	92
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.1-4 : ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΦΟΡΤΩΣΗΣ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΩΝ ΠΛΟΙΟΥ ‘‘SIR NIKOLAS’’ΣΕ FLA... ..	96
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.1-5 : ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΦΟΡΤΩΣΗΣ ΜΑΖΩΝ ΠΛΟΙΟΥ ‘‘SIR NIKOLAS’’ΣΕ FLA	96
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.1-6 : ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΛΟΙΟΥ ‘‘SIR NIKOLAS’’ΣΕ FLA	96
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.1-7 : ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΦΟΡΤΩΣΗΣ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΩΝ ΠΛΟΙΟΥ ‘‘SIR NIKOLAS’’ΣΕ GPLD	99
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.1-8 : ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΦΟΡΤΩΣΗΣ ΜΑΖΩΝ ΠΛΟΙΟΥ ‘‘SIR NIKOLAS’’ΣΕ GPLD	100
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.1-9 : ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΛΟΙΟΥ ‘‘SIR NIKOLAS’’ΣΕ GPLD	100
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.1-10 : ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΦΟΡΤΩΣΗΣ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΩΝ ΠΛΟΙΟΥ ‘‘SIR NIKOLAS’’ΣΕ GPLA	103
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.1-11 : ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΦΟΡΤΩΣΗΣ ΜΑΖΩΝ ΠΛΟΙΟΥ ‘‘SIR NIKOLAS’’ΣΕ GPLA	103
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.1-12 : ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΛΟΙΟΥ ‘‘SIR NIKOLAS’’ΣΕ GPLA ..	103
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.1-13 : ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΦΟΡΤΩΣΗΣ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΩΝ ΠΛΟΙΟΥ ‘‘SIR NIKOLAS’’ΣΕ NBD	106
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.1-14 : ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΦΟΡΤΩΣΗΣ ΜΑΖΩΝ ΠΛΟΙΟΥ ‘‘SIR NIKOLAS’’ΣΕ NBD	106
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.1-15 : ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΛΟΙΟΥ ‘‘SIR NIKOLAS’’ΣΕ NBD	106
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.1-16 : ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΦΟΡΤΩΣΗΣ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΩΝ ΠΛΟΙΟΥ ‘‘SIR NIKOLAS’’ΣΕ NBA	109
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.1-17 : ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΦΟΡΤΩΣΗΣ ΜΑΖΩΝ ΠΛΟΙΟΥ ‘‘SIR NIKOLAS’’ΣΕ NBA	110
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.1-18 : ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΛΟΙΟΥ ‘‘SIR NIKOLAS’’ΣΕ NBA	110
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.2-1 : ΜΕΓΙΣΤΗ ΘΕΩΡΟΥΜΕΝΗ ΕΚΤΑΣΗ ΒΛΑΒΩΝ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΟΝ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟ 28	112
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.2-2 : ΣΕΝΑΡΙΑ ΠΛΕΥΡΙΚΩΝ ΒΛΑΒΩΝ PORT SIDE	114
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.2-3 : ΣΕΝΑΡΙΑ ΠΛΕΥΡΙΚΩΝ ΒΛΑΒΩΝ STARBOARD SIDE	115
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.2-4 : ΣΕΝΑΡΙΑ ΒΛΑΒΩΝ ΠΥΘΜΕΝΑ	116
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.2-5 : ΣΕΝΑΡΙΑ ΒΛΑΒΩΝ ΛΟΓΩ ΠΡΟΣΑΡΑΞΗΣ	116
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.3-1 : ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΜΠΥΛΗΣ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ ΚΑΙ ΠΛΕΥΣΗΣ ΓΙΑ ΤΟ ΣΕΝΑΡΙΟ FLD/D9.21	118

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.3-2 : ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ ΕΝΑΝΤΙ ΒΛΑΒΗΣ ΣΕΝΑΡΙΟΥ FLD/D9.21	119
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.3-3 : ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΦΟΡΤΙΩΝ ΔΙΑΡΡΗΓΜΕΝΩΝ ΔΕΞΑΜΕΝΩΝ ΣΕ ΟΛΑ ΤΑ ΣΤΑΔΙΑ ΚΑΤΑΚΛΥΣΗΣ ΣΕΝΑΡΙΟΥ FLD/D9.21	120
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.3-4 : ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΜΠΥΛΗΣ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ ΚΑΙ ΠΛΕΥΣΗΣ ΓΙΑ ΤΟ ΣΕΝΑΡΙΟ FLD/D7.15P	122
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.3-5 : ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ ΕΝΑΝΤΙ ΒΛΑΒΗΣ ΣΕΝΑΡΙΟΥ FLD/D7.15P.....	122
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.3-6: ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΦΟΡΤΙΩΝ ΔΙΑΡΡΗΓΜΕΝΩΝ ΔΕΞΑΜΕΝΩΝ ΣΕ ΟΛΑ ΤΑ ΣΤΑΔΙΑ ΚΑΤΑΚΛΥΣΗΣ ΣΕΝΑΡΙΟΥ FLD/D7.15P	123
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.3-7 : ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΜΠΥΛΗΣ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ ΚΑΙ ΠΛΕΥΣΗΣ ΓΙΑ ΤΟ ΣΕΝΑΡΙΟ FLD/D9.11P	125
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.3-8 : ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ ΕΝΑΝΤΙ ΒΛΑΒΗΣ ΣΕΝΑΡΙΟΥ FLD/D9.11P.....	126
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.3-9 : ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΦΟΡΤΙΩΝ ΔΙΑΡΡΗΓΜΕΝΩΝ ΔΕΞΑΜΕΝΩΝ ΣΕ ΟΛΑ ΤΑ ΣΤΑΔΙΑ ΚΑΤΑΚΛΥΣΗΣ ΣΕΝΑΡΙΟΥ FLD/D9.11P	126
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.3-10 : ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΜΠΥΛΗΣ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ ΚΑΙ ΠΛΕΥΣΗΣ ΓΙΑ ΤΟ ΣΕΝΑΡΙΟ FLA/D9.21	128
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.3-11 : ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ ΕΝΑΝΤΙ ΒΛΑΒΗΣ ΣΕΝΑΡΙΟΥ FLA/D9.21	129
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.3-12 : ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΦΟΡΤΙΩΝ ΔΙΑΡΡΗΓΜΕΝΩΝ ΔΕΞΑΜΕΝΩΝ ΣΕ ΟΛΑ ΤΑ ΣΤΑΔΙΑ ΚΑΤΑΚΛΥΣΗΣ ΣΕΝΑΡΙΟΥ FLA/D9.21	130
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.3-13 : ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΜΠΥΛΗΣ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ ΚΑΙ ΠΛΕΥΣΗΣ ΓΙΑ ΤΟ ΣΕΝΑΡΙΟ FLA/D7.15S	131
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.3-14 : ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ ΕΝΑΝΤΙ ΒΛΑΒΗΣ ΣΕΝΑΡΙΟΥ FLA/D7.15S.....	132
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.3-15 : ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΦΟΡΤΙΩΝ ΔΙΑΡΡΗΓΜΕΝΩΝ ΔΕΞΑΜΕΝΩΝ ΣΕ ΟΛΑ ΤΑ ΣΤΑΔΙΑ ΚΑΤΑΚΛΥΣΗΣ ΣΕΝΑΡΙΟΥ FLA/D7.15S	133
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.3-16 : ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΜΠΥΛΗΣ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ ΚΑΙ ΠΛΕΥΣΗΣ ΓΙΑ ΤΟ ΣΕΝΑΡΙΟ FLA/D9.11P	134
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.3-17 : ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ ΕΝΑΝΤΙ ΒΛΑΒΗΣ ΣΕΝΑΡΙΟΥ FLA/D9.11P.....	135
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.3-18 : ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΦΟΡΤΙΩΝ ΔΙΑΡΡΗΓΜΕΝΩΝ ΔΕΞΑΜΕΝΩΝ ΣΕ ΟΛΑ ΤΑ ΣΤΑΔΙΑ ΚΑΤΑΚΛΥΣΗΣ ΣΕΝΑΡΙΟΥ FLA/D9.11P	136
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.3-19 : ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΜΠΥΛΗΣ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ ΚΑΙ ΠΛΕΥΣΗΣ ΓΙΑ ΤΟ ΣΕΝΑΡΙΟ GPLD/D5.12P.....	137
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.3-20 : ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ ΕΝΑΝΤΙ ΒΛΑΒΗΣ ΣΕΝΑΡΙΟΥ GPLD/D5.12P.....	138
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.3-21 : ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΦΟΡΤΙΩΝ ΔΙΑΡΡΗΓΜΕΝΩΝ ΔΕΞΑΜΕΝΩΝ ΣΕ ΟΛΑ ΤΑ ΣΤΑΔΙΑ ΚΑΤΑΚΛΥΣΗΣ ΣΕΝΑΡΙΟΥ GPLD/D5.12P.....	138
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.3-22 : ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΜΠΥΛΗΣ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ ΚΑΙ ΠΛΕΥΣΗΣ ΓΙΑ ΤΟ ΣΕΝΑΡΙΟ GPLD/D4.12P.....	140
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.3-23 : ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ ΕΝΑΝΤΙ ΒΛΑΒΗΣ ΣΕΝΑΡΙΟΥ GPLD/D4.12P	141
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.3-24 : ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΦΟΡΤΙΩΝ ΔΙΑΡΡΗΓΜΕΝΩΝ ΔΕΞΑΜΕΝΩΝ ΣΕ ΟΛΑ ΤΑ ΣΤΑΔΙΑ ΚΑΤΑΚΛΥΣΗΣ ΣΕΝΑΡΙΟΥ GPLD/D4.12P.....	141
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.3-25 : ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΜΠΥΛΗΣ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ ΚΑΙ ΠΛΕΥΣΗΣ ΓΙΑ ΤΟ ΣΕΝΑΡΙΟ GPLA/D5.12P.....	143
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.3-26 : ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ ΕΝΑΝΤΙ ΒΛΑΒΗΣ ΣΕΝΑΡΙΟΥ GPLA/D5.12P	143
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.3-27 : ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΦΟΡΤΙΩΝ ΔΙΑΡΡΗΓΜΕΝΩΝ ΔΕΞΑΜΕΝΩΝ ΣΕ ΟΛΑ ΤΑ ΣΤΑΔΙΑ ΚΑΤΑΚΛΥΣΗΣ ΣΕΝΑΡΙΟΥ GPLA/D5.12P.....	144
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.3-28 : ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΜΠΥΛΗΣ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ ΚΑΙ ΠΛΕΥΣΗΣ ΓΙΑ ΤΟ ΣΕΝΑΡΙΟ GPLA/D4.12P.....	145
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.3-29 : ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ ΕΝΑΝΤΙ ΒΛΑΒΗΣ ΣΕΝΑΡΙΟΥ GPLA/D4.12P	146
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.3-30 : ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΦΟΡΤΙΩΝ ΔΙΑΡΡΗΓΜΕΝΩΝ ΔΕΞΑΜΕΝΩΝ ΣΕ ΟΛΑ ΤΑ ΣΤΑΔΙΑ ΚΑΤΑΚΛΥΣΗΣ ΣΕΝΑΡΙΟΥ GPLA/D4.12P.....	147

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.3-31 : ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΜΠΥΛΗΣ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ ΚΑΙ ΠΛΕΥΣΗΣ ΓΙΑ ΤΟ ΣΕΝΑΡΙΟ NBD/D9.21	148
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.3-32 : ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ ΕΝΑΝΤΙ ΒΛΑΒΗΣ ΣΕΝΑΡΙΟΥ NBD/D9.21	149
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.3-33 : ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΦΟΡΤΙΩΝ ΔΙΑΡΡΗΓΜΕΝΩΝ ΔΕΞΑΜΕΝΩΝ ΣΕ ΟΛΑ ΤΑ ΣΤΑΔΙΑ ΚΑΤΑΚΛΥΣΗΣ ΣΕΝΑΡΙΟΥ NBD/D9.21	150
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.3-34 : ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΜΠΥΛΗΣ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ ΚΑΙ ΠΛΕΥΣΗΣ ΓΙΑ ΤΟ ΣΕΝΑΡΙΟ NBD/D9.11S	152
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.3-35 : ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ ΕΝΑΝΤΙ ΒΛΑΒΗΣ ΣΕΝΑΡΙΟΥ NBD/D9.11S	152
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.3-36 : ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΦΟΡΤΙΩΝ ΔΙΑΡΡΗΓΜΕΝΩΝ ΔΕΞΑΜΕΝΩΝ ΣΕ ΟΛΑ ΤΑ ΣΤΑΔΙΑ ΚΑΤΑΚΛΥΣΗΣ ΣΕΝΑΡΙΟΥ NBD/D9.11S.....	153
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.3-37 : ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΜΠΥΛΗΣ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ ΚΑΙ ΠΛΕΥΣΗΣ ΓΙΑ ΤΟ ΣΕΝΑΡΙΟ NBA/D9.21	155
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.3-38 : ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ ΕΝΑΝΤΙ ΒΛΑΒΗΣ ΣΕΝΑΡΙΟΥ NBA/D9.21	155
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.3-39 : ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΦΟΡΤΙΩΝ ΔΙΑΡΡΗΓΜΕΝΩΝ ΔΕΞΑΜΕΝΩΝ ΣΕ ΟΛΑ ΤΑ ΣΤΑΔΙΑ ΚΑΤΑΚΛΥΣΗΣ ΣΕΝΑΡΙΟΥ NBA/D9.21	157
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.3-40 : ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΜΠΥΛΗΣ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ ΚΑΙ ΠΛΕΥΣΗΣ ΓΙΑ ΤΟ ΣΕΝΑΡΙΟ NBA/D9.11S	158
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.3-41 : ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ ΕΝΑΝΤΙ ΒΛΑΒΗΣ ΣΕΝΑΡΙΟΥ NBA/D9.11S	159
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.3-42 : ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΦΟΡΤΙΩΝ ΔΙΑΡΡΗΓΜΕΝΩΝ ΔΕΞΑΜΕΝΩΝ ΣΕ ΟΛΑ ΤΑ ΣΤΑΔΙΑ ΚΑΤΑΚΛΥΣΗΣ ΣΕΝΑΡΙΟΥ NBA/D9.11S.....	160
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.4-1 : ΚΡΙΣΙΜΟ ΣΤΑΔΙΟ-ΚΡΙΤΗΡΙΟ ΤΗΣ ΦΟΡΤΩΣΗΣ FLD ΑΝΑ ΣΕΝΑΡΙΟ ΒΛΑΒΗΣ	162
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.4-2 : ΚΡΙΣΙΜΟ ΣΤΑΔΙΟ-ΚΡΙΤΗΡΙΟ ΤΗΣ ΦΟΡΤΩΣΗΣ FLA ΑΝΑ ΣΕΝΑΡΙΟ ΒΛΑΒΗΣ	163
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.4-3 : ΚΡΙΣΙΜΟ ΣΤΑΔΙΟ-ΚΡΙΤΗΡΙΟ ΤΗΣ ΦΟΡΤΩΣΗΣ GPLD ΑΝΑ ΣΕΝΑΡΙΟ ΒΛΑΒΗΣ..	165
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.4-4 : ΚΡΙΣΙΜΟ ΣΤΑΔΙΟ-ΚΡΙΤΗΡΙΟ ΤΗΣ ΦΟΡΤΩΣΗΣ GPLA ΑΝΑ ΣΕΝΑΡΙΟ ΒΛΑΒΗΣ..	167
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.4-5 : ΚΡΙΣΙΜΟ ΣΤΑΔΙΟ-ΚΡΙΤΗΡΙΟ ΤΗΣ ΦΟΡΤΩΣΗΣ NBD ΑΝΑ ΣΕΝΑΡΙΟ ΒΛΑΒΗΣ....	168
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.4-6 : ΚΡΙΣΙΜΟ ΣΤΑΔΙΟ-ΚΡΙΤΗΡΙΟ ΤΗΣ ΦΟΡΤΩΣΗΣ NBA ΑΝΑ ΣΕΝΑΡΙΟ ΒΛΑΒΗΣ....	170
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.5-1 : ΑΝΑΛΥΤΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΜΦΑΝΙΣΗΣ ΚΡΙΣΙΜΟΤΕΡΩΝ ΑΠΑΙΤΗΣΕΩΝ GM ΔΥΣΜΕΝΕΣΤΕΡΩΝ ΣΕΝΑΡΙΩΝ ΒΛΑΒΗΣ.....	176
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.5-2 : ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΚΡΙΣΙΜΟΤΕΡΩΝ ΑΠΑΙΤΗΣΕΩΝ GM ΜΕΤΑΞΥ ΤΩΝ ΕΝΔΙΑΜΕΣΩΝ ΣΤΑΔΙΩΝ	177
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.5-3 : ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΚΡΙΣΙΜΟΤΕΡΩΝ ΑΠΑΙΤΗΣΕΩΝ GM ΤΩΝ ΕΝΔΙΑΜΕΣΩΝ ΣΤΑΔΙΩΝ ΑΝΑ ΤΥΠΟ ΒΛΑΒΗΣ	178
ΠΙΝΑΚΑΣ 5.1-1 : ΜΕΓΙΣΤΗ ΘΕΩΡΟΥΜΕΝΗ ΕΚΤΑΣΗ ΒΛΑΒΩΝ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΟΝ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟ 24	181
ΠΙΝΑΚΑΣ 5.2-1 : ΣΥΜΜΟΡΦΩΣΗ ΟΡΙΩΝ ΔΕΞΑΜΕΝΩΝ ΦΟΡΤΙΟΥ ΤΟΥ ΠΛΟΙΟΥ “SIR ΝΙΚΟΛΑΣ”	182
ΠΙΝΑΚΑΣ 5.3-1 : ΕΚΡΟΗ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ ΔΕΞΑΜΕΝΩΝ ΦΟΡΤΙΟΥ ΛΟΓΩ ΑΤΥΧΗΜΑΤΟΣ.....	188
ΠΙΝΑΚΑΣ 5.3-2 : ΕΚΡΟΗ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ ΔΕΞΑΜΕΝΩΝ ΑΝΕΦΟΔΙΑΣΜΟΥ ΛΟΓΩ ΑΤΥΧΗΜΑΤΟΣ.....	189
ΠΙΝΑΚΑΣ 5.5-1 : ΑΝΑΛΥΤΙΚΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΦΟΡΤΙΩΝ ΧΕΙΡΟΤΕΡΗΣ ΔΥΝΑΤΗΣ ΑΡΧΙΚΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ	194
ΠΙΝΑΚΑΣ 5.5-2 : ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΠΛΕΥΣΗΣ ΧΕΙΡΟΤΕΡΗΣ ΔΥΝΑΤΗΣ ΑΡΧΙΚΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ	195
ΠΙΝΑΚΑΣ 5.5-3 : ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ ΧΕΙΡΟΤΕΡΗΣ ΔΥΝΑΤΗΣ ΑΡΧΙΚΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ.....	195

Λίστα Εικόνων

ΕΙΚΟΝΑ 1.1-1 : Το ΔΕΞΑΜΕΝΟΠΛΟΙΟ GLÜCKAUF ΗΤΑΝ ΤΟ ΠΡΩΤΟ ΠΟΥ ΔΙΕΣΧΙΣΕ ΤΟΥΣ ΩΚΕΑΝΟΥΣ ΤΟΥ ΚΟΣΜΟΥ ΤΗ ΔΕΚΑΕΤΙΑ ΤΟΥ 1880	23
ΕΙΚΟΝΑ 1.1-2 : Το USNS SUPPLY ATLANTIC OCEAN ΑΝΕΦΟΔΙΑΖΕΙ ΤΟ ΠΟΛΕΜΙΚΟ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΙΚΟ USS McFAUL ΕΝ ΚΙΝΗΣΕΙ 2011, U.S. NAVY PHOTO	24
ΕΙΚΟΝΑ 1.1-3 : Το SUPERTANKER KNOCK NEVIS ΣΕ ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΜΕ ΨΗΛΑ ΔΗΜΟΦΙΛΗ ΚΤΙΡΙΑ....	26
ΕΙΚΟΝΑ 1.2-1 : ΒΑΣΙΚΕΣ ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ TANKER ,ΚΑΤΑ ΣΕΙΡΑ PRE-MARPOL, POST-MARPOL, DOUBLE HULL	29
ΕΙΚΟΝΑ 1.2-2 : ΒΑΣΙΚΕΣ ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ,ΚΑΤΑ ΣΕΙΡΑ SINGLE HULL, DOUBLE BOTTOM ΚΑΙ DOUBLE HULL.....	29
ΕΙΚΟΝΑ 1.2-3 : ΜΟΝΤΕΛΟ ΔΙΑΤΑΞΗΣ MID-DECK ΔΕΞΑΜΕΝΟΠΛΟΙΩΝ.....	30
ΕΙΚΟΝΑ 1.2-4 : ΤΥΠΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ L ΕΝΟΣ TANKER ΜΕ DOUBLE HULL	31
ΕΙΚΟΝΑ 1.2-5 : ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΔΕΞΑΜΕΝΟΠΛΟΙΩΝ ΚΑΤΑ AFRA ΒΑΣΕΙ DWT (ΤΟ AFRAMAX ΤΟΠΟΘΕΤΕΙΤΑΙ ΚΑΤΑΧΡΗΣΤΙΚΑ) SOURCE: U.S. ENERGY INFORMATION ADMINISTRATION, LONDON TANKER BROKERS' PANEL	33
ΕΙΚΟΝΑ 1.2-6 : ΠΛΟΙΟ ΑΝΑΦΟΡΑΣ ΤΥΠΟΥ AFRAMAX- 116,000 DWT.....	34
ΕΙΚΟΝΑ 1.3-1 : Το ΑΤΥΧΗΜΑ ΤΟΥ TORREY CANYON-1967	37
ΕΙΚΟΝΑ 1.3-2 : ΠΕΡΙΟΧΗ ΕΚΤΑΣΗΣ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΚΗΛΙΔΑΣ ΑΠΟ ΤΗ ΠΡΟΣΚΡΟΥΣΗ ΤΟΥ TORREY CANYON	37
ΕΙΚΟΝΑ 1.3-3 : Το ΚΟΜΜΕΝΟ ΣΤΑ ΔΥΟ ΑΜΟCΟ CADIZ ΒΥΘΙΖΕΤΑΙ ΚΟΝΤΑ ΣΤΙΣ ΓΑΛΛΙΚΕΣ ΑΚΤΕΣ.....	38
ΕΙΚΟΝΑ 1.3-4 : Η ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΙΚΗ ΕΞΑΠΛΩΣΗ ΤΟΥ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ ΣΤΙΣ ΑΚΤΕΣ ΤΗΣ ΒΡΕΤΑΝΗΣ ...	39
ΕΙΚΟΝΑ 1.3-5 : Η ΦΩΤΙΑ ΚΑΤΑΚΑΙΕΙ ΤΟ ATLANTIC EMPRESS ΓΙΑ ΠΑΝΩ ΑΠΟ 10 ΜΕΡΕΣ ΣΤΑ ΑΝΟΙΧΤΑ ΤΗΣ ΚΑΡΑΪΒΙΚΗΣ	40
ΕΙΚΟΝΑ 1.3-6 : Το ΕΧΧΟΝ VALDEZ ΠΛΕΕΙ ΑΝΑΜΕΣΑ ΣΤΟΥΣ ΧΙΛΙΑΔΕΣ ΤΟΝΟΥΣ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ ΠΟΥ ΕΧΕΙ ΑΠΕΛΕΥΘΕΡΩΣΕΙ ΣΤΗ ΘΑΛΑΣΣΑ.....	41
ΕΙΚΟΝΑ 1.3-7 : Η ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΗ ΑΠΟ ΤΟ ΑΤΥΧΗΜΑ ΤΟΥ ΕΧΧΟΝ VALDEZ ΗΤΑΝ ΑΝΥΠΟΛΟΓΙΣΤΗ.....	41
ΕΙΚΟΝΑ 1.3-8 : Το TANKER ΕΡΙΚΑ ΚΑΘΩΣ ΚΑΤΕΥΘΥΝΕΤΑΙ ΣΤΗΝ ΤΕΛΕΥΤΑΙΑ ΤΟΥ ΚΑΤΟΙΚΙΑ...	42
ΕΙΚΟΝΑ 1.3-9 : Το PRESTIGE ΚΑΤΑΡΡΕΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΑ ΚΑΙ ΠΑΡΑΔΙΝΕΤΑΙ ΣΤΗ ΘΑΛΑΣΣΑ .	43
ΕΙΚΟΝΑ 3.1-1 : ΔΟΜΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΚΑΙ ΣΥΝΘΕΣΗΣ ΣΤΟ NAPA.....	65
ΕΙΚΟΝΑ 3.3-1 : ΚΥΡΙΕΣ ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΤΟΥ ΠΛΟΙΟΥ ‘‘SIR NIKOLAS’’	67
ΕΙΚΟΝΑ 4.1-1 : ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΠΛΕΥΣΗΣ ΚΑΙ ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ ΠΛΟΙΟΥ ‘‘SIR NIKOLAS’’ΣΕ FLD	93
ΕΙΚΟΝΑ 4.1-2 : ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΠΛΕΥΣΗΣ ΚΑΙ ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ ΠΛΟΙΟΥ ‘‘SIR NIKOLAS’’ΣΕ FLA	97
ΕΙΚΟΝΑ 4.1-3 : ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΠΛΕΥΣΗΣ ΚΑΙ ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ ΠΛΟΙΟΥ ‘‘SIR NIKOLAS’’ΣΕ GPLD	100
ΕΙΚΟΝΑ 4.1-4 : ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΠΛΕΥΣΗΣ ΚΑΙ ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ ΠΛΟΙΟΥ ‘‘SIR NIKOLAS’’ΣΕ GPLA	104
ΕΙΚΟΝΑ 4.1-5 : ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΠΛΕΥΣΗΣ ΚΑΙ ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ ΠΛΟΙΟΥ ‘‘SIR NIKOLAS’’ΣΕ NBD	107
ΕΙΚΟΝΑ 4.1-6 : ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΠΛΕΥΣΗΣ ΚΑΙ ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ ΠΛΟΙΟΥ ‘‘SIR NIKOLAS’’ΣΕ NBA	110

Λίστα Σχημάτων

ΣΧΗΜΑ 1.2-1 : ΡΥΘΜΟΣ ΕΜΦΑΝΙΣΗΣ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ ΑΝΑ ΕΤΟΣ ΚΑΙ ΤΥΠΟ ΒΛΑΒΗΣ ΓΙΑ ΑΦΡΑΜΑΧ ΤΑΝΚΕΡΣ (ΠΑΡΑΝΙΚΟΛΑΟΥ ET AL 2006)	35
ΣΧΗΜΑ 3.3-1 : ΠΡΥΜΝΑΙΑ ΟΨΗ ΣΧΕΔΙΟΥ ΓΡΑΜΜΩΝ ΠΛΟΙΟΥ ‘‘SIR NIKOLAS’’	69
ΣΧΗΜΑ 3.3-2 : ΠΡΩΡΑΙΑ ΟΨΗ ΣΧΕΔΙΟΥ ΓΡΑΜΜΩΝ ΠΛΟΙΟΥ ‘‘SIR NIKOLAS’’	69
ΣΧΗΜΑ 3.3-3 : ΠΡΥΜΝΑΙΑ ΟΨΗ ΓΑΣΤΡΑΣ ΠΛΟΙΟΥ ‘‘SIR NIKOLAS’’	70
ΣΧΗΜΑ 3.3-4 : ΠΡΩΡΑΙΑ ΟΨΗ ΓΑΣΤΡΑΣ ΠΛΟΙΟΥ ‘‘SIR NIKOLAS’’	70
ΣΧΗΜΑ 3.3-5 : ΠΡΥΜΝΑΙΑ ΟΨΗ ΚΑΜΠΥΛΟΤΗΤΑΣ ΓΑΣΤΡΑΣ ΠΛΟΙΟΥ ‘‘SIR NIKOLAS’’	71
ΣΧΗΜΑ 3.3-6 : ΠΡΩΡΑΙΑ ΟΨΗ ΚΑΜΠΥΛΟΤΗΤΑΣ ΓΑΣΤΡΑΣ ΠΛΟΙΟΥ ‘‘SIR NIKOLAS’’	71
ΣΧΗΜΑ 3.3-7 : ΣΧΕΔΙΟ ΓΕΝΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΞΗΣ ΠΛΟΙΟΥ ‘‘SIR NIKOLAS’’	84
ΣΧΗΜΑ 4.1-1 : ΣΧΕΔΙΟ ΓΕΝΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΞΗΣ ΠΛΟΙΟΥ ‘‘SIR NIKOLAS’’ ΣΕ FLD	91
ΣΧΗΜΑ 4.1-2 : ΚΑΜΠΥΛΗ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ ΠΛΟΙΟΥ ‘‘SIR NIKOLAS’’ ΣΕ FLD	93
ΣΧΗΜΑ 4.1-3 : ΣΧΕΔΙΟ ΓΕΝΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΞΗΣ ΠΛΟΙΟΥ ‘‘SIR NIKOLAS’’ ΣΕ FLA	94
ΣΧΗΜΑ 4.1-4 : ΚΑΜΠΥΛΗ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ ΠΛΟΙΟΥ ‘‘SIR NIKOLAS’’ ΣΕ FLA	97
ΣΧΗΜΑ 4.1-5 : ΣΧΕΔΙΟ ΓΕΝΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΞΗΣ ΠΛΟΙΟΥ ‘‘SIR NIKOLAS’’ ΣΕ GPLD	98
ΣΧΗΜΑ 4.1-6 : ΚΑΜΠΥΛΗ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ ΠΛΟΙΟΥ ‘‘SIR NIKOLAS’’ ΣΕ GPLD	101
ΣΧΗΜΑ 4.1-7 : ΣΧΕΔΙΟ ΓΕΝΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΞΗΣ ΠΛΟΙΟΥ ‘‘SIR NIKOLAS’’ ΣΕ GPLA	101
ΣΧΗΜΑ 4.1-8 : ΚΑΜΠΥΛΗ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ ΠΛΟΙΟΥ ‘‘SIR NIKOLAS’’ ΣΕ GPLA	104
ΣΧΗΜΑ 4.1-9 : ΣΧΕΔΙΟ ΓΕΝΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΞΗΣ ΠΛΟΙΟΥ ‘‘SIR NIKOLAS’’ ΣΕ NBD	105
ΣΧΗΜΑ 4.1-10 : ΚΑΜΠΥΛΗ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ ΠΛΟΙΟΥ ‘‘SIR NIKOLAS’’ ΣΕ NBD	107
ΣΧΗΜΑ 4.1-11 : ΣΧΕΔΙΟ ΓΕΝΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΞΗΣ ΠΛΟΙΟΥ ‘‘SIR NIKOLAS’’ ΣΕ NBA	108
ΣΧΗΜΑ 4.1-12 : ΚΑΜΠΥΛΗ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ ΠΛΟΙΟΥ ‘‘SIR NIKOLAS’’ ΣΕ NBA	111
ΣΧΗΜΑ 4.3-1 : ΣΧΕΔΙΟ ΓΕΝΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΞΗΣ ΣΕ ΤΕΛΙΚΟ ΣΤΑΔΙΟ ΚΑΤΑΚΛΥΣΗΣ ΣΕΝΑΡΙΟΥ FLD/D9.21	117
ΣΧΗΜΑ 4.3-2 : ΚΑΜΠΥΛΗ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ ΣΕ ΤΕΛΙΚΟ ΣΤΑΔΙΟ ΚΑΤΑΚΛΥΣΗΣ ΣΕΝΑΡΙΟΥ FLD/D9.21	117
ΣΧΗΜΑ 4.3-3 : ΣΧΕΔΙΟ ΓΕΝΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΞΗΣ ΣΕ ΤΕΛΙΚΟ ΣΤΑΔΙΟ ΚΑΤΑΚΛΥΣΗΣ ΣΕΝΑΡΙΟΥ FLD/D7.15P	121
ΣΧΗΜΑ 4.3-4 : ΚΑΜΠΥΛΗ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ ΣΕ ΤΕΛΙΚΟ ΣΤΑΔΙΟ ΚΑΤΑΚΛΥΣΗΣ ΣΕΝΑΡΙΟΥ FLD/D7.15P	121
ΣΧΗΜΑ 4.3-5 : ΣΧΕΔΙΟ ΓΕΝΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΞΗΣ ΣΕ ΤΕΛΙΚΟ ΣΤΑΔΙΟ ΚΑΤΑΚΛΥΣΗΣ ΣΕΝΑΡΙΟΥ FLD/D9.11P	124
ΣΧΗΜΑ 4.3-6 : ΚΑΜΠΥΛΗ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ ΣΕ ΤΕΛΙΚΟ ΣΤΑΔΙΟ ΚΑΤΑΚΛΥΣΗΣ ΣΕΝΑΡΙΟΥ FLD/D9.11P	124
ΣΧΗΜΑ 4.3-7 : ΣΧΕΔΙΟ ΓΕΝΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΞΗΣ ΣΕ ΤΕΛΙΚΟ ΣΤΑΔΙΟ ΚΑΤΑΚΛΥΣΗΣ ΣΕΝΑΡΙΟΥ FLA/D9.21	127
ΣΧΗΜΑ 4.3-8 : ΚΑΜΠΥΛΗ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ ΣΕ ΤΕΛΙΚΟ ΣΤΑΔΙΟ ΚΑΤΑΚΛΥΣΗΣ ΣΕΝΑΡΙΟΥ FLA/D9.21	127
ΣΧΗΜΑ 4.3-9 : ΣΧΕΔΙΟ ΓΕΝΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΞΗΣ ΣΕ ΤΕΛΙΚΟ ΣΤΑΔΙΟ ΚΑΤΑΚΛΥΣΗΣ ΣΕΝΑΡΙΟΥ FLA/D7.15S	130
ΣΧΗΜΑ 4.3-10 : ΚΑΜΠΥΛΗ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ ΣΕ ΤΕΛΙΚΟ ΣΤΑΔΙΟ ΚΑΤΑΚΛΥΣΗΣ ΣΕΝΑΡΙΟΥ FLA/D7.15S	131
ΣΧΗΜΑ 4.3-11 : ΣΧΕΔΙΟ ΓΕΝΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΞΗΣ ΣΕ ΤΕΛΙΚΟ ΣΤΑΔΙΟ ΚΑΤΑΚΛΥΣΗΣ ΣΕΝΑΡΙΟΥ FLA/D9.11P	133
ΣΧΗΜΑ 4.3-12 : ΚΑΜΠΥΛΗ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ ΣΕ ΤΕΛΙΚΟ ΣΤΑΔΙΟ ΚΑΤΑΚΛΥΣΗΣ ΣΕΝΑΡΙΟΥ FLA/D9.11P	134

ΣΧΗΜΑ 4.3-13 : ΣΧΕΔΙΟ ΓΕΝΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΞΗΣ ΣΕ ΤΕΛΙΚΟ ΣΤΑΔΙΟ ΚΑΤΑΚΛΥΣΗΣ ΣΕΝΑΡΙΟΥ GPLD/D5.12P.....	136
ΣΧΗΜΑ 4.3-14 : ΚΑΜΠΥΛΗ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ ΣΕ ΤΕΛΙΚΟ ΣΤΑΔΙΟ ΚΑΤΑΚΛΥΣΗΣ ΣΕΝΑΡΙΟΥ GPLD/D5.12P.....	137
ΣΧΗΜΑ 4.3-15 : ΣΧΕΔΙΟ ΓΕΝΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΞΗΣ ΣΕ ΤΕΛΙΚΟ ΣΤΑΔΙΟ ΚΑΤΑΚΛΥΣΗΣ ΣΕΝΑΡΙΟΥ GPLD/D4.12P.....	139
ΣΧΗΜΑ 4.3-16 : ΚΑΜΠΥΛΗ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ ΣΕ ΤΕΛΙΚΟ ΣΤΑΔΙΟ ΚΑΤΑΚΛΥΣΗΣ ΣΕΝΑΡΙΟΥ GPLD/D4.12P.....	139
ΣΧΗΜΑ 4.3-17 : ΣΧΕΔΙΟ ΓΕΝΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΞΗΣ ΣΕ ΤΕΛΙΚΟ ΣΤΑΔΙΟ ΚΑΤΑΚΛΥΣΗΣ ΣΕΝΑΡΙΟΥ GPLA/D5.12P.....	142
ΣΧΗΜΑ 4.3-18 : ΚΑΜΠΥΛΗ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ ΣΕ ΤΕΛΙΚΟ ΣΤΑΔΙΟ ΚΑΤΑΚΛΥΣΗΣ ΣΕΝΑΡΙΟΥ GPLA/D5.12P.....	142
ΣΧΗΜΑ 4.3-19 : ΣΧΕΔΙΟ ΓΕΝΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΞΗΣ ΣΕ ΤΕΛΙΚΟ ΣΤΑΔΙΟ ΚΑΤΑΚΛΥΣΗΣ ΣΕΝΑΡΙΟΥ GPLA/D4.12P.....	144
ΣΧΗΜΑ 4.3-20 : ΚΑΜΠΥΛΗ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ ΣΕ ΤΕΛΙΚΟ ΣΤΑΔΙΟ ΚΑΤΑΚΛΥΣΗΣ ΣΕΝΑΡΙΟΥ GPLA/D4.12P.....	145
ΣΧΗΜΑ 4.3-21 : ΣΧΕΔΙΟ ΓΕΝΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΞΗΣ ΣΕ ΤΕΛΙΚΟ ΣΤΑΔΙΟ ΚΑΤΑΚΛΥΣΗΣ ΣΕΝΑΡΙΟΥ NBD/D9.21	147
ΣΧΗΜΑ 4.3-22 : ΚΑΜΠΥΛΗ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ ΣΕ ΤΕΛΙΚΟ ΣΤΑΔΙΟ ΚΑΤΑΚΛΥΣΗΣ ΣΕΝΑΡΙΟΥ NBD/D9.21	148
ΣΧΗΜΑ 4.3-23 : ΣΧΕΔΙΟ ΓΕΝΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΞΗΣ ΣΕ ΤΕΛΙΚΟ ΣΤΑΔΙΟ ΚΑΤΑΚΛΥΣΗΣ ΣΕΝΑΡΙΟΥ NBD/D9.11S	151
ΣΧΗΜΑ 4.3-24 : ΚΑΜΠΥΛΗ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ ΣΕ ΤΕΛΙΚΟ ΣΤΑΔΙΟ ΚΑΤΑΚΛΥΣΗΣ ΣΕΝΑΡΙΟΥ NBD/D9.11S	151
ΣΧΗΜΑ 4.3-25 : ΣΧΕΔΙΟ ΓΕΝΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΞΗΣ ΣΕ ΤΕΛΙΚΟ ΣΤΑΔΙΟ ΚΑΤΑΚΛΥΣΗΣ ΣΕΝΑΡΙΟΥ NBA/D9.21	154
ΣΧΗΜΑ 4.3-26 : ΚΑΜΠΥΛΗ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ ΣΕ ΤΕΛΙΚΟ ΣΤΑΔΙΟ ΚΑΤΑΚΛΥΣΗΣ ΣΕΝΑΡΙΟΥ NBA/D9.21	154
ΣΧΗΜΑ 4.3-27 : ΣΧΕΔΙΟ ΓΕΝΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΞΗΣ ΣΕ ΤΕΛΙΚΟ ΣΤΑΔΙΟ ΚΑΤΑΚΛΥΣΗΣ ΣΕΝΑΡΙΟΥ NBA/D9.11S	157
ΣΧΗΜΑ 4.3-28 : ΚΑΜΠΥΛΗ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ ΣΕ ΤΕΛΙΚΟ ΣΤΑΔΙΟ ΚΑΤΑΚΛΥΣΗΣ ΣΕΝΑΡΙΟΥ NBA/D9.11S	158
ΣΧΗΜΑ 5.1-1 : ΔΙΑΤΑΞΗ ΔΕΞΑΜΕΝΩΝ ΠΛΟΙΟΥ 'SIR NIKOLAS'' ‘	181
ΣΧΗΜΑ 5.2-1 : ΣΥΜΜΟΡΦΩΣΗ ΟΡΙΩΝ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ ΦΟΡΤΙΟΥ COT.1P	183
ΣΧΗΜΑ 5.2-2 : ΣΥΜΜΟΡΦΩΣΗ ΟΡΙΩΝ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ ΦΟΡΤΙΟΥ COT.2P	183
ΣΧΗΜΑ 5.2-3 : ΣΥΜΜΟΡΦΩΣΗ ΟΡΙΩΝ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ ΦΟΡΤΙΟΥ COT.3P	184
ΣΧΗΜΑ 5.2-4 : ΣΥΜΜΟΡΦΩΣΗ ΟΡΙΩΝ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ ΦΟΡΤΙΟΥ COT.4P	184
ΣΧΗΜΑ 5.2-5 : ΣΥΜΜΟΡΦΩΣΗ ΟΡΙΩΝ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ ΦΟΡΤΙΟΥ COT.5P	184
ΣΧΗΜΑ 5.2-6 : ΣΥΜΜΟΡΦΩΣΗ ΟΡΙΩΝ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ ΦΟΡΤΙΟΥ COT.6P	185
ΣΧΗΜΑ 5.2-7 : ΣΥΜΜΟΡΦΩΣΗ ΟΡΙΩΝ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ ΦΟΡΤΙΟΥ SLOP.PT	185
ΣΧΗΜΑ 5.2-8 : ΣΥΜΜΟΡΦΩΣΗ ΟΡΙΩΝ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ ΦΟΡΤΙΟΥ SLOP.ST	185
ΣΧΗΜΑ 5.2-9 : ΣΥΜΜΟΡΦΩΣΗ ΟΡΙΩΝ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ ΦΟΡΤΙΟΥ RESIDUAL	186

Λίστα Διαγραμμάτων

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3.3-1 : ΥΔΡΟΣΤΑΤΙΚΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΠΛΟΙΟΥ “SIR NIKOLAS”	78
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.5-1 : ΠΛΕΟΝΑΣΜΑ ΜΕΤΑΚΕΝΤΡΙΚΟΥ ΥΨΟΥΣ ΓΙΑ ΤΑ ΔΥΣΜΕΝΕΣΤΕΡΑ ΣΕΝΑΡΙΑ ΒΛΑΒΗΣ	172
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.5-2 : ΕΝΑΠΟΜΕΝΟΥΣΑ ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΚΡΙΣΙΜΩΝ ΑΝΟΙΓΜΑΤΩΝ ΓΙΑ ΤΑ ΔΥΣΜΕΝΕΣΤΕΡΑ ΣΕΝΑΡΙΑ ΒΛΑΒΗΣ	173
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.5-3 : ΚΑΤΑΜΕΡΙΣΜΟΣ ΕΜΦΑΝΙΣΗΣ ΚΡΙΣΙΜΟΤΕΡΩΝ ΑΠΑΙΤΗΣΕΩΝ GM ΜΕΤΑΞΥ ΤΕΛΙΚΟΥ ΚΑΙ ΕΝΔΙΑΜΕΣΩΝ ΣΤΑΔΙΩΝ	174
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.5-4 : ΚΑΤΑΜΕΡΙΣΜΟΣ ΕΜΦΑΝΙΣΗΣ ΚΡΙΣΙΜΟΤΕΡΩΝ ΑΠΑΙΤΗΣΕΩΝ GM ΜΕΤΑΞΥ ΤΕΛΙΚΟΥ ΚΑΙ ΕΝΔΙΑΜΕΣΩΝ ΣΤΑΔΙΩΝ ΧΩΡΙΣ ΣΥΝΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟ ΣΕΝΑΡΙΩΝ ΣΕ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΕΡΜΑΤΙΣΜΟΥ	175
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.5-5 : ΣΤΑΘΜΙΣΜΕΝΟΣ ΚΑΤΑΜΕΡΙΣΜΟΣ ΕΜΦΑΝΙΣΗΣ ΚΡΙΣΙΜΟΤΕΡΩΝ ΑΠΑΙΤΗΣΕΩΝ GM ΜΕΤΑΞΥ ΤΕΛΙΚΟΥ ΚΑΙ ΕΝΔΙΑΜΕΣΩΝ ΣΤΑΔΙΩΝ	175
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.5-6 : ΓΡΑΦΙΚΗ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΚΡΙΣΙΜΟΤΕΡΩΝ ΑΠΑΙΤΗΣΕΩΝ GM ΜΕΤΑΞΥ ΤΩΝ ΕΝΔΙΑΜΕΣΩΝ ΣΤΑΔΙΩΝ	176
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.5-7 : ΓΡΑΦΙΚΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΚΡΙΣΙΜΟΤΕΡΩΝ ΑΠΑΙΤΗΣΕΩΝ GM ΤΩΝ ΕΝΔΙΑΜΕΣΩΝ ΣΤΑΔΙΩΝ ΑΝΑ ΤΥΠΟ ΒΛΑΒΗΣ	177
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.6-1 : ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΩΝ ΠΛΕΥΡΙΚΗΣ (PORT) ΒΛΑΒΗΣ ΣΤΙΣ ΔΕΞΑΜΕΝΕΣ ΦΟΡΤΙΟΥ	196
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.6-2 : ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΩΝ ΠΛΕΥΡΙΚΗΣ (STARBOARD) ΒΛΑΒΗΣ ΣΤΙΣ ΔΕΞΑΜΕΝΕΣ ΦΟΡΤΙΟΥ	197
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.6-3 : ΕΚΡΟΗ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ ΛΟΓΩ ΠΛΕΥΡΙΚΗΣ (PORT) ΒΛΑΒΗΣ ΣΤΙΣ ΔΕΞΑΜΕΝΕΣ ΦΟΡΤΙΟΥ	197
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.6-4 : ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΩΝ ΒΛΑΒΗΣ ΠΥΘΜΕΝΑ ΣΤΙΣ ΔΕΞΑΜΕΝΕΣ ΦΟΡΤΙΟΥ	198
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.6-5 : ΕΚΡΟΗ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ ΛΟΓΩ ΒΛΑΒΗΣ ΠΥΘΜΕΝΑ ΣΤΙΣ ΔΕΞΑΜΕΝΕΣ ΦΟΡΤΙΟΥ ΣΕ ΜΗΔΕΝΙΚΗ ΠΑΛΙΡΡΟΙΑ	199
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.6-6 : ΕΚΡΟΗ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ ΛΟΓΩ ΒΛΑΒΗΣ ΠΥΘΜΕΝΑ ΣΤΙΣ ΔΕΞΑΜΕΝΕΣ ΦΟΡΤΙΟΥ ΣΕ 2.5 ΜΕΤΡΑ ΠΑΛΙΡΡΟΙΑ	200

Κεφάλαιο Πρώτο

Ιστορία και εξέλιξη των δεξαμενοπλοίων

Τὸ δὲ ναυτικὸν τέχνης ἐστίν, ὥσπερ καὶ ἄλλο τι, καὶ οὐκ ἐνδέχεται, ὅταν τύχη, ἐκ παρέργου μελετᾶσθαι, ἀλλὰ μᾶλλον μηδὲν ἐκείνῳ παρέργον ἄλλο γίγνεσθαι.

Θουκυδίδης- Περί ναυτικοῦ

1

Ιστορία και εξέλιξη των δεξαμενοπλοίων1.1 Η ιστορία των δεξαμενοπλοίων

Αν κοιτάξει κανείς κοιτάξει την ιστορία της ανθρωπότητας από τα αρχαία χρόνια μέχρι σήμερα θα διαπιστώσει ότι η χρήση πλοίων αποτελούσε πάντα κομβική παράμετρο για την ανάπτυξη του πολιτισμού των κοινωνιών, την μετακίνηση των ανθρώπων, την μεταφορά προϊόντων και αγαθών, την αλιεία και άλλα στοιχεία που συνδέονται άμεσα με την εξελικτική πρόοδο του ανθρώπινου γένους. Παρά το γεγονός ότι τα πλοία αποτέλεσαν διαχρονικά δομικό γνώρισμα των λαών που αναπτύχθηκαν σε παραθαλάσσιες ή παραποτάμιες περιοχές, η μεταφορά υγρών φορτίων χύδην σε δεξαμενές όπως την γνωρίζουμε σήμερα άργησε αρκετά να ενταχθεί στο σύστημα των μεταφορών.

Η πρώτη χρήση δεξαμενοπλοίων στην μεταφορά υγρών φορτίων χρονολογείται πίσω στις αρχές του 19^{ου} αιώνα. Πριν τα δεξαμενόπλοια εισαχθούν ως μέσο μεταφοράς πετρελαίου, η ιδέα της μεταφοράς υγρών φορτίων θεωρούταν από πολλούς ιδιαίτερα δαπανηρή διαδικασία που εγκυμονούσε πολλούς κρυφούς κινδύνους και ενδεχομένως να αποτελούσε εν τέλει κάτι πρακτικά ανέφικτο. Εκείνη την περίοδο, η μεταφορά στις διάφορες τοποθεσίες γινόταν μέσω καναλιών μέσα σε βαρέλια, διαδικασία εξαιρετικά χρονοβόρα με προβλήματα ασφάλειας και προστασίας.

Με την ανακάλυψη και την εξόρυξη του πετρελαίου, τα δεξαμενόπλοια απέκτησαν σταδιακά ενεργό ρόλο στην μεταφορά ακατέργαστου και επεξεργασμένου πετρελαίου σε λιμάνια σε όλον τον κόσμο. Παρότι πολλοί εσφαλμένα θεωρούν ότι η πρώτη εξόρυξη πετρελαίου τοποθετείται χρονικά το 1859 από Αμερικανό Edwin Drake στην Πενσυλβάνια, αυτό δεν είναι απόλυτα ακριβές. Το 1543, υπάρχουν ιστορικές αναφορές ότι Ισπανοί εξερευνητές βρήκαν πετρέλαιο να επιπλέει στην επιφάνεια της θάλασσας κοντά στις ακτές του σημερινού Τέξας και το χρησιμοποίησαν για να στεγανοποιήσουν τις βάρκες τους¹. Χειρόγραφα του 18^{ου} και 19^{ου} αιώνα αποδεικνύουν την χρήση και πλωτή μεταφορά πετρελαίου από γηγενείς πληθυσμούς καθώς και ευρωπαίους ιεραπόστολους στη σημερινή Νέα Υόρκη².

Ήταν ο Σουηδός μηχανικός και επιχειρηματίας Ludwig Nobel που εισήγαγε την ιδέα της κατασκευής ενός μεταλλικού πλοίου για την μεταφορά πετρελαίου από το Μπακού της Ρωσίας προς την Σουηδία το 1877. Οι προκλήσεις ήταν μεγάλες το δίχως άλλο καθώς ο σχεδιασμός ενός αυτοπροωθούμενου πλοίου, η διατήρηση του φορτίου και των παραγόμενων καυσαερίων μακριά από το μηχανοστάσιο για τη αποφυγή πυρκαγιάς, η τάση του πετρελαίου να αυξομειώνει το μέγεθός του ανάλογα με την εξωτερική θερμοκρασία του περιβάλλοντος και η μέθοδος εξαερισμού των δεξαμενών αποτελούσαν υπαρκτά προβλήματα. Ωστόσο, χάρη και στην εμπειρία του από Ρωσικό πολεμικό ναυτικό, ο Nobel κατασκεύασε το 1878 το Zoroaster (από τον θρησκευτικό προφήτη των Περσών Ζαρατούστρα), ένα πλοίο με μήκος 54.8 μέτρων και ολική χωρητικότητα 240t.

Το 1883 ο σχεδιασμός γνώρισε δια χειρός του Άγγλου μηχανικού Henry F. Swan, ένα καινοτόμο και καθοριστικό βήμα το οποίο αφενός αύξησε την χωρητικότητα των

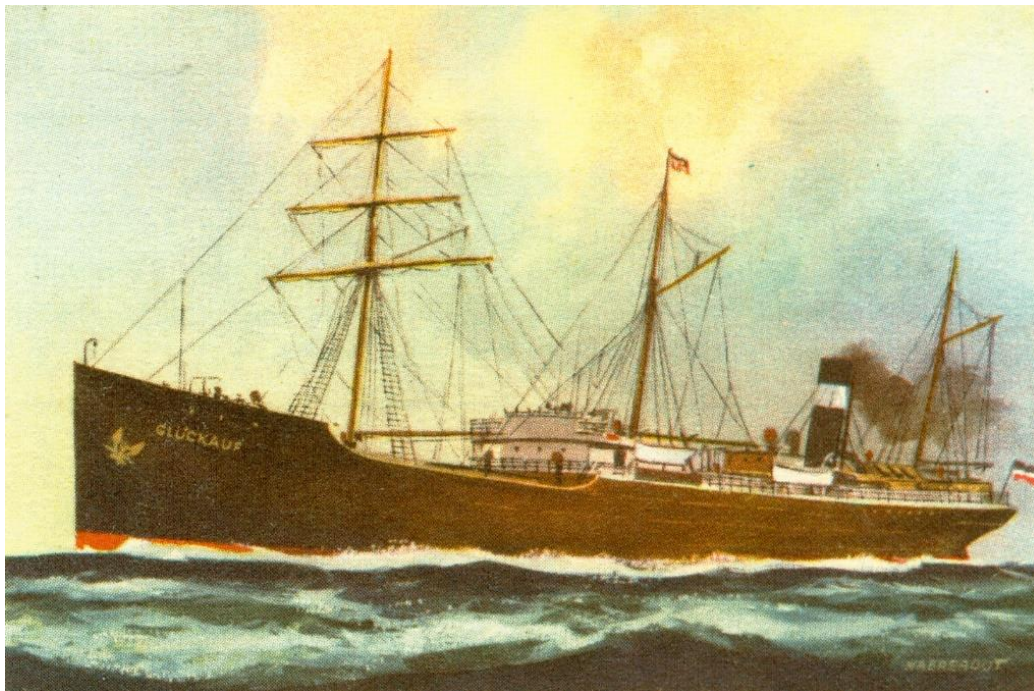
¹ Ramos, Oil and Texas, p.35-37

² Giddens, supra note 5, at 1-3

δεξαμενοπλοίων και αφετέρου μείωσε τον κίνδυνο ανατροπής λόγω της επίδρασης των ελευθέρων επιφανειών.³ Το βήμα αυτό εφαρμόστηκε στα πλοία των αδερφών Nobel, Blesk, Lumen και Lux και ήταν ο διαχωρισμός των δεξαμενών του πλοίου από μια μεγάλη διαμήκη φρακτική και η τοποθέτηση πολλών δεξαμενών κατά μήκος του χώρου φορτίου.⁴

Το πρώτο ωστόσο δεξαμενόπλοιο το οποίο κατασκευάστηκε και έφερε την βασική μορφή που αποτέλεσε τον πρόγονο στις σημερινές διπλής γάστρας ήταν το γερμανικής ιδιοκτησίας Glückauf (Good Luck) με χωρητικότητα 2700 τόνων. Το ναυπηγημένο το 1886 tanker στο Newcastle της Αγγλίας με σχεδιαστή τον Swan, ήταν το πρώτο δεξαμενόπλοιο προωθούμενο αποκλειστικά μέσω ατμομηχανής αλλά και το πρώτο, που το πετρέλαιο μπορούσε να φορτωθεί σε απευθείας επαφή με τη γάστρα σε 8 διαμερίσματα, εγκαταλείποντας έτσι την παλιά, ανεπαρκή τακτική τη φόρτωσης σε βαρέλια και δείχνοντας το δρόμο σε όλα τα επόμενα δεξαμενόπλοια που κατασκευάστηκαν. Επίσης, είχε κεντρικό σύστημα σωληνώσεων και βαλβίδων διαχειρίσιμων εκ του καταστρώματος όπως επίσης cofferdams και ballast δεξαμενές που μπορούσαν να δεχτούν νερό ενόσω γινόταν εκφόρτωση. Το Glückauf δυστυχώς δεν είχε πολλή τύχη το 1893 σε περιοχή της Νέας Υόρκης κοντά στο Long Island όπου και προσάραξε χωρίς πάντως να υπάρξουν τραυματίες.⁵

Στη παρακάτω εικόνα απεικονίζεται το Glückauf σε ένα πορτρέτο του Ολλανδού Frans Naerebout.



Εικόνα 1.1-1 : Το δεξαμενόπλοιο Glückauf ήταν το πρώτο που διέσχισε τους ωκεανούς του κόσμου τη δεκαετία του 1880 (πηγή: www.aukevisser.nl/german/id95.htm)

Η άνθιση της γενιάς των δεξαμενοπλοίων έλαβε σάρκα και οστά στα χρόνια που ακολούθησαν το 1892 όταν επετράπη για πρώτη φορά σε δεξαμενόπλοιο, το Murex, να διέλθει από τη διώρυγα του Suez για λογαριασμό του εισαγωγέα Marcus Samuel. Η εξέλιξη αυτή συντέλεσε αποφασιστικά στην ενδυνάμωση της ναυπηγικής δραστηριότητας γύρω από τα τάνκερ με

³ Huber, 2001, p.5

⁴ Tolf, 1976, p. 58

⁵ Woodman, 1975, p.177

ορίζοντα τον πολλαπλασιασμό του εμπορίου πετρελαίου μεταξύ της Ρωσίας και των Ασιατικών χωρών.⁶

Σημαντικό σημείο αναφοράς για τον εκσυγχρονισμό των δεξαμενοπλοίων αποτέλεσε το 1903, όταν υλοποιήθηκε για πρώτη φορά η εισαγωγή μηχανών εσωτερικής καύσης αντικαθιστώντας έτσι την απαρχαιωμένη ατμομηχανή.

Βρισκόμαστε στις αρχές του 1^{ου} παγκοσμίου πολέμου και συγκεκριμένα τον Απρίλιο του 1915 όταν το αμερικανικής σημαίας δεξαμενόπλοιο Maumee 14,500 τόνων διενεργεί για πρώτη φορά στα χρονικά τον ανεφοδιασμό πολεμικών συμμαχικών πλοίων εν κινήσει. Η μέθοδος κρίθηκε τόσο αποτελεσματική που υιοθετήθηκε σιγά σιγά από πάρα πολλές χώρες κάτι το οποίο συνετέλεσε σημαντικά στην εξέλιξη της έκβασης του πολέμου.⁷

Κατά τη διάρκεια ωστόσο του πολέμου, τα συμμαχικά εφοδιαστικά δεξαμενόπλοια υπέστησαν πολύ σημαντικές απώλειες εξαιτίας της δράσης των Γερμανικών υποβρυχίων U-boats. Μάλιστα έλαβαν τόσο μεγάλη έκταση οι επιθέσεις αυτές που έκαναν τον Γάλλο πρωθυπουργό να γράψει στον Αμερικανό πρόεδρο "Το πετρέλαιο θα είναι τόσο σημαντικό όσο και το ανθρώπινο αίμα στις ερχόμενες μάχες". Η κατάσταση αυτή οδήγησε στην δημιουργία μεγάλων ναυπηγείων σε Αγγλία και Αμερική και στην άμεση επένδυση εκατοντάδων εκατομμυρίων δολαρίων στην ανάπτυξη της ναυπηγικής βιομηχανίας. Κατά τη διάρκεια της 2^{ης} δεκαετίας του 20^{ου} αιώνα υπήρξε αξιοσημείωτη αύξηση τόσο του πλήθους των δεξαμενοπλοίων όσο και της ολικής χωρητικότητας του στόλου σε διεθνές επίπεδο. Συγκεκριμένα, μεταξύ του 1916 και 1921 κατασκευάστηκαν συνολικά 316 δεξαμενόπλοια με συνολική χωρητικότητα 3.2 εκατομμύρια τόνους νεκρού βάρους όταν πριν την έναρξη του 1^{ου} παγκοσμίου πολέμου η χωρητικότητα στον παγκόσμιο στόλο ξεπερνούσε ελάχιστα τα 2 εκατομμύρια τόνους νεκρού βάρους.⁸

Στην παρακάτω εικόνα φαίνεται ένας ανεφοδιασμός εν κινήσει σε στρατιωτική άσκηση των Αμερικανών.



Εικόνα 1.1-2 : Το USNS Supply ATLANTIC OCEAN ανεφοδιάζει το πολεμικό καταστροφικό USS McFaul εν κινήσει 2011 (πηγή: U.S. Navy photo)

⁶ Woodman, 1975, p. 177

⁷ Navy Dept., Naval History Division, Dictionary of American Naval Fighting Ships Volume 6 (June 1976)

⁸ Devanney, 2006, p. 14-16

Το ξέσπασμα του 2^{ου} παγκοσμίου πολέμου βρήκε για άλλη μια φορά τα δεξαμενόπλοια στην πρώτη γραμμή να διαδραματίζουν εξέχον ρόλο στις πολεμικές επιχειρήσεις που λάμβαναν χώρα. Ο αριθμός των πετρελαιοφόρων που κατασκευάστηκαν παγκοσμίως ξεπερνούσε κάθε προηγούμενο. Μόνο στις ΗΠΑ κατασκευάστηκαν πάνω από 500 δεξαμενόπλοια του πλέον διαδεδομένου τύπου T2, που είχε μήκος 160m και νεκρό βάρος 15850 τόνους⁹.

Στη διάρκεια του πολέμου, υπήρξε η ανάγκη επιτάχυνσης του χρόνου ναυπήγησης των δεξαμενοπλοίων λόγω της συνεχούς απαίτησης για ανεφοδιασμό από τη μια και της βύθισης πολλών πλοίων από το αντίπαλο στρατόπεδο από την άλλη. Οι συνθήκες αυτές οδήγησαν στον εκσυγχρονισμό των μεθόδων παραγωγής και στην αυτοματοποίηση πολλών κομματιών της διαδικασίας όπως έγινε με τη οργάνωση σε blocks και την βελτίωση της ποιότητας των συγκολλήσεων.

Άξιο αναφοράς αποτελεί το γεγονός ότι σε αυτή τη περίοδο εισάχθηκε ένα διεθνές σύστημα κλίμακας για τον καθορισμό των ναύλων. Αποτέλεσμα αυτής της έντονα ανταγωνιστικής σε επίπεδο τεχνολογικής υπέρβασης περιόδου ήταν η δημιουργία ενός μεγάλου στόλου δεξαμενοπλοίων τα οποία μετά το τέλος του πολέμου μεταπωλήθηκαν σε ιδιώτες πλοιοκτήτες και αξιοποιήθηκαν στο έπακρο στην προσπάθεια ανάκαμψης του εμπορίου και της παγκόσμιας οικονομίας.

Για σχεδόν τρεις δεκαετίες και μέχρι λίγο μετά το τέλος του 2^{ου} παγκοσμίου πολέμου το μέγεθος των δεξαμενοπλοίων ήταν προσεγγιστικά το ίδιο χωρίς να σημειώνονται ιδιαίτερες αποκλίσεις, αυτό όμως επρόκειτο να αλλάξει πολύ σύντομα.

Μετά το 1945, οι περισσότεροι περίμεναν πτώση της ζήτησης πετρελαίου και ασφυκτική υπερπροσφορά χώρου με την ύπαρξη τόσων πλοίων με αποτέλεσμα να πωλούνται σε πολύ χαμηλές τιμές σε ιδιώτες όπως ο Αριστοτέλης Ωνάσης, ο Σταύρος Νιάρχος και ο Daniel Ludwig. Οι Κασσάνδρες όμως διανευστήκαν οδυνηρά καθώς υπήρξε έκρηξη ζήτησης πετρελαίου με το κλείσιμο της διώρυγας του Suez, την εθνικοποίηση διυλιστηρίων στην Μέση Ανατολή και την ενίσχυση της ευρωπαϊκής οικονομίας μέσω του σχεδίου Marshall.¹⁰

Συνέπεια αυτών ήταν ο τριπλασιασμός των ναύλων σε πολύ σύντομο χρονικό διάστημα και σε συνδυασμό με την αισθητή μείωση της δυναμικής του στόλου και της ανταγωνιστικότητας των μεγάλων αμερικανικών πετρελαϊκών λόγω του υψηλού λειτουργικού κόστους οδήγησε στην εκτίναξη των κερδών των επιχειρηματιών που επέλεξαν να επενδύσουν στον κλάδο.

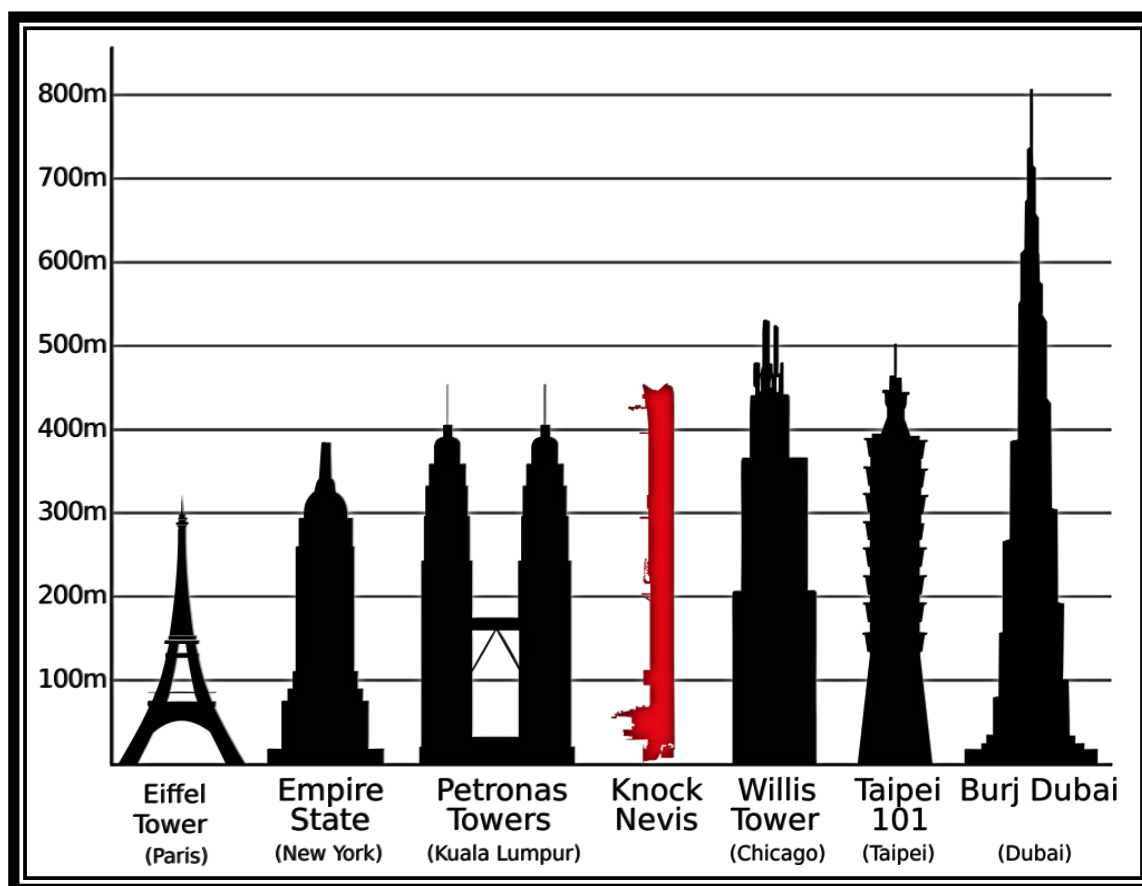
Επίσης επέφερε εντυπωσιακή άνοδο της χωρητικότητας των δεξαμενοπλοίων με τα ρεκόρ να καταρρίπτονται το ένα μετά το άλλο στις δεκαετίες του 60' και ακόμα περισσότερο του 70' και του 80'.

Το μεγαλύτερο σε χωρητικότητα και μήκος πετρελαιοφόρο που χτίστηκε ποτέ ήταν το ULCC Seawise Giant (μετέπειτα γνωστό και ως Knock Nevis όπως μετονομάστηκε) το 1979 χωρητικότητας 564,763 DWT και μήκους 458 μέτρων στην Ιαπωνία.

Στη παρακάτω εικόνα δίνεται μια αίσθηση του μεγέθους του Knock Nevis σε σύγκριση με μεγάλες δημοφιλείς χερσαίες κατασκευές από όλο τον κόσμο.

⁹ Marine Log, 2008

¹⁰ Huber, 2001, p.23



Εικόνα 1.1-3 : Το Supertanker Knock Nevis σε σύγκριση με ψηλά δημοφιλή κτίρια(πηγή: commons.wikimedia.org)

Τα χρόνια που ακολούθησαν είδαν τα δεξαμενόπλοια να αλλάζουν σε μεγάλο βαθμό ως προς τον σχεδιασμό τους και την λειτουργική τους πρακτική με την εισαγωγή του αδρανούς αερίου στις δεξαμενές φορτίου αντί του αέρα προς αποφυγή εκρήξεων, την αντικατάσταση του διαβρωτικού θαλασσινού νερού ως μέσου καθαρισμού των δεξαμενών από το σύστημα Crude Oil Washing (COW) μέσω θερμασμένων υπολειμμάτων φορτίου, την καθιέρωση διπλών τοιχωμάτων και διπλού πυθμένα στην διαμερισματοποίηση του χώρου φορτίου καθώς και με άλλες τροποποιήσεις εκ των οποίων η συντριπτική πλειοψηφία είχε ως κοινό παρονομαστή κάποιο καταστροφικό ατύχημα που ανέδειξε ελλείψεις, αστοχίες και αμέλειες των προγενέστερων διατάξεων.

Σήμερα, οι διάφοροι τύποι πετρελαιοφόρων αποτελούν το 28.5% του παγκόσμιου στόλου σε αντίθεση με το 50% που αποτελούσαν πριν από 35 χρόνια, με σχεδόν το 38% αυτών να είναι ηλικίας άνω των 20 ετών.

Τον μεγαλύτερο στόλο κατέχουν κατά σειρά η Ιαπωνία, η Κίνα και η Ελλάδα που μαζί συγκεντρώνουν το 58.5% του συνόλου διεθνώς. Περίπου το 58% των νέων δεξαμενοπλοίων που χτίζονται προέρχονται από ναυπηγεία της Κορέας, το 29% της Κίνας και 7% της Ιαπωνίας. Κατά μέσο όρο, σύμφωνα με στατιστικά στοιχεία ένα πετρελαιοφόρο που παραγγέλλεται σήμερα έχει 75,968 DWT.¹¹

¹¹ RMT, 2014, p.32-470

1.2 Τυπολογία και χαρακτηριστικά δεξαμενοπλοίων

Τα περισσότερα δεξαμενόπλοια διαθέτουν αθροιστικά 8 με 12 δεξαμενές φορτίου, κάθε μια από αυτές μπορεί να χωρίζεται σε μικρότερα τμήματα μέσω της ύπαρξης διαμήκων φρακτών. Πιθανή είναι η ύπαρξη επίσης άδειων δεξαμενών (cofferdams) συνήθως στις περιοχές πρόραθεν ή πρύμνηθεν των δεξαμενών φορτίου ή ακόμα ως προστατευτικό δεξαμενών ανεφοδιασμού στην περιοχή του μηχανοστασίου με σκοπό την προστασία από τον κίνδυνο πυρκαγιάς και σύγκρουσης.

Ένα από τα πιο βασικά χαρακτηριστικά ενός δεξαμενοπλοίου είναι η σχεδίαση της εσωτερικής διάταξης της γάστρας στην περιοχή του χώρου φορτίου η οποία αποτελείται από διπλό τοίχωμα και διπλό πυθμένα το λεγόμενο double hull. Σκοπός της διάταξης αυτής είναι η εξάλειψη του κινδύνου εκροής πετρελαίου στο περιβάλλον σε περίπτωση κάποιου ατυχήματος (σύγκρουση, προσάραξη κλπ.).

Οι χώροι οι οποίοι δημιουργούνται μεταξύ του εξωτερικού περιβλήματος και του εσωτερικού χρησιμοποιούνται ως δεξαμενές διαχωρισμένου έρματος προσδίδοντας μια ασπίδα προστασίας του φορτίου που είναι αποθηκευμένο εντός των εσωτερικών δεξαμενών από πιθανό ρήγμα λόγω βλάβης στο εξωτερικό περίβλημα.

Η σημερινή αυτή διάταξη της διπλής γάστρας αποτελεί κεκτημένο των τελευταίων ετών καθώς προήλθε ως το σωρευτικό αποτέλεσμα πολυετών νομοθετικών ζυμώσεων, διαπραγματεύσεων και τριβών μεταξύ αντιπροσωπειών στον διεθνή ναυτιλιακό οργανισμό (IMO) με τις τροποποιήσεις στο σχεδιασμό να περνούν από ορισμένα στάδια ωρίμανσης. Ενδιαφέρον στοιχείο αποτελεί το γεγονός ότι ακόμα και στη σύγχρονη εποχή ο σχεδιασμός αυτός δεν είναι υποχρεωτικός προς υιοθέτηση από τους εμπλεκόμενους φορείς κατά την ναυπήγηση ενός νέου δεξαμενοπλοίου καθώς υπάρχει το περιθώριο επιλογής εναλλακτικών σχεδιαστικών μεθόδων που όμως προσφέρουν τον ίδιο βαθμό προστασίας από μόλυνση του περιβάλλοντος λόγω εκροής πετρελαίου με αυτόν που προσφέρει η διπλή γάστρα.

Στο σημείο αυτό αξίζει να αναφέρουμε ακροθιγώς αλλά μη παραμελώντας βασικές λεπτομέρειες τους κύριους σταθμούς από τους οποίους πέρασε η διαδικασία της θεσμοθέτησης κανονισμών οι οποίοι σχετίζονταν με την εσωτερική διάταξη της γάστρας των δεξαμενοπλοίων μέχρι να καταλήξουμε στο σημερινό μοντέλο που εφαρμόζεται.

Αρχικά το 1969, υπήρξε μια καίριας περιβαλλοντικής και οικονομικής σημασίας τροποποίηση της έως τότε ισχύουσας σύμβασης (OILPOL 1954) και αυτό ήταν η εγκαθίδρυση του συστήματος "load on top". Το σύστημα αυτό προέβλεπε το νερό το οποίο χρησιμοποιείται στο τέλος κάθε εκφόρτωσης για το ξέπλυμα των δεξαμενών να μην απορρίπτεται στην θάλασσα αλλά να αποθηκεύεται στα Slop Tanks. Με τον τρόπο αυτό υπολογίζεται ότι για ένα μεγάλο δεξαμενόπλοιο μπορούσε να επιτευχθεί εξοικονόμηση έως και 800 τόνων πετρελαίου σε ένα ταξίδι ενώ παράλληλα η περιβαλλοντική ρύπανση μειώθηκε αισθητά με στατιστικές εκτιμήσεις να αναφέρουν ότι σχεδόν αποφεύχθηκε η απόρριψη περίπου 8,000,000 t πετρελαίου παγκοσμίως για κάθε έτος.¹²

Το 1973, η σύμβαση της MARPOL αντικαθιστώντας την παλαιότερη σύμβαση OILPOL 1954, απαίτησε τα νεότευκτα δεξαμενόπλοια άνω των 70,000 DWT να εγκαταστήσουν δεξαμενές διαχωρισμένου έρματος στην διαμερισματοποίηση τους, απαγορεύοντας παράλληλα την χρήση των δεξαμενών φορτίου ως χώρων αποθήκευσης έρματος. Με τον τρόπο αυτό

¹² Tankers safety p.2

αποσκοπούσε στην προστασία του περιβάλλοντος από το πετρέλαιο που αποβαλλόταν στη θάλασσα κατά την απόρριψη του έρματος που χρησιμοποιούταν ως μέσο απομάκρυνσης των καταλοίπων πετρελαίου από τις δεξαμενές φορτίου.¹³

Ο τύπος των πετρελαιοφόρων που καθιερώθηκε από την σύμβαση αυτή έμεινε στην ιστορία ως pre-MARPOL tankers ή ‘‘non-SBT/PL single hull tankers’’ δηλαδή δεξαμενοπλοίων με απλή γάστρα, χωρίς την τοποθέτηση δεξαμενών διαχωρισμένου έρματος ώστε να προστατεύονται οι δεξαμενές φορτίου από ρήγμα σε περίπτωση ατυχήματος.

Το πρωτόκολλο της MARPOL του 1978, επέφερε νέες σημαντικές αλλαγές στα ισχύοντα ως προς τα δεξαμενόπλοια. Συγκεκριμένα ανέφερε, ότι όλα τα tanker άνω των 20,000 DWT θα έπρεπε και έχουν εγκατεστημένες δεξαμενές διαχωρισμένου έρματος. Επιπλέον, απαιτούνταν οι δεξαμενές έρματος να είναι έτσι διευθετημένες στον χώρο του φορτίου ώστε να δύναται να προστατεύουν ένα συγκεκριμένο ποσοστό των εσωτερικών δεξαμενών πετρελαίου από τυχόν διαρροή. Το είδος των πετρελαιοφόρων που προέκυψε από τη δεδομένη τροποποίηση της αρχικής σύμβασης ονομάστηκε post-MARPOL ή αλλιώς SBT/PL (Segregated Ballast Tanks/ Protective Location).

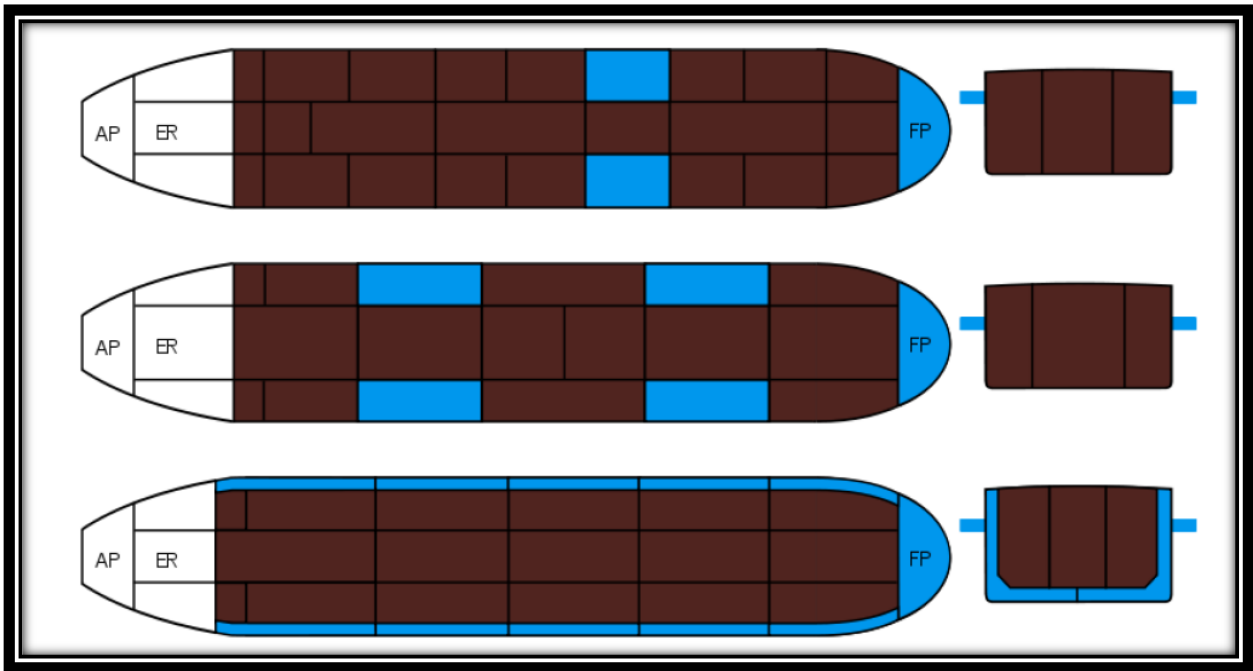
Επίσης, όριζε ως ανώτατο όριο περιεκτικότητας πετρελαίου σε έρμα που αποβάλλεται κατά τη λειτουργία στο περιβάλλον τα 15ppm. Τέλος, υπήρξε ρητή απαγόρευση της αποβολής έρματος που εμπεριέχει πετρέλαιο στην Μεσόγειο θάλασσα και σε άλλες προστατευόμενες περιοχές, ενώ παράλληλα έθεσε ως αυστηρά υποχρεωτική την ύπαρξη κατάλληλων υποδοχών έρματος από τα δεξαμενόπλοια τα οποία φόρτωναν πετρέλαιο σε λιμάνι που ανήκει σε αυτές τις προστατευόμενες ζώνες.

Το 1992, συντάχθηκε και επικυρώθηκε από τα αρμόδια όργανα η τροποποίηση της σύμβασης της MARPOL (κανονισμός 13G) επεκτείνοντας ουσιαστικά διατάξεις της προηγούμενης νομοθεσίας σε περισσότερα δεξαμενόπλοια και θέτοντας παράλληλα αυστηρότερες απαιτήσεις. Συγκεκριμένα, εισήγαγε την έννοια της διπλής γάστρας η οποία προβλεπόταν να τηρείται από όλα τα δεξαμενόπλοια άνω των 20,000 DWT όπως επίσης από μεταφορικά πετρελαιοπαραγωγών άνω των 30,000 DWT.

Ο κανονισμός άρχισε να τίθεται σε εφαρμογή το 1993 ενώ η καταληκτική χρονιά μέχρι την οποία μπορούσαν να δραστηριοποιούνται δεξαμενόπλοια με μονή γάστρα ήταν το 2005. Όσον αφορά δεξαμενόπλοια τύπου post-MARPOL επετράπη η άδεια λειτουργίας πέρα από το 2010 ως το 2015 ή την συμπλήρωση των 25 ετών από την κατασκευή τους όποιο είναι μικρότερο, ενώ στα post-MARPOL που είτε είχαν μόνο διπλό πυθμένα είτε μόνο διπλό τοίχωμα δόθηκε από κάποιες σημαίες το περιθώριο να είναι ενεργά πέρα από το 2010 ως την συμπλήρωση των 25 ετών από την κατασκευή τους, χωρίς αυτό να καταναγκάζει την αποδοχή τους από όλα τα port state control.

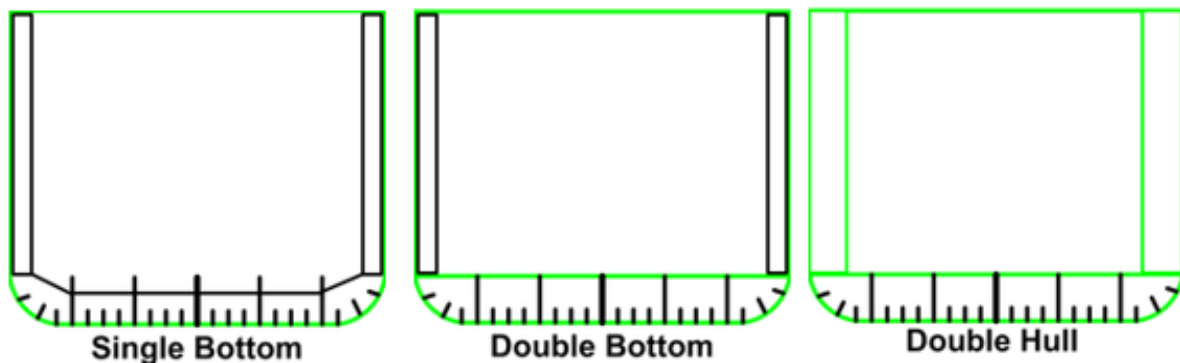
Στις παρακάτω εικόνες απεικονίζονται οι τρεις διατάξεις pre-MARPOL, post-MARPOL και Double Hull που κατά χρονική σειρά επικυρώθηκαν ως αποδεκτές από τον διεθνή ναυτιλιακό οργανισμό.

¹³ Papanikolaou et al, IMPACT OF HULL DESIGN ON TANKER POLLUTION, p.1-2



Εικόνα 1.2-1 : Βασικές διατάξεις σχεδιασμού tanker ,κατά σειρά pre-MARPOL, post-MARPOL, Double Hull (πηγή: https://en.wikipedia.org/wiki/Architecture_of_the_oil_tanker)

Στην παρακάτω εικόνα φαίνεται και με πιο ξεκάθαρο τρόπο οι διαφορές που εντοπίζονται στις διαφορετικές αυτές εσωτερικές διατάξεις.



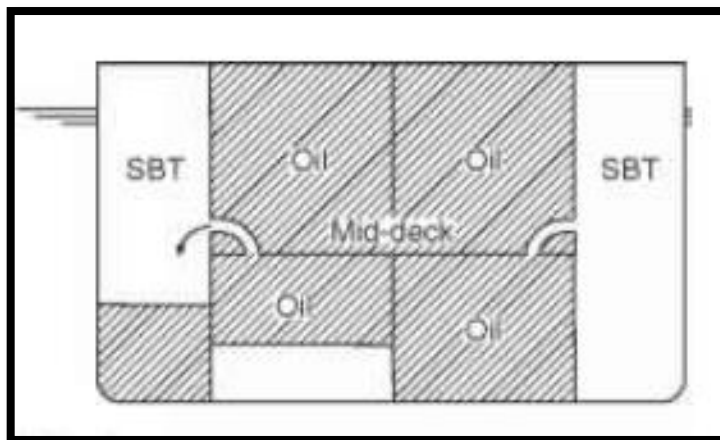
Εικόνα 1.2-2 : Βασικές διατάξεις σχεδιασμού ,κατά σειρά Single Hull, Double Bottom και Double Hull (πηγή: officerofthewatch.com)

Ως εναλλακτική δίοδος σχεδίασης ορίστηκε και το λεγόμενο μοντέλο του “Mid-Deck” το οποίο με την προϋπόθεση ότι η εσωτερική ασκούμενη πίεση στις δεξαμενές φορτίου να μην ξεπερνά την εξωτερική υδροστατική πίεση επέτρεπε στα δεξαμενόπλοια να μην φέρουν διπλό πυθμένα αλλά να έχουν διπλά τοιχώματα και ένα ενδιάμεσο κατάστρωμα που να χωρίζει στα δύο κάθε δεξαμενή φορτίου και με την διάταξη του εξαερισμού να είναι εγκατεστημένη με τρόπο τέτοιο που να ευνοεί την ανάπτυξη ανωστικής πίεσης στον πυθμένα του φορτίου.

Ταυτόχρονα, διατηρήθηκε το δικαίωμα κάποιος κατασκευαστής να εφαρμόσει διατάξεις διαφορετικές των ανωτέρω ,εφόσον όμως μπορούσε να αποδείξει ότι προσφέρει την ίδια

ποιότητα ασφάλειας έναντι ρύπανσης σε περίπτωση ατυχήματος αλλά και σε λειτουργική κατάσταση.

Στην παρακάτω εικόνα απεικονίζεται το μοντέλο διάταξης του “mid-deck” για τα tanker.



Εικόνα 1.2-3 : Μοντέλο διάταξης Mid-Deck δεξαμενόπλοιων(πηγή: www.civilengineeringhandbook.tk)

Η διάταξη αυτή του μοντέλου mid-deck προσέφερε πλεονέκτημα έναντι της διπλής γάστρας σε περίπτωση προσάραξης και ο λόγος είναι προφανής. Στην περίπτωση της διπλής γάστρας σε προσάραξη ένα μεγάλο μέρος του πετρελαίου των δεξαμενών μπορεί εύκολα να διαρρεύσει προς το περιβάλλον εφόσον το ρήγμα “περάσει” από τον εσωτερικό πυθμένα. Αντίθετα, στην περίπτωση του mid-deck λόγω της υποπίεσης που επικρατεί εντός της δεξαμενής πετρελαίου σε σχέση με την εξωτερική, νερό εισέρχεται εντός των δεξαμενών και δεν προκύπτει έτσι εκροή πετρελαίου.

Οι διατάξεις του “Mid-Deck” επι τις ουσίας ακυρώθηκαν και δεν εφαρμόστηκαν ποτέ κατά την σχεδίαση κάποιου δεξαμενοπλοίου λόγω του ότι ο κανονισμός OPA-90 που ακολουθείται στα αμερικανικά λιμάνια δεν έχει αναγνωρίσει τις διατάξεις αυτές ως αποδεκτές, κάνοντας έτσι οικονομικά ασύμφορη την χρησιμοποίησή τους για τους πλοιοκτήτες αφού πρακτικά αποκλείουν από τα δεξαμενόπλοια την προσέγγιση των λιμανιών αυτών.¹⁴

Επανερχόμενοι στην διάταξη της διπλής γάστρας η οποία όπως επισημάνθηκε και ανωτέρω αποτελεί ουσιαστικά την μοναδική μορφή διάταξης που συναντάται σήμερα στα σύγχρονα δεξαμενόπλοια, θα πρέπει να παρατάξουμε ένα προς ένα τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα που χαρακτηρίζουν την διάταξη αυτή σε θέματα περιβαλλοντικής ασφάλειας, οικονομικού κόστους-κέρδους, λειτουργικής χρηστικότητας, ευκολίας κατά τη συντήρηση, εξοικονόμησης βάρους, σχεδιαστικής προσιτότητας κλπ. Η παράθεση αυτής της αξιολόγησης έγινε με βάσει τα στοιχεία που προέκυψαν από την έρευνα της Εθνικής Ακαδημίας Επιστήμης της Αμερικής του 1998.¹⁵

Ένα από τα πλεονεκτήματα που παρουσιάζει το μοντέλο αυτό είναι σίγουρα η αυξημένη ταχύτητα και ευκολία που προσφέρει στον ρυθμό διεκπεραίωσης της εκφόρτωσης των δεξαμενών φορτίου καθώς επίσης και η αυξημένη ποσότητα του φορτίου η οποία αξιοποιείται. Ένα ακόμα σημαντικό στοιχείο είναι πως η διαδικασία καθαρισμού των δεξαμενών φορτίου απλοποιήθηκε μέσω της διάταξης αυτής σε ικανοποιητικό βαθμό, ενώ ακόμα, ο αποκλεισμός χρήσης του θαλασσινού νερού ενίσχυσε την προστασία των δεξαμενών φορτίου από πιθανή

¹⁴ Papanikolaou et al, IMPACT OF HULL DESIGN ON TANKER POLLUTION, p.3

¹⁵ Marine Board (1998) p.259-261

διάβρωση. Τέλος, δεν θα μπορούσε να μην αναφερθεί η μεγαλύτερη διαφύλαξη του περιβάλλοντος η οποία προσφέρεται μέσω της διάταξης αυτής μέσω της ελαχιστοποίησης των πιθανοτήτων εκροής πετρελαίου σε περιπτώσεις συγκρούσεων και προσαράξεων κυρίως μικρής έκτασης.

Στην παρακάτω εικόνα απεικονίζεται η διάταξη τύπου L ενός τυπικού δεξαμενοπλοίου το οποίο αποτελείται από double hull.



Εικόνα 1.2-4 : Τυπική διάταξη L ενός tanker με double hull (πηγή: www.pwsrcc.org)

Τα κυριότερα μειονεκτήματα τα οποία πρέπει να διατυπωθούν περιλαμβάνουν χωρίς αμφιβολία τον δείκτη κόστους αυτής της διάταξης που σύμφωνα με την έρευνα αποδεικνύεται σχετικά αυξημένο ως προς την διαδικασία εγκατάστασης απαιτώντας περισσότερες ανθρωπόωρες τόσο στο σχεδιαστικό σκέλος όσο και στο σκέλος της κατασκευής λόγω της πολυπλοκότητας που διακρίνει την διάταξη της διπλής γάστρας. Ένας ακόμα αρνητικός συντελεστής είναι το αυξημένο λειτουργικό κόστος το οποίο απαιτείται να επωμιστεί ο ιδιοκτήτης ενός δεξαμενοπλοίου που φέρει αυτή τη διάταξη καθώς οι δαπάνες είναι μεγαλύτερες σε κανάλια και σε λιμάνια.

Αξιοσημείωτη είναι φυσικά και η δυσχέρειά η οποία προκύπτει στην διαχείριση του εξαερισμού των δεξαμενών έρματος όπως επίσης και η ανάγκη για διαρκή επιτήρηση και συντήρηση των δεξαμενών αυτών. Δεν πρέπει ασφαλώς να αμεληθεί η επιβάρυνση βάρους η οποία παρουσιάζεται στις δεξαμενές έρματος λόγω της παρουσίας λάσπης η οποία συσσωρεύεται εκεί σε περιπτώσεις όπως για παράδειγμα από τα ποτάμια της Κίνας στα οποία ναυπηγούνται εκατοντάδες πλοία ετησίως. Το βάρος αυτό της λάσπης, εκτός από το κόστος απομάκρυνσης του και την πιθανή φθορά που μπορεί να προκαλέσει στις δεξαμενές, αυξάνει

το βάρος του άφορτου δεξαμενόπλοιου μειώνοντας συνεπώς τη δυνατότητα πλήρους εκμετάλλευσης του ωφέλιμου φορτίου.

Μια σαφώς αρνητική παράμετρος η οποία έχει άμεση επίδραση στην ευστάθεια του πλοίου έναντι βλάβης είναι η αύξηση της επίδρασης των ελεύθερων επιφανειών που αναπόδραστα οδηγεί σε απευθείας μείωση της ευστάθειας που μπορεί να επιτύχει το δεξαμενόπλοιο μετά την βλάβη και άρα στην αύξηση του κινδύνου βύθισης ή ανατροπής του.

Μεγάλος είναι θεωρητικά και ο κίνδυνος που υπάρχει για πρόκληση έκρηξης εντός των χώρων της διπλής γάστρας σε περίπτωση μη εγκατάστασης ενός συστήματος ανίχνευσης εύφλεκτων ατμών. Μεγάλη σημασία σε επίπεδο κόστους αποτελεί και αύξηση της επένδυσης που απαιτείται στον τομέα της επικάλυψης μέσω βαφής καθώς λόγω του αυξημένου αριθμού επιφανειών που προκύπτει από τον κατακερματισμό του χώρου φορτίου σε πολλές επιμέρους δεξαμενές η ποσότητας βαφής η οποία απαιτείται είναι ιδιαίτερος αυξημένη σε σύγκριση με παλαιότερες συμβατικές διατάξεις.

Συγκεκριμένα, η βαφή η οποία απαιτείται σε ένα δεξαμενόπλοιο διπλής γάστρας είναι τριπλάσια σε σχέση με αυτή που χρειάζεται σε ένα δεξαμενόπλοιο τύπου mid-deck και δεκαπλάσια από όση απαιτούνταν σε ένα pre-MARPOL.

Τέλος δεν θα πρέπει να παραγνωρισθεί το γεγονός ότι βάσει ερευνών η διάταξη του double hull ενδείκνυται ως αρκετά αποτελεσματικό σε περιπτώσεις σύγκρουσης και προσάραξης μικρής σφοδρότητας αλλά όταν η ενέργεια πρόσκρουσης λαμβάνει μεγάλες διαστάσεις τότε τα πράγματα είναι πιο περίπλοκα καθώς διατάξεις όπως το mid-deck, το coulombi egg type ακόμα και το pre-MARPOL μπορεί να οδηγούν γρηγορότερα σε ευσταθή κατάσταση και να επιτρέπουν λιγότερη εκροή πετρελαίου από ότι η διάταξη του double hull.

Από όλα τα παραπάνω δεν γίνεται παρά να εξαχθεί ως συμπέρασμα ότι ασφαλώς η υπάρχουσα διάταξη διπλής γάστρας με την οποία πρέπει να συμμορφώνονται τα σύγχρονα δεξαμενόπλοια φέρει ισχυρά πλεονεκτήματα έναντι των προηγούμενων διατάξεων και είναι σαφώς ανώτερη σε πολλά σημαντικά θέματα αλλά δεν αποτελεί σε καμία περίπτωση τη βέλτιστη κατασκευαστικά μορφή καθώς έχει και αυτή τα μειονεκτήματα της.

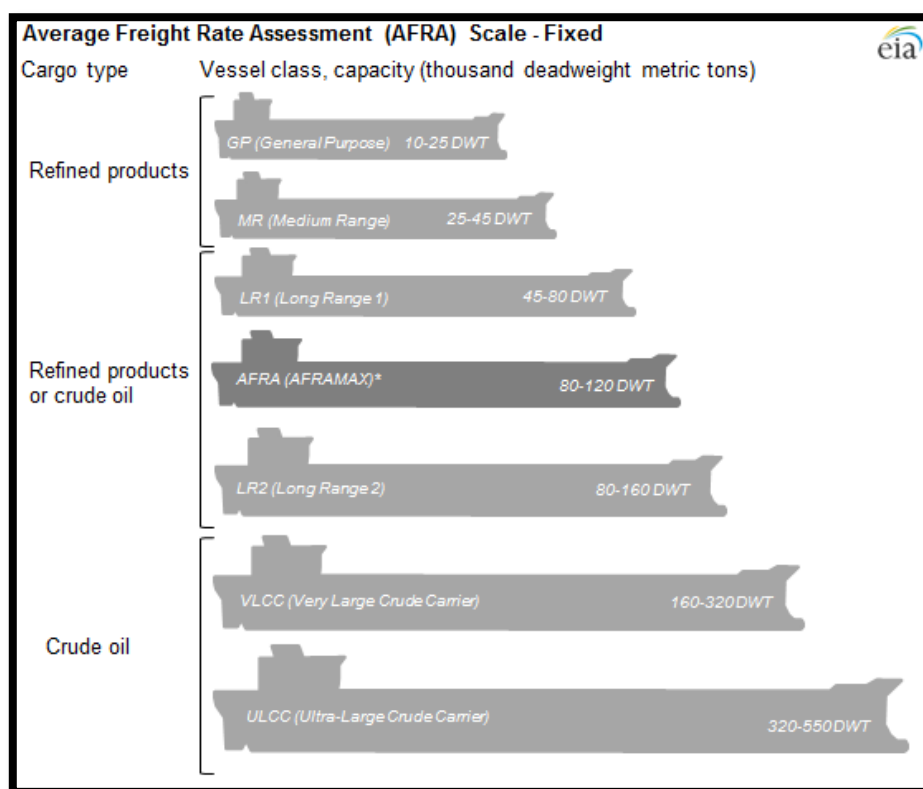
Η εξέλιξη του μεγέθους των δεξαμενοπλοίων και η διαρκής αναζήτηση για εξεύρεση αποδεκτών κατασκευαστικά λύσεων που θα επέτρεπαν αρκετά όλο και μεγαλύτερη χωρητικότητα έλαβε μεγάλη έκταση όπως αναφέραμε κυρίως στις δεκαετίες του 70' και του 80'. Έτσι, διαμορφώθηκαν πολλοί τύποι δεξαμενοπλοίων οι οποίοι διαφέρουν κατά βάση σε επίπεδο μεγέθους και σε δεύτερο επίπεδο στη μορφή των φορτίων τα οποία μεταφέρουν.

Το 1954, η πετρελαϊκή εταιρία Shell Oil ανέπτυξε το σύστημα AFRA (Average Freight Rate Assessment) για την κατηγοριοποίηση των δεξαμενοπλοίων σύμφωνα με το μέγεθος τους ενώ στη συνέχεια το υιοθέτησαν όλοι οι ναυτιλιακοί φορείς σε διεθνές επίπεδο με σκοπό την αντικειμενική φορολόγηση των δεξαμενοπλοίων.¹⁶

Το σύστημα αυτό εγκαταλείφθηκε το 1983 καθώς ήταν δύσκολο να καθοριστεί η ακριβής τιμή του πετρελαίου αφού άλλαζε ανάλογα με το συμβόλαιο. Ωστόσο ακόμα και σήμερα, το σύστημα αυτό συνεχίζει να αποτελεί κλίμακα αναφοράς για την διάκριση των διαφόρων μεγεθών των δεξαμενοπλοίων.

¹⁶ Evangelista, WS50, p.10-11

Σύμφωνα με το σύστημα AFRA έχουμε τις εξής κατηγορίες δεξαμενοπλοίων που φαίνονται στην παρακάτω εικόνα βάσει του νεκρού βάρους τους.



Εικόνα 1.2-5 : Κατηγορίες δεξαμενοπλοίων κατά AFRA βάσει DWT (το Aframax τοποθετείται καταγραφή) (πηγή: U.S. Energy Information Administration, London Tanker Brokers' Panel)

Εν συντομία αναφέρουμε ότι στην κλίμακα αυτή τα μικρότερα πλοία είναι τα γενικού σκοπού (General Purpose) και τα μεσαίου εύρους (Medium Range) που συνήθως μεταφέρουν πετρελαιοπαραγωγή σε μικρές αποστάσεις όπως από την Ευρώπη στις ανατολικές ακτές των ΗΠΑ.

Τα μεγάλου εύρους (Long Range LR1 και LR2) δεξαμενόπλοια μεταξύ των οποίων με κάποια σχετικά χαλαρά όρια υπάρχει και το AFRAMAX, το οποίο δεν αποτελεί κανονικά κομμάτι της κλίμακας αυτής, αλλά δείχνεται καθώς είναι ο τύπος του δεξαμενοπλοίου που σχεδιάζεται και μελετάται στην διπλωματική αυτή, αποτελούν πλοία που χρησιμοποιούνται ευρύτατα στον παγκόσμιο στόλο των tanker μεταφέροντας τόσο πετρελαιοπαραγωγή προϊόντα όσο και ακατέργαστο πετρέλαιο και μπορούν να προσεγγίσουν τα περισσότερα μεγάλα λιμάνια.

Τέλος, τα λεγόμενα supertankers αποτελούν τα πολύ μεγάλα δεξαμενόπλοια τύπου VLCC και ULCC τα οποία δεν υφίσταντο στην αρχική κλίμακα AFRA αλλά προστέθηκαν αργότερα στην δεκαετία του 70' που υπήρχε το ράλι ανταγωνισμού για την δημιουργία όλο και μεγαλύτερων δεξαμενοπλοίων. Τα πλοία αυτά λόγω του τεραστίου μεγέθους (άρα και μεγάλου βυθίσματος) τους δυσκολεύονται να προσεγγίσουν αρκετά λιμάνια ανά τον κόσμο και σε αρκετά αναγκάζονται να μην είναι πλήρως φορτωμένα για να μπορούν ξεφορτώσουν. Σε μερικές περιπτώσεις, εκφορτώνουν μέρος του φορτίου τους σε μικρότερα δεξαμενόπλοια ενώ ακόμα λόγω του ότι πραγματοποιούν μεγάλες σχετικά διαδρομές, συχνά αναγκάζονται να παραμείνουν στη θάλασσα για μεγάλα χρονικά διαστήματα που σε συνδυασμό με το slow steaming μπορεί να ξεπεράσει και τις 70 ημέρες.¹⁷

¹⁷ Huber, 2001, p.23

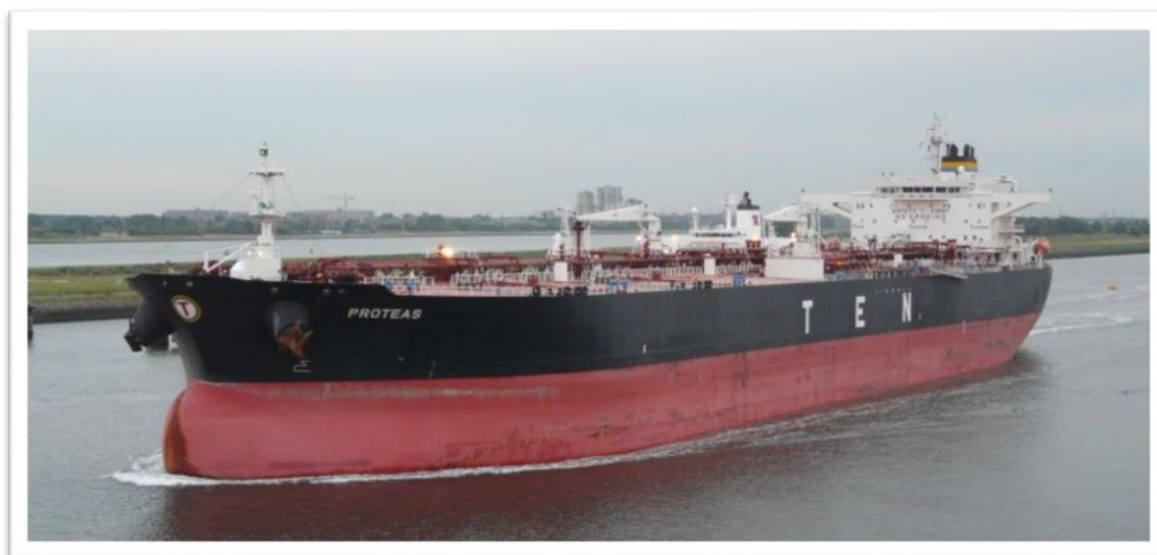
Εκτός από την κλίμακα AFRA που όπως αναφέρθηκε επισήμως δεν ισχύει πλέον, υπάρχει και μια παρόμοια κλίμακα βάσει του DWT των δεξαμενοπλοίων η οποία ονομάζεται Flexible Market Scale με τις διαφοροποιήσεις να εντοπίζονται βασικά στην ονομασία της κατηγορίας και στα όρια. Παρακάτω παρατίθεται ένας πίνακας με τα όρια και τις ονομασίες των τύπων tanker για τις δυο προαναφερόμενες κλίμακες.

Oil tanker size categories			
AFRA Scale		Flexible market scale	
Class	Size in DWT	Class2	Size in DWT3
General Purpose tanker	10,000–24,999	Product tanker	10,000–60,000
Medium Range tanker	25,000–44,999	Panamax	60,000–80,000
LR1 (Large Range 1)	45,000–79,999	Aframax	80,000–120,000
LR2 (Large Range 2)	80,000–159,999	Suezmax	120,000–200,000
VLCC (Very Large Crude Carrier)	160,000–319,999	VLCC	200,000–320,000
ULCC (Ultra Large Crude Carrier)	320,000–549,999	Ultra Large Crude Carrier	320,000–550,000

Πίνακας 1.2-1 : Κατηγοριοποίηση δεξαμενοπλοίων βάσει DWT σύμφωνα με τις κλίμακες AFRA και FM (πηγή: Evangelista, Joe, ed. (Winter 2002). "Scaling the Tanker Market")

Τα δεξαμενόπλοια τύπου Aframax έχουν περιορισμό στο πλάτος 32.31m και συνεπώς αδυνατούν να διέλθουν από τη διώρυγα του Παναμά ωστόσο μπορούν να εξυπηρετούν τα περισσότερα λιμάνια στον κόσμο. Τα πλοία αυτά, είναι βέλτιστα για μεταφορά ακατέργαστου πετρελαίου σε μικρές ή μεσαίες αποστάσεις και χρησιμοποιούνται σε μεγάλο βαθμό στη Μαύρη Θάλασσα, τη Βόρεια Θάλασσα, τη Καραϊβική, την Νότια και ανατολική Θάλασσα της Κίνας και την Μεσόγειο.

Στην παρακάτω εικόνα απεικονίζεται ένα δεξαμενόπλοιο Aframax και συγκεκριμένα το πλοίο αναφοράς 116,000 DWT, βάσει του οποίου σχεδιάστηκε και μελετήθηκε το πλοίο "SIR NIKOLAS" της διπλωματικής.



Εικόνα 1.2-6 : Πλοίο αναφοράς τύπου AFRAMAX- 116,000 DWT(πηγή: www.shipspotting.com)

Σύμφωνα με ερευνα που πραγματοποιήθηκε το 2006¹⁸ σχετικά με τα ατυχήματα και τις συνέπειές τους που παρουσιάζουν τα Aframax, δείχνει ότι ο αριθμός των ατυχημάτων

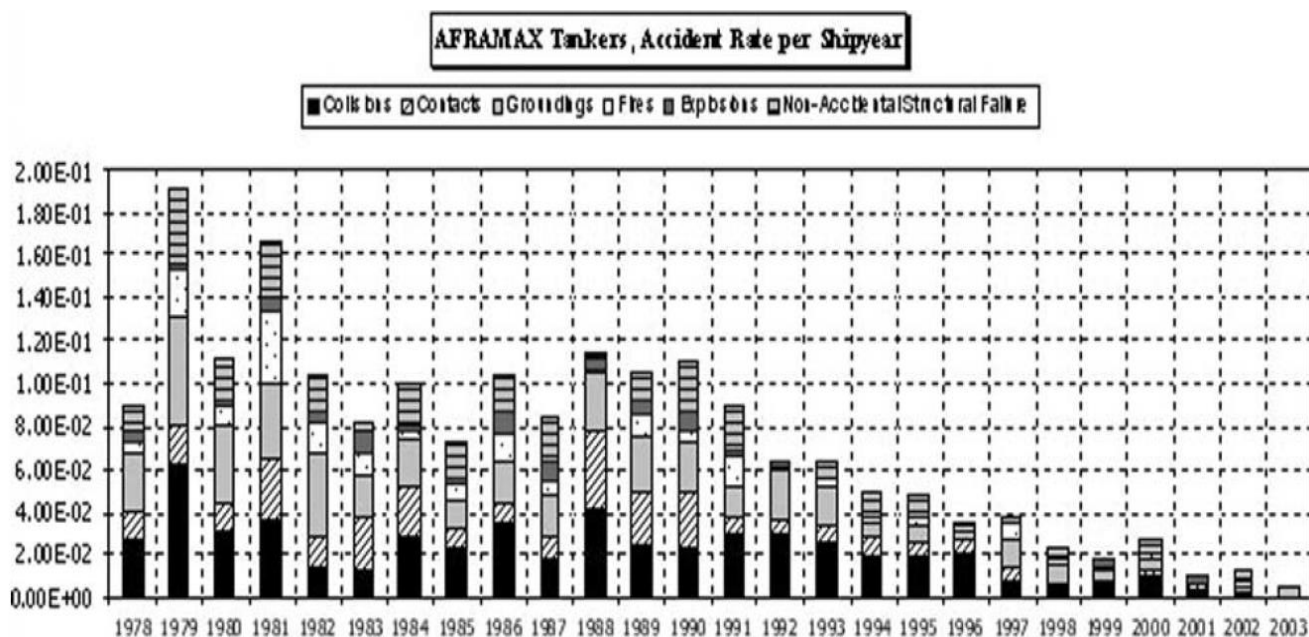
¹⁸Papanikolaou et al, Casualty analysis of Aframax tankers, p.52

ανεξαρτήτως του τύπου βλάβης παρουσιάζει συνεχή μείωση τα τελευταία χρόνια κάτι το οποίο προφανώς αποδίδεται εν μέρει και στους κανονισμούς ενάντια στη μόλυνση που έχουν τεθεί σταδιακά σε ισχύ όλα αυτά τα χρόνια, όπως για παράδειγμα η υιοθέτηση της διάταξης της διπλής γάστρας και των διαχωρισμένων δεξαμεμών έρματος. Είναι σημαντικό να τονιστεί ότι η μείωση αυτή των ατυχημάτων δεν έχει συνοδευτεί από ανάλογη μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων που προκαλούνται από αυτά.

Ο ρυθμός της εκροής τόνων πετρελαίου που συσχετίζει ποσότητα εκροής με τον αριθμό των ενεργών AFRAMAX δείχνει να έχει αυξηθεί κάπως μετά το 1990 και άρα η ετήσια μόλυνση του περιβάλλοντος έχει επίσης αυξηθεί. Ο λόγος σύμφωνα με την έρευνα, αποδίδεται κυρίως στον παράγοντα της ναυσιπλοΐας παρά σε κατασκευαστικές αστοχίες. Τα ατυχήματα λόγω πυρκαγιάς είναι σχεδόν αμελητέα κάτι το οποίο ισχύει επίσης σε ακόμα μικρότερο βαθμό για τα ατυχήματα που οφείλονται σε εκρήξεις.

Ένα ακόμα σημείο που χρήζει προσοχής και αναφοράς είναι ο σημαντικός ρόλος που αποδεικνύεται ότι έχει διαδραματίσει η διάταξη της γάστρας στους χώρους φορτίου για την μείωση αυτή των ατυχημάτων. Συγκεκριμένα, βρέθηκε ότι τα AFRAMAX τύπου SH-SBT/PL παρουσιάζονται αρκετά ανώτερα σε σχέση με τα SH-NON-SBT/PL στη περίοδο 1978-2003 και ιδιαίτερα στο δεύτερο μισό της περιόδου που η μεγάλη ηλικία των δεύτερων συνεισέφερε σημαντικά στην αύξηση των ατυχημάτων στα οποία εμπλέκονται.

Στο παρακάτω σχήμα έχουμε τον προαναφερόμενο ρυθμό των ατυχημάτων για Aframax tankers ανά έτος και σε σχέση με τις γνωστές αιτίες ατυχημάτων που είναι η σύγκρουση, η προσάραξη, η πυρκαγιά, η έκρηξη και η κατασκευαστική αστοχία χωρίς κατάσταση ατυχήματος.



Σχήμα 1.2-1 : Ρυθμός εμφάνισης ατυχημάτων ανά έτος και τύπο βλάβης για Aframax tankers (πηγή: *Casualty analysis of Aframax tankers, A. Papanikolaou, E. Eliopoulou, A. Alissafaki, N. Mikelis, S. Aksu, S. Delautre (2006)*.)

Τέλος, μπορούμε να αναφέρουμε ονομαστικά τα είδη των δεξαμενοπλοίων τα οποία απαντώνται στον κόσμο ανάλογα με το τύπο φορτίου το οποίο μεταφέρουν. Υπάρχουν λοιπόν τα oil tankers τα οποία μεταφέρουν πετρέλαιο ή παράγωγα αυτού όπως βενζίνη, κηροζίνη αλλά και παραφίνη και διακρίνονται σε δυο βασικές κατηγορίες, τα product tankers τα οποία

μεταφέρουν τα πετρελαιοπαραγωγά και τα crude tankers που μεταφέρουν το ακατέργαστο πετρέλαιο.

Μια άλλη κατηγορία είναι τα λεγόμενα chemical tankers τα οποία μεταφέρουν χημικά παράγωγα σε διάφορες μορφές και βαθμούς επεξεργασίας. Σημαντικό στα chemical είναι η βαφή η οποία χρησιμοποιείται στο εσωτερικό των δεξαμενών φορτίου καθώς τα χημικά μπορεί να είναι πολύ διαβρωτικά για τον χάλυβα. Επίσης έχουμε τα slurry tankers, που μεταφέρουν υλικά που δεν μπορούν να διαλυθούν στο νερό και θεωρούνται και ως λιπάσματα. Ακόμα, υπάρχουν τα hydrogen tankers τα οποία αναλαμβάνουν την μεταφορά υγροποιημένου αερίου υδρογόνου. Μια όχι και τόσο συνηθισμένη κατηγορία δεξαμενοπλοίων είναι τα επονομαζόμενα juice tankers τα οποία ειδικεύονται στην μεταφορά χυμού πορτοκαλιού σε μαζικές ποσότητες. Κλείνοντας, πρέπει να αναφέρουμε τα wine tankers τα οποία διαθέτουν ειδικές συνθήκες και κατάλληλο πλαίσιο για την αποθήκευση και μεταφορά οίνου.

1.3 Σημαντικά ατυχήματα και πως συνετέλεσαν στην διαμόρφωση κανονισμών

Στην παράγραφο αυτή καταγράφονται τα μεγαλύτερα ατυχήματα δεξαμενοπλοίων που στιγμάτισαν την ιστορία ανεξαρτήτως είδους βλάβης και οδήγησαν στην εκροή των μεγάλων ποσοτήτων πετρελαίου. Επίσης, σε δεύτερο χρόνο, επιχειρείται παράλληλα μια σχετικά συνοπτική αναφορά στα κατασκευαστικά ή λειτουργικά λάθη τα οποία ανέδειξαν αυτές οι καταστροφές και πως αυτό μεταφράστηκε στην πορεία στην παραγωγή νέων αυστηρότερων κανονισμών και στη γέννηση σχεδιαστικών δικλίδων ασφαλείας που σήμερα χαρακτηρίζουν τα ενεργά δεξαμενόπλοια περιορίζοντας την έκθεση τους στις πιθανότητες μιας νέας ανθρώπινης και περιβαλλοντικής τραγωδίας.

Torrey Canyon - 1967 (120,000t oil spilled)

Ήταν 18 Μάρτιου του 1967, όταν το σημαίας Λιβερίας Suezmax 120,000DWT crude oil tanker προσέκρουσε από λάθος υπολογισμούς πορείας στο ύφαλο Seven Stones του Pollard Rock κοντά στις ακτές τις νοτιοδυτικής Αγγλίας. Το ατύχημα αυτό αποτέλεσε το μεγαλύτερο ναυτικό ατύχημα που είχε συμβεί μέχρι εκείνη την εποχή. Το ατύχημα προξενήθηκε αφενός διότι ο καπετάνιος επέλεξε να ακολουθήσει μια συντομότερη αλλά σαφώς επικινδυνότερη διαδρομή για να φτάσει στο προορισμό του και αφετέρου διότι υπήρξε μια ασυνεννοησία με τον πλοηγό σχετικά με το αν το πλοίο βρισκόταν ή όχι σε αυτόματη λειτουργία, αφαιρώντας έτσι την ικανότητα χειροκίνητων ελιγμών όταν χρειάστηκε.

Υπήρξαν μάλιστα ανεπιτυχείς προσπάθειες να αποκολλήσουν το πλοίο από τον ύφαλο οδηγώντας στον θάνατο ενός ατόμου του πληρώματος όπως και περιορισμού της έκτασης της μόλυνσης με αφρό. Δυστυχώς, τίποτα από όσα επιχειρήθηκαν δεν στάθηκαν ικανά να μειώσουν το ανυπολόγιστο κόστος της περιβαλλοντικής καταστροφής που προκλήθηκε. 80 χιλιόμετρα των Γαλλικών ακτών και 190 χιλιόμετρα των ακτών της Κορνουάλης της Αγγλίας μολύνθηκαν ανεπανόρθωτα.

Υπολογίζεται ότι περίπου 15,000 θαλάσσια πουλιά σκοτώθηκαν και εκατομμύρια υδρόβιοι οργανισμοί χάθηκαν. Επίσης, 42 πλοία κατέβρεξαν με 10,000t διαλυτικών στο πετρέλαιο που επέπλεε και σχημάτισαν αλυσίδα για την διαφύλαξη των κοντινών παραλιών. Οι κυβερνήσεις Γαλλίας και Αγγλίας κυνήγησαν δικαστικά του ιδιοκτήτες του Torrey Canyon αναγκάζοντας

τελικά την εταιρία να πληρώσει το μεγαλύτερο πρόστιμο που είχε ποτέ εκδικαστεί στην ιστορία για δημιουργία πετρελαιοκηλίδας.

Στην παρακάτω εικόνα φαίνεται το κομμένο στα δυο πλέον δεξαμενόπλοιο Torrey Canyon μετά την πρόσκρουση στον ύφαλο Seven Stones.



Εικόνα 1.3-1 : Το ατύχημα του Torrey Canyon-1967 (πηγή: www.divernet.com)

Στο παρακάτω σχήμα φαίνεται η διαδρομή που ακολούθησε προσεγγιστικά το πετρέλαιο το οποίο χύθηκε στην θάλασσα από το Torrey Canyon όπου φαίνεται καθαρά ότι μεγάλες εκτάσεις της βορειοδυτικής Ευρώπης δέχτηκαν περιβαλλοντική πληγή από το ατύχημα αυτό.



Εικόνα 1.3-2 : Περιογή έκτασης πετρελαιοκηλίδας από τη πρόσκρουση του Torrey Canyon (πηγή: www.oilpollutionliability.com)

Εξαιτίας αυτής της καταστροφής, το 1973 η σύμβαση της MARPOL την οποία συνέταξε και επικύρωσε ο IMO, απαίτησε την σημαντική μείωση του πετρελαίου που χύνεται στη θάλασσα κατά την λειτουργία του πλοίου και επίσης επέβαλε την δημιουργία ανεξάρτητων δεξαμενών διαχωρισμένου έρματος διατηρώντας παράλληλα το μοντέλο του load on top.

Sea Star -1972 (115,000t oil spilled)

Τον Δεκέμβριο του 1972, το supertanker Sea Star συγκρούστηκε στον κόλπο του Ομάν με το Βραζιλιάνικο tanker Horta Barbosa προκαλώντας την διαρροή 115,000 τόνων πετρελαίου στη θάλασσα. Για 5 ολόκληρες ημέρες, το σκηνικό του ατυχήματος βρισκόταν στο έλεος της φωτιάς που αναπτύχθηκε χωρίς ευοδοθεί η προσπάθεια κατάσβεσης που καταβλήθηκε. Η φωτιά αυτή, οδήγησε και στον τραγικό θάνατο 12 ανθρώπων που ανήκαν στο πλήρωμα του δεξαμενοπλοίου συμπληρώνοντας έτσι με θλιβερό τρόπο το ήδη μακάβριο θέαμα της περιβαλλοντικής καταστροφής.

Το πλοίο τελικά, μετά από διαδοχικές εκρήξεις που σημειώθηκαν βυθίστηκε τον Περσικό κόλπο. Το ατύχημα συνέβη πριν τη σύμβαση της MARPOL του 1973 επομένως δικαιολογημένα μπορούμε να θεωρήσουμε ότι λήφθηκε υπόψη στη δημιουργία των κανονισμών που περιεγράφηκαν.

Amoco Cadiz -1978 (227,000t oil spilled)

Ήταν Μάρτιος του 1978 όταν το σημαίας Λιβερίας VLCC Amoco Cadiz 233,690 DWT προσέκρουσε στα Portsall Rocks της Γαλλίας απελευθερώνοντας σταδιακά το φορτίο του στη θάλασσα και καθώς υπήρξαν πολλαπλές κατασκευαστικές αστοχίες το πλοίο έσπασε σε τρία κομμάτια και βυθίστηκε και δεν δόθηκε η παραμικρή ευκαιρία να περιοριστεί η εκροή του στο περιβάλλον. Το αποτέλεσμα ήταν δραματικό, ολόκληρο το φορτίο του Amoco ήτοι 223,000 τόνοι αργού πετρελαίου συν 4,000 τόνοι πετρελαίου από τις δεξαμενές HFO του χύθηκαν ανεξέλεγκτα στα ανοικτά της Γαλλίας. Ένας ακόμα επιβαρυντικός παράγοντας ήταν ότι το πετρέλαιο κατά την ανάμιξη του με το νερό δημιούργησε ένα παχύρευστο μίγμα με πενταπλάσιο όγκο δίνοντας ακόμα μεγαλύτερες καταστροφικές διαστάσεις στην μόλυνση 320 km των Γαλλικών ακτών.

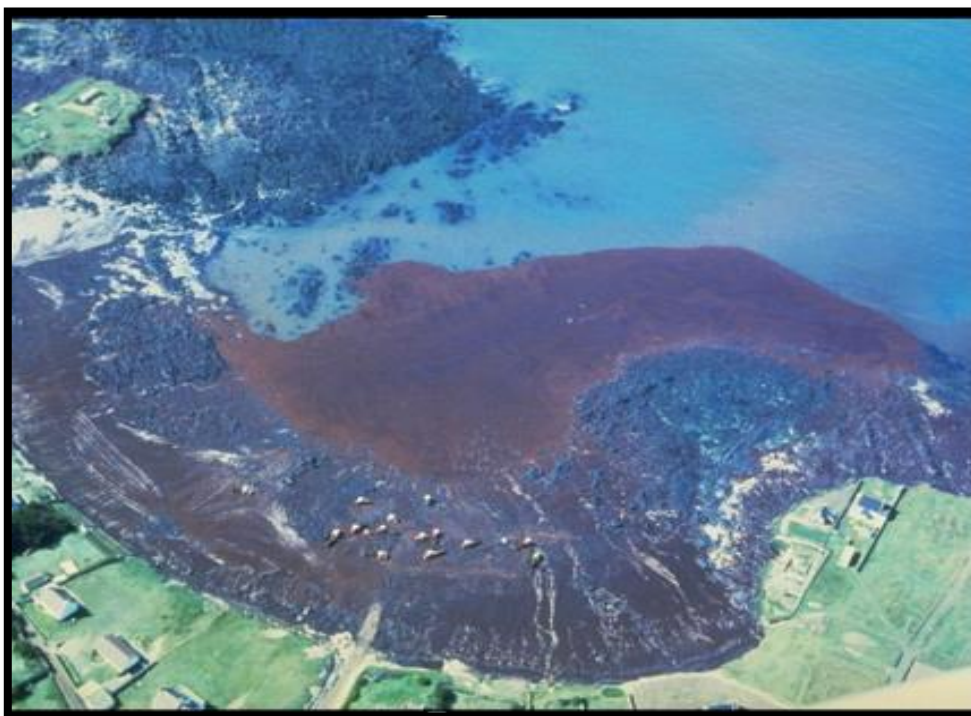
Στην παρακάτω φωτογραφία απεικονίζεται η κατάσταση του Amoco Cadiz λίγο μετά το ατύχημα.



Εικόνα 1.3-3 : Το κομμένο στα δυο Amoco Cadiz βυθίζεται κοντά στις Γαλλικές ακτές (πηγή: www.marineinsight.com)

Παρά τους 3,000 τόνους διαλυτικών που χρησιμοποιήθηκαν και την χρήση κιμωλίας σαν παράγοντα βύθισης η εμπόδιση της διάχυσης του πετρελαίου ήταν αναπόφευκτη ρυπαίνοντας ακτές, υδροβιότοπους, αλυκές και θαλάσσια ζώα. Μόνο με την χρήση αγροτικών μηχανημάτων κενού και την επιστράτευση 7,000 στρατιωτών που με τα χέρια τους απομάκρυναν το πετρέλαιο, υπήρξε μια κάποια ανάσχεση του προβλήματος. Ωστόσο και πάλι ο απολογισμός ήτο τραγικός, 20,000 νεκρά πουλιά, εκατομμύρια νεκρά μαλάκια, 9,000 τόνοι καλλιέργειας στρειδιών καταστράφηκαν κλπ.

Στην παρακάτω εικόνα απεικονίζεται το εύρος της καταστροφικής μόλυνσης που προκάλεσε η βύθιση του VLCC Amoco Cadiz στη περιοχή της Βρετανής.



Εικόνα 1.3-4 : Η καταστροφική εξάπλωση του πετρελαίου στις ακτές της Βρετανής (πηγή: www.shipwrecklog.com)

Atlantic Empress και Aegean Captain -1979 (287,000t oil spilled)

Ένα ατύχημα που συγκλόνισε με τις διαστάσεις του ήταν μεταξύ δύο γιγάντων, του ελληνικής ιδιοκτησίας VLCC Atlantic Empress 276,000DWT και το επίσης VLCC Aegean Captain 200,000DWT τα οποία συγκρούστηκαν στην Καραϊβική. Τα 2 πλοία τυλίχτηκαν στις φλόγες ενώ οδυνηρό θάνατο βρήκαν και 26 ναυτικοί.

Η κατάσβεση και η διάσωση του Aegean Captain μέσω της ρυμούλκησης του προς το Curacao ήταν επιτυχής και κατά τη διάρκεια αυτής μόνο λίγοι τόνοι πετρελαίου διέρρευσαν στη θάλασσα. Ωστόσο το Atlantic δεν είχε την ίδια τύχη καθώς η φωτιά επέμεινε για πάνω από 10 ημέρες να κατακαίει το πλοίο συνοδευόμενη από παροδικές εκρήξεις. Το γεγονός ότι η φωτιά κατέκαιγε το πετρέλαιο για μέρες αφήνει κάπως θολό τον τελικό όγκο που μόλυνε τη θάλασσα καθώς καμία από τις γειτονικές χώρες, ούτε η διεθνής κοινότητα δεν έδειξαν ενδιαφέρον να μελετήσουν τη σύγκρουση και τις περιβαλλοντικές της επιπτώσεις.

Αυτό παραμένει κάτι εντελώς αδιανόητο, ειδικά αν συλλογιστεί κανείς ότι αποτελεί μέχρι και σήμερα το μεγαλύτερο ναυτικό ατύχημα ως προς την ποσότητα εκροής πετρελαίου που από εκτιμήσεις έφτασε τους 287,000 τόνους. Φάνηκε τελικά, ότι η ανθρώπινη υπευθυνότητα και

ευαισθησία δεν θίγονται από ατυχήματα που δεν προκαλούν σημαντική μόλυνση των ακτών και παρακώλυση των ανθρώπινων δραστηριοτήτων και άρα κατ' επέκταση δεν προσελκύουν επαρκώς το ενδιαφέρον των μέσων ενημέρωσης.

Στην παρακάτω εικόνα φαίνεται το Atlantic Empress στο έλεος της φωτιάς.



Εικόνα 1.3-5 : Η φωτιά κατακαίει το Atlantic Empress για πάνω από 10 μέρες στα ανοιχτά της Καραϊβικής (πηγή: www.colindelarue.com)

Exxon Valdez - 1989 (37,000t oil spilled)

Αποτελεί μια από τις δημοφιλέστερες και μεγαλύτερες τραγωδίες στα χρονικά των ατυχημάτων που οδήγησε σε σαρωτικές αλλαγές στους κανονισμούς και έφερε πολλές πικρές αλήθειες στην επιφάνεια σχετικά με την λειτουργία των δεξαμενοπλοίων. Ήταν Μάρτιος του 1989 όταν συνέβη η προσάραξη του VLCC Exxon Valdez 215,000 DWT στο Prince William Sound στην Αλάσκα.

Η δυσπρόσιτη περιοχή εκεί έκανε ιδιαίτερα δύσκολο το έργο της διάσωσης και κάπως ξετυλίχθηκε μια τεράστια περιβαλλοντική καταστροφή. Ανάμεσα στις αιτίες που ανέκυψαν για το ατύχημα ήταν η αισθητά ελλιπής στελέχωση του πλοίου με προσωπικό, οι υπερωρίες και η υπερκόπωση που επιβάρυναν το προσωπικό που έκανε 10-12 ώρες βάρδια καθώς και η κακή συντήρηση ενός από τα radar που υπό κανονικές συνθήκες θα ενημέρωνε τον πλοηγό για τη επικείμενη πρόσκρουση με τον ύφαλο. Επιπλέον, φάνηκε ότι δεν είχαν πραγματοποιηθεί οι απαραίτητοι έλεγχοι ασφάλειας από την ακτοφυλακή.

Η λίστα των επιπτώσεων από το ατύχημα τρομοκρατεί ακόμα και σήμερα τον καθένα, μόλις 10% της συνολικής ποσότητας πετρελαίου που διέρρευσε καθαρίστηκε, πολλά μέλη των καθαριστικών συνεργείων (η συντριπτική πλειοψηφία, 11000, ήταν κάτοικοι της Αλάσκα) έπαθαν νευρικές, πνευμονικές, στομαχικές και αιματικές διαταραχές εξαιτίας των καθαριστικών που χρησιμοποιήθηκαν.

Ακόμα 250,000 πτηνά, 2800 βύδρες, 300 φώκιες, 22 φάλαινες και 247 αετοί απεβίωσαν. Έρευνα του 2006 από την υπηρεσία ναυτικής αλιείας κατέδειξε ότι ακόμα και τότε 102 τόνοι πετρελαίου εξακολουθούσαν να μολύνουν πάνω από 9.6km ακτογραμμής στην Αλάσκα μειώνοντας σημαντικά την ανάπτυξη ζωής σε αυτές τις περιοχές, ενώ η αλλοίωση που υπέστη το έδαφος παραμένει ακόμα και σήμερα.

Στην παρακάτω εικόνα φαίνεται σκηνή από το ατύχημα του Exxon Valdez.



Εικόνα 1.3-6 : Το Exxon Valdez πλέει ανάμεσα στους γιλιάδες τόνους πετρελαίου που έχει απελευθερώσει στη θάλασσα. (πηγή: www.huffingtonpost.com)



Εικόνα 1.3-7 : Η περιβαλλοντική καταστροφή από το ατύχημα του Exxon Valdez ήταν ανυπολόγιστη (πηγή: www.nbcnews.com)

Σύμφωνα επίσης με διάφορες έρευνες, οι επιπτώσεις σε μακροπρόθεσμο ορίζοντα ήταν πάρα πολλές για την περιοχή, όπως μείωση διαφόρων αθλημάτων, της αλιείας, του τουρισμού ενώ ακόμη και η οικονομία της πόλης Cordova επηρεάστηκε αρνητικά. Οι επιδράσεις που είχε το ατύχημα αυτό στην διεθνή κοινή γνώμη του οποίου οι επιπτώσεις συνεχίζονται ακόμα και σήμερα, έλαβαν τη μορφή χιονοστιβάδας προκαλώντας αλυσιδωτές αλλαγές στο νομικό πλαίσιο υπό το οποίο θα σχεδιάζονταν, κατασκευάζονταν και λειτουργούσαν τα δεξαμενόπλοια από εδώ και έπειτα αρχικά στις ΗΠΑ και στη συνέχεια σε ολόκληρο τον κόσμο. Μέσα σε ένα χρόνο συντάχθηκε το πρωτόκολλο OPA 1990 (Oil Pollution Act) στο οποίο

περιλαμβάνονταν μια σειρά από κανονισμούς όπως η απαγόρευση διέλευσης δεξαμενοπλοίων τα οποία είχαν οπουδήποτε στο παρελθόν εμπλακεί σε εκροή πετρελαίου άνω των 1,000,000 US γαλονιών από την περιοχή του ατυχήματος στην Αλάσκα, αποκλείοντας ουσιαστικά το Exxon διαπαντός από εκεί. Μέχρι σήμερα έχουν αποκλειστεί 18 δεξαμενόπλοια από τη ζώνη αυτή.

Επιπλέον, απαίτησε την σταδιακή καθιέρωση της διπλής γάστρας για όλα τα δεξαμενόπλοια που προσεγγίζουν τις ΗΠΑ (υποχρεωτικά για όλους από το 2015) και αυτό διότι όπως διαπιστώθηκε από μελέτη, σε περίπτωση που το Exxon Valdez διέθετε διπλή γάστρα μπορεί να μην είχε αποσοβήσει το εσωτερικό ρήγμα και την διαρροή αλλά η ποσότητα του πετρελαίου που θα είχε διαφύγει θα ήταν περίπου 60% λιγότερη από αυτή που διέφυγε με την μονή γάστρα. Επίσης, έθεσε ουσιαστικά χρονοδιάγραμμα για την απόσυρση των single hull tankers. Επίσης, τέθηκε σε ισχύ κανονισμός από την Αλάσκα ο οποίος καθόριζε αναγκαία τη συνοδεία 2 ρυμουλκών κατά τη διέλευση ενός Tanker από τη περιοχή του ατυχήματος.

Erika – 1999 (20,000t oil spilled)

Είναι από τις φορές που το εύρος της καταστροφής δεν αντικατοπτρίζεται από την ποσότητα του πετρελαίου σε πρώτη φάση. Η βύθιση του Erika το Δεκέμβριο του 1999 σίγουρα ανήκει σε αυτή τη κατηγορία. Το πλοίο έπεσε σε βαριά καταιγίδα 40km από την ακτή της Βρετάνης με αποτέλεσμα να υπάρξει κατασκευαστική αστοχία και να σπάσει στα δυο. Ο πολύ κακός καιρός που επικρατούσε για μέρες στην περιοχή δεν επέτρεψε την έγκαιρη και επαρκή απομάκρυνση του πετρελαίου με συνέπεια μόλις 3% της ποσότητάς που ελευθερώθηκε στη θάλασσα να ανασυρθεί. Το γεγονός ότι η ηλικία του πλοίου την χρονική στιγμή του ατυχήματος ήταν σχεδόν 25 χρόνια ,συνέβαλε προφανώς στην αστοχία του.

Στην παρακάτω εικόνα βλέπουμε το δεξαμενόπλοιο Erika να βυθίζεται στα νερά του Ατλαντικού.



Εικόνα 1.3-8 : Το tanker Erika καθώς καταυθύνεται στην τελευταία του κατοικία (πηγή: www.maritimejournal.com)

Τα στοιχεία των επιπτώσεων που προέκυψαν από τη βύθιση του Erika ήταν φυσικά θλιβερά, 65,000 θάνατοι πτηνών, καταστροφή της τοπικής αλιείας, πάρα πολλές ακτές επλήγησαν και

μολύνθηκαν κυρίως στον Λίγηρα, στη βόρεια Βαντέ και στο Γαλλικό νησί Μπελ ιλ αν μερ. Τελικά μετά από πολύμηνες προσπάθειες, η επιχείρηση καθαρισμού και απομάκρυνσης του πετρελαίου και του παχύρευστου μίγματος που δημιουργήθηκε ολοκληρώθηκε τον Σεπτέμβριο του 2000, 9 μήνες μετά το ατύχημα. Πολλές αποζημιώσεις διεκδικήθηκαν από το ατύχημα αυτό με το τίμημα να ξεπερνά τα 192 εκατομμύρια ευρώ για την ιδιοκτήτρια εταιρία του πλοίου.

Prestige – 2002 (63,000 oil spilled)

Ήταν ένα απόγευμα του Νοεμβρίου του 2002 με έντονη θαλασσοταραχή όταν το ελληνικής ιδιοκτησίας Prestige, ένα Aframax με 82,000 DWT, υπέστη ανεπανόρθωτη βλάβη στη γάστρα με αποτέλεσμα να αρχίσει να διαρρέει πετρέλαιο προς τη θάλασσα. Η μη ανάληψη της ευθύνης διαχείρισης της κρίσης αυτής από κανένα από τα γειτονικά κράτη της Πορτογαλίας και της Ισπανίας δυστυχώς σπατάλησε πολύτιμο χρόνο που θα μπορούσε να έχει αξιοποιηθεί για τον περιορισμό της έκτασης της μόλυνσης καθώς χρειάστηκε η μεταφορά του στα ανοικτά του Ατλαντικού. Το πετρέλαιο που απελευθερώθηκε από το σύντομα βυθιζόμενο πλοίο άργησε να δείξει τις προθέσεις του για την κατεύθυνση που θα λάμβανε. Τελικά κατέληξε να προκαλέσει σοβαρή μόλυνση σε πάνω από 1,900km στις ακτές τις Γαλικίας, στη βόρεια πλευρά της Ισπανίας όπως ακόμα και στην Αγγλική επικράτεια.

Συνολικά, 10 Ευρωπαϊκές χώρες επιστράτευσαν μηχανισμούς έκτακτης ανάγκης όπως τα 1000 και πλέον αλιευτικά και άλλα πλοία ή ακόμα τη συνδρομή 5,000 Ισπανών στρατιωτών και εθελοντών με σκοπό να επιβραδύνουν την εξάπλωση του πετρελαίου. Η διαδικασία ήταν αρκετά ατελέσφορη και αργή τις περισσότερες ημέρες εξαιτίας και των πολύ άσχημων καιρικών συνθηκών. Το τίμημα από του ατυχήματος ήταν βαρύ, με την αλιεία να απαγορεύεται σε τεράστιες εκτάσεις στη γύρω περιοχή και τον τουρισμό Γαλλίας και Ισπανίας να δέχεται πλήγμα τουλάχιστον ως τα τέλη του 2003, ενώ ακόμα το κόστος για την ανέγερση του ναυαγίου το 2004 κόστισε στην Ισπανία 100 εκατομμύρια ευρώ.



Εικόνα 1.3-9 : Το Prestige καταρρέει κατασκευαστικά και παραδίνεται στη θάλασσα. (πηγή:www.cresco.com)

Κεφάλαιο Δεύτερο

Κανονισμοί της ΜΑΡΡΟΛ

*«Τραγούδι τρυφερό η θάλασσα μας φάλλει,
τραγούδι που έκαμαν τρεις ποιηταί μεγάλοι,
ο ήλιος, ο αέρας και ο ουρανός.
Και σαν κυτιάζεις την υγρή της πεδιάδα,
σαν βλέπεις την απέραντή της πρασινάδα,
τον κάμπο της πούναι κοντά και τόσο μακρινός,
γεμάτος με λουλούδια κίτρινα που σπέρνει
το φως σαν κηπουρός, χαρά σε παίρνει
και σε μεθά, και σε υψώνει την καρδιά.
Κι αν ήσαι νέος, μες σταις φλέβες σου θα τρέξη
της θάλασσας ο πόθος· θα σε 'πη μια λέξι
το κύμα απ' τον έρωτά του, και θα βρέξη
με μυστική του έρωτά σου μυρωδιά.»*

Κωνσταντίνος Π. Καβάφης

Απόσπασμα από την ποιητική συλλογή

«Αποκηρυγμένα», 1983

2

Κανονισμοί της Marpol2.1 Διεθνής Σύμβαση Marpol : Κανονισμός 18 - Δεξαμενές διαχωρισμένου έρματος

1. Κάθε πλοίο μεταφοράς αργού πετρελαίου με νεκρό βάρος 20,000 τόνων και άνω και παραγώνων πετρελαίου νεκρού βάρους 30,000 τόνων και άνω που έχουν παραδοθεί από την 1 Ιουνίου 1982 και έπειτα πρέπει να τηρούν τις παρακάτω προδιαγραφές.
2. Η χωρητικότητα των δεξαμενών πρέπει να είναι τέτοια ώστε να επιτρέπει την ασφαλή λειτουργία του πλοίου σε κατάσταση ερματισμού χωρίς να απαιτείται η χρήση δεξαμενών φορτίου για έρμα εκτός από περιπτώσεις που περιγράφονται παρακάτω. Σε όλες τις περιπτώσεις, όμως, η χωρητικότητα των δεξαμενών θα πρέπει να είναι τέτοια ώστε σε κάθε στάδιο ενός ταξιδιού σε κατάσταση έρματος, τα βυθίσματα και η διαγωγή πρέπει να ικανοποιούν τα εξής :
 - 2.1 το βύθισμα γάστρας στο μέσον του πλοίου (d_m) σε μέτρα (χωρίς να λαμβάνεται υπόψη οποιαδήποτε παραμόρφωση του πλοίου) να είναι τουλάχιστον ίσο με:

$$d_m = 2.0 + 0.02L_f = 2 + 0.02 \times 239.766 = 6.795m$$
 - 2.2 τα βυθίσματα στη πωραία και στη πρυμναία κάθετο πρέπει να ανταποκρίνονται σε εκείνα που καθορίζονται από το βύθισμα στο μέσο του πλοίου όπως προσδιορίζεται στη παράγραφο 2.1 ώστε το πλοίο να έχει διαγωγή με τη πρύμνη όχι μεγαλύτερη από $0.015L_f = 3.596m$
 - 2.3 σε κάθε περίπτωση το βύθισμα στην πρυμναία κάθετο πρέπει να είναι τέτοιο ώστε να επιτυγχάνεται πλήρης βύθιση της έλικας του πλοίου
3. Σε καμία περίπτωση δεν θα πρέπει να μεταφέρεται έρμα σε δεξαμενές φορτίου εκτός :
 - 3.1 σε σπάνιες περιπτώσεις ταξιδιών με καιρικές συνθήκες τόσο δυσμενείς ώστε, κατά την γνώμη του πλοιάρχου, είναι αναγκαίο να ερματισθούν δεξαμενές φορτίου για την ασφάλεια του πλοίου και
 - 3.2 σε εξαιρετικές περιπτώσεις όπου ο ιδιαίτερος χαρακτήρας της λειτουργίας ενός πετρελαιοφόρου καθιστά αναγκαίο το να μεταφερθεί έρμα επιπλέον της ποσότητας η οποία απαιτείται βάσει της παραγράφου 2 του κανονισμού αυτού, υπό την προϋπόθεση ότι η λειτουργία αυτή του πετρελαιοφόρου εμπίπτει στην κατηγορία των εξαιρετικών περιπτώσεων όπως έχουν θεσπισθεί από τον Οργανισμό.
4. Σε περίπτωση πετρελαιοφόρου αργού πετρελαίου, το επιπλέον επιτρεπόμενο έρμα το οποίο αναφέρεται στην παράγραφο 3 του παρόντος κανονισμού, πρέπει να

μεταφέρεται σε δεξαμενές φορτίου μόνον εάν οι δεξαμενές αυτές έχουν πλυθεί από το αργό πετρέλαιο.

2.2 Διεθνής Σύμβαση Marpol : Κανονισμός 19 - Απαιτήσεις διπλού τοιχώματος και διπλού πυθμένα για πετρελαιοφόρα τα οποία παραδόθηκαν την ή μετά την 6^η Ιουλίου 1996

1. Αυτός ο κανονισμός θα πρέπει να τηρείται από όλα τα δεξαμενόπλοια που παραδόθηκαν την 6^η Ιουλίου 1996 ή αργότερα με νεκρό βάρος άνω των 600 τόνων.
3. Όλες οι δεξαμενές φορτίου πρέπει να προστατεύονται από δεξαμενές έρματος ή χώρους που δεν περιέχουν πετρέλαιο ως ακολούθως :

3.1 Οι πλευρικές δεξαμενές ή οι κενοί χώροι πρέπει να εκτείνονται είτε καθ' όλο το ύψος της πλευράς του πλοίου ή από το άνω μέρος του διπλού πυθμένα ως το ανώτατο κατάστρωμα .Πρέπει να είναι κατασκευασμένες κατά τέτοιο τρόπο ώστε η απόσταση μεταξύ του ορίου των δεξαμενών φορτίου και του πλευρικού ελάσματος περιβλήματος να μην είναι πουθενά μικρότερη από w , μετρούμενο σε οποιαδήποτε τομή σε ορθές γωνίες προς το εξωτερικό περίβλημα του πλοίου, έτσι όπως αυτό ορίζεται παρακάτω :

$$w = 0.5 + \frac{DW}{20,000} \quad m = 0.5 + \frac{113,000}{20,000} = 0.5 + 5.65 = 6.15m$$

ή

$w = 2m$, όποιο είναι μικρότερο.

Προφανώς εδώ $w = 2m$. Η ελάχιστη τιμή του w είναι ίση με 1m.

3.2 Οι δεξαμενές διπλού πυθμένα ή οι κενοί χώροι σε οποιοδήποτε σημείο θα πρέπει να είναι έτσι κατασκευασμένα ώστε η απόσταση h μεταξύ του πυθμένα των δεξαμενών φορτίου και της εσωτερικής γραμμής του εξωτερικού πυθμένα ,μετρούμενη σε γωνία 90 μοιρών ως προς το έλασμα του πυθμένα, να μην είναι μικρότερη από την τιμή που ορίζεται παρακάτω :

$$h = B/15 = 43.4/15 = 2.89m$$

ή $h = 2m$, όποιο είναι μικρότερο.

Προφανώς εδώ $h = 2m$. Η ελάχιστη τιμή του h είναι ίση με 1m.

3.3 Στην περιοχή κοίλου της γάστρας ή σε θέσεις που δεν έχουν σαφώς καθοριστεί ως κοίλα γάστρας , εφόσον οι αποστάσεις h και w διαφέρουν μεταξύ τους θα πρέπει να ικανοποιείται η απόσταση w για ύψος $1.5h$ από την βασική γραμμή και άνω.

5. Άλλες μέθοδοι σχεδιασμού και κατασκευής των δεξαμενοπλοίων μπορούν επίσης να είναι αποδεκτές ως εναλλακτικές λύσεις των απαιτήσεων που διατυπώθηκαν στην παράγραφο 2 του κανονισμού, δεδομένου ότι αυτές οι μέθοδοι παρέχουν τουλάχιστον

το ίδιο επίπεδο προστασίας σε περίπτωση σύγκρουσης ή προσάραξης και ότι είναι εγκεκριμένες από την επιτροπή προστασίας του θαλάσσιου περιβάλλοντος (MEPC).

7. Πετρέλαιο δεν θα πρέπει να μεταφέρεται σε κανένα χώρο μπροστά από την φρακτική σύγκρουσης όπως αυτή είναι ορισμένη με βάση τη σύμβαση της SOLAS 1974, όπως έχει τροποποιηθεί. Για τα πετρελαιοφόρα τα οποία δεν απαιτείται να φέρουν στεγανό σύγκρουσης, δεν θα πρέπει να διαθέτουν κανένα χώρο που να εκτείνεται πρόωραθεν κάποιου κάθετου στην κεντρική γραμμή επιπέδου το οποίο είναι τοποθετημένο κατά τρόπο σαν να υπήρχε φρακτική σύγκρουσης βάσει του κανονισμού.
8. Κατά την έγκριση του σχεδιασμού και της κατασκευής των δεξαμενοπλοίων που υπόκεινται στις προδιαγραφές αυτού του κανονισμού, ο κατασκευαστής θα πρέπει να λάβει υπόψιν θέματα ασφάλειας στα οποία περιλαμβάνεται η ανάγκη για συντήρηση και επιθεωρήσεις των πλευρικών δεξαμενών και διπύθμενων ή κενών χώρων.

2.3 Διεθνής Σύμβαση Marpol : Κανονισμός 23 - Απόδοση ακούσιας εκροής πετρελαίου

1. Αυτός ο κανονισμός πρέπει να εφαρμόζεται για δεξαμενόπλοια που παραδόθηκαν από την 1 Ιανουαρίου 2010 και έπειτα.
2. Για το σκοπό αυτού του κανονισμού απαιτείται η διατύπωση των παρακάτω όρων:

2.1 Βύθισμα γραμμής φόρτωσης d_s : Είναι η κατακόρυφη απόσταση, σε μέτρα, από την προβαλλόμενη γραμμή βάσης στο μέσο μήκος ως την ίσαλο γραμμή η οποία αντιστοιχεί στην θερινή γραμμή εξάλων η οποία έχει καθορισθεί στο πλοίο. Υπολογισμοί οι οποίοι πραγματοποιούνται βάσει του κανονισμού αυτού βασίζονται στο βύθισμα d_s , παρά το ότι τα καθορισμένα βυθίσματα είναι δυνατό να υπερβαίνουν το d_s , όπως η τροπική γραμμή φόρτωσης.

2.2 Ίσαλος d_B : Είναι η κατακόρυφη απόσταση από την προβαλλόμενη γραμμή βάσης στο μέσο του πλοίου ως την ίσαλο γραμμή η οποία αντιστοιχεί στο 30% του βάθους d_s .

2.3 Πλάτος B_s : Είναι το μέγιστο προβαλλόμενο πλάτος του πλοίου που αντιστοιχεί στην βαθύτερη γραμμή φόρτωσης d_s ή σε κάποια άλλη κάτω από αυτή.

2.4 Πλάτος B_B : Είναι το μέγιστο προβαλλόμενο πλάτος του πλοίου που αντιστοιχεί στην ίσαλο με βάθος d_B ή σε κάποια άλλη κάτω από αυτή.

2.5 Κοίλο D_s : Είναι το προβαλλόμενο βάθος μετρούμενο στο μέσο του πλοίου έως το ανώτατο κατάστρωμα στην πλευρά.

3. Για την διασφάλιση επαρκούς ασφάλειας έναντι μόλυνσης από διαρροή πετρελαίου σε περίπτωση σύγκρουσης ή προσάραξης πρέπει να υπάρχει συμμόρφωση με τα ακόλουθα :

1. για πετρελαιοφόρα με νεκρό βάρος 5,000 τόνων και άνω, η παράμετρος μέσης εκροής πετρελαίου πρέπει να είναι ως ακολούθως:

$$O_M \leq 0.015 \quad \text{για } C \leq 200.000 \text{ m}^3$$

$$O_M \leq 0.015 + (0.003/200.000) (400.000 - C) \quad \text{για } 200.000 \text{ m}^3 < C < 400.000 \text{ m}^3$$

$$O_M \leq 0.012 \quad \text{για } C \geq 400.000 \text{ m}^3$$

όπου O_M : η μέση παράμετρος εκροής πετρελαίου και

C : ο ολικός όγκος μεταφερόμενου πετρελαίου για 98% πλήρωση δεξαμενής

4. Οι ακόλουθες γενικές υποθέσεις εφαρμόζονται όταν υπολογίζεται η παράμετρος μέσης εκροής πετρελαίου:
 - 4.1 Το μήκος του μπλοκ φορτίου εκτείνεται μεταξύ των πρόσθιων και οπίσθιων άκρων όλων των δεξαμενών οι οποίες έχουν διευθετηθεί για την μεταφορά φορτίου πετρελαίου, περιλαμβανομένων των δεξαμενών καταλοίπων (residual tank).
 - 4.2 Όπου ο κανονισμός αυτός αναφέρεται σε δεξαμενές φορτίου, είναι κατανοητό ότι περιλαμβάνει όλες τις δεξαμενές φορτίου, τις δεξαμενές καταλοίπων και τις δεξαμενές καυσίμων οι οποίες ευρίσκονται εντός του μήκους μπλοκ φορτίου.
 - 4.3 Το πλοίο θεωρείται έμφορτο έως το βύθισμα της γραμμής φορτίου d_s χωρίς ισοστάθμιση ή κλίση.
 - 4.4 Όλες οι δεξαμενές πετρελαίου πρέπει να θεωρηθεί ότι πληρούνται σε ποσοστό 98% της ολικής τους χωρητικότητας. Η ονομαστική πυκνότητα του μεταφερόμενου πετρελαίου ρ_{ho} υπολογίζεται ως εξής : $\rho_{ho} = 1000 \times (DWT)/C$ (kg/m^3)
 - 4.5 Για τους σκοπούς αυτών των υπολογισμών εκροής, η διαπερατότητα εκάστου χώρου εντός του μπλοκ φορτίου, περιλαμβανομένων των δεξαμενών φορτίου, των δεξαμενών έρματος και των λοιπών χώρων άνευ πετρελαίου λαμβάνεται ως 0.99, εκτός εάν αποδεικνύεται διαφορετικά.
5. Οι ακόλουθες υποθέσεις χρησιμοποιούνται όταν συνδυάζονται οι παράμετροι εκροής πετρελαίου :
 - 5.1 Η μέση εκροή πετρελαίου υπολογίζεται για βλάβη στα τοιχώματα του πλοίου και χωριστά για βλάβη του πυθμένα και κατόπιν συνδυάζεται στην μη διαστατική παράμετρο εκροής πετρελαίου O_M ως ακολούθως:

$$O_M = (0.4 O_{MS} + 0.6 O_{MB}) / C$$

όπου: O_{MS} = μέση εκροή για βλάβη στα τοιχώματα πλοίου σε m^3 , και O_{MB} = μέση εκροή για βλάβη πυθμένα, σε m^3 .
 - 5.2 Ανεξάρτητοι υπολογισμοί για την μέση εκροή πετρελαίου από βλάβη πυθμένα πραγματοποιούνται για συνθήκες παλίρροιας 0 m και μείον 2.5 m, και κατόπιν συνδυάζονται ως ακολούθως:

$$O_{MB} = 0.7 O_{MB(0)} + 0.3 O_{MB(2.5)}$$

όπου
 $O_{MB(0)}$ = μέση εκροή για συνθήκη παλίρροιας 0 m, και
 $O_{MB(2.5)}$ = μέση εκροή για συνθήκη παλίρροιας μείον 2.5 m, σε m^3
6. Η μέση εκροή για βλάβη τοιχωμάτων O_{MS} υπολογίζεται ως ακολούθως:

$$O_{MS} = C_3 \sum_i^n P_s(i) O_s(i) \quad (m^3)$$

Όπου:

i : αντιπροσωπεύει εκάστη δεξαμενή φορτίου υπό εξέταση

n : ολικός αριθμός δεξαμενών φορτίου

$P_s(i)$ = η πιθανότητα διείσδυσης στην δεξαμενή φορτίου i από πλευρική βλάβη, υπολογιζόμενη σύμφωνα με την παράγραφο 8.1 του παρόντος κανονισμού.

$O_s(i)$ = η εκροή, σε m^3 , από πλευρική βλάβη στην δεξαμενή φορτίου i , η οποία υποτίθεται ότι είναι ίση με τον συνολικό όγκο στην δεξαμενή φορτίου i με πληρότητα 98%, εκτός εάν αποδειχθεί μέσω της εφαρμογής των Οδηγιών οι οποίες αναφέρονται στον κανονισμό 19.5 ότι οποιοσδήποτε σημαντικός όγκος φορτίου κατακρατηθεί, και $C_3 = 0.77$ για πλοία τα οποία έχουν δύο επιμήκη διαφράγματα εντός των δεξαμενών φορτίου, υπό την προϋπόθεση ότι τα διαφράγματα αυτά είναι συνεχή σε ολόκληρο το μπλοκ φορτίου και το $P_{s(i)}$ αναπτύσσεται σύμφωνα με τον κανονισμό αυτό. Το C_3 ισούται με 1.0 για όλα τα λοιπά πλοία ή όταν το $P_{s(i)}$ αναπτύσσεται σύμφωνα με την παράγραφο 10 του κανονισμού αυτού.

7. Η μέση εκροή από βλάβη πυθμένα υπολογίζεται για κάθε κατάσταση παλίνρροιας ως ακολούθως:

$$7.1 O_{MB(0)} = \sum_i^n P_{B(i)} O_{B(i)} C_{DB(i)} \quad (m^3)$$

Όπου :

i : αντιπροσωπεύει εκάστη δεξαμενή φορτίου υπό εξέταση

n : ολικός αριθμός δεξαμενών φορτίου

$P_{B(i)}$: η πιθανότητα διείσδυσης στην δεξαμενή φορτίου i από βλάβη πυθμένα, υπολογιζόμενη σύμφωνα με την παράγραφο 9.1 του παρόντος κανονισμού.

$O_{B(i)}$: η εκροή από την δεξαμενή φορτίου i , σε m^3 υπολογιζόμενη σύμφωνα με την παράγραφο 7.3 του παρόντος κανονισμού, και

$C_{DB(i)}$: συντελεστής ο οποίος υπολογίζει την συγκέντρωση πετρελαίου όπως καθορίζεται στην παράγραφο 7.4 του κανονισμού αυτού.

$$7.2 O_{MB(2.5)} = \sum_i^n P_{B(i)} O_{B(i)} C_{DB(i)} \quad (m^3)$$

όπου: i , n , $P_{B(i)}$ και $C_{DB(i)}$ = όπως καθορίζονται στην υποπαράγραφο ανωτέρω
 $O_{B(i)}$ = η εκροή από την δεξαμενή φορτίου i , σε m^3 , μετά από αλλαγή της παλιρροιακής κατάστασης.

- 7.3 Η εκροή πετρελαίου από κάθε δεξαμενή φορτίου πετρελαίου υπολογίζεται βασιζόμενη στις αρχές ισορροπίας πίεσης, σύμφωνα με τις ακόλουθες υποθέσεις:

7.3.1 Το πλοίο θεωρείται προσαραγμένο με μηδενική διαγωγή και κλίση, με το προσαραγμένο βύθισμα πριν από την αλλαγή στην παλιρροιακή κατάσταση ίσο με το βύθισμα γραμμής φόρτωσης d_s .

7.3.2 Το επίπεδο του φορτίου μετά την βλάβη πρέπει να υπολογίζεται ως ακολούθως:

$$h_c = \{(d_s + t_c - Z_l) (\rho_s) - (1000 p) / g\} / \rho_h$$

όπου h_c = το ύψος του φορτίου πετρελαίου υπεράνω του Z_l , σε μέτρα,
 t_c = η παλιρροιακή αλλαγή, σε μέτρα. Μειώσεις στην παλιρροια θα εκφράζονται ως αρνητικές τιμές.

Z_l = το ύψος του χαμηλότερου σημείου στην δεξαμενή φορτίου πάνω από τη βασική γραμμή, σε μέτρα

ρ_s = η πυκνότητα θαλασσίου νερού, λαμβάνεται ως 1.025 kg/m^3 .

p = εάν έχει τοποθετηθεί ένα σύστημα αδρανών αερίων, η φυσιολογική υπερπίεση, σε kPa, να μην λαμβάνεται μικρότερη από 5 kPa. Εάν ένα σύστημα αδρανών αερίων δεν έχει τοποθετηθεί, η υπερπίεση μπορεί να λαμβάνεται ως 0.

G = η επιτάχυνση της βαρύτητας, να λαμβάνεται ως 9.81 m/s^2 , και

ρ_h = ονομαστική πυκνότητα πετρελαίου φορτίου, υπολογιζόμενη σύμφωνα με την παράγραφο 4.4 του παρόντος κανονισμού.

7.3.3 Για δεξαμενές φορτίου οριοθετούμενες από το περίβλημα του πυθμένα, εκτός εάν διαφορετικά αποδεικνύεται, η εκροή πετρελαίου $O_{B(i)}$ πρέπει να λαμβάνεται όχι μικρότερη από 1% του συνολικού όγκου του φορτίου πετρελαίου με το οποίο έχει φορτωθεί η δεξαμενή i , για να υπολογίζονται οι αρχικές απώλειες ανταλλαγής και οι δυναμικές επιδράσεις λόγω ρευμάτων και κυμάτων.

7.4 Σε περίπτωση ζημίας στον πυθμένα, ένα μέρος της εκροής από μία δεξαμενή φορτίου είναι δυνατό να εγκλωβίζονται σε διαμερίσματα χωρίς πετρέλαιο. Το αποτέλεσμα αυτό προσεγγίζεται από την εφαρμογή του συντελεστή $C_{DB(i)}$ για κάθε δεξαμενή, ο οποίος λαμβάνεται ως εξής:

$C_{DB(i)} = 0.6$ για δεξαμενές φορτίου οριοθετούμενες από το κάτω μέρος από διαμερίσματα χωρίς πετρέλαιο.

$C_{DB(i)} = 1.0$ για δεξαμενές φορτίου οριοθετούμενες από το περίβλημα πυθμένα.

8. Η πιθανότητα P_S παραβίασης ενός διαμερίσματος από βλάβη στα πλευρικά τοιχώματα υπολογίζεται ως ακολούθως :

$$8.1 P_S = P_{SL} P_{SV} P_{ST}$$

όπου:

$P_{SL}=1-P_{Sf}-P_{Sa}$: η πιθανότητα η βλάβη να επεκταθεί εντός της διαμήκους ζώνης οριοθετούμενης από τα X_a και X_f .

$P_{SV}=1-P_{Su}-P_{Sl}$: η πιθανότητα η βλάβη να επεκταθεί εντός της κατακόρυφης ζώνης οριοθετούμενης από τα Z_l και Z_u .

7

8

$P_{ST=1-P_{Sy}}$: η πιθανότητα η βλάβη να επεκταθεί εγκάρσια πέραν του ορίου το οποίο καθορίζεται από το y .

8.2 Τα P_{Sa} , P_{Sf} , P_{Sl} , P_{Su} και P_{Sy} καθορίζονται με γραμμική παρεμβολή από τον πίνακα πιθανοτήτων για πλευρική βλάβη ο οποίος παρέχεται στην παράγραφο 8.3 του κανονισμού αυτού, όπου:

- P_{Sa} = η πιθανότητα η βλάβη να είναι εξ ολοκλήρου πίσω από την θέση X_a/L .
 P_{Sf} = η πιθανότητα η βλάβη να είναι εξ ολοκλήρου μπροστά από την θέση X_f/L .
 P_{Sl} = η πιθανότητα η βλάβη να είναι εξ ολοκλήρου κάτω από την δεξαμενή.
 P_{Su} = η πιθανότητα η βλάβη να βρίσκεται εξ ολοκλήρου επάνω από την δεξαμενή.
 P_{Sy} = η πιθανότητα η βλάβη να βρίσκεται εξ ολοκλήρου εκτός της δεξαμενής

Τα όρια των διαμερισμάτων X_a , X_f , Z_l , Z_u και y αναπτύσσονται ως ακολούθως:

X_a = η διαμήκης απόσταση από το πρυμναίο τερματικό του L έως το ακραίο πρυμναίο σημείο του εξεταζόμενου διαμερίσματος, σε μέτρα

X_f = η επιμήκης απόσταση από το πρυμναίο τερματικό του L έως το ακραίο πωραίο σημείο του εξεταζόμενου διαμερίσματος, σε μέτρα

Z_l = η κάθετη απόσταση από την βασική γραμμή έως το κατώτατο σημείο του εξεταζόμενου διαμερίσματος, σε μέτρα

Z_u = η κάθετη απόσταση από την βασική γραμμή έως το υψηλότερο σημείο του εξεταζόμενου διαμερίσματος, σε μέτρα. Το Z_u δεν μπορεί να λαμβάνεται μεγαλύτερο του D_s , και

y = η ελάχιστη οριζόντια απόσταση μετρούμενη σε κάθετες γωνίες προς την κεντρική γραμμή μεταξύ του διαμερίσματος υπό εξέταση και του πλευρικού περιβλήματος σε μέτρα .

8.3

X_a/L	P_{Sa}	X_f/L	P_{Sf}	Z_l/D_s	P_{Sl}	Z_u/D_s	P_{Su}
0.00	0.000	0.00	0.967	0.00	0.000	0.00	0.968
0.05	0.023	0.05	0.917	0.05	0.000	0.05	0.952
0.10	0.068	0.10	0.867	0.10	0.001	0.10	0.931
0.15	0.117	0.15	0.817	0.15	0.003	0.15	0.905
0.20	0.167	0.20	0.767	0.20	0.007	0.20	0.873
0.25	0.217	0.25	0.717	0.25	0.013	0.25	0.836
0.30	0.267	0.30	0.667	0.30	0.021	0.30	0.789
0.35	0.317	0.35	0.617	0.35	0.034	0.35	0.733
0.40	0.367	0.40	0.567	0.40	0.055	0.40	0.670
0.45	0.417	0.45	0.517	0.45	0.085	0.45	0.599
0.50	0.467	0.50	0.467	0.50	0.123	0.50	0.525
0.55	0.517	0.55	0.417	0.55	0.172	0.55	0.452

0.60	0.567	0.60	0.367	0.60	0.226	0.60	0.383
0.65	0.617	0.65	0.317	0.65	0.285	0.65	0.317
0.70	0.667	0.70	0.267	0.70	0.347	0.70	0.255
0.75	0.717	0.75	0.217	0.75	0.413	0.75	0.197
0.80	0.767	0.80	0.167	0.80	0.482	0.80	0.143
0.85	0.817	0.85	0.117	0.85	0.553	0.85	0.092
0.90	0.867	0.90	0.068	0.90	0.626	0.90	0.046
0.95	0.917	0.95	0.023	0.95	0.700	0.95	0.013
1.00	0.967	1.00	0.000	1.00	0.775	1.00	0.000

Πίνακας 2.3-1 : Πίνακας πιθανοτήτων για πλευρική βλάβη

Το P_{Sy} υπολογίζεται ως ακολούθως:

$$P_{Sy} = (24.96 - 199.6y/B_s) (y/B_s) \quad \text{για } y/B_s \leq 0.05$$

$$P_{Sy} = 0.749 + \{5 - 44.4 (y/B_s - 0.05)\} (y/B_s - 0.05) \quad \text{για } 0.05 < y/B_s < 0.1$$

$$P_{Sy} = 0.888 + 0.56 (y/B_s - 0.1) \quad \text{για } y/B_s \geq 0.1$$

Το P_{Sy} δεν λαμβάνεται μεγαλύτερο του 1.

9. Η πιθανότητα P_B παραβίασης ενός διαμερίσματος από βλάβη πυθμένα υπολογίζεται ως ακολούθως:

$$9.1 \quad P_B = P_{BL} P_{BT} P_{BV}$$

όπου:

$P_{BL} = 1 - P_{Bf} - P_{Ba}$: η πιθανότητα η βλάβη να επεκταθεί εντός της διαμήκου ζώνης οριοθετούμενης από τα X_a και X_f .

1.

$P_{BT} = 1 - P_{Bp} - P_{Bs}$: η πιθανότητα η βλάβη να επεκταθεί εντός της εγκάρσιας ζώνης οριοθετούμενης από τα Y_p και Y_s .

2.

$P_{BV} = 1 - P_{Bz}$: η πιθανότητα η βλάβη να επεκταθεί κατακόρυφα άνω του ορίου το οποίο καθορίζεται από το z .

- 9.2 Τα P_{Ba} , P_{Bf} , P_{Bp} , P_{Bs} και P_{Bz} καθορίζονται με γραμμική παρεμβολή από τον πίνακα πιθανοτήτων για βλάβη πυθμένα ο οποίος παρέχεται στην παράγραφο 9.3 του κανονισμού αυτού, όπου:

P_{Ba} = Η πιθανότητα η βλάβη να είναι εξ ολοκλήρου πίσω από την θέση X_a/L .

P_{Bf} = η πιθανότητα η βλάβη να είναι εξ ολοκλήρου μπροστά από την θέση X_f/L .

P_{Bp} = η πιθανότητα η βλάβη να είναι εξ ολοκλήρου αριστερά της δεξαμενής.

P_{Bs} = η πιθανότητα η βλάβη να είναι εξ ολοκλήρου δεξιά της δεξαμενής, και

P_{Bz} = η πιθανότητα η βλάβη να είναι εξ ολοκλήρου εκτός της δεξαμενής.

Τα όρια των διαμερισμάτων X_a , X_f , Y_p , Y_s και z αναπτύσσονται ως ακολούθως:

X_a & X_f είναι όπως προσδιορίζονται στην παράγραφο 8.2 του κανονισμού αυτού.

Y_p = η εγκάρσια απόσταση από το αριστερότερο σημείο στο διαμέρισμα το οποίο ευρίσκεται στην ή κάτω από την γραμμή φορτίου d_B , σε μία κάθετη ευθεία η οποία ευρίσκεται στο $B_B/2$ προς τα δεξιά της κεντρικής γραμμής του πλοίου, σε μέτρα.

Y_s = η εγκάρσια απόσταση από το δεξιότερο σημείο στο διαμέρισμα το οποίο

ευρίσκεται στην ή κάτω από την γραμμή φορτίου d_B , σε μία κάθετη ευθεία η οποία ευρίσκεται στο B_B προς τα δεξιά της κεντρικής γραμμής του πλοίου, σε μέτρα.

z = η ελάχιστη τιμή του ζ κατά μήκος του διαμερίσματος όπου, σε οποιαδήποτε δοθείσα επιμήκη θέση, το z είναι η απόσταση από το χαμηλότερο σημείο του περιβλήματος του πυθμένα σε εκείνη την επιμήκη θέση έως το χαμηλότερο σημείο του διαμερίσματος σε εκείνη την επιμήκη θέση, σε μέτρα.

9.3

X_a/L	P_{Ba}	Xf/L	P_{Bf}	Y_p/B_B	P_{Bp}	Y_s/B_B	P_{Bs}
0.00	0.000	0.00	0.969	0.00	0.844	0.00	0.000
0.05	0.002	0.05	0.953	0.05	0.794	0.05	0.009
0.10	0.008	0.10	0.936	0.10	0.744	0.10	0.032
0.15	0.017	0.15	0.916	0.15	0.694	0.15	0.063
0.20	0.029	0.20	0.894	0.20	0.644	0.20	0.097
0.25	0.042	0.25	0.870	0.25	0.594	0.25	0.133
0.30	0.058	0.30	0.842	0.30	0.544	0.30	0.171
0.35	0.076	0.35	0.810	0.35	0.494	0.35	0.211
0.40	0.096	0.40	0.775	0.40	0.444	0.40	0.253
0.45	0.119	0.45	0.734	0.45	0.394	0.45	0.297
0.50	0.143	0.50	0.687	0.50	0.344	0.50	0.344
0.55	0.171	0.55	0.630	0.55	0.297	0.55	0.394
0.60	0.203	0.60	0.563	0.60	0.253	0.60	0.444
0.65	0.242	0.65	0.489	0.65	0.211	0.65	0.494
0.70	0.289	0.70	0.413	0.70	0.171	0.70	0.544
0.75	0.344	0.75	0.333	0.75	0.133	0.75	0.594
0.80	0.409	0.80	0.252	0.80	0.097	0.80	0.644
0.85	0.482	0.85	0.170	0.85	0.063	0.85	0.694
0.90	0.565	0.90	0.089	0.90	0.032	0.90	0.744
0.95	0.658	0.95	0.026	0.95	0.009	0.95	0.794
1.00	0.761	1.00	0.000	1.00	0.000	1.00	0.844

Πίνακας 2.3-2 : Πίνακας πιθανοτήτων για βλάβη σε πυθμένα

Το P_{Bz} υπολογίζεται ως ακολούθως:

$$P_{Bz} = (14.5 - 67 z/D_S) (z/D_S) \quad \text{για } z/D_S \leq 0.01$$

$$P_{Bz} = 0.78 + 1.1 (z/D_S - 0.1) \quad \text{για } z/D_S \geq 0.1$$

Το P_{Bz} δεν λαμβάνεται μεγαλύτερο του 1.

10. Ο κανονισμός αυτός χρησιμοποιεί μία απλοποιημένη πιθανολογική προσέγγιση όπου πραγματοποιείται μία άθροιση επί των συνεισφορών στην μέση εκροή από κάθε δεξαμενή φορτίου. Για συγκεκριμένους σχεδιασμούς όπως εκείνοι που χαρακτηρίζονται από περιπτώσεις βημάτων/ ανοιγμάτων σε διαφράγματα / καταστρώματα και για κεκλιμένα διαφράγματα και/ ή μία προεξέχουσα καμπυλότητα κύτους, αυστηρότεροι υπολογισμοί δύναται να είναι κατάλληλοι. Στις περιπτώσεις αυτές μία από τις ακόλουθες διαδικασίες υπολογισμού είναι δυνατό να εφαρμόζεται:

10.1 Οι πιθανότητες οι οποίες αναφέρονται στο 8 και 9 ανωτέρω μπορούν να υπολογίζονται με μεγαλύτερη ακρίβεια μέσω της εφαρμογής υποθετικών υποδιαμερισμάτων .

10.2 Οι πιθανότητες οι οποίες αναφέρονται στις παραγράφους 8 και 9

ανωτέρω, μπορούν να υπολογιστούν με άμεση εφαρμογή σχέσεων πιθανής πυκνότητας που περιέχονται στις Οδηγίες που αναφέρονται στον κανονισμό 19.5.

10.3 Η εκροή πετρελαίου μπορεί να αξιολογηθεί σύμφωνα με την μέθοδο που περιγράφεται στις Οδηγίες οι οποίες αναφέρονται στον κανονισμό 19.5.

2.4 Διεθνής Σύμβαση Marpol : Κανονισμός 24 - Υποθετικές βλάβες

1. Προς τον σκοπό της μετρήσεως της υποθετικής εκροής πετρελαίου από πετρελαιοφόρα σύμφωνα με τους κανονισμούς 25 και 26, λαμβάνονται ως κατωτέρω τρεις διαστάσεις της έκτασης της βλάβης επί παραλληλεπιπέδου με έδρες τα πλευρά και τον πυθμένα του πλοίου. Στην περίπτωση βλαβών του πυθμένα δύο καταστάσεις μπορούν να θεωρηθούν ότι εφαρμόζονται ανεξάρτητα η μία της άλλης στα αναφερόμενα τμήματα του δεξαμενόπλοιου.

1.1 Πλευρική βλάβη :

Τοποθεσία	Παντού στο πλοίο
Διαμήκης έκταση (Is) :	$1/3 L^{2/3}$ ή 14.5m οποιαδήποτε είναι μικρότερη
Εγκάρσια έκταση (ts) :	B/5 ή 11.5m όποιο είναι μικρότερο
Κατακόρυφη έκταση από την γραμμή βάσης (Vs) :	Από την βασική γραμμή προς τα πάνω χωρίς όριο

Πίνακας 2.4-1 : Μέγιστα όρια έκτασης πλευρικών βλαβών κανονισμού 24

1.2 Βλάβη πυθμένα :

Τοποθεσία	Για 0.3L από τη προραία κατακόρυφο του πλοίου	Για όποιο άλλο μέρος του πλοίου
Διαμήκης έκταση (Is) :	L/10	L/10 ή 5m ,όποιο είναι μικρότερο
Εγκάρσια έκταση (ts) :	B/6 ή 10m όποιο είναι μικρότερο αλλά όχι μικρότερο από 5m	5m
Κατακόρυφη έκταση από την γραμμή βάσης (Vs) :	B/15 ή 6m όποιο είναι μικρότερο	B/15 ή 6m όποιο είναι μικρότερο

Πίνακας 2.4-2 : Μέγιστα όρια έκτασης βλαβών πυθμένα κανονισμού 24

2.5 Διεθνής Σύμβαση Marpol : Κανονισμός 25 - Υποθετική εκροή πετρελαίου

1. Η υποθετική εκροή πετρελαίου στην περίπτωση πλευρικής βλάβης (O_c) και βλάβης πυθμένα (O_s) υπολογίζεται βάσει των κατωτέρω τύπων όσον αφορά τα διαμερίσματα που έχουν υποστεί ρήγμα από την βλάβη σε όλες τις λογικά πιθανές θέσεις, κατά μήκος του πλοίου στην έκταση η οποία καθορίζεται από τον κανονισμό 24.

1.1 Για πλευρικές βλάβες:

$$O_c = \sum W_i + \sum K_i C_i \quad (I)$$

1.2 .Για βλάβες πυθμένα :

$$O_s = 1/3(\sum Z_i W_i + \sum Z_i C_i) \quad (II)$$

όπου: W_i = όγκος πλευρικών δεξαμενών σε κυβικά μέτρα, που υποτίθεται ότι έχουν υποστεί ρήγμα από την βλάβη, όπως προσδιορίζεται από τον Κανονισμό 24. Το W_i για δεξαμενές διαχωρισμένου έρματος, μπορεί να θεωρηθεί ίσο προς το μηδέν.

C_i = όγκος κεντρικών δεξαμενών σε κυβικά μέτρα, που υποτίθεται ότι έχουν υποστεί ρήγμα από την βλάβη, όπως προσδιορίζεται από τον Κανονισμό 24 του παρόντος Παραρτήματος. Το C_i για δεξαμενές διαχωρισμένου έρματος, μπορεί να θεωρηθεί ίσο προς το μηδέν.

$K_i = 1 - b_i/t_c$ όταν το b_i είναι ίσο ή μεγαλύτερο από το t_c , το K_i λαμβάνεται ίσο προς το μηδέν.

$Z_i = 1 - h_i/v_s$ όταν το h_i είναι ίσο ή μεγαλύτερο από το v_s , το Z_i λαμβάνεται ίσο προς το μηδέν.

b_i = πλάτος των υπό θεώρηση πλευρικών δεξαμενών σε μέτρα που μετρούνται εσωτερικά από την πλευρά του πλοίου, κάθετα στην κεντρική γραμμή σε επίπεδο που αντιστοιχεί στο καθορισμένο ύψος εξάλων θέρους.

h_i = ελάχιστο ύψος των υπό θεώρηση δεξαμενών διπυθμένων σε μέτρα, όπου δεν υπάρχουν δεξαμενές διπυθμένων το h_i λαμβάνεται ίσο προς το μηδέν.

2. Εάν ένας κενός χώρος ή μια δεξαμενή διαχωρισμένου έρματος μήκους μικρότερου του l_c , όπως καθορίζεται στον Κανονισμό 24 του παρόντος Παραρτήματος είναι τοποθετημένη μεταξύ των πλευρικών δεξαμενών πετρελαίου, το O_c μπορεί να υπολογισθεί με βάση τον όγκο W_i , ο οποίος είναι ο πραγματικός όγκος μιας τέτοιας δεξαμενής (όπου αυτές έχουν ίση χωρητικότητα) ή της μικρότερης από τις δύο δεξαμενές (εάν διαφέρει η χωρητικότητά τους) που βρίσκεται παραπλεύρως σε τέτοιους χώρους, πολλαπλασιαζόμενου επί S_i όπως προσδιορίζεται κατωτέρω και λαμβάνοντας για όλες τις άλλες πλευρικές δεξαμενές που έχουν επηρεασθεί από την σύγκρουση την τιμή του πραγματικού πλήρους όγκου.

$$S_i = 1 - l_i/l_c$$

όπου l_i = μήκος σε μέτρα του υπό εξέταση κενού χώρου ή δεξαμενής διαχωρισμένου έρματος.

- 3.1 Πίστωση δίνεται μόνο αναφορικά με τις δεξαμενές διπυθμένων που είναι είτε

άδειες είτε μεταφέρουν καθαρό νερό, όταν το φορτίο μεταφέρεται σε δεξαμενές που βρίσκονται πάνω σε αυτές.

3.2 Όπου το διπύθμενο δεν εκτείνεται καθ' όλο το μήκος και το πλάτος της αναφερόμενης δεξαμενής, το διπύθμενο θεωρείται ότι δεν υπάρχει και ο όγκος των δεξαμενών πάνω από την περιοχή που έχει γίνει η βλάβη του πυθμένα πρέπει να περιληφθεί στο τύπο (II) ακόμη και αν η δεξαμενή δεν θεωρείται ότι έχει υποστεί ρήγμα λόγω της υπάρξεως τέτοιων μερικών διπυθμένων.

4. Στην περίπτωση εκείνη που βλάβη του πυθμένα περιλαμβάνει ταυτοχρόνως τέσσερις κεντρικές δεξαμενές, ο όγκος O_s μπορεί να υπολογισθεί σύμφωνα με τον τύπο :

$$O_s = 1/4 (\sum Z_i W_i + \sum Z_i C_i) \quad (III)$$

2.6 Διεθνής Σύμβαση Marpol : Κανονισμός 26 - Όρια του μεγέθους και διατάξεις των δεξαμενών φορτίου

1. Εκτός όπως προβλέπεται στην παράγραφο 7 κατωτέρω :

1.1 Κάθε πετρελαιοφόρο 150 κόρων και άνω το οποίο έχει παραδοθεί μετά την 31^η Δεκεμβρίου 1979, όπως προσδιορίζεται στον κανονισμό 1.28.2 πρέπει να συμμορφώνεται με τις διατάξεις του παρόντος κανονισμού.

2. Οι δεξαμενές φορτίου των πετρελαιοφόρων πρέπει να έχουν τέτοιο μέγεθος και τέτοια διάταξη τέτοια ώστε η υποθετική εκροή O_c ή O_s που υπολογίζεται σύμφωνα με τις διατάξεις του κανονισμού 25 του παρόντος Παραρτήματος οπουδήποτε κατά μήκος του πλοίου δεν υπερβαίνει τα 30.000 κυβικά μέτρα ή $400 \sqrt[3]{DWT}$, οποιοδήποτε είναι μεγαλύτερο με μέγιστο τα 40.000 κυβικά μέτρα.
3. Ο όγκος κάθε πλευρικής δεξαμενής φορτίου πετρελαίου ενός πετρελαιοφόρου δεν πρέπει να υπερβαίνει το 75 τοις εκατό των ορίων της υποθετικής εκροής πετρελαίου που αναφέρεται στην παράγραφο 2 του παρόντος κανονισμού. Ο όγκος κάθε κεντρικής δεξαμενής φορτίου πετρελαίου δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 50.000 κυβικά μέτρα. Εν τούτοις σε πετρελαιοφόρα με δεξαμενές διαχωρισμένου έρματος, όπως ορίζεται στον Κανονισμό 18 του παρόντος Παραρτήματος, ο επιτρεπόμενος όγκος των πλευρικών δεξαμενών φορτίου πετρελαίου που ευρίσκεται μεταξύ δύο δεξαμενών διαχωρισμένου έρματος, κάθε μία από τις οποίες υπερβαίνει σε μήκος το L_c , μπορεί να αυξηθεί στο μέγιστο όριο της υποθετικής εκροής πετρελαίου, υπό την προϋπόθεση ότι το πλάτος των πλευρικών δεξαμενών υπερβαίνει το t_c .
4. Το μήκος κάθε δεξαμενής φορτίου δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 10 μέτρα ή μία από τις παρακάτω τιμές, οποιαδήποτε είναι μεγαλύτερη:

4.1 Όπου δεν υπάρχει διάμηκες διάφραγμα εσωτερικά των δεξαμενών φορτίου :

$$(0.5 \frac{b_i}{B} + 0.1)L, \text{ αλλά δεν υπερβαίνει το } 0.2L$$

4.2 Όπου υπάρχει ένα διάμηκες διάφραγμα επί της κεντρικής γραμμής εσωτερικά των δεξαμενών φορτίου :

$$(0.25 \frac{bi}{B} + 0.1)L$$

4.3 Όπου υπάρχουν δύο ή περισσότεροι διαμήκη διαφράγματα εσωτερικά των δεξαμενών φορτίου :

4.3.1 Για τις πλευρικές δεξαμενές φορτίου :0.2L

4.3.2 Για τις κεντρικές δεξαμενές φορτίου :

4.3.2.1 εάν $\frac{bi}{B}$ είναι ίσο ή μεγαλύτερο από το ένα πέμπτο :0.2L

4.3.2.2 εάν $\frac{bi}{B}$ είναι μικρότερο από το ένα πέμπτο

όπου δεν παρέχεται επίμηκες διάφραγμα κεντρικής γραμμής:

$$(0.5 \frac{bi}{B} + 0.1)L$$

όπου υπάρχει διάμηκες διάφραγμα επί της κεντρικής γραμμής:

$$(0.25 \frac{bi}{B} + 0.1)L$$

4.4 b_i είναι η ελάχιστη απόσταση από τη πλευρά του πλοίου έως το εξωτερικό διάμηκες διάφραγμα της δεξαμενής για την οποία γίνεται υπολογισμός προς το εσωτερικό του πλοίου σε ορθές γωνίες στην κεντρική γραμμή στο επίπεδο το οποίο αντιστοιχεί στην καθορισμένη θερινή ίσαλο γραμμή.

2.7 Διεθνής Σύμβαση Marpol : Κανονισμός 27 – Άθικτη ευστάθεια

1. Κάθε πετρελαιοφόρο νεκρού βάρους 5.000 και άνω το οποίο έχει παραδοθεί την ή μετά την 1^η Φεβρουαρίου 2002, όπως προσδιορίζεται στον κανονισμό 1.28.7, πρέπει να συμμορφώνεται με τα κριτήρια άθικτης ευστάθειας τα οποία προσδιορίζονται στις παραγράφους 1.1 και 1.2 του παρόντος κανονισμού, κατά περίπτωση, για κάθε λειτουργικό βύθισμα υπό τις χειρότερες πιθανές συνθήκες φόρτωσης φορτίου και έρματος, σύμφωνα με την πρακτική της καλής λειτουργίας, συμπεριλαμβανομένων των ενδιάμεσων καταστάσεων εργασιών μεταφοράς υγρών. Υπό όλες τις συνθήκες οι δεξαμενές έρματος θεωρούνται μη πλήρεις.

1.1 Στον λιμένα το αρχικό μετακεντρικό ύψος GM₀, διορθωμένο για ελεύθερη επιφάνεια μετακινούμενης σε 0° εγκάρσια κλίση, δεν πρέπει να είναι λιγότερο από 0.15 m.

1.2 Στη θάλασσα εφαρμόζονται τα ακόλουθα κριτήρια:

1.2.1 η περιοχή κάτω από την καμπύλη του μοχλοβραχίονα επαναφοράς (καμπύλη GZ) δεν πρέπει να είναι μικρότερη από 0.055 m.rad μέχρι σε γωνία εγκάρσιας κλίσης $\theta =$ γωνία 30° και όχι μικρότερη από 0.090 m.rad μέχρι και σε γωνία εγκάρσιας κλίσης $\theta =$ γωνία 40° ή σε άλλη γωνία κατάκλισης θ_f εάν η γωνία αυτή είναι μικρότερη από 40° μοίρες. Επιπλέον, η περιοχή κάτω από την καμπύλη του μοχλοβραχίονα επαναφοράς (καμπύλη GZ) μεταξύ των γωνιών εγκάρσιας κλίσης 30° και 40° ή μεταξύ 30° μοιρών και θ_f , εάν η γωνία αυτή είναι μικρότερη των 40° μοίρες, δεν πρέπει να είναι μικρότερη από 0.03 m.rad.

- 1.2.2 ο μοχλοβραχίονας επαναφοράς (GZ) πρέπει να είναι τουλάχιστον 0,20 μέτρα σε μία εγκάρσια γωνία κλίσης ίση ή μεγαλύτερη των 30°.
- 1.2.3 ο μέγιστος μοχλοβραχίονας επαναφοράς εμφανίζεται σε μία γωνία εγκάρσιας κλίσης κατά προτίμηση υπερβαίνει τις 30° αλλά δεν είναι μικρότερη από 25°, και
- 1.2.4 το αρχικό μετακεντρικό ύψος GM₀, διορθωμένο για ελεύθερη επιφάνεια μετρούμενης σε εγκάρσια κλίση 0°, δεν πρέπει να είναι μικρότερο από 0.15 μέτρα.
2. Οι απαιτήσεις της παραγράφου 1 του παρόντος κανονισμού πρέπει να ικανοποιούνται από την σχεδίαση. Για πλοία μεταφοράς συνδυασμένου φορτίου μπορούν να επιτραπούν απλές συμπληρωματικές λειτουργικές διαδικασίες.

2.8 Διεθνής Σύμβαση Marpol : Κανονισμός 28 - Υποδιαίρεση και ευστάθεια βλάβης

1. Κάθε πετρελαιοφόρο το οποίο έχει παραδοθεί μετά την 31^η Δεκεμβρίου 1979, όπως προσδιορίζεται στον κανονισμό 1.28.2, 150 κόρων ολικής χωρητικότητας και άνω, πρέπει να συμμορφώνεται με τα κριτήρια υποδιαίρεσεως και ευστάθειας έναντι βλάβης, όπως προσδιορίζονται στην παράγραφο 3 του παρόντος κανονισμού, μετά την υποθετική βλάβη της πλευράς ή του πυθμένα, όπως προσδιορίζεται στην παράγραφο 2 του παρόντος κανονισμού για κάθε λειτουργικό βύθισμα που αντανακλά την πραγματική μερική ή πλήρη κατάσταση φορτώσεως, που αντιστοιχεί με την διαγωγή και την αντοχή του πλοίου καθώς επίσης και τα ειδικά βάρη του φορτίου. Αυτές οι βλάβες πρέπει να εφαρμόζονται σ' όλες τις ενδεχόμενες θέσεις κατά μήκος του πλοίου ως εξής:

- 1.1 σε δεξαμενόπλοια μήκους μεγαλύτερου από 225 μέτρα σε οποιοδήποτε μέρος του μήκους του πλοίου.

Καταστάσεις ερματισμού, όπου το δεξαμενόπλοιο δεν μεταφέρει πετρέλαιο στις δεξαμενές φορτίου, εκτός ίσως από κάποια κατάλοιπα πετρελαίου, δεν θα πρέπει να υπολογίζονται.

2. Οι ακόλουθοι όροι, όσον αφορά την έκταση και τον χαρακτήρα της υποτιθέμενης βλάβης εφαρμόζονται :

- 2.1 Πλευρική βλάβη :

Διαμήκης έκταση (Is) :	1/3 L^{2/3} ή 14.5 μέτρα οποιαδήποτε είναι μικρότερη
Εγκάρσια έκταση (ts) εσωτερικά από την πλευρά του πλοίου, κάθετα στον κεντρικό άξονα του πλοίου σε ορθές γωνίες έως το επίπεδο το οποίο αντιστοιχεί στην καθορισμένη θερινή ίσαλο γραμμή:	B/5 ή 11.5 μέτρα όποιο είναι μικρότερο
Κατακόρυφη έκταση από την γραμμή βάσης (Vs) :	Από την βασική γραμμή προς τα πάνω χωρίς όριο

Πίνακας 2.8-1 : Μέγιστα όρια έκτασης πλευρικών βλαβών κανονισμού 28

2.2 Βλάβη πυθμένα :

	Για 0.3L από τη προραία κατακόρυφο του πλοίου	Για όποιο άλλο μέρος του πλοίου
Διαμήκης έκταση (Is) :	$1/3 * L^{2/3}$ ή 14.5m οποιαδήποτε είναι μικρότερη	$1/3 * L^{2/3}$ ή 5m οποιαδήποτε είναι μικρότερη
Εγκάρσια έκταση (ts) :	B/6 ή 10m όποιο είναι μικρότερο	B/6 ή 5m όποιο είναι μικρότερο
Κατακόρυφη έκταση από την γραμμή βάσης (Vs) :	B/15 ή 6m όποια είναι μικρότερο, μετρούμενη από την βασική γραμμή κατασκευής των ελασμάτων του πυθμένα στο διάμηκες	B/15 ή 6m όποια είναι μικρότερο, μετρούμενη από την βασική γραμμή κατασκευής των ελασμάτων του πυθμένα στο διάμηκες

Πίνακας 2.8-2 : Μέγιστα όρια έκτασης βλαβών πυθμένα κανονισμού 28

- 2.3 Αν οποιαδήποτε βλάβη μικρότερης έκτασης από την μέγιστη έκταση της βλάβης η οποία προσδιορίζεται στις ανωτέρω ,μπορεί να προξενήσει δυσμενής κατάσταση ,η βλάβη αυτή πρέπει να υπολογίζεται.
- 2.4 Όπου η βλάβη που αναφέρεται στα εγκάρσια διαφράγματα θεωρείται, όπως προσδιορίζεται στις υποπαραγράφους 1.1 και 1.2 του παρόντος κανονισμού, εγκάρσια υδατοστεγή διαφράγματα πρέπει να τοποθετηθούν σε απόσταση τουλάχιστο ίση με την κατά μήκος έκταση της υποτιθέμενης βλάβης που καθορίζεται στην υποπαραγράφο 2.1 της παρούσης παραγράφου, για να θεωρηθεί αποτελεσματική. Όπου εγκάρσια διαφράγματα είναι τοποθετημένα σ' απόσταση μικρότερη, ένα ή περισσότερα από αυτά τα διαφράγματα μέσα στα όρια της βλάβης θεωρούνται ότι δεν υπάρχουν με σκοπό τον καθορισμό των κατακλυσμένων διαμερισμάτων.
- 2.5 Όπου θεωρείται ότι υπάρχει βλάβη μεταξύ των διαδοχικών εγκαρσίων υδατοστεγών διαφραγμάτων, όπως προσδιορίζεται στην υποπαραγράφο 1.3 του παρόντος κανονισμού, δεν πρόκειται να θεωρηθούν κατεστραμμένα εγκάρσια κύρια διαφράγματα ή εγκάρσια διαφράγματα, που περιορίζουν πλευρικές δεξαμενές ή δεξαμενές διπυθμένων εκτός εάν:
- 2.5.1 Το διάστημα των διαδοχικών διαφραγμάτων είναι μικρότερο από την κατά μήκος έκταση της υποτιθέμενης βλάβης, που καθορίζεται στην υποπαραγράφο 2.1 της παρούσας παραγράφου ή
- 2.5.2 υπάρχει βαθμίδα ή κοίλωμα στην εγκάρσια φρακτή μεγαλύτερο από 3.05 μέτρα μήκους, που ευρίσκεται εντός της εκτάσεως της υποτιθέμενης βλάβης. Η βαθμίδα, που σχηματίζεται από το διάφραγμα και από την οροφή της πρυμναίας δεξαμενής ζυγοσταθμίσεως δεν πρόκειται να θεωρείται βαθμίδα για την εφαρμογή του παρόντος Κανονισμού.
3. Τα πετρελαιοφόρα θεωρούνται ότι συμμορφώνονται με τα κριτήρια της ευστάθειας έναντι βλάβης, εάν συμμορφώνονται με τις ακόλουθες απαιτήσεις:

- 3.1 Η τελική ίσαλος γραμμή, υπολογιζόμενης της κλίσεως και της διαγωγής, πρέπει να είναι κάτω από το χαμηλότερο άκρο οποιουδήποτε ανοίγματος, δια μέσου του οποίου λαμβάνει χώρα περαιτέρω κατάκλυση. Τέτοια ανοίγματα θεωρούνται εξαιρεστικά και ανοίγματα που κλείνουν με υδατοστεγείς θύρες ή καλύμματα καταπακτών στεγανά στις καιρικές συνθήκες. Τέτοια ανοίγματα δεν θεωρούνται εκείνα τα οποία κλείνουν με στεγανά καλύμματα ανθρωποθυρίδων και ανοίγματα χωρίς χείλος, μικρά υδατοστεγανά καλύμματα ανοιγμάτων δεξαμενών φορτίου που διατηρούν καλή την ακεραιότητα του καταστρώματος, τηλεχειριζόμενες στεγανές συρόμενες πόρτες και παραφωτίδες μονίμως κλειστού τύπου.
- 3.2 Στο τελικό στάδιο κατάκλυσης, η πλευρική κλίση λόγω ασυμμετρίας της κατάκλυσης δεν πρέπει να υπερβαίνει τις 25 μοίρες, υπό την προϋπόθεση ότι αυτή η γωνία μπορεί να αυξηθεί στις 30 μοίρες, εάν δεν λάβει χώρα βύθιση του άκρου του καταστρώματος.
- 3.3 Η ευστάθεια στο τελικό στάδιο της κατακλίσεως πρέπει να ερευνάται και μπορεί να θεωρηθεί ικανοποιητική, εάν η καμπύλη μοχλοβραχίονα επαναφοράς έχει εύρος τουλάχιστον 20 μοιρών πέρα από την θέση ισορροπίας, σε συνδυασμό με τον απομένοντα μοχλοβραχίονα επαναφοράς τουλάχιστον 0,1 μέτρα στο εύρος των 20°. Η επιφάνεια που περικλείεται από την καμπύλη εντός του εύρους αυτού δεν πρέπει να είναι μικρότερη από 0.0175 μετροακτίνια (m.rad). Απροστάτευτα ανοίγματα δεν πρέπει να βυθίζονται σ' αυτό το εύρος εκτός εάν ο χώρος αυτός υποτίθεται ότι πρόκειται να κατακλισθεί. Σ' αυτό το εύρος, η βύθιση οποιουδήποτε από τα ανοίγματα τα οποία απαριθμούνται στην υποπαράγραφο 3.1 της παρούσας παραγράφου και άλλων ανοιγμάτων τα οποία έχουν την δυνατότητα να κλείσουν υδατοστεγώς μπορεί να επιτραπεί.
- 3.4 Η Αρχή πρέπει να ικανοποιείται στο ότι η ευστάθεια είναι αρκετή κατά την διάρκεια του ενδιάμεσου σταδίου κατακλίσεως.
4. Οι απαιτήσεις της παραγράφου 1 του παρόντος Κανονισμού πρέπει να επιβεβαιώνονται με υπολογισμούς οι οποίοι πρέπει να λαμβάνουν υπ' όψη τα σχεδιαστικά χαρακτηριστικά του πλοίου, τις διατάξεις, την διαμόρφωση και το περιεχόμενο των διαμερισμάτων τα οποία έχουν υποστεί βλάβη και την κατατομή, το ειδικό βάρος και την επίδραση ελευθέρων επιφανειών υγρών. Οι υπολογισμοί αυτοί βασίζονται στα ακόλουθα:
- 4.1 Υπολογίζεται κάθε άδεια ή εν μέρει πλήρης δεξαμενή, το ειδικό βάρος των μεταφερόμενων φορτίων, καθώς και πιθανή εκροή υγρών από διαμερίσματα τα οποία έχουν υποστεί βλάβη.
- 4.2 Οι διαπερατότητες για χώρους οι οποίοι έχουν κατακλυσθεί ως αποτέλεσμα βλάβης έχουν ως ακολούθως:

Χώροι	Διαχωρητότητες
για αποθήκες	0.60
για ενδιαίτηση	0.95
Καταλαμβανόμενοι από μηχανήματα	0.85
Κενοί	0.95
Προοριζόμενοι για αναλώσιμα υγρά	0 έως 0.95
Προοριζόμενοι για άλλου είδους υγρά	0 ή 0.95*

Πίνακας 2.8-3 : Διαχωρητότητες χώρων κατάκλυσης σύμφωνα με τον κανονισμό 28

- 4.3 Η άντωση οποιασδήποτε υπερκατασκευής κατ' ευθείαν άνωθεν της πλευράς που υπέστη βλάβη πρέπει να παραλειφθεί. Τα μέρη της υπερκατασκευής που δεν έχουν κατακλυσθεί πέρα από την έκταση της βλάβης, όμως, μπορούν να ληφθούν υπ' όψη υπό τον όρο ότι είναι χωρισμένα από τα μέρη τα οποία έχουν υποστεί βλάβη με υδατοστεγή φρακτές και ότι τα άθικτα μέρη συμμορφώνονται με τις απαιτήσεις της υποπαραγράφου .1 του παρόντος κανονισμού. Γιγγλιμωτές υδατοστεγείς πόρτες μπορούν να γίνουν δεκτές σε υδατοστεγή φρακτές στις υπερκατασκευές.
- 4.4 Η επίδραση της ελεύθερης επιφάνειας υπολογίζεται σε γωνία πλευρικής κλίσης 5 μοιρών για κάθε ξεχωριστό διαμέρισμα. Η Αρχή μπορεί να απαιτήσει ή να επιτρέψει οι διορθώσεις στην ελεύθερη επιφάνεια να υπολογισθούν με μία γωνία κλίσεως μεγαλύτερη από 5° μοίρες για τις εν μέρει πλήρεις δεξαμενές.
- 4.5 Για τον υπολογισμό της επίδρασης της ελεύθερης επιφάνειας για αναλώσιμα υγρά να υποτεθεί ότι, για κάθε τύπο υγρού τουλάχιστον ένα ζεύγος ή μία μοναδική κεντρική δεξαμενή έχει ελεύθερη επιφάνεια και η δεξαμενή ή ο συνδυασμός των δεξαμενών που πρόκειται να ληφθούν υπ' όψη στον υπολογισμό είναι αυτές που η επίδραση της ελεύθερης επιφάνειας είναι πιο μεγάλη.
6. Για πετρελαιοφόρα νεκρού βάρους 20.000 τόνων και άνω τα οποία έχουν παραδοθεί την ή μετά την 6^η Ιουλίου 1996, όπως προσδιορίζεται στον κανονισμό 1,28.6, οι υποθέσεις βλάβης οι οποίες καθορίζονται στην παράγραφο 2.2 συμπληρώνονται από την ακόλουθη υποτιθέμενη ζημία κλίσης τυθμένα:
- 6.1 Διαμήκης έκταση :
- 6.1.1 πλοία νεκρού βάρους 75.000 τόνων και άνω:
0.6 L μετρούμενη από την προραία κατακόρυφο.
- 6.2 Εγκάρσια έκταση: B/3 οπουδήποτε στον τυθμένα.
- 6.3 Κατακόρυφη έκταση: ρήγμα του εξωτερικού κύτους.

Κεφάλαιο Τρίτο

Μελέτη και σχεδίαση του πλοίου στο NAPA

Όταν διψάς και σου φαίνεται ότι μπορείς να πιείς όλη τη θάλασσα, αυτό είναι πίστη. Όταν αρχίζεις να πίνεις και τελειώνεις μετά από ένα-δυο ποτήρια, αυτό είναι επιστήμη.

Άντον Τσέχωφ

3

Μελέτη και σχεδίαση του πλοίου στο NAPA

3.1 Σύντομη αναφορά στα χαρακτηριστικά του προγράμματος NAPA

Το NAPA αποτελεί ένα σύγχρονο σχεδιαστικό πρόγραμμα για ναυπηγικό σχέδιο το οποίο χρησιμοποιείται σήμερα από περισσότερους από 400 επαγγελματικούς φορείς και οργανισμούς της ναυπηγικής βιομηχανίας όπως ναυπηγεία, νηογνώμονες, πλοιοκτήτες, διαχειριστές πλοίων, ναυτιλιακές αρχές, εμπειρογνώμονες, συμβουλευτικά γραφεία αλλά και ερευνητικά ινστιτούτα και πανεπιστήμια σε όλο τον κόσμο.

Το NAPA καλύπτει τους ακόλουθους τομείς του βασικού σχεδίου :

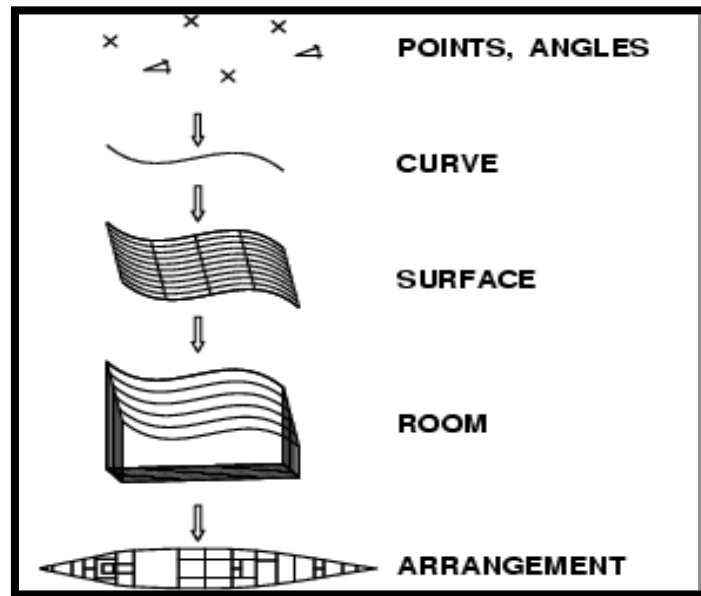
- Contract Design , για την εύρεση του βέλτιστου σχεδίου πριν την υπογραφή του συμβολαίου
- Hull Form and Performance, για την σχεδίαση της γάστρας , και την βελτιστοποίηση της απόδοσης
- Statutory Compliance, για τη διασφάλιση ότι το σχέδιο ικανοποιεί όλους τους απαραίτητους κανόνες και κανονισμούς
- NAPA Steel, για κατασκευαστικό σχέδιο σε αρχικά στάδια
- Offshore Structures ,για αποτελεσματικό σχεδιασμό και εκτενή ανάλυση των παράκτιων κατασκευών

Τα υποσυστήματα του NAPA διακρίνονται σε 2 κατηγορίες :

- στα υποσυστήματα εφαρμογών (application subsystems) και
- στα βοηθητικά υποσυστήματα (auxiliary subsystems)

Τα υποσυστήματα εφαρμογών αποτελούν τον πυρήνα του προγράμματος καθώς μέσω της αλληλεπίδρασής τους συνθέτουν σταδιακά τα τμήματα του πλοίου και τις εφαρμογές αυτού κατά την λειτουργία του.

Διαθέτουν εντολές για την σχεδίαση όλων των βασικών χαρακτηριστικών από τον ορισμό των ναυπηγικών γραμμών μέχρι και την εξαγωγή των υδροστατικών στοιχείων της γάστρας του. Επίσης, διαμορφώνουν το πλαίσιο για την υλοποίηση, της διαμερισματοποίησης του πλοίου μέσω της δημιουργίας επιπέδων, διαφραγμάτων, κλειστών χώρων και δεξαμενών.



Εικόνα 3.1-1 : Δομή κατασκευής και σύνθεσης στο NAPA (πηγή: Napa manuals)

Ακόμα, επιτρέπουν το προσδιορισμό από το χρήστη της αναλυτικής κατανομής των βαρών που οδηγεί στον καθορισμό συγκεκριμένων καταστάσεων φόρτωσης του πλοίου. Τέλος, χρησιμοποιούν το παραχθέν μοντέλο πλοίου για να ελέγξουν βάσει μιας πλατφόρμας κανονισμών την ικανοποίηση κριτηρίων άθικτης ευστάθειας, ευστάθειας βλάβης, ελκτικότητας, υδροδυναμικής συμπεριφοράς σε ήρεμο νερό και σε κυματισμούς, αντοχής σε καταπόνηση λόγω κυματισμών ή κατανομής βάρους κλπ.

Τα βοηθητικά υποσυστήματα είναι αυτά τα οποία αναλαμβάνουν την διεκπεραίωση όλων των εσωτερικών διεργασιών του συστήματος όπως για παράδειγμα είναι η διαχείριση των δεδομένων, τα γραφικά απεικόνισης, ο έλεγχος της αποθήκευσης, αλλά και οι υπολογισμοί που εκτελούνται. Τα περισσότερα από αυτά τα στοιχεία δεν είναι εμφανή στον χρήστη ,παρά μόνο αυτά που συντελούν στην διαχείριση και επεξεργασία πληροφοριών και αποτελεσμάτων.

Το NAPA διαθέτει τέσσερις ιεραρχικά δομημένες βάσεις δεδομένων για την ορθή οργάνωση των αρχείων του καθώς και των δεδομένων που εισάγονται από τον χρήστη που είναι οι εξής:

1. Βασική –αρχείου μελέτης (project database)
2. Δευτερεύουσα (secondary daabase)
3. Συστήματος (system database)
4. Προγράμματος (NAPA database)

Η βασική περιλαμβάνει όλα εκείνα τα στοιχεία και δεδομένα τα οποία εισάγει ο χρήστης κατά την παραγωγή ενός συγκεκριμένου μοντέλου μελέτης. Δευτερεύοντα δεδομένα τα οποία παράγονται κατά την πρόοδο του πλάνου μελέτης όπως είναι κάποια αριθμητικά αποτελέσματα και σχέδια καταγράφονται στην δευτερεύουσα βάση δεδομένων. Γενικά στοιχεία όπως είναι πρότυπα διάταξης και μακροεντολές (macros) γενικού σκοπού συνθέτουν την βάση του συστήματος.

Τέλος, η βάση NAPA διαθέτει αποθηκευμένα όλες εκείνες τις επισημάνσεις ή παρατηρήσεις που εμφανίζονται στον χρήστη κατά την εκτέλεση/ αναζήτηση εντολών όπως είναι τα επεξηγηματικά κείμενα , τα μηνύματα για σφάλμα κλπ.

3.2 Πλοίο αναφοράς (Βασικά χαρακτηριστικά)

Το πλοίο αναφοράς το οποίο χρησιμοποιήθηκε για τον σχεδιασμό του "SIR NIKOLAS" είναι ένα πετρελαιοπαραγωγό δεξαμενόπλοιο, κορεάτικης κατασκευής 2006 και μεγέθους AFRAMAX 116,000 DWT.

Το πλοίο είναι μονέλικο, έχει εγκατεστημένη κύρια μηχανή HYUNDAI B&W 7S60 MC-C, είναι τύπου ICE-CLASS IA και ολικής χωρητικότητας GRT 66919.

Το πατρικό πλοίο φέρει τα εξής βασικά χαρακτηριστικά :

Πλοίο Αναφοράς	
Ολικό Μήκος LOA (m)	249.9
Μήκος μεταξύ καθέτων LBP (m)	239
Πλάτος B (m)	44
Κοίλο D (m)	22.7
Βύθισμα T (m)	15.42
Νεκρό Βάρος DWT (ton)	116,000
Βάρος Κενού Σκάφους L.S. (ton)	20,050
Εκτόπισμα Δ (ton)	137,105
Συντελεστής Γάστρας C _b	0.8236
Συντελεστής μέσης τομής C _M	0.9975
Συντελεστής ισάλου C _w	0.908
Πρισματικός συντελεστής C _p	0.8257
Ισχύς μηχανής BHP (HP)	22610

Πίνακας 3.2-1 : Βασικά χαρακτηριστικά πλοίου αναφοράς

3.3 Πλοίο σχεδίασης

Παρακάτω παρατίθενται τα βασικά χαρακτηριστικά σχεδίασης, τα υδροστατικά στοιχεία όπως και η γενική διάταξη του παραχθέντος πλοίου "SIR NIKOLAS" καθώς και η αλληλουχία βημάτων που ακολουθήθηκε κατά τη χρήση του προγράμματος NAPA.

3.3.1 Προμελέτη κυρίων διαστάσεων

Για την επιλογή των κυρίων διαστάσεων του υπό μελέτη πλοίου χρησιμοποιήθηκαν οι μέσοι όροι των λόγων ομοιότητας και των συντελεστών μορφής οι οποίοι εξήχθησαν από το πλοίο αναφοράς και άλλα, όμοια αυτού πλοία.

Στη παρακάτω εικόνα παρατίθενται οι κύριες διαστάσεις του ‘‘SIR NIKOLAS’’ όπως αυτές έγιναν εισαγωγή στο πρόγραμμα NAPA.

Reference dimensions				
TDWL	14.7	design draught	initial	
AP	0	aft perpendicular	initial	(STERN/TDWL ->-5.33)
FP	238	fore perpendicular	initial	(STEM/TDWL ->238)
LREF	238	reference length	calculated	FP-AP
XREF	119	reference point	calculated	(FP+AP)/2
XMID	119	largest frame	initial	
XMIN	-5.33	aft end	given	(STERN ->-5.33)
XMAX	243.47	fore end	given	(STEM ->243.47)
LOA	248.8	length over all	calculated	XMAX-XMIN
BREF	43.4	reference breadth	initial	
BMAX	43.4	maximum breadth	initial	
TMAX	0	maximum draught	undefined	
HMD	0	height of main deck	undefined	
HSD	0	subdivision draught	undefined	
HMAX	73.5	total height	initial	
SHEL	0.018	shell thickness	given	
KEEL	0.0205	keel	given	
RHO	1.025	seawater density	initial	
FRAMES 0, 0.8, 48,0.85, 54,3.8, 55,4.3, 97,0.8				

Εικόνα 3.3-1 : Κύριες διαστάσεις του πλοίου ‘‘SIR NIKOLAS’’

Ακόμα δίνεται το Frame Table του πλοίου ‘‘SIR NIKOLAS’’ με την απόσταση να υπολογίζεται λαμβάνοντας ως σημείο αναφοράς (x=0) την διαμήκη θέση της πρυμναίας καθέτου.

Frame #	Distance (m)	Frame #	Distance (m)	Frame #	Distance (m)	Frame #	Distance (m)
-7	-5.6	24	19.2	55	47.3	86	180.6
-6	-4.8	25	20	56	51.6	87	184.9
-5	-4	26	20.8	57	55.9	88	189.2
-4	-3.2	27	21.6	58	60.2	89	193.5
-3	-2.4	28	22.4	59	64.5	90	197.8
-2	-1.6	29	23.2	60	68.8	91	202.1
-1	-0.8	30	24	61	73.1	92	206.4
0	0	31	24.8	62	77.4	93	210.7
1	0.8	32	25.6	63	81.7	94	215
2	1.6	33	26.4	64	86	95	219.3
3	2.4	34	27.2	65	90.3	96	223.6
4	3.2	35	28	66	94.6	97	227.9
5	4	36	28.8	67	98.9	98	228.7

6	4.8	37	29.6	68	103.2	99	229.5
7	5.6	38	30.4	69	107.5	100	230.3
8	6.4	39	31.2	70	111.8	101	231.1
9	7.2	40	32	71	116.1	102	231.9
10	8	41	32.8	72	120.4	103	232.7
11	8.8	42	33.6	73	124.7	104	233.5
12	9.6	43	34.4	74	129	105	234.3
13	10.4	44	35.2	75	133.3	106	235.1
14	11.2	45	36	76	137.6	107	235.9
15	12	46	36.8	77	141.9	108	236.7
16	12.8	47	37.6	78	146.2	109	237.5
17	13.6	48	38.4	79	150.5	110	238.3
18	14.4	49	39.25	80	154.8	111	239.1
19	15.2	50	40.1	81	159.1	112	239.9
20	16	51	40.95	82	163.4	113	240.7
21	16.8	52	41.8	83	167.7	114	241.5
22	17.6	53	42.65	84	172	115	242.3
23	18.4	54	43.5	85	176.3	116	243.1
						117	243.9

Πίνακας 3.3-1 : Frame Table πλοίου "SIR NIKOLAS"

3.3.2 Δημιουργία ναυπηγικών γραμμών και γάστρας

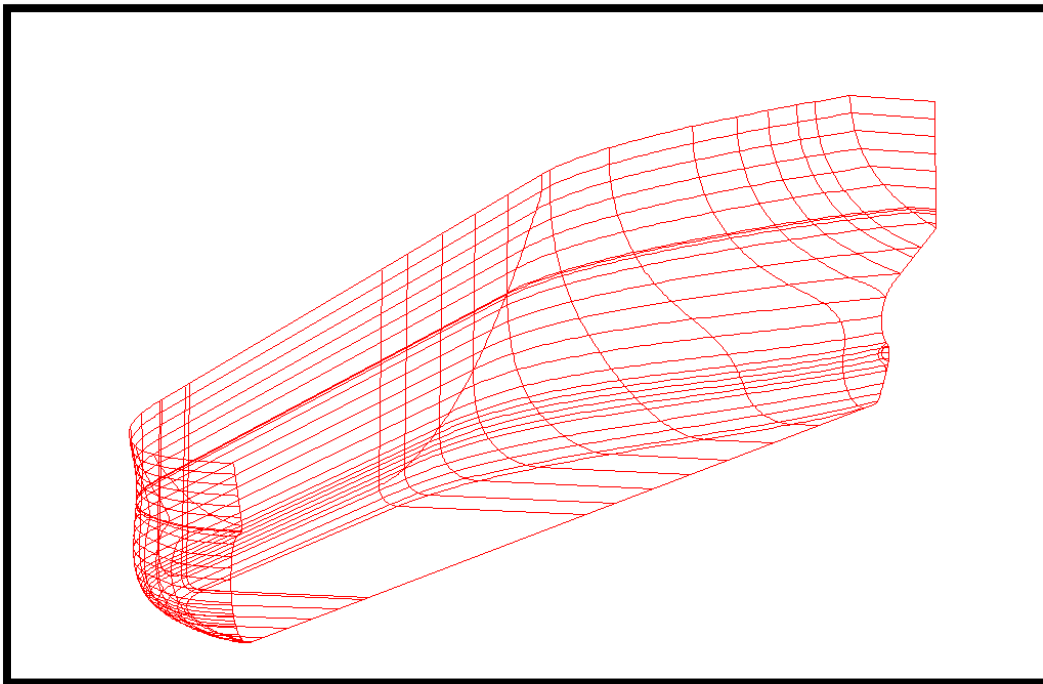
Η αρχική δημιουργία των ναυπηγικών γραμμών του δεξαμενοπλοίου "SIR NIKOLAS". έγινε με τη βοήθεια του σχεδιαστικού προγράμματος TRIBON.

Στη συνέχεια, δεν πραγματοποιήθηκε απευθείας εισαγωγή του μοντέλου των γραμμών αυτών στο πρόγραμμα NAPA καθώς λόγω κάποιων τεχνικών θεμάτων, παρουσιάζονταν αρκετές αλλοιώσεις των ναυπηγικών γραμμών, παραλείψεις των οριακών συνθηκών και ασυνέχειες κατά την δημιουργία επιφάνειας από τις γραμμές.

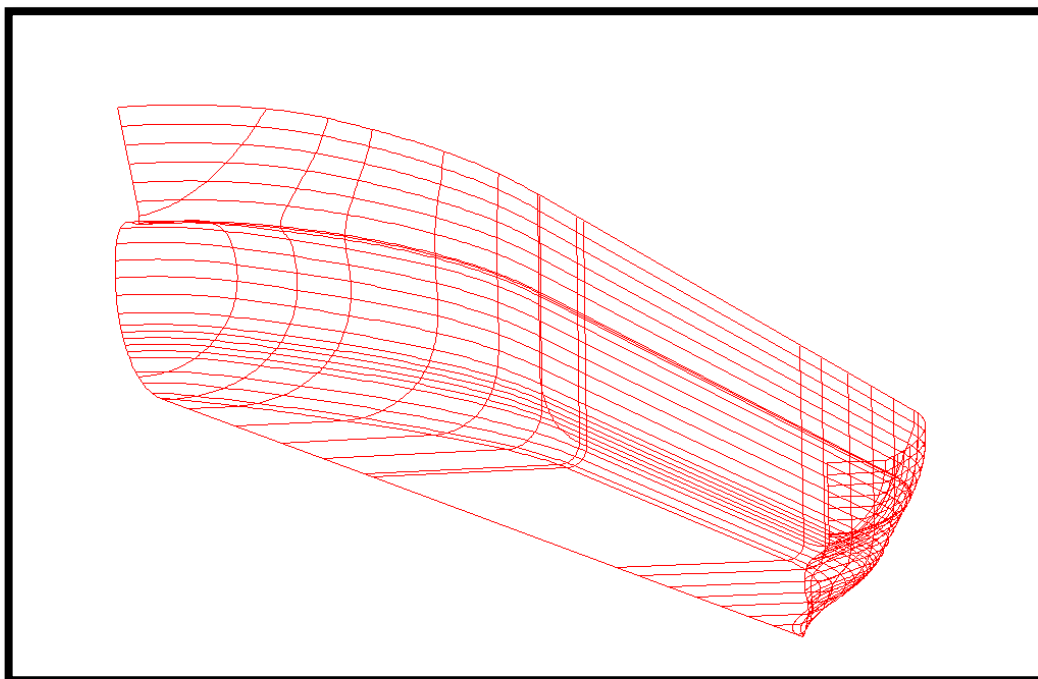
Για τους παραπάνω λόγους, έγινε επαναδημιουργία των γραμμών στο πρόγραμμα NAPA με απευθείας ορισμό (direct definition) γεωμετρικών αντικειμένων (σημείων, καμπυλών και γωνιών) στο Geometry Subsystem (GM).

Συγκεκριμένα, έγινε ακριβής σχεδιασμός των ισάλων στο NAPA βάσει των συντεταγμένων των σημείων τους στις αρχικές γραμμές ενώ η δημιουργία των νομέων έγινε μέσω παρεμβολής των ισάλων και σε συγκεκριμένες θέσεις κατά μήκος του πλοίου (παλιές και νέες) λαμβάνοντας υπόψη τις απαιτήσεις κάθε περιοχής του πλοίου για παροχή επαρκούς γεωμετρικής σαφήνειας. Επιπρόσθετα έγινε ο ακριβής προσδιορισμός των οριακών συνθηκών ανάλογα με το είδος κάθε καμπύλης.

Στα παρακάτω σχήματα γίνεται η απεικόνιση των ναυπηγικών γραμμών που παρήχθησαν μέσω του geometry window του προγράμματος NAPA.



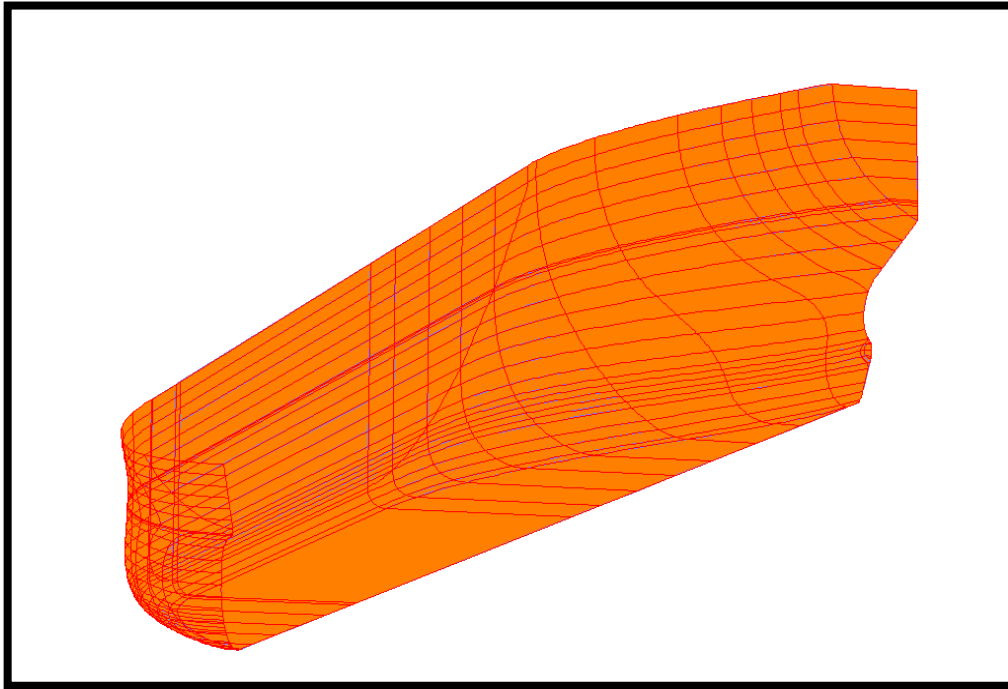
Σχήμα 3.3-1 : Πρυμναία όψη σχεδίου γραμμών πλοίου "SIR NIKOLAS"



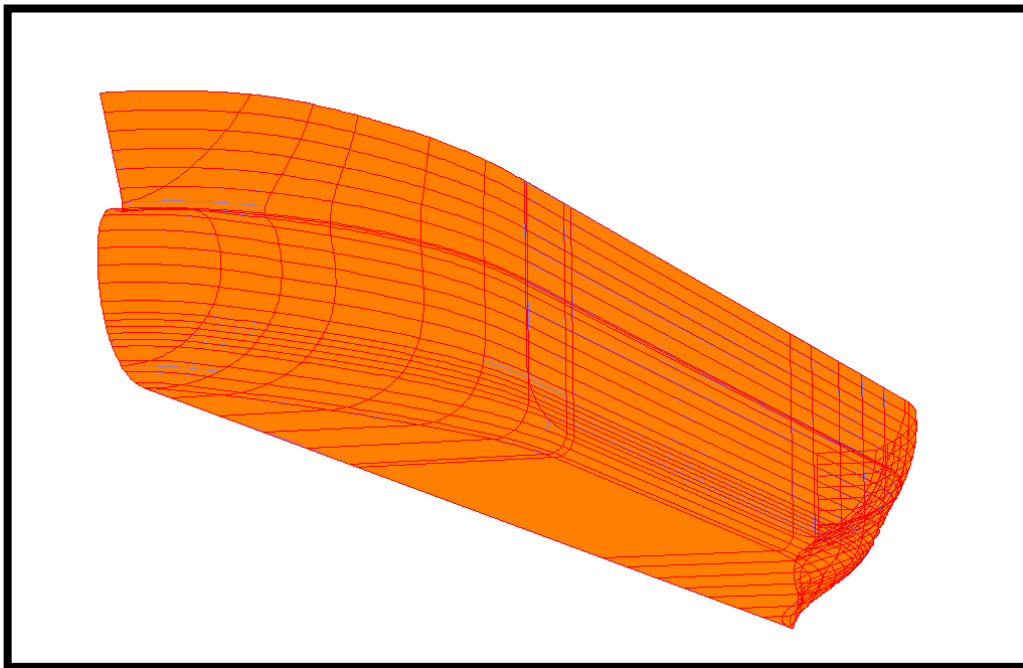
Σχήμα 3.3-2 : Πρωραία όψη σχεδίου γραμμών πλοίου "SIR NIKOLAS"

Η δημιουργία της γάστρας του πλοίου "SIR NIKOLAS" προήλθε από τη παρεμβολή των ναυπηγικών γραμμών βάσει μια συγκεκριμένης λογικής σειράς όπως αυτή υπαγορευόταν από το εγχειρίδιο του προγράμματος. Σε αυτή τη σειρά παρεμβολής λαμβάνονται υπόψιν στοιχεία όπως αν μια καμπύλη αποτελεί εξωτερικό όριο ή όχι ,αν συσχετίζεται μέσω κοινών σημείων με άλλη/άλλες καμπύλες κλπ.

Στα παρακάτω σχήματα απεικονίζεται η παραχθείσα γάστρα σε δυο όψεις.

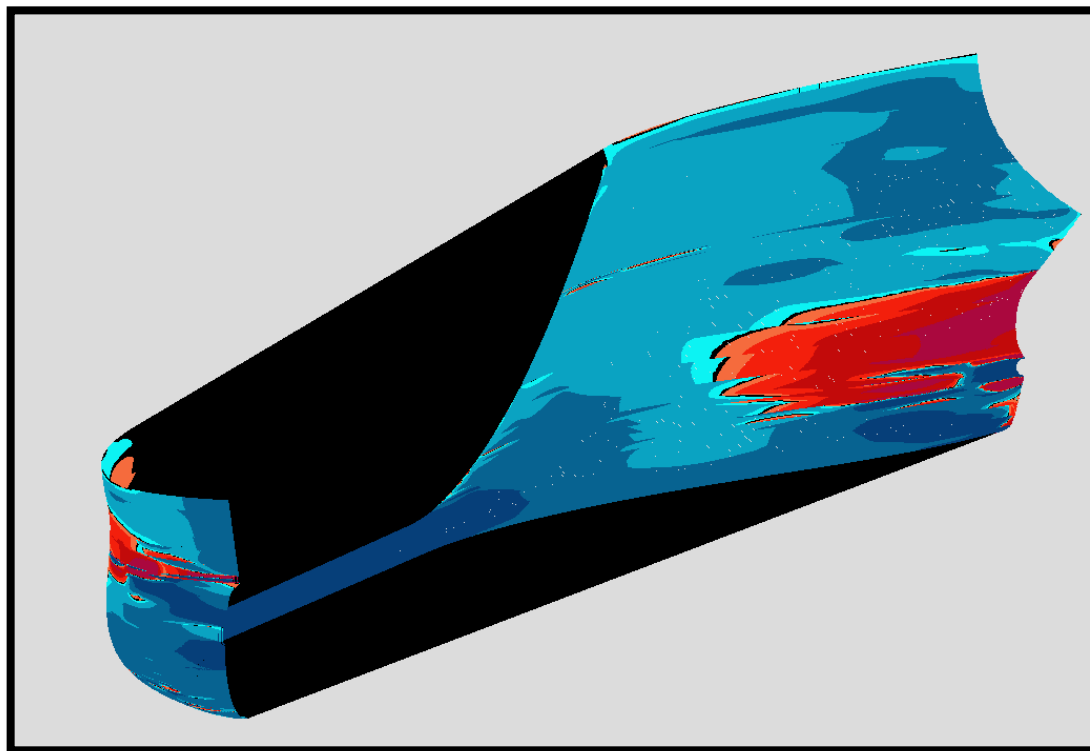


Σχήμα 3.3-3 : Πρυμναία όψη γάστρας πλοίου "SIR NIKOLAS"



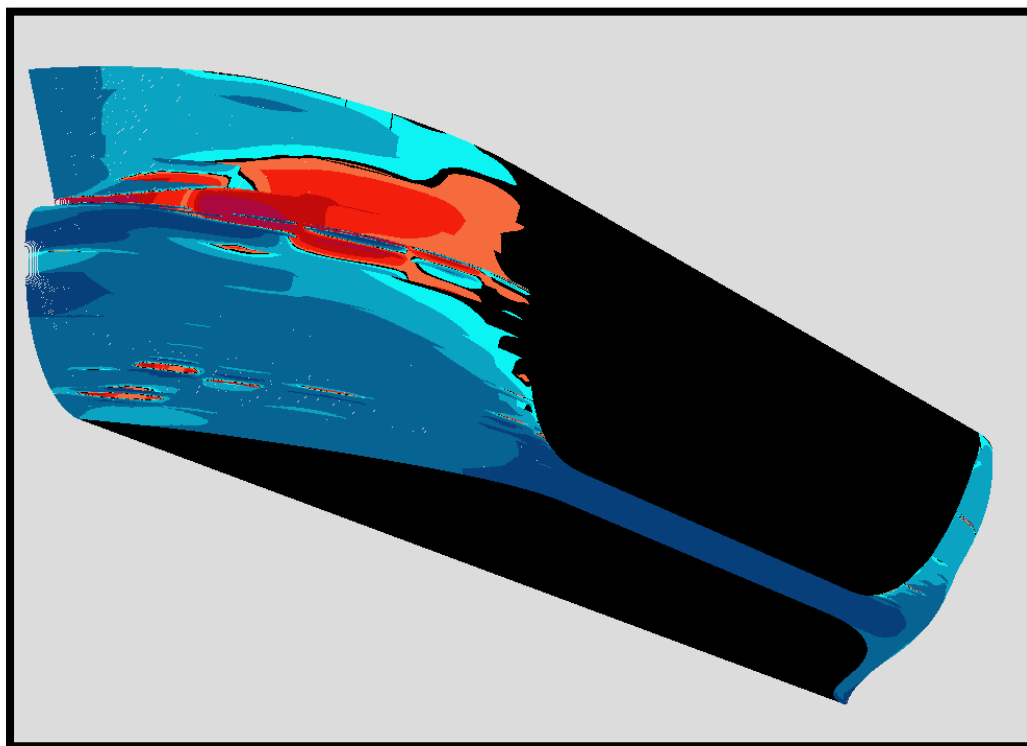
Σχήμα 3.3-4 : Πρωραία όψη γάστρας πλοίου "SIR NIKOLAS"

Η ομαλότητα της επιφάνειας της γάστρας εξετάστηκε από ένα σχεδιαστικό εργαλείο του Geometry window μέσω της πυκνής σχεδίασης νομέων και κατόπιν της χρωματικής απεικόνισης πάνω στην επιφάνεια. Κατά την διαδικασία παραγωγής της επιφάνειας, η ομαλότητα αποτέλεσε σημαντικό κριτήριο ποιότητας της επιφάνειας και επανειλημμένα οδήγησε σε επανεξέταση κάποιων προβληματικών περιοχών, διατύπωση καταλληλότερων εντολών και οριακών συνθηκών ως τη εξαγωγή ενός αποδεκτού αποτελέσματος.



Σχήμα 3.3-5 : Πρυμναία όψη καμπυλότητας γάστρας πλοίου "SIR NIKOLAS"

Με εντονότερο χρώμα απεικονίζονται οι προβληματικότερες περιοχές κατά την παραγωγή επιφάνειας ,ενώ με απαλότερο χρώμα οι ευκολότερες. Οι περιοχές οι οποίες έχουν οριστεί ως επίπεδες (Flat Of Side –FOS και Flat Of Bottom-FOB) αποτυπώνονται με μαύρο χρώμα.



Σχήμα 3.3-6 : Πρωραία όψη καμπυλότητας γάστρας πλοίου "SIR NIKOLAS"

3.3.3 Υδροστατικά στοιχεία πλοίου

Τα υδροστατικά στοιχεία του πλοίου έτσι όπως αυτά αντιστοιχούν στην τελικώς παραχθείσα γάστρα από το Hydrostatic Subsystem –HYD του NAPA παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα για τα διάφορα βυθίσματα.

T	DISP	LCB	LCA	KMT	CB	WLA	MCT	TCP
m	t	m	m	m		m²	tm/cm	t/cm
2	16006.1	128.984	129.236	71.5343	0.748416	8200.2	1133.02	84.0521
2.1	16848.1	128.999	129.254	68.3953	0.7506	8224.86	1141.36	84.3048
2.2	17692.6	129.012	129.268	65.5376	0.752695	8248.36	1149.33	84.5456
2.3	18539.6	129.025	129.282	62.9302	0.754706	8270.99	1157.01	84.7777
2.4	19388.8	129.039	129.293	60.5368	0.756639	8292.62	1164.39	84.9994
2.5	20240.2	129.051	129.304	58.3386	0.758502	8313.62	1171.53	85.2147
2.6	21093.7	129.064	129.315	56.3018	0.760299	8333.24	1178.23	85.4157
2.7	21949.3	129.076	129.323	54.4205	0.762033	8352.42	1184.77	85.6123
2.8	22806.7	129.087	129.331	52.67	0.763709	8370.7	1191.06	85.7997
2.9	23666.1	129.098	129.336	51.0422	0.765331	8388.44	1197.16	85.9815
3	24527.3	129.109	129.341	49.5231	0.766903	8405.71	1203.17	86.1585
3.1	25390.2	129.119	129.345	48.0975	0.768426	8422.08	1208.93	86.3263
3.2	26254.8	129.128	129.357	46.7657	0.769905	8439	1214.91	86.4998
3.3	27120.8	129.137	129.392	45.5122	0.771331	8456.79	1221.77	86.6821
3.4	27988.4	129.145	129.409	44.3355	0.77272	8473.1	1227.77	86.8493
3.5	28857.6	129.153	129.423	43.2263	0.774074	8488.67	1233.49	87.0089
3.6	29728.4	129.161	129.433	42.1761	0.775393	8503.35	1238.89	87.1593
3.7	30600.7	129.168	129.444	41.1875	0.776679	8517.82	1244.18	87.3077
3.8	31474.4	129.176	129.452	40.25	0.777934	8531.62	1249.23	87.4491
3.9	32349.6	129.183	129.461	39.3631	0.779158	8545.13	1254.16	87.5876
4	33226.1	129.191	129.469	38.5219	0.780353	8558.24	1258.95	87.7219
4.1	34103.9	129.198	129.475	37.7203	0.78152	8570.72	1263.53	87.8499
4.2	34983	129.205	129.481	36.9608	0.782661	8583.13	1268.06	87.9771
4.3	35863.3	129.211	129.486	36.237	0.783776	8595.05	1272.41	88.0993
4.4	36744.9	129.218	129.491	35.5483	0.784867	8606.77	1276.69	88.2194
4.5	37627.7	129.224	129.496	34.8919	0.785934	8618.19	1280.85	88.3364
4.6	38511.6	129.231	129.499	34.2626	0.786979	8629.03	1284.84	88.4475
4.7	39396.6	129.237	129.503	33.6633	0.788001	8639.79	1288.77	88.5578
4.8	40282.8	129.243	129.504	33.09	0.789003	8650.25	1292.61	88.6651
4.9	41170	129.248	129.505	32.5415	0.789984	8660.52	1296.39	88.7703
5	42058.2	129.254	129.505	32.0173	0.790946	8670.71	1300.17	88.8748
5.1	42947.5	129.259	129.501	31.5135	0.79189	8680.59	1303.87	88.9761
5.2	43837.9	129.264	129.495	31.0307	0.792816	8690.38	1307.58	89.0764
5.3	44729.2	129.269	129.49	30.5682	0.793726	8700.08	1311.25	89.1758

5.4	45621.5	129.273	129.482	30.1233	0.794619	8709.48	1314.83	89.2722
5.5	46514.8	129.278	129.473	29.6967	0.795496	8718.85	1318.42	89.3682
5.6	47409	129.281	129.46	29.2862	0.796357	8727.84	1321.85	89.4603
5.7	48304.1	129.285	129.441	28.8912	0.797203	8736.64	1325.24	89.5505
5.8	49200.1	129.287	129.421	28.5117	0.798034	8745.36	1328.62	89.64
5.9	50097.1	129.29	129.4	28.1462	0.798853	8754.01	1331.98	89.7286
6	50994.9	129.292	129.378	27.7944	0.799658	8762.62	1335.41	89.8169
6.1	51893.7	129.294	129.351	27.4542	0.800451	8771.02	1338.74	89.903
6.2	52793.3	129.295	129.324	27.127	0.801232	8779.41	1342.08	89.989
6.3	53693.8	129.295	129.294	26.812	0.802001	8787.85	1345.45	90.0754
6.4	54595.2	129.296	129.263	26.5073	0.802759	8796.1	1348.79	90.16
6.5	55497.5	129.295	129.23	26.2136	0.803507	8804.39	1352.15	90.245
6.6	56400.7	129.295	129.195	25.9302	0.804244	8812.57	1355.49	90.3289
6.7	57304.7	129.293	129.159	25.6561	0.804972	8820.75	1358.86	90.4126
6.8	58209.6	129.292	129.12	25.3916	0.80569	8828.88	1362.22	90.496
6.9	59115.3	129.289	129.079	25.136	0.806399	8837	1365.61	90.5792
7	60021.9	129.286	129.036	24.8884	0.8071	8845	1368.97	90.6613
7.1	60929.3	129.283	128.992	24.6494	0.807792	8853.07	1372.37	90.744
7.2	61837.6	129.279	128.944	24.4184	0.808475	8861.14	1375.8	90.8267
7.3	62746.7	129.275	128.895	24.1944	0.809151	8869.13	1379.22	90.9086
7.4	63656.7	129.27	128.844	23.978	0.80982	8877.17	1382.68	90.9909
7.5	64567.5	129.265	128.79	23.7688	0.810481	8885.26	1386.18	91.0739
7.6	65479.2	129.258	128.733	23.5653	0.811136	8893.22	1389.67	91.1555
7.7	66391.7	129.252	128.674	23.3687	0.811784	8901.35	1393.25	91.2388
7.8	67305.1	129.244	128.612	23.1787	0.812425	8909.56	1396.87	91.323
7.9	68219.3	129.236	128.546	22.9944	0.813061	8917.81	1400.56	91.4075
8	69134.4	129.228	128.478	22.8157	0.813691	8926.14	1404.3	91.4929
8.1	70050.4	129.219	128.408	22.6428	0.814316	8934.52	1408.09	91.5788
8.2	70967.3	129.209	128.333	22.4753	0.814935	8943.03	1411.95	91.666
8.3	71885.1	129.198	128.257	22.3106	0.81555	8951.55	1415.85	91.7534
8.4	72803.7	129.187	128.178	22.1538	0.81616	8960.21	1419.84	91.8422
8.5	73723.3	129.175	128.097	22.0019	0.816766	8968.93	1423.86	91.9315
8.6	74641.8	129.165	128.011	21.8551	0.817347	8977.82	1428	92.0226
8.7	75563.5	129.152	127.924	21.7123	0.817948	8986.73	1432.17	92.114
8.8	76486	129.137	127.833	21.5742	0.818545	8995.81	1436.44	92.2071
8.9	77408.9	129.121	127.743	21.4404	0.819133	9005.08	1440.82	92.302
9	78332.6	129.104	127.646	21.3109	0.819716	9014.17	1445.12	92.3953
9.1	79257.3	129.086	127.545	21.1849	0.820295	9023.27	1449.46	92.4885
9.2	80182.9	129.067	127.44	21.0631	0.820872	9032.58	1453.92	92.5839
9.3	81109.6	129.047	127.332	20.9453	0.821446	9042.15	1458.52	92.682
9.4	82037.2	129.027	127.219	20.8312	0.822018	9051.92	1463.26	92.7822
9.5	82965.8	129.005	127.103	20.7203	0.822589	9061.85	1468.11	92.8839

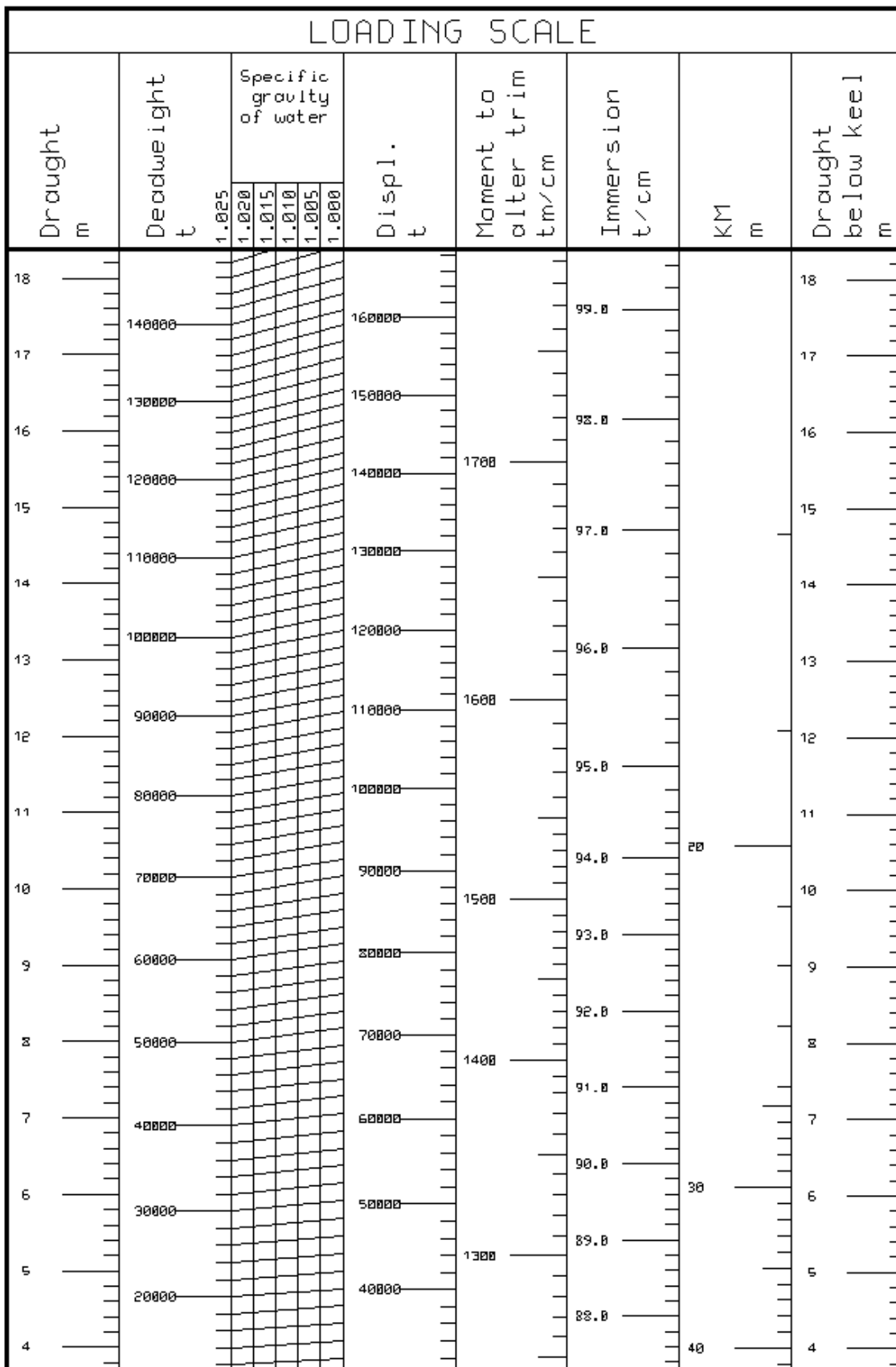
9.6	83895.6	128.983	126.982	20.613	0.823158	9072.05	1473.13	92.9885
9.7	84826.4	128.96	126.857	20.5092	0.823725	9082.56	1478.33	93.0963
9.8	85758.4	128.936	126.726	20.4086	0.824293	9093.32	1483.7	93.2066
9.9	86691.2	128.911	126.592	20.3112	0.824857	9104.31	1489.21	93.3192
10	87625	128.885	126.455	20.2168	0.825419	9115.46	1494.83	93.4335
10.1	88559.9	128.859	126.313	20.1255	0.82598	9126.84	1500.59	93.5501
10.2	89495.9	128.832	126.17	20.037	0.826541	9138.25	1506.39	93.667
10.3	90433.2	128.803	126.026	19.9513	0.827101	9149.68	1512.21	93.7842
10.4	91371.6	128.774	125.882	19.8685	0.827662	9160.95	1517.93	93.8997
10.5	92311.1	128.744	125.744	19.7881	0.828222	9171.82	1523.43	94.0112
10.6	93251.5	128.713	125.557	19.7097	0.828779	9185.95	1531.07	94.156
10.7	94193.1	128.682	125.411	19.634	0.829336	9197.04	1536.78	94.2697
10.8	95136.4	128.649	125.266	19.5606	0.829898	9207.97	1542.39	94.3817
10.9	96080.8	128.615	125.122	19.4895	0.830459	9218.63	1547.86	94.491
11	97026.7	128.58	124.975	19.4205	0.831024	9228.88	1553.1	94.596
11.1	97974.2	128.545	124.83	19.3535	0.83159	9239.03	1558.31	94.7
11.2	98922.5	128.51	124.685	19.2886	0.832155	9249.06	1563.47	94.8029
11.3	99871.7	128.474	124.54	19.2259	0.832716	9259.06	1568.61	94.9054
11.4	100822	128.437	124.396	19.1649	0.833275	9268.89	1573.68	95.0061
11.5	101773	128.4	124.251	19.1059	0.833832	9278.7	1578.75	95.1066
11.6	102725	128.361	124.107	19.0487	0.834388	9288.37	1583.77	95.2058
11.7	103678	128.322	123.962	18.9933	0.834943	9298.04	1588.8	95.3049
11.8	104632	128.282	123.817	18.9395	0.835496	9307.58	1593.78	95.4027
11.9	105587	128.242	123.672	18.8878	0.836047	9317.2	1598.8	95.5013
12	106543	128.201	123.526	18.8377	0.836597	9326.79	1603.86	95.5995
12.1	107500	128.159	123.381	18.7888	0.837144	9336.15	1608.8	95.6955
12.2	108458	128.116	123.235	18.7417	0.837691	9345.59	1613.78	95.7923
12.3	109417	128.073	123.09	18.6962	0.838235	9354.91	1618.71	95.8878
12.4	110377	128.029	122.945	18.6523	0.838778	9364.21	1623.64	95.9831
12.5	111337	127.985	122.801	18.6098	0.839317	9373.34	1628.49	96.0767
12.6	112298	127.94	122.657	18.5687	0.839854	9382.36	1633.28	96.1692
12.7	113260	127.895	122.513	18.529	0.840389	9391.26	1638.02	96.2604
12.8	114223	127.849	122.37	18.4908	0.840921	9400.06	1642.69	96.3506
12.9	115187	127.803	122.227	18.4539	0.841452	9408.68	1647.28	96.439
13	116152	127.756	122.086	18.4183	0.84198	9417.13	1651.78	96.5256
13.1	117116	127.707	121.938	18.3841	0.842499	9424.75	1655.77	96.6037
13.2	118082	127.658	121.792	18.3511	0.843015	9431.87	1659.46	96.6767
13.3	119048	127.609	121.648	18.3192	0.84353	9438.57	1662.9	96.7453
13.4	120014	127.559	121.505	18.2886	0.844041	9444.89	1666.1	96.8101
13.5	120981	127.509	121.362	18.2591	0.844548	9450.82	1669.05	96.8709
13.6	121949	127.458	121.221	18.2304	0.845053	9456.08	1671.64	96.9248
13.7	122917	127.407	121.077	18.2028	0.845553	9460.96	1673.98	96.9748

13.8	123886	127.356	120.932	18.1764	0.846049	9465.3	1675.99	97.0193
13.9	124855	127.304	120.785	18.1509	0.84654	9469.12	1677.69	97.0585
14	125824	127.252	120.636	18.1266	0.847026	9472.37	1679.03	97.0918
14.1	126794	127.2	120.483	18.1033	0.847506	9475.03	1680.01	97.119
14.2	127764	127.147	120.325	18.0812	0.847981	9476.94	1680.51	97.1386
14.3	128733	127.093	120.146	18.0601	0.84845	9476.93	1679.83	97.1385
14.4	129706	127.041	119.988	18.0399	0.848936	9478.11	1679.88	97.1506
14.5	130680	126.99	119.846	18.0206	0.849418	9480.44	1680.65	97.1745
14.6	131654	126.939	119.544	18.0002	0.849894	9469.54	1673.45	97.0628
14.7	132639	126.897	119.306	17.9822	0.850431	9463.58	1669.1	97.0017
14.8	133610	126.842	119.228	17.9675	0.850872	9469.99	1672.27	97.0674
14.9	134581	126.786	119.152	17.954	0.85131	9476.51	1675.51	97.1343
15	135552	126.731	119.079	17.9413	0.851747	9482.93	1678.68	97.2
15.1	136525	126.676	119.01	17.9294	0.852183	9489.34	1681.86	97.2657
15.2	137498	126.622	118.944	17.9185	0.852616	9495.81	1685.08	97.3321
15.3	138471	126.568	118.882	17.9086	0.853048	9502.43	1688.37	97.3999
15.4	139446	126.514	118.825	17.8995	0.853479	9509.16	1691.74	97.4688
15.5	140421	126.46	118.772	17.8913	0.853909	9515.91	1695.13	97.538
15.6	141396	126.407	118.721	17.8839	0.854337	9522.72	1698.55	97.6078
15.7	142373	126.354	118.673	17.8774	0.854764	9529.5	1701.97	97.6774
15.8	143350	126.302	118.627	17.8714	0.85519	9536.22	1705.35	97.7462
15.9	144328	126.249	118.584	17.8664	0.855614	9542.93	1708.73	97.815
16	145306	126.198	118.542	17.8621	0.856037	9549.64	1712.11	97.8838
16.1	146285	126.146	118.528	17.8586	0.856458	9558.34	1716.72	97.973
16.2	147265	126.095	118.504	17.8556	0.856877	9565.97	1720.69	98.0512
16.3	148245	126.044	118.478	17.8534	0.857296	9573.36	1724.52	98.127
16.4	149227	125.994	118.452	17.8518	0.857715	9580.57	1728.23	98.2008
16.5	150209	125.944	118.427	17.851	0.858132	9587.69	1731.9	98.2738
16.6	151191	125.895	118.405	17.8508	0.858549	9594.69	1735.51	98.3456
16.7	152175	125.847	118.383	17.8512	0.858966	9601.67	1739.1	98.4171
16.8	153159	125.798	118.362	17.8523	0.859381	9608.61	1742.67	98.4882
16.9	154144	125.751	118.343	17.8539	0.859797	9615.44	1746.19	98.5583
17	155130	125.703	118.325	17.8563	0.860211	9622.3	1749.72	98.6285
17.1	156117	125.657	118.309	17.8592	0.860624	9629.07	1753.21	98.6979
17.2	157104	125.61	118.294	17.8626	0.861037	9635.75	1756.66	98.7664
17.3	158092	125.565	118.28	17.8666	0.861449	9642.41	1760.09	98.8347
17.4	159081	125.519	118.268	17.8713	0.86186	9649.04	1763.51	98.9027
17.5	160070	125.475	118.256	17.8765	0.862271	9655.62	1766.89	98.9701
17.6	161060	125.43	118.246	17.8822	0.86268	9662.12	1770.25	99.0367
17.7	162051	125.387	118.237	17.8883	0.86309	9668.54	1773.56	99.1025
17.8	163043	125.343	118.229	17.8951	0.863497	9674.92	1776.85	99.1679
17.9	164035	125.3	118.222	17.9024	0.863905	9681.29	1780.14	99.2333

18	165028	125.258	118.216	17.9102	0.864311	9687.6	1783.39	99.2979
18.1	166022	125.216	118.213	17.9184	0.864717	9693.82	1786.59	99.3616
18.2	167016	125.174	118.209	17.9272	0.86512	9700.04	1789.8	99.4254
18.3	168010	125.133	118.207	17.9365	0.865516	9706.24	1793	99.4889
18.4	169004	125.091	118.206	17.9462	0.865912	9712.31	1796.13	99.5512
18.5	169999	125.051	118.205	17.9564	0.866308	9718.35	1799.26	99.6131
18.6	170995	125.01	118.206	17.967	0.866703	9724.39	1802.37	99.675
18.7	171992	124.971	118.208	17.9781	0.867098	9730.35	1805.45	99.7361
18.8	172989	124.931	118.211	17.9895	0.867492	9736.24	1808.5	99.7965
18.9	173987	124.893	118.215	18.0014	0.867885	9742.1	1811.53	99.8565
19	174986	124.855	118.219	18.0137	0.868277	9747.9	1814.54	99.916
19.1	175986	124.817	118.225	18.0264	0.868669	9753.63	1817.5	99.9747
19.2	176986	124.78	118.232	18.0394	0.869061	9759.33	1820.46	100.033
19.3	177987	124.743	118.239	18.0528	0.869451	9764.96	1823.38	100.091
19.4	178988	124.707	118.247	18.0666	0.869841	9770.53	1826.27	100.148
19.5	179990	124.671	118.255	18.0808	0.87023	9776.06	1829.14	100.205
19.6	180993	124.636	118.266	18.0951	0.870618	9781.4	1831.92	100.259
19.7	181997	124.601	118.276	18.1099	0.871006	9786.75	1834.71	100.314
19.8	183001	124.567	118.287	18.1251	0.871392	9792.1	1837.49	100.369
19.9	184006	124.534	118.299	18.1405	0.871778	9797.32	1840.21	100.423
20	185011	124.5	118.312	18.1562	0.872164	9802.45	1842.89	100.475
20.1	186018	124.468	118.324	18.1722	0.872548	9807.54	1845.56	100.527
20.2	187024	124.435	118.338	18.1886	0.872932	9812.57	1848.19	100.579
20.3	188032	124.403	118.353	18.2052	0.873314	9817.5	1850.77	100.629
20.4	189038	124.372	118.4	18.2208	0.87369	9824.97	1855.02	100.706
20.5	190046	124.34	118.445	18.238	0.874064	9832.22	1859.11	100.78
20.6	191054	124.309	118.485	18.2555	0.874439	9838.88	1862.83	100.849
20.7	192063	124.278	118.525	18.2732	0.874814	9845.42	1866.5	100.916
20.8	193072	124.248	118.562	18.2912	0.875187	9851.6	1869.95	100.979
20.9	194082	124.219	118.596	18.3095	0.87556	9857.52	1873.23	101.04
21	195093	124.19	118.629	18.3281	0.875933	9863.24	1876.39	101.098
21.1	196104	124.161	118.66	18.3467	0.876304	9868.55	1879.33	101.153
21.2	197116	124.133	118.691	18.3657	0.876674	9873.79	1882.21	101.206
21.3	198128	124.105	118.72	18.385	0.877043	9878.92	1885.03	101.259
21.4	199141	124.078	118.749	18.4045	0.877411	9883.78	1887.69	101.309
21.5	200154	124.051	118.777	18.4242	0.877777	9888.51	1890.29	101.357
21.6	201168	124.025	118.805	18.4441	0.878143	9893.15	1892.83	101.405
21.7	202183	123.999	118.832	18.4643	0.878506	9897.58	1895.25	101.45

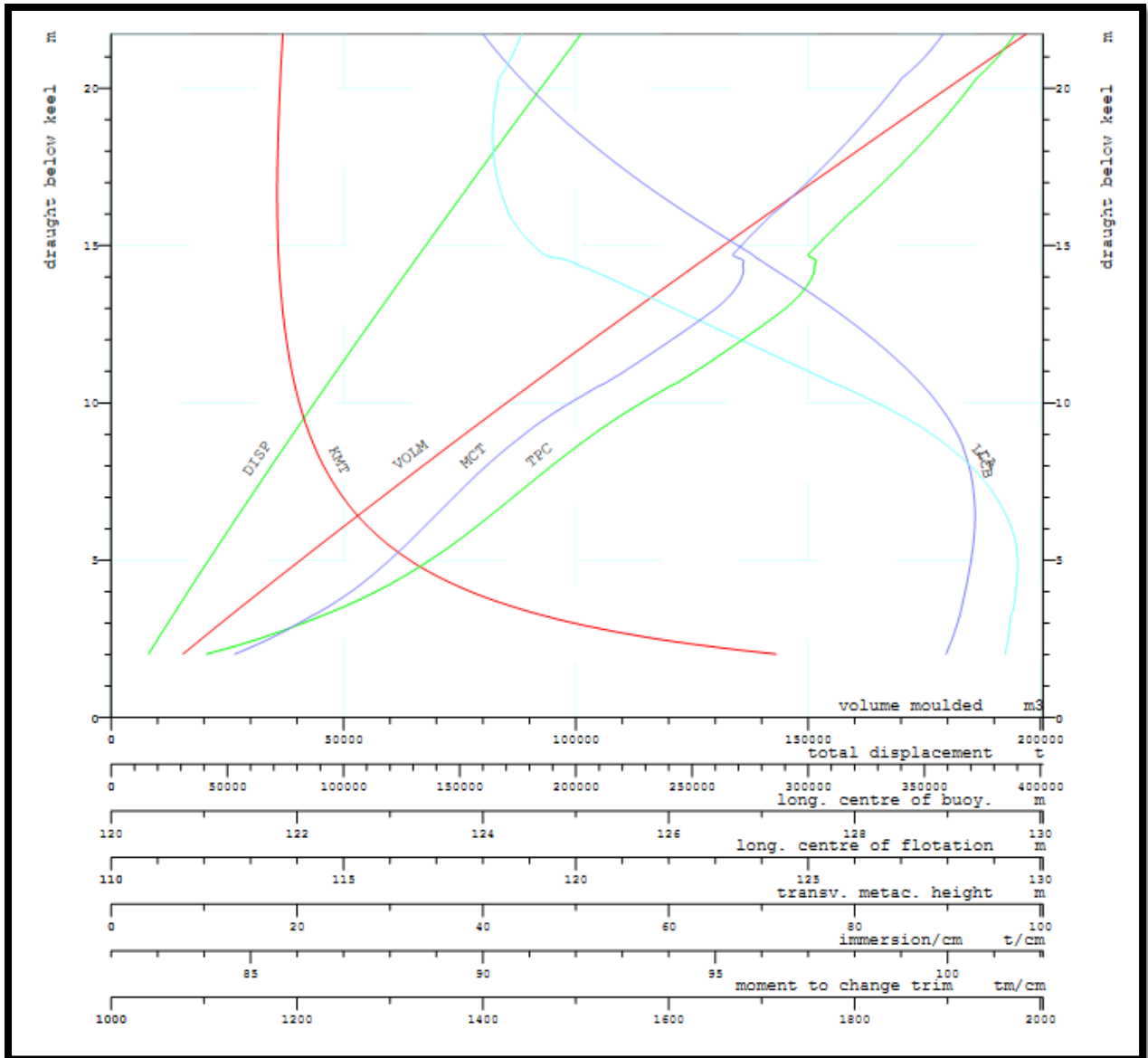
Πίνακας 3.3-2 : Υδροστατικός πίνακας πλοίου "SIR NIKOLAS"

Παρακάτω παρατίθεται ο πίνακας Deadweight Scale του πλοίου "SIR NIKOLAS" έτσι όπως αυτό εξήχθη από το Hydrostatics Subsystem –HYD του NAPA για βυθίσματα από 3,8m ως 18,4m.



Πίνακας 3.3-3 : Deadweight Scale πλοίου "SIR NIKOLAS"

Τέλος, όσον αφορά τις πληροφορίες για τα υδροστατικά στοιχεία του πλοίου "SIR NIKOLAS" παρατίθεται και το υδροστατικό διάγραμμα το οποίο σκιαγραφεί το εύρος και τις τιμές χαρακτηριστικών της γάστρας του πλοίου συναρτήσει του βυθίσματος και συγκεκριμένα του όγκου (VOLM), του εκτοπίσματος (DISP), της διαμήκου θέσης του κέντρου άντωσης (LCB) και του κέντρου πλευστότητας (LCA), το εγκάρσιο μετακεντρικό ύψος (KMT), την βύθιση αν εκατοστό διαγωγής (TPC) και την ροπή που απαιτείται ανά εκατοστό διαγωγής (MCT).



Διάγραμμα 3.3-1 : Υδροστατικό διάγραμμα πλοίου "SIR NIKOLAS"

3.3.4 Γενική διάταξη πλοίου (χαρακτηριστικά φορτίων και διαμερισμάτων)

Στο Ship Model Subsystem –SM επιλέχθηκαν και ορίστηκαν όλοι οι τύποι των φορτίων, υγρών και μη, καθώς και τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του καθενός (πυκνότητα, κλάση, χωρητικότητα, διαχωρητικότητα κλπ.) με τα οποία γίνεται κατά την οποιαδήποτε τυπική φόρτωση του πλοίου, η πλήρωση των δεξαμενών και των λοιπών χώρων αυτού. Οι τιμές οι

οποίες επιλέχθηκαν για τα ιδιαίτερα αυτά χαρακτηριστικά λήφθηκαν σύμφωνα με τις συνήθεις τιμές που συναντιόνται σε πλοία product carrier μεγέθους Aframax όπως το ‘‘SIR NIKOLAS’’ και όπου ήταν δυνατό, ίδιες με τις τιμές που ορίζονταν για το πλοίο αναφοράς στο δικό του Trim & Stability Booklet.

Στον παρακάτω πίνακα δίνονται αναλυτικά όλα τα χαρακτηριστικά των φορτιών των διαμερισμάτων του ‘‘SIR NIKOLAS’’ και συγκεκριμένα από αριστερά προς τα δεξιά έχουμε κατά σειρά τον σκοπό του φορτίου, την περιγραφή του, την κλάση του, τον τύπο του, την πυκνότητα του, την μείωση λόγω ενισχυτικών, τη χωρητικότητα, την διαχωρητικότητα και μια συντομογραφία τους για το πρόγραμμα.

PURP	PDES	CLASS	TYPE	RHO	RED	CAP	PERM	LFCODE
HFO	Heavy Fuel Oil	B	L	0.99	2	0.98	0.95	C-HFO
DO	Diesel Oil	B	L	0.9	2	0.98	0.95	C-DO
LO	Lubricating Oil	B	L	0.9	2	0.98	0.95	C-LO
FW	Fresh Water	B	L	1	2	1	0.95	C-FW
MIS	Miscellaneous	B	L	1	2	1	0.95	C-GST
CA	Cargo	C	L	0.857	2	0.98	0.95	C-CA
BW	Ballast Water	X	L	1.025	2	1	0.95	C-BW
MMA	Machinery Spaces	E	E	1	0	1	0.85	C-MMA
VOID	Void	X	V	1.025	0	0.95	0.95	C-VOID
MAS	Machinery Spaces	E	E	1	0	1	0.95	C-MAS
BOS	BOSUN STORE	S	G	1	0	1	0.6	C-BOS

Πίνακας 3.3-4 : Κύρια χαρακτηριστικά φορτίων πλοίου ‘‘SIR NIKOLAS’’

Στη συνέχεια ,με ολοκληρωμένη τη γάστρα του πλοίου , ορίστηκε στο Geometry Definition η εσωτερική του διάταξη με τα κατάλληλα διαχωριστικά, τις εγκάρσιες φρακτές και τα ειδικά διαμορφωμένα ανά περίπτωση καταστρώματα τα οποία καθορίστηκαν σύμφωνα με τα κατασκευαστικά σχέδια του πλοίου αναφοράς.

Μετά τον ακριβή καθορισμό διαχωριστικών, φρακτών και καταστρωμάτων πραγματοποιήθηκε η εσωτερική διαμερισματοποίηση του πλοίου με την οριοθέτηση, την διάταξη και το είδος των διαμερισμάτων και δεξαμενών να γίνεται πιστά σύμφωνα με το πλοίο αναφοράς, ενώ για τις διαστάσεις των διαμερισμάτων τηρήθηκε η αναλογία μεταξύ των δυο πλοίων .

Στον παρακάτω πίνακα δίνονται αναλυτικά τα ειδικά χαρακτηριστικά των επιμέρους διαμερισμάτων που δημιουργήθηκαν στο πλοίο. Συγκεκριμένα από αριστερά προς δεξιά έχουμε την σύντομη ονομασία του διαμερίσματος ,τη σύντομη αναφορά στο φορτίο που κανονικά φέρει, την αναλυτική περιγραφή του διαμερίσματος, την αναλυτική περιγραφή του φορτίου του , την κλάση του διαμερίσματος ,την φυσική κατάσταση του φορτίου του , την

ειδική πυκνότητα του φορτίου, την μείωση λόγω ενισχυτικών, την διαχωρητικότητα, τα όρια του (ελάχιστα και μέγιστα) κατά τους άξονες x,y και z αντίστοιχα, τον ολικό του όγκο, τον καθαρό του όγκο και τις συντεταγμένες του κέντρου βάρους του διαμερίσματος κατά τους άξονες x,y και z αντίστοιχα.

NAME	PRP	DESCRIPTION	PRP DES.	C	T	R	P
OUTER.HFO.ST	HFO	OUTER HEAVY FUEL OIL STAROARDSIDE TANK	Heavy Fuel Oil	B	L	2	0.95
HFO.SET.PT	HFO	HEAVY FUEL OIL SETTTLING PORTSIDE TANK	Heavy Fuel Oil	B	L	2	0.95
HFO.SERV.PT	HFO	HEAVY FUEL OIL SERVICE PORTSIDE TANK	Heavy Fuel Oil	B	L	2	0.95
HFO.PT	HFO	HEAVY FUEL OIL PORTSIDE TANK	Heavy Fuel Oil	B	L	2	0.95
HFO.ST	HFO	HEAVY FUEL OIL STARBOARDSIDE TANK	Heavy Fuel Oil	B	L	2	0.95
LS.HFO.SERV.PT	HFO	LOW SULPHUR HEAVY FUEL OIL SETTTLING PORTSIDE TANK	Heavy Fuel Oil	B	L	2	0.95
LS.HFO.SET.PT	HFO	LOW SULPHUR HEAVY FUEL OIL SETTTLING PORTSIDE TANK	Heavy Fuel Oil	B	L	2	0.95
LS.HFO.ST	HFO	LOW SULPHUR HEAVY FUEL OIL STARBOARDSIDE TANK	Heavy Fuel Oil	B	L	2	0.95
INNER.HFO.PT	HFO	INNER HEAVY FUEL OIL PORTSIDE TANK	Heavy Fuel Oil	B	L	2	0.95
OUTER.HFO.PT	HFO	OUTER HEAVY FUEL OIL POSRTSIDE TANK	Heavy Fuel Oil	B	L	2	0.95
MDO.STO.ST	DO	MARINE DIESEL OIL STARBOARD SIDE STORAGE TANK	Diesel Oil	B	L	2	0.95
MDO.SERV.T	DO	MARINE DIESEL OIL SERVICE TANK	Diesel Oil	B	L	2	0.95
LS.MDO.STO.PT	DO	LOW SULPHUR MARINE DIESEL OIL STORAGE STARBOARDSIDE TANK	Diesel Oil	B	L	2	0.95
LS.MDO.STO.ST	DO	LOW SULPHUR MARINE DIESEL OIL STORAGE PORTSIDE TANK	Diesel Oil	B	L	2	0.95
LS.MDO.SERV.PT	DO	LOW SULPHUR MARINE DIESEL OIL TANK	Diesel Oil	B	L	2	0.95
CLO.STOT.LSHFO	LO	CYLINDER LUBE OIL STORAGE TANK FOR LOW SULPHUR HFO	Lubricating Oil	B	L	2	0.95
TLO.STOT	LO	TURBINE LUBE OIL STORAGE TANK	Lubricating Oil	B	L	2	0.95
CLO.STOT	LO	CYLINDER LUBE OIL STORAGE TANK	Lubricating Oil	B	L	2	0.95
GE.LO.STOT	LO	GENERATOR LUBE OIL STORAGE TANK	Lubricating Oil	B	L	2	0.95
MAIN.LO.SETT	LO	MAIN LUBE OIL SETTTLING TANK	Lubricating Oil	B	L	2	0.95
MAIN.LO.STOT	LO	MAIN LUBE OIL STORAGE TANK	Lubricating Oil	B	L	2	0.95
MAIN.LO.SUMPT	LO	MAIN LUBE OIL SUMP TANK	Lubricating Oil	B	L	2	0.95
DWT	FW	DISTILLED WATER TANK	Fresh Water	B	L	2	0.95
FWT	FW	FRESH WATER TANK	Fresh Water	B	L	2	0.95
BHT	MIS	BILGE HOLDING TANK	Miscellaneous	B	L	2	0.95
OBT	MIS	OILY BILGE TANK	Miscellaneous	B	L	2	0.95

SLUDGE.T	MIS	SLUDGE TANK	Miscellaneous	B	L	2	0.95
CWT	MIS	COOLING WATER TANK	Miscellaneous	B	L	2	0.95
FO.OVER.T	HFO	FUEL OIL OVERFLOW TANK	Heavy Fuel Oil	B	L	2	0.95
COT.6P	CA	CARGO OIL TANK 6 PORTSIDE	Cargo	C	L	2	0.95
COT.6S	CA	CARGO OIL TANK 6 STARBOARDSIDE	Cargo	C	L	2	0.95
COT.5P	CA	CARGO OIL TANK 5 PORTSIDE	Cargo	C	L	2	0.95
COT.5S	CA	CARGO OIL TANK 5 STARBOARDSIDE	Cargo	C	L	2	0.95
COT.4P	CA	CARGO OIL TANK 4 PORTSIDE	Cargo	C	L	2	0.95
COT.4S	CA	CARGO OIL TANK 4 STARBOARDSIDE	Cargo	C	L	2	0.95
COT.3P	CA	CARGO OIL TANK 3 PORTSIDE	Cargo	C	L	2	0.95
COT.3S	CA	CARGO OIL TANK 3 STARBOARDSIDE	Cargo	C	L	2	0.95
COT.2P	CA	CARGO OIL TANK 2 PORTSIDE	Cargo	C	L	2	0.95
COT.2S	CA	CARGO OIL TANK 2 STARBOARDSIDE	Cargo	C	L	2	0.95
COT.1P	CA	CARGO OIL TANK 1 PORTSIDE	Cargo	C	L	2	0.95
COT.1S	CA	CARGO OIL TANK 1 STARBOARDSIDE	Cargo	C	L	2	0.95
SLOP.PT	CA	SLOP PORTSIDE TANK	Cargo	C	L	2	0.95
SLOP.ST	CA	SLOP STARBOARDSIDE TANK	Cargo	C	L	2	0.95
RES	CA	RESIDUAL CARGO STARBOARDSIDE TANK	Cargo	C	L	2	0.95
APT	BW	AFTER PEAK TANK	Ballast Water	X	L	2	0.95
FPT	BW	FORE PEAK TANK	Ballast Water	X	L	2	0.95
WB.6P	BW	WATER BALLAST TANK 6 PORTSIDE	Ballast Water	X	L	2	0.95
WB.6S	BW	WATER BALLAST TANK 6 STARBOARDSIDE	Ballast Water	X	L	2	0.95
WB.5P	BW	WATER BALLAST TANK 5 PORTSIDE	Ballast Water	X	L	2	0.95
WB.5S	BW	WATER BALLAST TANK 5 STARBOARDSIDE	Ballast Water	X	L	2	0.95
WB.4P	BW	WATER BALLAST TANK 4 PORTSIDE	Ballast Water	X	L	2	0.95
WB.4S	BW	WATER BALLAST TANK 4 STARBOARDSIDE	Ballast Water	X	L	2	0.95
WB.3P	BW	WATER BALLAST TANK 3 PORTSIDE	Ballast Water	X	L	2	0.95
WB.3S	BW	WATER BALLAST TANK 3 STARBOARDSIDE	Ballast Water	X	L	2	0.95
WB.2P	BW	WATER BALLAST TANK 2 PORTSIDE	Ballast Water	X	L	2	0.95
WB.2S	BW	WATER BALLAST TANK 2 STARBOARDSIDE	Ballast Water	X	L	2	0.95

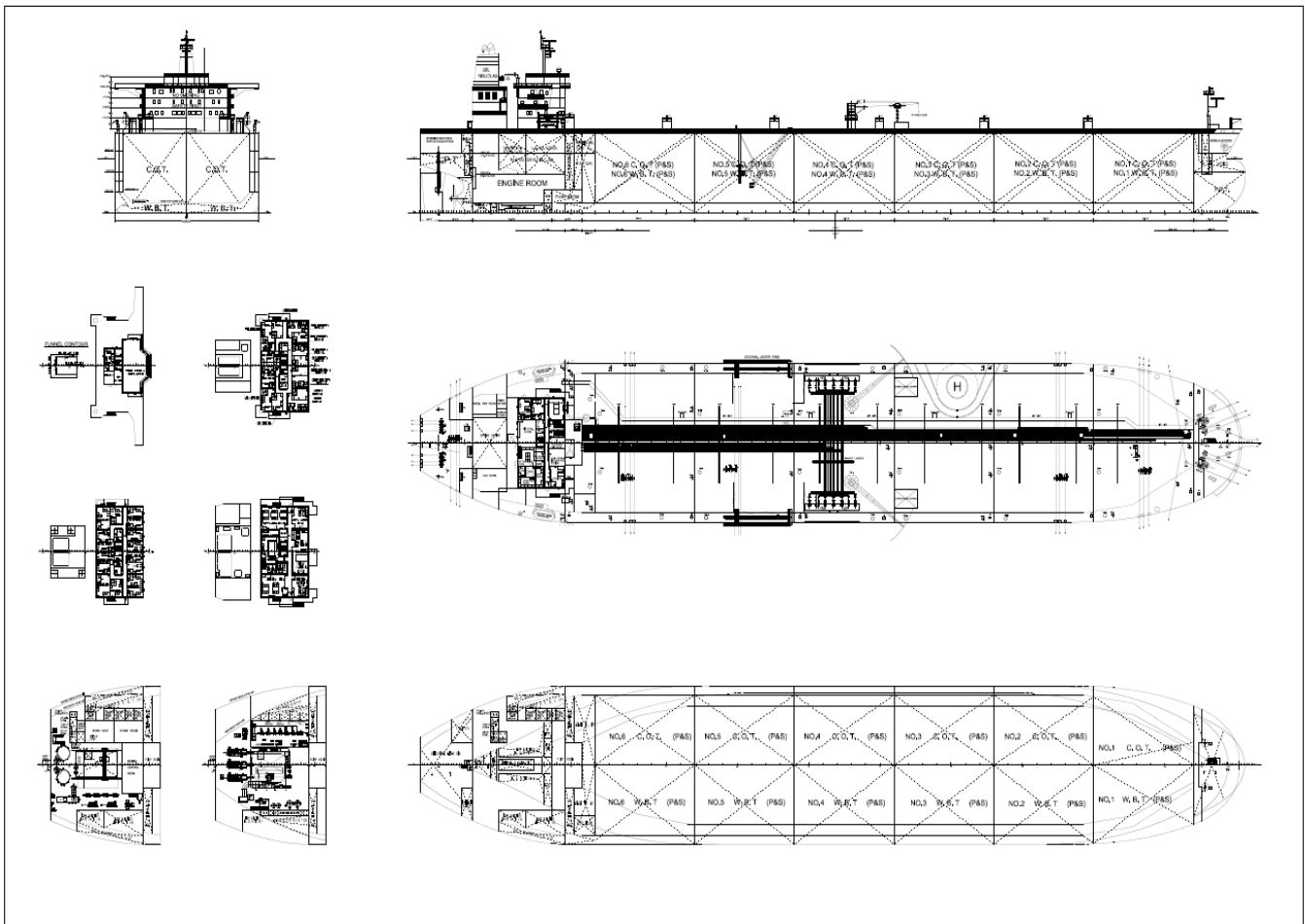
WB.1P	BW	WATER BALLAST TANK 1 PORTSIDE	Ballast Water	X	L	2	0.95
WB.1S	BW	WATER BALLAST TANK 1 STARBOARDSIDE	Ballast Water	X	L	2	0.95
BOSUN.STORE	BOS	BOSUN.STORE	BOSUN STORE	S	G	0	0.6
E.R	MMA	ENGINE ROOM	Machinery spaces	E	E	0	0.85
FWD.VOID	VOID	FORWARD VOID	Void	X	V	0	0.95
STEER.G.ROOM	MAS	STEERING GEAR ROOM	Machinery spaces	E	E	0	0.95
PUMP.ROOM	MAS	PUMP ROOM	Machinery spaces	E	E	0	0.95

NAME	XMIN	XMAX	YMIN	YMAX	ZMIN	ZMAX	VOLM	VNET	CGX	CGY	CGZ
OUTER.HFO.ST	18.4	38.4	-21.7	-12.3	10.5	22.0	586.4	574.6	29.5	-17.9	16.4
HFO.SET.PT	35.6	38.4	12.3	15.4	10.5	22.2	88.8	87.0	37.0	13.7	16.8
HFO.SERV.PT	32.8	35.6	12.3	15.4	10.5	22.2	89.1	87.3	34.2	13.7	16.8
HFO.PT	38.4	41.0	6.2	18.8	6.4	22.5	383.0	375.4	39.7	11.4	15.8
HFO.ST	38.4	41.0	-18.8	-6.2	6.4	22.5	383.0	375.4	39.7	-11.4	15.8
LS.HFO.SERV.PT	26.4	29.6	12.3	15.4	10.5	22.2	102.8	100.7	28.0	13.7	16.8
LS.HFO.SET.PT	29.6	32.8	12.3	15.4	10.5	22.2	102.3	100.3	31.2	13.7	16.8
LS.HFO.ST	26.4	38.4	-19.2	-12.3	10.5	22.2	649.1	636.1	32.8	-14.9	17.2
INNER.HFO.PT	20.8	38.4	12.3	19.2	10.5	22.2	444.3	435.4	30.7	15.7	16.8
OUTER.HFO.PT	20.8	38.4	12.3	21.7	10.5	22.0	503.7	493.6	29.9	18.2	16.6
MDO.STO.ST	18.4	34.4	-10.3	0.0	0.0	2.7	161.8	158.6	27.4	-4.2	1.5
MDO.SERV.T	20.8	24.0	12.3	14.6	16.1	22.2	44.5	43.6	22.4	13.5	19.1
LS.MDO.STO.PT	19.2	34.4	0.0	10.7	0.0	2.7	161.1	157.9	27.6	4.3	1.5
LS.MDO.STO.ST	18.4	26.4	-16.9	-12.3	10.5	22.2	277.3	271.8	22.8	-14.1	17.4
LS.MDO.SERV.PT	20.8	24.0	14.6	16.5	16.1	22.1	24.7	24.2	22.6	15.3	19.1
CLO.STOT.LSHFO	16.0	18.4	13.1	14.6	16.1	20.3	15.5	15.2	17.2	13.9	18.2
TLO.STOT	16.0	16.8	9.2	10.8	16.1	17.6	1.8	1.7	16.4	10.0	16.8
CLO.STOT	16.0	18.4	9.2	13.1	16.1	20.3	37.0	36.3	17.2	11.2	18.3
GE.LO.STOT	16.0	16.8	7.7	9.2	16.1	20.3	5.2	5.1	16.4	8.5	18.2
MAIN.LO.SETT	16.0	18.4	6.2	9.2	16.1	20.3	25.8	25.3	17.4	7.5	18.2
MAIN.LO.STOT	18.4	20.8	6.2	9.2	16.1	20.3	30.9	30.3	19.6	7.7	18.2
MAIN.LO.SUMPT	18.4	28.8	-1.0	1.0	0.6	2.0	29.7	29.1	23.6	0.0	1.3
DWT	7.2	10.4	-15.3	-6.9	16.1	22.5	136.1	133.4	8.9	-10.4	19.4
FWT	4.0	10.4	6.9	15.3	16.1	22.5	244.2	239.3	7.4	10.1	19.4
BHT	10.4	16.0	-3.5	3.5	0.0	2.7	52.6	51.6	13.8	-0.1	1.5
OBT	16.0	17.6	-4.2	4.2	0.0	2.7	26.7	26.2	16.8	0.0	1.5
SLUDGE.T	25.6	35.2	8.5	10.0	9.4	10.5	17.0	16.7	30.4	9.2	10.0
CWT	6.0	10.4	-2.4	2.4	0.0	8.8	42.0	41.1	9.1	0.0	4.7

FO.OVER.T	32.0	34.4	2.3	11.8	0.0	2.7	43.3	42.5	33.3	5.8	1.4
COT.6P	47.3	77.4	0.0	19.2	2.5	22.9	10779.0	10563.4	62.8	9.1	12.9
COT.6S	47.3	77.4	-19.2	0.0	2.5	22.9	10779.0	10563.4	62.8	-9.1	12.9
COT.5P	77.4	107.5	0.0	19.2	2.5	22.9	11322.5	11096.1	92.5	9.4	12.5
COT.5S	77.4	107.5	-19.2	0.0	2.5	22.9	11322.5	11096.1	92.5	-9.4	12.5
COT.4P	107.5	137.6	0.0	19.2	2.5	22.9	11322.5	11096.1	122.6	9.4	12.5
COT.4S	107.5	137.6	-19.2	0.0	2.5	22.9	11322.5	11096.1	122.6	-9.4	12.5
COT.3P	137.6	167.7	0.0	19.2	2.5	22.9	11322.5	11096.1	152.7	9.4	12.5
COT.3S	137.6	167.7	-19.2	0.0	2.5	22.9	11322.5	11096.1	152.7	-9.4	12.5
COT.2P	167.7	197.8	0.0	19.2	2.5	22.9	11311.0	11084.8	182.7	9.4	12.5
COT.2S	167.7	197.8	-19.2	0.0	2.5	22.9	11311.0	11084.8	182.7	-9.4	12.5
COT.1P	197.8	227.9	0.0	18.7	2.5	22.9	8681.3	8507.7	211.0	7.5	12.6
COT.1S	197.8	227.9	-18.7	0.0	2.5	22.9	8681.3	8507.7	211.0	-7.5	12.6
SLOP.PT	41.0	47.3	0.0	19.2	2.5	22.9	1551.7	1520.6	44.6	9.0	14.3
SLOP.ST	41.0	47.3	-19.2	0.0	2.5	22.9	1355.5	1328.4	44.7	-7.9	13.7
RES	41.0	47.3	-19.2	-13.9	16.1	22.1	196.2	192.3	44.2	-16.5	19.0
APT	-5.3	10.4	-13.2	13.2	8.8	16.1	1041.6	1020.8	4.8	0.0	13.8
FPT	227.9	243.5	-14.5	14.5	0.0	11.2	2726.1	2671.6	233.8	0.0	6.6
WB.6P	38.4	77.4	0.0	21.7	0.0	21.9	4363.3	4276.0	57.9	15.2	7.2
WB.6S	38.4	77.4	-21.7	0.0	0.0	21.9	4363.3	4276.0	57.9	-15.2	7.2
WB.5P	77.4	107.5	0.0	21.7	0.0	21.8	3197.4	3133.5	92.5	15.4	6.3
WB.5S	77.4	107.5	-21.7	0.0	0.0	21.8	3197.4	3133.5	92.5	-15.4	6.3
WB.4P	107.5	137.6	0.0	21.7	0.0	21.8	3200.9	3136.9	122.6	15.4	6.3
WB.4S	107.5	137.6	-21.7	0.0	0.0	21.8	3200.9	3136.9	122.6	-15.4	6.3
WB.3P	137.6	167.7	0.0	21.7	0.0	21.8	3200.9	3136.9	152.7	15.4	6.3
WB.3S	137.6	167.7	-21.7	0.0	0.0	21.8	3200.9	3136.9	152.7	-15.4	6.3
WB.2P	167.7	197.8	0.0	21.7	0.0	21.9	3171.1	3107.7	182.7	15.4	6.4
WB.2S	167.7	197.8	-21.7	0.0	0.0	21.9	3171.1	3107.7	182.7	-15.4	6.4
WB.1P	197.8	227.9	0.0	21.6	0.0	22.4	3735.7	3661.0	213.8	13.5	8.9
WB.1S	197.8	227.9	-21.6	0.0	0.0	22.4	3735.7	3661.0	213.8	-13.5	8.9
BOSUN.STORE	229.5	242.4	-15.1	15.1	16.8	22.9	1195.7	1195.7	234.6	0.0	19.9
E.R	10.4	38.4	-19.5	19.5	0.0	22.9	13295.6	13295.6	25.0	0.1	13.2
FWD.VOID	227.9	243.5	-16.3	16.3	11.2	22.9	1794.7	1794.7	232.4	0.0	15.1
STEER.G.ROOM	-5.3	10.4	-13.9	12.5	16.1	22.9	1790.7	1790.7	2.5	-0.6	19.5
PUMP.ROOM	34.4	43.5	-18.9	18.9	0.0	22.9	2651.2	2651.2	39.9	0.0	7.7

Πίνακας 3.3-5 : Κύρια χαρακτηριστικά διαμερισμάτων πλοίου "SIR NIKOLAS"

Τέλος, δίνεται το σχέδιο γενικής διάταξης του υπό μελέτη πλοίου “SIR NIKOLAS” που σχεδιάστηκε με την βοήθεια του προγράμματος AutoCAD.



Σχήμα 3.3-7 : Σχέδιο γενικής διάταξης πλοίου “SIR NIKOLAS”

3.3.5 Κατανομή βάρους κενού σκάφους

Για τον προσδιορισμό του βάρους των υπερστεγασμάτων χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος Muller-Koster, της μεταλλικής κατασκευής οι μέθοδοι Watson και Schneekluth, του βάρους ενδιαίτησης οι μέθοδοι ομάδων βαρών και προσεγγιστικών τύπων και για την μηχανολογική εγκατάσταση η μέθοδος ομάδων βαρών κατά Strohhbusch, η μέθοδος Watson-Gilfillan και η μέθοδος με προσεγγιστικούς συντελεστές.

Η κατανομή του βάρους των υπερστεγασμάτων, η οριοθέτηση και η διάταξη τους έγινε σύμφωνα με τα αντίστοιχα των υπερστεγασμάτων του πλοίου αναφοράς από το σχέδιο γενικής διάταξης. Η κατανομή του βάρους ως το ανώτερο κατάστρωμα έγινε κατά προσέγγιση από μία ορθογωνική κατανομή κατά μήκος του παράλληλου τμήματος του πλοίου και από τραπεζοειδής κατανομές πύραθεν και πρύμνηθεν του παράλληλου τμήματος.

Στον παρακάτω πίνακα δίνονται αναλυτικά τα βάρη και τα κέντρα βάρους όλων των επιμέρους βαρών του κενού σκάφους έτσι όπως αυτά καταχωρήθηκαν στο Loading Conditions Subsystem-LD.

Lightship	Weight(t)	Aft end	Fore end	LCG(m)	M _L (t*m)	KG(m)	M _T (t*m)
Upper Deck	42.070	24.00	38.40	31.20	1312.57	21.70	912.91
A Deck	46.210	24.00	38.40	31.20	1441.76	23.20	1072.08
B Deck	14.916	24.00	38.40	31.20	465.39	26.10	389.31
C Deck	36.089	24.00	38.40	31.20	1125.99	28.90	1042.98
Nav. Bridge Deck	18.365	26.40	39.60	33.00	606.04	31.70	582.17
Engine casing A	49.451	10.40	20.80	15.60	771.44	23.70	1171.99
Engine casing B	27.760	10.40	20.80	15.60	433.05	27.40	760.61
Engine casing C	25.274	10.40	20.80	15.60	394.28	30.70	775.92
Funnel	22.509	10.40	18.40	14.40	324.13	37.33	840.16
Waft	5471.856	-5.33	92.82	48.87	267418.92	11.34	62056.33
Wpmb	6099.390	92.82	176.12	134.47	820185.03	10.85	66178.39
Wfore	3802.279	176.12	243.47	206.46	785023.62	11.34	43121.66
Wot	2089.654	0.00	238.00	105.04	219502.67	14.54	30377.65
Wm	1412.696	10.40	38.40	24.40	34469.78	9.09	12835.37
TOTAL	19158.52			111.36	2133474.67	11.59	222117.53

Πίνακας 3.3-6 : Βάρη και κέντρα βαρών άφορτου πλοίου "SIR NIKOLAS"

3.3.6 Ανοίγματα πλοίου "SIR NIKOLAS"

Στη συνέχεια ορίστηκαν στο Damage Stability Subsystem του NAPA τα ανοίγματα του πλοίου "SIR NIKOLAS" με βάση τα ανοίγματα του πλοίου αναφοράς έτσι όπως αυτά καταγράφονται στο Final Damage Stability Calculation (MARPOL73/78) ,διατηρώντας πλήρως το είδος, τον αριθμό, τον τύπο στεγανότητας και την οριοθέτηση αυτών και προσαρμόζοντας μόνο κατ' κλίμακα μεγέθους τις συντεταγμένες του κατώτερου σημείου εισχώρησης.

Στον παρακάτω πίνακα δίνεται η λεπτομερής καταγραφή των ανοιγμάτων του πλοίου "SIR NIKOLAS" η οποία έγινε εισαγωγή στο πρόγραμμα NAPA για τις ανάγκες της μελέτης ευστάθειας κατόπιν βλάβης .

ID	DES	WT	FR	REFX	REFY	REFZ	CONN
OP1P	AIR PIPE FOR APT	WEATHERTIGHT	12.39	9.91	6.14	23.31	SEA, APT
OP1S	AIR PIPE FOR APT	WEATHERTIGHT	12.39	9.91	-6.14	23.31	SEA, APT
OP2	AIR PIPE FOR CWT	WEATHERTIGHT	12.75	10.20	0.68	23.60	SEA, CWT
OP3	AIR PIPE FOR FWT	WEATHERTIGHT	12.63	10.10	7.30	23.25	SEA, FWT

OP4	AIR PIPE FOR DWT	WEATHERTIGHT	12.63	10.10	-6.96	23.27	SEA, DWT
OP5	AIR PIPE FOR LS.MDO.ST	WEATHERTIGHT	24.75	19.80	-13.46	24.13	SEA, LS.MDO.ST
OP6	AIR PIPE FOR LS.MDO.ST	WEATHERTIGHT	32.50	26.00	-12.78	24.17	SEA, LS.MDO.ST
OP7	AIR PIPE FOR LS.HFO.ST	WEATHERTIGHT	33.50	26.80	-12.78	24.17	SEA, LS.HFO.ST
OP8	AIR PIPE FOR LS.HFO.ST	WEATHERTIGHT	44.50	35.60	-12.78	24.17	SEA, LS.HFO.ST
OP9	AIR PIPE FOR INNER.HFO.PT	WEATHERTIGHT	30.50	24.40	12.78	24.17	SEA, INNER.HFO.PT
OP10	AIR PIPE FOR INNER.HFO.PT	WEATHERTIGHT	45.50	36.40	12.78	24.17	SEA, INNER.HFO.PT
OP11P	AIR PIPE FOR OUTER.HFO.PT	WEATHERTIGHT	30.50	24.40	16.08	23.99	SEA, OUTER.HFO.PT
OP11S	AIR PIPE FOR OUTER.HFO.ST	WEATHERTIGHT	30.50	24.40	-16.08	23.99	SEA, OUTER.HFO.ST
OP12P	AIR PIPE FOR OUTER.HFO.PT	WEATHERTIGHT	46.69	37.35	19.20	23.84	SEA, OUTER.HFO.PT
OP12S	AIR PIPE FOR OUTER.HFO.ST	WEATHERTIGHT	46.69	37.35	-19.20	23.84	SEA, OUTER.HFO.ST
OP13P	AIR PIPE FOR HFO.PT	WEATHERTIGHT	49.18	39.40	12.43	24.19	SEA, HFO.PT
OP13S	AIR PIPE FOR HFO.ST	WEATHERTIGHT	49.18	39.40	-12.43	24.19	SEA, HFO.ST
OP14P	AIR PIPE FOR NO6 WB.PT	WEATHERTIGHT	48.59	38.90	19.81	22.56	SEA, WB.6P
OP14S	AIR PIPE FOR NO6 WB.ST	WEATHERTIGHT	48.59	38.90	-19.81	22.56	SEA, WB.6S
OP15P	AIR PIPE FOR NO6 WB.PT	WEATHERTIGHT	61.86	76.80	19.55	22.57	SEA, WB.6P
OP15S	AIR PIPE FOR NO6 WB.ST	WEATHERTIGHT	61.86	76.80	-19.55	22.57	SEA, WB.6S
OP16P	AIR PIPE FOR NO5 WB.PT	WEATHERTIGHT	62.27	78.55	19.55	22.57	SEA, WB.5P
OP16S	AIR PIPE FOR NO5 WB.ST	WEATHERTIGHT	62.27	78.55	-19.55	22.57	SEA, WB.5S
OP17P	AIR PIPE FOR NO5 WB.PT	WEATHERTIGHT	68.88	107.00	20.97	22.50	SEA, WB.5P
OP17S	AIR PIPE FOR NO5 WB.ST	WEATHERTIGHT	68.88	107.00	-20.97	22.50	SEA, WB.5S
OP18P	AIR PIPE FOR NO4 WB.PT	WEATHERTIGHT	69.41	109.25	20.38	22.53	SEA, WB.4P
OP18S	AIR PIPE FOR NO4 WB.ST	WEATHERTIGHT	69.41	109.25	-20.38	22.53	SEA, WB.4S
OP19P	AIR PIPE FOR NO4 WB.PT	WEATHERTIGHT	75.84	136.90	20.63	22.52	SEA, WB.4P
OP19S	AIR PIPE FOR NO4 WB.ST	WEATHERTIGHT	75.84	136.90	-20.63	22.52	SEA, WB.4S

OP20P	AIR PIPE FOR NO3 WB.PT	WEATHERTIGHT	76.19	138.40	20.63	22.52	SEA, WB.3P
OP20S	AIR PIPE FOR NO3 WB.ST	WEATHERTIGHT	76.19	138.40	-20.63	22.52	SEA, WB.3S
OP21P	AIR PIPE FOR NO3 WB.PT	WEATHERTIGHT	82.84	167.00	19.55	22.57	SEA, WB.3P
OP21S	AIR PIPE FOR NO3 WB.ST	WEATHERTIGHT	82.84	167.00	-19.55	22.57	SEA, WB.3S
OP22P	AIR PIPE FOR NO2 WB.PT	WEATHERTIGHT	83.27	168.85	19.55	22.57	SEA, WB.2P
OP22S	AIR PIPE FOR NO2 WB.ST	WEATHERTIGHT	83.27	168.85	-19.55	22.57	SEA, WB.2S
OP23P	AIR PIPE FOR NO2 WB.PT	WEATHERTIGHT	90.16	198.50	19.20	22.59	SEA, WB.2P
OP23S	AIR PIPE FOR NO2 WB.ST	WEATHERTIGHT	90.16	198.50	-19.20	22.59	SEA, WB.2S
OP24P	AIR PIPE FOR NO1 WB.PT	WEATHERTIGHT	90.29	199.05	18.85	22.61	SEA, WB.1P
OP24S	AIR PIPE FOR NO1 WB.ST	WEATHERTIGHT	90.29	199.05	-18.85	22.61	SEA, WB.1S
OP25P	AIR PIPE FOR NO1 WB.PT	WEATHERTIGHT	96.77	226.90	12.18	22.96	SEA, WB.1P
OP25S	AIR PIPE FOR NO1 WB.ST	WEATHERTIGHT	96.77	226.90	-12.18	22.96	SEA, WB.1S
OP26P	AIR PIPE FOR FPT	WEATHERTIGHT	97.88	228.60	11.02	23.04	SEA, FPT
OP26S	AIR PIPE FOR FPT	WEATHERTIGHT	97.88	228.60	-11.02	23.04	SEA, FPT
OP27	AIR PIPE FOR FPT	WEATHERTIGHT	104.38	233.80	-0.13	23.59	SEA, FPT
OP28P	AIR PIPE FOR FWD.VOID	WEATHERTIGHT	97.75	228.50	13.20	23.20	SEA, FWD.VOID
OP28S	AIR PIPE FOR FWD.VOID	WEATHERTIGHT	97.75	228.50	-13.20	23.20	SEA, FWD.VOID
OP29P	VENT FOR BOSUN STORE	WEATHERTIGHT	101.50	231.50	11.80	23.13	SEA, BOSUN.STORE
OP29S	VENT FOR BOSUN STORE	WEATHERTIGHT	101.50	231.50	-11.80	23.13	SEA, BOSUN.STORE
OP30P	VENT FOR BOSUN STORE	WEATHERTIGHT	110.69	238.85	4.86	23.49	SEA, BOSUN.STORE
OP30S	VENT FOR BOSUN STORE	WEATHERTIGHT	110.69	238.85	-4.86	23.49	SEA, BOSUN.STORE
OP31	DOOR FOR BOSUN STORE	WEATHERTIGHT	101.00	231.10	0.48	23.42	SEA, BOSUN.STORE
OP32	HATCH FOR BOSUN STORE	WEATHERTIGHT	107.90	236.62	1.26	23.38	SEA, BOSUN.STORE
OP33	HATCH FOR PUMP ROOM	WEATHERTIGHT	49.41	39.60	4.38	23.22	SEA, PUMP.ROOM
OP34	DOOR FOR PUMP ROOM	WEATHERTIGHT	50.06	40.15	0.48	23.42	SEA, PUMP.ROOM

OP35	HATCH FOR ENGINE ROOM	WEATHERTIGHT	27.63	22.10	2.30	23.32	SEA, E.R
OP36	DOOR FOR ENGINE CASING	WEATHERTIGHT	26.00	20.80	-0.09	23.44	SEA, E.R
OP37P	DOOR FOR ACCOMODATION	WEATHERTIGHT	41.00	32.80	12.18	22.81	SEA, E.R
OP37S	DOOR FOR ACCOMODATION	WEATHERTIGHT	41.00	32.80	-12.18	22.81	SEA, E.R
OP38P	VENT FOR STEERING GEAR ROOM	WEATHERTIGHT	0.49	0.39	9.45	23.14	SEA, STEER.G.ROOM
OP38S	VENT FOR STEERING GEAR ROOM	WEATHERTIGHT	0.49	0.39	-9.45	23.14	SEA, STEER.G.ROOM
OP39	VENT FOR STEERING GEAR ROOM	WEATHERTIGHT	11.60	9.28	0.07	24.26	SEA, STEER.G.ROOM
OP40	HATCH FOR ROPE STORAGE(S)	WEATHERTIGHT	3.50	2.80	-7.50	23.05	SEA, STEER.G.ROOM
OP41	HATCH FOR STEERING GEAR ROOM(P)	WEATHERTIGHT	11.00	8.80	5.16	23.18	SEA, STEER.G.ROOM
OP42	DOOR FOR STEERING GEAR ROOM(S)	WEATHERTIGHT	12.00	9.60	-2.82	23.30	SEA, STEER.G.ROOM
OP43P	DOOR ON B DECK	WEATHERTIGHT	40.75	32.60	12.18	28.78	SEA, E.R
OP43S	DOOR ON B DECK	WEATHERTIGHT	40.75	32.60	-12.18	28.78	SEA, E.R
OP44P	DOOR ON B DECK	UNPROTECTED	40.75	32.60	12.18	28.78	SEA, E.R
OP44S	DOOR ON B DECK	UNPROTECTED	40.75	32.60	-12.18	28.78	SEA, E.R

Πίνακας 3.3-7 : Ανοίγματα πλοίου "SIR NIKOLAS"

Κεφάλαιο Τέταρτο

Μελέτη ευστόθειας κατόπιν βλάβης

Ο άνθρωπος δεν μπορεί να ανακαλύψει νέους ωκεανούς αν δεν έχει το θάρρος να απομακρυνθεί από την ακτή.

André Gide

4

Μελέτη ευστάθειας κατόπιν βλάβης4.1 Φορτώσεις του πλοίου που θα εξεταστούν με τα βασικά χαρακτηριστικά τους (FLD, FLA, GPLD, GPLA, NBD, NBA)

Για να γίνει η μελέτη ευστάθειας κατόπιν βλάβης του υπό σχεδίαση δεξαμενοπλοίου έπρεπε να διαμορφωθούν κάποιες από τις πλέον βασικές και συνήθεις καταστάσεις φόρτωσης που συναντώνται για τον συγκεκριμένο τύπο πλοίου.

Γενικά, θα μπορούσε να γίνει χωρίς ιδιαίτερο σφάλμα η εκτίμηση, ότι ένα δεξαμενόπλοιο στο το μεγαλύτερο μέρος της ζωής του είναι είτε πλήρως φορτωμένο είτε άφορτο. Καθότι ωστόσο, υπάρχει και η πιθανότητα μερικής φόρτωσης του πλοίου η οποία, αν δεν αμεληθεί, επίσης προσφέρεται για μελέτη ευστάθειας έναντι βλάβης, κρίνεται ορθό να εξεταστεί σαν εναλλακτική κατάσταση φόρτωσης.

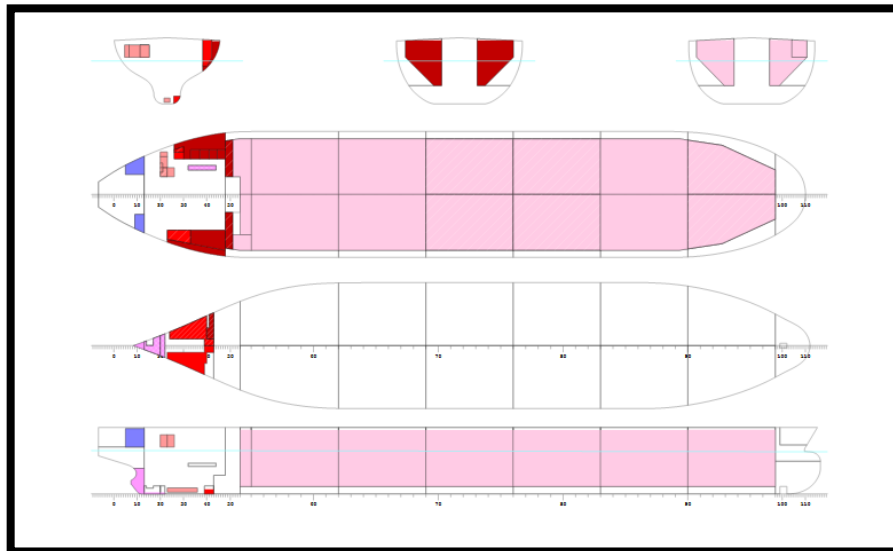
Συνολικά οι καταστάσεις οι οποίες επιλέχθηκαν και μελετήθηκαν είναι οι εξής παρακάτω :

1. Κατάσταση πλήρους φόρτωσης σε αναχώρηση -Full Load Departure
2. Κατάσταση πλήρους φόρτωσης σε άφιξη -Full Load Arrival
3. Κατάσταση μερικής φόρτωσης σε αναχώρηση -Group Load Departure
4. Κατάσταση μερικής φόρτωσης σε άφιξη -Group Load Arrival
5. Κατάσταση ερματισμού σε αναχώρηση - Normal Ballast Departure
6. Κατάσταση ερματισμού σε άφιξη -Normal Ballast Arrival

Οι καταστάσεις αυτές ορίστηκαν στο Loading Conditions Subsystem του προγράμματος NAPA σε πλήρη αντιστοιχία με τις ανάλογες καταστάσεις φόρτωσης του πλοίου αναφοράς όπως καταγράφονται στο Trim & Stability Booklet . Επίσης, διατηρήθηκαν ακέραιοι οι κανόνες για την μέτρηση επίδρασης ελεύθερης επιφάνειας ανά διαμέρισμα και ανά κατάσταση φόρτωσης που τηρήθηκαν κατά τη διαδικασία υπολογισμών ευστάθειας μετά από βλάβη του πλοίου αναφοράς.

4.1.1 Κατάσταση πλήρους φόρτωσης- Αναχώρηση (Full Load Departure)

Αρχικά παρατίθεται ένα σχέδιο γενικής διάταξης του πλοίου “SIR NIKOLAS” στο οποίο διακρίνονται με διάφορα χρώματα τα επιμέρους φορτία στην κατάσταση αυτή.



Σχήμα 4.1-1 : Σχέδιο γενικής διάταξης πλοίου "SIR NIKOLAS" σε FLD

Στον παρακάτω πίνακα δίνονται αναλυτικά τα χαρακτηριστικά της φόρτωσης των διαμερισμάτων και συγκεκριμένα από αριστερά προς τα δεξιά αναφέρονται το ολικό βάρος του φορτίου του διαμερίσματος, ο ολικός όγκος, το ποσοστό πλήρωσης του διαμερίσματος, η επίδραση λόγω ελεύθερης επιφάνειας, η αντίστοιχη μείωση του μετακεντρικού ύψους λόγω ελευθέρων επιφανειών, οι συντεταγμένες του κέντρου βάρους του φορτωμένου διαμερίσματος κατά τους άξονες x,y και z αντίστοιχα.

Να σημειωθεί πως για την δεδομένη κατάσταση λήφθηκε για όλα τα διαμερίσματα υπόψιν η μέγιστη ελεύθερη επιφάνεια με εξαίρεση τις δεξαμενές έρματος όπου μόνο για τις δεξαμενές WB.6P και WB.6S λήφθηκε η μέγιστη ελεύθερη επιφάνεια. Για τις υπόλοιπες δεξαμενές έρματος λήφθηκε μηδενική.

NAME	MASS	VLOAD	VREL	FRSM	GMCORR	CGX	CGY	CGZ
OUTER.HFO.ST	557.52	563.15	98	156.55	0.001	29.51	-17.88	16.38
HFO.SET.PT	84.40	85.25	98	6.61	0.000	37.00	13.71	16.82
HFO.SERV.PT	84.74	85.60	98	6.61	0.000	34.20	13.72	16.80
HFO.PT	364.19	367.87	98	401.40	0.003	39.68	11.40	15.75
HFO.ST	364.19	367.87	98	401.40	0.003	39.68	-11.40	15.75
LS.HFO.SERV.PT	97.73	98.71	98	7.56	0.000	28.00	13.72	16.76
LS.HFO.SET.PT	97.27	98.26	98	7.56	0.000	31.20	13.72	16.78
LS.HFO.ST	617.18	623.41	98	198.62	0.001	32.76	-14.88	17.16
INNER.HFO.PT	422.41	426.67	98	133.89	0.001	30.73	15.74	16.78
OUTER.HFO.PT	478.90	483.74	98	128.45	0.001	29.92	18.19	16.62
MDO.STO.ST	139.87	155.42	98	295.58	0.002	27.39	-4.21	1.51
MDO.SERV.T	38.44	42.71	98	2.90	0.000	22.40	13.46	19.13
LS.MDO.STO.PT	69.61	77.35	49	336.06	0.003	27.63	4.29	1.52
LS.MDO.STO.ST	239.70	266.34	98	35.95	0.000	22.79	-14.08	17.44
LS.MDO.SERV.PT	21.34	23.71	98	0.69	0.000	22.62	15.31	19.08
CLO.STOT.LSHFO	13.42	14.91	98	0.64	0.000	17.20	13.85	18.22
TLO.STOT	1.52	1.69	98	0.21	0.000	16.40	10.00	16.84
CLO.STOT	32.02	35.58	98	10.07	0.000	17.24	11.21	18.29
GE.LO.STOT	4.47	4.97	98	0.21	0.000	16.40	8.46	18.22
MAIN.LO.SETT	22.28	24.75	98	4.13	0.000	17.36	7.54	18.22
MAIN.LO.STOT	26.75	29.72	98	5.10	0.000	19.60	7.70	18.22
MAIN.LO.SUMPT	25.71	28.57	98	6.12	0.000	23.60	0.00	1.29
DWT	133.38	133.38	100	120.68	0.001	8.85	-10.37	19.36

FWT	239.33	239.33	100	192.33	0.001	7.44	10.06	19.39
BHT	5.16	5.16	10	53.92	0.000	13.75	-0.08	1.49
OBT	2.62	2.62	10	59.58	0.000	16.82	0.00	1.51
SLUDGE.T	1.67	1.67	10	2.86	0.000	30.40	9.23	9.97
CWT	41.14	41.14	100	8.14	0.000	9.09	0.00	4.72
FO.OVER.T	14.72	14.87	35	120.98	0.001	33.28	5.84	1.44
COT.6P	8871.79	10352.20	98	14910.6	0.112	62.76	9.07	12.88
COT.6S	8871.79	10352.20	98	14910.6	0.112	62.76	-9.07	12.88
COT.5P	9319.16	10874.20	98	14910.6	0.112	92.45	9.41	12.54
COT.5S	9319.16	10874.20	98	14910.6	0.112	92.45	-9.41	12.54
COT.4P	9319.16	10874.20	98	14910.6	0.112	122.55	9.41	12.54
COT.4S	9319.16	10874.20	98	14910.6	0.112	122.55	-9.41	12.54
COT.3P	9319.16	10874.20	98	14910.6	0.112	152.65	9.41	12.54
COT.3S	9319.16	10874.20	98	14910.6	0.112	152.65	-9.41	12.54
COT.2P	9309.67	10863.10	98	14866.8	0.112	182.74	9.40	12.54
COT.2S	9309.67	10863.10	98	14866.8	0.112	182.74	-9.40	12.54
COT.1P	7145.28	8337.55	98	8434.16	0.064	211.01	7.54	12.63
COT.1S	7145.28	8337.55	98	8434.16	0.064	211.01	-7.54	12.63
SLOP.PT	1277.11	1490.22	98	2431.28	0.018	44.60	8.98	14.34
SLOP.ST	1115.64	1301.80	98	2431.04	0.018	44.66	-7.89	13.65
RES	161.47	188.42	98	65.44	0	44.16	-16.47	19.05
APT	0	0	0	0	0	4.85	0.00	13.83
FPT	0	0	0	0	0	233.82	0.00	6.56
WB.6P	0	0	0	22767	0.172	57.87	15.23	7.16
WB.6S	0	0	0	22767	0.172	57.87	-15.23	7.16
WB.5P	0	0	0	0	0	92.46	15.44	6.30
WB.5S	0	0	0	0	0	92.46	-15.44	6.30
WB.4P	0	0	0	0	0	122.55	15.44	6.29
WB.4S	0	0	0	0	0	122.55	-15.44	6.29
WB.3P	0	0	0	0	0	152.65	15.44	6.29
WB.3S	0	0	0	0	0	152.65	-15.44	6.29
WB.2P	0	0	0	0	0	182.67	15.38	6.37
WB.2S	0	0	0	0	0	182.67	-15.38	6.37
WB.1P	0	0	0	0	0	213.81	13.54	8.93
WB.1S	0	0	0	0	0	213.81	-13.54	8.93
total	113,364	131,675	65.9	219,053	1.652	128.97	0.0	12.57

Πίνακας 4.1-1 : Στοιχεία φόρτωσης διαμερισμάτων πλοίου "SIR NIKOLAS" σε FLD

Στον κάτωθι πίνακα αναγράφονται τα στοιχεία φόρτωσης των προμηθειών καθώς και των μη αναλώσιμων βαρών που το πλοίο φέρει σε κάθε ταξίδι του.

NAME	LOAD	MASS	XCG	YCG	ZCG	XMIN	XMAX
WATER.&OIL	NON-CONSUMABLE	18.8	19.75	0	11.99	-5.33	243.47
STORES.&SPARES	NON-CONSUMABLE	60.2	85.69	0	17.89	-5.33	243.47
CREW.&EFFECTS	NON-CONSUMABLE	4.3	31.2	0	30.64	24	38.4
PROVISIONS.FLD	CONSUMABLE	8.3	28	0	22.65	24	36
TOTAL		91.6	64.37	0	17.71		

Πίνακας 4.1-2 : Στοιχεία φόρτωσης μαζών πλοίου "SIR NIKOLAS" σε FLD

Τα τελικά συγκεντρωτικά αποτελέσματα δίνονται στον επόμενο πίνακα.

	Weight (t)	LCG(m)	TCG(m)	VCG(m)	FRSM (tm)	LCB(m)
Deadweight	113,455.9	128.92	0	12.58	219,053.62	
Lightweight	19158.5	111.36	0	11.59		
Displacement (rho=1.025)	132,614.5	126.38	0	12.44	219,053.62	126.376

Πίνακας 4.1-3 : Συγκεντρωτικά αποτελέσματα πλοίου "SIR NIKOLAS" σε FLD

Στο παρακάτω σχήμα αναγράφονται κάποια χαρακτηριστικά πλεύσης του δεξαμενοπλοίου "SIR NIKOLAS" στην κατάσταση Full Load Departure και όπως φαίνεται το μέσο βύθισμα είναι 14,7m που αποτελεί και το βύθισμα σχεδίασης (T_D).

Ακόμα παρατηρείται έμπρυμη διαγωγή 0.399m όταν η διαγωγή του πλοίου αναφοράς για την αντίστοιχη κατάσταση πλεύσης είναι 0.56m. Τέλος, γίνεται σύγκριση των χαρακτηριστικών που εξάγονται από την καμπύλη ευστάθειας με τα αντίστοιχα που προβλέπονται από τα κριτήρια άθικτης ευστάθειας του IMO2008 MSC.267(85).

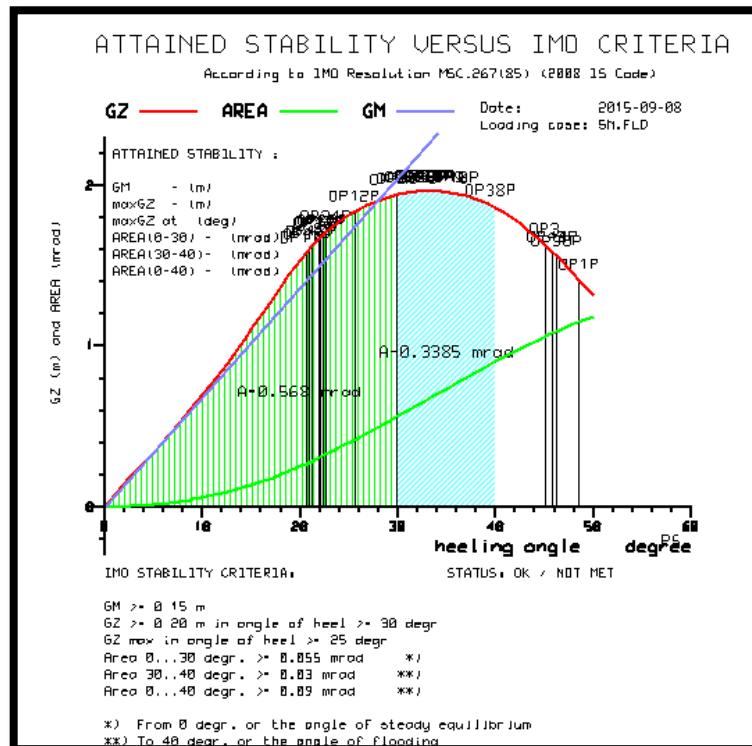
F L O A T I N G P O S I T I O N			

Draught moulded	14.700 m	KM	18.00 m
Trim	-0.399 m	KG	12.44 m
Heel, PS=+	0.0 deg		
TA	14.900 m	GMO	5.57 m
TF	14.500 m	GMCORR	-1.65 m
Trimming moment	-66551 tonm	GM	3.92 m
Stability Criteria			

RCR	TEXT	REQ	ATTN UNIT STAT
AREA30	Area under GZ curve .	0.055	0.568 mrad OK
AREA40	Area under GZ curve .	0.090	0.907 mrad OK
AREA3040	Area under GZ curve .	0.030	0.339 mrad OK
GZ0.2	Max GZ > 0.2	0.200	1.965 m OK
MAXGZ25	Max. GZ at an angle .	25.000	33.279 deg OK
GMO.15	GM > 0.15 m	0.150	3.917 m OK

Εικόνα 4.1-1 : Στοιχεία πλεύσης και κριτήρια ευστάθειας πλοίου "SIR NIKOLAS" σε FLD

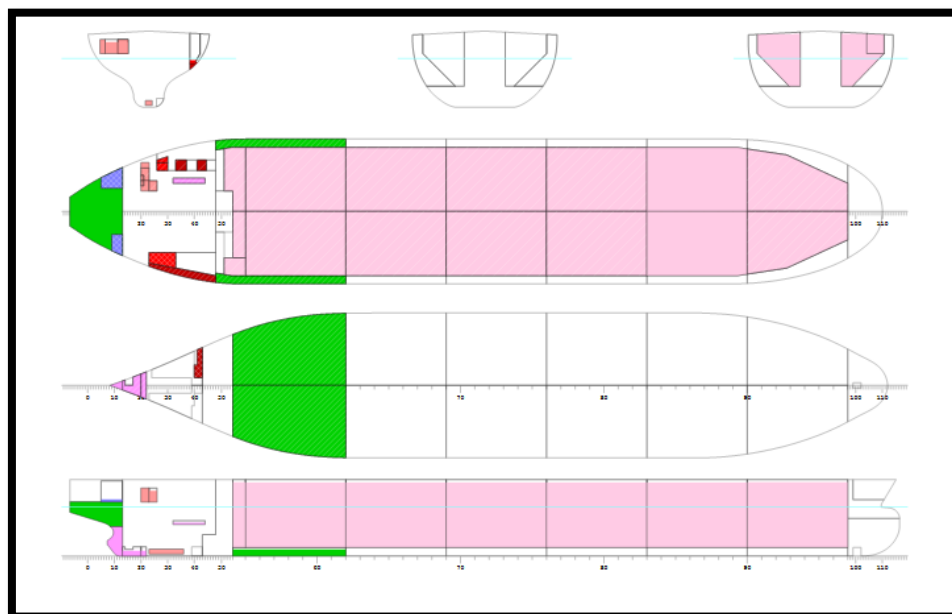
Στο παρακάτω σχήμα γίνεται και γραφική απεικόνιση επί της καμπύλης ευστάθειας της ικανοποίησης των κριτηρίων άθικτης ευστάθειας του IMO.



Σχήμα 4.1-2 : Καμπύλη ευστάθειας πλοίου "SIR NIKOLAS" σε FLD

4.1.2 Κατάσταση πλήρους φόρτωσης- Άφιξη (Full Load Arrival)

Παρατίθεται το σχέδιο γενικής διάταξης του πλοίου "SIR NIKOLAS" στο οποίο διακρίνονται με διάφορα χρώματα τα επιμέρους φορτία στην κατάσταση αυτή.



Σχήμα 4.1-3 : Σχέδιο γενικής διάταξης πλοίου "SIR NIKOLAS" σε FLA

Στον παρακάτω πίνακα δίνονται αναλυτικά τα χαρακτηριστικά της φόρτωσης των διαμερισμάτων του πλοίου "SIR NIKOLAS" για την κατάσταση FLA.

Να σημειωθεί πως για την δεδομένη κατάσταση λήφθηκε για όλα τα διαμερίσματα υπόψιν η μέγιστη ελεύθερη επιφάνεια με εξαίρεση τις δεξαμενές έρματος όπου μόνο για τις δεξαμενές WB.6P και WB.6S λήφθηκε η μέγιστη ελεύθερη επιφάνεια. Για τις υπόλοιπες δεξαμενές έρματος λήφθηκε μηδενική. Επίσης για όλες τις δεξαμενές ανεφοδιασμού και καταλοίπων (HFO, DO, LO, FW, MIS) λήφθηκε υπόψη η πραγματική επίδραση της ελεύθερης επιφάνειας.

NAME	MASS	VLOAD	VREL	FRSM	GMCORR	CGX	CGY	CGZ
OUTER.HFO.ST	153.60	155.15	27	93.68	0.001	29.51	-17.88	16.38
APT	0.00	0.00	0	0.00	0.000	37.00	13.71	16.82
HFO.SERV.PT	76.10	76.86	88	6.61	0.000	34.20	13.72	16.80
HFO.PT	0.00	0.00	0	0.00	0.000	39.68	11.40	15.75
HFO.ST	0.00	0.00	0	0.00	0.000	39.68	-11.40	15.75
LS.HFO.SERV.PT	87.75	88.64	88	7.56	0.000	28.00	13.72	16.76
LS.HFO.SET.PT	0.00	0.00	0	0.00	0.000	31.20	13.72	16.78
LS.HFO.ST	0.00	0.00	0	0.00	0.000	32.76	-14.88	17.16
INNER.HFO.PT	0.00	0.00	0	0.00	0.000	30.73	15.74	16.78
OUTER.HFO.PT	0.00	0.00	0	0.00	0.000	29.92	18.19	16.62
MDO.STO.ST	0.00	0.00	0	0.00	0.000	27.39	-4.21	1.51
MDO.SERV.T	9.02	10.02	23	2.90	0.000	22.40	13.46	19.13

LS.MDO.STO.PT	0.00	0.00	0	0.00	0.000	27.63	4.29	1.52
LS.MDO.STO.ST	36.69	40.77	15	14.25	0.000	22.79	-14.08	17.44
LS.MDO.SERV.PT	6.53	7.26	30	0.69	0.000	22.62	15.31	19.08
CLO.STOT.LSHFO	13.42	14.91	98	0.00	0.000	17.20	13.85	18.22
TLO.STOT	1.24	1.38	80	0.21	0.000	16.40	10.00	16.84
CLO.STOT	26.14	29.04	80	10.07	0.000	17.24	11.21	18.29
GE.LO.STOT	3.65	4.06	80	0.21	0.000	16.40	8.46	18.22
MAIN.LO.SETT	22.28	24.75	98	0.00	0.000	17.36	7.54	18.22
MAIN.LO.STOT	21.84	24.26	80	5.10	0.000	19.60	7.70	18.22
MAIN.LO.SUMPT	25.71	28.57	98	0.00	0.000	23.60	0.00	1.29
DWT	13.34	13.34	10	57.62	0.000	8.85	-10.37	19.36
FWT	23.93	23.93	10	87.46	0.001	7.44	10.06	19.39
BHT	25.78	25.78	50	41.85	0.000	13.75	-0.08	1.49
OBT	13.11	13.11	50	43.02	0.000	16.82	0.00	1.51
SLUDGE.T	8.33	8.33	50	2.86	0.000	30.40	9.23	9.97
CWT	41.14	41.14	100	0.00	0.000	9.09	0.00	4.72
FO.OVER.T	2.10	2.12	5	24.04	0.000	33.28	5.84	1.44
COT.6P	8871.79	10352.20	98	14910.60	0.113	62.76	9.07	12.88
COT.6S	8871.79	10352.20	98	14910.60	0.113	62.76	-9.07	12.88
COT.5P	9319.16	10874.20	98	14910.60	0.113	92.45	9.41	12.54
COT.5S	9319.16	10874.20	98	14910.60	0.113	92.45	-9.41	12.54
COT.4P	9319.16	10874.20	98	14910.60	0.113	122.55	9.41	12.54
COT.4S	9319.16	10874.20	98	14910.60	0.113	122.55	-9.41	12.54
COT.3P	9319.16	10874.20	98	14910.60	0.113	152.65	9.41	12.54
COT.3S	9319.16	10874.20	98	14910.60	0.113	152.65	-9.41	12.54
COT.2P	9309.67	10863.10	98	14866.80	0.112	182.74	9.40	12.54
COT.2S	9309.67	10863.10	98	14866.80	0.112	182.74	-9.40	12.54
COT.1P	7145.28	8337.55	98	8434.16	0.064	211.01	7.54	12.63
COT.1S	7145.28	8337.55	98	8434.16	0.064	211.01	-7.54	12.63
SLOP.PT	1277.11	1490.22	98	2431.28	0.018	44.60	8.98	14.34
SLOP.ST	1115.64	1301.80	98	2431.04	0.018	44.66	-7.89	13.65
RES	161.47	188.42	98	65.44	0.000	44.16	-16.47	19.05
APT	1046.31	1020.79	100	0	0	4.85	0.00	13.83
FPT	0.00	0.00	0	0	0	233.82	0.00	6.56
WB.6P	1187.78	1158.81	27.1	22767	0.172	57.87	15.23	7.16
WB.6S	1187.78	1158.81	27.1	22767	0.172	57.87	-15.23	7.16
WB.5P	0.00	0	0	0	0	92.46	15.44	6.30
WB.5S	0.00	0	0	0	0	92.46	-15.44	6.30
WB.4P	0.00	0	0	0	0	122.55	15.44	6.29

WB.4S	0.00	0	0	0	0	122.55	-15.44	6.29
WB.3P	0.00	0	0	0	0	152.65	15.44	6.29
WB.3S	0.00	0	0	0	0	152.65	-15.44	6.29
WB.2P	0.00	0	0	0	0	182.67	15.38	6.37
WB.2S	0.00	0	0	0	0	182.67	-15.38	6.37
WB.1P	0.00	0	0	0	0	213.81	13.54	8.93
WB.1S	0.00	0	0	0	0	213.81	-13.54	8.93
TOTAL	113,156	131,303	65.7	219,746.94	1.637	129.59	0.0	12.22

Πίνακας 4.1-4 : Στοιχεία φόρτωσης διαμερισμάτων πλοίου "SIR NIKOLAS" σε FLA

Στον κάτωθι πίνακα αναγράφονται τα στοιχεία φόρτωσης των προμηθειών καθώς και των μη αναλώσιμων βαρών που το πλοίο φέρει σε κάθε ταξίδι του.

NAME	LOAD	MASS	XCG	YCG	ZCG	XMIN	XMAX
WATER.&OIL	NON-CONSUMABLE	18.8	19.75	0	11.99	-5.33	243.47
STORES.&SPARES	NON-CONSUMABLE	60.2	85.69	0	17.89	-5.33	243.47
CREW.&EFFECTS	NON-CONSUMABLE	4.3	31.2	0	30.64	24	38.4
PROVISIONS.FLD	CONSUMABLE	0.83	28	0	22.65	24	36
TOTAL		84.1	67.6	0	17.27		

Πίνακας 4.1-5 : Στοιχεία φόρτωσης μαζών πλοίου "SIR NIKOLAS" σε FLA

Τα τελικά συγκεντρωτικά αποτελέσματα δίνονται στον επόμενο πίνακα.

	Weight (t)	LCG(m)	TCG(m)	VCG(m)	FRSM (tm)	LCB(m)
Deadweight	113,240.3	129.54	0	12.22	216,746.9	
Lightweight	19158.5	111.36	0	11.59		
Displacement (rho=1.025)	132,398.9	126.91	0	12.13	216,746.9	126.911

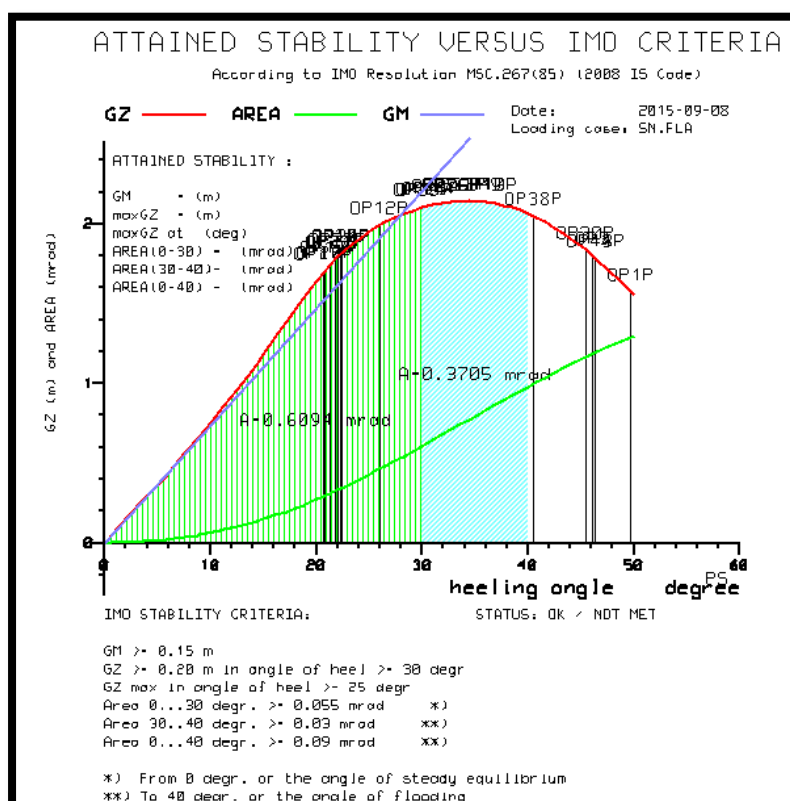
Πίνακας 4.1-6 : Συγκεντρωτικά αποτελέσματα πλοίου "SIR NIKOLAS" σε FLA

Στο παρακάτω σχήμα αναγράφονται κάποια χαρακτηριστικά πλεύσης του δεξαμενοπλοίου "SIR NIKOLAS" στην κατάσταση Full Load Arrival. Όπως φαίνεται το δεδομένο μέσο βύθισμα είναι μικρότερο του βυθίσματος σχεδίασης, ενώ το πλοίο είναι ισοβύθιστο αφού όπως προβλέπεται για τη συγκεκριμένη κατάσταση έχει μηδενική διαγωγή. Επίσης, αναγράφονται τα χαρακτηριστικά της φόρτωσης σχετικά με τα κριτήρια άθικτης ευστάθειας του IMO.

FLOATING POSITION					
Draught moulded	14.675 m	KM		17.99 m	
Trim	0.000 m	KG		12.13 m	
Heel, PS=+	0.0 deg				
TA	14.675 m	GMO		5.85 m	
TF	14.675 m	GMCORR		-1.64 m	
Trimming moment	71 tonm	GM		4.22 m	
Stability Criteria					
RCR	TEXT	REQ	ATTN	UNIT	STAT
AREA30	Area under GZ curve .	0.055	0.609	mrad	OK
AREA40	Area under GZ curve .	0.090	0.980	mrad	OK
AREA3040	Area under GZ curve .	0.030	0.371	mrad	OK
GZ0.2	Max GZ > 0.2	0.200	2.144	m	OK
MAXGZ25	Max. GZ at an angle .	25.000	34.363	deg	OK
GM0.15	GM > 0.15 m	0.150	4.216	m	OK

Εικόνα 4.1-2 : Στοιχεία πλεύσης και κριτήρια ευστάθειας πλοίου "SIR NIKOLAS" σε FLA

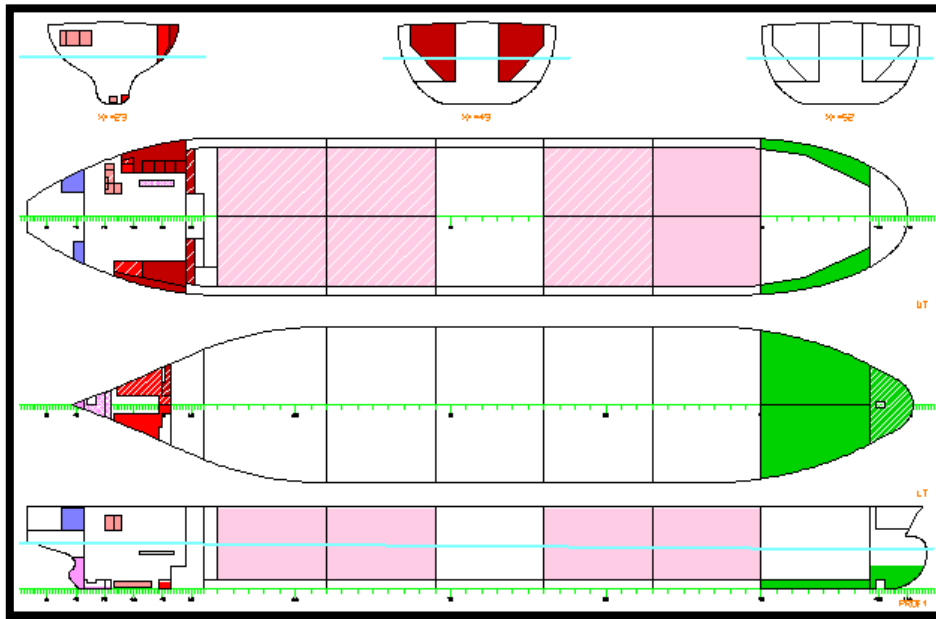
Τέλος στο παρακάτω σχήμα γίνεται και γραφική απεικόνιση επί της καμπύλης ευστάθειας της ικανοποίησης των κριτηρίων άθικτης ευστάθειας του IMO.



Σχήμα 4.1-4 : Καμπύλη ευστάθειας πλοίου "SIR NIKOLAS" σε FLA

4.1.3 Κατάσταση μερικής φόρτωσης- Αναχώρηση(Group Load Departure)

Αρχικά παρατίθεται ένα σχέδιο γενικής διάταξης του πλοίου "SIR NIKOLAS" στο οποίο διακρίνονται με διάφορα χρώματα τα επιμέρους φορτία στην κατάσταση αυτή.



Σχήμα 4.1-5 : Σχέδιο γενικής διάταξης πλοίου "SIR NIKOLAS" σε GPLD

Στον παρακάτω πίνακα δίνονται αναλυτικά τα χαρακτηριστικά της φόρτωσης των διαμερισμάτων του πλοίου "SIR NIKOLAS" για την κατάσταση GPLD.

Να σημειωθεί πως για την δεδομένη κατάσταση λήφθηκε για όλα τα διαμερίσματα υπόψιν η μέγιστη ελεύθερη επιφάνεια με εξαίρεση τις δεξαμενές έρματος όπου μόνο για τις δεξαμενές WB.6P και WB.6S λήφθηκε η μέγιστη ελεύθερη επιφάνεια. Για τις υπόλοιπες δεξαμενές έρματος λήφθηκε μηδενική. Επίσης, μηδενική λήφθηκε η ελεύθερη επιφάνεια και για τις δεξαμενές φορτίου Cargo οι οποίες είναι άδειες.

NAME	MASS	VLOAD	VREL	FRSM	GMCORR	CGX	CGY	CGZ
OUTER.HFO.ST	557.5	563.1	98	156.6	0.001	29.5	-17.9	16.4
HFO.SET.PT	84.4	85.2	98	6.6	0.000	37.0	13.7	16.8
HFO.SERV.PT	84.7	85.6	98	6.6	0.000	34.2	13.7	16.8
HFO.PT	364.2	367.9	98	401.4	0.004	39.7	11.4	15.8
HFO.ST	364.2	367.9	98	401.4	0.004	39.7	-11.4	15.8
LS.HFO.SERV.PT	97.7	98.7	98	7.6	0.000	28.0	13.7	16.8
LS.HFO.SET.PT	97.3	98.3	98	7.6	0.000	31.2	13.7	16.8
LS.HFO.ST	617.2	623.4	98	198.6	0.002	32.8	-14.9	17.2
INNER.HFO.PT	422.4	426.7	98	133.9	0.001	30.7	15.7	16.8
OUTER.HFO.PT	478.9	483.7	98	128.5	0.001	29.9	18.2	16.6
MDO.STO.ST	139.9	155.4	98	295.6	0.003	27.4	-4.2	1.5
MDO.SERV.T	38.4	42.7	98	2.9	0.000	22.4	13.5	19.1
LS.MDO.STO.PT	69.6	77.3	49	336.1	0.003	27.6	4.3	1.5
LS.MDO.STO.ST	239.7	266.3	98	36.0	0.000	22.8	-14.1	17.4
LS.MDO.SERV.PT	21.3	23.7	98	0.7	0.000	22.6	15.3	19.1
CLO.STOT.LSHFO	13.4	14.9	98	0.6	0.000	17.2	13.9	18.2
TLO.STOT	1.5	1.7	98	0.2	0.000	16.4	10.0	16.8
CLO.STOT	32.0	35.6	98	10.1	0.000	17.2	11.2	18.3
GE.LO.STOT	4.5	5.0	98	0.2	0.000	16.4	8.5	18.2

MAIN.LO.SETT	22.3	24.8	98	4.1	0.000	17.4	7.5	18.2
MAIN.LO.STOT	26.7	29.7	98	5.1	0.000	19.6	7.7	18.2
MAIN.LO.SUMPT	25.7	28.6	98	6.1	0.000	23.6	0.0	1.3
DWT	133.4	133.4	100	120.7	0.001	8.9	-10.4	19.4
FWT	239.3	239.3	100	192.3	0.002	7.4	10.1	19.4
BHT	5.2	5.2	10	53.9	0.001	13.8	-0.1	1.5
OBT	2.6	2.6	10	59.6	0.001	16.8	0.0	1.5
SLUDGE.T	1.7	1.7	10	2.9	0.000	30.4	9.2	10.0
CWT	41.1	41.1	100	8.1	0.000	9.1	0.0	4.7
FO.OVER.T	14.7	14.9	35	120.98	0.001	33.3	5.8	1.4
COT.6P	8871.8	10352.2	98	14910.6	0.141	62.8	9.1	12.9
COT.6S	8871.8	10352.2	98	14910.6	0.141	62.8	-9.1	12.9
COT.5P	9319.2	10874.2	98	14910.6	0.141	92.5	9.4	12.5
COT.5S	9319.2	10874.2	98	14910.6	0.141	92.5	-9.4	12.5
COT.4P	0.0	0.0	0	0	0.000	122.6	9.4	12.5
COT.4S	0.0	0.0	0	0	0.000	122.6	-9.4	12.5
COT.3P	9319.2	10874.2	98	14910.6	0.141	152.7	9.4	12.5
COT.3S	9319.2	10874.2	98	14910.6	0.141	152.7	-9.4	12.5
COT.2P	9309.7	10863.1	98	14866.8	0.140	182.7	9.4	12.5
COT.2S	9309.7	10863.1	98	14866.8	0.140	182.7	-9.4	12.5
COT.1P	0.0	0.0	0	0	0	211.0	7.5	12.6
COT.1S	0.0	0.0	0	0	0	211.0	-7.5	12.6
SLOP.PT	0.0	0.0	0	0	0	44.6	9.0	14.3
SLOP.ST	0.0	0.0	0	0	0	44.7	-7.9	13.7
RES	0.0	0.0	0	0	0	44.2	-16.5	19.0
APT	0.0	0.0	0	0	0	4.8	0.0	13.8
FPT	1178.9	1150.1	43.05	0	0	233.8	0.0	6.6
WB.6P	0.0	0.0	0	22767	0.215158	57.9	15.2	7.2
WB.6S	0.0	0.0	0	22767	0.215158	57.9	-15.2	7.2
WB.5P	0.0	0.0	0	0	0	92.5	15.4	6.3
WB.5S	0.0	0.0	0	0	0	92.5	-15.4	6.3
WB.4P	0.0	0.0	0	0	0	122.6	15.4	6.3
WB.4S	0.0	0.0	0	0	0	122.6	-15.4	6.3
WB.3P	0.0	0.0	0	0	0	152.7	15.4	6.3
WB.3S	0.0	0.0	0	0	0	152.7	-15.4	6.3
WB.2P	0.0	0.0	0	0	0	182.7	15.4	6.4
WB.2S	0.0	0.0	0	0	0	182.7	-15.4	6.4
WB.1P	3752.5	3661.0	100	0	0	213.8	13.5	8.9
WB.1S	3752.5	3661.0	100	0	0	213.8	-13.5	8.9
TOTAL	86565.2	98744	49.4	167436.27	1.582	128.08	0	12.17

Πίνακας 4.1-7 : Στοιχεία φόρτωσης διαμερισμάτων πλοίου "SIR NIKOLAS" σε GPLD

Στον κάτωθι πίνακα αναγράφονται τα στοιχεία φόρτωσης των προμηθειών καθώς και των μη αναλώσιμων βαρών που το πλοίο φέρει σε κάθε ταξίδι του.

NAME	LOAD	MASS	XCG	YCG	ZCG	XMIN	XMAX
WATER.&OIL	NON-CONSUMABLE	18.8	19.75	0	11.99	-5.33	243.47
STORES.&SPARES	NON-CONSUMABLE	60.2	85.69	0	17.89	-5.33	243.47
CREW.&EFFECTS	NON-CONSUMABLE	4.3	31.2	0	30.64	24	38.4
PROVISIONS.FLD	CONSUMABLE	8.3	28	0	22.65	24	36
TOTAL		91.6	64.37	0	17.71		

Πίνακας 4.1-8: Στοιχεία φόρτωσης μαζών πλοίου "SIR NIKOLAS" σε GPLD

Τα τελικά συγκεντρωτικά αποτελέσματα δίνονται στον επόμενο πίνακα.

	Weight (t)	LCG(m)	TCG(m)	VCG(m)	FRSM (tm)	LCB(m)
Deadweight	86656.8	128.02	0	12.17	167436.27	
Lightweight	19158.5	111.36	0	11.59		
Displacement (rho=1.025)	105815.3	126.38	0	12.07	167436.27	124.948

Πίνακας 4.1-9 : Συγκεντρωτικά αποτελέσματα πλοίου "SIR NIKOLAS" σε GPLD

Στο παρακάτω σχήμα αναγράφονται κάποια χαρακτηριστικά πλεύσης του δεξαμενοπλοίου "SIR NIKOLAS" στην κατάσταση Group Load Departure και όπως φαίνεται το μέσο βύθισμα είναι 11.961m. Ακόμα παρατηρείται έμπρυμνη διαγωγή 2.124 m όταν η διαγωγή του πλοίου αναφοράς για την αντίστοιχη κατάσταση πλεύσης είναι 2.39m. Τέλος, γίνεται σύγκριση των χαρακτηριστικών που εξάγονται από την καμπύλη ευστάθειας με τα αντίστοιχα που προβλέπονται από τα κριτήρια άθικτης ευστάθειας του IMO2008 MSC.267(85) .

```

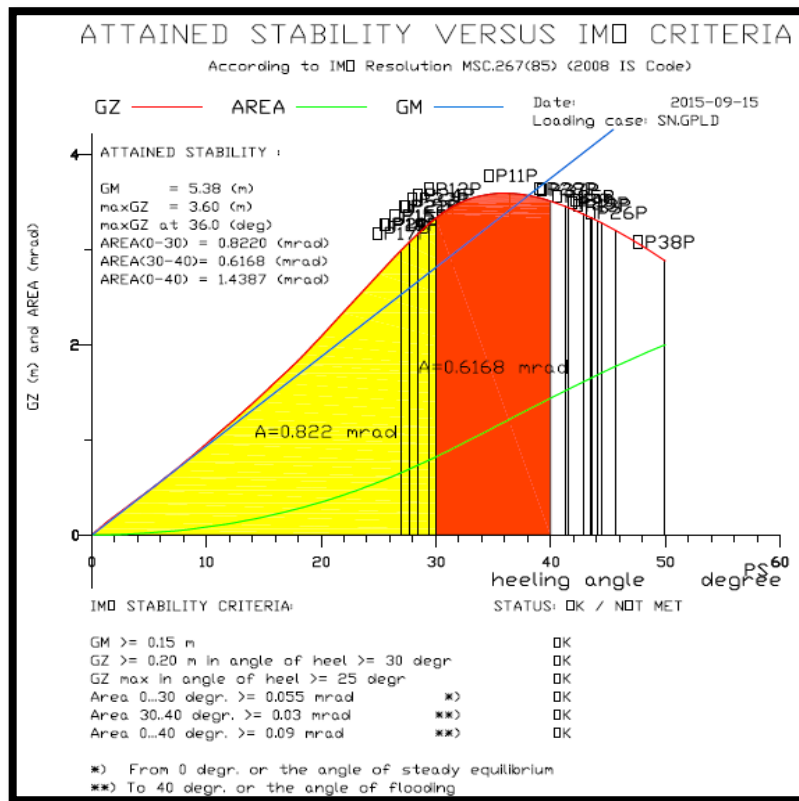
F L O A T I N G   P O S I T I O N
-----
Draught moulded   11.961 m      KM      19.03 m
Trim              -2.124 m      KG      12.07 m
Heel, PS=+       0.0 deg
TA               13.023 m      GMO      6.96 m
TF               10.899 m      GMCORR  -1.58 m
Trimming moment  -347996 tonm   GM       5.38 m
Enter data

Stability Criteria
-----
LQ*CRT*STD      Read from the NAPA data base (N11053)
-----
RCR    TEXT                                REQ    ATTV UNIT  STAT
-----
AREA30 Area under GZ curve . 0.055  0.822 mrad OK
AREA40 Area under GZ curve . 0.090  1.439 mrad OK
AREA3040 Area under GZ curve . 0.030  0.617 mrad OK
GZO.2   Max GZ > 0.2      0.200  3.596 m   OK
MAXGZ25 Max. GZ at an angle . 25.000 36.025 deg OK
GMO.15  GM > 0.15 m          0.150  5.378 m   OK

```

Εικόνα 4.1-3 : Στοιχεία πλεύσης και κριτήρια ευστάθειας πλοίου "SIR NIKOLAS" σε GPLD

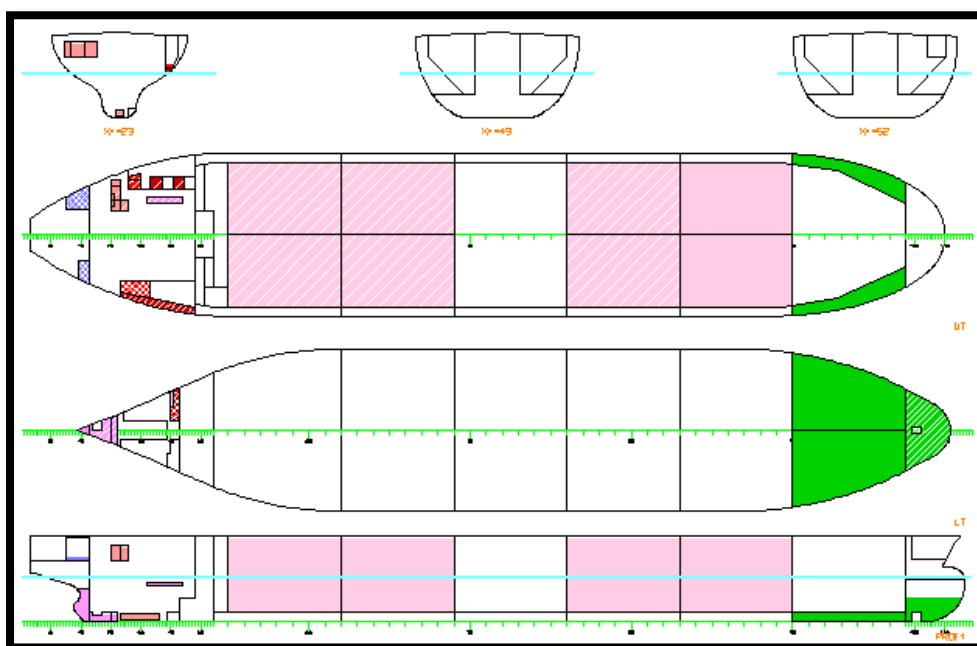
Στο παρακάτω σχήμα γίνεται και γραφική απεικόνιση επί της καμπύλης ευστάθειας της ικανοποίησης των κριτηρίων άθικτης ευστάθειας του IMO.



Σχήμα 4.1-6: Καμπύλη ευστάθειας πλοίου "SIR NIKOLAS" σε GPLD

4.1.4 Κατάσταση μερικής φόρτωσης- Άφιξη (Group Load Arrival)

Αρχικά παρατίθεται ένα σχέδιο γενικής διάταξης του πλοίου "SIR NIKOLAS" στο οποίο διακρίνονται με διάφορα χρώματα τα επιμέρους φορτία στην κατάσταση αυτή.



Σχήμα 4.1-7: Σχέδιο γενικής διάταξης πλοίου "SIR NIKOLAS" σε GPLA

Στον παρακάτω πίνακα δίνονται αναλυτικά τα χαρακτηριστικά της φόρτωσης των διαμερισμάτων του πλοίου "SIR NIKOLAS" για την κατάσταση GPLA.

Να σημειωθεί πως για την δεδομένη κατάσταση λήφθηκε για όλα τα διαμερίσματα υπόψιν η μέγιστη ελεύθερη επιφάνεια με εξαίρεση τις δεξαμενές έρματος όπου μόνο για τις δεξαμενές WB.6P και WB.6S λήφθηκε η μέγιστη ελεύθερη επιφάνεια. Για τις υπόλοιπες δεξαμενές έρματος λήφθηκε μηδενική.

Επίσης, μηδενική λήφθηκε η ελεύθερη επιφάνεια και για τις δεξαμενές φορτίου Cargo οι οποίες είναι άδειες. Τέλος, για όλες τις δεξαμενές ανεφοδιασμού και καταλοίπων (HFO, DO, LO, FW, MIS) λήφθηκε υπόψη η πραγματική επίδραση της ελεύθερης επιφάνειας.

NAME	MASS	VLOAD	VREL	FRSM	GMCORR	CGX	CGY	CGZ
OUTER.HFO.ST	153.6	155.2	27	93.6755	0.001	29.5	-17.9	16.4
HFO.SET.PT	0.0	0.0	0	0	0.000	37.0	13.7	16.8
HFO.SERV.PT	76.1	76.9	88	6.61434	0.000	34.2	13.7	16.8
HFO.PT	0.0	0.0	0	0	0.000	39.7	11.4	15.8
HFO.ST	0.0	0.0	0	0	0.000	39.7	-11.4	15.8
LS.HFO.SERV.PT	87.8	88.6	88	7.5592	0.000	28.0	13.7	16.8
LS.HFO.SET.PT	0.0	0.0	0	0	0.000	31.2	13.7	16.8
LS.HFO.ST	0.0	0.0	0	0	0.000	32.8	-14.9	17.2
INNER.HFO.PT	0.0	0.0	0	0	0.000	30.7	15.7	16.8
OUTER.HFO.PT	0.0	0.0	0	0	0.000	29.9	18.2	16.6
MDO.STO.ST	0.0	0.0	0	0	0.000	27.4	-4.2	1.5
MDO.SERV.T	9.0	10.0	23	2.89912	0.000	22.4	13.5	19.1
LS.MDO.STO.PT	0.0	0.0	0	0	0.000	27.6	4.3	1.5
LS.MDO.STO.ST	36.7	40.8	15	14.2533	0.000	22.8	-14.1	17.4
LS.MDO.SERV.PT	6.5	7.3	30	0.690085	0.000	22.6	15.3	19.1
CLO.STOT.LSHFO	13.4	14.9	98	0	0.000	17.2	13.9	18.2
TLO.STOT	1.2	1.4	80	0.21476	0.000	16.4	10.0	16.8
CLO.STOT	26.1	29.0	80	10.0667	0.000	17.2	11.2	18.3
GE.LO.STOT	3.7	4.1	80	0.21476	0.000	16.4	8.5	18.2
MAIN.LO.SETT	22.3	24.8	98	0	0.000	17.4	7.5	18.2
MAIN.LO.STOT	21.8	24.3	80	5.10404	0.000	19.6	7.7	18.2
MAIN.LO.SUMPT	25.7	28.6	98	0	0.000	23.6	0.0	1.3
DWT	13.3	13.3	10	57.6236	0.001	8.9	-10.4	19.4
FWT	23.9	23.9	10	87.4648	0.001	7.4	10.1	19.4
BHT	25.8	25.8	50	41.8533	0.000	13.8	-0.1	1.5
OBT	13.1	13.1	50	43.0197	0.000	16.8	0.0	1.5
SLUDGE.T	8.3	8.3	50	2.86344	0.000	30.4	9.2	10.0
CWT	41.1	41.1	100	0	0.000	9.1	0.0	4.7
FO.OVER.T	2.1	2.1	5	24.0392	0.000	33.3	5.8	1.4
COT.6P	8871.8	10352.2	98	14910.6	0.146	62.8	9.1	12.9
COT.6S	8871.8	10352.2	98	14910.6	0.146	62.8	-9.1	12.9
COT.5P	9319.2	10874.2	98	14910.6	0.146	92.5	9.4	12.5
COT.5S	9319.2	10874.2	98	14910.6	0.146	92.5	-9.4	12.5
COT.4P	0.0	0.0	0	0	0.000	122.6	9.4	12.5
COT.4S	0.0	0.0	0	0	0.000	122.6	-9.4	12.5
COT.3P	9319.2	10874.2	98	14910.6	0.146	152.7	9.4	12.5
COT.3S	9319.2	10874.2	98	14910.6	0.146	152.7	-9.4	12.5

COT.2P	9309.7	10863.1	98	14866.8	0.145	182.7	9.4	12.5
COT.2S	9309.7	10863.1	98	14866.8	0.145	182.7	-9.4	12.5
COT.1P	0.0	0.0	0	0	0.000	211.0	7.5	12.6
COT.1S	0.0	0.0	0	0	0.000	211.0	-7.5	12.6
SLOP.PT	0.0	0.0	0	0	0.000	44.6	9.0	14.3
SLOP.ST	0.0	0.0	0	0	0.000	44.7	-7.9	13.7
RES	0.0	0.0	0	0	0.000	44.2	-16.5	19.0
APT	0.0	0.0	0	0	0.000	4.8	0.0	13.8
FPT	1178.9	1150.1	43.05	11190.8	0.110	233.8	0.0	6.6
WB.6P	0.0	0.0	0	22767	0.223	57.9	15.2	7.2
WB.6S	0.0	0.0	0	22767	0.223	57.9	-15.2	7.2
WB.5P	0.0	0.0	0	0	0	92.5	15.4	6.3
WB.5S	0.0	0.0	0	0	0	92.5	-15.4	6.3
WB.4P	0.0	0.0	0	0	0	122.6	15.4	6.3
WB.4S	0.0	0.0	0	0	0	122.6	-15.4	6.3
WB.3P	0.0	0.0	0	0	0	152.7	15.4	6.3
WB.3S	0.0	0.0	0	0	0	152.7	-15.4	6.3
WB.2P	0.0	0.0	0	0	0	182.7	15.4	6.4
WB.2S	0.0	0.0	0	0	0	182.7	-15.4	6.4
WB.1P	3752.5	3661.0	100	0	0	213.8	13.5	8.9
WB.1S	3752.5	3661.0	100	0	0	213.8	-13.5	8.9
TOTAL	82935.2	95033	47.5	176320.42	1.726	132.38	0	11.98

Πίνακας 4.1-10 : Στοιχεία φόρτωσης διαμερισμάτων πλοίου "SIR NIKOLAS" σε GPLA

Στον κάτωθι πίνακα αναγράφονται τα στοιχεία φόρτωσης των προμηθειών καθώς και των μη αναλώσιμων βαρών που το πλοίο φέρει σε κάθε ταξίδι του.

NAME	LOAD	MASS	XCG	YCG	ZCG	XMIN	XMAX
WATER.&OIL	NON-CONSUMABLE	18.8	19.75	0	11.99	-5.33	243.47
STORES.&SPARES	NON-CONSUMABLE	60.2	85.69	0	17.89	-5.33	243.47
CREW.&EFFECTS	NON-CONSUMABLE	4.3	31.2	0	30.64	24	38.4
PROVISIONS.FLD	CONSUMABLE	0.83	28	0	22.65	24	36
TOTAL		84.1	67.6	0	17.27		

Πίνακας 4.1-11 : Στοιχεία φόρτωσης μαζών πλοίου "SIR NIKOLAS" σε GPLA

Τα τελικά συγκεντρωτικά αποτελέσματα δίνονται στον επόμενο πίνακα.

	Weight (t)	LCG(m)	TCG(m)	VCG(m)	FRSM (tm)	LCB(m)
Deadweight	83019.3	132.31	0	11.99	176320.42	
Lightweight	19158.5	111.36	0	11.59		
Displacement (rho=1.025)	102177.8	128.38	0	11.91	176320.42	128.383

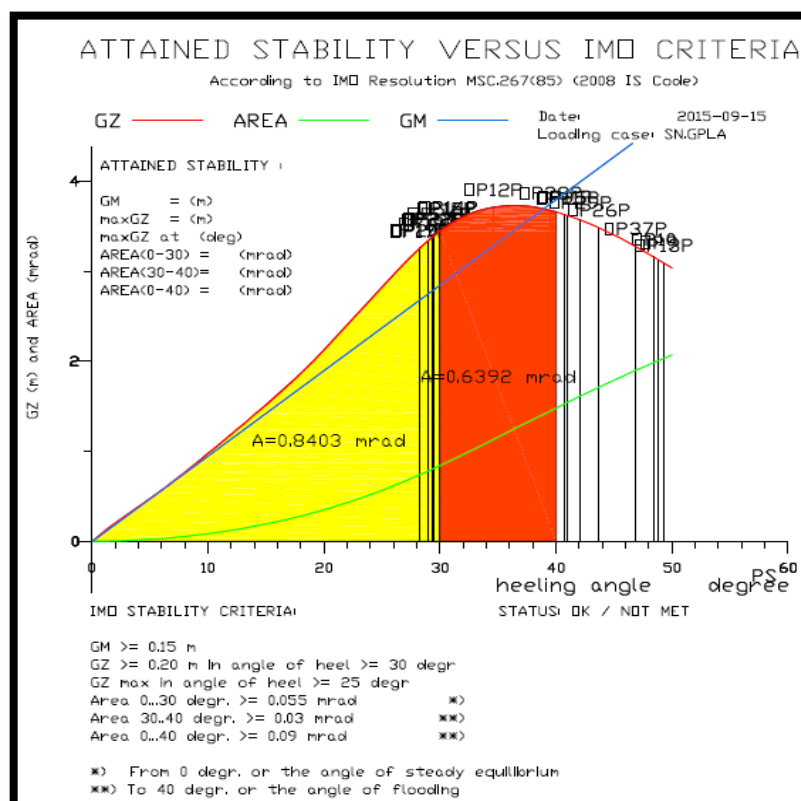
Πίνακας 4.1-12 : Συγκεντρωτικά αποτελέσματα πλοίου "SIR NIKOLAS" σε GPLA

Στο παρακάτω σχήμα αναγράφονται κάποια χαρακτηριστικά πλεύσης του δεξαμενοπλοίου "SIR NIKOLAS" στην κατάσταση Group Load Arrival και όπως φαίνεται το βύθισμα είναι 11.543m. Το πλοίο έχει μηδενική διαγωγή όπως συμβαίνει στην αντίστοιχη κατάσταση φόρτωσης και για το πλοίο αναφοράς. Επίσης, αναγράφονται τα χαρακτηριστικά της φόρτωσης σχετικά με τα κριτήρια άθικτης ευστάθειας του IMO

F L O A T I N G P O S I T I O N				
Draught moulded	11.543 m	KM	19.08 m	
Trim	0.000 m	KG	11.91 m	
Heel, PS=+	0.0 deg			
TA	11.543 m	GMO	7.17 m	
TF	11.542 m	GMCORR	-1.73 m	
Trimming moment	-18 tonm	GM	5.44 m	
Enter data				
Stability Criteria				
LQ*CRT*STD Read from the NAPA data base (N11053)				
RCR	TEXT	REQ	ATTN UNIT	STAT
AREA30	Area under GZ curve .	0.055	0.840 mrad	OK
AREA40	Area under GZ curve .	0.090	1.479 mrad	OK
AREA3040	Area under GZ curve .	0.030	0.639 mrad	OK
GZ0.2	Max GZ > 0.2	0.200	3.728 m	OK
MAXGZ25	Max. GZ at an angle .	25.000	36.380 deg	OK
GMO.15	GM > 0.15 m	0.150	5.441 m	OK

Εικόνα 4.1-4 : Στοιχεία πλεύσης και κριτήρια ευστάθειας πλοίου "SIR NIKOLAS" σε GPLA

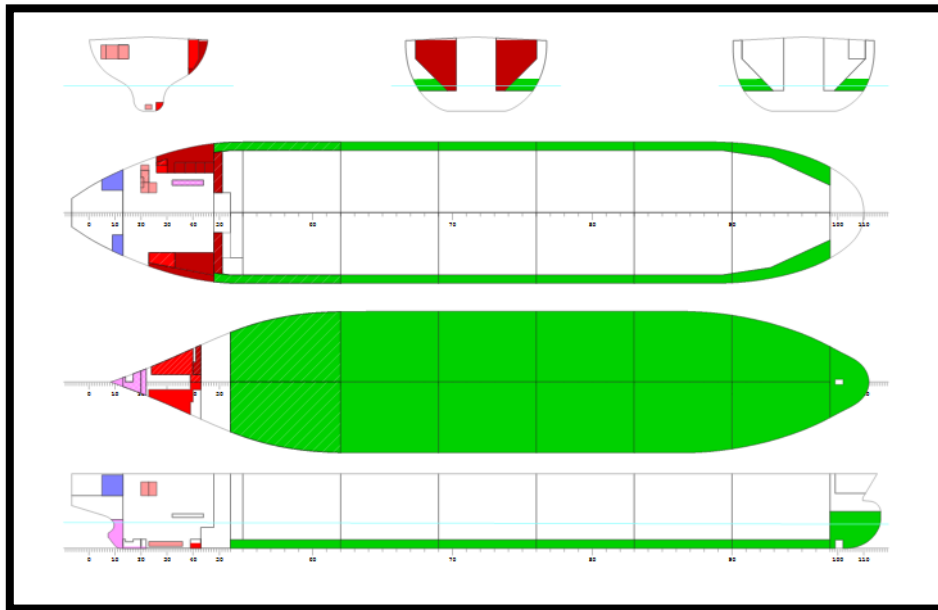
Στο παρακάτω σχήμα γίνεται και γραφική απεικόνιση επί της καμπύλης ευστάθειας της ικανοποίησης των κριτηρίων άθικτης ευστάθειας του IMO.



Σχήμα 4.1-8 : Καμπύλη ευστάθειας πλοίου "SIR NIKOLAS" σε GPLA

4.1.5 Κατάσταση ερματισμού- Αναχώρηση (Normal Ballast Departure)

Παρατίθεται το σχέδιο γενικής διάταξης του πλοίου "SIR NIKOLAS" στο οποίο διακρίνονται με διάφορα χρώματα τα επιμέρους φορτία στην κατάσταση αυτή.



Σχήμα 4.1-9 : Σχέδιο γενικής διάταξης πλοίου "SIR NIKOLAS" σε NBD

Στον παρακάτω πίνακα δίνονται αναλυτικά τα χαρακτηριστικά της φόρτωσης των διαμερισμάτων του πλοίου "SIR NIKOLAS" για την κατάσταση NBD. Να σημειωθεί πως για την δεδομένη κατάσταση λήφθηκε για όλα τα διαμερίσματα υπόψιν η μέγιστη ελεύθερη επιφάνεια με εξαίρεση τις δεξαμενές έρματος όπου μόνο για τις δεξαμενές WB.6P και WB.6S λήφθηκε η μέγιστη ελεύθερη επιφάνεια. Για τις υπόλοιπες δεξαμενές έρματος καθώς επίσης για τις δεξαμενές φορτίου Cargo Oil λήφθηκε μηδενική.

NAME	MASS	VLOAD	VREL	FRSM	GMCORR	CGX	CGY	CGZ
OUTER.HFO.ST	557.52	563.15	98	156.55	0.002	29.51	-17.88	16.38
HFO.SET.PT	84.40	85.25	98	6.61	0.000	37.00	13.71	16.82
HFO.SERV.PT	84.74	85.60	98	6.61	0.000	34.20	13.72	16.80
HFO.PT	364.19	367.87	98	401.40	0.006	39.68	11.40	15.75
HFO.ST	364.19	367.87	98	401.40	0.006	39.68	-11.40	15.75
LS.HFO.SERV.PT	97.73	98.71	98	7.56	0.000	28.00	13.72	16.76
LS.HFO.SET.PT	97.27	98.26	98	7.56	0.000	31.20	13.72	16.78
LS.HFO.ST	617.18	623.41	98	198.62	0.003	32.76	-14.88	17.16
INNER.HFO.PT	422.41	426.67	98	133.89	0.002	30.73	15.74	16.78
OUTER.HFO.PT	478.90	483.74	98	128.45	0.002	29.92	18.19	16.62
MDO.STO.ST	139.87	155.42	98	295.58	0.005	27.39	-4.21	1.51
MDO.SERV.T	38.44	42.71	98	2.90	0.000	22.40	13.46	19.13
LS.MDO.STO.PT	69.61	77.35	49	336.06	0.005	27.63	4.29	1.52
LS.MDO.STO.ST	239.70	266.34	98	35.95	0.001	22.79	-14.08	17.44
LS.MDO.SERV.PT	21.34	23.71	98	0.69	0.000	22.62	15.31	19.08
CLO.STOT.LSHFO	13.42	14.91	98	0.64	0.000	17.20	13.85	18.22
TLO.STOT	1.52	1.69	98	0.21	0.000	16.40	10.00	16.84
CLO.STOT	32.02	35.58	98	10.07	0.000	17.24	11.21	18.29
GE.LO.STOT	4.47	4.97	98	0.21	0.000	16.40	8.46	18.22
MAIN.LO.SETT	22.28	24.75	98	4.13	0.000	17.36	7.54	18.22
MAIN.LO.STOT	26.75	29.72	98	5.10	0.000	19.60	7.70	18.22
MAIN.LO.SUMPT	25.71	28.57	98	6.12	0.000	23.60	0.00	1.29
DWT	133.38	133.38	100	120.68	0.002	8.85	-10.37	19.36
FWT	239.33	239.33	100	192.33	0.003	7.44	10.06	19.39
BHT	5.16	5.16	10	53.92	0.001	13.75	-0.08	1.49
OBT	2.62	2.62	10	59.58	0.001	16.82	0.00	1.51

SLUDGE.T	1.67	1.67	10	2.86	0.000	30.40	9.23	9.97
CWT	41.14	41.14	100	8.14	0.000	9.09	0.00	4.72
FO.OVER.T	14.72	14.87	35	120.98	0.002	33.28	5.84	1.44
COT.6P	0.00	0.00	0	0.00	0.000	62.76	9.07	12.88
COT.6S	0.00	0.00	0	0.00	0.000	62.76	-9.07	12.88
COT.5P	0.00	0.00	0	0.00	0.000	92.45	9.41	12.54
COT.5S	0.00	0.00	0	0.00	0.000	92.45	-9.41	12.54
COT.4P	0.00	0.00	0	0.00	0.000	122.55	9.41	12.54
COT.4S	0.00	0.00	0	0.00	0.000	122.55	-9.41	12.54
COT.3P	0.00	0.00	0	0.00	0.000	152.65	9.41	12.54
COT.3S	0.00	0.00	0	0.00	0.000	152.65	-9.41	12.54
COT.2P	0.00	0.00	0	0.00	0.000	182.74	9.40	12.54
COT.2S	0.00	0.00	0	0.00	0.000	182.74	-9.40	12.54
COT.1P	0.00	0.00	0	0.00	0.000	211.01	7.54	12.63
COT.1S	0.00	0.00	0	0.00	0.000	211.01	-7.54	12.63
SLOP.PT	0.00	0.00	0	0.00	0.000	44.60	8.98	14.34
SLOP.ST	0.00	0.00	0	0.00	0.000	44.66	-7.89	13.65
RES	0.00	0.00	0	0.00	0.000	44.16	-16.47	19.05
APT	0.00	0.00	0	0.00	0.000	4.85	0.00	13.83
FPT	2738.41	2671.62	100	0.00	0.000	233.82	0.00	6.56
WB.6P	3068.06	2993.23	70	22767	0.347	57.87	15.23	7.16
WB.6S	3068.06	2993.23	70	22767	0.347	57.87	-15.23	7.16
WB.5P	3211.82	3133.49	100	0.00	0.000	92.46	15.44	6.30
WB.5S	3211.82	3133.49	100	0.00	0.000	92.46	-15.44	6.30
WB.4P	3215.29	3136.87	100	0.00	0.000	122.55	15.44	6.29
WB.4S	3215.29	3136.87	100	0.00	0.000	122.55	-15.44	6.29
WB.3P	3215.29	3136.87	100	0.00	0.000	152.65	15.44	6.29
WB.3S	3215.29	3136.87	100	0.00	0.000	152.65	-15.44	6.29
WB.2P	3185.39	3107.70	100	0.00	0.000	182.67	15.38	6.37
WB.2S	3185.39	3107.70	100	0.00	0.000	182.67	-15.38	6.37
WB.1P	3752.52	3661.00	100	0.00	0.000	213.81	13.54	8.93
WB.1S	3752.52	3661.00	100	0.00	0.000	213.81	-13.54	8.93
TOTAL	46276.8	45354	22.7	48238.87	0.736	135.18	0	7.26

Πίνακας 4.1-13 : Στοιχεία φόρτωσης διαμερισμάτων πλοίου "SIR NIKOLAS" σε NBD

Στον κάτωθι πίνακα αναγράφονται τα στοιχεία φόρτωσης των προμηθειών καθώς και των μη αναλώσιμων βαρών που το πλοίο φέρει σε κάθε ταξίδι του.

NAME	LOAD	MASS	XCG	YCG	ZCG	XMIN	XMAX
WATER.&OIL	NON-CONSUMABLE	18.8	19.75	0	11.99	-5.33	243.47
STORES.&SPARES	NON-CONSUMABLE	60.2	85.69	0	17.89	-5.33	243.47
CREW.&EFFECTS	NON-CONSUMABLE	4.3	31.2	0	30.64	24	38.4
PROVISIONS.FLD	CONSUMABLE	8.3	28	0	22.65	24	36
TOTAL		91.6	64.37	0	17.71		

Πίνακας 4.1-14 : Στοιχεία φόρτωσης μαζών πλοίου "SIR NIKOLAS" σε NBD

Τα τελικά συγκεντρωτικά αποτελέσματα δίνονται στον επόμενο πίνακα.

	Weight (t)	LCG(m)	TCG(m)	VCG(m)	FRSM (tm)	LCB(m)
Deadweight	46368.4	135.04	0	7.28	48238.9	
Lightweight	19158.5	111.36	0	11.59		
Displacement (rho=1.025)	65527.0	128.11	0	8.54	48238.9	128.104

Πίνακας 4.1-15 : Συγκεντρωτικά αποτελέσματα πλοίου "SIR NIKOLAS" σε NBD

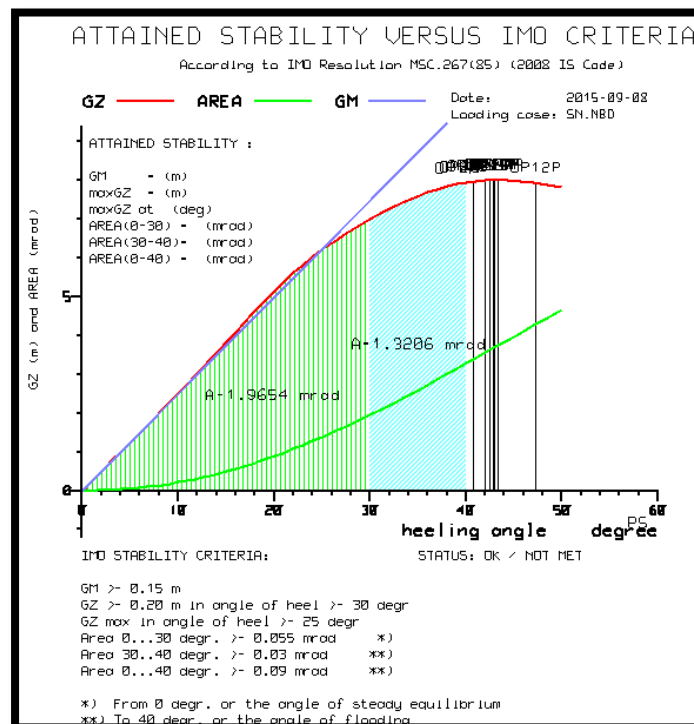
Στο παρακάτω σχήμα αναγράφονται κάποια χαρακτηριστικά πλεύσης του δεξαμενοπλοίου "SIR NIKOLAS" στην κατάσταση Normal Ballast Departure. Όπως φαίνεται το πλοίο έχει έμπρυμνη διαγωγή -0.542m. Επίσης, αναγράφονται τα χαρακτηριστικά της φόρτωσης σχετικά με τα κριτήρια άθικτης ευστάθειας του IMO.

FLOATING POSITION				
Draught moulded	7.627 m	KM	23.58 m	
Trim	-0.542 m	KG	8.54 m	
Heel, PS=+	0.0 deg			
TA	7.898 m	GMO	15.04 m	
TF	7.356 m	GMCORR	-0.74 m	
Trimming moment	-74941 tonm	GM	14.31 m	
Stability Criteria				
RCR	TEXT	REQ	ATTN UNIT	STAT
AREA30	Area under GZ curve .	0.055	1.965 mrad	OK
AREA40	Area under GZ curve .	0.090	3.286 mrad	OK
AREA3040	Area under GZ curve .	0.030	1.321 mrad	OK
GZ0.2	Max GZ > 0.2	0.200	8.008 m	OK
MAXGZ25	Max. GZ at an angle .	25.000	43.371 deg	OK
GMO.15	GM > 0.15 m	0.150	14.308 m	OK

Εικόνα 4.1-5 : Στοιχεία πλεύσης και κριτήρια ευστάθειας πλοίου "SIR NIKOLAS" σε NBD

Όπως γίνεται αντιληπτό τηρείται ο κανονισμός 18 σχετικά με το απαιτούμενο μέσο βύθισμα όπως αυτό έχει οριστεί και στην παράγραφο 1 του κεφαλαίου 2 $dm_{req}=6.795m$ αφού εδώ ισχύει $dm=7.627m$, της μέγιστης επιτρεπόμενης έμπρυμνης διαγωγής $trim=3.596m$ αφού εδώ είναι μόλις $0.542m$ και τέλος της πλήρους βύθισης της έλικας αφού αν θεωρηθεί βάσει και του πλοίου αναφοράς ότι η προπέλα του πλοίου είναι διαμέτρου $Dp=7.4m$ άρα $Required\ draft = S.C.H.+Pro.DIA.*0.5 = 7.440\ m < 7.898m=Ta$.

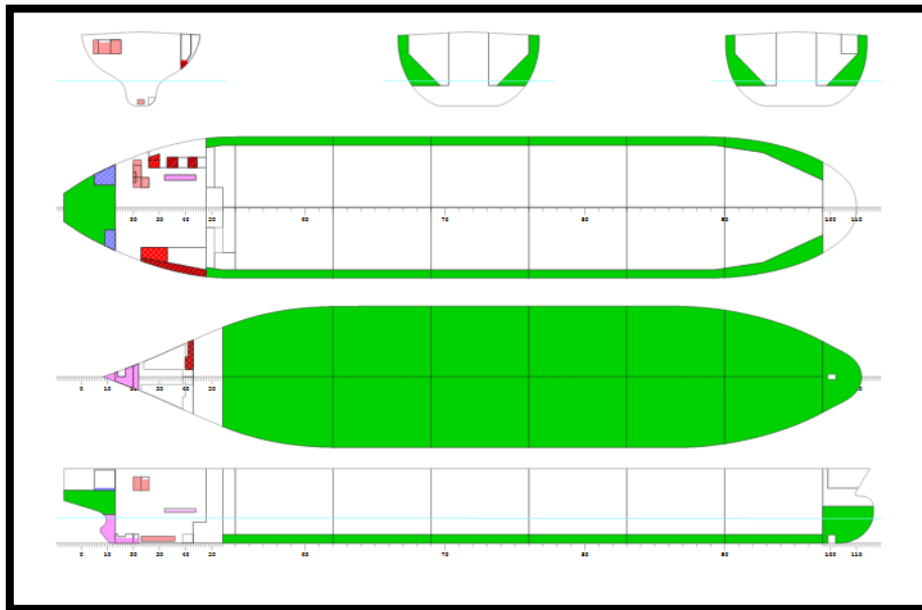
Τέλος στο παρακάτω σχήμα γίνεται και γραφική απεικόνιση επί της καμπύλης ευστάθειας της ικανοποίησης των κριτηρίων άθικτης ευστάθειας του IMO.



Σχήμα 4.1-10 : Καμπύλη ευστάθειας πλοίου "SIR NIKOLAS" σε NBD

4.1.6 Κατάσταση ερματισμού- Άφιξη (Normal Ballast Arrival)

Παρατίθεται το σχέδιο γενικής διάταξης του πλοίου "SIR NIKOLAS" στο οποίο διακρίνονται με διάφορα χρώματα τα επιμέρους φορτία στην κατάσταση αυτή.



Σχήμα 4.1-11 : Σχέδιο γενικής διάταξης πλοίου "SIR NIKOLAS" σε NBA

Στον παρακάτω πίνακα δίνονται αναλυτικά τα χαρακτηριστικά της φόρτωσης των διαμερισμάτων του πλοίου "SIR NIKOLAS" για την κατάσταση NBA.

Να σημειωθεί πως για την δεδομένη κατάσταση λήφθηκε για όλα τα διαμερίσματα υπόψιν η μέγιστη ελεύθερη επιφάνεια με εξαίρεση τις δεξαμενές έρματος όπου μόνο για τις δεξαμενές WB.6P και WB.6S λήφθηκε η μέγιστη ελεύθερη επιφάνεια. Για τις υπόλοιπες δεξαμενές έρματος καθώς επίσης για τις δεξαμενές φορτίου Cargo Oil λήφθηκε μηδενική.

NAME	MASS	VLOAD	VREL	FRSM	GMCORR	CGX	CGY	CGZ
OUTER.HFO.ST	153.60	155.15	27	156.55	0.002	29.51	-17.88	16.38
HFO.SET.PT	0.00	0.00	0	6.61	0.000	37.00	13.71	16.82
HFO.SERV.PT	76.10	76.86	88	6.61	0.000	34.20	13.72	16.80
HFO.PT	0.00	0.00	0	401.40	0.006	39.68	11.40	15.75
HFO.ST	0.00	0.00	0	401.40	0.006	39.68	-11.40	15.75
LS.HFO.SERV.PT	87.75	88.64	88	7.56	0.000	28.00	13.72	16.76
LS.HFO.SET.PT	0.00	0.00	0	7.56	0.000	31.20	13.72	16.78
LS.HFO.ST	0.00	0.00	0	198.62	0.003	32.76	-14.88	17.16
INNER.HFO.PT	0.00	0.00	0	133.89	0.002	30.73	15.74	16.78
OUTER.HFO.PT	0.00	0.00	0	128.45	0.002	29.92	18.19	16.62
MDO.STO.ST	0.00	0.00	0	295.58	0.005	27.39	-4.21	1.51
MDO.SERV.T	9.02	10.02	23	2.90	0.000	22.40	13.46	19.13
LS.MDO.STO.PT	0.00	0.00	0	336.06	0.005	27.63	4.29	1.52
LS.MDO.STO.ST	36.69	40.77	15	35.95	0.001	22.79	-14.08	17.44
LS.MDO.SERV.PT	6.53	7.26	30	0.69	0.000	22.62	15.31	19.08
CLO.STOT.LSHFO	13.42	14.91	98	0.64	0.000	17.20	13.85	18.22

TLO.STOT	1.24	1.38	80	0.21	0.000	16.40	10.00	16.84
CLO.STOT	26.14	29.04	80	10.07	0.000	17.24	11.21	18.29
GE.LO.STOT	3.65	4.06	80	0.21	0.000	16.40	8.46	18.22
MAIN.LO.SETT	22.28	24.75	98	4.13	0.000	17.36	7.54	18.22
MAIN.LO.STOT	21.84	24.26	80	5.10	0.000	19.60	7.70	18.22
MAIN.LO.SUMPT	25.71	28.57	98	6.12	0.000	23.60	0.00	1.29
DWT	13.34	13.34	10	120.68	0.002	8.85	-10.37	19.36
FWT	23.93	23.93	10	192.33	0.003	7.44	10.06	19.39
BHT	25.78	25.78	50	53.92	0.001	13.75	-0.08	1.49
OBT	13.11	13.11	50	59.58	0.001	16.82	0.00	1.51
SLUDGE.T	8.33	8.33	50	2.86	0.000	30.40	9.23	9.97
CWT	41.14	41.14	100	8.14	0.000	9.09	0.00	4.72
FO.OVER.T	2.10	2.12	5	120.98	0.002	33.28	5.84	1.44
COT.6P	0.00	0.00	0	0.00	0.000	62.76	9.07	12.88
COT.6S	0.00	0.00	0	0.00	0.000	62.76	-9.07	12.88
COT.5P	0.00	0.00	0	0.00	0.000	92.45	9.41	12.54
COT.5S	0.00	0.00	0	0.00	0.000	92.45	-9.41	12.54
COT.4P	0.00	0.00	0	0.00	0.000	122.55	9.41	12.54
COT.4S	0.00	0.00	0	0.00	0.000	122.55	-9.41	12.54
COT.3P	0.00	0.00	0	0.00	0.000	152.65	9.41	12.54
COT.3S	0.00	0.00	0	0.00	0.000	152.65	-9.41	12.54
COT.2P	0.00	0.00	0	0.00	0.000	182.74	9.40	12.54
COT.2S	0.00	0.00	0	0.00	0.000	182.74	-9.40	12.54
COT.1P	0.00	0.00	0	0.00	0.000	211.01	7.54	12.63
COT.1S	0.00	0.00	0	0.00	0.000	211.01	-7.54	12.63
SLOP.PT	0.00	0.00	0	0.00	0.000	44.60	8.98	14.34
SLOP.ST	0.00	0.00	0	0.00	0.000	44.66	-7.89	13.65
RES	0.00	0.00	0	0.00	0.000	44.16	-16.47	19.05
APT	1046.31	1020.79	100	0.00	0.000	4.85	0.00	13.83
FPT	2738.41	2671.62	100	0.00	0.000	233.82	0.00	6.56
WB.6P	4382.94	4276.04	100	22767	0.347	57.87	15.23	7.16
WB.6S	4382.94	4276.04	100	22767	0.347	57.87	-15.23	7.16
WB.5P	3211.82	3133.49	100	0.00	0.000	92.46	15.44	6.30
WB.5S	3211.82	3133.49	100	0.00	0.000	92.46	-15.44	6.30
WB.4P	3215.29	3136.87	100	0.00	0.000	122.55	15.44	6.29
WB.4S	3215.29	3136.87	100	0.00	0.000	122.55	-15.44	6.29
WB.3P	3215.29	3136.87	100	0.00	0.000	152.65	15.44	6.29
WB.3S	3215.29	3136.87	100	0.00	0.000	152.65	-15.44	6.29
WB.2P	3185.39	3107.70	100	0.00	0.000	182.67	15.38	6.37
WB.2S	3185.39	3107.70	100	0.00	0.000	182.67	-15.38	6.37
WB.1P	3752.52	3661.00	100	0.00	0.000	213.81	13.54	8.93
WB.1S	3752.52	3661.00	100	0.00	0.000	213.81	-13.54	8.93
TOTAL	46322.9	45230	22.6	48238.87	0.736	135.99	0	7.16

Πίνακας 4.1-16 : Στοιχεία φόρτωσης διαμερισμάτων πλοίου "SIR NIKOLAS" σε NBA

Στον κάτωθι πίνακα αναγράφονται τα στοιχεία φόρτωσης των προμηθειών καθώς και των μη αναλώσιμων βαρών που το πλοίο φέρει σε κάθε ταξίδι του.

NAME	LOAD	MASS	XCG	YCG	ZCG	XMIN	XMAX
WATER.&.OIL	NON-CONSUMABLE	18.8	19.75	0	11.99	-5.33	243.47
STORES.&.SPARES	NON-CONSUMABLE	60.2	85.69	0	17.89	-5.33	243.47
CREW.&.EFFECTS	NON-CONSUMABLE	4.3	31.2	0	30.64	24	38.4
PROVISIONS.FLD	CONSUMABLE	0.83	28	0	22.65	24	36
TOTAL		84.1	67.6	0	17.27		

Πίνακας 4.1-17: Στοιχεία φόρτωσης μαζών πλοίου "SIR NIKOLAS" σε NBA

Τα τελικά συγκεντρωτικά αποτελέσματα δίνονται στον επόμενο πίνακα.

	Weight (t)	LCG(m)	TCG(m)	VCG(m)	FRSM (tm)	LCB(m)
Deadweight	46407.1	135.87	0	7.18	48238.9	
Lightweight	19158.5	111.36	0	11.59		
Displacement (rho=1.025)	65565.6	128.70	0	8.47	48238.9	128.70

Πίνακας 4.1-18 : Συγκεντρωτικά αποτελέσματα πλοίου "SIR NIKOLAS" σε NBA

Στο παρακάτω σχήμα αναγράφονται κάποια χαρακτηριστικά πλεύσης του δεξαμενοπλοίου "SIR NIKOLAS" στην κατάσταση Normal Ballast Arrival. Όπως φαίνεται το πλοίο έχει έμπρυμνη διαγωγή -0.263m. Επίσης, αναγράφονται τα χαρακτηριστικά της φόρτωσης σχετικά με τα κριτήρια άθικτης ευστάθειας του IMO.

```

F L O A T I N G   P O S I T I O N
-----
Draught moulded   7.620 m      KM      23.56 m
Trim              -0.263 m      KG       8.47 m
Heel, PS=+        0.0 deg
TA                7.752 m      GMO      15.09 m
TF               7.489 m      GMCORR   -0.74 m
Trimming moment  -36239 tonm   GM       14.35 m

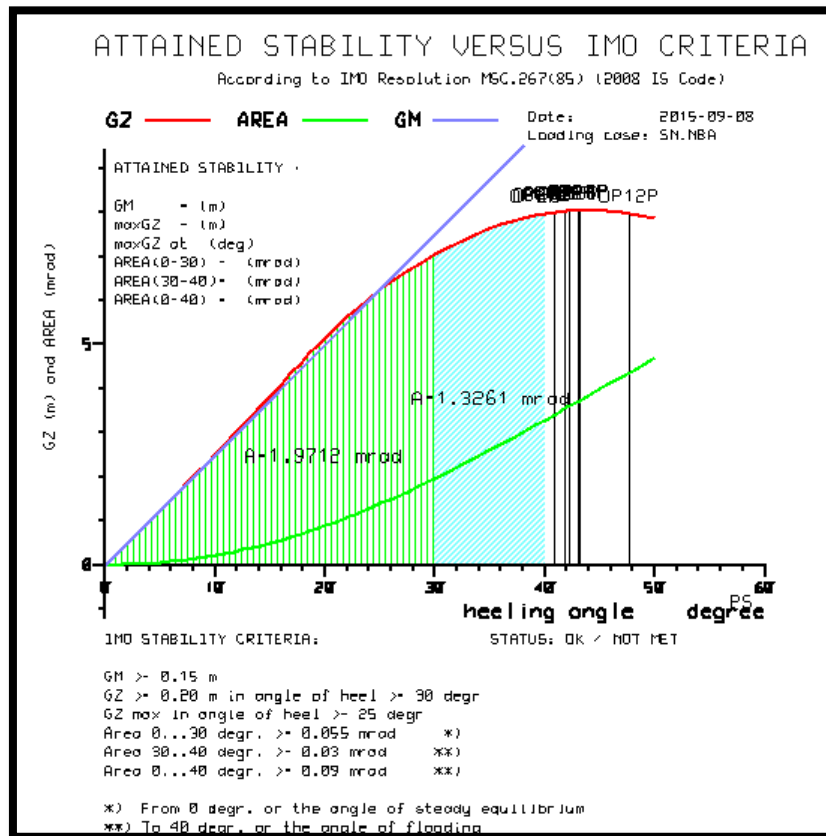
Stability Criteria
-----
RCR   TEXT                               REQ   ATTU UNIT  STAT
-----
AREA30 Area under GZ curve .  0.055  1.971 mrad OK
AREA40 Area under GZ curve .  0.090  3.297 mrad OK
AREA3040 Area under GZ curve .  0.030  1.326 mrad OK
GZ0.2 Max GZ > 0.2 .  0.200  8.048 m OK
MAXGZ25 Max. GZ at an angle .  25.000  43.458 deg OK
GMO.15 GM > 0.15 m .  0.150  14.354 m OK
-----

```

Εικόνα 4.1-6 : Στοιχεία πλεύσης και κριτήρια ευστάθειας πλοίου "SIR NIKOLAS" σε NBA

Όπως γίνεται αντιληπτό τηρείται ο κανονισμός 18 σχετικά με το απαιτούμενο μέσο βύθισμα όπως αυτό έχει οριστεί και στην παράγραφο 1 του κεφαλαίου 2 $dm_{req}=6.795m$ αφού εδώ ισχύει $dm=7.62m$, της μέγιστης επιτρεπόμενης έμπρυμνης διαγωγής $trim=3.596m$ αφού εδώ είναι μόλις $0.263m$ και τέλος της πλήρους βύθισης της έλικας αφού αν θεωρηθεί βάσει και του πλοίου αναφοράς ότι η προπέλα του πλοίου είναι διαμέτρου $Dp=7.4m$ άρα $Required\ draft = S.C.H.+Pro.DIA.*0.5 = 7.440\ m < 7.752m = Ta$.

Τέλος στο παρακάτω σχήμα γίνεται και γραφική απεικόνιση επί της καμπύλης ευστάθειας της ικανοποίησης των κριτηρίων άθικτης ευστάθειας του IMO.



Σχήμα 4.1-12 : Καμπύλη ευστάθειας πλοίου "SIR NIKOLAS" σε NBA

4.2 Αναλυτική παρουσίαση των σεναρίων βλάβης που μελετήθηκαν

Για την μελέτη της ευστάθειας μετά από βλάβη του δεξαμενοπλοίου "SIR NIKOLAS" και την θετική ή αρνητική αξιολόγηση των εξαγόμενων αποτελεσμάτων χρησιμοποιήθηκαν κάποια συγκεκριμένα σεναρία βλάβης όπως και κάποια κριτήρια ευστάθειας μετά από βλάβη όπως αυτά προβλέπονται από τον κανονισμό 28 της σύμβασης της MARPOL 73/78.

Τα σεναρία βλάβης τα οποία μελετήθηκαν λήφθηκαν σύμφωνα με τα σεναρία που περιγράφονται στο εγχειρίδιο Full Damage Stability Calculation DRW No 8G-7000-003 του πλοίου αναφοράς.

Τα σεναρία βλάβης τα οποία μελετήθηκαν είναι τριών ειδών και είναι τα εξής :

1. Πλευρικές βλάβες (Side Damages)
2. Βλάβες πυθμένα (Bottom Damages)
3. Βλάβες λόγω προσάραξης (Bottom Raking Damages)

Η κωδικοποίηση που χρησιμοποιείται για τις βλάβες αυτές είναι :

Dx.yzw

- όπου
- x : Αριθμός για την περιοχή διαμερισμάτων η οποία υπόκειται σε βλάβη (1 ως 9)
 - y : Αριθμός για το είδος της βλάβης (1: Πλευρικές, 2: Πυθμένα)
 - z : Αύξων αριθμός βλάβης
 - w : Πλευρά που υπέστη τη βλάβη (P:port side, S:starboard side, _:symmetrical)

Για παράδειγμα το σενάριο βλάβης D6.12P αναφέρεται σε μια πλευρική βλάβη στην port side πλευρά του πλοίου ενώ το D7.22 σε μια βλάβη πυθμένα.

Να σημειωθεί ότι για x από 1 έως 8 γίνεται αναφορά είτε σε πλευρικές βλάβες είτε σε βλάβες πυθμένα ενώ μόνο για $x=9$ γίνεται αναφορά σε βλάβες λόγω προσάραξης.

Η διάκριση μεταξύ των διαφορετικών ειδών των βλαβών έγκειται αφενός στην περιοχή της βλάβης και αφετέρου στο μέγιστο θεωρούμενο εύρος της βλάβης με τα όρια τους να προσδιορίζονται βάση των διαστάσεων του πλοίου όπως περιγράφεται και στον κανονισμό 28 της σύμβασης της MARPOL 73/78.

Συνολικά μελετήθηκαν 58 διαφορετικά σενάρια βλάβης εκ των οποίων τα 40 είναι πλευρικά ,τα 15 είναι στον πυθμένα και τα 3 είναι λόγω προσάραξης.

Στον παρακάτω πίνακα γίνεται ο ακριβής προσδιορισμός αυτών των μέγιστων ορίων σύμφωνα με τις διαστάσεις του υπό μελέτη πλοίου ‘SIR NIKOLAS’.

Damage type	Side Damage	Bottom Damage		Bottom Raking Damage
Location	Everywhere	0.3*Lf=71.93m from F.P.	Elsewhere	Everywhere
Longitudinal Extent	$\frac{1}{3} * Lf^{2/3}$ =12.86 or 14.50m whichever is less 12.86m	$\frac{1}{3} * Lf^{2/3}$ =12.86 or 14.50m whichever is less 12.86m	$\frac{1}{3} * Lf^{2/3}$ =12.86m or 5m whichever is less 5m	0.6*Lf from F.P. = 143.86m
Transverse Extent	B/5=8.68 or 11.50m whichever is less 8.68m	B/6=7.23 or 10m whichever is less 7.23m	B/6=7.23 or 5m whichever is less 5.00m	B/3= 14.47m
Vertical Extent	From the base line upward without limit	B/15=2.89 or 6.00m whichever is less 2.89m	B/15=2.89 or 6.00m whichever is less 2.89m	Breach of outer hull

Πίνακας 4.2-1 : Μέγιστη θεωρούμενη έκταση βλαβών σύμφωνα με τον κανονισμό 28

Κάθε ένα από τα σενάρια βλάβης που μελετήθηκαν αποτελείται από 3 φάσεις καθώς και την φάση ισορροπίας. Αυτό σημαίνει ότι η κατάκλυση των διαμερισμάτων πραγματοποιείται σε τρεις διαδοχικές φάσεις σε κάθε μια από τις οποίες εισρέει μια ποσότητα νερού η οποία εξαρτάται από παραμέτρους όπως η αρχική θέση του διαμερίσματος, η κατάσταση φόρτωσης στην οποία βρισκόταν το πλοίο πριν την βλάβη ,το βύθισμα του πλοίου στο σημείο αυτό κ.λπ.

Πρέπει να διευκρινιστεί ότι για την θετική αξιολόγηση των αποτελεσμάτων προϋπόθεση αποτελεί η ικανοποίηση των κριτηρίων ευστάθειας μετά από βλάβη τόσο κατά την κατάσταση ισορροπίας όσο και σε κάθε μια φάση της κατάκλυσης ξεχωριστά.

Παρακάτω παρατίθενται όλα τα σενάρια βλάβης τα οποία μελετήθηκαν αναλυτικά σε πίνακες και συγκεκριμένα από αριστερά προς τα δεξιά εμφανίζονται ο κωδικός της βλάβης, τα διαμερίσματα τα οποία υπέστησαν βλάβη, η διαχωρητικότητα του διαμερίσματος καθώς και ο όγκος του.

Στον επόμενο πίνακα παρατίθενται τα σενάρια βλάβης στην port πλευρά του πλοίου.

DAM	COMP	PERM	VOL	DAM	COMP	PERM	VOL	
D1.11	FPT	0.95	2726.14	D7.13P	WB.6P	0.95	4363.3	
	FWD.VOID	0.95	1794.66		COT.6P	0.95	10779	
	BOSUN.STORE	0.6	1195.68		SLOP.PT	0.95	1551.66	
D1.12P	FPT	0.95	2726.14		HFO.PT	0.95	383.04	
	FWD.VOID	0.95	1794.66		OUTER.HFO.PT	0.95	503.69	
	BOSUN.STORE	0.6	1195.68		INNER.HFO.PT	0.95	444.27	
	WB.1P	0.95	3735.71		PUMP.ROOM	0.95	2651.18	
D1.13P	FPT	0.95	2726.14		D7.14	WB.6P	0.95	4363.3
	FWD.VOID	0.95	1794.66			WB.6S	0.95	4363.3
	BOSUN.STORE	0.6	1195.68			COT.6P	0.95	10779
	WB.1P	0.95	3735.71	COT.6S		0.95	10779	
	COT.1P	0.95	8681.33	SLOP.PT		0.95	1551.66	
D2.11P	WB.1P	0.95	3735.71	SLOP.ST		0.95	1355.47	
	WB.2P	0.95	3171.12	PUMP.ROOM		0.95	2651.18	
D2.12P	WB.1P	0.95	3735.71	E.R		0.85	13295.6	
	WB.2P	0.95	3171.12	STEER.G.ROOM		0.95	1790.7	
	COT.1P	0.95	8681.33	D7.15P		WB.6P	0.95	4363.3
	COT.2P	0.95	11311		COT.6P	0.95	10779	
D3.11P	WB.2P	0.95	3171.12		SLOP.PT	0.95	1551.66	
	WB.3P	0.95	3200.89		HFO.PT	0.95	383.04	
D3.12P	WB.2P	0.95	3171.12		OUTER.HFO.PT	0.95	503.69	
	WB.3P	0.95	3200.89		INNER.HFO.PT	0.95	444.27	
	COT.2P	0.95	11311		PUMP.ROOM	0.95	2651.18	
	COT.3P	0.95	11322.5		E.R	0.85	13295.6	
D4.11P	WB.3P	0.95	3200.89		STEER.G.ROOM	0.95	1790.7	
	WB.4P	0.95	3200.89		D8.11P	OUTER.HFO.PT	0.95	503.69
D4.12P	WB.3P	0.95	3200.89	INNER.HFO.PT		0.95	444.27	
	COT.3P	0.95	11322.5	LS.HFO.SERV.PT		0.95	102.78	
	WB.4P	0.95	3200.89	LS.HFO.SET.PT		0.95	102.31	
	COT.4P	0.95	11322.5	HFO.SERV.PT		0.95	89.13	
D5.11P	WB.4P	0.95	3200.89	HFO.SET.PT		0.95	88.76	
	WB.5P	0.95	3197.43	LS.MDO.SERV.PT		0.95	24.69	
D5.12P	WB.4P	0.95	3200.89	MDO.SERV.T		0.95	44.47	
	COT.4P	0.95	11322.5	D8.12P		OUTER.HFO.PT	0.95	503.69
	WB.5P	0.95	3197.43			INNER.HFO.PT	0.95	444.27
	COT.5P	0.95	11322.5		LS.HFO.SERV.PT	0.95	102.78	
D6.11P	WB.5P	0.95	3197.43		LS.HFO.SET.PT	0.95	102.31	
	WB.6P	0.95	4363.3		HFO.SERV.PT	0.95	89.13	
D6.12P	WB.5P	0.95	3197.43		HFO.SET.PT	0.95	88.76	
	COT.5P	0.95	11322.5		LS.MDO.SERV.PT	0.95	24.69	
	WB.6P	0.95	4363.3		MDO.SERV.T	0.95	44.47	
	COT.6P	0.95	10779		E.R	0.85	13295.6	
D7.11P	WB.6P	0.95	4363.3		STEER.G.ROOM	0.95	1790.7	
	OUTER.HFO.PT	0.95	503.69	D8.13P	OUTER.HFO.PT	0.95	503.69	

D7.12P	WB.6P	0.95	4363.3	LS.MDO.SERV.PT	0.95	24.69
	COT.6P	0.95	10779	MDO.SERV.T	0.95	44.47
	SLOP.PT	0.95	1551.66	E.R	0.85	13295.6
	HFO.PT	0.95	383.04	STEER.G.ROOM	0.95	1790.7
				DWT	0.95	136.1
				APT	0.95	1041.62

Πίνακας 4.2-2 : Σενάρια πλευρικών θλαβών Port Side

Στον επόμενο πίνακα παρατίθενται τα σενάρια βλάβης στην starboard πλευρά του πλοίου.

DAM	COMP	PERM	VOL	DAM	COMP	PERM	VOL
D1.11	FPT	0.95	2726.14	D7.12S	WB.6S	0.95	4363.30
	FWD.VOID	0.95	1794.66		COT.6S	0.95	10779.00
	BOSUN.STORE	0.6	1195.68		SLOP.ST	0.95	1355.47
			RES		0.95	196.19	
D1.12S	FPT	0.95	2726.14	HFO.ST	0.95	383.04	
	FWD.VOID	0.95	1794.66	WB.6S	0.95	4363.30	
	BOSUN.STORE	0.6	1195.68	COT.6S	0.95	10779.00	
	WB.1S	0.95	3735.71	SLOP.ST	0.95	1355.47	
D1.13S	FPT	0.95	2726.14	RES	0.95	196.19	
	FWD.VOID	0.95	1794.66	HFO.ST	0.95	383.04	
	BOSUN.STORE	0.6	1195.68	WB.6S	0.95	4363.30	
	WB.1S	0.95	3735.71	COT.6S	0.95	10779.00	
	COT.1S	0.95	8681.33	SLOP.ST	0.95	1355.47	
D2.11S	WB.1S	0.95	3735.71	RES	0.95	196.19	
	WB.2S	0.95	3171.12	HFO.ST	0.95	383.04	
D2.12S	WB.1S	0.95	3735.71	OUTER.HFO.ST	0.95	586.37	
	WB.2S	0.95	3171.12	LS.HFO.ST	0.95	649.12	
	COT.1S	0.95	8681.33	PUMP.ROOM	0.95	2651.18	
	COT.2S	0.95	11311.00	WB.6P	0.95	4363.30	
D3.11S	WB.2S	0.95	3171.12	WB.6S	0.95	4363.30	
	WB.3S	0.95	3200.89	COT.6P	0.95	10779.00	
D3.12S	WB.2S	0.95	3171.12	COT.6S	0.95	10779.00	
	WB.3S	0.95	3200.89	SLOP.PT	0.95	1551.66	
	COT.2S	0.95	11311.00	SLOP.ST	0.95	1355.47	
	COT.3S	0.95	11322.50	PUMP.ROOM	0.95	2651.18	
D4.11S	WB.3S	0.95	3200.89	E.R	0.85	13295.60	
	WB.4S	0.95	3200.89	STEER.G.ROOM	0.95	1790.70	
D4.12S	WB.3S	0.95	3200.89	WB.6S	0.95	4363.30	
	COT.3S	0.95	11322.50	COT.6S	0.95	10779.00	
	WB.4S	0.95	3200.89	SLOP.ST	0.95	1355.47	
	COT.4S	0.95	11322.50	RES	0.95	196.19	
D5.11S	WB.4S	0.95	3200.89	HFO.ST	0.95	383.04	
	WB.5S	0.95	3197.43	OUTER.HFO.ST	0.95	586.37	
D5.12S	WB.4S	0.95	3200.89	LS.HFO.ST	0.95	649.12	
	COT.4S	0.95	11322.50	PUMP.ROOM	0.95	2651.18	
	WB.5S	0.95	3197.43	E.R	0.85	13295.60	
	COT.5S	0.95	11322.50	STEER.G.ROOM	0.95	1790.70	
D6.11S	WB.4S	0.95	3200.89	OUTER.HFO.ST	0.95	586.37	
	COT.4S	0.95	11322.50	LS.HFO.ST	0.95	649.12	
D8.11S	WB.5S	0.95	3197.43	LS.MDO.STO.ST	0.95	277.32	
	COT.5S	0.95	11322.50	OUTER.HFO.ST	0.95	586.37	
D8.12S	WB.5S	0.95	3197.43	LS.HFO.ST	0.95	649.12	
	COT.5S	0.95	3197.43				

	WB.6S	0.95	4363.30		LS.MDO.STO.ST	0.95	277.32
D6.12S	WB.5S	0.95	3197.43	D8.13S	E.R	0.85	13295.60
	COT.5S	0.95	11322.50		STEER.G.ROOM	0.95	1790.70
	WB.6S	0.95	4363.30		OUTER.HFO.ST	0.95	586.37
	COT.6S	0.95	10779.00		LS.MDO.STO.ST	0.95	277.32
D7.11S	WB.6S	0.95	4363.30		E.R	0.85	13295.60
	OUTER.HFO.ST	0.95	586.37		STEER.G.ROOM	0.95	1790.70
					DWT	0.95	136.10
					APT	0.95	1041.62

Πίνακας 4.2-3 : Σενάρια πλευρικών βλαβών Starboard Side

Στον επόμενο πίνακα παρατίθενται τα σενάρια βλάβης στον πυθμένα του πλοίου.

DAM	COMP	PERM	VOL	DAM	COMP	PERM	VOL	
D1.21	FPT	0.95	2726.14	D4.22	WB.4P	0.95	3200.89	
	WB.1P	0.95	3735.71		WB.4S	0.95	3200.89	
	WB.1S	0.95	3735.71		COT.4P	0.95	11322.5	
			COT.4S		0.95	11322.5		
D1.22	FPT	0.95	2726.14	D5.21	WB.4S	0.95	3200.89	
	WB.1P	0.95	3735.71		WB.4P	0.95	3200.89	
	WB.1S	0.95	3735.71		WB.5P	0.95	3197.43	
	COT.1P	0.95	8681.33		WB.5S	0.95	3197.43	
	COT.1S	0.95	8681.33					
D2.21	WB.1P	0.95	3735.71	D5.22	WB.4S	0.95	3200.89	
	WB.1S	0.95	3735.71		WB.4P	0.95	3200.89	
	WB.2P	0.95	3171.12		COT.4P	0.95	11322.5	
	WB.2S	0.95	3171.12		COT.4S	0.95	11322.5	
D2.22	WB.1P	0.95	3735.71		WB.5P	0.95	3197.43	
	WB.1S	0.95	3735.71		WB.5S	0.95	3197.43	
	COT.1S	0.95	8681.33		COT.5P	0.95	11322.5	
	COT.1P	0.95	8681.33		COT.5S	0.95	11322.5	
	WB.2P	0.95	3171.12					
	WB.2S	0.95	3171.12					
	COT.2S	0.95	11311					
	COT.2P	0.95	11311					
D3.21	WB.2S	0.95	3171.12	D6.21	WB.5S	0.95	3197.43	
	WB.2P	0.95	3171.12		WB.5P	0.95	3197.43	
	WB.3P	0.95	3200.89		COT.5P	0.95	11322.5	
	WB.3S	0.95	3200.89		COT.5S	0.95	11322.5	
D3.22	WB.2S	0.95	3171.12		D6.22	WB.6P	0.95	4363.3
	WB.2P	0.95	3171.12			WB.6S	0.95	4363.3
	COT.2P	0.95	11311			COT.6P	0.95	10779
	COT.2S	0.95	11311			COT.6S	0.95	10779
	WB.3P	0.95	3200.89	D7.21	WB.6S	0.95	4363.3	
	WB.3S	0.95	3200.89		WB.6P	0.95	4363.3	
	COT.3P	0.95	11322.5		PUMP.ROOM	0.95	2651.18	
	COT.3S	0.95	11322.5					
D4.21	WB.3S	0.95	3200.89	D7.22	WB.6P	0.95	4363.3	
	WB.3P	0.95	3200.89		WB.6S	0.95	4363.3	
	WB.4P	0.95	3200.89		COT.6P	0.95	10779	
				COT.6S	0.95	10779		

D4.22	WB.4S	0.95	3200.89	D8.21	SLOP.PT	0.95	1551.66
	WB.3S	0.95	3200.89		SLOP.ST	0.95	1355.47
	WB.3P	0.95	3200.89		PUMP.ROOM	0.95	2651.18
	COT.3P	0.95	11322.5		CWT	0.95	41.9794
	COT.3S	0.95	11322.5		E.R	0.85	13295.6
					STEER.G.ROOM	0.95	1790.7

Πίνακας 4.2-4 : Σενάρια βλαβών πυθμένα

Τέλος παρατίθεται ο πίνακας με τα σενάρια βλάβης του πλοίου τα οποία οφείλονται σε προσάραξη.

DAM	COMP	PERM	VOL	DAM	COMP	PERM	VOL
D9.11S	FPT	0.95	2726.14	D9.21	FPT	0.95	2726.14
	WB.1S	0.95	3735.71		WB.1S	0.95	3735.71
	WB.2S	0.95	3171.12		WB.1P	0.95	3735.71
	WB.3S	0.95	3200.89		WB.2S	0.95	3171.12
	WB.4S	0.95	3200.89		WB.2P	0.95	3171.12
	WB.5S	0.95	3197.43		WB.3S	0.95	3200.89
D9.11P	FPT	0.95	2726.14		WB.3P	0.95	3200.89
	WB.1P	0.95	3735.71		WB.4S	0.95	3200.89
	WB.2P	0.95	3171.12		WB.4P	0.95	3200.89
	WB.3P	0.95	3200.89		WB.5S	0.95	3197.43
	WB.4P	0.95	3200.89		WB.5P	0.95	3197.43
	WB.5P	0.95	3197.43				

Πίνακας 4.2-5 : Σενάρια βλαβών λόγω προσάραξης

4.3 Παρουσίαση αναλυτικών αποτελεσμάτων των δυσμενέστερων σεναρίων βλάβης που προέκυψαν

Βασικό κριτήριο επιλογής των δυσμενέστερων σεναρίων μεταξύ των άλλων ,αποτέλεσε η ελαχιστοποίηση της διαφοράς (GM excess) μεταξύ του αρχικού μετακεντρικού ύψους της αρχικής κατάστασης φόρτωσης (GMo) και του ελάχιστου μετακεντρικού ύψους που απαιτείται για την ευστάθεια έναντι βλάβης μεταξύ όλων των φάσεων των σεναρίων και όλων των κριτηρίων βλάβης που πρέπει να ικανοποιούνται.

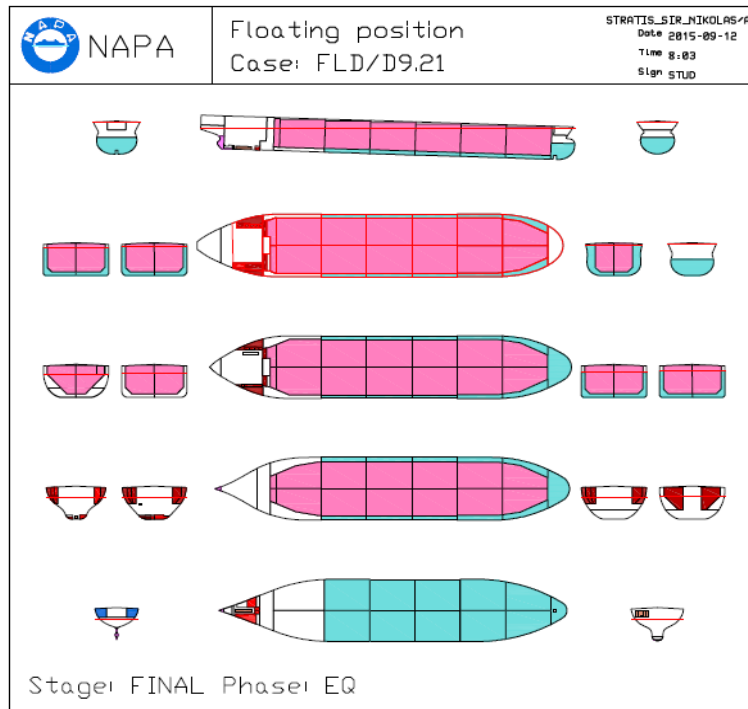
Για τις καταστάσεις φόρτωσης FLD και FLA παρουσιάζονται τα 3 δυσμενέστερα σενάρια από αυτά ταξινομημένα κατά σειρά από το τρίτο χειρότερο προς το πρώτο. Ενώ για τις καταστάσεις GPLD, GPLA, NBD, NBA τα 2 δυσμενέστερα σενάρια βλάβης.

Τα κριτήρια ευστάθειας έναντι βλάβης τα οποία έχουν καθοριστεί και εξετάζονται κάθε φορά είναι 5 και κάθε σενάριο βλάβης διέρχεται από 3 ενδιάμεσα στάδια κατάκλυσης μέχρι να καταλήξει στην τελική ισορροπία (Equilibrium State).

4.3.1 Αποτελέσματα δυσμενέστερων σεναρίων βλάβης για την κατάσταση Full Load Departure

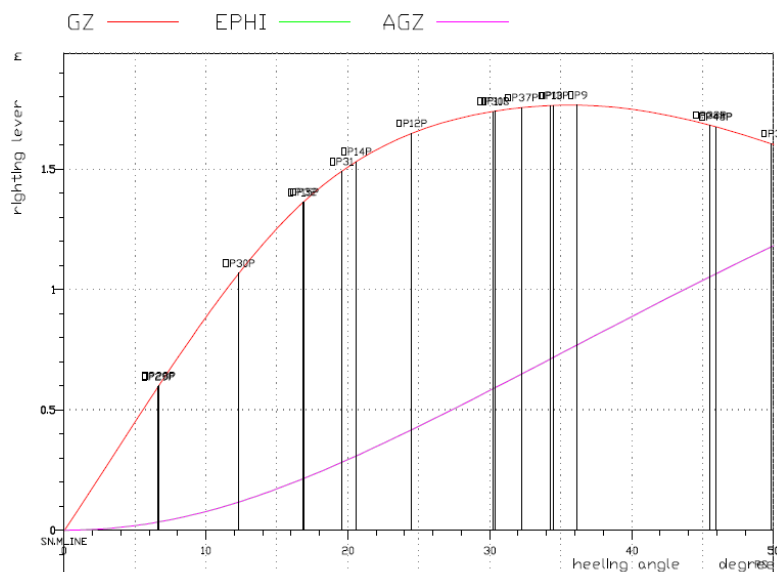
1. FLD/D9.21

Αρχικά παρατίθεται σχήμα γενικής διάταξης του δεξαμενοπλοίου "SIR NIKOLAS" με την ίσαλο πλευσής κατά την τελική κατάσταση ισοροπίας μετά τη βλάβη.



Σχήμα 4.3-1 : Σχέδιο γενικής διάταξης σε τελικό στάδιο κατάκλυσης σεναρίου FLD/D9.21

Στη συνέχεια παρατίθεται το διάγραμμα καμπύλης ευστάθειας όπου διακρίνεται ο μοχλοβραχίονας GZ (m) όπως και ο δυναμικός μοχλοβραχίονας ευστάθειας EPHI (rad*m) συναρτήσει τη γωνίας εγκάρσιας κλίσης (heel-deg). Στο διάγραμμα αυτό επίσης φαίνονται ένα προς ένα όλα τα ανοίγματα του πλοίου (watertight και unprotected) με τα πιο επικίνδυνα προς βύθιση να είναι πλησιέστερα στη γωνία ισοροπίας. Η τελική γωνία ισοροπίας είναι 0.04 deg, ενώ το πλησιέστερο άνοιγμα είναι το OP29P.



Σχήμα 4.3-2 : Καμπύλη ευστάθειας σε τελικό στάδιο κατάκλυσης σεναρίου FLD/D9.21

Στον παρακάτω πίνακα φαίνονται αναλυτικά τιμές των στοιχείων που παρουσιάζονται στο διάγραμμα ευστάθειας για την τελική κατάσταση ισορροπίας και για κάθε γωνία heel με εύρος από 0 έως 50 deg. Συγκεκριμένα από αριστερά προς δεξιά έχουμε τη γωνία heel, το μοχλοβραχίονα GZ, τον δυναμικό μοχλοβραχίονα EPHI, την θετική επιφάνεια κάτω από την καμπύλη του μοχλοβραχίονα, το μέσο βύθισμα, τη διαγωγή, το πλησιέστερο προς βύθιση άνοιγμα, την απόσταση του ανοίγματος αυτού από τη θάλασσα και την απόσταση της margin line από την επιφάνεια της θάλασσας.

HEEL	GZ	EPHI	AGZ	T	TR	OPNAME	IMRES	RESMRG
DEG	m	Rad*m	Rad*m	m	m		m	m
0	-0.00346	0	0	18.0041	7.80697	OP29P	1.4329	-0.403368
1	0.086177	0.000722	0.000723	18.0011	7.80653	OP29P	1.22675	-0.471755
3	0.267194	0.006889	0.00689	17.9779	7.8061	OP29P	0.810497	-0.859794
5	0.450209	0.01941	0.019412	17.9351	7.82204	OP29P	0.378809	-1.38034
7	0.628576	0.038254	0.038255	17.8803	7.8888	OP29P	-0.09168	-2.02741
10	0.885346	0.077962	0.077964	17.7827	8.10433	OP28P	-0.95145	-3.16259
12	1.04342	0.111662	0.111663	17.7111	8.32327	OP28P	-1.58707	-3.99974
15	1.25344	0.171953	0.171954	17.5996	8.74948	OP28P	-2.62635	-5.34872
20	1.50857	0.293309	0.293311	17.4226	9.56827	OP28P	-4.53115	-7.76461
30	1.73731	0.580784	0.580785	17.0732	11.2273	OP28P	-8.73372	-12.922
40	1.74898	0.887558	0.887559	16.6183	12.7998	OP28P	-13.1977	-18.2018
50	1.60193	1.18165	1.18166	15.9476	14.3132	OP28P	-17.6975	-23.3343

Πίνακας 4.3-1 : Στοιχεία καμπύλης ευστάθειας και πλεύσης για το σενάριο FLD/D9.21

Ακολουθεί ο πίνακας όπου φαίνεται η ικανοποίηση όλων των κριτηρίων ευστάθειας σε κάθε μια από τις φάσεις εξέλιξης της βλάβης καθώς και στην τελική ισορροπία. Συγκεκριμένα από αριστερά προς τα δεξιά έχουμε το σενάριο, το στάδιο, τη φάση, το κριτήριο ευστάθειας, την απαίτηση κριτηρίου, την τιμή που μετρήθηκε, τη μονάδα μέτρησης, την κατάσταση, το ελάχιστο GM που απαιτείται για την ικανοποίηση του κριτηρίου και το μέγιστο KG που επιτρέπεται λαμβάνοντας υπόψη και την επίδραση των ελευθέρων επιφανειών. Το πιο κρίσιμο σημείο αποτελεί το κριτήριο Range στην φάση 1 με απαίτηση minGM=0.88m.

CASE	PHASE	RCR	REQ	ATTV	UNIT	STAT	MINGM	MAXKGL
FLD/D9.21	1	V.PROGR.M	19.3797	0.076273	deg	OK	0.192262	17.8124
FLD/D9.21	1	V.MAXHEEL.M	25	0.076273	deg	OK	0.192262	17.8124
FLD/D9.21	1	V.RANGE.M	20	45.0539	deg	OK	0.881614	17.123
FLD/D9.21	1	V.MINGZ.M	0.1	1.41685	m	OK	0.542904	17.4617
FLD/D9.21	1	V.MINAREA.M	0.0175	0.210796	mrad	OK	0.590857	17.4138
FLD/D9.21	2	V.PROGR.M	15.0341	0.043092	deg	OK	-0.911756	18.9164
FLD/D9.21	2	V.MAXHEEL.M	25	0.043092	deg	OK	-0.911756	18.9164
FLD/D9.21	2	V.RANGE.M	20	45.5732	deg	OK	0.141822	17.8628

FLD/D9.21	2	V.MINGZ.M	0.1	1.30797	m	OK	-0.384748	18.3894
FLD/D9.21	2	V.MINAREA.M	0.0175	0.27144	mrاد	OK	-0.328919	18.3335
FLD/D9.21	3	V.PROGR.M	10.977	0.039151	deg	OK	-1.27861	19.2832
FLD/D9.21	3	V.MAXHEEL.M	25	0.039151	deg	OK	-1.27861	19.2832
FLD/D9.21	3	V.RANGE.M	20	45.8511	deg	OK	0.097426	17.9072
FLD/D9.21	3	V.MINGZ.M	0.1	1.61646	m	OK	-0.628756	18.6334
FLD/D9.21	3	V.MINAREA.M	0.0175	0.28215	mrاد	OK	-0.582699	18.5873
FLD/D9.21	EQ	V.PROGR.M	6.62477	0.038636	deg	OK	-1.2468	19.2514
FLD/D9.21	EQ	V.MAXHEEL.M	25	0.038636	deg	OK	-1.2468	19.2514
FLD/D9.21	EQ	V.RANGE.M	20	45.8771	deg	OK	-0.464441	18.4691
FLD/D9.21	EQ	V.MINGZ.M	0.1	1.76539	m	OK	-0.619558	18.6242
FLD/D9.21	EQ	V.MINAREA.M	0.0175	0.294328	mrاد	OK	-0.66982	18.6744

Πίνακας 4.3-2 : Κριτήρια ευστάθειας έναντι βλάβης σεναρίου FLD/D9.21

Τέλος παρουσιάζεται ο πίνακας με την εξέλιξη της κατάστασης όλων των κατακλιζόμενων διαμερισμάτων. Συγκεκριμένα από αριστερά προς δεξιά έχουμε το σενάριο, τη φάση, τη πλευρά κλίσης του πλοίου, το διαμέρισμα, το ποσοστό πλήρωσης ως προς το αρχικό φορτίο του διαμερίσματος πριν την βλάβη, τον όγκο και το βάρος του αρχικού φορτίου, τον όγκο και το βάρος του εισερχόμενου νερού και τον όγκο εκροής του αρχικού φορτίου στην θάλασσα.

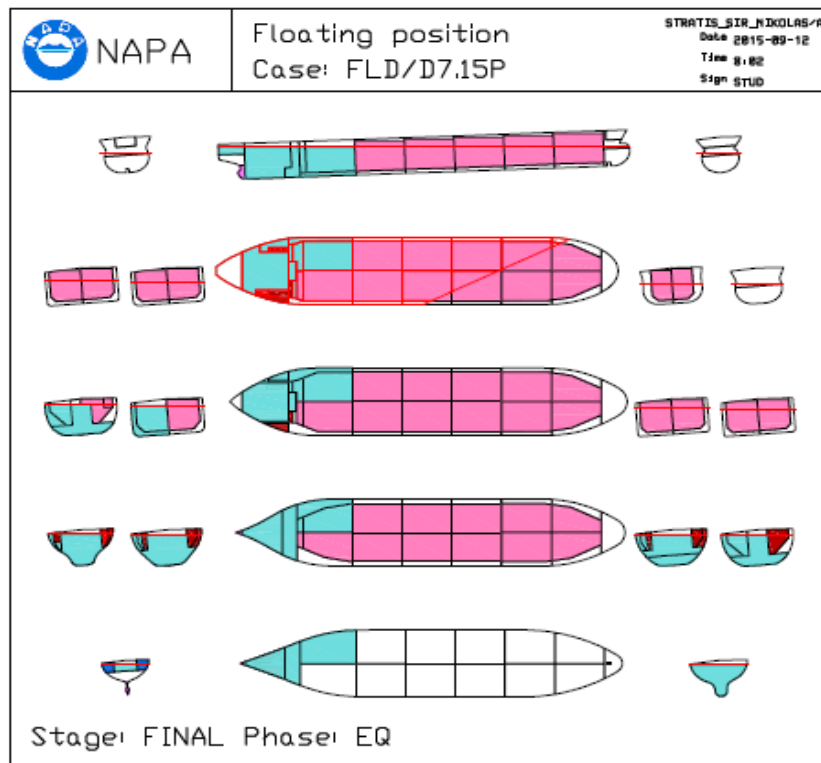
CASE	PHASE	SIDE	NAME	FILL	VOL	W	WFL	VFL	OFLV
FLD/D9.21	1	PS	FPT	0	0	0	706.92	689.678	0
FLD/D9.21	1	PS	WB.1S	0	0	0	1352.51	1319.52	0
FLD/D9.21	1	PS	WB.1P	0	0	0	1358.31	1325.18	0
FLD/D9.21	1	PS	WB.2S	0	0	0	1712.57	1670.8	0
FLD/D9.21	1	PS	WB.2P	0	0	0	1719.06	1677.13	0
FLD/D9.21	1	PS	WB.3S	0	0	0	1696.13	1654.76	0
FLD/D9.21	1	PS	WB.3P	0	0	0	1703.18	1661.64	0
FLD/D9.21	1	PS	WB.4S	0	0	0	1639.35	1599.37	0
FLD/D9.21	1	PS	WB.4P	0	0	0	1646.91	1606.74	0
FLD/D9.21	1	PS	WB.5S	0	0	0	1568.72	1530.46	0
FLD/D9.21	1	PS	WB.5P	0	0	0	1579	1540.48	0
FLD/D9.21	2	PS	FPT	0	0	0	2084.55	2033.71	0
FLD/D9.21	2	PS	WB.1S	0	0	0	1949.2	1901.65	0
FLD/D9.21	2	PS	WB.1P	0	0	0	1949.2	1901.65	0
FLD/D9.21	2	PS	WB.2S	0	0	0	2091.04	2040.04	0
FLD/D9.21	2	PS	WB.2P	0	0	0	2091.04	2040.04	0
FLD/D9.21	2	PS	WB.3S	0	0	0	2079.16	2028.45	0
FLD/D9.21	2	PS	WB.3P	0	0	0	2079.16	2028.45	0

FLD/D9.21	2	PS	WB.4S	0	0	0	2032.52	1982.95	0
FLD/D9.21	2	PS	WB.4P	0	0	0	2032.52	1982.95	0
FLD/D9.21	2	PS	WB.5S	0	0	0	1982.53	1934.17	0
FLD/D9.21	2	PS	WB.5P	0	0	0	1982.53	1934.17	0
FLD/D9.21	3	PS	FPT	0	0	0	2654.58	2589.83	0
FLD/D9.21	3	PS	WB.1S	0	0	0	2648.74	2584.14	0
FLD/D9.21	3	PS	WB.1P	0	0	0	2648.74	2584.14	0
FLD/D9.21	3	PS	WB.2S	0	0	0	2483.62	2423.04	0
FLD/D9.21	3	PS	WB.2P	0	0	0	2483.62	2423.04	0
FLD/D9.21	3	PS	WB.3S	0	0	0	2455.74	2395.84	0
FLD/D9.21	3	PS	WB.3P	0	0	0	2455.74	2395.84	0
FLD/D9.21	3	PS	WB.4S	0	0	0	2395.56	2337.13	0
FLD/D9.21	3	PS	WB.4P	0	0	0	2395.56	2337.13	0
FLD/D9.21	3	PS	WB.5S	0	0	0	2332.03	2275.15	0
FLD/D9.21	3	PS	WB.5P	0	0	0	2332.03	2275.15	0
FLD/D9.21	EQ	PS	FPT	0	0	0	2654.58	2589.83	0
FLD/D9.21	EQ	PS	WB.1S	0	0	0	3521.28	3435.39	0
FLD/D9.21	EQ	PS	WB.1P	0	0	0	3521.28	3435.39	0
FLD/D9.21	EQ	PS	WB.2S	0	0	0	2964.82	2892.51	0
FLD/D9.21	EQ	PS	WB.2P	0	0	0	2964.82	2892.51	0
FLD/D9.21	EQ	PS	WB.3S	0	0	0	2922.07	2850.8	0
FLD/D9.21	EQ	PS	WB.3P	0	0	0	2922.07	2850.8	0
FLD/D9.21	EQ	PS	WB.4S	0	0	0	2849.72	2780.22	0
FLD/D9.21	EQ	PS	WB.4P	0	0	0	2849.72	2780.22	0
FLD/D9.21	EQ	PS	WB.5S	0	0	0	2774.01	2706.35	0
FLD/D9.21	EQ	PS	WB.5P	0	0	0	2774.01	2706.35	0

Πίνακας 4.3-3 : Κατανομή φορτίων διαρρηγμένων δεξαμενών σε όλα τα στάδια κατάκλισης σεναρίου FLD/D9.21

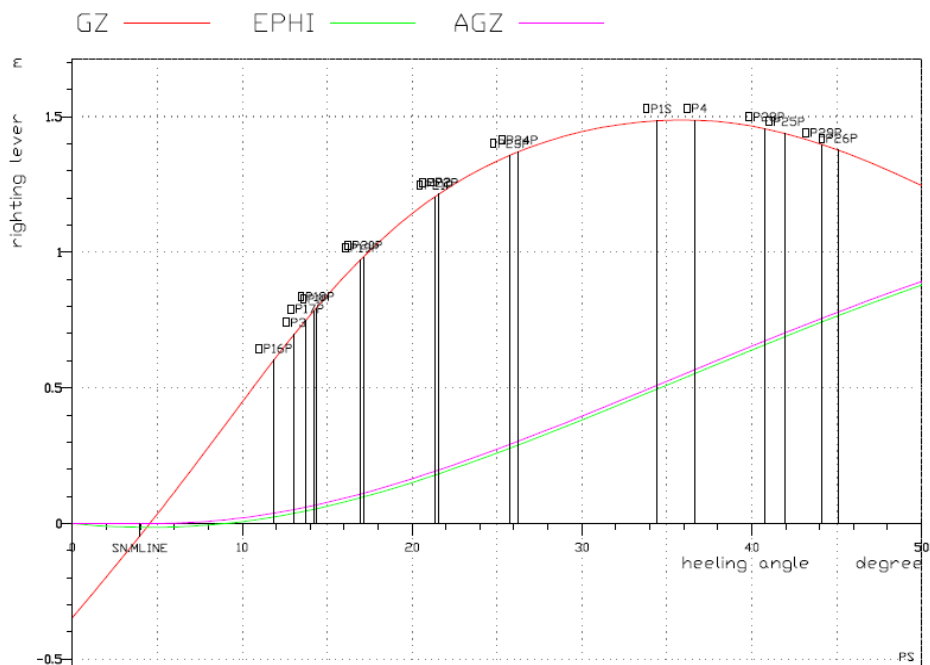
3. FLD/D7.15P

Αρχικά παρατίθεται σχήμα γενικής διάταξης του δεξαμενοπλοίου "SIR NIKOLAS" με την ίσαλο πλευσης κατά την τελική κατάσταση ισορροπίας μετά τη βλάβη.



Σχήμα 4.3-3 : Σχέδιο γενικής διάταξης σε τελικό στάδιο κατάκλισης σεναρίου FLD/D7.15P

Στη συνέχεια παρατίθεται το διάγραμμα καμπύλης ευστάθειας. Όπου παρατηρούμε ότι η τελική γωνία ισορροπίας είναι 4.55 deg, ενώ το πλησιέστερο άνοιγμα είναι το OP3.



Σχήμα 4.3-4 : Καμπύλη ευστάθειας σε τελικό στάδιο κατάκλισης σεναρίου FLD/D7.15P

Στον παρακάτω πίνακα φαίνονται αναλυτικά τιμές των στοιχείων που παρουσιάζονται στο διάγραμμα ευστάθειας στην τελική κατάσταση ισορροπίας για κάθε γωνία heel.

HEEL	GZ	EPHI	AGZ	T	TR	OPNAME	IMRES	RESMRG
DEG	m	Rad*m	Rad*m	m	m		m	m
0	-0.34716	0	0	16.3096	-8.38374	OP3	3.10542	0.934237
1	-0.27236	-0.00541	0	16.3403	-8.5208	OP3	2.88109	0.698737
3	-0.12097	-0.01228	0	16.3863	-8.77964	OP3	2.43391	0.231692
5	0.035397	-0.01379	0.000138	16.4113	-9.01563	OP3	1.9903	-0.312853
7	0.198017	-0.00973	0.004196	16.4174	-9.24166	OP3	1.54283	-1.07561
10	0.448396	0.007174	0.021104	16.4042	-9.63541	OP16P	0.791788	-2.38837
12	0.61357	0.025727	0.039656	16.3843	-9.94002	OP16P	-0.05954	-3.32554
15	0.841368	0.063943	0.077873	16.3491	-10.4664	OP16P	-1.38365	-4.80769
20	1.14259	0.151272	0.165202	16.2975	-11.4927	OP16P	-3.72221	-7.45148
30	1.44467	0.382007	0.395936	16.2069	-13.51	OP16P	-8.71608	-13.0392
40	1.46551	0.639675	0.653605	16.0304	-15.2132	OP16P	-13.8631	-18.6783
50	1.24665	0.878981	0.89291	15.6445	-16.8698	OP16P	-18.9313	-24.174

Πίνακας 4.3-4 : Στοιχεία καμπύλης ευστάθειας και πλεύσης για το σενάριο FLD/D7.15P

Ακολουθεί ο πίνακας όπου φαίνεται η ικανοποίηση όλων των κριτηρίων ευστάθειας σε κάθε μια από τις φάσεις εξέλιξης της βλάβης καθώς και στην τελική ισορροπία. Το πιο κρίσιμο σημείο αποτελεί το κριτήριο Range στην φάση EQ με απαίτηση minGM=1.1m .

CASE	PHASE	RCR	REQ	ATTV	UNIT	STAT	MINGM	MAXKGL
FLD/D7.15P	1	V.PROGR.M	19.7326	0.861538	deg	OK	-1.54743	19.5521
FLD/D7.15P	1	V.MAXHEEL.M	25	0.861538	deg	OK	-1.56502	19.5696
FLD/D7.15P	1	V.RANGE.M	20	49.1385	deg	OK	-0.881354	18.886
FLD/D7.15P	1	V.MINGZ.M	0.1	2.63648	m	OK	-1.28796	19.2926
FLD/D7.15P	1	V.MINAREA.M	0.0175	0.321286	mrad	OK	-1.21465	19.2193
FLD/D7.15P	2	V.PROGR.M	18.9614	1.17198	deg	OK	-1.51666	19.5213
FLD/D7.15P	2	V.MAXHEEL.M	25	1.17198	deg	OK	-1.53505	19.5397
FLD/D7.15P	2	V.RANGE.M	20	48.828	deg	OK	-0.844779	18.8494
FLD/D7.15P	2	V.MINGZ.M	0.1	2.55815	m	OK	-1.24899	19.2536
FLD/D7.15P	2	V.MINAREA.M	0.0175	0.332948	mrad	OK	-1.18062	19.1852
FLD/D7.15P	3	V.PROGR.M	17.9812	1.52824	deg	OK	-1.52835	19.533
FLD/D7.15P	3	V.MAXHEEL.M	25	1.52824	deg	OK	-1.53478	19.5394
FLD/D7.15P	3	V.RANGE.M	20	48.4718	deg	OK	-0.780177	18.7848
FLD/D7.15P	3	V.MINGZ.M	0.1	2.4658	m	OK	-1.22906	19.2337
FLD/D7.15P	3	V.MINAREA.M	0.0175	0.347585	mrad	OK	-1.15879	19.1634
FLD/D7.15P	EQ	V.PROGR.M	11.8617	4.55405	deg	OK	0.989687	17.0149
FLD/D7.15P	EQ	V.MAXHEEL.M	25	4.55405	deg	OK	0.568506	17.4361
FLD/D7.15P	EQ	V.RANGE.M	20	45.446	deg	OK	1.10001	16.9046
FLD/D7.15P	EQ	V.MINGZ.M	0.1	1.4883	m	OK	0.871772	17.1329
FLD/D7.15P	EQ	V.MINAREA.M	0.0175	0.263722	mrad	OK	0.883219	17.1214

Πίνακας 4.3-5 : Κριτήρια ευστάθειας έναντι βλάβης σεναρίου FLD/D7.15P

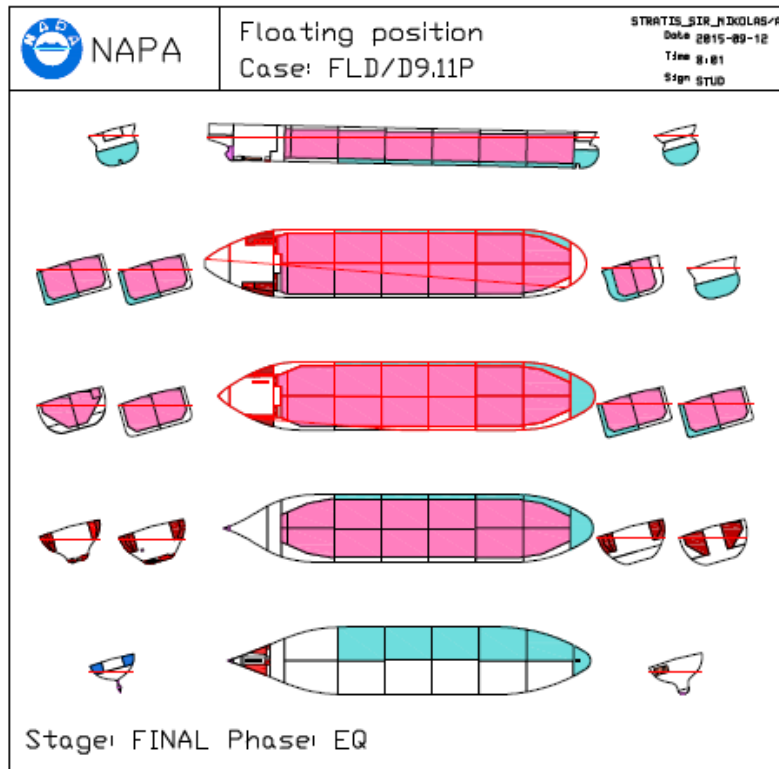
Τέλος παρουσιάζεται ο πίνακας με την εξέλιξη της κατάστασης όλων των κατακλιζόμενων διαμερισμάτων.

CASE	PHASE	SIDE	NAME	FILL	VOL	W	WFL	VFL	OFLV
FLD/D7.15P	1	PS	HFO.PT	75.8	275.9	273.1	40.9	39.9	92.0
FLD/D7.15P	1	PS	INNER.HFO.PT	75.8	320.0	316.8	36.9	36.0	106.7
FLD/D7.15P	1	PS	OUTER.HFO.PT	75.8	362.8	359.2	30.5	29.8	120.9
FLD/D7.15P	1	PS	COT.6P	75.8	7764.1	6653.8	1701.6	1660.1	2588.0
FLD/D7.15P	1	PS	SLOP.PT	75.8	1117.7	957.8	216.6	211.3	372.6
FLD/D7.15P	1	PS	WB.6P	0.0	0.0	0.0	1793.7	1750.0	0.0
FLD/D7.15P	1	PS	PUMP.ROOM	0.0	0.0	0.0	792.6	773.3	0.0
FLD/D7.15P	1	PS	E.R	0.0	0.0	0.0	860.2	839.2	0.0
FLD/D7.15P	1	PS	STEER.G.ROOM	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
FLD/D7.15P	2	PS	HFO.PT	50.5	183.9	182.1	85.8	83.7	183.9
FLD/D7.15P	2	PS	INNER.HFO.PT	50.5	213.3	211.2	84.2	82.1	213.3
FLD/D7.15P	2	PS	OUTER.HFO.PT	50.5	241.9	239.5	80.0	78.1	241.9
FLD/D7.15P	2	PS	COT.6P	50.5	5176.1	4435.9	3391.2	3308.5	5176.1
FLD/D7.15P	2	PS	SLOP.PT	50.5	745.1	638.6	425.0	414.6	745.1
FLD/D7.15P	2	PS	WB.6P	0.0	0.0	0.0	2595.1	2531.8	0.0
FLD/D7.15P	2	PS	PUMP.ROOM	0.0	0.0	0.0	1653.1	1612.8	0.0
FLD/D7.15P	2	PS	E.R	0.0	0.0	0.0	2299.9	2243.8	0.0
FLD/D7.15P	2	PS	STEER.G.ROOM	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
FLD/D7.15P	3	PS	HFO.PT	25.3	92.0	91.0	140.0	136.6	275.9
FLD/D7.15P	3	PS	INNER.HFO.PT	25.3	106.7	105.6	145.4	141.8	320.0
FLD/D7.15P	3	PS	OUTER.HFO.PT	25.3	120.9	119.7	152.4	148.7	362.8
FLD/D7.15P	3	PS	COT.6P	25.3	2588.0	2218.0	5200.4	5073.6	7764.1
FLD/D7.15P	3	PS	SLOP.PT	25.3	372.6	319.3	662.8	646.7	1117.7
FLD/D7.15P	3	PS	WB.6P	0.0	0.0	0.0	3268.1	3188.4	0.0
FLD/D7.15P	3	PS	PUMP.ROOM	0.0	0.0	0.0	1917.2	1870.4	0.0
FLD/D7.15P	3	PS	E.R	0.0	0.0	0.0	4872.3	4753.5	0.0
FLD/D7.15P	3	PS	STEER.G.ROOM	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
FLD/D7.15P	EQ	PS	HFO.PT	0.0	0.0	0.0	318.8	311.0	367.9
FLD/D7.15P	EQ	PS	INNER.HFO.PT	0.0	0.0	0.0	394.4	384.8	426.7
FLD/D7.15P	EQ	PS	OUTER.HFO.PT	0.0	0.0	0.0	464.2	452.8	483.7
FLD/D7.15P	EQ	PS	COT.6P	0.0	0.0	0.0	8821.0	8605.9	10352.2
FLD/D7.15P	EQ	PS	SLOP.PT	0.0	0.0	0.0	1286.9	1255.5	1490.2
FLD/D7.15P	EQ	PS	WB.6P	0.0	0.0	0.0	4117.2	4016.7	0.0
FLD/D7.15P	EQ	PS	PUMP.ROOM	0.0	0.0	0.0	2381.0	2323.0	0.0
FLD/D7.15P	EQ	PS	E.R	0.0	0.0	0.0	9980.6	9737.2	0.0
FLD/D7.15P	EQ	PS	STEER.G.ROOM	0.0	0.0	0.0	1235.7	1205.5	0.0

Πίνακας 4.3-6: Κατανομή φορτίων διαρρηγμένων δεξαμενών σε όλα τα στάδια κατάκλισης σεναρίου FLD/D7.15P

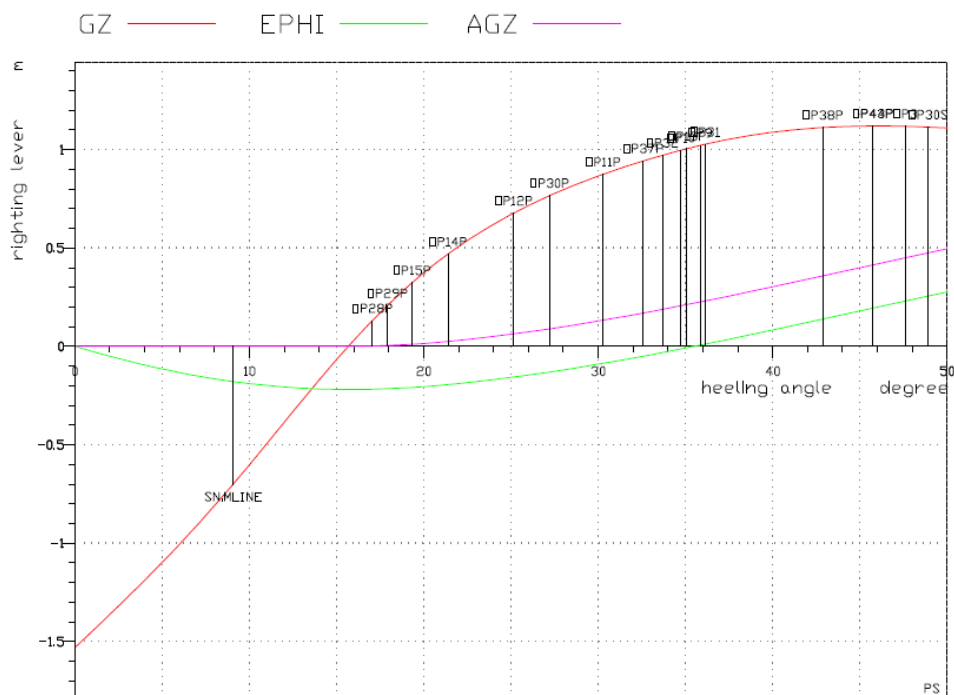
3. FLD/D9.11 P

Αρχικά παρατίθεται σχήμα γενικής διάταξης του δεξαμενοπλοίου "SIR NIKOLAS" με την ίσαλο πλεύσης κατά την τελική κατάσταση ισορροπίας μετά τη βλάβη.



Σχήμα 4.3-5 : Σχέδιο γενικής διάταξης σε τελικό στάδιο κατάκλισης σεναρίου FLD/D9.11P

Στη συνέχεια παρατίθεται το διάγραμμα καμπύλης ευστάθειας στην κατάσταση ισορροπίας. Όπως μπορούμε να παρατηρήσουμε, η τελική γωνία ισορροπίας είναι 15.68 deg, ενώ το πλησιέστερο άνοιγμα είναι το OP28P.



Σχήμα 4.3-6 : Καμπύλη ευστάθειας σε τελικό στάδιο κατάκλισης σεναρίου FLD/D9.11P

Στον παρακάτω πίνακα φαίνονται αναλυτικά τιμές των στοιχείων που παρουσιάζονται στο διάγραμμα ευστάθειας στην τελική κατάσταση ισορροπίας για κάθε γωνία heel.

HEEL	GZ	EPHI	AGZ	T	TR	OPNAME	IMRES	RESMRG
DEG	m	Rad*m	Rad*m	m	m		m	m
0	-1.53073	0	0	16.4057	4.4293	OP25S	4.54346	2.93513
1	-1.4471	-0.02599	0	16.4181	4.46344	OP29P	4.3898	2.79403
3	-1.27607	-0.07353	0	16.4266	4.53118	OP29P	3.90961	2.2485
5	-1.0985	-0.115	0	16.413	4.59874	OP29P	3.42411	1.55865
7	-0.90948	-0.15008	0	16.3775	4.66373	OP28P	2.89858	0.806888
10	-0.60205	-0.18976	0	16.2832	4.76583	OP28P	2.08302	-0.369868
12	-0.38601	-0.20701	0	16.1938	4.83904	OP28P	1.53204	-1.1701
15	-0.06737	-0.21879	0	16.0344	5.01183	OP28P	0.656492	-2.41441
20	0.374135	-0.2044	0.014791	15.7673	5.53269	OP28P	-1.02259	-4.67
30	0.865486	-0.09039	0.128797	15.3278	6.76303	OP28P	-4.94211	-9.62762
40	1.0884	0.083067	0.302255	14.8974	8.06368	OP28P	-9.31152	-14.8616
50	1.11012	0.277151	0.496339	14.3263	9.50194	OP28P	-13.8835	-20.0834

Πίνακας 4.3-7 : Στοιχεία καμπύλης ευστάθειας και πλεύσης για το σενάριο FLD/D9.11P

Ακολουθεί ο πίνακας όπου φαίνεται η ικανοποίηση όλων των κριτηρίων ευστάθειας σε κάθε μια από τις φάσεις εξέλιξης της βλάβης καθώς και στην τελική ισορροπία. Το πιο κρίσιμο σημείο αποτελεί το κριτήριο Progressive στην φάση EQ με απαίτηση minGM=3.477m .

CASE	PHASE	RCR	REQ	ATTV	UNIT	STAT	MINGM	MAXKGL
FLD/D9.11P	1	V.PROGR.M	20.5195	7.25761	deg	OK	-0.049964	18.0546
FLD/D9.11P	1	V.MAXHEEL.M	25	7.25761	deg	OK	-0.088575	18.0932
FLD/D9.11P	1	V.RANGE.M	20	37.525	deg	OK	0.511868	17.4928
FLD/D9.11P	1	V.MINGZ.M	0.1	2.01908	m	OK	0.168577	17.836
FLD/D9.11P	1	V.MINAREA.M	0.0175	0.352502	mrad	OK	0.214789	17.7898
FLD/D9.11P	2	V.PROGR.M	20.0535	9.46936	deg	OK	0.497209	17.5074
FLD/D9.11P	2	V.MAXHEEL.M	25	9.46936	deg	OK	0.393104	17.6115
FLD/D9.11P	2	V.RANGE.M	20	35.3353	deg	OK	0.986988	17.0176
FLD/D9.11P	2	V.MINGZ.M	0.1	1.75249	m	OK	0.642256	17.3624
FLD/D9.11P	2	V.MINAREA.M	0.0175	0.351911	mrad	OK	0.683309	17.3213
FLD/D9.11P	3	V.PROGR.M	19.8381	11.1713	deg	OK	1.28473	16.7199
FLD/D9.11P	3	V.MAXHEEL.M	25	11.1713	deg	OK	1.07918	16.9254
FLD/D9.11P	3	V.RANGE.M	20	33.7487	deg	OK	1.48652	16.5181
FLD/D9.11P	3	V.MINGZ.M	0.1	1.50428	m	OK	1.3097	16.6949
FLD/D9.11P	3	V.MINAREA.M	0.0175	0.310206	mrad	OK	1.31336	16.6913
FLD/D9.11P	EQ	V.PROGR.M	17.0455	15.6765	deg	OK	3.47701	14.5276
FLD/D9.11P	EQ	V.MAXHEEL.M	25	15.6765	deg	OK	2.33463	15.67
FLD/D9.11P	EQ	V.RANGE.M	20	30.0599	deg	OK	2.33706	15.6676

FLD/D9.11P	EQ	V.MINGZ.M	0.1	1.11835	m	OK	2.34653	15.6581
FLD/D9.11P	EQ	V.MINAREA.M	0.0175	0.222553	mrad	OK	2.31195	15.6927

Πίνακας 4.3-8 : Κριτήρια ευστάθειας έναντι βλάβης σεναρίου FLD/D9.11P

Τέλος παρουσιάζεται ο πίνακας με την εξέλιξη της κατάστασης όλων των κατακλιζόμενων διαμερισμάτων.

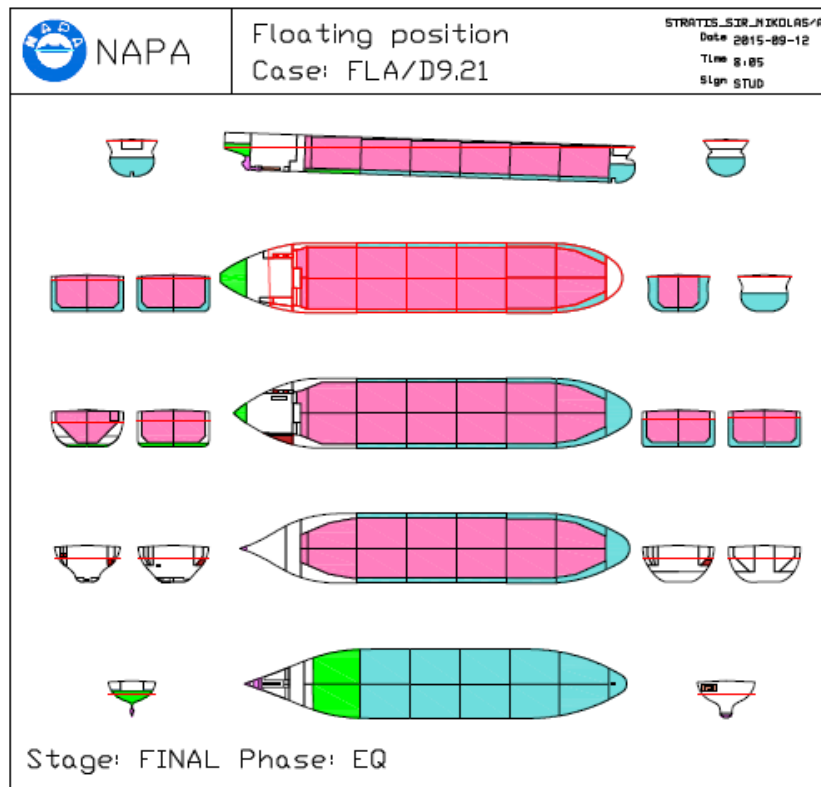
CASE	PHASE	SIDE	NAME	FILL	VOL	W	WFL	VFL	OFLV
FLD/D9.11P	1	PS	FPT	0	0	0	274.732	268.031	0
FLD/D9.11P	1	PS	WB.1P	0	0	0	1338.8	1306.14	0
FLD/D9.11P	1	PS	WB.2P	0	0	0	1783.84	1740.33	0
FLD/D9.11P	1	PS	WB.3P	0	0	0	1779.3	1735.9	0
FLD/D9.11P	1	PS	WB.4P	0	0	0	1730.14	1687.94	0
FLD/D9.11P	1	PS	WB.5P	0	0	0	1669.53	1628.81	0
FLD/D9.11P	2	PS	FPT	0	0	0	1231.43	1201.39	0
FLD/D9.11P	2	PS	WB.1P	0	0	0	1946.89	1899.4	0
FLD/D9.11P	2	PS	WB.2P	0	0	0	2165.4	2112.58	0
FLD/D9.11P	2	PS	WB.3P	0	0	0	2176.1	2123.03	0
FLD/D9.11P	2	PS	WB.4P	0	0	0	2152.22	2099.73	0
FLD/D9.11P	2	PS	WB.5P	0	0	0	2124.96	2073.14	0
FLD/D9.11P	3	PS	FPT	0	0	0	2309.93	2253.59	0
FLD/D9.11P	3	PS	WB.1P	0	0	0	2488.06	2427.38	0
FLD/D9.11P	3	PS	WB.2P	0	0	0	2476.17	2415.78	0
FLD/D9.11P	3	PS	WB.3P	0	0	0	2473.85	2413.51	0
FLD/D9.11P	3	PS	WB.4P	0	0	0	2438.83	2379.35	0
FLD/D9.11P	3	PS	WB.5P	0	0	0	2400.46	2341.92	0
FLD/D9.11P	EQ	PS	FPT	0	0	0	2654.58	2589.83	0
FLD/D9.11P	EQ	PS	WB.1P	0	0	0	3633.95	3545.32	0
FLD/D9.11P	EQ	PS	WB.2P	0	0	0	3087.88	3012.56	0
FLD/D9.11P	EQ	PS	WB.3P	0	0	0	3116.86	3040.84	0
FLD/D9.11P	EQ	PS	WB.4P	0	0	0	3116.83	3040.81	0
FLD/D9.11P	EQ	PS	WB.5P	0	0	0	3104.27	3028.55	0

Πίνακας 4.3-9 : Κατανομή φορτίων διαρρηγμένων δεξαμεμών σε όλα τα στάδια κατάκλισης σεναρίου FLD/D9.11P

4.3.2 Αποτελέσματα δυσμενέστερων σεναρίων βλάβης για την κατάσταση Full Load Arrival

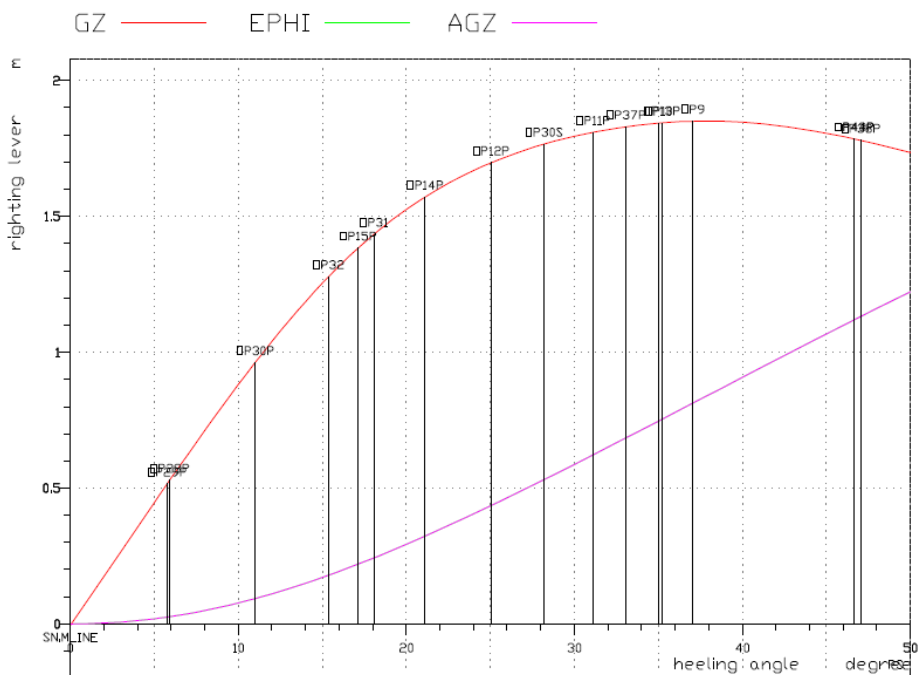
1. FLA/D9.21

Αρχικά παρατίθεται σχήμα γενικής διάταξης του δεξαμενοπλοίου "SIR NIKOLAS" με την ίσαλο πλεύσης κατά την τελική κατάσταση ισορροπίας μετά τη βλάβη.



Σχήμα 4.3-7 : Σχέδιο γενικής διάταξης σε τελικό στάδιο κατάκλισης σεναρίου FLA/D9.21

Στη συνέχεια παρατίθεται το διάγραμμα καμπύλης ευστάθειας στην κατάσταση ισοροπίας. Όπως μπορούμε να παρατηρήσουμε, η τελική γωνία ισοροπίας είναι 15.68 deg. ενώ το πλησιέστερο άνοιγμα είναι το OP29P.



Σχήμα 4.3-8 : Καμπύλη ευστάθειας σε τελικό στάδιο κατάκλισης σεναρίου FLA/D9.21

Στον παρακάτω πίνακα φαίνονται αναλυτικά τιμές των στοιχείων που παρουσιάζονται στο διάγραμμα ευστάθειας στην τελική κατάσταση ισοροπίας για κάθε γωνία heel.

HEEL	GZ	EPHI	AGZ	T	TR	OPNAME	IMRES	RESMRG
DEG	m	Rad*m	Rad*m	m	m		m	m
0	-0.00393	0	0.0010	17.9822	8.25171	OP29P	1.24451	-0.610616
1	0.085537	0.000712	0.0007	17.9793	8.25127	OP29P	1.03835	-0.675743
3	0.266086	0.006849	0.0069	17.9572	8.25595	OP29P	0.618628	-1.05734
5	0.447842	0.01931	0.0193	17.9174	8.28575	OP29P	0.177439	-1.57684
7	0.625005	0.038048	0.0380	17.8665	8.36961	OP29P	-0.30499	-2.22258
10	0.881185	0.077547	0.0775	17.7749	8.60954	OP28P	-1.17591	-3.36078
12	1.04014	0.111112	0.1111	17.7071	8.84303	OP28P	-1.82193	-4.20128
15	1.2547	0.171332	0.1713	17.6001	9.289	OP28P	-2.87473	-5.55566
20	1.52593	0.293448	0.2934	17.428	10.1555	OP28P	-4.80608	-7.9872
30	1.79482	0.58741	0.5874	17.0863	11.9168	OP28P	-9.06241	-13.1811
40	1.84664	0.907774	0.9078	16.6377	13.5858	OP28P	-13.5757	-18.4959
50	1.73508	1.22207	1.2221	15.9726	15.2049	OP28P	-18.1277	-23.6671

Πίνακας 4.3-10 : Στοιχεία καμπύλης ευστάθειας και πλεύσης για το σενάριο FLA/D9.21

Ακολουθεί ο πίνακας όπου φαίνεται η ικανοποίηση όλων των κριτηρίων ευστάθειας σε κάθε μια από τις φάσεις εξέλιξης της βλάβης καθώς και στην τελική ισορροπία. Το πιο κρίσιμο σημείο αποτελεί το κριτήριο Progressive στην φάση 1 με απαίτηση minGM=1.0955m .

CASE	PHASE	RCR	REQ	ATTV	UNIT	STAT	MINGM
FLA/D9.21	1	V.PROGR.M	18.6848	0.087961	deg	OK	0.438273
FLA/D9.21	1	V.MAXHEEL.M	30	0.087961	deg	OK	0.438273
FLA/D9.21	1	V.RANGE.M	20	45.7275	deg	OK	1.09555
FLA/D9.21	1	V.MINGZ.M	0.1	1.47661	m	OK	0.786574
FLA/D9.21	1	V.MINAREA.M	0.0175	0.21447	mrad	OK	0.823674
FLA/D9.21	2	V.PROGR.M	14.4171	0.049627	deg	OK	-0.61953
FLA/D9.21	2	V.MAXHEEL.M	30	0.049627	deg	OK	-0.61953
FLA/D9.21	2	V.RANGE.M	20	46.251	deg	OK	0.400156
FLA/D9.21	2	V.MINGZ.M	0.1	1.35001	m	OK	-0.088975
FLA/D9.21	2	V.MINAREA.M	0.0175	0.272186	mrad	OK	-0.033949
FLA/D9.21	3	V.PROGR.M	10.3362	0.044728	deg	OK	-0.973423
FLA/D9.21	3	V.MAXHEEL.M	30	0.044728	deg	OK	-0.973423
FLA/D9.21	3	V.RANGE.M	20	46.5625	deg	OK	0.355252
FLA/D9.21	3	V.MINGZ.M	0.1	1.72344	m	OK	-0.313004
FLA/D9.21	3	V.MINAREA.M	0.0175	0.282541	mrad	OK	-0.279692
FLA/D9.21	EQ	V.PROGR.M	5.75757	0.04395	deg	OK	-0.922365
FLA/D9.21	EQ	V.MAXHEEL.M	30	0.04395	deg	OK	-0.922365

FLA/D9.21	EQ	V.RANGE.M	20	46.6165	deg	OK	-0.211645
FLA/D9.21	EQ	V.MINGZ.M	0.1	1.85082	m	OK	-0.305588
FLA/D9.21	EQ	V.MINAREA.M	0.0175	0.29462	mrاد	OK	-0.368209

Πίνακας 4.3-11 : Κριτήρια ευστάθειας έναντι θλάθης σεναρίου FLA/D9.21

Τέλος παρουσιάζεται ο πίνακας με την εξέλιξη της κατάστασης όλων των κατακλιζόμενων διαμερισμάτων.

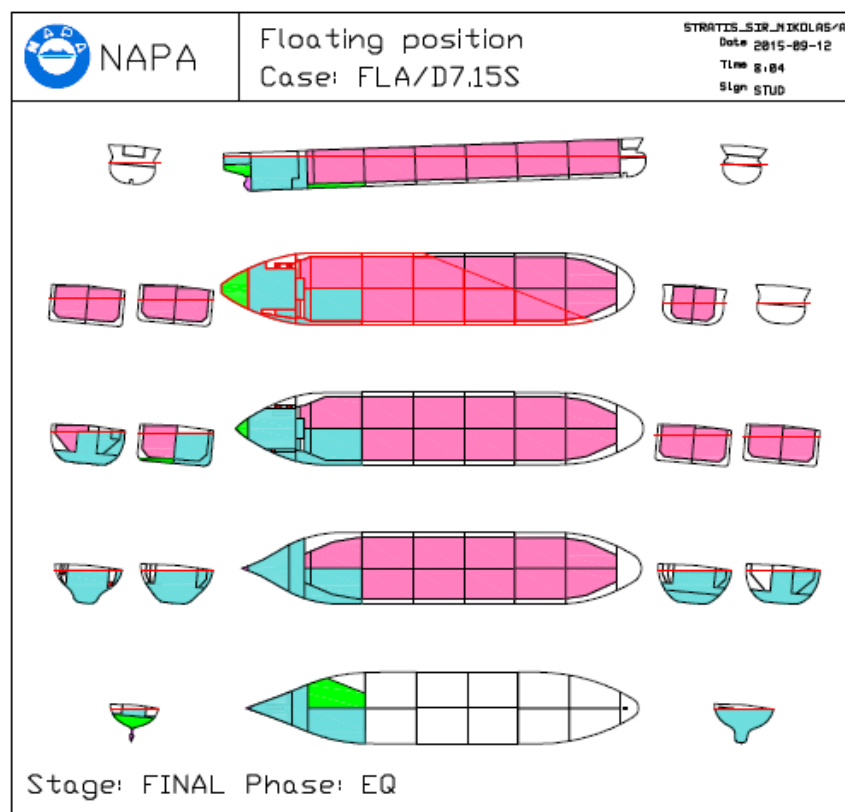
CASE	PHASE	SIDE	NAME	FILL	VOL	W	WFL	VFL	OFLV
FLA/D9.21	1	PS	FPT	0	0	0	776.952	758.002	0
FLA/D9.21	1	PS	WB.1S	0	0	0	1386.04	1352.23	0
FLA/D9.21	1	PS	WB.1P	0	0	0	1392.62	1358.65	0
FLA/D9.21	1	PS	WB.2S	0	0	0	1733.05	1690.78	0
FLA/D9.21	1	PS	WB.2P	0	0	0	1740.3	1697.85	0
FLA/D9.21	1	PS	WB.3S	0	0	0	1709.68	1667.98	0
FLA/D9.21	1	PS	WB.3P	0	0	0	1717.66	1675.77	0
FLA/D9.21	1	PS	WB.4S	0	0	0	1644.22	1604.12	0
FLA/D9.21	1	PS	WB.4P	0	0	0	1652.89	1612.57	0
FLA/D9.21	1	PS	WB.5S	0	0	0	1555.82	1517.87	0
FLA/D9.21	1	PS	WB.5P	0	0	0	1568.55	1530.29	0
FLA/D9.21	2	PS	FPT	0	0	0	2114.33	2062.76	0
FLA/D9.21	2	PS	WB.1S	0	0	0	1957.29	1909.55	0
FLA/D9.21	2	PS	WB.1P	0	0	0	1957.29	1909.55	0
FLA/D9.21	2	PS	WB.2S	0	0	0	2091.2	2040.2	0
FLA/D9.21	2	PS	WB.2P	0	0	0	2091.2	2040.2	0
FLA/D9.21	2	PS	WB.3S	0	0	0	2075.16	2024.55	0
FLA/D9.21	2	PS	WB.3P	0	0	0	2075.16	2024.55	0
FLA/D9.21	2	PS	WB.4S	0	0	0	2024.39	1975.01	0
FLA/D9.21	2	PS	WB.4P	0	0	0	2024.39	1975.01	0
FLA/D9.21	2	PS	WB.5S	0	0	0	1970.25	1922.2	0
FLA/D9.21	2	PS	WB.5P	0	0	0	1970.25	1922.2	0
FLA/D9.21	3	PS	FPT	0	0	0	2654.58	2589.83	0
FLA/D9.21	3	PS	WB.1S	0	0	0	2661.12	2596.22	0
FLA/D9.21	3	PS	WB.1P	0	0	0	2661.12	2596.22	0
FLA/D9.21	3	PS	WB.2S	0	0	0	2486.74	2426.09	0
FLA/D9.21	3	PS	WB.2P	0	0	0	2486.74	2426.09	0
FLA/D9.21	3	PS	WB.3S	0	0	0	2454.82	2394.95	0
FLA/D9.21	3	PS	WB.3P	0	0	0	2454.82	2394.95	0
FLA/D9.21	3	PS	WB.4S	0	0	0	2390.64	2332.33	0
FLA/D9.21	3	PS	WB.4P	0	0	0	2390.64	2332.33	0
FLA/D9.21	3	PS	WB.5S	0	0	0	2323.09	2266.43	0

FLA/D9.21	3	PS	WB.5P	0	0	0	2323.09	2266.43	0
FLA/D9.21	EQ	PS	FPT	0	0	0	2654.58	2589.83	0
FLA/D9.21	EQ	PS	WB.1S	0	0	0	3544.05	3457.61	0
FLA/D9.21	EQ	PS	WB.1P	0	0	0	3544.05	3457.61	0
FLA/D9.21	EQ	PS	WB.2S	0	0	0	2972	2899.51	0
FLA/D9.21	EQ	PS	WB.2P	0	0	0	2972	2899.51	0
FLA/D9.21	EQ	PS	WB.3S	0	0	0	2925.08	2853.74	0
FLA/D9.21	EQ	PS	WB.3P	0	0	0	2925.08	2853.74	0
FLA/D9.21	EQ	PS	WB.4S	0	0	0	2848.61	2779.13	0
FLA/D9.21	EQ	PS	WB.4P	0	0	0	2848.61	2779.13	0
FLA/D9.21	EQ	PS	WB.5S	0	0	0	2768.78	2701.25	0
FLA/D9.21	EQ	PS	WB.5P	0	0	0	2768.78	2701.25	0

Πίνακας 4.3-12 : Κατανομή φορτίων διαρρηγμένων δεξαμενών σε όλα τα στάδια κατάκλισης σεναρίου FLA/D9.21

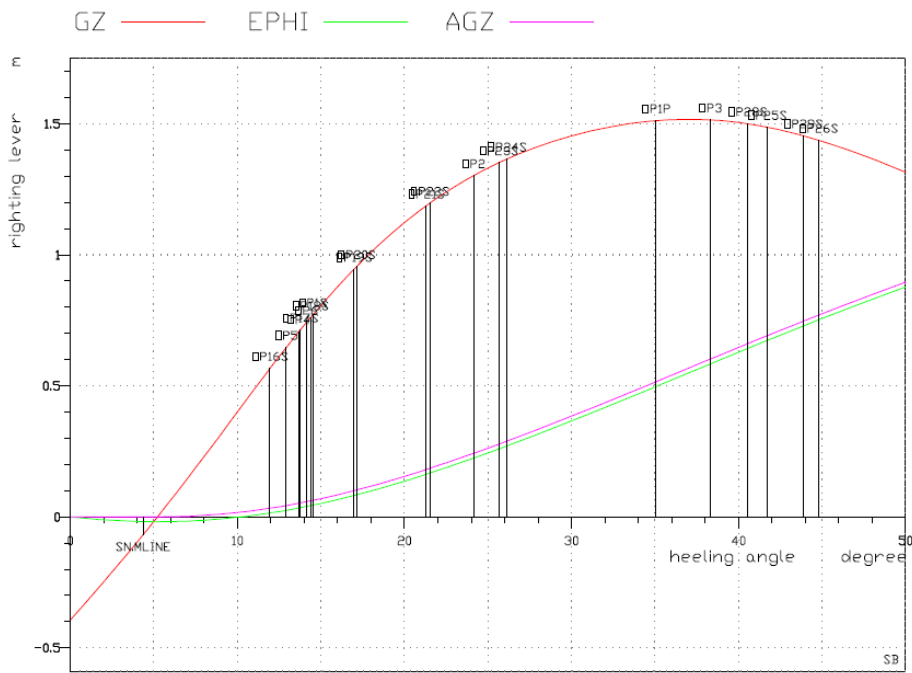
2. FLA/D7.15S

Αρχικά παρατίθεται σχήμα γενικής διάταξης του δεξαμενοπλοίου "SIR NIKOLAS" με την ίσαλο πλευσής κατά την τελική κατάσταση ισορροπίας μετά τη βλάβη.



Σχήμα 4.3-9 : Σχέδιο γενικής διάταξης σε τελικό στάδιο κατάκλισης σεναρίου FLA/D7.15S

Στη συνέχεια παρατίθεται το διάγραμμα καμπύλης ευστάθειας στην κατάσταση ισορροπίας. Όπως μπορούμε να παρατηρήσουμε, η τελική γωνία ισορροπίας είναι -5.22 deg. ενώ το πλησιέστερο άνοιγμα είναι το OP16S.



Σχήμα 4.3-10 : Καμπύλη ευστάθειας σε τελικό στάδιο κατάκλισης σεναρίου FLA/D7.15S

Στον παρακάτω πίνακα φαίνονται αναλυτικά τιμές των στοιχείων που παρουσιάζονται στο διάγραμμα ευστάθειας στην τελική κατάσταση ισορροπίας για κάθε γωνία heel.

HEEL DEG	GZ m	EPHI Rad*m	AGZ Rad*m	T m	TR m	OPNAME	IMRES m	RESMRG m
0	0.394537	0	0	16.2791	-8.15232	OP3	3.24175	1.08549
-1	0.321371	-0.00625	0	16.312	-8.3006	OP4	3.03407	0.841998
-3	0.172653	-0.01488	0	16.3622	-8.58139	OP4	2.5844	0.359211
-5	0.017835	-0.01823	0	16.3916	-8.83883	OP4	2.13849	-0.211151
-7	-0.14524	-0.01603	0.002237	16.4012	-9.08285	OP4	1.69089	-0.992633
-10	-0.39984	-0.00179	0.016472	16.3907	-9.49023	OP16S	0.829945	-2.31768
-12	-0.57051	0.015158	0.033421	16.3696	-9.79076	OP16S	-0.01959	-3.25347
-15	-0.80709	0.05135	0.069614	16.3327	-10.3113	OP16S	-1.34093	-4.73297
-20	-1.12325	0.136338	0.154602	16.278	-11.3267	OP16S	-3.67464	-7.37081
-30	-1.45437	0.366221	0.384484	16.1817	-13.3137	OP16S	-8.65798	-12.9436
-40	-1.50559	0.628227	0.646491	15.9982	-14.9722	OP16S	-13.791	-18.5609
-50	-1.31572	0.877069	0.895333	15.6107	-16.6036	OP16S	-18.8539	-24.0468

Πίνακας 4.3-13 : Στοιχεία καμπύλης ευστάθειας και πλεύσης για το σενάριο FLA/D7.15S

Ακολουθεί ο πίνακας όπου φαίνεται η ικανοποίηση όλων των κριτηρίων ευστάθειας σε κάθε μια από τις φάσεις εξέλιξης της βλάβης καθώς και στην τελική ισορροπία. Το πιο κρίσιμο σημείο αποτελεί το κριτήριο Progressive στην φάση EQ με απαίτηση minGM=1.48m .

CASE	PHASE	RCR	REQ	ATTV	UNIT	STAT	MINGM	MAXKGL
FLA/D7.15S	1	V.PROGR.M	20.0369	0.556733	deg	OK	-1.64114	19.6272
FLA/D7.15S	1	V.MAXHEEL.M	25	0.556733	deg	OK	-1.64711	19.6331
FLA/D7.15S	1	V.RANGE.M	20	49.4433	deg	OK	-0.989421	18.9755

FLA/D7.15S	1	V.MINGZ.M	0.1	2.8484	m	OK	-1.36766	19.3537
FLA/D7.15S	1	V.MINAREA.M	0.0175	0.339557	mrاد	OK	-1.29661	19.2826
FLA/D7.15S	2	V.PROGR.M	19.2767	0.935457	deg	OK	-1.71071	19.6967
FLA/D7.15S	2	V.MAXHEEL.M	25	0.935457	deg	OK	-1.72577	19.7118
FLA/D7.15S	2	V.RANGE.M	20	49.0646	deg	OK	-0.970842	18.9569
FLA/D7.15S	2	V.MINGZ.M	0.1	2.76939	m	OK	-1.44213	19.4282
FLA/D7.15S	2	V.MINAREA.M	0.0175	0.356422	mrاد	OK	-1.35671	19.3427
FLA/D7.15S	3	V.PROGR.M	18.2901	1.40903	deg	OK	-1.5824	19.5684
FLA/D7.15S	3	V.MAXHEEL.M	25	1.40903	deg	OK	-1.59092	19.5769
FLA/D7.15S	3	V.RANGE.M	20	48.591	deg	OK	-0.830828	18.8169
FLA/D7.15S	3	V.MINGZ.M	0.1	2.63474	m	OK	-1.29146	19.2775
FLA/D7.15S	3	V.MINAREA.M	0.0175	0.366058	mrاد	OK	-1.22251	19.2085
FLA/D7.15S	EQ	V.PROGR.M	11.9544	5.22328	deg	OK	1.48055	16.5055
FLA/D7.15S	EQ	V.MAXHEEL.M	25	5.22328	deg	OK	0.932471	17.0536
FLA/D7.15S	EQ	V.RANGE.M	20	44.7767	deg	OK	1.42855	16.5575
FLA/D7.15S	EQ	V.MINGZ.M	0.1	1.51758	m	OK	1.22154	16.7645
FLA/D7.15S	EQ	V.MINAREA.M	0.0175	0.267616	mrاد	OK	1.23063	16.7554

Πίνακας 4.3-14 : Κριτήρια ευστάθειας έναντι θλάθης σεναρίου FLA/D7.15S

Τέλος παρουσιάζεται ο πίνακας με την εξέλιξη της κατάστασης όλων των κατακλιζόμενων διαμερισμάτων.

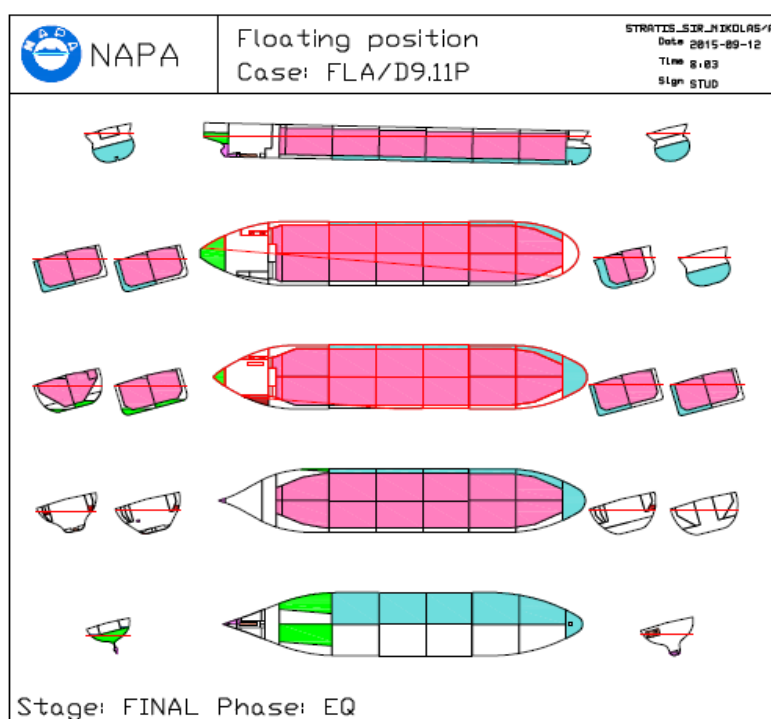
CASE	PHASE	SIDE	NAME	FILL	VOL	W	WFL	VFL	OFLV
FLA/D7.15S	1	SB	OUTER.HFO.ST	20.9	116.4	115.2	52.4	51.1	38.8
FLA/D7.15S	1	SB	COT.6S	75.8	7764.1	6653.8	1674.1	1633.2	2588.0
FLA/D7.15S	1	SB	SLOP.ST	75.8	976.3	836.7	204.3	199.3	325.5
FLA/D7.15S	1	SB	RES	76.8	143.1	122.7	0.0	0.0	45.3
FLA/D7.15S	1	SB	WB.6S	37.1	1537.6	1576.1	525.4	512.5	0.0
FLA/D7.15S	1	SB	HFO.ST	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
FLA/D7.15S	1	SB	LS.HFO.ST	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
FLA/D7.15S	1	SB	PUMP.ROOM	0.0	0.0	0.0	802.9	783.3	0.0
FLA/D7.15S	1	SB	E.R	0.0	0.0	0.0	862.0	841.0	0.0
FLA/D7.15S	1	SB	STEER.G.ROOM	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
FLA/D7.15S	2	SB	OUTER.HFO.ST	13.9	77.6	76.8	117.6	114.7	77.6
FLA/D7.15S	2	SB	COT.6S	50.5	5176.1	4435.9	3314.6	3233.8	5176.1
FLA/D7.15S	2	SB	SLOP.ST	50.5	650.9	557.8	412.2	402.1	650.9
FLA/D7.15S	2	SB	RES	51.2	95.4	81.8	0.0	0.0	93.0
FLA/D7.15S	2	SB	WB.6S	32.3	1340.5	1374.0	1374.0	1340.5	0.0
FLA/D7.15S	2	SB	HFO.ST	0.0	0.0	0.0	10.6	10.3	0.0
FLA/D7.15S	2	SB	LS.HFO.ST	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
FLA/D7.15S	2	SB	PUMP.ROOM	0.0	0.0	0.0	1650.4	1610.2	0.0
FLA/D7.15S	2	SB	E.R	0.0	0.0	0.0	2262.6	2207.4	0.0
FLA/D7.15S	2	SB	STEER.G.ROOM	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

FLA/D7.15S	3	SB	OUTER.HFO.ST	7.0	38.8	38.4	197.7	192.9	116.4
FLA/D7.15S	3	SB	COT.6S	25.3	2588.0	2218.0	5097.3	4973.0	7764.1
FLA/D7.15S	3	SB	SLOP.ST	25.3	325.4	278.9	642.8	627.1	976.3
FLA/D7.15S	3	SB	RES	25.3	47.2	40.5	0.0	0.0	141.2
FLA/D7.15S	3	SB	WB.6S	19.4	802.5	822.5	2467.5	2407.4	0.0
FLA/D7.15S	3	SB	HFO.ST	0.0	0.0	0.0	76.9	75.0	0.0
FLA/D7.15S	3	SB	LS.HFO.ST	0.0	0.0	0.0	38.4	37.5	0.0
FLA/D7.15S	3	SB	PUMP.ROOM	0.0	0.0	0.0	1907.7	1861.2	0.0
FLA/D7.15S	3	SB	E.R	0.0	0.0	0.0	4757.5	4641.5	0.0
FLA/D7.15S	3	SB	STEER.G.ROOM	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
FLA/D7.15S	EQ	SB	OUTER.HFO.ST	0.0	0.0	0.0	554.3	540.8	155.2
FLA/D7.15S	EQ	SB	COT.6S	0.0	0.0	0.0	8873.9	8657.4	10352.2
FLA/D7.15S	EQ	SB	SLOP.ST	0.0	0.0	0.0	1145.3	1117.4	1301.8
FLA/D7.15S	EQ	SB	RES	0.0	0.0	0.0	151.7	148.0	188.4
FLA/D7.15S	EQ	SB	WB.6S	0.0	0.0	0.0	4138.4	4037.4	0.0
FLA/D7.15S	EQ	SB	HFO.ST	0.0	0.0	0.0	322.5	314.6	0.0
FLA/D7.15S	EQ	SB	LS.HFO.ST	0.0	0.0	0.0	567.3	553.4	0.0
FLA/D7.15S	EQ	SB	PUMP.ROOM	0.0	0.0	0.0	2379.4	2321.3	0.0
FLA/D7.15S	EQ	SB	E.R	0.0	0.0	0.0	9926.2	9684.1	0.0
FLA/D7.15S	EQ	SB	STEER.G.ROOM	0.0	0.0	0.0	1256.4	1225.7	0.0

Πίνακας 4.3-15 : Κατανομή φορτίων διαρρηγμένων δεξαμενών σε όλα τα στάδια κατάκλισης σεναρίου FLA/D7.15S

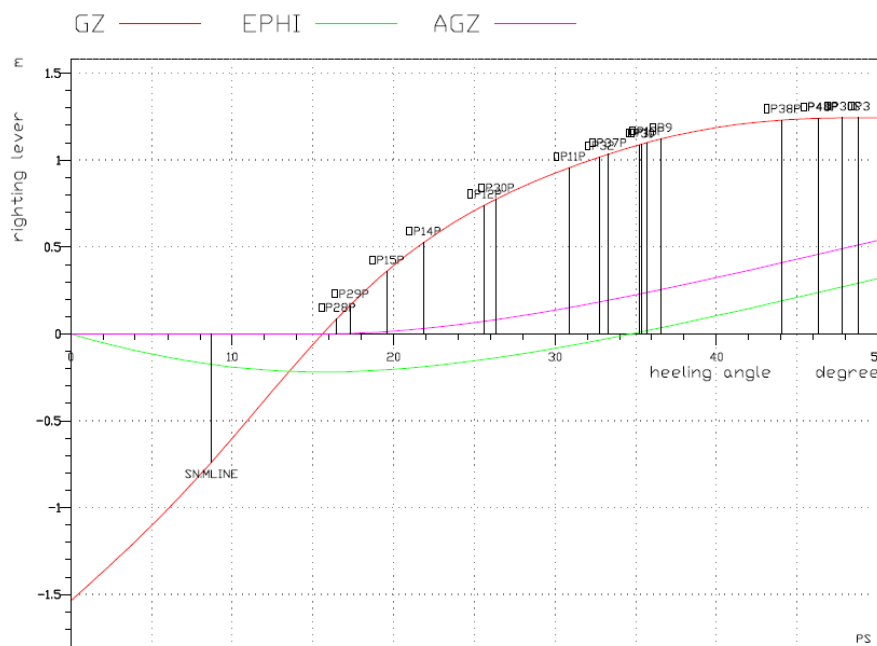
3. FLA/D9.11P

Αρχικά παρατίθεται σχήμα γενικής διάταξης του δεξαμενοπλοίου "SIR NIKOLAS" με την ίσαλο πλευσής κατά την τελική κατάσταση ισορροπίας μετά τη βλάβη.



Σχήμα 4.3-11 : Σχέδιο γενικής διάταξης σε τελικό στάδιο κατάκλισης σεναρίου FLA/D9.11P

Στη συνέχεια παρατίθεται το διάγραμμα καμπύλης ευστάθειας στην κατάσταση ισορροπίας. Όπως μπορούμε να παρατηρήσουμε, η τελική γωνία ισορροπίας είναι 15.64 deg. ενώ το πλησιέστερο άνοιγμα είναι το OP28P.



Σχήμα 4.3-12 : Καμπύλη ευστάθειας σε τελικό στάδιο κατάκλισης σεναρίου FLA/D9.11P

Στον παρακάτω πίνακα φαίνονται αναλυτικά τιμές των στοιχείων που παρουσιάζονται στο διάγραμμα ευστάθειας στην τελική κατάσταση ισορροπίας για κάθε γωνία heel.

HEEL	GZ	EPHI	AGZ	T	TR	OPNAME	IMRES	RESMRG
DEG	m	Rad*m	Rad*m	m	m		m	m
0	-1.53669	0	0	16.3832	4.8673	OP25S	4.36727	2.73185
1	-1.45335	-0.02609	0	16.3956	4.90136	OP29P	4.2052	2.59809
3	-1.28265	-0.07386	0	16.404	4.96833	OP29P	3.72542	2.06941
5	-1.10419	-0.11555	0	16.3904	5.03307	OP29P	3.24133	1.39888
7	-0.91306	-0.1508	0	16.3549	5.09513	OP28P	2.72269	0.659682
10	-0.60148	-0.19056	0	16.2605	5.19268	OP28P	1.90934	-0.50573
12	-0.38275	-0.20774	0	16.1714	5.26488	OP28P	1.35847	-1.30202
15	-0.06104	-0.21927	0	16.015	5.44601	OP28P	0.476223	-2.54873
20	0.393766	-0.20383	0.015762	15.75	5.99186	OP28P	-1.21642	-4.81189
30	0.925234	-0.08299	0.136609	15.3092	7.28249	OP28P	-5.16214	-9.7849
40	1.18787	0.10444	0.324036	14.8766	8.64351	OP28P	-9.5566	-15.0364
50	1.24376	0.318931	0.538527	14.3012	10.1483	OP28P	-14.1539	-20.2748

Πίνακας 4.3-16 : Στοιχεία καμπύλης ευστάθειας και πλευσης για το σενάριο FLA/D9.11P

Ακολουθεί ο πίνακας όπου φαίνεται η ικανοποίηση όλων των κριτηρίων ευστάθειας σε κάθε μια από τις φάσεις εξέλιξης της βλάβης καθώς και στην τελική ισορροπία. Το πιο κρίσιμο σημείο αποτελεί το κριτήριο Progressive στην φάση EQ με απαίτηση $\min GM = 3.91m$.

CASE	PHASE	RCR	REQ	ATTV	UNIT	STAT	MINGM	MAXKGL
FLA/D9.11P	1	V.PROGR.M	20.7787	7.32063	deg	OK	0.167182	17.8188
FLA/D9.11P	1	V.MAXHEEL.M	25	7.32063	deg	OK	0.129787	17.8562
FLA/D9.11P	1	V.RANGE.M	20	38.1045	deg	OK	0.693561	17.2925
FLA/D9.11P	1	V.MINGZ.M	0.1	2.11266	m	OK	0.382798	17.6032
FLA/D9.11P	1	V.MINAREA.M	0.0175	0.360272	mrاد	OK	0.422131	17.5639
FLA/D9.11P	2	V.PROGR.M	20.3173	9.42022	deg	OK	0.695983	17.2901
FLA/D9.11P	2	V.MAXHEEL.M	25	9.42022	deg	OK	0.593869	17.3922
FLA/D9.11P	2	V.RANGE.M	20	36.0471	deg	OK	1.14907	16.837
FLA/D9.11P	2	V.MINGZ.M	0.1	1.84946	m	OK	0.840271	17.1458
FLA/D9.11P	2	V.MINAREA.M	0.0175	0.360233	mrاد	OK	0.874816	17.1112
FLA/D9.11P	3	V.PROGR.M	20.0624	11.0946	deg	OK	1.48125	16.5048
FLA/D9.11P	3	V.MAXHEEL.M	25	11.0946	deg	OK	1.26542	16.7206
FLA/D9.11P	3	V.RANGE.M	20	34.5027	deg	OK	1.6518	16.3342
FLA/D9.11P	3	V.MINGZ.M	0.1	1.60162	m	OK	1.48802	16.498
FLA/D9.11P	3	V.MINAREA.M	0.0175	0.320153	mrاد	OK	1.48891	16.4971
FLA/D9.11P	EQ	V.PROGR.M	16.4819	15.6053	deg	OK	3.91143	14.0746
FLA/D9.11P	EQ	V.MAXHEEL.M	25	15.6053	deg	OK	2.5386	15.4474
FLA/D9.11P	EQ	V.RANGE.M	20	30.7572	deg	OK	2.49082	15.4952
FLA/D9.11P	EQ	V.MINGZ.M	0.1	1.23546	m	OK	2.50048	15.4856
FLA/D9.11P	EQ	V.MINAREA.M	0.0175	0.236079	mrاد	OK	2.46837	15.5177

Πίνακας 4.3-17 : Κριτήρια ευστάθειας έναντι θλάθης σεναρίου FLA/D9.11P

Τέλος παρουσιάζεται ο πίνακας με την εξέλιξη της κατάστασης όλων των κατακλιζόμενων διαμερισμάτων.

CASE	PHASE	SIDE	NAME	FILL	VOL	W	WFL	VFL	OFLV
FLA/D9.11P	1	PS	FPT	0	0	0	317.361	309.62	0
FLA/D9.11P	1	PS	WB.1P	0	0	0	1379.74	1346.09	0
FLA/D9.11P	1	PS	WB.2P	0	0	0	1812.14	1767.94	0
FLA/D9.11P	1	PS	WB.3P	0	0	0	1799.96	1756.06	0
FLA/D9.11P	1	PS	WB.4P	0	0	0	1736.62	1694.26	0
FLA/D9.11P	1	PS	WB.5P	0	0	0	1655.26	1614.89	0
FLA/D9.11P	2	PS	FPT	0	0	0	1261.56	1230.79	0
FLA/D9.11P	2	PS	WB.1P	0	0	0	1954.52	1906.84	0
FLA/D9.11P	2	PS	WB.2P	0	0	0	2165.06	2112.25	0
FLA/D9.11P	2	PS	WB.3P	0	0	0	2171.61	2118.64	0
FLA/D9.11P	2	PS	WB.4P	0	0	0	2143.63	2091.35	0
FLA/D9.11P	2	PS	WB.5P	0	0	0	2112.32	2060.8	0
FLA/D9.11P	3	PS	FPT	0	0	0	2334.4	2277.46	0
FLA/D9.11P	3	PS	WB.1P	0	0	0	2494.19	2433.35	0

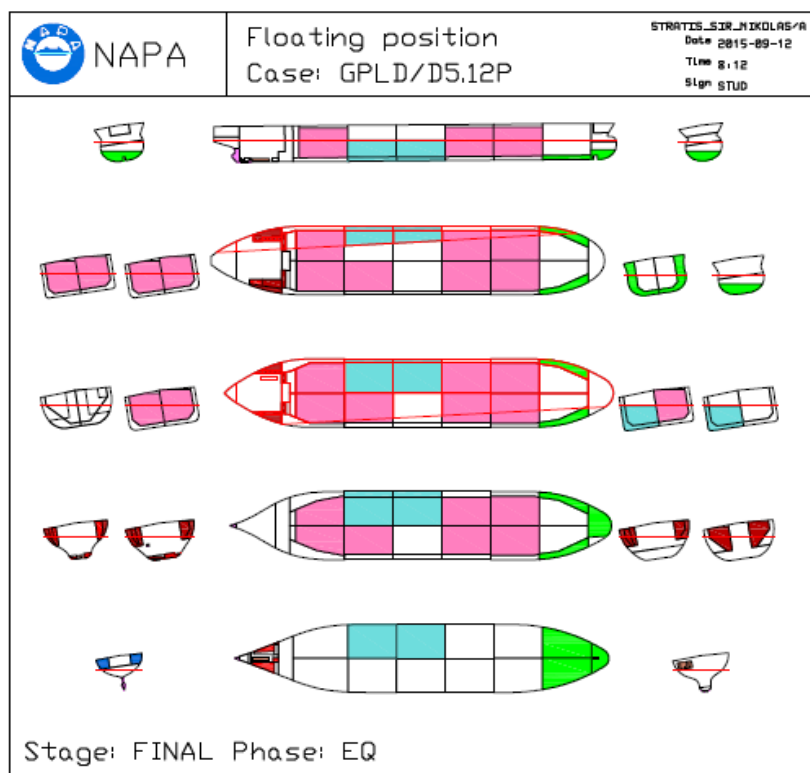
FLA/D9.11P	3	PS	WB.2P	0	0	0	2475.03	2414.66	0
FLA/D9.11P	3	PS	WB.3P	0	0	0	2468.62	2408.41	0
FLA/D9.11P	3	PS	WB.4P	0	0	0	2429.54	2370.28	0
FLA/D9.11P	3	PS	WB.5P	0	0	0	2387.1	2328.88	0
FLA/D9.11P	EQ	PS	FPT	0	0	0	2654.58	2589.83	0
FLA/D9.11P	EQ	PS	WB.1P	0	0	0	3635.45	3546.78	0
FLA/D9.11P	EQ	PS	WB.2P	0	0	0	3087.88	3012.56	0
FLA/D9.11P	EQ	PS	WB.3P	0	0	0	3116.86	3040.84	0
FLA/D9.11P	EQ	PS	WB.4P	0	0	0	3116.79	3040.77	0
FLA/D9.11P	EQ	PS	WB.5P	0	0	0	3100.01	3024.4	0

Πίνακας 4.3-18 : Κατανομή φορτίων διαρρηγμένων δεξαμενών σε όλα τα στάδια κατάκλισης σεναρίου FLA/D9.11P

4.3.3 Αποτελέσματα δυσμενέστερων σεναρίων βλάβης για την κατάσταση Group Load Departure

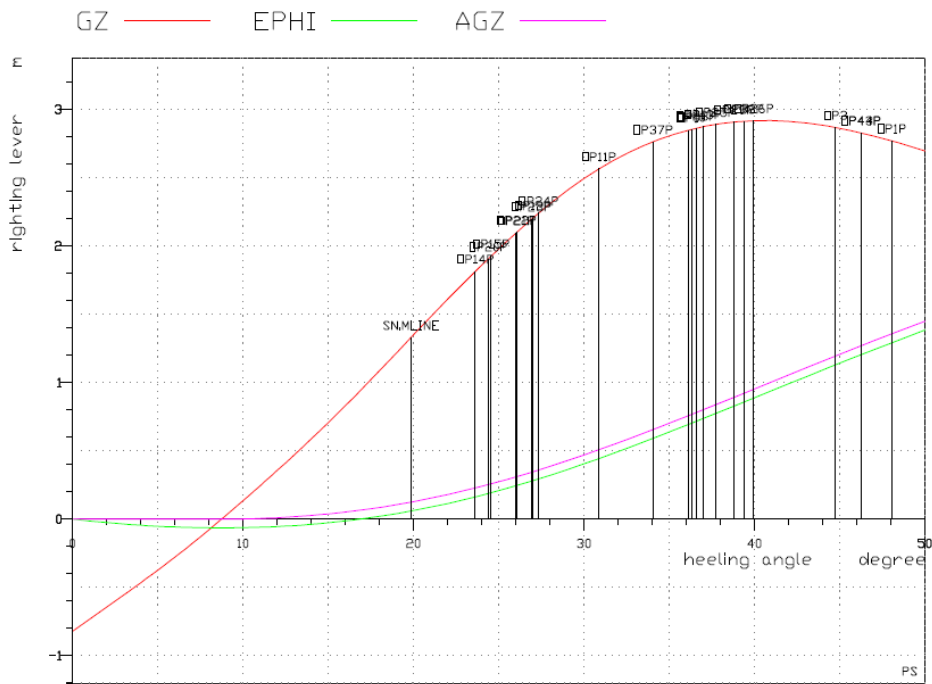
1. GPLD/D5.12P

Αρχικά παρατίθεται σχήμα γενικής διάταξης του δεξαμενοπλοίου "SIR NIKOLAS" με την ίσαλο πλευσής κατά την τελική κατάσταση ισορροπίας μετά τη βλάβη.



Σχήμα 4.3-13 : Σχέδιο γενικής διάταξης σε τελικό στάδιο κατάκλισης σεναρίου GPLD/D5.12P

Στη συνέχεια παρατίθεται το διάγραμμα καμπύλης ευστάθειας στην κατάσταση ισορροπίας. Όπως μπορούμε να παρατηρήσουμε, η τελική γωνία ισορροπίας είναι 8.76deg ενώ το πλησιέστερο άνοιγμα είναι το OP14P.



Σχήμα 4.3-14 : Καμπύλη ευστάθειας σε τελικό στάδιο κατάκλισης σεναρίου GPLD/D5.12P

Στον παρακάτω πίνακα φαίνονται αναλυτικά τιμές των στοιχείων που παρουσιάζονται στο διάγραμμα ευστάθειας στην τελική κατάσταση ισορροπίας για κάθε γωνία heel.

HEEL	GZ	EPHI	T	TR	OPNAME	IMRES	RESMRG
DEG	m	Rad*m	Rad*m	m		m	m
0	-0.82192	0	12.6642	-1.90987	OP14P	9.25175	7.96186
1	-0.73445	-0.01358	12.691	-1.93255	OP14P	8.86815	7.77917
3	-0.55738	-0.03613	12.7315	-1.96594	OP14P	8.09791	7.02843
5	-0.37498	-0.05242	12.7545	-1.98531	OP14P	7.32368	6.20457
7	-0.18149	-0.06217	12.76	-1.98919	OP14P	6.54688	5.37149
10	0.132953	-0.06355	12.7356	-1.97128	OP14P	5.37704	4.11561
12	0.354317	-0.05507	12.6976	-1.94368	OP14P	4.59539	3.27751
15	0.704562	-0.02747	12.608	-1.87929	OP14P	3.42254	2.02217
20	1.34683	0.061676	12.3707	-1.72676	OP14P	1.47126	-0.0593919
30	2.49151	0.403322	11.7886	-1.5237	OP14P	-2.66964	-4.42772
40	2.91675	0.886854	11.183	-1.32264	OP20P	-7.08944	-9.01372
50	2.695	1.38295	10.2733	-1.11642	OP20P	-11.515	-13.3735

Πίνακας 4.3-19 : Στοιχεία καμπύλης ευστάθειας και πλευσης για το σεναριο GPLD/D5.12P

Ακολουθεί ο πίνακας όπου φαίνεται η ικανοποίηση όλων των κριτηρίων ευστάθειας σε κάθε μια από τις φάσεις εξέλιξης της βλάβης καθώς και στην τελική ισορροπία. Το πιο κρίσιμο σημείο αποτελεί το κριτήριο Range στην φάση EQ με απαίτηση $minGM=1.057m$.

CASE	PHASE	RCR	REQ	ATTV	UNIT	STAT	MINGM
GPLD/D5.12P	1	V.PROGR.M	26.879	2.52313	deg	OK	-1.88114

GPLD/D5.12P	1	V.MAXHEEL.M	30	2.52313	deg	OK	-2.04074
GPLD/D5.12P	1	V.RANGE.M	20	47.4769	deg	OK	-1.10237
GPLD/D5.12P	1	V.MINGZ.M	0.1	4.17647	m	OK	-1.85035
GPLD/D5.12P	1	V.MINAREA.M	0.0175	0.423111	mrاد	OK	-1.73696
GPLD/D5.12P	2	V.PROGR.M	26.547	4.00088	deg	OK	-1.67471
GPLD/D5.12P	2	V.MAXHEEL.M	30	4.00088	deg	OK	-1.87303
GPLD/D5.12P	2	V.RANGE.M	20	45.9991	deg	OK	-0.94513
GPLD/D5.12P	2	V.MINGZ.M	0.1	4.08403	m	OK	-1.69076
GPLD/D5.12P	2	V.MINAREA.M	0.0175	0.459073	mrاد	OK	-1.57533
GPLD/D5.12P	3	V.PROGR.M	26.2826	5.34379	deg	OK	-1.48301
GPLD/D5.12P	3	V.MAXHEEL.M	30	5.34379	deg	OK	-1.73896
GPLD/D5.12P	3	V.RANGE.M	20	44.6562	deg	OK	-0.739622
GPLD/D5.12P	3	V.MINGZ.M	0.1	4.00921	m	OK	-1.56328
GPLD/D5.12P	3	V.MINAREA.M	0.0175	0.483123	mrاد	OK	-1.43935
GPLD/D5.12P	EQ	V.PROGR.M	23.6403	8.75988	deg	OK	0.85633
GPLD/D5.12P	EQ	V.MAXHEEL.M	30	8.75988	deg	OK	0.395032
GPLD/D5.12P	EQ	V.RANGE.M	20	37.4982	deg	OK	1.0565
GPLD/D5.12P	EQ	V.MINGZ.M	0.1	2.91733	m	OK	0.578989
GPLD/D5.12P	EQ	V.MINAREA.M	0.0175	0.415572	mrاد	OK	0.63602

Πίνακας 4.3-20 : Κριτήρια ευστάθειας έναντι θλάθης σεναρίου GPLD/D5.12P

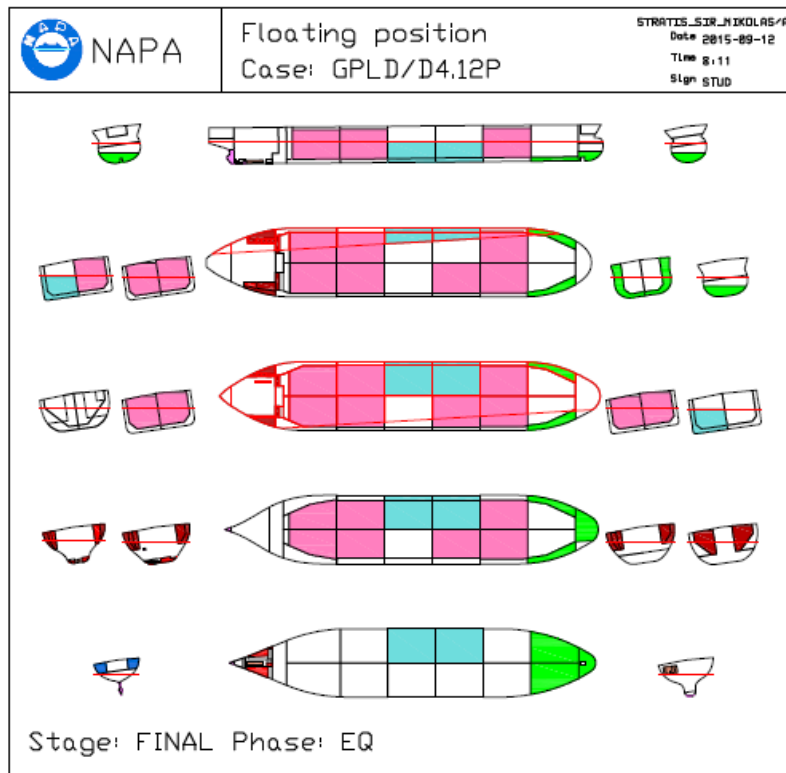
Τέλος παρουσιάζεται ο πίνακας με την εξέλιξη της κατάστασης όλων των κατακλιζόμενων διαμερισμάτων.

CASE	PHASE	NAME	DENS	FILL	VOL	W	VFL	WFL	OFLV
GPLD/D5.12P	1	COT.5P	0.857	75.821	8155.62	6989.37	1473.34	1510.17	2718.5
GPLD/D5.12P	1	WB.4P	0	0	0	0	1555.23	1594.11	0
GPLD/D5.12P	1	COT.4P	0	0	0	0	44.1645	45.2686	0
GPLD/D5.12P	1	WB.5P	0	0	0	0	1634.25	1675.11	0
GPLD/D5.12P	2	COT.5P	0.857	50.5473	5437.08	4659.58	2789.44	2859.18	5437.1
GPLD/D5.12P	2	WB.4P	0	0	0	0	1947.97	1996.67	0
GPLD/D5.12P	2	COT.4P	0	0	0	0	1630.87	1671.64	0
GPLD/D5.12P	2	WB.5P	0	0	0	0	1964.09	2013.19	0
GPLD/D5.12P	3	COT.5P	0.857	25.2737	2718.54	2329.79	4115.94	4218.84	8155.6
GPLD/D5.12P	3	WB.4P	0	0	0	0	2196.36	2251.27	0
GPLD/D5.12P	3	COT.4P	0	0	0	0	3397.96	3482.9	0
GPLD/D5.12P	3	WB.5P	0	0	0	0	2211.1	2266.38	0
GPLD/D5.12P	EQ	WB.4P	0	0	0	0	2630.21	2695.96	0
GPLD/D5.12P	EQ	COT.4P	0	0	0	0	6369.22	6528.45	0
GPLD/D5.12P	EQ	WB.5P	0	0	0	0	2645.06	2711.19	0
GPLD/D5.12P	EQ	COT.5P	0	0	0	0	6508.46	6671.17	10874.2

Πίνακας 4.3-21 : Κατανομή φορτίων διαρρηγμένων δεξαμεμών σε όλα τα στάδια κατάκλισης σεναρίου GPLD/D5.12P

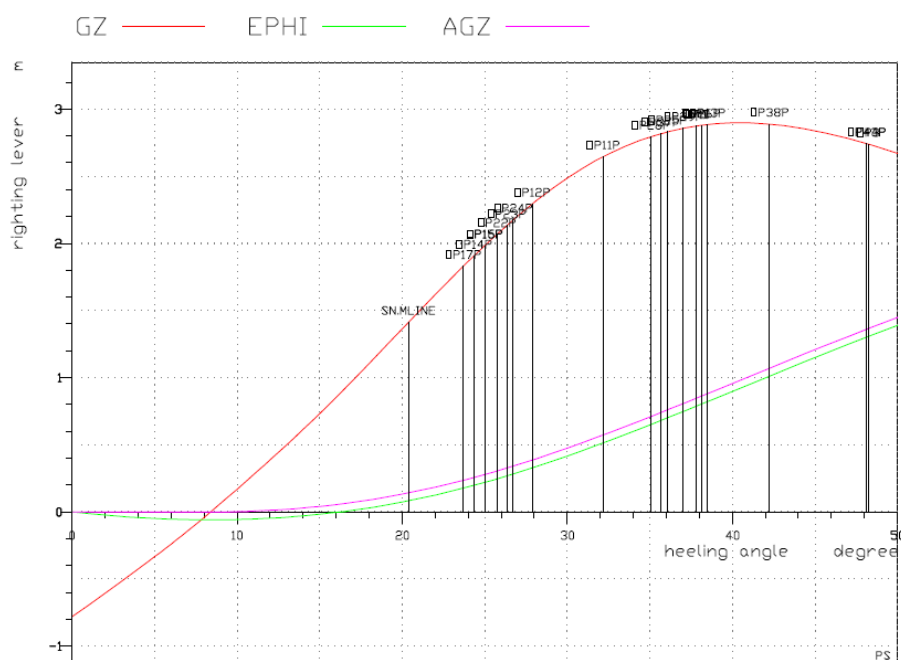
1. GPLD/D4.12P

Αρχικά παρατίθεται σχήμα γενικής διάταξης του δεξαμενοπλοίου "SIR NIKOLAS" με την ίσαλο πλεύσης κατά την τελική κατάσταση ισορροπίας μετά τη βλάβη.



Σχήμα 4.3-15 : Σχέδιο γενικής διάταξης σε τελικό στάδιο κατάκλυσης σεναρίου GPLD/D4.12P

Στη συνέχεια παρατίθεται το διάγραμμα καμπύλης ευστάθειας στην κατάσταση ισορροπίας. Όπως μπορούμε να παρατηρήσουμε, η τελική γωνία ισορροπίας είναι 8.39deg ενώ το πλησιέστερο άνοιγμα είναι το OP17P.



Σχήμα 4.3-16 : Καμπύλη ευστάθειας σε τελικό στάδιο κατάκλυσης σεναρίου GPLD/D4.12P

Στον παρακάτω πίνακα φαίνονται αναλυτικά τιμές των στοιχείων που παρουσιάζονται στο διάγραμμα ευστάθειας στην τελική κατάσταση ισορροπίας για κάθε γωνία heel.

HEEL	GZ	EPHI	AGZ	T	TR	OPNAME	IMRES	RESMRG
DEG	m	Rad*m	Rad*m	m			m	m
0	-0.78158	0	0	12.629	-2.39811	OP14P	9.12243	7.74184
1	-0.69359	-0.01287	0	12.6553	-2.36963	OP14P	8.75664	7.59721
3	-0.51619	-0.03399	0	12.6949	-2.3008	OP14P	8.0217	6.93855
5	-0.33417	-0.04885	0	12.7174	-2.21827	OP14P	7.28233	6.15774
7	-0.14173	-0.05719	0	12.7227	-2.12041	OP14P	6.54001	5.36247
10	0.169639	-0.05656	0.002364	12.6985	-1.95022	OP14P	5.42126	4.16008
12	0.388186	-0.04685	0.01208	12.6609	-1.82116	OP14P	4.67335	3.35656
15	0.733042	-0.0176	0.041323	12.5724	-1.60442	OP14P	3.55069	2.1523
20	1.36398	0.073539	0.132466	12.3373	-1.19913	OP17P	1.57309	0.154308
30	2.48793	0.416294	0.475221	11.7543	-0.4623	OP17P	-2.77705	-4.03325
40	2.89832	0.897794	0.956721	11.1472	0.260708	OP17P	-7.37735	-8.60984
50	2.6698	1.38999	1.44892	10.2349	0.957244	OP17P	-11.7878	-13.2505

Πίνακας 4.3-22 : Στοιχεία καμπύλης ευστάθειας και πλεύσης για το σενάριο GPLD/D4.12P

Ακολουθεί ο πίνακας όπου φαίνεται η ικανοποίηση όλων των κριτηρίων ευστάθειας σε κάθε μια από τις φάσεις εξέλιξης της βλάβης καθώς και στην τελική ισορροπία. Το πιο κρίσιμο σημείο αποτελεί το κριτήριο Range στην φάση EQ με απαίτηση minGM=1.06m .

CASE	PHA	RCR	REQ	ATTV	UNIT	STAT	MINGM	MAXKGL
GPLD/D4.12P	1	V.PROGR.M	26.3283	2.53679	deg	OK	-1.82448	20.8503
GPLD/D4.12P	1	V.MAXHEEL.M	25	2.53679	deg	OK	-1.70145	20.7272
GPLD/D4.12P	1	V.RANGE.M	20	47.4632	deg	OK	-1.08958	20.1154
GPLD/D4.12P	1	V.MINGZ.M	0.1	4.17258	m	OK	-1.83911	20.8649
GPLD/D4.12P	1	V.MINAREA.M	0.0175	0.421948	mrاد	OK	-1.72743	20.7532
GPLD/D4.12P	2	V.PROGR.M	25.9914	3.92034	deg	OK	-1.64406	20.6698
GPLD/D4.12P	2	V.MAXHEEL.M	25	3.92034	deg	OK	-1.55682	20.5826
GPLD/D4.12P	2	V.RANGE.M	20	46.0797	deg	OK	-0.960861	19.9866
GPLD/D4.12P	2	V.MINGZ.M	0.1	4.09161	m	OK	-1.70815	20.7339
GPLD/D4.12P	2	V.MINAREA.M	0.0175	0.458168	mrاد	OK	-1.59088	20.6167
GPLD/D4.12P	3	V.PROGR.M	25.6733	5.13657	deg	OK	-1.4856	20.5114
GPLD/D4.12P	3	V.MAXHEEL.M	25	5.13657	deg	OK	-1.41379	20.4396
GPLD/D4.12P	3	V.RANGE.M	20	44.8635	deg	OK	-0.79238	19.8182
GPLD/D4.12P	3	V.MINGZ.M	0.1	4.03236	m	OK	-1.61423	20.64
GPLD/D4.12P	3	V.MINAREA.M	0.0175	0.481702	mrاد	OK	-1.49007	20.5159
GPLD/D4.12P	EQ	V.PROGR.M	23.693	8.39387	deg	OK	0.827375	18.1984
GPLD/D4.12P	EQ	V.MAXHEEL.M	25	8.39387	deg	OK	0.687192	18.3386

GPLD/D4.12P	EQ	V.RANGE.M	20	39.7412	deg	OK	1.06035	17.9654
GPLD/D4.12P	EQ	V.MINGZ.M	0.1	2.89832	m	OK	0.590925	18.4349
GPLD/D4.12P	EQ	V.MINAREA.M	0.0175	0.407456	mrاد	OK	0.647143	18.3786

Πίνακας 4.3-23 : Κριτήρια ευστάθειας έναντι βλάβης σεναρίου GPLD/D4.12P

Τέλος, παρουσιάζεται ο πίνακας με την εξέλιξη της κατάστασης όλων των κατακλιζόμενων διαμερισμάτων.

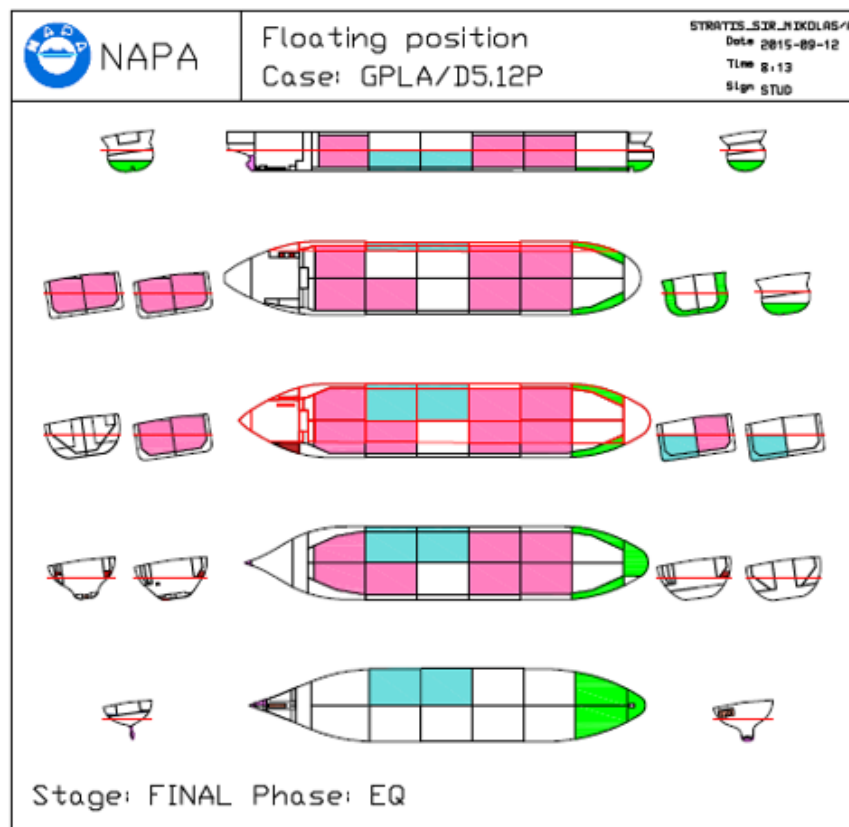
CASE	PHASE	SIDE	NAME	FILL	VOL	W	WFL	VFL	OFLV
GPLD/D4.12P	1	PS	COT.3P	75.8211	8155.62	6989.37	1434.59	1399.6	2718.54
GPLD/D4.12P	1	PS	WB.3P	0	0	0	1593.16	1554.31	0
GPLD/D4.12P	1	PS	WB.4P	0	0	0	1670.93	1630.18	0
GPLD/D4.12P	1	PS	COT.4P	0	0	0	126.983	123.886	0
GPLD/D4.12P	2	PS	COT.3P	50.5474	5437.08	4659.58	2703.19	2637.26	5437.08
GPLD/D4.12P	2	PS	WB.3P	0	0	0	1987.66	1939.18	0
GPLD/D4.12P	2	PS	WB.4P	0	0	0	2007.14	1958.18	0
GPLD/D4.12P	2	PS	COT.4P	0	0	0	1760.67	1717.72	0
GPLD/D4.12P	3	PS	COT.3P	25.2737	2718.54	2329.79	3987.39	3890.14	8155.62
GPLD/D4.12P	3	PS	WB.3P	0	0	0	2232.7	2178.25	0
GPLD/D4.12P	3	PS	WB.4P	0	0	0	2253.36	2198.4	0
GPLD/D4.12P	3	PS	COT.4P	0	0	0	3521.22	3435.33	0
GPLD/D4.12P	EQ	PS	COT.3P	0	0	0	6319.09	6164.96	10874.2
GPLD/D4.12P	EQ	PS	WB.3P	0	0	0	2663.52	2598.55	0
GPLD/D4.12P	EQ	PS	WB.4P	0	0	0	2682.66	2617.23	0
GPLD/D4.12P	EQ	PS	COT.4P	0	0	0	6466.18	6308.47	0

Πίνακας 4.3-24 : Κατανομή φορτίων διαρρηγμένων δεξαμενών σε όλα τα στάδια κατάκλισης σεναρίου GPLD/D4.12P

4.3.4 Αποτελέσματα δυσμενέστερων σεναρίων βλάβης για την κατάσταση Group Load Arrival

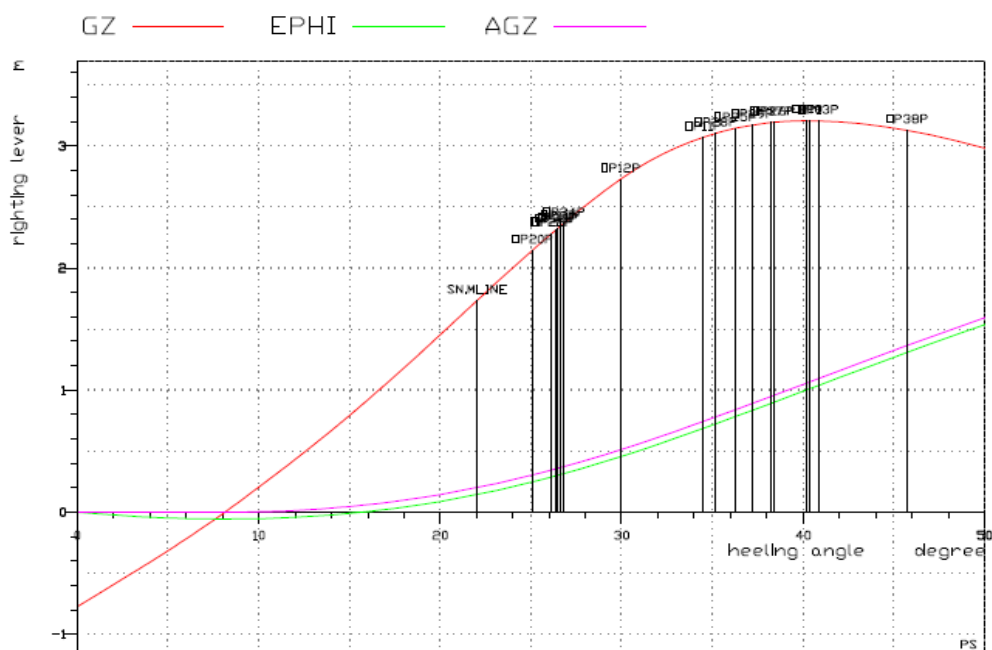
1. GPLA/D5.12P

Αρχικά παρατίθεται σχήμα γενικής διάταξης του δεξαμενοπλοίου "SIR NIKOLAS" με την ίσαλο πλεύσης κατά την τελική κατάσταση ισορροπίας μετά τη βλάβη.



Σχήμα 4.3-17 : Σχέδιο γενικής διάταξης σε τελικό στάδιο κατάκλυσης σεναρίου GPLA/D5.12P

Στη συνέχεια παρατίθεται το διάγραμμα καμπύλης ευστάθειας στην κατάσταση ισορροπίας. Όπως παρατηρούμε, η τελική γωνία ισορροπίας είναι 8.12deg ενώ το πλησιέστερο άνοιγμα το OP20P.



Σχήμα 4.3-18 : Καμπύλη ευστάθειας σε τελικό στάδιο κατάκλυσης σεναρίου GPLA/D5.12P

Στον παρακάτω πίνακα φαίνονται αναλυτικά τιμές των στοιχείων που παρουσιάζονται στο διάγραμμα ευστάθειας στην τελική κατάσταση ισορροπίας για κάθε γωνία heel.

HEEL	GZ	EPHI	T	TR	OPNAME	IMRES	RESMRG
DEG	m	Rad*m	Rad*m	m		m	m
0	-0.77174	0	12.1764	0.261865	OP20P	10.3183	8.7683
1	-0.6825	-0.01269	12.2041	0.234893	OP20P	9.92923	8.37923
3	-0.5015	-0.03336	12.2467	0.190967	OP20P	9.14307	7.59307
5	-0.315	-0.04763	12.272	0.16022	OP20P	8.34694	6.79694
7	-0.11708	-0.05521	12.2802	0.142775	OP20P	7.54179	5.99179
10	0.205147	-0.05302	12.2603	0.140187	OP20P	6.3193	4.7693
12	0.432318	-0.04192	12.2256	0.15317	OP20P	5.49601	3.94601
15	0.79226	-0.00997	12.1419	0.195783	OP20P	4.25072	2.70072
20	1.45411	0.087559	11.915	0.301017	OP20P	2.16171	0.61171
30	2.73362	0.457713	11.2973	0.640224	OP20P	-2.16652	-3.71652
40	3.20631	0.990624	10.6186	1.12457	OP20P	-6.72461	-8.27461
50	2.98305	1.53666	9.63479	1.64792	OP20P	-11.1017	-12.6517

Πίνακας 4.3-25 : Στοιχεία καμπύλης ευστάθειας και πλεύσης για το σενάριο GPLA/D5.12P

Ακολουθεί ο πίνακας όπου φαίνεται η ικανοποίηση όλων των κριτηρίων ευστάθειας σε κάθε μια από τις φάσεις εξέλιξης της βλάβης καθώς και στην τελική ισορροπία. Το πιο κρίσιμο σημείο αποτελεί το κριτήριο Range στην φάση EQ με απαίτηση $\min GM=0.73m$.

CASE	PHASE	RCR	REQ	ATTV	UNIT	STAT	MINGM
GPLA/D5.12P	1	V.PROGR.M	27.6881	2.52533	deg	OK	-2.22794
GPLA/D5.12P	1	V.MAXHEEL.M	30	2.52533	deg	OK	-2.33901
GPLA/D5.12P	1	V.RANGE.M	20	47.4747	deg	OK	-1.31736
GPLA/D5.12P	1	V.MINGZ.M	0.1	4.39725	m	OK	-2.14225
GPLA/D5.12P	1	V.MINAREA.M	0.0175	0.436474	mrad	OK	-2.02395
GPLA/D5.12P	2	V.PROGR.M	27.3809	3.82735	deg	OK	-2.04818
GPLA/D5.12P	2	V.MAXHEEL.M	30	3.82735	deg	OK	-2.2125
GPLA/D5.12P	2	V.RANGE.M	20	46.1727	deg	OK	-1.19717
GPLA/D5.12P	2	V.MINGZ.M	0.1	4.32374	m	OK	-2.03214
GPLA/D5.12P	2	V.MINAREA.M	0.0175	0.472014	mrad	OK	-1.90659
GPLA/D5.12P	3	V.PROGR.M	27.0869	4.99449	deg	OK	-1.91036
GPLA/D5.12P	3	V.MAXHEEL.M	30	4.99449	deg	OK	-2.12943
GPLA/D5.12P	3	V.RANGE.M	20	45.0055	deg	OK	-1.03445
GPLA/D5.12P	3	V.MINGZ.M	0.1	4.26994	m	OK	-1.95845
GPLA/D5.12P	3	V.MINAREA.M	0.0175	0.495164	mrad	OK	-1.82121
GPLA/D5.12P	EQ	V.PROGR.M	25.0655	8.11907	deg	OK	0.384075
GPLA/D5.12P	EQ	V.MAXHEEL.M	30	8.11907	deg	OK	-0.026473
GPLA/D5.12P	EQ	V.RANGE.M	20	41.881	deg	OK	0.730231
GPLA/D5.12P	EQ	V.MINGZ.M	0.1	3.20631	m	OK	0.131414
GPLA/D5.12P	EQ	V.MINAREA.M	0.0175	0.427708	mrad	OK	0.214058

Πίνακας 4.3-26 : Κριτήρια ευστάθειας έναντι βλάβης σεναρίου GPLA/D5.12P

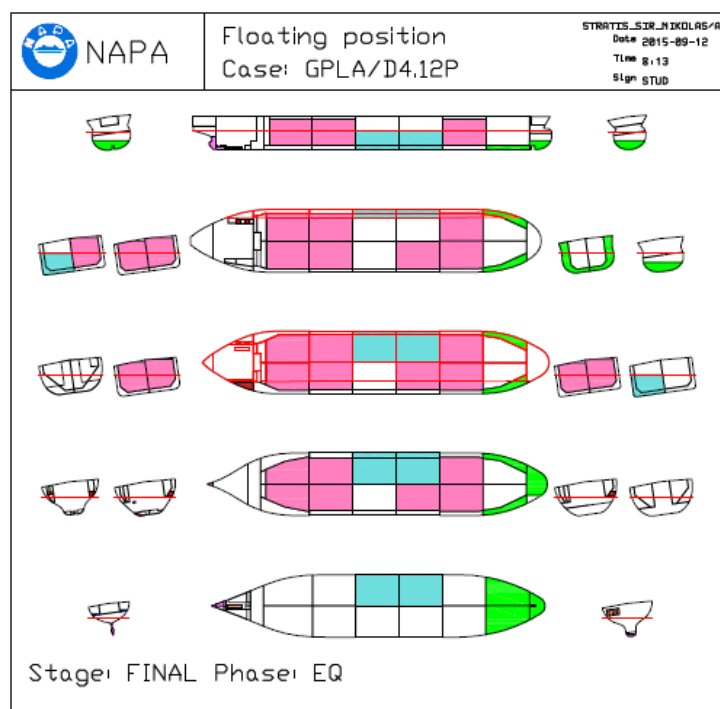
Τέλος, παρουσιάζεται ο πίνακας με την εξέλιξη της κατάστασης όλων των κατακλιζόμενων διαμερισμάτων.

CASE	PHASE	NAME	DENS	FILL	VOL	W	VFL	WFL	OFLV
GPLA/D5.12P	1	COT.5P	0.857	75.821	8155.62	6989.36	1328.1	1361.3	2718.5
GPLA/D5.12P	1	WB.4P	0	0	0	0	1622.92	1663.49	0
GPLA/D5.12P	1	COT.4P	0	0	0	0	106.69	109.357	0
GPLA/D5.12P	1	WB.5P	0	0	0	0	1623.96	1664.56	0
GPLA/D5.12P	2	COT.5P	0.857	50.5474	5437.08	4659.58	2572.55	2636.87	5437.1
GPLA/D5.12P	2	WB.4P	0	0	0	0	1946.81	1995.48	0
GPLA/D5.12P	2	COT.4P	0	0	0	0	1640.13	1681.13	0
GPLA/D5.12P	2	WB.5P	0	0	0	0	1943.55	1992.14	0
GPLA/D5.12P	3	COT.5P	0.857	25.2737	2718.54	2329.79	3819.86	3915.36	8155.6
GPLA/D5.12P	3	WB.4P	0	0	0	0	2178.24	2232.7	0
GPLA/D5.12P	3	COT.4P	0	0	0	0	3295.52	3377.91	0
GPLA/D5.12P	3	WB.5P	0	0	0	0	2173.5	2227.84	0
GPLA/D5.12P	EQ	WB.4P	0	0	0	0	2580.07	2644.58	0
GPLA/D5.12P	EQ	COT.4P	0	0	0	0	6052.37	6203.68	0
GPLA/D5.12P	EQ	WB.5P	0	0	0	0	2575.53	2639.92	0
GPLA/D5.12P	EQ	COT.5P	0	0	0	0	6042.64	6193.71	10874.2

Πίνακας 4.3-27 : Κατανομή φορτίων διαρρηγμένων δεξαμενών σε όλα τα στάδια κατάκλισης σεναρίου GPLA/D5.12P

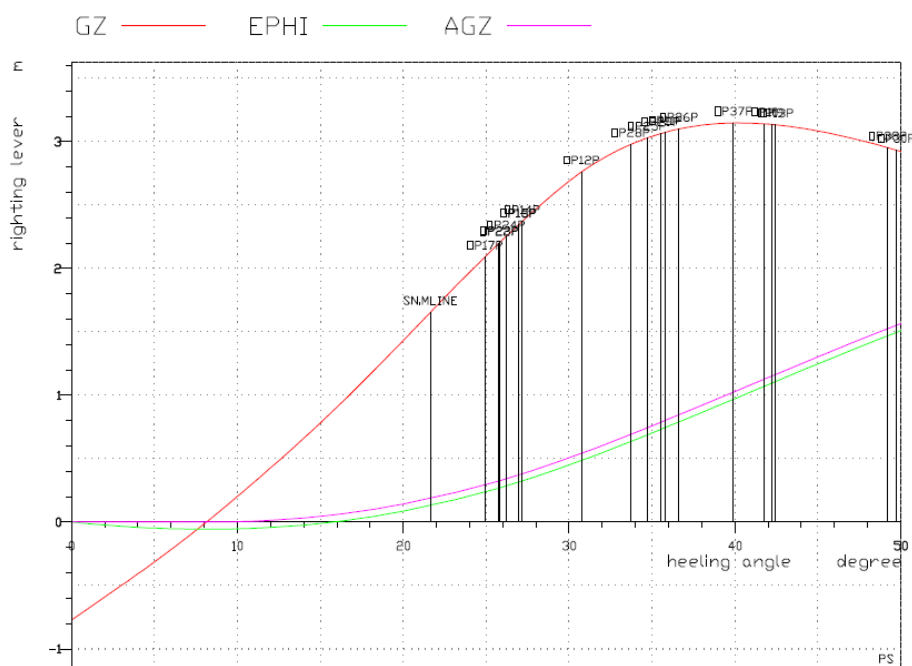
2. GPLA/D4.12P

Αρχικά παρατίθεται σχήμα γενικής διάταξης του δεξαμενοπλοίου "SIR NIKOLAS" με την ίσαλο πλεύσης κατά την τελική κατάσταση ισορροπίας μετά τη βλάβη.



Σχήμα 4.3-19 : Σχέδιο γενικής διάταξης σε τελικό στάδιο κατάκλισης σεναρίου GPLA/D4.12P

Στη συνέχεια παρατίθεται το διάγραμμα καμπύλης ευστάθειας στην κατάσταση ισοροπίας. Όπως μπορούμε να παρατηρήσουμε, η τελική γωνία ισοροπίας είναι 8.12deg ενώ το πλησιέστερο άνοιγμα είναι το OP17P.



Σχήμα 4.3-20 : Καμπύλη ευστάθειας σε τελικό στάδιο κατάκλισης σεναρίου GPLA/D4.12P

Στον παρακάτω πίνακα φαίνονται αναλυτικά τιμές των στοιχείων που παρουσιάζονται στο διάγραμμα ευστάθειας στην τελική κατάσταση ισοροπίας για κάθε γωνία heel.

HEEL DEG	GZ m	EPHI Rad*m	T Rad*m	TR m	OPNAME	IMRES m	RESMRG m
0	-0.77185	0	12.1872	-0.35633	OP14P	10.2518	8.6918
1	-0.6819	-0.01269	12.2139	-0.32906	OP14P	9.88513	8.32513
3	-0.50008	-0.03332	12.2545	-0.26468	OP17P	9.10387	7.54387
5	-0.31351	-0.04754	12.2782	-0.18757	OP17P	8.29904	6.73904
7	-0.11634	-0.05508	12.2852	-0.09751	OP17P	7.48662	5.92662
10	0.203392	-0.0529	12.264	0.060763	OP17P	6.25586	4.69586
12	0.427976	-0.04191	12.2288	0.180341	OP17P	5.42869	3.86869
15	0.782677	-0.01032	12.145	0.382715	OP17P	4.18021	2.62021
20	1.4335	0.085909	11.9182	0.750154	OP17P	2.0905	0.5305
30	2.68978	0.450362	11.2988	1.6279	OP17P	-2.2161	-3.7761
40	3.14842	0.974247	10.6213	2.62399	OP17P	-6.73185	-8.29185
50	2.92268	1.50982	9.63787	3.6182	OP17P	-11.0554	-12.6154

Πίνακας 4.3-28 : Στοιχεία καμπύλης ευστάθειας και πλεύσης για το σενάριο GPLA/D4.12P

Ακολουθεί ο πίνακας όπου φαίνεται η ικανοποίηση όλων των κριτηρίων ευστάθειας σε κάθε μια από τις φάσεις εξέλιξης της βλάβης καθώς και στην τελική ισορροπία. Το πιο κρίσιμο σημείο αποτελεί το κριτήριο Range στην φάση EQ με απαίτηση $\min GM=0.81m$.

CASE	PHASE	RCR	REQ	ATTV	UNIT	STAT	MINGM
GPLA/D4.12P	1	V.PROGR.M	27.6051	2.53863	deg	OK	-2.21049
GPLA/D4.12P	1	V.MAXHEEL.M	30	2.53863	deg	OK	-2.32896
GPLA/D4.12P	1	V.RANGE.M	20	47.4614	deg	OK	-1.30748
GPLA/D4.12P	1	V.MINGZ.M	0.1	4.39217	m	OK	-2.13415
GPLA/D4.12P	1	V.MINAREA.M	0.0175	0.435909	mrad	OK	-2.01409
GPLA/D4.12P	2	V.PROGR.M	27.2891	3.8351	deg	OK	-2.04032
GPLA/D4.12P	2	V.MAXHEEL.M	30	3.8351	deg	OK	-2.21188
GPLA/D4.12P	2	V.RANGE.M	20	46.1649	deg	OK	-1.19456
GPLA/D4.12P	2	V.MINGZ.M	0.1	4.32328	m	OK	-2.03285
GPLA/D4.12P	2	V.MINAREA.M	0.0175	0.47192	mrad	OK	-1.90572
GPLA/D4.12P	3	V.PROGR.M	26.9877	4.97947	deg	OK	-1.909
GPLA/D4.12P	3	V.MAXHEEL.M	30	4.97947	deg	OK	-2.13719
GPLA/D4.12P	3	V.RANGE.M	20	45.0206	deg	OK	-1.04492
GPLA/D4.12P	3	V.MINGZ.M	0.1	4.27592	m	OK	-1.96644
GPLA/D4.12P	3	V.MINAREA.M	0.0175	0.495616	mrad	OK	-1.82949
GPLA/D4.12P	EQ	V.PROGR.M	24.9168	8.11914	deg	OK	0.480196
GPLA/D4.12P	EQ	V.MAXHEEL.M	30	8.11914	deg	OK	0.061201
GPLA/D4.12P	EQ	V.RANGE.M	20	41.8809	deg	OK	0.810952
GPLA/D4.12P	EQ	V.MINGZ.M	0.1	3.14842	m	OK	0.220951
GPLA/D4.12P	EQ	V.MINAREA.M	0.0175	0.421597	mrad	OK	0.302779

Πίνακας 4.3-29 : Κριτήρια ευστάθειας έναντι βλάβης σεναρίου GPLA/D4.12P

Τέλος, παρουσιάζεται ο πίνακας με την εξέλιξη της κατάστασης όλων των κατακλιζόμενων διαμερισμάτων.

CASE	PHASE	NAME	FILL	VOL	W	VFL	WFL	OFFLV
GPLA/D4.12P	1	COT.3P	75.8211	8155.62	6989.37	1328.09	1361.29	2718.5
GPLA/D4.12P	1	WB.3P	0	0	0	1626.75	1667.42	0
GPLA/D4.12P	1	WB.4P	0	0	0	1623.14	1663.72	0
GPLA/D4.12P	1	COT.4P	0	0	0	106.856	109.527	0
GPLA/D4.12P	2	COT.3P	50.5474	5437.08	4659.58	2572.44	2636.75	5437.1
GPLA/D4.12P	2	WB.3P	0	0	0	1947.09	1995.77	0
GPLA/D4.12P	2	WB.4P	0	0	0	1947.21	1995.89	0
GPLA/D4.12P	2	COT.4P	0	0	0	1642.37	1683.43	0
GPLA/D4.12P	3	COT.3P	25.2737	2718.54	2329.79	3817.14	3912.57	8155.6

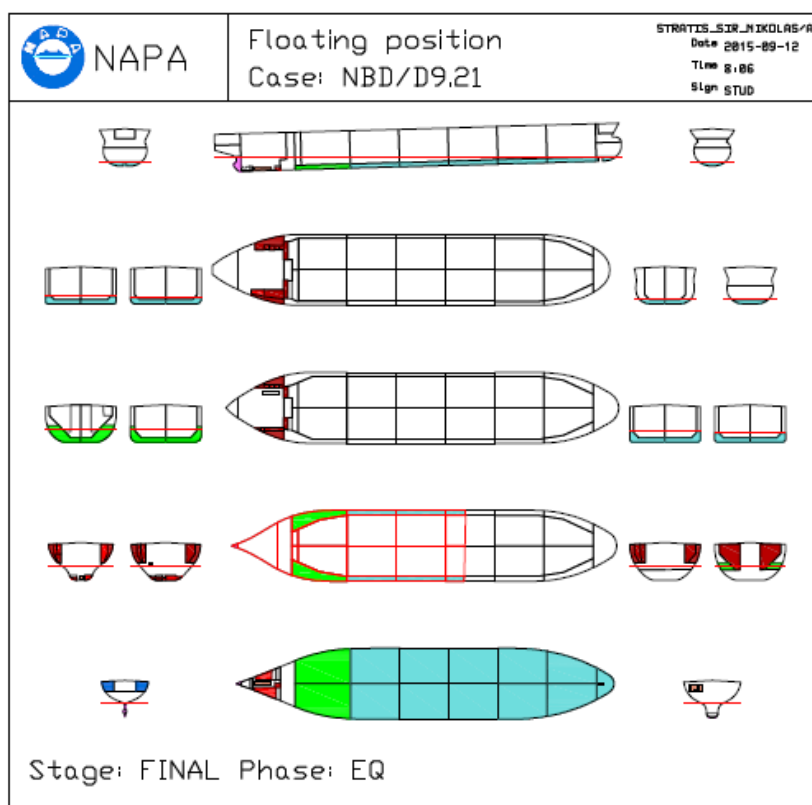
GPLA/D4.12P	3	WB.3P	0	0	0	2176.35	2230.76	0
GPLA/D4.12P	3	WB.4P	0	0	0	2177.82	2232.27	0
GPLA/D4.12P	3	COT.4P	0	0	0	3293.65	3375.99	0
GPLA/D4.12P	EQ	WB.3P	0	0	0	2579.84	2644.34	0
GPLA/D4.12P	EQ	COT.3P	0	0	0	6050.44	6201.71	10874.2
GPLA/D4.12P	EQ	WB.4P	0	0	0	2580.22	2644.72	0
GPLA/D4.12P	EQ	COT.4P	0	0	0	6053.35	6204.68	0

Πίνακας 4.3-30 : Κατανομή φορτίων διαρρηγμένων δεξαμενών σε όλα τα στάδια κατάκλυσης σεναρίου GPLA/D4.12P

4.3.5 Αποτελέσματα δυσμενέστερων σεναρίων βλάβης για την κατάσταση Normal Ballast Departure

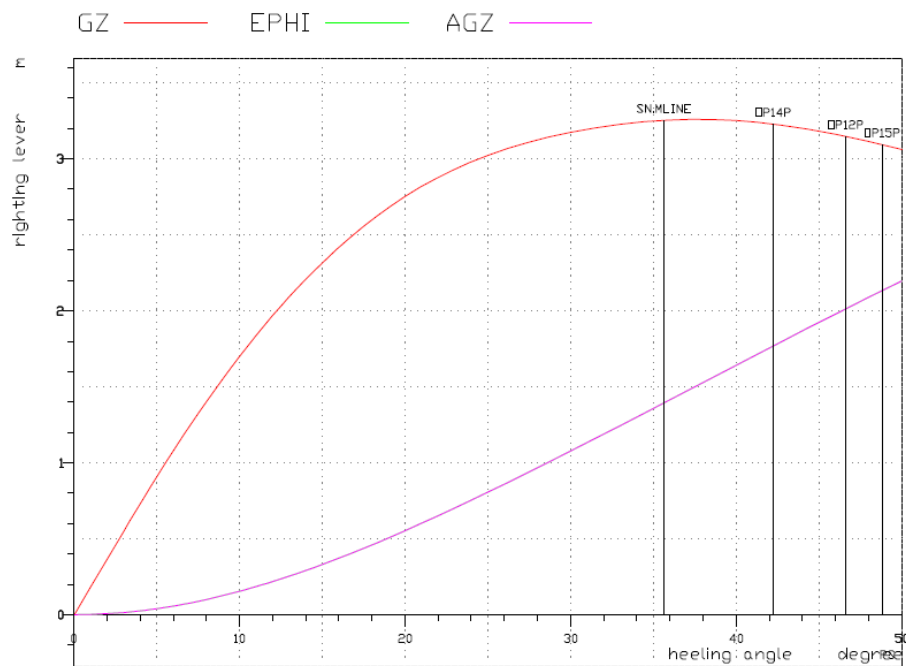
1. NBD/D9.21

Αρχικά παρατίθεται σχήμα γενικής διάταξης του δεξαμενοπλοίου "SIR NIKOLAS" με την ίσαλο πλεύσης κατά την τελική κατάσταση ισορροπίας μετά τη βλάβη.



Σχήμα 4.3-21 : Σχέδιο γενικής διάταξης σε τελικό στάδιο κατάκλυσης σεναρίου NBD/D9.21

Στη συνέχεια παρατίθεται το διάγραμμα καμπύλης ευστάθειας στην κατάσταση ισορροπίας. Όπως παρατηρούμε, η τελική γωνία ισορροπίας είναι 0 ενώ το πλησιέστερο άνοιγμα το OP14P.



Σχήμα 4.3-22 : Καμπύλη ευστάθειας σε τελικό στάδιο κατάκλισης σεναρίου NBD/D9.21

Στον παρακάτω πίνακα φαίνονται αναλυτικά τιμές των στοιχείων που παρουσιάζονται στο διάγραμμα ευστάθειας στην τελική κατάσταση ισορροπίας για κάθε γωνία heel.

HEEL	GZ	EPHI	T	TR	OPNAME	IMRES	RESMRG
DEG	m	Rad*m	Rad*m	m		m	m
0	-0.00666	0	5.8532	-6.69668	OP40	13.9237	12.2676
1	0.178597	0.0015	5.85096	-6.69811	OP38P	13.7771	12.1359
3	0.547295	0.01417	5.83296	-6.7089	OP14P	13.3951	11.8564
5	0.906257	0.039586	5.79394	-6.74543	OP14P	12.6774	11.3075
7	1.2427	0.077166	5.72728	-6.83907	OP14P	11.9427	10.5905
10	1.69836	0.154415	5.57228	-7.07492	OP14P	10.8181	9.42573
12	1.96765	0.218483	5.43048	-7.28093	OP14P	10.0617	8.62747
15	2.31498	0.330883	5.1563	-7.63813	OP14P	8.93158	7.4271
20	2.7516	0.553205	4.53969	-8.26922	OP14P	7.09608	5.4711
30	3.17415	1.07716	2.79822	-9.35486	OP14P	3.68218	1.83866
40	3.25092	1.64193	0.540588	-9.99199	OP14P	0.643559	-1.36756
50	3.06142	2.19566	-2.01641	-10.5581	OP14P	-2.2095	-4.33473

Πίνακας 4.3-31 : Στοιχεία καμπύλης ευστάθειας και πλεύσης για το σενάριο NBD/D9.21

Ακολουθεί ο πίνακας όπου φαίνεται η ικανοποίηση όλων των κριτηρίων ευστάθειας σε κάθε μια από τις φάσεις εξέλιξης της βλάβης καθώς και στην τελική ισορροπία. Το πιο κρίσιμο σημείο αποτελεί το κριτήριο Range στην φάση EQ με απαίτηση $\min GM=0.81m$.

CASE	PHASE	RCR	REQ	ATTV	UNIT	STAT	MINGM
NBD/D9.21	1	V.PROGR.M	43.0099	0.025045	deg	OK	-1.65906
NBD/D9.21	1	V.MAXHEEL.M	30	0.025045	deg	OK	-1.65906
NBD/D9.21	1	V.RANGE.M	20	49.975	deg	OK	-0.985292
NBD/D9.21	1	V.MINGZ.M	0.1	8.08962	m	OK	-1.35691
NBD/D9.21	1	V.MINAREA.M	0.0175	0.949541	mrاد	OK	-1.25595
NBD/D9.21	2	V.PROGR.M	42.9719	0.024377	deg	OK	-1.88345
NBD/D9.21	2	V.MAXHEEL.M	30	0.024377	deg	OK	-1.88345
NBD/D9.21	2	V.RANGE.M	20	49.9756	deg	OK	-1.32648
NBD/D9.21	2	V.MINGZ.M	0.1	7.68927	m	OK	-1.54739
NBD/D9.21	2	V.MINAREA.M	0.0175	0.968605	mrاد	OK	-1.47636
NBD/D9.21	3	V.PROGR.M	42.7526	0.023918	deg	OK	-1.99501
NBD/D9.21	3	V.MAXHEEL.M	30	0.023918	deg	OK	-1.99501
NBD/D9.21	3	V.RANGE.M	20	49.9761	deg	OK	-1.3702
NBD/D9.21	3	V.MINGZ.M	0.1	7.09189	m	OK	-1.61643
NBD/D9.21	3	V.MINAREA.M	0.0175	0.976733	mrاد	OK	-1.56389
NBD/D9.21	EQ	V.PROGR.M	42.2202	0.035962	deg	OK	3.84999
NBD/D9.21	EQ	V.MAXHEEL.M	30	0.035962	deg	OK	3.84999
NBD/D9.21	EQ	V.RANGE.M	20	49.9641	deg	OK	6.29933
NBD/D9.21	EQ	V.MINGZ.M	0.1	3.25874	m	OK	4.93148
NBD/D9.21	EQ	V.MINAREA.M	0.0175	0.554935	mrاد	OK	5.08194

Πίνακας 4.3-32 : Κριτήρια ευστάθειας έναντι θλάθης σεναρίου NBD/D9.21

Τέλος, παρουσιάζεται ο πίνακας με την εξέλιξη της κατάστασης όλων των κατακλιζόμενων διαμερισμάτων.

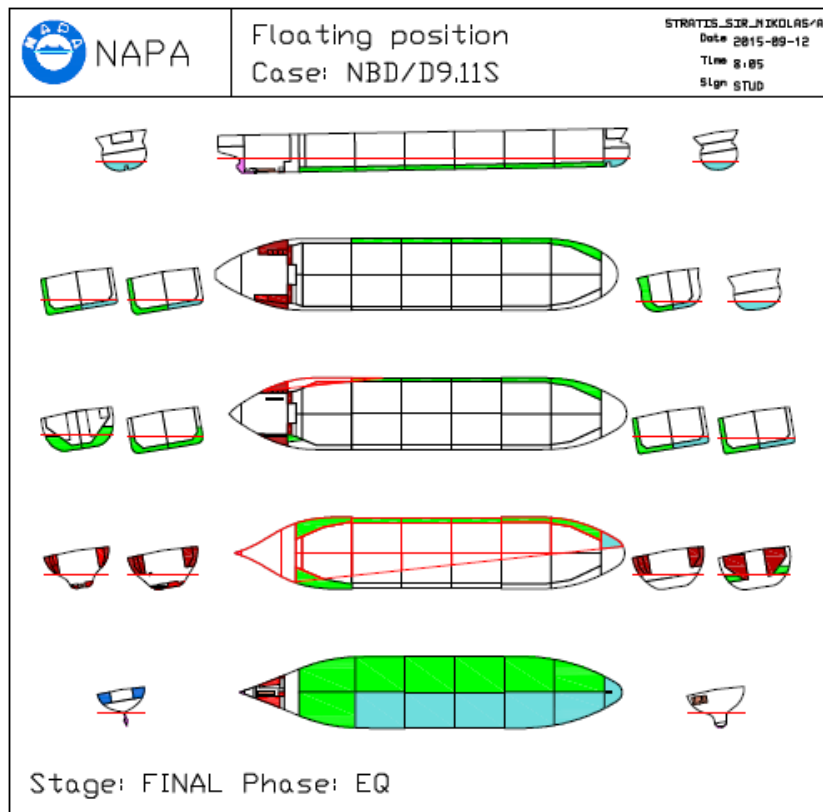
CASE	PHASE	NAME	FILL	VOL	W	VFL	WFL	OFLV
NBD/D9.21	1	FPT	66.9548	1734.02	1777.37	578.005	592.456	0.0
NBD/D9.21	1	WB.5P	68.9207	2093.51	2145.85	697.836	715.282	0.0
NBD/D9.21	1	WB.5S	68.9207	2093.51	2145.85	697.836	715.282	0.0
NBD/D9.21	1	WB.4P	68.8969	2095.05	2147.42	698.349	715.808	0.0
NBD/D9.21	1	WB.4S	68.8969	2095.05	2147.42	698.349	715.808	0.0
NBD/D9.21	1	WB.3P	68.8667	2094.13	2146.48	698.043	715.495	0.0
NBD/D9.21	1	WB.3S	68.8667	2094.13	2146.48	698.043	715.495	0.0
NBD/D9.21	1	WB.2P	68.7746	2071.88	2123.68	690.626	707.892	0.0
NBD/D9.21	1	WB.2S	68.7746	2071.88	2123.68	690.626	707.892	0.0
NBD/D9.21	1	WB.1P	65.5501	2326.32	2384.48	775.441	794.827	0.0
NBD/D9.21	1	WB.1S	65.5501	2326.32	2384.48	775.441	794.827	0.0
NBD/D9.21	2	FPT	36.2354	938.436	961.897	938.436	961.897	0.0
NBD/D9.21	2	WB.5P	41.6192	1264.21	1295.81	1264.21	1295.81	0.0
NBD/D9.21	2	WB.5S	41.6192	1264.21	1295.81	1264.21	1295.81	0.0

NBD/D9.21	2	WB.4P	41.4989	1261.92	1293.46	1261.92	1293.46	0.0
NBD/D9.21	2	WB.4S	41.4989	1261.92	1293.46	1261.92	1293.46	0.0
NBD/D9.21	2	WB.3P	41.3695	1257.98	1289.43	1257.98	1289.43	0.0
NBD/D9.21	2	WB.3S	41.3695	1257.98	1289.43	1257.98	1289.43	0.0
NBD/D9.21	2	WB.2P	41.1212	1238.8	1269.77	1238.8	1269.77	0.0
NBD/D9.21	2	WB.2S	41.1212	1238.8	1269.77	1238.8	1269.77	0.0
NBD/D9.21	2	WB.1P	36.4651	1294.12	1326.47	1294.12	1326.47	0.0
NBD/D9.21	2	WB.1S	36.4651	1294.12	1326.47	1294.12	1326.47	0.0
NBD/D9.21	3	FPT	12.6951	328.783	337.002	986.348	1011.01	0.0
NBD/D9.21	3	WB.5P	18.5715	564.121	578.224	1692.36	1734.67	0.0
NBD/D9.21	3	WB.5S	18.5715	564.121	578.224	1692.36	1734.67	0.0
NBD/D9.21	3	WB.4P	18.4154	559.983	573.982	1679.95	1721.95	0.0
NBD/D9.21	3	WB.4S	18.4154	559.983	573.982	1679.95	1721.95	0.0
NBD/D9.21	3	WB.3P	18.2523	555.025	568.901	1665.08	1706.7	0.0
NBD/D9.21	3	WB.3S	18.2523	555.025	568.901	1665.08	1706.7	0.0
NBD/D9.21	3	WB.2P	17.9865	541.856	555.403	1625.57	1666.21	0.0
NBD/D9.21	3	WB.2S	17.9865	541.856	555.403	1625.57	1666.21	0.0
NBD/D9.21	3	WB.1P	14.2177	504.575	517.19	1513.73	1551.57	0.0
NBD/D9.21	3	WB.1S	14.2177	504.575	517.19	1513.73	1551.57	0.0
NBD/D9.21	EQ	FPT	0	0	0	303.652	311.244	0.0
NBD/D9.21	EQ	WB.1S	0	0	0	1171.47	1200.75	0.0
NBD/D9.21	EQ	WB.1P	0	0	0	1171.47	1200.75	0.0
NBD/D9.21	EQ	WB.2S	0	0	0	1704.41	1747.02	0.0
NBD/D9.21	EQ	WB.2P	0	0	0	1704.41	1747.02	0.0
NBD/D9.21	EQ	WB.3S	0	0	0	1827.11	1872.79	0.0
NBD/D9.21	EQ	WB.3P	0	0	0	1827.11	1872.79	0.0
NBD/D9.21	EQ	WB.4S	0	0	0	1895.94	1943.33	0.0
NBD/D9.21	EQ	WB.4P	0	0	0	1895.94	1943.33	0.0
NBD/D9.21	EQ	WB.5S	0	0	0	1953.38	2002.22	0.0
NBD/D9.21	EQ	WB.5P	0	0	0	1953.38	2002.22	0.0

Πίνακας 4.3-33 : Κατανομή φορτίων διαρρηγμένων δεξαμεμών σε όλα τα στάδια κατάκλισης σεναρίου NBD/D9.21

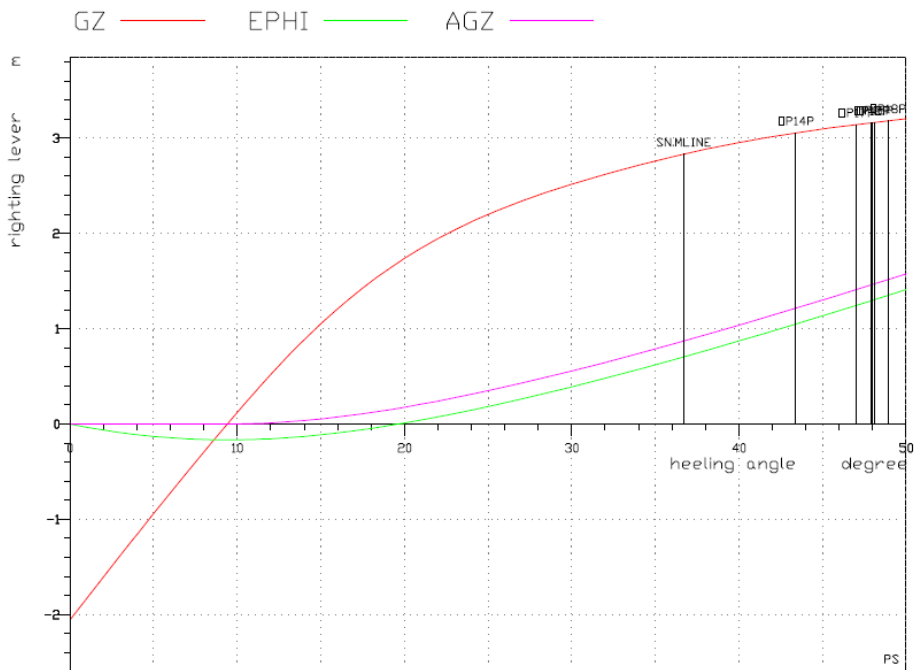
5. NBD/D9.11S

Αρχικά παρατίθεται σχήμα γενικής διάταξης του δεξαμενοπλοίου ‘‘SIR NIKOLAS’’ με την ίσαλο πλεύσης κατά την τελική κατάσταση ισορροπίας μετά τη βλάβη.



Σχήμα 4.3-23 : Σχέδιο γενικής διάταξης σε τελικό στάδιο κατάκλισης σεναρίου NBD/D9.11S

Στη συνέχεια παρατίθεται το διάγραμμα καμπύλης ευστάθειας κατάσταση ισορροπίας.. Όπως παρατηρούμε, η τελική γωνία ισορροπίας είναι 9.25deg ενώ το πλησιέστερο άνοιγμα το OP14P.



Σχήμα 4.3-24 : Καμπύλη ευστάθειας σε τελικό στάδιο κατάκλισης σεναρίου NBD/D9.11S

Στον παρακάτω πίνακα φαίνονται αναλυτικά τιμές των στοιχείων που παρουσιάζονται στο διάγραμμα ευστάθειας στην τελική κατάσταση ισορροπίας για κάθε γωνία heel.

HEEL	GZ	EPHI	T	TR	OPNAME	IMRES	RESMRG
DEG	m	Rad*m	Rad*m	m		m	m
0	-2.05539	0	6.75718	-3.8383	OP40	14.419	12.849
1	-1.82925	-0.0339	6.73965	-3.87781	OP14P	14.1632	12.5932
3	-1.37991	-0.08991	6.6944	-3.9567	OP14P	13.4634	11.8934
5	-0.93804	-0.13034	6.63368	-4.0381	OP14P	12.752	11.182
7	-0.5065	-0.15555	6.5558	-4.11814	OP14P	12.033	10.463
10	0.122945	-0.16548	6.40634	-4.23106	OP14P	10.9443	9.3743
12	0.520449	-0.15417	6.27945	-4.32423	OP14P	10.2108	8.6408
15	1.0526	-0.11263	6.03238	-4.54393	OP14P	9.0998	7.5298
20	1.73986	0.010994	5.44572	-5.03469	OP14P	7.2813	5.7113
30	2.51876	0.390897	3.6955	-6.02179	OP14P	3.90825	2.33825
40	2.95441	0.871447	1.42305	-6.42176	OP14P	0.962886	-0.607114
50	3.20511	1.41087	-1.10963	-6.75116	OP14P	-1.83647	-3.40647

Πίνακας 4.3-34 : Στοιχεία καμπύλης ευστάθειας και πλευσης για το σενάριο NBD/D9.11S

Ακολουθεί ο πίνακας όπου φαίνεται η ικανοποίηση όλων των κριτηρίων ευστάθειας σε κάθε μια από τις φάσεις εξέλιξης της βλάβης καθώς και στην τελική ισορροπία. Το πιο κρίσιμο σημείο αποτελεί το κριτήριο Range στην φάση EQ με απαίτηση $\min GM=9.59m$.

CASE	PHASE	RCR	REQ	ATTV	UNIT	STAT	MINGM
NBD/D9.11S	1	V.PROGR.M	40.2503	2.10231	deg	OK	-0.064907
NBD/D9.11S	1	V.MAXHEEL.M	30	2.10231	deg	OK	-0.064907
NBD/D9.11S	1	V.RANGE.M	20	47.8977	deg	OK	1.18088
NBD/D9.11S	1	V.MINGZ.M	0.1	7.84747	m	OK	0.204666
NBD/D9.11S	1	V.MINAREA.M	0.0175	0.946953	mrاد	OK	0.359992
NBD/D9.11S	2	V.PROGR.M	40.8974	3.79924	deg	OK	1.07678
NBD/D9.11S	2	V.MAXHEEL.M	30	3.79924	deg	OK	1.07678
NBD/D9.11S	2	V.RANGE.M	20	46.2008	deg	OK	2.29293
NBD/D9.11S	2	V.MINGZ.M	0.1	7.42441	m	OK	1.33745
NBD/D9.11S	2	V.MINAREA.M	0.0175	0.958002	mrاد	OK	1.47937
NBD/D9.11S	3	V.PROGR.M	41.6079	5.53185	deg	OK	2.33588
NBD/D9.11S	3	V.MAXHEEL.M	30	5.53185	deg	OK	2.33588
NBD/D9.11S	3	V.RANGE.M	20	44.4682	deg	OK	3.41001
NBD/D9.11S	3	V.MINGZ.M	0.1	6.9067	m	OK	2.58427
NBD/D9.11S	3	V.MINAREA.M	0.0175	0.955938	mrاد	OK	2.70279
NBD/D9.11S	EQ	V.PROGR.M	43.4039	9.40348	deg	OK	9.08986
NBD/D9.11S	EQ	V.MAXHEEL.M	30	9.40348	deg	OK	9.08986
NBD/D9.11S	EQ	V.RANGE.M	20	40.5965	deg	OK	9.59488
NBD/D9.11S	EQ	V.MINGZ.M	0.1	3.09631	m	OK	9.33571
NBD/D9.11S	EQ	V.MINAREA.M	0.0175	0.530968	mrاد	OK	9.36746

Πίνακας 4.3-35 : Κριτήρια ευστάθειας έναντι βλάβης σεναρίου NBD/D9.11S

Τέλος, παρουσιάζεται ο πίνακας με την εξέλιξη της κατάστασης όλων των κατακλιζόμενων διαμερισμάτων.

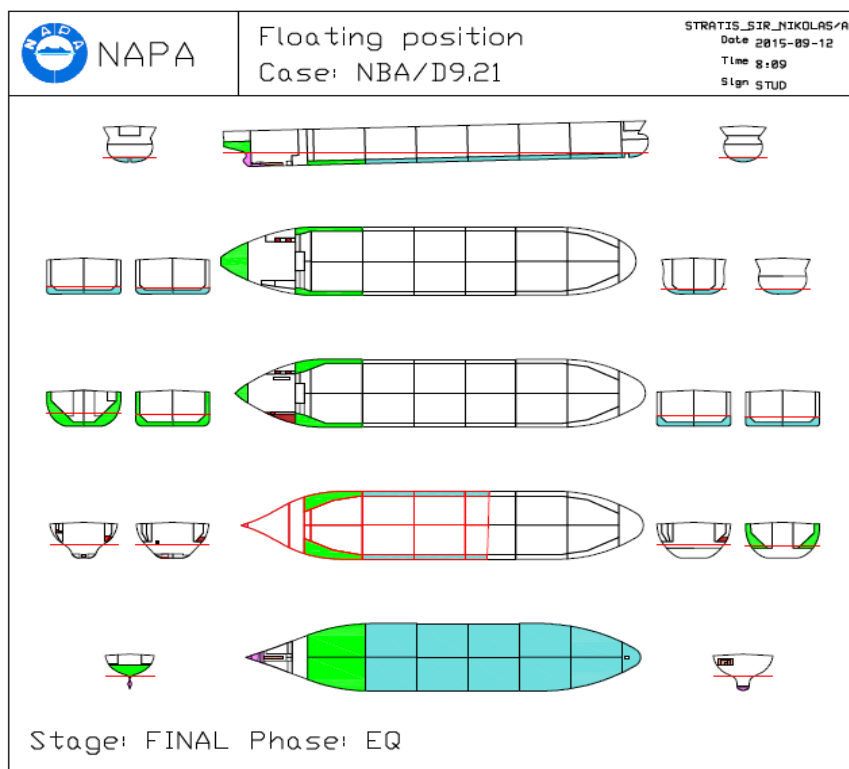
CASE	PHASE	NAME	DENS	FILL	VOL	W	VFL	WFL	OFLV
NBD/D9.11S	1	FPT	1.025	66.9548	1734.02	1777.37	578.005	592.456	0.0
NBD/D9.11S	1	WB.5S	1.025	68.9207	2093.51	2145.85	697.836	715.282	0.0
NBD/D9.11S	1	WB.4S	1.025	68.8969	2095.05	2147.42	698.349	715.808	0.0
NBD/D9.11S	1	WB.3S	1.025	68.8667	2094.13	2146.48	698.043	715.495	0.0
NBD/D9.11S	1	WB.2S	1.025	68.7746	2071.88	2123.68	690.626	707.892	0.0
NBD/D9.11S	1	WB.1S	1.025	65.5501	2326.32	2384.48	775.441	794.827	0.0
NBD/D9.11S	2	FPT	1.025	37.4559	970.045	994.296	970.045	994.296	0.0
NBD/D9.11S	2	WB.5S	1.025	41.6995	1266.65	1298.31	1266.65	1298.31	0.0
NBD/D9.11S	2	WB.4S	1.025	41.6137	1265.41	1297.04	1265.41	1297.04	0.0
NBD/D9.11S	2	WB.3S	1.025	41.519	1262.53	1294.09	1262.53	1294.09	0.0
NBD/D9.11S	2	WB.2S	1.025	41.3083	1244.44	1275.55	1244.44	1275.55	0.0
NBD/D9.11S	2	WB.1S	1.025	36.7863	1305.52	1338.16	1305.52	1338.16	0.0
NBD/D9.11S	3	FPT	1.025	14.4554	374.371	383.73	1123.11	1151.19	0.0
NBD/D9.11S	3	WB.5S	1.025	18.6886	567.678	581.87	1703.03	1745.61	0.0
NBD/D9.11S	3	WB.4S	1.025	18.5865	565.188	579.318	1695.56	1737.95	0.0
NBD/D9.11S	3	WB.3S	1.025	18.4777	561.879	575.926	1685.64	1727.78	0.0
NBD/D9.11S	3	WB.2S	1.025	18.2708	550.42	564.181	1651.26	1692.54	0.0
NBD/D9.11S	3	WB.1S	1.025	14.7297	522.747	535.816	1568.24	1607.45	0.0
NBD/D9.11S	EQ	FPT	0	0	0	0	713.29	731.123	0.0
NBD/D9.11S	EQ	WB.1S	0	0	0	0	1072.62	1099.44	0.0
NBD/D9.11S	EQ	WB.2S	0	0	0	0	1459.57	1496.06	0.0
NBD/D9.11S	EQ	WB.3S	0	0	0	0	1565.48	1604.62	0.0
NBD/D9.11S	EQ	WB.4S	0	0	0	0	1637.87	1678.82	0.0
NBD/D9.11S	EQ	WB.5S	0	0	0	0	1700.07	1742.57	0.0

Πίνακας 4.3-36 : Κατανομή φορτίων διαρρηγμένων δεξαμενών σε όλα τα στάδια κατάκλισης σεναρίου NBD/D9.11S

4.3.6 Αποτελέσματα δυσμενέστερων σεναρίων βλάβης για την κατάσταση Normal Ballast Arrival

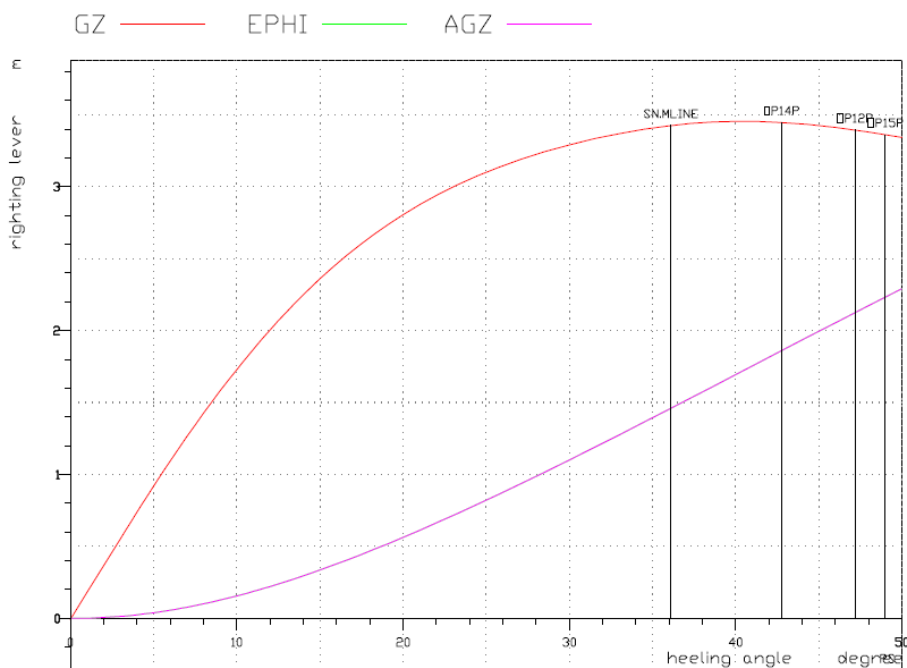
1. NBA/D9.21

Αρχικά παρατίθεται σχήμα γενικής διάταξης του δεξαμενοπλοίου ‘‘SIR NIKOLAS’’ με την ίσαλο πλεύσης κατά την τελική κατάσταση ισοροπίας μετά τη βλάβη.



Σχήμα 4.3-25 : Σχέδιο γενικής διάταξης σε τελικό στάδιο κατάκλισης σεναρίου NBA/D9.21

Στη συνέχεια παρατίθεται το διάγραμμα καμπύλης ευστάθειας στην κατάσταση ισορροπίας. Όπως μπορούμε να παρατηρήσουμε, η τελική γωνία ισορροπίας είναι 0deg ενώ το πλησιέστερο άνοιγμα είναι το OP14P.



Σχήμα 4.3-26 : Καμπύλη ευστάθειας σε τελικό στάδιο κατάκλισης σεναρίου NBA/D9.21

Στον παρακάτω πίνακα φαίνονται αναλυτικά τιμές των στοιχείων που παρουσιάζονται στο διάγραμμα ευστάθειας στην τελική κατάσταση ισορροπίας για κάθε γωνία heel.

HEEL	GZ	EPHI	T	TR	OPNAME	IMRES	RESMRG
DEG	m	Rad*m	Rad*m	m		m	m
0	-0.00788	0	5.85989	-6.31753	OP40	14.1027	12.4595
1	0.179709	0.001499	5.85765	-6.3191	OP38P	13.9598	12.3277
3	0.552834	0.014285	5.8397	-6.33063	OP14P	13.5162	12.0391
5	0.918415	0.040003	5.80286	-6.35492	OP14P	12.8004	11.4635
7	1.26276	0.078145	5.74018	-6.42883	OP14P	12.0684	10.7394
10	1.72899	0.156731	5.59159	-6.63913	OP14P	10.946	9.57085
12	2.00433	0.221975	5.45402	-6.83067	OP14P	10.1902	8.77118
15	2.35922	0.336507	5.18592	-7.16725	OP14P	9.06092	7.56975
20	2.80503	0.563053	4.57812	-7.76889	OP14P	7.22647	5.61261
30	3.29083	1.10105	2.85254	-8.78039	OP14P	3.82144	1.98776
40	3.45438	1.69377	0.605915	-9.35431	OP14P	0.792801	-1.20929
50	3.34306	2.28998	-1.9513	-9.86753	OP14P	-2.04262	-4.15884

Πίνακας 4.3-37 : Στοιχεία καμπύλης ευστάθειας και πλεύσης για το σενάριο NBA/D9.21

Ακολουθεί ο πίνακας όπου φαίνεται η ικανοποίηση όλων των κριτηρίων ευστάθειας σε κάθε μια από τις φάσεις εξέλιξης της βλάβης καθώς και στην τελική ισορροπία. Το πιο κρίσιμο σημείο αποτελεί το κριτήριο Range στην φάση EQ με απαίτηση $\min GM=6.18m$.

CASE	PHASE	RCR	REQ	ATTV	UNIT	STAT	MINGM
NBA/D9.21	1	V.PROGR.M	43.4107	0.029092	deg	OK	-1.69708
NBA/D9.21	1	V.MAXHEEL.M	30	0.029092	deg	OK	-1.69708
NBA/D9.21	1	V.RANGE.M	20	49.9709	deg	OK	-1.02667
NBA/D9.21	1	V.MINGZ.M	0.1	8.29006	m	OK	-1.39482
NBA/D9.21	1	V.MINAREA.M	0.0175	0.95464	mrad	OK	-1.29596
NBA/D9.21	2	V.PROGR.M	43.3908	0.028349	deg	OK	-1.91877
NBA/D9.21	2	V.MAXHEEL.M	30	0.028349	deg	OK	-1.91877
NBA/D9.21	2	V.RANGE.M	20	49.9717	deg	OK	-1.35832
NBA/D9.21	2	V.MINGZ.M	0.1	7.88994	m	OK	-1.58461
NBA/D9.21	2	V.MINAREA.M	0.0175	0.973616	mrad	OK	-1.5135
NBA/D9.21	3	V.PROGR.M	43.2021	0.027949	deg	OK	-2.03
NBA/D9.21	3	V.MAXHEEL.M	30	0.027949	deg	OK	-2.03
NBA/D9.21	3	V.RANGE.M	20	49.9721	deg	OK	-1.40167
NBA/D9.21	3	V.MINGZ.M	0.1	7.30158	m	OK	-1.65453
NBA/D9.21	3	V.MINAREA.M	0.0175	0.981949	mrad	OK	-1.59895
NBA/D9.21	EQ	V.PROGR.M	42.7608	0.042029	deg	OK	3.78191
NBA/D9.21	EQ	V.MAXHEEL.M	30	0.042029	deg	OK	3.78191
NBA/D9.21	EQ	V.RANGE.M	20	49.958	deg	OK	6.18558
NBA/D9.21	EQ	V.MINGZ.M	0.1	3.45438	m	OK	4.81261
NBA/D9.21	EQ	V.MINAREA.M	0.0175	0.565114	mrad	OK	4.9644

Πίνακας 4.3-38 : Κριτήρια ευστάθειας έναντι βλάβης σεναρίου NBA/D9.21

Τέλος, παρουσιάζεται ο πίνακας με την εξέλιξη της κατάστασης όλων των κατακλιζόμενων διαμερισμάτων.

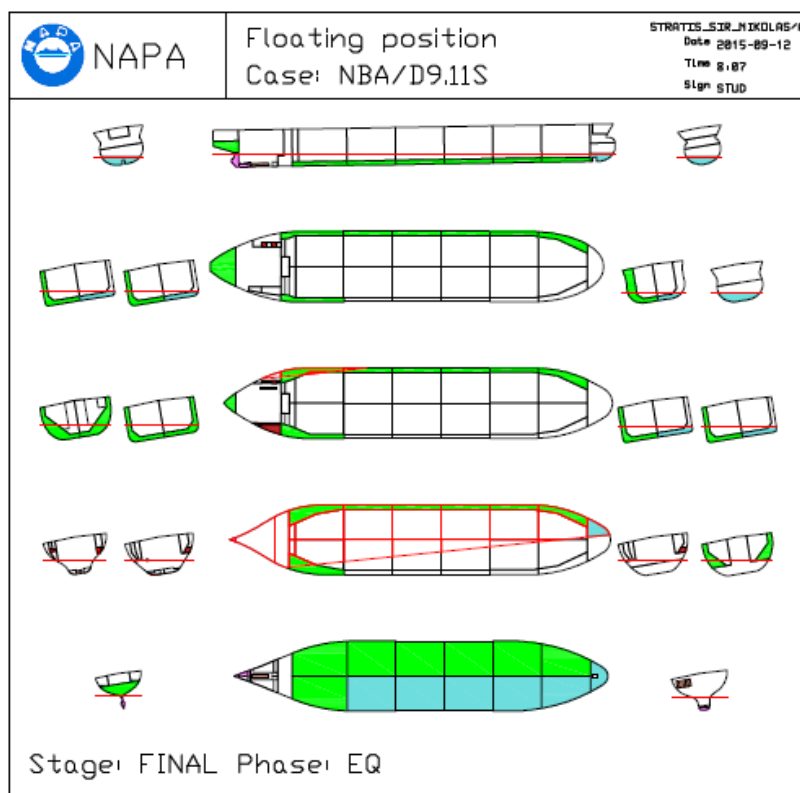
CASE	PHASE	NAME	FILL	VOL	W	VFL	WFL	OFLV
NBA/D9.21	1	FPT	67.169	1739.56	1783.05	579.855	594.351	0.0
NBA/D9.21	1	WB.5P	68.8804	2092.29	2144.59	697.428	714.864	0.0
NBA/D9.21	1	WB.5S	68.8804	2092.29	2144.59	697.428	714.864	0.0
NBA/D9.21	1	WB.4P	68.8723	2094.3	2146.66	698.1	715.552	0.0
NBA/D9.21	1	WB.4S	68.8723	2094.3	2146.66	698.1	715.552	0.0
NBA/D9.21	1	WB.3P	68.8577	2093.85	2146.2	697.951	715.4	0.0
NBA/D9.21	1	WB.3S	68.8577	2093.85	2146.2	697.951	715.4	0.0
NBA/D9.21	1	WB.2P	68.7813	2072.08	2123.89	690.694	707.962	0.0
NBA/D9.21	1	WB.2S	68.7813	2072.08	2123.89	690.694	707.962	0.0
NBA/D9.21	1	WB.1P	65.5916	2327.8	2385.99	775.933	795.331	0.0
NBA/D9.21	1	WB.1S	65.5916	2327.8	2385.99	775.933	795.331	0.0
NBA/D9.21	2	FPT	36.5961	947.777	971.471	947.777	971.471	0.0
NBA/D9.21	2	WB.5P	41.5851	1263.17	1294.75	1263.17	1294.75	0.0
NBA/D9.21	2	WB.5S	41.5851	1263.17	1294.75	1263.17	1294.75	0.0
NBA/D9.21	2	WB.4P	41.4866	1261.54	1293.08	1261.54	1293.08	0.0
NBA/D9.21	2	WB.4S	41.4866	1261.54	1293.08	1261.54	1293.08	0.0
NBA/D9.21	2	WB.3P	41.3791	1258.27	1289.73	1258.27	1289.73	0.0
NBA/D9.21	2	WB.3S	41.3791	1258.27	1289.73	1258.27	1289.73	0.0
NBA/D9.21	2	WB.2P	41.1532	1239.77	1270.76	1239.77	1270.76	0.0
NBA/D9.21	2	WB.2S	41.1532	1239.77	1270.76	1239.77	1270.76	0.0
NBA/D9.21	2	WB.1P	36.5458	1296.98	1329.41	1296.98	1329.41	0.0
NBA/D9.21	2	WB.1S	36.5458	1296.98	1329.41	1296.98	1329.41	0.0
NBA/D9.21	3	FPT	12.9883	336.374	344.783	1009.12	1034.35	0.0
NBA/D9.21	3	WB.5P	18.5514	563.509	577.597	1690.53	1732.79	0.0
NBA/D9.21	3	WB.5S	18.5514	563.509	577.597	1690.53	1732.79	0.0
NBA/D9.21	3	WB.4P	18.4127	559.901	573.899	1679.7	1721.7	0.0
NBA/D9.21	3	WB.4S	18.4127	559.901	573.899	1679.7	1721.7	0.0
NBA/D9.21	3	WB.3P	18.2671	555.474	569.361	1666.42	1708.08	0.0
NBA/D9.21	3	WB.3S	18.2671	555.474	569.361	1666.42	1708.08	0.0
NBA/D9.21	3	WB.2P	18.0193	542.844	556.415	1628.53	1669.25	0.0
NBA/D9.21	3	WB.2S	18.0193	542.844	556.415	1628.53	1669.25	0.0
NBA/D9.21	3	WB.1P	14.2953	507.328	520.012	1521.99	1560.03	0.0
NBA/D9.21	3	WB.1S	14.2953	507.328	520.012	1521.99	1560.03	0.0
NBA/D9.21	EQ	FPT	0	0	0	338.066	346.518	0.0
NBA/D9.21	EQ	WB.1S	0	0	0	1195.13	1225.01	0.0
NBA/D9.21	EQ	WB.1P	0	0	0	1195.13	1225.01	0.0
NBA/D9.21	EQ	WB.2S	0	0	0	1716.72	1759.64	0.0
NBA/D9.21	EQ	WB.2P	0	0	0	1716.72	1759.64	0.0

NBA/D9.21	EQ	WB.3S	0	0	0	1832.7	1878.52	0.0
NBA/D9.21	EQ	WB.3P	0	0	0	1832.7	1878.52	0.0
NBA/D9.21	EQ	WB.4S	0	0	0	1896.86	1944.28	0.0
NBA/D9.21	EQ	WB.4P	0	0	0	1896.86	1944.28	0.0
NBA/D9.21	EQ	WB.5S	0	0	0	1950.83	1999.61	0.0
NBA/D9.21	EQ	WB.5P	0	0	0	1950.83	1999.61	0.0

Πίνακας 4.3-39 : Κατανομή φορτίων διαρρηγμένων δεξαμενών σε όλα τα στάδια κατάκλισης σεναρίου NBA/D9.21

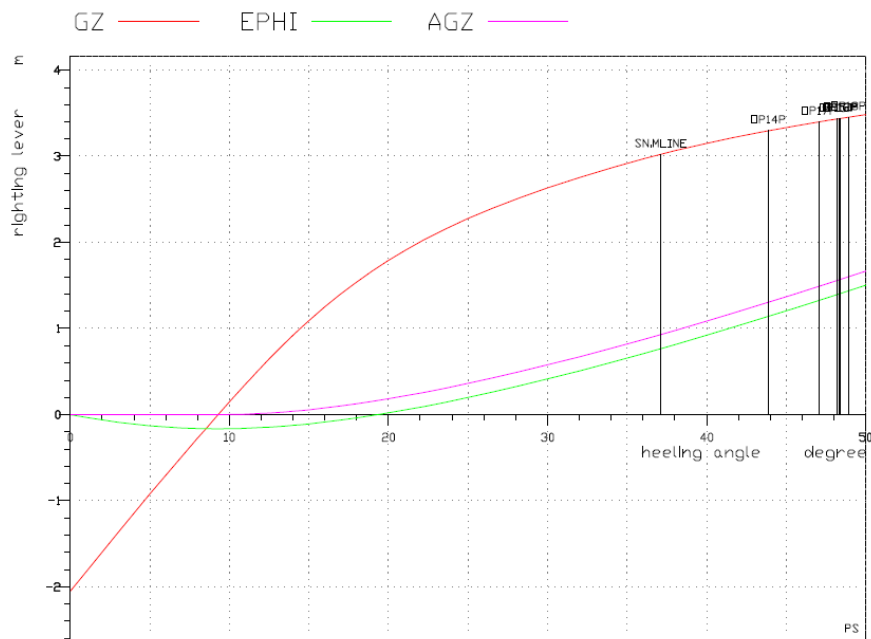
2. NBA/D9.11S

Αρχικά παρατίθεται σχήμα γενικής διάταξης του δεξαμενοπλοίου "SIR NIKOLAS" με την ίσαλο πλεύσης κατά την τελική κατάσταση ισορροπίας μετά τη βλάβη.



Σχήμα 4.3-27 : Σχέδιο γενικής διάταξης σε τελικό στάδιο κατάκλισης σεναρίου NBA/D9.11S

Στη συνέχεια παρατίθεται το διάγραμμα καμπύλης ευστάθειας στην κατάσταση ισορροπίας. Όπως μπορούμε να παρατηρήσουμε, η τελική γωνία ισορροπίας είναι 9.29 deg ενώ το πλησιέστερο άνοιγμα είναι το OP14P.



Σχήμα 4.3-28 : Καμπύλη ευστάθειας σε τελικό στάδιο κατάκλισης σεναρίου NBA/D9.11S

Στον παρακάτω πίνακα φαίνονται αναλυτικά τιμές των στοιχείων που παρουσιάζονται στο διάγραμμα ευστάθειας στην τελική κατάσταση ισορροπίας για κάθε γωνία heel.

HEEL	GZ	EPHI	T	TR	OPNAME	IMRES	RESMRG
DEG	m	Rad*m	Rad*m	m		m	m
0	-2.04908	0	6.7564	-3.50144	OP40	14.5845	13.0371
1	-1.82114	-0.03377	6.73905	-3.53969	OP14P	14.2779	12.9011
3	-1.36799	-0.08944	6.69423	-3.61721	OP14P	13.5781	12.4164
5	-0.92246	-0.12941	6.634	-3.69739	OP14P	12.8667	11.6922
7	-0.48766	-0.15402	6.55661	-3.77645	OP14P	12.1475	10.9308
10	0.146572	-0.16285	6.408	-3.88813	OP14P	11.0583	9.76517
12	0.550345	-0.15062	6.28341	-3.97589	OP14P	10.3243	8.97781
15	1.09206	-0.10725	6.04004	-4.1825	OP14P	9.21402	7.78639
20	1.79166	0.02031	5.45884	-4.65177	OP14P	7.39727	5.83833
30	2.63182	0.413913	3.71428	-5.60631	OP14P	4.02944	2.24009
40	3.15056	0.921389	1.43898	-5.99321	OP14P	1.0912	-0.871323
50	3.48357	1.50227	-1.09633	-6.29216	OP14P	-1.69544	-3.77407

Πίνακας 4.3-40 : Στοιχεία καμπύλης ευστάθειας και πλεύσης για το σενάριο NBA/D9.11S

Ακολουθεί ο πίνακας όπου φαίνεται η ικανοποίηση όλων των κριτηρίων ευστάθειας σε κάθε μια από τις φάσεις εξέλιξης της βλάβης καθώς και στην τελική ισορροπία. Το πιο κρίσιμο σημείο αποτελεί το κριτήριο Range στην φάση EQ με απαίτηση $\min GM=9.37m$.

CASE	PHASE	RCR	REQ	ATTV	UNIT	STAT	MINGM
------	-------	-----	-----	------	------	------	-------

NBA/D9.11S	1	V.PROGR.M	40.306	2.09485	deg	OK	-0.109178
NBA/D9.11S	1	V.MAXHEEL.M	30	2.09485	deg	OK	-0.109178
NBA/D9.11S	1	V.RANGE.M	20	47.9052	deg	OK	1.05982
NBA/D9.11S	1	V.MINGZ.M	0.1	8.07309	m	OK	0.1622
NBA/D9.11S	1	V.MINAREA.M	0.0175	0.952086	mrاد	OK	0.303799
NBA/D9.11S	2	V.PROGR.M	40.9472	3.77595	deg	OK	1.01736
NBA/D9.11S	2	V.MAXHEEL.M	30	3.77595	deg	OK	1.01736
NBA/D9.11S	2	V.RANGE.M	20	46.2241	deg	OK	2.13714
NBA/D9.11S	2	V.MINGZ.M	0.1	7.65502	m	OK	1.27657
NBA/D9.11S	2	V.MINAREA.M	0.0175	0.963316	mrاد	OK	1.40564
NBA/D9.11S	3	V.PROGR.M	41.6498	5.49175	deg	OK	2.26065
NBA/D9.11S	3	V.MAXHEEL.M	30	5.49175	deg	OK	2.26065
NBA/D9.11S	3	V.RANGE.M	20	44.5083	deg	OK	3.22654
NBA/D9.11S	3	V.MINGZ.M	0.1	7.14354	m	OK	2.50409
NBA/D9.11S	3	V.MINAREA.M	0.0175	0.96209	mrاد	OK	2.60803
NBA/D9.11S	EQ	V.PROGR.M	43.8786	9.2968	deg	OK	8.96311
NBA/D9.11S	EQ	V.MAXHEEL.M	30	9.2968	deg	OK	8.96311
NBA/D9.11S	EQ	V.RANGE.M	20	40.7032	deg	OK	9.37742
NBA/D9.11S	EQ	V.MINGZ.M	0.1	3.33396	m	OK	9.20123
NBA/D9.11S	EQ	V.MINAREA.M	0.0175	0.545644	mrاد	OK	9.21675

Πίνακας 4.3-41 : Κριτήρια ευστάθειας έναντι βλάβης σεναρίου NBA/D9.11S

Τέλος, παρουσιάζεται ο πίνακας με την εξέλιξη της κατάστασης όλων των κατακλιζόμενων διαμερισμάτων.

CASE	PHASE	NAME	FILL	VOL	W	VFL	WFL	OFLV
NBA/D9.11S	1	FPT	67.169	1739.56	1783.05	579.855	594.351	0.0
NBA/D9.11S	1	WB.5S	68.8804	2092.29	2144.59	697.428	714.864	0.0
NBA/D9.11S	1	WB.4S	68.8723	2094.3	2146.66	698.1	715.552	0.0
NBA/D9.11S	1	WB.3S	68.8577	2093.85	2146.2	697.951	715.4	0.0
NBA/D9.11S	1	WB.2S	68.7813	2072.08	2123.89	690.694	707.962	0.0
NBA/D9.11S	1	WB.1S	65.5916	2327.8	2385.99	775.933	795.331	0.0
NBA/D9.11S	2	FPT	37.8087	979.181	1003.66	979.181	1003.66	0.0
NBA/D9.11S	2	WB.5S	41.666	1265.63	1297.27	1265.63	1297.27	0.0
NBA/D9.11S	2	WB.4S	41.6017	1265.04	1296.67	1265.04	1296.67	0.0
NBA/D9.11S	2	WB.3S	41.5285	1262.82	1294.39	1262.82	1294.39	0.0
NBA/D9.11S	2	WB.2S	41.3399	1245.39	1276.53	1245.39	1276.53	0.0
NBA/D9.11S	2	WB.1S	36.8659	1308.35	1341.05	1308.35	1341.05	0.0
NBA/D9.11S	3	FPT	14.7443	381.852	391.399	1145.56	1174.2	0.0
NBA/D9.11S	3	WB.5S	18.6688	567.077	581.254	1701.23	1743.76	0.0
NBA/D9.11S	3	WB.4S	18.5836	565.1	579.227	1695.3	1737.68	0.0

NBA/D9.11S	3	WB.3S	18.4917	562.303	576.361	1686.91	1729.08	0.0
NBA/D9.11S	3	WB.2S	18.3022	551.365	565.149	1654.09	1695.45	0.0
NBA/D9.11S	3	WB.1S	14.804	525.383	538.517	1576.15	1615.55	0.0
NBA/D9.11S	EQ	FPT	0	0	0	753.945	772.794	0.0
NBA/D9.11S	EQ	WB.1S	0	0	0	1095.37	1122.76	0.0
NBA/D9.11S	EQ	WB.2S	0	0	0	1478.94	1515.91	0.0
NBA/D9.11S	EQ	WB.3S	0	0	0	1578.32	1617.78	0.0
NBA/D9.11S	EQ	WB.4S	0	0	0	1643.97	1685.07	0.0
NBA/D9.11S	EQ	WB.5S	0	0	0	1700.51	1743.02	0.0

Πίνακας 4.3-42 : Κατανομή φορτίων διαρρηγμένων δεξαμενών σε όλα τα στάδια κατάκλισης σεναρίου NBA/D9.11S

4.4 Συνοπτική παρουσίαση ικανοποίησης κριτηρίων ευστάθειας έναντι βλάβης των υπόλοιπων σεναρίων

Για την αρχική κατάσταση φόρτωσης FLD παρατίθεται ο παρακάτω πίνακας στον οποίο διακρίνεται ανά σενάριο βλάβης η πιο επικίνδυνη συνδυαστική περίπτωση κριτηρίου και φάσης που παρουσιάστηκαν και στοιχεία που χαρακτηρίζουν την κατάσταση αυτή. Συγκεκριμένα από αριστερά προς δεξιά παρουσιάζονται το σενάριο βλάβης, η φάση, η πλευρά κλίσης του πλοίου κατά τη φάση αυτή, το ελάχιστο GM που απαιτείται για την ικανοποίηση του κριτηρίου, το αρχικό GM της κατάστασης φόρτωσης, το μέγιστο επιτρεπόμενο KG δεδομένων και των ελευθέρων επιφανειών, η κατάσταση ικανοποίησης ή μη του κριτηρίου, το κριτήριο ευστάθειας κρίνεται οριακά, η απαίτηση του κριτηρίου, η τιμή που επιτεύχθηκε.

CASE	PHASE	SD	MINGM	GM	MAXKGL	ST	DCRI	REQ	ATTV
FLD/D1.11	EQ	PS	-1.17449	3.92011	19.1791	OK	V.RANGE.M	20	20.0585
FLD/D1.12S	EQ	SB	-0.041939	3.92011	18.0466	OK	V.RANGE.M	20	20.0568
FLD/D1.12P	EQ	PS	-0.028671	3.92011	18.0333	OK	V.RANGE.M	20	20
FLD/D1.13S	EQ	SB	0.069685	3.92011	17.9349	OK	V.RANGE.M	20	20.0007
FLD/D1.13P	EQ	PS	0.087648	3.92011	17.917	OK	V.RANGE.M	20	20.0014
FLD/D1.21	2	PS	-0.887411	3.92011	18.892	OK	V.RANGE.M	20	20.0001
FLD/D1.22	EQ	PS	-0.762665	3.92011	18.7673	OK	V.RANGE.M	20	20.0002
FLD/D2.11P	EQ	PS	0.443535	3.92011	17.5611	OK	V.RANGE.M	20	20
FLD/D2.11S	EQ	SB	0.430879	3.92011	17.5737	OK	V.RANGE.M	20	20
FLD/D2.12S	EQ	SB	0.67471	3.92011	17.3299	OK	V.RANGE.M	20	20.0572
FLD/D2.12P	EQ	PS	0.687996	3.92011	17.3166	OK	V.RANGE.M	20	20.0001
FLD/D2.21	1	PS	-0.486434	3.92011	18.4911	OK	V.RANGE.M	20	20.0577
FLD/D2.22	EQ	PS	-0.008519	3.92011	18.0131	OK	V.RANGE.M	20	20.0681
FLD/D3.11S	EQ	SB	0.292983	3.92011	17.7116	OK	V.RANGE.M	20	20.0837
FLD/D3.11P	EQ	PS	0.305422	3.92011	17.6992	OK	V.RANGE.M	20	20.0845

FLD/D3.12S	EQ	SB	0.456649	3.92011	17.548	OK	V.RANGE.M	20	20.0608
FLD/D3.12P	EQ	PS	0.473493	3.92011	17.5311	OK	V.RANGE.M	20	20.0615
FLD/D3.21	1	PS	-0.467912	3.92011	18.4725	OK	V.RANGE.M	20	20.0541
FLD/D3.22	EQ	PS	0.200626	3.92011	17.804	OK	V.RANGE.M	20	20.0734
FLD/D4.11S	EQ	SB	0.246399	3.92011	17.7582	OK	V.RANGE.M	20	20
FLD/D4.11P	EQ	PS	0.258874	3.92011	17.7458	OK	V.RANGE.M	20	20
FLD/D4.12S	EQ	SB	0.345153	3.92011	17.6595	OK	V.RANGE.M	20	20.0683
FLD/D4.12P	EQ	PS	0.361645	3.92011	17.643	OK	V.RANGE.M	20	20.0685
FLD/D4.21	1	PS	-0.509566	3.92011	18.5142	OK	V.RANGE.M	20	20.0542
FLD/D4.22	EQ	PS	0.201585	3.92011	17.803	OK	V.RANGE.M	20	20.0729
FLD/D5.11S	EQ	SB	0.209629	3.92011	17.795	OK	V.RANGE.M	20	20.0526
FLD/D5.11P	EQ	PS	0.222102	3.92011	17.7825	OK	V.RANGE.M	20	20.0532
FLD/D5.12P	EQ	PS	0.309661	3.92011	17.695	OK	V.RANGE.M	20	20.0001
FLD/D5.12S	EQ	SB	0.297006	3.92011	17.7076	OK	V.RANGE.M	20	20.0787
FLD/D5.21	1	PS	-0.55602	3.92011	18.5606	OK	V.RANGE.M	20	20.0544
FLD/D5.22	EQ	PS	0.207475	3.92011	17.7972	OK	V.RANGE.M	20	20.073
FLD/D6.11S	EQ	SB	0.417057	3.92011	17.5876	OK	V.RANGE.M	20	20.0763
FLD/D6.11P	EQ	PS	0.425698	3.92011	17.5789	OK	V.RANGE.M	20	20
FLD/D6.12S	EQ	SB	0.614519	3.92011	17.3901	OK	V.RANGE.M	20	20.0008
FLD/D6.12P	EQ	PS	0.628492	3.92011	17.3761	OK	V.RANGE.M	20	20.0008
FLD/D6.21	1	PS	-0.352259	3.92011	18.3569	OK	V.RANGE.M	20	20.0403
FLD/D6.22	EQ	PS	0.254048	3.92011	17.7506	OK	V.RANGE.M	20	20.0747
FLD/D7.11S	EQ	SB	-0.226834	3.92011	18.2315	OK	V.RANGE.M	20	20.0846
FLD/D7.11P	EQ	PS	-0.21627	3.92011	18.2209	OK	V.RANGE.M	20	20
FLD/D7.12S	EQ	SB	-0.249643	3.92011	18.2543	OK	V.RANGE.M	20	20
FLD/D7.12P	EQ	PS	-0.233024	3.92011	18.2376	OK	V.RANGE.M	20	20.0004
FLD/D7.13P	EQ	PS	-0.267011	3.92011	18.2716	OK	V.RANGE.M	20	20.0827
FLD/D7.13S	EQ	SB	-0.311885	3.92011	18.3165	OK	V.RANGE.M	20	20.0792
FLD/D7.14	EQ	PS	0.01008	3.92011	17.9945	OK	V.MINGZ.M	0.1	0.1
FLD/D7.15P	EQ	PS	1.10001	3.92011	16.9046	OK	V.RANGE.M	20	20.0001
FLD/D7.15S	EQ	SB	1.07559	3.92011	16.929	OK	V.RANGE.M	20	20.0011
FLD/D7.21	1	PS	-0.706416	3.92011	18.711	OK	V.RANGE.M	20	20.0246
FLD/D7.22	EQ	SB	-0.499866	3.92011	18.5045	OK	V.RANGE.M	20	20.0647
FLD/D8.11S	EQ	PS	-0.826596	3.92011	18.8312	OK	V.RANGE.M	20	20
FLD/D8.11P	EQ	SB	-0.864397	3.92011	18.869	OK	V.RANGE.M	20	20.0013
FLD/D8.12P	EQ	SB	-0.67332	3.92011	18.6779	OK	V.RANGE.M	20	20.0572
FLD/D8.12S	EQ	PS	-0.607475	3.92011	18.6121	OK	V.RANGE.M	20	20.058
FLD/D8.13S	EQ	PS	-0.740889	3.92011	18.7455	OK	V.RANGE.M	20	20.0618
FLD/D8.13P	EQ	SB	-0.921438	3.92011	18.9261	OK	V.RANGE.M	20	20.0741

FLD/D8.21	EQ	PS	-1.10786	3.92011	19.1125	OK	V.RANGE.M	20	20.0322
FLD/D9.11S	EQ	SB	3.45558	3.92011	14.549	OK	V.PROGR.M	17.0455	17.0454
FLD/D9.11P	EQ	PS	3.47701	3.92011	14.5276	OK	V.PROGR.M	17.0455	17.0454
FLD/D9.21	1	PS	0.881614	3.92011	17.123	OK	V.RANGE.M	20	20.0007

Πίνακας 4.4-1 : Κρίσιμο στάδιο-κριτήριο της φόρτωσης FLD ανά σενάριο βλάβης

Για την αρχική κατάσταση φόρτωσης FLA παρατίθεται ο παρακάτω πίνακας στον οποίο διακρίνεται ανά σενάριο βλάβης η πιο επικίνδυνη συνδυαστική περίπτωση κριτηρίου και φάσης που παρουσιάστηκαν και στοιχεία που χαρακτηρίζουν την κατάσταση αυτή.

CASE	PHASE	SD	MINGM	GM	MAXKGL	ST	DCRI	REQ	ATTV
FLA/D1.11	EQ	PS	-0,947869	4,21634	18,9339	OK	V.RANGE.M	20	20,0577
FLA/D1.12S	EQ	SB	0,151632	4,21634	17,8344	OK	V.RANGE.M	20	20
FLA/D1.12P	EQ	PS	0,167051	4,21634	17,819	OK	V.RANGE.M	20	20
FLA/D1.13S	EQ	SB	0,288114	4,21634	17,6979	OK	V.RANGE.M	20	20
FLA/D1.13P	EQ	PS	0,30531	4,21634	17,6807	OK	V.RANGE.M	20	20
FLA/D1.21	2	PS	-0,658608	4,21634	18,6446	OK	V.RANGE.M	20	20,0576
FLA/D1.22	EQ	PS	-0,529667	4,21634	18,5157	OK	V.RANGE.M	20	20,0005
FLA/D2.11P	EQ	PS	0,614445	4,21634	17,3716	OK	V.RANGE.M	20	20,0017
FLA/D2.11S	EQ	SB	0,602927	4,21634	17,3831	OK	V.RANGE.M	20	20,0015
FLA/D2.12S	EQ	SB	0,889782	4,21634	17,0963	OK	V.RANGE.M	20	20,0591
FLA/D2.12P	EQ	PS	0,904372	4,21634	17,0817	OK	V.RANGE.M	20	20,0599
FLA/D2.21	1	PS	-0,271338	4,21634	18,2574	OK	V.RANGE.M	20	20,0143
FLA/D2.22	EQ	PS	0,216358	4,21634	17,7697	OK	V.RANGE.M	20	20
FLA/D3.11S	EQ	SB	0,457706	4,21634	17,5283	OK	V.RANGE.M	20	20,0801
FLA/D3.11P	EQ	PS	0,465583	4,21634	17,5205	OK	V.RANGE.M	20	20
FLA/D3.12S	EQ	SB	0,660594	4,21634	17,3254	OK	V.RANGE.M	20	20,0002
FLA/D3.12P	EQ	PS	0,67612	4,21634	17,3099	OK	V.RANGE.M	20	20,0002
FLA/D3.21	1	PS	-0,252147	4,21634	18,2382	OK	V.RANGE.M	20	20,0534
FLA/D3.22	EQ	PS	0,413227	4,21634	17,5728	OK	V.RANGE.M	20	20,0047
FLA/D4.11S	EQ	SB	0,412699	4,21634	17,5733	OK	V.RANGE.M	20	20,0892
FLA/D4.11P	EQ	PS	0,420228	4,21634	17,5658	OK	V.RANGE.M	20	20
FLA/D4.12S	EQ	SB	0,530543	4,21634	17,4555	OK	V.RANGE.M	20	20,0002
FLA/D4.12P	EQ	PS	0,546175	4,21634	17,4399	OK	V.RANGE.M	20	20,0003
FLA/D4.21	1	PS	-0,29337	4,21634	18,2794	OK	V.RANGE.M	20	20,0537
FLA/D4.22	EQ	PS	0,415789	4,21634	17,5702	OK	V.RANGE.M	20	20,0043
FLA/D5.11S	EQ	SB	0,36849	4,21634	17,6175	OK	V.RANGE.M	20	20,05
FLA/D5.11P	EQ	PS	0,377938	4,21634	17,6081	OK	V.RANGE.M	20	20
FLA/D5.12P	EQ	PS	0,483624	4,21634	17,5024	OK	V.RANGE.M	20	20,0793

FLA/D5.12S	EQ	SB	0,464314	4,21634	17,5217	OK	V.RANGE.M	20	20,0003
FLA/D5.21	1	PS	-0,338613	4,21634	18,3246	OK	V.RANGE.M	20	20,0539
FLA/D5.22	EQ	PS	0,426189	4,21634	17,5598	OK	V.RANGE.M	20	20,0162
FLA/D6.11S	EQ	SB	0,358561	4,21634	17,6275	OK	V.RANGE.M	20	20
FLA/D6.11P	EQ	PS	0,370302	4,21634	17,6157	OK	V.RANGE.M	20	20
FLA/D6.12S	EQ	SB	0,480339	4,21634	17,5057	OK	V.RANGE.M	20	20,0958
FLA/D6.12P	EQ	PS	0,495876	4,21634	17,4902	OK	V.RANGE.M	20	20,097
FLA/D6.21	EQ	PS	-0,861132	4,21634	18,8472	OK	V.RANGE.M	20	20,0001
FLA/D6.22	EQ	PS	0,541654	4,21634	17,4444	OK	V.RANGE.M	20	20,0059
FLA/D7.11S	EQ	SB	-0,156083	4,21634	18,1421	OK	V.RANGE.M	20	20
FLA/D7.11P	EQ	PS	-0,120456	4,21634	18,1065	OK	V.RANGE.M	20	20
FLA/D7.12S	EQ	SB	-0,287842	4,21634	18,2739	OK	V.RANGE.M	20	20,0674
FLA/D7.12P	EQ	PS	-0,268668	4,21634	18,2547	OK	V.RANGE.M	20	20,0689
FLA/D7.13P	EQ	PS	0,074183	4,21634	17,9118	OK	V.RANGE.M	20	20
FLA/D7.13S	EQ	SB	0,085212	4,21634	17,9008	OK	V.RANGE.M	20	20,092
FLA/D7.14	EQ	SB	-0,119004	4,21634	18,105	OK	V.MINGZ.M	0,1	0,1
FLA/D7.15P	EQ	PS	1,43067	4,21634	16,5554	OK	V.PROGR.M	12,0719	12,0718
FLA/D7.15S	EQ	SB	1,48055	4,21634	16,5055	OK	V.PROGR.M	11,9544	11,9544
FLA/D7.21	EQ	PS	-1,062	4,21634	19,048	OK	V.RANGE.M	20	20,063
FLA/D7.22	EQ	SB	-0,248434	4,21634	18,2345	OK	V.RANGE.M	20	20
FLA/D8.11S	EQ	SB	-0,724641	4,21634	18,7107	OK	V.RANGE.M	20	20,0189
FLA/D8.11P	EQ	PS	-0,72299	4,21634	18,709	OK	V.RANGE.M	20	20,0151
FLA/D8.12P	EQ	PS	-0,28666	4,21634	18,2727	OK	V.RANGE.M	20	20
FLA/D8.12S	EQ	SB	-0,294779	4,21634	18,2808	OK	V.RANGE.M	20	20
FLA/D8.13S	EQ	SB	-0,550435	4,21634	18,5365	OK	V.RANGE.M	20	20,0614
FLA/D8.13P	EQ	PS	-0,563802	4,21634	18,5498	OK	V.RANGE.M	20	20,0583
FLA/D8.21	EQ	PS	-0,869723	4,21634	18,8558	OK	V.RANGE.M	20	20,0669
FLA/D9.11S	EQ	SB	3,88895	4,21634	14,0971	OK	V.PROGR.M	16,48	16,4799
FLA/D9.11P	EQ	PS	3,91143	4,21634	14,0746	OK	V.PROGR.M	16,4819	16,4818
FLA/D9.21	1	PS	1,09555	4,21634	16,8905	OK	V.RANGE.M	20	20

Πίνακας 4.4-2 : Κρίσιμο στάδιο-κριτήριο της φόρτωσης FLA ανά σενάριο βλάβης

Για την αρχική κατάσταση φόρτωσης GPLD παρατίθεται ο παρακάτω πίνακας στον οποίο διακρίνεται ανά σενάριο βλάβης η πιο επικίνδυνη συνδυαστική περίπτωση κριτηρίου και φάσης που παρουσιάστηκαν και στοιχεία που χαρακτηρίζουν την κατάσταση αυτή.

CASE	PHASE	SD	MINGM	GM	MAXKGL	ST	DCRI	REQ	ATTV
GPLD/D1.11	EQ	PS	-1.70353	5.37804	20.7293	OK	V.RANGE.M	20	20.0018
GPLD/D1.12S	EQ	PS	-0.957804	5.37804	19.9836	OK	V.RANGE.M	20	20.0512

GPLD/D1.12P	EQ	SB	-0.977004	5.37804	20.0028	OK	V.RANGE.M	20	20.051
GPLD/D1.13S	EQ	SB	-0.638491	5.37804	19.6643	OK	V.RANGE.M	20	20.0567
GPLD/D1.13P	EQ	PS	-0.61987	5.37804	19.6457	OK	V.RANGE.M	20	20.0013
GPLD/D1.21	EQ	PS	-1.28182	5.37804	20.3076	OK	V.RANGE.M	20	20.0026
GPLD/D1.22	EQ	PS	-0.714716	5.37804	19.7405	OK	V.RANGE.M	20	20.046
GPLD/D2.11P	EQ	PS	-1.15252	5.37804	20.1783	OK	V.RANGE.M	20	20.008
GPLD/D2.11S	EQ	SB	-1.17305	5.37804	20.1988	OK	V.RANGE.M	20	20.0058
GPLD/D2.12S	EQ	PS	-0.221537	5.37804	19.2473	OK	V.RANGE.M	20	20.0017
GPLD/D2.12P	EQ	SB	-0.242147	5.37804	19.2679	OK	V.RANGE.M	20	20.0008
GPLD/D2.21	EQ	PS	-0.974904	5.37804	20.0007	OK	V.RANGE.M	20	20.0035
GPLD/D2.22	EQ	PS	0.250779	5.37804	18.775	OK	V.RANGE.M	20	20.0009
GPLD/D3.11S	EQ	SB	-0.292616	5.37804	19.3184	OK	V.RANGE.M	20	20.0532
GPLD/D3.11P	EQ	PS	-0.276762	5.37804	19.3025	OK	V.RANGE.M	20	20.0527
GPLD/D3.12S	EQ	PS	0.268309	5.37804	18.7575	OK	V.RANGE.M	20	20.003
GPLD/D3.12P	EQ	SB	0.249344	5.37804	18.7764	OK	V.RANGE.M	20	20.0018
GPLD/D3.21	1	PS	-0.788251	5.37804	19.814	OK	V.RANGE.M	20	20
GPLD/D3.22	EQ	PS	0.198275	5.37804	18.8275	OK	V.RANGE.M	20	20.0001
GPLD/D4.11S	EQ	SB	-0.335983	5.37804	19.3618	OK	V.RANGE.M	20	20.0545
GPLD/D4.11P	EQ	PS	-0.324055	5.37804	19.3498	OK	V.RANGE.M	20	20
GPLD/D4.12S	EQ	SB	1.04074	5.37804	17.985	OK	V.RANGE.M	20	20
GPLD/D4.12P	EQ	PS	1.06035	5.37804	17.9654	OK	V.RANGE.M	20	20.0746
GPLD/D4.21	1	PS	-0.840508	5.37804	19.8663	OK	V.RANGE.M	20	20.0047
GPLD/D4.22	EQ	PS	0.272392	5.37804	18.7534	OK	V.RANGE.M	20	20.0023
GPLD/D5.11S	EQ	SB	-0.37553	5.37804	19.4013	OK	V.RANGE.M	20	20.0543
GPLD/D5.11P	EQ	PS	-0.359548	5.37804	19.3853	OK	V.RANGE.M	20	20.0544
GPLD/D5.12P	EQ	PS	1.0565	5.37804	17.9693	OK	V.RANGE.M	20	20.0929
GPLD/D5.12S	EQ	SB	1.04114	5.37804	17.9846	OK	V.RANGE.M	20	20.0921
GPLD/D5.21	1	PS	-0.899655	5.37804	19.9254	OK	V.RANGE.M	20	20.0491
GPLD/D5.22	EQ	PS	0.296387	5.37804	18.7294	OK	V.RANGE.M	20	20
GPLD/D6.11S	EQ	SB	-0.164346	5.37804	19.1901	OK	V.RANGE.M	20	20.0633
GPLD/D6.11P	EQ	PS	-0.148884	5.37804	19.1747	OK	V.RANGE.M	20	20.0637
GPLD/D6.12S	EQ	PS	0.197771	5.37804	18.828	OK	V.RANGE.M	20	20.0106
GPLD/D6.12P	EQ	SB	0.177072	5.37804	18.8487	OK	V.RANGE.M	20	20.0196
GPLD/D6.21	1	PS	-0.779433	5.37804	19.8052	OK	V.RANGE.M	20	20.0489
GPLD/D6.22	EQ	PS	0.582047	5.37804	18.4437	OK	V.RANGE.M	20	20.0407
GPLD/D7.11S	EQ	SB	-0.802397	5.37804	19.8282	OK	V.RANGE.M	20	20.0524
GPLD/D7.11P	EQ	PS	-0.782685	5.37804	19.8085	OK	V.RANGE.M	20	20.0526
GPLD/D7.12S	EQ	SB	-0.846962	5.37804	19.8727	OK	V.RANGE.M	20	20.0523
GPLD/D7.12P	EQ	PS	-0.826399	5.37804	19.8522	OK	V.RANGE.M	20	20.0528

GPLD/D7.13P	EQ	SB	-0.865026	5.37804	19.8908	OK	V.RANGE.M	20	20.0462
GPLD/D7.13S	EQ	PS	-0.748068	5.37804	19.7738	OK	V.RANGE.M	20	20.0064
GPLD/D7.14	EQ	PS	-0.625065	5.37804	19.6508	OK	V.RANGE.M	20	20.0044
GPLD/D7.15P	EQ	PS	0.06052	5.37804	18.9653	OK	V.RANGE.M	20	20.0612
GPLD/D7.15S	EQ	SB	0.018726	5.37804	19.0071	OK	V.RANGE.M	20	20.0606
GPLD/D7.21	1	PS	-1.18983	5.37804	20.2156	OK	V.RANGE.M	20	20.0032
GPLD/D7.22	EQ	PS	-0.677222	5.37804	19.703	OK	V.RANGE.M	20	20.0003
GPLD/D8.11S	EQ	PS	-1.268	5.37804	20.2938	OK	V.RANGE.M	20	20.0028
GPLD/D8.11P	EQ	SB	-1.3114	5.37804	20.3372	OK	V.RANGE.M	20	20.0003
GPLD/D8.12P	EQ	SB	-1.27911	5.37804	20.3049	OK	V.RANGE.M	20	20.0543
GPLD/D8.12S	EQ	PS	-1.2203	5.37804	20.2461	OK	V.RANGE.M	20	20.0556
GPLD/D8.13S	EQ	PS	-1.34674	5.37804	20.3725	OK	V.RANGE.M	20	20.0551
GPLD/D8.13P	EQ	SB	-1.50873	5.37804	20.5345	OK	V.RANGE.M	20	20.0539
GPLD/D8.21	EQ	PS	-1.71187	5.37804	20.7376	OK	V.RANGE.M	20	20.0006
GPLD/D9.11S	EQ	SB	0.717057	5.37804	18.3087	OK	V.RANGE.M	20	20.0809
GPLD/D9.11P	EQ	PS	0.725313	5.37804	18.3005	OK	V.RANGE.M	20	20
GPLD/D9.21	1	PS	-0.016507	5.37804	19.0423	OK	V.RANGE.M	20	20

Πίνακας 4.4-3 : Κρίσιμο στάδιο-κριτήριο της φόρτωσης GPLD ανά σενάριο βλάβης

Για την αρχική κατάσταση φόρτωσης GPLA παρατίθεται ο παρακάτω πίνακας στον οποίο διακρίνεται ανά σενάριο βλάβης η πιο επικίνδυνη συνδυαστική περίπτωση κριτηρίου και φάσης που παρουσιάστηκαν και στοιχεία που χαρακτηρίζουν την κατάσταση αυτή.

CASE	PHASE	SD	MINGM	GM	MAXKGL	ST	DCRI	REQ	ATTV
GPLA/D1.11	EQ	PS	-1.90061	5.44076	20.9819	OK	V.RANGE.M	20	20.0039
GPLA/D1.12S	EQ	PS	-1.17354	5.44076	20.2548	OK	V.RANGE.M	20	20.0001
GPLA/D1.12P	EQ	SB	-1.19221	5.44076	20.2735	OK	V.RANGE.M	20	20.0032
GPLA/D1.13S	EQ	SB	-0.725724	5.44076	19.807	OK	V.RANGE.M	20	20.0549
GPLA/D1.13P	EQ	PS	-0.704874	5.44076	19.7862	OK	V.RANGE.M	20	20.0553
GPLA/D1.21	EQ	PS	-1.47567	5.44076	20.557	OK	V.RANGE.M	20	20.0002
GPLA/D1.22	EQ	PS	-0.891408	5.44076	19.9727	OK	V.RANGE.M	20	20.003
GPLA/D2.11P	EQ	PS	-1.32043	5.44076	20.4017	OK	V.RANGE.M	20	20.0039
GPLA/D2.11S	EQ	SB	-1.34002	5.44076	20.4213	OK	V.RANGE.M	20	20.0025
GPLA/D2.12S	EQ	PS	-0.47431	5.44076	19.5556	OK	V.RANGE.M	20	20.0072
GPLA/D2.12P	EQ	SB	-0.496094	5.44076	19.5774	OK	V.RANGE.M	20	20.0046
GPLA/D2.21	EQ	PS	-1.15049	5.44076	20.2318	OK	V.RANGE.M	20	20.001
GPLA/D2.22	EQ	PS	0.143332	5.44076	18.938	OK	V.RANGE.M	20	20.0001
GPLA/D3.11S	EQ	SB	-0.498389	5.44076	19.5797	OK	V.RANGE.M	20	20.0525
GPLA/D3.11P	EQ	PS	-0.483963	5.44076	19.5653	OK	V.RANGE.M	20	20.0526

<i>GPLA/D3.12S</i>	EQ	PS	0.124573	5.44076	18.9567	OK	V.RANGE.M	20	20.0526
<i>GPLA/D3.12P</i>	EQ	SB	0.105607	5.44076	18.9757	OK	V.RANGE.M	20	20.0525
<i>GPLA/D3.21</i>	1	PS	-0.981937	5.44076	20.0632	OK	V.RANGE.M	20	20
<i>GPLA/D3.22</i>	EQ	PS	0.074053	5.44076	19.0072	OK	V.RANGE.M	20	20.0059
<i>GPLA/D4.11S</i>	EQ	SB	-0.559326	5.44076	19.6406	OK	V.RANGE.M	20	20.0524
<i>GPLA/D4.11P</i>	EQ	PS	-0.544681	5.44076	19.626	OK	V.RANGE.M	20	20.0525
<i>GPLA/D4.12S</i>	EQ	SB	0.796587	5.44076	18.2847	OK	V.RANGE.M	20	20.0616
<i>GPLA/D4.12P</i>	EQ	PS	0.810952	5.44076	18.2704	OK	V.RANGE.M	20	20.0621
<i>GPLA/D4.21</i>	1	PS	-1.03176	5.44076	20.1131	OK	V.RANGE.M	20	20.0456
<i>GPLA/D4.22</i>	EQ	PS	0.121321	5.44076	18.96	OK	V.RANGE.M	20	20.0505
<i>GPLA/D5.11S</i>	EQ	SB	-0.615525	5.44076	19.6968	OK	V.RANGE.M	20	20.0522
<i>GPLA/D5.11P</i>	EQ	PS	-0.600669	5.44076	19.682	OK	V.RANGE.M	20	20.0523
<i>GPLA/D5.12P</i>	EQ	PS	0.730231	5.44076	18.3511	OK	V.RANGE.M	20	20.0621
<i>GPLA/D5.12S</i>	EQ	SB	0.715824	5.44076	18.3655	OK	V.RANGE.M	20	20.0616
<i>GPLA/D5.21</i>	1	PS	-1.09526	5.44076	20.1766	OK	V.RANGE.M	20	20.0453
<i>GPLA/D5.22</i>	EQ	PS	0.179091	5.44076	18.9022	OK	V.RANGE.M	20	20.0523
<i>GPLA/D6.11S</i>	EQ	SB	-0.435924	5.44076	19.5172	OK	V.RANGE.M	20	20.0545
<i>GPLA/D6.11P</i>	EQ	PS	-0.425881	5.44076	19.5072	OK	V.RANGE.M	20	20
<i>GPLA/D6.12S</i>	EQ	PS	0.443832	5.44076	18.6375	OK	V.RANGE.M	20	20.0507
<i>GPLA/D6.12P</i>	EQ	SB	0.426188	5.44076	18.6551	OK	V.RANGE.M	20	20.0503
<i>GPLA/D6.21</i>	1	PS	-0.990319	5.44076	20.0716	OK	V.RANGE.M	20	20.0455
<i>GPLA/D6.22</i>	EQ	PS	0.526442	5.44076	18.5549	OK	V.RANGE.M	20	20.0012
<i>GPLA/D7.11S</i>	EQ	SB	-0.913454	5.44076	19.9948	OK	V.RANGE.M	20	20.0518
<i>GPLA/D7.11P</i>	EQ	PS	-0.872348	5.44076	19.9537	OK	V.RANGE.M	20	20.0522
<i>GPLA/D7.12S</i>	EQ	SB	-1.1379	5.44076	20.2192	OK	V.RANGE.M	20	20.0068
<i>GPLA/D7.12P</i>	EQ	PS	-1.11664	5.44076	20.1979	OK	V.RANGE.M	20	20.0072
<i>GPLA/D7.13P</i>	EQ	PS	-0.874427	5.44076	19.9557	OK	V.RANGE.M	20	20.0503
<i>GPLA/D7.13S</i>	EQ	SB	-0.891061	5.44076	19.9724	OK	V.RANGE.M	20	20
<i>GPLA/D7.14</i>	EQ	PS	-0.896615	5.44076	19.9779	OK	V.RANGE.M	20	20.0006
<i>GPLA/D7.15P</i>	EQ	PS	-0.053733	5.44076	19.135	OK	V.RANGE.M	20	20.0581
<i>GPLA/D7.15S</i>	EQ	SB	-0.043619	5.44076	19.1249	OK	V.RANGE.M	20	20.058
<i>GPLA/D7.21</i>	1	PS	-1.39664	5.44076	20.4779	OK	V.RANGE.M	20	20.0032
<i>GPLA/D7.22</i>	EQ	PS	-0.777182	5.44076	19.8585	OK	V.RANGE.M	20	20.0008
<i>GPLA/D8.11S</i>	EQ	PS	-1.85688	5.44076	20.9382	OK	V.RANGE.M	20	20.003
<i>GPLA/D8.11P</i>	EQ	SB	-1.8973	5.44076	20.9786	OK	V.RANGE.M	20	20.001
<i>GPLA/D8.12P</i>	EQ	PS	-1.61793	5.44076	20.6992	OK	V.RANGE.M	20	20.0034
<i>GPLA/D8.12S</i>	EQ	SB	-1.63858	5.44076	20.7199	OK	V.RANGE.M	20	20.0031
<i>GPLA/D8.13S</i>	EQ	PS	-1.857	5.44076	20.9383	OK	V.RANGE.M	20	20.0455
<i>GPLA/D8.13P</i>	EQ	PS	-1.74989	5.44076	20.8312	OK	V.RANGE.M	20	20.0068

<i>GPLA/D8.21</i>	1	PS	-1.93883	5.44076	21.0201	OK	V.RANGE.M	20	20.0478
<i>GPLA/D9.11S</i>	EQ	SB	0.482359	5.44076	18.5989	OK	V.RANGE.M	20	20
<i>GPLA/D9.11P</i>	EQ	PS	0.493892	5.44076	18.5874	OK	V.RANGE.M	20	20
<i>GPLA/D9.21</i>	1	PS	-0.21541	5.44076	19.2967	OK	V.RANGE.M	20	20

Πίνακας 4.4-4: Κρίσιμο στάδιο-κριτήριο της φόρτωσης GPLA ανά σενάριο βλάβης

Για την αρχική κατάσταση φόρτωσης NBD παρατίθεται ο παρακάτω πίνακας στον οποίο διακρίνεται ανά σενάριο βλάβης η πιο επικίνδυνη συνδυαστική περίπτωση κριτηρίου και φάσης που παρουσιάστηκαν και στοιχεία που χαρακτηρίζουν την κατάσταση αυτή.

<i>CASE</i>	<i>PHASE</i>	<i>SD</i>	<i>MINGM</i>	<i>GM</i>	<i>MAXKGL</i>	<i>STA</i>	<i>DCRI</i>	<i>REQ</i>	<i>ATTV</i>
<i>NBD/D1.11</i>	3	PS	-0.59841	14.3079	24.1828	OK	V.RANGE.M	20	20.0374
<i>NBD/D1.12S</i>	EQ	PS	1.97424	14.3079	21.6101	OK	V.RANGE.M	20	20.0545
<i>NBD/D1.12P</i>	EQ	SB	1.93343	14.3079	21.6509	OK	V.RANGE.M	20	20.0543
<i>NBD/D1.13S</i>	EQ	PS	1.78704	14.3079	21.7973	OK	V.RANGE.M	20	20.0547
<i>NBD/D1.13P</i>	EQ	SB	1.74119	14.3079	21.8431	OK	V.RANGE.M	20	20.0544
<i>NBD/D1.21</i>	EQ	PS	-0.002417	14.3079	23.5868	OK	V.RANGE.M	20	20.0764
<i>NBD/D1.22</i>	EQ	PS	0.86036	14.3079	22.724	OK	V.RANGE.M	20	20.0162
<i>NBD/D2.11P</i>	EQ	SB	3.43319	14.3079	20.1512	OK	V.RANGE.M	20	20
<i>NBD/D2.11S</i>	EQ	PS	3.46637	14.3079	20.118	OK	V.RANGE.M	20	20
<i>NBD/D2.12S</i>	EQ	PS	2.91484	14.3079	20.6695	OK	V.RANGE.M	20	20.0547
<i>NBD/D2.12P</i>	EQ	SB	2.85888	14.3079	20.7255	OK	V.RANGE.M	20	20.0077
<i>NBD/D2.21</i>	EQ	PS	0.867159	14.3079	22.7172	OK	V.MINGZ.M	0.1	0.1
<i>NBD/D2.22</i>	EQ	PS	3.32662	14.3079	20.2577	OK	V.RANGE.M	20	20.0036
<i>NBD/D3.11S</i>	EQ	PS	3.27429	14.3079	20.3101	OK	V.RANGE.M	20	20
<i>NBD/D3.11P</i>	EQ	SB	3.23807	14.3079	20.3463	OK	V.RANGE.M	20	20
<i>NBD/D3.12S</i>	EQ	SB	2.5478	14.3079	21.0365	OK	V.RANGE.M	20	20.0605
<i>NBD/D3.12P</i>	EQ	PS	2.58195	14.3079	21.0024	OK	V.RANGE.M	20	20.0001
<i>NBD/D3.21</i>	EQ	PS	1.16211	14.3079	22.4222	OK	V.MINGZ.M	0.1	0.1
<i>NBD/D3.22</i>	EQ	PS	4.22847	14.3079	19.3559	OK	V.RANGE.M	20	20.0024
<i>NBD/D4.11S</i>	EQ	PS	3.28929	14.3079	20.2951	OK	V.RANGE.M	20	20.0565
<i>NBD/D4.11P</i>	EQ	SB	3.24761	14.3079	20.3367	OK	V.RANGE.M	20	20
<i>NBD/D4.12S</i>	EQ	SB	2.11528	14.3079	21.4691	OK	V.RANGE.M	20	20.0584
<i>NBD/D4.12P</i>	EQ	PS	2.15315	14.3079	21.4312	OK	V.RANGE.M	20	20.0593
<i>NBD/D4.21</i>	EQ	PS	1.19041	14.3079	22.3939	OK	V.MINGZ.M	0.1	0.1
<i>NBD/D4.22</i>	EQ	PS	4.12587	14.3079	19.4585	OK	V.RANGE.M	20	20
<i>NBD/D5.11S</i>	EQ	PS	3.32641	14.3079	20.2579	OK	V.RANGE.M	20	20
<i>NBD/D5.11P</i>	EQ	SB	3.28952	14.3079	20.2948	OK	V.RANGE.M	20	20
<i>NBD/D5.12P</i>	EQ	PS	2.07445	14.3079	21.5099	OK	V.RANGE.M	20	20.0581

NBD/D5.12S	EQ	SB	2.03846	14.3079	21.5459	OK	V.RANGE.M	20	20.0574
NBD/D5.21	EQ	PS	1.25292	14.3079	22.3314	OK	V.MINGZ.M	0.1	0.1
NBD/D5.22	EQ	PS	3.98237	14.3079	19.602	OK	V.RANGE.M	20	20.0153
NBD/D6.11S	EQ	PS	3.13335	14.3079	20.451	OK	V.RANGE.M	20	20
NBD/D6.11P	EQ	SB	3.09686	14.3079	20.4875	OK	V.RANGE.M	20	20.0566
NBD/D6.12S	EQ	SB	2.85364	14.3079	20.7307	OK	V.RANGE.M	20	20.0579
NBD/D6.12P	EQ	PS	2.88406	14.3079	20.7003	OK	V.RANGE.M	20	20.0583
NBD/D6.21	EQ	PS	2.0702	14.3079	21.5141	OK	V.RANGE.M	20	20.0586
NBD/D6.22	EQ	PS	4.15112	14.3079	19.4332	OK	V.RANGE.M	20	20.0001
NBD/D7.11S	EQ	PS	1.62034	14.3079	21.964	OK	V.RANGE.M	20	20.0572
NBD/D7.11P	EQ	SB	1.50213	14.3079	22.0822	OK	V.RANGE.M	20	20.0565
NBD/D7.12S	EQ	SB	1.32995	14.3079	22.2544	OK	V.RANGE.M	20	20.0027
NBD/D7.12P	EQ	PS	1.36832	14.3079	22.216	OK	V.RANGE.M	20	20.0001
NBD/D7.13P	EQ	SB	0.899118	14.3079	22.6852	OK	V.RANGE.M	20	20.0002
NBD/D7.13S	EQ	PS	1.40667	14.3079	22.1777	OK	V.RANGE.M	20	20.0725
NBD/D7.14	EQ	PS	1.46654	14.3079	22.1178	OK	V.RANGE.M	20	20.0002
NBD/D7.15P	EQ	PS	1.56173	14.3079	22.0226	OK	V.RANGE.M	20	20.0596
NBD/D7.15S	EQ	SB	1.35682	14.3079	22.2275	OK	V.RANGE.M	20	20.001
NBD/D7.21	EQ	PS	0.878393	14.3079	22.7059	OK	V.RANGE.M	20	20.036
NBD/D7.22	EQ	PS	1.78241	14.3079	21.8019	OK	V.RANGE.M	20	20.0048
NBD/D8.11S	EQ	PS	0.576848	14.3079	23.0075	OK	V.RANGE.M	20	20.0581
NBD/D8.11P	EQ	SB	0.467605	14.3079	23.1167	OK	V.RANGE.M	20	20.0004
NBD/D8.12P	EQ	SB	0.39325	14.3079	23.1911	OK	V.RANGE.M	20	20.0583
NBD/D8.12S	EQ	PS	0.497512	14.3079	23.0868	OK	V.RANGE.M	20	20.0881
NBD/D8.13S	EQ	PS	0.143257	14.3079	23.4411	OK	V.RANGE.M	20	20.062
NBD/D8.13P	EQ	SB	-0.247007	14.3079	23.8314	OK	V.RANGE.M	20	20.0627
NBD/D8.21	EQ	PS	-0.681463	14.3079	24.2658	OK	V.RANGE.M	20	20.006
NBD/D9.11S	EQ	PS	9.59488	14.3079	13.9895	OK	V.RANGE.M	20	20.0006
NBD/D9.11P	EQ	SB	9.57036	14.3079	14.014	OK	V.RANGE.M	20	20.0007
NBD/D9.21	EQ	PS	6.29933	14.3079	17.285	OK	V.RANGE.M	20	20.0475

Πίνακας 4.4-5 : Κρίσιμο στάδιο-κριτήριο της φόρτωσης NBD ανά σενάριο βλάβης

Τέλος, για την αρχική κατάσταση φόρτωσης NBA παρατίθεται ο παρακάτω πίνακας στον οποίο διακρίνεται ανά σενάριο βλάβης η πιο επικίνδυνη συνδυαστική περίπτωση κριτηρίου και φάσης που παρουσιάστηκαν και στοιχεία που χαρακτηρίζουν την κατάσταση αυτή.

CASE	PHASE	SD	MINGM	GM	MAXKGL	ST	DCRI	REQ	ATTV
NBA/D1.11	3	PS	-0.643245	14.3536	24.2038	OK	V.RANGE.M	20	20.0511
NBA/D1.12S	EQ	PS	1.84163	14.3536	21.7189	OK	V.RANGE.M	20	20

NBA/D1.12P	EQ	SB	1.80018	14.3536	21.7604	OK	V.RANGE.M	20	20
NBA/D1.13S	EQ	PS	1.65511	14.3536	21.9054	OK	V.RANGE.M	20	20.0557
NBA/D1.13P	EQ	SB	1.60717	14.3536	21.9534	OK	V.RANGE.M	20	20.0553
NBA/D1.21	EQ	PS	-0.035655	14.3536	23.5962	OK	V.RANGE.M	20	20.0272
NBA/D1.22	EQ	PS	0.833209	14.3536	22.7273	OK	V.RANGE.M	20	20.0505
NBA/D2.11P	EQ	SB	3.2748	14.3536	20.2857	OK	V.RANGE.M	20	20
NBA/D2.11S	EQ	PS	3.30757	14.3536	20.253	OK	V.RANGE.M	20	20
NBA/D2.12S	EQ	PS	2.75531	14.3536	20.8052	OK	V.RANGE.M	20	20.0552
NBA/D2.12P	EQ	SB	2.69508	14.3536	20.8655	OK	V.RANGE.M	20	20.0072
NBA/D2.21	EQ	PS	0.82004	14.3536	22.7405	OK	V.MINGZ.M	0.1	0.100988
NBA/D2.22	EQ	PS	3.26619	14.3536	20.2944	OK	V.RANGE.M	20	20.0016
NBA/D3.11S	EQ	PS	3.1368	14.3536	20.4237	OK	V.RANGE.M	20	20.0002
NBA/D3.11P	EQ	SB	3.10093	14.3536	20.4596	OK	V.RANGE.M	20	20
NBA/D3.12S	EQ	SB	2.4808	14.3536	21.0797	OK	V.RANGE.M	20	20.0588
NBA/D3.12P	EQ	PS	2.51695	14.3536	21.0436	OK	V.RANGE.M	20	20.0597
NBA/D3.21	EQ	PS	1.11607	14.3536	22.4445	OK	V.MINGZ.M	0.1	0.1
NBA/D3.22	EQ	PS	4.15483	14.3536	19.4057	OK	V.RANGE.M	20	20.0321
NBA/D4.11S	EQ	PS	3.16072	14.3536	20.3998	OK	V.RANGE.M	20	20.0392
NBA/D4.11P	EQ	SB	3.12139	14.3536	20.4392	OK	V.RANGE.M	20	20
NBA/D4.12S	EQ	SB	2.02119	14.3536	21.5394	OK	V.RANGE.M	20	20.0564
NBA/D4.12P	EQ	PS	2.05829	14.3536	21.5023	OK	V.RANGE.M	20	20.0573
NBA/D4.21	EQ	PS	1.15354	14.3536	22.407	OK	V.MINGZ.M	0.1	0.1
NBA/D4.22	EQ	PS	4.05407	14.3536	19.5065	OK	V.RANGE.M	20	20.0264
NBA/D5.11S	EQ	PS	3.2093	14.3536	20.3512	OK	V.RANGE.M	20	20
NBA/D5.11P	EQ	SB	3.1732	14.3536	20.3874	OK	V.RANGE.M	20	20
NBA/D5.12P	EQ	PS	1.95141	14.3536	21.6091	OK	V.RANGE.M	20	20.0003
NBA/D5.12S	EQ	SB	1.91872	14.3536	21.6418	OK	V.RANGE.M	20	20.0574
NBA/D5.21	EQ	PS	1.22272	14.3536	22.3378	OK	V.MINGZ.M	0.1	0.1
NBA/D5.22	EQ	PS	3.91996	14.3536	19.6406	OK	V.RANGE.M	20	20.0195
NBA/D6.11S	EQ	PS	4.11939	14.3536	19.4412	OK	V.RANGE.M	20	20
NBA/D6.11P	EQ	SB	4.09331	14.3536	19.4672	OK	V.RANGE.M	20	20.0594
NBA/D6.12S	EQ	PS	3.39522	14.3536	20.1653	OK	V.RANGE.M	20	20.0638
NBA/D6.12P	EQ	SB	3.32738	14.3536	20.2332	OK	V.RANGE.M	20	20.0669
NBA/D6.21	EQ	PS	2.00342	14.3536	21.5571	OK	V.MINGZ.M	0.1	0.1
NBA/D6.22	EQ	PS	4.26803	14.3536	19.2925	OK	V.RANGE.M	20	20
NBA/D7.11S	EQ	PS	2.38743	14.3536	21.1731	OK	V.RANGE.M	20	20
NBA/D7.11P	EQ	SB	2.24235	14.3536	21.3182	OK	V.RANGE.M	20	20.056
NBA/D7.12S	EQ	PS	1.90124	14.3536	21.6593	OK	V.RANGE.M	20	20.0573
NBA/D7.12P	EQ	SB	1.85025	14.3536	21.7103	OK	V.RANGE.M	20	20.0569

NBA/D7.13P	EQ	SB	1.46708	14.3536	22.0935	OK	V.RANGE.M	20	20.0706
NBA/D7.13S	EQ	PS	1.7259	14.3536	21.8347	OK	V.RANGE.M	20	20.0583
NBA/D7.14	EQ	PS	1.6091	14.3536	21.9515	OK	V.RANGE.M	20	20.0002
NBA/D7.15P	EQ	PS	1.22371	14.3536	22.3368	OK	V.RANGE.M	20	20.0017
NBA/D7.15S	EQ	SB	1.08758	14.3536	22.473	OK	V.RANGE.M	20	20.0003
NBA/D7.21	EQ	PS	0.874215	14.3536	22.6863	OK	V.RANGE.M	20	20.004
NBA/D7.22	EQ	PS	1.83817	14.3536	21.7224	OK	V.RANGE.M	20	20.0027
NBA/D8.11S	EQ	PS	-0.565132	14.3536	24.1257	OK	V.RANGE.M	20	20.005
NBA/D8.11P	EQ	SB	-0.691406	14.3536	24.252	OK	V.RANGE.M	20	20.0824
NBA/D8.12P	EQ	SB	-0.645558	14.3536	24.2061	OK	V.RANGE.M	20	20.0603
NBA/D8.12S	EQ	PS	-0.542755	14.3536	24.1033	OK	V.RANGE.M	20	20
NBA/D8.13S	EQ	PS	-0.478702	14.3536	24.0393	OK	V.RANGE.M	20	20.0578
NBA/D8.13P	EQ	PS	-0.658039	14.3536	24.2186	OK	V.RANGE.M	20	20.0222
NBA/D8.21	EQ	PS	-0.737545	14.3536	24.2981	OK	V.RANGE.M	20	20.0028
NBA/D9.11S	EQ	PS	9.37742	14.3536	14.1831	OK	V.RANGE.M	20	20.0541
NBA/D9.11P	EQ	SB	9.35319	14.3536	14.2074	OK	V.RANGE.M	20	20.0004
NBA/D9.21	EQ	PS	6.18558	14.3536	17.375	OK	V.RANGE.M	20	20.0027

Πίνακας 4.4-6 : Κρίσιμο στάδιο-κριτήριο της φόρτωσης NBA ανά σενάριο βλάβης

4.5 Συμπεράσματα επί των σεναρίων βλάβης

Όπως γίνεται αντιληπτό από τα σενάρια βλάβης που αναλύθηκαν, οι καταστάσεις πλήρους φόρτωσης αποτελούν με διαφορά τις δυσμενέστερες εκ των αρχικών καταστάσεων. Αυτό μπορεί εύκολα να εξαχθεί ως συμπέρασμα καθότι για αμφοτέρους τους παράγοντες της προσέγγισης των ανοιγμάτων (πόρτες, εξαεριστικά) στην ελεύθερη επιφάνεια της θάλασσας και του πλεονάσματος μετακεντρικού ύψους (GM Excess) που απαιτείται για την ικανοποίηση των κριτηρίων ευστάθειας, οι καταστάσεις αυτές παρουσιάζουν τις χειρότερες τιμές .

Η επικινδυνότητα ως προς την ευστάθεια σε περίπτωση κατάκλυσης λόγω βλάβης είναι μεγαλύτερη στην FLD καθότι έχει υψηλότερο KG λόγω της ολικής πλήρωσης των δεξαμενών ανεφοδιασμού που έχουν υψηλό κέντρο βάρους και επίσης έχει την επίδραση της ροπής των ελεύθερων επιφανειών που υπάρχουν σε όλες στις δεξαμενές και που βάσει του κανονισμού υπολογίζονται με την μέγιστη δυνατή τιμή τους στην κατάσταση αυτή ,κάτι που επιβαρύνει περαιτέρω την αρχική ευστάθεια του πλοίου.

Σημαντικότερος κοινός παράγοντας αύξησης της επικινδυνότητας των δύο καταστάσεων πλήρους φόρτωσης ασφαλώς αποτελεί το γεγονός του μεγάλου εκτοπίσματος και της πλεύσης στο βύθισμα σχεδίασης ή πολύ κοντά σε αυτό. Αυτό προφανώς επιτρέπει ,λόγω της μικρότερης εφεδρικής άντωσης και συνεπώς του μικρού ύψους εξάλων, την αύξηση της πιθανότητας βύθισης κάποιου ανοίγματος σε περίπτωση βλάβης.

Όπως φάνηκε και από τα αποτελέσματα το μεγαλύτερο μερίδιο μεταξύ των δυσμενέστερων σεναρίων οφείλεται σε βλάβες λόγω προσάραξης. Αυτό είναι απολύτως λογικό δεδομένου ότι

στα σενάρια με αυτές τις βλάβες έχουμε κατάκλυση μεγάλων διαμερισμάτων (δεξαμενές έρματος) και μεγάλων επιφανειών (άρα υψηλής επίδρασης των ελευθέρων επιφανειών) αντισταθμίζοντας έτσι τα πιθανά οφέλη τη μείωσης του κέντρου βάρους λόγω της προσθήκης βάρους σε χαμηλό ύψος.

Οι πλευρικές βλάβες ήταν σοβαρότερες κυρίως για τις μερικές φορτώσεις (GPLD, GPLA) λόγω του γεγονότος της ιδιαίτερης κατανομής του φορτίου στις δεξαμενές Cargo . Συγκεκριμένα στις πλευρικές βλάβες D5.12P και D4.12P που είναι τα δυσμενέστερα σενάρια για τις μερικές φορτώσεις κατακλύζεται η δεξαμενή φορτίου COT.4P η οποία είναι άφορτη κατά την αρχική κατάσταση, προσομοιάζοντας έτσι κάπως τις καταστάσεις πλήρους φόρτωσης, ενώ παράλληλα κατακλύζονται και οι αντίστοιχες μεγάλες δεξαμενές έρματος (WB.5P, WB.3P) προκαλώντας έτσι μια μεγάλη εισροή ποσότητας νερού η οποία προκαλεί και κλίση στο πλοίο λόγω της εγκάρσιας θέσης του κέντρου βάρους του προστιθέμενου όγκου νερού.

Όσον αφορά τις καταστάσεις ερματισμού ,είναι σαφές, ότι οι βλάβες λόγω προσάραξης είναι οι μοναδικές που μπορούν μέσω της μεγάλης ποσότητας όγκου του νερού κατάκλυσης να προκαλέσουν επαρκώς δυσμενείς συνθήκες καθώς παράλληλα κατά τη διάρκεια και μέχρι και την τελική κατάσταση ισορροπίας σε αυτές τις βλάβες υπάρχει και η σημαντική επιβάρυνση της ευστάθειας λόγω της επίδρασης των ελευθέρων επιφανειών η ροπή των οποίων οδηγεί σε μείωση του μετακεντρικού ύψους μέσω της αύξησης του κέντρου βάρους.

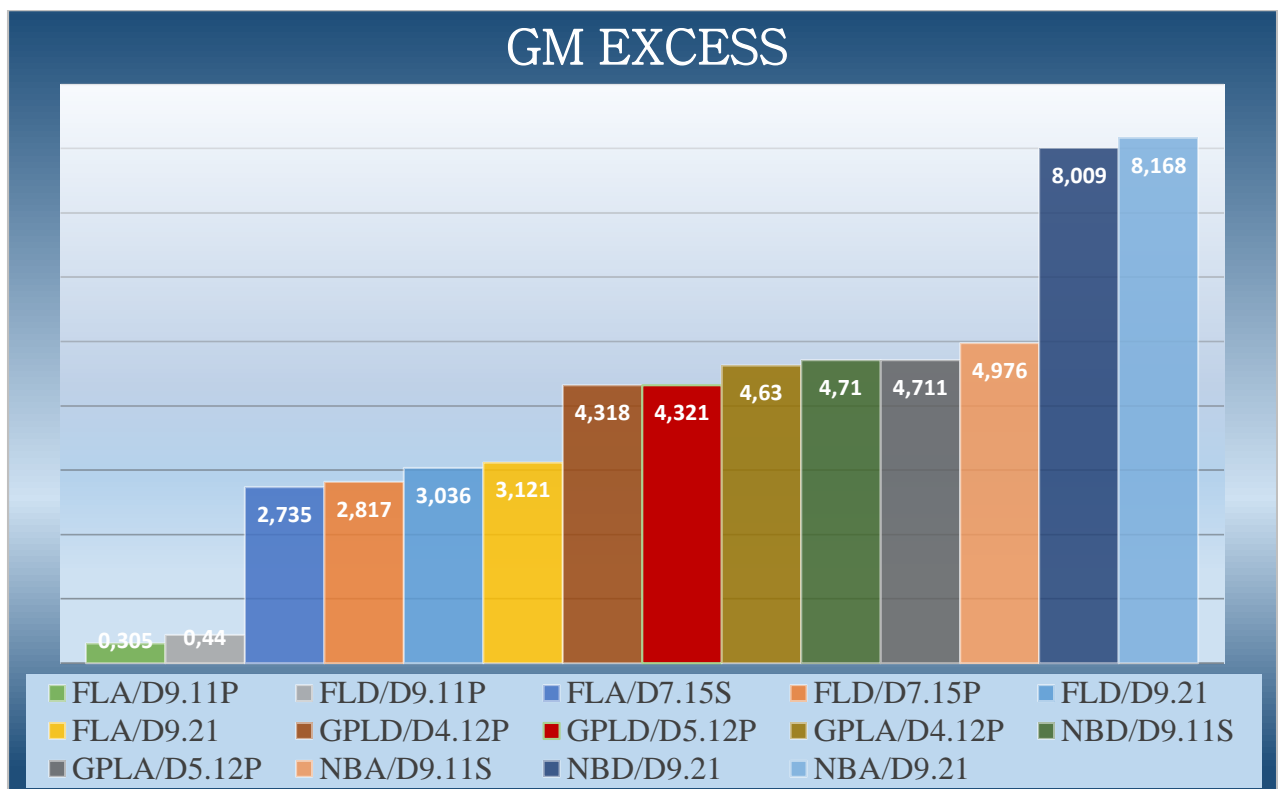
Το φαινόμενο αυτό είναι απολύτως κατανοητό ότι γίνεται δυσμενέστερο στις βλάβες λόγω προσάραξης αφού κατακλύζονται οι δεξαμενές έρματος οι οποίες έχουν πολλή μεγάλη επιφάνεια κάτι το οποίο έχει βαρύνουσα σημασία στις ελεύθερες επιφάνειες καθώς αυτή οδηγεί στην αύξηση της ροπής αδράνειας της δεξαμενής και άρα σε περαιτέρω μείωση του μετακεντρικού ύψους GM μέσω του τύπου : $GM_{\text{corr}} = \frac{I_{xx} * \gamma}{\Delta}$.

Σε όλες σχεδόν τις περιπτώσεις η τελική κατάσταση ισορροπίας είναι δυσμενέστερη έναντι των ενδιάμεσων σταδίων καθώς ο συνολικός όγκος κατάκλυσης είναι αρκετά μεγάλος στο τελευταίο στάδιο αφενός και αφετέρου η επίδραση των ελευθέρων επιφανειών εξαρτάται μόνο από τη γεωμετρία όπως είπαμε και άρα δεν αλλάζει ιδιαίτερα από κάποια στιγμή και μετά. Αξίζει όμως να παρατηρήσουμε ότι σε μία περίπτωση δεν ισχύει αυτό, καθώς στο σενάριο D1.11 όπου γίνεται κατάκλυση των διαμερισμάτων πρόωραθεν τις πρωαίας φρακτής η δυσμενέστερη φάση είναι η 3^η και όχι η τελική. Αυτό συμβαίνει διότι στην φάση αυτή έχουμε την επίδραση της ελεύθερης επιφάνειας λόγω κατάκλυσης της FPT, την επίδραση λόγω της ανάμιξης με το προ υπάρχων νερό και τη μεγιστοποίηση του όγκου κατάκλυσης σε σχέση με τα προηγούμενα ενδιάμεσα στάδια.

Μια παρατήρηση θα μπορούσε να γίνει ακόμα στο γεγονός ότι σε όλα τα σενάρια βλάβης τα οποία σημειώθηκαν και τα οποία περιλαμβάνουν βλάβες οι οποίες μέσω της κατάκλυσης των διαμερισμάτων που προκάλεσαν δεν οδηγούν θεωρητικά σε απόκλιση από την αρχική μηδενική εγκάρσια κλίση του πλοίου, κοινώς συμμετρικές βλάβες, εντέλει οδηγούν το πλοίο να αποκτήσει μια έστω και απειροελάχιστη κλίση προς την πλευρά port. Αυτό οφείλεται στην διάταξη και την διαμερισματοποίηση του πλοίου, καθώς όλες οι δεξαμενές λαδιού αλλά και η δεξαμενή sludge βρίσκονται στην port side πλευρά και κατά συνέπεια το στοιχείο αυτό σε συνδυασμό με την πρακτικά ασύμμετρη φόρτωση λόγω κατάκλυσης καταλήγει τελικά σε αυτή την μικρή κλίση στην port πλευρά.

Ένα βασικό στοιχείο το οποίο δείχνει την ικανοποίηση των κριτηρίων ευστάθειας έναντι βλάβης όπως είπαμε είναι το πλεόνασμα μετακεντρικού ύψους το οποίο προφανώς όσο μεγαλύτερο είναι τόσο μεγαλύτερη ευστάθεια προσδίδει στο πλοίο μετά την βλάβη. Το

πλεόνασμα μετακεντρικού ύψους έχει υπολογιστεί για κάθε ένα από τα κρισιμότερα σενάρια βλάβης και παρατίθεται στο παρακάτω διάγραμμα.



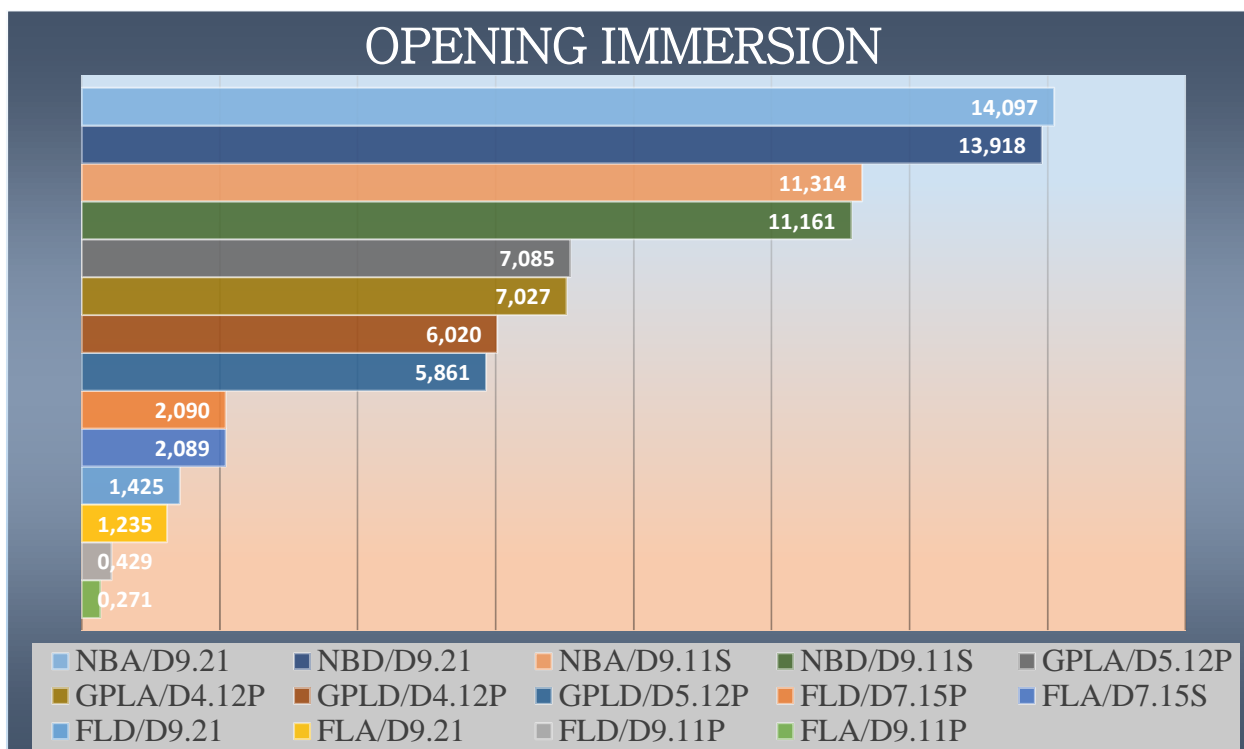
Διάγραμμα 4.5-1 : Πλεόνασμα μετακεντρικού ύψους για τα δυσμενέστερα σενάρια βλάβης

Στο διάγραμμα μπορούμε να παρατηρήσουμε την εναλλαγή των καταστάσεων FLD, FLA στις μικρότερες τιμές του πλεονάσματος και το πλασάρισμα των μερικών φορτώσεων στα μεσαία επίπεδα ,σχετικά χαμηλότερα από τις περιπτώσεις των καταστάσεων NBD και NBA.

Είναι όμως ενδιαφέρον να παρατηρήσουμε το σενάριο βλάβης D9.11S λόγω προσάραξης για την κατάσταση NBD έχει μικρότερο περίσσειμα ευστάθειας από ότι αυτό του σεναρίου D5.12P της φόρτωσης GPLA και αυτό είναι λογικό αφού η μεγάλη κλίση στην πρώτη περίπτωση αφήνει μικρό περιθώριο εύρους μεταξύ της τελικής γωνίας ισορροπίας (equilibrium heel angle) και της γωνίας βύθισης του πρώτου μη προστατευμένου ανοίγματος (FAUN-flooding angle of unprotected openings) που αποτελεί το κριτήριο V.Range.m της Marpol.

Ένα ακόμα πολύ ενδιαφέρον χαρακτηριστικό των δυσμενέστερων σεναρίων βλάβης αποτελεί η εναπομένουσα απόσταση ασφαλείας μεταξύ της ελεύθερης επιφάνειας της θάλασσας και του πρώτου ανοίγματος είτε αυτό είναι υδατοστεγές είτε όχι. Η απόσταση αυτή προφανώς λαμβάνει την μικρότερη τιμή της κατά το τελικό στάδιο ισορροπίας κάθε κατάστασης όπου έχει εισρεύσει η μέγιστη ποσότητα νερού και άρα το βύθισμα μεγιστοποιείται.

Στο παρακάτω διάγραμμα έχουμε την αναλυτική παρουσίαση αυτών των αποστάσεων για τα σοβαρότερα σενάρια βλάβης τα οποία μελετήθηκαν.



Διάγραμμα 4.5-2 :Εναπομένουσα απόσταση κρίσιμων ανοιγμάτων για τα δυσμενέστερα σενάρια βλάβης

Σε αυτό το διάγραμμα τα πράγματα είναι σαφώς πιο ξεκάθαρα ως προς την διάκριση μεταξύ των διαφόρων καταστάσεων φόρτωσης. Με εξαίρεση τις καταστάσεις FLD και FLA στις οποίες εξακολουθεί να παρατηρείται μια κάποια σχετική εναλλαγή για την εξαγωγή της χειρότερης δυνατής κατάστασης. Στις υπόλοιπες καταστάσεις που ελέγχονται ουσιαστικά για τα ίδια σενάρια βλάβης η εικόνα είναι σαφής.

Οι καταστάσεις αναχώρησης επιδεικνύουν χειρότερη συμπεριφορά σε θέμα ασφάλειας παρότι αυτό δεν συνδέεται αναγκαστικά με το γεγονός ότι θεωρητικά έχουν μεγαλύτερο εκτόπισμα και άρα και μεγαλύτερο βύθισμα καθώς στην περίπτωση των καταστάσεων ερματισμού αυτό δεν ισχύει αφού η NBD έχει εκτόπισμα 65527.0t ενώ η κατάσταση NBA έχει εκτόπισμα 65565.6t. Το περίεργο αυτό φαινόμενο ενδεχομένως σχετίζεται με το στοιχείο της αρχικής έμπρυμνης διαγωγής που είναι μεγαλύτερη για την NBD και την θέση των ανοιγμάτων επί του πλοίου.

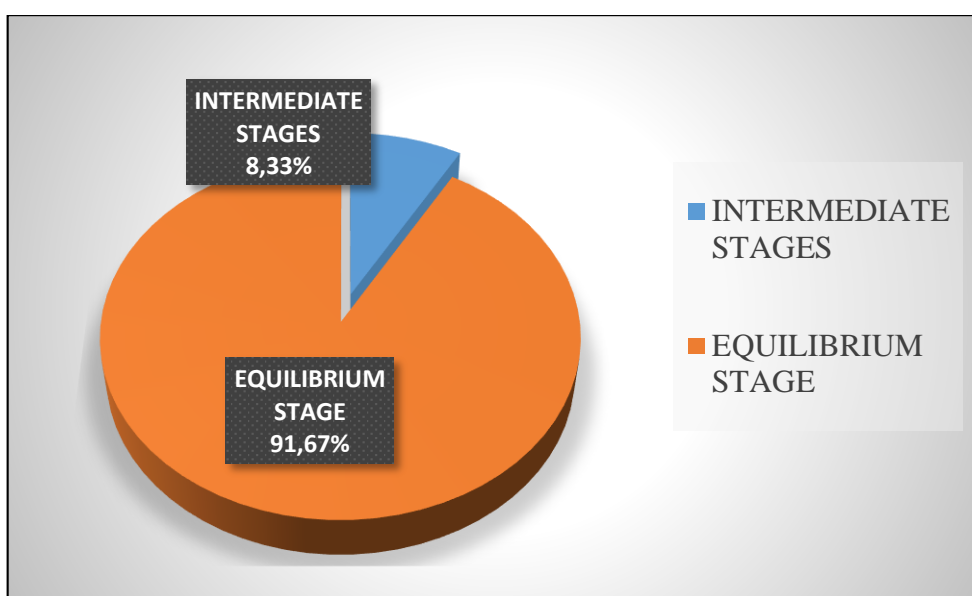
Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως, ένα σημαντικό στοιχείο το οποίο χρήζει σημαντικής προσοχής και πρέπει να θιχθεί οπωσδήποτε σε μια μελέτη ευστάθειας έναντι βλάβης όπως αυτή είναι το στάδιο εμφάνισης της δυσμενέστερης κατάστασης για ένα σενάριο βλάβης και η διάκριση στο κατά πόσο πρόκειται για ενδιάμεσο στάδιο (φάση) ή τελικό. Είναι γνωστό, το ενδεχομένως παράδοξο γεγονός, ότι συχνά παρουσιάζονται μεγαλύτερα προβλήματα σε θέματα ευστάθειας, αντοχής και γενικότερα ασφάλειας ενός πλοίου σε ενδιάμεσα στάδια από ότι στο τελικό στάδιο που φέρει και τον μέγιστο όγκο κατάκλυσης νερού.

Το φαινόμενο αυτό δεν αποτελεί και τόσο παράλογο γεγονός καθώς στα ενδιάμεσα στάδια και ειδικά στις περιπτώσεις που γίνεται προοδευτική κατάκλυση διαμερισμάτων κατά τη βύθιση ανοιγμάτων του πλοίου, εξαιτίας της επίδρασης των ελευθέρων επιφανειών και της εξαιρετικά ανομοιόμορφης κατανομής του νερού στα διαμερίσματα, το πλοίο χάνει απότομα μετακεντρικό ύψος άρα και ευστάθεια, λαμβάνει μεγάλη κλίση απότομα (την οποία συνήθως

δεν διατηρεί στην τελική ισορροπία που λόγω πιο ομοιόμορφης φόρτωσης μειώνεται σε σχέση με τις αρχικές τιμές) η οποία κάποιες φορές οδηγεί ακόμα και σε ανατροπή του πλοίου.

Προφανώς στο πλαίσιο της σχεδίασης ενός δεξαμενοπλοίου το οποίο πρέπει να τηρεί κάποια κριτήρια ευστάθειας σε περιπτώσεις βλάβης, δεν εξετάζονται τόσο ακραίες καταστάσεις και γίνεται μια πιο συντηρητική προσέγγιση. Παρόλα αυτά, στα ενδιάμεσα στάδια λόγω των παραγόντων που προαναφέραμε, εξακολουθούν να παρουσιάζονται σε ορισμένες περιπτώσεις μεγαλύτερες προκλήσεις για την διατήρηση της ευστάθειας του πλοίου έναντι της τελικής ισορροπίας.

Στο παρακάτω διάγραμμα γίνεται ο καταμερισμός εμφάνισης των μέγιστων απαιτήσεων GM μεταξύ του τελικού σταδίου ισορροπίας και των ενδιάμεσων σταδίων για το σύνολο των σεναρίων βλάβης και σε όλες τις φορτώσεις που μελετήθηκαν.

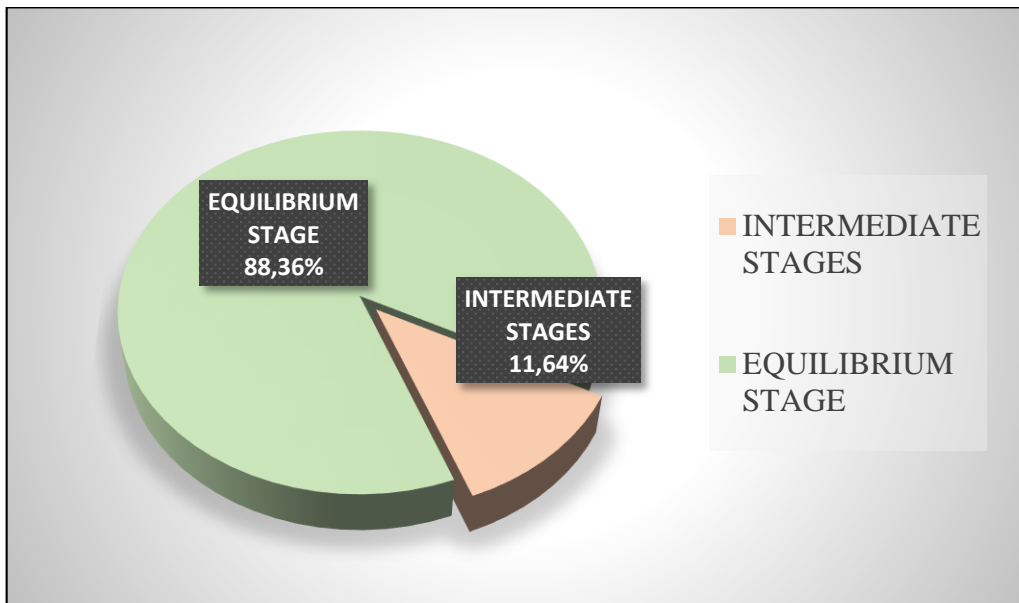


Διάγραμμα 4.5-3 : Καταμερισμός εμφάνισης κρισιμότερων απαιτήσεων GM μεταξύ τελικού και ενδιάμεσων σταδίων

Από το παραπάνω διάγραμμα είναι ευδιάκριτο το γεγονός ότι υπάρχει ένα μη αμελητέο ποσοστό περιπτώσεων της τάξεως του 8% όπου στα ενδιάμεσα στάδια έχουμε κρισιμότερη κατάσταση ένα της τελικής ισορροπίας βάσει του βαθμού ικανοποίησης των κριτηρίων.

Καθότι είναι σαφές ότι στις καταστάσεις ερματισμού που δεν αποτελούν και βασική προϋπόθεση μελέτης για ευστάθεια έναντι βλάβης κατά τη σχεδίαση ενός δεξαμενοπλοίου αλλά εδώ μελετήθηκαν για θέματα πληρότητας και ποικιλίας αποτελεσμάτων, ότι το κρισιμότερο στάδιο είναι συνήθως το τελικό καθώς υπάρχει αρκετά υψηλή αρχική ευστάθεια στις καταστάσεις αυτές και τα ενδιάμεσα στάδια δεν είναι ικανά να προκαλέσουν σοβαρά προβλήματα ευστάθειας.

Για το λόγο αυτό παρατίθεται το παρακάτω διάγραμμα το οποίο μελετά το ίδιο ακριβώς θέμα με το παραπάνω διάγραμμα, αμελώντας ωστόσο τα αποτελέσματα στις καταστάσεις ερματισμού.

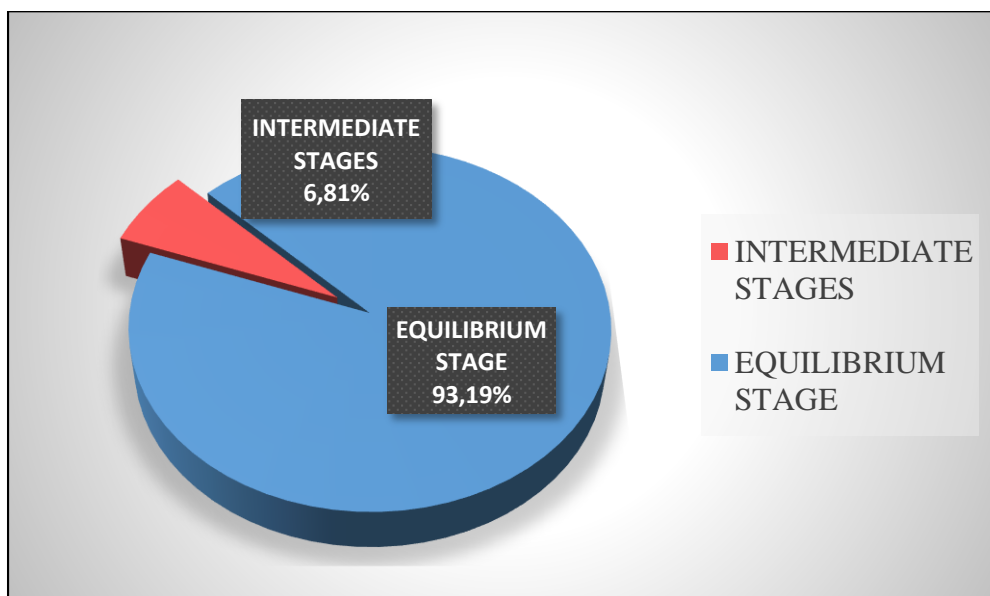


Διάγραμμα 4.5-4 : Καταμερισμός εμφάνισης κρίσιμότερων απαιτήσεων GM μεταξύ τελικού και ενδιάμεσων σταδίων χωρίς συνυπολογισμό σεναρίων σε κατάσταση ερματισμού

Όπως γίνεται κατανοητό και από το διάγραμμα αυτό, σε καταστάσεις πλήρους και μερικής φόρτωσης οι πιθανότητες εμφάνισης αστάθειας στα ενδιάμεσα στάδια είναι αυξημένες και σημαντικές της τάξεως του 12%.

Ένα τελευταίο διάγραμμα σε αυτό το θεματικό περιεχόμενο αποτελεί το επόμενο, στο οποίο γίνεται αυτή τη φορά μια σταθμισμένη ανάλυση των δεδομένων με βάσει μιας υποθετικής κατανομής της διάρκειας ζωής για ένα σύνηθες δεξαμενόπλοιο τύπου Aframax η οποία δεν στηρίζεται σε κάποια στατιστική μελέτη αλλά αποτελεί μια ρεαλιστική εκτίμηση. Βάση αυτή της κατανομής, το δεξαμενόπλοιο ‘SIR NIKOLAS’ θεωρείται ότι διανύει το 40% της ζωής του πλήρως φορτωμένο, 10% μερικώς φορτωμένο και 50% άφορτο.

Βάσει αυτών των συντελεστών μετρήθηκε και παρουσιάζεται ο καταμερισμός των σοβαρότερων καταστάσεων ευστάθειας μεταξύ ενδιάμεσων σταδίων και τελικής ισορροπίας για όλα τα σενάρια βλάβης.



Διάγραμμα 4.5-5 : Σταθμισμένος καταμερισμός εμφάνισης κρίσιμότερων απαιτήσεων GM μεταξύ τελικού και ενδιάμεσων σταδίων

Όπως εύκολα γίνεται στην περίπτωση σταθμισμένου δείγματος βάσει του χρόνου κατανομής των φορτώσεων, οι πιθανότητες εκδήλωσης της κρισιμότερης φάσης σε κάποιο ενδιάμεσο στάδιο μειώνεται αισθητά.

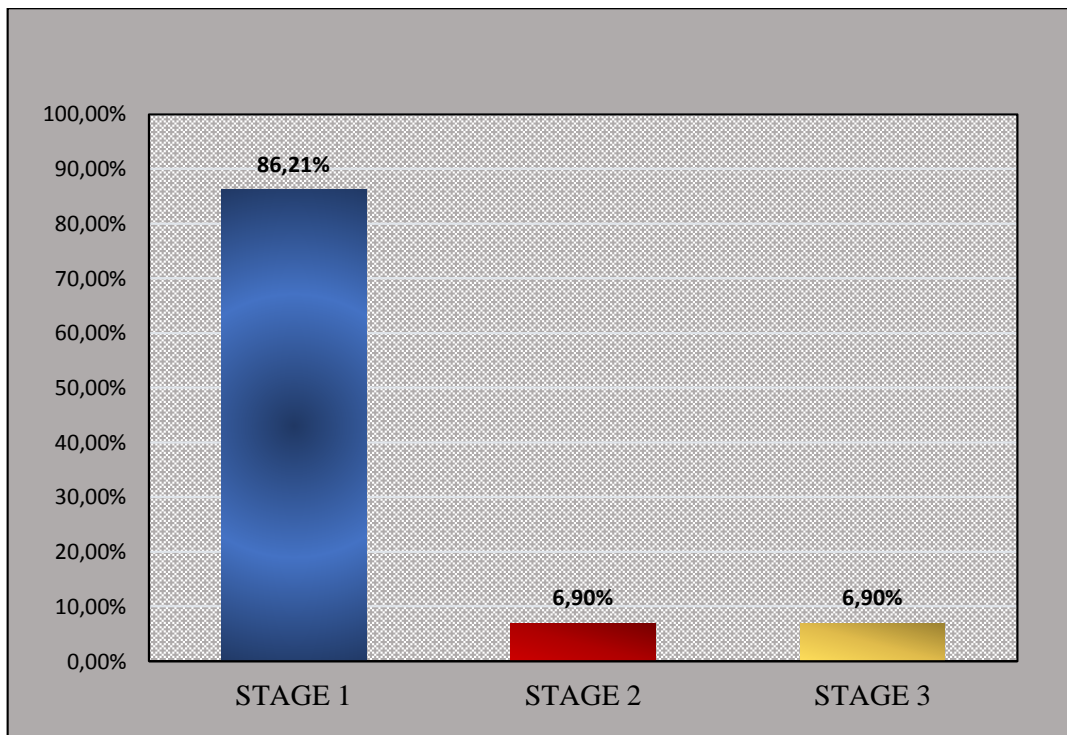
Στον παρακάτω πίνακα δίνονται αναλυτικά το ποσοστό εμφάνισης της κρισιμότερης κατάστασης σε ενδιάμεσο ή τελικό στάδιο για κάθε μια φόρτωση ξεχωριστά καθώς και τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα από τα παραπάνω διαγράμματα.

	INTERMEDIATE STAGES	Ποσοστό (%)	EQUILIBRIUM STAGE	Ποσοστό (%)
FLD	8	13,79%	50	86,21%
FLA	6	10,34%	52	89,66%
GPLD	6	10,34%	52	89,66%
GPLA	7	12,07%	51	87,93%
NBD	1	1,72%	57	98,28%
NBA	1	1,72%	57	98,28%
TOTAL	29	8,33%	319	91,67%
TOTAL/ NO BALLAST	27	11,64%	205	88,36%
TOTAL WEIGHTED	29	6,81%	319	93,19%

Πίνακας 4.5-1 : Αναλυτικός πίνακας εμφάνισης κρισιμότερων απαιτήσεων GM δυσμενέστερων σεναρίων βλάβης

Ένα επίσης ενδιαφέρον στατιστικό στοιχείο στην περίπτωση εμφάνισης της κρισιμότερης κατάστασης κατά τη διάρκεια κάποιου ενδιάμεσου σταδίου αποτελεί και ποιο ακριβώς είναι το στάδιο αυτό μεταξύ των τριών που υφίστανται.

Στο παρακάτω διάγραμμα παρατίθεται το ποσοστό εμφάνισης των κρισιμότερων καταστάσεων για κάθε μια φάση ξεχωριστά σε όλες τις καταστάσεις φόρτωσης.



Διάγραμμα 4.5-6 : Γραφική απεικόνιση κρισιμότερων απαιτήσεων GM μεταξύ των ενδιάμεσων σταδίων

Από το διάγραμμα αυτό μπορεί να γίνει σαφές ότι η μεγαλύτερη πιθανότητα εκδήλωσης οριακού περισσέυματος μετακεντρικού ύψους που ουσιαστικά αποτελεί βασικό παράγοντα για την διακριτοποίηση της κρισιμότητας μεταξύ των σεναρίων αποτελεί αναμφισβήτητα το πρώτο ενδιάμεσο στάδιο.

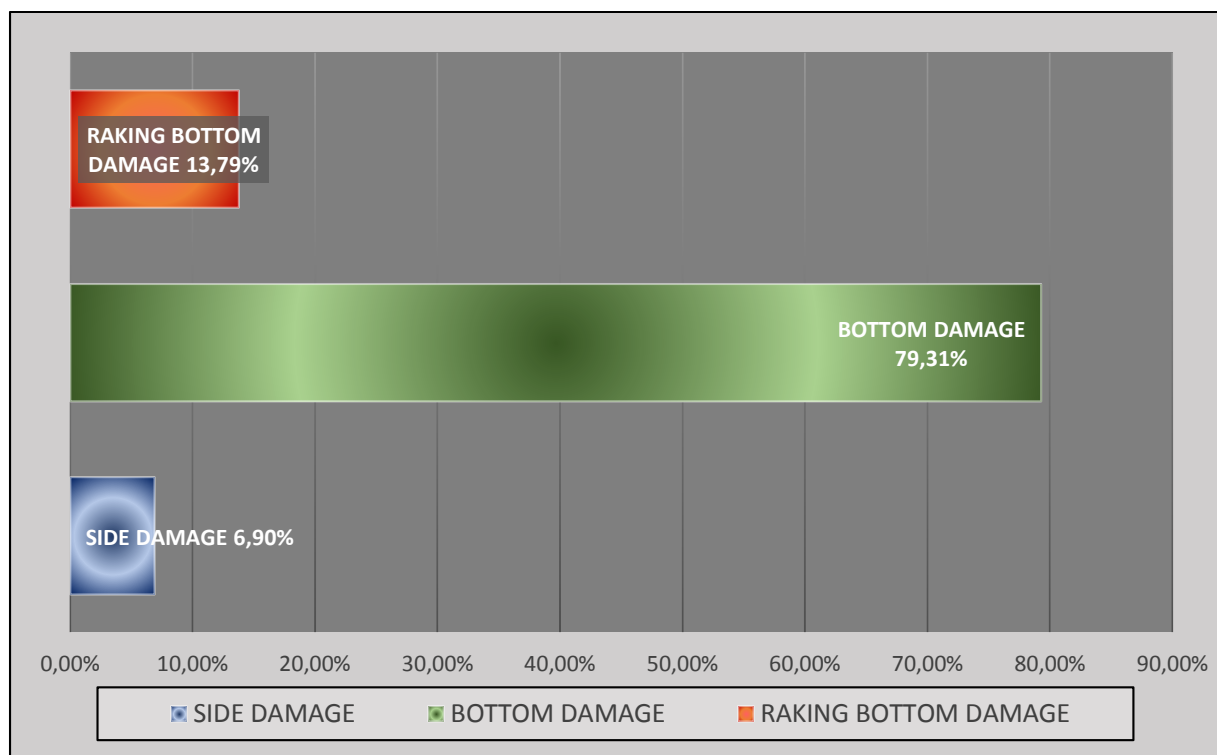
Στον παρακάτω πίνακα δίνονται αναλυτικά τα αποτελέσματα του παραπάνω διαγράμματος.

	INTERMEDIATE STAGES	STAGE 1	Ποσοστό (%)	STAGE 2	Ποσοστό (%)	STAGE 3	Ποσοστό (%)
FLD	8	7	87,50%	1	12,50%	0	0,00%
FLA	6	5	83,33%	1	16,67%	0	0,00%
GPLD	6	6	100,00%	0	0,00%	0	0,00%
GPLA	7	7	100,00%	0	0,00%	0	0,00%
NBD	1	0	0,00%	0	0,00%	1	100,00%
NBA	1	0	0,00%	0	0,00%	1	100,00%
TOTAL	29	25	86,21%	2	6,90%	2	6,90%

Πίνακας 4.5-2 : Ταξινόμηση κρισιμότερων απαιτήσεων GM μεταξύ των ενδιάμεσων σταδίων

Η κατανομή αυτή των περιπτώσεων μεταξύ των σταδίων μπορεί να αιτιολογηθεί και να δικαιολογηθεί απλά εάν εξετασθεί μαζί με άλλο χαρακτηριστικό γνώρισμα που έχουν τα σεναρία βλάβης με τη δυσμενέστερη καμπή να παρουσιάζεται στα ενδιάμεσα στάδια. Το γνώρισμα αυτό είναι το είδος της βλάβης για το οποίο πρόκειται, δηλαδή αν πρόκειται για σεναριο πλευρικής βλάβης ,βλάβης πυθμένα ή βλάβης λόγω προσάραξης.

Στο παρακάτω διάγραμμα μελετάται ακριβώς αυτό το στατιστικό στοιχείο.



Διάγραμμα 4.5-7 : Γραφική κατανομή κρισιμότερων απαιτήσεων GM των ενδιάμεσων σταδίων ανά τύπο βλάβης

Όπως είναι εμφανές και από το παραπάνω σχήμα , οι βλάβες λόγω πυθμένα αποτελούν την συντριπτική πλειοψηφία μεταξύ των σεναρίων που εμφανίζουν κρίσιμο σημείο στα ενδιάμεσα

στάδια. Ουσιαστικά και οι βλάβες λόγω προσάραξης είναι ιδιότυπες βλάβες πυθμένα οι οποίες απλά έχουν μεγαλύτερες διαστάσεις και είναι συμμετρικές ως προς το βασικό διάμηκες επίπεδο του πλοίου.

Άρα γίνεται, χωρίς μεγάλο σφάλμα να ειπωθεί ότι στις περισσότερες περιπτώσεις στα ενδιάμεσα στάδια έχουμε εμφάνιση της κρισιμότερης (λιγότερου ευσταθούς) κατάστασης κατά το πρώτο στάδιο και το σενάριο βλάβης είναι σχεδόν πάντα λόγω βλάβης πυθμένα. Συνεπώς αναφερόμαστε στα σενάρια βλάβης (D1.21, D2.21, D3.21, κλπ.) που μάλιστα αφορούν κατά κύριο λόγο τις πλήρως φορτωμένες καταστάσεις (FLD, FLA) στα οποία λαμβάνει χώρα κατάκλυση των διαμερισμάτων έρματος χωρίς να υπάρχει κάποια εκροή αρχικού φορτίου και άρα επομένως σε κάθε στάδιο έχουμε αύξηση του εκτοπίσματος Δ.

Αυτό σημαίνει ότι η επίδραση των ελευθέρων επιφανειών ως προς την αύξηση του KG είναι σαφώς μεγαλύτερη στο αρχικό στάδιο καθώς σε κάθε επόμενο στάδιο μειώνεται λόγω της αύξησης του εκτοπίσματος και σε συνδυασμό με την μείωση του κέντρου βάρους λόγω της προσθήκης βάρους νερού σε ύψος χαμηλότερο του αρχικού KG είναι κατανοητό ότι σταδιακά οδηγούμαστε σε μια πιο ευσταθή κατάσταση. Επομένως, είναι απολύτως λογικό το μικρότερο μετακεντρικό ύψος που συνδέεται άμεσα με τις λιγότερο ευσταθείς συνθήκες να εμφανίζεται στο πρώτο στάδιο για τις περιπτώσεις αυτές και σταδιακά να αυξάνεται.

Τέλος παρατίθεται ο πίνακας με τα ακριβή στοιχεία παραπάνω διαγράμματος.

	<i>INTERMEDIATE STAGES</i>	<i>SIDE DAMAGE</i>	<i>Ποσοστό (%)</i>	<i>BOTTOM DAMAGE</i>	<i>Ποσοστό (%)</i>	<i>RAKING BOTTOM DAMAGE</i>	<i>Ποσοστό (%)</i>
<i>FLD</i>	8	0	0,00%	7	87,50%	1	12,50%
<i>FLA</i>	6	0	0,00%	5	1,44%	1	0,29%
<i>GPLD</i>	6	0	0,00%	5	1,44%	1	0,29%
<i>GPLA</i>	7	0	0,00%	6	1,72%	1	0,29%
<i>NBD</i>	1	1	100,00%	0	0,00%	0	0,00%
<i>NBA</i>	1	1	100,00%	0	0,00%	0	0,00%
<i>TOTAL</i>	29	2	6,90%	23	79,31%	4	13,79%

Πίνακας 4.5-3 : Ταξινόμηση κρισιμότερων απαιτήσεων GM των ενδιάμεσων σταδίων ανά τύπο βλάβης

Κεφάλαιο Πέμπτο

Έλεγχος κανονισμών διαμερισματοποίησης, άθικτης ευστάθειας και εκροής πετρελαίου

*Δυο μάτια. Πράσινο το ‘να, σμαραγδί. Τ’ άλλο κόκκινο,
ρουμπινί. Τα λένε πλευρικά. Φώτα γραμμής. Είναι μάτια.
Τα καράβια δεν τα πάμε, μας πάνε.*

Νίκος Καββαδίας

Απόσπασμα από το έργο

«Βάρδια», 1954

5

Έλεγχος κανονισμών διαμερισματοποίησης, άθικτης ευστάθειας και εκροής πετρελαίου

5.1 Βασικοί παράμετροι υπολογισμού

Αρχικά για να γίνει ο υπολογισμός των διαφόρων αποτελεσμάτων σχετικά με την συμπεριφορά του πλοίου "SIR NIKOLAS" η οποία παρατηρείται σε περιπτώσεις ατυχήματος και πως αυτή μεταφράζεται στο θεμελιώδες και καίριο ζήτημα της εκροής πετρελαίου είτε αυτό προέρχεται από τις δεξαμενές ανεφοδιασμού είτε από τις δεξαμενές φορτίου, χρειάστηκε να οριστούν κάποιες επιπλέον παράμετροι ή απλά να δοθούν κάποια επιπλέον διευκρινιστικά στοιχεία χαρακτηριστικά σχετικά με το πλοίο.

Ένα από τα πρώτα πράγματα που χρειάζεται να αποσαφηνιστούν είναι ότι η κατάσταση φόρτωσης η οποία χρησιμοποιείται για αξιολόγηση της συμπεριφοράς του πλοίου σε περίπτωση εκροής πετρελαίου σε ατύχημα ορίζεται από τον κανονισμό 23 που περιγράφεται στην παράγραφο 3 του κεφαλαίου 2. Ενώ στους κανονισμούς 25-26 γίνεται αξιολόγηση βάσει της φόρτωσης FLD.

Ένα στοιχείο είναι το μήκος εξάλων (Freeboard Length- Lf) το οποίο απαιτείται κυρίως κατά τον προσδιορισμό των διαστάσεων των βλαβών καθώς επίσης και για την εύρεση στοιχείων όπως το ελάχιστο απαιτούμενο βύθισμα, η μέγιστη επιτρεπόμενη διαγωγή κλπ.

Το μήκος αυτό υπολογίζεται ως η οριζόντια απόσταση μεταξύ της πρυμναίας καθέτου και του πιο προωραίου σημείου του πλοίου στο 85% του κοίλου $H_{0.85D}=18.445m$ και τελικά υπολογίστηκε ότι είναι $L_f=239.766m$.

Ένα ακόμα στοιχείο που υπολογίστηκε ήταν το μέσο βύθισμα του πλοίου σε κατάσταση Lightship, δηλαδή με το πλοίο να είναι πλήρως άφορτο. Για λόγους συντομίας δεν παρουσιάζεται η κατάσταση αυτή αναλυτικά. Η τιμή που βρέθηκε ήταν $T_{LIGHTSHIP}=2.484m$.

Η διάταξη του πλοίου και ο αναλυτικός καθορισμός των διαμερισμάτων του πλοίου που σχετίζονται με την εκροή πετρελαίου άμεσα ή έμμεσα ήταν επίσης απαραίτητα στοιχεία. Συγκεκριμένα, απαιτούνταν ο ορισμός των κεντρικών δεξαμενών (Centre Tanks), των πλευρικών ακραίων δεξαμενών (Wing Tanks) όπως επίσης και των δεξαμενών διαχωρισμένου έρματος (Segregated Ballast Tanks).

Για το σκοπό αυτό παρατίθεται το παρακάτω σχήμα στο οποίο φαίνονται οι κατηγορίες αυτές διαμερισμάτων ενδελεχώς.



Σχήμα 5.1-1 : Διάταξη δεξαμενών πλοίου "SIR NIKOLAS"

Συνεπώς ως Segregated Ballast Tanks ορίζονται όλες οι δεξαμενές έρματος, ως Wing Tanks όλες οι δεξαμενές έρματος πλην αυτών της FPT και APT και ως Centre Tanks οι δεξαμενές Cargo.

Τέλος, κατατίθεται ο λεπτομερής πίνακας με τις διαστάσεις όλων των βλαβών που λήφθηκαν υπόψιν σύμφωνα με τον κανονισμό 24 για την υποθετική εκροή πετρελαίου από τις δεξαμενές φορτίου.

Damage type	Side Damage	Bottom Damage	
		Location	Elsewhere
Location	Everywhere	$0.3 * L_f = 71.93\text{m}$ from F.P.	Elsewhere
Longitudinal Extent	$1/3 * L_f^{2/3} = 12.86$ or 14.50m whichever is less 12.86m	$L_f/10 = 23.98\text{m}$	$L_f/10 = 23.98\text{m}$ or 5.00m whichever is less 5.00m
Transverse Extent	$B/5 = 8.68$ or 11.50m whichever is less 8.68m	$B/6 = 7.23$ or 10m whichever is less But not less than 5.00m 7.23m	5.00m
Vertical Extent	From the base line upward without limit	$B/15 = 2.89$ or 6.00m whichever is less 2.89m	$B/15 = 2.89$ or 6.00m whichever is less 2.89m

Πίνακας 5.1-1 : Μέγιστη θεωρούμενη έκταση βλαβών σύμφωνα με τον κανονισμό 24

5.2 Διαγραμματική απεικόνιση των Cargo tanks με τα όρια διαστάσεων που θέτουν οι κανονισμοί (regulation 19)

Όπως εξηγήθηκε και στην παράγραφο 2 του κεφαλαίου 2 σχετικά με τον κανονισμό 19 ,τα όρια των δεξαμενών φορτίου θα πρέπει να διατηρούν τουλάχιστον απόσταση $w=2\text{m}$ από το

εξωτερικό περίβλημα της γάστρας σε οποιοδήποτε σημείο πάνω από 3m από επίπεδο του πυθμένα και επίσης απόσταση $h=2m$ σε οποιοδήποτε σημείο κάτωθεν των 3 μέτρων.

Παρακάτω παρατίθεται αναλυτικά το επεξηγηματικό κείμενο έτσι όπως διατυπώνεται στο λειτουργικό εργαλείο MANAGER-MARPOL του προγράμματος NAPA. Σε αυτό γίνεται αναλυτική παρουσίαση όλων των παραμέτρων που εξετάζονται για την ικανοποίηση του κανονισμού.

Explanation of Quantities

NAME	Name of Compartment
PURP	Purpose of Compartment
WSMA	Smallest distance to shell above 1.5h
WREQ	Required clearance to hull above 1.5h
WPASS	Is side clearance OK?
XW	X coordinate of worst case section for w
HSMA	Smallest distance to shell below 1.5h
HREQ	Required clearance to hull below 1.5h
HPASS	Is bottom clearance OK?
XH	X coordinate of worst case section for h
CDB	Bottom damage oil retention factor

Please notice that WSMA and HSMA are the smallest distances to the shell, they are not necessarily perpendicular to the shell.

Στον παρακάτω πίνακα δίνονται αναλυτικά όλες οι αποστάσεις και τα χαρακτηριστικά των ορίων των δεξαμενών.

NAME	PURP	WSMA	WREQ	WPASS	XW	HSMA	HREQ	HPASS	XH	CDB
COT.6P	CA	2.477	2	OK	47.31	2.5	2	OK	77.4	0.6
COT.6S	CA	2.477	2	OK	47.31	2.5	2	OK	77.4	0.6
COT.5P	CA	2.5	2	OK	77.4	2.5	2	OK	77.4	0.6
COT.5S	CA	2.5	2	OK	77.4	2.5	2	OK	77.4	0.6
COT.4P	CA	2.5	2	OK	107.5	2.5	2	OK	107.5	0.6
COT.4S	CA	2.5	2	OK	107.5	2.5	2	OK	107.5	0.6
COT.3P	CA	2.5	2	OK	137.61	2.5	2	OK	137.61	0.6
COT.3S	CA	2.5	2	OK	137.61	2.5	2	OK	137.61	0.6
COT.2P	CA	2.459	2	OK	194.04	2.5	2	OK	194.04	0.6
COT.2S	CA	2.459	2	OK	194.04	2.5	2	OK	194.04	0.6
COT.1P	CA	2.76	2	OK	197.81	2.321	2	OK	209.09	0.6
COT.1S	CA	2.76	2	OK	197.81	2.321	2	OK	209.09	0.6
SLOP.PT	CA	2.434	2	OK	43.5	2.5	2	OK	47.29	0.6
SLOP.ST	CA	2.434	2	OK	43.5	2.5	2	OK	47.29	0.6
RES	CA	2.433	2	OK	43.5	13.12	2	OK	40.96	0.6

Πίνακας 5.2-1 : Συμμόρφωση ορίων δεξαμενών φορτίου του πλοίου "SIR NIKOLAS"

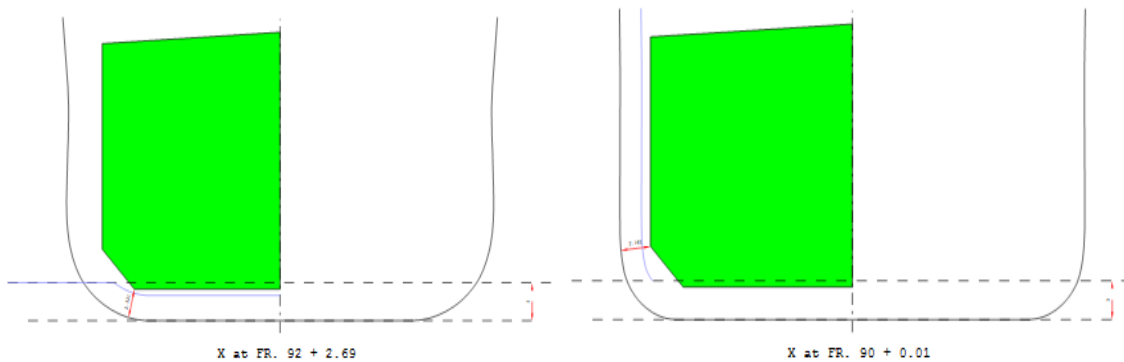
Ακόμα δίνονται αναλυτικά τα διαγράμματα για τις δεξαμενές Cargo στα οποία φαίνεται η ελάχιστη απόσταση από το περίβλημα πλευρικά αλλά και κατακόρυφα, ενώ δίνεται επιπλέον

και η διαμήκης θέση ως frame όπου παρουσιάζονται οι ελάχιστες αυτές αποστάσεις. Το πράσινο χρώμα με το οποίο είναι χρωματισμένες οι δεξαμενές υποδεικνύουν την ικανοποίηση της ελάχιστης απαίτησης. Για εξοικονόμηση χώρου λόγω συμμετρίας δίνονται μόνο οι portside δεξαμενές.

Στο παρακάτω σχήμα φαίνονται οι ελάχιστες αποστάσεις για την δεξαμενή φορτίου Cargo COT.1P και σε ποιο frame παρουσιάζονται διαμήκως.

Critical Sections

COT.1P - CARGO OIL TANK 1 PORTSIDE

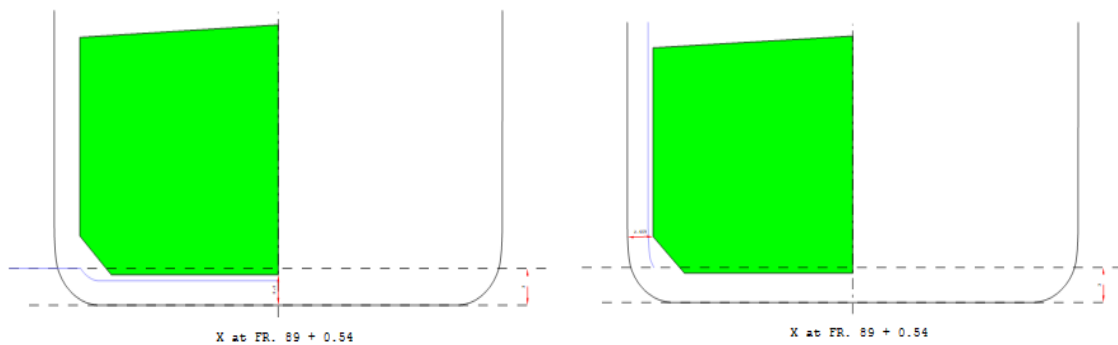


Σχήμα 5.2-1 : Συμμόρφωση ορίων δεξαμενής φορτίου COT.1P

Στο παρακάτω σχήμα φαίνονται οι ελάχιστες αποστάσεις για την δεξαμενή φορτίου Cargo COT.P και σε ποιο frame παρουσιάζονται διαμήκως.

Critical Sections

COT.2P - CARGO OIL TANK 2 PORTSIDE

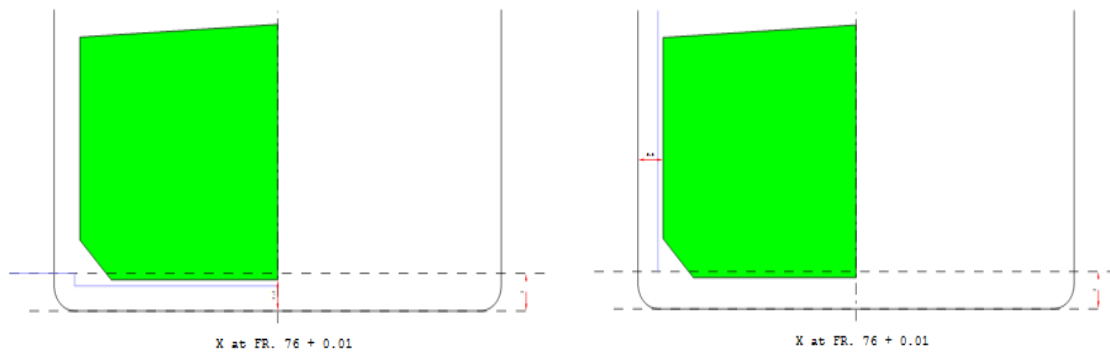


Σχήμα 5.2-2 : Συμμόρφωση ορίων δεξαμενής φορτίου COT.2P

Στο παρακάτω σχήμα φαίνονται οι ελάχιστες αποστάσεις της δεξαμενής φορτίου Cargo COT.3P και σε ποιο frame παρουσιάζονται διαμήκως.

Critical Sections

COT.3P - CARGO OIL TANK 3 PORTSIDE

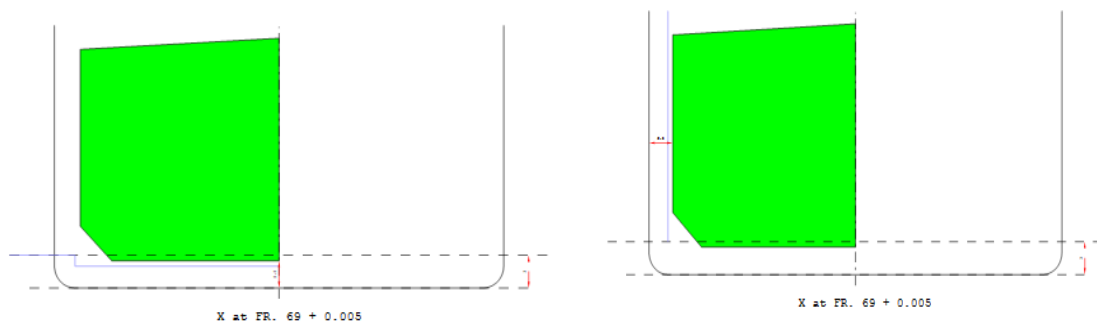


Σχήμα 5.2-3 : Συμμόρφωση ορίων δεξαμενής φορτίου COT.3P

Στο παρακάτω σχήμα φαίνονται οι ελάχιστες αποστάσεις της δεξαμενής φορτίου Cargo COT.4P και σε ποιο frame παρουσιάζονται διαμήκως.

Critical Sections

COT.4P - CARGO OIL TANK 4 PORTSIDE

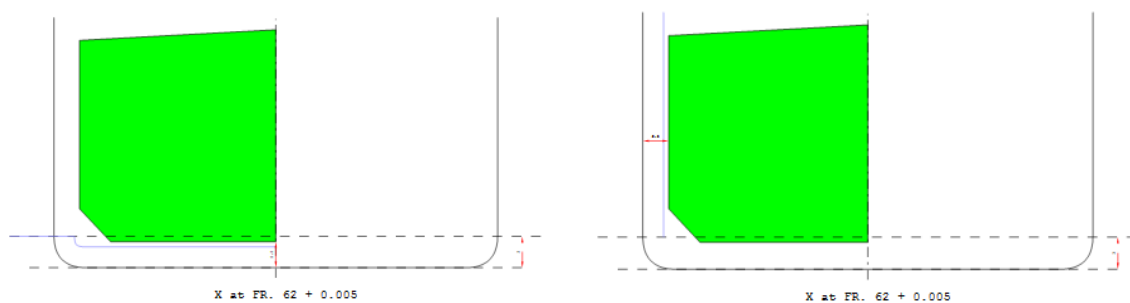


Σχήμα 5.2-4 : Συμμόρφωση ορίων δεξαμενής φορτίου COT.4P

Στο παρακάτω σχήμα φαίνονται οι ελάχιστες αποστάσεις της δεξαμενής φορτίου Cargo COT.5P και σε ποιο frame παρουσιάζονται διαμήκως.

Critical Sections

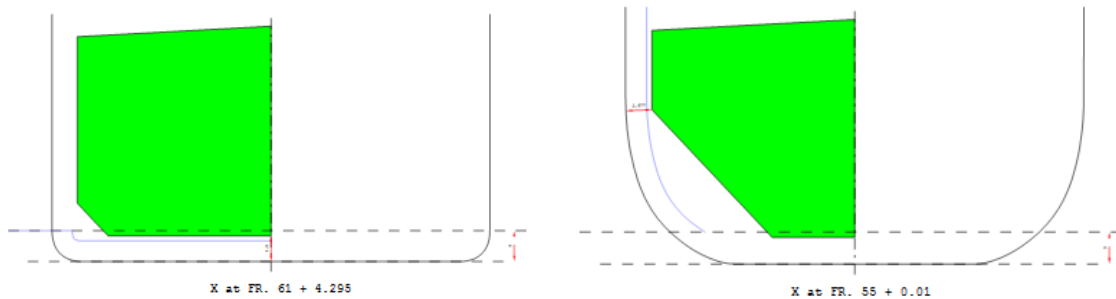
COT.5P - CARGO OIL TANK 5 PORTSIDE



Σχήμα 5.2-5 : Συμμόρφωση ορίων δεξαμενής φορτίου COT.5P

Στο παρακάτω σχήμα φαίνονται οι ελάχιστες αποστάσεις της δεξαμενής φορτίου Cargo COT.6P και σε ποιο frame παρουσιάζονται διαμήκως.

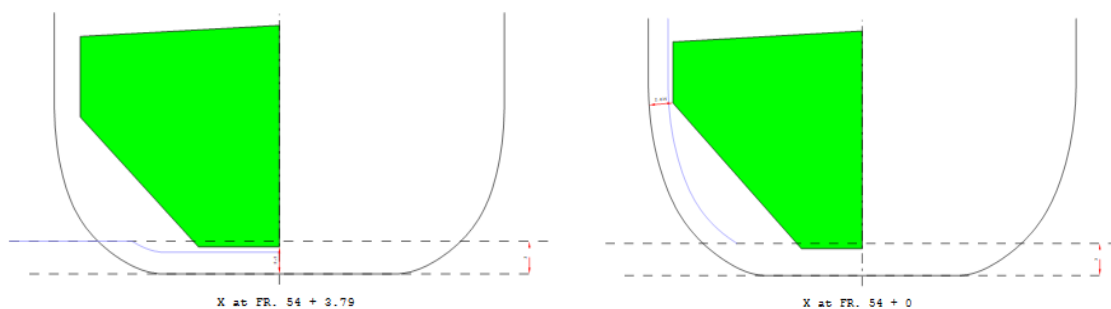
Critical Sections
COT.6P - CARGO OIL TANK 6 PORTSIDE



Σχήμα 5.2-6 : Συμμόρφωση ορίων δεξαμενής φορτίου COT.6P

Στο παρακάτω σχήμα φαίνονται οι ελάχιστες αποστάσεις της δεξαμενής φορτίου Cargo SLOP.PT και σε ποιο frame παρουσιάζονται διαμήκως.

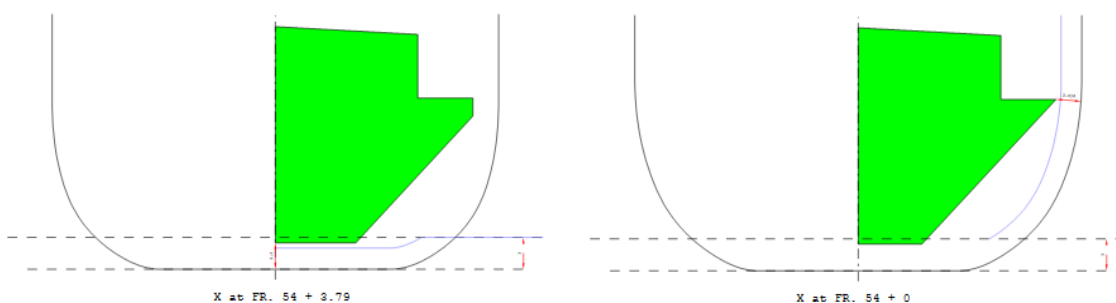
Critical Sections
SLOP.PT - SLOP PORTSIDE TANK



Σχήμα 5.2-7 : Συμμόρφωση ορίων δεξαμενής φορτίου SLOP.PT

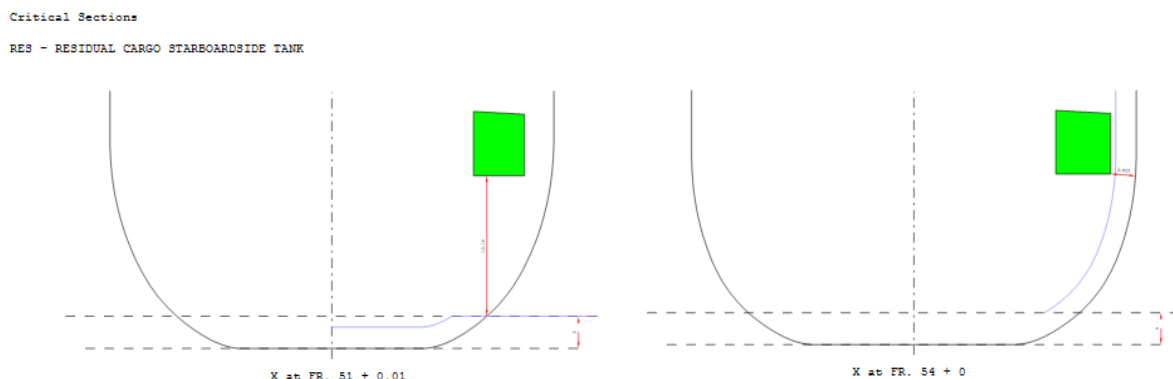
Στο παρακάτω σχήμα φαίνονται οι ελάχιστες αποστάσεις της δεξαμενής φορτίου Cargo SLOP.ST και σε ποιο frame παρουσιάζονται διαμήκως.

Critical Sections
SLOP.ST - SLOP STARBOARDSIDE TANK



Σχήμα 5.2-8 : Συμμόρφωση ορίων δεξαμενής φορτίου SLOP.ST

Στο παρακάτω σχήμα φαίνονται οι ελάχιστες αποστάσεις της δεξαμενής φορτίου Cargo RESIDUAL και σε ποιο frame παρουσιάζονται διαμηκώς.



Σχήμα 5.2-9 : Συμμόρφωση ορίων δεξαμενής φορτίου RESIDUAL

5.3 Παρουσίαση αποτελεσμάτων συμμόρφωσης του πλοίου για εκροή πετρελαίου των δεξαμενών Cargo σε περίπτωση ατυχήματος (regulation 23)

Στην παράγραφο αυτή αναλύεται η ποσότητα εκροής πετρελαίου η οποία μπορεί να προέλθει από τις δεξαμενές Cargo σε περίπτωση ατυχήματος βάσει του κανονισμού 23. Συγκεκριμένα εξετάζονται με δείκτες βαρύτητας οι πιθανές βλάβες πυθμένα(με ή χωρίς παλίρροια) και οι βλάβες στα τοιχώματα.

Στην συνέχεια, υπάρχει μια κατανομή πιθανοτήτων για την περιοχή που ενδέχεται να πλήξουν οι βλάβες αυτές και κατά πόσο αυτή η περιοχή περιλαμβάνει ή όχι μέρος της εκάστοτε δεξαμενής. Η διαδικασία προκύπτει από την εξέταση των βλαβών σε κάθε δεξαμενή που έχει οριστεί από τον χρήστη για μεταφορά φορτίου περιλαμβανομένων επίσης και των δεξαμενών καταλοίπων. Η απλοποιημένη αυτή πιθανολογική προσέγγιση πραγματοποιείται μέσα από μία άθροιση επί των συνεισφορών στην μέση εκροή από κάθε δεξαμενή φορτίου. Η εκροή πετρελαίου από κάθε δεξαμενή φορτίου πετρελαίου υπολογίζεται βασισόμενη στις αρχές ισορροπίας πίεσης.

Μέριμνα λαμβάνεται στις βλάβες πυθμένα για την εκτίμηση ενδεχόμενου περιορισμού της εκροής πετρελαίου λόγω εγκλωβισμού της σε διαμερίσματα χωρίς πετρέλαιο τα οποία είναι παρακείμενα στην εκάστοτε εξεταζόμενη δεξαμενή φορτίου.

Η αναλυτική διαδικασία που ακολουθήθηκε για την εξακρίβωση της μέσης εκροής πετρελαίου από τις δεξαμενές φορτίου περιγράφεται στην παράγραφο 3 του κεφαλαίου 2 της παρούσας μελέτης.

Στην συνέχεια παρατίθενται τα αποτελέσματα με την επεξήγηση των ποσοτήτων και τους πίνακες τα οποία εξήχθησαν από το πρόγραμμα NAPA και το λειτουργικό του εργαλείο Manager-Marpol .

Oil Outflow Performance (Regulation 23 of MARPOL Annex 1)

OM	Required mean oil outflow parameter	0.015	
OMS	Oil outflow due to side damages	2604.998	m ³
OMB0	Oil outflow due to bottom damages, 0 m tide	913.500	m ³
OMB2.5	Oil outflow due to bottom damages, 2.5 m tide	1422.776	m ³
OMB	Oil outflow due to bottom damages	1066.283	m ³
OM	Attained oil outflow parameter	0.013	

REGULATION 23 IS SATISFIED

Detailed listing of calculation results

C	Cargo Oil Capacity	128630.3	m ³
C3	Factor for side outflow	1.000	m ³
Lf	Length (Paragraph 3.9 of Reg. 12A)	239.766	m
Laft	Aft terminal of Lf	0.000	m
bb	Breadth at db	43.401	m
bs	Breadth at ds	43.401	m
db	Waterline at 30% of moulded depth	6.510	m
dmdl	Moulded depth	21.700	m
rho	Nominal Fuel Density	878.487	kg/m ³
obmin	Minimum allowed OB for any tank	0.000	m ³

Explanation of Quantities

NAME	Name of Compartment
VOLM	Moulded Volume
VNET	Net Volume (=VOLM x 0.98 x permeability)
PSP	Side Damage Probability Ps, Port
PSS	Side Damage Probability Ps, Starboard
YMINP	Minimum horizontal distance from sideshell to the tank on Portside
YMINs	Minimum horizontal distance from sideshell to the tank on Starboard
OS	Oil Outflow due to side damage
YP	Transverse distance from a plane at bb/2 to starboard to the port most point on the tank at or below db
YS point	Transverse distance from a plane at bb/2 to starboard to the starboard most point on the tank at or below db
PB	Probability of bottom damage
ZL	Lowest z coordinate of tank
HC0	Height of oil in tank above zl after damage at 0 m tidal change
OB0	Oil Outflow at 0 m tidal change
OB0R	Remaining oil in tank at 0 m tidal change
HC2P5	Height of oil in tank above zl after damage at 2.5 m tidal change
OB2P5	Oil Outflow at 2.5 m tidal change
OB2P5R	Remaining oil in tank at 2.5 m tidal change
CDB	Factor to account for oil capture
OBMIN	Minimum oil outflow for bottom damages

NAME	VOLM	VNET	PSP	PSS	YMINP	YMINs	OS	YP	PB
	m ³	m ³			m	m			
COT.1P	8681.33	8422.62	0.03516	0.00296	2.773	11.781	8422.624	40.426	0.06863
COT.1S	8681.33	8422.62	0.00296	0.03516	11.781	2.773	8422.624	21.7003	0.06863
COT.2P	11311.01	10973.94	0.04193	0	2.463	20.926	10973.941	40.9003	0.06547
COT.2S	11311.01	10973.94	0	0.04193	20.926	2.463	10973.941	21.7003	0.06547
COT.3P	11322.54	10985.12	0.04122	0	2.5	21.7	10985.125	40.9003	0.0523
COT.3S	11322.54	10985.12	0	0.04122	21.7	2.5	10985.125	21.7003	0.0523
COT.4P	11322.54	10985.12	0.04122	0	2.5	21.7	10985.125	40.9003	0.03712
COT.4S	11322.54	10985.12	0	0.04122	21.7	2.5	10985.125	21.7003	0.03712
COT.5P	11322.53	10985.12	0.04122	0	2.5	21.699	10985.122	40.9003	0.02596
COT.5S	11322.53	10985.12	0	0.04122	21.699	2.5	10985.122	21.7003	0.02596
COT.6P	10779	10457.79	0.04163	0	2.479	17.506	10457.785	40.9003	0.01887
COT.6S	10779	10457.79	0	0.04163	17.506	2.479	10457.785	21.7003	0.01887
RES	196.19	190.34	0	0.01222	35.338	2.441	190.3388	-	0
SLOP.PT	1551.66	1505.42	0.02046	0	2.44	16.172	1505.4221	33.3433	0.00903
SLOP.ST	1355.47	1315.08	0	0.02046	16.172	2.44	1315.0819	21.7003	0.00903

NAME	ZL	HCO	OB0	OB0R	HC2P5	OB2P5	OB2P5R	CDB	OBMIN
	m	m	m ³	m ³	m	m ³	m ³		m ³
COT.1P	2.5	14.235	2331.67	6090.96	11.318	3611.26	4811.36	0.6	0
COT.1S	2.5	14.235	2331.67	6090.96	11.318	3611.26	4811.36	0.6	0
COT.2P	2.5	14.235	2980.76	7993.18	11.318	4647.95	6325.99	0.6	0
COT.2S	2.5	14.235	2980.76	7993.18	11.318	4647.95	6325.99	0.6	0
COT.3P	2.5	14.235	2983.55	8001.58	11.318	4652.45	6332.67	0.6	0
COT.3S	2.5	14.235	2983.55	8001.58	11.318	4652.45	6332.67	0.6	0
COT.4P	2.5	14.235	2983.55	8001.58	11.318	4652.45	6332.67	0.6	0
COT.4S	2.5	14.235	2983.55	8001.58	11.318	4652.45	6332.67	0.6	0
COT.5P	2.5	14.235	2983.55	8001.58	11.318	4652.45	6332.67	0.6	0
COT.5S	2.5	14.235	2983.55	8001.58	11.318	4652.45	6332.67	0.6	0
COT.6P	2.5	14.235	2994.31	7463.48	11.318	4662.99	5794.79	0.6	0
COT.6S	2.5	14.235	2994.31	7463.48	11.318	4662.99	5794.79	0.6	0
RES	16.12	-	190.34	0	-	190.34	0	0.6	0
SLOP.PT	2.5	14.235	551.05	954.38	11.318	845.66	659.76	0.6	0
SLOP.ST	2.5	14.235	381.1	933.99	11.318	655.32	659.76	0.6	0

Πίνακας 5.3-1 : Εκροή πετρελαίου δεξαμενών φορτίου λόγω ατυχήματος

Στο σημείο αυτό πρέπει να επισημανθεί ότι το πλοίο “SIR NIKOLAS” σχεδιάστηκε εξ ολοκλήρου βάση του πλοίου αναφοράς το οποίο δεν διαθέτει cofferdams για τις δεξαμενές ανεφοδιασμού HFO, δηλαδή κενά διαμερίσματα τα οποία να παρεμβάλλονται μεταξύ των δεξαμενών ανεφοδιασμού και των εξωτερικών τοιχωμάτων του πλοίου. Η κατασκευαστική αυτή διάταξη πληρούσε πλήρως τους κανονισμούς και την νομοθεσία έτσι όπως αυτά ορίζονταν στο έτος κατασκευής του πλοίου αναφοράς, το 2006.

Το γεγονός αυτό ωστόσο έρχεται σε αντίθεση με τους ισχύοντες κανονισμούς οι οποίοι απαιτούν την ύπαρξη αυτών των κενών δεξαμενών και συνυπολογίζουν την έλλειψη τους κατά τον υπολογισμό εκροής πετρελαίου από τις δεξαμενές HFO. Αποτέλεσμα είναι το πλοίο “SIR

NIKOLAS'' να μην ικανοποιεί ορισμένες από αυτές τις διατάξεις. Για λόγους πληρότητας παρατίθενται τα αποτελέσματα από την διάταξη των δεξαμενών HFO μαζί τις αντίστοιχες απαιτήσεις και τα χαρακτηριστικά.

1. Regulation 12A - Oil Fuel Tank Protection

1.1. Clearance of Fuel Oil Tanks

Explanation of Quantities

NAME	Name of Compartment
DES	Compartment Description
PURP	Purpose of Compartment
WSMA	Smallest distance to shell above 1.5h
WREQ	Required clearance to hull above 1.5h
WPASS	Is side clearance OK?
XW	X coordinate of worst case section for w
HSMA	Smallest distance to shell below 1.5h
HREQ	Required clearance to hull below 1.5h
HPASS	Is bottom clearance OK?
XH	X coordinate of worst case section for h
CDB	Bottom damage oil retention factor
VNET	Net volume at 98% filling
VMAX	Maximum Allowable volume
VPASS	Is volume limit OK?

In the event of small tanks ($VOLM < 30$ cu. m) a requirement of 0 for H and W applies if the sum of the volumes of such tanks does not exceed 600 cu. m.

This is to indicate that these tanks are not subject to this regulation.

Please notice that WSMA and HSMA are the smallest distances to the shell, they are not necessarily perpendicular to the shell.

NAME	WSMA	WREQ	WPASS	XW	HSMA	HREQ	HPASS	XH	CDB	VOLM	VMAX	VPASS
OUTER.HFO.ST	0	1	NOT MET	18,41	-	2	OK	18,41	1	574,6	2500	OK
HFO.SET.PT	3,963	0,797	OK	35,6	-	2	OK	35,6	0,6	87	2500	OK
HFO.SERV.PT	2,951	0,797	OK	32,81	-	2	OK	32,81	1	87,3	2500	OK
HFO.PT	2,634	0,797	OK	40,94	-	2	OK	38,41	1	375,4	2500	OK
HFO.ST	2,634	0,797	OK	40,94	-	2	OK	38,41	1	375,4	2500	OK
LS.HFO.SERV.PT	0,674	0,797	NOT MET	26,41	-	2	OK	26,41	1	100,7	2500	OK
LS.HFO.SET.PT	1,79	0,797	OK	29,61	-	2	OK	29,61	1	100,3	2500	OK
LS.HFO.ST	0,942	1	NOT MET	26,41	-	2	OK	26,41	0,6	636,1	2500	OK
INNER.HFO.PT	0,163	0,797	NOT MET	24	-	2	OK	20,81	1	435,4	2500	OK
OUTER.HFO.PT	0	1	NOT MET	22,4	-	2	OK	20,81	1	493,6	2500	OK
FO.OVER.T	-	0,797	OK	32,01	0	2	NOT MET	32,01	1	42,5	2500	OK

Πίνακας 5.3-2 : Εκροή πετρελαίου δεξαμενών ανεφοδιασμού λόγω ατυχήματος

5.4 Παρουσίαση αποτελεσμάτων της συμμόρφωσης του πλοίου για ενδεχόμενη εκροή πετρελαίου σύμφωνα με τα ορισθέντα σενάρια βλάβης (regulations 24 -26)

Στην παράγραφο εξετάζεται μια ενδεχόμενη εκροή πετρελαίου που όμως αυτή τη φορά δεν στηρίζεται σε πιθανολογική προσέγγιση ενός ατυχήματος όπως στην προηγούμενη παράγραφο αλλά στα συγκεκριμένα σενάρια βλάβης τα οποία έχουν οριστεί από τον χρήστη.

Βάσει αυτών των σεναρίων βλάβης γίνεται ο υπολογισμός της μέγιστης εκροής πετρελαίου από τις δεξαμενές φορτίου για βλάβες σε τοιχώματα O_c (m^3) και για βλάβες σε πυθμένα O_s (m^3) και αυτές συγκρίνονται με την μέγιστη επιτρεπόμενη ποσότητα εκροής. Η μέγιστη ποσότητα εκροής για κάθε μια περίπτωση είναι η μέγιστη μεταξύ των ποσοτήτων $30,000 m^3$ ή $400 * \sqrt[3]{DWT} = 400 * \sqrt[3]{113,000} = 19,338.35 m^3$. Οπότε η μέγιστη είναι $30,000 m^3$.

Οι διαστάσεις των βλαβών αυτών των σεναρίων σχετίζονται με την γεωμετρία του πλοίου βάσει του κανονισμού 24 και έχουν προσδιοριστεί επακριβώς στην παράγραφο 2 του κεφαλαίου 4.

Επίσης ελέγχεται ο μέγιστος όγκος μιας ακραίας δεξαμενής πετρελαίου να μην ξεπερνά μια κάποια ποσότητα, κάτι το οποίο είναι περιττό αφού στο πλοίο σχεδίασης ‘SIR NIKOLAS’ δεν υπάρχουν ακραίες δεξαμενές πετρελαίου αλλά μόνο κεντρικές. Επομένως το κριτήριο ικανοποιείται αυτόματα.

Ελέγχεται ο μέγιστος ολικός όγκος από όλες τις δεξαμενές πετρελαίου να μην ξεπερνά την τιμή $50,000 m^3$, το οποίο επίσης ικανοποιείται αφού ο μέγιστος όγκος είναι $11323 m^3$ στην δεξαμενή COT.3(P/S).

Ένα ακόμα στοιχείο που εξετάζεται είναι το μέγιστο μήκος κάθε δεξαμενής να μην ξεπερνάει το όριο που ορίζεται από τον κανονισμό 26. Συγκεκριμένα, δεδομένου ότι υπάρχει μια μόνο κεντρική διαμήκης φρακτή στον χώρο φορτίου, χωρίς να υπάρχουν άλλες εντός των δεξαμενών φορτίου, άρα ισχύει ο τύπος της υποπαραγράφου 4.1 της παραγράφου 6 του κεφαλαίου 2 που είναι

$$(0.5 \frac{b_i}{B} + 0.1)L_f = 30.85 \text{ m}$$

Όπου, b_i το πλάτος της πλευρικής δεξαμενής έρματος ($b_i=2.5\text{m}$)

$$B=43.4 \text{ m} : \text{το πλάτος του πλοίου}$$

$$L_f=239.766 \text{ m} : \text{το μήκος εξάλων}$$

Το οποίο πληρείται δεδομένου ότι όλες οι δεξαμενές έχουν μήκος $l=30.1\text{m}$.

Στην συνέχεια παρατίθενται αναλυτικά τα αποτελέσματα για την συμμόρφωση του πλοίου με τους κανονισμούς 25 και 26 και πρέπει να διευκρινιστεί πως γίνεται η εκλογή των δυσμενέστερων σεναρίων από το πρόγραμμα NAPA.

Ως προς τα σενάρια βλάβης στα τοιχώματα, το χειρότερο είναι το σενάριο D7.14 καθότι σε αυτή την επιλογή συνηγορούν οι εξής δυο παράγοντες :

- Το γεγονός ότι ο συνολικός όγκος πετρελαίου των κεντρικών δεξαμενών φορτίου είναι ο μεγαλύτερος ο οποίος παρατηρείται αφού συμπεριλαμβάνονται τα διαμερίσματα, COT.6P, COT.6S, SLOP.PT, και SLOP.ST με συνολικό αρχικό ολικό όγκο $24465 m^3$.

- Η παρουσία ελάχιστης απόστασης μεταξύ των επιβλεπόμενων δεξαμενών και του τοιχώματος του πλοίου (b_i) η οποία για τις δεξαμενές SLOP περιορίζεται στα 2.434m από 2.5 που είναι για τις υπόλοιπες δεξαμενές.

Η συνεισφορά του πρώτου παράγοντα στην δυσμενοποίηση του τελικού αποτελέσματος είναι προφανής και δεν χρειάζεται διευκρινίσεις. Για τον δεύτερο παράγοντα δίνεται ο τύπος υπολογισμού της εκροής πετρελαίου για βλάβες σε τοιχώματα.

$$O_c = \sum W_i + \sum K_i * C_i$$

Όπου ο συντελεστής W_i είναι ουσιαστικά ο όγκος της πλευρικής δεξαμενής, που είναι έρματος, ο οποίος λόγω του κανονισμού θεωρείται μηδέν. Ο συντελεστής C_i ο όγκος της εκάστοτε κεντρικής δεξαμενής πετρελαίου και ο K_i ο συντελεστής συνεισφοράς της κεντρικής δεξαμενής ο οποίος ισούται με $K_i = 1 - b_i/t_c$. Όπου t_c η εγκάρσια διάσταση του ρήγματος. Από εδώ φαίνεται ότι με την ελαχιστοποίηση της απόστασης b_i μεγιστοποιείται το K_i και άρα και το O_c . Στα αποτελέσματα φαίνεται ότι ήδη ο αρχικός όγκος είναι μικρότερος της επιτρεπόμενης τιμής άρα πληρείται η απαίτηση για την εκροή από βλάβη σε τοιχώματα.

Ως προς τα σενάρια βλάβης πυθμένα, ως δυσμενέστερο κρίνεται το σενάριο D2.22 στο οποίο υπάρχει διάνοιξη ρήγματος στις δεξαμενές COT.1P, COT.1S, COT.2P και COT.2S. Παρότι ο συνολικός όγκος των διαμερισμάτων στην περίπτωση αυτή δεν είναι ο μέγιστος μεταξύ των υπολοίπων σεναρίων ωστόσο είναι και πάλι το χειρότερο λόγω της ελαχιστοποίησης της απόστασης μεταξύ των δεξαμενών COT.1P, COT.1S από τον πυθμένα του πλοίου που φτάνει σε απόσταση $h_i = 2.321m$ με αντίστοιχο τρόπο υπολογισμού όπως και στις πλευρικές βλάβες. Συγκεκριμένα και λόγω της βλάβης τεσσάρων κεντρικών δεξαμενών φορτίου ο τύπος που προβλέπεται από τον κανονισμό είναι ο εξής παρακάτω :

$$O_s = 0.25 * (\sum Z_i * W_i + \sum Z_i * C_i)$$

Όπου W_i και C_i είναι όπως εξηγήθηκαν πριν και ο συντελεστής συνεισφοράς $Z_i = 1 - h_i/v_s$, όπου h_i η απόσταση της εκάστοτε δεξαμενής από τον εξωτερικό πυθμένα του πλοίου ενώ v_s η κατακόρυφη έκταση της βλάβης. Στην περίπτωση λοιπόν υπολογισμού της εκροής στις δεξαμενές COT.1P και COT.1S έχουμε $O_s = 2 * 0.25 * (1 - 2.321/2.89) * 8681.3 = 854.61m^3$. Ενώ για παράδειγμα στη περίπτωση δυο μεγαλύτερων δεξαμενών με μεγαλύτερη όμως απόσταση από τον πυθμένα όπως είναι οι COT.3P και COT.3S έχουμε $O_s = 2 * 0.25 * (1 - 2.5/2.89) * 11323 = 764m^3$. Επομένως είναι σαφές για ποιο λόγο επιλέγεται το σενάριο D2.22.

Μετά τις ανωτέρω διευκρινίσεις δίνονται αναλυτικά τα αποτελέσματα της μελέτης που έγινε μέσα από το πρόγραμμα NAPA.

1. Hypothetical Oil Outflow

(Reg.25 of Annex 1 to MARPOL)

1) For Side Damages

Rooms Damaged

CARGO OIL TANK 6 PORTSIDE

CARGO OIL TANK 6 STARBOARDSIDE

SLOP PORTSIDE TANK

SLOP STARBOARDSIDE TANK

$O_c = \sum W_i + \sum K_i * C_i$

= 24465 < 30000 m**3 : Satisfied

Where $K_i = 1 - b_i/t_c$
 b_i = width of wing tank i , metres, measured inboard from ship's side at right angles to C.L. at scantling draught (specific for each tank i)
 $t_c = 8.68$ m
 = Transverse damage penetration (Reg. 24)

- 2) For Bottom Damages
 Rooms Damaged

 CARGO OIL TANK 1 STARBOARDSIDE
 CARGO OIL TANK 1 PORTSIDE
 CARGO OIL TANK 2 STARBOARDSIDE
 CARGO OIL TANK 2 PORTSIDE
 $O_s = 0.333 * (\text{SUM } Z_i * W_i + \text{SUM } Z_i * C_i)$
 = 1627 < 30000 m³ : Satisfied

Where $Z_i = 1 - h_i/v_s$
 h_i = Minimum depth of double bottom under consideration (specific for each tank i)
 $v_s = 2.89$ m
 = vertical damage penetration (Reg. 24)

1.1. Tank Arrangement & Limitation of Tank Size

(Reg. 26 of Annex 1 to MARPOL)

- 1) Maximum permissible oil outflow
 $400 * DWT^{**}(1/3) = 400 * 113000^{**}(1/3) = 19338$ or 30000 m³
 Whichever is greater
 40000 m³
 But subject to a maximum of
 The Max. Permissible oil outflow = 30000 m³
 $O_c = 24465$ m³ : Satisfied
 $O_s = 1627$ m³ : Satisfied
- 2) Maximum permissible volume of any one wing cargo oil tank
 $0.75 * \text{Limited Hypothetical outflow} = 22500$ m³
 $22500 > 0$ m³ : Satisfied
- 3) Maximum permissible volume of any one center cargo oil tank
 COT.3P CARGO OIL TANK 3 PORTSIDE = 11323 m³
 $11323 < 50000$ m³ : Satisfied
- 4) Maximum Length of each cargo tank
 For tank COT.6P - CARGO OIL TANK 6 PORTSIDE
 Where no longitudinal bulkhead is provided inside the cargo tanks
 $(0.5 * (b_i/B) + 0.1) * L_f = 30.85$ m or 10.00 m
 Whichever is greater
 The Greater = 30.85 > 30.10 m : Satisfied

5.5 Παρουσίαση αποτελεσμάτων της συμμόρφωσης του πλοίου σχετικά με την άθικτη ευστάθεια στη χειρότερη δυνατή κατάσταση φόρτωσης (regulation 27)

Στην παράγραφο αυτή εξετάζεται η διατήρηση της άθικτης ευστάθειας στην χειρότερη δυνατή φόρτωση των δεξαμενών φορτίου και των δεξαμενών έρματος βάσει της αναπτυσσόμενης κάθετης ροπής όγκου και της ροπής αδράνειας των ελευθέρων επιφανειών σε μηδενική εγκάρσια κλίση.

Στο πλαίσιο αυτό οι δεξαμενές φορτίου φορτώνονται στο μέγιστο δυνατό ποσοστό, οι δεξαμενές έρματος έχουν 1% πλήρωση για μεγιστοποίηση της επίδρασης των ελευθέρων

επιφανειών από τη μια αλλά και αποφυγή βελτίωσης της ευστάθειας μέσω μείωσης κέντρου βάρους από την άλλη.

Σύμφωνα με τα ανωτέρω συντέθηκε η φόρτωση αυτή από το πρόγραμμα NAPA για το πλοίο "SIR NIKOLAS" και τα αναλυτικά αποτελέσματα παρατίθενται παρακάτω.

1. Liquid Transfer Condition

The liquid transfer condition corresponds to the worst possible condition of cargo and ballast loading. This is specified according to IACS Unified Interpretation 11A to MARPOL 73/78 Regulation 25A as:

"The vessel should be loaded with all cargo tanks filled to a level corresponding to the maximum combined total of vertical moment of volume plus free surface inertia moment at 0 degrees heel, for each individual cargo tank. Cargo density should correspond to the available cargo deadweight at the displacement at which transverse KM reaches a minimum value, assuming full departure consumables and 1% of the total water ballast capacity. The maximum free surface moment should be assumed in all ballast tanks."

The basis of the loading case is:

- 1) Cargo tanks are loaded to the level corresponding to the maximum combined total of vertical moment of volume and free surface moment of each tank.
- 2) Specific gravity of cargo = 0.857 m³/t
- 3) Ballast tanks are loaded to 1% of capacity
- 4) Maximum free surface moment for a 30% heeling angle is assumed in all ballast tanks.

Παρατίθεται ο πίνακας με την αναλυτική φόρτωση των διαμερισμάτων.

NAME	MASS t	FILL %	XM m	YM m	ZM m	FRSM tm
<i>CONTENTS=Ballast Water (RHO=1.025)</i>						
APT	10.5	1.0	9.03	0.00	9.32	66
FPT	27.4	1.0	230.87	0.00	0.30	797
WB.6P	43.8	1.0	62.07	8.03	0.04	13287
WB.6S	43.8	1.0	62.07	-8.03	0.04	13287
WB.5P	32.1	1.0	92.53	9.93	0.03	20253
WB.5S	32.1	1.0	92.53	-9.93	0.03	20253
WB.4P	32.2	1.0	122.55	10.00	0.03	20622
WB.4S	32.2	1.0	122.55	-10.00	0.03	20622
WB.3P	32.2	1.0	152.65	10.00	0.03	20622
WB.3S	32.2	1.0	152.65	-10.00	0.03	20622
WB.2P	31.9	1.0	182.35	9.63	0.03	18603
WB.2S	31.9	1.0	182.35	-9.63	0.03	18603
WB.1P	37.5	1.0	210.21	6.34	0.05	6408
WB.1S	37.5	1.0	210.21	-6.34	0.05	6408
SUBTOTAL	457.1		137.59	0.00	0.26	200452
<i>CONTENTS=Cargo (RHO=0.857)</i>						
COT.6P	8871.8	98.0	62.77	9.14	12.68	9363
COT.6S	8871.8	98.0	62.77	-9.14	12.68	9363
COT.5P	9319.2	98.0	92.45	9.48	12.34	10079
COT.5S	9319.2	98.0	92.45	-9.48	12.34	10079
COT.4P	9319.2	98.0	122.55	9.48	12.34	10079
COT.4S	9319.2	98.0	122.55	-9.48	12.34	10079
COT.3P	9319.2	98.0	152.65	9.48	12.34	10079
COT.3S	9319.2	98.0	152.65	-9.48	12.34	10079

<i>COT.2P</i>	9309.7	98.0	182.74	9.48	12.34	10064
<i>COT.2S</i>	9309.7	98.0	182.74	-9.48	12.34	10064
<i>COT.1P</i>	7145.3	98.0	210.97	7.60	12.43	5754
<i>COT.1S</i>	7145.3	98.0	210.97	-7.60	12.43	5754
<i>SLOP.PT</i>	1277.1	98.0	44.59	9.04	14.17	1326
<i>SLOP.ST</i>	1115.6	98.0	44.66	-7.94	13.48	902
<i>RES</i>	161.5	98.0	44.16	-16.49	18.99	50
<i>SUBTOTAL</i>	109122.7		132.85	0.00	12.45	113118
<i>CONTENTS= (RHO=1)</i>						
<i>PROVISIONS.FLD</i>	8.3	0.0	28.00	0.00	22.65	0
<i>CONTENTS=Diesel Oil (RHO=0.9)</i>						
<i>MDO.STO.ST</i>	139.9	98.0	27.40	-4.20	1.48	292
<i>MDO.SERV</i>	38.4	98.0	22.40	13.47	19.07	3
<i>LS.MDO.STO.PT</i>	69.6	49.0	27.88	3.91	0.87	221
<i>LS.MDO.STO.ST</i>	239.7	98.0	22.80	-14.09	17.35	36
<i>LS.MDO.SERV.PT</i>	21.3	98.0	22.62	15.31	19.02	1
<i>SUBTOTAL</i>	509.0		24.72	-5.60	10.93	553
<i>CONTENTS=Fresh Water (RHO=1)</i>						
<i>DWT</i>	133.4	100.0	8.85	-10.37	19.36	0
<i>FWT</i>	239.3	100.0	7.44	10.06	19.39	0
<i>SUBTOTAL</i>	372.7		7.95	2.75	19.38	0
<i>CONTENTS=Heavy Fuel Oil (RHO=0.99)</i>						
<i>OUTER.HFO.ST</i>	557.5	98.0	29.57	-17.87	16.27	119
<i>HFO.SET.PT</i>	84.4	98.0	37.00	13.71	16.71	7
<i>HFO.SERV.PT</i>	84.7	98.0	34.20	13.72	16.69	7
<i>HFO.PT</i>	364.2	98.0	39.69	11.43	15.62	249
<i>HFO.ST</i>	364.2	98.0	39.69	-11.43	15.62	249
<i>LS.HFO.SERV.PT</i>	97.7	98.0	28.00	13.72	16.65	8
<i>LS.HFO.SET.PT</i>	97.3	98.0	31.20	13.72	16.67	8
<i>LS.HFO.ST</i>	617.2	98.0	32.77	-14.89	17.06	193
<i>INNER.HFO.PT</i>	422.4	98.0	30.74	15.74	16.67	82
<i>OUTER.HFO.PT</i>	478.9	98.0	29.96	18.18	16.51	97
<i>FO.OVER.T</i>	14.7	35.0	33.23	5.27	0.59	65
<i>SUBTOTAL</i>	3183.2		33.06	0.40	16.34	1082
<i>CONTENTS=Lubricating Oil (RHO=0.9)</i>						
<i>CLO.STOT.LSHFO</i>	13.4	98.0	17.20	13.85	18.18	1
<i>TLO.STOT</i>	1.5	98.0	16.40	10.00	16.82	0
<i>CLO.STOT</i>	32.0	98.0	17.24	11.21	18.25	10
<i>GE.LO.STOT</i>	4.5	98.0	16.40	8.46	18.18	0
<i>MAIN.LO.SETT</i>	22.3	98.0	17.36	7.54	18.18	4
<i>MAIN.LO.STOT</i>	26.7	98.0	19.60	7.69	18.18	5
<i>MAIN.LO.SUMPT</i>	25.7	98.0	23.60	0.00	1.27	6
<i>SUBTOTAL</i>	126.2		19.01	7.70	14.73	26
<i>CONTENTS=Miscellaneous (RHO=1)</i>						
<i>BHT</i>	5.2	10.0	13.81	0.00	0.28	13
<i>OBT</i>	2.6	10.0	16.83	0.00	0.26	15
<i>SLUDGE.T</i>	1.7	10.0	30.40	9.23	9.45	3
<i>CWT</i>	41.1	100.0	9.09	0.00	4.72	0
<i>SUBTOTAL</i>	50.6		10.67	0.30	4.19	30
<i>CONTENTS= (RHO=1)</i>						
<i>WATER.&OIL</i>	18.8	0.0	19.75	0.00	11.99	0
<i>STORES.&SPARES</i>	60.2	0.0	85.69	0.00	17.89	0
<i>CREW.&EFFECTS</i>	4.3	0.0	31.20	0.00	30.64	0
<i>SUBTOTAL</i>	83.3		68.00	0.00	17.22	0
<i>TOTAL</i>	113913.0		128.96	0.00	12.53	315261

Πίνακας 5.5-1 : Αναλυτική κατανομή φορτίων χειρότερης δυνατής αρχικής κατάστασης

Δίνονται τα αναλυτικά στοιχεία στην κατάσταση πλεύσης που προκύπτει από την φόρτωση αυτή.

<i>FLOATING POSITION</i>					
<i>Draught moulded</i>	14.747	m	KM	17.99	m
<i>Trim</i>	-0.351	m	KG	12.39	m
<i>Heel.</i>	0.0	deg			
<i>TA</i>	14.922	m	GM0	5.60	m
<i>TF</i>	14.571	m	GMCORR	-2.37	m
<i>Trimming moment</i>	-58314	tonm	GM	3.23	m

Πίνακας 5.5-2 : Στοιχεία πλεύσης χειρότερης δυνατής αρχικής κατάστασης

Και τέλος δίνονται οι τιμές που προκύπτουν από την καμπύλη ευστάθειας σε σύγκριση με τα κριτήρια άθικτης ευστάθειας.

<i>RCR</i>	<i>TEXT</i>	<i>REQ</i>	<i>ATTV</i>	<i>UNIT</i>	<i>STAT</i>
<i>AREA30</i>	Area under GZ curve up to 30 deg.	0.055	0.725	mrاد	OK
<i>AREA40</i>	Area under GZ curve up to 40 deg.	0.090	1.203	mrاد	OK
<i>AREA3040</i>	Area under GZ curve btw. 30-40 deg.	0.030	0.478	mrاد	OK
<i>GZ0.2</i>	Max GZ > 0.2	0.200	2.786	m	OK
<i>MAXGZ25</i>	Max. GZ at an angle > 25 deg.	25.000	38.312	deg	OK
<i>GM0.15</i>	GM > 0.15 m	0.150	3.230	m	OK

Πίνακας 5.5-3 : Κριτήρια ευστάθειας χειρότερης δυνατής αρχικής κατάστασης

Όπως είναι προφανές ο κανονισμός τηρείται πλήρως βάσει των αποτελεσμάτων, ενώ ακόμα φαίνεται ότι όντως η κατάσταση αυτή αποτελεί τη σαφώς χειρότερη κατάσταση φόρτωσης έναντι της FLD καθώς διαθέτει μετακεντρικό ύψος μόλις 3.23m που είναι 0.6m μικρότερο αυτού της FLD.

5.6 Συμπεράσματα επι των αποτελεσμάτων εκροής πετρελαίου

Μια εύλογη παρατήρηση που μπορεί να κάνει κανείς αν κοιτάξει προσεκτικά τα αποτελέσματα της εκροής πετρελαίου από τις δεξαμενές φορτίου στην περίπτωση ατυχήματος λόγω βλάβης στα τοιχώματα είναι ο συσχετισμός και η κατανομή των πιθανοτήτων P_s που γίνεται κατά μήκος των δεξαμενών.

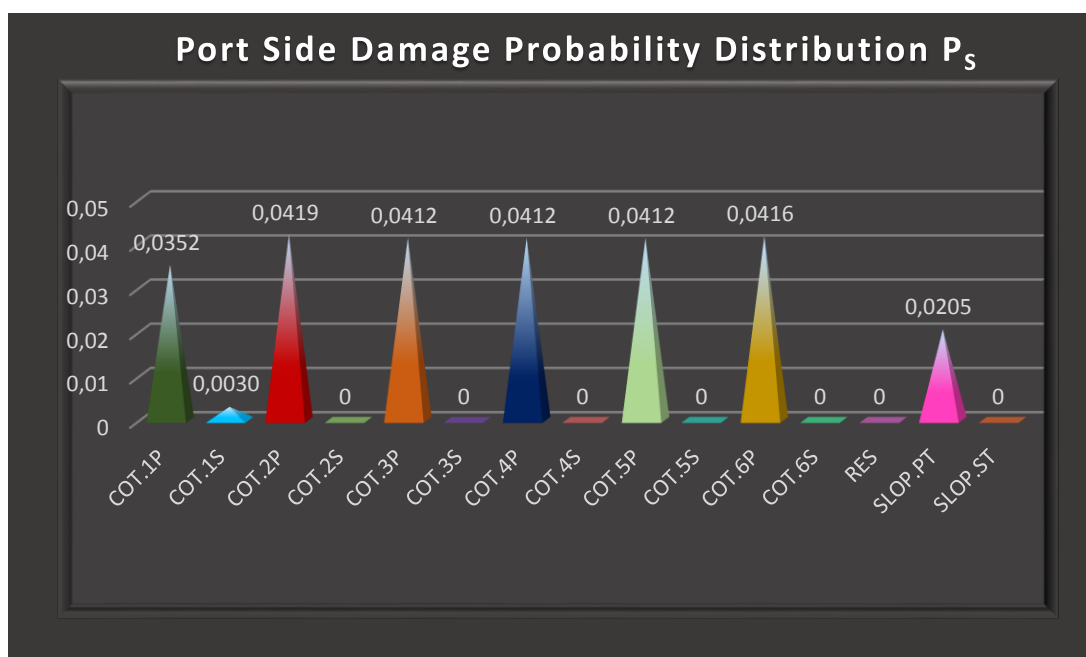
Αυτή η κατανομή πιθανοτήτων διαμορφώνεται κατά τον τρόπο αυτό λόγω της εξάρτησης της από κάποια γεωμετρικά χαρακτηριστικά των διαμερισμάτων η βαρύτητα των οποίων καθορίζεται από όσα προβλέπονται από τον κανονισμό 23. Συγκεκριμένα υπάρχει γραμμική εξάρτηση της πιθανότητας από το μήκος της δεξαμενής που σημαίνει ότι όσο μεγαλύτερο μήκος έχει μια δεξαμενή τόσο μεγαλύτερη είναι και η πιθανότητα η βλάβη να επεκταθεί εντός της διαμήκους ζώνης του διαμερίσματος P_{SL} κάτι το οποίο γίνεται αισθητό μόνο στην περίπτωση των δεξαμενών SLOP και RES που έχουν μικρό μήκος αφού οι υπόλοιπες δεξαμενές έχουν το ίδιο μήκος 30.1m.

Ένας ακόμα συντελεστής διαμόρφωσης αποτελεί η κατακόρυφη απόσταση του κατωτέρου σημείου του διαμερίσματος από το εξωτερικό περίβλημα του πυθμένα η οποία όσο μικρότερη

είναι τόσο μειώνεται η πιθανότητα P_{SI} η βλάβη να είναι εξ ολοκλήρου κάτω από την δεξαμενή, άρα κατά συνέπεια αυξάνεται η πιθανότητα P_S . Το φαινόμενο αυτό παρατηρείται στις δεξαμενές COT.1(P+S) των οποίων η απόσταση σε κάποιο σημείο είναι μόλις 2.321m ,αντί των 2.5m που είναι για τις υπόλοιπες δεξαμενές ,επιβαρύνοντας έτσι την πιθανότητα οι δεξαμενές αυτές να υποστούν πλευρική βλάβη.

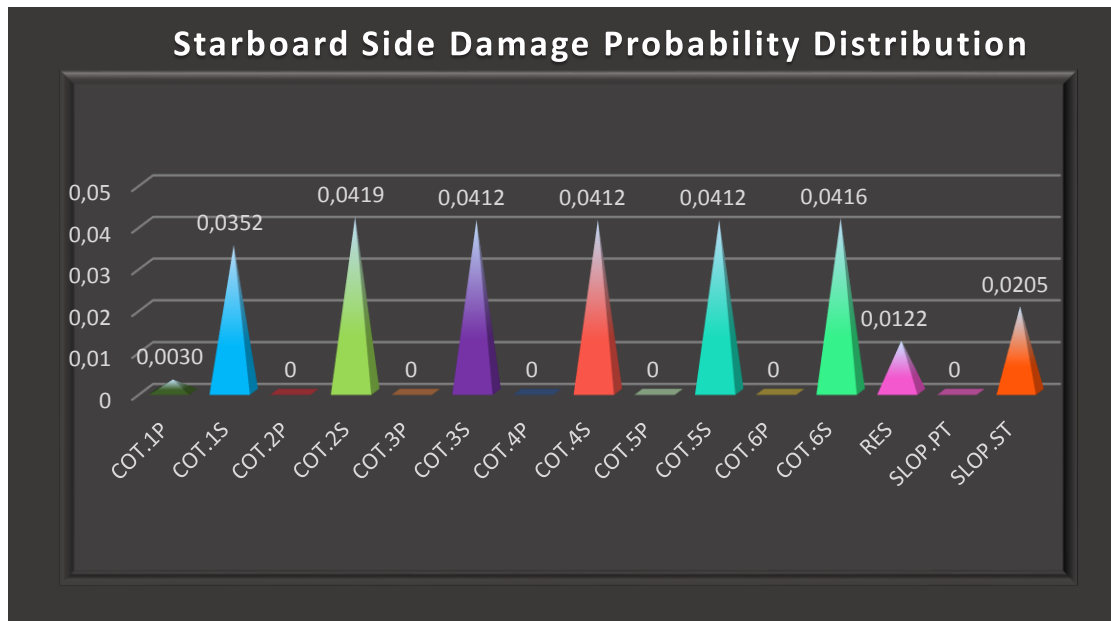
Τέλος , ανάλογη συνεισφορά έχει και η μικρότερη εγκάρσια απόσταση των δεξαμενών από το εξωτερικό περίβλημα η οποία όσο μικρότερη είναι για μια δεξαμενή τόσο πιο πιθανό είναι να υποστεί βλάβη αυτή όπως συμβαίνει με τις δεξαμενές COT.6(P+S), COT.2(P+S), RES και SLOP(P+S) που απέχουν λιγότερη απόσταση από τη τυπική των 2.5m σε κάποια σημεία όπως φαινόταν και στον πίνακα των αποτελεσμάτων.

Στο παρακάτω διάγραμμα έχουμε τη διαμορφωμένη κατανομή πιθανότητας P_S κάθε μιας από τις δεξαμενές φορτίου να υποστούν πλευρική βλάβη από την πλευρά Port.



Διάγραμμα 5.6-1 : Κατανομή πιθανοτήτων πλευρικής (PORT) βλάβης στις δεξαμενές φορτίου

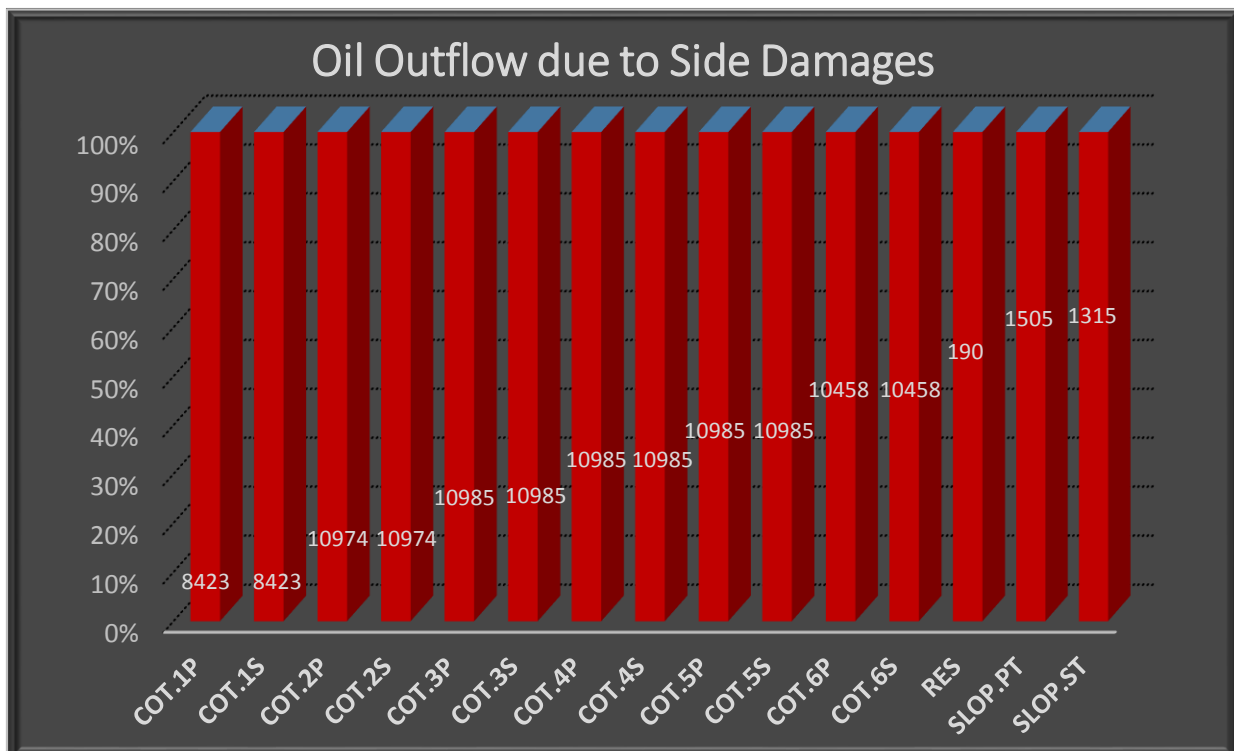
Σε ένα ανάλογο με το προηγούμενο διάγραμμα, εδώ έχουμε τη διαμορφωμένη κατανομή πιθανότητας P_S κάθε μιας από τις δεξαμενές φορτίου να υποστούν πλευρική βλάβη από την πλευρά Starboard.



Διάγραμμα 5.6-2 : Κατανομή πιθανοτήτων πλευρικής (STARBOARD) βλάβης στις δεξαμενές φορτίου

Στις περιπτώσεις των πλευρικών βλαβών όπως είναι άλλωστε αναμενόμενο ,παρατηρείται ολοκληρωτική εκροή πετρελαίου από τις δεξαμενές φορτίου χωρίς να μένει εγκλωβισμένη κάποια ποσότητα του αρχικού όγκου σε αυτές. Η αιτία αυτού του φαινομένου είναι αποτελεί ασφαλώς το γεγονός ότι το πετρέλαιο δεν συναντά κανενός είδους ανάσχεση προς την έξοδο του αφού αφενός το νερό δεν το εμποδίζει και αφετέρου η εγκάρσια κλίση που ενδεχομένως αναπτύξει το πλοίο κατά τη βλάβη μπορεί να υποβοηθήσει την εκροή του.

Αυτό το αποτέλεσμα αποτυπώνεται και στο παρακάτω διάγραμμα στο οποίο φαίνεται η ποσότητα εκροής πετρελαίου λόγω ατυχήματος πλευρικής βλάβης για όλες τις δεξαμενές πετρελαίου με κόκκινο χρώμα.

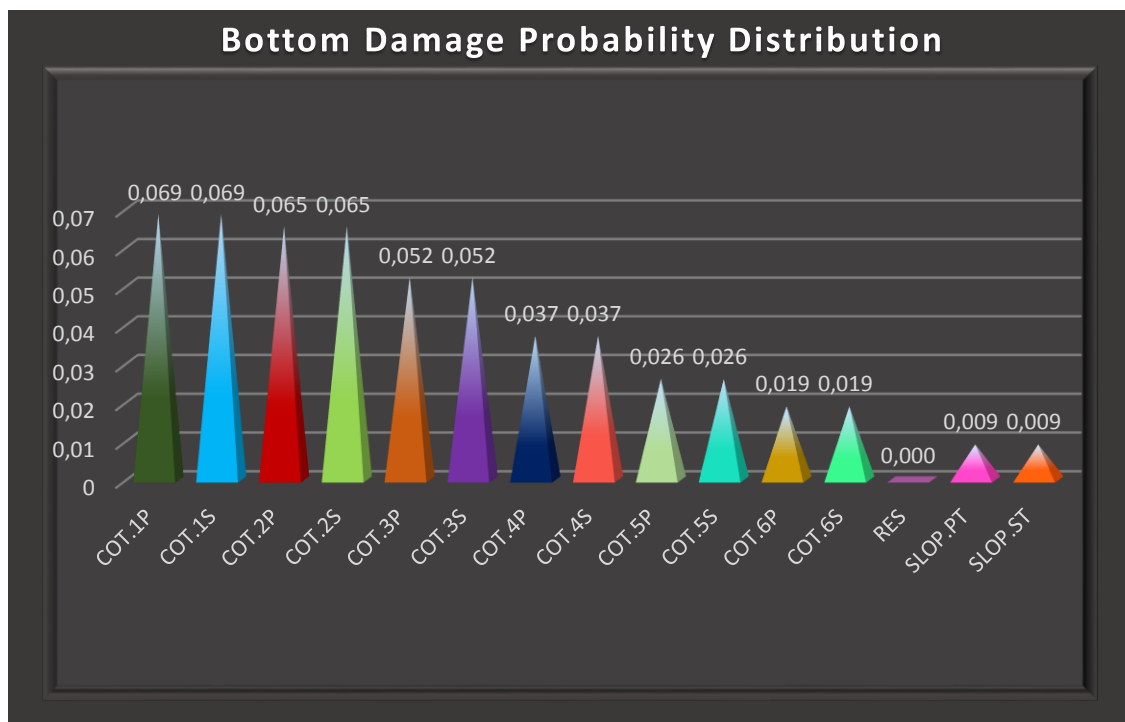


Διάγραμμα 5.6-3 : Εκροή πετρελαίου λόγω πλευρικής (PORT) βλάβης στις δεξαμενές φορτίου

Όσον αφορά την κατανομή πιθανότητας βλάβης πυθμένα για τις δεξαμενές φορτίου, εδώ έχουμε μια κατανομή η οποία επηρεάζεται κατά βάση από την διαμήκη θέση των ορίων της εκάστοτε δεξαμενής. Συγκεκριμένα, όσο περισσότερο πρόωραθεν τοποθετείται μια δεξαμενή τόσο μεγαλύτερη είναι η πιθανότητα P_B να προκύψει εκεί κάποια βλάβη πυθμένα.

Η διαπίστωση αυτή μπορεί να εξηγηθεί προφανώς από την κατανομή των πιθανοτήτων P_{Ba} και P_{Bf} που εξετάζουν κατά πόσο η βλάβη είναι πιθανό να βρίσκεται πρύμνηθεν ή πρόωραθεν του διαμερίσματος και προβλέπονται στον κανονισμό 23. Αλλά η κατανομή αυτή των πιθανοτήτων αποδίδεται στην έμπρυμη διαγωγή του πλοίου που καθιστά τις μπροστινότερες δεξαμενές πιο επισφαλείς και επίφοβες για βλάβη από αυτές που βρίσκονται πρύμνηθεν.

Στο παρακάτω διάγραμμα γίνεται η αναλυτική καταμέτρηση των πιθανοτήτων βλάβης πυθμένα για τις δεξαμενές φορτίου.



Διάγραμμα 5.6-4: Κατανομή πιθανοτήτων βλάβης πυθμένα στις δεξαμενές φορτίου

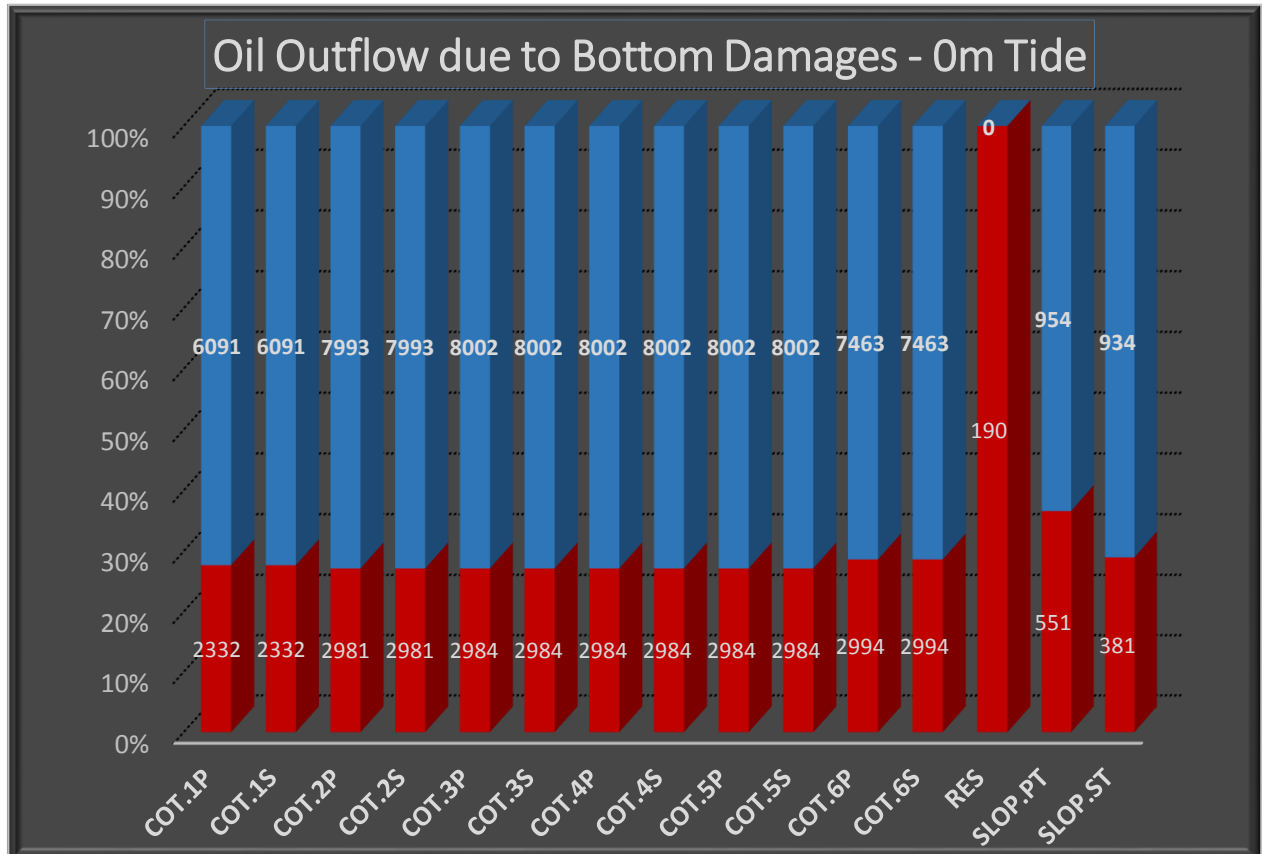
Η εκροή πετρελαίου από τις δεξαμενές φορτίου που οφείλεται σε βλάβες πυθμένα όπως μπορεί να διαπιστωθεί και από τα αποτελέσματα είναι σαφώς μειωμένη σε ποσοστό σε σχέση με την εκροή που οφειλόταν σε πλευρικές βλάβες. Η θεμελιώδης παράμετρος που καθορίζει αυτή τη διαφοροποίηση δεν είναι άλλη από την άσκηση πίεσης που δέχεται το φορτίο από το θαλασσινό νερό.

Το θαλασσινό νερό έχει γνωστόν ειδική πυκνότητα $\rho=1.025\text{t/m}^3$ ενώ αντίθετα το φορτίο που βρίσκεται εντός των δεξαμενών έχει πυκνότητα $\rho=0.878\text{t/m}^3$ που είναι σαφώς μικρότερη. Το γεγονός αυτό εμποδίζει την μεγαλύτερη ποσότητα του πετρελαίου από το να διαφύγει δεδομένου μάλιστα ότι πρέπει να υπερνικήσει όλο αυτόν τον όγκο νερού που βρίσκεται κάτωθεν του. Αποτέλεσμα αυτού είναι να εκρέει μόνο μια μικρή σχετικά ποσότητα πετρελαίου.

Η διαγωγή του πλοίου που ενδεχομένως σε μια ρεαλιστική κατάσταση να επηρεάσει την εκροή πετρελαίου, σε αυτή τη διαδικασία δεν λαμβάνεται υπόψη καθώς σύμφωνα με τους κανονισμούς το πλοίο θεωρείται προσαραγμένο με μηδενική διαγωγή. Ένα σημαντικό στοιχείο

αποτελεί επίσης η διακριτοποίηση των περιπτώσεων για βλάβες πυθμένα σε συνάρτηση με την αλλαγή παλίρροιας η οποία θεωρείται. Το φαινόμενο αυτό όπως θα δικαιολογηθεί και αργότερα συμβάλει καθοριστικά στο ποσοστό φορτίου πετρελαίου το οποίο τελικά εκρέει.

Στο παρακάτω διάγραμμα γίνεται μια αναλυτική παρουσίαση των ποσοτήτων εκροής πετρελαίου από τις δεξαμενές φορτίου για βλάβες πυθμένα για μηδενική αλλαγή παλίρροιας.



Διάγραμμα 5.6-5 : Εκροή πετρελαίου λόγω βλάβης πυθμένα στις δεξαμενές φορτίου σε μηδενική παλίρροια

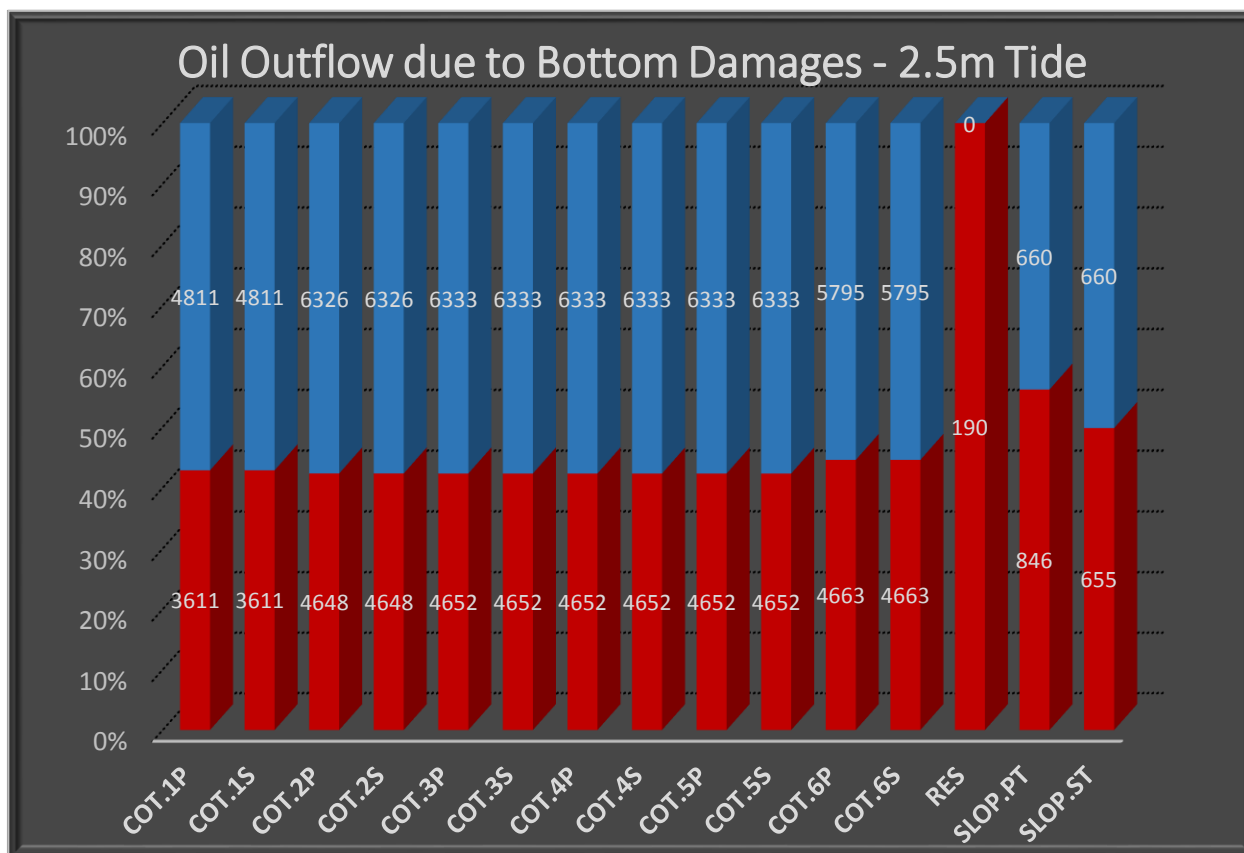
Όπως παρατηρείται η ποσότητα εκροής δεν είναι ιδιαίτερος υψηλή αφού στις περισσότερες περιπτώσεις δεν ξεπερνά το 28%. Μοναδική αισθητή εξαίρεση αποτελεί η δεξαμενή καταλοίπων RES η οποία λόγω του ιδιαίτερα μικρού όγκου της και της τοποθεσίας της σε μεγάλο ύψος θεωρείται ότι αδειάζει πλήρως. Βεβαίως αυτό δεν παίζει εν τέλει κανένα ρόλο στον υπολογισμό της μέσης εκροής πετρελαίου καθώς όπως φαινόταν και στον πίνακα αποτελεσμάτων η πιθανότητα να υποστεί βλάβη η δεξαμενή αυτή λόγω ρήγματος στον πυθμένα του πλοίου είναι μηδενική, άρα μηδενική είναι και η συνεισφορά της στην μέση εκροή ΟΜΒ.

Στην τελευταία περίπτωση συναντούμε την κατάσταση εκροής πετρελαίου λόγω βλάβης πυθμένα σε κατάσταση όμως 2.5 μέτρων παλίρροιας. Υπό αυτές τις συνθήκες παρατηρείται μια αύξηση στην ποσότητα πετρελαίου η οποία εκρέει από τις δεξαμενές φορτίου κάτι που είναι αναμενόμενο.

Η αιτία είναι ότι η διακύμανση της ελεύθερης επιφάνειας του νερού προσφέρει περιοδικά τον απαιτούμενο χώρο και τη δυνατότητα περαιτέρω εκροής σε σχέση με τη μηδενική παλίρροια μέχρι την κατάσταση τελικής ισορροπίας καθώς υπάρχει αντίστοιχη αυξομείωση στην ασκούμενη από το θαλασσινό νερό πίεση προς το εξερχόμενο πετρέλαιο αφήνοντας έτσι σε

αυτό το περιθώριο εκφυγής. Υπενθυμίζεται, ότι η συνεισφορά αυτής της κατάστασης στην εξαγωγή της μέσης εκροής πετρελαίου είναι 30% σε αντίθεση με αυτή μηδενικής παλίρροιας που είναι 70%.

Στο παρακάτω διάγραμμα δίνεται η εικόνα αυτής της κατάστασης με αριθμούς.



Διάγραμμα 5.6-6 : Εκροή πετρελαίου λόγω βλάβης πυθμένα στις δεξαμενές φορτίου σε 2.5 μέτρα παλίρροια

Κεφάλαιο Έκτο

Ανακεφαλαίωση συμπερασμάτων και δυνατότητες έρευνας

*«Σφουρίζουν τὰ καράβια τώρα πὸν βραδιάζει στὸν Πειραιᾶ
σφουρίζουν ὅλο ἓνα σφουρίζουν μὰ δὲν κουνιέται κανένας ἀργάτης
καμιὰ ἀλυσίδα δὲν ἔλαμψε βρεμένη στὸ στεριὸ φῶς πὸν βασιλεύει
ὁ καπετάνιος μένει μαρμαρωμένος μὲς στ' ἄσπρα καὶ στὰ χρυσά.*

*Ἵπου καὶ τὰ ταξιδέψω ἢ Ἑλλάδα μὲ πληγώνει
παραπετάσματα βουιῶν ἀρχιπέλαγα γυμνοὶ γρανίτες...
τὸ καράβι πὸν ταξιδεύει τὸ λένε ΑΓΩΝΙΑ 937. »*

Γιώργος Σεφέρης
Απόσπασμα από το έργο
(Α/Π Αὐλῆς, περιμένοντας νὰ ξεκινήσει, Καλοκαίρι 1936)

6

Ανακεφαλαίωση συμπερασμάτων και δυνατότητες έρευνας6.1 Τελικά συμπεράσματα επι των αποτελεσμάτων

Με βάση τα αποτελέσματα της μελέτης ευστάθειας κατόπιν βλάβης και της εκροής πετρελαίου για το σχεδιασθέν πλοίο "SIR NIKOLAS" μπορούμε συνοπτικά και ανακεφαλαιώνοντας να παραθέσουμε τα εξής παρακάτω συμπεράσματα.

1. Οι χειρότερες αρχικές καταστάσεις για την τελική ευστάθεια του πλοίου κατόπιν βλάβης είναι αυτές της πλήρους φόρτωσης από άποψη χαμηλού πλεονάσματος μετακεντρικού ύψους (GM excess) και προσέγγισης των ανοιγμάτων σε θέση κατάκλυσης. Οι βασικοί παράγοντες που αβίαστα οδηγούν σε αυτή την αποτίμηση είναι το υψηλό κέντρο βάρους, η μεγάλη επίδραση των ελευθέρων επιφανειών που επιβαρύνουν την αρχική ευστάθεια και η πλεύση στο μέγιστο βύθισμα που αφήνει μικρό περιθώριο εφεδρικής άντωσης.
2. Τα πλέον δυσμενή σενάρια βλάβης οφείλονται για τις περισσότερες αρχικές φορτώσεις σε προσάραξη και αυτό αποδίδεται τόσο στο μεγάλο όγκο των δεξαμενών που κατακλύζονται όσο και στα ισχυρά φαινόμενα επίδρασης ελευθέρων επιφανειών.
3. Στις περισσότερες περιπτώσεις η τελική κατάσταση ισορροπίας είναι δυσμενέστερη έναντι των ενδιάμεσων σταδίων αφενός λόγω του μεγαλύτερου όγκου κατάκλυσης και αφετέρου της σχετικά ίδιας επίδρασης των ελευθέρων επιφανειών σε όλα τα στάδια λόγω της κυρίως γεωμετρικής της εξάρτησης.
4. Παρατηρείται ότι υπάρχει ένα μη αμελητέο ποσοστό περιπτώσεων στις οποίες τα ενδιάμεσα στάδια αποδεικνύονται κρισιμότερα του τελικού κάτι που αποδίδεται τόσο στην αρχικά ανομοιόμορφη κατανομή του εισερχόμενου νερού στα διαμερίσματα του πλοίου που οδηγεί σε απότομη κλίση όσο και στην μεγαλύτερη επίδραση των ελευθέρων επιφανειών. Είναι επίσης σαφές, ότι όσο περισσότερο προσέγγιζε το βύθισμα του πλοίου το βύθισμα σχεδίασης τόσο πιο πιθανό ήταν κάποιο ενδιάμεσο στάδιο και ιδιαίτερα το 1^ο μεταξύ των τριών να 'ναι κρισιμότερο και ότι οι βλάβες πυθμένα λαμβάνουν τη μερίδα του λέοντος σε αυτή τη περίπτωση με της βλάβες προσάραξης και τις πλευρικές βλάβες να ακολουθούν.
5. Υπάρχει βάσει του υπολογισμού των κανονισμών ,σαφής γραμμική αναλογική εξάρτηση του μήκους των δεξαμενών και της ελάχιστης απόστασης τους από το τοίχωμα και από τον πυθμένα με την πιθανότητα να υποστούν ρήγμα σε ένα σενάριο βλάβης.
6. Στις περιπτώσεις των πλευρικών βλαβών υπάρχει ολοκληρωτική εκροή του πετρελαίου των δεξαμενών Cargo, σε αντίθεση με των βλαβών πυθμένα που υπάρχει κατακράτηση και εγκλωβισμός ποσότητας πετρελαίου εντός των δεξαμενών λόγω της ανωστικής πίεσης που ασκεί το νερό κάτωθεν το πλοίου και η οποία είναι εντονότερη εάν δεν υπάρχει κατάσταση παλίρροιας.
7. Σε κατάσταση 2.5 μέτρων παλίρροιας η εκροή πετρελαίου από τις δεξαμενές είναι εντονότερη λόγω της διακύμανσης της ελεύθερης επιφάνειας του νερού που προσφέρει περιοδικά επιπλέον χώρο και άρα μείωση της ασκούμενης πίεσης προς το εξερχόμενο πετρέλαιο.

8. Η κατανομή πιθανότητας βλάβης πυθμένα για τις δεξαμενές φορτίου επηρεάζεται από τη διαμήκη θέση των ορίων μιας δεξαμενής με μεγαλύτερη πιθανότητα να έχουν οι πρόωραθεν δεξαμενές καθώς είναι πιο επισφαλείς για βλάβη από τις πρόμνηθεν λόγω της έμπρυμνης διαγωγής.

6.2 Προτάσεις για περαιτέρω έρευνα

Στο σημείο αυτό απαριθμούνται μερικές προτάσεις από τον γράφοντα προς άτομα που στο μέλλον επιθυμήσουν να έχουν μια πιο διεισδυτική ματιά και μια πιο ολοκληρωμένη και πολύπλευρη άποψη πάνω στα θέματα που αναλύθηκαν στην παραπάνω εργασία.

1. Μια καλή σκέψη θα ήταν να μελετηθούν περισσότερες αρχικές καταστάσεις φόρτωσης ως προς τα σενάρια βλάβης, οι οποίες βεβαίως θα είναι αποδεκτές σε θέματα αντοχής και αρχικής ευστάθειας και που είναι ρεαλιστικές, ήτοι είναι πιθανόν να πραγματοποιηθούν κατά τη διάρκεια ζωής ενός τυπικού δεξαμενοπλοίου μεγέθους Aframax.
2. Θα ήταν κάτι πολύ εποικοδομητικό για την παραγωγή πιο πλούσιων και ουσιαστικών αποτελεσμάτων να διευρυνθεί ο αριθμός των σεναρίων βλάβης τα οποία εξετάζονται κατόπιν βλάβης, θέτοντας διαφορετικούς συνδυασμούς κατακλυζόμενων διαμερισμάτων.
3. Ενδιαφέρον θα ήταν ενδεχομένως να αυξηθούν τα ενδιάμεσα στάδια κατάκλυσης και να διερευνηθεί ποια είναι η νέα κατανομή κρισιμότερων καταστάσεων που προκύπτει μεταξύ αυτών βάσει του πλεονάσματος μετακεντρικού ύψους.
4. Επίσης, χρήσιμα συμπεράσματα θα μπορούσαν να εξαχθούν εάν γινόταν εφαρμογή της ίδιας μελέτης σε δεξαμενόπλοια μεγαλύτερου ή μικρότερου μεγέθους και η σύγκριση των αποτελεσμάτων τους με την παρούσα εργασία για να ερευνηθεί κατά πόσο το μέγεθος και η ενδεχομένως σχετικά διαφορετική διάταξη δύναται ή όχι και με ποιο τρόπο να επηρεάσει το περιεχόμενο των υπολογισμών.
5. Η χρησιμοποίηση ακόμα, φορτίων πετρελαίου διαφορετικής πυκνότητας αυτής που θεωρήθηκε στην εργασία αυτή για την πλήρωση των δεξαμενών φορτίου (και ιδιαίτερα μεγαλύτερης πυκνότητας), θα μπορούσε να αποφέρει ενδιαφέροντα αποτελέσματα στο κατά πόσο διατηρείται σε όλα τα σενάρια βλάβης η ευσταθής κατάσταση και σε ποιο βαθμό επιβαρύνεται η εκροή πετρελαίου στις βλάβες πυθμένα.
6. Μια ακόμα προσφερόμενη και ελαφρά περίπλοκη επιλογή είναι διερευνηθεί η περίπτωση σεναρίων βλάβης με την συσσώρευση πάγου στο εξωτερικό περίβλημα του πλοίου, εφόσον αυτό θεωρηθεί και σχεδιασθεί ως τύπου ice class, για την εξαγωγή πολύτιμων συμπερασμάτων.
7. Ιδιαίτερα βαρύνουσα σημασία σε μελέτες ευστάθειας κατόπιν βλάβης για έναν ναυπηγό μηχανολόγο έχουν εκτός από την διακύμανση του μετακεντρικού ύψους και τα μεγέθη που αφορούν την καταπόνηση της κατασκευής του πλοίου όπως είναι η κατανομή κατά μήκους του πλοίου και η μέτρηση των διατμητικών δυνάμεων και των καμπτικών ροπών και ο συσχετισμός τους με το είδος τη βλάβης.

Βιβλιογραφία

1. Mary G. Ramos, Oil and Texas: A Cultural History, TEX. ALMANAC, <http://www.texasalmanac.com/topics/business/oil-and-texas-cultural-history>
2. Giddens Paul, The early petroleum industry (1974)
3. Huber, Mark (2001). Tanker operations: a handbook for the person-in-charge (PIC). Cambridge, MD: Cornell Maritime Press.
4. Tolf, Robert W. (1976). "4: The World's First Oil Tankers". The Russian Rockefellers: The Saga of the Nobel Family and the Russian Oil Industry. Hoover Press.
5. Woodman, Richard (1998). The History of the Ship: The Comprehensive Story of Seafaring from the Earliest Times to the Present Day. New York: Lyons Press.
6. Navy Dept. ,Naval History Division, Dictionary of American Naval Fighting Ships Volume 6 (June 1976)
7. Devaney, Jack (2006). The Tankship Tragedy: The Impending Disasters in Tankers
8. Marine Log (2008). "The Liberty Ship and the T-2 Tanker (1941)". Ships of the Century. Marine Log. Retrieved 2008-04-08.
9. Review of Maritime Transport, 2014, p.32-470
10. Tanker safety: the work of the International Maritime Organization, 1996
11. Μελέτη Πλοίου, Μεθοδολογίες Προμελέτης, Απόστολος Δ. Παπανικολάου, 2009
12. Impact of Hull Design on Tanker Pollution , Apostolos Papanikolaou, Eleftheria Eliopoulou and Nikos Mikelis, 2006
13. Marine Board (1998). Double-Hull Tanker Legislation: An Assessment of the Oil Pollution Act of 1990 (1998)
14. Evangelista, Joe, ed. (Winter 2002). "Scaling the Tanker Market" (PDF). Surveyor (American Bureau of Shipping)
15. Casualty analysis of Aframax tankers, A. Papanikolaou, E. Eliopoulou, A. Alissafaki, N. Mikelis, S. Aksu, S. Delautre (2006)
16. MARPOL - 25 years, IMO, 1998
17. Preventing marine pollution, IMO, 1998

18. Elise DeCola , A Review of Double Hull Tanker Oil Spill Prevention Considerations, 2009
19. Det Norske Veritas (2008). "Knock Nevis". DNV Exchange. Det Norske Veritas. Retrieved 2008-04-08.
20. Spyrou, Andrew G. From T-2 to Supertanker: Development of the Oil Tanker 1940-2000, 2011
21. www.wwf.org.uk
22. www.incidentnews.gov
23. www.cedre.fr
24. www.c4tx.org
25. www.evostc.state.ak.us
26. www.civilengineeringhandbook.tk/ship-construction/oil-tankers.html
27. www.natgeotv.com.au/people/oil-tanker-disasters.aspx
28. www.wikipedia.org
29. www.black-tides.com/uk/source/oil-tanker-accidents/double-hull.php