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

Ρυμουλκήσεις Πλοίων : Μελέτη, Πρακτικές και Αποτελέσματα

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
ΛΕΒΑΝΤΗΣ ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ :
ΝΙΚΟΛΑΟΣ Π. ΒΕΝΤΙΚΟΣ

ΙΟΥΛΙΟΣ 2010

Θερμές ευχαριστίες στους ανθρώπους που με βοήθησαν κατά την εκπόνηση της εργασίας, στην τριμελή επιτροπή και ιδιαίτερα στον κ. Νικόλαο Π. Βεντίκο για την καθοδήγηση και τις συμβουλές. Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους συμφοιτητές μου Αντώνη Γεωργόπουλο και Μαρίνο Σαραντή για την πολύτιμη βοήθειά τους στην ανάλυση των δεδομένων της εργασίας και τη στήριξη που μου παρείχαν.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ 3
Περιεχόμενα Σχημάτων 5
Περιεχόμενα Πινάκων 7
ΠΕΡΙΛΗΨΗ 8
ABSTRACT 9
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ 10
2.ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΡΥΜΟΥΛΚΗΣΗΣ 11
2.1 Πρόβλεψη Καιρικών συνθηκών 12
2.1.1Διαδικασία πρόβλεψης 13
2.1.2Ταχύτητα Ανέμου 14
2.1.3Ύψος και Περίοδος κύματος 16
2.1.4 Πιθανότητα Καταιγίδας 17
2.1. 5 Σχεδιάγραμμα Διατήρησης 19
2.2Αντίσταση ρυμούλκησης 20
2.2.1 Αντίσταση Τριβής R_F 20
2.2.2Αντίσταση δημιουργίας και θραύσης κύματος R_{wave} 21
2.2.3 Αντίσταση ανέμου R_{wind} και Αντίσταση κυματισμού R_{seaway} 22
2.2.4 Αντίσταση λόγω τραχύτητας και ρύπανσης $R_{roughness}$ 23
2.2.5 Αντίσταση ρηχού νερού $R_{shallow}$ 23
2.2.6 Αντίσταση παρελκόμενων και επιδράσεις διαγωγής $R_{appendage}$ 24
2.2.7 Στατική ιπποδύναμη ρυμουλκού (Bollard Pull) 25
2.3 Υπολογισμός Αντοχής 27
2.3.1 Σχεδιασμός Padeye 28
2.3.2 Στοιχεία Εξάρτισης Ρυμούλκησης 29
2.4Επιλογή ρυμουλκού 32
2.4.1 Είδος ρυμουλκού 32
2.4.2 Στατική δύναμη ρυμούλκησης (Bollard Pull) 33
2.4.3 Υπερβολική στατική δύναμη ρυμούλκησης 33
2.4.4 Περιορισμοί ταχύτητας και Στατικής δύναμης Ρυμούλκησης 34
2.4.5 Πολλαπλά ρυμουλκά 34
2.4.6 Αντοχή ρυμουλκού 34
2.4.7 Εξοπλισμός Ρυμουλκού 35
2.4.8 Ειδικές καταστάσεις 36
2.4.9 Πλήρωμα 36
2.4.10 Επιθεώρηση 37
3.ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΡΥΜΟΥΛΚΗΣΕΩΝ 40
1^{ο} Παράδειγμα 40
2^{ο} Παράδειγμα 43
3^{ο} Παράδειγμα 46
4^{ο} Παράδειγμα 48
Ρυμούλκηση Πλωτού Γερανού 51
Ρυμούλκηση τσιμεντένιας κατασκευής 54
Ρυμούλκηση Δικτυωτής κατασκευής 56
Ρυμούλκηση Τριγωνικής κατασκευής 58
Αποτελέσματα Παραδειγμάτων 61
Κόστος ναύλωσης ρυμουλκού 62
4.ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ 64
4.1 Ατυχήματα σε παγκόσμια κλίμακα 65

4.2 Ατυχήματα στη Μεσόγειο 67
4.3 Αιτίες ατυχημάτων 70
4.4 Ατυχήματα ανά τύπο πλοίου 71
5. ΠΑΓΚΟΣΜΙΟΣ ΣΤΟΛΟΣ ΡΥΜΟΥΛΚΩΝ 74
5.1 Μεταβολή του παγκόσμιου στόλου ρυμουλκών 75
5.2 Στοιχεία Παγκόσμιου Στόλου Ρυμουλκών 76
6.1 Ρυμουλκήσεις Πλοίων μετά από ναυτικό ατύχημα ανά θαλάσσια περιοχή 81
6.2 Πιθανότητα Ρυμούλκησης μετά από ατύχημα 88
6.2.1 Πιθανότητα Ρυμούλκησης ανάλογα με το είδος του ατυχήματος 90
6.2.2 Πιθανότητα ρυμούλκησης ανάλογα με τον τύπο πλοίου 91
6.2.3 Συνδυασμένες πιθανότητες ρυμουλκήσεων 94
7 ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΚΟΣΤΟΥΣ ΡΥΜΟΥΛΚΗΣΗΣ ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΑΤΥΧΗΜΑ 95
7.1 Γενικά 96
7.1.1 Ημερήσιο Κόστος Ρυμούλκησης Bulk carrier 96
7.1.2 Ημερήσιο Κόστος Ρυμούλκησης Tanker 102
7.2 Συνολικό Κόστος ρυμούλκησης μετά από ατύχημα 108
8.ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ 110
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ – ΠΗΓΕΣ 114

Περιεχόμενα Σχημάτων

ΣΧΗΜΑ 2.1.1-1 Ναυτικές ζώνες υπολογισμού παραμέτρων μακροπρόθεσμης κατανομής. κύματος.....13
ΣΧΗΜΑ 2.1.2-1 Κατανομή πιθανοτήτων για ταχύτητες ανέμου.....14
ΣΧΗΜΑ 2.1.3-0-1 Σημαντικό ύψος κύματος-περίοδος κύματος.....16
Σχήμα 2.1.4-1 Storm persistence.....17
ΣΧΗΜΑ 2.1.5-1 Σχεδιάγραμμα διατήρησης ηρεμίας ή καταιγίδας.....19
ΣΧΗΜΑ 2.3 κατασκευαστικό σχέδιο Padeye.....27
ΣΧΗΜΑ 2.3.1-1 Υπολογισμός Διαστάσεων Padaeye.....28
ΣΧΗΜΑ 2.3.2-1 Μονοσκελής εξάρτιση ρυμούλκησης.....29
ΣΧΗΜΑ 2.3.2-2 Εξαρτισμό ρυμούλκησης σε 2 σκέλη 30
ΣΧΗΜΑ 2.3.2-3 Σύνδεση του Flounder Plate.....31
ΣΧΗΜΑ 2.3.2-4 Τρόποι σύνδεσης συρματόσχοινου.....32
Σχήμα 3.1-1 Σκαραμαγκάς – Κωστάντζα.....40
ΣΧΗΜΑ 3.1-2 Ζημία στην πλώρη.....41
ΣΧΗΜΑ 3.1-3 Προφίλ πλώρης.....41
ΣΧΗΜΑ 3.1-4 Ρυμουλκό ΜΕΓΑΣ ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ.....42
Σχήμα 3.1-5 Ρυμουλκό ΜΕΓΑΣ ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ.....42
Σχήμα 3.2-1 Λας Πάλμας – Λοριέντ.....43
Σχήμα 3.2-2 Ρυμουλκό FOTIV KIRILOV.....45
Σχήμα 3.2-3 Ρυμουλκό FOTIV KIRILOV.....45
Σχήμα 3.3-1 Τροκαντερό – Νάπολη.....46
Σχήμα 3.3-2 Πλοίο CITY OF ANDROS.....47
Σχήμα 3.3-3 Πλοίο CITY OF ANDROS προφίλ.....47
Σχήμα 3.3-4 Ρυμουλκό ATLAS.....48
Σχήμα 3.4-1 Πειραιάς – Λιβύη.....49
ΣΧΗΜΑ 3.4-2 Ρυμούλκηση πλοίου.....49
ΣΧΗΜΑ 3.4-3 Ocean-going tug.....50
Σχήμα 3.5-1 Πειραιάς – Τζέντα.....51
Σχήμα 3.5-2 Πλωτός Γερανός.....52
Σχήμα 3.5-3 Πλωτός Γερανός.....52
Σχήμα 3.5-4 Ρυμουλκό WIZARD.....53
Σχήμα 3.6-1 Πειραιάς – Πάτρα.....54
Σχήμα 3.6-2 Κατά τη διάρκεια της κατασκευής.....54
Σχήμα 3.6-3 Πριν τη Ρυμούλκηση.....55
Σχήμα 3.7-1 Πειραιάς – Κωστάντζα.....56
Σχήμα 3.8-2 Πέραμα – Ελευσίνα.....57
Σχήμα 3.7-2 Δικτυωτή κατασκευή ST 824.....57
Σχήμα 3.7-3 Σχεδίαση Ρυμούλκηση.....58
Σχήμα 3.8-2 Πέραμα – Ελευσίνα.....59
Σχήμα 3.8-3 Η πλατφόρμα στο νερό.....59
Σχήμα 3.8-4 Ρυμούλκηση πλατφόρμας.....60
ΣΧΗΜΑ 4.1-2 Παγκόσμιος αριθμός ατυχημάτων ανά εξάμηνο.....65
ΣΧΗΜΑ 4.1-3 Αριθμός ολικής απώλειας πλοίων ανά εξάμηνο σε παγκόσμια κλίμακα.....66
ΣΧΗΜΑ 4-1-4 Ποσοστιαία μεταβολή των ολικών απωλειών προς τον αριθμό ατυχημάτων παγκοσμίως ανά εξάμη..... 66
ΣΧΗΜΑ 4-2-5 Αριθμός ναυτικών ατυχημάτων που συνέβησαν στην περιοχή της Ανατολικής Μεσογείου και Μαύρης θάλασσας την περίοδο 2006-2010.....67
ΣΧΗΜΑ 4-2-6 Αριθμός ατυχημάτων(total loss) στην περιοχή της Ανατολικής Μεσογείου και Μαύρης θάλασσας την περίοδο 2006-2010.....68
ΣΧΗΜΑ 4-2-7 Ποσοστιαία μεταβολή total loss στην περιοχή της Ανατολικής Μεσογείου και Μαύρης θάλασσας για την περίοδο 2006-2010..... 68
ΣΧΗΜΑ 4-2-4 Ποσοστιαία μεταβολή των ναυτικών ατυχημάτων της περιοχής της ανατολικής Μεσογείου σε σχέση με το σύνολο των ατυχημάτων ανά εξάμηνο για την περίοδο 2006-2010.....69
ΣΧΗΜΑ 4-3-8 Ποσοστιαία συμμετοχή αιτίων στα ναυτικά ατυχήματα.....70
ΣΧΗΜΑ 4-3-9 Ποσοστιαία μεταβολή του προβλήματος στη γάστρα ή μηχανή του πλοίου ως αίτιο ναυτικού ατυχήματος για την περίοδο 2006-2010.....71
ΣΧΗΜΑ 4.4-1 Μέσος όρος Ναυτικών ατυχημάτων ανά τύπο πλοίου και εξάμηνο για την περίοδο 2006-2010....72

ΣΧΗΜΑ 4.4-2 Ποσοστά ατυχημάτων ανά τύπο πλοίων προς το σύνολο των ατυχημάτων για την περίοδο 2006-2010.....73
ΣΧΗΜΑ 0-10 Κατανομή του Bollard Pull του παγκόσμιου στόλου Ρυμουλκών για ρυμουλκά με B.P>20mt.....76
ΣΧΗΜΑ 0-11 Κατανομή του Μήκους L_{bp} του παγκόσμιου στόλου ρυμουλκών για ρυμουλκά με B.P>20mt.....77
ΣΧΗΜΑ 0-12 Αθροιστική πιθανότητα του Μήκους $L_{b.p}$ του παγκόσμιου στόλου ρυμουλκών για ρυμουλκά με B.P>20mt.....78
ΣΧΗΜΑ 0-13 Ναυτικές ζώνες-Ρυμουλκήσεις μετά από ατύχημα ανά εξάμηνο.....83
ΣΧΗΜΑ 0-14 Ναυτικές ζώνες-Συχνότητα ρυμουλκήσεων μετά από ατύχημα.....86
ΣΧΗΜΑ0-15 Τρόπος υπολογισμού της πιθανότητας ρυμούλκησης με χρήση του SLGallery v1.4.....89
ΣΧΗΜΑ 0-16 Κατανομή Μήκους L των Bulk carriers που ρυμουλκήθηκαν μετά από ατύχημα.....96
ΣΧΗΜΑ0-17 Αθροιστική συχνότητα L ρυμουλκηθέντων Bulk carriers μετά από ατύχημα.....97
ΣΧΗΜΑ 0-18 Ποσοστά επιρροής των διαστάσεων L,B,T στην Ιπποδύναμη 97
ΣΧΗΜΑ 0-19 Κατανομή πλάτους B των Bulk carriers που ρυμουλκήθηκαν μετά από ατύχημα..... 98
ΣΧΗΜΑ 7.1.1-5 Αθροιστική συχνότητα B ρυμουλκηθέντων Bulk carriers μετά από ατύχημα.....98
ΣΧΗΜΑ 7.1.1-6 Διασκόρπιση των τιμών του μήκους και του πλάτους σε σχέση με την ιπποδύναμη και μεταξύ τους.....99
ΣΧΗΜΑ 7.1.1-7 Κατανομή βυθίσματος των Bulk carriers που ρυμουλκήθηκαν μετά από ατύχημα.....100
ΣΧΗΜΑ 7.1.1-8Αθροιστική Συχνότητα βυθίσματος των Bulk carriers που ρυμουλκήθηκαν μετά από ατύχημα....100
ΣΧΗΜΑ 7.1.1-9 Κατανομή απαιτούμενης ιπποδύναμης ρυμούλκησης των Bulk carriers μετά από ατύχημα.....101
ΣΧΗΜΑ 7.1.1-10 Αθροιστική συχνότητα ιπποδύναμης ρυμούλκησης των Bulk carriers μετά από ατύχημα.....101
ΣΧΗΜΑ 0-20 Κατανομή του Μήκους L των ρυμουλκυθέντων Tankers μετά από ατύχημα.....102
ΣΧΗΜΑ 0-21 Αθροιστική πιθανότητα μήκους L ρυμουλκυθέντων tankers μετά από ατύχημα.....103
ΣΧΗΜΑ 0-22 Κατανομή του πλάτους B των ρυμουλκυθέντων tanker μετά από ατύχημα.....103
ΣΧΗΜΑ 0-23 Αθροιστική πιθανότητα πλάτους ρυμουλκυθέντων tankers μετά από ατύχημα 104
ΣΧΗΜΑ 0-24 Κατανομή βυθίσματος T ρυμουλκυθέντων tanker μετά από ατύχημα.....104
ΣΧΗΜΑ 0-25 Αθροιστική πιθανότητα βυθίσματος ρυμουλκηθέντων tanker μετά από ατύχημα 105
ΣΧΗΜΑ 0-26 Ποσοστά επιρροής των διαστάσεων L,B,T στην ιπποδύναμη των tankers.....105
0-27 Κατανομή της απαιτούμενης ιπποδύναμης ρυμούλκησης για tankers ΣΧΗΜΑ.....106
ΣΧΗΜΑ 0-28 Διασκόρπιση των τιμών του μήκους , πλάτους και βυθίσματος σε σχέση με την ελάχιστη απαίτηση για ιπποδύναμη ρυμούλκησης.....106
ΣΧΗΜΑ 0-29 Αθροιστική πιθανότητα κατανομής της ιπποδύναμης για tankers.....107

Περιεχόμενα Πινάκων

Πίνακας 2.1.2-0-1 Ανεμομετρική κλίμακα BEAUFORT……..15
Πίνακας 3.1-1 Στοιχεία πλοίου Container……40
Πίνακας 3.1-2 Στοιχεία Ρυμουλκού ΜΕΓΑΣ ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ……41
Πίνακας 3.2-1 Στοιχεία Bulk carrier……..44
Πίνακας 3.4-1 Στοιχεία Σκάφους……...44
Πίνακας 3.4-2 Στοιχεία Ρυμουλκού ……46
Πίνακας 3.5-1 Στοιχεία πλωτού γερανού……..51
Πίνακας 3.5-2 Στοιχεία Ρυμουλκού WIZARD……..…53
Πίνακας 3.6-1 Στοιχεία Τσιμεντένιας κατασκευής……...55
Πίνακας 3.6-2 Στοιχεία Ρυμουλκού……55
Πίνακας 3.7-1 Στοιχεία ST 824……..56
Πίνακας 3.7-2 Στοιχεία Ρυμουλκού……..57
Πίνακας 3.8-1 Στοιχεία Ρυμουλκού ΑΤΛΑ.Σ……..60
Πίνακας 3.9-1 Σύγκριση απαιτούμενου με διαθέσιμο Bollard Pull……61
Πίνακας 3.9-2 Σύγκριση απαιτούμενης με διαθέσιμη Ισχύ……..61
Πίνακας 3.10-1 Κόστος ενοικίασης……..62
Πίνακας 3.10-2 Παραδείγματα κόστους ρυμούλκησης……62
Πίνακας 5.2-1 Στατιστικά μεγέθη του Β.Ρ……77
Πίνακας 6.1-2 Ναυτικά ατυχήματα ανά περιοχή για την περίοδο 2006-2010……77
6.2-2 Παγκόσμιος Στόλος πλοίων-Ατυχήματα……81
Πίνακας6.2-3 Συχνότητα ρυμουλκήσεων μετά από ατύχημα……84
Πίνακας 6.2.1-1 Αιτίες ατυχημάτων-αριθμός ατυχημάτων ανά εξάμηνο για την περίοδο 2006-2009……..90
6.2.1-4 Συχνότητα ρυμούλκησης μετά από ατύχημα λόγω σύγκρουσης……90
6.2.1-5 Συχνότητα ρυμούλκησης μετά από ατύχημα λόγω προσάραξης……..90
Πίνακας 6.2.2-1 Αριθμός ατυχημάτων ανά τύπο πλοίου και εξάμηνο γι.α την περίοδο 2006-2010……91
6.2.2-2 Ανάπτυξη του παγκόσμιου στόλου ανά είδος πλοίου……...92
Πίνακας 6.2.2-3 Συχνότητα ατυχημάτων ανά τύπο πλοίου……...92
Πίνακας 6.2.2-4 Αριθμός ρυμουλκήσεων ανά εξάμηνο και είδος πλοίου……93
Πίνακας 6.2.2-5 Πιθανότητα ρυμούλκησης μετά από ατύχημα ανά είδος πλοίου……93
Πίνακας 6.2.2-6 Πιθανότητα Ατυχήματος με Ρυμούλκηση ανά τύπο πλοίου……..93
Πίνακας 6.2.3-1 Πιθανότητα ατυχήματος και ρυμούλκησης ανά είδος πλοίου και ατυχήματο……...94
Πίνακας 0-4 Στατιστικά μεγέθη κατανομής Μήκους……97
Πίνακας 0-2 Στατιστικά μεγέθη κατανομής πλάτου.ς……...99
Πίνακας0-3 Στατιστικά μεγέθη κατανομής βυθίσματος……100
Πίνακας 0-4 Στατιστικά μεγέθη κατανομής Ιπποδύναμης……..102
0-5 Στατιστικά μεγέθη κατανομής μήκους Tanker ……..103
Πίνακας 0-6 Στατιστικά μεγέθη κατανομής πλάτους για ρυμουλκυθέντα tankers……..104
Πίνακας 0-7 Στατιστικά μεγέθη κατανομής βυθίσματος για ρυμουλκηθέντα tankers……105
0-8 Στατιστικά μεγέθη για την ιπποδύναμη ρυμούλκησης των tankers……107
Πίνακας 7.2-0-9 Συνολικό κόστος Ρυμούλκησης ανά τύπο πλοίου……108

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στα πλαίσια αυτής της διπλωματικής εργασίας γίνεται μία προσπάθεια περιγραφής της διαδικασίας η οποία ακολουθείται σε περιπτώσεις ρυμούλκησης καθώς και υπολογισμοί για την πιθανότητα ρυμούλκησης μετά από ναυτικό ατύχημα και για το συνολικό κόστος που εμπεριέχει αυτή η διαδικασία. Στόχος της είναι ο υπολογισμός των πιο σημαντικών στοιχείων που χαρακτηρίζουν μία ρυμούλκηση και μία εκτίμηση για τον ρόλο της στην παγκόσμια ναυτιλία.

Αρχικά γίνεται η παρουσίαση σε 4 βήματα της διαδικασίας που ακολουθείται πριν από κάθε ρυμούλκηση. Περιγράφονται αναλυτικά οι τρόποι υπολογισμού των ελάχιστων απαιτήσεων του ρυμουλκού καθώς και η τελική επιλογή του. Ύστερα ακολουθεί η παρουσίαση της παραπάνω διαδικασίας σε πραγματικά παραδείγματα ρυμουλκήσεων και η σύγκριση των απαιτούμενων στοιχείων του ρυμουλκού με αυτά που τελικά δόθηκαν. Ακολουθεί η στατιστική ανάλυση των ατυχημάτων για τη χρονική περίοδο 2006-2010 και η κατανομή των σημαντικότερων στοιχείων των ρυμουλκών.

Το σημαντικότερο μέρος όμως της εργασίας αυτής είναι η ανάλυση των ρυμουλκήσεων μετά από ναυτικό ατύχημα. Γίνεται η παρουσίαση των περιοχών στον κόσμο με τα περισσότερα ατυχήματα-ρυμουλκήσεις αλλά και ο υπολογισμός της πιθανότητας ατυχήματος-ρυμούλκησης ανά τύπο πλοίου και αίτιο ατυχήματος. Στο τελευταίο τμήμα της εργασίας γίνεται μία προσέγγιση του μέσου συνολικού κόστους ρυμούλκησης για δύο τύπους πλοίων με βάση τις κατανομές των απαιτήσεών τους για ιπποδύναμη.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματά μας στις περισσότερες των περιπτώσεων δίνονται ρυμουλκά με πολύ μεγαλύτερη διαθέσιμη ιπποδύναμη από την απαιτούμενη, ενώ ακόμη ο παγκόσμιος στόλος ρυμουλκών παρουσιάζει στατιστικά σημαντική αύξηση τα τελευταία 4 χρόνια, μεγαλύτερη από αυτή του παγκόσμιου στόλου πλοίων. Παρατηρείται επίσης αυξημένη πιθανότητα ρυμούλκησης ενός πλοίου που έχει υποστεί ατύχημα λόγω μηχανικού προβλήματος σε σχέση με τα υπόλοιπα αίτια ατυχημάτων. Τέλος συγκρίνοντας τα συνολικά κόστη ρυμούλκησης ανά τύπο ρυμουλκούμενου πλοίου παρατηρούμε μεγαλύτερη μέση απαίτηση για ιπποδύναμη από πλευράς Bulk Carrier από ότι αυτής των Tanker.

ABSTRACT

In the current thesis we try to describe the procedure which is followed in cases of towings as well as calculate the possibility of salvage towing and its total cost. Our main target is to determine the most important elements of a towing procedure and estimate its role in world shipping.

Firstly we present the four basic steps of the procedure followed before every towing. The ways of calculating the minimum demands of the tug as well as its final selection are being explicitly described. Then comes the procedure's presentation through real towing examples and the comparison between the demanded elements and those that were finally given. Next things are the statistical analysis of casualties for the period 2006-2010 and the distribution of the most important features of tugs.

In fact maybe the most important part of this thesis is the towing analysis after casualties. We present the nautical zones of the world with the greatest number of casualties-towings as well as we calculate the possibility of a casualty-towing for every type of ship and casualty. In the last part of this thesis we try to estimate the average total towing cost for two types of ships based on their demands for break horsepower.

According to our results in most of the cases we use tugs with greater horsepower than that needed and also the world fleet of tugs has a statistically important growth over the past 4 years, even larger than that of the world's fleet of ships. We also notice a large possibility of towing a ship after a hull/machinery casualty. Finally when comparing the total towing costs for each type of ship we notice a greater average horsepower demand for Bulk Carriers than that of Tankers.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι Ρυμουλκήσεις αποτελούν ένα πολύ σημαντικό κομμάτι της παγκόσμιας ναυτιλίας το οποίο κατά καιρούς έχουν προσπαθήσει να απομονώσουν και να ερμηνεύσουν όμως μέχρι τώρα παραμένει ένας τομέας ο οποίος είναι πολύ δύσκολο να εφαρμοστούν στάνταρ διαδικασίες και κανονισμοί.

Αυτός ουσιαστικά είναι και ένας από τους βασικότερους στόχους της παρούσας διπλωματικής εργασίας. Αρχικά να χωρίσει τους υπολογισμούς της ρυμούλκησης σε 4 βασικά στάδια και στη συνέχεια να πραγματοποιήσει μία στατιστική ανάλυση όχι μόνο στις ρυμουλκήσεις αλλά και στον υπάρχων στόλο των ρυμουλκών.

Πέρα από την παρουσίαση της διαδικασίας της ρυμούλκησης, γίνεται μία προσπάθεια στη συνέχεια με χρήση παραδειγμάτων από πραγματικές ρυμουλκήσεις να γίνει η συσχέτιση ανάμεσα στο απαιτούμενο Bollard Pull και Ιπποδύναμη και στα αντίστοιχα διαθέσιμα στοιχεία του ρυμουλκού.

Στη συνέχεια ακολουθεί η στατιστική ανάλυση τω ατυχημάτων παγκοσμίως αλλά και στην περιοχή της ανατολικής Μεσογείου, ανά τύπο πλοίου και αίτιο ατυχήματος. Η στατιστική ανάλυση αυτή χρησιμοποιείται στην πορεία στην εύρεση της πιθανότητας ρυμούλκησης μετά από ατύχημα για συγκεκριμένο είδος πλοίου και αίτιο ατυχήματος. Παρουσιάζονται επιπλέον οι κατανομές των Bollard Pull και μήκους, των δύο δηλαδή βασικότερων στοιχείων που χαρακτηρίζουν ένα ρυμουλκό, οι οποίες προκύπτουν από την ανάλυση του παγκόσμιου στόλου ρυμουλκών για ρυμουλκά με Bollard Pull μεγαλύτερο των 20 μετρητικών τόνων.

Τέλος γίνεται μία προσπάθεια εκτίμησης του συνολικού κόστους ρυμούλκησης μετά από ατύχημα για τα είδη πλοίων Bulk carrier και Tanker και παρουσιάζονται τα αντίστοιχα αποτελέσματα.

2.ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΡΥΜΟΥΛΚΗΣΗΣ

2.1ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΚΑΙΡΙΚΩΝ ΣΥΝΘΗΚΩΝ
2.2.ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ ΡΥΜΟΥΛΚΗΣΗΣ ΚΑΙ ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟΥ BOLLARD PULL
2.3.ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΝΤΟΧΗΣ
2.4.ΤΕΛΙΚΗ ΕΠΙΛΟΓΗ ΡΥΜΟΥΛΚΟΥ

2.1 Πρόβλεψη Καιρικών συνθηκών

Στον προγραμματισμό μίας ρυμούλκησης οφείλουμε να λαμβάνουμε υπ' όψιν όλες τις διαστάσεις της, μία εκ των οποίων, ίσως και η πιο σημαντική, να είναι οι καιρικές συνθήκες και η πρόβλεψη τους.

Το κομμάτι των καιρικών συνθηκών που μας απασχολεί συνήθως σε μία ρυμούλκηση είναι η ταχύτητα ανέμου, το σημαντικό ύψος κύματος και τέλος τα ρεύματα. (Όλες αυτές τις έννοιες τις αποσαφηνίζουμε παρακάτω.

Σύμφωνα με τους κανονισμούς του IMO (International Maritime Organization) για ασφαλή υπερωκεάνια ρυμούλκηση (GUIDELINES FOR SAFE OCEAN TOWING) που θεσπίστηκαν 21 Δεκεμβρίου 1998, σε μία ρυμούλκηση πρέπει να ισχύουν τα εξής όσον αφορά τις καιρικές συνθήκες :

1) Το ρυμουλκούμενο σώμα πρέπει να είναι σε θέση να ανταπεξέλθει σε φορτίσεις που προκλήθηκαν από τις χειρότερες των αναμενόμενων, για την συγκεκριμένη περιοχή και περίοδο, περιβαλλοντικών συνθηκών.

2) Η διάρκεια της ρυμούλκησης μετριέται από την στιγμή που ξεκινάει η επιχείρηση μέχρι το ρυμουλκούμενο σώμα να βρίσκεται με ασφάλεια στο τελικό του προορισμό. Σε περίπτωση που υπάρχουν τοποθεσίες, μέσα στην συμφωνημένη διαδρομή, στις οποίες μπορεί να τοποθετηθεί το ρυμούλκιο, τότε η διάρκεια της επιχείρησης μπορεί να μετρηθεί ανάμεσα σε αυτές τις τοποθεσίες.

3) Για μεγάλης διάρκειας ρυμουλκήσεις οι οποίες διατρέχουν περιοχές με διαφορετικά θαλάσσια χαρακτηριστικά, η επιλογή των διευθετήσεων ασφαλείας για το φορτίο και του απαραίτητου εξοπλισμού που θα διασφαλίζει την ακεραιότητα του ρυμουλκούμενου σώματος γίνεται με γνώμονα την περιοχή με τα χειρότερα θαλάσσια χαρακτηριστικά.

4) Όπου είναι δυνατόν, πρέπει να είναι διαθέσιμη όλο το 24ωρο και για όλη την διάρκεια της επιχείρησης μία πηγή πρόγνωσης του καιρού.

5) Τα προγνωστικά του καιρού πρέπει να περιέχουν τουλάχιστον τις εξής πληροφορίες :

   - Σύνοψη της περιοχής
   - Ταχύτητα και διεύθυνση ανέμου
   - Ύψος και περίοδος κύματος
   - Ύψος και περίοδος φουσκοθαλασσιάς (swell)
   - Πρόβλεψη για τις επόμενες 48 ώρες
   -

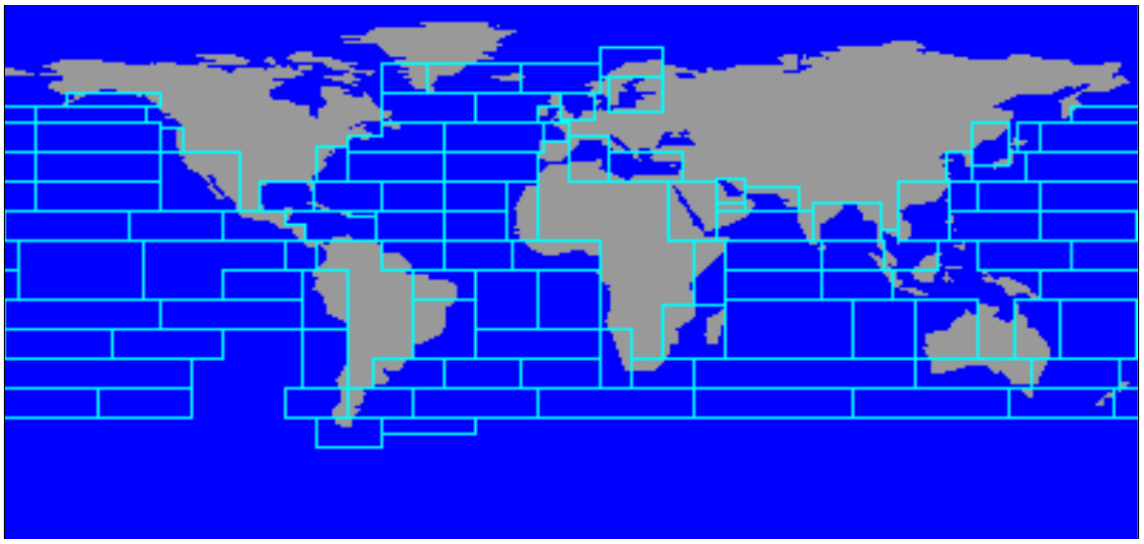
6) Σε περιπτώσεις υψηλού ρίσκου ή όταν η μετεωρολογική πρόβλεψη είναι κατά περιόδους δύσκολη, πρέπει να γίνεται σκέψη μήπως χρειάζεται τελικά και δεύτερη μετεωρολογική πρόβλεψη.

7) Το ρυμουλκό πρέπει να δέχεται τις μετεωρολογικές προβλέψεις κάθε 24 ώρες κατά την διάρκεια της επιχείρησης. Όπου υπάρχουν ιδιαίτεροι περιορισμοί για τον καιρό, τότε σωστό είναι οι μετεωρολογικές προβλέψεις να είναι συχνότερες και αν είναι δυνατόν να υπάρχει απευθείας επικοινωνία με τον μετεωρολόγο όταν αναμένονται σημαντικές αλλαγές στις καιρικές συνθήκες.

Σε περιπτώσεις υπερωκεάνιας ρυμούλκησης ή σε οποιαδήποτε άλλη περίπτωση το ταξίδι διαρκεί πάνω από 48 ώρες ή ακόμα όταν προγραμματίζουμε μία μελλοντική ρυμούλκηση, τότε φυσικά η πρόβλεψη καιρού μέσω της μετεωρολογικής υπηρεσίας δεν είναι αρκετή, καθώς η αποτελεσματικότητά της μειώνεται ανάλογα με την αύξηση της χρονικής διάρκειας. Γι αυτό λοιπόν ο επιθεωρητής χρειάζεται να χρησιμοποιήσει δίαφορες εμπειρικές φόρμουλες οι οποίες έχουν δημιουργηθεί από στατιστικά δεδομένα παλαιότερων χρόνων και μέσα από αυτά να καταλήξει σε μία αποδεκτή πρόβλεψη για τον καιρό τον οποίο πρόκειται να αντιμετωπίσει το ρυμουλκό. Η διαδικασία που ακολουθείται στις περισσότερες των περιπτώσεων και είναι κοινά αποδεκτή, περιγράφεται παρακάτω.

2.1.1Διαδικασία πρόβλεψης

Αρχικά λοιπόν γνωρίζοντας την διαδρομή που θα ακολουθήσει το ρυμουλκό γνωρίζουμε και τις ναυτικές ζώνες (ΣΧΗΜΑ 2.1.1-1) από τις οποίες θα περάσει. Υπολογίζουμε λοιπόν για κάθε ζώνη την ταχύτητα του ανέμου, το σημαντικό ύψος κύματος αλλά και την πιθανότητα καταιγίδας, λαμβάνοντας υπόψη φυσικά και την χρονική περίοδο κατά την οποία το ρυμουλκό θα βρίσκεται στην συγκεκριμένη περιοχή. Το σημαντικότερο ίσως σημείο αυτής της προσέγγισης είναι πως αφού γίνουν οι παραπάνω υπολογισμοί, τότε το σενάριο σύμφωνα με το οποίο πραγματοποιούμε την έρευνα μας αποτελείται από τις χειρότερες πιθανές καταστάσεις. Δηλαδή η τελική επιλογή ρυμουλκού θα γίνει σύμφωνα με τη ναυτική ζώνη στην οποία θα παρατηρηθεί η μεγαλύτερη πιθανότητα για καταιγίδα, για εκείνη με την μεγαλύτερη ταχύτητα ανέμου και το μεγαλύτερο ύψος κύματος. Με λίγα λόγια προετοιμαζόμαστε για το χειρότερο σενάριο που θα μπορούσαμε να αντιμετωπίσουμε.



ΣΧΗΜΑ 2.1.1-1 Ναυτικές ζώνες υπολογισμού παραμέτρων μακροπρόθεσμης κατανομής κύματος.

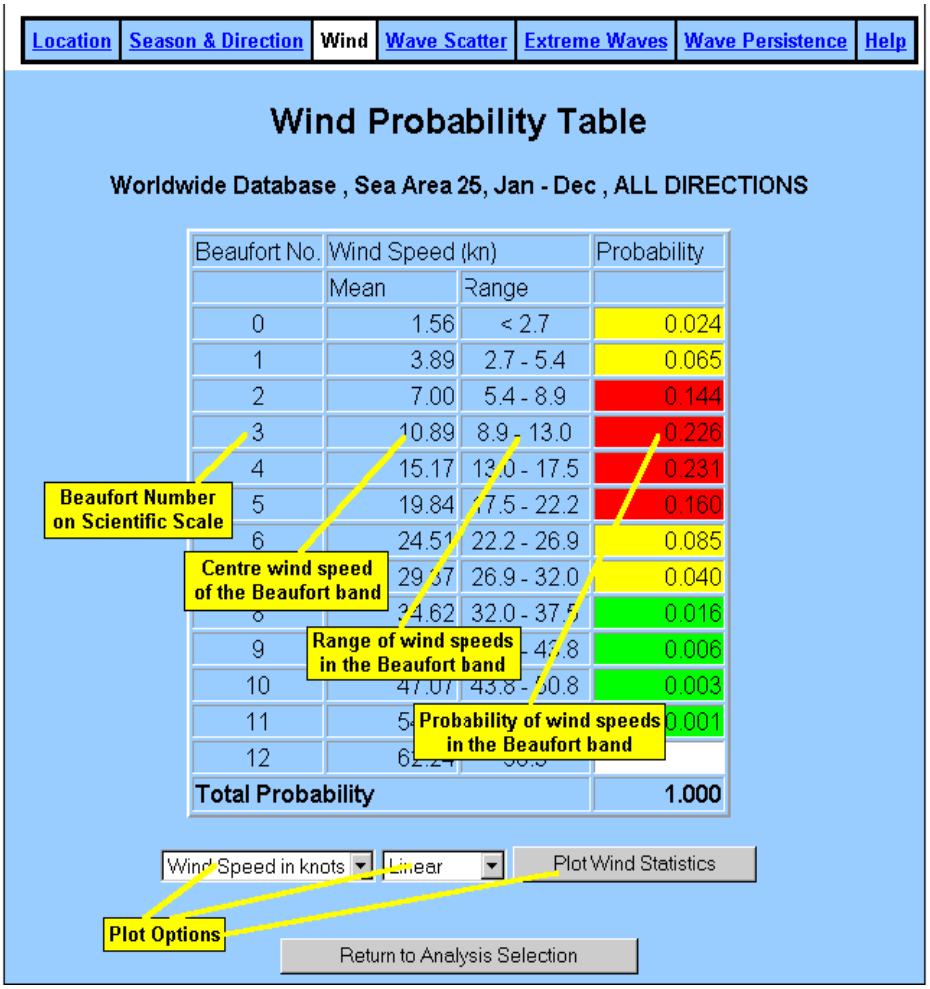
2.1.2Ταχύτητα Ανέμου

Στο ΣΧΗΜΑ1.3 φαίνεται η κατανομή των πιθανοτήτων για ταχύτητες ανέμου για την επιλεγμένη περιοχή, εποχή και κατεύθυνση σύμφωνα με Global Wave Statistics, BMT Fluid Mechanics. Οι ταχύτητες ανέμου χαρακτηρίζονται από την κλίμακα BEAUFORT (ΠΙΝ2.1.2-1).

Το ΣΧΗΜΑ 2.1.2-1 αποτελείται από 4 στήλες :

1. Κλίμακα Beaufort.
2. Μέση ταχύτητα ανέμου σε κόμβους, ανταποκρινόμενη στην κλίμακα Beaufort.
3. Εύρος ταχύτητας ανέμου.
4. Πιθανότητα να βρίσκεται η ταχύτητα ανέμου σε αυτό το εύρος. Για να είναι πιο ευδιάκριτη η παρουσίαση, οι πιθανότητες χρωματίζονται ως εξής :

   - Κόκκινο - 10 % πιθανότητα ή παραπάνω
   - Κίτρινο - μεταξύ 2 % και 10 % πιθανότητα
   - Πράσινο - μεταξύ 0.05 % και 2 % πιθανότητα
   - Λευκό - λιγότερο από 0.05 % πιθανότητα.



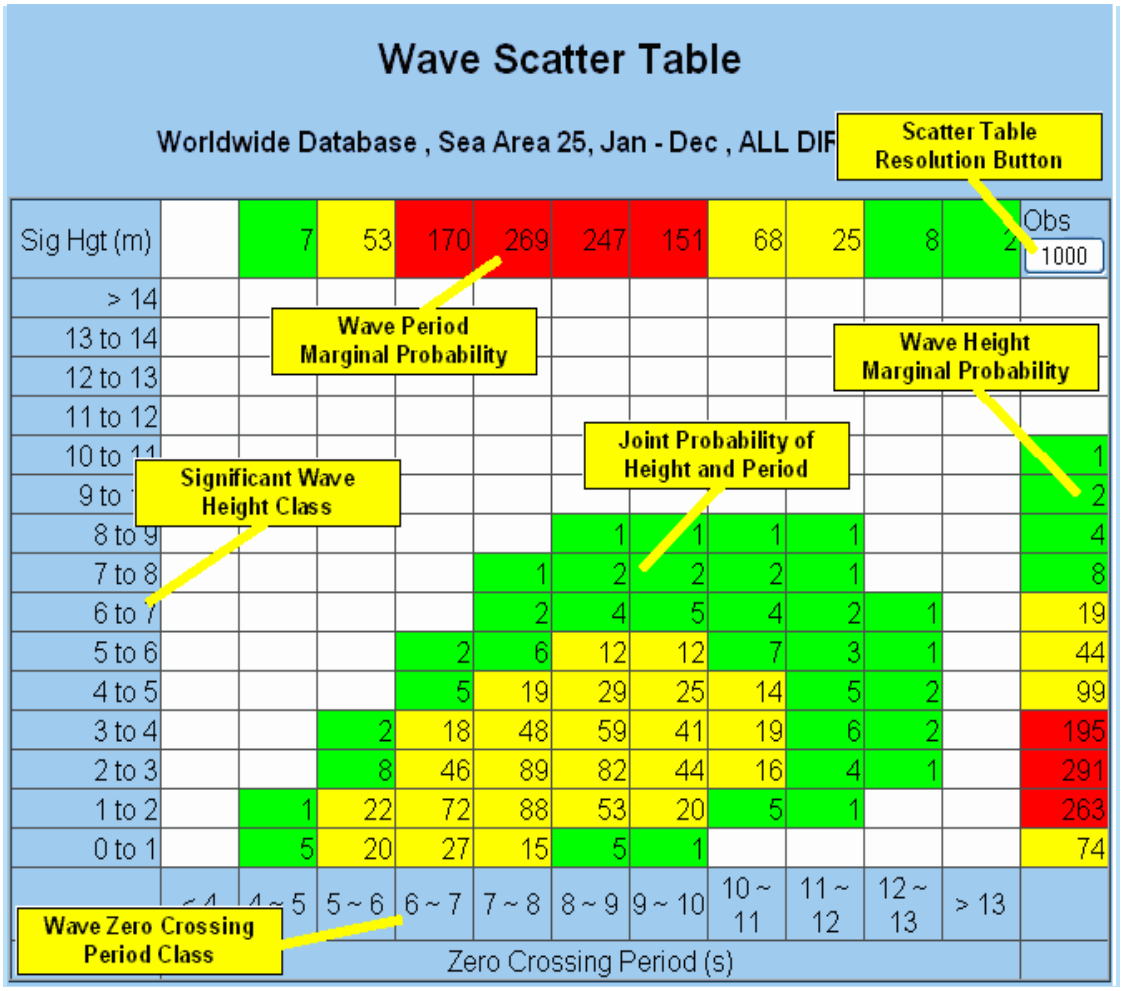
ΣΧΗΜΑ 2.1.2-1 Κατανομή πιθανοτήτων για ταχύτητες ανέμου

Πίνακας 2.1.2-0-1 Ανεμομετρική κλίμακα BEAUFORT

Beaufort	Χαρακτηρισμός	Μέση ταχύτητα σε κόμβους	Μέτρα ανά δευτερόλεπτο	Χιλιόμετρα ανά ώρα	Μίλια ανά ώρα	Αποτελέσματα ανέμου στη ξηρά
0	Άπνοια	<1	0-0,2	<1	<1	Ο καπνός υψώνεται κατακόρυφα.
1	Υποπνέων άνεμος	1-3	0,3-1,5	1-5	1-3	Η διεύθυνση του ανέμου φαίνεται από την φορά του καπνού. Ο ανεμοδείκτης ακίνητος.
2	Ασθενής άνεμος	4-6	1,6-3,3	6-11	4-7	Άνεμος αισθητός στο πρόσωπο. Τα φύλλα των δέντρων κινούνται. Κοινός ανεμοδείκτης τίθεται σε κίνηση.
3	Λεπτός άνεμος	7-10	3,4-5,4	12-19	8-12	Φύλλα και κλαδιά των δέντρων σε συνεχή κίνηση. Σημαία κυματίζει ελαφρά.
4	Μέτριος άνεμος	11-16	5,5-7,9	20-28	13-18	Ο άνεμος σηκώνει σκόνη και ελεύθερα τεμάχια χαρτιού. Κινούνται οι μικροί κλάδοι των δέντρων.
5	Λαμπρός άνεμος	17-21	8,0-10,7	29-38	19-24	Μικρά δένδρα κουνιούνται. Στην επιφάνια χερσαίων υδάτων σχηματίζονται μικρά κύματα με κορυφή.
6	Ισχυρός Άνεμος	22-27	10,8-13,8	39-49	25-31	Τα μεγάλα κλαδιά των δέντρων κινούνται. Οι ομπρέλες χρησιμοποιούνται μετά δυσκολίας.
7	Σφοδρός Άνεμος	28-33	13,9-17,1	50-61	32-38	Ο άνεμος κουνάει τα δέντρα εξ ολοκλήρου. Το βάδισμα αντίθετα προς τον άνεμο καθίσταται δύσκολο.
8	Θυελλώδης άνεμος	34-40	17,2-20,7	62-74	39-46	Ο άνεμος θραύει κλώνους και παρεμποδίζει το βάδισμα.
9	Θύελλα	41-47	20,8-24,4	75-88	47-54	Ελαφρές ζημιές στις οικοδομές.
10	Ισχυρά θύελλα	48-55	24,5-28,4	89-102	55-63	Εκριζώνονται δέντρα. Σημαντικές ζημιές στις οικοδομές.
11	Σφοδρά θύελλα	56-63	28,5-32,6	103-117	64-72	Απαντάται σπανιότατα. Συνοδεύεται από ζημιές σε μεγάλο βαθμό.
12	Τυφώνας	64-71	32,7-36,9	118-133	73-82	

2.1.3΄Υψος και Περίοδος κύματος

Το ΣΧ 1.4 μας δίνει την κοινή πιθανότητα του σημαντικού ύψους κύματος και του T_z (περίοδος κύματος) σύμφωνα με Global Wave Statistics, BMT Fluid Mechanics. Οι σειρές δίνουν διαφορετικά σημαντικά ύψη κύματος σε μέτρα και οι στήλες την περίοδο του κύματος σε δευτερόλεπτα. Η πιθανότητα φαίνεται σε ποσοστά επί της χιλίης, έτσι ώστε ο αριθμός 78 αναπαριστά την πιθανότητα 0.078 ή 7,8%.



Sig Hgt (m)		7	53	170	269	247	151	68	25	8	2	Obs 1000
> 14												
13 to 14												
12 to 13												
11 to 12												
10 to 11												1
9 to												2
8 to 9						1	1	1	1			4
7 to 8					1	2	2	2	1			8
6 to 7					2	4	5	4	2	1		19
5 to 6				2	6	12	12	7	3	1		44
4 to 5				5	19	29	25	14	5	2		99
3 to 4			2	18	48	59	41	19	6	2		195
2 to 3			8	46	89	82	44	16	4	1		291
1 to 2		1	22	72	88	53	20	5	1			263
0 to 1		5	20	27	15	5	1					74
	< 4	4 ~ 5	5 ~ 6	6 ~ 7	7 ~ 8	8 ~ 9	9 ~ 10	10 ~ 11	11 ~ 12	12 ~ 13	> 13	

ΣΧΗΜΑ 2.1.3-0-1 Σημαντικό ύψος κύματος-περίοδος κύματος

Για να γίνει ευκολότερη η κατανόηση του πίνακα τα κελιά χρωματίζονται ως εξής:

-Κόκκινο -Πιθανότητα της τάξεως του 9.95% ή παραπάνω.

- Κίτρινο -Πιθανότητα μεταξύ των τιμών 0.95% και 9.95%.

- Πράσινο -Πιθανότητα μεταξύ των τιμών 0.05% και 0.95%.

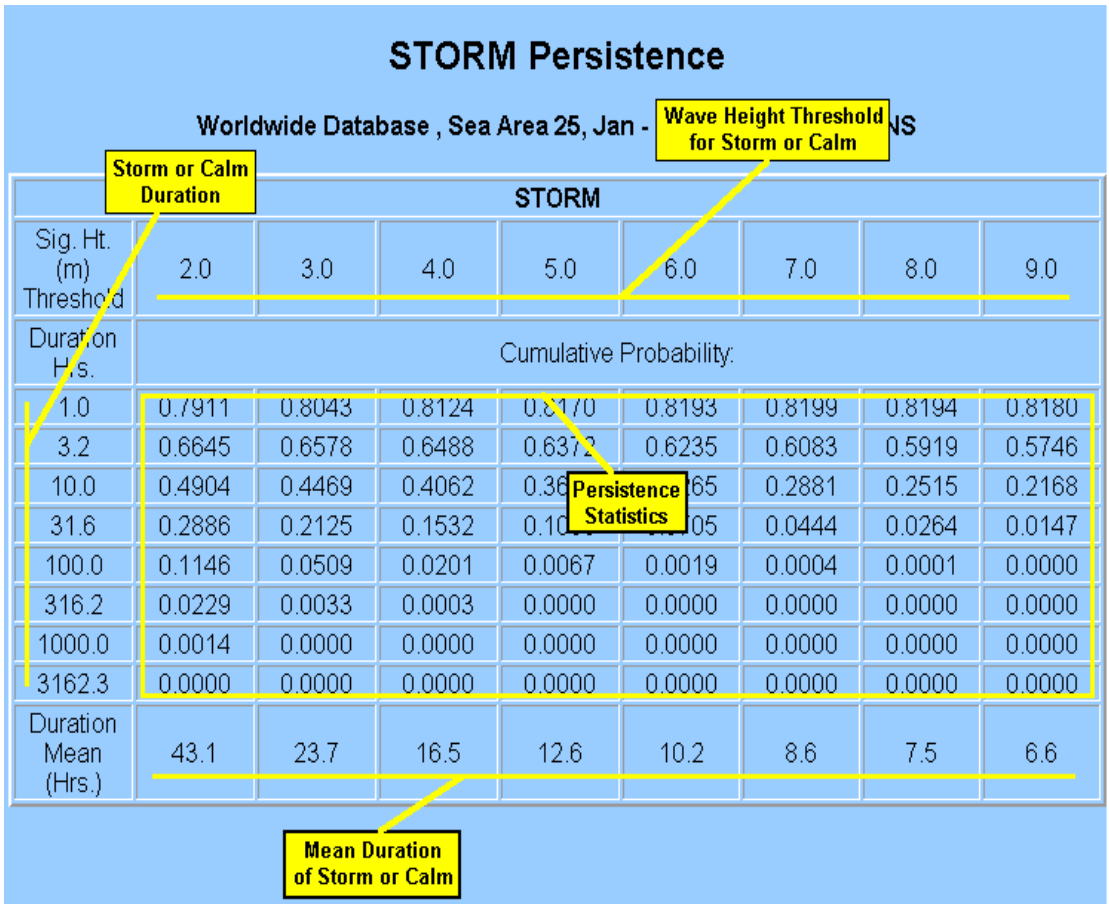
- Λευκό -Πιθανότητες μικρότερες από 0.05%.

Η δεξιά ακριανή στήλη του σχήματος 2.1.3-1 δίνει τη συνολική πιθανότητα για το ύψος(πιθανότητα του ύψους κύματος ανεξάρτητα της περιόδου). Παρομοίως, η πρώτη σειρά δίνει τη συνολική πιθανότητα της εκάστοτε περιόδου κύματος (ανεξαρτήτου ύψους κύματος). Αυτές οι συνολικές πιθανότητες είναι χρωματισμένες με τον ίδιο τρόπο που είναι και οι συνδυασμένες πιθανότητες στο κέντρο του πίνακα.

Πρέπει να σημειωθεί ότι οι πιθανότητες που φαίνονται στον πίνακα έχουν στρογγυλοποιηθεί ως προς το κοντινότερο χιλιοστό με αποτέλεσμα το άθροισμα κάτω δεξιά και πάνω δεξιά να μη μας δίνει πάντα ακριβώς 1000.

2.1.4 Πιθανότητα Καταιγίδας

Τα στατιστικά στοιχεία της διατήρησης μίας καταιγίδας μας δείχνουν την πιθανότητα συνεχών περιόδων καταιγιστικού ή ήρεμου καιρού. Η πιθανότητα να παραμένει ο καιρός ήρεμος για μία συγκεκριμένη περίοδο, είναι ζωτικής σημασίας για όσους προγραμματίζουν μεγάλες σε διάρκεια ναυτικές επιχειρήσεις οι οποίες απαιτούν ήρεμο καιρό.



	STORM							
Sig. Ht. (m) Threshold	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0
Duration Hrs.	Cumulative Probability:							
1.0	0.7911	0.8043	0.8124	0.8170	0.8193	0.8199	0.8194	0.8180
3.2	0.6645	0.6578	0.6488	0.6372	0.6235	0.6083	0.5919	0.5746
10.0	0.4904	0.4469	0.4062	0.3665	0.3305	0.2881	0.2515	0.2168
31.6	0.2886	0.2125	0.1532	0.1105	0.0805	0.0444	0.0264	0.0147
100.0	0.1146	0.0509	0.0201	0.0067	0.0019	0.0004	0.0001	0.0000
316.2	0.0229	0.0033	0.0003	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
1000.0	0.0014	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
3162.3	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Duration Mean (Hrs.)	43.1	23.7	16.5	12.6	10.2	8.6	7.5	6.6

Σχήμα 2.1.4-1 Storm persistence

Ως όροι των στατιστικών διατήρησης :

Καταιγίδα : Μία συνεχής περίοδος χρόνου κατά την οποία το σημαντικό ύψος κύματος είναι πάνω από ένα συγκεκριμένο όριο. Η διάρκεια της καταιγίδας είναι ο

χρόνος από τη στιγμή που το ύψος ξεπερνάει το όριο μέχρι τη στιγμή που γίνεται πάλι χαμηλότερό του.

Ηρεμία : Μία συνεχής περίοδος χρόνου κατά την οποία το σημαντικό ύψος κύματος είναι κάτω από ένα συγκεκριμένο όριο. Η διάρκεια της Ηρεμίας είναι το σύνολο του χρόνου από τη στιγμή που το ύψος κύματος γίνεται μικρότερο του ορίου μέχρι να το ξαναξεπεράσει.

Για κάθε επιλεγμένο όριο ύψους κύματος, ο καιρός θεωρείται σα μία εναλλαγή από <καταιγίδες> σε <ηρεμίες>. Στατιστικά της διατήρησης είναι εκείνα της διάρκειας αυτών των εναλλασσόμενων περιόδων καταιγίδας και ηρεμίας. Αυτά τα στατιστικά μπορούν να παρουσιαστούν με έναν από τους εξής τρεις τρόπους :

1. Αθροιστική πιθανότητα : Αυτή η επιλογή μας δίνει την πιθανότητα μιας ήδη υπάρχουσας καταιγίδας (ή ηρεμίας) η οποία διαρκεί για μία δεδομένη περίοδο χρόνου. Είναι πολύ σημαντικό να υπογραμμίσουμε ότι αναφέρεται σε μία ήδη υπάρχουσα καταιγίδα και δεν περιλαμβάνει την πιθανότητα να συναντήσουμε ένα δεδομένο ύψος κύματος μία οποιαδήποτε στιγμή. Για αυτό, για παράδειγμα, αν το σημαντικό ύψος κύματος είναι στην παρούσα φάση 5 μέτρα και η αθροιστική πιθανότητα του 0.32 είναι μαρκαρισμένη στον πίνακα της διατήρησης της καταιγίδας, για μία διάρκεια 10 ωρών στη στήλη των 5 μέτρων, αυτό σημαίνει ότι υπάρχει μία πιθανότητα της τάξης του 32% ότι η καταιγίδα θα συνεχίσει στο ίδιο επίπεδο(ή ακόμη ψηλότερα) για μία διάρκεια 10 ωρών. Εάν είχαμε τα ίδια ποσά στον πίνακα διατήρησης της ηρεμίας, αυτό θα σήμαινε πως θα υπήρχε μία πιθανότητα της τάξης του 32% η κατάσταση στη θάλασσα να παραμείνει στο ίδιο επίπεδο (ή χαμηλότερα) για μία συνολική διάρκεια 10 ωρών.

2. Αριθμός Συμβάντων: Αυτή η επιλογή μας δίνει τον αριθμό των φορών που μία καταιγίδα (μεγαλύτερη από το όριο ύψους κύματος) ή μία ηρεμία (χαμηλότερη από το όριο ύψους κύματος) η οποία διαρκεί τουλάχιστον για τη συγκεκριμένη χρονική διάρκεια, θα συμβεί μέσα σε μία δεδομένη περίοδο χρόνου. Πρέπει να σημειώσουμε ότι σύμφωνα με τη συνήθη παραδοχή για τα στατιστικά διατήρησης, ο αριθμός των συμβάντων δεν περιλαμβάνει περιπτώσεις μικρότερης διάρκειας οι οποίες συνδυάζονται για να δημιουργήσουν μία μεγαλύτερη διάρκεια. Δηλαδή τα συμβάντα μίας 3-ωρης διάρκειας για παράδειγμα δεν περιλαμβάνουν την περίπτωση 4Χ3-ωρων σε μία 12-ωρη.

3. Ποσοστό του χρόνου: Αυτή η επιλογή δίνει το ποσοστό του συνολικού χρόνου ο οποίος καταλαμβάνεται από καταιγίδες (ή ηρεμίες) τουλάχιστον για το δεδομένο χρόνο. Για παράδειγμα, αν θέλαμε να πραγματοποιήσουμε μια θαλάσσια επιχείρηση η οποία προυπόθετε ύψος κύματος μικρότερο τν 2 μέτρων για μία διάρκεια ίση ή μεγαλύτερη από 10 ώρες και το ποσοστό του χρόνου για ηρεμίες αυτού του ορίου και διάρκειας δινόταν 0.34, αυτό θα σήμαινε ότι θα είχαμε 34% πιθανότητα φθάνοντας στην τοποθεσία να συναντήσουμε την κατάλληλη ηρεμία(παρ' όλο που μπορεί κομμάτι της απαιτούμενης ηρεμίας να είχε ήδη περάσει).

Κάθε πίνακας διατήρησης(βλ σχήμα 2.1.4-1) μας δίνει στατιστικά είτε για καταιγίδες είτε για ηρεμίες πάντα όμως με έναν από του τους παραπάνω τρόπους παρουσίασης. Στην κορυφή της σελίδας υπάρχει ένας πίνακας του οποίου οι στήλες δείχνουν τα διαφορετικά όρια ύψους κύματος, ενώ οι σειρές τις διαφορετικές διάρκειες

καταιγίδας ή ηρεμίας. Το κυρίως μέρος του πίνακα περιέχει τα στατιστικά της επιλεγμένης διατήρησης. Η τελευταία σειρά του πίνακα μας δίνει τη μέση διάρκεια της καταιγίδας ή ηρεμίας για το εκάστοτε όριο ύψους κύματος.

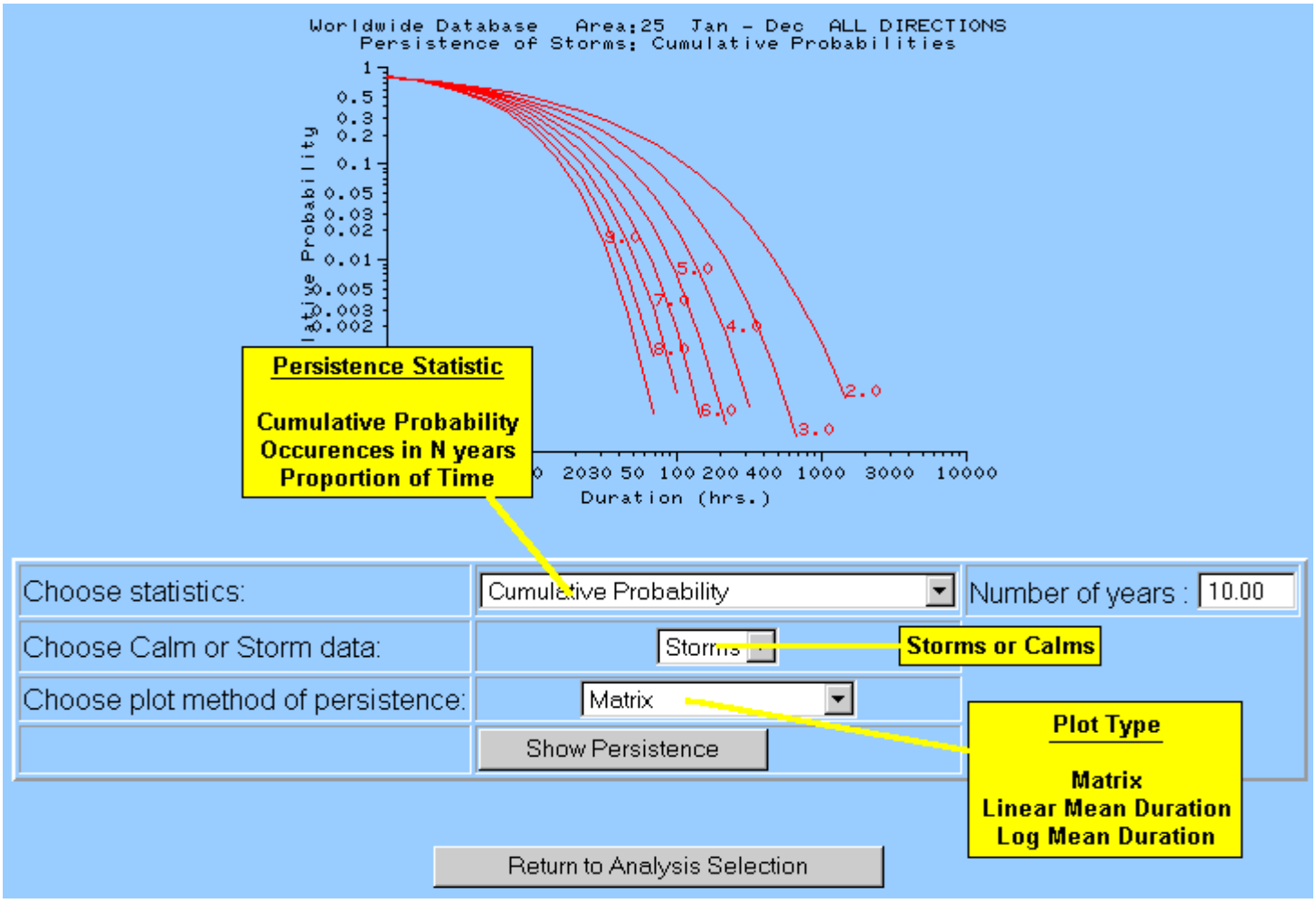
2.1. 5 Σχεδιάγραμμα Διατήρησης

Κάθε πίνακας διατήρησης ακολουθείται από ένα σχεδιάγραμμα διατήρησης το οποίο παρουσιάζει κάποια από τα δεδομένα του πίνακα (σχήμα 1.6). Για κάθε πίνακα υπάρχουν 3 πιθανά διαγράμματα :

1. Μήτρα : Αυτό είναι ένα σχεδιάγραμμα από το κυρίως σώμα του πίνακα διατήρησης. Έχει έναν αριθμό από καμπύλες για διαφορετικά όρια ύψους κύματος και παρουσιάζει συγκεκριμένα στατιστικά διατήρησης σα συνάρτηση της διάρκειας καταιγίδας ή ηρεμίας.

2. Γραμμική Μέση Διάρκεια : Αυτό δείχνει τη διακύμανση της μέσης διάρκειας καταιγίδας ή ηρεμίας σα συνάρτηση του ορίου ύψους κύματος. Η Μέση διάρκεια σχεδιάζεται σε γραμμικό άξονα.

3. Λογαριθμική Μέση Διάρκεια : Αυτό δείχνει τη διακύμανση της Μέσης διάρκειας της καταιγίδας ή ηρεμίας σα συνάρτηση του ορίου ύψους κύματος. Η Μέση διάρκεια σχεδιάζεται σε λογαριθμικό άξονα.



ΣΧΗΜΑ 2.1.5-1 Σχεδιάγραμμα διατήρησης ηρεμίας ή καταιγίδας

2.2Αντίσταση ρυμούλκησης

Η αντίσταση ενός πλοίου για δεδομένη ταχύτητα, ισοδυναμεί με τη δύναμη που χρειάζεται για να ρυμουλκηθεί το πλοίο στην ίδια ταχύτητα σε ήρεμο νερό.
Γενικά, μπορούμε να πούμε ότι η συνολική αντίσταση ρυμούλκησης μπορεί να διαιρεθεί στις εξής επιμέρους αντιστάσεις:

R_F : Αντίσταση τριβής
R_{wave} : Αντίσταση δημιουργίας και θραύσης κύματος
R_{wind} : Αντίσταση ανέμου
R_{seaway} : Αντίσταση κυματισμού
$R_{roughness}$: Αντίσταση λόγω τραχύτητας και ρύπανσης
$R_{shallow}$: Αντίσταση ρηχού νερού
$R_{appendage}$: Αντίσταση παρελκόμενων και επιδράσεις διαγωγής

Ίσως τα παραπάνω να φαίνονται σαν ένας απλός διαχωρισμός, στην πραγματικότητα όμως και κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες, οι παραπάνω αντιστάσεις έχουν επίδραση η μία πάνω στην άλλη, κάνοντας πολύ δύσκολο τον υπολογισμό της ολικής αντίστασης. Για να μπορέσουμε λοιπόν να θέσουμε σε εφαρμογή την Αρχή της Υπέρθεσης, πρέπει να πραγματοποιηθούν μερικές υποθέσεις.

Έτσι, στην περίπτωση της ρυμούλκησης η ταχύτητα παγκοσμίως θεωρείται δεδομένη και σταθερή στους 5 κόμβους. Αυτή η παραδοχή απλουστεύει το έργο μας καθώς πλέον δεν λαμβάνεται υπόψη η επίδραση που έχει η μία αντίσταση στην άλλη για ταχύτητες άνω των 5 κόμβων.

2.2.1 Αντίσταση Τριβής R_F

Η αντίσταση τριβής είναι η μεγαλύτερη συνιστώσα της ολικής αντίστασης και σε χαμηλές ταχύτητες μπορεί να αποτελεί ως και το 80% .
Ο William Froude το 1872 δημοσίευσε τα αποτελέσματα των ερευνών του που έδειχναν ότι :

$$R_F = FSV^n \qquad (2.1)$$

Όπου : F : σταθερά που εξαρτάται από την φύση και το μήκος της επιφάνειας
S : βρεχόμενη επιφάνεια
V : ταχύτητα ρυμούλκησης
n : μεταβλητή συναρτήσει της ταχύτητας

Το 1957 η ITTC (International Towing Tank Conference) υιοθέτησε έναν νέο τύπο :

$$C_F = 0{,}075/(\text{LogRe} - 2)^2 \qquad (2.2)$$

Όπου : C_F είναι ο συντελεστής της αντίστασης τριβής και
Re είναι ο αριθμός Reynolds

Ο αριθμός Reynolds από φυσικής άποψης αντιπροσωπεύει το λόγο των δυνάμεων αδράνειας προς τις συνεκτικές δυνάμεις.

$$Re = VL/\nu \qquad (2.3)$$

Όπου
V: ταχύτητα
L : μήκος επιφανείας
ν : κινηματική συνεκτικότητα

Στον παρακάτω πίνακα παραθέτονται τιμές της κινηματικής συνεκτικότητας ν για θαλασσινό νερό

Θερμοκρασία (C°)	ν (m^2/sec)
10	$1,354 * 10^{-6}$
11	$1,188 * 10^{-6}$
20	$1,054 * 10^{-6}$

Άρα, η αντίσταση τριβής μπορεί πλέον να οριστεί ως εξής :

$$R_F = C_F (\rho/2) S V^2 \qquad (2.4)$$

Για το εμβαδόν της βρεγμένης επιφανείας χρησιμοποιείται η προσεγγιστική φόρμουλα του Denny

$$S = 1,7 LT + LB CB \qquad (2.5)$$

Όπου : T = βύθισμα
B = πλάτος
CB=συντελεστής γάστρας

Τέλος μία φόρμουλα με αποδεκτά αποτελέσματα για πλοία μήκους 5-300m, είναι η εξής:

$$\mathbf{R_F = 1,8061\ L^{-0,0494}\ S\ (0,5144\ V)^{1,825} / 1000\ (KN)} \qquad (2.6)$$

Όπου :L είναι το μήκος του πλοίου σε m
S είναι το εμβαδόν της βρεχόμενης επιφάνειας σε m^2
V είναι η ταχύτητα ρυμούλκησης σε κόμβους

2.2.2Αντίσταση δημιουργίας και θραύσης κύματος R_{wave}

Όταν το ρυμουλκούμενο σώμα ταξιδεύει, τα «κινούμενα σημεία πίεσης» στην (ή κοντά στην ελεύθερη επιφάνεια) προκαλούν κύματα που απλώνονται μακριά από το σώμα και μεταφέρουν μαζί τους ορισμένο ποσό ενέργειας το οποίο διασκορπίζεται στη θάλασσα. Το ποσό ενέργειας αυτό το οποίο χρειάζεται για να διατηρηθεί το

σύστημα των κυματισμών, δαπανάται από το πλοίο, με αποτέλεσμα την δημιουργία αντίστασης.
Σε χαμηλές ταχύτητες όμως (όπως αυτές της ρυμούλκησης), τα κύματα που δημιουργούνται είναι μικρά , οπότε η αντίσταση είναι σχεδόν εξολοκλήρου αντίσταση τριβής. Γενικά, για μικρούς αριθμούς Froude (Fn < 0,35) μπορούμε να αγνοήσουμε την αντίσταση δημιουργίας κύματος και κατ' επέκταση την αντίσταση θραύσης κύματος.

2.2.3 Αντίσταση ανέμου R_{wind} και Αντίσταση κυματισμού R_{seaway}

Συνήθως οι συγκεκριμένες αντιστάσεις μελετώνται ξεχωριστά, όμως για τον σκοπό αυτής της μελέτης μπορούμε να τις συνδυάσουμε, ιδιαίτερα όταν πρόκειται για ένα ρυμούλκιο με μεγάλο μήκος.
Πολλές είναι οι φόρμουλες που χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό της αντίστασης ανέμου. Όπως :

$$\mathbf{R_{wind} = (0.0623\ V^2\ C_s\ C_n\ A) / 1000\ (tons)} \qquad (2.7)$$

V : η ταχύτητα ανέμου σε m/s
C_s: συντελεστής μορφής (0,5-1,25)
C_n: συντελεστής ύψους (μέχρι 15m =1 και 15-30m = 1,1)
A : εμβαδόν εκτεθειμένης επιφανείας σε m^2

Μία εναλλακτική φόρμουλα από τον Blendermann είναι η εξής :

$$\mathbf{R_{wind} = 0,5\ \rho_{air}\ u^2\ Z} \qquad (2.8)$$

$Z = (A_L\, CD_l \cos \varepsilon) / \{ 1 - 0,5\ \delta (1- (CD_l/CD_t))\ \sin^2 2\varepsilon\}$ $CD_{IAF} = CD_l (A_L/A_F)$

(2.9)

U : σχετική ταχύτητα ανέμου (m/s)
E : σχετική γωνία ανέμου (μοίρες)
δ : συντελεστής αξονικής δύναμης
A_L: εμβαδόν πλάγιας προβεβλημένης επιφανείας (m^2)
A_F : εμβαδόν πρωραίας εκτεθειμένης επιφανείας (m^2)
ρ_{air} : πυκνότητα αέρα =1,25 (kg/m^3)

Είδος πλοίου	CD_t	CD_{IAF}	δ
Ro-Ro	0,95	0,55	0,8
Ferry	0,9	0,45	0,8
δεξαμενόπλοιο LNG	0,7	0,6	0,5
Επιβατηγό	0,9	0,4	0,8
Δεξαμενόπλοιο σε κατάσταση ερματισμού	0,7	0,75	0,4
Drilling Vessel	1	0,9	0,1
Cargo ship	0,85	0,65	0,4

Η σχέση μεταξύ του αριθμού Beaufort (BN) και της ταχύτητας του ανέμου (u) μπορεί να υπολογιστεί κατά προσέγγιση ως εξής :

$$u = 0{,}836\ BN^{1,5} \qquad (2.10)$$

Η επιπρόσθετη αντίσταση λόγω κυματισμού μπορεί να ληφθεί μέσα από περίπλοκες δυναμικές αναλύσεις που χρησιμοποιούνται για τον προσδιορισμό κινήσεων και επιταχύνσεων με 6 βαθμούς ελευθερίας.

Στην πραγματικότητα δεν υπάρχει καμία εύκολη φόρμουλα η οποία να μας δίνει αποτελέσματα με ακρίβεια. Οι πληροφορίες επίσης βασίζονται και στην ακρίβεια των δημοσιευμένων στατιστικών δεδομένων ανέμου και θάλασσας.

Γενικά, η επιπρόσθετη αντίσταση λόγω κυμάτων είναι ανάλογη με το τετράγωνο του ύψους κύματος. Οπότε τελικά μία από τις φόρμουλες που χρησιμοποιούνται ευρέως είναι η εξής :

$$R_{wave} = 0{,}131\ RB\ h_w^2 \qquad (2.11)$$

Όπου : h_w είναι το ύψος κύματος
B είναι το πλάτος
R είναι συντελεστής μορφής (0,2 για πλοία, 0,31 - 0,45 για φορτηγίδες)

2.2.4 Αντίσταση λόγω τραχύτητας και ρύπανσης $R_{roughness}$

Η αντίσταση αυξάνεται σημαντικά όταν έχουμε να κάνουμε με τραχιές επιφάνειες. Η αύξηση αυτή ενδέχεται να φτάσει ως και 5% της αντίστασης τριβής.

Νέες βαφές ελαχιστοποιούν αυτό το είδος αντίστασης. Όμως όταν η βαφή φθαρεί και ξεκινήσει η ρύπανση της γάστρας (κάτι που συμβαίνει πολύ συχνά σε ρυμουλκήσεις πλοίων που οδεύουν για 'scrap'), τότε η επιπλέον αντίσταση μπορεί να φτάσει και το 10% της αντίστασης τριβής.

2.2.5 Αντίσταση ρηχού νερού $R_{shallow}$

Όταν το πλοίο βρίσκεται σε περιοχή μικρού βάθους η αντίσταση αυξάνεται σημαντικά. Το άμεσο αποτέλεσμα αυτής της αντίστασης είναι η μείωση της ταχύτητας ρυμούλκησης. Σε ρηχά νερά η πίεση κάτω από την γάστρα μειώνεται καθώς αυξάνεται η ταχύτητα. Αυτό προκαλεί την βύθιση του πλοίου και αλλαγή της διαγωγής του. Αν το πλοίο περιορίζεται και πλευρικά, παράλληλα με το μειωμένο βάθος, τότε το φαινόμενο της βύθισης επιδεινώνεται.
Η ταχύτητα κατά την οποία το φαινόμενο αυτό αρχίζει να παρατηρείται, δίνεται από τον εξής τύπο :

$$V = 4{,}7\ (h)^{0,5}\ (\text{knots}) \qquad (2.12)$$

όπου h είναι το βάθος του νερού.

Στις περισσότερες περιπτώσεις ρυμούλκησης η ταχύτητα είναι μικρή για να μπορέσει να δημιουργηθεί αυτό το φαινόμενο.

2.2.6 Αντίσταση παρελκόμενων και επιδράσεις διαγωγής $R_{appendage}$

Τα βασικά παρελκόμενα στα πλοία είναι τα παρατροπίδια (bilge keels), τα πηδάλια (rudders) , οι διαμορφώσεις εξόδου των αξόνων (boosings ή open shafts) , οι άξονες και τα στηρίγματα των αξόνων (struts). Όλα αυτά τα προσαρτήματα της γάστρας δίνουν πρόσθετη αντίσταση.
Υπάρχουν πολλοί τύποι με τους οποίους μπορούμε να υπολογίσουμε την αντίσταση όλων των παραπάνω παρελκόμενων, μερικοί από τους οποίους είναι αρκετά περίπλοκοι. Σε οποιαδήποτε περίπτωση, η γνώση της γεωμετρίας των παρελκόμενων είναι απαραίτητη στους υπολογισμούς.
Παρ' όλα αυτά για ταχύτητες ρυμούλκησης γύρω στους 5 κόμβους η αντίσταση όλων των παραπάνω είναι μικρότερη από 7% της ολικής αντίστασης.
Στις ρυμουλκήσεις η έλικα θεωρείται και αυτή προσάρτημα της γάστρας αφού από την στιγμή που δεν παράγει έργο, δημιουργεί αντίσταση η οποία υπολογίζεται ως εξής:

$$F = C_D (\rho/2) V^2 (\pi d^2)/4 \, n = (C_D \rho \pi/8) V^2 d^2 \qquad (N) \qquad (2.13)$$

Όπου

$C_D = 1,1$
$\rho = 1025$ (kg/m^3)
D = διάμετρος έλικας (m)
n = αριθμός ελίκων
V = ταχύτητα ρυμούλκησης (m/s)

Τέλος, σε χαμηλές ταχύτητες, το αυξημένο πρυμναίο βύθισμα κάνει το βυθισμένο τμήμα της πρύμνης πιο «γεμάτο». Στις ρυμουλκήσεις συνιστάται ένα ποσοστό της τάξης του 1% του μήκους πρυμναία διαγωγή η οποία διευκολύνει τους ελιγμούς. Η πρόσθετη αυτή αντίσταση λόγω διαγωγής είναι γενικά πολύ χαμηλή.

Έχοντας υπολογίσει την αντίσταση τριβής του πλοίου και όλων των λοιπών αντιστάσεων, εύκολα μπορεί να πραγματοποιηθεί ο υπολογισμός της ολικής αντίστασης R_T .

$$\mathbf{R_T = R_F + R_W + R_A + R_S + R_{roughness}} \qquad (2.14)$$

Σύμφωνα με τις οδηγίες του IMO για ασφαλείς ρυμουλκήσεις, το πλοίο πρέπει να ρυμουλκηθεί κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες, οι οποίες είναι :

Ταχύτητα ανέμου : 20 m/s (στην κλίμακα Beaufort ισοδυναμεί με 8)
Σημαντικό ύψος κύματος : 5 m (περίπου 12-15 m πραγματικό ύψος κύματος)
Ρεύμα : 0,5 m/s

Η δύναμη που μπορεί να διαθέσει το ρυμουλκό είναι συνάρτηση της ταχύτητας ρυμούλκησης. Με αύξηση της ταχύτητας έχουμε μείωση της δύναμης.

Διαφορετικά, ένας ακόμη τύπος που χρησιμοποιείται τον υπολογισμό του συνεχόμενου Bollard Pull είναι :

$$\mathbf{R_T = 0,75\ BP} \qquad (2.15)$$

Ένας ακόμη τύπος που θα χρησιμοποιήσουμε παρακάτω στην εργασία και δίνει λογικά αποτελέσματα για την απαιτούμενη ιπποδύναμη Ρυμούλκησης είναι ο εξής:

$$N = \frac{2,1 \times Rz \times V}{145,7} \qquad \text{όπου } Rz = 6 X L (T + B/2) + 3000....[\ kg\ ] \quad (2.16)$$

Όπου Rz είναι η ολική αντίσταση Ρυμούλκησης και N η απαιτούμενη ιπποδύναμη Ρυμούλκησης.

Λόγω Ρυμούλκησης σε ανοιχτή θάλασσα έχουμε μία προσαύξηση της τάξης του 80% στην ελάχιστη απαίτηση για ιπποδύναμη του ρυμουλκού. Δηλαδή N1=1,8*N

2.2.7 Στατική ιπποδύναμη ρυμουλκού (Bollard Pull)

Στο σημείο αυτό θα ήταν πολύ χρήσιμο να εξηγήσουμε τον όρο Στατική ιπποδύναμη ρυμουλκού την οποία από εδώ και στο εξής θα χρησιμοποιούμε με την αγγλική και πιο διαδεδομένη της ονομασία, Bollard Pull.

Ορισμός
Το Bollard Pull είναι ένας παγκοσμίως αποδεκτός τρόπος για τον προσδιορισμό της επίδοσης ενός ρυμουλκού. Παρ' όλα αυτά οι τρόποι μέτρησης και οι ορισμοί διαφέρουν και για αυτό δε μπορούν να γίνουν με ασφάλεια συγκρίσεις ανάμεσα στα πλοία. Ακόμα και σε αδελφά πλοία το Bollard Pull μπορεί να διαφέρει σημαντικά.

Το Bollard Pull είναι η στατική δύναμη που ασκείται από το ρυμουλκό σε ένα σταθερό σχοινί ρυμούλκησης. Είναι ο πιο διαδεδομένος στάνταρντ τρόπος μέτρησης της δυνατότητας ρυμούλκησης ενός ρυμουλκού. Υδροδυναμικά είναι απλώς και μόνο το αποτέλεσμα της ώθησης της έλικας και των δυνάμεων που αλληλεπιδρούν με τη γάστρα.

Μέτρηση
Το πραγματικό Bollard Pull μπορεί να μετρηθεί μόνο σε πλήρη έκταση μέσω των επονομαζόμενων Bollard Pull δοκιμών. Δυστυχώς τα αποτελέσματα των τεστ δεν εξαρτώνται μόνο από τις επιδόσεις του ρυμουλκού του ίδιου αλλά και από τη χρησιμοποιούμενη μέθοδο και τις συνθήκες του περιβάλλοντος.

Στοιχεία Εξάρτησης
Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως το Bollard Pull είναι ένα αποτέλεσμα της ώθησης της έλικας με κάποια επιρροή από την αλληλεπίδραση της έλικας με τη γάστρα του ρυμουλκού. Γι' αυτό σε έναν ιδανικό κόσμο το Bollard Pull θα ήταν αποκλειστικά ανάλογο με τη διάμετρο της έλικας και τη διαθέσιμη ιπποδύναμη της μηχανής. Φυσικά, το σχέδιο της έλικας και η χρήση ακροφυσίου ακόμη και ενός υψηλής απόδοσης θα έχει πάντα μία επιρροή, αν και μικρότερης έκτασης.

Τι επηρεάζει το Bollard Pull;
Η ώθηση της έλικας είναι ένας γνωστός και πολύ καθοριστικός παράγοντας καθώς και οι αλληλεπιδρόμενες δυνάμεις μεταξύ έλικας και γάστρας είναι σχετικά μικρές, όμως τα ρυμουλκά δεν αποδίδουν πάντα το ίδιο. Αυτό που δημιουργεί την αβεβαιότητα είναι κυρίως οι συνθήκες του περιβάλλοντος και του τεστ.

Τοποθεσία δοκιμών
Ο τόπος των δοκιμών έχει μία πολύ σημαντική επίδραση στα αποτελέσματα του Bollard Pull trial. Μία καλή τοποθεσία θα έπρεπε να επιτρέπει τη χρήση ενός αρκετά μακριού σχοινιού ρυμούλκησης, να είναι προστατευμένη από τον άνεμο και τα κύματα, να έχει πολύ βαθύ νερό και απουσία ρευμάτων. Τέτοιες τοποθεσίες φυσικά σπανίζουν για αυτό συνήθως γίνονται οι απαραίτητοι συμβιβασμοί. Για να μπορέσεις να κάνεις ένα καλό συμβιβασμό πρέπει να είσαι σε θέση να αναγνωρίζεις τη σημασία των διάφορων συνθηκών.

Είδη Bollard Pull

Sustained Bollard Pull
Το συγκεκριμένο είδος Bollard Pull είναι η μέση τιμή του Bollard Pull για μία συγκεκριμένη χρονική περίοδο, συχνά 5 – 10 λεπτών , όσο περίπου κρατάει ένα τεστ. Αν οι μετρήσεις κατά τη διάρκεια του τεστ δεν είναι συνεχείς, αλλά γίνονται με διαλείμματα 30 δευτερολέπτων, τότε το αποτέλεσμα είναι η μέση τιμή αυτών των μετρήσεων για το συγκεκριμένο διάστημα.
Maximum Static Bollard Pull
Το συγκεκριμένο είδος παίρνει πάντα υψηλότερη τιμή από αυτή του Sustained Bollard Pull , καθώς είναι η μέση τιμή από την υψηλότερη 30 δευτερολέπτων μέτρηση κατά τη διάρκεια του τεστ. Όπως και παραπάνω, αν οι μετρήσεις γίνονται με διαλείμματα 30 δευτερολέπτων Maximum Static Bollard Pull είναι η υψηλότερη μέση τιμή 2 συνεχόμενων μετρήσεων.

Maximum Bollard Pull
Είναι η υψηλότερη καταγεγραμμένη τιμή. Το Maximum Bollard Pull μπορεί να διαφέρει σημαντικά από το Sustained Bollard Pull και δε θα έπρεπε να αναφέρεται απλά ως Bollard Pull.

Brazilian Bollard Pull
Στη Βραζιλία είναι σύνηθες ένα Bollard Pull τεστ να γίνεται για μεγαλύτερη περίοδο από 5-10 λεπτά, αντιθέτως κρατάει περίπου μία ώρα. Λόγω της αναπόφευκτης ροής του νερού επειδή είναι μεγάλη η διάρκεια του τεστ οι τιμή του Bollard Pull μειώνεται όσο περνάει ο χρόνος και για αυτό το Brazilian Bollard Pull είναι σημαντικά χαμηλότερο από ένα Sustained Bollard Pull διάρκειας 5-10 λεπτών.

Marketing Bollard Pull
Το Marketing Bollard Pull είναι οτιδήποτε το μάρκετινγκ ενός ρυμουλκού ή του σχεδιασμού ενός ρυμουλκού θα απαιτούσε. Πολύ συχνά χρησιμοποιείται υπερβολικό Bollard Pull ή μία διαφορετική από την αληθινή τιμή. Αδιαμφισβήτητα, το Marketing Bollard Pull είναι σχεδόν πάντα <ευσεβής πόθος> του πλοιοκτήτη και η τιμή που χρησιμοποιείται είναι πολύ υψηλότερη από αυτή που λογικά μπορεί να τραβήξει το ρυμουλκό. Παρ' όλα αυτά , για να γίνουν τα πράγματα ακόμη δυσκολότερα, πολλοί ακόμα χρησιμοποιούν τις πραγματικές τιμές Bollard Pull οι οποίες βγαίνουν από τα

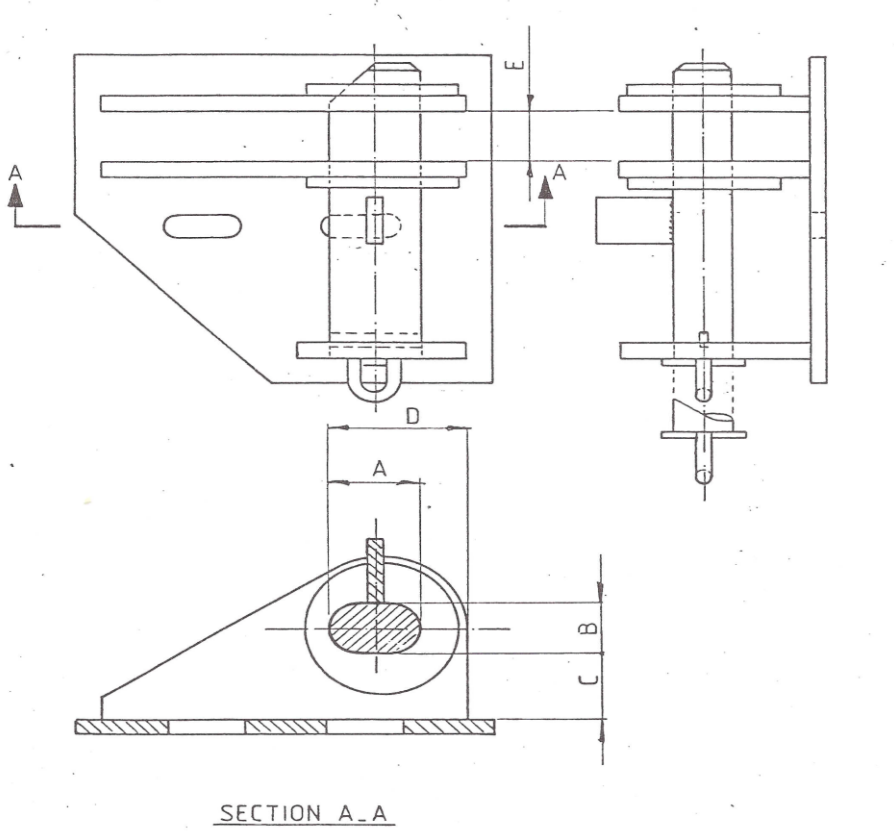
τεστ. Αυτό κάνει ακόμη δυσκολότερο να ανιχνεύσει κανείς ποια είναι η πραγματική τιμή και ποια ο <ευσεβής πόθος> του πλοιοκτήτη.

Συμπερασματικά
Το θεωρητικό Bollard Pull ενός ρυμουλκού μπορεί να υπολογιστεί με μια σχετικά καλή ακρίβεια, με απόκλιση της τάξης του 3-4 %, όμως τα αποτελέσματα από τα Bollard Pull τεστ μπορούν ακόμα να είναι μακριά από τα προσδοκώμενα, ακόμα και αν τηρηθούν όλες οι απαραίτητες προϋποθέσεις που έχουν οριστεί από τους νηογνώμονες. Ευχή όλων είναι στο κοντινό μέλλον να υπάρξει μία παγκοσμίως αποδεκτή μέθοδος για τον υπολογισμό του Bollard Pull, που θα έχει αποδεκτούς ορισμούς και διορθώσεις.

2.3 Υπολογισμός Αντοχής

Αμέσως μετά τον υπολογισμό της αντίστασης ρυμούλκησης και του απαιτούμενου Bollard Pull που θα χρειαστεί να διαθέσει το ρυμουλκό, το επόμενο βήμα περιλαμβάνει τον υπολογισμό της αντοχής ρυμούλκησης, ουσιαστικά δηλαδή του τρόπου δεσίματος.
Σε αρκετές περιπτώσεις ρυμούλκησης τα ρυμουλκούμενα σώματα δε φέρουν τον απαιτούμενο εξοπλισμό, δηλαδή τις απαραίτητες δέστρες, ή ακόμη ο υπάρχων εξοπλισμός δεν είναι ικανοποιητικός. Τότε είναι αναγκαίο να σχεδιάσουμε και να προσαρτήσουμε στο κατάστρωμα του σκάφους ένα ή και παραπάνω padeyes.

Padeye ονομάζεται μία διάταξη-μηχανισμός ο οποίος προσφέρεται ως σημείο σύνδεσης πάνω στα πλοία. Πρόκειται ουσιαστικά για ένα τύπο ατσαλένιου <δαχτυλιδιού> βιδωμένο ή συγκολλημένο στο κατάστρωμα ή στη γάστρα ενός σκάφους. Το (……2004) προτείνει την εξής μέθοδο για τον σχεδιασμό του.



ΣΧΗΜΑ 2.3 κατασκευαστικό σχέδιο Padeye

2.3.1 Σχεδιασμός Padeye

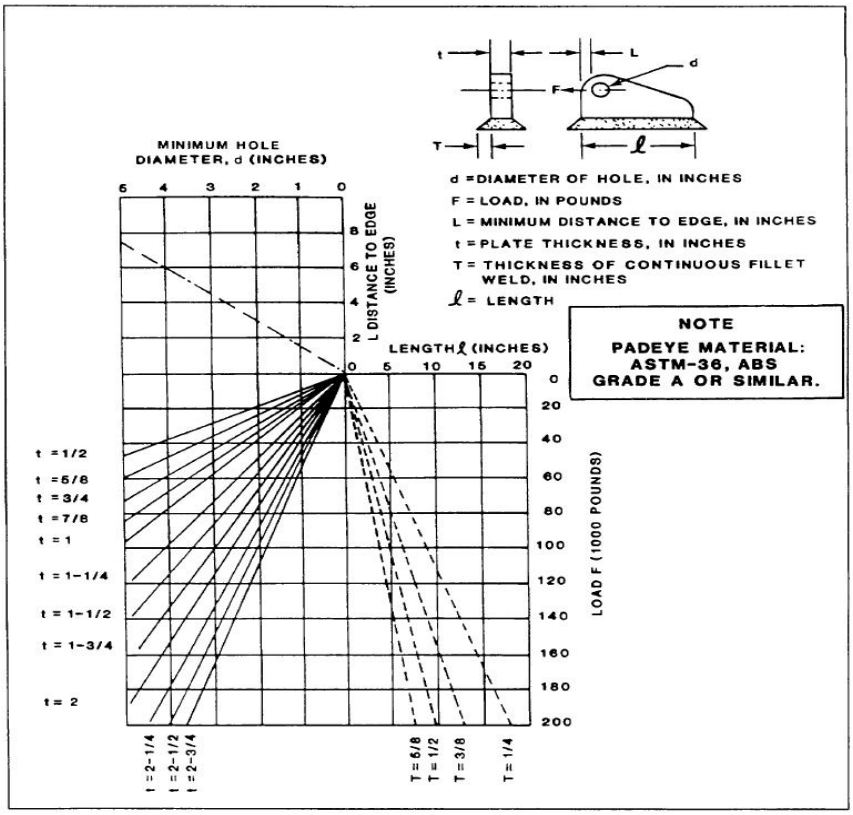
Η χρήση αυτής της μεθόδου προϋποθέτει ένα μίνιμουμ συντελεστή ασφαλείας 3 για όλα τα μοντέλα αστοχίας. Για παράδειγμα, εάν επιθυμούμε ένα Padaeye με φορτίο αστοχίας 240.000 lbs τότε οφείλουμε να χρησιμοποιήσουμε ως φορτίο σχεδίασης (F)=80.000lbs.
1) Υπολογίζουμε την αντίσταση ρυμούλκησης (F) όπως δείξαμε προηγουμένως και παράλληλα επιλέγουμε το πάχος του ελάσματος (t) που θέλουμε να έχει το Padeye.

2) Βρίσκουμε το σημείο τομής της δύναμης (F) και του πάχους ελάσματος(t).
(βλ σχήμα 3.2)

3) Σχεδιάζουμε μία κάθετη γραμμή από το σημείο τομής παραπάνω για να αποφασίσουμε τη μίνιμουμ διάμετρο τρύπας (d).

4) Στο σημείο τομής της κάθετης γραμμής που σχεδιάσαμε στο 3 με την άνω διακεκομμένη γραμμή, σχεδιάζουμε μία οριζόντια γραμμή για να αποφασίσουμε την απόσταση της τρύπας από την άκρη του ελάσματος (L). Αυτή η μίνιμουμ απόσταση ισχύει για όλες τις κατευθύνσεις γύρω από την τρύπα περιλαμβανομένης αυτής πάνω και κάτω από αυτή.

5) Για να αποφασίσουμε το μίνιμουμ μήκος (l) του Padeye, πρώτα επιλέγουμε το πάχος της προεξοχής της συγκολλημένης επιφανείας (T). Εκεί οπού το πάχος (T) τέμνεται με τη δύναμη (F) σχεδιάζουμε μία κάθετη γραμμή η οποία τέμνει τον άξονα του μήκους (l).



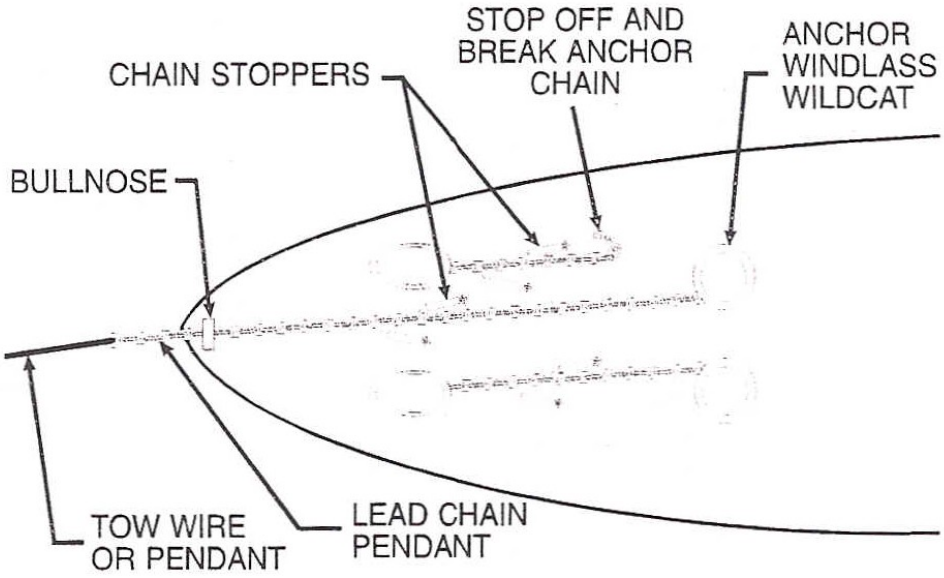
ΣΧΗΜΑ 2.3.1-1 Υπολογισμός Διαστάσεων Padaeye

2.3.2 Στοιχεία Εξάρτισης Ρυμούλκησης

Ο εξαρτισμός της ρυμούλκησης μπορεί να περιλαμβάνει μεμονωμένα στοιχεία ή δύο σκέλη αλυσίδων(μία δεξιά και μία αριστερά). Ο τύπος που θα χρησιμοποιήσουμε εξαρτάται από τον τύπο του πλοίου, από τα σημεία σύνδεσης, από τα διαθέσιμα συρματόσχοινα και από την απαιτούμενη δύναμη του καταστρώματος για να τραβήξει την αλυσίδα.
Το συρματόσχοινο αλλά και η διπλή αλυσίδα(δεξιά και αριστερά) πρέπει να συνδέονται με ένα κύριο συρματόσχοινο το οποίο με τη σειρά του συνδέεται με το συρματόσχοινο ρυμούλκησης.

1) Συρματόσχοινο ή εξαρτισμός ρυμούλκησης μονού σκέλους

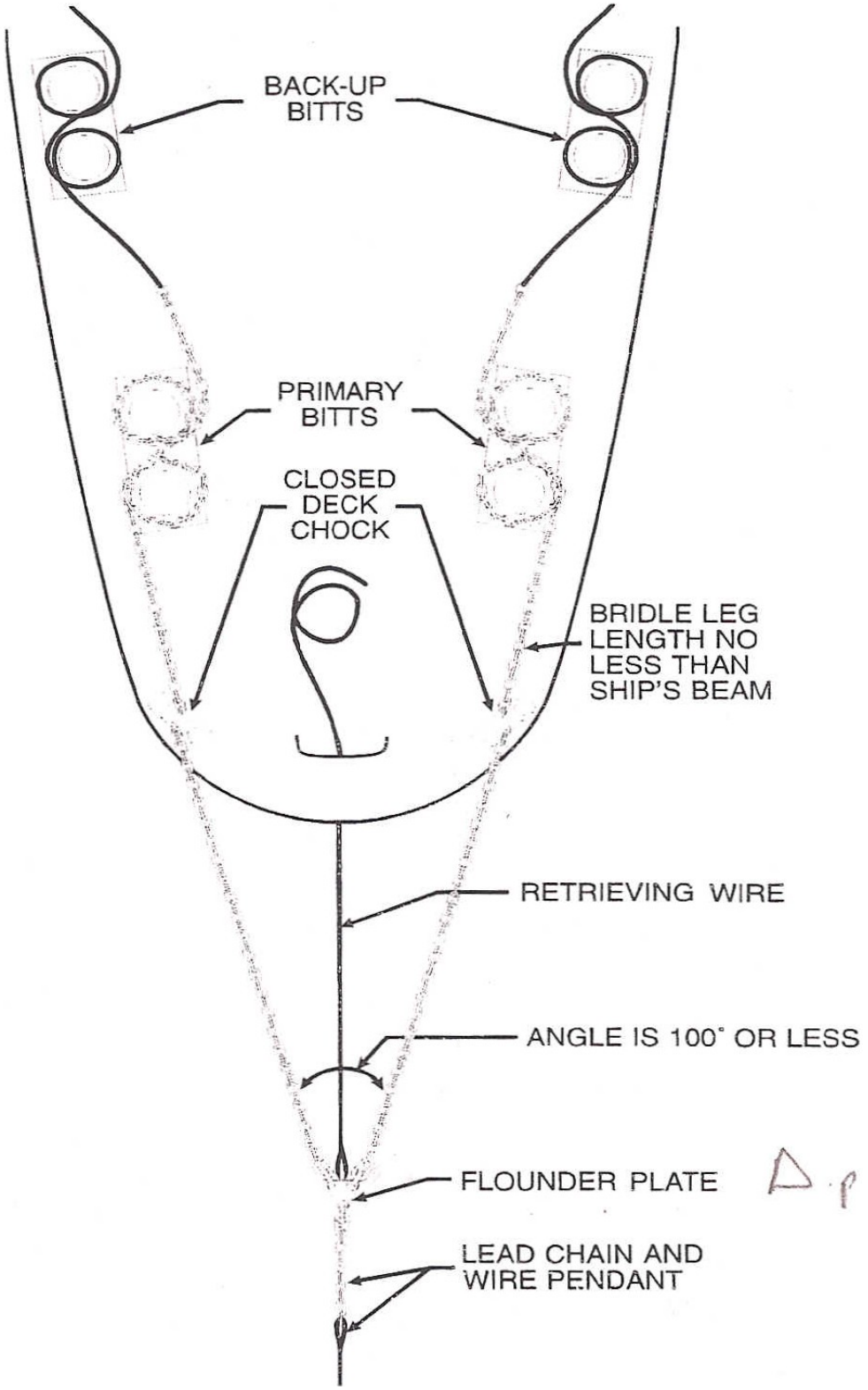
Οι εξαρτισμοί ρυμούλκησης ενός σκέλους είναι ο απλούστερος τρόπος για ρυμουλκήσεις πλοίων με κανονικές γραμμές ή για ρυμουλκήσεις ατυχημάτων.
Οδηγούμε μία μονή αλυσίδα ή βαρύ συρματόσχοινο από το Padeye ρυμούλκησης μέσω του bullnose στο συρματόσχοινο ρυμούλκησης.



ΣΧΗΜΑ 2.3.2-1 Μονοσκελής εξάρτιση ρυμούλκησης

2) Αλυσίδα ή εξαρτισμός ρυμούλκησης σε 2 σκέλη

Ο εξαρτισμός ρυμούλκησης που χωρίζεται σε 2 σκέλη(δεξιά και αριστερά) αποτελείται από αλυσίδα ή από βαρύ συρματόσχοινο ίσου μήκους με το πλάτος του ρυμουλκούμενου σώματος. Τα 2 σκέλη της αλυσίδας συνδέονται με μία τριγωνική πλάκα (flounder plate) μπροστά από την πλώρη του πλοίου. Η κύρια αλυσίδα συνδέει με τη σειρά της το flounder plate με το συρματόσχοινο ρυμούλκησης. Ένα εφεδρικό συρματόσχοινο συνδέει επίσης το flounder plate με το πρόστεγο του πλοίου.
Η περιγραφόμενη διάταξη φαίνεται στο σχήμα 2.3.2-2

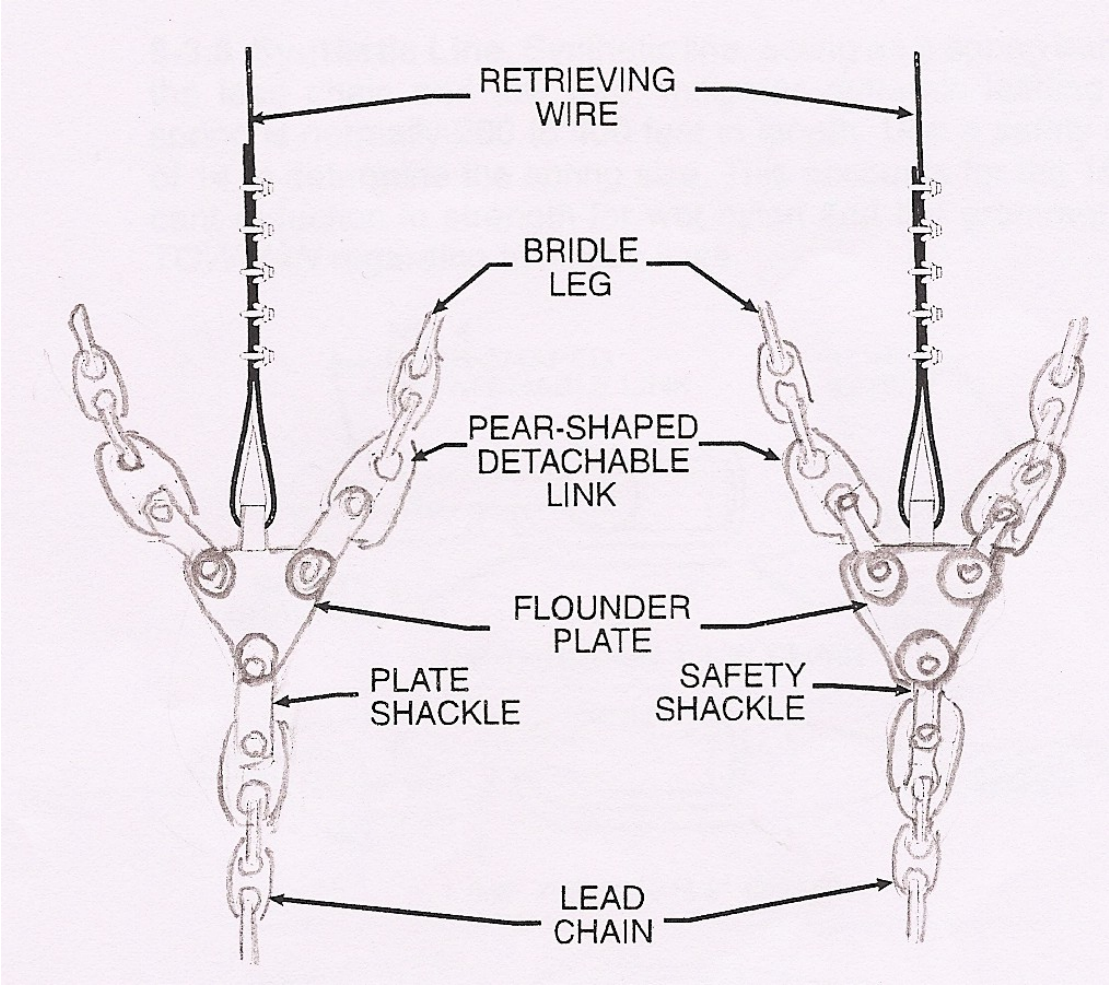


ΣΧΗΜΑ 2.3.2-2 Εξαρτισμό ρυμούλκησης σε 2 σκέλη

3) Κύρια αλυσίδα(Lead chain)

Κύρια αλυσίδα ονομάζεται η αλυσίδα που χρησιμοποιείται ως προέκταση του συρματόσχοινου ρυμούλκησης μέχρι το flounder plate κι αυτό γίνεται για να προσθέσουμε βάρος στο σύστημα (σχήμα 2.3.2-3). Σε αυτό το σημείο πρέπει να

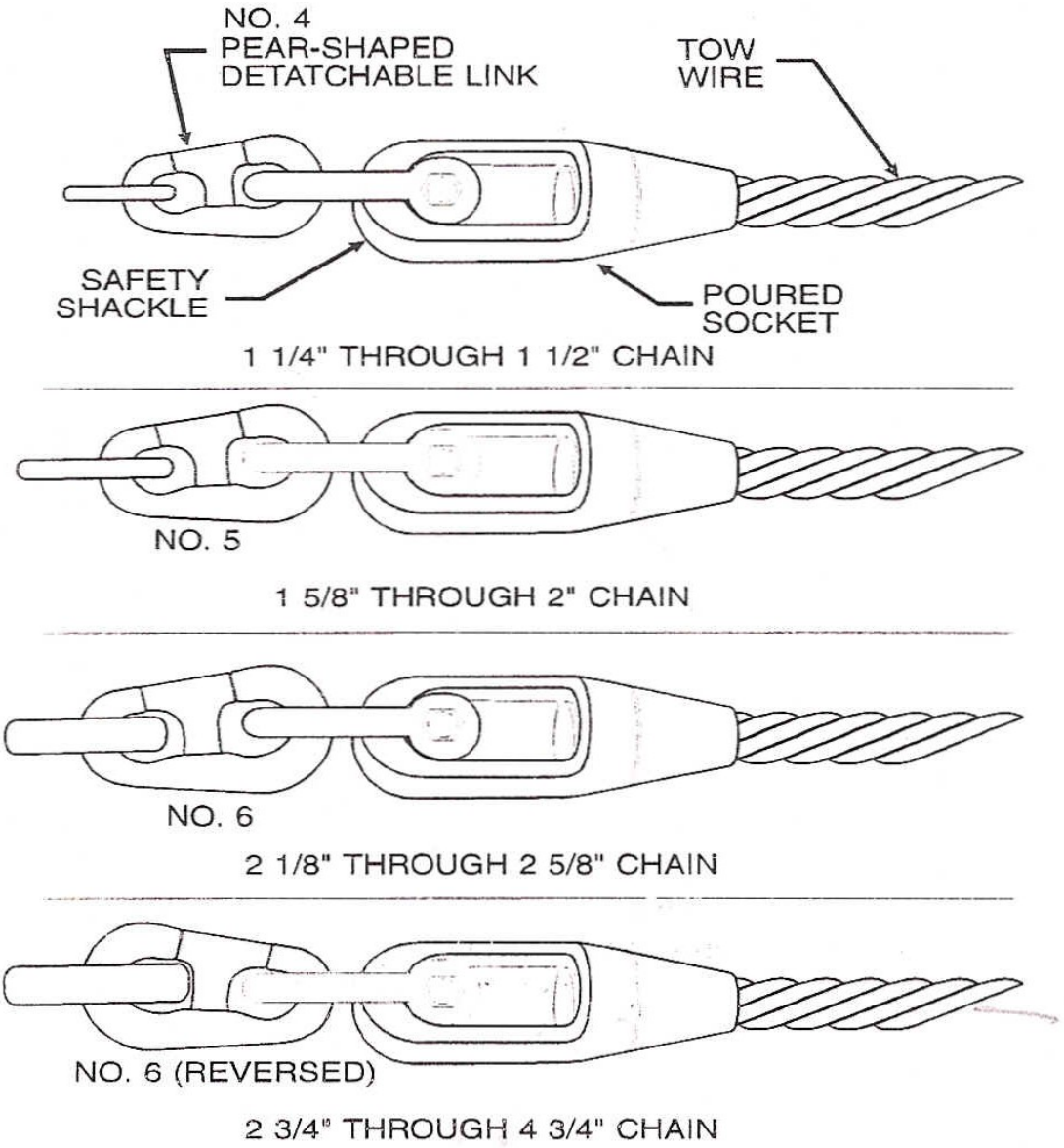
εξηγήσουμε ότι το συρματόσχοινο ρυμούλκησης δεν πρέπει να είναι τεντωμένο αλλά φτάνει πολλές φορές έως και 60 μέτρα κάτω από την επιφάνεια της θάλασσας, λειτουργώντας έτσι ως <σούστα>. Αυτό γίνεται ιδιαίτερα σε περιπτώσεις ρυμουλκήσεων ανοιχτής θαλασσής οπού υπάρχει η πιθανότητα το ρυμουλκό να βρεθεί στη κορυφή ενός κύματος και το ρυμουλκούμενο πλοίο στη κοιλάδα ή αντίστροφα. Γι' αυτό και αφήνουμε μεγάλο μήκος της αλυσίδας λάσκα η οποία λειτουργεί ως σούστα και δε τεντώνει ποτέ τελείως οπού τότε θα υπήρχε κίνδυνος καταστροφής του συστήματος σύνδεσης.



ΣΧΗΜΑ 2.3.2-3 Σύνδεση του Flounder Plate

4) Σύνδεση του εξοπλισμού

Πρέπει να γίνεται χρήση αποσπώμενων συνδέσεων αλυσίδας σωστού μεγέθους οι οποίες θα συνδέουν το συρματόσχοινο ρυμούλκησης με την κύρια αλυσίδα. Οι συνδέσεις αυτές περιλαμβάνουν φρένα αλυσίδων (chain stoppers), κλειδιά ασφαλείας (safety shackles), flounder plates. Οι τρόποι σύνδεσης του συρματόσχοινου ρυμούλκησης φαίνονται στο παρακάτω σχήμα 2.3.2-4



ΣΧΗΜΑ 2.3.2-4 Τρόποι σύνδεσης συρματόσχοινου

2.4Επιλογή ρυμουλκού

2.4.1 Είδος ρυμουλκού

Το είδος του ρυμουλκού που θα χρησιμοποιηθεί στη διαδικασία ρυμούλκησης πρέπει να είναι το πρώτο ζήτημα που αποφασίζεται. Είναι σχεδόν απίθανο ένα ρυμουλκό λιμανιού, ένα με πολύ χαμηλό βύθισμα ή ακόμη ένα ρυμουλκό με μονό βαρούλκο ρυμούλκησης, να μπορούσε να θεωρηθεί κατάλληλο για μία εκτεταμένη ρυμούλκηση ανοικτής θαλάσσης, ανεξαρτήτως της ιπποδύναμης και της στατικής δύναμης ρυμούλκησης (Bollard Pull) που προσέφερε. Με την ανάπτυξη των μικρών σε όγκο αλλά μεγάλης δύναμης ντιζελομηχανών, σχετικά μικρά ρυμουλκά έχουν πλέον τη δυνατότητα να ασκούν υψηλές στατικές δυνάμεις ρυμούλκησης. Η μεγάλη δύναμη βέβαια δεν είναι πολύ χρήσιμη σε περιπτώσεις που ένα μικρού εκτοπίσματος ρυμουλκό είναι συνδεδεμένο με ένα δεξαμενόπλοιο τύπου VLCC.

Τα ρυμουλκά με διπλές μηχανές έχουν αυξημένο δείκτη ασφαλείας και πολλές φορές προτιμούνται έναντι αυτών που έχουν μία, αρκεί φυσικά να μην έχουν μικρό βύθισμα.
Όπου τα ρυμουλκά έχουν επιθεωρηθεί από την κλάση τότε οι περιορισμοί σε περιοχές λειτουργίας που έχουν παρθεί, δίνουν ένα ξεκάθαρο οδηγό στο αν το ρυμουλκό είναι κατάλληλο για το συγκεκριμένο ταξίδι. Δεδομένου λοιπόν του μεγάλου αριθμού καλοδιατηρημένων ρυμουλκών, θα έπρεπε πολύ σπάνια να υπάρχει λόγος να χρησιμοποιηθεί ρυμουλκό χωρίς κλάση, τουλάχιστον για ρυμουλκήσεις ανοικτής θαλάσσης. Παρ' όλα αυτά, για περιορισμένες υπηρεσίες συνήθως προτιμούνται.

2.4.2 Στατική δύναμη ρυμούλκησης (Bollard Pull)

Όταν υπολογιστεί η απαιτούμενη Στατική δύναμη ρυμούλκησης, BP , μπορούμε να την συγκρίνουμε με τα στοιχεία του ρυμουλκού και να αποφασίσουμε αν είναι αρκετή. Πολλά ρυμουλκά έχουν περάσει BP τεστ και κατέχουν πιστοποιητικό από την Κλάση που δηλώνει τις δυνατότητες τους. Εξαιρετική φροντίδα πρέπει να δίνεται στο αν τα στοιχεία αυτά είναι πράγματι πιστοποιημένα ή εάν απλά βασίζονται στην άποψη του πλοιοκτήτη ότι το ρυμουλκό του είναι κατάλληλο.

Όταν δεν είναι διαθέσιμο κανένα πιστοποιητικό για την BP του ρυμουλκού , τότε μπορεί να προκύψουν διαφωνίες ανάμεσα στον επιθεωρητή και τον πλοιοκτήτη όσο αναφορά τις δυνατότητες του ρυμουλκού. Έχει αποδειχθεί εμπειρικά ότι μπορεί να υπάρξει συσχέτιση ανάμεσα στην ιπποδύναμη και το BP του ρυμουλκού, που δίνει λογικά αποτελέσματα :

A) για ρυμουλκά με ανοιχτό σύστημα προπέλας
80-120 bhp = 1 ton Bollard Pull
B) για ρυμουλκά με προπέλα μέσα σε κύλινδρο (ή παρόμοια σχεδίαση)
60-80 bhp = 1 ton Bollard Pull

Ακόμη και τα πιστοποιημένα στοιχεία όμως πρέπει να λαμβάνονται υπόψη με προσοχή. Το τεστ είναι από τη φύση του στατικό – το ρυμουλκό τραβάει ένα κάβο.
Αυτό το τεστ δείχνει την ικανότητα του σκάφους να κρατάει τη θέση του κόντρα σε μια αντίσταση, όταν αυτό που πραγματικά μας ενδιαφέρει είναι η διαθέσιμη δύναμη σε μία ταχύτητα ίση περίπου με 5 κόμβους. Για παράδειγμα ένα ρυμουλκό λιμανιού με ένα ρυμουλκό ανοιχτής θαλάσσης που έχουν την ίδια στατική δύναμη ρυμούλκησης, μπορεί να έχουν πολύ διαφορετικές δυνατότητες ρυμούλκησης σε μία ταχύτητα 7 κόμβων.

2.4.3 Υπερβολική στατική δύναμη ρυμούλκησης

Μία υπερβολή της απαιτούμενης BP για μία λογική ταχύτητα επιφέρει κινδύνους.
Συνέχεια εισέρχονται στην αγορά όλο και πιο συχνά ρυμουλκά σχετικά υψηλής δύναμης. Η πολύ υψηλή διαθέσιμη δύναμη επιτρέπει στα ρυμουλκά να κινούνται σε ταχύτητες ως και 9 με 10 κόμβους. Ενώ ένας αριθμός ρυμουλκούμενων πλοίων είναι σε θέση να υπερνικήσει τα φορτία που επιβάλλονται από τη θάλασσα σε αυτές τις ταχύτητες, αρκετά πλοία δεν μπορούν. Έτσι πλοία μικρού μεγέθους, φορτηγίδες με πλατύ σχήμα πλώρης και μικρό βύθισμα, μπορούν να υποστούν εκτεταμένες φθορές λόγω ρυμούλκησης σε ταχύτητες άνω των 6 με 7 κόμβων ακόμα και σε ήρεμες

θάλασσες. Σε περιπτώσεις που δεν υπάρχει πλήρωμα στο ρυμουλκούμενο σώμα για να το ελέγχει εν πλω, εκείνο μπορεί να υποστεί μεγάλη ζημιά ενώ το πλήρωμα του ρυμουλκού μισό μίλι μπροστά δεν γνωρίζει καθόλου τι συμβαίνει πίσω.

2.4.4 Περιορισμοί ταχύτητας και Στατικής δύναμης Ρυμούλκησης

Όπου είναι φανεροί οι κίνδυνοι ζημιάς του ρυμουλκούμενου σώματος από την πορεία του μέσα από τα κύματα, πρέπει να υπάρχουν περιορισμοί στην ταχύτητα και ύπαρξη άνω και κάτω ορίου στην ενδεδειγμένη BP. Αυτό περιστασιακά ενόχλησε τους ιδιοκτήτες υψηλής δύναμης ρυμουλκών οι οποίοι ήλπιζαν σε ένα γρήγορο και επικερδές ταξίδι.

Υποσχέσεις για περιορισμό της χρησιμοποιούμενης δύναμης συχνά δεν έχουν μεγάλη αξία. Είναι κομμάτι της ανθρώπινης φύσης να προσπαθεί να χρησιμοποιήσει περισσότερη δύναμη όταν αυτή είναι διαθέσιμη. Είναι σχεδόν αδύνατο να αποτρέψουμε τέτοιες ενέργειες ειδικά όταν ο καπετάνιος του ρυμουλκού γνωρίζει ότι κανένας δεν τον παρακολουθεί. Παράλληλα με το ρίσκο ζημιάς του ρυμουλκούμενου σώματος είναι υπαρκτός και ο κίνδυνος καταστροφής της μηχανής λόγω χρήσης υπερβολικής ισχύος.

2.4.5 Πολλαπλά ρυμουλκά

Όταν κανένα διαθέσιμο ρυμουλκό δεν μπορεί να ανταποκριθεί στις απαιτήσεις του ταξιδιού- συνήθως λόγω περιορισμών BP – τότε 2 ή και παραπάνω ρυμουλκά μπορεί να χρειαστούν. Τέτοιες περιπτώσεις είναι σπάνιες και συχνά έχουν να κάνουν με ειδικά σχέδια μεγάλης αξίας που προγραμματίζονται πολύ καιρό. Η χρήση 2 ή και παραπάνω ρυμουλκών προϋποθέτει άριστη επικοινωνία μεταξύ τους και το πιο βασικό, την ξεκάθαρη ανάθεση της εποπτείας σε ένα και μόνο καπετάνιο.

2.4.6 Αντοχή ρυμουλκού

Το ρυμουλκό προς επιλογή πρέπει να έχει αρκετή αντοχή για να βγάλει εις πέρας την συγκεκριμένη διαδικασία ρυμούλκησης. Ένα ποσοστό της τάξης του 25% επιπλέον πρέπει να λαμβάνεται υπόψη στον προγραμματισμό. Αυτό έχει να κάνει κυρίως με τα τρόφιμα, το πόσιμο νερό και τα καύσιμα. Το ρυμουλκό ενδέχεται να αντιμετωπίσει προβλήματα κατά τη διάρκεια του ταξιδιού, ειδικά σε περιπτώσεις που αναγκάζεται να διασχίσει έναν ωκεανό.

Όπως συμβαίνει και στην περίπτωση της στατικής δύναμης ρυμουλκού (BP) έτσι και για την αντοχή του, τα καταγεγραμμένα στοιχεία του δεν είναι πάντα αξιόπιστα. Ο εκάστοτε επιθεωρητής συμβουλεύεται να ελέγχει την χωρητικότητα καυσίμου και από τις γνώσεις του πάνω στην κατανάλωση καυσίμου που εξαρτάται και από τα χαρακτηριστικά της μηχανής να υπολογίζει την πιθανή αντοχή του σκάφους.. Όταν το ρυμουλκό δεν έχει δεξαμενιστεί για καθαρισμό της γάστρας και βάψιμο για πολύ καιρό, τότε πρέπει να υπάρχει μια προσαύξηση λόγω ρύπανσης της γάστρας.

Όταν υπολογιστεί η πιθανή αντοχή του ρυμουλκού, τότε πρέπει να γίνει μελέτη της προτεινόμενης διαδρομής για να βρεθούν διαθέσιμα σημεία για αναγκαστικό

ανεφοδιασμό. Ο ανεφοδιασμός στη θάλασσα δεν είναι πάντα ένα αποδεχτό σχέδιο και εκτελείται μόνο σε ειδικές και αναγκαίες περιπτώσεις. Θεωρητικά μπορούν να υπάρχουν εφεδρικά καύσιμα πάνω στο ρυμουλκούμενο σώμα. Η χρήση τους όμως στην ανοιχτή θάλασσα είναι πολύ δύσκολη υπόθεση. Εάν κάποιος έχει αποφασίσει να πραγματοποιήσει ανεφοδιασμό καυσίμων από το ρυμουλκούμενο σώμα, πρέπει να συμπεριλάβει στον προγραμματισμό της αποστολής και την επιλογή ασφαλών περιοχών (καταφυγίων) στις οποίες μπορεί να πραγματοποιηθεί η συγκεκριμένη διαδικασία με λογική πιθανότητα επιτυχίας.

Δεν είναι πάντα αξιόπιστη η ύπαρξη εφεδρικού καυσίμου στο ρυμουλκό ή ακόμη χειρότερα στο ρυμουλκούμενο σώμα κι αυτό γιατί πρέπει να λαμβάνεται υπόψη πάντα η πιθανότητα ζημίας αλλά και η ρύπανση του θαλάσσιου περιβάλλοντος λόγω της μεταφοράς καυσίμου. Γενικότερα ο ανεφοδιασμός ανάμεσα στα 2 σκάφη δεν είναι μία αποδεκτή πρακτική και ένας επιθεωρητής οφείλει να την επιτρέπει μόνο σε ακραίες περιπτώσεις.

2.4.7 Εξοπλισμός Ρυμουλκού

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, σε περιπτώσεις ρυμούλκησης ανοιχτής θαλάσσης, απαιτείται ρυμουλκό με διπλό βαρούλκο ρυμούλκησης. Στο παρελθόν πολλές υπερωκεάνιες ρυμουλκήσεις από σκάφη με μονό βαρούλκο στέφθηκαν με επιτυχία, όμως τη σήμερον ημέρα που η διαθεσιμότητα σε πολύ καλά εξοπλισμένα σκάφη είναι τεράστια, θα έπρεπε μόνο σε περιπτώσεις έκτακτης ανάγκης να χρησιμοποιούνται τέτοια ρυμουλκά για υπερωκεάνια ταξίδια. Τα ρυμουλκά με μονό βαρούλκο θεωρούνται πλέον αποδεχτά μόνο για μικρής διάρκειας ταξίδια ή ρυμουλκήσεις σε προστατευμένα νερά. Ανάμεσα στα υπόλοιπα είδη εξοπλισμού που θα έπρεπε να έχει ένα πραγματικό υπερωκεάνιο ρυμουλκό είναι και τα εξής :

i) Ένα μεγάλο εύρος και ποσότητα εφεδρικών ναυτικών κλειδιών, αλυσίδες (μουστάκια) ,κάβοι, εφεδρικά συρματόσχοινα.
ii) Κινητά εργαλεία κοπής και ηλεκτροσυγκόλλησης, όπως και ένα εύρος εργαλείων μαζί τους όπως ανυψωτικά και βοηθητικά συστήματα .
iii) Κινητές γεννήτριες και αντλίες αναρρόφησης, μπαλαντέζες και ισχυρά εργαλεία φωτισμού
iv) Βάρκες μεταφοράς και εργασίας
v)Ένας σύγχρονος δέκτης ασυρμάτου
vi) Πολλαπλά ραντάρ και δορυφορικός πλοηγός, σύγχρονο βυθόμετρο
vii) Χάρτες και βιβλία πλοήγησης που καλύπτουν όλο τον κόσμο με λογικές λεπτομέρειες
viii) Εξοπλισμός αποσύνδεσης

Σε περίπτωση κινδύνου ένα ρυμουλκό πρέπει να είναι σε θέση να μπορεί να απεμπλακεί ταχύτατα από το ρυμουλκούμενο σώμα. Παλαιότερα στα μικρά ρυμουλκά χρησιμοποιούνταν τσεκούρια για αυτό το σκοπό. Σήμερα είναι διαθέσιμα ένα εύρος γάντζων γρήγορης αποδέσμευσης καθώς και κοπτικά εκρηκτικά.

Κατά τη διάρκεια της εγκατάλειψης και αποδέσμευσης από το φορτίο είναι καλό να λαμβάνεται υπόψη και η μετέπειτα επαναφορά του. Για αυτές τις περιπτώσεις μπορεί να γίνει χρήση σημαδούρας. Σε αυτή την υψηλής ορατότητας σημαδούρα μπορούμε να ενσωματώσουμε μία σημαία καθώς και ένα πομπό ραντάρ.

2.4.8 Ειδικές καταστάσεις

Ένας επιθεωρητής μπορεί να έρθει αντιμέτωπος με επικίνδυνες καταστάσεις και ειδικές περιπτώσεις όπου δε μπορεί να βρεθεί κατάλληλο ρυμουλκό λόγω περιορισμένου διαθέσιμου χρόνου. Μερικές φορές μάλιστα η χρήση ρυμουλκού είναι αδύνατη, οπότε πρέπει να χρησιμοποιηθούν άλλου είδους σκάφη. Σε αυτές τις ειδικές περιπτώσεις ο χρόνος είναι συνήθως τόσο περιορισμένος που η διαδικασίες τις επιλογής και επιθεώρησης γίνονται σχεδόν ταυτόχρονα. Τα πιο σημαντικά σημεία που οφείλει ένας επιθεωρητής να αξιολογήσει είναι τα εξής :

i) Ιπποδύναμη φρένων(Break horsepower)
ii) Διαστάσεις της γάστρας (το σκάφος που αντικαθιστά το ρυμουλκό δεν πρέπει να είναι ούτε πολύ μεγάλο ούτε πολύ μικρό για να μπορέσει να φέρει εις πέρας με ασφάλεια τη ρυμούλκηση.)
iii) Ικανότητα ελιγμών
iv) Πεπειραμένο πλήρωμα και αξιωματικούς (κάποια σχετική εμπειρία μπορεί να αποδειχτεί πολύ σημαντική)
v) Διαθέσιμος εξοπλισμός για να πραγματοποιηθεί και να διαχειριστεί άρτια η σύνδεση με το ρυμουλκούμενο σώμα. (για παράδειγμα ένα συρματόσχοινο ασφαλείας θα ήταν εξαιρετικά χρήσιμο.)

Υπάρχει μια καταγεγραμμένη περίπτωση κατά την οποία είχε γίνει μία αίτηση για ρυμούλκηση η οποία δεν στηριζόταν στη χρήση ρυμουλκού. Το αντικείμενο προς ρυμούλκηση ήταν μία ελαφριά φορτηγίδα απλών διαστάσεων και μικρού βυθίσματος. Η συγκεκριμένη ρυμούλκηση προϋπέθετε ένα διήμερο ταξίδι σε γνωστών καιρικών συνθηκών νερά. Το προτεινόμενο σκάφος που θα αντικαθιστούσε το ρυμουλκό ήταν τύπου Ro-Ro σημαντικού μεγέθους με το κύριο κατάστρωμα του να απέχει πάνω από 10 μέτρα από το ύψος της θάλασσας. Το πλοίο προοριζόταν να πραγματοποιήσει το ταξίδι με την ταχύτητα του να βρίσκεται κοντά στους 16 κόμβους. Ο λόγος για τον οποίο έγινε αυτή η περίεργη επιλογή ρυμουλκού ήταν καθαρά οικονομικός καθώς θεωρείτο φθηνότερο μέσο από ένα πραγματικό ρυμουλκό. Προς μεγάλη έκπληξη όσων ενεπλάκησαν, το σχέδιο δεν εγκρίθηκε τελικά

2.4.9 Πλήρωμα

1) Προσόντα και εμπειρία του καπετάνιου και του πληρώματος

Το καλύτερα σχεδιασμένο και εξοπλισμένο ρυμουλκό δεν έχει μεγάλη αξία αν το διαχειρίζεται ένα φτωχά εκπαιδευμένο και άπειρο πλήρωμα και ένας ανεπαρκής καπετάνιος. Θα ήταν ουτοπία να πούμε ότι όλοι οι καπετάνιοι και τα πληρώματα τυγχάνουν επαρκούς εμπειρίας και ικανοτήτων όσο αναφορά τη ρυμούλκηση.

Η ρυμούλκηση είναι ένας ειδικός τομέας της ναυτιλίας. Ο επιθεωρητής πρέπει να διασφαλίζει ότι ο καπετάνιος έχει την απαραίτητη εμπειρία και ικανότητες καθώς και την κατάλληλη πιστοποίηση, ειδικά όταν πρόκειται για μεγάλες αποστάσεις ή εμπλέκονται φορτία υψηλής αξίας.

Φυσικά και τον καπετάνιο χρειάζεται να τον στηρίζει ένα αξιόλογο πλήρωμα . Όπου εμπλέκονται διεθνείς εταιρίες με πολύ καλή φήμη, τότε δεν αναμένονται προβλήματα σε αυτόν τον τομέα. Σε άλλες περιπτώσεις όμως ο επιθεωρητής θα βρεθεί σε θέση να χρειάζεται να απορρίψει τυχόν ακατάλληλο προσωπικό. Οι περισσότεροι πλοιοκτήτες υιοθετούν μια φυσιολογική συμπεριφορά αν ο επιθεωρητής είναι σε θέση να αποδείξει ότι το επιλεγμένο προσωπικό δεν είναι ικανό να φέρει εις πέρας την συγκεκριμένη αποστολή. Αυτό μπορεί να γίνει και με πρακτικό τρόπο, όπως για παράδειγμα αν ζητηθεί από το πλήρωμα και τον καπετάνιο να πραγματοποιήσει το ρυμουλκό έναν ελιγμό μέσα στο λιμάνι παρουσία αντιπροσώπων της πλοιοκτήτριας εταιρίας.

2) Πιστοποιητικά Επάρκειας

Τα Πιστοποιητικά Επάρκειας των αξιωματικών πρέπει να εξετάζονται και οι λεπτομέρειες να καταγράφονται- προτιμότερο είναι να κρατούνται φωτοτυπίες.
Τα Πιστοποιητικά που θα ελέγχονται πρέπει να είναι τουλάχιστον αυτά του καπετάνιου, του αρχιμηχανικού και του χειριστή ασυρμάτου.

Επιπλέον, πολλές φορές εκτός από τη σημείωση των λεπτομερειών του πιστοποιητικού του καπετάνιου καλό θα ήταν να ζητάει ο επιθεωρητής μία λίστα με τις ρυμουλκήσεις στις οποίες έχει πάρει μέρος. Είναι έτσι δυνατός ο έλεγχος της φήμης που ακολουθεί τον συγκεκριμένο καπετάνιο καθώς και του πλοιοκτήτη αν αυτό ανησυχεί ιδιαίτερα τον επιθεωρητή.

3) Παρατήρηση των επιδόσεων του πληρώματος

Όπου ο επιθεωρητής έχει αμφιβολίες για τις πιθανές επιδόσεις του πληρώματος, μπορεί αν θέλει να ζητήσει την εκτέλεση κάποιων ενεργειών οι οποίες θα αποδείξουν τον βαθμό ετοιμότητας και την ικανότητά τους.

Η γενικότερη κατάσταση στην οποία βρίσκεται το πλοίο κατά την επιθεώρηση, μπορεί να δείξει πολλά όσο αναφορά τον καπετάνιο και το πλήρωμα. Έτσι η κατάσταση και λειτουργία των αλυσίδων ή των ανυψωτικών συστημάτων για παράδειγμα, αποτελούν μία πολύ καλή ένδειξη για τις ικανότητες του πληρώματος.

2.4.10 Επιθεώρηση

Η επιθεώρηση των ρυμουλκών μπορεί γενικότερα να ακολουθήσει τη γραμμή επιθεώρησης των ρυμουλκούμενων σκαφών. Φυσικά τα ρυμουλκά χρησιμοποιούνται σε άριστη κατάσταση (δηλαδή δεν έχουν υποστεί ζημιά) και δεν κουβαλάνε φορτίο οπότε η επιθεώρηση γίνεται πιο εύκολα και ομαλά. Η επιθεώρηση γίνεται για να διαπιστωθεί αν τα σημεία που μελετήθηκαν και τα συμπεράσματα στα οποία φτάσαμε στη διαδικασία επιλογής ρυμουλκού, αντανακλούν όντως την πραγματικότητα της κατάστασης και το επιλεγμένο ρυμουλκό μπορεί όντως να φέρει εις πέρας την αποστολή. Συγκεκριμένα ζητήματα που χρίζουν ιδιαίτερης προσοχής είναι τα εξής :

1) Επαλήθευση δεδομένων
Τα στοιχεία που χρησιμοποιούνται στη διαδικασία επιλογής ρυμουλκού και πληρώματος πρέπει να επαληθεύονται. Αυτά περιλαμβάνουν :

- Κύριες διαστάσεις του πλοίου
- Κύρια μηχανή και ιπποδύναμη, έλικες, πηδάλια
- Βοηθητικές μηχανές που περιλαμβάνουν σεντίνες, αντλίες και γεννήτριες.
- Βίντσια ρυμούλκησης και βοηθητικά βίντσια, τρίγωνο κ πύροι ρυμούλκησης, αλυσίδες και συρματόσχοινα.
- Μηχανισμός ρυμούλκησης που περιλαμβάνει κύρια συρματόσχοινα, εφεδρικές αλυσίδες, ναυτικά κλειδιά και κάβους.
- Εγκαταστάσεις πλοήγησης και επικοινωνίας όπως ραντάρ, δορυφορικούς πλοηγούς, βυθόμετρα, συστήματα ελέγχου γεφύρας, ηχητικά σήματα, λαμπτήρας σημάτων Μορς, χάρτες και βιβλία πλοήγησης με ιδιαίτερη προσοχή στο προγραμματισμένο ταξίδι, κιάλια, εξάντα, χρονόμετρα και βαρόμετρα.
- Πιστοποιητικά που περιλαμβάνουν αυτά της Γραμμής Φόρτωσης, το Safety Construction, Safety Radio, Safety Equipment, καθώς και το τρέχον επίπεδο της Κλάσης.
- Στοιχεία ευστάθειας.
- Βοηθητικό εξοπλισμό που περιλαμβάνει φορητές αντλίες, εργαλεία, μπαλαντέζες, εξοπλισμό συγκόλλησης.
- Πιστοποιητικά για του αξιωματικούς και πιο συγκεκριμένα για τον καπετάνιο, τον Αρχιμηχανικό και τον χειριστή ασυρμάτου.
- Χωρητικότητα καυσίμου.
- Απόθεμα εφοδίων και χωρητικότητα πόσιμου νερού.
- Βάρκες εργασίας και μεταφοράς.

2) Έλεγχος Κατάστασης

Παράλληλα με την επαλήθευση των στοιχείων, πρέπει να εξετάζεται η κατάσταση όλου του εξοπλισμού. Η λίστα που παρέθεσα παραπάνω είναι αρκετά λεπτομερής και μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως οδηγός. Μερικά σημεία όμως χρειάζονται περισσότερη συζήτηση.

3) Επιθεώρηση δεξαμενισμού

Έλικες και πηδάλια μπορούν να ελεγχθούν σχολαστικά μόνο όταν το ρυμουλκό βρίσκεται σε κατάσταση δεξαμενισμού. Όπου τα σκάφη δεν έχουν δεξαμενιστεί μέσα στους προηγούμενους 12 μήνες, μπορεί να χρειαστεί να μελετήσουμε την περίπτωση δεξαμενισμού. Στην πραγματικότητα κάτι τέτοιο είναι αναγκαίο μόνο στην περίπτωση ενός ρυμουλκού που δεν έχει δεξαμενιστεί για 2 ή και παραπάνω χρόνια ή έχει πρόσφατη ιστορία αναγκαστικού σταματήματος ή επιβράδυνσης στη θάλασσα ή λόγω ενός συνδυασμού όλων των παραπάνω.

4) Επιθεώρηση με δύτες

Ένας συμβιβασμός που ενδέχεται να επιτευχθεί είναι να επιθεωρηθεί το σκάφος από δύτες. Μερικές φορές αυτός είναι ο μόνος τρόπος αφού μπορεί για παράδειγμα η πλησιέστερη δεξαμενή να βρίσκεται χίλια μίλια μακριά.

5) Δοκιμαστικά λειτουργίας

Μία διαδικασία που συχνά υιοθετείται είναι η πραγματοποίηση δοκιμαστικών κατά τη διάρκεια των οποίων είναι δυνατή η εξέταση των αντικειμένων.

6) Δοκιμαστικά Μηχανών

Οι κύριες και βοηθητικές μηχανές μπορούν να είναι το αντικείμενο συγκεκριμένων τεστ. Πάντα μπορεί να ελεγχθεί ξεχωριστά η προωστήρια εγκατάσταση, όμως είναι πολύ καλύτερο να γίνεται ο έλεγχος από τουλάχιστον ένα δοκιμαστικό λιμανιού.

7) Αρχεία συντήρησης

Οποιαδήποτε μηχανή της οποίας τα αρχεία της Κλάσης δείχνουν πως έχει φτάσει ή πλησιάσει η ενδεδειγμένη ώρα για επιθεώρηση, πρέπει να της δίνεται ιδιαίτερη προσοχή. Η μελέτη των αρχείων συντήρησης θα δώσει μία ένδειξη για την φροντίδα της μηχανής, πάντα σε συνδυασμό με την πραγματική επιθεώρηση και τα τεστ που αναφέραμε παραπάνω.

8) Κατάσταση της γάστρας

Η γάστρα του ρυμουλκού πρέπει να είναι ελεύθερη από ζημιές που δεν έχουν επισκευαστεί οι οποίες θα μπορούσαν να έχουν μία σημαντική επίδραση στη δύναμη του ρυμουλκού. Τα ρυμουλκά είναι σχεδιασμένα για σκληρές συνθήκες εργασίας και αναμένονται να είναι σε θέση να υπομείνουν σημαντικές φθορές χωρίς παράλληλα να χάνουν σε δύναμη. Αυτό πρέπει να το λαμβάνουμε υπόψη διότι προβλήματα τα οποία σε άλλα είδους πλοία όταν παρουσιάζονται προκαλούν μία ανησυχία, στην περίπτωση του ρυμουλκού μπορεί να μην είναι τόσο σημαντικά.

9) Ξεδίπλωμα του συρματόσχοινου ρυμούλκησης

Η αποτυχία του συρματόσχοινου ρυμούλκησης κατά τη διάρκεια της επιχείρησης πολύ συχνά σημαίνει και χάσιμο του ρυμούλκιου. Για ρυμουλκήσεις ανοιχτής θαλάσσης το ξεδίπλωμα του συρματόσχοινου από το βαρούλκο είναι ο μόνος τρόπος για σχολαστική επιθεώρηση τυχών ζημιών. Αυτή η διαδικασία μπορεί να είναι πολύ δύσκολη όπου δεν υπάρχει ένα κατάλληλο σημείο για εναπόθεση του ξεδιπλωμένου σύρματος. Το να ξεδιπλώσεις 800 μέτρα συρματόσχοινου πάνω στο κατάστρωμα του ρυμουλκού δεν είναι λογική πρόταση και η αξία μιας τέτοιας επιθεώρησης αν είναι δυνατή υπό αυτές τις συνθήκες, σίγουρα είναι αμφισβητήσιμη. Η διαδικασία αυτή επίσης εμπεριέχει το ρίσκο της ζημιάς του συρματόσχοινου. Όταν λοιπόν το ξεδίπλωμα είναι πράγματι αδύνατο τότε ο επιθεωρητής πρέπει να προσπαθήσει να εξετάσει το σύρμα από όσο πιο κοντινή απόσταση είναι δυνατό. Συνήθως είναι εφικτό το ξεδίπλωμα μερικών εκατοντάδων μέτρων όπου έτσι μπορεί να γίνει μια αποτελεσματική επιθεώρηση πάνω στο κατάστρωμα του σκάφους. Το υπόλοιπο συρματόσχοινο μπορεί να εξεταστεί από τη θέση του πάνω στο βαρούλκο αν και μόνο η εξωτερική πλευρά του θα είναι ορατή.

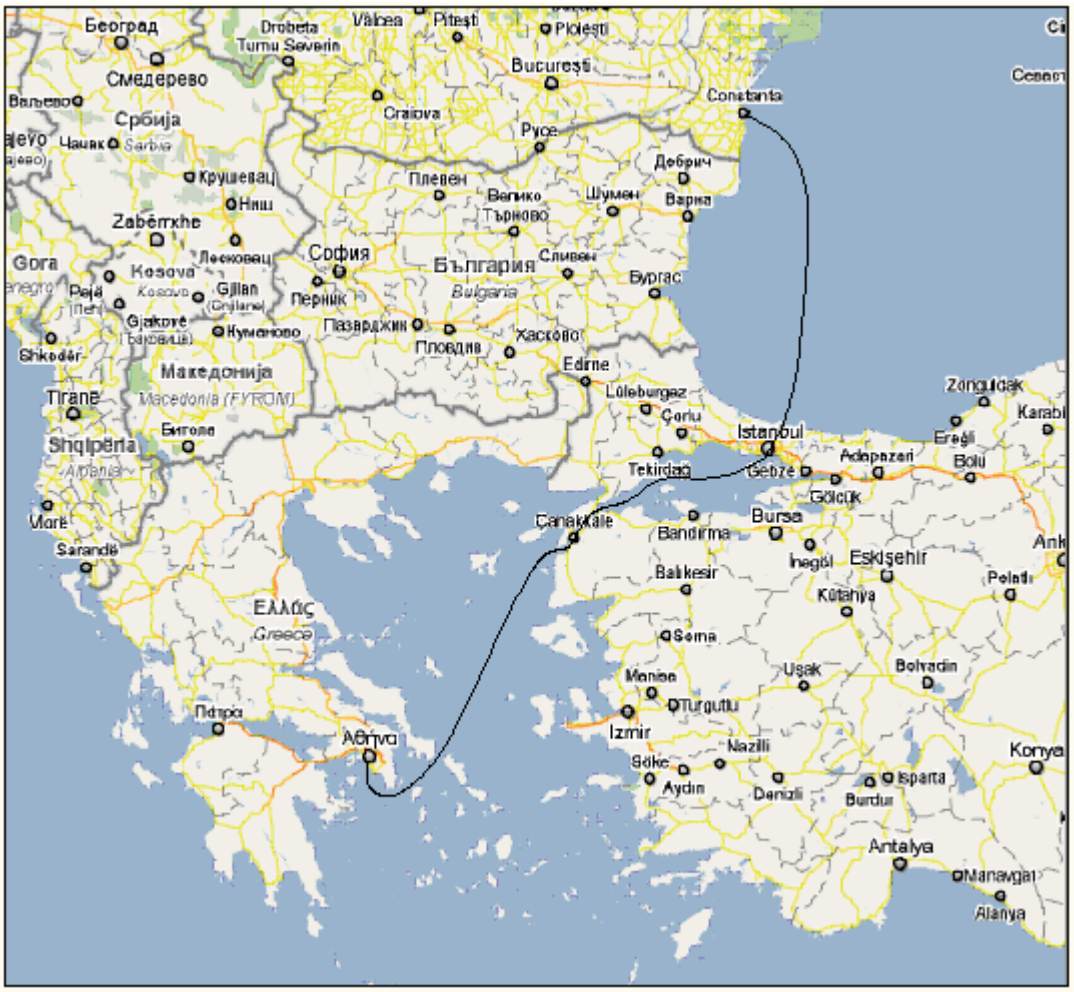
3.ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΡΥΜΟΥΛΚΗΣΕΩΝ

Ρυμουλκήσεις πλοίων

1ο Παράδειγμα

10 Φεβρουαρίου 2009

Η ρυμούλκηση είχε ως αφετηρία τα ελληνικά ναυπηγία στον Σκαραμαγκά και ο τελικός της προορισμός ήταν το λιμάνι της Κωστάντζας στη Ρουμανία, ταξίδι συνολικής περίπου απόστασης 556 μιλίων και διάρκειας 110 περίπου ωρών.



Σχήμα 3.1-1 Σκαραμαγκάς - Κωστάντζα

Στοιχεία Πλοίου

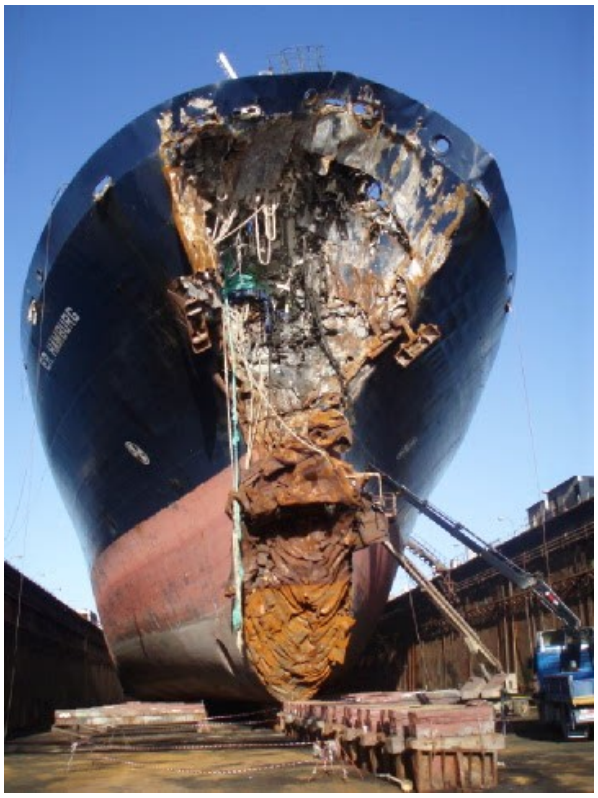
Πίνακας 3.1-1 Στοιχεία πλοίου Container

Τύπος	Container Carrier
Έτος Κατασκευής	1998, Κίνα
Class	GL

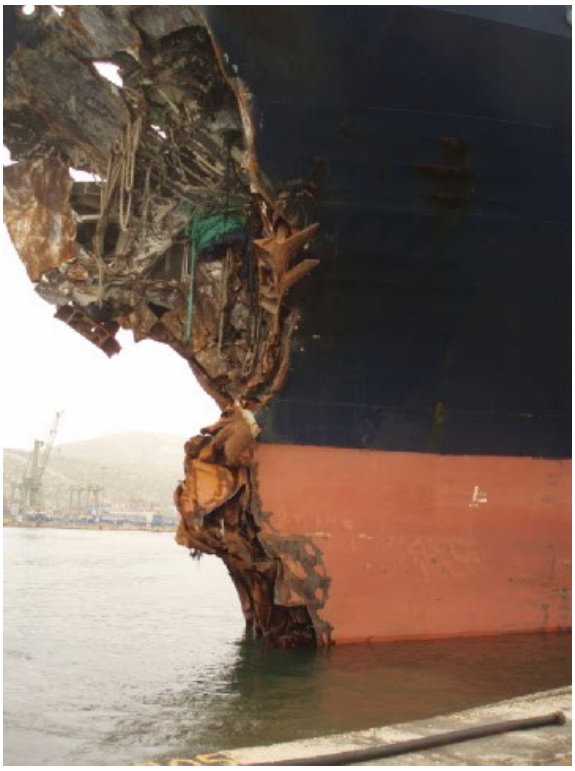
Loa	195.60 m
Lbp	185.50 m
B	30.20 m
Κοίλο	16.60 m
T_{mid}-απόπλου	6.25 m
Διαγωγή	1.90 m
Εκτόπισμα απόπλου	20,856 mt
Απαιτούμενο Bollard Pull	40 mt
Απαιτούμενη Ισχύς	3472 HP

Το σκάφος κειτόταν στα ελληνικά Ναυπηγία, Σκαραμαγκά, Ελλάδα

Το σκάφος είχε υποστεί ζημιά λόγω σύγκρουσης στις 10 Ιανουαρίου. Η κατασκευή της πλώρης του περιλαμβανομένου του προστέγου είχε υποστεί σημαντική φθορά η οποία εκτεινόταν ως το νομέα No 110 όπως φαίνεται στα σχήματα 5.2 και 5.3.



ΣΧΗΜΑ 3.1-2 Ζημία στην πλώρη



ΣΧΗΜΑ 3.1-3 Προφίλ πλώρης

Στοιχεία Ρυμουλκού

Πίνακας 3.1-2 Στοιχεία Ρυμουλκού ΜΕΓΑΣ ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ

Τύπος	Ocean Going – Salvage
Σημαία	Ελληνική
Loa (m)	47.00
B (m)	10.52
D (m)	5.60
Tsummer (m)	4.76

Εκτόπισμα (mt)	1,135.60
GRT (mt)	638
NRT (mt)	191
Έτος και τόπος κατασκευής	1974, Ιταλία
Class	LRS
Κύρια Μηχανή	2 MAK 9M 433 AK,
Συνολική Ισχύς(BHP)	6,200
Έλικες	CPP
Bollard pull (mt)	70
Χωρητικότητα Καυσίμου(mt)	210
Εξοπλισμός Ρυμούλκησης	Μονό Ήλεκτρο-υδραυλικό βαρούλκο
Συρματόσχοινα Ρυμούλκησης	1 x 800 m – 5 x 36 WRC -52 mm. MBL 187 mt
Κατάσταση Συρματόσκοινων	Ικανοποιητική
Συρματόσχοινα, κλειδιά, σχοινιά	Ναι
Επικοινωνία	GMDSS A1, A2, A3
Πλοήγηση	Gyro – Auto pilot – GPS - Radars
Χάρτες	Διαθέσιμοι

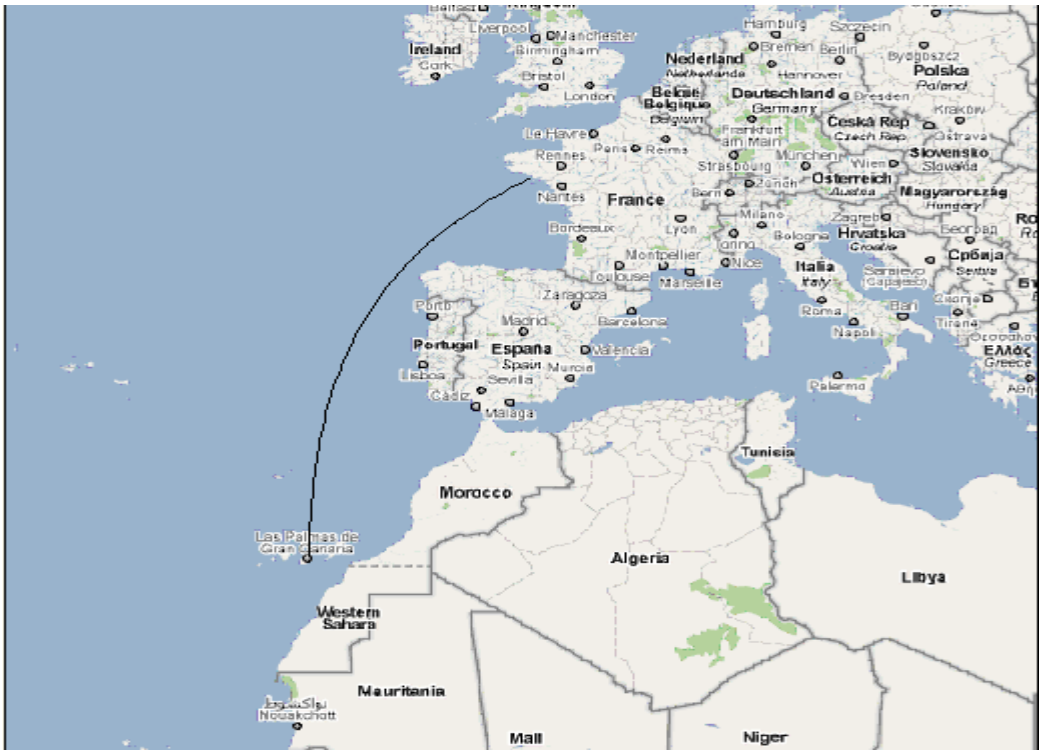
ΣΧΗΜΑ 3.1-4 Ρυμουλκό ΜΕΓΑΣ ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ

Σχήμα 3.1-5 Ρυμουλκό ΜΕΓΑΣ ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ

2ο Παράδειγμα

24 Φεβρουαρίου 2005

Η ρυμούλκηση είχε αφετηρία το λιμάνι του Λας Πάλμας στις Κανάριες Νήσους και τελικό προορισμό το Λοριέντ της Γαλλίας , ταξίδι συνολικής απόστασης 1.332 μιλίων και διάρκειας 266 περίπου ωρών.



Σχήμα 3.2-1 Λας Πάλμας - Λοριέντ

Στοιχεία πλοίου

Πίνακας 3.2-1 Στοιχεία Bulk carrier

Τύπος	Bulk carrier
Σημαία	Μάλτας
Lov	227.65 m
B	32.20 m
D	18.32 m
Tsummer	12.77 m
GRT	37,401
Έτος, τόπος κατασκευής	1986, Japan
Class	NKK valid
Πλήρωμα	20
Κατάσταση σκάφους	Έμφορτη
T_{mean}	11.0 m
Διαγωγή	0.8 m έμπρυμνη
Απαιτούμενο Bollard Pull	88mt
Απαιτούμενη Ισχύς	5177HP

Παρατηρήσεις Επιθεωρητή

1. Η Κύρια Μηχανή του σκάφους είναι κατεστραμμένη .
2. Ο εξοπλισμός πλοήγησης και επικοινωνίας είναι σε λειτουργία.
3. Το πηδάλιο του σκάφους βρίσκεται σε λειτουργία.
4. Ο εξοπλισμός δεσίματος του σκάφους είναι λειτουργικός καθώς και τα σχοινιά τα οποία βρέθηκαν στις αποθήκες είναι επαρκή.
5. Το σκάφος έχει ηλεκτρική ισχύ.

Στοιχεία Ρυμουλκού

Πίνακας 3.2-2 Στοιχεία Ρυμουλκού FOTIV KIRILOV

Τύπος	Ocean Going / Salvage
Σημαία	Ρωσία
Lov	88.10
B	19.36
D	9.0
Tsummer	7.2
GRT	5,250
NRT	1.575
Έτος, τόπος Κατασκευής	Φινλανδία 1989
Class	RMRS
Κύρια Μηχανή	4 x Wartsila 12V 32D
Συνολική Ισχύς	24,480 BHP
Έλικες	2 x CPP
Bollard pull	248 mt
Πρωραία έλικα ελιγμών	Ναι
Εξοπλισμός ρυμούλκησης	Διπλό υδραυλικό- αυτόματο βαρούλκο
Χάρτες	Ικανοποιητικοί για το συγκεκριμένο ταξίδι
Κατάσταση Συρματόσκοινων	Ικανοποιητική
Συρματόσχοινα, κλειδιά, σχοινιά	Ναι

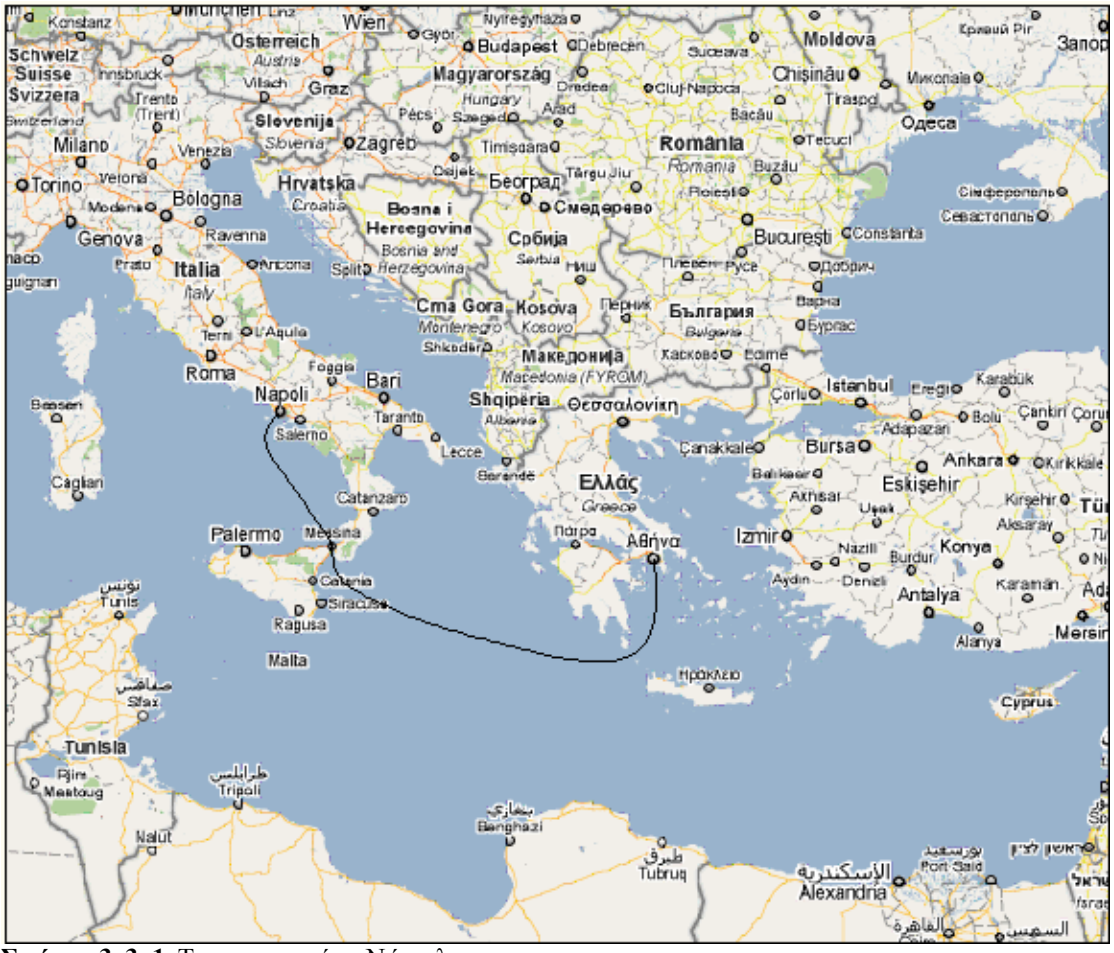
Σχήμα 3.2-2 Ρυμουλκό FOTIV KIRILOV

Σχήμα 3.2-3 Ρυμουλκό FOTIV KIRILOV

3ο Παράδειγμα

18 Νοέμβρη 2002

Η ρυμούλκηση είχε αφετηρία το Τροκαντερό, Ελλάδα και τελικό προορισμό τη Νάπολη της Ιταλίας , ταξίδι συνολικής απόστασης 665 μιλίων και διάρκειας 133 περίπου ωρών.



Σχήμα 3.3-1 Τροκαντερό - Νάπολη

Πίνακας 3.3-1 Στοιχεία Σκάφους Passenger

Τύπος	Passenger Vessel
Έτος, τόπος κατασκευής	1962 Italy
Loa	62.00 m
B	9.80 m
T	4.32 m
Εκτόπισμα	1022 mt
Προωστήρια εγκατάσταση	2 x B&W 1730 BHP
Απαιτούμενο Bollard Pull	18mt
Απαιτούμενη ισχύς	834HP

Σχήμα 3.3-2 Πλοίο CITY OF ANDROS

Σχήμα 3.3-3 Πλοίο CITY OF ANDROS προφίλ

Στοιχεία Ρυμουλκού

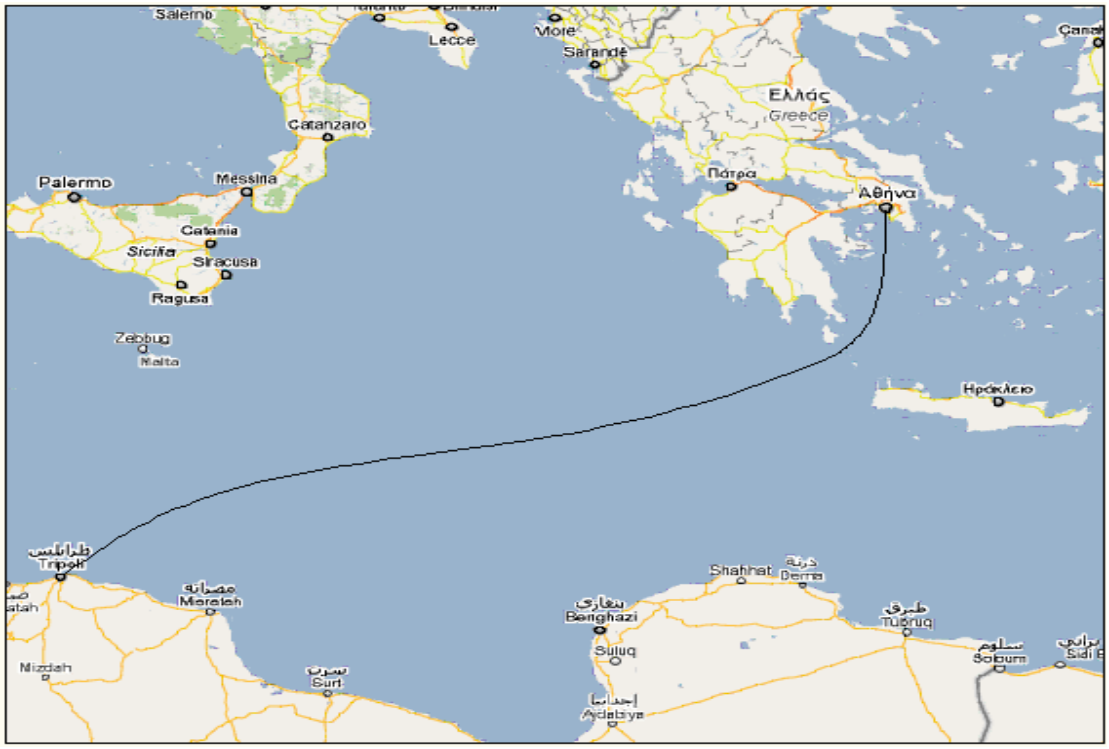
Πίνακας 3.3-2 Στοιχεία ρυμουλκού ΑΤΛΑΣ

Τύπος	Ρυμουλκό Λιμανιού
Σημαία	Ελληνική
Lov	28.95 m
B	8.84 m
D	4.89 m
Tsummer	4.57 m
GRT	283 ton.
NRT	85 ton.
Έτος, τόπος κατασκευής	UK 1967
Κύρια μηχανή	2 x Ruston
Συνολική Ισχύς	2400 BHP
Έλικες	2
Bollard pull	30 mt
Κατάσταση συρματόσκοινων	ικανοποιητική

Σχήμα 3.3-4 Ρυμουλκό ATLAS

4ο Παράδειγμα

Η ρυμούλκηση είχε αφετηρία το λιμάνι του Πειραιά και τελικό προορισμό τη Λιβύη , ταξίδι συνολικής διάρκειας 4 ημερών και απόστασης 480 περίπου μιλίων.



Σχήμα 3.4-1 Πειραιάς - Λιβύη

Πίνακας 3.4-1 Στοιχεία Σκάφους

Loa	124.39 m
Lbp	124.00 m
Beam	22.80 m
Depth	12.80 m
Tmid-απόπλου	4.65 m
Διαγωγή	0.5 m έμπρυμνη
Εκτόπισμα απόπλου	10,055 mt
Απαιτούμενο Bollard Pull	45 mt
Απαιτούμενη Ισχύς	1938 HP

ΣΧΗΜΑ 3.4-2 Ρυμούλκηση πλοίου

Πίνακας 3.4-2 Στοιχεία Ρυμουλκού

Τύπος	Ocean Going – Supply – Anchor Handling
Σημαία	Μάλτας
Loa (m)	64.59
B (m)	13.80
D (m)	6.90
T (m)	6.02
Εκτόπισμα (mt)	3,331
GRT (mt)	1,474
NRT (mt)	442
Έτος, τόπος κατασκευής	1980, Κορέα
Class	BV
Πλήρωμα	11
Κύρια Μηχανή	2 x NOHAB F216V-D825
Συνολική Ισχύς (BHP)	7,040
Έλικες	2 x CPP in fixed nozzles
Bollard pull	93
Χωρητικότητα καυσίμου	847 m^3
Εξοπλισμός ρυμούλκησης	Μονό υδρο-ηλεκτρικό βαρούλκο
Συρματόσχοινα ρυμούλκησης	2 x 900 m x 64 mm. BL 250 mt
Κατάσταση συρματόσχοινων	Καλή
Συρματόσχοινα,κλειδιά,σχοινιά	Σε καλή κατάσταση
Επικοινωνία	GMDSS
Πλοήγηση	Κατάλληλη για ανοιχτή θάλασσα
Χάρτες	Διαθέσιμοι

ΣΧΗΜΑ 3.4-3 Ocean-going tug

Ρυμούλκηση Πλωτού Γερανού

7 Αυγούστου 2007

Η ρυμούλκηση είχε αφετηρία το λιμάνι του Πειραιά και τελικό προορισμό την Τζέντα της Σαουδικής Αραβίας μέσω της Διώρυγας του Σουέζ, ταξίδι συνολικής απόστασης περίπου 1.324 μιλίων και συνολικής διάρκειας περίπου 265 ωρών.

Σχήμα 3.5-1 Πειραιάς – Τζέντα

Πίνακας 3.5-1 Στοιχεία πλωτού γερανού

L (m)	40.00 m
B (m)	22.00 m
D (m)	2.80 m
Tmean (m)	1.55 m
Διαγωγή (m)	0.40 m
Απαιτούμενο Bollard Pull	29mt
Απαιτούμενη Ισχύς	780HP

Σχήμα 3.5-2 Πλωτός Γερανός

Η φορτηγίδα κατασκευάστηκε στην Ελλάδα το 1977 και αργότερα προσαρμόστηκε πάνω της ένας LIMA 7707 γερανός. Η φορτηγίδα έχει 3 δεξαμενές έρματος σε κάθε πλευρά. Οι πρυμναίες δεξαμενές γέμισαν με έρμα. Όλα τα στοιχεία ήταν ασφαλή στο κατάστρωμα είτε προσδεμένα είτε με χρήση συγκολλημένων stoppers, είτε με χρήση και των δύο.

Σχήμα 3.5-3 Πλωτός Γερανός

Πίνακας 3.5-2 Στοιχεία Ρυμουλκού WIZARD

Τύπος	Ocean Going Salvage tug
Σημαία	Παναμάς
Lov	36.56 m
B	10.00 m
D	5.00 m
T max	4.65 m
GRT	347 ton
NRT	104 ton
Έτος, τόπος κατασκευής	1969 – Appledore - UK
Class	HRS
Πλήρωμα	10
Κύρια Μηχανή	Two x RUSTON DIESEL 6ATCM MKII
Συνολική Ισχύς	3,920 BHP
Έλικες	Μία CPP 4 blades
Bollard pull	45 mt
Εξοπλισμός ρυμούλκησης	Διπλό υδραυλικό βαρούλκο
Συρματόσχοινα Ρυμούλκησης	1 x 750 m & 1 x 600 m x 44 mm..
Κατάσταση συρματόσχοινων	Ικανοποιητική
Συρματόσχοινα,κλειδιά,σχοινιά	Ναι
Επικοινωνία	GMDSS / VHF
Πλοήγηση	Navtex / Radars / Echosounder / Auto pilot / GPS
Χάρτες, Πιστοποιητικά	Ναι

Σχήμα 3.5-4 Ρυμουλκό WIZARD

Ρυμούλκηση τσιμεντένιας κατασκευής

3 March 2005

Σχήμα 3.6-1 Πειραιάς - Πάτρα

Σχήμα 3.6-2 Κατά τη διάρκεια της κατασκευής

Σχήμα 3.6-3 Πριν τη Ρυμούλκηση

Πίνακας 3.6-1 Στοιχεία Τσιμεντένιας κατασκευής

L (m)	37.72
B (m)	19.17
D (m)	8.00
Tmean (m)	5.84
Διαγωγή (m)	0.55
Απαιτούμενο Bollard Pull (mt)	42
Απαιτούμενη Ισχύς(HP)	1200

Πίνακας 3.6-2 Στοιχεία Ρυμουλκού

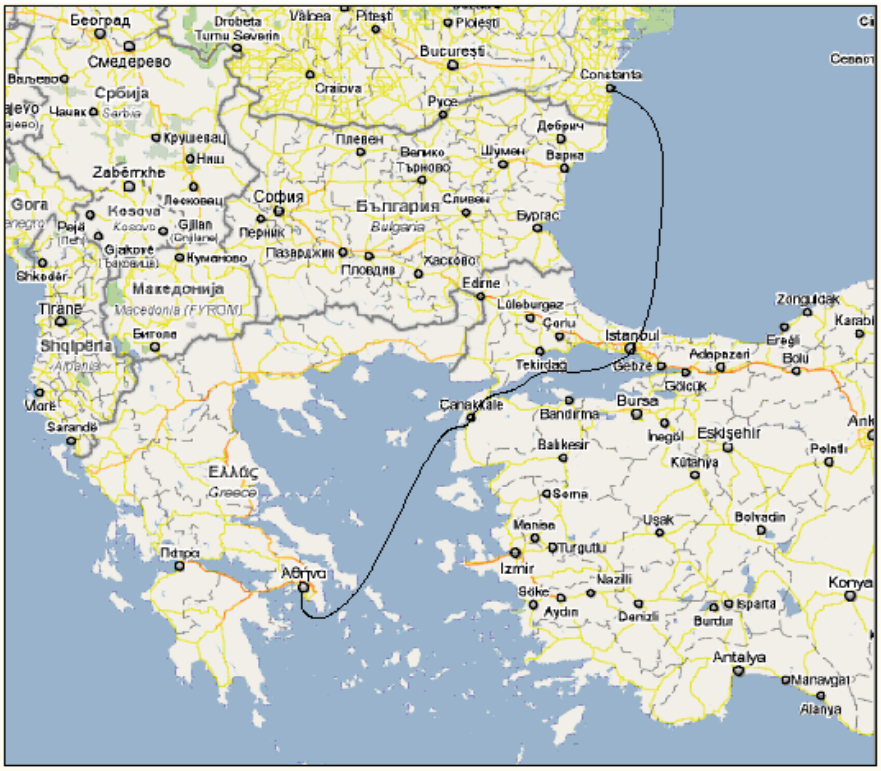
Τύπος	Ocean Going equipped with winch and hook
Σημαία	Ελληνική
Lov	44.44 m
B	10.2 m
D	4.95 m
Tsummer	4.6 m
GRT	487.23 tonnes
NRT	209.3 tonnes
Έτος, τόπος κατασκευής	1965, UK
Class	MMIS
Πλήρωμα	9
Κύρια Μηχανή	2 x RUSTON 9ATCM
Συνολική Ισχύς	6000 ihp
Έλικες	1 x CPP
Bollard pull	60 mt

Εξοπλισμός ρυμούλκησης	Μονό ηλεκτρο-υδραυλικό βαρούλκο
Συρματόσχοινα ρυμούλκησης	1 x 850 m x 48 mm. MBL 148 mt
Κατάσταση συρματόσχοινων	Ικανοποιητική
Συρματόσχοινα, κλειδιά, σχοινιά	Ναι
Επικοινωνία	GMDSS (A1,A2,A3) and 3 x VHF
Πλοήγηση	Magnetic compass Radars , GPS, NAYTEX
Χάρτες	Κατάλληλοι για το ταξίδι

Ρυμούλκηση Δικτυωτής κατασκευής

16 Νοεμβρίου 2005

Η ρυμούλκηση είχε ως αφετηρία το λιμάνι του Πειραιά και τελικός της προορισμός ήταν η Κωστάντζα της Ρουμανίας, ταξίδι συνολικής απόστασης περίπου 548 μιλίων και διάρκειας 110 ωρών.



Σχήμα 3.7-1 Πειραιάς - Κωστάντζα

Το ST 824 είναι μία παροδικά πλωτή κατασκευή από συγκολλημένα χαλύβδινα τμήματα και έχει τις εξής διαστάσεις.

Πίνακας 3.7-1 Στοιχεία ST 824

Loα	18.40m
B	10.80m
D	5.70m

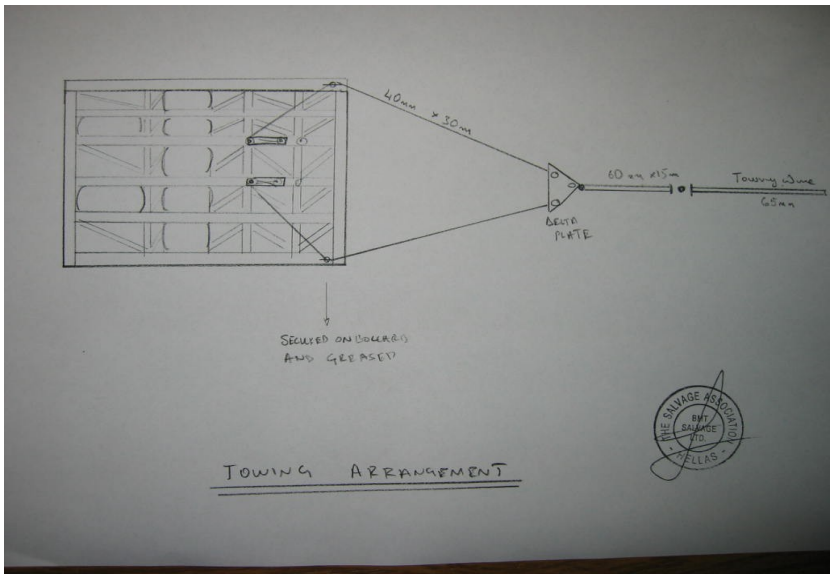
Εκτόπισμα	324mt
T_{for}	1.65m
T_{aft}	3.70 m
Απαιτούμενο Bollard Pull	60mt
Απαιτούμενη Ισχύς	1113 HP

Σχήμα 3.7-2 Δικτυωτή κατασκευή ST 824

Πίνακας 3.7-2 Στοιχεία Ρυμουλκού

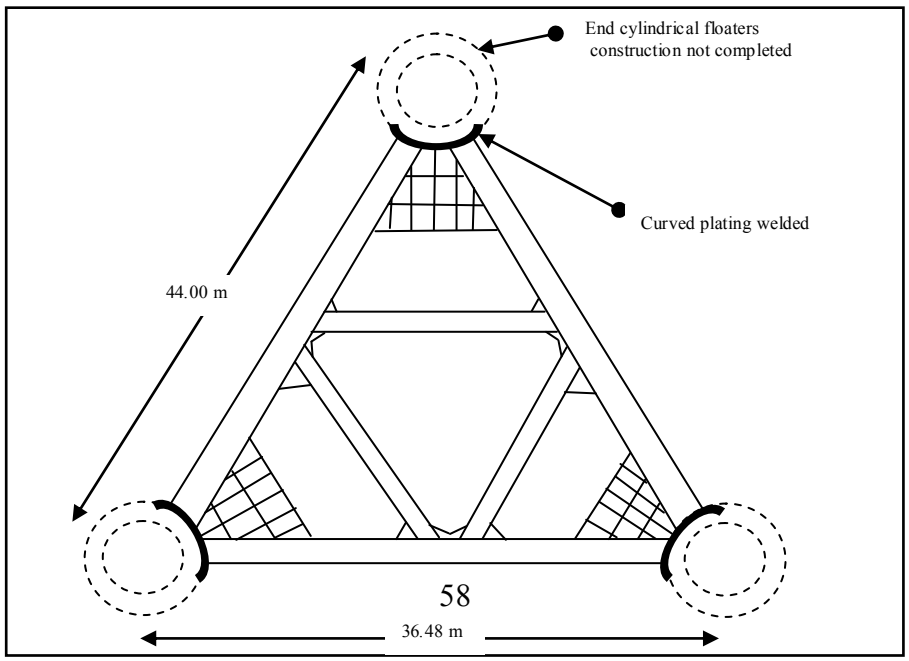
Τύπος	Ocean Going / Salvage
Σημαία	Πορτογαλία
Lov	45.16 m
B	12.00 m
D	6.00 m
Tsummer	4.90 m
GRT	762 mt
NRT	228 mt
Έτος, τόπος κατασκευής	1977 / Δανία
Class	LRS
Πλήρωμα	10
Κύρια Μηχανή	2 x MAK 12M453AK V
Συνολική Ισχύς	8000 bhp
Έλικες	2 X CPP

Bollard pull	100 mt
Πρωραία έλικα ελιγμών	1 x 250 bhp
Εξοπλισμός ρυμούλκησης	Ηλεκτρο- υδραυλικό βαρούλκο
Συρματόσχοινα ρυμούλκησης	2 x 900 m / 65 mm
Κατάσταση συρματόσχοινων	Ικανοποιητική
Συρματόσχοινα, κλειδιά, σχοινιά	Ναι
Επικοινωνία	GMDSS
Πλοήγηση	2 Radars / Sat Nav / Autopilot
Χάρτες	Κατάλληλοι για το ταξίδι



Σχήμα 3.7-3 Σχεδίαση Ρυμούλκησης

Ρυμούλκηση Τριγωνικής κατασκευής



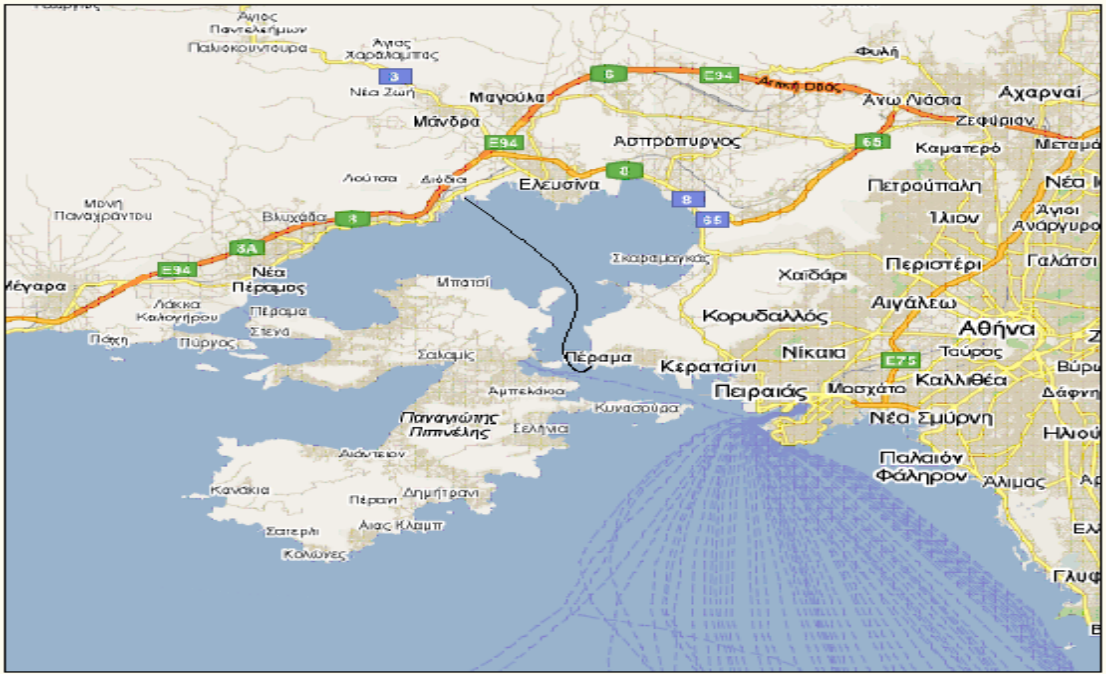
ΣΧΗΜΑ 3.8-1 Πλατφόρμα DELTA VERENIKI

Το DELTA VERENIKI είναι ένας ισοσκελές τριγωνικός πλωτήρας ο οποίος θα χρησιμοποιούταν για τη στήριξη ερευνητικού εξοπλισμού καταγραφής.

Η κατασκευή της πλατφόρμας ξεκίνησε στο πέραμα και θα ολοκληρωνόταν στα ναυπηγεία της Ελευσίνας.

Η πλατφόρμα είχε περίπου 1,5 m βύθισμα

Απαιτούμενο Bollard Pull	=	16 mt
Απαιτούμενη Ισχύς	=	615HP



Σχήμα 3.8-2 Πέραμα – Ελευσίνα

Σχήμα 3.8-3 Η πλατφόρμα στο νερό

Πίνακας 3.8-1 Στοιχεία Ρυμουλκού ΑΤΛΑΣ

Τύπος	Ρυμουλκό Λιμανιού
Σημαία	Ελληνική
Lov	28.95 m
B	8.84 m
D	4.89 m
Tsummer	4.57 m
GRT	283 ton.
NRT	85 ton.
Έτος, τόπος κατασκευής	UK 1967
Κύρια μηχανή	2 x Ruston
Συνολική Ισχύς	2400 BHP
Έλικες	2
Bollard pull	30 mt
Κατάσταση συρματόσκοινων	ικανοποιητική

Σχήμα 3.8-4 Ρυμούλκηση πλατφόρμας

Αποτελέσματα Παραδειγμάτων

Πίνακας 3.9-1 Σύγκριση απαιτούμενου με διαθέσιμο Bollard Pull

Παραδείγματα Ρυμουλκήσεων	Απαιτούμενο Bollard Pull(mt)	Διαθέσιμο Bollard Pull(mt)	Πλεόνασμα Bollard Pull(mt)	Ποσοστό Πλεονάσματος %
Πλοίο No1	40	70	30	75,0
Πλοίο No2	88	248	160	181,8
Πλοίο No3	18	30	12	66,7
Πλοίο No4	45	93	48	106,7
Πλωτός γερανός	29	45	16	55,2
Τσιμεντένια κατασκευή	42	60	18	42,9
Δικτυωτή κατασκευή	60	100	40	66,7
Τριγωνική κατασκευή	16	30	14	87,5
Μέσος όρος	**42,25**	**84,5**	**42,25**	**85,29**
Διάμεσος	41	65	24	70,83
Τυπική απόκλιση	23,52	71,07	49,34	43,57
Δίαστημα εμπιστοσύνης	16,30	49,25	34,19	30,19

Πίνακας 3.9-2 Σύγκριση απαιτούμενης με διαθέσιμη Ισχύ

Παραδείγματα Ρυμουλκήσεων	Απαιτούμενη Ισχύς(HP)	Διαθέσιμη Ισχύς(HP)	Πλεόνασμα Bollard Pull(mt)	Ποσοστό Πλεονάσματος %
Πλοίο No1	3472	6200	2728	78,6
Πλοίο No2	5177	24480	19303	372,9
Πλοίο No3	834	2400	1566	187,8
Πλοίο No4	1938	7040	5102	263,3
Πλωτός γερανός	780	3920	3140	402,6
Τσιμεντένια κατασκευή	1200	6000	4800	400,0
Δικτυωτή κατασκευή	1113	8000	6887	618,8
Τριγωνική κατασκευή	615	2400	1785	290,2
Μέσος όρος	**1891,1**	**7555**	**5663,9**	**326,8**
Διάμεσος	1156,5	6100,0	3970,0	331,6

Τυπική απόκλιση	1619,6	7146,8	5799,2	162,5
Δίαστημα εμπιστοσύνης	1122,3	4952,4	4018,5	112,6

Κόστος ναύλωσης ρυμουλκού

Η χρήση ρυμουλκών τύπου λιμένος, σωστικού ή ακόμη και υπερωκεάνιου τα οποία διαθέτουν ιπποδύναμη μεγαλύτερη αυτής των 500 b.h.p,σύμφωνα με το scopic 2007 θα πρέπει να χρεώνεται με τον ακόλουθο τρόπο χωρίς μέσα σε αυτά τα έξοδα να υπολογίζεται το κόστος των καυσίμων και λιπαντικών.

Πίνακας 3.10-1 Κόστος ενοικίασης

Για κάθε b.h.p μέχρι τους 5000 b.h.p	US$ 2.500
Για κάθε b.h.p μεταξύ 5001 και 12000 b.h.p	US$ 1.875
Για κάθε b.h.p μεταξύ 12001 και 20000 b.h.p	US$ 1.250
Για κάθε b.h.p παραπάνω από 20000 b.h.p	US$ 0.625

Στον Πίνακα 2.4 γίνεται μία πρώτη προσέγγιση του κόστους ενοικίασης ρυμουλκού για τα παραδείγματα μας ανάλογα με την απαιτούμενη ισχύ ρυμούλκησης και τις ημέρες του ταξιδιού. Πρέπει να επισημάνουμε σε αυτό το σημείο ότι δε λαμβάνεται υπόψη το σημαντικό ακόμη έξοδο των καυσίμων το οποίο επίσης επιβαρύνει τον πλοιοκτήτη.

Πίνακας 3.10-2 Παραδείγματα κόστους ρυμούλκησης

Παραδείγματα Ρυμουλκήσεων	Απαιτούμενη Ισχύς(HP)	Ημερήσιο κόστος χρήσης $US	Συνολικό κόστος ρυμούλκησης(χωρίς καύσιμα)$US
Πλοίο No1	3472	8680	39783
Πλοίο No2	5177	12832	142220
Πλοίο No3	834	2085	11554
Πλοίο No4	1938	4845	19380
Πλωτός γερανός	780	1950	21531
Τσιμεντένια κατασκευή	1200	3000	6000
Δικτυωτή κατασκευή	1113	2783	12753
Τριγωνική κατασκευή	615	1599	1599

Συμπεράσματα

Συγκρίνοντας το διαθέσιμο Bollard Pull και Break horse Power με τις αρχικές απαιτήσεις παρατηρούμε ένα αρκετά σημαντικό πλεόνασμα της τάξης του 85,3 και 326,8% αντίστοιχα. Δηλαδή ενώ στα συγκεκριμένα παραδείγματα γίνανε οι απαραίτητοι υπολογισμοί παρ' όλα αυτά στο τέλος χρησιμοποιήθηκαν ρυμουλκά

πολύ μεγαλύτερης ισχύος και σχεδόν διπλάσιου Bollard Pull. Το ερώτημα λοιπόν που πρέπει να θέσουμε τώρα είναι το εξής : γιατί ενώ μία ρυμούλκηση μπορεί να πραγματοποιηθεί με χρήση ενός ρυμουλκού π.χ Bollard Pull 50 mt, καταλήγουμε να χρησιμοποιούμε ένα ρυμουλκό με 80,120 ή ακόμα και 200 mt Bollard Pull;
Τρεις είναι οι πιθανές εξηγήσεις:

1) Πολλές είναι οι περιπτώσεις emergency towing δηλαδή ρυμουλκήσεων σε ατυχήματα, κυρίως πλοίων, όπου δεν υπάρχει ο απαραίτητος χρόνος για να βρεθεί το βέλτιστο ρυμουλκό από άποψης κόστους για τον πλοιοκτήτη και έτσι καταλήγουμε σε ένα μεγαλύτερο και πιο ακριβό ρυμουλκό επειδή βρίσκεται πιο κοντά στον τόπο του ατυχήματος.

2) Όπως αναφέρεται και στο κεφάλαιο 2.Υπολογισμός Αντίστασης Ρυμούλκησης και Bollard Pull αρκετές φορές ο πλοιοκτήτης κάνει χρήση του λεγόμενου Marketing Bollard Pull το οποίο δεν είναι άλλο από μία υπερεκτιμημένη τιμή του πραγματικού Bollard Pull. Γι' αυτό λοιπόν ενώ μία διαφορά της τάξης του 80% επιπλέον Bollard Pull μπορεί να φαντάζει μεγάλη, στην πραγματικότητα δεν είναι, αν διαπιστώσει ο επιθεωρητής ότι γίνεται χρήση του Marketing Bollard Pull.

3) Τις περισσότερες όμως φορές ο λόγος χρησιμοποίησης ενός μεγαλύτερου ρυμουλκού είναι πολύ απλός και έχει να κάνει με το συμφέρον του ιδιοκτήτη του ρυμουλκού. Είναι λοιπόν λογικό να προτιμήσει να χρεώσει το ίδιο ποσό με εκείνο που θα πλήρωνε ο πλοιοκτήτης για ένα μικρότερο ρυμουλκό, από το να βλέπει το ρυμουλκό του δεμένο στο λιμάνι να μη του προσφέρει κανένα όφελος. Φυσικά αν ο πλοιοκτήτης μπορεί για την ίδια τιμή να έχει ένα μεγαλύτερο και κατ' επέκταση πιο ασφαλές ρυμουλκό επιλέγει αναλόγως.

4) Όπως παρουσιάζεται και στον πίνακα 2.4, η ιπποδύναμη που χρησιμοποιούμε για τον υπολογισμό του κόστους ρυμούλκησης είναι η απαιτούμενη. Σύμφωνα με αυτή χρεώνεται ο πλοιοκτήτης ή φυσικά τις περισσότερες φορές η ασφάλεια του. Το συνολικό κόστος μπορεί σε ορισμένες περιπτώσεις ,ειδικά μικρών ρυμουλκών, να διπλασιαστεί αν λάβουμε υπόψη και τις extra χρεώσεις όπως για παραπάνω προσωπικό από το απαιτούμενο ή ακόμη και κινητές γεννήτριες και αντλίες, σχοινιά και εργαλεία συγκόλλησης τα οποία δεν περιλαμβάνονταν στον αρχικό εξοπλισμό του ρυμουλκού.

5) Όσον αφορά το κόστος των καυσίμων και λιπαντικών, λογικό θα ήταν να πίστευε κανείς πως αποτελούν ένα τεράστιο έξοδο το οποίο επιβαρύνει τον πλοιοκτήτη ιδιαίτερα σε περιπτώσεις που επιλέγει ένα μεγαλύτερο ρυμουλκό από αυτό που υποδείκνυαν οι υπολογισμοί. Δηλαδή μπορεί να πλήρωνε το ίδιο ποσό για την ενοικίαση του ρυμουλκού με αυτό που θα πλήρωνε για ένα μικρότερο, καθώς όπως εξηγήσαμε σε προηγούμενη παράγραφο, αυτό είναι κάτι που συμφέρει και τον ιδιοκτήτη του ρυμουλκού όταν δεν βρίσκει δουλειά, όμως τα καύσιμα ενός πολύ μεγαλύτερου ρυμουλκού θα μπορούσαν να διπλασιάσουν το κόστος ενοικίασής του. Σε αυτό το σημείο πρέπει να εξηγήσουμε ότι ένα ρυμουλκό με μεγαλύτερη ιπποδύναμη από την απαιτούμενη θα καταναλώσει μικρές ποσότητες καυσίμου, αν και μεγαλύτερες πάλι από ότι αρχικά θα χρειαζόταν, σε οποιαδήποτε περίπτωση όμως η διαφορά του κόστους είναι αμελητέα , για αυτό και τελικά προτιμώνται σχεδόν σε όλες τις περιπτώσεις ρυμουλκά μεγαλύτερης ισχύος από την απαιτούμενη.

4.ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ

4.1 Ατυχήματα σε παγκόσμια κλίμακα
4.2 Ατυχήματα στη Μεσόγειο
4.3 Αιτίες ατυχημάτων
4.4 Ατυχήματα ανά τύπο πλοίου

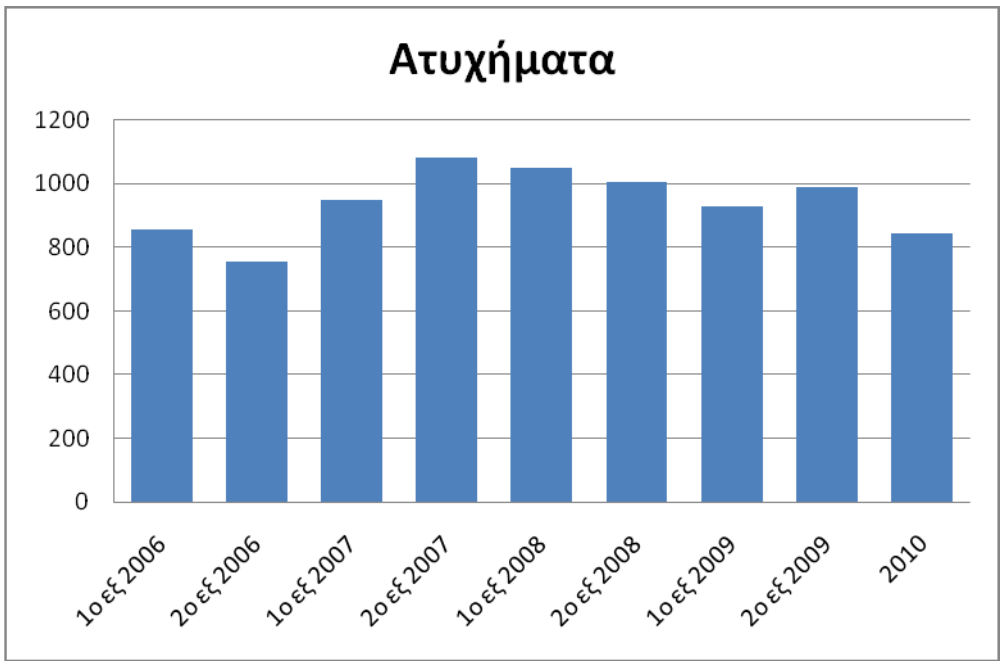
4.1 Ατυχήματα σε παγκόσμια κλίμακα

Κύρια πηγή στοιχείων για την ανάλυση και την έρευνα της εργασίας αποτέλεσαν τα στοιχεία περί ναυτικών ατυχημάτων και αναζήτησης πλοίων που συνελέγησαν από το Sea-web ship and casualty database του Lloyds Register of ships για τη χρονική περίοδο 2006-2010. Τα στοιχεία περιέχουν :

- Αριθμός ατυχημάτων πλοίων ανά εξάμηνο
- Αριθμός ολικών απωλειών πλοίων (total loss)
- Ρυμουλκήσεις πλοίων μετά από ναυτικό ατύχημα
- Στοιχεία ρυμουλκούμενων πλοίων και ρυμουλκών
- Στοιχεία για τον παγκόσμιο στόλο ρυμουλκών

Ακολουθούν 5 σχήματα τα οποία συνοψίζουν τα αποτελέσματα της μελέτης μας πάνω στα ατυχήματα. Για να γίνει πιο εύκολη η ανάγνωση των παρακάτω σχημάτων πρέπει να σημειώσουμε τις εξής παραδοχές :

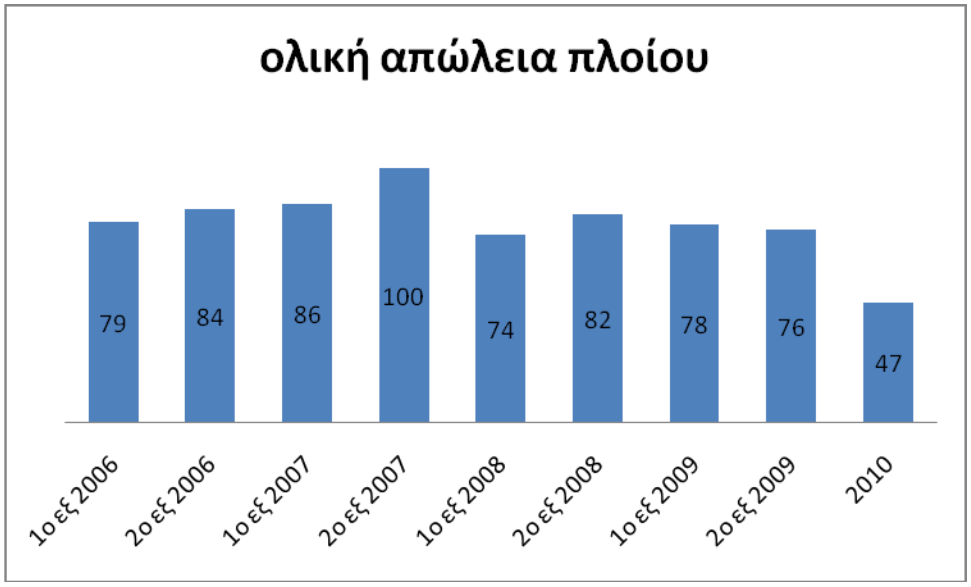
- $1^{ο}$ εξ → 1/1-30/6
- $2^{ο}$ εξ →1/7-31/12
- 2010 →1/1-1/6 2010



ΣΧΗΜΑ 4.1-1 Παγκόσμιος αριθμός ατυχημάτων ανά εξάμηνο

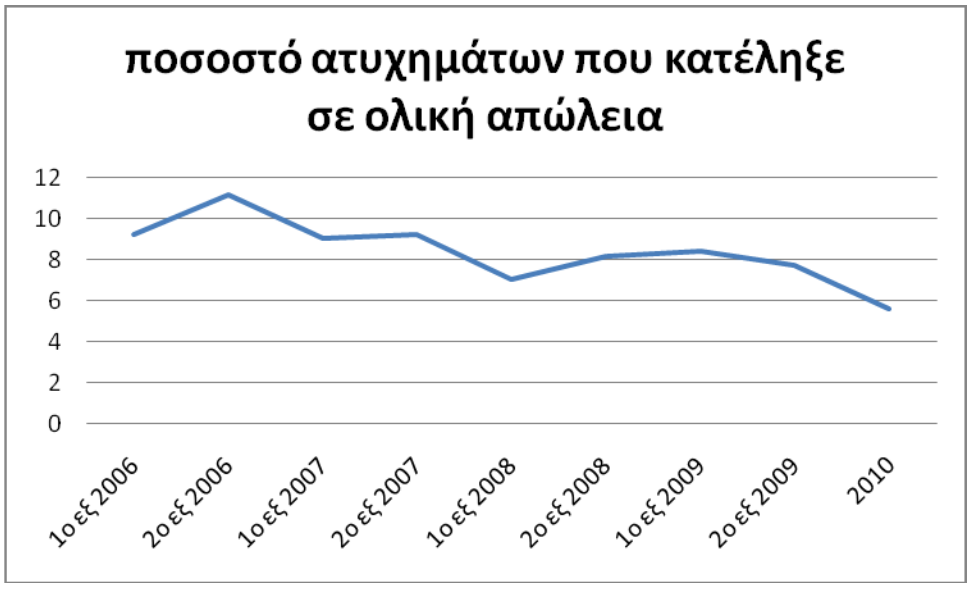
Η πορεία του αριθμού των ναυτικών ατυχημάτων ανά εξάμηνο την περίοδο 2006-1/6/2010 χαρακτηρίζεται από αστάθεια και οι διακυμάνσεις ακόμη και από εξάμηνο σε εξάμηνο είναι σημαντικές, με χαρακτηριστικότερο παράδειγμα τη διαφορά ανάμεσα στο πρώτο εξάμηνο του 2007 και το δεύτερο του 2006 η οποία αγγίζει τα 200 ατυχήματα. Επίσης παρατηρούμε ότι από το δεύτερο εξάμηνο του 2007 και μέχρι σήμερα τα ατυχήματα σε παγκόσμια κλίμακα έχουν σταθεροποιηθεί σε έναν αριθμό

πάνω από 900 ανά εξάμηνο, εάν συνυπολογίσουμε πως η τελευταία περίοδος μπορεί να βρίσκεται ελάχιστα κάτω από τα 900 ατυχήματα όμως αναφέρεται σε 5 μήνες.



ΣΧΗΜΑ 4.1-2 Αριθμός ολικής απώλειας πλοίων ανά εξάμηνο σε παγκόσμια κλίμακα

Χρησιμοποιώντας τώρα τα δεδομένα που βρίσκονται στους 2 παραπάνω πίνακες, καταλήγουμε στο Σχ 4-1-3 το οποίο μας δείχνει την ποσοστιαία μεταβολή των ατυχημάτων που καταλήξανε σε ολική απώλεια.



ΣΧΗΜΑ 4-1-3 Ποσοστιαία μεταβολή των ολικών απωλειών προς τον αριθμό ατυχημάτων παγκοσμίως ανά εξάμηνο

Όπως παρατηρούμε στα σχήματα 4-1-2 και 4-1-3 μπορεί ο αριθμός των ναυτικών ατυχημάτων να είναι σχετικά σταθερός τα τελευταία χρόνια, όμως οι ολικές απώλειες πλοίων (total loss) ακολουθούν μία πορεία στην οποία είναι εμφανής η τάση μείωσης. Αυτό γίνεται ευκολότερα αντιληπτό στο σχ 4-1-3 όπου φαίνεται η ποσοστιαία μεταβολή των ολικών απωλειών σε σχέση με το σύνολο των ατυχημάτων παγκοσμίως ανά εξάμηνο.

Οι παραπάνω παρατηρήσεις επιβεβαιώνονται από τα αποτελέσματα του Kendall's tau-b test το οποίο εφαρμόσαμε με τη βοήθεια του στατιστικού προγράμματος SPSS, όπου καταδεικνύουν την τάση μείωσης που παρουσιάζει η πορεία των ολικών απωλειών σε σχέση με το σύνολο των ναυτικών ατυχημάτων παγκοσμίως (τ = -0,648 ,p=0,016)

Το Kendall's tau-b test εκτιμά με τη βοήθεια ενός συντελεστή ποιοτικά και ποσοτικά τη συσχέτιση των μεταβλητών. Οι τιμές του συντελεστή αυτού κυμαίνονται από -1 (τέλεια αρνητική συσχέτιση) εώς 1(τέλεια θετική συσχέτιση). Μία μηδενική τιμή υποδηλώνει τη μη συσχέτιση των μεταβλητών. Το στατιστικό πρόγραμμα SPSS μας βοηθάει να βρούμε και την p-value που στη περίπτωση που είναι μικρότερη από το όριο σημαντικότητας (συνήθως 0.05) τότε η συσχέτιση που παρατηρείται είναι στατιστικά σημαντική.

Έτσι λοιπόν στην περίπτωση μας p = 0,016<0,05 και τ = -0,648 πιο κοντά στο -1 από ότι στο 0. Για αυτό η πτώση του ποσοστού των ολικών απωλειών σε σχέση με το σύνολο των ατυχημάτων είναι στατιστικά σημαντική.

4.2 Ατυχήματα στη Μεσόγειο

Θεωρήσαμε σε αυτό το στάδιο λογικό να πραγματοποιήσουμε αντίστοιχη παρουσίαση με αυτή της παγκόσμιας κλίμακας για τα ατυχήματα που συμβαίνουν στην περιοχή της Ανατολικής Μεσογείου και Μαύρης θάλασσας η οποία και μας ενδιαφέρει άμεσα λόγω γεωγραφικής θέσης της Ελλάδας.

ΣΧΗΜΑ 4-2-1 Αριθμός ναυτικών ατυχημάτων που συνέβησαν στην περιοχή της Ανατολικής Μεσογείου και Μαύρης θάλασσας την περίοδο 2006-2010

Στο σχ 4-2-1 εύκολα κανείς μπορεί να παρατηρήσει τη προφανή αυξητική τάση των ατυχημάτων στην περιοχή της Ανατολικής Μεσογείου και Μαύρης θάλασσας η οποία επιβεβαιώνεται από τα αποτελέσματα του Kendall's tau-b test (t=0,778,p=0,004). Τα αποτελέσματα του στατιστικού τεστ δείχνουν ότι η αύξηση των ατυχημάτων στην

περιοχή της ανατολικής Μεσογείου και Μαύρης θάλασσας είναι στατιστικά σημαντική.

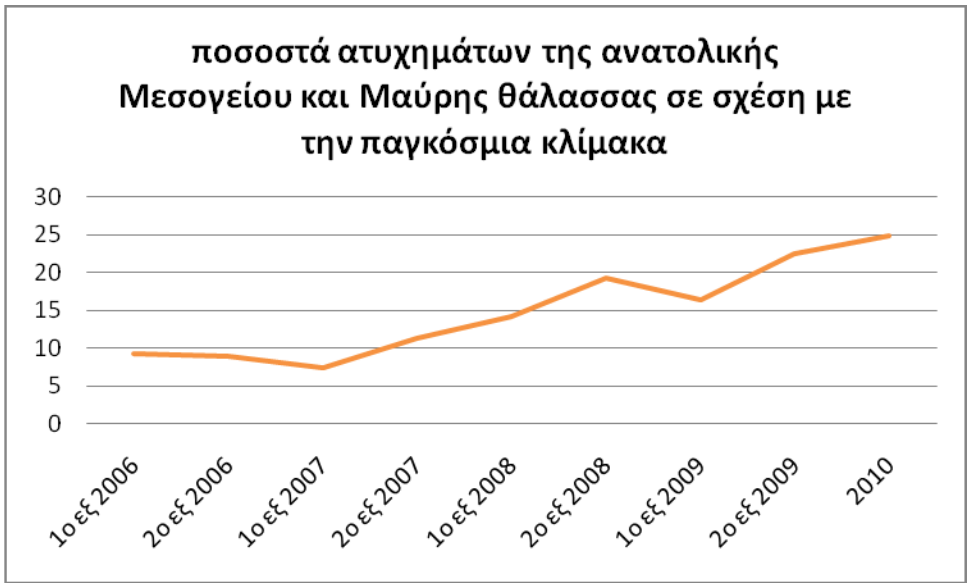
ΣΧΗΜΑ 4-2-2 Αριθμός ατυχημάτων(total loss) στην περιοχή της Ανατολικής Μεσογείου και Μαύρης θάλασσας την περίοδο 2006-2010

ΣΧΗΜΑ 4-2-3 Ποσοστιαία μεταβολή total loss στην περιοχή της Ανατολικής Μεσογείου και Μαύρης θάλασσας για την περίοδο 2006-2010

Από το σχ 4-2-2 μπορούμε να συμπεράνουμε πως τουλάχιστον για την περίοδο 2006-2010 ο αριθμός των ατυχημάτων που κατέληξαν σε ολική απώλεια του πλοίου παρουσιάζει ιδιαίτερη αστάθεια και μεγάλες διακυμάνσεις.

Παρατηρώντας όμως το σχ 4-2-3 διαπιστώνουμε πως λόγω της στατιστικά σημαντικής αύξησης των ατυχημάτων στη συγκεκριμένη περιοχή και του γενικά μικρού αριθμού ατυχημάτων που κατέληξαν σε ολική απώλεια πλοίου, το ποσοστό των total loss ατυχημάτων ως προς το σύνολο τους φαίνεται να μειώνεται σημαντικά. Αυτό επιβεβαιώνεται και από τα αποτελέσματα του Kendall's tau-b test ($t = -0,611$, $p = 0,022$) καταδεικνύοντας τη μείωση αυτή ως στατιστικά σημαντική.

Τέλος γίνεται η απαραίτητη συχέτιση του αριθμού ναυτικών ατυχημάτων της περιοχής της ανατολικής Μεσογείου και Μαύρης θάλασσας με το παγκόσμιο σύνολο των ατυχημάτων και παρουσιάζεται στο σχ4-2-4 που ακολουθεί.



ΣΧΗΜΑ 4-2-4 Ποσοστιαία μεταβολή των ναυτικών ατυχημάτων της περιοχής της ανατολικής Μεσογείου σε σχέση με το σύνολο των ατυχημάτων ανά εξάμηνο για την περίοδο 2006-2010

Παρατηρούμε στο σχ4-2-4 πως ο αριθμός των ατυχημάτων στην περιοχή που μελετάμε ακολουθεί μία σημαντικά αυξητική πορεία σε σχέση με το σύνολο των ατυχημάτων σε παγκόσμια κλίμακα ανά εξάμηνο, κάτι που επιβεβαιώνεται και από τα αποτελέσματα του Kendall's tau-b test (t =0,778, p = 0,004). Ένα από τα πιθανά αίτια αυτής της αύξησης είναι η αυξημένη κίνηση των πλοίων στα Δαρδανέλια τα οποία συνδέουν τη Μεσόγειο με τη Μαύρη θάλασσα, με αποτέλεσμα να αυξάνεται και ο αριθμός των ατυχημάτων στη συγκεκριμένη περιοχή και κατ' επέκταση σε ολόκληρη την περιοχή της ανατολικής Μεσογείου και Μαύρης θάλασσας.

Η αυξημένη κινητικότητα στο λεπτό αυτό δίαυλο που ενώνει την Ευρώπη με την Ασία αλλά και που αποτελεί σημαντικό σταυροδρόμι για τις μεταφορές προιόντων από και προς τη Μαύρη θάλασσα οφείλεται κατά ένα πολύ μεγάλο ποσοστό στην παγκόσμια αύξηση του στόλου των πλοίων. Μπορεί σε άλλες περιοχές να μην έπαιξε ιδιαίτερο ρόλο στη μεταβολή του ποσοστού των ατυχημάτων, όμως για τη συγκεκριμένη περιοχή με το ήδη υπάρχον πρόβλημα λόγω της πυκνής κυκλοφορίας των πλοίων, ο ρόλος της ήταν καθοριστικός.

Ιδιαίτερα σημαντικό ρόλο στην αύξηση της κυκλοφορίας των πλοίων με αποτέλεσμα και την αύξηση του αριθμού των ατυχημάτων έπαιξε και η ανάπτυξη της ναυπηγοεπισκευαστικής ζώνης της Τουρκίας. Τα τελευταία χρόνια όλο και περισσότερα πλοία επιλέγουν να διορθώσουν τις ζημίες τους στα Τουρκικά Ναυπηγεία με αποτέλεσμα τη συχνότερη διέλευση πλοίων από την περιοχή της ανατολικής Μεσογείου.

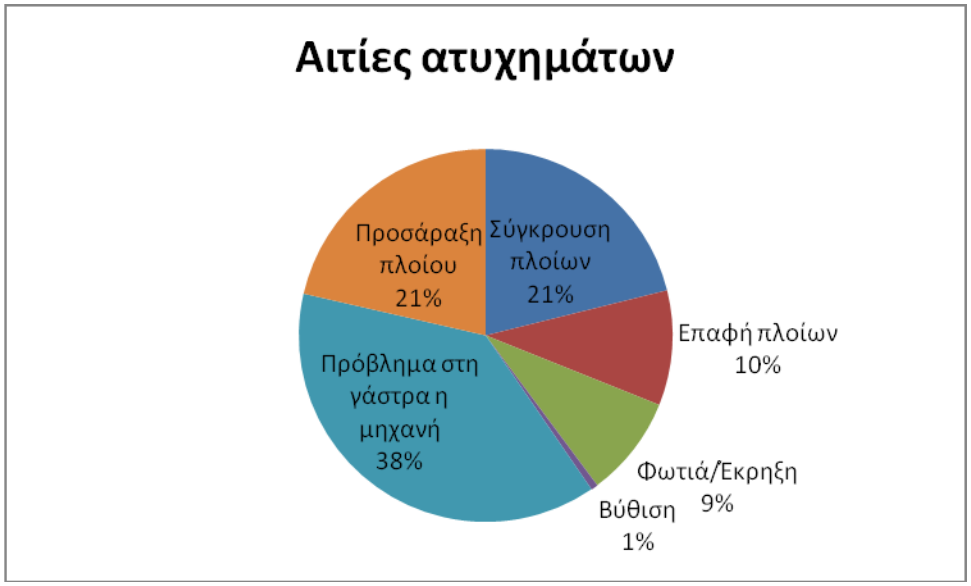
Τέλος, παρόμοιος με τον προαναφερθέντα λόγο είναι και η αγορά των Βουλγαρικών ναυπηγείων από Κορεατική εταιρία. Η κίνηση αυτή όπως αναμενόταν αύξησε την κινητικότητα των πλοίων στα Βουλγαρικά Ναυπηγεία στη Μαύρη θάλασσα.

4.3 Αιτίες ατυχημάτων

Πολλοί είναι οι λόγοι που συμβαίνουν κατά καιρούς ναυτικά ατυχήματα. Στην παρούσα μελέτη όμως θα ασχοληθούμε με 6 από τα βασικότερα αίτια ναυτικών ατυχημάτων:

- Σύγκρουση πλοίων (collision)
- Επαφή πλοίου με άλλο σώμα (contact)
- Φωτιά/Εκρηξη (Fire/Explosion)
- Βύθιση πλοίου (Foundered)
- Μηχανικό πρόβλημα ή πρόβλημα με τη γάστρα του πλοίου(hull/machinery problem)
- Προσάραξη πλοίου(stranded)

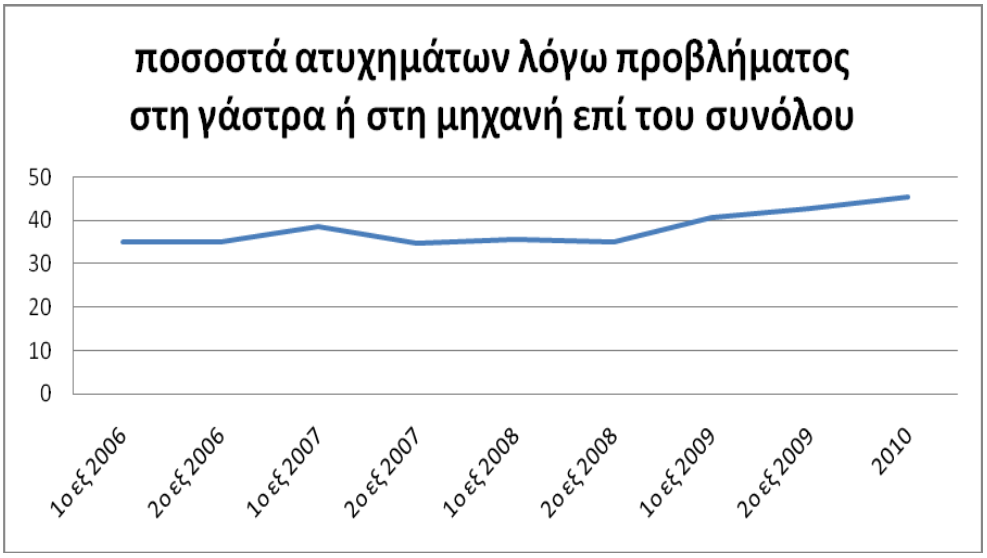
Παρακάτω παρουσιάζονται τα αίτια των ναυτικών ατυχημάτων με τα ποσοστά με τα οποία συμβάλλει το καθένα στη δημιουργία ατυχήματος, όπως αυτά μας δόθηκαν από το Sea-web casualty data base του Lloyds Register of ships.



ΣΧΗΜΑ 4-3-1 Ποσοστιαία συμμετοχή αιτίων στα ναυτικά ατυχήματα

Παρατηρούμε στο σχ4-3-1 πως το μεγαλύτερο ποσοστό ως αίτιο ατυχήματος καταλαμβάνει η παρουσία προβλήματος στη γάστρα ή στη μηχανή του πλοίου ενώ τα 2 αμέσως επόμενα αίτια με το μεγαλύτερο ποσοστό συμβολής σε ατύχημα είναι η σύγκρουση και η προσάραξη πλοίου με ποσοστό της τάξης του 21%.

Παρακάτω θα αναλύσουμε τη μεταβολή του ποσοστού της συμμετοχής σε ναυτικά ατυχήματα ανάλογα με το χρόνο του πιο σημαντικού από τα παραπάνω αίτια, δηλαδή του προβλήματος στη γάστρα ή τη μηχανή του πλοίου.



ΣΧΗΜΑ 4-3-2 Ποσοστιαία μεταβολή του προβλήματος στη γάστρα ή μηχανή του πλοίου ως αίτιο ναυτικού ατυχήματος για την περίοδο 2006-2010

Παρατηρώντας τη μεταβολή του ποσοστού του συγκεκριμένου αιτίου ως προς το σύνολο των αιτιών προξένησης ατυχήματος, διαπιστώνουμε μία σημαντική αύξηση της τάξης του 29% περίπου αφού στις αρχές του 2006 τα προβλήματα στη γάστρα ή στη μηχανή ενός πλοίου αποτελούσαν το 35% των αιτιών ενός ναυτικού ατυχήματος ενώ στα μισά του 2010 το ποσοστό αυτό έχει φτάσει το 45% .Η αύξηση αυτή είναι στατιστικά σημαντική καθώς από το Kendall's tau-b test προκύπτει $\tau = 0,592$ και $p = 0,028$.

Ο λόγος για τη σημαντική αυτή αύξηση ναυτικών ατυχημάτων τα οποία οφείλονται στη παρουσία μηχανικού προβλήματος ή προβλήματος στη γάστρα ενός πλοίου είναι η αυξημένη ναυπήγηση πλοίων στις χώρες τις Ασίας και συγκεκριμένα στην Κίνα.

Όλο και πιο συχνά παρουσιάζονται προβλήματα λόγω κακής τοποθέτησης των μηχανικών στοιχείων καθώς δεν είναι και λίγες οι φορές που Έλληνες πλοιοκτήτες αναγκάζονται να ακυρώσουν για αυτό το λόγο τα συμβόλαιά τους για ναυπηγήσεις πλοίων. Καταβάλλονται φυσικά τεράστιες προσπάθειες για να μπορέσουν να φτάσουν τα Κινεζικά ναυπηγεία τα στάνταρ των υπολοίπων σε ποιότητα, παρ' όλα αυτά είναι ακόμη πολλές οι περιπτώσεις όπου η ανάγκη για γρήγορη ναυπήγηση μεγάλου αριθμού πλοίων οδηγεί σε λάθη και απροσεξίες.

Όσον αφορά τα προβλήματα που παρουσιάζονται στη γάστρα των πλοίων η μόνη πιθανή εξήγηση είναι η ίδια με αυτή των μηχανικών προβλημάτων. Συγκεκριμένα ο τομέας των συγκολλήσεων αν και αυτοματοποιημένος στο μεγαλύτερο ποσοστό του αποτελεί συχνό αίτιο πηγής προβλημάτων στη γάστρα ενός πλοίου το οποίο έχει ναυπηγηθεί στην Κίνα, με αποτέλεσμα, λόγω της αυξημένης ναυπήγησης στην περιοχή τα τελευταία χρόνια να συμβαίνουν περισσότερα ναυτικά ατυχήματα τα οποία οφείλονται σε αυτό το λόγο.

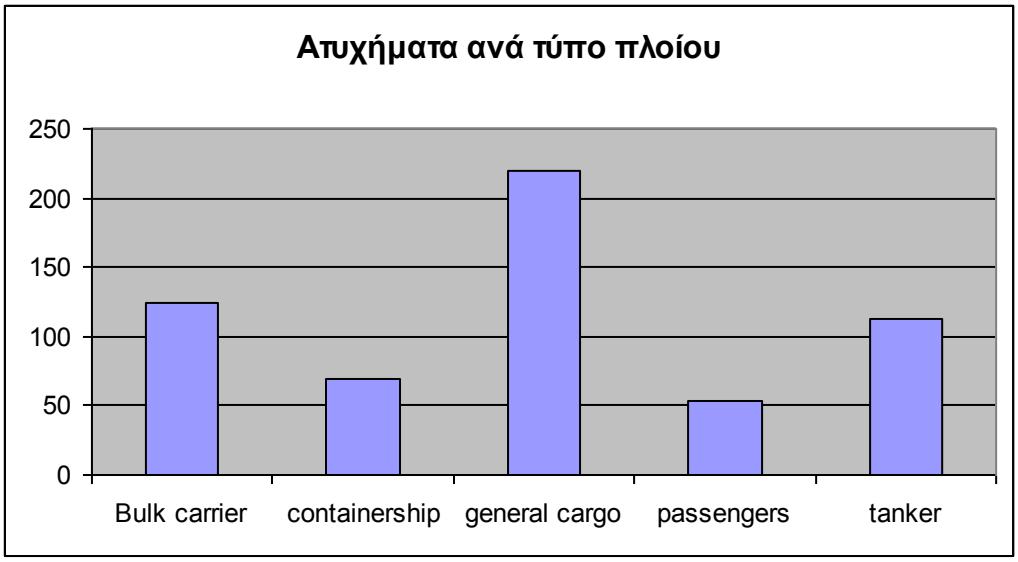
4.4 Ατυχήματα ανά τύπο πλοίου

Στη προσπάθεια αυτής της έρευνας να ασχοληθούμε με τις ρυμουλκήσεις πλοίων μετά από ατύχημα, οφείλουμε να κατηγοριοποιήσουμε τα ατυχήματα ως προς τον

τύπο πλοίου. Οι βασικές κατηγορίες πλοίων σύμφωνα με τις οποίες γίνεται η κατηγοριοποίηση των ατυχημάτων σε αυτό το σκέλος της εργασίας είναι αυτές που μας προτείνει και η πηγή των υπολοίπων στοιχείων μας, το Sea-web ship and casualty database του Lloyds Register of ships:

- Bulk carriers
- Containerships
- General cargo
- Passengers
- Tanker

Στο παρακάτω σχ4.4-1 φαίνονται ο μέσος όρος των ατυχημάτων ανά τύπο πλοίου ο οποίος προκύπτει από τα στοιχεία της περιόδου 2006-2010



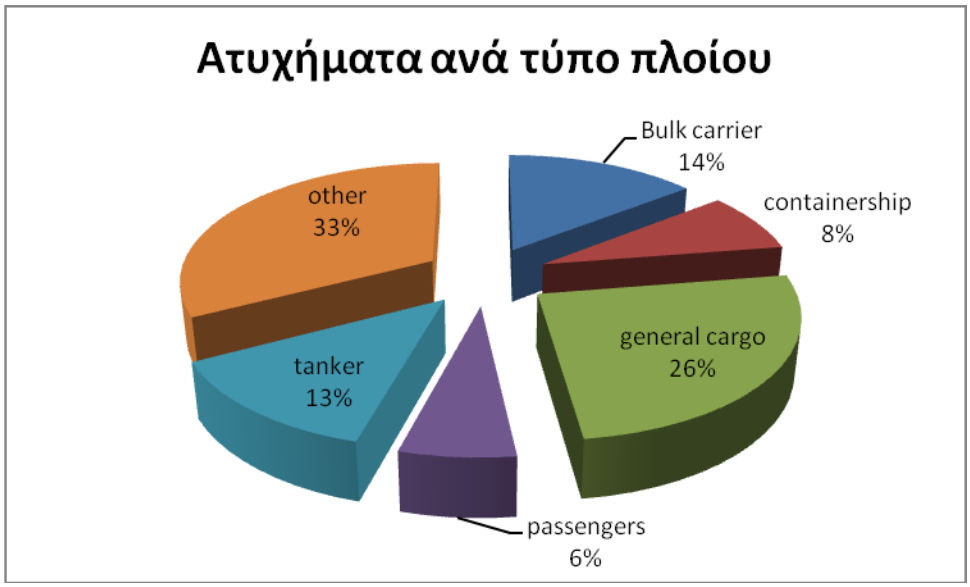
ΣΧΗΜΑ 4.4-1 Μέσος όρος Ναυτικών ατυχημάτων ανά τύπο πλοίου και εξάμηνο για την περίοδο 2006-2010

Παρατηρώντας το σχ4.4-1 διακρίνουμε ένα πολύ μεγάλο αριθμό ατυχημάτων για τα general cargo πλοία ο οποίος αγγίζει τα 220 περίπου ανά εξάμηνο δηλαδή ξεπέρνα το 25% του συνόλου ατυχημάτων των πλοίων. Δύο είναι οι προφανείς λόγοι που εξηγούν αυτό το φαινόμενο:

1. Τα πλοία γενικού φορτίου έχουν συνήθως μικρότερο μέγεθος από τα bulk carriers και τα tankers με αποτέλεσμα να έχουν τη δυνατότητα να εισέρχονται σε λιμάνια και γενικότερα περιοχές με μικρό βύθισμα ή περιορισμένες διαστάσεις. Ακόμη πολλά από αυτά πλέουν μέσα από λίμνες και ποτάμια με μικρό πλάτος. Όλες αυτές οι περιοχές είναι υψηλού ρίσκου και επικινδυνότητας, ως εκ τούτου είναι αυξημένος ο αριθμός των ατυχημάτων.

2. Ο δεύτερος λόγος που είναι πιο απλός ίσως όμως μεγαλύτερης σημασίας από τον πρώτο είναι ότι ο στόλος των πλοίων γενικού φορτιού είναι μεγαλύτερος από των υπολοίπων πλοίων, καθώς περιλαμβάνει ένα σημαντικό αριθμό ειδών πλοίων, τουλάχιστον όσον αφορά την κατηγοριοποίηση η οποία χρησιμοποιείται στο Sea-web ship database, οπότε είναι απόλυτα λογικό

μεγαλύτερος αριθμός πλοίων να ισοδυναμεί με μεγαλύτερο αριθμό ατυχημάτων.



ΣΧΗΜΑ 4.4-2 Ποσοστά ατυχημάτων ανά τύπο πλοίων προς το σύνολο των ατυχημάτων για την περίοδο 2006-2010

Μία ακόμη παρατήρηση που μπορούμε να κάνουμε στο σχ4.4-2 είναι πώς ο αριθμός των ατυχημάτων που συμβαίνουν στα επιβατηγά και στα containerships είναι αισθητά μικρότερος από αυτόν των υπολοίπων ειδών πλοίου.

Όσον αφορά τα επιβατηγά είναι απόλυτα φυσιολογικό να μην δημιουργούν τόσο υψηλό αριθμό ατυχημάτων, καθώς το φορτίο τους είναι άνθρωποι και για αυτό το λόγο τα επίπεδα ασφαλείας είναι πολύ υψηλότερα από των άλλων πλοίων. Τα πληρώματα που χρησιμοποιούνται είναι μεγαλύτερα και άρτια εκπαιδευμένα ενώ οι διαδρομές οι οποίες ακολουθούνται αλλά και τα λιμάνια στα οποία εισέρχονται τα πλοία είναι τα πλέον κατάλληλα και ενδεδειγμένα με χαμηλό δείκτη επικινδυνότητας.

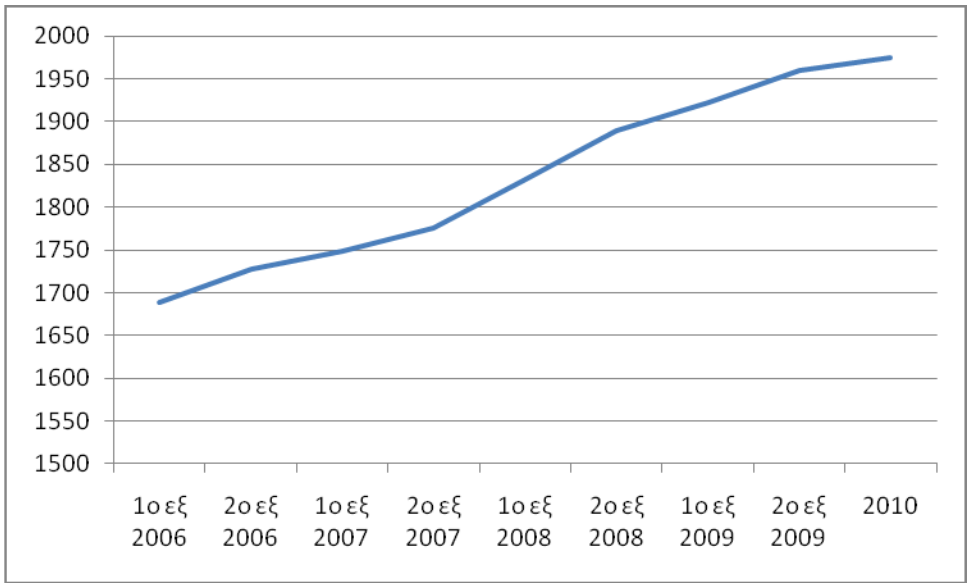
Τέλος όσον αφορά τα containerships πρόκειται για τα πλοία με το μικρότερο από όλα τα υπόλοιπα πλοία στόλο(περίπου 4600 πλοία σύμφωνα το Clarkson Annual Statistics), οπότε αντίθετα με τα πλοία γενικού φορτίου, μικρός αριθμός πλοίων σημαίνει και μικρότερος αριθμός ατυχημάτων. Ακόμη πολύ σημαντικό ρόλο παίζει και το γεγονός πως τα Containerships είναι πλοία τα οποία δεν εισέρχονται σε όλα τα λιμάνια αλλά μόνο σε αυτά τα οποία υπάρχει η κατάλληλη υποδομή για να υποδεχτεί τα containers που μεταφέρουν. Τα λιμάνια αυτά είναι κατά γενική ομολογία και τα μεγαλύτερα, οπότε έχουν καλύτερα μέτρα ασφαλείας, είναι άριστα οργανωμένα με αποτέλεσμα να είναι σαφώς πιο δύσκολο να συμβεί ατύχημα.

5. ΠΑΓΚΟΣΜΙΟΣ ΣΤΟΛΟΣ ΡΥΜΟΥΛΚΩΝ

5.1 Μεταβολή του στόλου των ρυμουλκών
5.2 Στοιχεία Παγκόσμιου στόλου ρυμουλκών

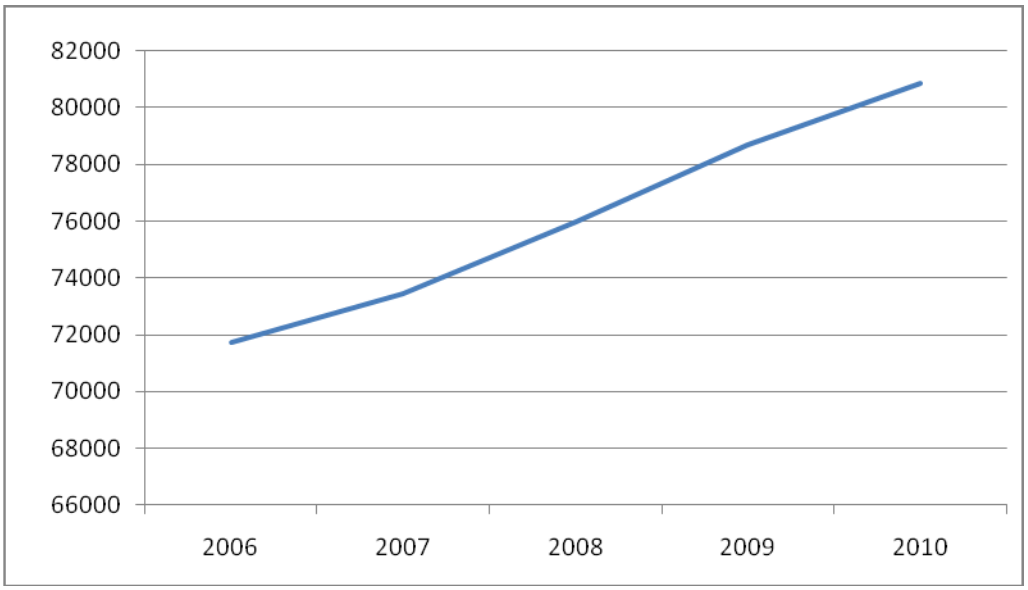
5.1 Μεταβολή του παγκόσμιου στόλου ρυμουλκών

Ο παγκόσμιος στόλος των ρυμουλκών αλλά και η μεταβολή του προκύπτουν από τα στοιχεία του Sea-web ship database του Lloyds Register of ships και αναφέρονται σε ενεργά σκάφη με διαθέσιμο Bollard Pull άνω των 20 μετρητικών τόνων. Η μεταβολή του παγκόσμιου στόλου ανά εξάμηνο παρουσιάζεται στο επόμενο σχήμα.



ΣΧΗΜΑ 5.1-1 Μεταβολή του παγκόσμιου στόλου ρυμουλκών ανά εξάμηνο για την περίοδο 2006-2010

Για να μπορέσουμε να συνειδητοποιήσουμε ευκολότερα το μέγεθος αυτής της αύξησης θα τη συγκρίνουμε με την αύξηση ολόκληρου του παγκόσμιου στόλου πλοίων για την ίδια χρονική περίοδο η οποία μας δίνεται από το Shipping Review Database(Clarkson Research, Spring 2010).



ΣΧΗΜΑ 5.1-2 Μεταβολή του συνολικού παγκόσμιου στόλου πλοίων για την περίοδο 2006-2010

Συγκρίνοντας λοιπόν τα 2 σχήματα διαπιστώνουμε πως ενώ ο παγκόσμιος στόλος πλοίων την περίοδο 2006-2010 είχε μία αύξηση της τάξης του 12,67% ο αντίστοιχος

στόλος των ρυμουλκών είχε πολύ μεγαλύτερη αύξηση της τάξης του 16,9% πλησιάζοντας πολύ κοντά στο φράγμα των 2000 πλοίων.

Αν μπορούμε να βγάλουμε ένα συμπέρασμα από αυτή τη σύγκριση είναι πως τα ρυμουλκά κατέχουν ένα πολύ σημαντικό ρόλο στην παγκόσμια ναυτιλία ο οποίος σταδιακά όχι μόνο παγιώνεται αλλά αποκτά και μεγαλύτερη αξία. Η ανάγκη για ναυπήγηση νέων ρυμουλκών είναι επιτακτική όσο ο παγκόσμιος στόλος πλοίων αυξάνεται και μαζί του ο αριθμός των διελεύσεων με αποτέλεσμα τη χρησιμοποίηση περισσότερων και μεγαλύτερων ρυμουλκών.

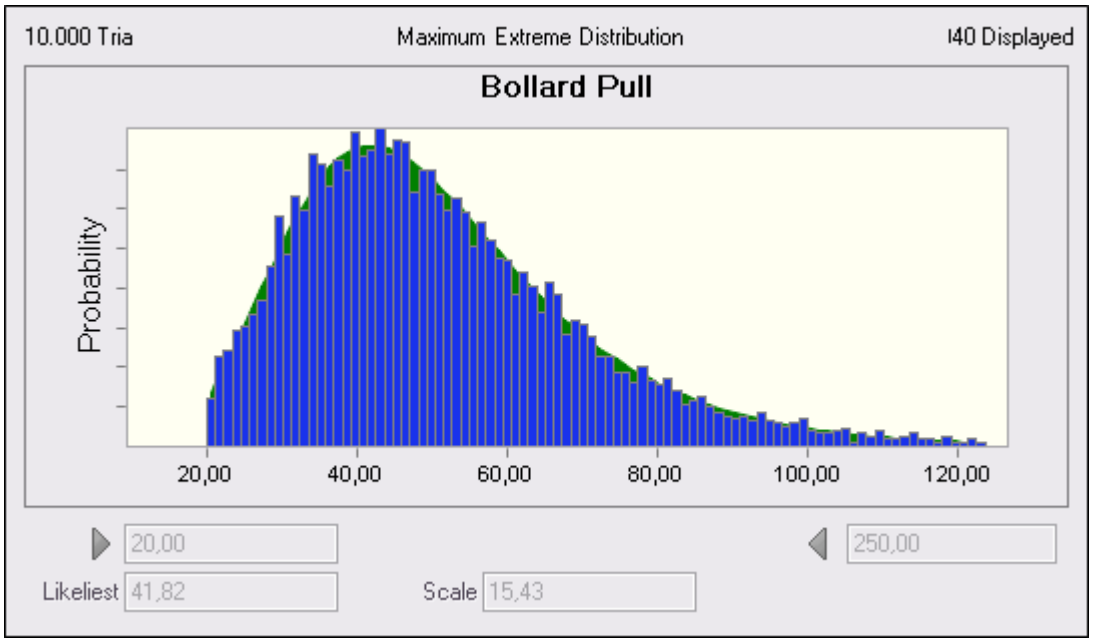
Από την αύξηση αυτή του στόλου των ρυμουλκών μπορούμε επίσης να συμπεράνουμε το γεγονός πως πρόκειται για ένα ιδιαίτερα επικερδές είδος πλοίου για τους πλοιοκτήτες, οι οποίοι συχνά έχουν τη δυνατότητα να τα μισθώνουν σε τιμές μικρότερες από τις προβλεπόμενες (όπως αναλύουμε στο Κεφάλαιο 2. Παραδείγματα ρυμουλκήσεων).

5.2 Στοιχεία Παγκόσμιου Στόλου Ρυμουλκών

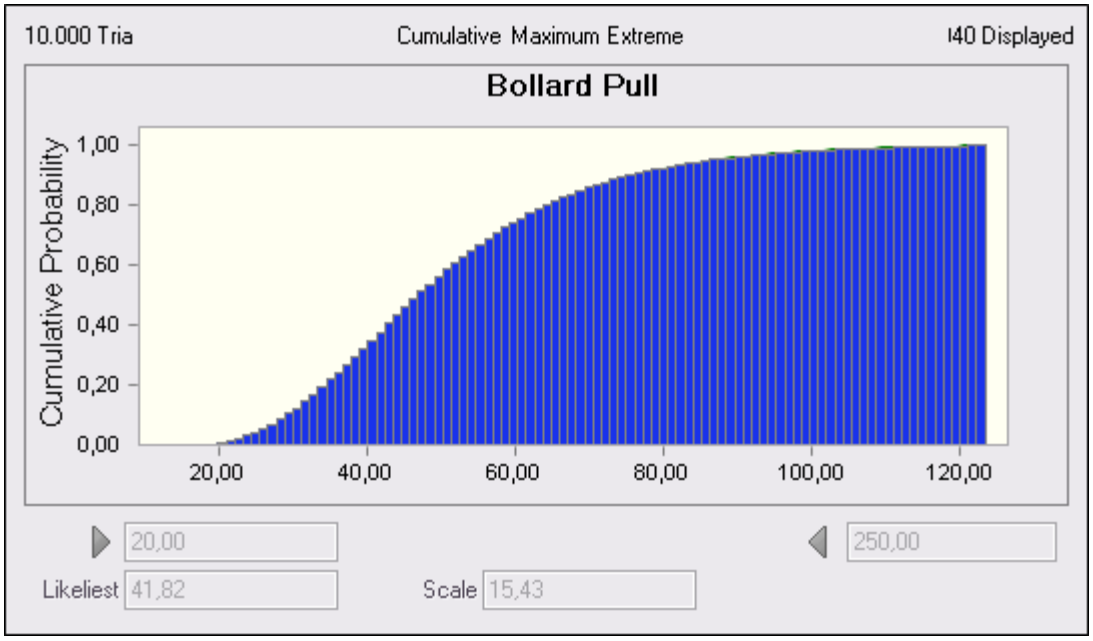
Τα 2 πιο σημαντικά στοιχεία ενός ρυμουλκού τα οποία συνήθως το χαρακτηρίζουν είναι κατά σειρά σημαντικότητας :

1. Το Bollard Pull (B.P)
2. Το μήκος μεταξύ καθέτων (L_{BP})

Στα παρακάτω σχήματα φαίνονται οι κατανομές του B.P και Μήκους των ρυμουλκών οι οποίες γίνανε με τη βοήθεια του στατιστικού προγράμματος Crystal Ball και των στοιχείων που συλλέχθηκαν από το Sea-web ship database του Lloyds Register of ships.



ΣΧΗΜΑ 5.2-1 Κατανομή του Bollard Pull του παγκόσμιου στόλου Ρυμουλκών για ρυμουλκά με B.P>20mt



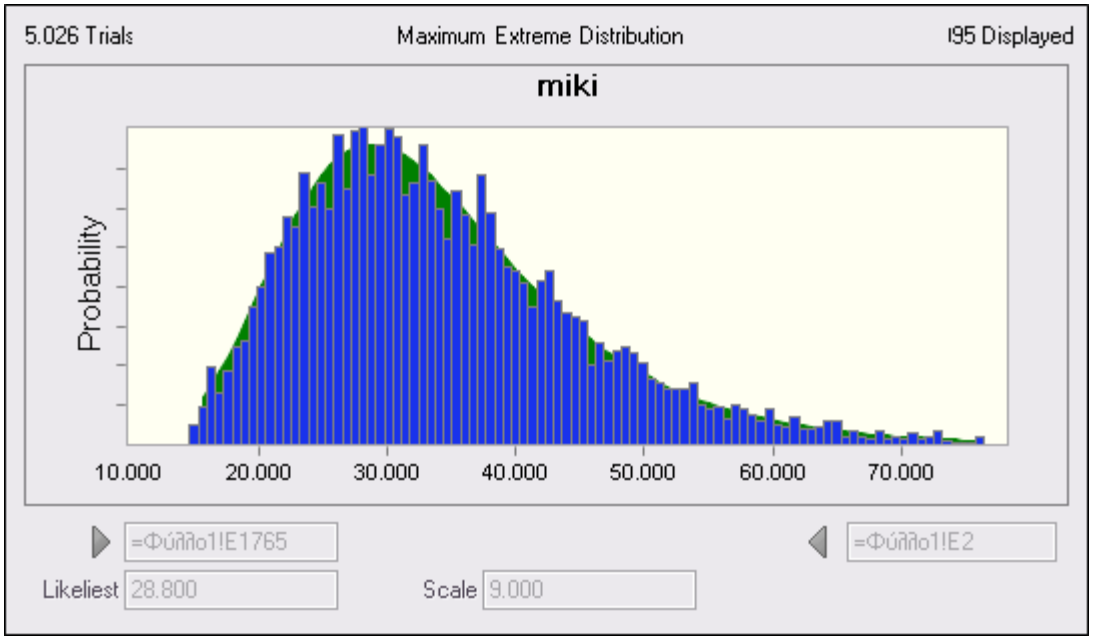
ΣΧΗΜΑ 5.2-2 Αθροιστική πιθανότητα του B.P του παγκόσμιου στόλου Ρυμουλκών με B.P>20mt

Πίνακας 5.2-1 Στατιστικά μεγέθη του B.P

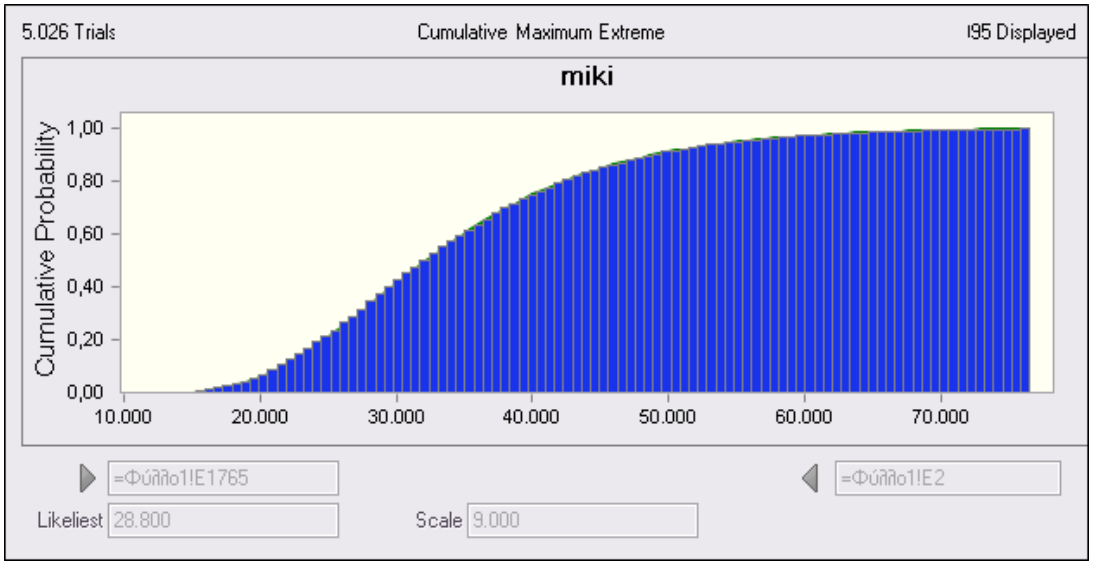
Assumption: Bollard Pull		
Statistic	Assumption values	Max Extreme distribution
Mean	51,27	51,29
Median	47,69	47,84
Standard Deviation	19,77	19,46
Variance	390,86	378,69
Skewness	1,27	1,22
Kurtosis	5,58	5,54
Coeff. of Variability	0,3856	0,3794
Minimum	20,03	20
Maximum	182,91	250

Πίνακας 5.2-2 Percentiles του B.P για τον παγκόσμιο στόλο Ρυμουλκών

Assumption: Bollard Pull		
Percentile	Assumption values	Max Extreme distribution
0%	20,03	20
10%	29,76	29,9
20%	34,84	35,1
30%	39,34	39,44
40%	43,34	43,58
50%	47,69	47,84
60%	52,35	52,52
70%	57,95	58,03
80%	65,35	65,25
90%	76,98	76,81
100%	182,91	250



ΣΧΗΜΑ 5.2-3 Κατανομή του Μήκους L_{bp} του παγκόσμιου στόλου ρυμουλκών για ρυμουλκά με B.P>20mt



ΣΧΗΜΑ 5.2-4 Αθροιστική πιθανότητα του Μήκους $L_{b.p}$ του παγκόσμιου στόλου ρυμουλκών για ρυμουλκά με B.P>20mt

Πίνακας 5.2-3 Στατιστικά μεγέθη του Μήκους Lbp

Assumption: Lbp		
Statistic	Assumption values	Max Extreme distribution
Mean	34.473	34.125
Median	32.475	32.211
Standard Deviation	11.512	11.209
Skewness	1,14	1,05
Kurtosis	4,99	4,52
Coeff. of	0,3339	0,3285

Variability		
Minimum	15.070	15.000
Maximum	102.472	90.000

Πίνακας 5.2-4 Percentiles του Μήκους Lbp για τον παγκόσμιο στόλο των ρυμουλκών

Assumption: Lbp		
Percentile	Assumption values	Max Extreme distribution
0%	15.070	15.000
10%	21.808	21.623
20%	24.828	24.727
30%	27.507	27.290
40%	29.956	29.719
50%	32.474	32.211
60%	35.338	34.940
70%	38.467	38.156
80%	42.827	42.353
90%	49.443	49.050
100%	102.472	90.000

6. ΡΥΜΟΥΛΚΗΣΕΙΣ ΠΛΟΙΩΝ ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΝΑΥΤΙΚΟ ΑΤΥΧΗΜΑ

6.1 Ρυμουλκήσεις πλοίων μετά από ναυτικό ατύχημα ανά θαλάσσια περιοχή
6.2 Πιθανότητα Ρυμούλκησης μετά από ατύχημα
6.2.1 Πιθανότητα Ρυμούλκησης ανάλογα με το είδος του ατυχήματος
6.2.2 Πιθανότητα Ρυμούλκησης ανάλογα με τον τύπο πλοίου
6.2.3 Συνδυασμένες Πιθανότητες Ρυμουλκήσεων

6.1 Ρυμουλκήσεις Πλοίων μετά από ναυτικό ατύχημα ανά θαλάσσια περιοχή

Πίνακας 6.1-1 Ρυμουλκήσεις Πλοίων ανά θαλάσσια ζώνη για την περίοδο 2006-2010

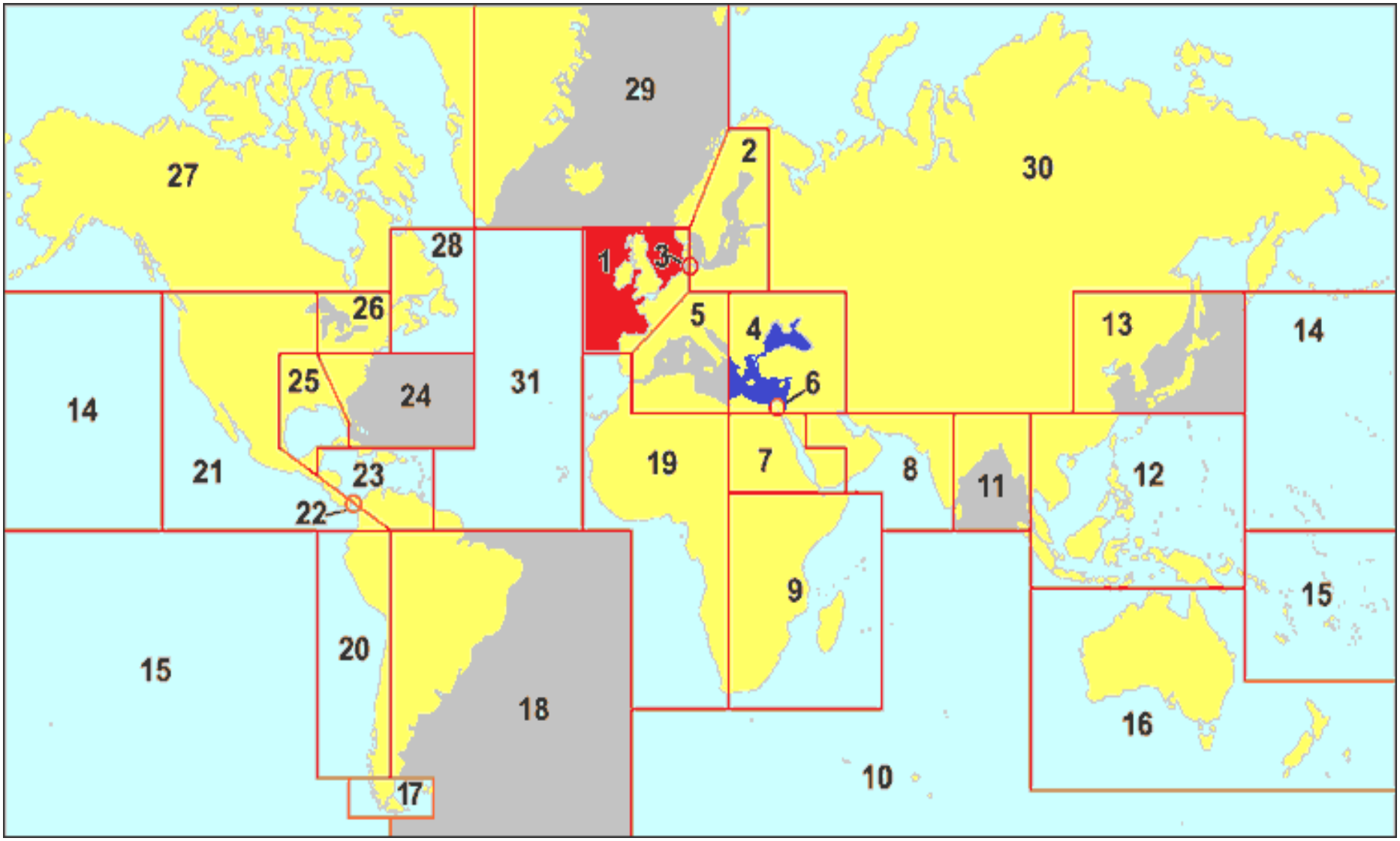
Zones	1ο εξ 2006	2ο εξ 2006	1ο εξ 2007	2ο εξ 2007	1ο εξ 2008	2ο εξ 2008	1ο εξ 2009	2ο εξ 2009	2010	Σύνολο	M.O	Median	St deviation	Confidence
Br Isles ,N sea ,E chal Biscay	27	34	59	47	63	44	44	49	37	404	**44,9**	44	11	7,5
E.Mediterenian &Black sea	20	15	17	40	29	31	30	44	35	261	**29,0**	30	10	6,6
China,Japan,Korea	4	5	7	29	20	12	21	11	10	119	**13,2**	11	8	5,5
S.china,E.indies	7	5	5	11	6	15	13	28	9	99	**11,0**	9	7	4,8
Baltic	4	9	14	7	17	14	14	7	12	98	**10,9**	12	4	2,8
W.Mediterean	10	5	8	13	13	6	12	11	8	86	**9,6**	10	3	1,9
S atlantic,E.coast,S.America	9	8	9	11	5	10	9	7	3	71	**7,9**	9	3	1,6
U.S Eastern Sea Board	9	6	5	4	7	10	10	4	1	56	**6,2**	6	3	2,0
Great lakes	4	12	5	4	3	6	4	7	5	50	**5,6**	5	3	1,8
Iceland	0	1	5	6	2	7	7	9	8	45	**5,0**	6	3	2,1
Kiel Kanl	3	6	10	5	5	4	1	2	6	42	**4,7**	5	3	1,7
W.Indies	5	1	9	6	7	6	0	5	2	41	**4,6**	5	3	1,9
Russia Arctic bering sea	1	2	3	2	6	3	7	4	9	37	**4,1**	3	3	1,7
Gulf	2	1	5	4	2	7	4	8	3	36	**4,0**	4	2	1,5
North atlantic	2	1	9	4	5	6	3	2	3	35	**3,9**	3	2	1,6
North America Pacific Coast	3	2	5	3	4	3	3	8	3	34	**3,8**	3	2	1,2
W.Africa coast	3	0	3	5	3	7	4	6	3	34	**3,8**	3	2	1,3
Australasia	2	2	5	2	6	5	2	2	2	28	**3,1**	2	2	1,1
E.Africa coast	1	4	2	3	4	6	4	3	1	28	**3,1**	3	2	1,1
Gulf of Mexico	2	3	6	3	1	2	1	2	4	24	**2,7**	2	2	1,0

Bay of Bengal	2	1	3	3	2	1	4	0	2	18	**2,0**	2	1	0,8
CanadianArctic, Alaska	1	3	1	2	1	2	3	1	1	15	**1,7**	1	1	0,6
New Foundland	1	1	1	4	0	3	2	2	0	14	**1,6**	1	1	0,9
Suez Canal	0	1	3	3	1	0	0	1	2	11	**1,2**	1	1	0,8
Red sea	3	0	1	0	1	0	2	3	0	10	**1,1**	1	1	0,8
S.Pacific	0	1	1	0	2	3	3	0	0	10	**1,1**	1	1	0,8
Indian Ocean Antarctic	0	4	1	0	0	2	0	0	1	8	**0,9**	0	1	0,9
Panama canal	2	0	0	1	0	1	0	1	0	5	**0,6**	0	1	0,5
West coast S.america	1	0	0	0	0	1	2	1	0	5	**0,6**	0	1	0,5
North Pacific	0	0	0	1	1	0	0	1	1	4	**0,4**	0	1	0,3
Cape Horn	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	**0,1**	0	0	0,2

Από τα αποτελέσματα του πιν6.1-1 για κάθε ναυτική ζώνη παγκοσμίως συμπεραίνουμε πως η περιοχή με τις περισσότερες ρυμουλκήσεις μετά από ναυτικό ατύχημα είναι αυτή της Βόρειας θάλασσας και των Βρετανικών Νήσων με μέσο όρο 45 περίπου ρυμουλκήσεων ανά εξάμηνο ενώ στη δεύτερη θέση με 30 περίπου ρυμουλκήσεις ανά εξάμηνο βρίσκεται η ζώνη της ανατολικής Μεσογείου και Μαύρης θάλασσας.

Χρησιμοποιώντας τα αποτελέσματα του ΣΧΗΜΑ 6.1-1μπορούμε πλέον να δημιουργήσουμε ένα παγκόσμιο χάρτη όπου απεικονίζονται οι ναυτικές ζώνες και οι ρυμουλκήσεις πλοίων μετά από ατύχημα με τον ακόλουθο τρόπο:

- Με κόκκινο χρώμα είναι οι περιοχές με **30-45** ρυμουλκήσεις μετά από ατύχημα ανά εξάμηνο.
- Με μπλε χρώμα απεικονίζονται οι ζώνες με **15-29** ρυμουλκήσεις μετά από ατύχημα ανά εξάμηνο.
- Με γκρι χρώμα είναι οι περιοχές με **5-14** ρυμουλκήσεις μετά από ατύχημα ανά εξάμηνο.
- Με γαλάζιο χρώμα παρουσιάζονται οι περιοχές που έχουν **0-5** ρυμουλκήσεις μετά από ναυτικό ατύχημα ανά εξάμηνο.



ΣΧΗΜΑ 6.1-1 Ναυτικές ζώνες-Ρυμουλκήσεις μετά από ατύχημα ανά εξάμηνο

Πίνακας 6.1-2 Ναυτικά ατυχήματα ανά περιοχή για την περίοδο 2006-2010

Zones	1ο εξ 2006	2ο εξ 2006	1ο εξ 2007	2ο εξ 2007	1ο εξ 2008	2ο εξ 2008	1ο εξ 2009	2ο εξ 2009	2010	Σύνολο	M.O	Median	St deviation	Confidence
Br Isles,N sea,E chal Biscay	146	143	189	168	201	177	153	178	138	1493	**165,9**	168	22	14,4
E.Mediterenian &Black sea	67	61	63	108	140	176	148	209	202	1174	**130,4**	140	59	38,4
Baltic	46	40	71	57	68	68	50	50	62	512	**56,9**	57	11	7,2
China,Japan,Korea	47	45	67	50	86	53	76	42	37	503	**55,9**	50	17	10,9
S.china,E.indies	48	25	36	47	59	62	68	78	63	486	**54,0**	59	17	10,8
Great lakes	48	70	53	40	42	55	40	47	23	418	**46,4**	47	13	8,4
U.S Eastern Sea Board	45	32	22	30	36	32	31	13	16	257	**28,6**	31	10	6,5
W.Mediterean	27	16	29	29	34	28	23	26	30	242	**26,9**	28	5	3,3
North America Pacific Coast	23	24	27	30	38	17	32	30	18	239	**26,6**	27	7	4,4
New Foundland	33	18	23	22	26	18	34	31	20	225	**25,0**	23	6	4,1
S atlantic,E.coast,S.America	26	25	34	30	27	21	19	19	5	206	**22,9**	25	8	5,5
Gulf of Mexico	40	25	30	25	22	21	20	11	9	203	**22,6**	22	9	6,1
Iceland	8	7	22	24	23	20	29	33	34	200	**22,2**	23	10	6,3
Kiel Kanl	31	25	37	20	19	19	13	8	16	188	**20,9**	19	9	5,8
Russia Arctic bering sea	3	5	11	14	18	16	33	15	21	136	**15,1**	15	9	5,8
Gulf	8	11	15	17	18	22	22	16	7	136	**15,1**	16	5	3,6
CanadianArctic, Alaska	18	15	16	16	16	16	15	9	5	126	**14,0**	16	4	2,7
Australasia	17	10	12	11	18	14	10	15	9	116	**12,9**	12	3	2,1
West Indies	15	6	14	9	8	13	20	11	10	106	**11,8**	11	4	2,8
Bay of Bengal	8	10	13	12	9	11	11	18	11	103	**11,4**	11	3	1,9
West Africa coast	2	5	12	6	8	13	13	19	19	97	**10,8**	12	6	3,9
North atlantic	9	6	19	12	14	13	14	5	5	97	**10,8**	12	5	3,2
East Africa coast	5	9	10	13	11	11	14	8	6	87	**9,7**	10	3	2,0
Red sea	3	5	6	4	6	3	7	6	6	46	**5,1**	6	1	0,9

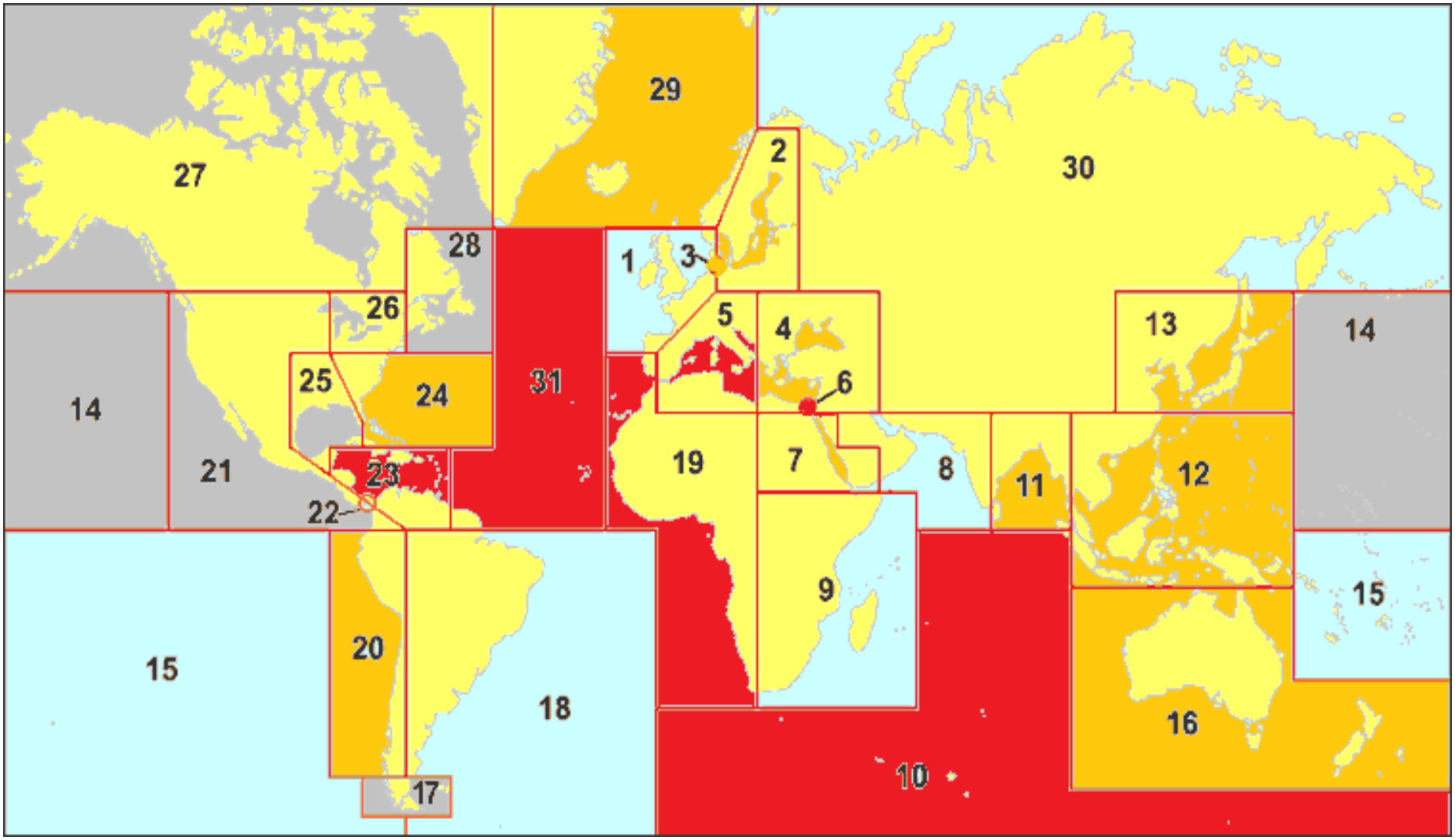
S.Pacific	3	4	4	2	2	1	10	4	2	32	**3,6**	3	3	1,7
North Pacific	3	4	4	4	4	6	1	4	2	32	**3,6**	4	1	0,9
West coast S.america	6	1	3	4	1	4	2	2	6	29	**3,2**	3	2	1,3
Suez Canal	3	2	4	3	3	3	6	1	4	29	**3,2**	3	1	0,9
Indian Ocean Antarctic	4	5	2	0	2	1	0	1	3	18	**2,0**	2	2	1,1
Panama canal	4	6	0	1	2	1	2	0	2	18	**2,0**	2	2	1,3
Cape Horn	3	0	1	0	0	0	3	0	0	7	**0,8**	0	1	0,9

Έχοντας τώρα και τον αριθμό των ατυχημάτων ανά περιοχή αλλά και τον αριθμό των ρυμουλκήσεων μετά από ατύχημα μπορούμε να δημιουργήσουμε τον παγκόσμιο χάρτη στον οποίο θα απεικονίζονται οι ναυτικές ζώνες με τις συχνότητες των ρυμουλκήσεων ανά ατύχημα και εξάμηνο.

Από το σχ6.1-2 μπορούμε να εξάγουμε χρήσιμα συμπεράσματα για το δείκτη επικινδυνότητας της εκάστοτε ζώνης αφού όπως θα παρατηρήσουμε μπορεί σε κάποιες περιοχές το σύνολο των ατυχημάτων ανά εξάμηνο να είναι σχετικά μικρό, όμως η αντίστοιχη συχνότητα ρυμουλκήσεων ανά εξάμηνο να είναι ιδιαίτερα υψηλή. Κάτι τέτοιο φυσικά υποδεικνύει το γεγονός πως η κυκλοφορία των πλοίων στις συγκεκριμένες περιοχές δεν είναι ιδιαίτερα αυξημένη, όμως τα ατυχήματα τα οποία συμβαίνουν χρίζουν ρυμούλκησης, δηλαδή χαρακτηρίζονται ως σοβαρά ατυχήματα (severe casualties).

Οι ναυτικές ζώνες με τις συχνότητες ρυμούλκησης προς ατύχημα ανά εξάμηνο σημειώνονται στο σχ6.1-2 ως εξής :

- Με κόκκινο χρώμα παρουσιάζονται οι περιοχές με συχνότητα ρυμούλκησης προς ατύχημα ανά εξάμηνο 35-45%.
- Με γαλάζιο χρώμα παρουσιάζονται οι περιοχές με συχνότητα ρυμούλκησης προς ατύχημα ανά εξάμηνο 25-34%.
- Με πορτοκαλί χρώμα παρουσιάζονται οι περιοχές με συχνότητα ρυμούλκησης προς ατύχημα ανά εξάμηνο 15-24%.
- Με γκρι χρώμα παρουσιάζονται οι περιοχές με συχνότητα ρυμούλκησης προς ατύχημα ανά εξάμηνο 0-14%.



ΣΧΗΜΑ 6.1-2 Ναυτικές ζώνες-Συχνότητα ρυμουλκήσεων μετά από ατύχημα

Παρατηρήσεις

- Οι ναυτικές ζώνες της Βορείου θάλασσας και της Ανατολικής Μεσογείου και Μαύρης θάλασσας ενώ παρουσιάζουν το μεγαλύτερο αριθμό ατυχημάτων για την περίοδο 2006-2010, χαρακτηρίζονται από σχετικά μικρές συχνότητες ρυμουλκήσεων ανά ατύχημα εξάμηνο, συγκεκριμένα 27 και 22% αντίστοιχα. Το συμπέρασμα που μπορούμε να εξάγουμε από αυτήν την παρατήρηση είναι πως πρόκειται για περιοχές υψηλής κινητικότητας και διέλευσης πλοίων, αφού στην πρώτη βρίσκονται πολλές πλατφόρμες άντλησης πετρελαίου οι οποίες κάνουν επιτακτική τη χρήση πολλών δεξαμενοπλοίων αλλά και πλοίων εφοδιασμού, ενώ η δεύτερη αποτελεί σημαντικό στρατηγικό σημείο για την παγκόσμια ναυτιλία. Παρ' όλα αυτά το μεγαλύτερο ποσοστό των ατυχημάτων δε συνιστά απειλή καθώς ο αριθμός των ρυμουλκήσεων είναι συγκριτικά με άλλες περιοχές μικρός.

- Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός της υψηλής συχνότητας ρυμουλκήσεων μετά από ναυτικό ατύχημα για την περιοχή της Δυτικής Μεσογείου αφού ξεπερνάει το 35% των ατυχημάτων. Σημαντικό ρόλο στη συχνότητα αυτή παίζει η παρουσία του Κόλπου των Λεόντων που βρίσκεται στη συγκεκριμένη ναυτική ζώνη. Ως γνωστόν τα πλοία που διέρχονται από αυτόν τον κόλπο έρχονται αντιμέτωπα με κύματα μεγάλου ύψους για αυτό και τα ατυχήματα που χρίζουν ρυμούλκησης είναι σύνηθες φαινόμενο.

- Για τις περισσότερες από τις υπόλοιπες ναυτικές ζώνες στις οποίες παρουσιάζεται υψηλή συχνότητα ρυμουλκήσεων μετά από ατύχημα είναι πολύ δύσκολο να εξαχθούν χρήσιμα συμπεράσματα καθώς ο αριθμός των ατυχημάτων ανά εξάμηνο είναι πολύ μικρός. Δηλαδή για παράδειγμα η ναυτική ζώνη του Ινδικού Ωκεανού και της Ανταρκτικής με μόλις 18 ατυχήματα τα τελευταία 4 χρόνια έχει ένα πολύ μικρό στατιστικό δείγμα από το οποίο θα μπορούσαμε να συμπεράνουμε με ασφάλεια πως πρόκειται για μία επικίνδυνη περιοχή. Αποτέλεσμα είναι η συχνότητα ρυμουλκήσεων μετά από ναυτικό ατύχημα της τάξης του 44% να είναι σχεδόν πλασματική και να μην αντικατοπτρίζει το μέγεθος του ρίσκου που παίρνουν τα πλοία που διέρχονται από τη συγκεκριμένη ζώνη.

- Ακόμη μία χρήσιμη επισήμανση αφορά την περιοχή του Βόρειου Ατλαντικού η οποία όπως αναμενόταν λόγω των αντίξοων καιρικών συνθηκών που επικρατούν το μεγαλύτερο διάστημα του χρόνου, παρουσιάζει υψηλή συχνότητα ρυμουλκήσεων μετά από ατύχημα(πάνω από 36%) τοποθετώντας την στην τέταρτη θέση της σχετικής λίστας.

- Τέλος πρέπει να σημειώσουμε την εξαιρετικά χαμηλή συχνότητα ρυμούλκησης μετά από ατύχημα (μόλις 6%) για την ναυτική ζώνη που παρουσιάζεται στο σχ6.1-2 με τον αριθμό 28 και περιλαμβάνει το θαλάσσιο τμήμα ανατολικά του Καναδά. Με πάνω από 200 ναυτικά ατυχήματα καταγεγραμμένα τα τελευταία 4 χρόνια μόλις 14 ρυμουλκήσεις μετά από ατύχημα έχουν λάβει χώρα (1,6 ρυμούλκηση ανά εξάμηνο) καθιστώντας την ευρύτερη περιοχή ως τη χειρότερη παγκοσμίως για τους ιδιοκτήτες ρυμουλκών.

6.2 Πιθανότητα Ρυμούλκησης μετά από ατύχημα

Στο σημείο αυτό θα προσπαθήσουμε να προσεγγίσουμε την πιθανότητα ρυμούλκησης ενός πλοίου μετά από ναυτικό ατύχημα, χρησιμοποιώντας την αντίστοιχη συχνότητα την οποία έχουμε βρει από τα στοιχεία του Sea-web ship and casualty database του Lloyds Register of Ships.

Υπολογίζουμε τη συχνότητα ατυχήματος ανά πλοίο έτος μέσω του παρακάτω πίνακα ο οποίος εκτός από τον αριθμό των ατυχημάτων ανά έτος περιλαμβάνει και την εξέλιξη του παγκόσμιου στόλου πλοίων για την περίοδο 2006-2009 έτσι όπως αυτή προέκυψε από τα στοιχεία του Clarkson Research Services,Spring 2010.

Πίνακας 6.2-1 Παγκόσμιος Στόλος πλοίων-Ατυχήματα

	Παγκόσμιος Στόλος Πλοίων	Ατυχήματα
2006	71242	1448
2007	73467	1846
2008	75969	1897
2009	78684	1762
Μ.Ο	**74840,5**	**1738,25**

Διαιρώντας το μέσο όρο των ατυχημάτων με αυτόν του παγκόσμιου στόλου πλοίων έχουμε τη συχνότητα ατυχήματος ανά πλοίο έτος η οποία είναι τελικά: $\mathbf{\Sigma=23*10^{-3}}$
Δηλαδή σε 100 πλοία θα συμβούν 2,3 ατυχήματα κατά τη διάρκεια ενός έτους.

Θεωρούμε την κατανομή των ατυχημάτων στα πλοία ως κατανομή Poisson αφού ο συγκεκριμένος τρόπος κατανομής συνηθίζεται να εφαρμόζεται στην πρόβλεψη του αριθμού των γεγονότων για μία συγκεκριμένη περίοδο.

Η κατανομή Poisson είναι μία διακριτή συνάρτηση κατανομής τυχαίας μεταβλητής που περιγράφει τον αριθμό εμφανίσεων ενός γεγονότος σε ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα. Περιγράφεται από την εξής σχέση :

$$P_{\lambda}(X=\kappa) = \lambda^{\kappa} * e^{-\lambda}/\kappa! \qquad (6.2\text{-}1)$$

Όπου ο αριθμός λ δηλώνει τη μέση τιμή αριθμού εμφανίσεων ενός γεγονότος δηλαδή στην περίπτωσή μας είναι η συχνότητα ατυχήματος.

Χρησιμοποιώντας την (6.2-1) καταλήγουμε πως η πιθανότητα για να συμβεί ατύχημα σε ένα πλοίο κατά τη διάρκεια ενός έτους είναι $\mathbf{Pc=22,9*10^{-3}}$

Το επόμενο βήμα περιλαμβάνει την εύρεση της συχνότητας ρυμουλκήσεων μετά από ναυτικό ατύχημα όπως αυτή παρουσιάζεται στον πίνακα 6.2-2. Έχοντας την απαραίτητη συχνότητα ρυμουλκήσεων θεωρούμε ότι το σύνολό τους εκφράζεται μέσω διωνυμικής κατανομής.

Η διωνυμική κατανομή είναι μία διακριτή συνάρτηση κατανομής τυχαίας μεταβλητής. Περιγράφει ένα τυχαίο πείραμα με δύο πιθανά αποτελέσματα (επιτυχία-αποτυχία) και πιθανότητα επιτυχίας p που επαναλαμβάνεται n φορές.

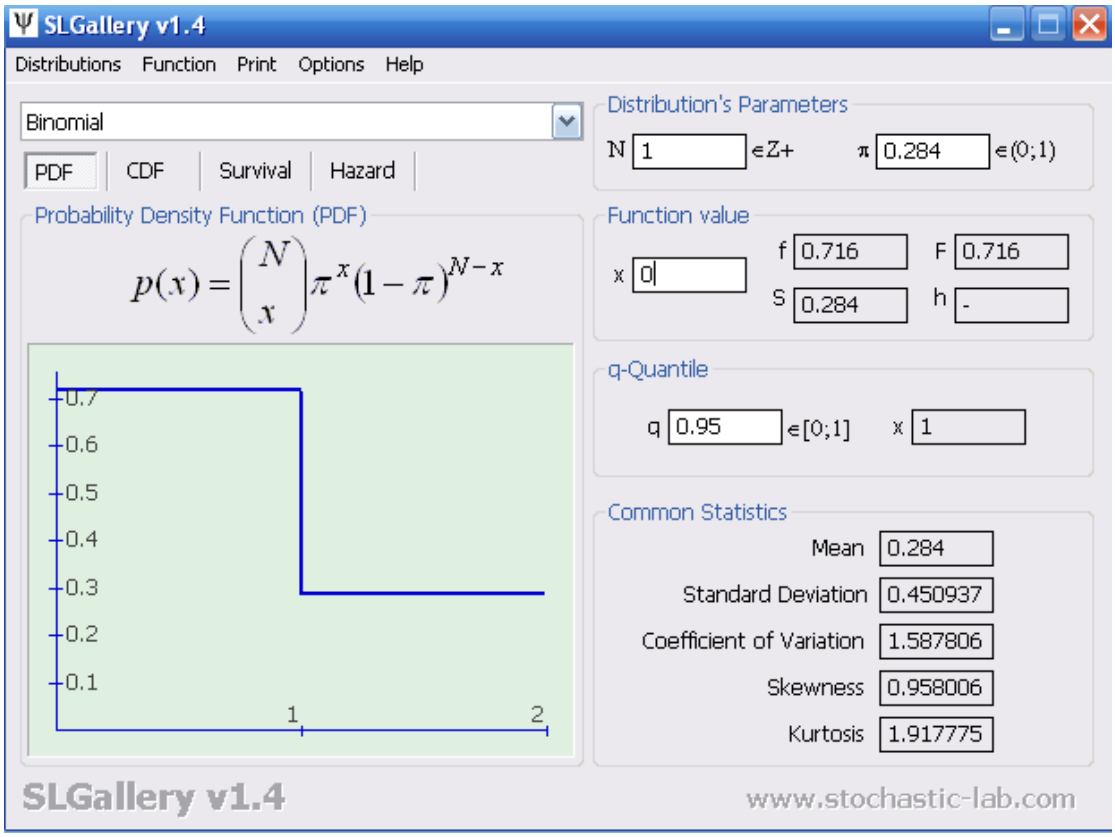
Πίνακας6.2-2 Συχνότητα ρυμουλκήσεων μετά από ατύχημα

	Ατυχήματα	Ρυμουλκήσεις	Συχνότητα
2006	1448	300	0,207
2007	1846	577	0,313
2008	1897	569	0,300
2009	1762	560	0,318
M.O	1738,25	501,5	**0,284**

Η σχέση η οποία μας δίνει την πιθανότητα ρυμούλκησης μέσω της διωνυμικής κατανομής είναι η εξής:

$P(X=k)= n!*p^{x}*q^{n-x}/(x!*(n-x)!)$ (6.2-2)

Χρησιμοποιούμε το στατιστικό πρόγραμμα SLGallery v1.4 όπως φαίνεται στο σχ6.21 και υπολογίζουμε την πιθανότητα ρυμούλκησης μετά από ναυτικό ατύχημα **Pp=0,233**



ΣΧΗΜΑ6.2-1 Τρόπος υπολογισμού της πιθανότητας ρυμούλκησης με χρήση του SLGallery v1.4

Τέλος θεωρούμε τα 2 ενδεχόμενα ανεξάρτητα ως εκ τούτου η πιθανότητα ένα πλοίο να έχει ατύχημα κατά τη διάρκεια ενός έτους και το ατύχημα αυτό να ρυμουλκηθεί υπολογίζεται ως εξής:

$Pf=Pc*Pp=22,9*10^{-3}*0,233 \rightarrow$ **$Pf=5,36*10^{-3}$**

6.2.1 Πιθανότητα Ρυμούλκησης ανάλογα με το είδος του ατυχήματος

Ο τρόπος εύρεσης της πιθανότητας ρυμούλκησης μετά από ναυτικό ατύχημα για το κάθε είδος ατυχήματος ξεχωριστά είναι ίδιος με αυτόν που αναλύσαμε στο κεφάλαιο 6.2Πιθανότητα Ρυμούλκησης μετά από ατύχημα. Αρχικά υπολογίζουμε την πιθανότητα ατυχήματος για το κάθε είδος μέσω της κατανομής Poisson αφού φυσικά διαθέτουμε την αντίστοιχη συχνότητα.

Πίνακας 6.2.1-1 Αιτίες ατυχημάτων-αριθμός ατυχημάτων ανά εξάμηνο για την περίοδο 2006-2009

Αίτια	2006		2007		2008		2009		M.O
εξάμηνα	1ο	2ο	1ο	2ο	1ο	2ο	1ο	2ο	
collision	**180**	**132**	**152**	**219**	**221**	**205**	**177**	**179**	**183,1**
contact	90	73	98	86	104	101	77	81	88,8
fire/explosion	69	52	89	82	85	87	75	69	76,0
foundered	7	6	7	4	1	2	9	5	5,1
hull/machinery	**272**	**234**	**333**	**342**	**346**	**322**	**345**	**388**	**322,8**
michelaneus	6	6	2	4	2	0	0	0	2,5
wrecked/stranded	**153**	**166**	**180**	**246**	**212**	**203**	**167**	**186**	**189,1**
Σύνολο	777	669	861	983	971	920	850	908	867,4

Παρατηρούμε ότι τα περισσότερα από τα ναυτικά ατυχήματα συμβαίνουν λόγω μηχανικού προβλήματος ή προβλήματος στη γάστρα. Στη δεύτερη θέση με περίπου τον ίδιο αριθμό ατυχημάτων βρίσκονται η σύγκρουση πλοίων και η προσάραξη. Αυτά είναι και τα 3 αίτια ατυχήματος τα οποία θα εξετάσουμε στη συνέχεια.

Πίνακας 6.2.1-2 Πιθανότητες ατυχήματος ανά αίτιο ατυχήματος

Αίτια ναυτικών ατυχημάτων	Προβλήματος στη μηχανή ή στη γάστρα	Σύγκρουσης μεταξύ πλοίων	Προσάραξης πλοίου
πιθανότητα ατυχήματος λόγω	$8.6*10^{-3}$	$4.9*10^{-3}$	$5*10^{-3}$

Το επόμενο βήμα περιλαμβάνει τον υπολογισμό της συχνότητας ρυμούλκησης ανά τύπο ατυχήματος μέσω της οποίας από διωνυμική κατανομή υπολογίζουμε και την αντίστοιχη πιθανότητα ρυμούλκησης.

Πίνακας 6.2.1-3 Συχνότητα ρυμούλκησης μετά από hull machinery ατύχημα

	hull machinery ατυχήματα	ρυμουλκήσεις	συχνότητα
2006	506	85	0,168
2007	675	184	0,273
2008	668	124	0,186
2009	733	143	0,195
M.O	692	150,3	0,218

Έτσι η πιθανότητα ρυμούλκησης μετά από ατύχημα λόγω προβλήματος στη μηχανή ή στη γάστρα του πλοίου υπολογίζεται ίση με: **$P_{hρ}$=0,218**

Οπότε και η πιθανότητα που αναζητάμε δηλαδή ένα πλοίο να υποστεί hull/machinery ατύχημα κατά τη διάρκεια ενός έτους και εν τέλει να ρυμουλκηθεί είναι ίση με:

$P_{hull}=P_c*P_{hp}=0,0086*0,218 \rightarrow$ **$P_{hull}= 1,89*10^{-3}$**

Πίνακας 6.2.1-4 Συχνότητα ρυμούλκησης μετά από ατύχημα λόγω σύγκρουσης

	ατυχήματα λόγω σύγκρουσης	ρυμουλκήσεις	συχνότητα
2006	312	63	0,202
2007	371	48	0,129
2008	426	118	0,277
2009	356	102	0,287
M.O	366,25	231	0,224

Από όπου προκύπτει η πιθανότητα ένα πλοίο να υποστεί ατύχημα λόγω σύγκρουσης: **$P_{col,ρ}$= 0,224**

Άρα και η πιθανότητα όπως προηγουμένως να συμβεί ατύχημα λόγω σύγκρουσης με άλλο πλοίο κατά τη διάρκεια ενός έτους και ύστερα να ρυμουλκηθεί είναι :

$P_{col}= P_{col,ρ}* P_c \rightarrow$ **$P_{col}=1,1*10^{-3}$**

Πίνακας 6.2.1-5 Συχνότητα ρυμούλκησης μετά από ατύχημα λόγω προσάραξης

	ατυχήματα λόγω προσάραξης	ρυμουλκήσεις	συχνότητα
2006	319	64	0,201
2007	426	142	0,333
2008	415	106	0,255
2009	353	117	0,331
M.O	378,25	231	0,280

Η πιθανότητα ρυμούλκησης μετά από προσάραξη είναι : **$P_{str,p}$ = 0,280**

Η πιθανότητα να συμβεί ατύχημα λόγω προσάραξης και το πλοίο να ρυμουλκηθεί δίνεται από τον εξής τύπο :

$P_{str} = P_{str,p}*P_c= 0,280*0,005 \rightarrow$ **$P_{str} =1,4*10^{-3}$**

6.2.2 Πιθανότητα ρυμούλκησης ανάλογα με τον τύπο πλοίου

Ένας ακόμη τρόπος με τον οποίο μπορούμε να κατηγοριοποιήσουμε την πιθανότητα ρυμούλκησης ενός πλοίου μετά από ατύχημα είναι ανάλογα με τον τύπο πλοίου. Τα είδη των πλοίων τα οποία θα μας απασχολήσουν στο συγκεκριμένο σημείο είναι τα εξής 5:

- Bull carriers
- Tankers
- Containerships
- General cargo
- Passenger

Όπως και με το είδος ατυχήματος πρώτα θα υπολογίσουμε την πιθανότητα ένα συγκεκριμένο είδος πλοίου από τα προαναφερθέντα να εμπλακεί σε ατύχημα, ύστερα θα υπολογίσουμε τη συχνότητα ρυμουλκήσεων του συγκεκριμένου τύπου πλοίου ανά ατυχήματα έτος και τέλος συνδυάζοντάς τα θα υπολογίσουμε την πιθανότητα ρυμούλκησης ενός πλοίου από τους παραπάνω τύπους πλοίων μετά από ατύχημα.

Πίνακας 6.2.2-1 Αριθμός ατυχημάτων ανά τύπο πλοίου και εξάμηνο για την περίοδο 2006-2010

	Bulk carrier	containership	general cargo	passengers	tanker	υπόλοιπα	Σύνολο
1ο εξ 2006	137	81	174	51	103	231	777
2ο εξ 2006	126	56	150	35	94	210	671
1ο εξ 2007	119	67	210	47	125	295	863
2ο εξ 2007	142	79	247	56	127	332	983
1ο εξ 2008	117	92	241	55	121	349	975
2ο εξ 2008	120	74	250	69	117	292	922
1ο εξ 2009	118	72	240	56	112	252	850
2ο εξ 2009	142	57	249	53	110	301	912
Μ.ο	127,63	72,25	**220,13**	52,75	113,63	282,75	869,13

Για να μπορέσουμε να υπολογίσουμε τη συχνότητα ατυχήματος ανά πλοίο έτος χρειαζόμαστε φυσικά και τους αντίστοιχους στόλους του οποίους παραθέτουμε παρακάτω όπως αυτοί προέκυψαν από τα στοιχεία του Clarkson Research services, Spring 2010.

Πίνακας 6.2.2-2 Ανάπτυξη του παγκόσμιου στόλου ανά είδος πλοίου

	containerships	general cargo	passengers	tanker	bulk carrier
2006	3641	15435	6356	10816	17038
2007	3990	15596	6396	11180	17653
2008	4367	15734	6454	11626	18395
2009	4730	15900	6510	12199	19257
Μ.Ο	4182	15666,25	6429	11455,25	18085,75

Οπότε πλέον μπορούμε να υπολογίσουμε τις αντίστοιχες συχνότητες ατυχήματος ανά πλοίο-έτος για κάθε είδος πλοίου από τα παραπάνω και να τις παρουσιάσουμε στον πίν6.2.2-3 που ακολουθεί.

Πίνακας 6.2.2-3 Συχνότητα ατυχημάτων ανά τύπο πλοίου

Είδος πλοίου	Bulk carrier	containership	general cargo	passengers	tanker
Συχνότητα	0,014	0,035	0,028	0,016	0,020

Έχοντας τη συχνότητα των ατυχημάτων μπορούμε να βρούμε την πιθανότητα για να έχει ένα πλοίο συγκεκριμένου είδους ατύχημα κατά τη διάρκεια ενός έτους, χρησιμοποιώντας την κατανομή Poisson.

Το επόμενό βήμα περιλαμβάνει την εύρεση της πιθανότητας ρυμούλκησης μέσω της διωνυμικής κατανομής για ξεχωριστά είδη πλοίων. Παρακάτω παρουσιάζεται ο πιν6.2.2-4 με τον αριθμό των ρυμουλκήσεων ανά εξάμηνο και είδος πλοίου μέσω του οποίου υπολογίζεται η συχνότητα των ρυμουλκήσεων ανά ατύχημα.

Πίνακας 6.2.2-4 Αριθμός ρυμουλκήσεων ανά εξάμηνο και είδος πλοίου

	Bulk carrier	containership	general cargo	passengers	tanker	υπόλοιπα	σύνολο
1ο εξ 2006	23	10	42	3	18	68	164
2ο εξ 2006	30	9	42	1	14	40	136
1ο εξ 2007	37	22	60	4	28	56	207
2ο εξ 2007	41	15	93	2	28	57	236
1ο εξ 2008	23	26	81	4	30	55	219
2ο εξ 2008	22	25	62	5	36	53	203
1ο εξ 2009	26	21	74	4	29	50	204
2ο εξ 2009	35	18	84	6	38	81	262
Μ.ο	29,63	18,25	67,25	3,63	27,63	57,50	203,88

Πίνακας 6.2.2-5 Πιθανότητα ρυμούλκησης μετά από ατύχημα ανά είδος πλοίου

Είδος πλοίου	Bulk carrier	containership	general cargo	passengers	tanker
Πιθανότητα	0,232	0,253	0,306	0,069	0,243

Τέλος έχοντας υπολογίσει τις πιθανότητες ατυχήματος και ρυμούλκησης ατυχήματος αντίστοιχα για όλους τους τύπους πλοίων, αφού θεωρήσουμε ανεξάρτητα τα 2 ενδεχόμενα έχουμε την τελική πιθανότητα που προκύπτει από το γινόμενο των επιμέρους 2 πιθανοτήτων. Δηλαδή έχουμε την πιθανότητα ένα πλοίο ανάλογα με το είδος του να του συμβεί ατύχημα κατά τη διάρκεια ενός έτους και το ατύχημα αυτό να χρίζει ρυμούλκησης. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στον πιν6.2.2-6.

Πίνακας 6.2.2-6 Πιθανότητα Ατυχήματος με Ρυμούλκηση ανά τύπο πλοίου

Είδος πλοίου	Bulk carrier	containership	general cargo	passengers	tanker
Πιθανότητα	$3,2*10^{-3}$	$8,8*10^{-3}$	$8,6*10^{-3}$	$1,1*10^{-3}$	$4,8*10^{-3}$

Παρατηρούμε λοιπόν ότι τα passenger είναι τα πλέον ασφαλή πλοία με τη μικρότερη πιθανότητα ατυχήματος που θα χρειαστεί ρυμούλκηση. Είναι κάτι που περιμέναμε αφού όπως έχουμε σχολιάσει σε προηγούμενο κεφάλαιο τα πλοία αυτού του τύπου έχουν ως φορτίο ανθρώπους και ενδεχόμενο ατύχημα έχει πολύ υψηλό κοινωνικό ρίσκο, για αυτό και τηρούνται πολύ αυστηρά μέτρα ασφαλείας και υπάρχει μεγαλύτερος αριθμός προσωπικού από ότι στα υπόλοιπα είδη πλοίων.

6.2.3 Συνδυασμένες πιθανότητες ρυμουλκήσεων

Αφού πλέον έχουμε υπολογίσει τις πιθανότητες ρυμούλκησης μετά από ατύχημα για τα είδη των ατυχημάτων αλλά και τα είδη των πλοίων, στο κεφάλαιο αυτό θα προσπαθήσουμε να τα συνδυάσουμε με σκοπό να υπολογίσουμε τις πιθανότητες για πιο συγκεκριμένες περιπτώσεις. Πρωταρχικό ρόλο στην προσπάθειά μας αυτή θα παίξει το γεγονός πως θεωρούμε το είδος του πλοίου και του ατυχήματος ανεξάρτητα γεγονότα, με αποτέλεσμα η συνδυασμένη πιθανότητά τους να προκύπτει από το γινόμενό τους.

Γενικότερα δηλαδή ισχύει :

Πιθανότητα συγκεκριμένου είδους ατυχήματος σε συγκεκριμένου είδος πλοίου με αποτέλεσμα την ρυμούλκησή του=
Πιθανότητα να συμβεί ατύχημα για αυτό το είδος πλοίου,Ρείδος πλοίου*
Πιθανότητα να συμβεί το συγκεκριμένο είδος ατυχήματος,Ρείδος ατυχήματος * Πιθανότητα Ρυμούλκησης του συγκεκριμένου είδους ατυχήματος,Ρρυμούλκησης

Χρησιμοποιώντας αυτή τη σχέση υπολογίζουμε όλους τους πιθανούς συνδυασμούς με βάση τα δεδομένα μας και τους παρουσιάζουμε στον πιν6.2.3-1

Πίνακας 6.2.3-1 Πιθανότητα ατυχήματος και ρυμούλκησης ανά είδος πλοίου και ατυχήματος

Είδη πλοίων και ατυχημάτων	Bulk carrier	containership	general cargo	passengers	tanker
Σύγκρουση πλοίων	6,67	16,32	13,27	7,75	9,37
Πρόβλημα στη γάστρα η μηχανή	11,44	28,00	22,77	13,30	16,08
Προσάραξη πλοίου	8,62	21,11	17,17	10,03	12,12

-Τα αποτελέσματα είναι $*10^{-4}$

Τα συμπεράσματα από τον υπολογισμό των συνδυασμένων πιθανοτήτων αλλά και των προηγούμενων κεφαλαίων παρουσιάζονται στο τελευταίο κεφάλαιο με τίτλο Σύνοψη Συμπερασμάτων.

7 ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΚΟΣΤΟΥΣ ΡΥΜΟΥΛΚΗΣΗΣ ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΑΤΥΧΗΜΑ

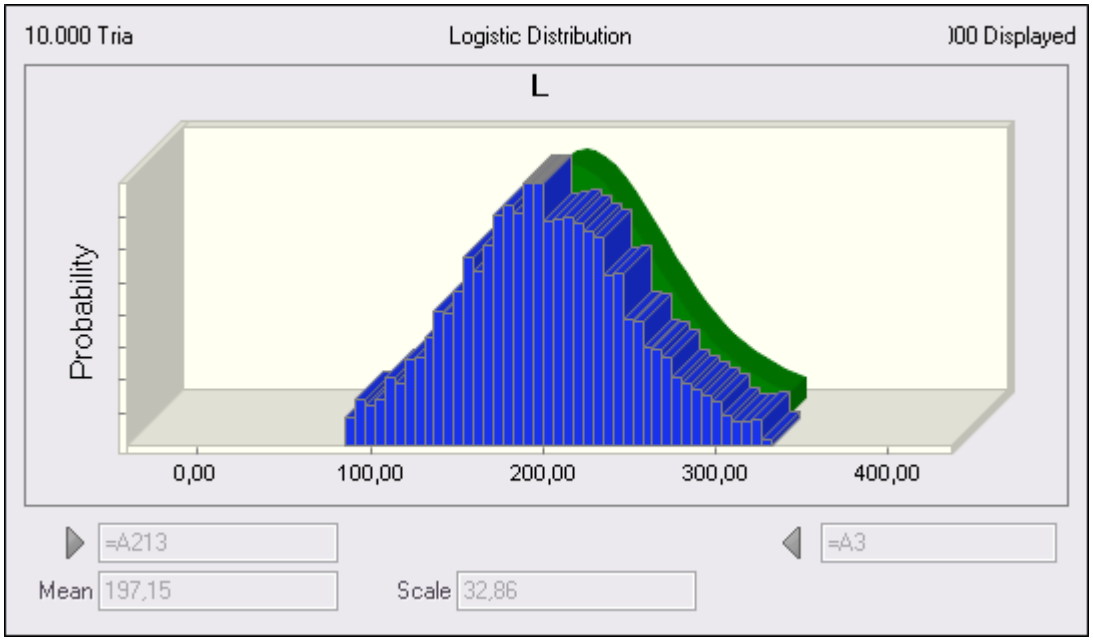
7.1 Γενικά
7.1.1 Ημερήσιο Κόστος ρυμούλκησης Bulk Carrier
7.1.2 Ημερήσιο Κόστος ρυμούλκησης Tanker
7.2 Συνολικό Κόστος Ρυμούλκησης μετά από ατύχημα

7.1 Γενικά

Σε αυτό το σημείο θα προσπαθήσουμε να κάνουμε μία εκτίμηση αρχικά του ημερησίου κόστους ρυμούλκησης για δύο από τις βασικότερες κατηγορίες πλοίων: τα bulk carriers και τα tankers. Η εκτίμηση αυτή θα βασιστεί στον υπολογισμό μέσω κατανομών της μέσης απαιτούμενης ιπποδύναμης ρυμούλκησης και στον τιμοκατάλογο για τα βασικά κόστη ρυμούλκησης του Scopic 2007.

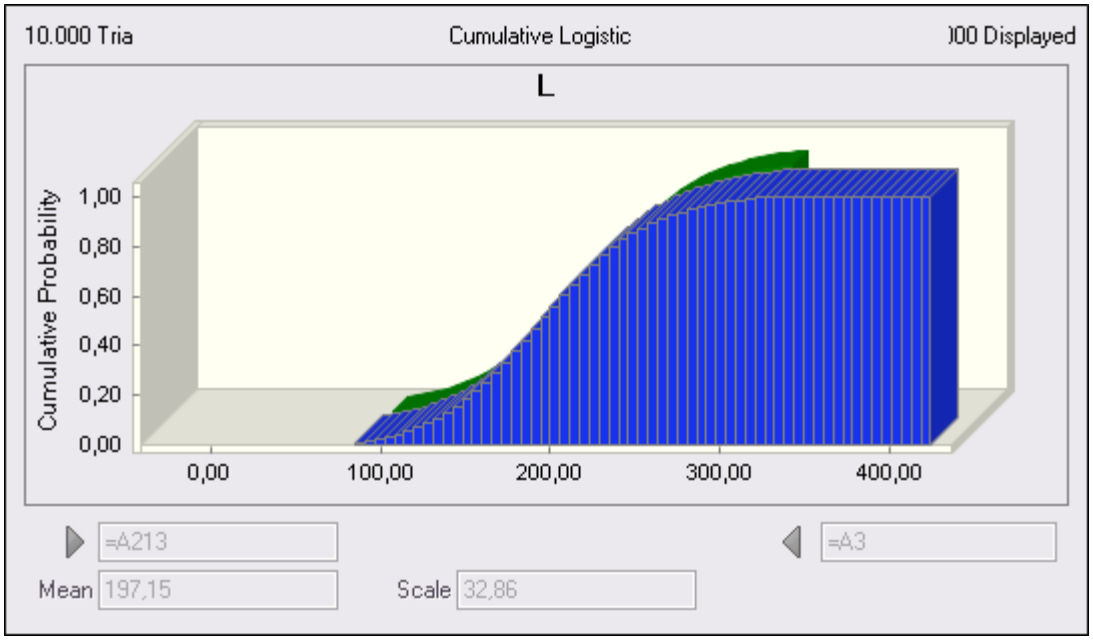
7.1.1 Ημερήσιο Κόστος Ρυμούλκησης Bulk carrier

Αρχικά καταγράφουμε τα δεδομένα τα οποία χρειαζόμαστε για τον υπολογισμό της ελάχιστης απαίτησης ιπποδύναμης ρυμούλκησης σύμφωνα με τη σχέση 2.16 του πρώτου κεφαλαίου 'Διαδικασία Ρυμούλκησης'. Τα στοιχεία που χρειαστήκαμε βρέθηκαν στο Sea-web ship and casualty database του Lloyds Register of ships. Ανατρέξαμε λοιπόν σε όλα τα ατυχήματα που συνέβησαν στα Bulk carriers τα τελευταία 5 χρόνια, εντοπίσαμε αυτά στα οποία τα πλοία ρυμουλκηθήκανε και καταγράψαμε τις βασικές τους διαστάσεις (L,B,T). Θεωρούμε γενικά για χάριν ευκολίας την ταχύτητα σταθερή και ίση με 5 κόμβους. Τοποθετήσαμε λοιπόν τα δεδομένα στο στατιστικό πρόγραμμα για κατανομές Crystal ball, μέσω του οποίου αρχικά ορίσαμε τις κατανομές των L,B,T όπως αυτές φαίνονται στα παρακάτω σχήματα.



ΣΧΗΜΑ 7.1.1-1 Κατανομή Μήκους L των Bulk carriers που ρυμουλκήθηκαν μετά από ατύχημα

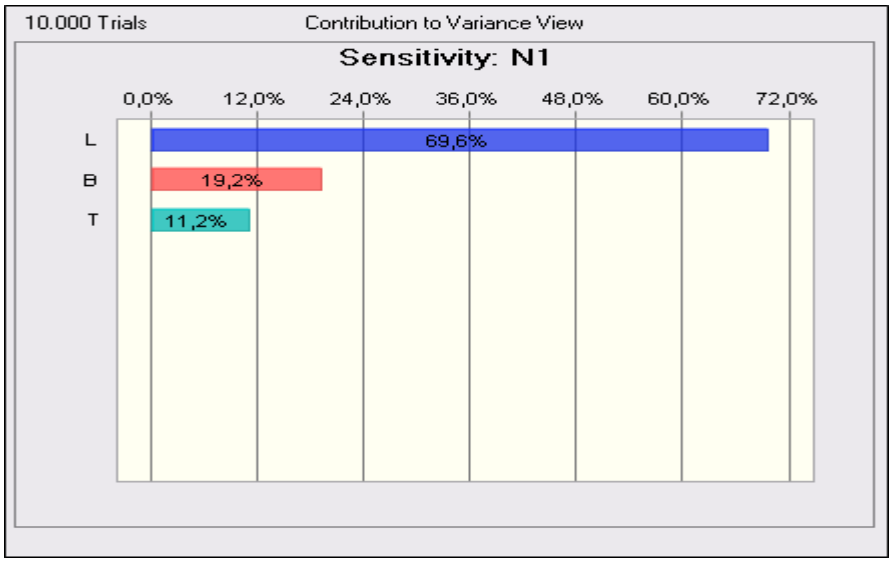
Το μέγιστο μήκος που τοποθετήσαμε είναι ίσο με L=328,58m ενώ το ελάχιστο είναι ίσο με L= 87,03m. Παρατηρούμε πως το Μέσο Μήκος των Bulk carriers που ρυμουλκήθηκαν την περίοδο 2006-2010 είναι ίσο με 197,15m. Τα υπόλοιπα στατιστικά μεγέθη φαίνονται παρακάτω στον αντίστοιχο πίνακα.



ΣΧΗΜΑ7.1.1-2 Αθροιστική συχνότητα L ρυμουλκηθέντων Bulk carriers μετά από ατύχημα

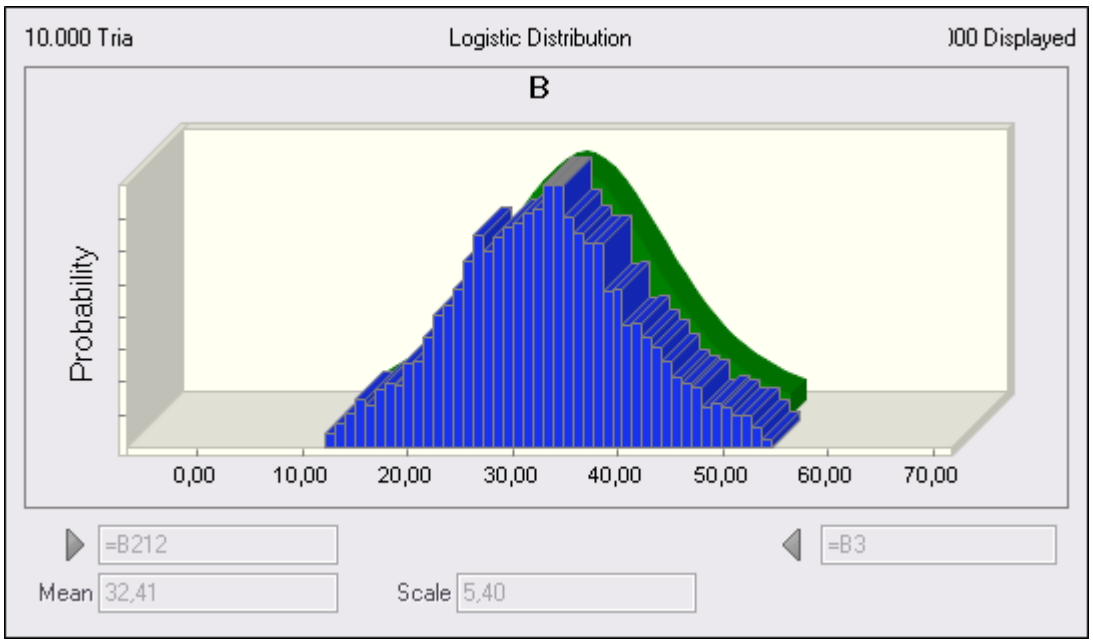
Πίνακας 7.1.1-1 Στατιστικά μεγέθη κατανομής Μήκους

Assumption: L		
Statistic	Assumption values	Logistic distribution
Mean	199,31	199,15
Median	197,86	198,19
Standard Deviation	49,30	49,32
Variance	2430,08	2432,73
Skewness	0,12	0,12
Kurtosis	2,65	2,62
Coeff. of Variability	0,25	0,25
Minimum	87,08	87,03
Maximum	328,24	328,58

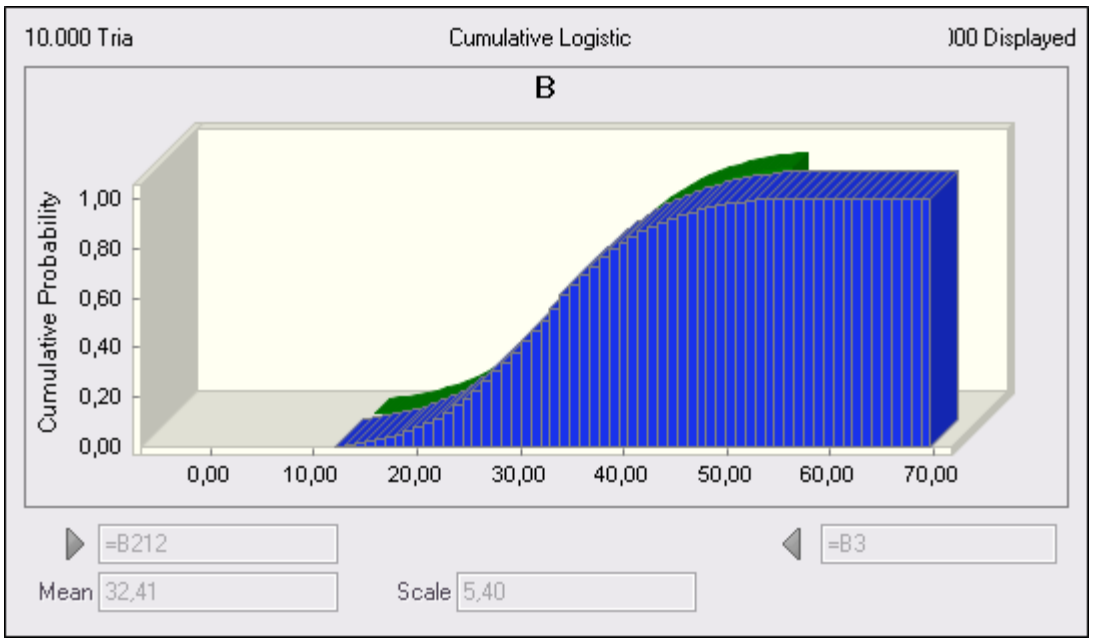


ΣΧΗΜΑ 7.1.1-3 Ποσοστά επιρροής των διαστάσεων L,B,T στην Ιπποδύναμη

Ένα συμπέρασμα που μπορούμε να βγάλουμε άμεσα από το σχ7.1.1-3 είναι πως το Μήκος του Bulk carrier που σκοπεύουμε να ρυμουλκήσουμε είναι ο πιο σημαντικός παράγοντας στον καθορισμό της ελάχιστης απαίτησης ιπποδύναμης που πρέπει να διαθέτει το ρυμουλκό. Το ποσοστό της επιρροής του στο τελικό αποτέλεσμα αγγίζει το 70%.



ΣΧΗΜΑ 7.1.1-4 Κατανομή πλάτους B των Bulk carriers που ρυμουλκήθηκαν μετά από ατύχημα

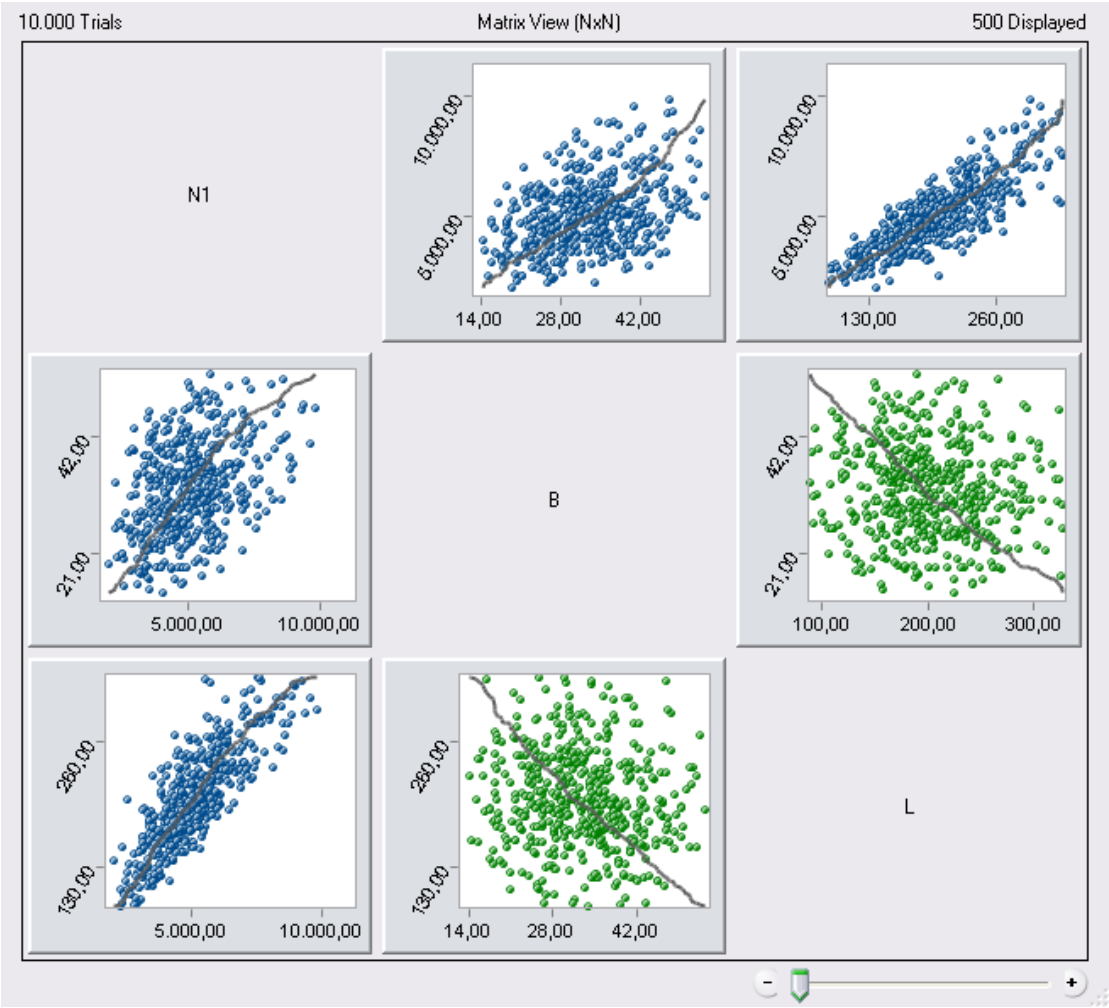


ΣΧΗΜΑ 7.1.1-5 Αθροιστική συχνότητα B ρυμουλκηθέντων Bulk carriers μετά από ατύχημα

Από τα παραπάνω σχήματα μπορούμε να εξάγουμε πολύ χρήσιμα συμπεράσματα για το πλάτος των ρυμουλκηθέντων Bulk carriers μετά από ατύχημα, όπως δηλαδή ότι το μέσο πλάτος είναι 32,41m ενώ ακόμη ότι περισσότερο από το 80% των Bulk carriers που ρυμουλκηθήκανε μετά από ατύχημα είχανε πλάτος πάνω από 24m.

Πίνακας 0-2 Στατιστικά μεγέθη κατανομής πλάτους

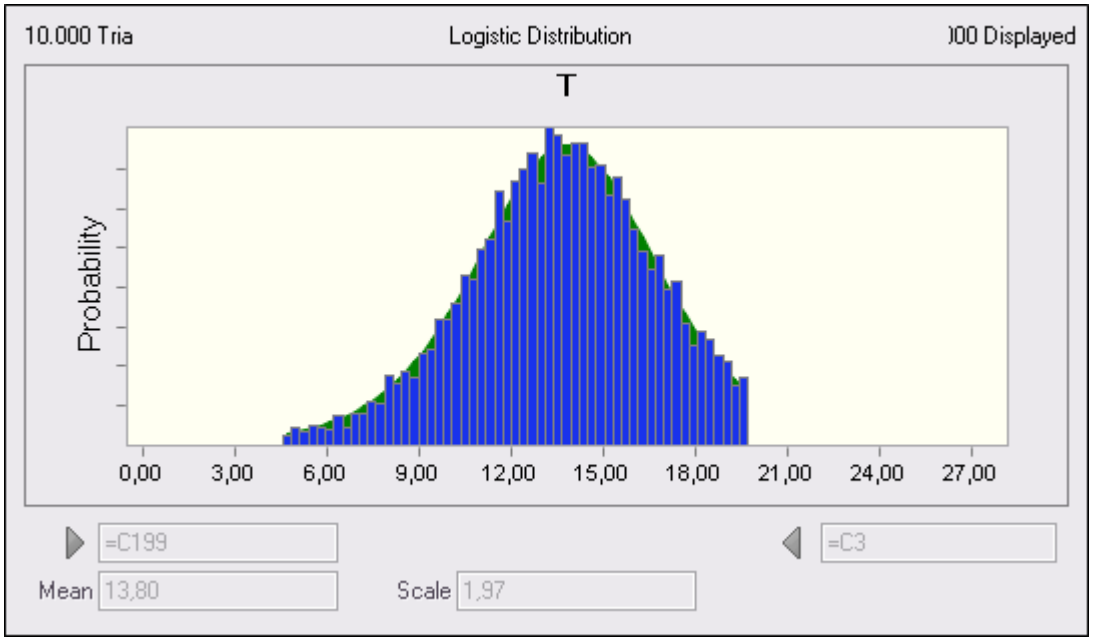
Assumption: B		
Statistic	Assumption values	Logistic distribution
Mean	32,61	32,53
Median	32,59	32,47
Standard Deviation	8,36	8,30
Variance	69,86	68,90
Skewness	0,08	0,05
Kurtosis	2,67	2,67
Coeff. of Variability	0,26	0,26
Minimum	12,38	12,37
Maximum	54,00	54,01



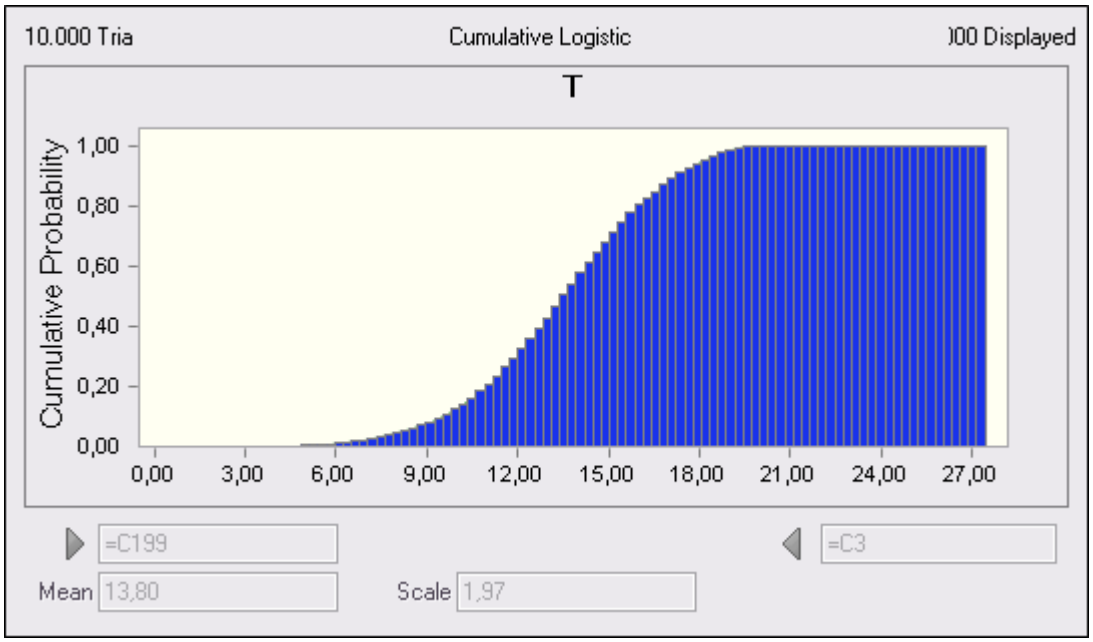
ΣΧΗΜΑ 7.1.1-6 Διασκόρπιση των τιμών του μήκους και του πλάτους σε σχέση με την ιπποδύναμη και μεταξύ τους

Πρόκειται στη ουσία για ένα διάγραμμα τύπου scatter το οποίο μας δείχνει πόσο συγκεντρωμένες είναι οι τιμές του μήκους του πλάτους και της ιπποδύναμης ρυμούλκησης ανάλογα με τη μεταβολή ενός από αυτές τις 3 τιμές. Παρατηρούμε

λοιπόν πως μεγαλύτερη διασπορά υπάρχει στη συσχέτιση του μήκους με το πλάτος του ρυμουλκηθέντος Bulk carrier.



ΣΧΗΜΑ 7.1.1-7 Κατανομή βυθίσματος των Bulk carriers που ρυμουλκήθηκαν μετά από ατύχημα

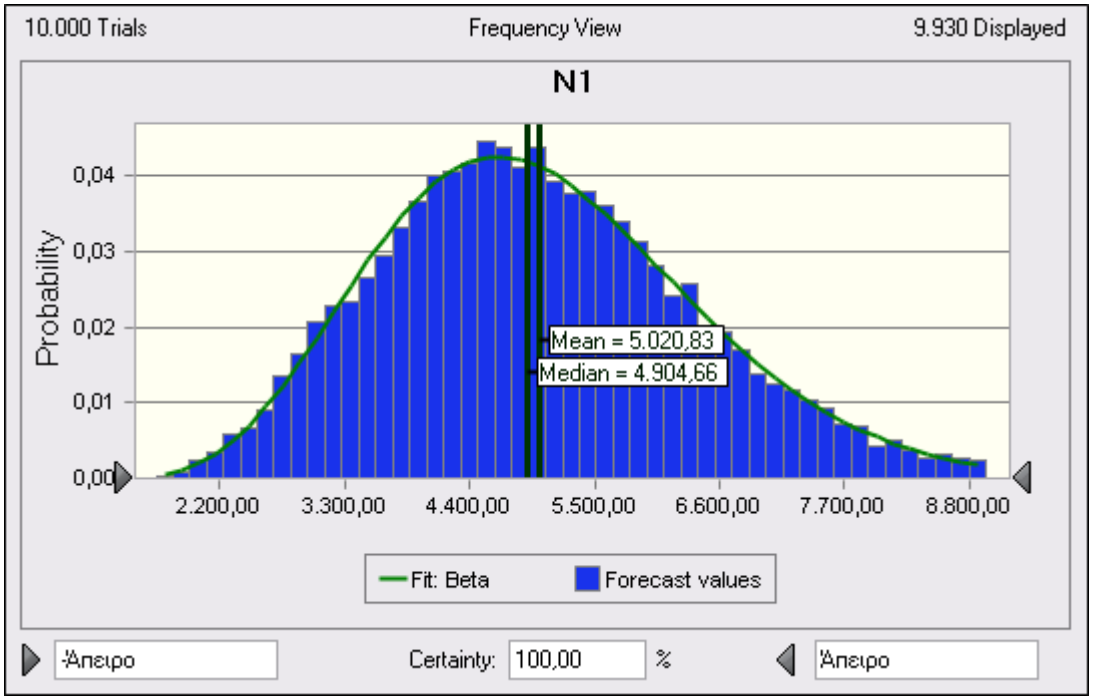


ΣΧΗΜΑ 7.1.1-8Αθροιστική Συχνότητα βυθίσματος των Bulk carriers που ρυμουλκήθηκαν μετά από ατύχημα

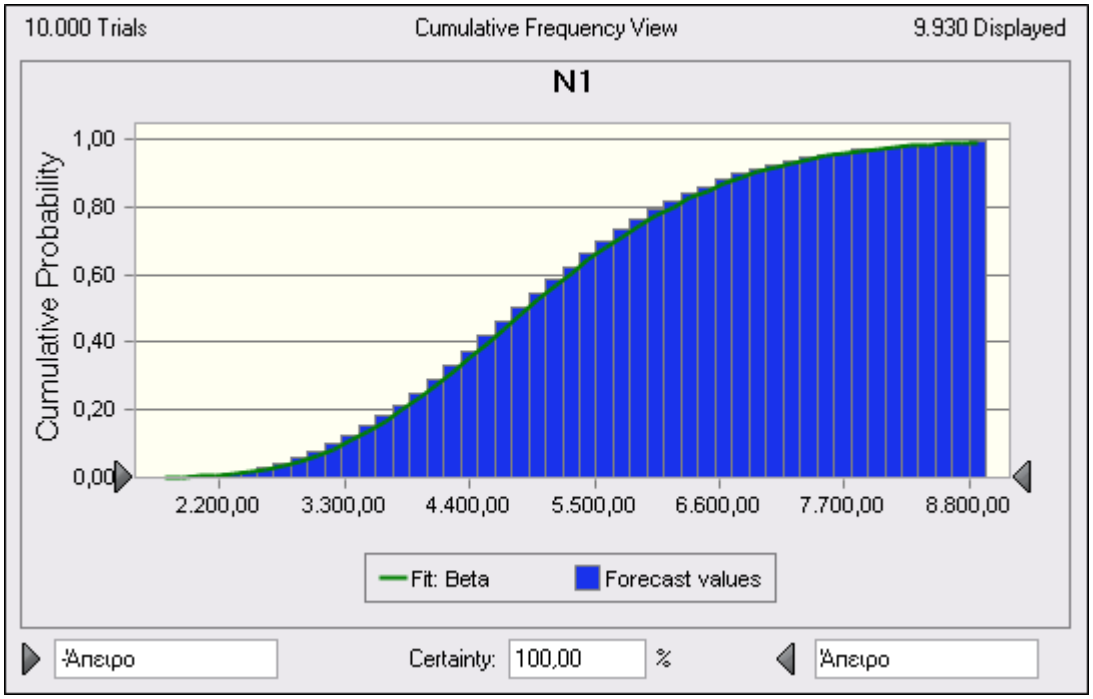
Πίνακας0-3 Στατιστικά μεγέθη κατανομής βυθίσματος

Assumption: T		
Statistic	Assumption values	Logistic distribution
Mean	13,55	13,51
Median	13,65	13,65
Standard Deviation	2,96	2,98

Variance	8,74	8,86
Skewness	-0,2759	-0,2984
Kurtosis	2,8	2,78
Coeff. of Variability	0,2182	0,2202
Minimum	4,66	4,55
Maximum	19,72	19,72



ΣΧΗΜΑ 7.1.1-9 Κατανομή απαιτούμενης ιπποδύναμης ρυμούλκησης των Bulk carriers μετά από ατύχημα



ΣΧΗΜΑ 7.1.1-10 Αθροιστική συχνότητα ιπποδύναμης ρυμούλκησης των Bulk carriers μετά από ατύχημα

Πίνακας 0-4 Στατιστικά μεγέθη κατανομής Ιπποδύναμης

Forecast: Ιπποδύναμη		
Statistic	Fit: Beta	Forecast values
Mean	5.020,83	5.020,83
Median	4.904,66	4.912,33
Standard Deviation	1.405,73	1.405,80
Variance	1.976.084,31	1.976.281,94
Skewness	0,4632	0,4631
Kurtosis	3,14	3,14
Coeff. of Variability	0,28	0,28
Minimum	752,98	1.633,63
Maximum	20.493,21	11.272,45

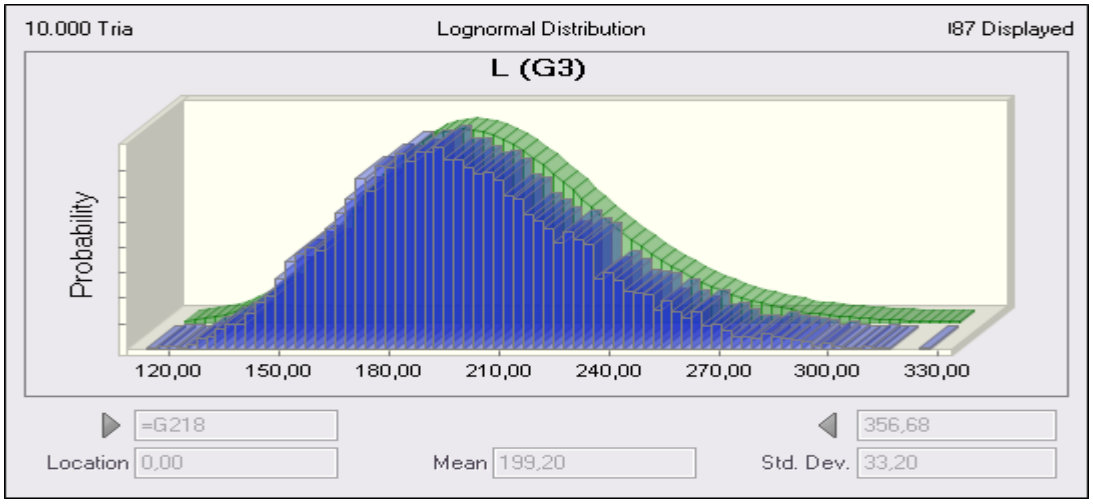
Από τα στατιστικά μεγέθη της κατανομής για την απαιτούμενη ιπποδύναμη ρυμούλκησης προκύπτει πως η μέση απαίτηση σε ένα στατιστικό δείγμα 10000 δοκιμών για ιπποδύναμη ρυμούλκησης ενός Bulk carrier είναι **5.020,83b.h.p**

Από τον πίνακα2.3 του κεφαλαίου 2.Παραδείγματα Ρυμουλκήσεων γνωρίζουμε πως το κόστος ναύλωσης ενός ρυμουλκού ανέρχεται στα 2,5$/b.h.p για συνολικό b.h.p του ρυμουλκού μικρότερο ή ίσο των 5.000b.h.p και 1,875$ για κάθε ίππο παραπάνω από τους 5000 μέχρι και του 12.000. Δηλαδή στην προκειμένη περίπτωση :

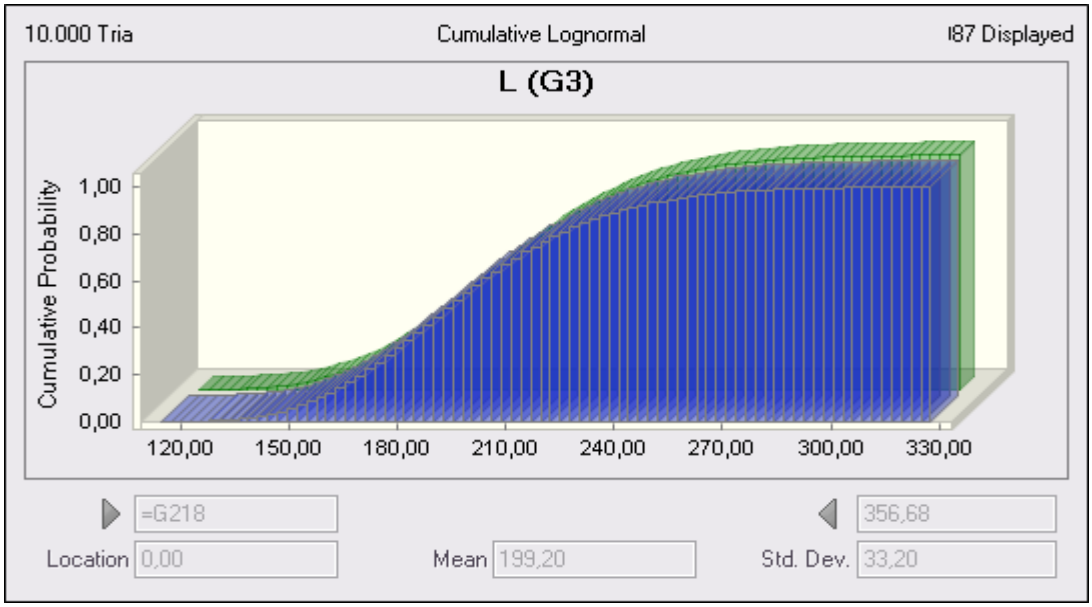
Ημερήσιο κόστος ρυμούλκησης Bulk carrier = 5000*2,5+20,83*1,875 **→Kdbulk=12.539$**

7.1.2 Ημερήσιο Κόστος Ρυμούλκησης Tanker

Η διαδικασία που θα ακολουθήσουμε είναι ακριβώς η ίδια με αυτή των Bulc carriers. Τοποθετούμε πάλι τις αντίστοιχες διαστάσεις των tanker που ρυμουλκήθηκαν μετά από ατύχημα στο στατιστικό πρόγραμμα Crystal ball και ορίζουμε τις επιμέρους κατανομές και την σχέση η οποία μας δίνει την ελάχιστη απαίτηση για ιπποδύναμη ρυμούλκησης.



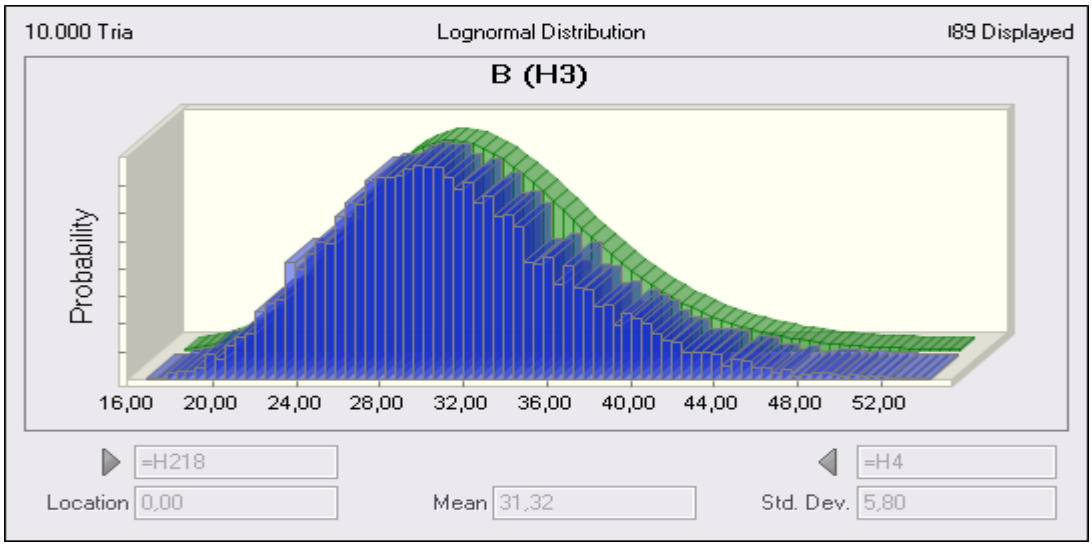
ΣΧΗΜΑ 7.1.2-1 Κατανομή του Μήκους L των ρυμουλκυθέντων Tankers μετά από ατύχημα



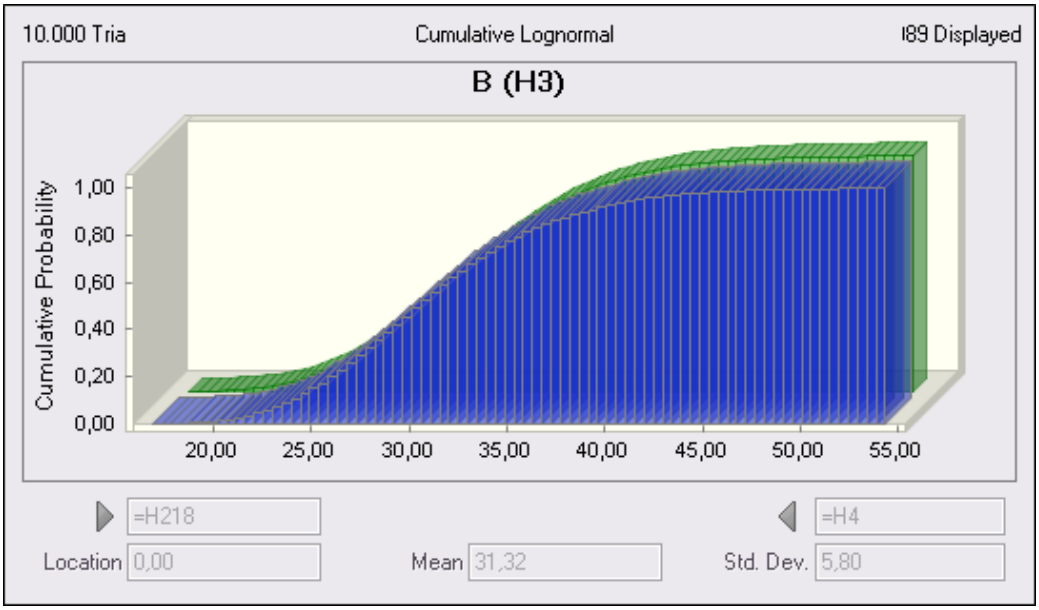
ΣΧΗΜΑ 7.1.2-2 Αθροιστική πιθανότητα μήκους L ρυμουλκυθέντων tankers μετά από ατύχημα

7.1.2-1 Στατιστικά μεγέθη κατανομής μήκους Tanker

Assumption: L		
Statistic	Assumption values	Lognormal distribution
Mean	199,37	199,17
Median	196,36	196,48
Standard Deviation	32,70	33,13
Variance	1069,14	1097,77
Skewness	0,47	0,49
Kurtosis	3,24	3,36
Coeff. of Variability	0,16	0,17
Minimum	105,27	35,17
Maximum	349,14	356,68



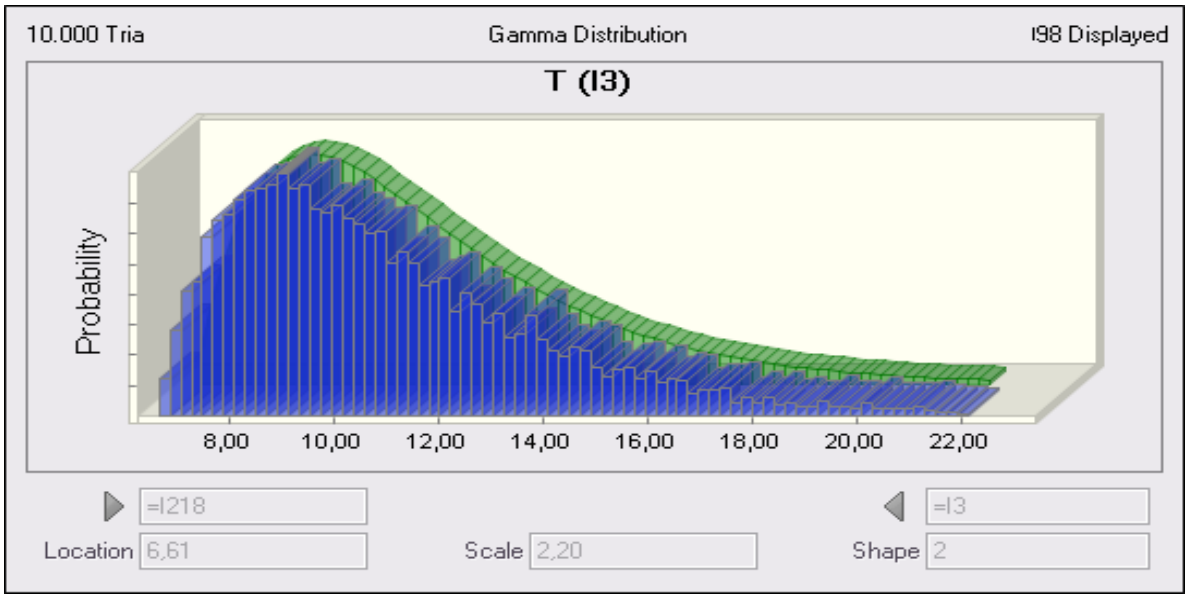
ΣΧΗΜΑ 7.1.2-3 Κατανομή του πλάτους B των ρυμουλκυθέντων tanker μετά από ατύχημα



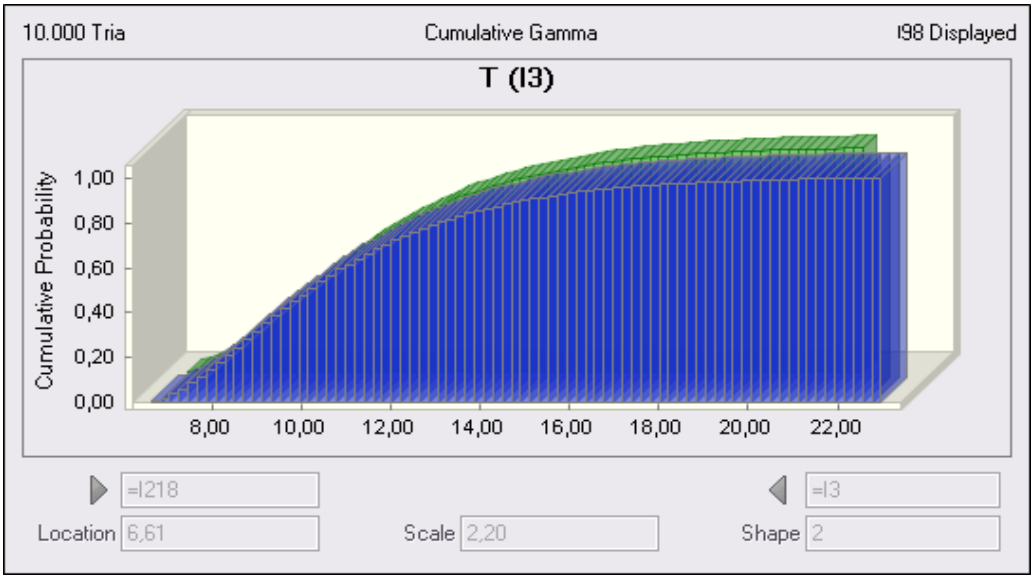
ΣΧΗΜΑ 7.1.2-4 Αθροιστική πιθανότητα πλάτους ρυμουλκυθέντων tankers μετά από ατύχημα

Πίνακας 7.1.2-2 Στατιστικά μεγέθη κατανομής πλάτους για ρυμουλκυθέντα tankers

Assumption: B		
Statistic	Assumption values	Lognormal distribution
Mean	31,32	31,32
Median	30,73	30,80
Standard Deviation	5,86	5,79
Variance	34,33	33,51
Skewness	0,58	0,54
Kurtosis	3,48	3,47
Coeff. of Variability	0,19	0,18
Minimum	15,78	8,01
Maximum	58,99	60,00



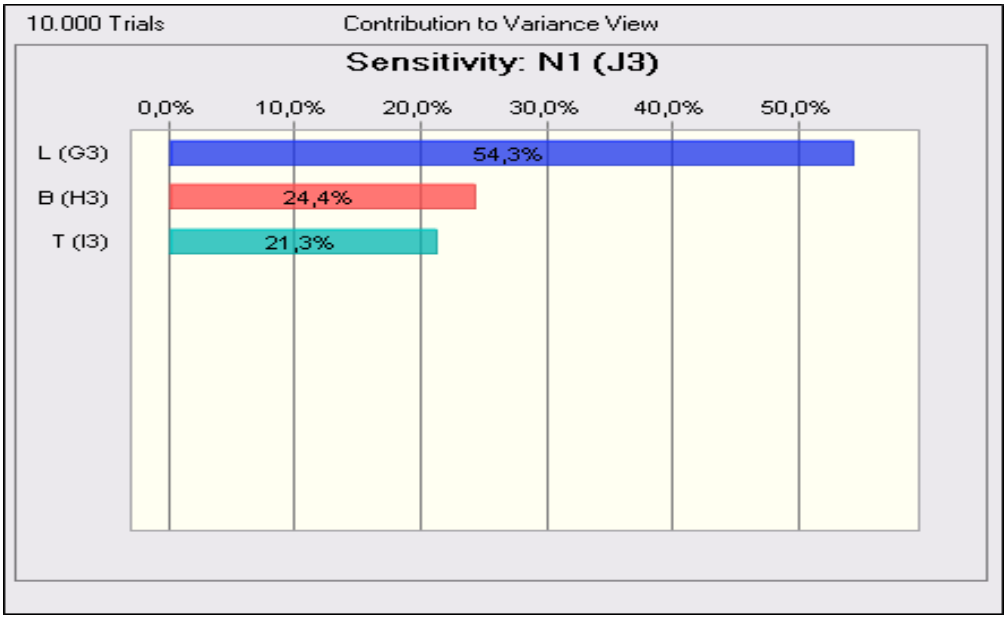
ΣΧΗΜΑ 7.1.2-5 Κατανομή βυθίσματος T ρυμουλκυθέντων tanker μετά από ατύχημα



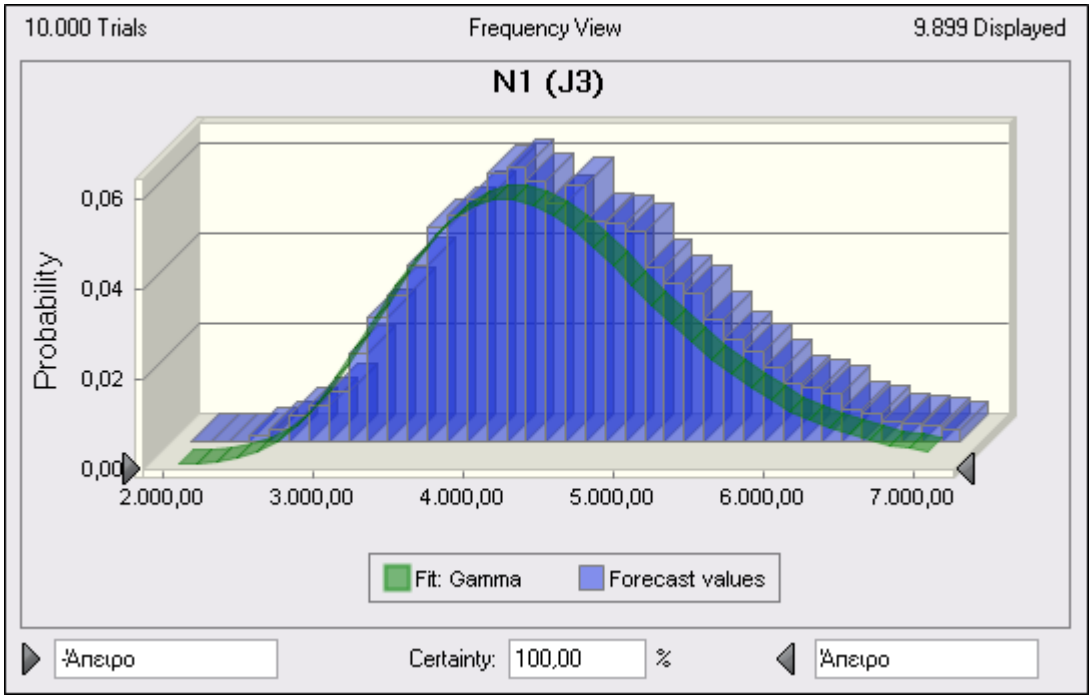
ΣΧΗΜΑ 7.1.2-6 Αθροιστική πιθανότητα βυθίσματος ρυμουλκηθέντων tanker μετά από ατύχημα

Πίνακας 7.1.2-3 Στατιστικά μεγέθη κατανομής βυθίσματος για ρυμουλκηθέντα tankers

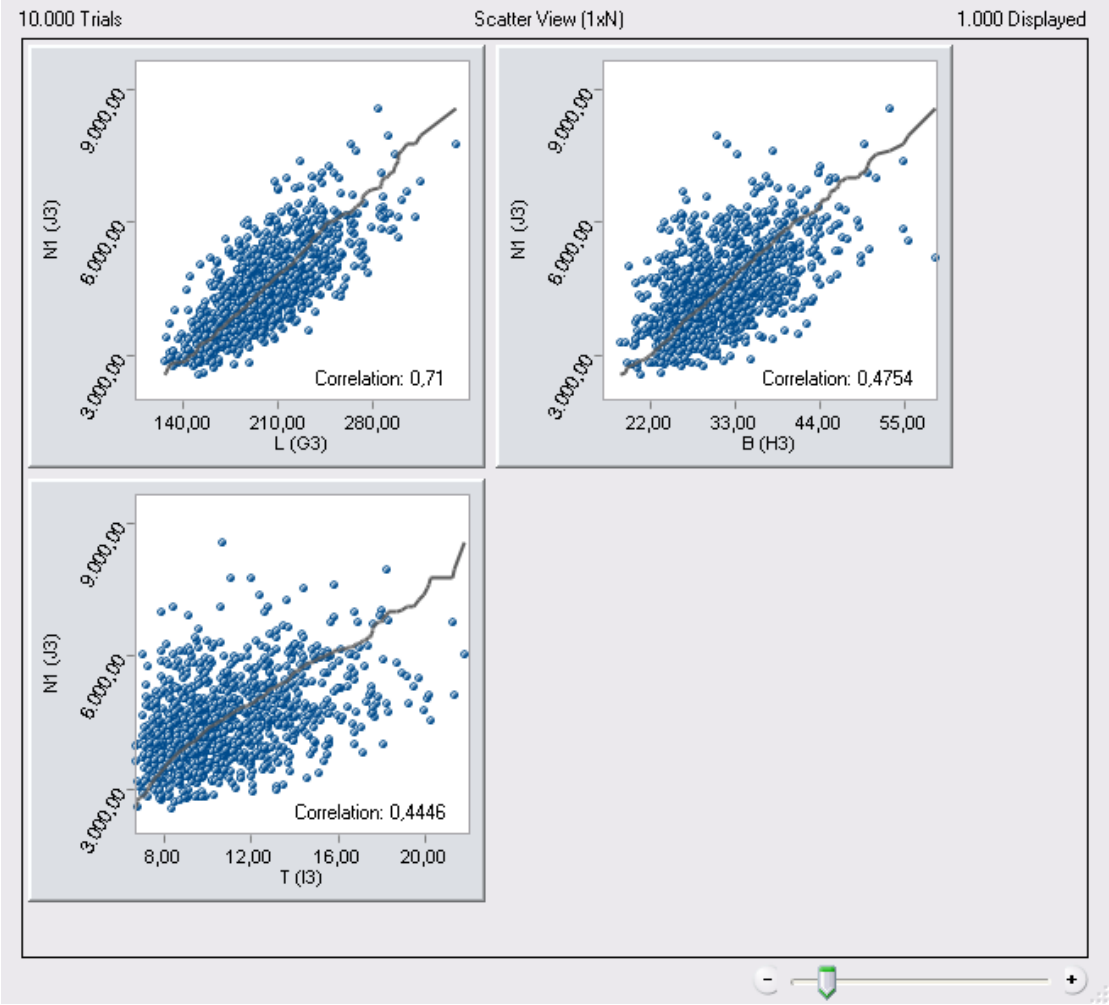
Assumption: T		
Statistic	Assumption values	Gamma distribution
Mean	10,93	10,91
Median	10,29	10,28
Standard Deviation	2,91	2,89
Variance	8,45	8,38
Skewness	1,05	1,05
Kurtosis	3,88	3,89
Coeff. of Variability	0,27	0,27
Minimum	6,63	6,61
Maximum	22	22,02



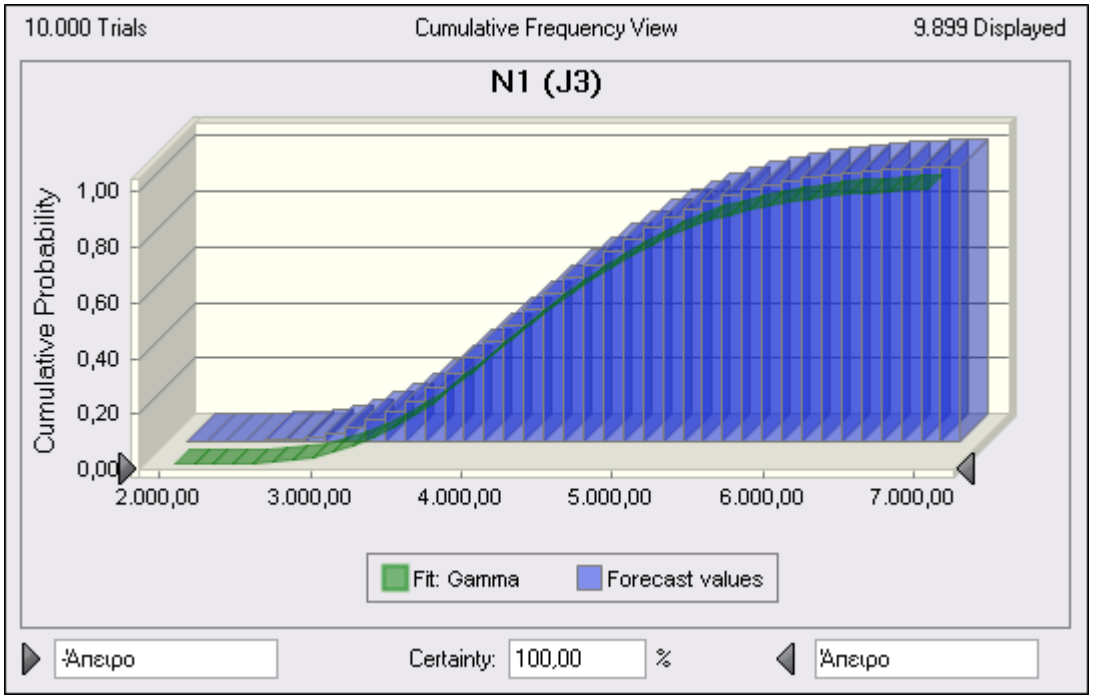
ΣΧΗΜΑ 7.1.2-7 Ποσοστά επιρροής των διαστάσεων L,B,T στην ιπποδύναμη των tankers



ΣΧΗΜΑ 7.1.2-8 Κατανομή της απαιτούμενης ιπποδύναμης ρυμούλκησης για tankers



ΣΧΗΜΑ 7.1.2-9 Διασκόρπιση των τιμών του μήκους , πλάτους και βυθίσματος σε σχέση με την ελάχιστη απαίτηση για ιπποδύναμη ρυμούλκησης



ΣΧΗΜΑ 7.1.2-10 Αθροιστική πιθανότητα κατανομής της ιπποδύναμης για tankers

Πίνακας 7.1.2-4 Στατιστικά μεγέθη για την ιπποδύναμη ρυμούλκησης των tankers

Statistic	Fit: Gamma	Forecast values
Mean	4.514,2	4.514,2
Median	4.416,5	4.411,6
Standard Deviation	928,0	930,1
Variance	861.082,9	865.033,8
Skewness	0,6	0,7
Kurtosis	3,6	3,8
Coeff. of Variability	0,2	0,2
Minimum	1.594,6	1.995,0
Maximum	Άπειρο	9.601,4

Από τα στατιστικά μεγέθη της κατανομής για την απαιτούμενη ιπποδύναμη ρυμούλκησης προκύπτει πως η μέση απαίτηση σε ένα στατιστικό δείγμα 10000 δοκιμών για ιπποδύναμη ρυμούλκησης ενός Tanker είναι **4.514,2b.h.p**

Από τον πίνακα2.3 του κεφαλαίου 2.Παραδείγματα Ρυμουλκήσεων γνωρίζουμε πως το κόστος ναύλωσης ενός ρυμουλκού ανέρχεται στα 2,5$/b.h.p για συνολικό b.h.p του ρυμουλκού μικρότερο ή ίσο των 5.000b.h.p . Δηλαδή στην προκειμένη περίπτωση :

Ημερήσιο κόστος ρυμούλκησης Tanker = 4.514,2*2,5→**Kdtanker=11.285,5$**

7.2 Συνολικό Κόστος ρυμούλκησης μετά από ατύχημα

Έχοντας υπολογίσει το ημερήσιο κόστος ρυμούλκησης μετά από ατύχημα για τους 2 συγκεκριμένους τύπους πλοίων αρκεί να βρούμε το μέσο χρόνο ταξιδιού έτσι ώστε πολλαπλασιάζοντάς τον με το ημερήσιο κόστος να μας δόσει το συνολικό που ψάχνουμε.

Για αυτόν το λόγο βρεθήκαμε στη Διεθνή Ναυτιλιακή Έκθεση «Ποσειδώνια 2010» όπου είχαμε την ευκαιρία να συνομιλίσουμε με ανθρώπους που εργάζονται στον τομέα των ρυμουλκήσεων και ειδικότερα στις επιχειρήσεις Salvage οι οποίες μας ενδιαφέρουν περισσότερο στην παρούσα φάση. Συγκεκριμένα συγκεντρώσαμε χρήσιμες πληροφορίες από της συζήτησή μας με ανθρώπους των εταιριών SMIT και BMT Salvage και τελικά καταλήξαμε σε μία πολύ καλή εκτίμηση του μέσου χρόνου ρυμούλκησης μετά από ατύχημα. Το σκεπτικό αυτής της προσέγγισης είναι το εξής :

- Αρχικά θεωρούμε πως η μέση ταχύτητα ρυμούλκησης είναι σταθερή και ίση με 5 κόμβους.
- Το δεύτερο βήμα έχει να κάνει με τη μέση απόσταση που διανύει ένα ρυμουλκό. Σύμφωνα λοιπόν με τη SMIT η μέση απόσταση ανάμεσα στον τόπο ενός ατυχήματος και μία ναυπηγοεπισκευαστική βάση είναι περίπου 800 ναυτικά μίλια.
- Άρα αφού θεωρητικά ένα ρυμουλκό διανύει 120 ναυτικά μίλια την ημέρα, ο μέσος χρόνος ταξιδιού θα είναι 800/120 μέρες, δηλαδή t= 6,67ημέρες και επειδή για ευνόητους λόγους ο χρόνος δε μπορεί να είναι δεκαδικός αριθμός (το ρυμουλκό πληρώνεται με την ημέρα), **t=7 ημέρες.**

Πλέον μπορούμε να υπολογίσουμε το συνολικό κόστος ρυμούλκησης μετά από ατύχημα για τα Bulk carriers και τα Tankers και να τον παρουσίασουμε στον πίνακα που ακόλουθει:

Πίνακας 7.2-0-1 Συνολικό κόστος Ρυμούλκησης ανά τύπο πλοίου

	Μέσο Ημερήσιο Κόστος Ρυμούλκησης ($)	Χρόνος ταξιδιού (days)	Μέσο Συνολικό Κόστος Ρυμούλκησης ($)
Bulk Carrier	12539	7	**87773**
Tanker	11286	7	**78999**

Από τη στιγμή που θεωρούμε τον ίδιο χρόνο ταξιδιού για τα 2 είδη πλοίου η διαφορά αυτή που παρουσιάζεται στο Μέσο συνολικό κόστος ρυμούλκησης ήταν αναμενόμενη αφού προέκυψε από τη διαφορά της μέσης ελάχιστης απαίτησης για ιπποδύναμη ρυμούλκησης. Δήλαδή η διαφορά έγκειται στο γεγονός πως από τα ατυχήματα που λάβαμε ως πηγή στοιχείων τα Bulk Carriers είχαν μεγαλύτερες διαστάσεις από τις αντίστοιχες των Tankers.

Οπότε στην ουσία το συμπέρασμα που εξάγουμε από αυτη την παρατήρηση είναι πως περισσότερα μεγάλων διαστάσεων Bulk Carriers παίρνουν μέρος σε ατυχήματα που περιλαμβάνουν ρυμουλκήσεις από ότι κάνουν τα αντίστοιχα Tankers και ο λόγος

είναι πως τα δεξαμενόπλοοια πολύ μεγάλων διαστάσεων τύπου VlCC είναι στην πραγματικότητα πολύ ασφαλή πλοία καθώς λόγω του επικίνδυνου φορίου που μεταφέρουν έχουν αυξημένα μέτρα ασφαλείας τα οποία τα εμποδίζουν από το να τους συμβεί κάποιο ατύχημα το οποίο θα έχριζε ρυμούλκησης.

Ακόμη λόγω των πολύ μεγάλων διαστάσεών τους δεν έχουν τη δυνατότητα να εισέρχονται σε όλα τα λιμάνια παρά μόνο στα μεγάλα και κατάλληλα εξοπλισμένα με αποτέλεσμα να αποφεύγουν τις συγκρούσεις με άλλα πλοία η προσαράξεις ή ακόμα και ατυχήματα λόγω επαφής με ντόκους και προκυμαίες κάτι το οποίο συμβαίνει σχετικά συχνά ακόμη σε μικρά και στενά λιμάνια με αβαθή νερά.

8.ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

- Συγκρίνοντας το διαθέσιμο Bollard Pull και Break horse Power με τις αρχικές απαιτήσεις στα παραδείγματα παρατηρούμε ένα αρκετά σημαντικό πλεόνασμα της τάξης του 85,3 και 326,8% αντίστοιχα. Δηλαδή ενώ στα συγκεκριμένα παραδείγματα γίνανε οι απαραίτητοι υπολογισμοί παρ' όλα αυτά στο τέλος χρησιμοποιήθηκαν ρυμουλκά πολύ μεγαλύτερης ισχύος και σχεδόν διπλάσιου Bollard Pull

- Πολλές είναι οι περιπτώσεις emergency towing δηλαδή ρυμουλκήσεων σε ατυχήματα, κυρίως πλοίων, όπου δεν υπάρχει ο απαραίτητος χρόνος για να βρεθεί το βέλτιστο ρυμουλκό από άποψης κόστους για τον πλοιοκτήτη και έτσι καταλήγουμε σε ένα μεγαλύτερο και πιο ακριβό ρυμουλκό επειδή βρίσκεται πιο κοντά στον τόπο του ατυχήματος.

- Όπως αναφέρεται και στο κεφάλαιο 2.Υπολογισμός Αντίστασης Ρυμούλκησης και Bollard Pull αρκετές φορές ο πλοιοκτήτης κάνει χρήση του λεγόμενου Marketing Bollard Pull το οποίο δεν είναι άλλο από μία υπερεκτιμημένη τιμή του πραγματικού Bollard Pull. Γι' αυτό λοιπόν ενώ μία διαφορά της τάξης του 80% επιπλέον Bollard Pull μπορεί να φαντάζει μεγάλη, στην πραγματικότητα δεν είναι, αν διαπιστώσει ο επιθεωρητής ότι γίνεται χρήση του Marketing Bollard Pull.

- Τις περισσότερες όμως φορές ο λόγος χρησιμοποίησης ενός μεγαλύτερου ρυμουλκού είναι πολύ απλός και έχει να κάνει με το συμφέρον του ιδιοκτήτη του ρυμουλκού. Είναι λοιπόν λογικό να προτιμήσει να χρεώσει το ίδιο ποσό με εκείνο που θα πλήρωνε ο πλοιοκτήτης για ένα μικρότερο ρυμουλκό, από το να βλέπει το ρυμουλκό του δεμένο στο λιμάνι να μη του προσφέρει κανένα όφελος. Φυσικά αν ο πλοιοκτήτης μπορεί για την ίδια τιμή να έχει ένα μεγαλύτερο και κατ' επέκταση πιο ασφαλές ρυμουλκό επιλέγει αναλόγως.

- Όσον αφορά το κόστος των καυσίμων και λιπαντικών, λογικό θα ήταν να πίστευε κανείς πως αποτελούν ένα τεράστιο έξοδο το οποίο επιβαρύνει τον πλοιοκτήτη ιδιαίτερα σε περιπτώσεις που επιλέγει ένα μεγαλύτερο ρυμουλκό από αυτό που υποδείκνυαν οι υπολογισμοί. Δηλαδή μπορεί να πλήρωνε το ίδιο ποσό για την ενοικίαση του ρυμουλκού με αυτό που θα πλήρωνε για ένα μικρότερο, καθώς όπως εξηγήσαμε σε προηγούμενη παράγραφο, αυτό είναι κάτι που συμφέρει και τον ιδιοκτήτη του ρυμουλκού όταν δεν βρίσκει δουλειά, όμως τα καύσιμα ενός πολύ μεγαλύτερου ρυμουλκού θα μπορούσαν να διπλασιάσουν το κόστος ενοικίασής του. Σε αυτό το σημείο πρέπει να εξηγήσουμε ότι ένα ρυμουλκό με μεγαλύτερη ιπποδύναμη από την απαιτούμενη θα καταναλώσει μικρές ποσότητες καυσίμου, αν και μεγαλύτερες πάλι από ότι αρχικά θα χρειαζόταν, σε οποιαδήποτε περίπτωση όμως η διαφορά του κόστους είναι αμελητέα , για αυτό και τελικά προτιμώνται σχεδόν σε όλες τις περιπτώσεις ρυμουλκά μεγαλύτερης ισχύος από την απαιτούμενη.

- Η αυξημένη κινητικότητα στο λεπτό αυτό δίαυλο που ενώνει την Ευρώπη με την Ασία αλλά και που αποτελεί σημαντικό σταυροδρόμι για τις μεταφορές προιόντων από και προς τη Μαύρη θάλασσα οφείλεται κατά ένα πολύ μεγάλο ποσοστό στην παγκόσμια αύξηση του στόλου των πλοίων. Μπορεί σε άλλες περιοχές να μην

έπαιξε ιδιαίτερο ρόλο στη μεταβολή του ποσοστού των ατυχημάτων, όμως για τη συγκεκριμένη περιοχή με το ήδη υπάρχον πρόβλημα λόγω της πυκνής κυκλοφορίας των πλοίων, ο ρόλος της ήταν καθοριστικός.

- Ιδιαίτερα σημαντικό ρόλο στην αύξηση της κυκλοφορίας των πλοίων με αποτέλεσμα και την αύξηση του αριθμού των ατυχημάτων έπαιξε και η ανάπτυξη της ναυπηγοεπισκευαστικής ζώνης της Τουρκίας. Τα τελευταία χρόνια όλο και περισσότερα πλοία επιλέγουν να διορθώσουν τις ζημίες τους στα Τουρκικά Ναυπηγεία με αποτέλεσμα τη συχνότερη διέλευση πλοίων από την περιοχή της ανατολικής Μεσογείου.Τέλος, παρόμοιος με τον προαναφερθέντα λόγο είναι και η αγορά των Βουλγαρικών ναυπηγείων από Κορεατική εταιρία. Η κίνηση αυτή όπως αναμενόταν αύξησε την κινητικότητα των πλοίων στα Βουλγαρικά Ναυπηγεία στη Μαύρη θάλασσα.

- Ο λόγος για τη σημαντική αύξηση ναυτικών ατυχημάτων τα οποία οφείλονται στη παρουσία μηχανικού προβλήματος ή προβλήματος στη γάστρα ενός πλοίου είναι η αυξημένη ναυπήγηση πλοίων στις χώρες τις Ασίας και συγκεκριμένα στην Κίνα.
  Όλο και πιο συχνά παρουσιάζονται προβλήματα λόγω κακής τοποθέτησης των μηχανικών στοιχείων καθώς δεν είναι και λίγες οι φορές που Έλληνες πλοιοκτήτες αναγκάζονται να ακυρώσουν για αυτό το λόγο τα συμβόλαιά τους για ναυπηγήσεις πλοίων. Καταβάλλονται φυσικά τεράστιες προσπάθειες για να μπορέσουν να φτάσουν τα Κινεζικά ναυπηγεία τα στάνταρ των υπολοίπων σε ποιότητα, παρ' όλα αυτά είναι ακόμη πολλές οι περιπτώσεις όπου η ανάγκη για γρήγορη ναυπήγηση μεγάλου αριθμού πλοίων οδηγεί σε λάθη και απροσεξίες.

- Όσον αφορά τα προβλήματα που παρουσιάζονται στη γάστρα των πλοίων η μόνη πιθανή εξήγηση είναι η ίδια με αυτή των μηχανικών προβλημάτων. Συγκεκριμένα ο τομέας των συγκολλήσεων αν και αυτοματοποιημένος στο μεγαλύτερο ποσοστό του αποτελεί συχνό αίτιο πηγής προβλημάτων στη γάστρα ενός πλοίου το οποίο έχει ναυπηγηθεί στην Κίνα, με αποτέλεσμα, λόγω της αυξημένης ναυπήγησης στην περιοχή τα τελευταία χρόνια να συμβαίνουν περισσότερα ναυτικά ατυχήματα τα οποία οφείλονται σε αυτό το λόγο.

- Διαπιστώνουμε πως ενώ ο παγκόσμιος στόλος πλοίων την περίοδο 2006-2010 είχε μία αύξηση της τάξης του 12,67% ο αντίστοιχος στόλος των ρυμουλκών είχε πολύ μεγαλύτερη αύξηση της τάξης του 16,9% πλησιάζοντας πολύ κοντά στο φράγμα των 2000 πλοίων.Αν μπορούμε να βγάλουμε ένα συμπέρασμα από αυτή τη σύγκριση είναι πως τα ρυμουλκά κατέχουν ένα πολύ σημαντικό ρόλο στην παγκόσμια ναυτιλία ο οποίος σταδιακά όχι μόνο παγιώνεται αλλά αποκτά και μεγαλύτερη αξία. Η ανάγκη για ναυπήγηση νέων ρυμουλκών είναι επιτακτική όσο ο παγκόσμιος στόλος πλοίων αυξάνεται και μαζί του ο αριθμός των διελεύσεων με αποτέλεσμα τη χρησιμοποίηση περισσότερων και μεγαλύτερων ρυμουλκών.
  Από την αύξηση αυτή του στόλου των ρυμουλκών μπορούμε επίσης να συμπεράνουμε το γεγονός πως πρόκειται για ένα ιδιαίτερα επικερδές είδος πλοίου για τους πλοιοκτήτες, οι οποίοι συχνά έχουν τη δυνατότητα να τα μισθώνουν σε τιμές μικρότερες από τις προβλεπόμενες (όπως αναλύουμε στο Κεφάλαιο 2. Παραδείγματα ρυμουλκήσεων).

- Οι ναυτικές ζώνες της Βορείου θάλασσας και της Ανατολικής Μεσογείου και Μαύρης θάλασσας ενώ παρουσιάζουν το μεγαλύτερο αριθμό ατυχημάτων για την

περίοδο 2006-2010, χαρακτηρίζονται από σχετικά μικρές συχνότητες ρυμουλκήσεων ανά ατύχημα εξάμηνο, συγκεκριμένα 27 και 22% αντίστοιχα. Το συμπέρασμα που μπορούμε να εξάγουμε από αυτήν την παρατήρηση είναι πως πρόκειται για περιοχές υψηλής κινητικότητας και διέλευσης πλοίων, αφού στην πρώτη βρίσκονται πολλές πλατφόρμες άντλησης πετρελαίου οι οποίες κάνουν επιτακτική τη χρήση πολλών δεξαμενοπλοίων αλλά και πλοίων εφοδιασμού, ενώ η δεύτερη αποτελεί σημαντικό στρατηγικό σημείο για την παγκόσμια ναυτιλία. Παρ' όλα αυτά το μεγαλύτερο ποσοστό των ατυχημάτων δε συνιστά απειλή καθώς ο αριθμός των ρυμουλκήσεων είναι συγκριτικά με άλλες περιοχές μικρός.

- Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός της υψηλής συχνότητας ρυμουλκήσεων μετά από ναυτικό ατύχημα για την περιοχή της Δυτικής Μεσογείου αφού ξεπερνάει το 35% των ατυχημάτων. Σημαντικό ρόλο στη συχνότητα αυτή παίζει η παρουσία του Κόλπου των Λεόντων που βρίσκεται στη συγκεκριμένη ναυτική ζώνη. Ως γνωστόν τα πλοία που διέρχονται από αυτόν τον κόλπο έρχονται αντιμέτωπα με κύματα μεγάλου ύψους για αυτό και τα ατυχήματα που χρίζουν ρυμούλκησης είναι σύνηθες φαινόμενο.Ακόμη μία χρήσιμη επισήμανση αφορά την περιοχή του Βόρειου Ατλαντικού η οποία όπως αναμενόταν λόγω των αντίξοων καιρικών συνθηκών που επικρατούν το μεγαλύτερο διάστημα του χρόνου, παρουσιάζει υψηλή συχνότητα ρυμουλκήσεων μετά από ατύχημα(πάνω από 36%) τοποθετώντας την στην τέταρτη θέση της σχετικής λίστας.

- Παρατηρούμε λοιπόν ότι τα passenger είναι τα πλέον ασφαλή πλοία με τη μικρότερη πιθανότητα ατυχήματος , $1.1*10^{-3}$,που θα χρειαστεί ρυμούλκηση. Είναι κάτι που περιμέναμε αφού όπως έχουμε σχολιάσει σε προηγούμενο κεφάλαιο τα πλοία αυτού του τύπου έχουν ως φορτίο ανθρώπους και ενδεχόμενο ατύχημα έχει πολύ υψηλό κοινωνικό ρίσκο, για αυτό και τηρούνται πολύ αυστηρά μέτρα ασφαλείας και υπάρχει μεγαλύτερος αριθμός προσωπικού από ότι στα υπόλοιπα είδη πλοίων.

- Ένα συμπέρασμα ακόμη που μπορούμε να βγάλουμε είναι πως το Μήκος του Bulk carrier που σκοπεύουμε να ρυμουλκήσουμε είναι ο πιο σημαντικός παράγοντας στον καθορισμό της ελάχιστης απαίτησης ιπποδύναμης που πρέπει να διαθέτει το ρυμουλκό. Το ποσοστό της επιρροής του στο τελικό αποτέλεσμα αγγίζει το 70%.

- Όσον αφορά το πλάτος των ρυμουλκηθέντων Bulk carriers μετά από ατύχημα, το μέσο πλάτος είναι 32,41m ενώ ακόμη ότι περισσότερο από το 80% των Bulk carriers που ρυμουλκηθήκανε μετά από ατύχημα είχανε πλάτος πάνω από 24m.

- Από τη στιγμή που θεωρούμε τον ίδιο χρόνο ταξιδιού για τα 2 είδη πλοίου η διαφορά αυτή που παρουσιάζεται στο Μέσο συνολικό κόστος ρυμούλκησης ήταν αναμενόμενη αφού προέκυψε από τη διαφορά της μέσης ελάχιστης απαίτησης για ιπποδύναμη ρυμούλκησης. Δήλαδή η διαφορά έγκειται στο γεγονός πως από τα ατυχήματα που λάβαμε ως πηγή στοιχείων τα Bulk Carriers είχαν μεγαλύτερες διαστάσεις από τις αντίστοιχες των Tankers.Οπότε στην ουσία το συμπέρασμα που εξάγουμε από αυτη την παρατήρηση είναι πως περισσότερα μεγάλων διαστάσεων Bulk Carriers παίρνουν μέρος σε ατυχήματα που περιλαμβάνουν ρυμουλκήσεις από ότι κάνουν τα αντίστοιχα Tankers και ο λόγος είναι πως τα δεξαμενόπλοοια πολύ μεγάλων διαστάσεων τύπου VlCC είναι στην πραγματικότητα πολύ ασφαλή

πλοία καθώς λόγω του επικίνδυνου φορίου που μεταφέρουν έχουν αυξημένα μέτρα ασφαλείας τα οποία τα εμποδίζουν από το να τους συμβεί κάποιο ατύχημα το οποίο θα έχριζε ρυμούλκησης.Ακόμη λόγω των πολύ μεγάλων διαστάσεών τους δεν έχουν τη δυνατότητα να εισέρχονται σε όλα τα λιμάνια παρά μόνο στα μεγάλα και κατάλληλα εξοπλισμένα με αποτέλεσμα να αποφεύγουν τις συγκρούσεις με άλλα πλοία η προσαράξεις ή ακόμα και ατυχήματα λόγω επαφής με ντόκους και προκυμαίες κάτι το οποίο συμβαίνει σχετικά συχνά ακόμη σε μικρά και στενά λιμάνια με αβαθή νερά.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ – ΠΗΓΕΣ

- INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION, "GUIDELINES FOR SAFE OCEAN TOWING", 21 December 1998
- R.M.Isherwood M..A,"Wind Resistance of Merchant Ships",The Royal Institution of Naval Architects,1972
- J.A. Vermersch Jr., Exxon Production Research Co.,"Transapacific Tow Oceanographic Criteria",
- Guidance notes for Approval of Tows, SectionV
- BMT Fluid Mechanics,Global Wave Statistics Online Help
- L.Beckwith,"New Collision Avoidance Regulations for Existing Ships"
- Lloyds Register Of Shipping
- Clarkson Research services,Shipping Review database, Spring 2010
- DET NORSKE VERITAS,"RULES FOR PLANNING AND EXECUTION OF MARINE OPERATIONS, PART 1,DESIGN LOADS
- "The Towage Connection" by J.W van Beunigen. Paper for the 76.Hauptversammlung der Schiffbautechnische, Hamburg, 1981
- Smit brochure on Smit Bracket, 1988
- Apendix G,Calculating Steady State Towline Tension, U.S Navy Towing Manual
- Χαρίλαος Ν.Ψαράυτης,''ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΘΑΛΑΣΣΙΩΝ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ Ι'', Αθήνα, Δεκέμβριος 2005
- Γ.Κ.Πολίτης ΄΄Σημειώσεις ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ ΠΛΟΙΟΥ ΄΄,27 ΝΟΕΜΒΡΗ 06

- Θεωρία πιθανοτήτων και σταστιστική, Δ..Α Γεωργίου, εκδ. Κλειδάριθμος, Αθήνα 2009

- Πιθανότητες και Στατιστική,Murray R. Spiegel, Schaum's Outline Series, MacGraw Hill, New York, ΕΣΠΙ, Αθήνα, 1977

- Sea-web ship and casualty database,Lloyds Register of Ships

- Department of Trade-UK. Submission to Sub-Committee on ship Design & Equipment, 24th Session,"Towing Systems on Large Ships-Results of a Questionnaire"

- Hellenic Register of Shipping

- |Scopic 2007

- Tom Ainsworth, NWS Juneau Alaska,"Significant Wave Height, A closer look at wave forecasts"