

ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

Στατιστική Ανάλυση Ατυχημάτων
Πυρκαγιάς/Έκρηξης στο Παγκόσμιο
Στόλο



ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: ΝΙΚΟΛΑΟΣ Π. ΒΕΝΤΙΚΟΣ, ΛΕΚΤΟΡΑΣ Ε.Μ.Π.

ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ Α. ΟΙΚΟΝΟΜΟΥ

ΣΧΟΛΗ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΑΘΗΝΑ 2010



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΘΑΛΑΣΣΙΩΝ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ

Στατιστική Ανάλυση Ατυχημάτων
Πυρκαγιάς/Έκρηξης στο Παγκόσμιο Στόλο

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ Α. ΟΙΚΟΝΟΜΟΥ

Επιβλέπων : Νικόλαος Π. Βεντικός

Λέκτορας Ε.Μ.Π.

Τριμελής Επιτροπή:

κ. Ν.Π. Βεντικός Λέκτορας Ε.Μ.Π.

κ. Χ. Ψαραύτης Καθηγητής Ε.Μ.Π

κ. Κ. Σπύρου Καθηγητής Ε.Μ.Π

Copyright © Κωνσταντίνος Α. Οικονόμου, 2010

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τον συγγραφέα.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή του τομέα των Θαλασσίων Μεταφορών της σχολής Ναυπηγών Μηχανολόγων Μηχανικών, Δρ. Ν. Π. Βεντίκο για την εμπιστοσύνη στην ανάθεση του θέματος, τις καίριες συμβουλές του και τις εποικοδομητικές συζητήσεις που είχαμε.

Θερμές ευχαριστίες στην οικογένεια μου και στην αγαπημένη μου Γιώτα, χωρίς την αμέριστη συμπαράσταση και αρωγή της οποίας η παρούσα εργασία θα ήταν ανέφικτο να ολοκληρωθεί.

Ευχαριστώ επίσης το φίλο μου Γιώργο για την επιστημονική στήριξη και βοήθεια που μου παρείχε.

Τέλος, θα ήθελα να αφιερώσω τη διπλωματική εργασία στο πατέρα μου.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα διπλωματική εργασία εστίασε στο πρόβλημα των ατυχημάτων πυρκαγιών και των εκρήξεων επί του παγκόσμιου εμπορικού στόλου. Το ζήτημα της θαλάσσιας ασφάλειας παραμένει πάντα στη κορυφή της ημερήσιας διάταξης και του IMO και της ναυτιλιακής κοινότητας. Τα ατυχήματα από πυρκαγιά/έκρηξη θεωρούνται γεγονότα υψηλού κινδύνου υπό την έννοια ότι παρουσιάζουν συνήθως τις σημαντικές συνέπειες από την άποψη των ανθρώπινων απωλειών, της κατάληξης του πλοίου και του φορτίου όπως επίσης και της ποιότητας του περιβάλλοντος. Η εργασία εξετάζει τα ατυχήματα αυτά χρησιμοποιώντας τα αρχεία μιας ολοκληρωμένης βάσης δεδομένων για ναυτικά ατυχήματα, όπως είναι η βάση δεδομένων Lloyds SeaWeb για την περίοδο 1999 ως και 2009.

Μια λεπτομερής και πολυδιάστατη στατιστική ανάλυση (συμπεριλαμβανομένων της περιγραφικής στατιστικής, ποσοστά και συχνότητες, τεστ υποθέσεων και μέθοδος λογιστικής παλινδρόμησης) εφαρμόζεται για να αναλύσει τα δεδομένα για τις πυρκαγιές και τις εκρήξεις στο σύνολο του εμπορικού στόλου και για να προσδιορίσει τις τους παράγοντες για την πραγματοποίηση τέτοιου τύπου ναυτικών ατυχημάτων. Επιπλέον, παρουσιάζεται μια μεθοδολογία που υπολογίζει την πιθανότητα να συμβεί ατύχημα ή όχι στο πλοίο, σε συνάρτηση με τις επιλεγμένες μεταβλητές του στόλου όπως το μέγεθος, η ηλικία των πλοίων, η σημαία κ.λπ. αυτή η μέθοδος υιοθετήθηκε κυρίως από τον επιστημονικό τομέα της Βιοστατιστικής και μπορεί να προσαρμοστεί κατάλληλα στην εξέταση των ατυχημάτων από πυρκαγιά ή/και έκρηξη.

Τέλος, η διπλωματική αυτή εργασία ολοκληρώνεται με μια σειρά από σημαντικές διαπιστώσεις και συμπεράσματα.

Λέξεις Κλειδιά

Βάση Δεδομένων, Εμπορικός Στόλος, Πυρκαγιά, Έκρηξη, Ατυχήματα, Περιγραφική Στατιστική, Λογιστική Παλινδρόμηση.

ABSTRACT

The following diploma thesis has focused in the problem of the occurrence of fires and explosions onboard the world merchant fleet. The issue of marine safety always remains on the very top of the agenda of both IMO and the shipping community and as such it attracts the focus of all involved stakeholders; FX accidents are considered as high risk events in the sense that they usually present increased/significant consequences in terms of human losses, fate of the ship and cargo and the quality of the environment. The diploma thesis examines FX casualties by examining the records of a dedicated marine accident database, i.e. the Lloyds SeaWeb database for the period from 1999 till 2009.

A thorough and multi-facet statistical analysis (including descriptive statistics, rates and frequencies, hypothesis tests and logistic regression methods) is implemented to consolidate the records for fires and explosions onboard the global merchant fleet and to identify patterns and trends for the incidence of such type of marine accidents. Attention is given to the effort to determining the causes that lead to the examined fires and explosions along with the severity of the results/consequences of these accidents. Moreover, the paper gives a methodology that comes up with the probability for the occurrence or not of FX accidents onboard ships, in relation to selected variables of the fleet such as ship size, the age of vessels etc; this method was adopted mainly from the scientific field of biostatistics and it can be properly adjusted to the examination of FX casualties.

Finally, this diploma thesis is concluded with major findings and insights from the aforementioned tasks.

Key Words

Database, Merchant Fleet, Fire, Explosion, Casualties, Descriptive Statistics, Logistic Regression.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ	IV
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ	V
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ	VII
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο - ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο - ΒΑΣΕΙΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ	3
2.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ	3
2.2 ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ	3
2.2.1 ΛΟΓΟΚΡΙΣΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ	3
2.2.2 ΑΠΡΟΣΠΕΛΑΣΤΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	6
2.2.3 ΥΠΟΚΕΙΜΕΝΙΚΟΤΗΤΑ	7
2.2.4 ΣΥΓΧΥΣΗ ΑΙΤΙΑΣ ΚΑΙ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΟΣ	10
2.2.5 ΠΟΛΛΑΠΛΗ ΑΙΤΙΟΛΟΓΙΑ	11
2.2.6 ΠΑΡΑΛΟΓΕΣ ΑΝΑΛΟΓΙΕΣ	12
2.2.7 ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΕΝΑΝΤΙΟΝ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗΣ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ	12
2.3 ΛΥΣΕΙΣ	13
2.3.1 ΛΟΓΟΚΡΙΣΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ	13
2.3.2 ΑΠΡΟΣΠΕΛΑΣΤΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	14
2.3.3 ΥΠΟΚΕΙΜΕΝΙΚΟΤΗΤΑ	15
2.3.4 ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΒΑΣΕΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ	16
2.3.5 ΠΑΡΑΛΟΓΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	16
2.3.6 ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΕΝΑΝΤΙΟΝ ΛΟΓΙΚΗΣ	17
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο - ΓΕΝΙΚΗ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΝΑΥΤΙΚΩΝ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ	18
3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ	18
3.1.1 ΣΚΟΠΟΣ & ΣΤΟΧΟΙ	18
3.1.2 ΠΕΡΙΛΗΨΗ	19
3.2 ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΤΩΝ ΠΑΓΚΟΣΜΙΩΝ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ	20
3.2.1 ΠΑΓΚΟΣΜΙΟΣ ΕΜΠΟΡΙΚΟΣ ΣΤΟΛΟΣ	21
3.2.1.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΑΓΚΟΣΜΙΟΥ ΕΜΠΟΡΙΚΟΥ ΣΤΟΛΟΥ	21
3.2.1.2 ΕΙΔΗ ΠΑΓΚΟΣΜΙΟΥ ΕΜΠΟΡΙΚΟΥ ΣΤΟΛΟΥ ΚΑΙ ΟΡΙΣΜΟΙ ΑΥΤΩΝ	22
3.2.1.3 ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΠΑΓΚΟΣΜΙΟΥ ΕΜΠΟΡΙΚΟΥ ΣΤΟΛΟΥ	30

3.2.2 ΣΥΝΟΛΙΚΟΣ ΑΡΙΘΜΟΣ ΝΑΥΤΙΚΩΝ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ	38
3.2.2.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ LLOYD'S CASUALTY INFORMATION SYSTEM DATA BASE	38
3.2.2.2 ΟΡΙΣΜΟΙ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΝΤΑΙ ΣΤΗΝ LLOYD'S CASUALTY INFORMATION SYSTEM DATABASE	40
3.2.2.3 ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΤΗΣ LLOYD'S CASUALTY INFORMATION SYSTEM DATA BASE.	43
3.3 ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ ΦΩΤΙΑΣ/ΕΚΡΗΞΗΣ	48
3.3.1 ΓΕΝΙΚΑ	48
3.3.2 ΑΤΥΧΗΜΑΤΑ FX ΤΟΥ ΕΜΠΟΡΙΚΟΥ ΣΤΟΛΟΥ (FX RESULTS CONCERNING WORLD MERCHANT FLEET)	49
3.3.3 ΟΙ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΕΣ ΤΟΠΟΘΕΣΙΕΣ ΤΩΝ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ (EVENT LOCATION GRID)	60
3.3.4 ΒΑΘΜΟΣ ΣΟΒΑΡΟΤΗΤΑΣ ΤΩΝ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ (DEGREE OF SEVERITY)	64
3.3.5 Η ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ ΤΟΥ ΑΤΥΧΗΜΑΤΟΣ (EVENT LOCATION)	66
3.3.6 Η ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΟΥ ΠΛΟΙΟΥ ΜΕΤΑ ΤΟ ΑΤΥΧΗΜΑ (SHIP CONDITION AFTER THE INCIDENT). ..	69
3.3.7 ΤΡΑΥΜΑΤΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΜΟΙΡΑΙΑ ΠΕΡΙΣΤΑΤΙΚΑ ΚΑΤΑ ΤΟ ΑΤΥΧΗΜΑ (INJURIES/FATALITIES) . . .	74
3.3.8 ΈΤΟΣ ΑΤΥΧΗΜΑΤΟΣ – ΈΤΟΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ – ΗΛΙΚΙΑ ΠΛΟΙΟΥ (INCIDENT YEAR-YEAR OF BUILD- SHIP AGE).	76
3.3.9 ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΤΥΧΗΜΑΤΟΣ ΑΝΑΛΟΓΑ ΜΕ ΤΗ ΘΕΣΗ ΤΟΥ ΜΕΣΑ ΣΤΟ ΠΛΟΙΟ (LOCATION OF INCIDENT INITIATION).	78
3.3.10 ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΤΥΧΗΜΑΤΟΣ ΑΝΑΛΟΓΑ ΜΕ ΤΗ ΣΗΜΑΙΑ ΤΟΥ ΠΛΟΙΟΥ & ΤΗ ΚΛΑΣΗ (FIRE/EXPLOSION INCIDENTS BY FLAG STATE & CLASSIFICATION SOCIETIES).	84
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο - ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ	89
4.1 ΓΕΝΙΚΑ.	89
4.2 ΚΑΤΑΝΟΜΕΣ ΚΑΙ ΙΣΤΟΓΡΑΜΜΑΤΑ.	89
4.3 ΚΑΤΑΝΟΜΕΣ ΣΥΝΕΧΩΝ ΤΥΧΑΙΩΝ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ.	91
4.4 ΜΗ-ΠΑΡΑΜΕΤΡΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ.	92
4.4.1 CHI-SQUARE TESTS.	93
4.5 STUDENT'S T-TEST	97
4.6 ODDS RATIO (OR).	100
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο - ΑΤΥΧΗΜΑΤΑ FX – ΜΕΓΕΘΟΣ & ΗΛΙΚΙΑ ΠΛΟΙΟΥ	102
5.1 ΓΕΝΙΚΑ.	102
5.2 ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΑΤΑΝΟΜΩΝ ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΠΛΟΙΩΝ.	106
5.3 ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΘΕΩΡΗΤΙΚΩΝ ΜΕ ΕΙΔΙΚΕΣ ΚΑΤΑΝΟΜΕΣ.	109
5.3.1 ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ "BEST FIT VERSION 4.5".	109
5.3.2 ΕΠΙΛΟΓΗ ΚΑΤΑΛΛΗΛΩΝ ΕΙΔΙΚΩΝ ΚΑΤΑΝΟΜΩΝ.	112

5.4 ΈΛΕΓΧΟΣ ΥΠΟΘΕΣΕΩΝ ΓΙΑ ΤΗ ΔΙΑΦΟΡΑ ΤΩΝ ΜΕΣΩΝ ΔΥΟ ΑΝΕΞΑΡΤΗΤΩΝ ΠΛΗΘΥΣΜΩΝ.....	118
5.5 ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΑΝΑΜΕΣΑ ΣΕ ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΜΕΓΕΘΩΝ.....	123
5.6 ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑΣ ΜΕΓΕΘΟΥΣ ΠΛΟΙΟΥ ΜΕ ΗΛΙΚΙΑ ΠΛΟΙΟΥ.....	124
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6^ο - ΓΕΝΙΚΕΥΜΕΝΑ ΓΡΑΜΜΙΚΑ ΜΟΝΤΕΛΑ/ΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗ.	127
6.1 ΓΕΝΙΚΑ.	127
6.2 ΑΠΛΗ ΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗ.....	127
6.2.1 ΦΥΣΙΚΗ ΕΡΜΗΝΕΙΑ ΤΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ β_0 ΚΑΙ β_1	128
6.3 ΠΟΛΛΑΠΛΗ ΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗ.....	131
6.3.1 ΕΠΙΛΟΓΗ ΒΕΛΤΙΣΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ.....	132
6.3.2 ΈΛΕΓΧΟΣ ΚΑΛΗΣ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗΣ.	132
6.3.3 ΔΙΑΓΝΩΣΤΙΚΑ ΛΟΓΙΣΤΙΚΗΣ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗΣ.	132
6.4 ΈΛΕΓΧΟΙ ΣΗΜΑΝΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΤΩΝ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ X_j	133
6.5 ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ.....	133
6.6 Η ΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗ ΣΤΟ SPSS.	134
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7^ο - ΠΡΟΒΛΕΨΕΙΣ - ΣΕΝΑΡΙΑ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ	137
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8^ο - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	148
8.1 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	148
8.1.1 ΒΑΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ.....	148
8.1.2 ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ	148
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.	154
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α	157
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β	158
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ	159
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Δ	161
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ε	165

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

EIKONA 1: AEGEAN SEA.	7
EIKONA 2: QUEEN MARY 2	22
EIKONA 3: A FERRY, MEGA SMERALDA.....	22
EIKONA 4: COMMERCIAL CRUDE OIL SUPERTANKER ABQAIQ.....	23
EIKONA 5: DISTRIBUTION OF LARGEST TANKERS BY DWT TONNAGE.	24
EIKONA 6: SABRINA I CARRIES BULK CARGO INSIDE HER HOLDS.	25
EIKONA 7: GROWTH OF BULK CARRIER FLEET FROM 1977 TO 1999.	27
EIKONA 8: BULK CARRIERS BY FLAG STATE.	27
EIKONA 9: THE COLOMBO EXPRESS, ONE OF THE LARGEST CONTAINER SHIPS IN THE WORLD.	28
EIKONA 10: TOTAL NUMBER OF SHIPS PER YEAR.	30
EIKONA 11: TOTAL TONNAGE.	31
EIKONA 12: COMPOSITE SATELLITE IMAGE OF THE MEDITERRANEAN SEA.	62
EIKONA 13: NORWEGIAN COAST.....	62
EIKONA 14: ZONES INCIDENTS.	63

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

ΠΙΝΑΚΑΣ 1:AFRA - CLASSIFICATION.	23
ΠΙΝΑΚΑΣ 2:PETROLEUM TANKER CATEGORIES.....	24
ΠΙΝΑΚΑΣ 3:MAJOR BULK CARRIER SIZE CATEGORIES.	26
ΠΙΝΑΚΑΣ 4:WORLD FLEET NUMBER.	31
ΠΙΝΑΚΑΣ 5:WORLD FLEET-TOTAL NUMBER OF SHIPS, BY TYPE AND SIZE - 2005.	32
ΠΙΝΑΚΑΣ 6:WORLD FLEET-GROSS TONNAGE (IN 1000 T), BY TYPE AND SIZE - 2005.	32
ΠΙΝΑΚΑΣ 7:WORLD FLEET-TOTAL NUMBER OF SHIPS, BY TYPE AND SIZE - 2006.	33
ΠΙΝΑΚΑΣ 8:WORLD FLEET-GROSS TONNAGE (IN 1000 T), BY TYPE AND SIZE - 2006.	34
ΠΙΝΑΚΑΣ 9:WORLD FLEET-TOTAL NUMBER OF SHIPS, BY TYPE AND SIZE - 2007.	35
ΠΙΝΑΚΑΣ 10:WORLD FLEET-GROSS TONNAGE (IN 1000 T), BY TYPE AND SIZE - 2007.....	35
ΠΙΝΑΚΑΣ 11:TOTAL WORLD CARGO FLEET (NUMBERS).	37
ΠΙΝΑΚΑΣ 12:TOTAL WORLD CARGO FLEET (IN MILLION DWT).....	37
ΠΙΝΑΚΑΣ 13:TOTAL INCIDENTS BY CASUALTY CATEGORY FOR THE PAST DECADE.....	43
ΠΙΝΑΚΑΣ 14:TANKER INCIDENTS.....	50
ΠΙΝΑΚΑΣ 15:BULK CARRIER INCIDENTS.....	52
ΠΙΝΑΚΑΣ 16:CONTAINERSHIP INCIDENTS.....	54
ΠΙΝΑΚΑΣ 17:GENERAL CARGO INCIDENTS.	56
ΠΙΝΑΚΑΣ 18:PASSENGER/RORO INCIDENTS.	58
ΠΙΝΑΚΑΣ 19:LOCATIONS OF INCIDENTS FOR THE PERIOD 1999 - 2009.....	61
ΠΙΝΑΚΑΣ 20:NUMBER OF SHIPS CROSSING FIXED AIS LINES IN THE BALTIC SEA DURING '06- '08...	62
ΠΙΝΑΚΑΣ 21:OUTCOME OF THE INCIDENT PER SEVERITY.	70
ΠΙΝΑΚΑΣ 22:INJURIES/FATALITIES PER SHIP TYPE.	74
ΠΙΝΑΚΑΣ 23:TANKERS, MACHINERY SPACE / ENGINE ROOM DETAILS.	79
ΠΙΝΑΚΑΣ 24:BULK CARRIERS, MACHINERY SPACE / ENGINE ROOM DETAILS.	80
ΠΙΝΑΚΑΣ 25:CONTAINERSHIP, MACHINERY SPACE / ENGINE ROOM DETAILS.	81
ΠΙΝΑΚΑΣ 26:GENERAL CARGO, MACHINERY SPACE / ENGINE ROOM DETAILS.	82
ΠΙΝΑΚΑΣ 27:PASSENGER/RORO, MACHINERY SPACE / ENGINE ROOM DETAILS.	83
ΠΙΝΑΚΑΣ 28:TOP 5 FLAGS OF REGISTRY FOR VESSELS EXPERIENCING FX CASUALTIES.....	84
ΠΙΝΑΚΑΣ 29:FX CASUALTY RATE BY FLAG STATE.....	85
ΠΙΝΑΚΑΣ 30:CLASSIFICATION SOCIETIES FOR VESSELS EXPERIENCING REPORTED FX CASUALTIES.....	87
ΠΙΝΑΚΑΣ 31:TYPICAL 2 BY 2 TABLE FOR ODDS RATIO CALCULATION.	100
ΠΙΝΑΚΑΣ 32:PARAMETERS OF EMPIRICAL AND FITTING DISTRIBUTION FOR TANKERS.	113
ΠΙΝΑΚΑΣ 33:PARAMETERS OF EMPIRICAL AND FITTING DISTRIBUTION FOR B.C.....	114
ΠΙΝΑΚΑΣ 34:PARAMETERS OF EMPIRICAL AND FITTING DISTRIBUTION FOR G.C.	115
ΠΙΝΑΚΑΣ 35:PARAMETERS OF EMPIRICAL AND FITTING DISTRIBUTION FOR CONTAINERSHIPS.	116
ΠΙΝΑΚΑΣ 36:PARAMETERS OF EMPIRICAL AND FITTING DISTRIBUTION FOR PASS/RORO.	117
ΠΙΝΑΚΑΣ 37:INDEPENDENT SAMPLES T-TEST FOR TANKER FLEET.	119

ΠΙΝΑΚΑΣ 38:INDEPENDENT SAMPLES T-TEST FOR B.C. FLEET.	120
ΠΙΝΑΚΑΣ 39:INDEPENDENT SAMPLES T-TEST FOR G.C. FLEET.	121
ΠΙΝΑΚΑΣ 40:INDEPENDENT SAMPLES T-TEST FOR CONTAINERSHIP FLEET.	122
ΠΙΝΑΚΑΣ 41:INDEPENDENT SAMPLES T-TEST FOR PASS/RORO FLEET.	122
ΠΙΝΑΚΑΣ 42:ODDS RATIO FOR AN FX ACCIDENT BASED ON THE TYPE OF SHIP.	124
ΠΙΝΑΚΑΣ 43:SHIP TYPE VS. AGE CATEGORY CROSSTABULATION.	124
ΠΙΝΑΚΑΣ 44:CHI-SQUARE TESTS FOR TANKER AGE/SIZE.	125
ΠΙΝΑΚΑΣ 45:CHI-SQUARE TESTS FOR B.C. AGE/SIZE.	125
ΠΙΝΑΚΑΣ 46:CHI-SQUARE TESTS FOR CONTAINERSHIPS AGE/SIZE.	126
ΠΙΝΑΚΑΣ 47:CHI-SQUARE TESTS FOR G.C. AGE/SIZE.	126
ΠΙΝΑΚΑΣ 48:CHI-SQUARE TESTS FOR PASS./RORO AGE/SIZE.	126
ΠΙΝΑΚΑΣ 49:CHI-SQUARE TESTS FOR ACCIDENT/PANAMA36 AND JAPAN24.	138
ΠΙΝΑΚΑΣ 50:ENTER METHOD. VARIABLES IN THE EQUATION.	161
ΠΙΝΑΚΑΣ 51:BSTEP(WALD) METHOD.VARIABLES IN THE EQUATION.	162
ΠΙΝΑΚΑΣ 52:OMNIBUS TESTS OF MODEL COEFFICIENTS.	163
ΠΙΝΑΚΑΣ 53:MODEL SUMMARY.	164

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

ΣΧΗΜΑ 1:WORLD FLEET-TOTAL NUMBER OF SHIPS, BY SIZE – 2005.	33
ΣΧΗΜΑ 2:WORLD FLEET-GROSS TONNAGE, BY SIZE – 2005.....	33
ΣΧΗΜΑ 3:WORLD FLEET-TOTAL NUMBER OF SHIPS, BY SIZE –2006.....	34
ΣΧΗΜΑ 4:WORLD FLEET-TOTAL NUMBER OF SHIPS, BY SIZE –2006.....	34
ΣΧΗΜΑ 5:WORLD FLEET-TOTAL NUMBER OF SHIPS, BY SIZE – 2007.	35
ΣΧΗΜΑ 6:WORLD FLEET-GROSS TONNAGE, BY SIZE – 2007.....	36
ΣΧΗΜΑ 7:COMPOSITION OF WORLD MERCHANT FLEET.	38
ΣΧΗΜΑ 8:TOTAL INCIDENTS BY CASUALTY CATEGORY (1999-2009).....	44
ΣΧΗΜΑ 9:LIVES KILLED/MISSING BY CASUALTY CATEGORY FOR ALL VESSELS	44
ΣΧΗΜΑ 10:VESSEL DISPOSITION BY CASUALTY CATEGORY FOR ALL VESSELS	45
ΣΧΗΜΑ 11:NUMBER OF POLLUTION INCIDENTS BY CASUALTY CATEGORY FOR ALL VESSELS	46
ΣΧΗΜΑ 12:POLLUTION STATUS WITH RESPECT TO CASUALTY CATEGORY FOR ALL VESSELS.....	47
ΣΧΗΜΑ 13:CUMULATIVE FX INCIDENTS BY VESSEL TYPE.	49
ΣΧΗΜΑ 14:INCIDENTS RATES FOR FX CASUALTY FLEET.	50
ΣΧΗΜΑ 15:FX INCIDENT RATE PER SHIPYEAR FOR TANKERS.	51
ΣΧΗΜΑ 16:NUMBER OF FX INCIDENTS PER SHIPYEAR FOR TANKERS.....	51
ΣΧΗΜΑ 17:TANKER FLEET AT RISK.....	52
ΣΧΗΜΑ 18:INCIDENT RATE PER SHIPYEAR FOR BULK CARRIERS.	53
ΣΧΗΜΑ 19:NUMBER OF FX INCIDENTS PER SHIPYEAR FOR BULK CARRIERS.....	53
ΣΧΗΜΑ 20:BULK CARRIER FLEET AT RISK.....	54
ΣΧΗΜΑ 21:FX INCIDENT RATE PER SHIPYEAR FOR CONTAINERSHIPS.....	55
ΣΧΗΜΑ 22:NUMBER OF FX INCIDENTS PER SHIPYEAR FOR CONTAINERSHIPS.....	55
ΣΧΗΜΑ 23:CONTAINERSHIP FLEET AT RISK.	56
ΣΧΗΜΑ 24:FX INCIDENT RATE PER SHIPYEAR FOR GENERAL CARGO SHIPS.....	57
ΣΧΗΜΑ 25:NUMBER OF FX INCIDENTS PER SHIPYEAR FOR GENERAL CARGO SHIPS.....	57
ΣΧΗΜΑ 26:GENERAL CARGO FLEET AT RISK.....	58
ΣΧΗΜΑ 27:FX INCIDENT RATE PER SHIPYEAR FOR PASSENGER/RORO VESSELS.....	59
ΣΧΗΜΑ 28:NUMBER OF FX INCIDENTS PER SHIPYEAR FOR PASSENGER/RORO VESSELS.....	59
ΣΧΗΜΑ 29:PASSENGER/RORO FLEET AT RISK.	60
ΣΧΗΜΑ 30:CUMULATIVE CHART FOR ALL FX INCIDENTS.....	60
ΣΧΗΜΑ 31:INCIDENT RATIO FOR TWO CROWD ZONES.	64
ΣΧΗΜΑ 32:DEGREE OF SEVERITY FOR ALL FX INCIDENTS.....	65
ΣΧΗΜΑ 33:DEGREE OF SEVERITY FOR TANKER INCIDENTS.....	66
ΣΧΗΜΑ 34:INCIDENTS PER LOCATION FOR TANKERS.	66
ΣΧΗΜΑ 35:INCIDENTS PER LOCATION FOR BULK CARRIERS.	67
ΣΧΗΜΑ 36:INCIDENTS PER LOCATION FOR CONTAINERSHIPS.....	67
ΣΧΗΜΑ 37:INCIDENTS PER LOCATION FOR G.CARGO.	68

ΣΧΗΜΑ 38:INCIDENTS PER LOCATION FOR PASS/RORO.	68
ΣΧΗΜΑ 39:TANKER CONDITION AFTER THE INCIDENT.	71
ΣΧΗΜΑ 40:B.C. CONDITION AFTER THE INCIDENT.	72
ΣΧΗΜΑ 41:CONTAINERSHIP CONDITION AFTER THE INCIDENT.	72
ΣΧΗΜΑ 42:G.C. CONDITION AFTER THE INCIDENT.	73
ΣΧΗΜΑ 43:PASSENGER/RORO CONDITION AFTER THE INCIDENT.	73
ΣΧΗΜΑ 44:NUMBER AND PERCENT OF KILLED / MISSING PER SHIP TYPE.....	74
ΣΧΗΜΑ 45:KILLED/MISSING LIFE RATE PER SHIP TYPE CASUALTY.....	75
ΣΧΗΜΑ 46:AGE OF SHIPS AT TIME OF THE INCIDENT.	76
ΣΧΗΜΑ 47:FREQUENCY RATIOS WITH RESPECT OF THE SHIP AGE PER SHIP TYPE.....	78
ΣΧΗΜΑ 48:CUMULATIVE BY LOCATION OF ORIGIN.	79
ΣΧΗΜΑ 49:LOCATION OF TANKER FX INCIDENTS INSIDE ER.	80
ΣΧΗΜΑ 50:LOCATION OF B.C. FX INCIDENTS INSIDE ER.	81
ΣΧΗΜΑ 51:LOCATION OF CONTAINERSHIP FX INCIDENTS INSIDE ER.	82
ΣΧΗΜΑ 52:LOCATION OF G.C. FX INCIDENTS INSIDE ER.	82
ΣΧΗΜΑ 53:LOCATION OF PASS/RORO FX INCIDENTS INSIDE ER.	83
ΣΧΗΜΑ 54:FX INCIDENT RATIO PER FLAG FOR TANKERS.....	85
ΣΧΗΜΑ 55:FX INCIDENT RATIO PER FLAG FOR B.C.	85
ΣΧΗΜΑ 56:FX INCIDENT RATIO PER FLAG FOR CONTAINERSHIPS.....	86
ΣΧΗΜΑ 57:FX INCIDENT RATIO PER FLAG FOR G.C.....	86
ΣΧΗΜΑ 58:FX INCIDENT RATIO PER FLAG FOR RORO.....	86
ΣΧΗΜΑ 59:FX INCIDENT RATE PER CLASSIFICATION SOCIETY.....	88
ΣΧΗΜΑ 60:A GRAPHIC EXAMPLE OF PROBABILITY DENSITY FUNCTION.....	91
ΣΧΗΜΑ 61:FREQUENCY OF TANKER INCIDENTS BY DWT TONNAGE.....	102
ΣΧΗΜΑ 62:TANKER INCIDENTS RATIO BY DWT TONNAGE.....	102
ΣΧΗΜΑ 63:FREQUENCY HISTOGRAM FOR TANKERS USING THE STURGE’S RULE.	103
ΣΧΗΜΑ 64:FREQUENCY OF B.C. INCIDENTS BY DWT TONNAGE.....	103
ΣΧΗΜΑ 65:B.C. INCIDENTS RATIO BY DWT TONNAGE.....	104
ΣΧΗΜΑ 66:FREQUENCY OF G.C. INCIDENTS BY DWT TONNAGE.....	104
ΣΧΗΜΑ 67:G.C. INCIDENTS RATIO BY DWT TONNAGE.....	104
ΣΧΗΜΑ 68:FREQUENCY OF CONTAINERSHIP INCIDENTS BY GRT TONNAGE.....	105
ΣΧΗΜΑ 69:CONTAINERSHIP INCIDENTS RATIO BY GRT TONNAGE.....	105
ΣΧΗΜΑ 70:FREQUENCY OF PASS./RORO INCIDENTS BY GRT TONNAGE.....	106
ΣΧΗΜΑ 71:PASS./RORO INCIDENTS RATIO BY GRT TONNAGE.	106
ΣΧΗΜΑ 72:PDF FOR B.C. INCIDENTS.	107
ΣΧΗΜΑ 73:PDF FOR G.C. INCIDENTS.....	108
ΣΧΗΜΑ 74:PDF FOR CONTAINERSHIP INCIDENTS.	108
ΣΧΗΜΑ 75:LOGLOGISTIC DISTRIBUTION APPROACHING THE THEORETICAL VALUES OF B.C. DWT.	114
ΣΧΗΜΑ 76:EXPONENTIAL DISTRIBUTION APPROACHING THE THEORETICAL VALUES OF G.C. DWT	115

ΣΧΗΜΑ 77: GAMMA DISTRIBUTION APPROACHING THE THEORETICAL VALUES OF CONTAINERS GRT.	116
ΣΧΗΜΑ 78: LOGISTIC REGRESSION CHART FOR ONE VARIABLE.....	129
ΣΧΗΜΑ 79: PROBABILITIES OF CASUALTY PER MAIN GROUP: GENERAL CARGO/SINGAPORE FLAG. ..	142
ΣΧΗΜΑ 80: PROBABILITIES OF CASUALTY PER MAIN GROUP: GENERAL CARGO/NETHERLANDS' FLAG.	142
ΣΧΗΜΑ 81: PROBABILITIES OF CASUALTY PER MAIN GROUP: GENERAL CARGO/GREECE'S FLAG.....	143
ΣΧΗΜΑ 82: PROBABILITIES OF CASUALTY PER MAIN GROUP: GENERAL CARGO/SINGAPORE'S FLAG.	143
ΣΧΗΜΑ 83: PROBABILITIES OF CASUALTY PER MAIN GROUP: GENERAL CARGO/GREECE'S FLAG.....	144
ΣΧΗΜΑ 84: PROBABILITIES OF CASUALTY PER MAIN GROUP: BULK CARRIER/CYPRUS' FLAG.	145
ΣΧΗΜΑ 85: PROBABILITIES OF CASUALTY PER MAIN GROUP: BULK CARRIER/PANAMA FLAG.	146
ΣΧΗΜΑ 86: PROBABILITIES OF CASUALTY PER MAIN GROUP: BULK CARRIER/LIBERIA'S FLAG.	146
ΣΧΗΜΑ 87: PROBABILITIES OF CASUALTY PER MAIN GROUP: GENERAL CARGO	147
ΣΧΗΜΑ 88: PROBABILITIES OF CASUALTY PER MAIN GROUP: BULK CARRIER	147
ΣΧΗΜΑ 89: PROBABILITIES OF CASUALTY PER MAIN GROUP: TANKER.	152

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Παρά τις σημαντικές εξελίξεις που έχουν λάβει χώρα τα τελευταία χρόνια στον τομέα της ναυτιλίας, τα ναυτικά ατυχήματα που συμβαίνουν ανά τον κόσμο δεν έχουν μειωθεί σε τέτοιο βαθμό που να αιτιολογούν τις εξελίξεις αυτές.

Η πυρκαγιά στο χώρο του πλοίου αποτελούσε ανέκαθεν ένα από τους μεγαλύτερους φόβους των επιβαινόντων σε αυτό. Η καταστροφική της μανία και ο απρόβλεπτος χαρακτήρας της, σε συνδυασμό με την φυσική επικινδυνότητα της ζωής στη θάλασσα είναι αρκετοί λόγοι για να δικαιολογήσουν την εκτεταμένη μελέτη των τρόπων αντιμετώπισης της και την προσπάθεια πρόληψής της από διάφορους οργανισμούς και φορείς, αφού μόνο η αποφυγή της μπορεί να εγγυηθεί την ασφάλεια σε οποιοδήποτε πλοίο. Σε αρκετές περιπτώσεις στις συνέπειες της εκδήλωσης μιας πυρκαγιάς περιλαμβάνονται η ολική ή μερική απώλεια του πλοίου και του φορτίου, μέχρι και η απώλεια ανθρώπινων ζωών.

Συνεπώς κρίνεται απαραίτητο να διερευνηθούν οι λόγοι που μπορούν να οδηγήσουν στην εκδήλωση μιας πυρκαγιάς ώστε να βελτιωθούν τα υπάρχοντα συστήματα που είναι υπεύθυνα για την ανίχνευση και κατάσβεσή της. Χρήσιμο εργαλείο προς την κατεύθυνση αυτή, αναδεικνύεται η μελέτη συμβάντων και η στατιστική ανάλυση και ποσοτική ερμηνεία αναφορών για πυρκαγιές πάνω σε πλοία.

Μόνο με τη χρήση των κατάλληλων πηγών μπορούν να διερευνηθούν οι λόγοι που οδηγούν στην εκδήλωση πυρκαγιάς σε κάποιο πλοίο. Η παρούσα έκθεση βασίζεται στην ανάλυση πληροφοριών και στοιχείων σχετικά με ατυχήματα σκαφών που περιλαμβάνονται στη βάση δεδομένων για ναυτικά ατυχήματα του Lloyd (*Lloyd's Casualty Information System database*).

Διαπιστώθηκε ότι η βάση δεδομένων του Lloyd περιέχει την περιεκτικότερη στατιστική επισκόπηση ατυχημάτων εμπορικών σκαφών στον παγκόσμιο λειτουργικό στόλο για την περίοδο υποβολής εκθέσεων 1999 μέχρι το 2009 (10-έτη).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο

ΒΑΣΕΙΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

2.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα στοιχεία που αφορούν τα ναυτικά ατυχήματα συγκεντρώθηκαν από την έναρξη της θαλάσσιας ασφάλισης και μετά. Κατά διαστήματα, έχουν γίνει προσπάθειες ώστε να αναλυθούν τα στοιχεία αυτά για τη δημιουργία κανονισμών σχετικών με τη σχεδίαση και τη μελέτη των πλοίων. Δυστυχώς, αυτές οι προσπάθειες έχουν παρεμποδιστεί σοβαρά, εάν όχι συνολικά, από προβλήματα που σχετίζονται με την εγκυρότητα των ίδιων των στοιχείων. Τα στοιχεία για τα ατυχήματα λογοκρίνονται, είναι υποκειμενικά και σχεδόν πάντα δεν είναι ελέγξιμα.

Τα προβλήματα με τα υπάρχοντα δεδομένα και με το σχεδιασμό όλων σχεδόν των βάσεων δεδομένων για ναυτικά ατυχήματα είναι ότι επιχειρούν να χωρίσουν τα ατυχήματα με τέτοιο τρόπο ώστε καταλήγουν να δημιουργούν επικαλυπτόμενες κατηγορίες, προκαλώντας σύγχυση αιτίου και αποτελέσματος, και συνήθως αποτυγχάνουν να καταγράψουν οποιαδήποτε πραγματική αιτιώδης πληροφορία. Αυτά τα προβλήματα καθιστούν εύκολη τη δημιουργία συχνά ασήμαντων και άχρηστων συσχετίσεων που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή οποιοδήποτε είδους αποτελεσμάτων που επιθυμεί η κάθε ειδική ομάδα ενδιαφέροντος.

2.2 ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ

2.2.1 ΛΟΓΟΚΡΙΣΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Το πρώτο πρόβλημα με τα στοιχεία ναυτικών ατυχημάτων είναι ότι κατά ένα μεγάλο μέρος δεν είναι καταγεγραμμένα, οπότε μπορούμε να πούμε ότι «λείπουν». Τα πληρώματα τις περισσότερες φορές δεν εκθέτουν τα προβλήματα στον ιδιοκτήτη/ διευθυντή τους εκτός αν αυτά είναι πολύ

σοβαρά. Ξέρουν ότι οποιοδήποτε πρόβλημα αντιμετωπίζεται ως ψεγάδι και ότι ένα πλοίο χωρίς προβλήματα είναι ένα καλό πλοίο. Επίσης ξέρουν ότι οι περισσότεροι ιδιοκτήτες δεν θέλουν να ακούσουν για τα προβλήματα και βεβαίως δεν θέλουν να μπλέξουν με γραφειοκρατικές διαδικασίες.¹ Για τους λόγους αυτούς σχεδόν όλα τα δευτερεύοντα ατυχήματα δεν γνωστοποιούνται.

Οι ιδιοκτήτες από την άλλη δεν εκθέτουν τα προβλήματα στους Νηογνώμονες και στους Ασφαλιστές τους εκτός αν αναγκαστούν ή αποφασίσουν να κάνουν μια δήλωση. Ακόμη και σημαντικά ατυχήματα μπορούν να καλυφθούν στο επίπεδο αυτό.

Για παράδειγμα, κάποιος περιέγραψε το παρακάτω ατύχημα: «το 1986, αγοράσαμε ένα βρετανικό VLCC και το ονομάσαμε *THE STATE*. Το μητρώο του πλοίου ήταν απόλυτα καθαρό. Αλλά γρήγορα συνειδητοποιήσαμε ότι το μηχανοστάσιο του ήταν σκέτη καταστροφή. Η μια βλάβη διαδεχόταν την άλλη. Το σύστημα ελέγχου της γεννήτριας ήταν τόσο ασταθές και επιρρεπές σε διακοπές ρεύματος, που καταλήξαμε να απενεργοποιήσουμε το σύστημα αυτομάτου ελέγχου, μία εξαιρετικά επικίνδυνη κίνηση. Το χειρότερο πρόβλημα του πλοίου ήταν τα απότομα κλεισίματα των κύριων βαλβίδων για ελιγμούς πλώρης, με αποτέλεσμα για 10 έως 12 ώρες να παραμένει αδρανές. Αυτό συνέβη τέσσερις φορές σε λιγότερο από δύο χρόνια που ήταν υπό την κυριότητα μας. Κανένα από τα προβλήματα αυτά δεν αναφέρθηκαν στην Κλάση. Όταν το πουλήσαμε το 1988, δεν υπήρχαν καταγραφές για βλάβες».

Και όταν ο Νηογνώμονας ή οι ασφαλιστές μάθουν για το ατύχημα, τα δεδομένα αυτά είναι με βάση το συμβόλαιο εμπιστευτικά. Εδώ είναι η δήλωση του Lloyds Register:

«Ο LR θα κρατήσει εμπιστευτικές και δεν θα χρησιμοποιήσει ή αποκαλύψει σε τρίτους τυχόν τεχνικές πληροφορίες ή

¹ Ο Κώδικας ISM λέει «το σύστημα διαχείρισης της ασφάλειας θα πρέπει να περιλαμβάνει διαδικασίες που να διασφαλίζουν ότι μη συμμορφώσεις, ατυχήματα και επικίνδυνες καταστάσεις να αναφέρονται στην εταιρεία». Η κύρια επίδραση που είχε αυτό είναι να δημιουργήσει μια χρονοβόρα γραφειοκρατικό παιχνίδι μεταξύ των ιδιοκτητών και των ελεγκτών, κατά την οποία η γραφειοκρατία σπάνια συμπίπτει με αυτά που πραγματικά συμβαίνουν επί της αμαξοστοιχίας.

στοιχεία λειτουργίας που προκύπτουν από τον πελάτη εκτός από τις περιπτώσεις που μπορεί να απαιτείται από το νόμο ή που μπορεί να ζητηθεί από τον πελάτη. Αν συμβούν ένα από τα παραπάνω τότε θα λήξει η σύμβαση.»

Πολλά κατασκευαστικά προβλήματα παραμένουν κρυμμένα με τον τρόπο αυτό. Οι νηογνώμονες ασχολούνται μόνο με σημαντικές κατασκευαστικές αποτυχίες. Στις 31/12/2002, το *ULCC HELLESPONT EMBASSY* κατευθυνόταν νότια στο κανάλι Σουέζ σε κατάσταση έρματος. Ο πηδαλιούχος έστριψε πρώτα αριστερά και έπειτα δεξιά. Όταν προσπάθησε να εκτελέσει τη δεύτερη διαταγή, το πηδάλιο δεν αποκρίθηκε. Το σκάφος πρόσκρουσε σφοδρά στην όχθη. Το αποτέλεσμα ήταν η δημιουργία μιας μεγάλης εσοχής στη γάστρα και μερικά από τα ενισχυτικά ήταν λυγισμένα. Το σκάφος οδηγήθηκε σε δεξαμενή καθαρισμού και για την επισκευή του χρειάστηκαν περίπου 50 τόνοι χάλυβα.

Νηογνώμονας και εκπρόσωποι της ασφαλιστικής εταιρείας παρευρέθηκαν στο περιστατικό. Οι γραφειοκρατικές διαδικασίες ήταν πάρα πολλές αλλά ακόμα το ατύχημα αυτό δεν έχει περαστεί σε καμία δημόσια βάση δεδομένων.

Σύμφωνα με τα ψηφίσματα του IMO, τα Flag States² (κράτη – σημαίες) υποτίθεται ότι πρέπει να ερευνήσουν σε βάθος τα ατυχήματα πλοίων και να υποβάλλουν μια έκθεση στον IMO, ενέργεια στην οποία σπάνια προβαίνουν. Τα κράτη αυτά προσφωνούνται και Flags of Convenience αντί για Flag States.

Τον Φεβρουάριο του 2001, το 30.000 τόνων δεξαμενόπλοιο *KRISTAL* έσπασε ξαφνικά στα δύο, όταν έπεσε σε κακοκαιρία στη βορειοδυτική Ισπανία. Έντεκα μέλη του πληρώματος σκοτώθηκαν. Αλλά δεδομένου ότι το φορτίο της ήταν μελάσα, δεν υπήρξε καμία δημόσια κατακραυγή. Σύμφωνα με τα αρχεία IMO, καμία έκθεση έρευνας δεν παραλήφθηκε από το κράτος-σημαία του πλοίου, τη Μάλτα. (IMO staff., (2004))

² Μια αναζήτηση στην GISIS αποκαλύπτει ότι η Ελλάδα δεν έχει υποβάλει καμία έκθεση έρευνας στον IMO, ούτε η Κύπρος. Τα νησιά Marshall έχουν υποβάλλει μια έκθεση, η Μάλτα 2 και η Λιβερία 3. Ο Παναμάς είναι μια πρόσφατη εξαίρεση. Έχει υποβάλλει περίπου 40 εκθέσεις, που σχεδόν όλες καλύπτουν ατυχήματα μετά το 2006.

2.2.2 ΑΠΡΟΣΠΕΛΑΣΤΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Το δεύτερο πρόβλημα με τα στοιχεία ναυτικών ατυχημάτων είναι ότι τα περισσότερα δεν είναι προσβάσιμα για επεξεργασία. Σχεδόν όλες οι παγκόσμιες βάσεις δεδομένων για ατυχήματα πλοίων είναι ιδιόκτητες. Μερικές χώρες διατηρούν τις βάσεις δεδομένων των ατυχημάτων που εμφανίζονται στα ύδατά τους, και καθιστούν αυτό το στοιχείο διαθέσιμο στο κοινό. Αυτές περιλαμβάνουν την Αυστραλία, το Ηνωμένο Βασίλειο και τις ΗΠΑ. Εντούτοις, μόνο ιδιωτικές κερδοσκοπικές ομάδες έχουν παρέμβει ώστε να συνδυάσουν τα παγκόσμια στοιχεία, συμπεριλαμβανομένης της Lloyds Marine Intelligence Unit (LMIU), Aspen Publishers, και Environmental Research Corp.

Για να έχει πρόσβαση σε αυτές τις ιδιωτικές βάσεις δεδομένων, κάποιος πρέπει:

- να καταβάλει ένα σεβαστό χρηματικό ποσό,
- και να αποδεχτεί τους περιορισμούς για τη χρήση τους

Κανένας ερευνητής που σέβεται τον εαυτό του δε μπορεί να δεχτεί αυτούς τους περιορισμούς. Αυτό παραβιάζει μια από τις πιο βασικές αρχές της επιστήμης. Εάν οποιοσδήποτε δημοσιεύει κάποιο είδος περίληψης ή ανάλυσης των ατυχημάτων, τότε οποιοσδήποτε άλλος πρέπει να έχει πρόσβαση στα στοιχεία αυτά και να μπορεί αναπαράγγει την ίδια περίληψη. **Εάν αυτό δεν είναι εφικτό, τότε δεν αναφερόμαστε πλέον σε επιστήμη αλλά σε διαφήμιση.**

Ένα σημαντικό όφελος της διαθεσιμότητας των στοιχείων είναι η βελτίωση και η ανανέωσή τους. Εάν τα στοιχεία κάθε ατυχήματος είναι δημόσια διαθέσιμα, καθένας μπορεί να τα εξετάσει, να τα διορθώσει, και να προσθέσει επιπλέον στοιχεία. Η ποιότητα των στοιχείων στις ιδιωτικές βάσεις δεδομένων είναι συχνά κακή και πρέπει να βελτιωθεί.

Πολλοί ναυτικοί, ναυαγοσώστες, ανταποκριτές για τις πετρελαιοκηλίδες, κ.λπ. γνωρίζουν αρκετά πράγματα για τα εκάστοτε ατυχήματα αλλά δεν υπάρχει κανένας εύκολος τρόπος για αυτούς να συμβάλουν και εκείνοι με την γνώση. Και έχει βεβαίως ελάχιστο νόημα αφού και να θέλουν δε μπορούν αφού ο παραλήπτης κατόπιν παίρνει αυτήν την γνώση και τη μετατρέπει και τη χρησιμοποιεί για δικό του/της όφελος.

2.2.3 ΥΠΟΚΕΙΜΕΝΙΚΟΤΗΤΑ

Η διαδικασία μετατροπής των ελλιπών και μερικές φορές αλληλοσυγκρουόμενων περιγραφών σε ένα σύνολο κωδικών για προγραμματισμό σε υπολογιστές, ενέχει απαραίτητως υποκειμενική κρίση, ειδικά όταν πρόκειται για την αντιστοίχιση των αιτιών με τους κωδικούς. Το γεγονός αυτό είναι αναπόφευκτο αλλά το σημαντικό είναι ότι αυτές οι κρίσεις είναι διαφανείς και αναθεωρήσιμες. Αναθεωρήσιμος εδώ σημαίνει ότι όχι μόνο πρέπει τα μεμονωμένα στοιχεία της βάσης δεδομένων να είναι διαθέσιμα ανά πάσα στιγμή αλλά και οι πηγές και οι περιγραφές, στις οποίες η κωδικοποίηση έχει βασιστεί να είναι το ίδιο διαθέσιμες.

Ας εξετάσουμε το ατύχημα του Aegean Sea.



Εικόνα 1: Aegean Sea.

Ship Details at Time of Incident

Ship Name	AEGEAN SEA	Flag	Greece
Ship Type	Ore/Bulk/Oil Carrier	Year of Build	1973
GT	53964	DWT	114036
Classification	Lloyd's Register	Ship Status	In Service/Commission

Οι περισσότερες πηγές (συμπεριλαμβανομένων των ισπανικών δικαστηρίων) θεωρούν ότι το Aegean Sea προσάραξε λόγω λανθασμένων χειρισμών στη πλοήγηση.

Αυτό που συνέβη ήταν ότι το πλήρως φορτωμένο με μια μόνο προπέλα, Aframax ήταν αγκυροβολημένο βόρεια της ισπανικής πόλης La Coruna όταν διατάχτηκε να μπει στον λιμένα. Ο καιρός ήταν θυελλώδης 20 έως 30 κόμβων, δυτικός. Το σκάφος έπρεπε να κάνει μια στροφή σχεδόν 180 μοιρών για να εισέλθει στο λιμάνι. Το σκάφος προχωρούσε πολύ αργά επειδή είχε μόλις μαζέψει την άγκυρά του.

Αφού μαζεύτηκε η άγκυρα, ο καιρός επιδεινώθηκε ξαφνικά καθώς ένα μπουρίνι με ταχύτητα άνω των 60 κόμβων κατευθύνθηκε κατά πάνω του. Ο κυβερνήτης έστριψε αριστερά. Σε ένα μονέλικο πλοίο, αυτό σημαίνει ότι το πηδάλιο πρέπει να ωθήσει την πρύμνη προς τα δεξιά. Αλλά σε ένα πλήρως φορτωμένο τάνκερ, όλο το windage είναι οπίσθιο. Με τη χαμηλή ταχύτητα που είχε το πλοίο, οι δυνάμεις που ασκούσε το πηδάλιο ήταν ανίκανες να ωθήσουν την πρύμνη προς τα δεξιά, ακόμα κι αν ο κυβερνήτης έβαλε πρόσω ολοταχώς. Το σκάφος προσάραξε πολύ πριν ολοκληρώσει τη στροφή.

Το σκάφος ήταν ένα double hull OBO. Το πετρέλαιο που διέρρευσε από τα διπύθμενα έπιασε φωτιά, το σκάφος σειστήκε από μια σειρά εκρήξεων, και κατέληξε να καταστραφεί ολοσχερώς χάνοντας ουσιαστικά όλο το φορτίου του.

Αναλυτικές πληροφορίες για το ατύχημα βρέθηκαν από την βάση δεδομένων SEA-WEB.³

Incident & Cargo

Stranded On Rocks While Approaching Entrance To Corunna On 3/12/92 In Heavy Weather; Subsequently Broke In Two, And Caught Fire After Several Explosions. All Crew Rescued. Vessel Broke In Two Forward Of No. 8 Tank. Only 6,500 Tonnes Of Crude Oil Was Recovered. Most Of The Cargo Burnt In The Fire That Followed The Stranding.

Incident Type	Casualty	Casualty Type	Wrecked/ Stranded	Incident Severity	Serious
Lives Lost	No	Missing	No		
Detail Status	Manoeuvring Without Assistance	Cargo Status	Loaded	Cargo	Crude Oil 79,000 T
Dangerous Cargo	Yes	Pollution Occurred	Yes	Pollution Details	72500 Tons Oil

³ Sea-web™ – Lloyd’s Register of Ships online | The Ultimate Maritime Reference Tool - © Copyright Lloyd's Register - Fairplay Ltd. 2000 – 2010. Sea-web combines comprehensive ships, companies, shipbuilders, fixtures, casualties, port state control, ISM, real-time ship positions, historic vessel movements data and credit summary reports into a single application

Event Details			
Sequence	1	Date	3/12/1992
Initial Event	Wrecked/Stranded	Event Action	Stranded/Wrecked
Event Component	Hull/Ship Unk/Unspec.	Position	Lower
		Weather	Heavy Weather Etc.
Sequence	2	Date	3/12/1992
Initial Event	Hull/Mchy/Equip.Damage/Failure	Event Action	Broke In Two/Three
Event Component	Hull/Ship Cmptmt Spec. In Text	Position	Unknown
		Weather	Heavy Weather Etc.
Sequence	3	Date	3/12/1992
Initial Event	Fire/Explosion	Event Action	Fire
Event Component	Hull/Ship Unk/Unspec.	Position	Unknown
		Weather	Heavy Weather Etc.

Η βάση δεδομένων που χρησιμοποιήσαμε τοποθετεί το ατύχημα στην κατηγορία Wrecked/Stranded. Αντίθετα μια άλλη βάση δεδομένων τοποθετεί το ατύχημα στην κατηγορία Hull/Mchy/Equip.Damage/Failure (=μηχανολογική βλάβη) λόγω του ότι το ατύχημα προκλήθηκε από μηδενικούς ελιγμούς. Το πλοίο δεν είχε σχεδιασθεί σωστά ώστε να μπορέσει να ανταπεξέλθει στις εργασίες που θα έπρεπε να διεκπεραιώσει. Δύο έλικες θα είχαν σίγουρα αποτρέψει τόσο την καταστροφή όσο και την πετρελαιοκηλίδα.

Άλλοι πιστεύουν ότι ο καπετάνιος έπρεπε να είχε καταλάβει τις λιγοστές ελκτικές ικανότητες του πλοίου του σε αυτές τις συνθήκες και είτε να αρνηθεί να μπει στο λιμάνι είτε να κατευθυνθεί δυτικά/βορειοδυτικά πριν ξεκινήσει τη στροφή.

Είναι κατανοητό πως όλες οι τοποθετήσεις και οι γνώμες είναι αληθείς. Κανένας κώδικας δεν μπορεί πλήρως να αποτυπώσει τι συνέβη.

Αυτό που είναι κρίσιμο είναι ότι ο χρήστης των στοιχείων όχι μόνο πρέπει να είναι σε θέση να εξετάσει τη λογική αυτού που σχεδίασε την κωδικοποίηση των ατυχημάτων, αλλά ότι και αυτός να είναι σε θέση να αναθεωρήσει το λογική πίσω από την επιλογή αυτήν.

2.2.4 ΣΥΓΧΥΣΗ ΑΙΤΙΑΣ ΚΑΙ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΟΣ

Η βάση δεδομένων Sea Web έχει ένα πεδίο που λέγεται Initial Cause ή αλλιώς main Casualty Type που χωρίζει τα ατυχήματα σε διάφορες κατηγορίες όπως η σύγκρουση, η προσάραξη, η πυρκαγιά/έκρηξη, κ.λπ. Οι περισσότερες βάσεις δεδομένων ακολουθούν ένα παρόμοιο σκεπτικό.

Υπάρχουν δύο βασικά προβλήματα με την προσέγγιση αυτή.

1. Στον πραγματικό κόσμο, τα ατυχήματα δεν χωρίζονται σε ακριβείς και συγκεκριμένες κατηγορίες. Πολλά ατυχήματα οφείλονται είτε σε κατασκευαστική αστοχία (structural failure), είτε σε πυρκαγιά (fire), είτε σε προσάραξη (grounding), κ.λπ. Η ακολουθία: 1) σύγκρουση, 2) πυρκαγιά, 3) προσάραξη δεν είναι ασυνήθιστη. Το ατύχημα του πλοίου *NASSIA* στο Βόσπορο που σκοτώθηκαν 42 άτομα περιλαμβάνει την ακολουθία αυτή.

Event Details			
Sequence	1	Date	13/3/1994
Initial Event	Collision	Event Action	Collision
Event Component	Hull/Ship Unk/Unspec.	Position	Unknown
External		Weather	Unknown/Not Reported
Sequence	2	Date	13/3/1994
Initial Event	Fire/Explosion	Event Action	Explosion
Event Component	Hull/Ship Unk/Unspec.	Position	Unknown
External		Weather	Unknown/Not Reported
Sequence	3	Date	13/3/1994
Initial Event	Fire/Explosion	Event Action	Fire
Event Component	Hull/Ship Unk/Unspec.	Position	Unknown
External		Weather	Unknown/Not Reported
Sequence	4	Date	13/3/1994
Initial Event	Wrecked/Stranded	Event Action	Stranded/Wrecked
Event Component	Hull/Ship Unk/Unspec.	Position	Lower
External		Weather	Unknown/Not Reported

Είναι το ατύχημα του *NASSIA* μια σύγκρουση, μια πυρκαγιά, ή μια προσάραξη; Η σωστή απάντηση είναι **όλα τα παραπάνω** και **κανένα από τα παραπάνω!** Η αιτία ήταν ένα black-out στο bulk carrier πλοίο ονόματι *SHIPBROKER*. Χωρίς ηλεκτρική ισχύ, το *SHIPBROKER* δεν είχε πηδάλιο και στράφηκε στο πλοίο *NASSIA*.

2. Ακόμη πιο σημαντικό, είναι το γεγονός ότι η σύγκρουση, η προσάραξη και η πυρκαγιά/έκρηξη είναι συνέπειες, όχι αιτίες. Κάτι άλλο συνέβαινε πάντα πρώτα. Η ερώτηση κλειδί σε οποιοδήποτε ατύχημα δεν είναι εάν περιλάμβανε μια σύγκρουση, ή πυρκαγιά ή οτιδήποτε άλλο σχετικό αλλά τι προκάλεσε τα γεγονότα αυτά.

Το 2008, το πρόγραμμα Safedor παρουσίασε μια άλλη εργασία βασισμένη στη δικιά τους βάση δεδομένων. (Eliopoulou E., (March 2008))

Σύμφωνα με τα στοιχεία τους, η πυρκαγιά και η έκρηξη είναι πολύ σημαντικές αιτίες και για τους θανάτους και για την εκροή υγρών. Αλλά δεδομένου ότι δεν ξέρουμε τι προκάλεσε αυτές τις πυρκαγιές/εκρήξεις, δεν μπορούμε να πούμε τίποτα για το πώς να τις αποτρέψουμε. Η βάση δεδομένων sea-web υποστηρίζει ότι η σημαντικότερη αιτία της πυρκαγιάς/της έκρηξης είναι η μηχανολογική βλάβη.

2.2.5 ΠΟΛΛΑΠΛΗ ΑΙΤΙΟΛΟΓΙΑ

Η ύπαρξη περισσότερων από μια αιτιών είναι σύνηθες φαινόμενο στα ατυχήματα. Συναντάται συχνά η μορφή ατυχήματος το οποίο δεν θα είχε συμβεί εκτός αν το Α και το Β και το Γ συμβούν όλα μαζί. Όπως είδαμε παραπάνω και το *AEGEAN SEA* εμπίπτει σε αυτή τη κατηγορία. Το 1978, ο κ. Ψαραύτης καθηγητής ΕΜΠ και άλλοι συνεργάτες του ανέλαβαν μια λεπτομερή μελέτη 75 ατυχημάτων μελετώντας την ελληνική βάση δεδομένων του Υπουργείου Εμπορικής Ναυτιλίας. (Psaraftis H., (1998))⁴

⁴ Πριν επιτρέψει σε αυτούς τους συγγραφείς την πρόσβαση σε αυτά τα στοιχεία, το YEN έσβησε τα ονόματα των πλοίων, των ιδιοκτητών κλπ., απαίτησε δε από τους ίδιους να μην αποκαλύψουν μεμονωμένες λεπτομέρειες για τα ατυχήματα. Όπως πολλά κράτη, η Ελλάδα περισσότερο ενδιαφέρεται στο να διατηρούνται εμπιστευτικά τα πλοία των εφοπλιστών που έχουν εμπλακεί σε ατύχημα, απ' ότι στο να καταλάβει γιατί και πώς συνέβησαν τα ατυχήματα. Παρ' όλα αυτά η στάση της Ελλάδας είναι καλύτερη από κάποιες άλλες χώρες-σημαίες. Τουλάχιστον, γίνεται έρευνα για τα ατυχήματα. Από το 1998, η βάση δεδομένων του YEN περιελάμβανε περίπου 432 λεπτομερείς έρευνες για σοβαρά ατυχήματα που αφορούν ελληνικά σκάφη με ελληνική σημαία πάνω από 1000 GRT, συμπεριλαμβανομένου και της μυστήριας και καταστροφικής έκρηξης του Irenes

Μόνο σε μια περίπτωση, ήταν ικανοί να ορίσουν έναν ενιαίο κώδικα για τις αιτίες.

Σε μια άλλη ακραία περίπτωση, χρειάστηκαν 14 κώδικες για να προσδιορίσουν τις αιτίες. Φυσικά, δεν μπορούμε να τσεκάρουμε τα ατυχήματα για να δούμε τι πραγματικά συνέβη αλλά για τώρα η ουσία είναι ότι η πολλαπλή αιτιολογία είναι ένα πραγματικό φαινόμενο, το οποίο αγνοείται σχεδόν από όλες τις στατιστικές αναλύσεις των ναυτικών ατυχημάτων.

2.2.6 ΠΑΡΑΛΟΓΕΣ ΑΝΑΛΟΓΙΕΣ

Οι αναλύσεις των ναυτικών ατυχημάτων είναι κορεσμένες με αναλογίες και λόγους. Η διαδικασία είναι να διαιρεθούν οι θάνατοι ή ο όγκος των κηλίδων ή οποιοδήποτε δεδομένο που μας ενδιαφέρει με μια «σταθερή» μεταβλητή, όπως τα έτη των πλοίων. Η αναλογία που προκύπτει αποκαλείται συχνά συχνότητα. Το κύριο θεωρητικό πρόβλημα με αυτή την μεθοδολογία είναι η υπόθεση ότι η μεταβλητή για την οποία ενδιαφερόμαστε είναι γραμμική σε σχέση με τη «σταθερή» μεταβλητή.

Το κύριο πρακτικό πρόβλημα με αυτές τις αναλογίες είναι ότι κρύβουν την κλίμακα. Είναι μια αναλογία μεγάλη επειδή ο αριθμητής είναι μεγάλος ή ο παρονομαστής είναι μικρός; Θα έπρεπε η κοινωνία να ανησυχήσει περισσότερο για έναν θάνατο ανά ένα σκάφος-έτος ή χίλιους θανάτους σε δέκα χιλιάδες έτη πλοίων;

2.2.7 ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΕΝΑΝΤΙΟΝ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗΣ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ

Σε μια κακώς σχεδιασμένη βάση δεδομένων με μεγάλο αριθμό ατυχημάτων, είναι εύκολο να αντικατασταθούν οι αριθμοί. Κάποιος μπορεί να προσπαθήσει να συσχετίσει τα πάντα με τα πάντα. Ας πάρουμε για παράδειγμα, τον τύπο της γάστρας ενός πλοίου ως μεταβλητή. Έχει γίνει προσπάθεια να υπολογιστεί ο όγκος/ποσότητα που χύνεται στη θάλασσα ανά τύπο γάστρας, υποθέτοντας ότι ο τύπος της γάστρας προκαλεί την εκροή.

Serenade. Αλλά όλες αυτές οι πολύτιμες πληροφορίες είναι κρυμμένες και ουσιαστικά άχρηστες.

Αλλά όπως έχουμε ήδη δει, το *AEGEAN SEA* δεν προσάραξε επειδή ήταν double hull. Το *BRAER* δεν παρασύρθηκε στα βράχια επειδή ήταν pre-Marpol single hull.⁵ Το *PRESTIGE* δεν έσπασε στα δυο επειδή ήταν pre-Marpol single hull.⁶ Το *IRENES SERENADE* δεν εξερράγη επειδή ήταν pre-Marpol single hull.⁷ Το ίδιο πράγμα συμβαίνει με το *EXXON VALDEZ* και το *SEA EMPRESS*, και ακριβώς για κάθε μεγάλο ατύχημα που έχει συμβεί. Καταλήγοντας, μπορούμε να πούμε ότι ο τύπος της γάστρας δεν έχει καμία σχέση σχεδόν με το μεγάλο όγκο κηλίδων.

Ακόμη έχει αποδειχτεί ύστερα από στατιστικές αναλύσεις ότι οι Marpol single hulls είναι αποτελεσματικές για την μείωση των κηλίδων. Στην πραγματικότητα, έχει αποδειχτεί ότι θα έχουμε μεγαλύτερη εκροή κατά μέσον όρο σε Marpol single hull από ότι είτε σε μια ομοίως χαλασμένη double hull είτε σε μια pre-Marpol single hull. (Devanney J., (April 2008))

Το συμπέρασμα αυτό είναι βασισμένο όχι σε στατιστικές αλλά σε αναλύσεις υδροστατικής και εφαρμοσμένης μηχανικής.

2.3 ΛΥΣΕΙΣ

2.3.1 ΛΟΓΟΚΡΙΣΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Δεν υπάρχουν πολλά που μπορούμε να κάνουμε για τα στοιχεία που έχουν να κάνουν με το πλοίο και τους ιδιοκτήτες και λογοκρίνονται. Ο

⁵ Το σκάφος ήταν καθοδόν για την εταιρεία «Ultramar». Ποσότητα καυσίμων που αναμίχθηκε με θαλασσινό νερό. Το πλήρωμα διασώθηκε. Το σκάφος χωρίστηκε στα δυο και όλο το φορτίο χάθηκε. Ένα φορτίο των 5m-μακρών χαλύβδινων σωλήνων που βρίσκονταν στο κατάστρωμα προκάλεσε τη ζημιά αφού επέτρεψε στο νερό να εισχωρήσει στις δεξαμενές καυσίμων μέσω των σωλήνων εξαερισμού.

⁶ Το σκάφος μετατράπηκε σε SBT χωρίς να προστατευτούν κατάλληλα οι νέες δεξαμενές έρματος. Η κακή συντήρηση και η κακή παράλειψη από την Κλάση οδήγησαν σε μια διαβρωμένη κατασκευή που δεν θα μπορούσε να αντέξει σε μια μάλλον κανονική θύελλα στο Βισκαϊκό κόλπο,

⁷ Πιθανή διάβρωση στη forepeak δεξαμενή έρματος. Η forepeak δεξαμενή έρματος είναι η ίδια σε όλους τους τύπους κυτών.

ISM κώδικας το απαγορεύει ήδη τη λογοκρισία των στοιχείων, αλλά δεν εφαρμόζεται πάντοτε.

Εντούτοις, υπάρχει κάτι που οι λιμενικές αρχές μπορούν να κάνουν σε ότι αφορά την Κλάση. Εάν ένα σκάφος εμπλέκεται σε ένα σημαντικό ατύχημα, όπου λέγοντας **σημαντικό** εννοούμε ότι θα πρέπει τουλάχιστον να περιλαμβάνει ατυχήματα στα οποία, συνέβη κάποιο από τα παρακάτω γεγονότα:

- Ø κάποιος σκοτώθηκε ή τραυματίστηκε σοβαρά
- Ø διαπιστώθηκε εκροή πετρελαίου, είτε φορτίου, είτε εκροή από δεξαμενές καυσίμου
- Ø απώλεια ισχύος με συνέπεια τη ρυμούλκηση του
- Ø το ατύχημα να είναι πυρκαγιά, σύγκρουση ή προσάραξη
- Ø το ατύχημα να σχετίζεται με κατασκευαστική αστοχία και να χρειάζεται ρυμουλκό για να κινητοποιηθεί, ή να μεταφερθεί το φορτίο,
- Ø το αποτέλεσμα του ατυχήματος να αφορά ολική απώλεια του πλοίου,

τότε η Κλάση πρέπει να καταστήσει δημόσια τα πλήρη πρακτικά για το πλοίο συμπεριλαμβανομένων όλων των εκθέσεων, παχυμετρήσεων, όλη την αλληλογραφία, (καθώς επίσης και τα σκαριφήματα και τα σχέδια, εάν απαιτούνταν). Προφανώς, εάν ένα σκάφος είναι ικανό να σκοτώσει 30 ή περισσότερους ανθρώπους, και σε μερικές περιπτώσεις η ρύπανση που προκαλεί να εκτείνεται 100 χλμ. πέρα της ακτής, τότε εμπίπτει στην παραπάνω κατηγορία δηλαδή θεωρείται πολύ σοβαρό ατύχημα και ο ιδιοκτήτης χάνει οτιδήποτε αξιώνει και έχει υπό την κατοχή του.

Η επιβολή είναι απλή. Τα σκάφη οποιασδήποτε κατηγορίας που αποτυγχάνουν να συμμορφωθούν θα τους απαγορεύεται η είσοδος στους Κρατικούς λιμένες.

2.3.2 ΑΠΡΟΣΠΕΛΑΣΤΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Το πρόβλημα της ιδιοκτησίας των στοιχείων λύνεται εύκολα. Περίπου κάθε ατύχημα που φτάνει στην προσοχή του LMIU διαδίδεται από

διάφορες πηγές. Αυτές περιλαμβάνουν τις τοπικές εφημερίδες, τις παράκτιες κρατικές οργανώσεις, τις ναυτιλιακές εφημερίδες και τα ναυτιλιακά περιοδικά. Μάλιστα μερικά παράκτια κράτη έχουν συστήματα άμεσης υποβολής εκθέσεων για ατυχήματα τα οποία περιλαμβάνουν πολλά δυστυχήματα που ο LMIU δεν αναφέρει. Ένα μεγάλο μέρος αυτών των δεδομένων είναι διαθέσιμο στον Παγκόσμιο Ιστό.

Ο όγκος των ατυχημάτων στα οποία αναφερόμαστε είναι δουλειά λίγων ημερών το πολύ. Όλες οι λιμενικές αρχές πρέπει να ορίσουν έναν υπεύθυνο που να συλλέγει τα στοιχεία αυτά και να τα εισάγει σε μια κατάλληλα σχεδιασμένη, δημόσια διαθέσιμη βάση δεδομένων. Σε έναν τέλειο κόσμο, αυτό θα γινόταν από τον IMO. Αλλά δεν υπάρχει τέλειος κόσμος και αναγκαστικά αυτό πρέπει να γίνεται από τις λιμενικές αρχές.

Στην πραγματικότητα ο IMO έχει μια βάση δεδομένων που ονομάζεται Global Integrated Shipping Information System (GISIS). Αρκετά στοιχεία αυτής της βάσης δεδομένων είναι διαθέσιμα στο κοινό στην σελίδα <http://www.gisis.imo.org> και για ατυχήματα μετά το 2000 περιέχουν πολύ σημαντικές πληροφορίες. Αλλά η GISIS έχει κάποια σημαντικά μειονεκτήματα:

1. Πολλά ατυχήματα εμφανίζουν, και για πολλά από τα υπόλοιπα ατυχήματα η GISIS παρουσιάζει αρκετά κενά πεδία. Εκτός από την περίπτωση που τα ατυχήματα συμβούν σε παράλιες περιοχές ώστε να καταγραφούν, είναι σχεδόν απίθανο να εντοπιστούν στη GISIS. Δεν υπάρχει σαφώς καμία πίεση στον IMO να διατηρήσει αυτή τη βάση.
2. Τουλάχιστον για το κοινό, η βάση δεδομένων μπορεί μόνο να χρησιμοποιηθεί μόνο για κάποιο μεμονωμένο ατύχημα. Δεν είναι δυνατό να γίνει οποιαδήποτε συνδυασμένη ανάλυση ατυχημάτων. Για το κοινό, η GISIS δε μπορεί να επεξεργασθεί.

2.3.3 ΥΠΟΚΕΙΜΕΝΙΚΟΤΗΤΑ

Έχοντας στο νου ότι οι αναλυτικές περιγραφές των ατυχημάτων είναι σχεδόν πάντα ελλιπείς και συγκρουόμενες, και λαμβάνοντας υπόψη το

γεγονός ότι η αιτία κάθε ατυχήματος είναι συχνά θέμα συζήτησης, η υποκειμενικότητα στην ανάπτυξη βάσεων είναι αναπόφευκτη. Αυτό που είναι σημαντικό και πρέπει να σταθούμε είναι ότι οι κρίσεις και απόψεις αυτές πρέπει να είναι διαφανείς και αναθεωρήσιμες.

Η ίδια η βάση δεδομένων πρέπει όχι μόνο η ίδια να είναι δημόσια αλλά το ίδιο πρέπει να συμβαίνει με τις πηγές που χρησιμοποιεί καθώς και με την κωδικοποίηση. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί είτε με μια αναλυτική περιγραφή – σύνοψη κάθε πηγής που σχετίζεται με το ατύχημα είτε, όπου είναι διαθέσιμο, να υπάρχουν συνδέσεις στο διαδίκτυο με την πηγή. Εάν μια σημαντική πηγή δεν υπάρχει στο διαδίκτυο, τότε αυτή πρέπει να μηχανογραφηθεί και να τεθεί σε έναν ιστόχωρο. Με τον τρόπο αυτόν, θα δημιουργηθεί μια βιβλιοθήκη που θα συνδέει τις πηγές με το εκάστοτε ατύχημα.

2.3.4 ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΒΑΣΕΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Βασικά χαρακτηριστικά μιας βάσης δεδομένων είναι ότι πρέπει να είναι εύκολα προσβάσιμη και κατάλληλα σχεδιασμένη για επεξεργασία καθώς και να αποφεύγει τα λάθη και τις παραλείψεις των υπαρχόντων βάσεων.

Τα ακατέργαστα στοιχεία πρέπει να είναι διαθέσιμα σε όλους χωρίς να είναι απαραίτητη η ύπαρξη εξειδικευμένου λογισμικού. Πρέπει να προσφέρει δυνατότητες επέκτασης υπό την έννοια ότι πρέπει να είναι εφικτό να προστεθούν νέα στοιχεία χωρίς να επηρεάζεται η δομή του υπάρχοντος λογισμικού. Πρέπει να είναι διαθέσιμη μέσω του διαδικτύου αλλά και να επιτρέπει στον καθένα που ενδιαφέρεται, να μεταφέρει αυτά τα δεδομένα που τον ενδιαφέρουν στο υπολογιστικό του σύστημα.

2.3.5 ΠΑΡΑΛΟΓΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Η λύση απέναντι στις παραπλανητικές και μη-πληροφοριακές αναλογίες είναι απλή. Μην τις χρησιμοποιήσουμε. Μερικές φορές δημιουργούνται αναλογίες (συχνότητες) και τις οποίες τις συγκρίνουμε με τις πιθανότητες. Εάν χρειαζόμαστε πραγματικά μια πιθανότητα βασισμένη στα περιορισμένα στοιχεία του δείγματος, είναι προτιμότερο να

χρησιμοποιήσουμε τη μέθοδο της Bayesian Ανάλυσης.(Devanney J., (October 1974))

2.3.6 ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΕΝΑΝΤΙΟΝ ΛΟΓΙΚΗΣ

Ακόμη και μια καλά σχεδιασμένη βάση δεδομένων δεν θα μας αποτρέψει από την παραγωγή χωρίς νόημα στατιστικών συσχετίσεων. Είναι φανερό ότι μπορούμε να καταλάβουμε πιο πολλά πράγματα για συγκεκριμένους τύπους ατυχημάτων για τους οποίους έχουμε επιστημονικές τεχνικές μελέτες παρά να βασιστούν οι απόψεις μας σε συνολικές στατιστικές μελέτες. Εάν θέλουμε να μάθουμε περισσότερα για τις συγκρούσεις, είναι προτιμότερο να διαβάσουμε ένα τεχνικό κείμενο (Cahill R., (2002)) παρά γενικόλογα στατιστικά στοιχεία.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο

ΓΕΝΙΚΗ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΝΑΥΤΙΚΩΝ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ

3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

3.1.1 ΣΚΟΠΟΣ & ΣΤΟΧΟΙ

Ο πρωταρχικός στόχος αυτής της ανάλυσης στοιχείων ατυχημάτων του παγκόσμιου εμπορικού στόλου για αναφερόμενα περιστατικά πυρκαγιάς και έκρηξης ήταν να καθοριστεί το σχετικό μέγεθος του αναφερόμενου προβλήματος ως αποτέλεσμα των πυρκαγιών και των εκρήξεων στα εν πλω εμπορικά πλοία.

Οι γενικές κατηγορίες εμπορικών τύπων σκαφών προσδιορίστηκαν και οι λεπτομέρειες που περιβάλλουν τα αντίστοιχα γεγονότα ταξινομήθηκαν και αναλύθηκαν στο μέτρο του δυνατού. Προορίζεται ότι τα συμπεράσματα αυτής της ανάλυσης θα παράσχουν σαφείς εικόνες για το μέγεθος του προβλήματος πυρκαγιάς/έκρηξης.

Εκτός από την επίτευξη αυτού του αρχικού στόχου, η μελέτη παρέχει επίσης πρόσθετη γνώση στο πρόβλημα της πυρκαγιάς/έκρηξης όσον αφορά τα εξής:

1. Ανθρώπινος Πληθυσμός που αγνοείται ή σκοτώνεται,
2. Τελική κατανομή των σκαφών ως αποτέλεσμα των ατυχημάτων πυρκαγιάς/έκρηξης,
3. Αναφερόμενα περιστατικά πυρκαγιάς/έκρηξης ανάλογα με τις flags of registry, και
4. Αναφερόμενα περιστατικά πυρκαγιάς/έκρηξης ανάλογα με την Classification Society.

3.1.2 ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Προκειμένου να παρουσιαστεί το μέγεθος του προβλήματος από τα εμπορικά ναυτικά ατυχήματα πυρκαγιάς/έκρηξης/ρύπανσης σε σχέση με τον παγκόσμιο λειτουργικό στόλο, η πρώτη προσπάθεια ήταν να προσδιοριστεί η σύνθεση και το μέγεθος του παγκόσμιου εμπορικού στόλου. Αυτό έγινε, για τα έτη 1999 ως και 2009 χρησιμοποιώντας στοιχεία από συγκεκριμένη βιβλιογραφική πηγή.

Αυτό το στοιχείο αντιπροσωπεύει τα σκάφη μεγαλύτερα από ή ίσα με 100 GT και δεν περιλαμβάνει τα σκάφη που προορίζονται για ιδιωτική χρήση (σκάφη αναψυχής) ή τα σκάφη στρατιωτικών και εξειδικευμένων τύπων.

Αυτή τη στιγμή, η βάση δεδομένων του Lloyd παρέχει τα περιεκτικότερα διαθέσιμα στοιχεία παγκοσμίως για όλα τα ναυτικά ατυχήματα για την περίοδο υποβολής εκθέσεων 1999 μέχρι και το 2009 (10-έτη). Τα περιεχόμενα αυτής της έκθεσης απεικονίζουν μια ανάλυση βασισμένη σε αυτές τις πληροφορίες.

Η βάση δεδομένων του Lloyd προσδιορίζει τα ναυτικά ατυχήματα και τα κατατάσσει στις ακόλουθες κατηγορίες:

- ⊕ Βύθιση (Foundered)
- ⊕ Επαφή (Contact)
- ⊕ Πυρκαγιά/Έκρηξη (Fire/Explosion)
- ⊕ Σύγκρουση (Collision)
- ⊕ Απώλεια (Missing)
- ⊕ Ναυάγιο (Wrecked)
- ⊕ Πολεμική απώλεια (War Loss)
- ⊕ Γάστρα/Μηχανήματα (Hull/Machinery)
- ⊕ Διάφορα Άλλα Αίτια (Miscellaneous)

Οι καταγραφές των ναυτικών ατυχημάτων περιλαμβάνουν λιγότερες λεπτομέρειες σχετικά με τις αιτίες του ατυχήματος. Περιλαμβάνεται μια πολύ σύντομη περιγραφή του γεγονότος και της θέσης του στο σκάφος και έπειτα τις λεπτομέρειες της ζημίας που μπορεί να υποστηρίξει.

Τα συμπεράσματα αυτής της μελέτης παρουσιάζονται υπό τις ακόλουθες βασικές κατηγορίες:

- 1) Πυρκαγιές / Εκρήξεις
- 2) Ανθρώπινες Ζωές
- 3) Απώλεια Πλοίων
- 4) Σοβαρότητα Ατυχήματος
- 5) Πυρκαγιές/Εκρήξεις με συνέπεια τη θαλάσσια ρύπανση

3.2 ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΤΩΝ ΠΑΓΚΟΣΜΙΩΝ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ

Η βάση δεδομένων του Lloyd περιέχει 233 περιγραφές τύπων σκαφών. Προκειμένου να διατηρηθεί η συγκρισιμότητα με τα στοιχεία του παγκόσμιου στόλου, ήταν απαραίτητο να ταξινομηθούν οι τύποι σκαφών του Lloyd στους ακόλουθους γενικότερους τύπους σκαφών για τη σύγκριση:

- ρ Bulk Carrier
- ρ General Cargo Vessel
- ρ Passenger/RoRo Vessel
- ρ Tanker
- ρ Container Ship

Η προσέγγιση στην ταξινόμησή τους για πολλές περιπτώσεις χρήσεων τύπων σκαφών του Lloyd ήταν να θεωρηθούν οι ικανότητες μεταφοράς φορτίου και επιβατών ως καθοριστικοί παράγοντες. Όποτε ήταν δυνατόν, τα στοιχεία ατυχημάτων ομαλοποιήθηκαν σε σχέση με τα

στοιχεία παγκόσμιων πληθυσμών για τον εκάστοτε τύπο σκάφους. Όταν αυτό δεν ήταν δυνατό, δηλώθηκε σαφώς.

Η πρώτη φάση της ανάλυσης αυτής προορίστηκε να παρέχει:

1. τη συνολική εικόνα των ατυχημάτων παγκοσμίως για όλα τα πλοία,
2. τη συνολική εικόνα των ατυχημάτων πυρκαγιάς και έκρηξης,
3. οι αριθμοί ανθρώπων και πλοίων που χάθηκαν ως αποτέλεσμα αυτών των ατυχημάτων.

Η βάση Lloyd ταξινομεί τα ατυχήματα σε «serious» και «non-serious». Ατυχήματα που ταξινομούνται ως «serious» περιλαμβάνουν ατυχήματα στα οποία το πλοίο τέθηκε εκτός λειτουργίας ως αποτέλεσμα του ατυχήματος ή της σοβαρής ζημιάς ή της οικονομικής απώλειας που υπέστη. Δεδομένου ότι η ταξινόμηση «non-serious» δεν σημαίνει ότι δεν υπήρξε καμία ρύπανση ή δεν υπήρξε καμία ζωή που χάθηκε, ήταν σημαντικό να εξεταστούν τόσο οι «serious» όσο και οι «non-serious» κατηγορίες ατυχημάτων στην ανάλυση αυτή. Επίσης, αναγνωρίστηκε ότι τα ποσοστά ατυχημάτων έπρεπε να συγκριθούν με την πάροδο του χρόνου, με την εκτίμηση των αλλαγών στα μεγέθη του παγκόσμιου στόλου, για να καθορίσουν εάν τα ποσοστά ατυχημάτων αυξήθηκαν, μειώθηκαν, ή παρέμειναν σχετικά σταθερά κατά τη διάρκεια των ετών.

3.2.1 ΠΑΓΚΟΣΜΙΟΣ ΕΜΠΟΡΙΚΟΣ ΣΤΟΛΟΣ

3.2.1.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΑΓΚΟΣΜΙΟΥ ΕΜΠΟΡΙΚΟΥ ΣΤΟΛΟΥ

Στην Equasis⁸ περιέχεται το μεγαλύτερο μέρος του παγκόσμιου εμπορικού στόλου. Οι βασικές λεπτομέρειες προέρχονται από την εμπορική βάση δεδομένων του Lloyds Fairplay (LRF).

Οι στατιστικές παρουσιάζονται για τα ναυτικά ατυχήματα από την 1^η Ιανουαρίου 1999 μέχρι και την 31^η Δεκεμβρίου 2009.

⁸ Βάση Δεδομένων που περιέχει τις σχετικές με την ασφάλεια πληροφορίες για τον παγκόσμιο εμπορικό στόλο από δημόσιες και ιδιωτικές πηγές.

Τα σκάφη που κινούνται σε μεγάλες λίμνες, σε πλωτές οδούς και σε ειδικούς τύπους όπως τα σκάφη καναλιών, τα παγοθραυστικά, τα cableships και τα εμπορικά σκάφη που ανήκουν στις στρατιωτικές δυνάμεις εξαιρούνται.

3.2.1.2 ΕΙΔΗ ΠΑΓΚΟΣΜΙΟΥ ΕΜΠΟΡΙΚΟΥ ΣΤΟΛΟΥ ΚΑΙ ΟΡΙΣΜΟΙ ΑΥΤΩΝ

1. **Passenger Ships** - Ως Επιβατηγό πλοίο (passenger ship) χαρακτηρίζεται το πλοίο εκείνο που κρίνεται κατάλληλο και ειδικό για τη μεταφορά 12 επιβατών και άνω. Η καταλληλότητα έχει σχέση με ειδικές απαιτήσεις κατά την ναυπήγηση ή μετασκευή του πλοίου, στη στεγανή υποδιαίρεση αυτού, στο είδος και την επάρκεια σωστικών και πυροσβεστικών μέσων, καθώς και στην ενδιαίτηση επιβατών. Η ταχύτητα των σύγχρονων επιβατηγών πλοίων κυμαίνεται από 22 μέχρι 30 κόμβους.

Γενικά τα επιβατηγά πλοία διακρίνονται σε:

- Υπερωκεάνια που εκτελούν υπερπόντια ναυσιπλοΐα
- Επιβατηγά Κλειστών θαλασσών όπως τα Μεσογειακά και
- Ακτοπλοϊκά που εκτελούν εσωτερικές θαλάσσιες συγκοινωνίες.



Εικόνα 2: Queen Mary 2 (2003), 148,528 gross tons, displacement 76,000 tons.



Εικόνα 3: A ferry, Mega Smeralda.

Επίσης άλλες κατηγορίες επιβατηγών πλοίων είναι τα Κρουαζιερόπλοια, τα Επιβατηγά - οχηματαγωγά και τα νεότερα ταχύπλοα όπως τα

επιβατηγά - καταμαράν, επιβατηγά υδροπτέρυγα, επιβατηγά αερόστρωμνα (γνωστότερα ως χόβερκραφτς) και άλλα με συνδυασμό οχηματαγωγού.

2. Tankers – Το Δεξαμενόπλοιο (Tanker) είναι ένα πλοίο σχεδιασμένο να μεταφέρει υγρά φορτία χύδην (χύμα).



Εικόνα 4: Commercial crude oil supertanker AbQaiq.

Τα δεξαμενόπλοια αυτά ποικίλλουν σε μέγεθος. Ξεκινούν από μερικές εκατοντάδες τόνους, τα οποία εξυπηρετούν μικρά λιμάνια, ως βοηθητικά λιμένας ή ναυστάθμου και φτάνουν μέχρι μερικές εκατοντάδες χιλιάδες τόνους, τα οποία χρησιμοποιούνται για μεταφορές μεγάλων ποσοτήτων φορτίου σε μεγάλες αποστάσεις.

Με δεξαμενόπλοια μεταφέρεται μεγάλη ποικιλία υγρών φορτίων, όπως:

- προϊόντα υδρογονανθράκων, π.χ. ακατέργαστο πετρέλαιο, βενζίνες, πετρέλαιο καύσης, όπου στη προκειμένη περίπτωση χαρακτηρίζονται ως πετρελαιοφόρα, ή υγροποιημένο φυσικό αέριο όπου τότε χαρακτηρίζονται ως υγραεριοφόρα.
- χημικά, όπως αμμωνία, χλώριο και
- νερό, όπου στη περίπτωση αυτή ονομάζονται υδροφόρα.

Για την κατηγοριοποίηση των δεξαμενόπλοιων κατά μέγεθος η εταιρεία πετρελαιοειδών Shell ανέπτυξε το 1954 το σύστημα AFRA (average freight rate assessment):

Πίνακας 1: Afra - Classification.

Κατηγορία	Τόνοι Ξηρού φορτίου
General Purpose (GP)	10.000-24.999 dwt
Medium Range (MR)	25.000-44.999 dwt
Large Range 1 (LR-1)	45.000-79.999 dwt
Large Range 2 (LR-2)	80.000-159.999 dwt
Very Large Crude Carrier (VLCC)	160.000-319.999 dwt
Ultra Large Crude Carrier (ULCC)	320.000-549.999 dwt

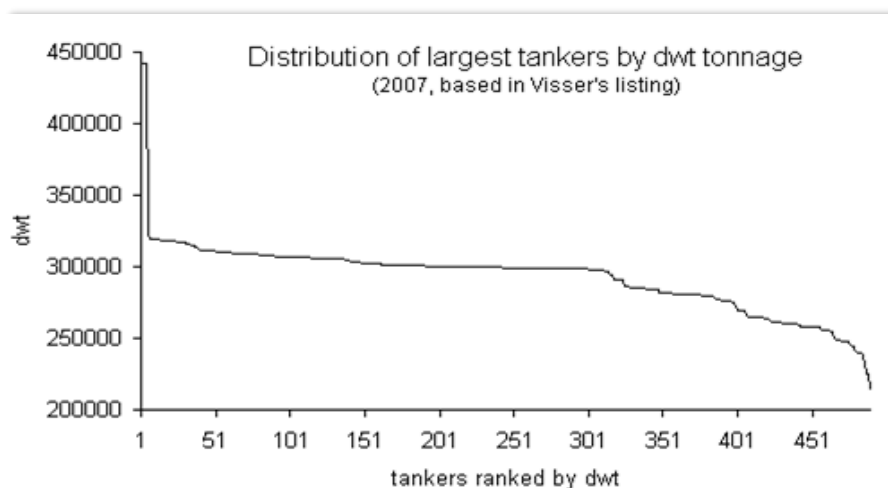
Η παραπάνω κλίμακα, παρότι είναι η μοναδική που καθορίζει αυστηρά τα όρια των κατηγοριών, δεν χρησιμοποιείται πάντα, καθώς οι αλλαγές στις συνθήκες του χώρου την καθιστούν ξεπερασμένη.

Μια άτυπη κατάταξη που χρησιμοποιείται, χωρίς τα όρια της κάθε κατηγορίας να είναι αυστηρά καθορισμένα, είναι η ακόλουθη:

Πίνακας 2: Petroleum Tanker Categories.

Class	Length	Beam	Draft	Typical Min DWT	Typical Max DWT
Product Tanker or Seawaymax	226 m	24 m	7,92 m	10.000 DWT	60.000 DWT
Panamax	294,1 m	32,3 m	12 m	60.000 DWT	80.000 DWT
Aframax				80.000 DWT	120.000 DWT
Suezmax			16 m	120.000 DWT	200.000 DWT
VLCC (Malaccamax)	470 m	60 m	20 m	200.000 DWT	315.000 DWT
ULCC				320.000 DWT	550.000 DWT

Περίπου 380 σκάφη έχουν μέγεθος από 279.000 DWT μέχρι 320.000 DWT, αυτή είναι μακράν η πιο δημοφιλής κατηγορία μεγέθους μεταξύ των μεγαλύτερων VLCC's. Μόνο επτά πλοία είναι μεγαλύτερα από αυτό το εύρος, και περίπου 90 μεταξύ 220.000 και 279.000 DWT.⁹



Εικόνα 5: Distribution of largest tankers by dwt tonnage.

Από το 2005, η στατιστική υπηρεσία των ΗΠΑ που σχετίζεται με το τομέα της ναυτιλίας, έχει καταγράψει 4.024 tankers με DWT μεγαλύτερο ή ίσο των 10.000 t. Από αυτά, τα 2.582 είναι διπλού τοιχώματος.

⁹ Auke Visser (22 February 2007). "[Tanker list, status 01-01-2007](http://supertankers.topcities.com/id295.htm)". *International Super Tankers*. <http://supertankers.topcities.com/id295.htm>. Retrieved 2008-02-27.

Ο Παναμάς είναι η πρώτη χώρα που έχει τα περισσότερα καταχωρημένα δεξαμενόπλοια-592 πλοία νηολογημένα. Άλλα πέντε κράτη έχουν περισσότερα από διακόσια καταχωρημένα δεξαμενόπλοια: Λιβερία (520), Νήσοι Μάρσαλ (323), Ελλάδα (233), Σιγκαπούρη (274) και τις Μπαχάμες (215). Αυτά τα κράτη καταλαμβάνουν τις πρώτες έξι θέσεις στη λίστα όσον αφορά το μέγεθος του στόλου από την άποψη του νεκρού βάρους.

Η Ελλάδα, η Ιαπωνία και Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής είναι οι τρεις πρώτες χώρες που έχουν τα περισσότερα πλοία με 733, 394 και 311 πλοία αντιστοίχως. Αυτές οι τρεις χώρες κατέχουν συνολικά 1.438 πλοία ή το 36% του παγκόσμιου στόλου δεξαμενοπλοίων.

3. **Dry cargo ships** - Ένα φορτηγό πλοίο (cargo ship ή freighter) είναι ένα οποιοδήποτε είδος πλοίου που μεταφέρει φορτίο, εμπορεύματα, και υλικά από τον έναν λιμένα στον άλλον. Χιλιάδες μεταφορές φορτίου χειρίζονται τις παγκόσμιες θάλασσες και τους ωκεανούς κάθε έτος χειρίζονται τον όγκο του διεθνούς εμπορίου. Τα πλοία ξηρού φορτίου συνήθως σχεδιάζονται ειδικά για το στόχο, εξοπλίζονται συχνά με γερανούς και με αλλά φορτοεκφορτωτικά μηχανήματα που έρχονται σε όλα τα μεγέθη.



Εικόνα 6: Sabrina I carries bulk cargo inside her holds.

Τα πλοία ξηρού φορτίου είναι σήμερα κυρίως πλοία χύδην φορτίου και πλοία εμπορευματοκιβωτίων. Τα **bulk carriers** ή **bulkers** χρησιμοποιούνται για τη μεταφορά ομοιογενούς φορτίου όπως ο άνθρακας, το λάστιχο, ο κασσίτερος, και τα σιτηρά. Τα **σκάφη εμπορευματοκιβωτίων** χρησιμοποιούνται για τη μεταφορά των διάφορων εμπορευμάτων.

- Bulk Carriers

Το bulk carrier είναι ένα ωκεανοπόρο πλοίο που χρησιμοποιείται για να μεταφέρει χύδην φορτία όπως μεταλλεύματα σιδήρου, βωξίτη, άνθρακα,

τσιμέντο, σιτάρι και παρόμοια φορτία. Τα bulk carriers μπορούν να αναγνωριστούν από τα hatches που υπάρχουν στο κατάστρωμα και τα οποία είναι σχεδιασμένα έτσι ώστε να γλιστρούν προς τα πάνω όταν πρόκειται να ανοίξουν για την φορτοεκφόρτωση του φορτίου. Οι διαστάσεις των bulk carriers καθορίζονται συχνά από τους λιμένες και τις θαλάσσιες διαδρομές που πρέπει να πλεύσουν και από το μέγιστο πλάτος του καναλιού του Παναμά.

Τα Bulkers είναι χωρισμένα σε έξι σημαντικές κατηγορίες μεγέθους: handysize, handymax, panamax, capesize, και very large. Τα πολύ μεγάλα bulk και ore carriers εμπίπτουν στην κατηγορία των capesize αλλά συνήθως εξετάζονται ανεξάρτητα.

Πίνακας 3:Major bulk carrier size categories.

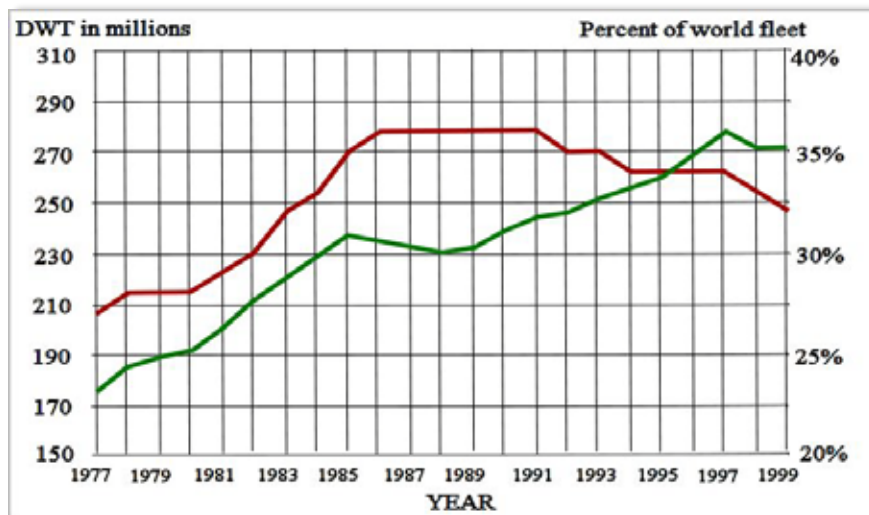
Name	Size in DWT	Ships	Traffic	New price	Used price
Handysize	10.000 to 35.000	34%	18%	\$28M	\$28M
Handymax	35.000 to 55.000	37%			
Panamax	60.000 to 80.000	19%	20%	\$35M	\$34M
Capesize	80.000 and over	10%	62%	\$59M	\$68,4M

Η παγκόσμια μεταφορά φορτίου χύδην ανέρχεται σε τεράστιες ποσότητες: το 2005, 1.7 εκατ. μετρικοί τόνοι άνθρακα, μεταλλεύματος σιδήρου, σιταριού, βωξίτη και φωσφορικού άλατος μεταφέρθηκαν με πλοίο¹⁰. Σήμερα, ο παγκόσμιος στόλος των bulker περιλαμβάνει 6.225 σκάφη πάνω από 10.000 DWT, και αντιπροσωπεύει το 40% των σκαφών από την άποψη του tonnage¹¹. Συμπεριλαμβανομένων των μικρότερων πλοίων, τα bulkers έχουν μια συνολική ικανότητα σχεδόν 346 εκατομμυρίων DWT¹². Τα Combined vessels είναι μια πολύ μικρή μερίδα του στόλου, που αντιπροσωπεύει λιγότερο από το 3% της ικανότητας αυτής. Από το 2005, η United States Maritime Administration έχει απαριθμήσει παγκοσμίως 6.225 bulkers από 10.000 DWT και πάνω. Τα περισσότερα είναι καταχωρημένα στο Παναμά με τον αριθμό 1.703.

¹⁰ UNCTAD 2006, p.11

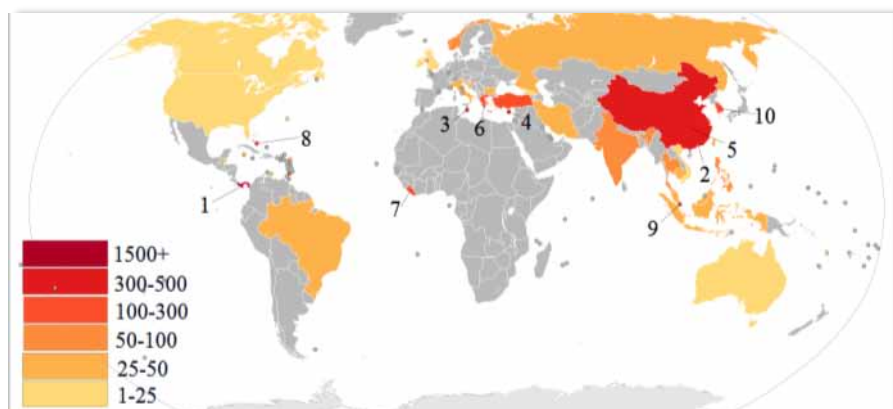
¹¹ Office of Data and Economic Analysis, 2006:1

¹² UNCTAD 2006, p. 21.



Εικόνα 7: Growth of bulk carrier deadweight tonnage in green and percentage of bulkers to the entire fleet in red, from 1977 to 1999.¹³

Από την άποψη του αριθμού των καταχωρημένων bulk carriers, οι πέντε πρώτες σημαίες-κράτη είναι το Χονγκ Κονγκ με 492 πλοία, η Μάλτα (435), η Κύπρος (373) και η Κίνα (371). Ο Παναμάς κυριαρχεί επίσης στην καταχώρηση bulk carriers από την άποψη του deadweight tonnage. Τις θέσεις δύο έως πέντε τις κατέχουν το Χονγκ Κονγκ, η Ελλάδα, η Μάλτα και η Κύπρος.



Εικόνα 8: Bulk Carriers by flag state.

Η Ελλάδα, η Ιαπωνία και η Κίνα είναι οι τρεις πρώτοι ιδιοκτήτες των μεταφορών χύδην φορτίου, με 1.326, 1.041, και 979 σκάφη αντίστοιχα. Αυτά τα τρία κράτη κατέχουν πάνω από το 53% του παγκόσμιου στόλου¹⁴.

¹³Lloyd's Register World Fleet Statistics Tables. London: Lloyd's. 2000. <http://www.lrfairplay.com>.

¹⁴ Office of Data and Economic Analysis, 2006:4.

- **Containerships**

Ένας από τους πλέον μοντέρνους τύπους φορτηγών πλοίων είναι το λεγόμενο κοντέινερσιπ. Επίσημη ονομασία στην ελληνική είναι εμπορευματοκιβωτιοφόρο αλλά λόγω της μεγάλης σε μήκος σύνθετης αυτής ονομασίας χρησιμοποιείται πιο εύχρηστα ο εκ της αγγλικής χαρακτηρισμός (containership).



Εικόνα 9:The Colombo Express, one of the largest container ships in the world.

Τα πλοία αυτού του τύπου έχουν ναυπηγηθεί έτσι ώστε τόσο τα κύπη τους (αμπάρια) όσο και το κύριο κατάστρωμα αυτών να μπορούν να δέχονται ένα μεγάλο αριθμό εμπορευματοκιβωτίων με ανάλογες διαρρυθμίσεις αλλά και ενισχύσεις. Φέρουν δε ειδικές υποδοχές σύμφωνα με τα διεθνή πρότυπα διαστάσεων, στις οποίες και στερεώνονται αυτά με ασφάλεια.

4. **Specialized ships** – Εξειδικευμένα πλοία, π.χ. για τα βαρέα φορτία ή ψυγεία φορτηγά (πλοία Reefer), roll-on/roll-off φορτίου (RoRo) πλοία για τα οχήματα και τα τροχοφόρα μηχανήματα.

5. **Ολική χωρητικότητα (gross register tonnage):** Είναι ο συνολικός εσωτερικός όγκος όλων των μόνιμα σκεπαστών και κλειστών χώρων του πλοίου που βρίσκονται είτε κάτω από το ανώτατο κατάστρωμα είτε πάνω από αυτό, μετρούμενος σε κόρους. Στην ολική χωρητικότητα περιλαμβάνονται όλοι οι μόνιμως κλειστοί χώροι που διατίθενται για το φορτίο, τα εφόδια του πλοίου και την ενδιαίτηση πληρώματος - επιβατών. Έτσι προκύπτει η συνολική σε όγκο διάσταση του πλοίου η οποία είναι και η επίσημα καταχωρημένη στα Νηολόγια για κάθε πλοίο εξ' ου και η ονομασία «χωρητικότητα νηολογίου» (registered tonnage). Επίσης η "Ολική Χωρητικότητα" αποδίδεται και σε τόνους των 100 κυβικών ποδών έκαστος, όπου $1gt = 1 \text{ κόρος}$. Η μονάδα αυτή του όγκου χωρητικότητας είναι μια αυθαίρετη μονάδα μέτρησης που

χρησιμοποιήθηκε αρχικά στο σύστημα "Moorson" και που εφαρμόζεται μέχρι και σήμερα με μερικές παραλλαγές από τα περισσότερα κράτη, στις μετρήσεις των πλοίων. Η μέτρηση της χωρητικότητας σε τόνους gross, χρησιμεύει ως βάση για τον υπολογισμό της "καθαρής χωρητικότητας" στον υπολογισμό των εξόδων δεξαμενισμού των πλοίων. Η Ολική Χωρητικότητα συνήθως προβάλλεται ως μέγεθος εντυπωσιασμού αλλά και διαφήμισης περισσότερο για τα φορτηγά πλοία καθώς και για τα πολεμικά.

6. **Καθαρή χωρητικότητα (net register tonnage):** Είναι ο συνολικός όγκος σε κόρους που μένει αν από την παραπάνω ολική χωρητικότητα αφαιρεθεί ο όγκος ορισμένων χώρων του πλοίου (σύμφωνα με τις ισχύουσες διατάξεις) που δεν προσφέρονται προς εκμετάλλευση (είτε μεταφοράς επιβατών, είτε φορτίου) π.χ. οι χώροι μηχανοστασίου, δεξαμενών και αποθηκών εφοδίων, χώροι ενδιαίτησης πληρώματος, Γέφυρα κλπ. Έτσι με την καθαρά χωρητικότητα προσδιορίζεται η πλήρης μεταφορική ικανότητα του πλοίου σε όγκο δηλαδή σε κόρους. Ένας εμπειρικός προσεγγιστικός τρόπος εύρεσης του συνολικού φορτίου που μπορεί να μεταφέρει ένα πλοίο είναι το γινόμενο της καθαρής χωρητικότητάς του επί τον αριθμό 2,5. Η «Καθαρή Χωρητικότητα» (net) υπολογίζεται στον προσδιορισμό των τελών διέλευσης (διάπλου) διαύλων, διωρύγων, ισθμών καθώς κι εκείνων παραμονής σε λιμένες.

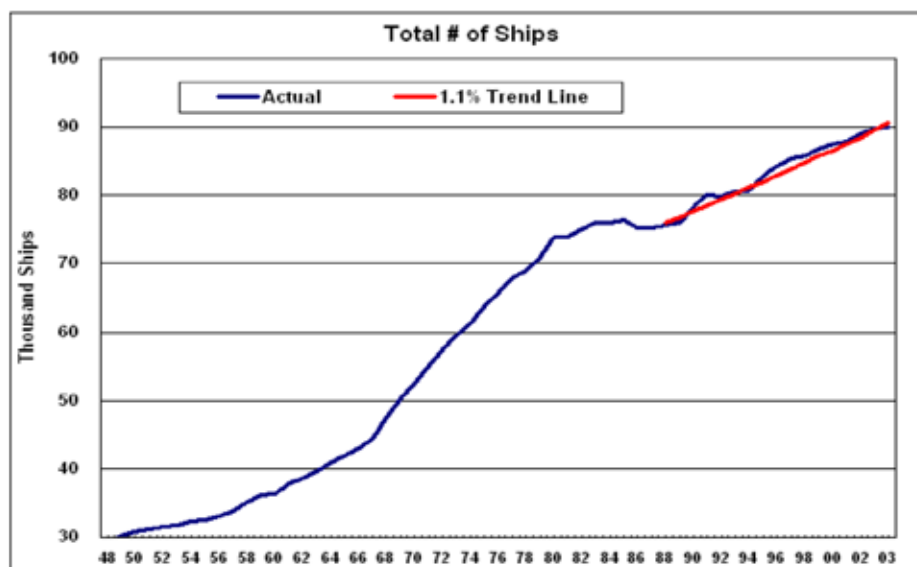
7. **Μεταφορική Ικανότητα (deadweight tonnage - dwt):** Υπολογίζεται σε τόνους «νεκρού βάρους». Η χωρητικότητα αυτή είναι διάφορη των παραπάνω αφού υπολογίζεται σε βάρος, δηλαδή σε τόνους των 2.240 λιβρών. Η χωρητικότητα εκτοπίσματος προσδιορίζει το μέγιστο συνολικό βάρος που μπορεί να μεταφέρει ασφαλώς το πλοίο με φορτίο, εφόδια κ.ά. εφόσον διατηρεί το βύθισμα (γραμμή φόρτωσης) που προβλέπεται από τους ισχύοντες κανονισμούς. Από το συνολικό αυτό βάρος αν αφαιρεθεί το βάρος καυσίμων, εφοδίων (ύδατος, τροφίμων, κλπ) και έρματος προκύπτει το πραγματικό βάρος που μένει για το φορτίο δηλ. η πραγματική σε φορτίο μεταφορική ικανότητα του πλοίου, που ονομάζεται Χωρητικότητα Φορτίου (loading or carrying capacity)

3.2.1.3 ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΠΑΓΚΟΣΜΙΟΥ ΕΜΠΟΡΙΚΟΥ ΣΤΟΛΟΥ

3.2.1.3.1 ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΟΥ ΠΑΓΚΟΣΜΙΟΥ ΕΜΠΟΡΙΚΟΥ ΣΤΟΛΟΥ ΑΠΟ ΤΟ 1940 ΚΑΙ ΜΕΤΑ¹⁵

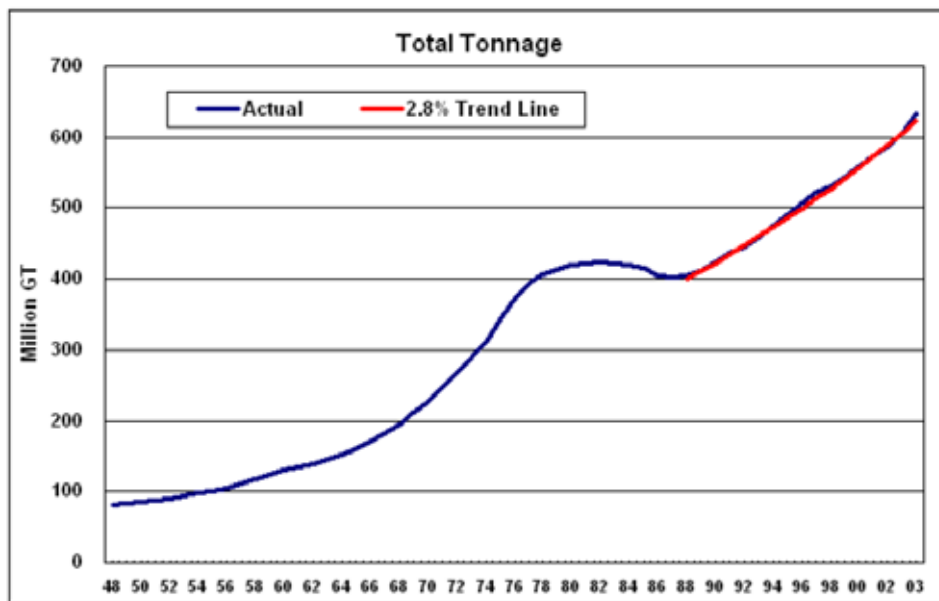
Αυτά τα δύο διαγράμματα παρουσιάζουν την έκρηξη στο μέγεθος του παγκόσμιου στόλου τη δεκαετία του '70 που οδήγησε στην τρέχουσα απαίτηση για την αντικατάστασή του, 30 χρόνια αργότερα.

Οι γραμμές τάσης (trend lines) που έχουν επιβληθεί τα προηγούμενα 15 χρόνια και παρουσιάζονται στα δύο παρακάτω διαγράμματα, επεξηγούν το γεγονός ότι ο αριθμός σκαφών του παγκόσμιου στόλου αυξάνεται λιγότερο σε σχέση πάντα με την χωρητικότητα στον παγκόσμιο στόλο που αυξάνεται περισσότερο, γεγονός που οφείλεται εν μέρει στο ότι το μέσο σκάφος γίνεται μεγαλύτερο κάθε χρόνο και εν μέρει στο ότι η βιομηχανία γίνεται αποδοτικότερη κάθε χρόνο.



Εικόνα 10: Total Number of Ships per year.

¹⁵ Source: Lloyd's Register of Shipping "World Fleet Statistics" – <http://shipbuildinghistory.com/today/shippingstatistics/wldfltgrowth.htm>



Εικόνα 11: Total Tonnage.

Πίνακας 4: World Fleet Number.

Year	Number of Ships	1000 GT
1914	24.444	45.404
----- World War I -----		
1920	26.513	53.905
1930	29.996	68.024
1939	29.763	68.509
----- World War II -----		
1948	29.340	80.292
1949	30.284	82.571
1950	30.852	84.583
1960	36.311	129.769
1970	52.444	227.490
1980	73.882	419.991
1990	78.336	423.627
2000	87.546	553.054
2001	87.939	574.551
2002	89.010	585.583
2003	89.899	605.218
2004	89.960	633.321
2005	~90.500	~670.000
2006	~91.000	~700.000
2007	~91.500	~730.000

Οι πίνακες¹⁶ σε αυτό το κεφάλαιο δίνουν μια εικόνα του παγκόσμιου εμπορικού στόλου από την άποψη του τύπου και του μεγέθους κάθε σκάφους.

· Έτος 2005

Πίνακας 5:World fleet-total number of ships, by type and size - 2005.

Ship Type	Small ⁽¹⁾		Medium ⁽²⁾		Large ⁽³⁾		Very Large ⁽⁴⁾		Total	
General Cargo	4.891	21,13%	10.798	36,53%	180	3,16%			15.869	26,20%
Specialized Cargo	30	0,13%	144	0,49%	18	0,32%			192	0,32%
Container			1.654	5,60%	1.019	17,88%	323	14,97%	2.996	4,95%
Ro-Ro Cargo	33	0,14%	864	2,92%	456	8,00%	31	1,44%	1.384	2,28%
Bulk Carriers	434	1,87%	2.976	10,07%	2.273	39,88%	638	29,58%	6.321	10,44%
Oil and Chemical Tankers	2.013	8,70%	4.966	16,80%	1.317	23,11%	834	38,66%	9.130	15,07%
Gas Tankers	49	0,21%	723	2,45%	152	2,67%	156	7,23%	1.080	1,78%
Other Tankers	151	0,65%	196	0,66%	3	0,05%			350	0,58%
Passenger Ships	3.090	13,35%	2.386	8,07%	210	3,68%	85	3,94%	5.771	9,53%
Offshore Vessels	1.258	5,43%	2.310	7,81%	41	0,72%	83	3,85%	3.692	6,10%
Service Ships	1.784	7,71%	1.901	6,43%	31	0,54%	7	0,32%	3.723	6,15%
Tugs	9.417	40,68%	644	2,18%		0,00%			10.061	16,61%
Total	23.150	100,00%	29.562	100%	5.700	100%	2.157	100%	60.569	100%

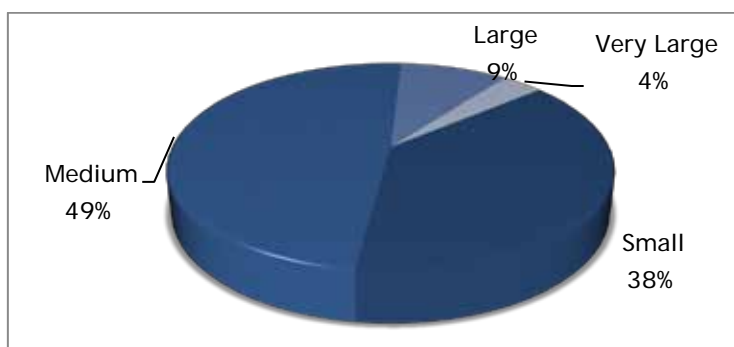
Source: Equasis processed by EMSA / ⁽¹⁾ GT<500 - ⁽²⁾ 500≤GT<25.000 - ⁽³⁾ 25.000≤GT<60.000 - ⁽⁴⁾ GT≥60.000

Πίνακας 6:World fleet-gross tonnage (in 1000 t), by type and size - 2005.

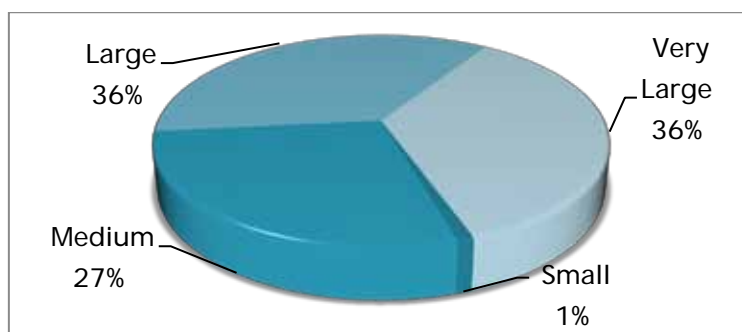
Ship Type	Small ⁽¹⁾		Medium ⁽²⁾		Large ⁽³⁾		Very Large ⁽⁴⁾		Total	
General Cargo	1552	25,24%	44260	26,35%	5270	2,46%			51081	8,51%
Specialized Cargo	11	0,18%	803	0,48%	584	0,27%			1398	0,23%
Container			19583	11,66%	39504	18,43%	23755	11,21%	82843	13,80%
Ro-Ro Cargo	13	0,21%	7751	4,62%	20055	9,36%	1985	0,94%	29804	4,96%
Bulk Carriers	165	2,68%	42363	25,22%	78874	36,80%	55353	26,12%	176756	29,44%
Oil and Chemical Tankers	650	10,57%	27230	16,21%	53156	24,80%	98880	46,66%	179916	29,97%
Gas Tankers	18	0,29%	3410	2,03%	6407	2,99%	15365	7,25%	25199	4,20%
Other Tankers	41	0,67%	648	0,39%	96	0,04%			785	0,13%
Passenger Ships	771	12,54%	10874	6,47%	7409	3,46%	7411	3,50%	26465	4,41%
Offshore Vessels	357	5,80%	4251	2,53%	1821	0,85%	8668	4,09%	15097	2,51%
Service Ships	463	7,53%	6127	3,65%	1144	0,53%	496	0,23%	8229	1,37%
Tugs	2109	34,29%	643	0,38%					2752	0,46%
Total	6150	100%	167943	100%	214320	100%	211913	100%	600325	100%

Source: Equasis processed by EMSA / ⁽¹⁾ GT<500 - ⁽²⁾ 500≤GT<25.000 - ⁽³⁾ 25.000≤GT<60.000 - ⁽⁴⁾ GT≥60.000

¹⁶ Equasis Statistics: The world merchant fleet – Statistics from Equasis



Σχήμα 1: World fleet-total number of ships, by size - 2005.



Σχήμα 2: World fleet-gross tonnage, by size - 2005.

· Έτος 2006

Πίνακας 7: World fleet-total number of ships, by type and size - 2006.

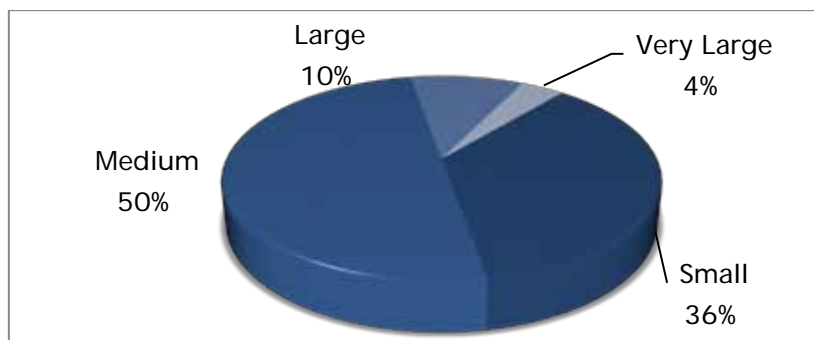
Ship Type	Small ⁽¹⁾	Medium ⁽²⁾	Large ⁽³⁾	Very Large ⁽⁴⁾	Total
General Cargo	1677 25,00%	52703 26,50%	5660 2,20%		60040 8,20%
Specialized Cargo	12 0,20%	1108 0,60%	1145 0,40%		2266 0,30%
Container	0 0,00%	25138 12,60%	50581 19,30%	37039 14,20%	112759 15,50%
Ro-Ro Cargo	13 0,20%	9039 4,50%	23128 8,80%	3184 1,20%	35363 4,90%
Bulk Carriers	166 2,50%	47015 23,60%	94577 36,20%	65017 24,80%	206775 28,40%
Oil/Chemical Tankers	670 10,00%	34229 17,20%	67229 25,70%	117290 44,80%	219418 30,10%
Gas Tankers	19 0,30%	4183 2,10%	7145 2,70%	19455 7,40%	30801 4,20%
Other Tankers	43 0,60%	656 0,30%	96 0,00%		796 0,10%
Passenger Ships	834 12,40%	12049 6,00%	8644 3,30%	8487 3,20%	30014 4,10%
Offshore Vessels	361 5,40%	5270 2,60%	2051 0,80%	10696 4,10%	18378 2,50%
Service Ships	506 7,50%	7015 3,50%	1288 0,50%	496 0,20%	9306 1,30%
Tugs	2420 36,00%	772 0,40%			3192 0,40%
Total	6721 100%	199179 100%	261544 100%	261663 100%	729108 100%

Source: Equasis processed by EMSA / ⁽¹⁾ GT<500 - ⁽²⁾ 500≤GT<25.000 - ⁽³⁾ 25.000≤GT<60.000 - ⁽⁴⁾ GT≥60.000

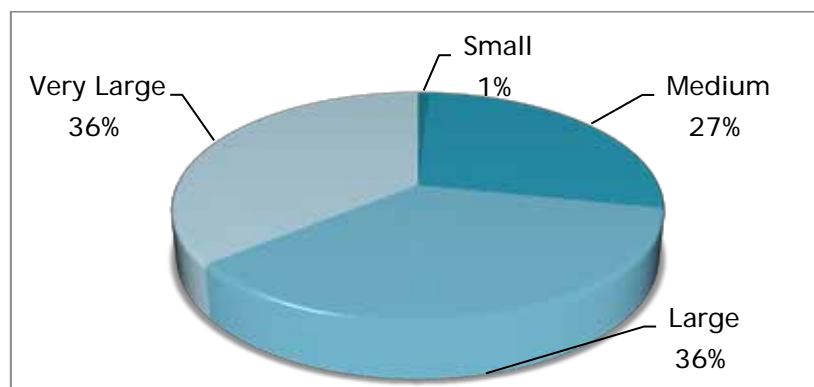
Πίνακας 8: World fleet-gross tonnage (in 1000 t), by type and size - 2006.

Ship Type	Small ⁽¹⁾		Medium ⁽²⁾		Large ⁽³⁾		Very Large ⁽⁴⁾		Total	
General Cargo	5138	20,50%	12771	36,70%	193	2,80%			18102	26,00%
Specialized Cargo	31	0,10%	176	0,50%	33	0,50%			240	0,30%
Container	1	0,00%	2165	6,20%	1319	18,90%	475	17,70%	3960	5,70%
Ro-Ro Cargo	34	0,10%	978	2,80%	526	7,50%	50	1,90%	1588	2,30%
Bulk Carriers	436	1,70%	3344	9,60%	2713	38,90%	747	27,90%	7240	10,40%
Oil/Chemical Tankers	2081	8,30%	5871	16,90%	1691	24,20%	1013	37,80%	10656	15,30%
Gas Tankers	51	0,20%	880	2,50%	170	2,40%	196	7,30%	1297	1,90%
Other Tankers	158	0,60%	218	0,60%	3	0,00%			379	0,50%
Passenger Ships	3320	13,20%	2594	7,50%	244	3,50%	95	3,50%	6253	9,00%
Offshore Vessels	1264	5,00%	2834	8,10%	47	0,70%	99	3,70%	4244	6,10%
Service Ships	1884	7,50%	2196	6,30%	35	0,50%	7	0,30%	4122	5,90%
Tugs	10724	42,70%	767	2,20%					11491	16,50%
Total	25122	100%	34794	100%	6974	100%	2682	100%	69572	100%

Source: Equasis processed by EMSA / ⁽¹⁾ GT<500 - ⁽²⁾ 500≤GT<25.000 - ⁽³⁾ 25.000≤GT<60.000 - ⁽⁴⁾ GT≥60.000



Σχήμα 3: World fleet-total number of ships, by size -2006.



Σχήμα 4: World fleet-total number of ships, by size -2006.

Έτος 2007

Πίνακας 9: World fleet-total number of ships, by type and size - 2007.

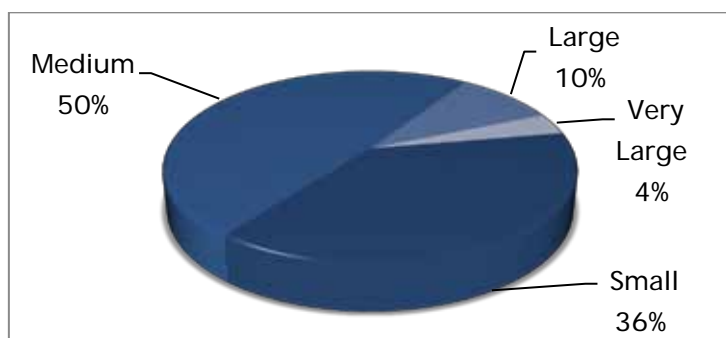
Ship Type	Small ⁽¹⁾		Medium ⁽²⁾		Large ⁽³⁾		Very Large ⁽⁴⁾		Total	
General Cargo	5.113	20,04%	13.153	36,51%	200	2,68%			18.466	25,67%
Specialized Cargo	29	0,11%	183	0,51%	36	0,48%	1	0,03%	249	0,35%
Container	1	0,00%	2.320	6,44%	1.445	19,34%	543	18,63%	4.309	5,99%
Ro-Ro Cargo	35	0,14%	975	2,71%	559	7,48%	63	2,16%	1.632	2,27%
Bulk Carriers	430	1,69%	3.399	9,43%	2.867	38,37%	792	27,18%	7.488	10,41%
Oil/Chemical Tankers	2.072	8,12%	6.101	16,93%	1.847	24,72%	1.072	36,79%	11.092	15,42%
Gas Tankers	50	0,20%	913	2,53%	174	2,33%	223	7,65%	1.360	1,89%
Other Tankers	158	0,62%	222	0,62%	5	0,07%			385	0,54%
Passenger Ships	3.371	13,21%	2.609	7,24%	252	3,37%	103	3,53%	6.335	8,81%
Offshore Vessels	1.262	4,95%	3.063	8,50%	49	0,66%	110	3,77%	4.484	6,23%
Service Ships	1.879	7,36%	2.250	6,25%	38	0,51%	7	0,24%	4.174	5,80%
Tugs	11.115	43,56%	840	2,33%					11.955	16,62%
Total	25.515	100%	36.028	100%	7.472	100%	2.914	100%	71.929	100%

Source: Equasis processed by EMSA / ⁽¹⁾ GT<500 - ⁽²⁾ 500≤GT<25.000 - ⁽³⁾ 25.000≤GT<60.000 - ⁽⁴⁾ GT≥60.000

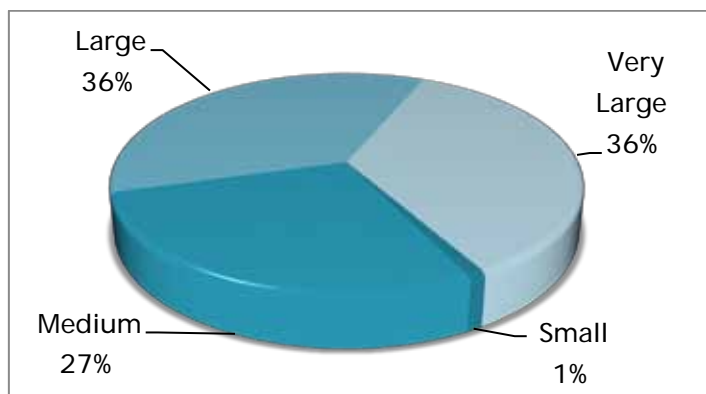
Πίνακας 10: World fleet-gross tonnage (in 1000 t), by type and size - 2007.

Ship Type	Small ⁽¹⁾		Medium ⁽²⁾		Large ⁽³⁾		Very Large ⁽⁴⁾		Total	
General Cargo	1676	24,50%	54313	26,28%	5896	2,10%			61885	7,95%
Specialized Cargo	11	0,16%	1184	0,57%	1266	0,45%	78	0,03%	2539	0,33%
Container	0	0,00%	27227	13,17%	55682	19,82%	43241	15,20%	126150	16,20%
Ro-Ro Cargo	13	0,19%	9156	4,43%	24761	8,81%	4024	1,41%	37954	4,87%
Bulk Carriers	165	2,41%	47950	23,20%	100367	35,73%	69488	24,43%	217970	27,98%
Oil/Chemical Tankers	669	9,78%	35639	17,24%	72848	25,93%	123601	43,45%	232757	29,88%
Gas Tankers	19	0,28%	4475	2,17%	7363	2,62%	22375	7,87%	34232	4,39%
Other Tankers	44	0,64%	604	0,29%	158	0,06%			806	0,10%
Passenger Ships	845	12,35%	12164	5,89%	8922	3,18%	9290	3,27%	31221	4,01%
Offshore Vessels	363	5,31%	5817	2,81%	2157	0,77%	11872	4,17%	20209	2,59%
Service Ships	500	7,31%	7315	3,54%	1499	0,53%	496	0,17%	9810	1,26%
Tugs	2536	37,07%	840	0,41%					3376	0,43%
Total	6841	100%	206684	100%	280919	100%	284465	100%	778909	100%

Source: Equasis processed by EMSA / ⁽¹⁾ GT<500 - ⁽²⁾ 500≤GT<25.000 - ⁽³⁾ 25.000≤GT<60.000 - ⁽⁴⁾ GT≥60.000



Σχήμα 5: World fleet-total number of ships, by size - 2007.



Σχήμα 6: World fleet-gross tonnage, by size – 2007.

3.2.1.3.2 ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΟΥ ΠΑΓΚΟΣΜΙΟΥ ΕΜΠΟΡΙΚΟΥ ΣΤΟΛΟΥ ΚΑΤΑ ΕΙΔΟΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΕΡΙΟΔΟ 1999-2009

Τα στοιχεία του κάθε πληθυσμού τις συγκεκριμένες χρονικές περιόδους βρέθηκαν από την ηλεκτρονική βάση δεδομένων Clarkson Research Services¹⁷ και χρησιμοποιήθηκαν στην αδιαστατοποίηση των στοιχείων ατυχημάτων της βάσης δεδομένων του Lloyd.

Αξίζει να σημειωθεί ότι η εταιρεία Clarkson Research Services παρέχει στατιστικές υπηρεσίες στους πελάτες της και την παγκόσμια ναυτιλία γενικότερα. Η μεγάλη ερευνητική ομάδα της συντάσσει και ερμηνεύει τα στοιχεία όσον αφορά το παγκόσμιο φορτίο που διακινείται και τους στόλους πάνω από 25.000 σκαφών σε καθημερινή βάση, συμπεριλαμβανομένων των τεχνικών χαρακτηριστικών, των ναύλων ανά φορτίο, των τιμών σκαφών και του φορτίου ανά οικονομικών στατιστικών. Συνεπώς η εκτίμηση ή καλύτερα η εικόνα που έχουμε για το παγκόσμιο εμπορικό στόλο είναι δεδομένη και αδιαμφισβήτητη.

Οι δυο ακόλουθοι πίνακες παρουσιάζουν τη σύνθεση του παγκόσμιου εμπορικού στόλου κατά είδος και κατά χωρητικότητα:

¹⁷  Shipping Intelligence Network - <http://www.clarksons.net/tables/tables.asp>

Πίνακας 11: Total World Cargo Fleet (Numbers).

Year	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Tankers	9.732	9.896	9.990	10.042	10.155	10.295	10.505	10.818	11.174	11.608	12.165
Bulkers	5.347	5.323	5.368	5.476	5.547	5.603	5.849	6.124	6.379	6.686	6.984
Combos	156	151	144	133	118	115	109	100	93	85	82
All Bulk	15.235	15.370	15.502	15.651	15.820	16.013	16.463	17.042	17.646	18.379	19.231
LPG	923	943	965	986	983	994	993	990	1.031	1.068	1.125
LNG	110	115	128	129	139	154	176	195	223	254	300
Containers	2.534	2.612	2.754	2.906	3.050	3.205	3.375	3.632	3.981	4.356	4.717
MPP	2.199	2.246	2.324	2.352	2.372	2.387	2.443	2.513	2.615	2.751	2.890
General Cargo ¹	15.686	15.570	15.431	15.298	15.276	15.164	15.210	15.423	15.565	15.677	15.762
Ro-Ro	3.009	3.070	3.124	3.171	3.221	3.245	3.267	3.295	3.349	3.402	3.420
PCC	412	445	469	471	483	493	515	549	588	635	695
Reefer	2.012	1.980	1.970	1.960	1.961	1.943	1.921	1.912	1.898	1.894	1.860
Passenger	4.255	4.383	4.476	4.610	4.747	4.841	4.947	5.020	5.059	5.112	5.159
Offshore	4.673	4.841	4.940	5.021	5.182	5.341	5.482	5.662	5.879	6.157	6.498
Dredgers	1.793	1.809	1.824	1.840	1.858	1.866	1.870	1.879	1.892	1.902	1.922
Tugs	9.023	9.276	9.536	9.762	10.060	10.333	10.694	11.090	11.515	11.936	12.262
Total	61.864	62.660	63.443	64.157	65.152	65.979	67.356	69.202	71.241	73.523	75.841

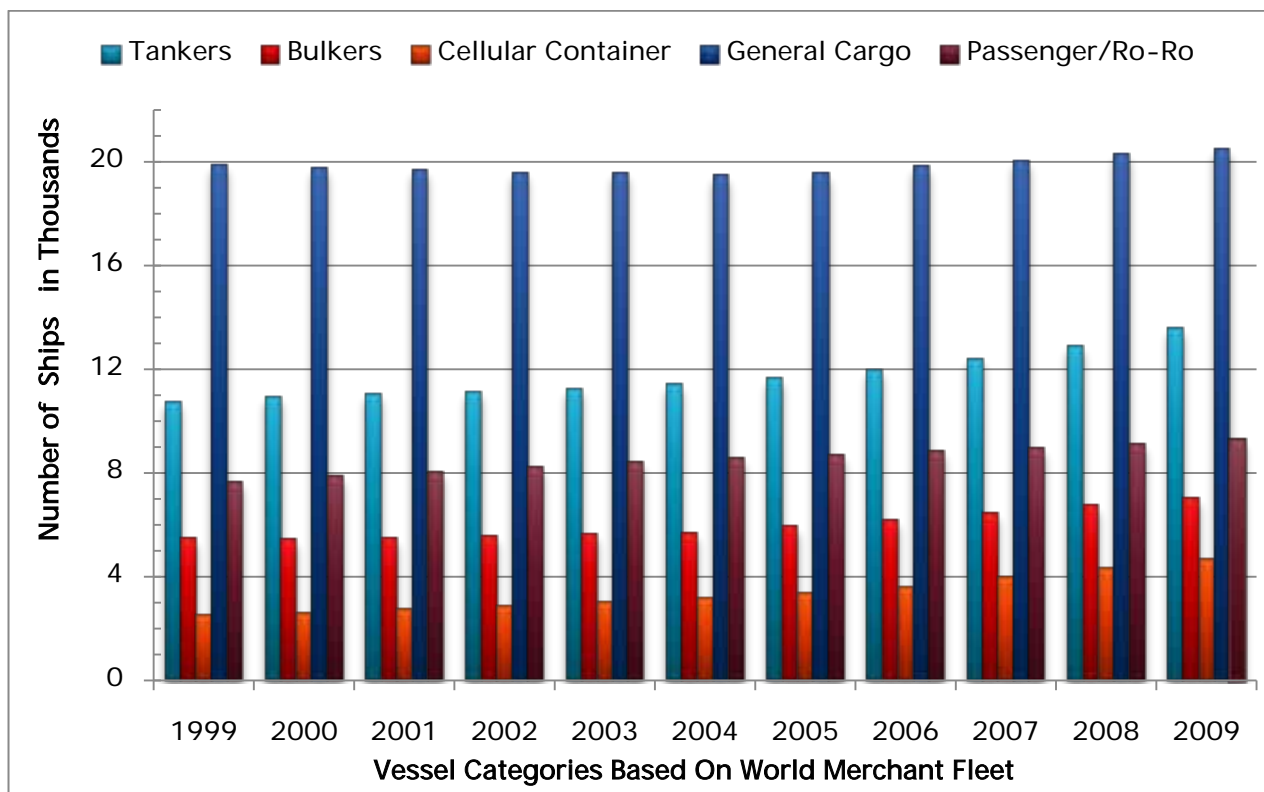
¹Only includes General Cargo vessels >5,000 dwt before 1996

Πίνακας 12: Total World Cargo Fleet (in million DWT).

Year	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Tankers	301,4	304,6	311,9	307,1	312,0	320,5	337,0	360,5	380,9	403,4	426,1
Bulkers	263,9	266,8	274,7	286,8	294,6	302,0	322,4	344,9	368,2	392,3	418,5
Combos	15,6	14,9	14,3	13,2	11,8	11,5	10,2	9,4	8,9	8,2	7,9
All Bulk	581,3	586,7	601,2	607,4	618,7	634,3	670,0	715,2	758,3	804,1	852,4
LPG	9,8	10,0	10,5	10,9	10,7	11,1	11,1	11,2	11,9	12,4	13,9
LNG	6,6	7,0	8,0	8,0	8,8	9,9	11,5	12,9	15,1	17,7	22,3
Container	62,2	64,7	70,3	77,7	84,8	91,5	99,6	111,4	128,1	144,2	160,8
MPP	21,5	21,7	22,0	21,8	21,8	21,9	22,4	23,0	23,9	25,0	26,0
General Cargo ¹	53,0	51,2	49,1	47,1	45,6	44,0	43,3	43,9	44,6	45,4	45,8
Ro-Ro	9,1	9,5	9,7	9,9	10,1	10,2	10,2	10,2	10,4	10,5	10,5
PCC	5,2	5,7	6,2	6,3	6,4	6,7	7,1	7,6	8,3	9,1	10,2
Reefer	8,4	8,2	8,1	8,0	7,9	7,8	7,6	7,6	7,5	7,5	7,2
Passenger	3,3	3,4	3,6	3,8	4,1	4,3	4,5	4,6	4,6	4,7	4,8
Offshore	26,8	28,2	29,0	30,0	30,8	32,2	35,0	37,2	40,6	44,5	48,8
Dredgers	3,0	3,2	3,2	3,4	3,5	3,7	3,7	3,9	3,9	3,9	4,0
Tugs	0,9	0,9	0,9	1,0	1,0	1,0	1,1	1,1	1,1	1,2	1,2
Total	791,1	800,3	821,9	835,3	854,3	878,4	927,1	989,8	1058,1	1130,1	1208,0

¹Only includes General Cargo vessels >5,000 dwt before 1996

Το ακόλουθο σχήμα παρουσιάζει τον αυξανόμενο πληθυσμό κατά την τρέχουσα δεκαετία. Πρέπει να επισημάνουμε ότι έχουν ενσωματωθεί αρκετές κατηγορίες σε μια αφού κάποιες στήλες ανήκουν στο ίδιο τύπο πλοίου π.χ. τα LPG και τα LNG εισήχθησαν στην κατηγορία Tankers. Το ίδιο έγινε και για τα Bulk Carriers, τα General Cargo κ.λπ. Οι κατηγορίες Offshore, Dredgers, Tugs αποκλείστηκαν διότι δε συμμετέχουν στην παρούσα ανάλυση.



Σχήμα 7:Composition Of World Merchant Fleet.

Για την εξεταζόμενη περίοδο από το 1999 μέχρι και το τέλος του 2009 παρατηρούμε ότι:

- Τα tankers έχουν αυξηθεί σε ποσοστό 21%,
- Τα bulk carriers αυξήθηκαν κατά 1563 πλοία, παρουσιάζοντας μια σταθερή ετήσια αύξηση της τάξης του 4% από τα μέσα της δεκαετίας και έπειτα,
- Τα containerships σημείωσαν σημαντική αύξηση. Διπλασιάστηκαν μέσα σε 10 χρόνια,
- Υπάρχει μια σχετική σταθερότητα στην κατηγορία των πλοίων γενικού φορτίου,
- Τα επιβατηγά/οχηματαγωγά αυξήθηκαν κατά 1598 πλοία.

3.2.2 ΣΥΝΟΛΙΚΟΣ ΑΡΙΘΜΟΣ ΝΑΥΤΙΚΩΝ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ

3.2.2.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ LLOYD'S CASUALTY INFORMATION SYSTEM DATA BASE

Από το 1734, η Lloyd's List, η οποία τώρα δημοσιεύεται από Lloyd's of London Press Ltd, (LLP) , περιέχει αναφορές σε ναυτικά ατυχήματα.

Ο Lloyd's Register of Shipping (LR) δημοσιεύει τη Register of Ships από το 1764, και τριμηνιαίες και ετήσιες αναφορές ατυχημάτων εμπορικών σκαφών που έχουν χαθεί ή καταστραφεί από το 1890. Η υπηρεσία πληροφοριών ναυτιλίας του Lloyd - **Lloyd's Shipping Information Services (LSIS)** αντιπροσωπεύει μια ένωση των πηγών πληροφοριών Lloyd's of London Press, Ltd. και του Lloyd's Register of Shipping.

Σε απάντηση, της αυξανόμενης ανάγκης της ναυτιλιακής κοινότητας για περισσότερες αναλυτικές πληροφορίες για τα ατυχήματα και τις καταστροφές, ο LR έχει αναπτύξει μια βάση δεδομένων για ναυτικά ατυχήματα ενσωματώνοντας τις αναφορές του LLP για ναυτικά δυστυχήματα, που συμπληρώνονται από τα δικά του συστήματα καταγραφής και επικύρωσης.

Όγκος και Φάσμα Πληροφοριών

Η βάση δεδομένων Lloyd περιέχει ακριβή και πλήρη στοιχεία όλων των αναφερόμενων σοβαρών ατυχημάτων, συμπεριλαμβανομένων των συνολικών απωλειών, (όπως ορίζεται) σε όλα τα αυτοπρωθούμενα ποντοπόρα εμπορικά πλοία στον κόσμο των 100 GT και άνω από την 1η Ιανουαρίου 1978 και όλα τα περιστατικά που αναφέρθηκαν (σοβαρά και μη-σοβαρά) για τα δεξαμενόπλοια, bulk carriers, πλοία γενικού φορτίου, από την 1 Ιανουαρίου 1975.

Οι εκθέσεις, από τις οποίες το αρχείο ενημερώνεται, παραλαμβάνονται καθημερινά από τους Lloyd's Agents and Lloyd's Register Surveyors, που βρίσκονται σε πάνω από εκατόν είκοσι χώρες. Η βάση δεδομένων ενημερώνεται καθημερινά και διατηρείται στον IBM 3033-N Mainframe Computer¹⁸.

¹⁸ Source - Lloyd's Shipping Information Services, Lloyd's Register of Shipping, and Lloyd's of London Press, Ltd. Casualty Information System Data Base Guide, 1983 revised

3.2.2.2 ΟΡΙΣΜΟΙ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΝΤΑΙ ΣΤΗΝ LLOYD'S CASUALTY INFORMATION SYSTEM DATABASE

Οι ακόλουθοι εφαρμόσιμοι ορισμοί που λαμβάνονται από το Lloyd's Data Dictionary περιγράφουν τα ατυχήματα:

1. **Θαλάσσιο ατύχημα - Marine Casualty:** Είναι για τους σκοπούς του συστήματος ατυχημάτων - *Casualty Information System*, κάθε περιστατικό που συνέβη σε ένα αυτοπροωθούμενο, ποντοπόρο εμπορικό πλοίο των 100 GT και άνω κατά το οποίο η κατάσταση του πλοίου παρουσίασε πρόβλημα.

2. **Σοβαρό ατύχημα / σοβαρό περιστατικό - Serious Casualty/Serious Incident:** Είναι ένα ατύχημα σε ένα πλοίο, όπως ορίζεται, με αποτέλεσμα:
 - a) Κατασκευαστική ζημία, καθιστά το πλοίο αδύνατον να πλεύσει, όπως η διείσδυση υδάτων στη γάστρα, ακινητοποίηση των κυρίων μηχανών, εκτεταμένες βλάβες, κλπ.
 - b) Κατάρρευση
 - c) Ολική απώλεια
 - d) Κάθε άλλη απροσδιόριστη κατάσταση που καταλήγει σε βλάβη ή οικονομική ζημία που θεωρείται σοβαρή

3. **Ρύπανση - Pollution:** Αφορά την εκπομπή ρυπογόνων ουσιών στο περιβάλλον από το εκάστοτε πλοίο που σχετίζεται με το ατύχημα. Μόνο εκείνα τα περιστατικά ρύπανσης που σημειώνονται ως αποτέλεσμα κάποιου ατυχήματος (όπως ορίζεται στο 1.) καταγράφονται στη βάση δεδομένων. Η απουσία της αναφερόμενης ρύπανσης δεν συνεπάγεται ότι δεν υπήρξε ρύπανση.

4. **Κατηγορίες Ατυχημάτων - Casualty Categories:**
 - 4.1. Βύθιση - **Foundered:** Περιλαμβάνει τα σκάφη που βυθίστηκαν ως αποτέλεσμα κακοκαιρίας, διαρροών, διαχωρισμού του πλοίου σε δύο κομμάτια, κ.λπ., και όχι ως συνέπεια των κατηγοριών 4.2 - 4.7 ή 4.9.

4.2. Προσάραξη - Wrecked/Stranded: Περιλαμβάνει τα σκάφη τα οποία έχουν καταστραφεί και έχουν έρθει σε επαφή με το πυθμένα της θάλασσας για μια αξιόλογη χρονική περίοδο. Αυτή η κατηγορία περιλαμβάνει επίσης την περίπτωση εμπλοκής με υποβρύχια συντρίμια.

4.3. Επαφή - Contact: Όταν το πλοίο που χτυπά ή που χτυπιέται με ένα εξωτερικό στοιχείο αλλά όχι από ένα άλλο σκάφος ή τον πυθμένα της θάλασσας. (δείτε τις κατηγορίες 4.2 και 4.4). Αυτή η κατηγορία περιλαμβάνει και τις εντυπωσιακές εγκαταστάσεις/πλατφόρμες γεώτρησης πετρελαίου, ανεξάρτητα από το γεγονός εάν βρίσκονται σε σταθερή θέση ή στη φάση της ρυμούλκησης.

4.4. Σύγκρουση - Collision: Όταν το πλοίο που χτυπά ή που χτυπιέται με ένα άλλο σκάφος ανεξάρτητα από το αν έχει αγκυροβολήσει ή όχι. Αυτή η κατηγορία δεν περιλαμβάνει τα εντυπωσιακά υποβρύχια συντρίμια.

4.5. Πυρκαγιά και Έκρηξη - Fire and Explosion: Περιπτώσεις όπου η πυρκαγιά ή/και η έκρηξη είναι το πρώτο αναφερόμενο γεγονός.

[Σημείωση: Επομένως, προκύπτει ότι τα ατυχήματα των πυρκαγιών και / ή εκρήξεων από συγκρούσεις, προσαράξεις, κ.λπ., περιέχονται στις κατηγορίες «Collision», «Stranding» κλπ. Πυρκαγιές που σχετίζονται με την κύρια μηχανή και εκρήξεις στροφαλοθαλάμου περιλαμβάνονται στην «Fire and Explosion» κατηγορία.]

4.5.1 Ενισχυμένος Ορισμός Fire and Explosion: Κάθε πλοίο που ρυμουλκήθηκε στο λιμάνι αποτελεί ένα σοβαρό ατύχημα.

Χερσαία συνδρομή για βοήθεια ή βοήθεια από άλλο πλοίο δεν σημαίνει απαραίτητα ότι το περιστατικό είναι ένα σοβαρό ατύχημα, αυτό εξαρτάται από την έκταση των ζημιών (δηλαδή, χερσαία συνδρομή σε ένα πλοίο μαζί με μια προβλήτα).

Για να χαρακτηριστεί ένα γεγονός σοβαρό ατύχημα είναι απαραίτητο να είναι εμφανής η έκταση της ζημιάς που έχει προκληθεί. Τέτοιες περιπτώσεις είναι: όταν η γέφυρα

καταστρέφεται ή σπάνε τα καλύμματα των στομιών των κοιτών, ζημιά στο μηχανολογικό εξοπλισμό, όπως η ηλεκτρική καλωδίωση στο χώρο των μηχανών, που επαρκεί για να καθυστερήσει το σκάφος για τουλάχιστον τέσσερις ή πέντε ημέρες, ή ζημιά στην ενδιαίτηση. Ζημιά που θέτει ένα φορτίο ή δευτερεύοντα εξοπλισμό αδρανή δεν λογίζεται ως σοβαρή.

4.6. Απώλεια - Missing: Μετά από κάποιο εύλογο χρονικό διάστημα, όταν δεν έχουμε νέα από το πλοίο ή η τύχη του είναι απροσδιόριστη, το πλοίο λογίζεται ως «Missing at the Corporation of Lloyd's» και περιλαμβάνεται στην κατηγορία «Missing» της βάσης δεδομένων, μαζί με παρεμφερείς περιπτώσεις που αναφέρονται από άλλες αξιόπιστες πηγές.

[Σημείωση: Σε περίοδο ειρήνης, τα σκάφη που αγνοούνται θεωρούνται ως απώλειες από θαλάσσιους κινδύνους.]

4.7. Ζημιά/Απώλεια κατά τη διάρκεια των πολεμικών εχθροπραξιών - War Loss Damage During Hostilities: Αυτή η κατηγορία προορίζεται να καλύψει τη ζημιά ή άλλα γεγονότα που προκαλείται στα σκάφη από εχθρικές πράξεις.

4.8. Ζημιά στη Γάστρα/Μηχανήματα - Hull/Machinery Damage: Περιλαμβάνει τα πλοία που χάνονται ή υφίστανται ζημιά ως αποτέλεσμα της γάστρας/ζημιές μηχανημάτων ή ανεπάρκεια η οποία δεν μπορεί να αποδοθεί στις κατηγορίες 4.1 με 4.7 ή στην κατηγορία 4.9.

4.9. Διάφορα - Miscellaneous: Περιλαμβάνει τα πλοία που έχουν χαθεί ή καταστραφεί και τα οποία, λόγω έλλειψης επαρκών πληροφοριών, ή για άλλους λόγους, δεν μπορούν να ταξινομηθούν.

5. Το *Vessel Disposition Volpe Center* συγχώνευσε τις διατάξεις του Lloyd σε αυτές τις δύο γενικές κατηγορίες:

- Lost - Το σκάφος έχει απορριφθεί, βυθιστεί, ή κατεδαφιστεί ως αποτέλεσμα του ατυχήματος.
- Back in service - Δεν χρειάζεται εξήγηση.

3.2.2.3 ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΤΗΣ LLOYD'S CASUALTY INFORMATION SYSTEM DATA BASE.

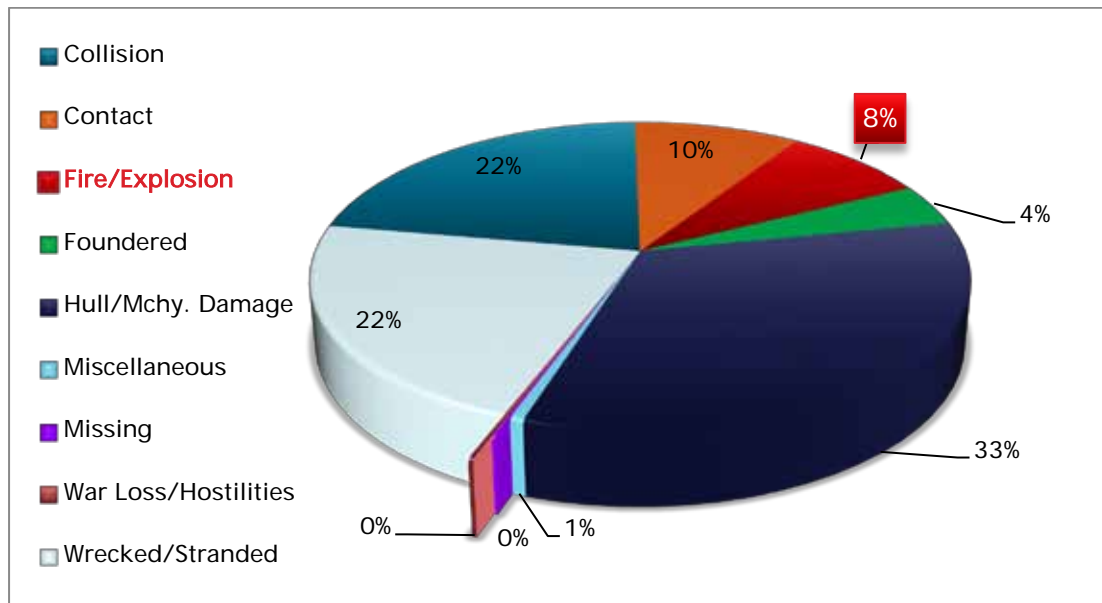
Ύστερα από αναλυτική αναζήτηση στα δεδομένα της βάσης δεδομένων Sea-Web που χρησιμοποιούμε, τα ατυχήματα που μελετάμε – όπως έχουμε προαναφέρει – ταξινομήθηκαν βάσει των στοιχείων που είχαμε στη διάθεση μας σε 9 βασικές κατηγορίες. Οι κατηγορίες περιλαμβάνουν όλα τα serious και non-serious ατυχήματα ως 1^ο συμβάν, εκτός από την κατηγορία ατυχημάτων Hull/Mchy. Damage που προκάλεσαν Fire/Explosion.

Σε αυτή τη περίπτωση τα ατυχήματα λογίζονται ως ατυχήματα Fire/Explosion. Τα ποσοστά των ατυχημάτων για κάθε κατηγορία και για κάθε τύπο πλοίου, όπως προέκυψαν φαίνονται στο παρακάτω πίνακα & διάγραμμα:

Πίνακας 13:Total Incidents by casualty category for the past decade.

Casualty Type	Bulk Carriers	Containers	General Cargo	Passenger/ Ro-Ro	Tankers	Total	
Collision	521	341	956	377	643	2838	21,93%
Contact	245	96	291	434	168	1234	9,53%
Fire/Explosion	132	85	331	270	251	1069	8,26%
Foundered	37	5	390	94	40	566	4,37%
Hull/Mchy. Damage	743	340	1523	990	683	4279	33,06%
Miscellaneous	15	5	34	9	12	75	0,58%
Missing	2	0	9	1	4	16	0,12%
War Loss/ Hostilities	3	0	7	7	10	27	0,21%
Wrecked/ Stranded	618	191	1094	421	515	2839	21,93%
Total	2316	1063	4635	2603	2326	12943	100%

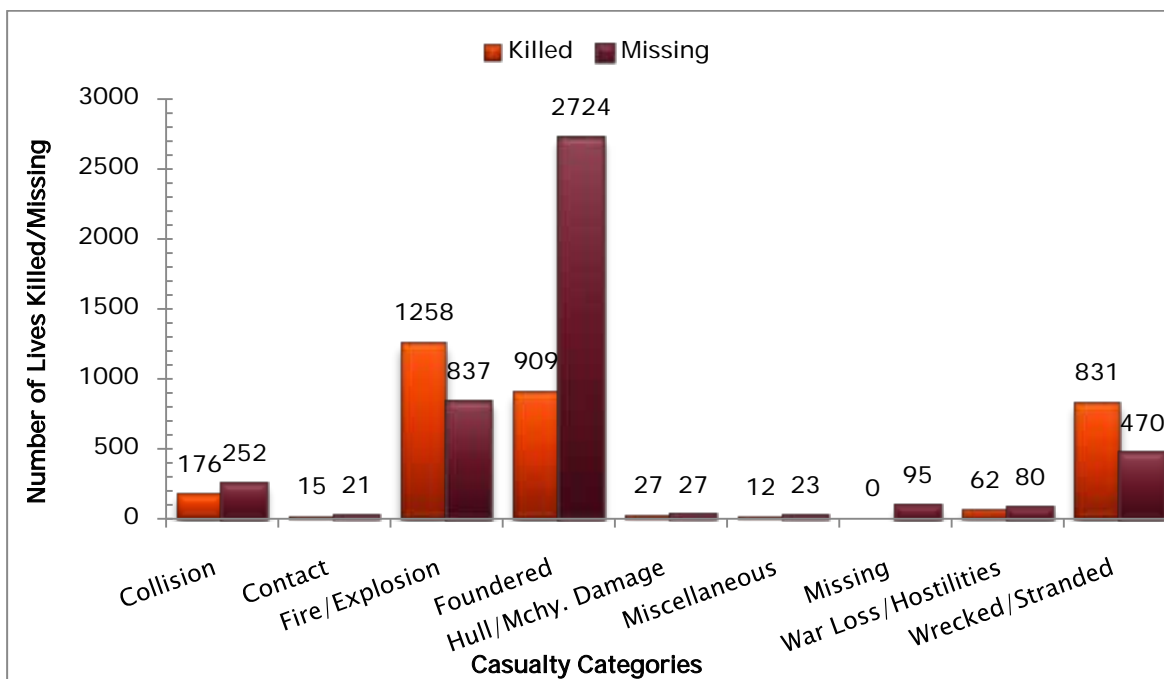
Στα πλαίσια όμως της παρούσας διπλωματικής εργασίας, από το συνολικό πληθυσμό θα εξαιρέσουμε τα ατυχήματα που προκλήθηκαν από εχθροπραξίες ή πολεμικές ενέργειες (War Loss/ Hostilities, 27 ατυχήματα).



Σχήμα 8: Total Incidents by casualty category (1999-2009).

Σε 1069 πλοία, συνέβησαν φωτιές και εκρήξεις τη τελευταία δεκαετία. Η κατηγορία Fire/Explosion αποτελεί το τέταρτο πιο σημαντικό παράγοντα στα ναυτικά ατυχήματα.

Το σχήμα 9 συνοψίζει τον αριθμό των ανθρώπινων ζωών που χάθηκαν ή που αγνοούνται ανάλογα με το τύπο του ατυχήματος.

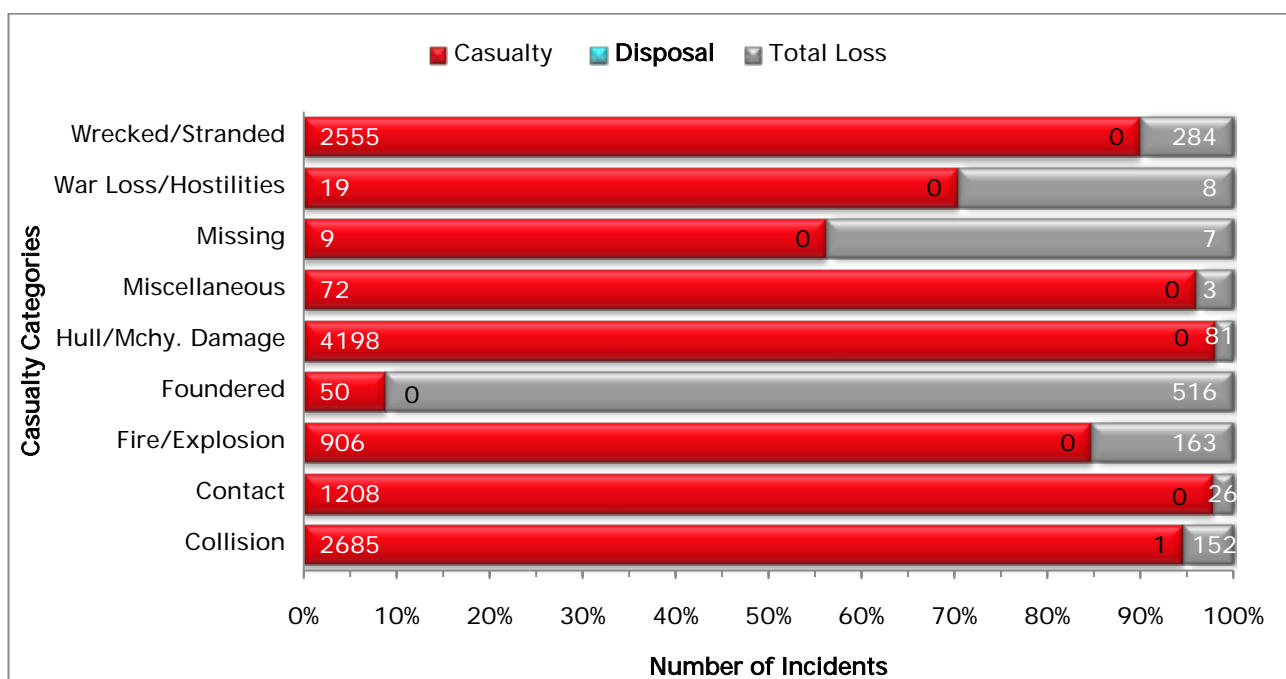


Σχήμα 9: Lives Killed/Missing by Casualty Category for All Vessels, 1999-2010.

Ο συνολικός αριθμός των ελλειπόντων/αγνοουμένων ατόμων είναι 7821 απόρροια των 12943 ναυτικών ατυχημάτων κάθε είδους. Αυτό αντιστοιχεί σε 782 ανθρώπινες ζωές ανά έτος.

Τα ατυχήματα φωτιάς/έκρηξης είναι μακράν η πρώτη αιτία για θανάτους και δεύτερη αιτία για τους αγνοουμένους.

Κατατάσσοντας τώρα τα ατυχήματα ανάλογα με τη κατάσταση του πλοίου μετά το ατύχημα χρησιμοποιώντας τη διάκριση που αναφέραμε στη σελίδα 42, προκύπτει το παρακάτω σχήμα:



Σχήμα 10: Vessel Disposition by Casualty Category for All Vessels, 1999-2010.

Κατατάσσουμε σε φθίνουσα σειρά τα ποσοστά των ατυχημάτων που έμειναν ανενεργά για κάθε κατηγορία:

- ✓ Foundered - 91% lost
- ✓ Missing - 44% lost
- ✓ War Loss/Hostilities - 30% lost
- ✓ Fire/Explosion - 15% lost
- ✓ Wrecked/Stranded - 10% lost
- ✓ Collision - 5% lost
- ✓ Miscellaneous - 4% lost
- ✓ Contact - 2% lost
- ✓ Hull/Machinery Damage - 2% lost

Το συνολικό ποσοστό total loss/casualty rate είναι 10%.

Τα ατυχήματα φωτιάς/έκρηξης είναι η 4^η αιτία για την ολική απώλεια των πλοίων. Τα ατυχήματα που οφείλονται σε μηχανολογική βλάβη (Hull/Machinery Damage) είναι πρώτα στη λίστα με αριθμό 4279 και εμφανίζουν το μεγαλύτερο δείκτη επιστροφής των πλοίων σε λειτουργία.

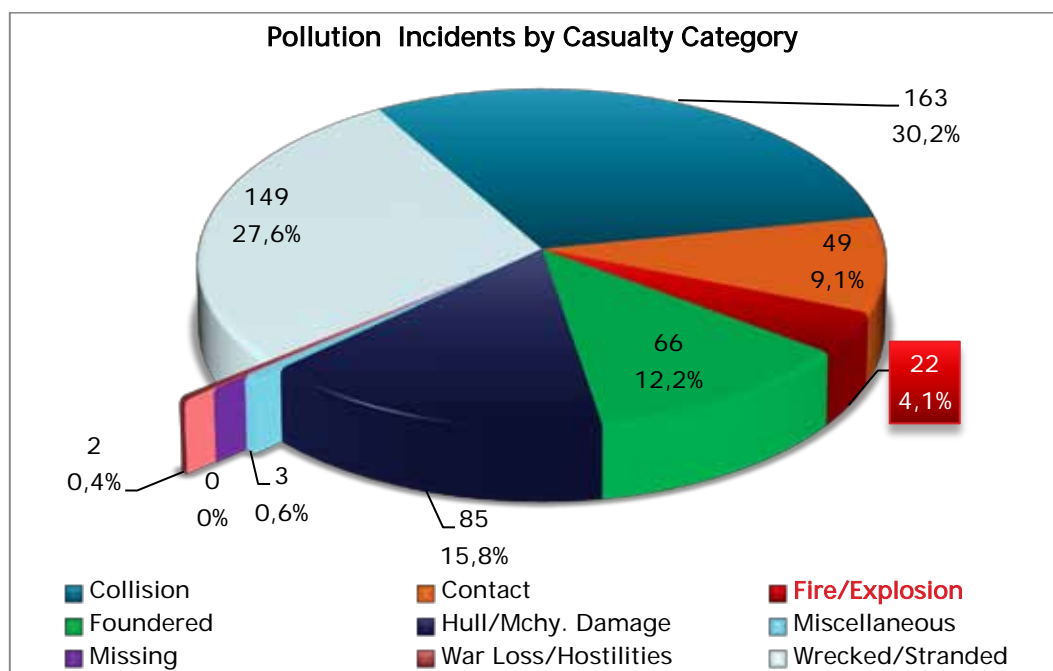
Οι φωτιές και οι εκρήξεις προκάλεσαν τον 3^ο μεγαλύτερο αριθμό απώλειας πλοίων περί τα 163 πλοία. Η κατηγορία Foundered (516 πλοία) και η κατηγορία Wrecked/Stranded (284 πλοία) εμφάνισαν το μεγαλύτερο αριθμό.

Το ποσοστό 15% των πλοίων αυτών (169 πλοία) αντιστοιχεί σε:

- ∅ Bulk Carriers: 7%
- ∅ Containers: 2%
- ∅ General Cargo: 38%
- ∅ Passenger/Ro-Ro: 26%
- ∅ Tankers: 26%

Αναφορικά με το θέμα της ρύπανσης του θαλάσσιου περιβάλλοντος, προκύπτουν τα παρακάτω:

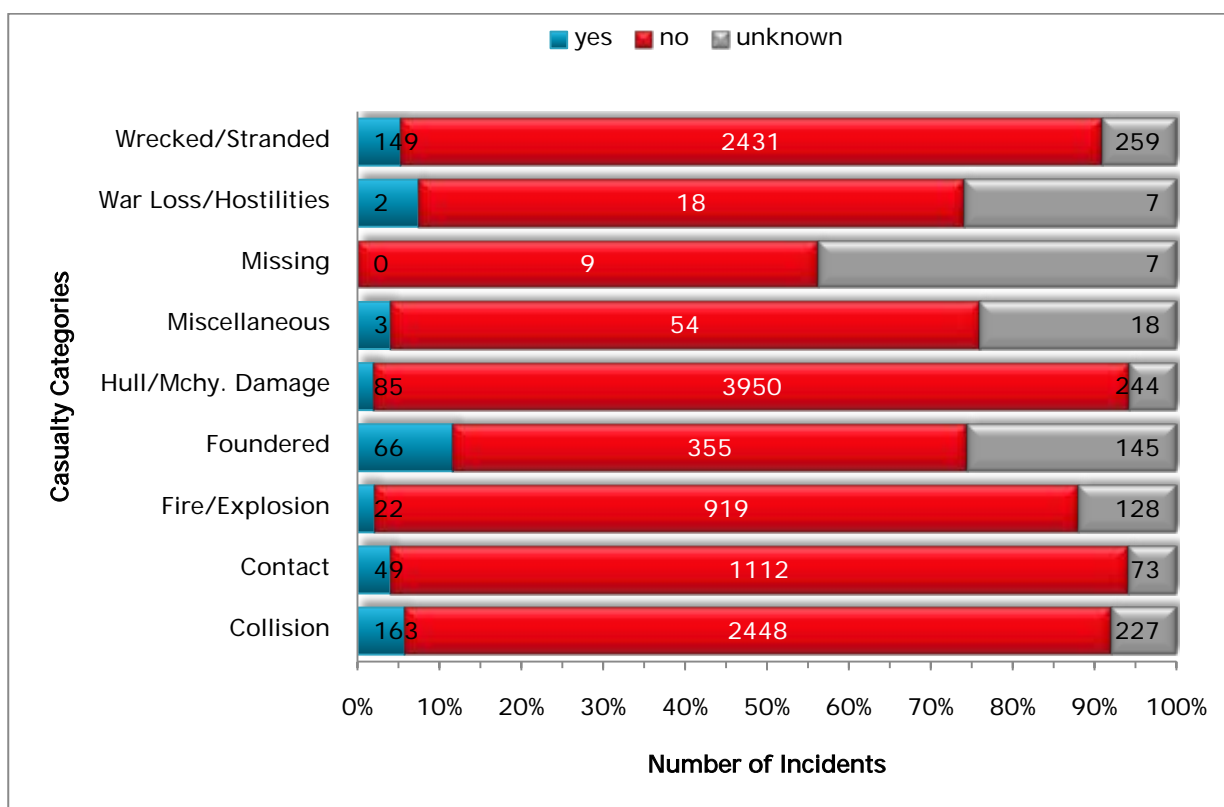
Το σχήμα 11 συνοψίζει όλα τα ατυχήματα που προκάλεσαν ρύπανση.



Σχήμα 11: Number of Pollution Incidents by Casualty Category for All Vessels, 1999-2009.

Κατά την περίοδο που μελετήσαμε, καταγράφηκαν συνολικά 539 ατυχήματα που προκάλεσαν ρύπανση. Από αυτά, τα 22 ατυχήματα αφορούν φωτιές και εκρήξεις κατατάσσοντας την αντίστοιχη κατηγορία στην 6^η θέση στο σύνολο τους με ένα σχετικά μικρό ποσοστό της τάξεως του 4,1%.

Επιπλέον, στο σχήμα 12 παρουσιάζεται η συσχέτιση της ρύπανσης με τα ατυχήματα όπως αυτά αναφέρονται στην βάση δεδομένων του Lloyd. Είναι εύκολα αντιληπτό το γεγονός ότι τα περισσότερα ατυχήματα είτε δεν προκάλεσαν ρύπανση είτε μας είναι άγνωστο αν προκάλεσαν ή δε προκάλεσαν ρύπανση.



Σχήμα 12: Reported Pollution Status with Respect to Casualty Category for All Vessels.

Με βάση τον αριθμό καταγεγραμμένων ατυχημάτων είναι τραγικό το γεγονός ότι το 10% των ατυχημάτων δεν έχει αναφέρει αν έχει προκαλέσει ρύπανση ή όχι. Να επισημάνουμε ότι το 87% των ατυχημάτων για τα οποία έχει καταγραφεί ότι δεν έχουν προκαλέσει ρύπανση, δε σημαίνει ότι έχει γίνει έτσι στη πραγματικότητα.

3.3 ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ ΦΩΤΙΑΣ/ΕΚΡΗΞΗΣ

3.3.1 ΓΕΝΙΚΑ

PARETO ANALYSIS: Πρόκειται για μια μέθοδο κατάταξης πληροφοριών που βασίζεται αποκλειστικά σε προϋπάρχουσες πληροφορίες. Χρησιμοποιεί τον κανόνα 80-20 για να αναγνωρίσει τα σημαντικότερα στοιχεία από ένα μεγάλο όγκο πληροφοριών. Η Αρχή του Pareto, στο ευρύτερο πλαίσιο της, υποστηρίζει ότι **το 80% των αποτελεσμάτων προκύπτουν από 20% των μέσων ή των αιτίων**. Με άλλα λόγια, ο Κανόνας 80-20 σημαίνει ότι, σε κάθε κατάσταση, λίγοι παράγοντες (20%) είναι ζωτικοί και πολλοί (80%) είναι επουσιώδεις. Η μέθοδος αυτή μπορεί να εφαρμοστεί σε οποιοδήποτε σύστημα, διαδικασία ή ενέργεια, αρκεί να υπάρχουν οι διαθέσιμες παρελθούσες πληροφορίες. Συνήθως χρησιμοποιείται για ανεύρεση των σημαντικότερων παραγόντων επικινδυνότητας, ώστε η εφαρμογή διεισδυτικότερων μεθόδων να είναι ευκολότερη.

Διαγράμματα Pareto: περιγράφουν τις αιτίες ενός προβλήματος με βάση τη συχνότητα ή τη σοβαρότητά τους. Τα δεδομένα κατατάσσονται κατά φθίνουσα σειρά διαβαθμίζοντας τις αιτίες ενός προβλήματος από την πιο σημαντική στη λιγότερο σημαντική. **Γι' αυτό και είναι καθοριστική συμβολή τους στον εντοπισμό των προβλημάτων εκείνων ή των αιτιών που πρέπει να εξαλειφθούν πρώτα.**

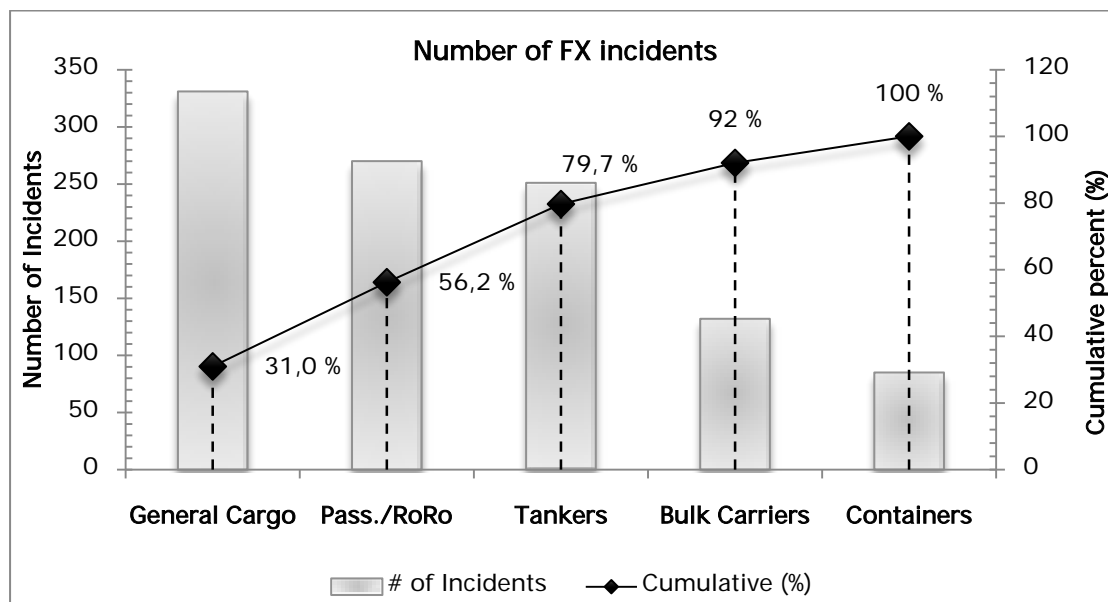
Περιέχει στήλες και γραμμές που παρουσιάζουν τις τιμές με τη μειωμένη σειρά σε στήλες και τα αθροιστικά σύνολα κάθε κατηγορίας, από αριστερά προς τα δεξιά, σε γραμμές.

Ο αριστερός κάθετος άξονας είναι η συχνότητα του περιστατικού, αλλά μπορεί εναλλακτικά να αντιπροσωπεύσει το κόστος ή κάποιο άλλο σημαντικό μέγεθος που χρησιμοποιείται. Ο δεξιός κάθετος άξονας είναι το αθροιστικό ποσοστό του συνολικού αριθμού περιστατικών, συνολικού κόστους, ή του συνόλου του εκάστοτε μεγέθους που εξετάζουμε. Επειδή τα μεγέθη είναι κατά φθίνουσα αρίθμηση, η αθροιστική συνάρτηση είναι μια κοίλη καμπύλη.

Ο σκοπός του συγκεκριμένου διαγράμματος είναι να δοθεί έμφαση στο σημαντικότερο μεταξύ ενός (χαρακτηριστικά μεγάλου) συνόλου παραγόντων.

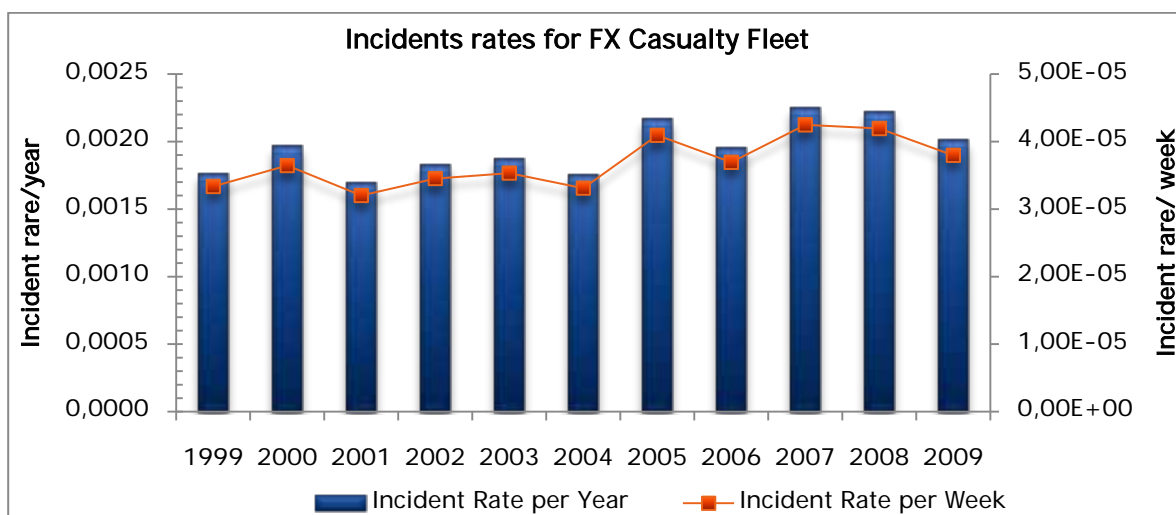
3.3.2 ΑΤΥΧΗΜΑΤΑ FX ΤΟΥ ΕΜΠΟΡΙΚΟΥ ΣΤΟΛΟΥ (FX RESULTS CONCERNING WORLD MERCHANT FLEET)

Ακολουθώντας την παραπάνω μεθοδολογία για όλα τα ατυχήματα για την δεκαετία 1999 μέχρι και 2009, φτιάχνουμε το επόμενο σχήμα που ταξινομεί τα ατυχήματα με βάση τη συχνότητα τους. Οι κατηγορίες General Cargo, Passenger και Tanker αγγίζουν το 79,7 % επί του συνολικού αριθμού των καταγεγραμμένου ατυχημάτων, με τα General Cargo να κατέχουν το μεγαλύτερο ποσοστό, το 31%.



Σχήμα 13: Cumulative FX Incidents by Vessel Type.

Το ποσοστό περιστατικών ανά έτος και η συχνότητα εμφάνισης (περιστατικά ανά εβδομάδα) εμφανίζεται στο σχήμα 14. Δείχνει ότι υπάρχει μια μέση συχνότητα ατυχήματος πυρκαγιάς ή έκρηξης 1,8 φορές την εβδομάδα για τα έτη αυτά.



Σχήμα 14: Incidents rates for FX Casualty Fleet.

Διαχωρίζουμε τα ατυχήματα ανάλογα με το τύπο του πλοίου και τα εξετάζουμε χωριστά.

Πίνακας 14: Tanker Incidents.

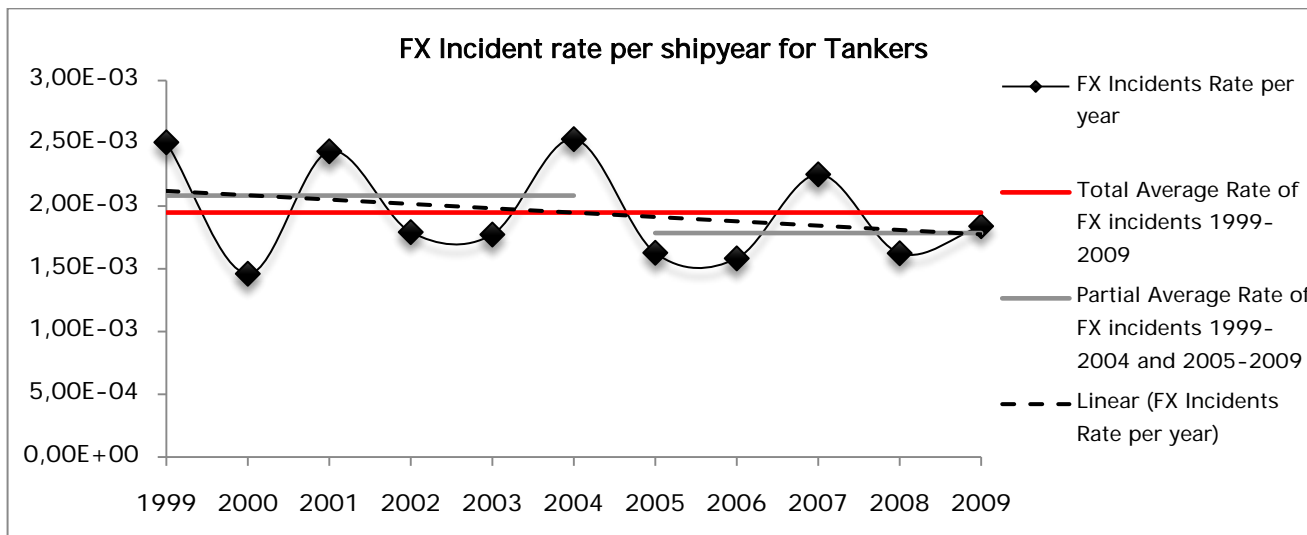
Year	Fleet at risk	million DWT	Number of Incidents	Incidence Rate
1999	10765	318,2	27	2,51E-03
2000	10954	322,0	16	1,46E-03
2001	11083	330,6	27	2,44E-03
2002	11157	326,4	20	1,79E-03
2003	11277	331,8	20	1,77E-03
2004	11443	341,8	29	2,53E-03
2005	11674	360,0	19	1,63E-03
2006	12003	385,0	19	1,58E-03
2007	12428	408,2	28	2,25E-03
2008	12930	433,7	21	1,62E-03
2009	13590	462,1	25	1,84E-03
Total	129304	4019,8	251	-
Cumulative Periods			Average Incidence rate	
1999 - 2001			2,13E-03	
2002 - 2003			1,78E-03	
2004 - 2005			2,08E-03	
2006 - 2007			1,92E-03	
2008 - 2009			1,73E-03	
1999 - 2009			1,95E-03	

Όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα (σχ. 15), παρατηρείται μια σταθερότητα δηλαδή δε παρατηρούνται υπερβολικές τιμές στο δείκτη εμφάνισης των ατυχημάτων κατά τη διάρκεια της δεκαετίας με μια μικρή μείωση στα τελευταία χρόνια. Αυτό φαίνεται και από την TRENDLINE η οποία έχει αρνητική κλίση. Επίσης, παρουσιάζεται και ο δείκτης

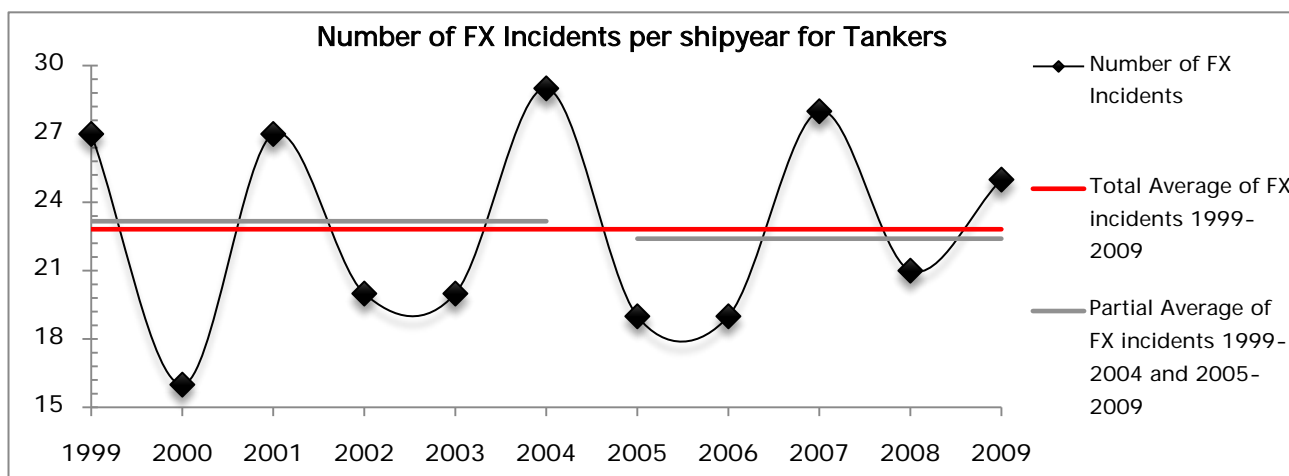
εμφάνισης των ατυχημάτων για τις επιμέρους χρονικές περιόδους, 1999-2004 και 2005-2009 όπου διαφάνεται η τάση για μείωση των ατυχημάτων.

Επιπλέον, από το σχήμα 16, παρατηρούμε ότι ο μέσος όρος των ατυχημάτων για την περίοδο 1999-2009 είναι περίπου 23 ατυχήματα ανά χρονιά με μέγιστη τιμή τα 29 ατυχήματα το 2004 και ελάχιστη τιμή τα 16 ατυχήματα το 2000.

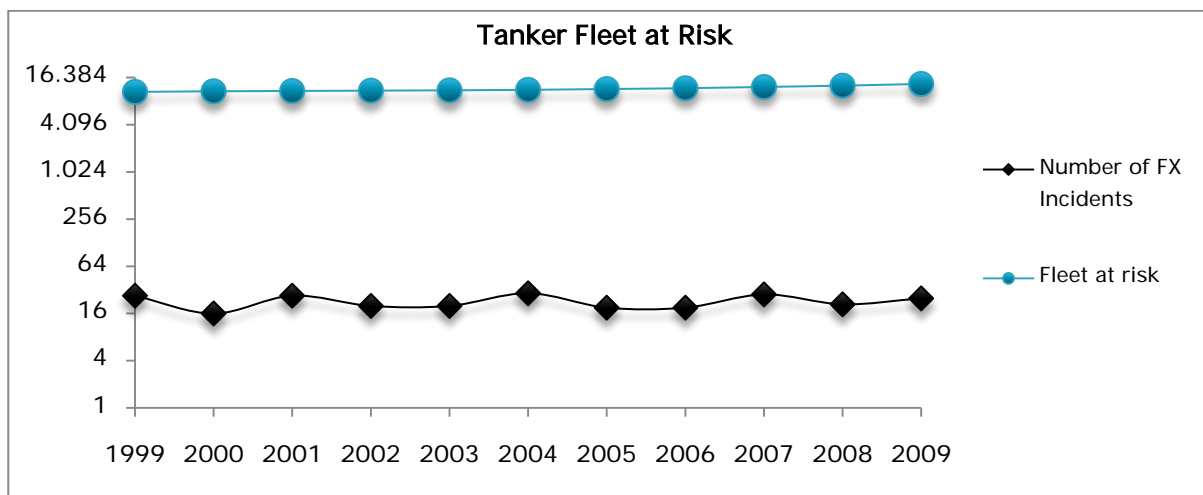
Τέλος, παρουσιάζεται και το συγκριτικό σχήμα (σχ. 17), με τον αριθμό των δεξαμενοπλοίων που κυκλοφόρησαν από το 1999 έως το 2009 και τον αντίστοιχο αριθμό ατυχημάτων τους για την ίδια περίοδο.



Σχήμα 15:FX Incident rate per shipyear for Tankers.



Σχήμα 16:Number of FX Incidents per shipyear for Tankers.



Σχήμα 17: Tanker Fleet at Risk.

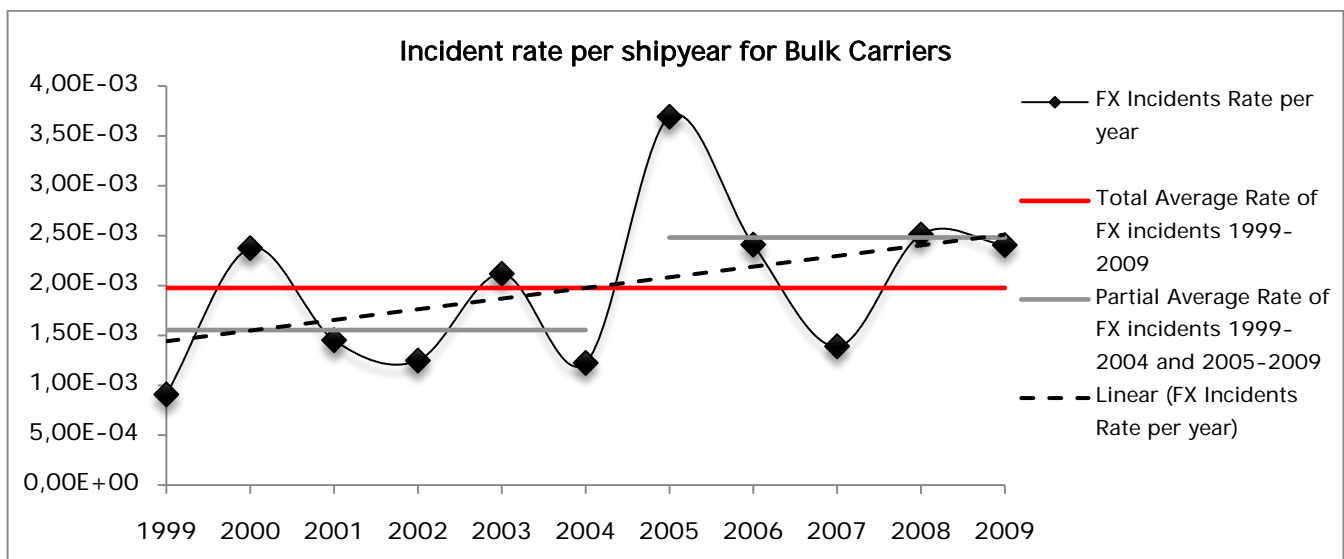
Πίνακας 15: Bulk Carrier Incidents.

Year	Fleet at risk	million DWT	Number of incidents	Incidence Rate
1999	5503	279,5	5	9,09E-04
2000	5474	281,7	13	2,37E-03
2001	5512	289,0	8	1,45E-03
2002	5609	300,0	7	1,25E-03
2003	5665	306,4	12	2,12E-03
2004	5718	313,4	7	1,22E-03
2005	5958	332,6	22	3,69E-03
2006	6224	354,3	15	2,41E-03
2007	6472	377,1	9	1,39E-03
2008	6771	400,4	17	2,51E-03
2009	7066	426,5	17	2,41E-03
Total	65972	3661,0	132	-
Cumulative Periods			Average incidence rate	
1999 - 2001			1,58E-03	
2002 - 2003			1,68E-03	
2004 - 2005			2,46E-03	
2006 - 2007			1,90E-03	
2008 - 2009			2,46E-03	
1999 - 2009			1,98E-03	

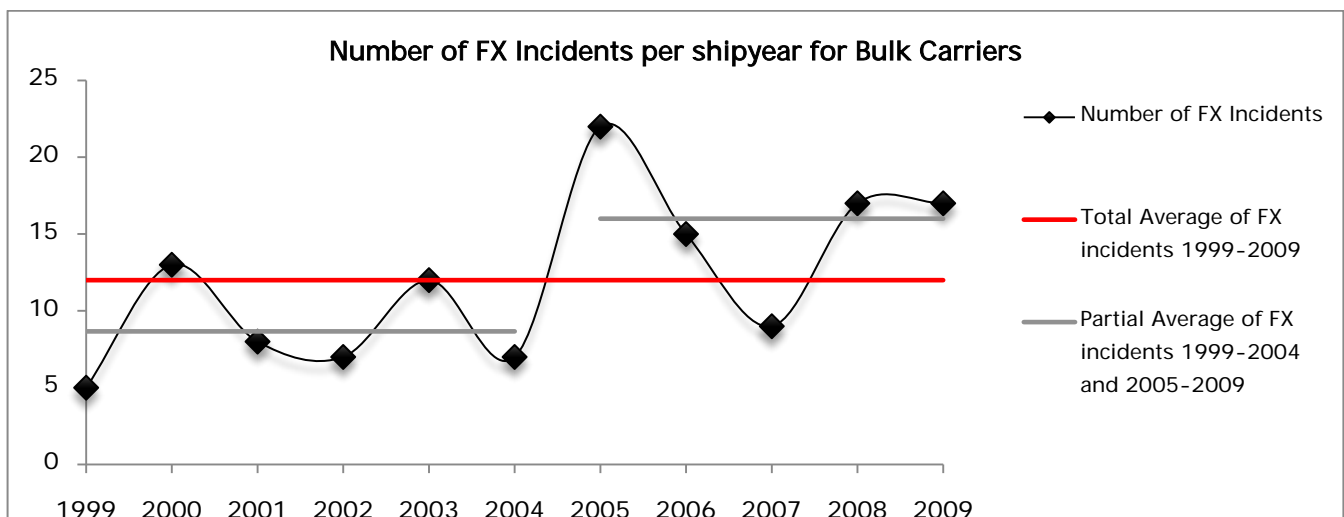
Όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα (σχ. 18), μια έξαρση του δείκτη εμφάνισης των ατυχημάτων σημειώνεται κατά τη διάρκεια της διετίας με κορύφωση το τέλος του 2004 και της αρχής του 2005. Αυτό έχει σημαντική επίδραση και στη TRENDLINE η οποία αυξάνει με την πάροδο του χρόνου. Επίσης, παρουσιάζεται και ο δείκτης εμφάνισης των ατυχημάτων για τις επιμέρους χρονικές περιόδους, 1999-2004 και 2005-2009 όπου διαφαιίνεται η σχετική τάση αύξησης των ατυχημάτων.

Επιπλέον, από το σχήμα 19, παρατηρούμε ότι ο μέσος όρος των ατυχημάτων για την περίοδο 1999-2009 είναι περίπου 12 ατυχήματα ανά χρονιά με μέγιστη τιμή τα 22 ατυχήματα το 2005 και ελάχιστη τιμή τα 5 ατυχήματα το 1999.

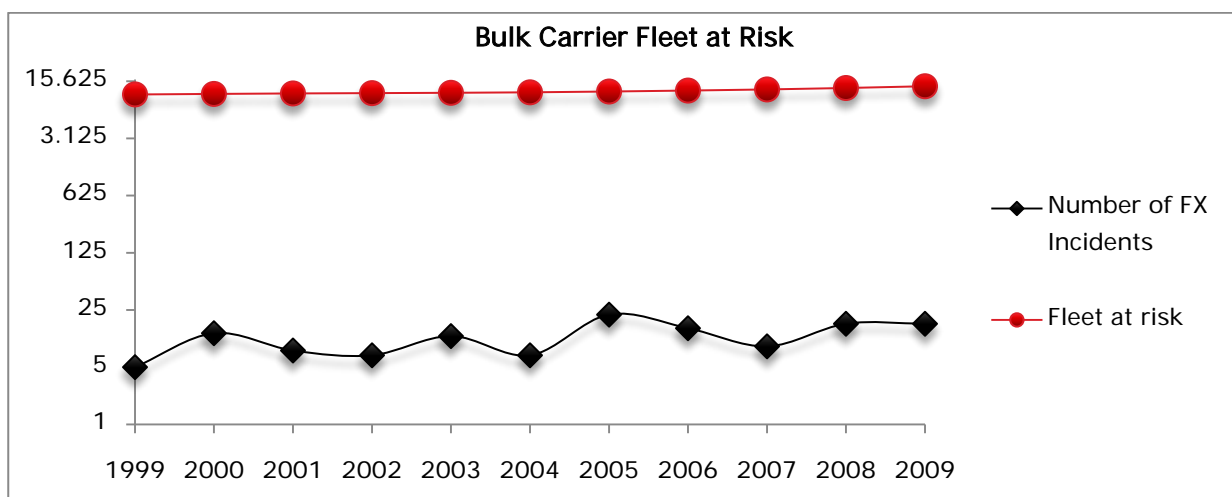
Τέλος, παρουσιάζεται και το συγκριτικό σχήμα (σχ. 20), με τον αριθμό των bulk carriers που κυκλοφόρησαν από το 1999 έως το 2009 και τον αντίστοιχο αριθμό ατυχημάτων τους για την ίδια περίοδο.



Σχήμα 18: Incident rate per shipyear for Bulk Carriers.



Σχήμα 19: Number of FX Incidents per shipyear for Bulk Carriers.



Σχήμα 20: Bulk Carrier Fleet at Risk.

Πίνακας 16: Containership Incidents.

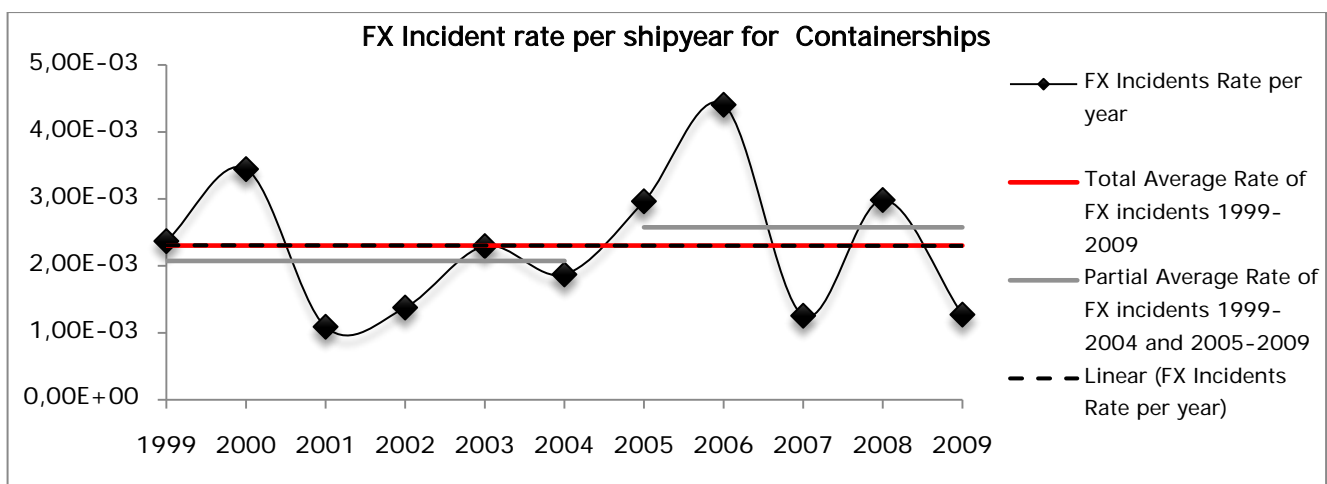
Year	Fleet at risk	million DWT	Number of incidents	Incidence Rate
1999	2534	62,2	6	2,37E-03
2000	2612	64,7	9	3,45E-03
2001	2754	70,3	3	1,09E-03
2002	2906	77,7	4	1,38E-03
2003	3050	84,8	7	2,30E-03
2004	3205	91,5	6	1,87E-03
2005	3375	99,6	10	2,96E-03
2006	3632	111,4	16	4,41E-03
2007	3981	128,1	5	1,26E-03
2008	4356	144,2	13	2,98E-03
2009	4717	160,8	6	1,27E-03
Total	37122	1095,2	85	-
Cumulative Periods		Average incidence rate		
1999 - 2001		2,30E-03		
2002 - 2003		1,84E-03		
2004 - 2005		2,42E-03		
2006 - 2007		2,83E-03		
2008 - 2009		2,13E-03		
1999 - 2009		2,30E-03		

Όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα (σχ. 21), μπορεί να υπάρχουν κάποιες εξάρσεις του δείκτη εμφάνισης των ατυχημάτων, παραδείγματος χάριν σημαντική αύξησης του στις αρχές του 2006 και μείωσή του κατά τη διάρκεια του 2001 καθώς και στην έναρξη του 2007. Σε συνολικό επίπεδο υπάρχει μια απόλυτη σταθερότητα του δείκτη εμφάνισης των ατυχημάτων στη δεκαετία που μελετάμε. Αυτό επαληθεύεται και από το γεγονός ότι η TRENDLINE είναι σταθερή

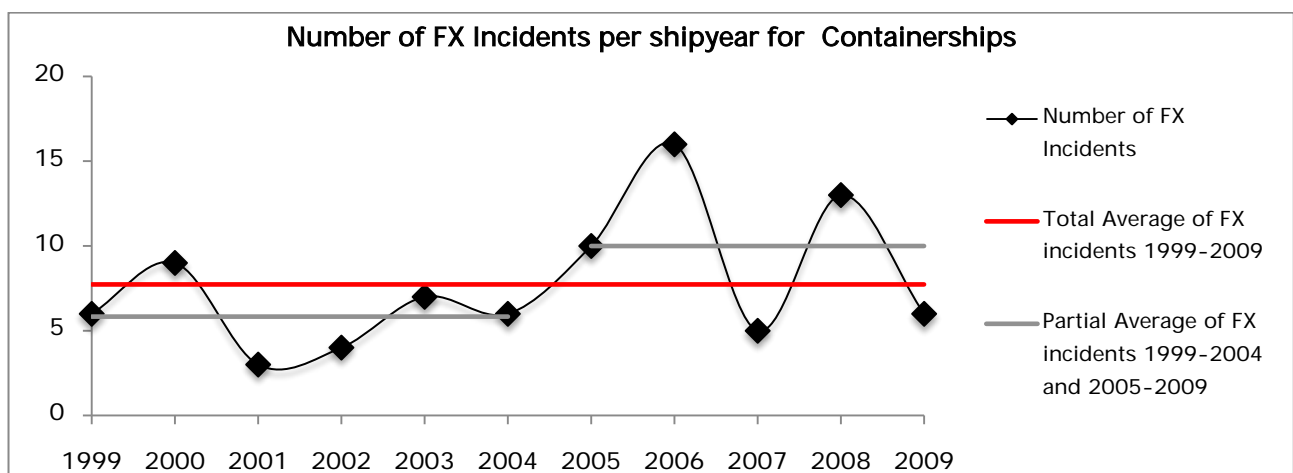
(μηδενική κλίση) με την πάροδο του χρόνου. Επίσης, παρουσιάζεται και ο δείκτης εμφάνισης των ατυχημάτων για τις επιμέρους χρονικές περιόδους, 1999-2004 και 2005-2009 όπου διαφαίνεται η σχετική τάση για αύξηση των ατυχημάτων η οποία όμως δεν επιδρά στο σύνολο των ατυχημάτων.

Επιπλέον, από το σχήμα 22, παρατηρούμε ότι ο μέσος όρος των ατυχημάτων για την περίοδο 1999-2009 είναι 7,7 ατυχήματα ανά χρονιά με μέγιστη τιμή τα 16 ατυχήματα το 2005 και ελάχιστη τιμή τα 3 ατυχήματα το 1999.

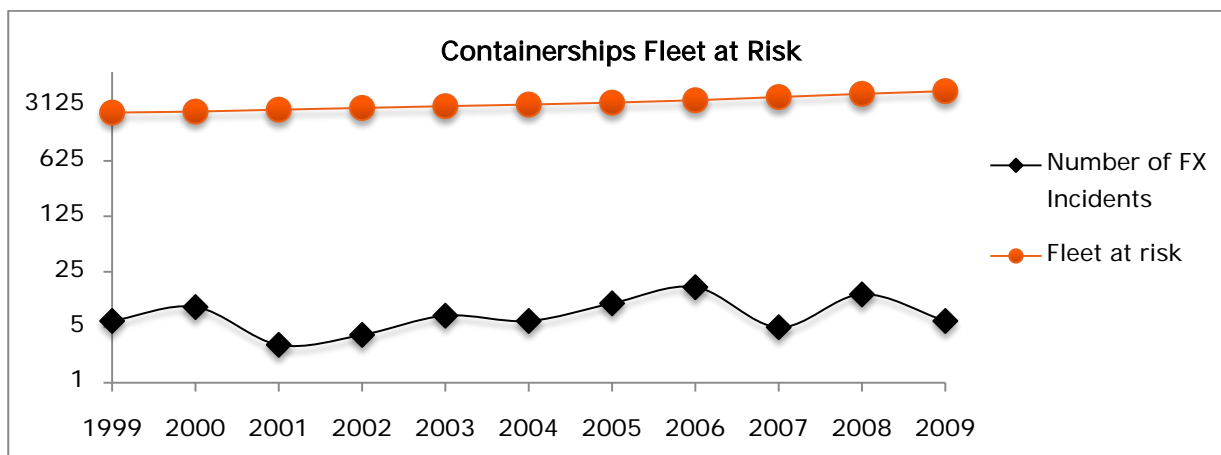
Τέλος, παρουσιάζεται και το συγκριτικό σχήμα (σχ. 23), με τον αριθμό των containerships που κυκλοφόρησαν από το 1999 έως το 2009 και τον αντίστοιχο αριθμό ατυχημάτων τους για την ίδια περίοδο.



Σχήμα 21:FX Incident rate per shipyear for Containerships.



Σχήμα 22:Number of FX Incidents per shipyear for Containerships.



Σχήμα 23: Containership Fleet At Risk.

Πίνακας 17: General Cargo Incidents.

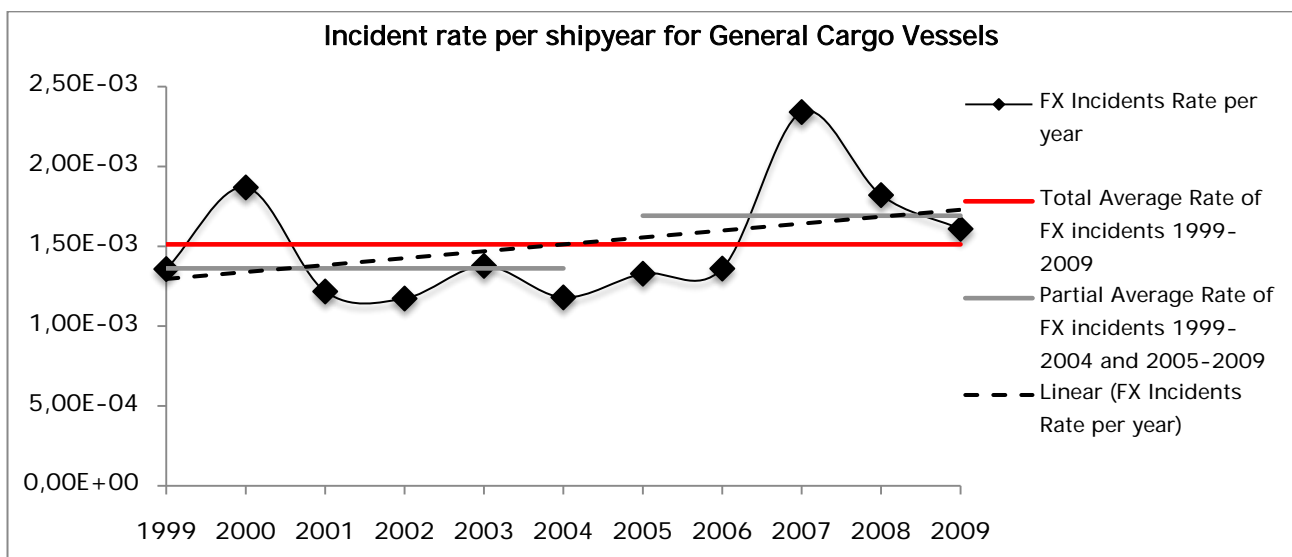
Year	Fleet at risk	million DWT	Number of incidents	Incidence Rate
1999	19897	82,9	27	1,36E-03
2000	19796	81,0	37	1,87E-03
2001	19725	79,3	24	1,22E-03
2002	19610	76,9	23	1,17E-03
2003	19609	75,3	27	1,38E-03
2004	19494	73,7	23	1,18E-03
2005	19574	73,4	26	1,33E-03
2006	19848	74,4	27	1,36E-03
2007	20078	75,9	47	2,34E-03
2008	20322	77,9	37	1,82E-03
2009	20512	79,1	33	1,61E-03
Total	218465	849,8	331	-
Cumulative Periods		Average incidence rate		
1999 - 2001		1,48E-03		
2002 - 2003		1,27E-03		
2004 - 2005		1,25E-03		
2006 - 2007		1,85E-03		
2008 - 2009		1,71E-03		
1999 - 2009		1,51E-03		

Όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα (σχ. 24), παρατηρείται μια σημαντική έξαρση τη περίοδο 2006 έως 2008 αλλά προηγείται μια διαρκής πτώση του δείκτη από τα μέσα του 2000 έως και το τέλος του 2005. Σε συνολικό επίπεδο επειδή σχεδόν διπλασιάζεται ο δείκτης εμφάνισης των ατυχημάτων στη δεκαετία που μελετάμε παρατηρείται αύξηση του δείκτη αυτού. Το γεγονός αυτό επιδρά σημαντικά και στη μορφή της TRENDLINE η οποία αυξάνει με την πάροδο του χρόνου. Επίσης, παρουσιάζεται και ο δείκτης εμφάνισης των ατυχημάτων για τις

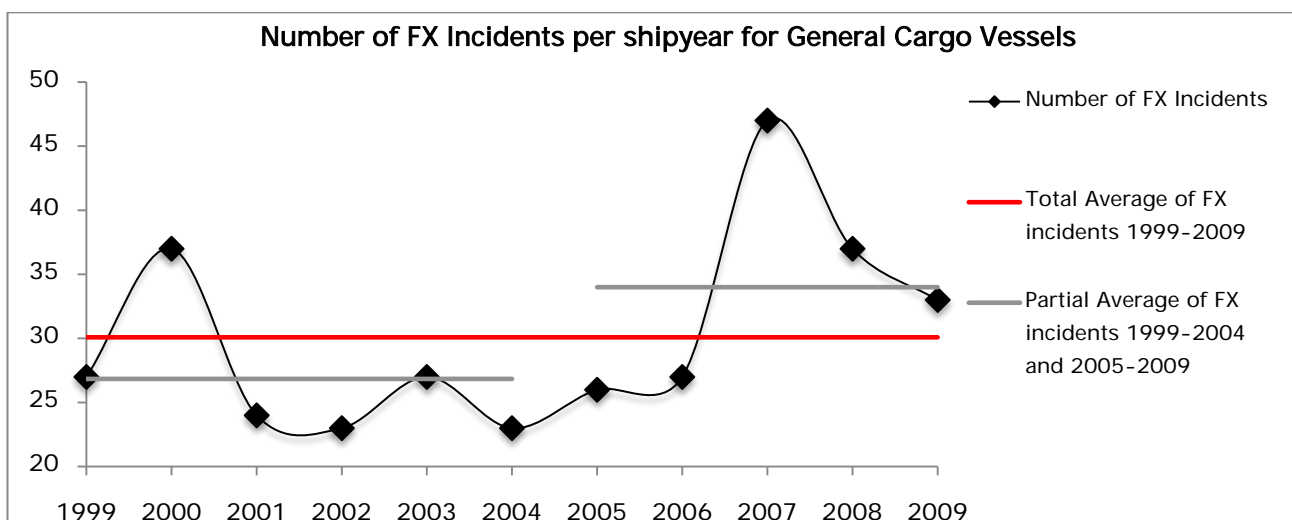
επιμέρους χρονικές περιόδους, 1999-2004 και 2005-2009 όπου διαφάνεται η σχετική τάση για αύξηση των ατυχημάτων κατά τη διάρκεια της δεκαετίας.

Επιπλέον, από το σχήμα 25, παρατηρούμε ότι ο μέσος όρος των ατυχημάτων για την περίοδο 1999-2009 είναι 30 ατυχήματα ανά χρονιά με μέγιστη τιμή τα 47 ατυχήματα το 2007 και ελάχιστη τιμή τα 23 ατυχήματα το 2002 και το 2004.

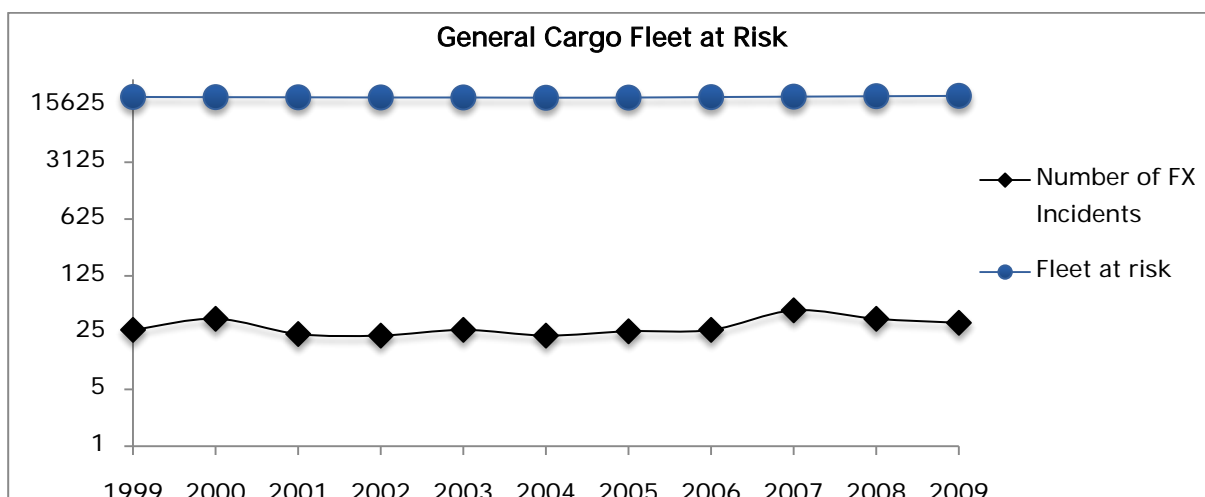
Τέλος, παρουσιάζεται και το συγκριτικό σχήμα (σχ. 26), με τον αριθμό των general cargo που κυκλοφόρησαν από το 1999 έως το 2009 και τον αντίστοιχο αριθμό ατυχημάτων τους για την ίδια περίοδο.



Σχήμα 24:FX Incident rate per shipyear for General Cargo Ships.



Σχήμα 25: Number of FX Incidents per shipyear for General Cargo Ships.



Σχήμα 26:General Cargo Fleet At Risk.

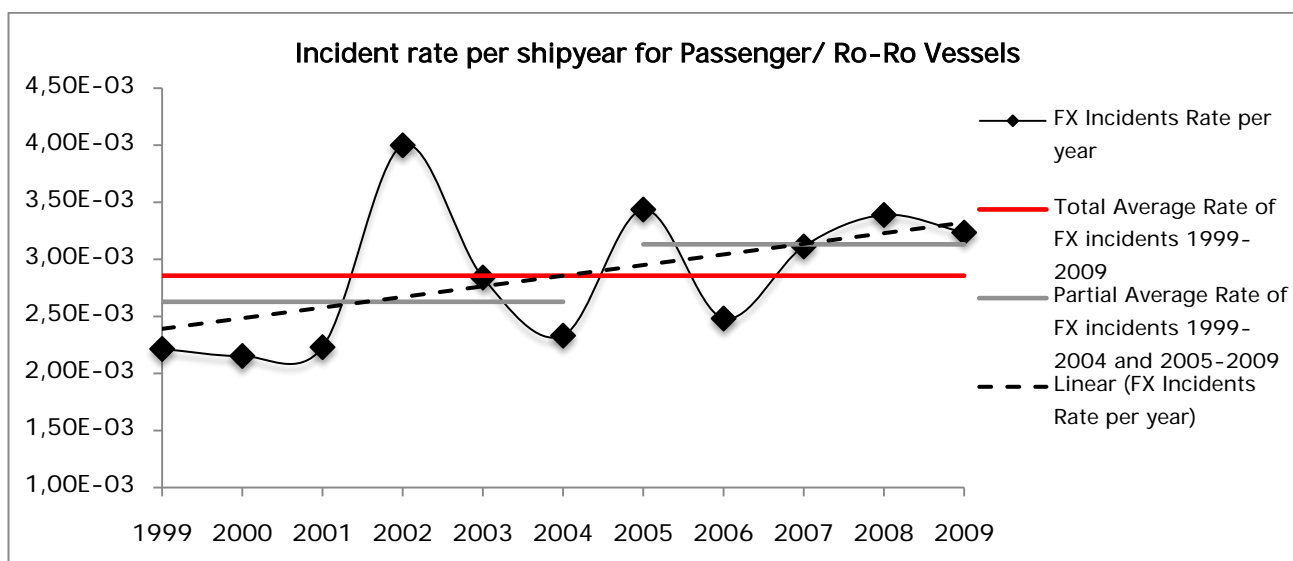
Πίνακας 18:Passenger/RoRo Incidents.

Year	Fleet at risk	million DWT	Number of incidents	Incidence Rate
1999	7676	17,6	17	2,21E-03
2000	7898	18,6	17	2,15E-03
2001	8069	19,4	18	2,23E-03
2002	8252	20,0	33	4,00E-03
2003	8451	20,6	24	2,84E-03
2004	8579	21,1	20	2,33E-03
2005	8729	21,7	30	3,44E-03
2006	8864	22,4	22	2,48E-03
2007	8996	23,3	28	3,11E-03
2008	9149	24,3	31	3,39E-03
2009	9274	25,6	30	3,23E-03
Total	93937	234,7	270	-
Cumulative Periods		Average incidence rate		
1999 - 2001		2,20E-03		
2002 - 2003		3,42E-03		
2004 - 2005		2,88E-03		
2006 - 2007		2,80E-03		
2008 - 2009		3,31E-03		
1999 - 2009		2,86E-03		

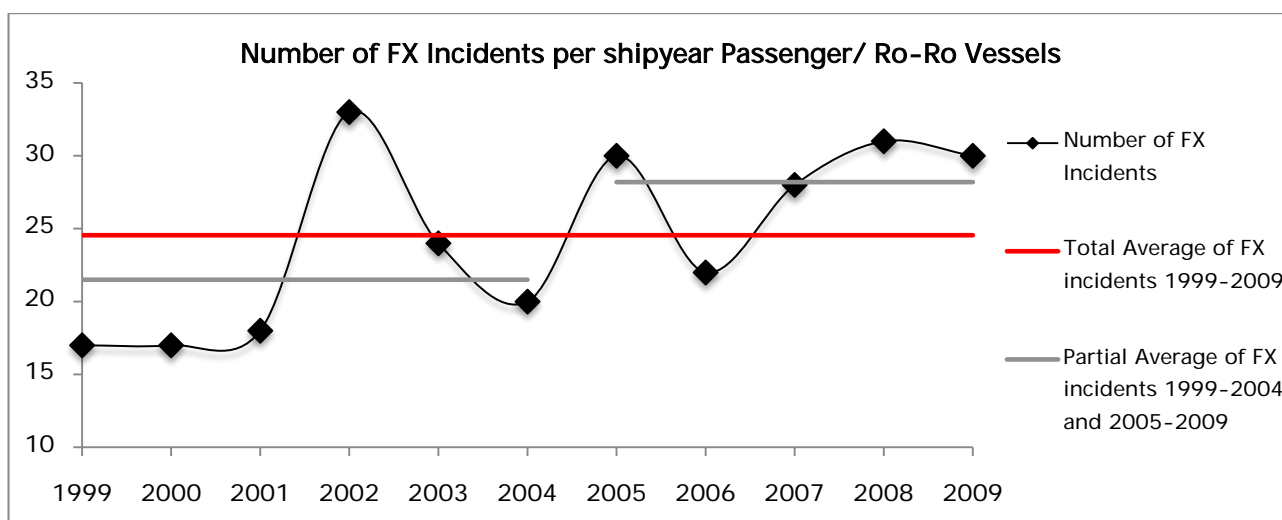
Όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα (σχ. 27), διακρίνεται μια ιδιαίτερα αυξητική τάση του δείκτη εμφάνισης των ατυχημάτων κατά τη διάρκεια της διετίας 2000 με 2002 με κορύφωσή του προς τις αρχές του 2002. Αυτό επιδρά σημαντικά και στην TRENDLINE η οποία αυξάνει με την πάροδο του χρόνου. Επίσης, παρουσιάζεται και ο δείκτης εμφάνισης των ατυχημάτων για τις επιμέρους χρονικές περιόδους, 1999-2004 και 2005-2009 όπου διαφαίνεται η σχετική τάση για αύξηση των ατυχημάτων.

Επιπλέον, από το σχήμα 28, παρατηρούμε ότι ο μέσος όρος των ατυχημάτων για την περίοδο 1999-2009 είναι περίπου 25 ατυχήματα ανά χρονιά με μέγιστη τιμή τα 33 ατυχήματα το 2002 και ελάχιστη τιμή τα 17 ατυχήματα το 1999 και το 2000.

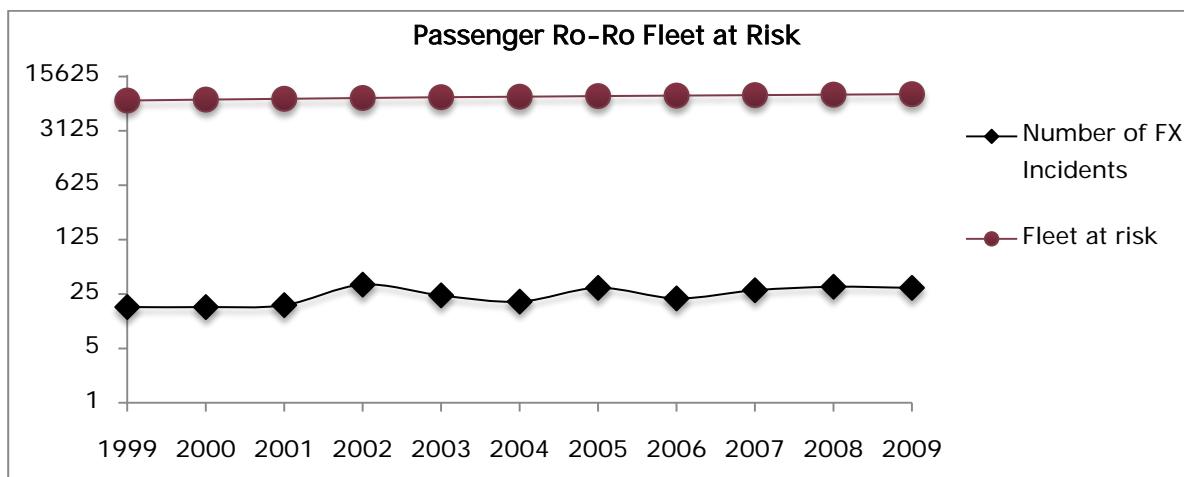
Τέλος, παρουσιάζεται και το συγκριτικό σχήμα (σχ. 29), με τον αριθμό των passenger/τορο που κυκλοφόρησαν από το 1999 έως το 2009 και τον αντίστοιχο αριθμό ατυχημάτων τους για την ίδια περίοδο.



Σχήμα 27:FX Incident rate per shipyear for Passenger/Roro Vessels.

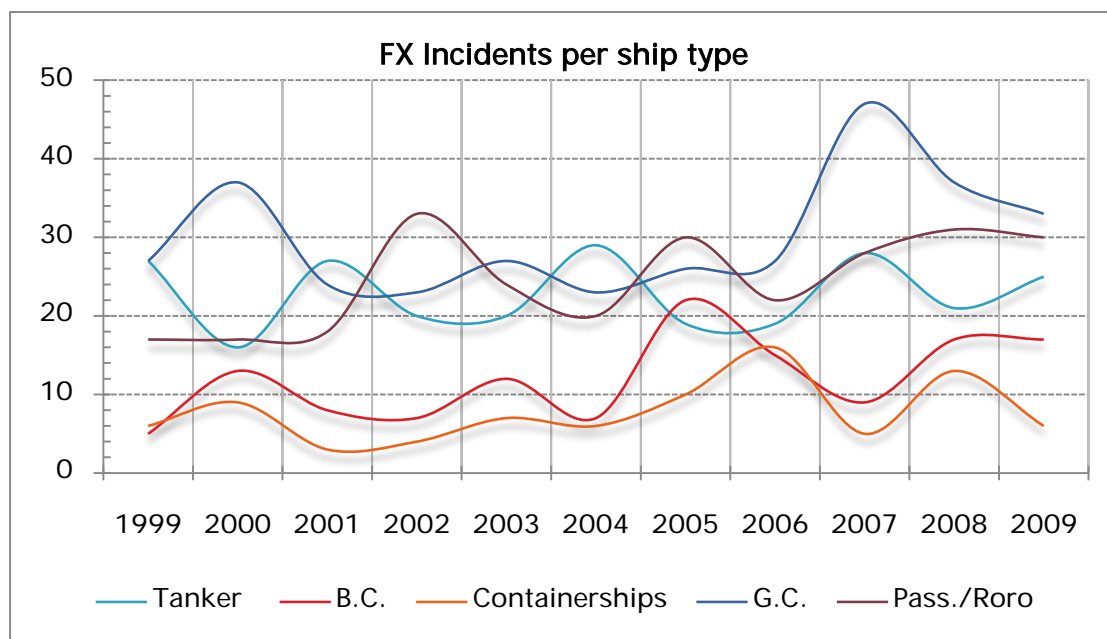


Σχήμα 28:Number of FX Incidents per shipyear for Passenger/Roro Vessels.



Σχήμα 29: Passenger/Roro Fleet At Risk.

Παρουσιάζουμε και ένα συγκεντρωτικό σχήμα για όλα τα ατυχήματα που μελετάμε ανά τύπο πλοίου.



Σχήμα 30: Cumulative chart for all FX Incidents.

3.3.3 ΟΙ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΕΣ ΤΟΠΟΘΕΣΙΕΣ ΤΩΝ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ (EVENT LOCATION GRID)

Στον παρακάτω πίνακα (πίν. 19) παρουσιάζονται οι τοποθεσίες στις οποίες έλαβαν χώρα τα ατυχήματα από το 1999 μέχρι και το 2009 με στοιχεία που προέκυψαν από τη βάση δεδομένων, καθώς επίσης και το πλήθος αυτών για την κάθε γεωγραφική περιοχή.

Πίνακας 19: Locations of Incidents for the period 1999 - 2009.

Identification Number	Zone	Number of Incidents
1	Br. Isles, N. Sea, E. Chnl, Biscay	134
2	Baltic	73
3	Kiel Canal	7
4	E. Mediterranean & Black Sea	140
5	W. Mediterranean	61
6	Suez Canal	2
7	Red Sea	24
8	Gulf	46
9	East Africa Coast	19
10	Indian Ocean & Antarctic	6
11	Bay Of Bengal	34
12	South China & East Indies	112
13	China, Japan & Korea	81
14	North Pacific	8
15	South Pacific	9
16	Australasia	25
18	S. Atlantic, E. Coast S. America	26
19	West Africa Coast	32
20	West Coast South America	7
21	North America Pacific Coast	21
22	Panama Canal	1
23	West Indies	23
24	U.S. Eastern Sea Board	27
25	Gulf Of Mexico	26
26	Great Lakes	37
27	Canadian Arctic & Alaska	13
28	Newfoundland	20
29	Iceland	14
30	Russia, Arctic & Bering Sea	3
31	North Atlantic	17
32	Unknown	21
	Total	1069

Στη συνέχεια ακολουθεί χάρτης (εικ. 14) στον οποίο με **κόκκινο** χρώμα έχουν χρωματιστεί οι περιοχές που συνέβησαν από 1 έως 10 ατυχήματα, με **γκρι** χρώμα 11 μέχρι 20, με **μπλε** από 21 έως 30 ατυχήματα, με **πράσινο** από 31 ως 50 ατυχήματα και με χρώμα **ροζ** οι περιοχές που συνέβησαν περισσότερα από 51 ατυχήματα. Παρατηρούμε ότι ο μεγάλος αριθμός των ατυχημάτων στις **ροζ** περιοχές οφείλεται κυρίως στην αυξημένη κυκλοφορία των πλοίων, στις δύσκολες θάλασσες λόγω των στενών περασμάτων, στην ύπαρξη πολλών μικρών νησιών και στην

εμφάνιση έντονων καιρικών φαινομένων - για παράδειγμα East Mediterranean & Black Sea (εικ. 12) και North Sea/Baltic Sea(εικ. 13).



Εικόνα 12: Composite satellite image of the Mediterranean Sea. At left the Bay of Biscay.



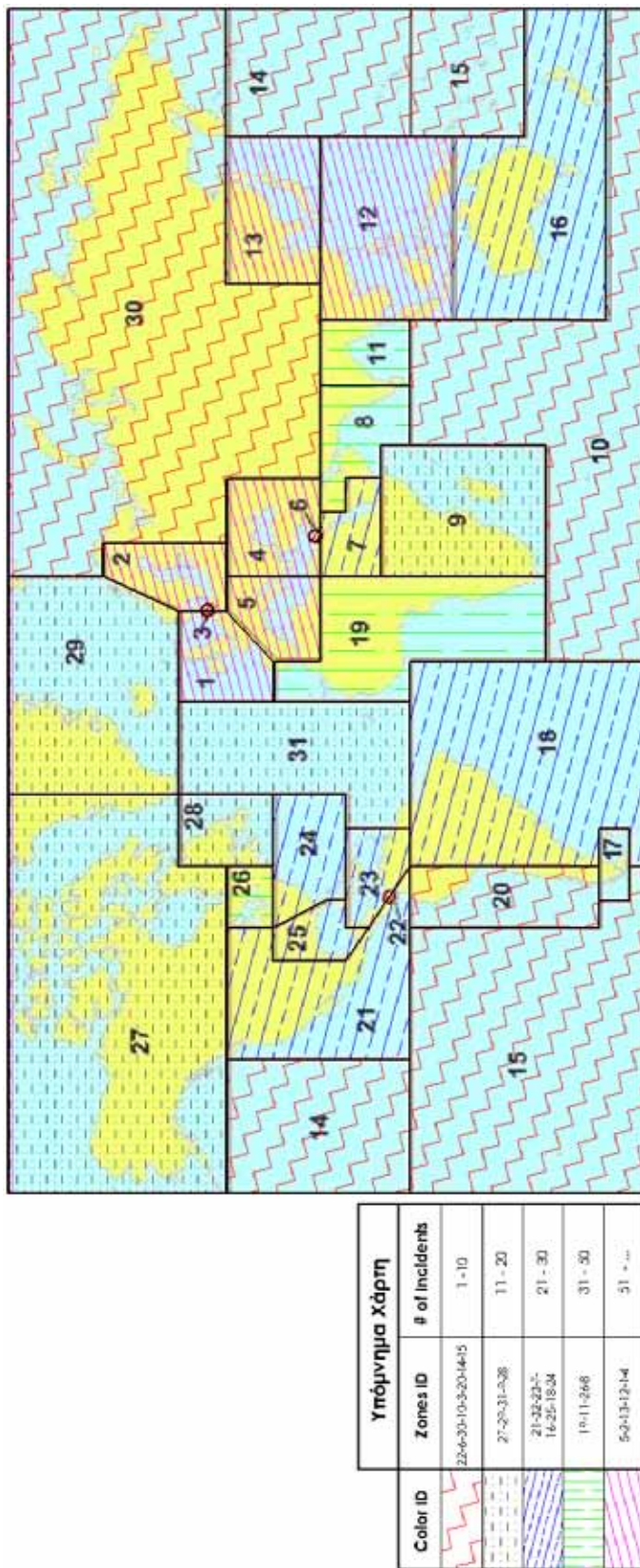
Εικόνα 13: Ocean currents mainly entering via the north entrance exiting along Norwegian coast.

Είναι λογικό να συμβαίνουν πολλά ατυχήματα διότι αποτελούν περιοχές με αυξημένη κυκλοφορία πλοίων. Ενδεικτικά αναφέρουμε πόσα πλοία βρίσκονται στην Βαλτική για την διετία '06 έως '08.

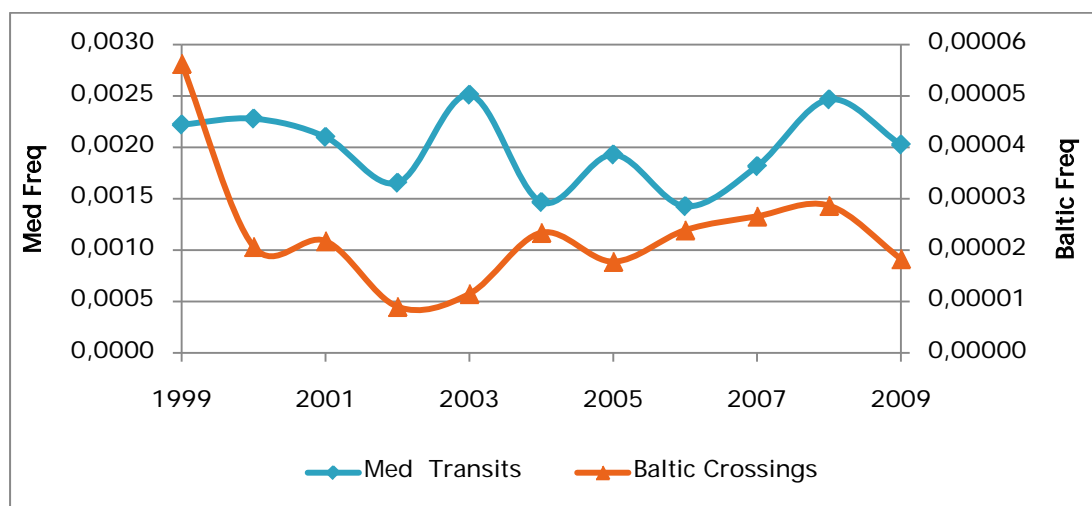
Πίνακας 20: Number of ships crossing fixed AIS lines in the Baltic Sea during '06- '08.

	Passenger	Cargo	Tanker	Other	No info	Total
2006	42731	226855	67458	39627	-	376671
%	11.3	60.2	17.9	10.5	-	100.0
2007	43215	237342	69335	56981	6901	413774
%	10.4	57.4	16.8	13.8	1.7	100.0
2008	49355	210021	61996	122029	10297	453698
%	10.9	46.3	13.7	26.9	2.3	100

Data source: HELCOM AIS.



Εικόνα 14: Zones Incidents.



Σχήμα 31: Incident Ratio for two crowded zones.

3.3.4 ΒΑΘΜΟΣ ΣΟΒΑΡΟΤΗΤΑΣ ΤΩΝ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ (DEGREE OF SEVERITY)

Αυτή η παράγραφος αναφέρεται στη σοβαρότητα των ατυχημάτων, η οποία κρίνεται κυρίως από το μέγεθος της βλάβης στο πλοίο, από τη ρύπανση που την προκάλεσε και από τον αριθμό των μοιραίων περιστατικών για τα άτομα που ενεπλάκησαν στα ατυχήματα, ώστε αυτά να χαρακτηρισθούν - επιγραμματικά - ως «**Serious**», «**Non Serious**» και «**Total Loss**».

Παραθέτουμε τον ορισμό των ατυχημάτων ως προς τη σοβαρότητά του κατά IMO¹⁹. Με σκοπό την υποβολή εκθέσεων σχετικά με τις λεπτομέρειες των ατυχημάτων στον IMO, τα ναυτικά ατυχήματα των πλοίων είναι ταξινομημένα στις εξής κατηγορίες:

1. Very Serious Casualties
2. Serious Casualties
3. Less Serious Casualties
4. Marine Incidents

Οι αντίστοιχοι ορισμοί κατά IMO είναι οι ακόλουθοι:

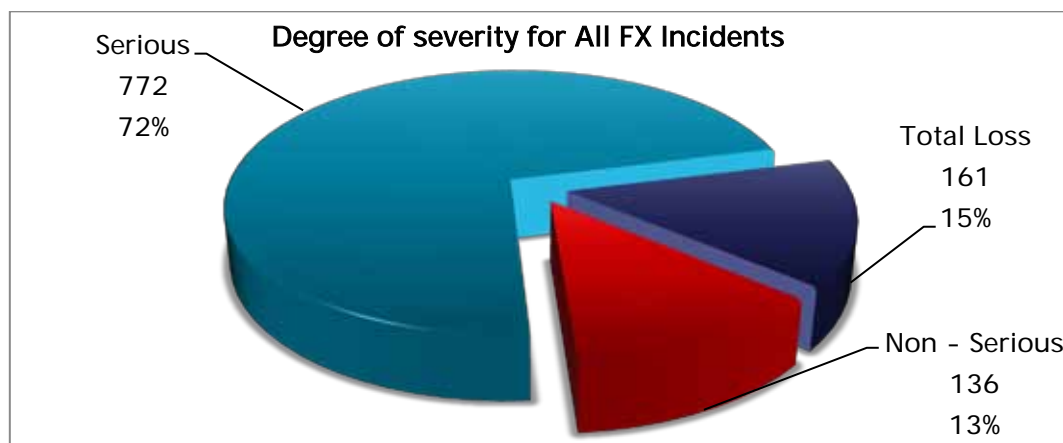
1. Very Serious Casualties είναι τα ατυχήματα πλοίων που περιλαμβάνουν τη ολική απώλεια/καταστροφή του σκάφους, απώλεια ζωής, ή σοβαρή ρύπανση.

¹⁹ www.imo.org/includes/blastData.asp/doc_id=6106/1.pdf

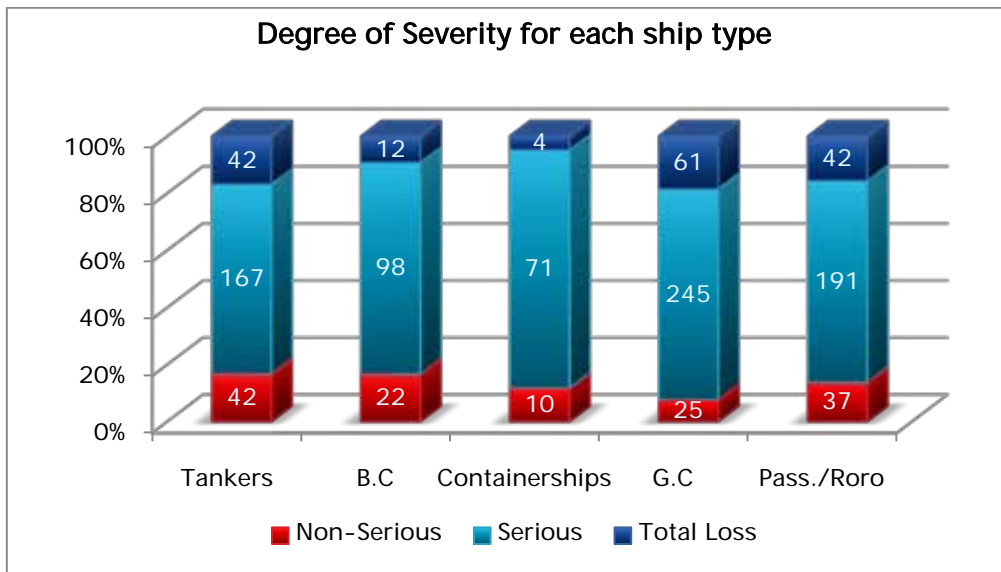
2. Serious Casualties είναι τα ατυχήματα πλοίων που δεν είναι κατάλληλα για να θεωρηθούν θανατηφόρα και που περιλαμβάνουν πυρκαγιά, έκρηξη, σύγκρουση, προσάραξη, επαφή, ζημιά λόγω κακοκαιρίας, κατασκευαστική αστοχία στη γάστρα, κ.λπ., με συνέπεια:
- ακινητοποίηση των κύριων μηχανών, εκτενή ζημιά στέγασης, αυστηρή κατασκευαστική ζημιά, όπως διείσδυση νερού στη γάστρα, κ.λπ., που καθιστά το σκάφος ακατάλληλο για να πλεύσει ή
 - ρύπανση (ανεξάρτητα από την ποσότητα) ή/και
 - μια βλάβη που απαιτεί τη ρυμούλκηση ή τη βοήθεια από την ακτή.
3. Less Serious Casualties είναι ατυχήματα πλοίων που δεν εμπίπτουν στις δυο παραπάνω κατηγορίες και με σκοπό την καταγραφή χρήσιμων πληροφοριών περιλαμβάνουν επίσης ναυτικά ατυχήματα τα οποία αυτοαποκαλούνται «*επικίνδυνα ατυχήματα*» και «*παρ' ολίγον ατυχήματα*».

Έτσι, στο σχήμα 32 παρουσιάζεται ο βαθμός σοβαρότητας για τα συνολικά 1069 fire/explosion ατυχήματα και κατόπιν στο σχήματα 33 ανά τύπο πλοίου, τόσο σε απόλυτα μεγέθη όσο και σε ποσοστιαία.

Όπως παρατηρούμε το 87% των ατυχημάτων χαρακτηρίζονται από σοβαρά έως και απώλεια του πλοίου (933 από τα 1069 ατυχήματα). Από αυτά, όπως είδαμε και σε προηγούμενη παράγραφο (σχ.11,σελ.46), μόνο τα 22 προκάλεσαν ρύπανση στο θαλάσσιο περιβάλλον.



Σχήμα 32: Degree of severity for All FX Incidents.



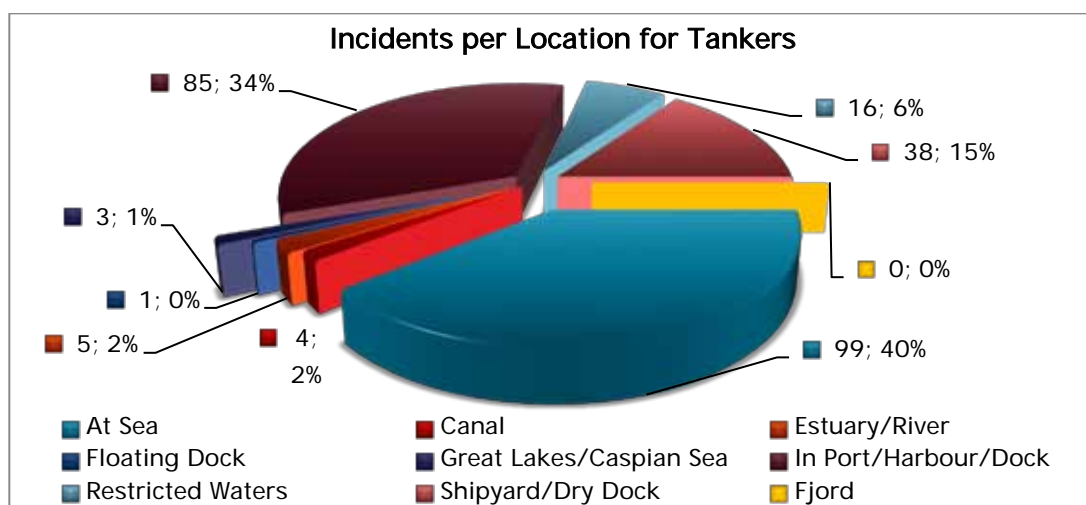
Σχήμα 33: Degree of severity for Tanker Incidents.

Πάρα πολύ υψηλά είναι τα ποσοστά των “serious” ατυχήματων για κάθε τύπο πλοίου. Το μεγαλύτερο ποσοστό το συναντάμε στα containerships, 84%. Ακολουθούν με φθίνουσα σειρά B.C. και G.C. με 74%, Passenger/Roro με 71% και τελευταία τα Tankers με 67%.

Σε ότι έχει να κάνει με τα “total loss” πλοία, το μεγαλύτερο ποσοστό εμφανίζεται στα δεξαμενόπλοια. Ένας λόγος είναι ότι λόγω του είδους του φορτίου είναι πιο επιρρεπή να καταστούν ανενεργά.

3.3.5 Η ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ ΤΟΥ ΑΤΥΧΗΜΑΤΟΣ (EVENT LOCATION)

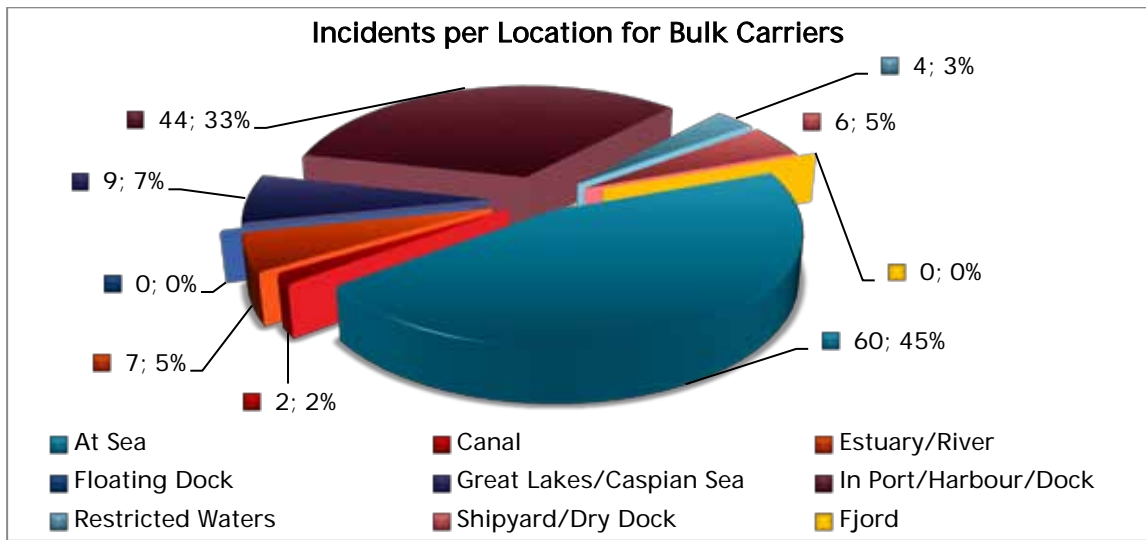
Στη συνέχεια ακολουθούν τα σχήματα που περιγράφουν τις τοποθεσίες στις οποίες συνέβησαν τα ατυχήματα ανά τύπο πλοίου.



Σχήμα 34: Incidents per Location for Tankers.

Η πιο συχνή τοποθεσία για τα ατυχήματα των δεξαμενοπλοίων είναι μέσα στη θάλασσα με ποσοστό 40%. Ακολουθούν τα ατυχήματα που γίνονται στα λιμάνια και στις περιοχές δεξαμενισμού των Tankers. Συνοπτικά:

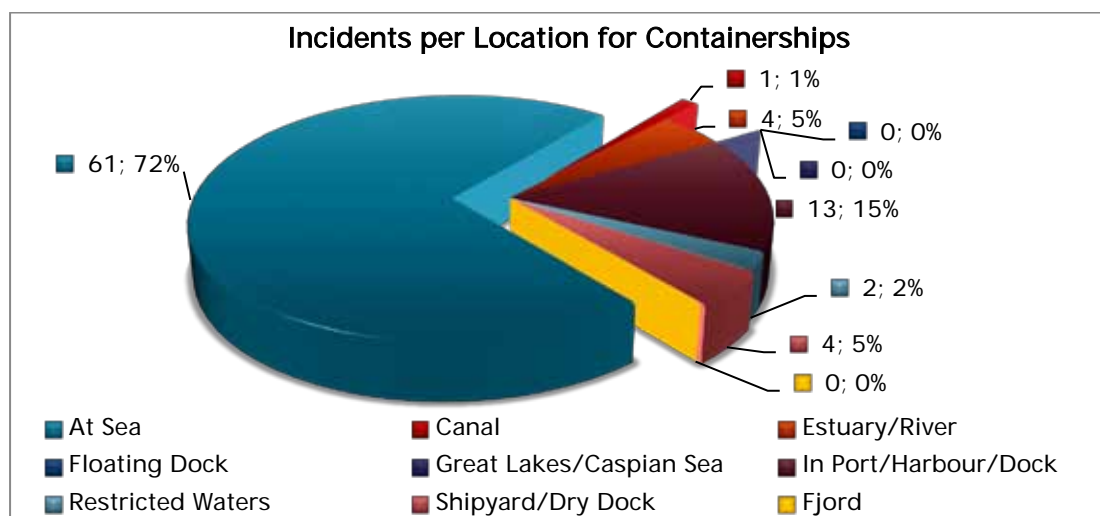
- At Sea: 99 Incidents
- In Port/Harbor/Dock: 85 Incidents
- Shipyard/Dry Dock: 38 Incidents
- Restricted Waters: 16 Incidents



Σχήμα 35: Incidents per Location for Bulk Carriers.

Αντίστοιχα ποσοστά παρατηρούνται και στην κατηγορία των Bulk Carriers. Και εδώ η κυρίαρχη τοποθεσία για το ατύχημα είναι η θάλασσα.

- At Sea: 60 Incidents
- In Port/Harbor/Dock: 44 Incidents
- Great Lakes/Caspian Sea: 9 Incidents

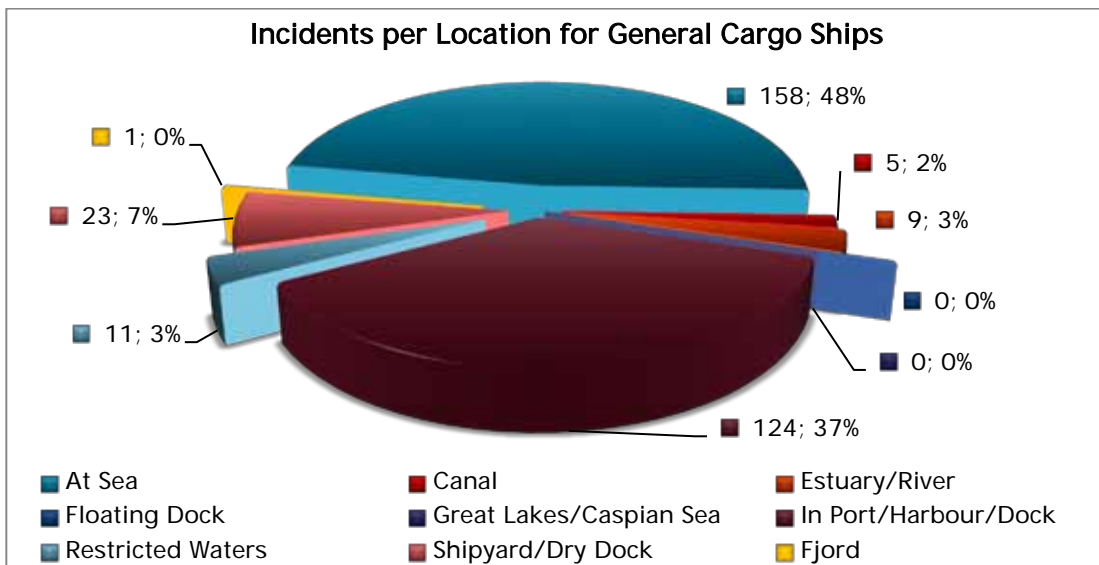


Σχήμα 36: Incidents per Location for Containerships.

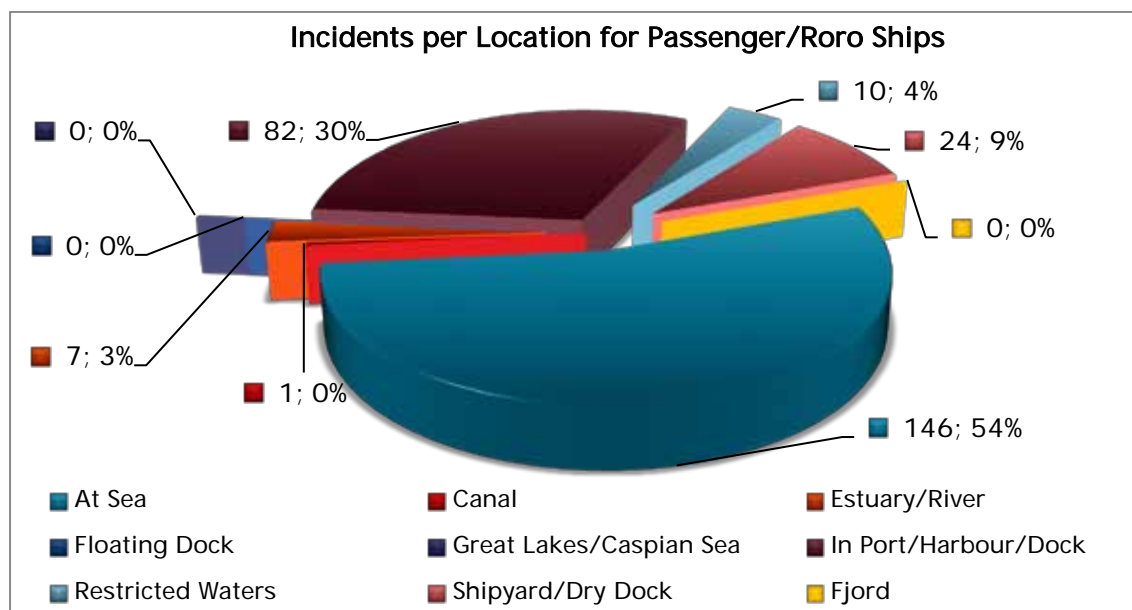
Σε ότι έχει να κάνει με τα Containerships, από τα συνολικά 85 ατυχήματα, τα 61 έχουν συμβεί στη θάλασσα.

Αντίθετα τα 331 ατυχήματα των πλοίων Γενικού Φορτίου διαμοιράζονται περίπου σε:

- At Sea: 158 Incidents
- In Port/Harbor/Dock: 124 Incidents



Σχήμα 37: Incidents per Location for G.Cargo.



Σχήμα 38: Incidents per Location for Pass/Roro.

Πάνω από τα μισά ατυχήματα των επιβατηγών πλοίων (270 στο σύνολο τους) συμβαίνουν μέσα στη θάλασσα.

- At Sea: 146 Incidents
- In Port/Harbor/Dock: 82 Incidents
- Shipyard/Dry Dock: 24 Incidents
- Restricted Waters: 10 Incidents

3.3.6 Η ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΟΥ ΠΛΟΙΟΥ ΜΕΤΑ ΤΟ ΑΤΥΧΗΜΑ (SHIP CONDITION AFTER THE INCIDENT).

Σε αυτό το σημείο, διαχωρίζουμε τα ατυχήματα όλου του πληθυσμού σε δυο κατηγορίες: **Casualty** και **Total Loss** ανάλογα με την τελική έκβαση του ατυχήματος.

Ο ακόλουθος πίνακας μας παρουσιάζει υπό μορφή ποσοστών (παρατίθενται και ο αντίστοιχος αριθμός ατυχημάτων για κάθε κατηγορία), ανάλογα με το βαθμό σοβαρότητας την έκβαση των ατυχημάτων.

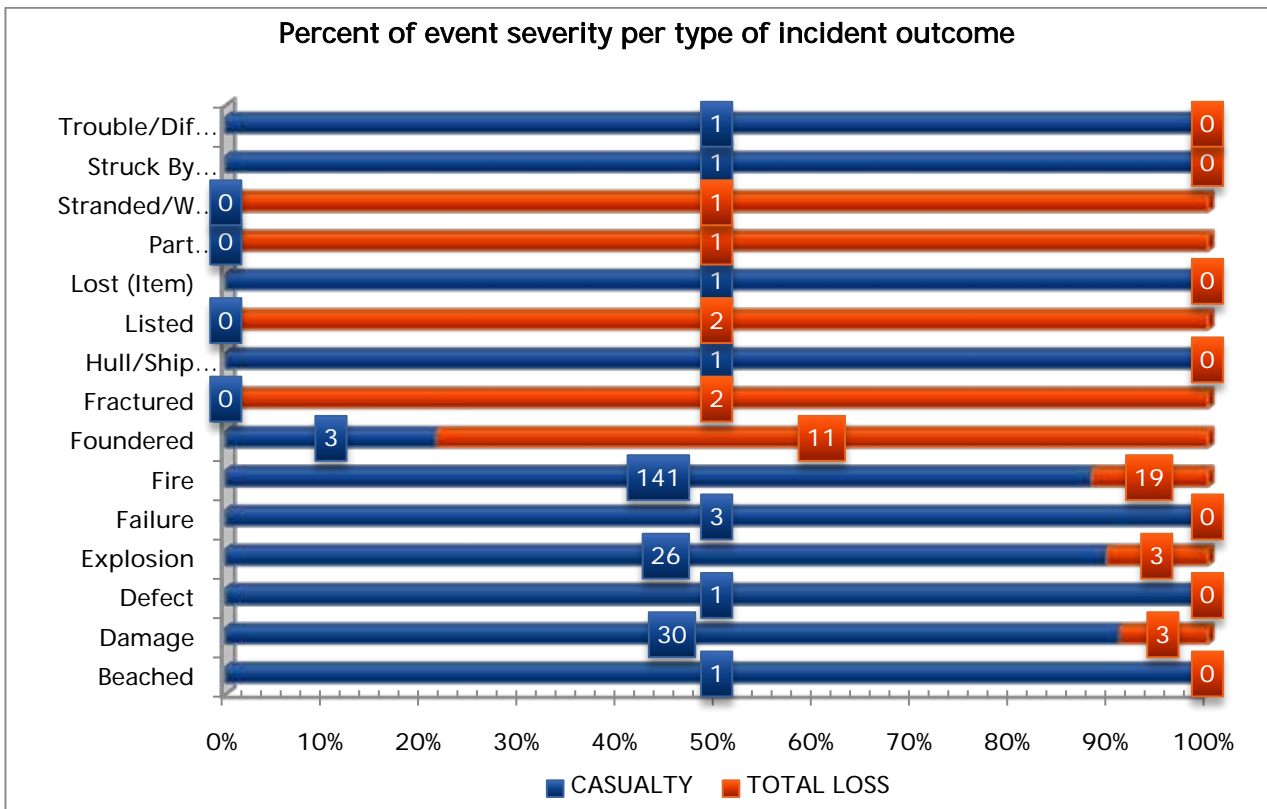
Κοιτάζοντας προσεκτικά μπορούμε να παρατηρήσουμε τα εξής:

1. Τα πλοία τα οποία έπαθαν βλάβη από φωτιά (=casualty) (642 incidents) παρουσιάζουν αυξημένο ποσοστό σε σχέση με αυτά που η φωτιά τα κατέστρεψε ολοσχερώς (= total loss) (78 incidents).
2. Το ίδιο παρατηρούμε για το συμβάν της έκρηξης. Με ποσοστό 92%, προκαλεί μόνο ζημιές.
3. Όσο αφορά τώρα αν το πλοίο χαρακτηριστεί total loss, η βασική αιτία είναι η φωτιά με τα μισά περίπου πλοία να έχουν υποστεί φωτιά. Δεύτερος βασικός παράγοντας με ποσοστό περίπου 30% είναι η βύθιση (=foundered).
4. Σε σχέση με το χαρακτηρισμό casualty, κύρια αιτία είναι και πάλι η φωτιά με ένα ποσοστό 70%, ακολουθεί η βλάβη με ποσοστό 15% και έπεται η έκρηξη με 8%.

Πίνακας 21: Outcome of the incident per severity.

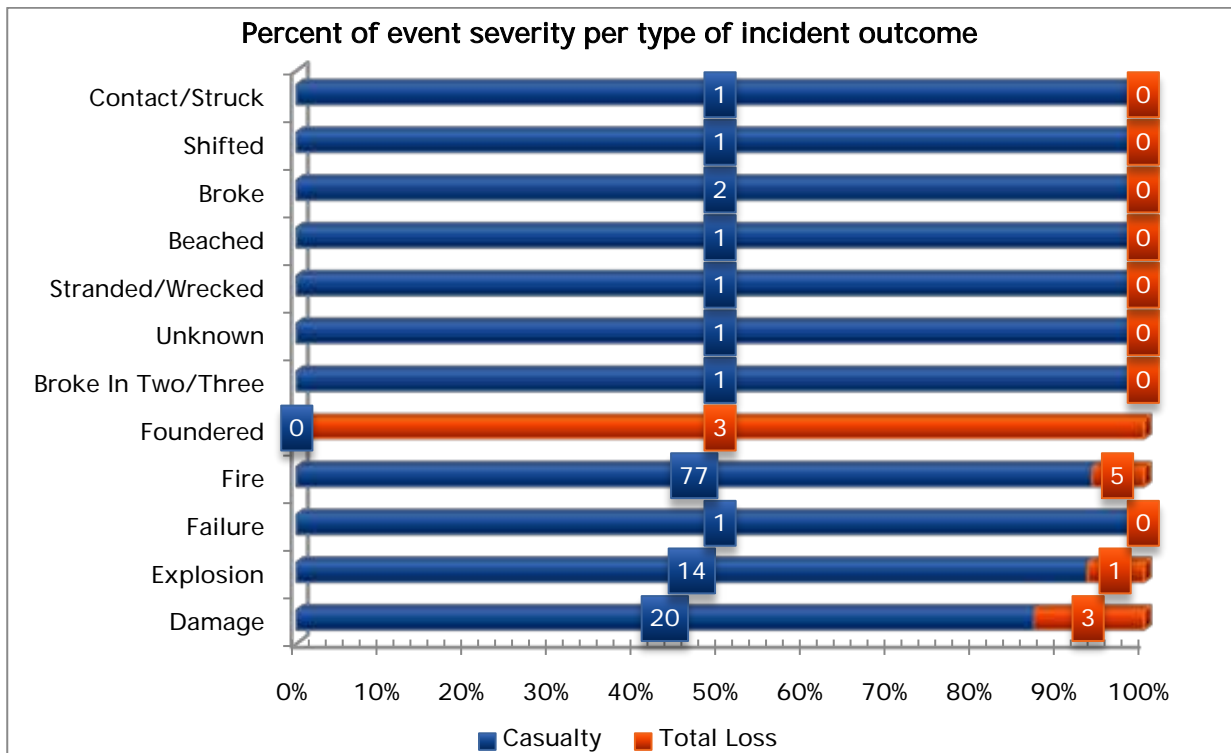
CASUALTY			TOTAL LOSS		
Event	# of incidents	%	Event	# of incidents	%
Damage	140	90,3	Damage	15	9,7
Defect	1	100	Defect	0	0
Explosion	69	92	Explosion	6	8
Failure	21	95,5	Failure	1	4,5
Fire	642	89,2	Fire	78	10,8
Foundered	6	11,8	Foundered	45	88,2
Hull/Ship Unk	1	100	Hull/Ship Unk	0	0
Struck By Lightning	1	100	Struck By Lightning	0	0
Trouble/Difficulty	2	100	Trouble/Difficulty	0	0
Broke In Two/Three	1	100	Broke In Two/Three	0	0
Listed	5	62,5	Listed	3	37,5
Lost (Item)	1	100	Lost (Item)	0	0
Part Submerged	0	0	Part Submerged	2	100
Unknown	1	50	Unknown	1	50
Fractured	0	0	Fractured	2	100
Stranded/Wrecked	3	30	Stranded/Wrecked	7	70
Beached	2	100	Beached	0	0
Broke	8	100	Broke	0	0
Leaked	1	50	Leaked	1	50
Shifted	1	100	Shifted	0	0
Contact/Struck	2	100	Contact/Struck	0	0
Total	908		Total	161	

Ακολουθούν τα διαγράμματα όπου περιγράφεται το τελικό στάδιο των ατυχημάτων για κάθε τύπο πλοίου χωριστά.



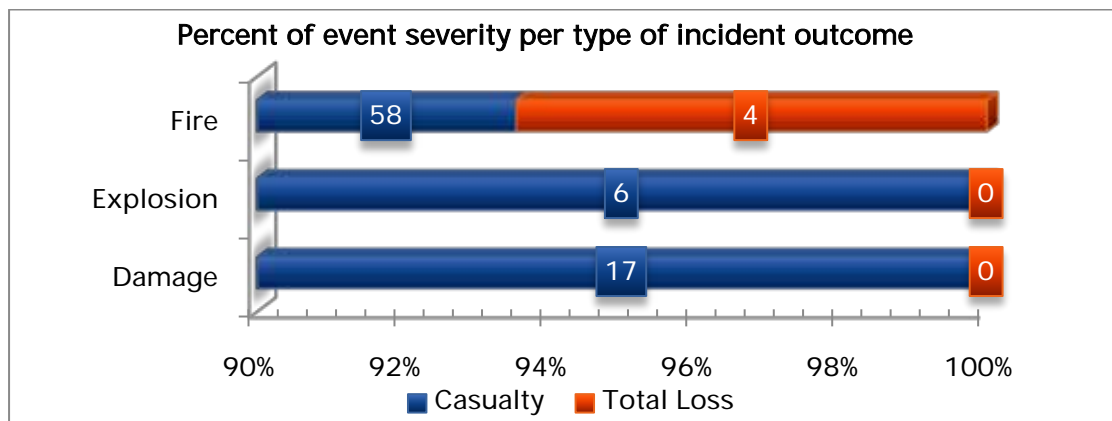
Σχήμα 39: Tanker Condition After The Incident.

Η φωτιά είναι το τελικό στάδιο στα περισσότερα ατυχήματα είτε είναι casualty (88,1%) είτε total loss (11,9%). Ακολουθούν αλλά με μεγάλη διαφορά το στάδιο της Έκρηξης και της Βλάβης στη κατάσταση casualty, με ποσοστά 14% και 12%. Αντίθετα, παρατηρούμε ότι στην κατάσταση total loss, το τελικό στάδιο Foundered (=Βύθιση) με ποσοστό 26% ακολουθεί το στάδιο της Φωτιάς με ποσοστό 45%.



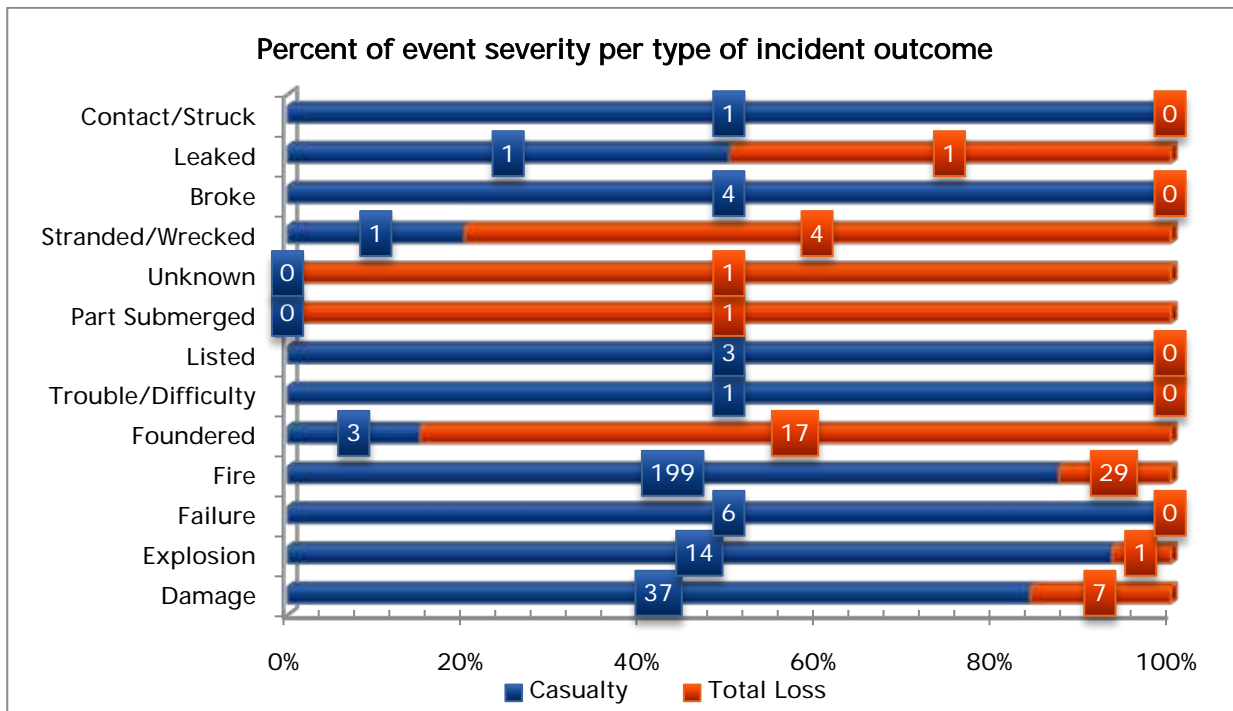
Σχήμα 40: B.C. Condition After The Incident.

Το ίδιο παρατηρούμε και σε αυτή τη κατηγορία πλοίου. Τα ατυχήματα αφορούν μόνο μικρές ή μεγάλες ζημιές. Τα γεγονότα της βλάβης (=Damage) και της Έκρηξης (=Explosion) ακολουθούν με μικρά ποσοστά 17% και 12% αντίστοιχα.



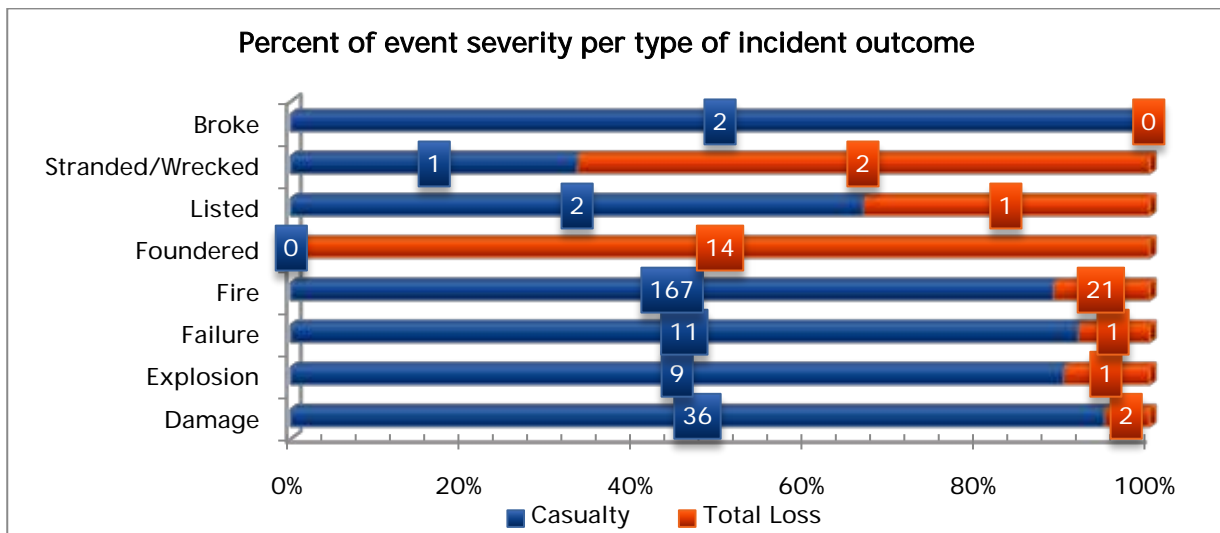
Σχήμα 41: Containership Condition After The Incident.

Το σχήμα 41 μας δείχνει ότι και εδώ η Φωτιά (=Fire) είναι η βασική κατάληξη των ατυχημάτων των Containerships. Παρατηρούμε επίσης ότι υπάρχουν ελάχιστα ατυχήματα κυρίως Fire Outcome που καταλήγουν σε ολική απώλεια του πλοίου.



Σχήμα 42:G.C. Condition After The Incident.

Από τα 270 πλοία που οδήγησαν σε Major ή Minor Casualties, το τελικό στάδιο των 199 πλοίων (74%) είναι η Φωτιά. Αντιλαμβανόμαστε επίσης, ότι η κατηγορία Foundered (=Βύθιση) παίζει σημαντικό ρόλο κυρίως στα Total Loss ατυχήματα.



Σχήμα 43:Passenger/Roro Condition After The Incident.

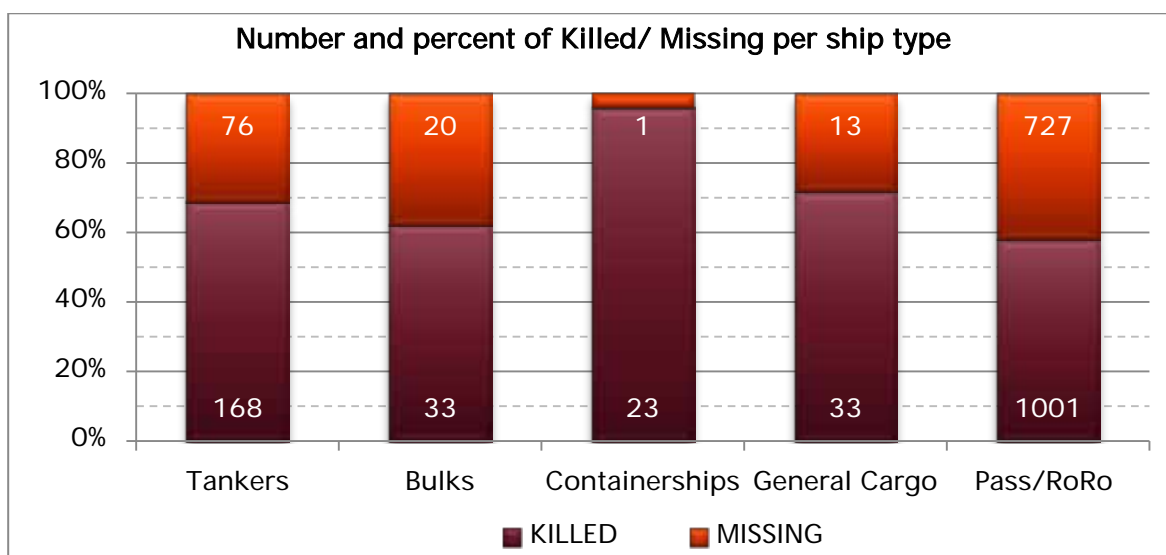
3.3.7 ΤΡΑΥΜΑΤΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΜΟΙΡΑΙΑ ΠΕΡΙΣΤΑΤΙΚΑ ΚΑΤΑ ΤΟ ΑΤΥΧΗΜΑ (INJURIES/FATALITIES).

Πιο κάτω παρουσιάζονται τα ατυχήματα από όλες τις κατηγορίες των πλοίων τα οποία είχαν επιπτώσεις στα άτομα που ενεπλάκησαν σε αυτά όπως θανάτους και άτομα που αγνοούνταν.

Πίνακας 22: Injuries/Fatalities per Ship Type.

Ship type	KILLED		MISSING	
	number	%	number	%
Tankers	168	13,4	76	9,1
Bulk Carriers	33	2,6	20	2,4
Containerships	23	1,8	1	0,1
General Cargo Ships	33	2,6	13	1,6
Passenger Ro-Ro Ships	1001	79,6	727	86,9
TOTAL	1258	100	837	100

Ο συνολικός ανθρώπινος πληθυσμός που έχει υποστεί τις συνέπειες από τα ατυχήματα φωτιάς/έκρηξης αριθμεί σε 2095 άτομα. Τα FX ατυχήματα είναι η δεύτερη κατηγορία που σχετίζεται με την ανθρώπινη ζωή μετά τη κατηγορία Foundered (σχ.9,σελ.44).

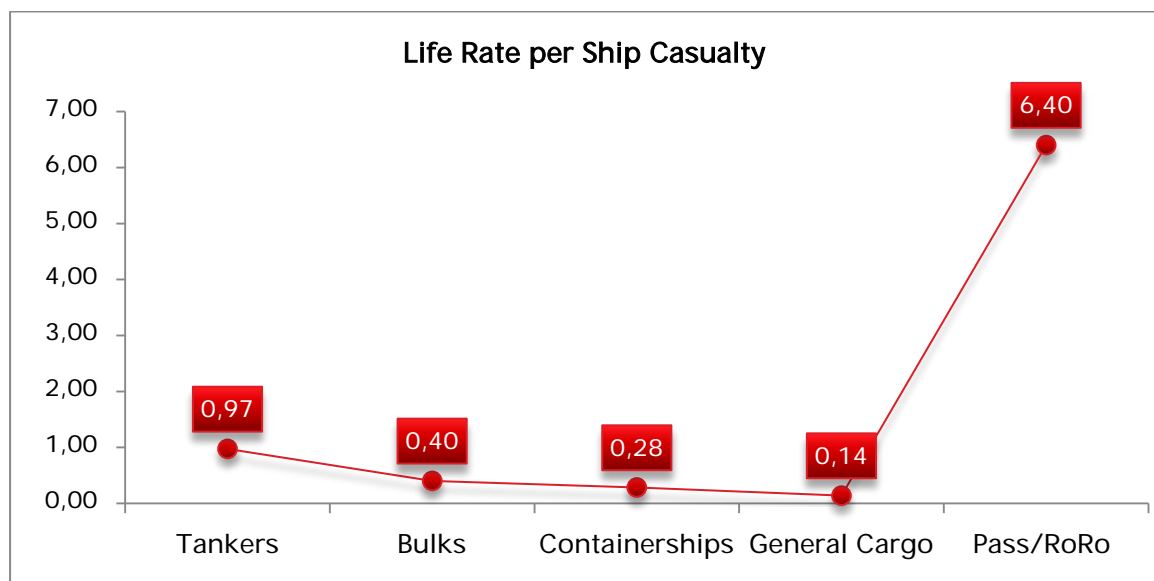


Σχήμα 44: Number and percent of Killed / Missing per ship type.

- Όπως προκύπτει από το παραπάνω σχήμα και είναι απόλυτα λογικό, οι περισσότερες απώλειες είτε είναι θανατηφόρες είτε όχι, συμβαίνουν στα Επιβατηγά Πλοία με ποσοστά που αγγίζουν το 80%. Ο τύπος του ατυχήματος Φωτιά/Έκρηξη με την ύπαρξη

ανθρώπινης ζωής αποτελεί το πιο επικίνδυνο και φονικό συνδυασμό.

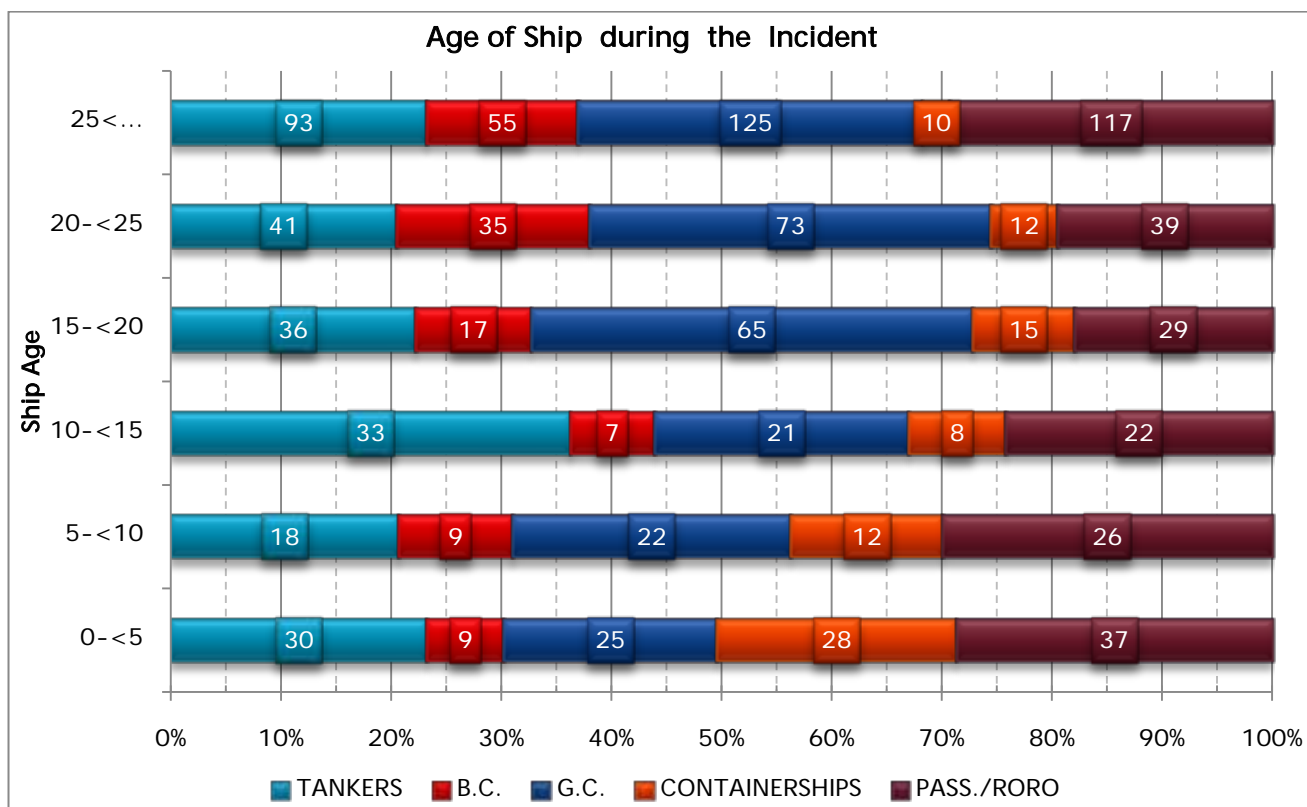
- Αξιοσημείωτο είναι το στοιχείο ότι κατά τη τελευταία δεκαετία και σε ότι αφορά τα Δεξαμενόπλοια, το ποσοστό των ατόμων που σκοτώθηκαν αγγίζει το 20% διόλου αμελητέο αν σκεφτεί κανείς ότι τα Δεξαμενόπλοια μεταφέρουν εύφλεκτα φορτία τα οποία ανά πάσα στιγμή με τη παραμικρή σπίθα μπορούν να πάρουν φωτιά και να ανατιναχθούν.
- Πολύ μικρό ποσοστό παρατηρούμε στα Containerships λόγω ίσως της αυτοματοποιημένης φορτοεκφόρτωσης των εμπορευματοκιβωτίων.
- Τα Passenger Vessels έχουν το μεγαλύτερο δείκτη απώλειας ζωών ανά συνολικό αριθμό ατυχημάτων, δηλαδή αντιστοιχούν 6 άτομα ανά ατύχημα. Σημαντικά μεγάλος αριθμός αν δει κανείς τους δείκτες των υπολοίπων πλοίων.



Σχήμα 45: Killed/Missing Life Rate per ship type casualty.

3.3.8 ΈΤΟΣ ΑΤΥΧΗΜΑΤΟΣ – ΈΤΟΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ – ΗΛΙΚΙΑ ΠΛΟΙΟΥ (INCIDENT YEAR-YEAR OF BUILD- SHIP AGE).

Η ηλικία του εμπορικού στόλου αποτελούσε ανέκαθεν σημείο τριβής και συζήτησης μεταξύ των πλοιοκτητών, των Κρατικών Φορέων και, κυρίως, της κοινωνίας. Η πίεση της κοινής γνώμης για απόσυρση των «γερασμένων» πλοίων - των «σαπιοκάραβων» (“rust buckets”), όπως συχνά αποκαλούνται - γίνεται ολοένα και μεγαλύτερη μετά από κάποιο ατύχημα.



Σχήμα 46: Age of Ships at time of the incident.

Στο παραπάνω σχήμα, είναι προφανές ότι τα πλοία ηλικίας άνω των 25 ετών είναι πιο επιρρεπή σε ατυχήματα και καταλαμβάνουν το ποσοστό του 39%. Ακολουθούν:

Age (years)	Percentage
20-<25	: 18%
15-<20	: 14%
0-<5	: 11%
10-<15	: 9%
5-<10	: 8%

Για τα νέα πλοία (ηλικία μέχρι 10 ετών) και σε σύνολο 216 ατυχημάτων: το 22,2% αντιστοιχεί σε TANKERS, το 8,3% σε B.C., 21,8% σε G.C., 18,5% σε CONTAINERSHIPS και 29,2% σε PASSENGER/RORO.

Ανάλογα με το τύπο του πλοίου:

· TANKERS

0-<5	5-<10	10-<15	15-<20	20-<25	25<...
12,0%	7,2%	13,1%	14,3%	16,3%	37,1%

· B.C.

0-<5	5-<10	10-<15	15-<20	20-<25	25<...
6,8%	6,8%	5,3%	12,9%	26,5%	41,7%

· G.C.

0-<5	5-<10	10-<15	15-<20	20-<25	25<...
7,6%	6,6%	6,3%	19,6%	22,1%	37,8%

· CONTAINERSHIPS

0-<5	5-<10	10-<15	15-<20	20-<25	25<...
32,9%	14,1%	9,4%	17,6%	14,1%	11,8%

· PASSENGER/RORO

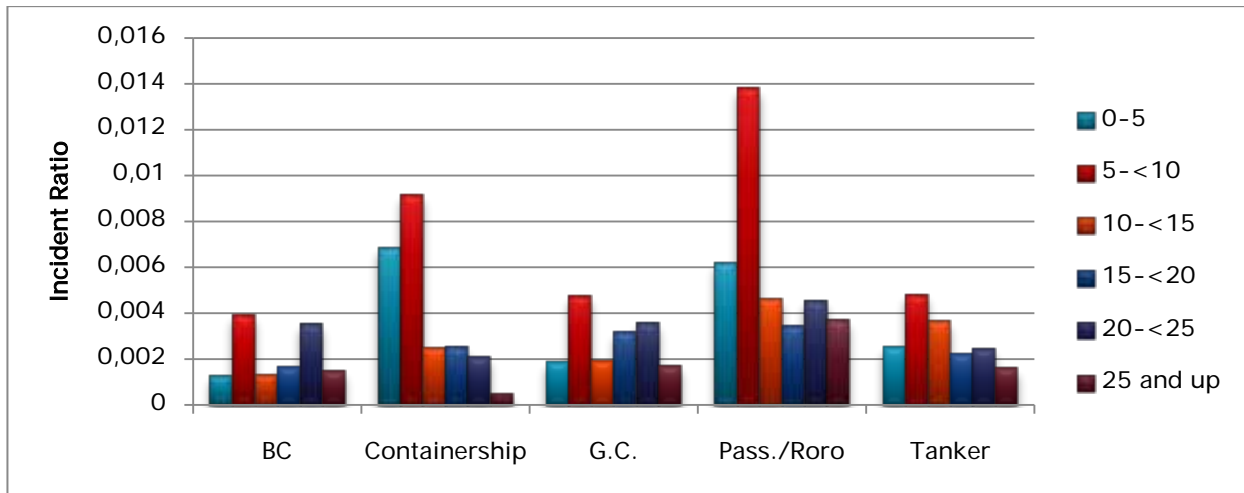
0-<5	5-<10	10-<15	15-<20	20-<25	25<...
13,7%	9,6%	8,1%	10,7%	14,4%	43,3%

Παρατηρούμε ότι επαληθεύεται ο κανόνας ότι όσο πιο παλιό είναι το πλοίο τόσο πιο επιρρεπές σε ατύχημα είναι.

Βέβαια, σε ότι έχει να κάνει με τα ατυχήματα των CONTAINERSHIPS, παρατηρούμε ότι τα περισσότερα εξ' αυτών και δη το 33% αφορά καινούργια πλοία.

Τα παραπάνω αποτελούν μια σοβαρή ένδειξη, αν όχι απόδειξη, ότι η θέσπιση ορίου ηλικίας όχι μόνο δεν αποτελεί πανάκεια, αλλά πολλές φορές αποδεικνύεται και τροχοπέδη στην προσπάθεια για βελτίωση της ασφάλειας στην ακτοπλοΐα. Μάλιστα, η συνεχής επίκλησή του μετά από κάθε ατύχημα ή βλάβη και γενικά ο μεγάλος ντόρος που γίνεται για την ηλικία των πλοίων δεν επιτρέπουν να βγουν στην επιφάνεια οι πραγματικά μεγάλες απειλές για την ασφάλεια.

Συγκρίνοντας τα πλοία που έχουν πάθει ατύχημα με τον υγιή στόλο προκύπτει το αντίστοιχο σχήμα:



Σχήμα 47: Frequency Ratios with respect of the ship age per ship type.

Σε επόμενη ενότητα θα εξετάσουμε αν υπάρχει συσχέτιση και κατά πόσο είναι στατιστικά σημαντική ώστε να την αποδεχτούμε.

3.3.9 ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΤΥΧΗΜΑΤΟΣ ΑΝΑΛΟΓΑ ΜΕ ΤΗ ΘΕΣΗ ΤΟΥ ΜΕΣΑ ΣΤΟ ΠΛΟΙΟ (LOCATION OF INCIDENT INITIATION).

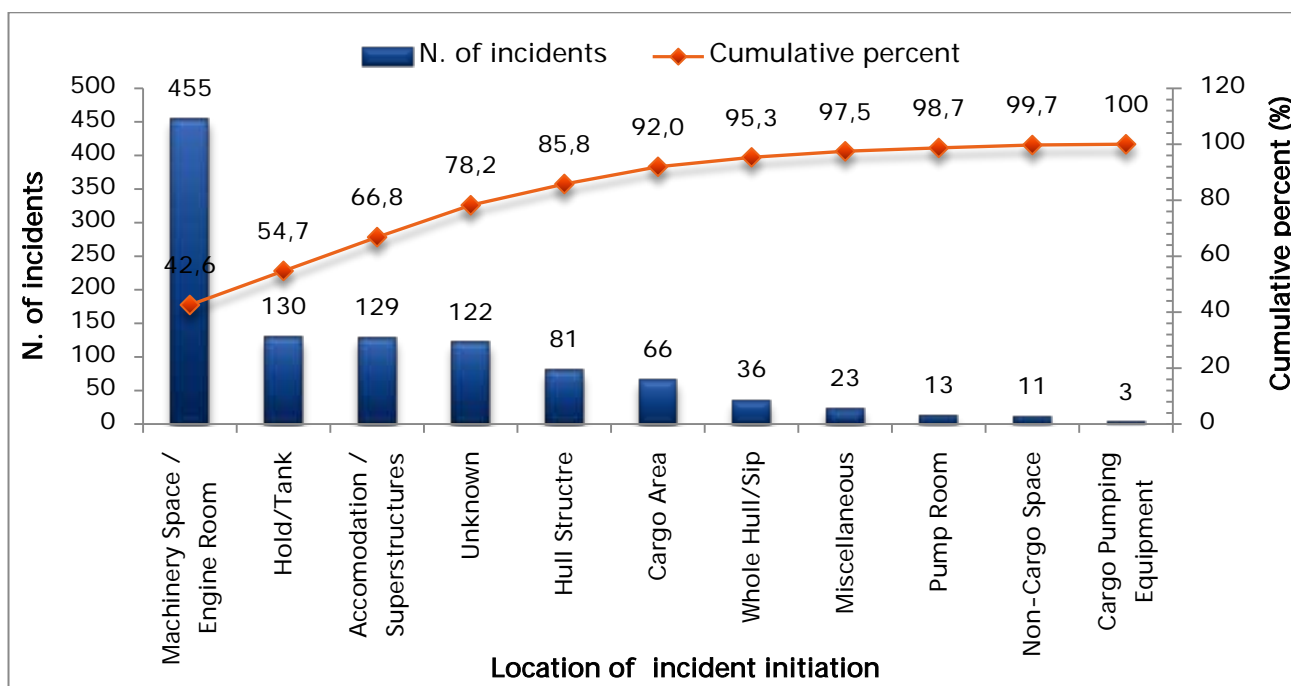
Χρησιμοποιούμε την μεθοδολογία που περιγράψαμε στη σελίδα 48 (Pareto Analysis) ώστε να εντοπίσουμε που εμφανίζεται εντονότερα πάνω στο πλοίο, το ατύχημα. Το επόμενο σχήμα δείχνει το ποσοστό των ατυχημάτων ανάλογα με την τοποθεσία τους πάνω στο πλοίο για όλη την εξεταζόμενη περίοδο.

Παρατηρώντας το παρακάτω σχήμα, το μέρος που μπορεί να συμβεί πιο συχνά φωτιά ή/και έκρηξη είναι μέσα στο μηχανοστάσιο και μπορεί να οφείλεται σε πολλούς παράγοντες όπως θα δούμε παρακάτω. Εμφανίζει ένα αρκετά μεγάλο ποσοστό της τάξης του 43%.

Και συγκεκριμένα το ποσοστό αγγίζει:

- το 38,2% στα Tankers
- το 44,7% στα Bulk Carriers
- το 45,9% στα Containerships
- το 37,2% στα General Cargo

- το 51,1% στα Pass./Roro Ships

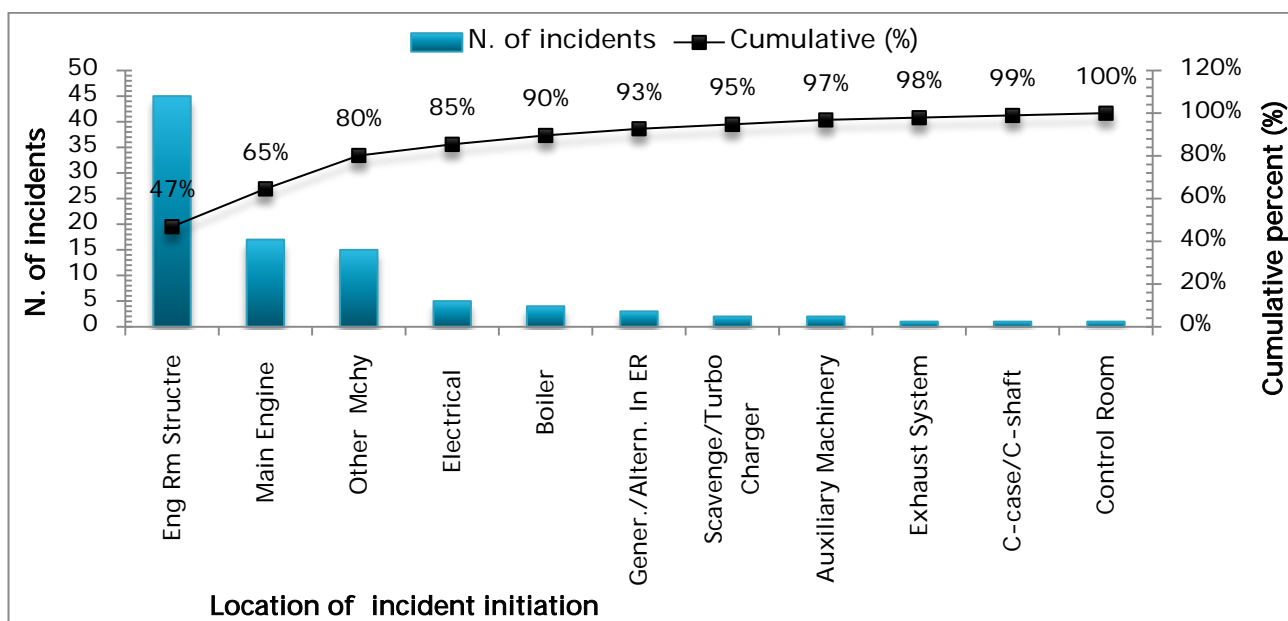


Σχήμα 48: Cumulative by Location of Origin.

Κρίνεται λοιπόν απαραίτητο να γίνουν πιο λεπτομερείς έρευνες στα ατυχήματα που γίνονται μέσα στο μηχανοστάσιο. Χρησιμοποιώντας τους ακόλουθους πίνακες και διαγράμματα, μπορούμε να εντοπίσουμε την αιτία του κάθε ατυχήματος.

Πίνακας 23: Tankers, Machinery Space / Engine Room Details.

Location of Fire/Explosion	No. of Incidents	No. of "Serious" Incidents	Persons Killed/Missing
Boiler	4	4	1
Electrical	5	4	0
Engine-Main	17	11	23
Engine-Auxiliary Machinery	2	2	0
Engine-Crankcase/Crankshaft	1	0	0
Engine-Exhaust System	1	1	0
Engine-Scavenge/Turbo Charger	2	1	0
Engine-Other Mchy	15	14	1
Generators/Alternators In ER	3	1	0
Control Room	1	1	0
Eng Rm Structre	45	39	11

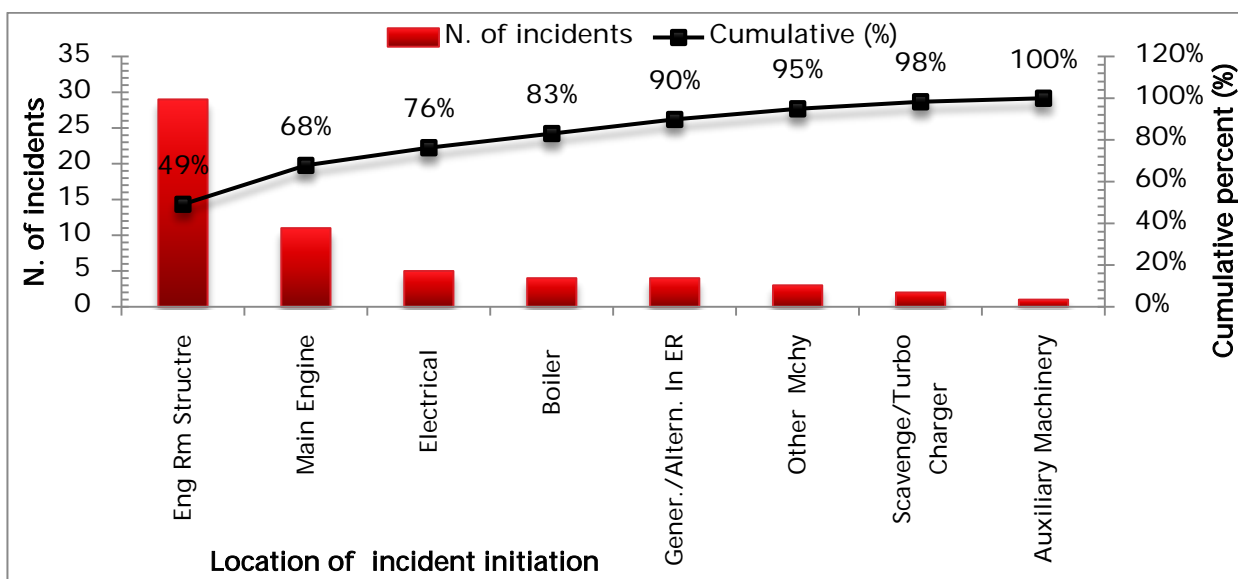


Σχήμα 49: Location of Tanker FX Incidents Inside ER.

Στα ατυχήματα μέσα στο μηχανοστάσιο πρωτεύοντα ρόλο παίζει η κατασκευή του μηχανοστασίου. Ακλουθεί ο παράγοντας κύρια μηχανή. Σημαντικό είναι το γεγονός ότι η απώλεια ανθρώπινης ζωής είναι μεγαλύτερη στο δεύτερο παράγοντα πάρα στο πρώτο. Ανάλογα συμπεράσματα προκύπτουν και από την ανάλυση των ατυχημάτων των BC μέσα στο μηχανοστάσιο

Πίνακας 24: Bulk Carriers, Machinery Space / Engine Room Details.

Location of Fire/Explosion	No. of Incidents	No. of "Serious" Incidents	Persons Killed/Missing
Boiler	4	4	0
Electrical	5	3	0
Engine-Main	11	10	1
Engine-Auxiliary Machinery	1	1	0
Engine-Scavenge/Turbo Charger	2	2	0
Engine-Other Mchy	3	2	0
Generators/Alternators In ER	4	3	0
Eng Rm Structure	29	27	5

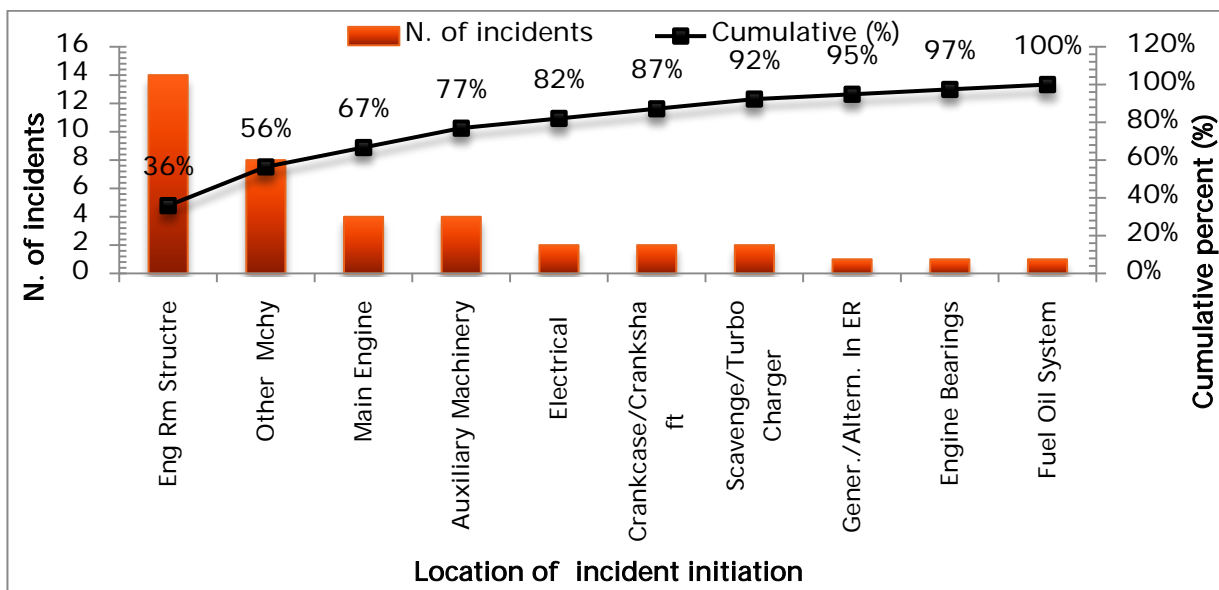


Σχήμα 50: Location of B.C. FX Incidents Inside ER.

Πίνακας 25: Containership, Machinery Space / Engine Room Details.

Location of Fire/Explosion	No. of Incidents	No. of "Serious" Incidents	Persons Killed/Missing
Electrical	2	1	0
Engine-Main	4	4	0
Engine-Auxiliary Machinery	4	4	0
Engine-Bearings	1	1	0
Engine-Crankcase/Crankshaft	2	1	1
Engine-Scavenge/Turbo Charger	2	2	0
Engine-Fuel Oil System	1	1	0
Engine-Other Mchy	8	7	2
Generators/Alternators In ER	1	1	0
Eng Rm Structure	14	13	2

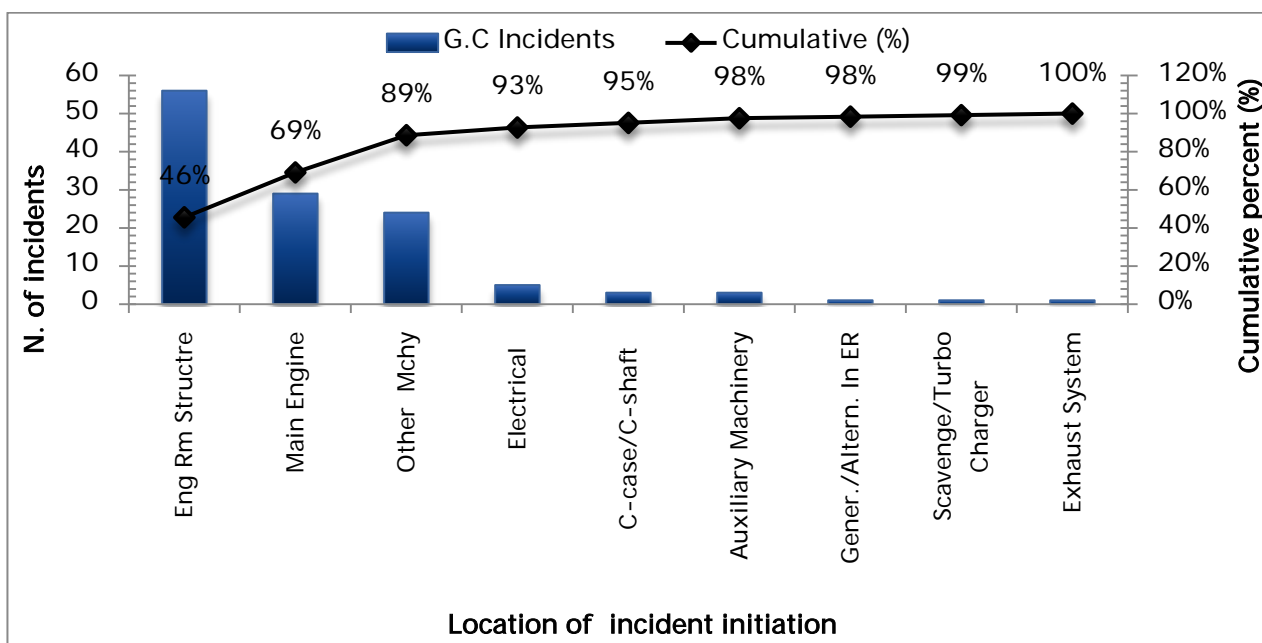
Σε 39 ατυχήματα που συνέβησαν στο μηχανοστάσιο των Containerships, τα 14 σχετίζονται με την κατασκευή του μηχανοστασίου. Στη συνέχεια, τα αποτελέσματα διαφοροποιούνται. Η κύρια μηχανή αλλά και κάποια βοηθητικά μηχανήματα είναι οι κύριες αιτίες για τα υπόλοιπα ατυχήματα.



Σχήμα 51: Location of Containership FX Incidents Inside ER.

Πίνακας 26: General Cargo, Machinery Space / Engine Room Details.

Location of Fire/Explosion	No. of Incidents	No. of "Serious" Incidents	Persons Killed/Missing
Electrical	5	5	0
Engine-Main	29	28	7
Engine-Auxiliary Machinery	3	3	0
Engine-Crankcase/Crankshaft	3	3	0
Engine-Exhaust System	1	0	0
Engine-Scavenge/Turbo Charger	1	1	0
Engine-Other Mchy	24	24	3
Generators/Alternators In ER	1	1	0
Eng Rm Structure	56	53	6

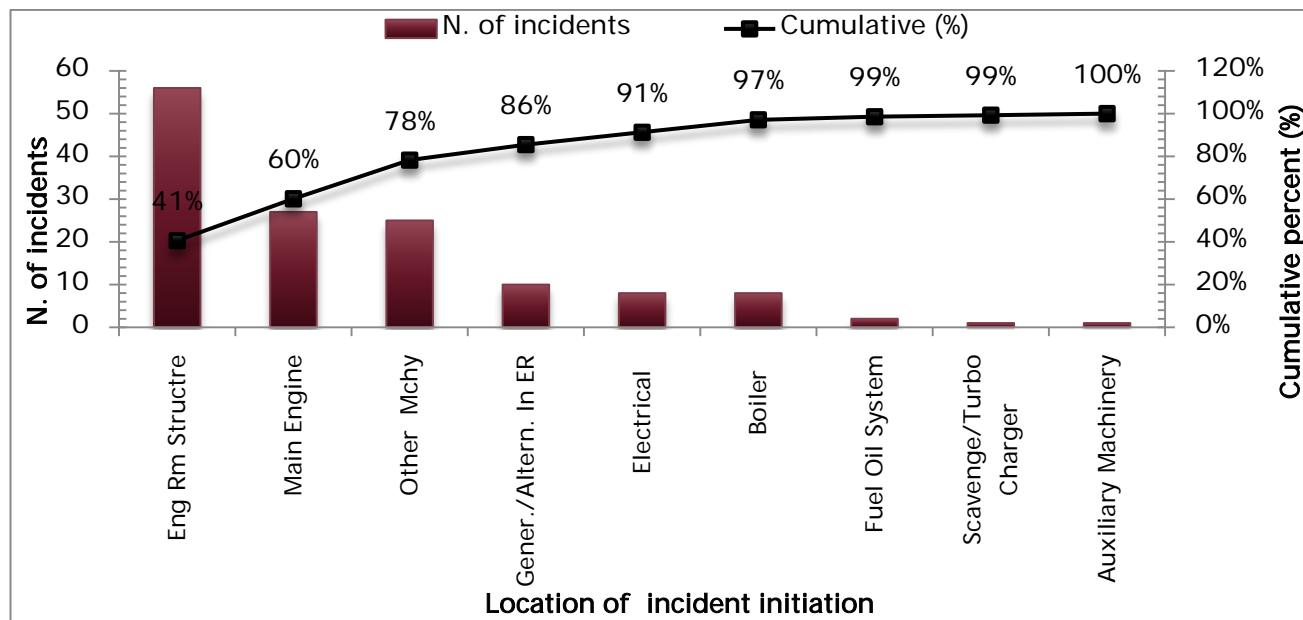


Σχήμα 52: Location of G.C. FX Incidents Inside ER.

Στο σχήμα που περιγράφει τα ατυχήματα στα G.C, βλέπουμε ότι σχεδόν το 50% συμβαίνει στο engine room structure. Αντίστοιχο ποσοστό παρατηρούμε και στα Επιβατηγά/Οχηματαγωγά. Αρκετά ατυχήματα συμβαίνουν εξαιτίας ελαττωμάτων και αστοχιών δευτερεύοντος μηχανολογικού υλικού. Επίσης αρκετές ζωές έχουν χαθεί λόγω εκρήξεων στο μηχανοστάσιο τόσο επειδή μιλάμε για επιβατηγό όσο και επειδή υπάρχουν πολλά εύφλεκτα υλικά εκεί.

Πίνακας 27:Passenger/Roro, Machinery Space / Engine Room Details.

Location of Fire/Explosion	No. of Incidents	No. of "Serious" Incidents	Persons Killed/Missing
Boiler	8	7	9
Electrical	8	6	0
Engine-Main	27	25	0
Engine-Auxiliary Machinery	1	0	0
Engine-Scavenge/Turbo Charger	1	0	0
Engine-Fuel Oil System	2	2	0
Engine-Other Mchy	25	24	13
Generators/Alternators In ER	10	9	0
Eng Rm Structre	56	51	202



Σχήμα 53:Location of Pass/Roro FX Incidents Inside ER.

3.3.10 ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΤΥΧΗΜΑΤΟΣ ΑΝΑΛΟΓΑ ΜΕ ΤΗ ΣΗΜΑΙΑ ΤΟΥ ΠΛΟΙΟΥ & ΤΗ ΚΛΑΣΗ (FIRE/EXPLOSION INCIDENTS BY FLAG STATE & CLASSIFICATION SOCIETIES).

Είναι σημαντικό να διαχωρίσουμε τα ατυχήματα με βάση την σημαία του πλοίου. Θα μας δώσει μια εικόνα για το ποιες χώρες προτιμούν οι πλοιοκτήτες ώστε να καταχωρήσουν τα πλοία τους. Η προτίμηση τους σχετίζεται κυρίως με οικονομικούς λόγους.

Ο παρακάτω πίνακας συνοψίζει τον αριθμό των ατυχημάτων φωτιάς/έκρηξης ανά τύπο πλοίου και ανά σημαία για τις πέντε πρώτες χώρες με τον μεγαλύτερο αριθμό ατυχημάτων από το 1999 έως και το 2009.

Πίνακας 28: Top 5 Flags of Registry for Vessels Experiencing FX Casualties

Flag State	Tanker F/X Casualties	Flag State	B. C. F/X Casualties	Flag State	Container F/X Casualties
Panama	34	Panama	28	Panama	22
Liberia	19	Canada	19	Liberia	10
Malta	15	Malta	13	UK	8
Italy	12	Bahamas	8	Singapore	7
Singapore	12	Cyprus	8	Antigua & Barbuda	5
Flag State	G. C. F/X Casualties	Flag State	Ro-Ro F/X Casualties		
Panama	36	Philippines	25		
Antigua & Barbuda	26	Canada	13		
Netherlands	22	Panama	11		
Cyprus	18	Italy	10		
Bahamas	16	Sweden	10		

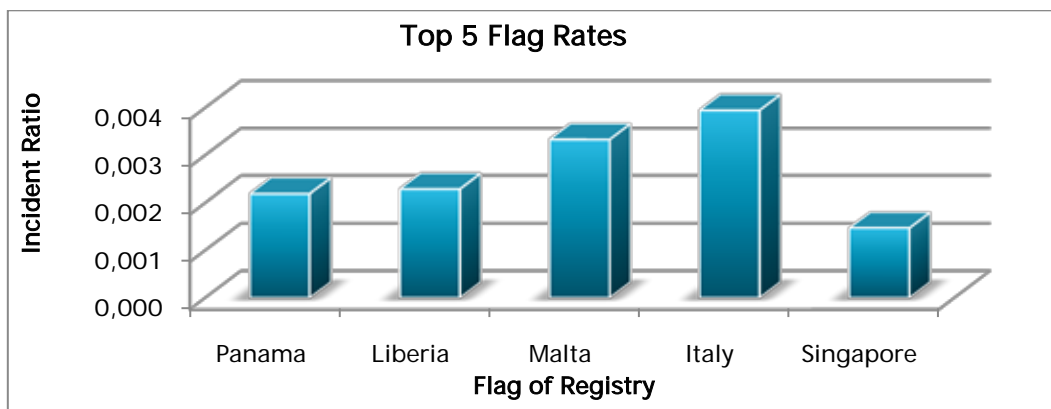
Τα ατυχήματα για τις πέντε χώρες-σημαίες, πάντα ανά τύπο πλοίου συγκρίθηκαν με το συνολικό πληθυσμό που φέρει την εκάστοτε σημαία²⁰. Ο υπολογισμός αυτός φαίνεται στον επόμενο πίνακα:

²⁰ Τα στοιχεία βρέθηκαν από βάση δεδομένων Clarkson Research Services.

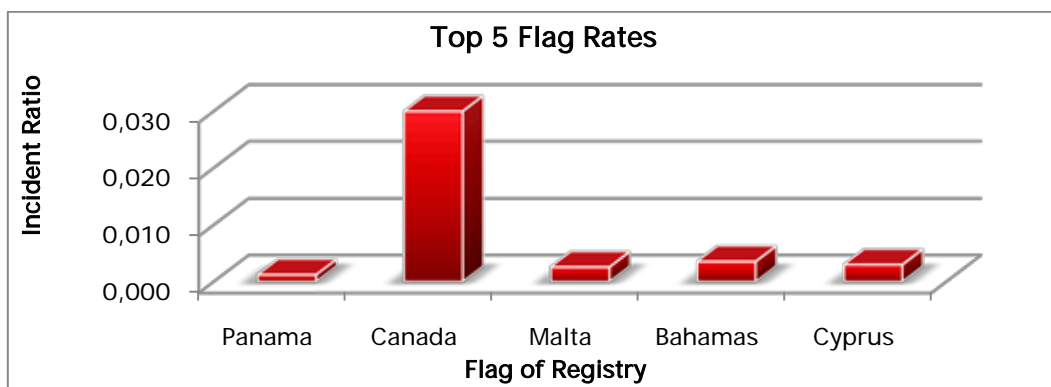
Πίνακας 29:FX Casualty Rate by Flag State.

Flag State	Mean Tanker Population	Incident Ratio	Flag State	Mean General Cargo Population	Incident Ratio
Singapore	2980	0,0023	Antigua & Barbuda	4050	0,0012
Panama	1552	0,0022	Panama	1603	0,0022
Liberia	831	0,0023	Antigua & Barbuda	693	0,0038
Malta	450	0,0033	Netherlands	482	0,0046
Italy	304	0,0039	Cyprus	179	0,0101
Singapore	816	0,0015	Bahamas	316	0,0051
Flag State	Bulk Carrier Population	Incident Ratio	Flag State	Mean Ro-Ro Population	Incident Ratio
Panama	2316	0,0012	Philippines	398	0,0063
Canada	60	0,0317	Canada	155	0,0084
Malta	506	0,0026	Panama	601	0,0018
Bahamas	225	0,0036	Italy	469	0,0021
Cyprus	267	0,0030	Sweden	210	0,0048
Flag State	Mean Container Population	Incident Ratio			
Panama	737	0,0030			
Liberia	814	0,0012			
UK	188	0,0043			

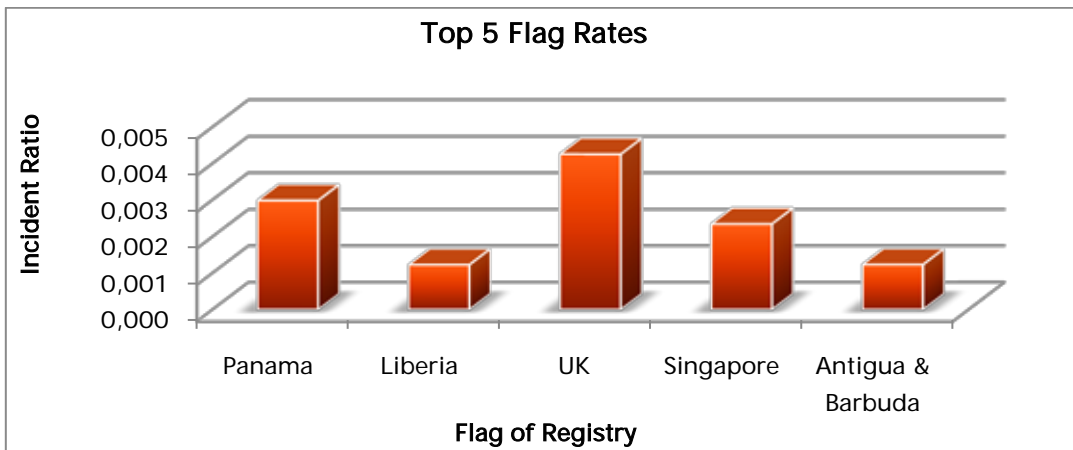
Τα αποτελέσματα των παραπάνω υπολογισμών παρουσιάζονται στα ακόλουθα σχήματα.



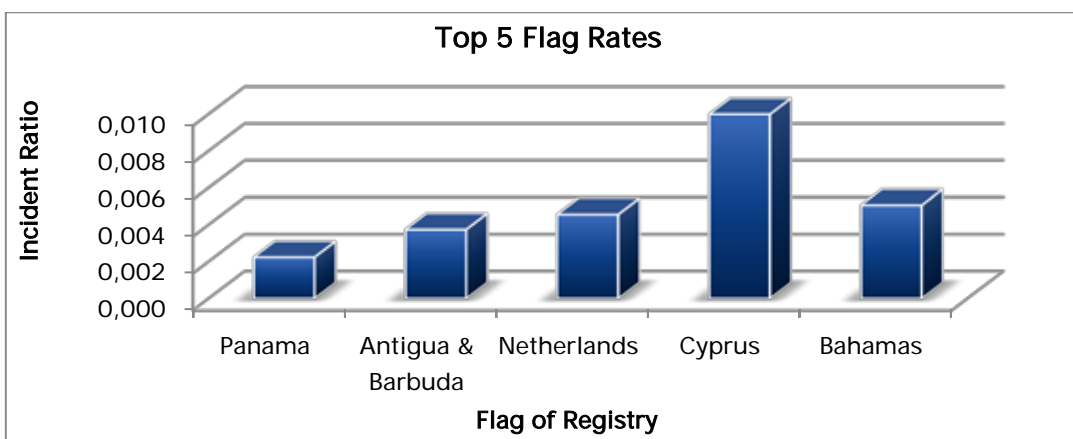
Σχήμα 54:FX Incident Ratio per Flag for Tankers.



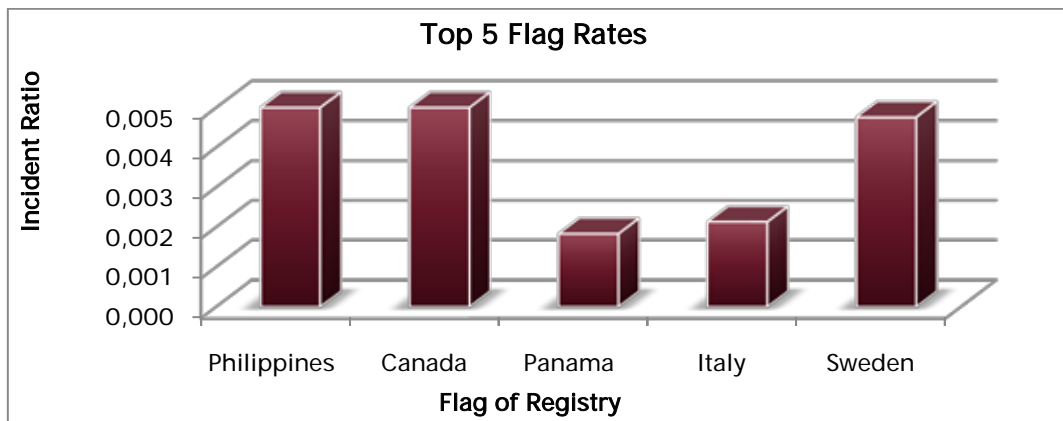
Σχήμα 55:FX Incident Ratio per Flag for B.C.



Σχήμα 56:FX Incident Ratio per Flag for Containerships.



Σχήμα 57:FX Incident Ratio per Flag for G.C.



Σχήμα 58:FX Incident Ratio per Flag for Roro.

Πρωταγωνιστικό ρόλο στην διακίνηση των εμπορευμάτων δια θαλάσσης κατέχουν η Ελλάδα και η Ιαπωνία, σύμφωνα με έρευνα του Economist.

Πάνω από το 80% των εμπορευμάτων στον κόσμο διακινούνται με πλοία, με την Ελλάδα και την Ιαπωνία να είναι οι δύο χώρες οι εμπορικοί στόλοι των οποίων, μεταφέρουν το 30% των φορτίων σε όλα τα μήκη και πλάτη της γης.

Παρόλα αυτά, τα πλοία των δύο κρατών είθισται να μην υψώνουν την σημαία της χώρας τους, επιλέγοντας την ένταξη τους σε νηολόγια άλλων κρατών.

Οι ιαπωνικές ναυτιλιακές εταιρείες προτιμούν την σημαία του Παναμά, οι ελληνικών συμφερόντων εταιρείες προτιμούν να υψώνουν στα πλοία τους, τις σημαίες της Μάλτας και της Κύπρου. Η Γερμανία που καταλαμβάνει την τρίτη θέση στην παγκόσμια κατάταξη μετά την Ελλάδα και την Ιαπωνία, προτιμά-σύμφωνα με την έρευνα του Economist- την σημαία της Λιβερίας.²¹

[Προσωπικό Σχόλιο: Καταλήγουμε ότι αν και η Ιαπωνία είναι πρώτη στην διακίνηση των εμπορευμάτων, η Ελλάδα θα είχε κατακτήσει την θέση αυτή εάν οι πλοιοκτήτες δεν σκέφτονταν μόνο το οικονομικό τους συμφέρον και επέλεγαν την ένταξη των πλοίων τους σε νηολόγια υπό Ελληνική σημαία.]

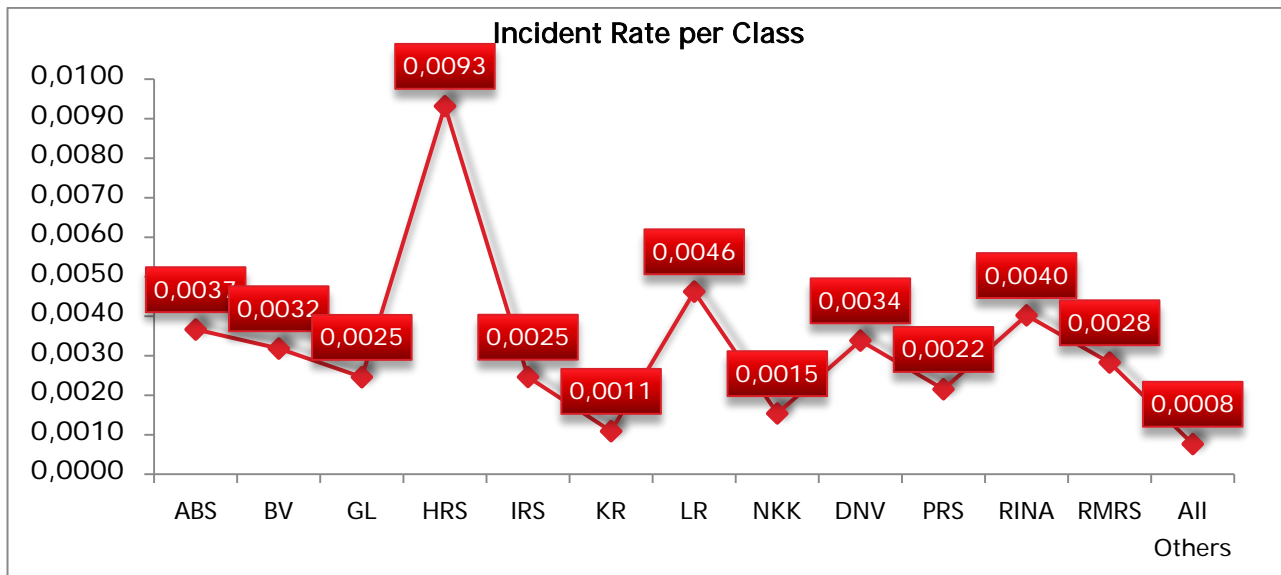
Ο παρακάτω πίνακας συνοψίζει τα ατυχήματα ανάλογα με τη Κλάση του πλοίου.

Πίνακας 30:Classification Societies for Vessels Experiencing Reported FX Casualties.

Classification Society (Listed Alphabetically)	B.C. Total FX Casualties	Containerships Total FX Casualties	G.C Total FX Casualties	Pass./RoRo Total FX Casualties	Tankers Total FX Casualties
American Bureau of Shipping	20	16	11	33	32
Bureau Veritas	11	5	51	27	27
Germanischer Lloyd	3	25	59	17	11
Hellenic Register of Shipping	1	0	5	4	5
Indian Register of Shipping	1	1	3	1	5
Korean Register	3	1	6	2	5
Lloyd's Register of Shipping	37	14	40	64	38
Nippon Kaiji Kyokai	22	12	22	12	27
Norske Veritas	13	1	18	34	46
Polски Rejestr	1	1	1	0	1
Registro Italiano Navale	4	2	6	26	15
Russian Maritime Register	3	2	30	5	15
All Others	13	5	79	45	24
TOTAL	132	85	331	270	251

²¹ Πηγή: <http://www.capital.gr/News.asp?id=870182>, Πέμπτη, 10 Δεκέμβριος 2009

Προκειμένου όμως να συγκρίνουμε τις Κλάσεις ώστε να δούμε ποια εμφανίζει τα περισσότερα ατυχήματα τη περίοδο από το 1999 μέχρι και το 2009, τα στοιχεία αδιαστατοποιήθηκαν με βάση τον υγιή πληθυσμό κάθε νηογνώμονα.



Σχήμα 59:FX Incident Rate per Classification Society.

Έντονο είναι το πρόβλημα στον Ελληνικό Νηογνώμονα σε σχέση με τους υπόλοιπους.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο

ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ.

4.1 ΓΕΝΙΚΑ.

Αρωγός στην προσπάθεια ανίχνευσης πιθανής συσχέτισης της αιτίας ενός ατυχήματος εμπορικού πλοίου με διάφορους παράγοντες θα είναι η στατιστική, και πιο συγκεκριμένα μερικά τεστ στατιστικής σημαντικότητας που παρουσιάζονται και αναλύονται παρακάτω.

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι μια ανάλυση στατιστικής σημαντικότητας, γενικά, δεν μπορεί αποδείξει μια σχέση μεταξύ αιτίας και αποτελέσματος, είναι σε θέση όμως να δείξει και αναδείξει το κατά πόσο οι διάφορες μεταβολές στους ρυθμούς ατυχημάτων είναι συστηματικές ή αποκλειστικά τυχαίες.

4.2 ΚΑΤΑΝΟΜΕΣ ΚΑΙ ΙΣΤΟΓΡΑΜΜΑΤΑ.

Στην στατιστική, το ιστόγραμμα είναι ίσως ο τύπος του γραφήματος που χρησιμοποιείται πιο συχνά.

Το **ιστόγραμμα (histogram)** παρουσιάζει μια κατανομή συχνοτήτων για διακριτά ή συνεχή δεδομένα. Ο οριζόντιος άξονας παρουσιάζει τα αληθινά όρια των διαφόρων διαστημάτων. Τα αληθινά όρια ενός διαστήματος είναι τα σημεία που το διαχωρίζουν από τα διαστήματα αμφότερων πλευρών. Ο κάθετος άξονας παρουσιάζει είτε τη συχνότητα είτε τη σχετική συχνότητα των παρατηρήσεων εντός κάθε διαστήματος. Το ύψος της στήλης αντιστοιχεί στη συχνότητα που σχετίζεται με αυτό το διάστημα.

Στη πραγματικότητα, η συχνότητα που έχει σχέση με κάθε διάστημα σε ένα ιστόγραμμα αντιπροσωπεύεται όχι από το ύψος της κάθε στήλης αλλά από την επιφάνειά της. Η συνολική επιφάνεια του ιστογράμματος είναι ίση με τον αριθμό των δεδομένων (έχει άθροισμα 100% ή 1).

Τα ιστογράμματα χρησιμοποιούνται για την εμφάνιση της πυκνότητας των δεδομένων, και συχνά για την εκτίμηση της συνάρτησης πυκνότητας πιθανότητας της υποκείμενης μεταβλητής.

Μια εναλλακτική λύση για το ιστόγραμμα είναι η εκτίμηση της πυκνότητας πυρήνα²², η οποία χρησιμοποιεί έναν πυρήνα για την εξομάλυνση των δεδομένων.

Έτσι, θα κατασκευαστεί μία εξομαλυσμένη συνάρτηση πυκνότητας πιθανότητας, η οποία σε γενικές γραμμές θα αντικατοπτρίζει με μεγαλύτερη ακρίβεια την υποκείμενη μεταβλητή.

Οι αριθμητικές τιμές πλήθους μετρήσεων μπορούν να καταταχθούν σε διαδοχικές κλάσεις (classes). Κάθε κλάση περιλαμβάνει τις μετρήσεις που βρίσκονται μεταξύ δύο οριακών τιμών, η διαφορά των οποίων Δx είναι η ίδια (κατά κανόνα) σε όλες τις κλάσεις.

Το ποιός πρέπει να είναι ο αριθμός των κλάσεων (επομένως και το εύρος τους Δx) για ένα δεδομένο αριθμό μετρήσεων ρυθμίζεται από τον ερευνητή σύμφωνα με την πείρα του. Προφανώς, όσο μεγαλύτερος είναι ο αριθμός των κλάσεων, τόσο λιγότερες μετρήσεις θα περιλαμβάνονται σε κάθε μία εξ αυτών και ενδέχεται να μην υπάρχει ικανοποιητική απεικόνιση της κατανομής. Για μικρό αριθμό κλάσεων, ενώ θα υπάρχει ικανοποιητικός πλέον αριθμός μετρήσεων για κάθε κλάση, πάλι δεν θα υπάρχει ικανοποιητική απεικόνιση της κατανομής.

Υπάρχει ένας εμπειρικός κανόνας για τον καλύτερο αριθμό κλάσεων (κανόνας του Sturges) σύμφωνα με τον οποίο ο άριστος αριθμός κλάσεων για N μετρήσεις είναι ο πλησιέστερος ακέραιος αριθμός προς τον αριθμό k , που παρέχεται από τη παρακάτω σχέση:

$$\text{Κανόνας Sturges: } k = 1 + 3,322 \log_{10} N$$

Η καμπύλη κατανομής (distribution curve), γενικά, αποτελεί την πληρέστερη απεικόνιση της στατιστικής κατανομής ενός πλήθους τιμών.

²²Είναι μια μη-παραμετρική μέθοδος εκτίμησης της συνάρτησης πυκνότητας πιθανότητας τυχαίας μεταβλητής.

4.3 ΚΑΤΑΝΟΜΕΣ ΣΥΝΕΧΩΝ ΤΥΧΑΙΩΝ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ.

- Η ΕΝΝΟΙΑ ΤΗΣ ΣΥΝΕΧΟΥΣ ΤΥΧΑΙΑΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΗΣ.

Όταν οι τιμές της τυχαίας μεταβλητής μπορούν να πάρουν οποιαδήποτε τιμή μέσα σε ένα δεδομένο διάστημα, τότε η τυχαία μεταβλητή αυτή είναι μια συνεχής μεταβλητή.

- ΣΥΝΑΡΤΗΣΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑΣ ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΑΣ.

Αν X μια συνεχής τυχαία μεταβλητή, η πιθανότητα να πάρει η X μια ορισμένη τιμή είναι γενικά μηδέν. Συνεπώς δεν μπορεί να οριστεί μια συνάρτηση πιθανότητας όπως για μια διακριτή μεταβλητή. Για να οριστεί η κατανομή πιθανότητας για μια συνεχή τυχαία μεταβλητή παρατηρείται ότι η πιθανότητα να βρίσκεται η X μεταξύ δύο διαφορετικών τιμών έχει νόημα.

Η πιθανότητα να πάρει η X τιμές μεταξύ a και b ορίζεται από τη σχέση :

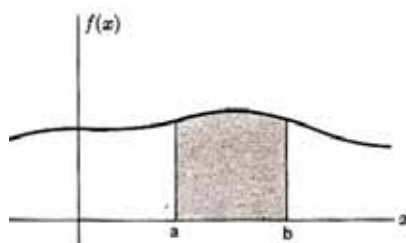
$$P(a < x < b) = \int_a^b f(x) dx$$

Η συνάρτηση $f(x)$ καλείται συνάρτηση πυκνότητας πιθανότητας (σ.π.π.).

Για τη συνάρτηση $f(x)$ ισχύουν :

1. $f(x) \geq 0$

2. $\int_{-\infty}^{\infty} f(x) dx = 1$



Σχήμα 60: A graphic example of probability density function.

Η συνάρτηση πυκνότητας πιθανότητας μπορεί να παρασταθεί γραφικά με μία καμπύλη, όπως στο σχήμα 60. Επειδή $f(x) \geq 0$, η καμπύλη δεν κατεβαίνει ποτέ κάτω από τον άξονα των x . Επίσης, το εμβαδό μεταξύ της καμπύλης και του άξονα x ισούται με 1. Τέλος, η πιθανότητα να

είναι η X μεταξύ a και b παριστάνεται γεωμετρικά από το σκιασμένο εμβαδόν.

Σημαντικές παράμετροι κατανομών συνεχών τυχαίων μεταβλητών

- i. Μέση τιμή (Mean): Ονομάζεται η ποσότητα $\mu = E(X) = \int_{-\infty}^{\infty} xf(x)dx$, όπου $f(x)$ η σ.π.π. της τυχαίας μεταβλητής X .
- ii. Ενδιάμεση τιμή (Median): Είναι η τιμή για την οποία ισχύει ότι οι μισές τιμές της κατανομής είναι ίσες ή μικρότερες από αυτήν και οι άλλες μισές είναι ίσες ή μεγαλύτερες από αυτήν. Για παράδειγμα, για τον δειγματικό χώρο (2, 3, 7, 7, 15, 32, 45) η ενδιάμεση τιμή είναι το 7.
- iii. Διασπορά (Variance): Είναι η μέση τιμή της συνάρτησης $g(x) = (x - \mu)^2$:

$$\text{Var}(X) = V(X) = \sigma^2 = \int_{-\infty}^{\infty} (x - \mu)^2 f(x) dx$$

Η διασπορά δείχνει πόσο “μακριά” βρίσκονται οι τιμές της σ.π.π. από τη μέση τιμή.
- iv. Τυπική απόκλιση (Standard Deviation): Ονομάζεται η θετική τετραγωνική ρίζα της διασποράς: $\sigma = \sqrt{\text{Var}(X)}$
- v. Ασυμμετρία (Skewness): Ονομάζεται η ποσότητα: $\alpha = \frac{1}{\sigma^3} E[(x - \mu)^3]$. Είναι μέτρο της καμπύλης της κατανομής και δείχνει την ασυμμετρία της (όσο αυξάνεται η τιμή της, αυξάνεται και η ασυμμετρία της).
- vi. Κύρτωση (Kurtosis): Ονομάζεται η ποσότητα: $\kappa = \frac{1}{\sigma^4} E[(x - \mu)^4]$. Είναι μέτρο της καμπύλης της κατανομής και δείχνει πόσο “επίπεδη” ή “οξεία” είναι η κατανομή (όσο αυξάνεται η τιμή της, αυξάνεται και η οξύτητα της).

4.4 ΜΗ-ΠΑΡΑΜΕΤΡΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ.

Οι μη-παραμετρικές μέθοδοι παρέχουν μερικά *hypothesis tests*, που δίνουν την δυνατότητα να εξεταστεί η συσχέτιση δύο μεταβλητών, χωρίς να απαιτείται οι τιμές των μεταβλητών αυτών να ακολουθούν κάποια συγκεκριμένη κατανομή, όπως για παράδειγμα η κατανομή Γάμμα. Αυτό είναι πολύ χρήσιμο στην περίπτωση μας, όπου οι τιμές που λαμβάνουν

οι μεταβλητές μας - όπως για παράδειγμα η ηλικία ή η χωρητικότητα των πλοίων - είναι καθαρά τυχαίες, καθώς προέρχονται από παρατήρηση.

Ένα από αυτά τα hypothesis tests που θα χρησιμοποιήσουμε και στην έρευνα μας είναι το *Chi-Square Tests*.

Hypothesis test - Αρχική Υπόθεση H_0 : Η αρχική υπόθεση (null hypothesis), που συμβολίζεται ως H_0 , είναι μία υπόθεση για μια παράμετρο του δείγματος. Ο σκοπός ενός hypothesis test είναι να ελέγξει την ισχύ της αρχικής υπόθεσης με βάση τις τιμές του δείγματος. Ανάλογα με τις τιμές, η αρχική υπόθεση μπορεί να γίνει αποδεκτή είτε να απορριφθεί.

Έστω ότι εξετάζεται αν ο χρόνος αντίδρασης ενός ανθρώπου σε έναν ήχο εξαρτάται από την κατανάλωση αλκοόλ. Η αρχική υπόθεση θα ήταν ότι $\mu_1 - \mu_2 = 0$, όπου μ_1 ο μέσος όρος του χρόνου αντίδρασης μετά την κατανάλωση αλκοόλ και μ_2 ο μέσος όρος του χρόνου αντίδρασης πριν την κατανάλωση αλκοόλ. Δηλαδή, εδώ, η αρχική υπόθεση αναφέρεται στον μέσο όρο (παράμετρος) και αυτή η αρχική υπόθεση είναι ότι η διαφορά των μέσων όρων είναι μηδέν. Αντίθετα, η εναλλακτική υπόθεση H_1 θα ήταν ότι η διαφορά των δύο μέσων όρων δεν είναι μηδέν.

4.4.1 CHI-SQUARE TESTS.

Τα Chi-Square Tests είναι κατάλληλα για περιπτώσεις όπου έχουμε διακριτές τιμές οι οποίες δύναται να ταξινομηθούν σε διαφορετικές κατηγορίες. Για παράδειγμα, τα πλοία που έπαθαν ατύχημα μπορούν να ταξινομηθούν ανάλογα με το αν η ηλικία τους είναι μεταξύ 1-10 ετών, 11-20 ετών, 21-30 ετών, 31-35 ετών.

Τα Chi-Square Tests υπολογίζουν αν οι συχνότητες (τιμές) του δειγματικού χώρου ταξινομημένες στις διάφορες κατηγορίες διαφέρουν σημαντικά από τις συχνότητες που θα περιμέναμε κάτω από μια σειρά συγκεκριμένων υποθέσεων και θεωρήσεων. Για ένα τέτοιο τεστ, χρησιμοποιούμε το chi-square test statistic :

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} \quad (\text{σχέση 1})$$

Όπου,

O_i (observed number) : το πλήθος των τιμών από παρατήρηση για την κατηγορία I_i ,

E_i (exprected number) : το πλήθος των θεωρητικών (αναμενόμενων) τιμών για την κατηγορία i

Το άθροισμα είναι για όλες τις k κατηγορίες στις οποίες ταξινομήσαμε τα δεδομένα. Σημειώνεται ότι το *test statistic* βασίζεται στο τετράγωνο των διαφορών, άρα οι τιμές που παίρνει είναι πάντα θετικές.

Όταν οι τιμές των δεδομένων σε κάθε κατηγορία είναι παρόμοιες με τις θεωρητικές (αναμενόμενες), τότε η κατανομή του δείγματος προσεγγίζει την *chi-square* (χ^2) κατανομή, που ανήκει στην οικογένεια κατανομών με μια μόνο παράμετρο, τον βαθμό ελευθερίας (degrees of freedom) ν .

Παρατηρήσεις – Προϋποθέσεις για τα Chi-Square Tests :

- Ανεξάρτητος δειγματικός χώρος.
- Φανερά διακριτές κατηγορίες (δηλαδή καθεμιά τιμή του δείγματος να αντιστοιχεί σε μία και μόνο κατηγορία).
- Πλήρης λίστα κατηγοριών (δηλαδή οι k κατηγορίες να περιλαμβάνουν όλες τις τιμές του δειγματικού χώρου).
- Όλες οι k κατηγορίες πρέπει να περιλαμβάνουν τουλάχιστον μια τιμή του δειγματικού χώρου.

Η γενική διαδικασία του Chi-Square Test περιλαμβάνει λήψη τιμών από παρατήρηση (*observed values*), υπολογισμό των θεωρητικών τιμών (*exprected values*) και, εν συνεχεία, τη χρήση του *chi-square test statistic* (σχέση 2). Αυτή, ακριβώς, η τιμή που υπολογίζεται με αυτόν τον τρόπο τίθεται σε σύγκριση με την τιμή της χ^2 -κατανομής. Η υπόθεση H_0 (null hypothesis) απορρίπτεται όταν $\chi^{2*} > \chi^2_{\alpha,\nu}$, όπου χ^{2*} είναι η τιμή που υπολογίζεται από το *chi-square statistic test*, και $\chi^2_{\alpha,\nu}$ είναι η *critical value* για συγκεκριμένο επίπεδο σημαντικότητας (level of significance) α και βαθμούς ελευθερίας ν .

Παρακάτω, θα παρουσιαστούν οι διαδικασίες του *chi-square test* για την εξέταση δύο τύπων υποθέσεων: *goodness-of-fit*, *independence of variables*. Το *goodness-of-fit test* ασχολείται με μία μεταβλητή που

χωρίζεται σε δύο ή περισσότερες κατηγορίες, και το ερώτημα που καλείται το τεστ να απαντήσει είναι: Είναι οι συχνότητες της μεταβλητής στις εκάστοτε κατηγορίες ίδιες με τις συχνότητες που αναμένουμε από κάποιο προκαθορισμένο θεωρητικό μοντέλο; Το *independence of variables test* ασχολείται με δύο μεταβλητές και το ερώτημα που καλείται να απαντήσει είναι : Είναι οι δύο αυτές μεταβλητές ανεξάρτητες μεταξύ τους;

- CHI-SQUARE TEST FOR GOODNESS-OF-FIT

Το chi-square test for goodness of fit αξιολογεί το αν η κατανομή των συχνοτήτων στις k κατηγορίες μιας μεταβλητής είναι ίδια με την θεωρητική κατανομή. Ο όρος "goodness of-fit" αναφέρεται στο κατά πόσο καλά "ταιριάζουν" ("*fit*") οι *observed (sample) frequencies* με τις *expected (theoretical) frequencies*. Η εξίσωση του στατιστικού τεστ είναι η σχέση 1 με βαθμούς ελευθερίας $\nu = k-1$, όπου k το πλήθος των κατηγοριών.

Οι υποθέσεις του goodness-of-fit test είναι :

H_0 : Κατανομή sample = Κατανομή theory

H_1 : Κατανομή sample \neq Κατανομή theory

Η κατανομή των τιμών του δειγματικού χώρου είναι μία διακριτή κατανομή, καθώς όλες οι τιμές (συχνότητες) είναι θετικοί ακέραιοι (δηλ. 1, 4, 20, . . .), ενώ η θεωρητική κατανομή είναι συνεχής κατανομή. Για το λόγο αυτό, τα αποτελέσματα από την chi-square ανάλυση είναι απλώς προσεγγίσεις της θεωρητικής κατανομής.

- CHI-SQUARE TEST FOR INDEPENDENCE: CONTINGENCY TABLE ANALYSIS

Μια *contingency table analysis* αξιολογεί αν δύο μεταβλητές είναι ανεξάρτητες μεταξύ τους ή αν υφίσταται μια πιθανή συσχέτιση. Οι κατηγορίες της μίας μεταβλητής είναι τοποθετημένες σε στήλες και οι κατηγορίες της άλλης μεταβλητής σε σειρές. Η διασταύρωση μιας σειράς με μία στήλη καλείται κελί και το μέγεθος του πίνακα υποδηλώνεται ως $r \times c$, όπου το r υποδεικνύει τον αριθμό των γραμμών και το c τον αριθμό

των στηλών. Οι υποθέσεις που εξετάζονται από μια contingency table analysis είναι :

H_0 : Οι δύο μεταβλητές είναι ανεξάρτητες μεταξύ τους

H_1 : Οι δύο μεταβλητές δεν είναι ανεξάρτητες μεταξύ τους

Ένας πίνακας ενδεχομένων (*contingency table*) παρουσιάζει τις *observed* και τις *expected frequencies* για τις κατηγορίες των δύο μεταβλητών. Οι *observed frequencies* προέρχονται από το δειγματικό χώρο. Οι *expected frequencies* υπολογίζονται ως εξής :

$$E_{ij} = (\text{άθροισμα σειράς } i)(\text{άθροισμα στήλης } j) / n \quad (\text{σχέση } 2)$$

όπου E_{ij} είναι η expected frequency για το κελί της σειράς i και της στήλης j , και n είναι το συνολικό πλήθος των τιμών του δείγματος.

Observed και *expected frequencies* παρουσιάζονται στο ίδιο *contingency table*, στο οποίο κάθε κελί έχει δύο τιμές: observed frequency και expected frequency. Η expected frequency είναι συνήθως μέσα σε παρενθέσεις.

Μετά την κατασκευή του πίνακα, *observed* και *expected frequencies* συγκρίνονται με τη χρήση του chi-square test statistic (σχέση 4) με διπλό δείκτη για να υποδηλώνονται οι κατηγορίες και των δύο μεταβλητών :

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(O_{ij} - E_{ij})^2}{E_{ij}} \quad (\text{σχέση } 3)$$

όπου O_{ij} είναι η *observed frequency* και E_{ij} η expected frequency για το κελί στη σειρά i και τη στήλη j . Αυτό το *test statistic* έχει κατανομή που είναι κατά προσέγγιση μία chi-square κατανομή με βαθμούς ελευθερίας $v = (r-1)(c-1)$, όπου r το πλήθος των σειρών και c το πλήθος των στηλών του πίνακα. Η τιμή χ^2^* για το δειγματικό χώρο υπολογίζεται από τη σχέση 4 και στη συνέχεια συγκρίνεται με την κρίσιμη τιμή $\chi^2_{\alpha, v}$. Η υπόθεση H_0 απορρίπτεται όταν η τιμή χ^2^* υπερβαίνει την τιμή $\chi^2_{\alpha, v}$. Οι κρίσιμες τιμές για το Chi-Square statistic test παρουσιάζονται στο Παράρτημα Α. Συνήθως σε αυτήν την περίπτωση η τιμή της p-value είναι μικρότερη της τιμής α . Αν η p-value βρίσκεται μεταξύ των τιμών 0,050 και 0,100 (για $\alpha=0,05$) τότε έχουμε περίπτωση οριακής σημαντικότητας (*"borderline" significance*).

Στατιστική σημαντικότητα (Statistical Significance): Τα τεστ σημαντικότητας (Significance tests) εκτελούνται για να φανεί αν η αρχική υπόθεση H_0 μπορεί να απορριφθεί. Αν η αρχική υπόθεση απορριφθεί, τότε το φαινόμενο που παρατηρείται από τις τιμές του δειγματικού χώρου λέμε ότι είναι στατιστικά σημαντικό. Αντίθετα, αν η αρχική υπόθεση δεν απορριφθεί, τότε το φαινόμενο δεν είναι στατιστικά σημαντικό. Κατά την εκτέλεση του τεστ εκλέγεται ένα επίπεδο σημαντικότητας (significance level) με βάση το οποίο εξετάζεται η απόρριψη ή μη της αρχικής πρότασης.

Αν, δηλαδή, με βάση το παραπάνω παράδειγμα, η αρχική υπόθεση απορριφθεί τότε θα μπορούσαμε να πούμε ότι η αύξηση στο χρόνο αντίδρασης μετά την κατανάλωση αλκοόλ είναι στατιστικά σημαντική και αυτό θα οδηγούσε σε πιθανή συσχέτιση του χρόνου αντίδρασης με την κατανάλωση αλκοόλ.

Η τιμή p-value: Το βασικό κριτήριο για τη στατιστική σημαντικότητα είναι η τιμή του p-value, η οποία προκύπτει από τη σύγκριση της τιμής του τεστ με την κρίσιμη τιμή (critical value). Η τιμή p-value δείχνει την πιθανότητα να δημιουργηθεί μια διαφορά μεταξύ των εξεταζόμενων παραμέτρων ίση ή μεγαλύτερη από αυτή που προκύπτει από τις τιμές του δειγματικού χώρου, αν πραγματικά οι δύο μεταβλητές είναι ανεξάρτητες. Δηλαδή, δείχνει την πιθανότητα η διαφορά μεταξύ του μ_1 και μ_2 να είναι ίση ή μεγαλύτερη από αυτή που πραγματικά προκύπτει, αν ο χρόνος αντίδρασης του ανθρώπου και η κατανάλωση αλκοόλ είναι ανεξάρτητα. Θέτοντάς το διαφορετικά, θα μπορούσε να ειπωθεί ότι μία πολύ μικρή τιμή της p-value αντιστοιχεί σε πολύ μικρή πιθανότητα λανθασμένου συμπεράσματος ότι ο χρόνος αντίδρασης και η κατανάλωση αλκοόλ δεν είναι ανεξάρτητα.

4.5 STUDENT'S T-TEST

Η χρήση τους *Student's t-test* έχει ως σκοπό τη σύγκριση των μέσων τιμών ανάμεσα σε δύο υποκατηγορίες, ακόμα και αν ο αριθμός των τιμών σε κάθε κατηγορία είναι διαφορετικός. Για παράδειγμα, είναι δυνατόν να γίνει σύγκριση στο μέσο όρο του ύψους μιας ομάδας 10 ανδρών με το μέσο όρο του ύψους μιας ομάδας 12 γυναικών. Η υποκατηγορία: *άνδρας* ή *γυναίκα* αποτελεί την ανεξάρτητη μεταβλητή και το *ύψος* αποτελεί την εξαρτημένη μεταβλητή.

Προϋποθέσεις για το *Student's t-test*:

- Οι τιμές της συνεχούς μεταβλητής στις διάφορες υποκατηγορίες ακολουθούν κανονική κατανομή.

Παρατήρηση #1: Συνήθως ο σχετικά μικρός αριθμός των τιμών της συνεχούς μεταβλητής είναι ανασταλτικός παράγοντας στην προσπάθεια για εξέταση της κανονικότητας των τιμών. Για το λόγο αυτό γίνεται αποδεκτή η συνήθης παραδοχή ότι οι παρατηρούμενες τιμές τείνουν να ακολουθούν την κανονική κατανομή.

- Οι τυπικές αποκλίσεις (σ) για κάθε υποκατηγορία είναι περίπου ίσες.

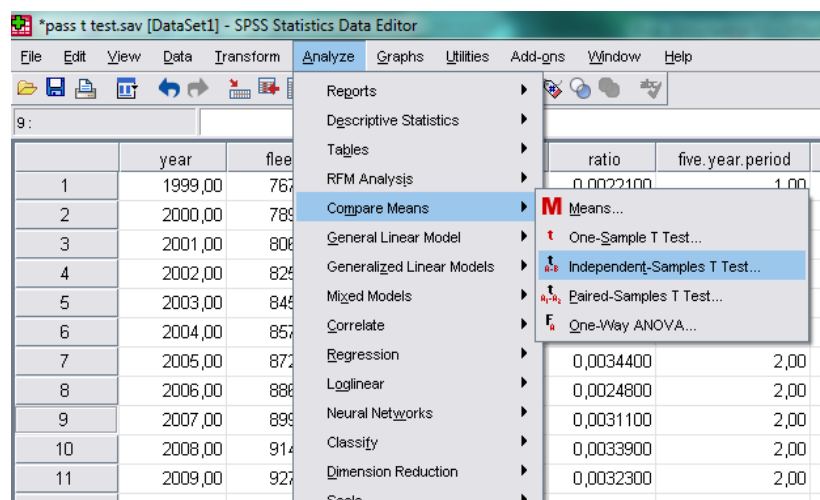
Παρατήρηση #2: Κριτήριο για την τήρηση της προϋπόθεσης αυτής είναι ο λόγος της μεγαλύτερης τυπικής απόκλισης προς τη μικρότερη τυπική απόκλιση να μην ξεπερνά τον λόγο δύο προς ένα:

$$\frac{\max\sigma}{\min\sigma} \geq 2$$

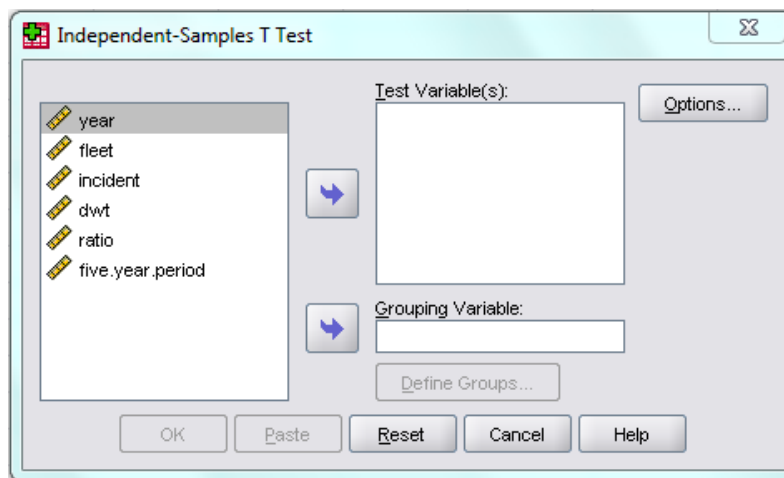
- Οι τιμές των δύο υποκατηγοριών είναι ανεξάρτητες μεταξύ τους.

Για την εκτέλεση του Student's t-test έγινε η χρήση του στατιστικού προγράμματος SPSS. Παρακάτω φαίνεται ο τρόπος εκτέλεσης του συγκεκριμένου test μέσω του προγράμματος και ο τρόπος εξαγωγής συμπερασμάτων.

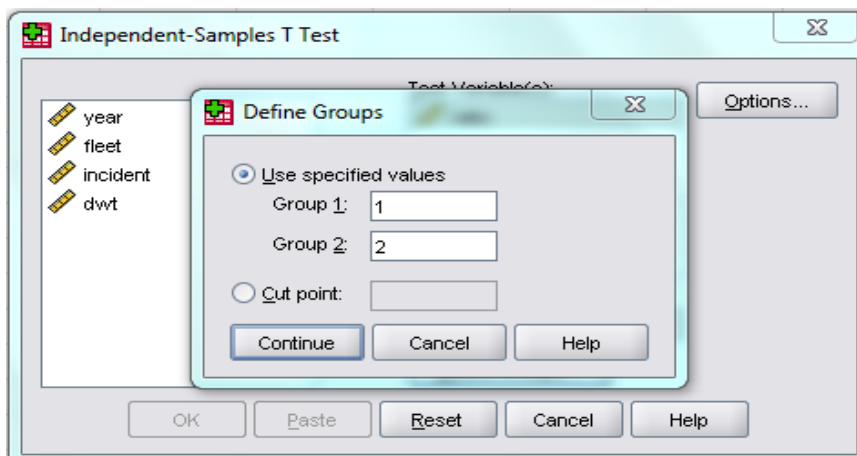
1. ΚΑΤΑΧΩΡΗΣΗ ΤΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΣΤΟΝ ΠΙΝΑΚΑ ΤΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ.
2. ΕΠΙΛΟΓΗ ANALYZE > COMPARE MEANS > INDEPENDENT-SAMPLES T TEST.



3. ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΤΗΣ ΕΞΑΡΤΗΜΕΝΗΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΗΣ [DEPENDENT VARIABLE] ΣΤΟ ΚΟΥΤΙ TEST VARIABLE(S) ΚΑΙ ΤΗΣ ΑΝΕΞΑΡΤΗΤΗΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΗΣ [INDEPENDENT VARIABLE] ΣΤΟ ΚΟΥΤΙ GROUPING VARIABLE.



4. ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΥΠΟΚΑΤΗΓΟΡΙΩΝ, ΓΙΑ ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 1 ΓΙΑ ΤΟ GROUP 1 ΚΑΙ 2 ΓΙΑ ΤΟ GROUP 2.



5. ΞΕΘΔΟΣ SPSS

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
									95% Confidence Interval of the Difference	
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
Incident	Equal variances assumed	1,315	,281	-2,115	9	,064	-6,70000	3,16772	-13,86588	,46588
	Equal variances not assumed			-2,222	8,211	,056	-6,70000	3,01496	-13,62152	,22152

Αν η στατιστική σημαντικότητα (Sig.) για το Levene's Test είναι μικρότερη ή ίση με 0.05 τότε χρησιμοποιείται το "Equal Variances Not Assumed" test. Σε αντίθετη περίπτωση χρησιμοποιείται το Equal Variances Assumed" test. Στη συνέχεια εξετάζουμε τη στατιστική σημαντικότητα για το Student's t-test (Sig.(2-tailed)): αν είναι μικρότερη από 0,05 τότε η διαφορά ανάμεσα στις μέσες τιμές των δύο υποκατηγοριών είναι στατιστικά σημαντική.

4.6 ODDS RATIO (OR).

Ο δείκτης *odds ratio* (γνωστός και ως *relative odds*) είναι ένας τρόπος σύγκρισης πιθανότητας ενός συγκεκριμένου γεγονότος ανάμεσα σε δύο ομάδες. Για παράδειγμα, μπορεί να συγκριθεί αν είναι το ίδιο πιθανό να συμβεί ένα ατύχημα (γεγονός) σε ένα πλοίο κάτω από 10 ετών (πρώτη ομάδα) ή πάνω από 10 ετών (δεύτερη ομάδα). Όταν ο odds ratio παίρνει την τιμή 1 (μονάδα) σημαίνει ότι το γεγονός είναι το ίδιο πιθανό και για τις δύο ομάδες. Ένας odds ratio μεγαλύτερος της μονάδας υποδηλώνει ότι το γεγονός είναι πιο πιθανό για την πρώτη ομάδα. Αντίθετα, ένας odds ratio μικρότερος της μονάδας υποδηλώνει ότι το γεγονός είναι πιο πιθανό για τη δεύτερη ομάδα.

Παρακάτω φαίνεται ένας χαρακτηριστικός 2x2 πίνακας.

Πίνακας 31: Typical 2 by 2 table for odds ratio calculation.

	X^-	X^+	
Y^-	a	b	$a+b$
Y^+	c	d	$c+d$
	$a+c$	$b+d$	$n=a+b+c+d$

Ο ορισμός του odds ratio γίνεται καλύτερα αντιληπτός αν αναφερθούμε πρώτα στα odds κάθε ομάδας. Τα odds για τη ομάδα Y^- (πρώτη ομάδα) είναι a/b , ενώ τα odds για τη ομάδα Y^+ (δεύτερη ομάδα) είναι c/d . Ο δείκτης odds ratio (OR) είναι, αυτός ακριβώς, ο λόγος των δύο odds :

$$OR = \frac{a/b}{c/d} \quad (\text{σχέση 4})$$

που μπορεί απλούστερα να αποδοθεί ως

$$OR = \frac{a \cdot c}{b \cdot d} \quad (\text{σχέση 5})$$

Παρατηρήσεις για το odds ratio

- ∅ Όσο η τιμή του OR αποκλίνει της μονάδας, τόσο αυξάνεται η πιθανότητα της πρώτης ομάδας (για $OR > 1$) ή της δεύτερης ομάδας (για $OR < 1$).
- ∅ Το πεδίο τιμών που παίρνει ο odds ratio είναι $[0, +\infty)$.
- ∅ Υπολογίζοντας το φυσικό λογάριθμο του odds ratio ($\ln(OR)$), γίνεται αντιληπτό ότι το αριστερό άκρο, δηλαδή το 0, τείνει στο $-\infty$, ενώ στο δεξί άκρο και πάλι στο $+\infty$. Με αυτόν τον τρόπο, το τεστ ανεξαρτησίας γίνεται με το να δούμε αν η τιμή του $\ln(OR)$ είναι 0 ή όχι. Παράλληλα, έτσι γίνεται φανερό ότι, για παράδειγμα, η τιμή odds ratio=10 ($\ln(OR)=2,303$) με την τιμή odds ratio=0,1 ($\ln(OR)=-2,303$) υποδηλώνουν την ίδια πιθανότητα.
- ∅ Τέλος, με αυτόν αυτήν την μέθοδο, καταλήγουμε στο να έχει ο δείκτης $\ln(OR)$ μια ασυμπτωτική κανονική κατανομή όπου μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον υπολογισμό του διαστήματος εμπιστοσύνης (confidence interval) του odds ratio.

Ο υπολογισμός γίνεται όπως φαίνεται παρακάτω :

$$95\% \text{ confidence interval} = \exp [\ln(OR) \pm 1,96 \times SE(\log(OR))] , \quad (\text{σχέση 6})$$

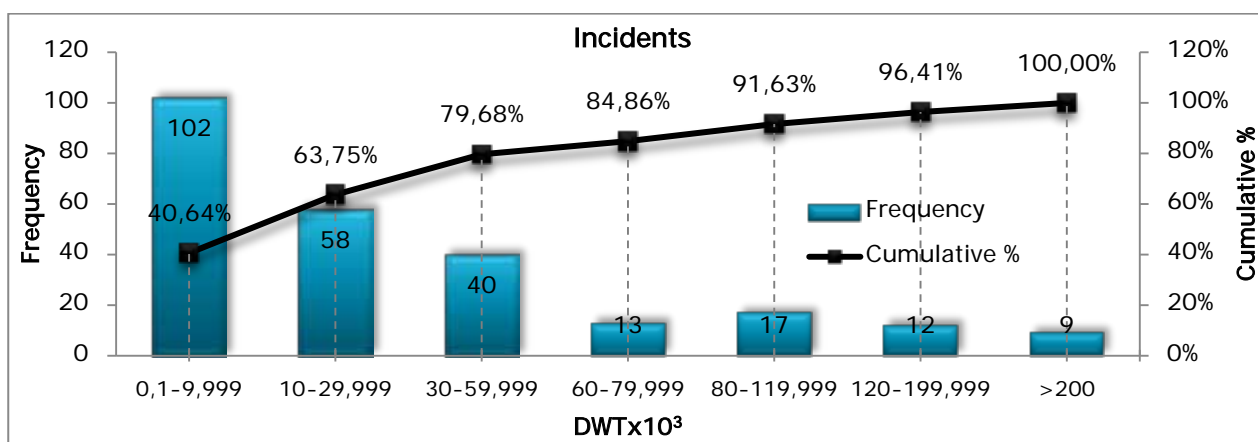
$$, \text{ όπου } SE(\log(OR)) = \sqrt{\left(\frac{1}{a} + \frac{1}{b} + \frac{1}{c} + \frac{1}{d}\right)}$$

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο

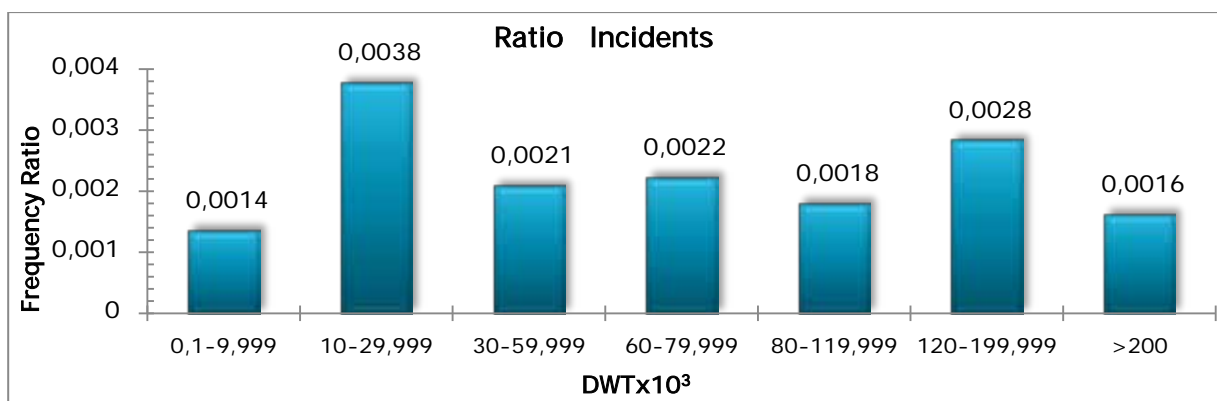
ΑΤΥΧΗΜΑΤΑ FX – ΜΕΓΕΘΟΣ & ΗΛΙΚΙΑ ΠΛΟΙΟΥ.

5.1 ΓΕΝΙΚΑ.

Για την περίοδο 1999-2009 και για τα ναυτικά ατυχήματα των δεξαμενοπλοίων στον θαλάσσιο χώρο τα αποτελέσματα δείχνουν διαφοροποιημένα. Στο σχήμα 61, η πλέον επικίνδυνη κατηγορία πλοίων για ατύχημα φαίνεται να είναι τα Tankers με DWT από 100t έως 9.999t, ενώ η συχνότητα των ατυχημάτων μειώνεται σταδιακά όσο το μέγεθος αυξάνεται. Έχοντας όμως ως κριτήριο το δείκτη ατυχήματος ανά κατηγορία μεγέθους (σχήμα 62), είναι προφανές ότι η 2η κατηγορία (10.000t - 29.999t) αντιμετωπίζει τα περισσότερα προβλήματα με ποσοστό 24%. Παρ' όλα αυτά βλέπουμε ότι υπάρχει μια ισορροπία στα ατυχήματα, δε παρατηρούνται μεγάλες διαφορές.

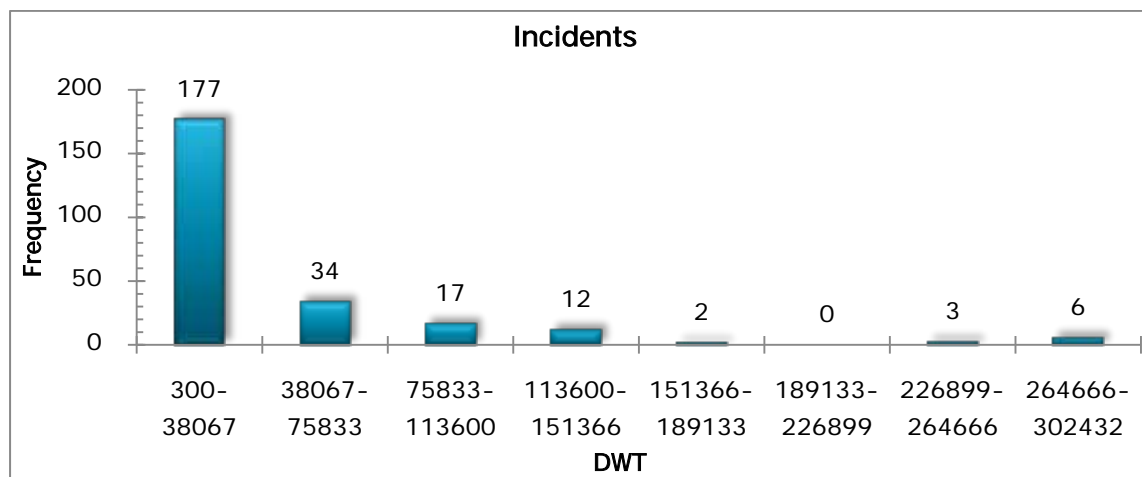


Σχήμα 61: Frequency of Tanker Incidents by DWT tonnage.



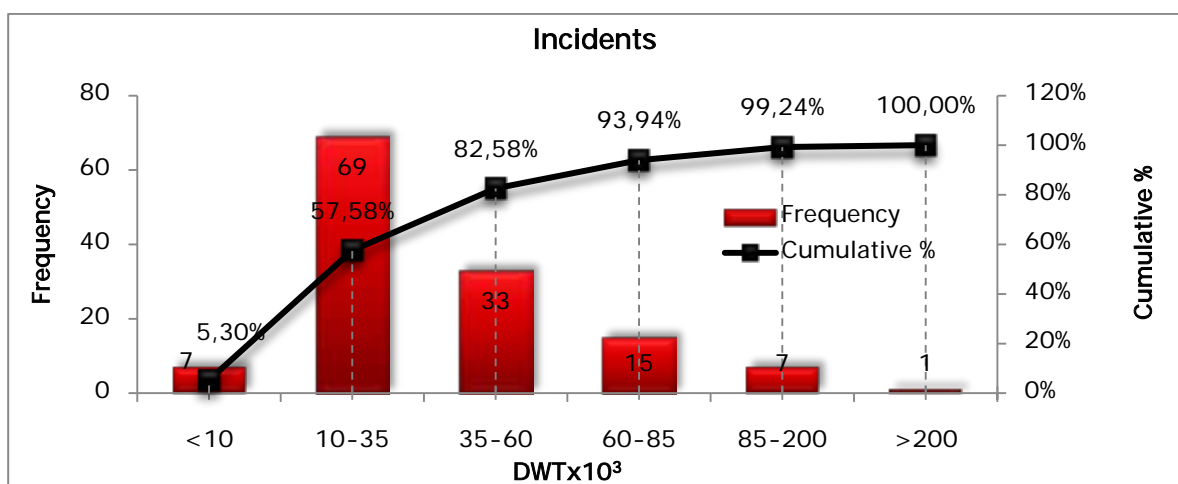
Σχήμα 62: Tanker Incidents Ratio by DWT tonnage.

Το παρακάτω ιστόγραμμα δεν δείχνει τίποτα διαφορετικό από τα παραπάνω. Η ταξινόμηση των δεδομένων βασίστηκε στο κανόνα του Sturge (δες σελ.90) και όχι εμπειρικά ανάλογα με το μέγεθος του πλοίου (δες σελ.24)

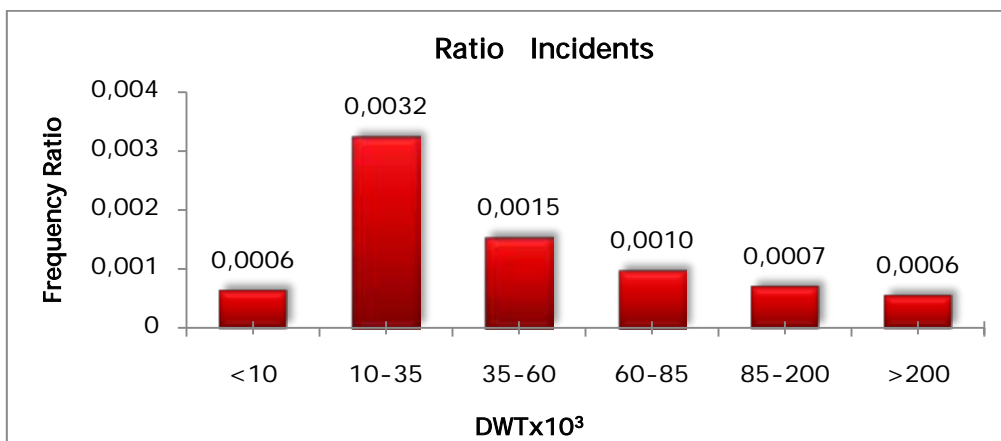


Σχήμα 63:Frequency Histogram for Tankers using the Sturge's Rule.

Σχετικά με τα ατυχήματα των Bulk Carriers, παρατηρούμε ότι τα πλοία που είναι πιο επιρρεπή σε ατυχήματα είναι αυτά με DWT από 10.000 έως 35.000t, με μεγάλο ποσοστό σε σχέση με τα υπόλοιπα. Αυτό επαληθεύεται και από το δείκτη ατυχήματος σε σχέση με τον υγιή πληθυσμό της κατηγορίας (σχ.65).

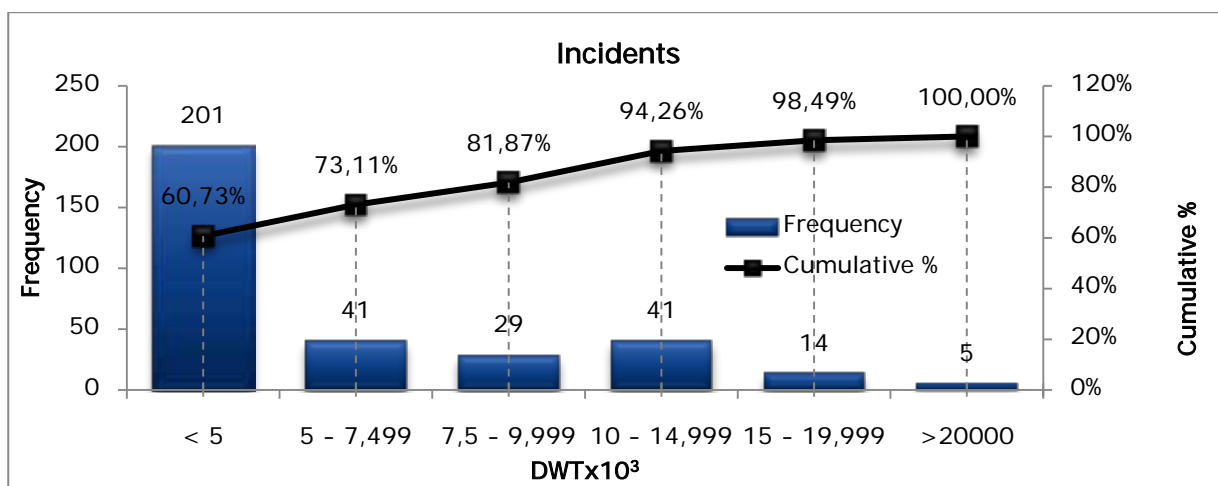


Σχήμα 64:Frequency of B.C. Incidents by DWT tonnage.

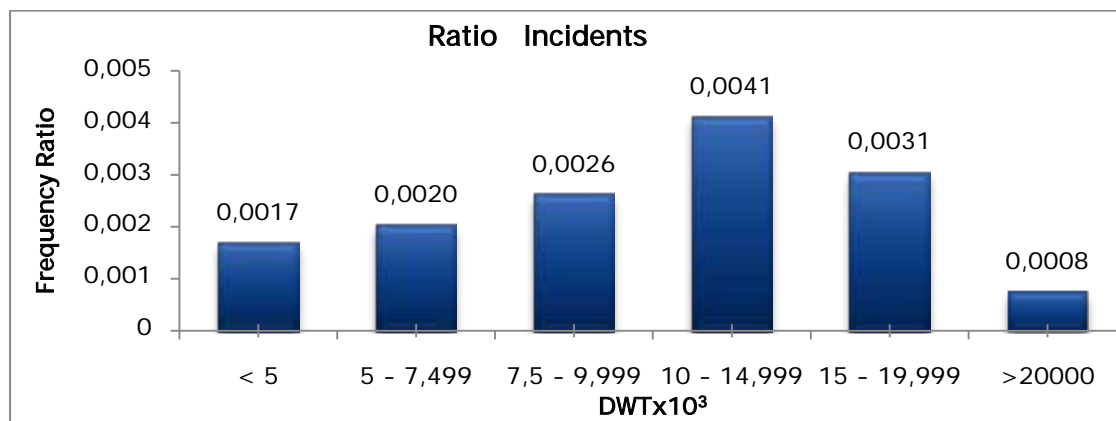


Σχήμα 65: B.C. Incidents Ratio by DWT tonnage.

Όσο αφορά τα General Cargo Ships βλέπουμε ότι παραπάνω από τα μισά ατυχήματα εμπίπτουν στη μικρή κατηγορία (μέχρι 2000 t). Όμως από το σχήμα 67, προκύπτει ότι η πιο επιρρεπής κατηγορία GC είναι αυτή με DWT από 10.000 t έως 14.999 t, με ποσοστό 27%. Πολύ κοντά βρίσκεται η κατηγορία 15.000 t έως 19.999 t.



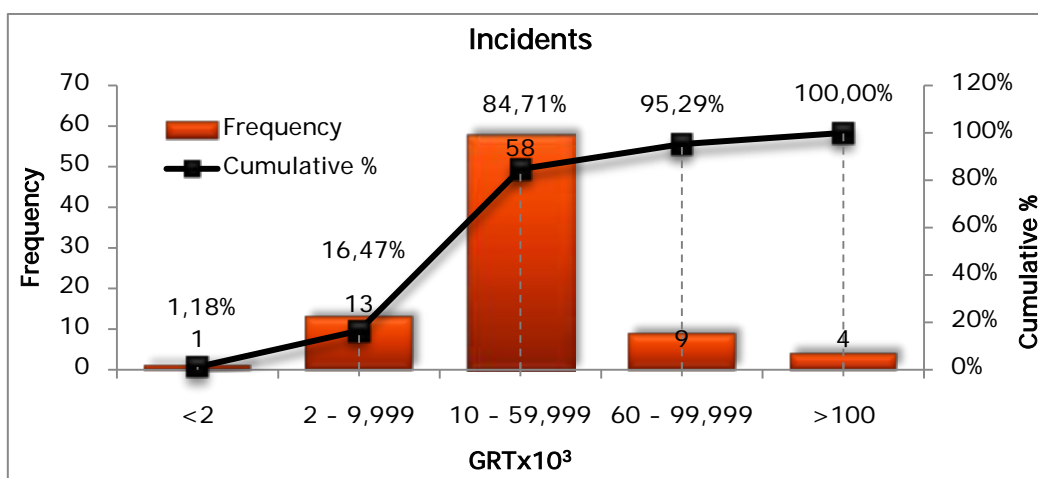
Σχήμα 66: Frequency of G.C. Incidents by DWT tonnage.



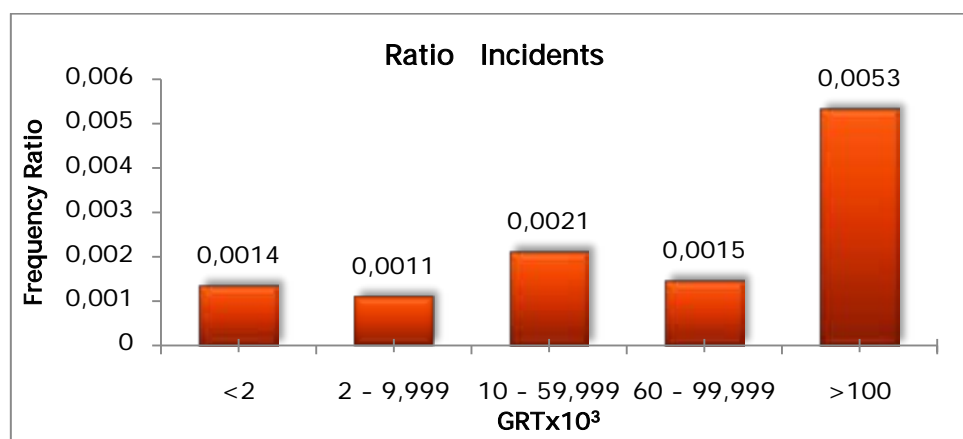
Σχήμα 67: G.C. Incidents Ratio by DWT tonnage.

Όσον αφορά τα Containerships και τα Passenger Ships χρησιμοποιήσαμε το μέγεθος GRT ώστε να τα ομαδοποιήσουμε.

Για τα Containerships, διαπιστώνουμε ότι τα περισσότερα ατυχήματα συμβαίνουν για GRT από 10.000 έως 59.999 t, με ποσοστό αρκετά μεγάλο σε σχέση με τα ποσοστά των υπολοίπων κατηγοριών. Αλλά είναι εμφανές ότι το πρόβλημα εστιάζεται στη τελευταία κατηγορία η οποία έχει ένα αρκετά μεγάλο ποσοστό-47% σε σχέση με τις υπόλοιπες κατηγορίες μεγέθους.

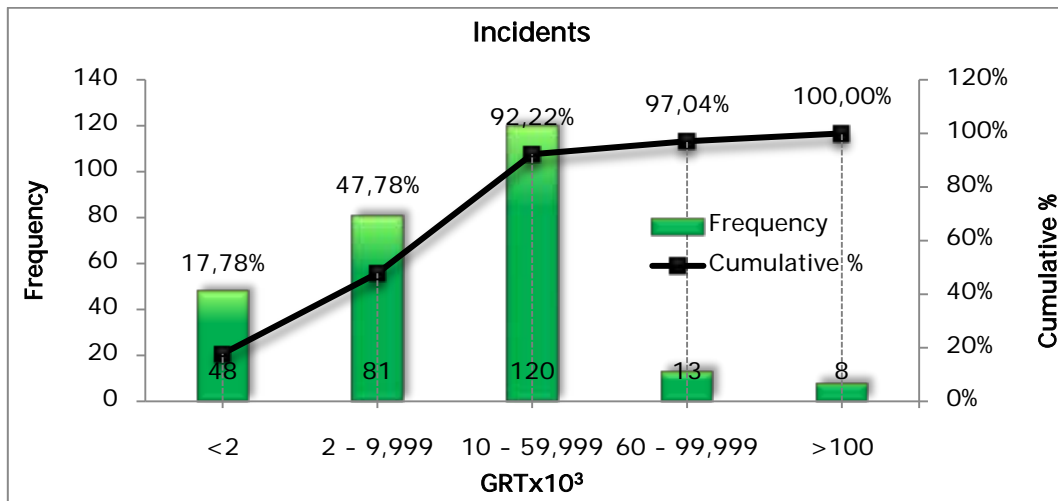


Σχήμα 68: Frequency of Containership Incidents by GRT tonnage.

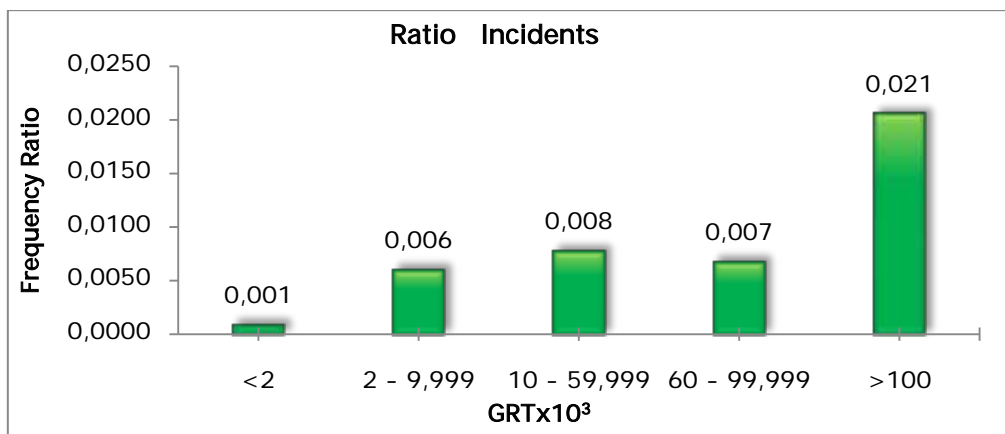


Σχήμα 69: Containership Incidents Ratio by GRT tonnage.

Για τα Passenger Ships, το μεγαλύτερο ποσοστό το εμφανίζουν για GRT από 10000 έως 59999 t αλλά η συχνότητα των ατυχημάτων αυξάνεται σταδιακά όσο το μέγεθος αυξάνεται, μέχρι τη παραπάνω κατηγορία και μετά σταθεροποιείται. Αλλά είναι εμφανές ότι το πρόβλημα εστιάζεται στη τελευταία κατηγορία η οποία έχει ένα αρκετά μεγάλο ποσοστό 49% σε σχέση με τις υπόλοιπες κατηγορίες μεγέθους.



Σχήμα 70: Frequency of Pass./Roro Incidents by GRT tonnage.



Σχήμα 71: Pass./Roro Incidents Ratio by GRT tonnage.

5.2 ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΑΤΑΝΟΜΩΝ ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΠΛΟΙΩΝ.

Αρχικά, θα αναλύσουμε τα δεδομένα μας ώστε να δούμε τις κατανομές των τιμών της χωρητικότητας των πλοίων που ενεπλάκησαν σε ατύχημα.

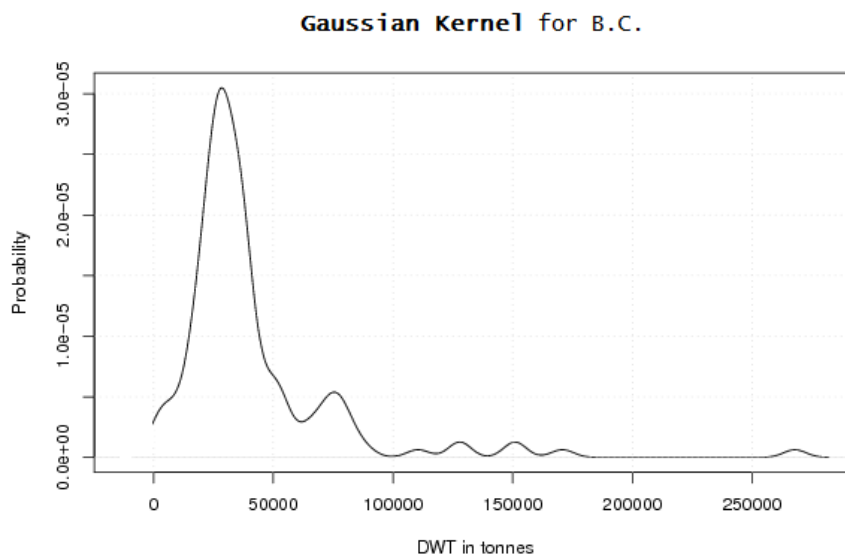
Οι χωρητικότητες των πλοίων αποτελούν συνεχή κατανομή καθώς μπορούν να πάρουν οποιαδήποτε τιμή από 100 DWT/GRT (καθώς η βάση δεδομένων αναφέρεται σε εμπορικά πλοία άνω των 100 GRT) έως θεωρητικά το $+\infty$.

Με τη βοήθεια ενός free source προγράμματος²³ (υπολογισμού) αναπαραστάθηκαν γραφικά οι συναρτήσεις πυκνότητας πιθανότητας της χωρητικότητας των εμπορικών πλοίων που έπαθαν ατύχημα φωτιάς/έκρηξης (ο αλγόριθμος κώδικας που χρησιμοποιήθηκε παρουσιάζεται στο Παράρτημα Γ).

Το δωρεάν αυτό πρόγραμμα εκτελεί μια σειρά υπολογισμών για την εκτίμηση της **Kernel Density** για οποιαδήποτε δεδομένα σύμφωνα με τους ακόλουθους πυρήνες (Kernels): Gaussian, Epanechnikov, Rectangular, Triangular, Biweight, Cosine και Optcosine.

Η καλύτερη εκτίμηση της κατανομής δίνεται από τον Gaussian Kernel.

Παραθέτουμε ενδεικτικά τις προσεγγιστικές κατανομές για τρεις τύπους πλοίων.

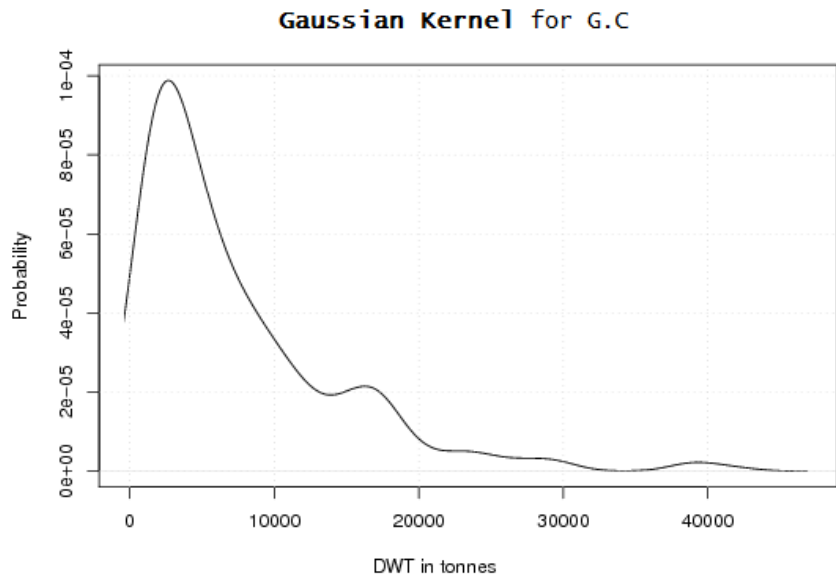


Σχήμα 72:PDF for B.C. Incidents.

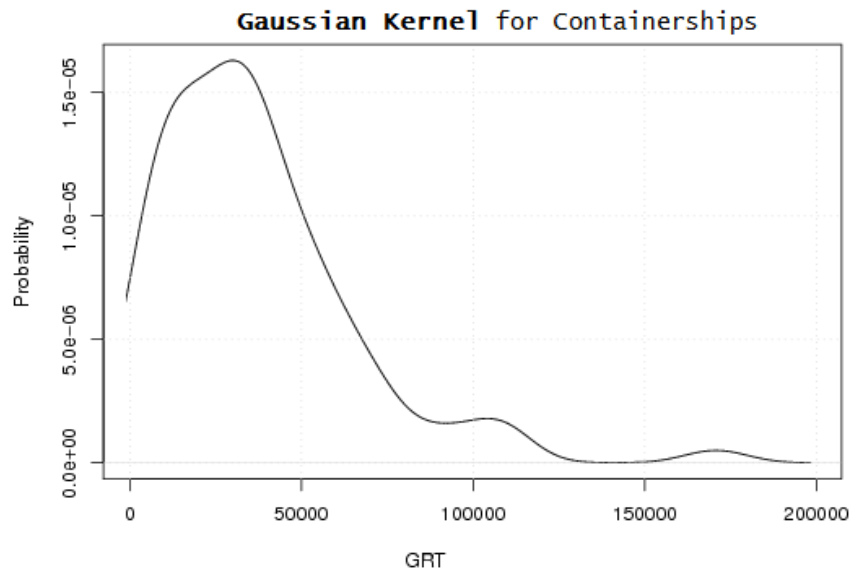
²³ To cite Wessa.net in publications use:

Wessa, P. (2010), Free Statistics Software, Office for Research Development and Education, version 1.1.23-r5, URL <http://www.wessa.net/>

© Resa R&D, and the 'Office for Research, Development, and Education' - All rights reserved. Academic license for non-commercial use only.



Σχήμα 73:PDF for G.C. Incidents.



Σχήμα 74:PDF for Containership Incidents.

5.3 ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΘΕΩΡΗΤΙΚΩΝ ΜΕ ΕΙΔΙΚΕΣ ΚΑΤΑΝΟΜΕΣ (“DISTRIBUTION FITTING”).

Η παραπάνω ανάλυση προσέφερε σημαντικά συμπεράσματα για τα FX ατυχήματα του Παγκόσμιου Εμπορικού Στόλου κατά την περίοδο 1999 – 2009. Παρακάτω εξετάζεται αν, και σε ποιο βαθμό, μπορούν οι τυχαίες κατανομές που προκύπτουν από την καταγραφή των τιμών της χωρητικότητας των πλοίων που έπαθαν ατύχημα να προσεγγιστούν με μια από τις ειδικές συνεχείς κατανομές, όπως για παράδειγμα η ομοιόμορφη κατανομή, η εκθετική κατανομή, η κανονική κατανομή και άλλες.

Με τον τρόπο αυτό είναι δυνατόν να γίνει πιο εύκολα μια πρόβλεψη για το άμεσο μέλλον και τις πιθανότητες που έχει ένα εμπορικό πλοίο ανάλογα με τη χωρητικότητά να προκαλέσει ατύχημα. Επίσης, θα μπορεί στο μέλλον να γίνει μια άμεση σύγκριση με τα καινούρια στοιχεία που καταγράφονται και έτσι να παρακολουθείται κατά πόσο υπάρχει βελτίωση στον τομέα της ασφάλειας.

5.3.1 ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ “BEST FIT VERSION 4.5”

Η προσέγγιση της τυχαίας κατανομής που σχηματίζουν οι καταγεγραμμένες τιμές της χωρητικότητας των πλοίων με μία από τις ειδικές συνεχείς κατανομές πραγματοποιήθηκε με τη βοήθεια του προγράμματος “Best Fit Version 4.5”. Η διαδικασία μέσω του συγκεκριμένου προγράμματος βασίζεται σε πέντε βήματα :

Ø ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΕΙΣΕΡΧΟΜΕΝΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ.

Αρχικά γίνεται η εισαγωγή των τιμών του δείγματος στο πρόγραμμα και καθορίζεται ποιες από αυτές θα τεθούν προς ανάλυση. Για παράδειγμα, μπορεί να ζητηθεί να εξαιρεθούν όλες οι τιμές κάτω από το μηδέν.

Ø ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΕΙΔΙΚΩΝ ΚΑΤΑΝΟΜΩΝ ΠΟΥ ΘΑ ΤΕΘΟΥΝ ΠΡΟΣ ΕΞΕΤΑΣΗ.

Εδώ σημειώνεται αν οι τιμές αποτελούν στοιχεία διακριτής ή συνεχούς κατανομής. Παράλληλα δύνανται να καθοριστούν τα όρια των ειδικών κατανομών που θα προσεγγίσουν τις εισερχόμενες τιμές.

Ø **ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗΣ.**

Στο στάδιο αυτό το πρόγραμμα κάνει τους υπολογισμούς και παρουσιάζει τα αποτελέσματα του.

Ø **ΕΡΜΗΝΕΙΑ ΤΩΝ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ.**

Είναι το σημαντικότερο στάδιο της διαδικασίας καθώς η σωστή ερμηνεία των αποτελεσμάτων αποτελεί οδηγό για την σωστή επιλογή της κατανομής που προσεγγίζει καλύτερα τις τιμές του δειγματικού χώρου. Οι παράμετροι που κρίνουν αυτήν την επιλογή είναι :

Ø **ΒΑΘΜΟΝΟΜΗΣΗ ΤΩΝ ΚΑΤΑΝΟΜΩΝ.**

Το πρόγραμμα ιεραρχεί τις ειδικές κατανομές με βάση τρία στατιστικά τεστ: το Chi-Square Statistic, το Kolmogorov-Smirinov Statistic και το Anderson-Darling Statistic.

Στις περιπτώσεις που εξετάστηκαν προτιμήθηκαν τα αποτελέσματα του Chi-Square Statistic (σελ.93) καθώς τα άλλα δύο παρουσιάζουν μερικές αδυναμίες. Το Kolmogorov-Smirinov Statistic δεν εξετάζει επαρκώς τις διαφορές των δύο κατανομών (θεωρητικής και ειδικής κατανομής) στα άκρα, ενώ, αντίθετα, το Anderson-Darling Statistic ρίχνει το βάρος σε αυτά τα σημεία μη έχοντας καλά αποτελέσματα στη μέση των κατανομών.

Ø **ΓΡΑΦΗΜΑΤΑ.**

- i. **Comparison graph:** Γίνεται σύγκριση οπτικά μεταξύ της κατανομής του δειγματικού χώρου και της ειδικής κατανομής και έτσι μπορεί να εστιάσει κανείς κατά πόσο είναι ικανοποιητική η προσέγγιση στα σημεία που κρίνονται βασικά για την αξιοπιστία των αποτελεσμάτων.
- ii. **Difference graph:** Παρουσιάζεται η διαφορά μεταξύ της προσεγγιστικής και της θεωρητικής κατανομής.
- iii. **P-P (Probability-Probability) graph:** Αποτυπώνει γραφικά την κατανομή των τιμών του δειγματικού χώρου σε σχέση με τη συνάρτηση

κατανομής $F(x) = \int_{-\infty}^x f(u)du$. Αν η προσέγγιση είναι καλή, η σχέση θα είναι περίπου γραμμική.

- iv. **Q-Q (Quantile-Quantile) graph** : Αποτυπώνει γραφικά τις ποσοστιαίες τιμές του δειγματικού χώρου σε σχέση με τις ποσοστιαίες τιμές του αποτελέσματος ($F^{-1}(x)$). Αν η προσέγγιση είναι καλή η σχέση θα είναι περίπου γραμμική.

Ø ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΚΑΤΑΝΟΜΩΝ.

Παρατίθενται οι τιμές των σημαντικών παραμέτρων των ειδικών κατανομών (όπως μέση τιμή, κορυφή, διασπορά και άλλες) και έτσι γίνεται άμεση σύγκριση με τις σημαντικές παραμέτρους της θεωρητικής κατανομής του δειγματικού χώρου.

Ø P-VALUE.

Όσο η τιμή της p-value πλησιάζει στο μηδέν, τόσο λιγότερο σίγουροι είμαστε ότι η ειδική κατανομή προσεγγίζει την κατανομή των τιμών του δειγματικού χώρου. Αντίθετα, για τιμές κοντά στη μονάδα η ειδική κατανομή προσεγγίζει ικανοποιητικά την κατανομή που εξετάζεται.

Ø CRITICAL VALUE:

Αν η τιμή του τεστ είναι μικρότερη από την κρίσιμη τιμή (critical value) τότε η προσέγγιση γίνεται αποδεκτή. Οι κρίσιμες τιμές παρουσιάζονται στο Παράρτημα Α.

Ø ΧΡΗΣΗ ΤΩΝ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ.

Τα διαγράμματα και γενικά όλα τα αποτελέσματα που υπολογίζει το πρόγραμμα μπορούν στη συνέχεια να εξαχθούν και να χρησιμοποιηθούν σε άλλο πρόγραμμα, όπως για παράδειγμα στο Excel για να τροποποιηθούν κατά βούληση τα διαγράμματα.

5.3.2 ΕΠΙΛΟΓΗ ΚΑΤΑΜΗΛΩΝ ΕΙΔΙΚΩΝ ΚΑΤΑΝΟΜΩΝ.

✓ DISTRIBUTION FITTING ΓΙΑ ΑΤΥΧΗΜΑΤΑ ΤΩΝ TANKERS.

Η εκτέλεση του προγράμματος για τις τιμές της χωρητικότητας των πλοίων που έπαθαν ατύχημα από Φωτιά/Έκρηξη έδειξε ότι η ειδική κατανομή που προσεγγίζει καλύτερα την κατανομή των τιμών αυτών είναι η κατανομή LogNormal2.

Η LogNormal2 κατανομή έχει συνάρτηση πυκνότητας πιθανότητας :

$$f(x) = \frac{1}{x\sqrt{2\pi\sigma}} e^{-\frac{1}{2}\left[\frac{\ln x - \mu}{\sigma}\right]^2}$$

με παραμέτρους: μ & σ (= θετική συνεχής).

Ισχύουν ακόμα: Μέση τιμή = $E(X) = e^{\mu + \frac{\sigma^2}{2}}$

Διασπορά = $Var(X) = e^{2\mu}\omega(\omega - 1)$, με $\omega \equiv e^{\sigma^2}$

Η παραπάνω ειδική κατανομή επιλέχθηκε καθώς σύμφωνα με το Chi-Square Statistic test προσεγγίζει καλύτερα την κατανομή των τιμών του δειγματικού χώρου. Η τιμή της p-value = 0,4772 είναι υψηλή, ενώ και η τιμή του τεστ είναι μικρότερη από την critical value :

Test value = 5,535 < $\chi_{6,0.05}^2 = 12,59$

GOF	
N/A	Chi-Sq
Test Value	5,535
P Value	0,4772
Rank	1

Η κρίσιμη τιμή (critical value) υπολογίζεται για $v = k - 1$, όπου k ο αριθμός των κατηγοριών (bins) στις οποίες το πρόγραμμα χωρίζει τις τιμές του δειγματικού χώρου για τη διενέργεια του Chi-Square Statistic test. Τέλος, η παραπάνω προσέγγιση κρίνεται αποδεκτή και από τα αποτελέσματα των γραφημάτων.

Στον πίνακα 32 παρουσιάζονται οι σημαντικές παράμετροι της LogNormal2 κατανομής σε αντιπαράθεση με εκείνες της θεωρητικής κατανομής του δειγματικού χώρου. Οι μικρές διαφορές μεταξύ των δύο

κατανομών ενισχύουν ακόμη περισσότερο τη θέση ότι η κατανομή Lognorm2(μ,σ) μπορεί να αναπαράσχησει την κατανομή των τιμών της χωρητικότητας των πλοίων που έπαθαν ατύχημα.

Πίνακας 32:Parameters of empirical and fitting distribution for Tankers.

		Stats	
N/A		Fit	Input
Function		RiskLognorm2(9,5467; 1,56; RiskShift(181,85))	N/A
Shift		181,8512582	N/A
m		9,5466571	N/A
s		1,559972389	N/A
Minimum		181,85	300
Maximum		+Infinity	302432
Mean		47442	38717
Mode		1409,9	1660,0 [est]
Median		14180	14371
Std. Deviation		152400	57928
Variance		2,32E+10	3,34E+09
Skewness		43,2077	2,6149
Kurtosis		20231,8869	10,3532

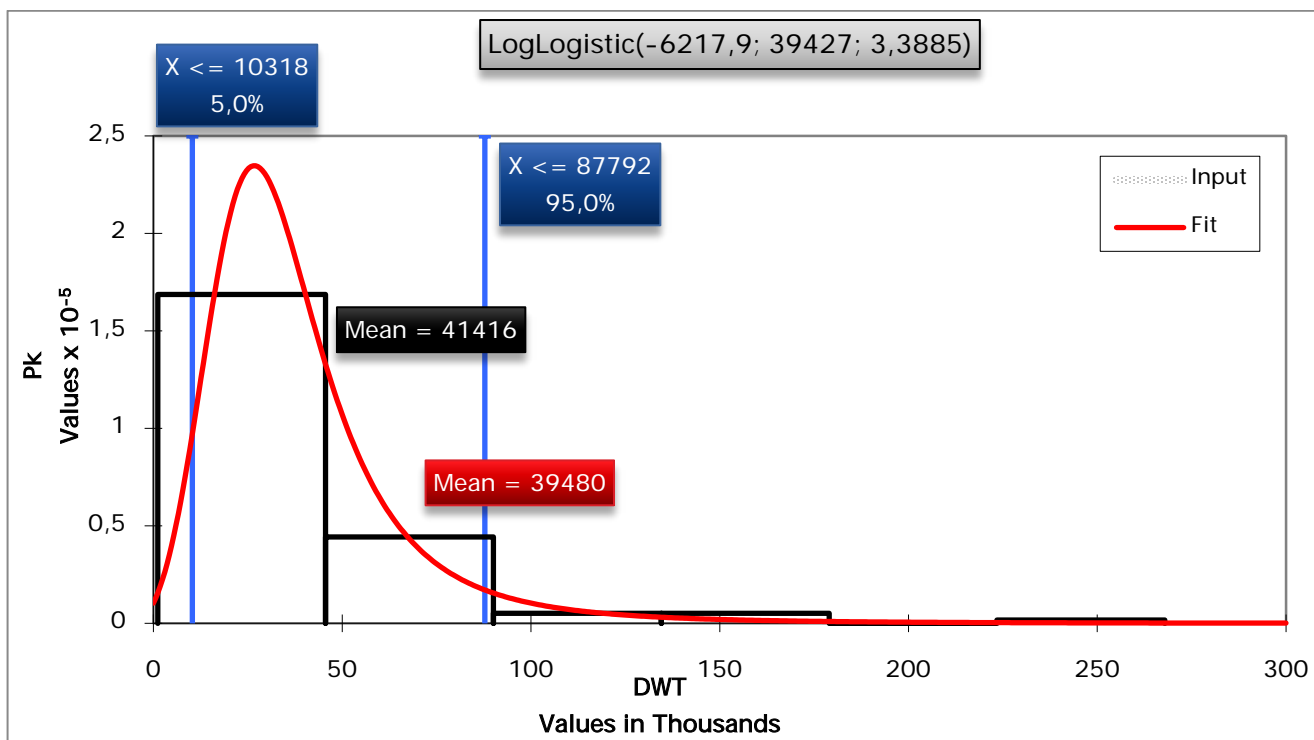
✓ **DISTRIBUTION FITTING ΓΙΑ ΑΤΥΧΗΜΑΤΑ ΤΩΝ BULK CARRIERS.**

Ακολουθώντας την ίδια διαδικασία με τα tankers, προκύπτει ότι η βέλτιστη κατανομή είναι η LogLogistic(γ,β,α).

GOF	
N/A	Chi-Sq
Test Value	1,982
P Value	0,8516
Rank	1
C.Val @ 0,05	11,0705
# Bins	6

- Density Function: $f(x) = \frac{at^{a-1}}{\beta(1+t^a)^2}$, με $t \equiv \frac{x-\gamma}{\beta}$
- Mean: $\beta\theta \csc(\theta) + \gamma$, για $\alpha > 1$
- Variance: $\beta^2\theta [c2sc(2\theta) - \theta csc^2(\theta)]$, για $\alpha > 2$

Παρουσιάζεται επίσης και η γραφική της αναπαράσταση.



Σχήμα 75: LogLogistic distribution approaching the theoretical values of B.C. DWT.

Πίνακας 33: Parameters of empirical and fitting distribution for B.C.

STATS		
N/A	Fit	Input
Function	RiskLogLogistic(-6217,9; 39427; 3,3885)	N/A
g	-6217,943464	N/A
b	39427,21387	N/A
a	3,388512376	N/A
Minimum	-6217,9	1150
Maximum	+Infinity	26788900,00%
Mean	39480	41416
Mode	2673000,00%	33794 [est]
Median	33209	32559
Std. Deviation	30231	34847
Varlance	913931651	1205125700
Skewness	9,5162	3,2451
Kurtosis	N/A	17,6216

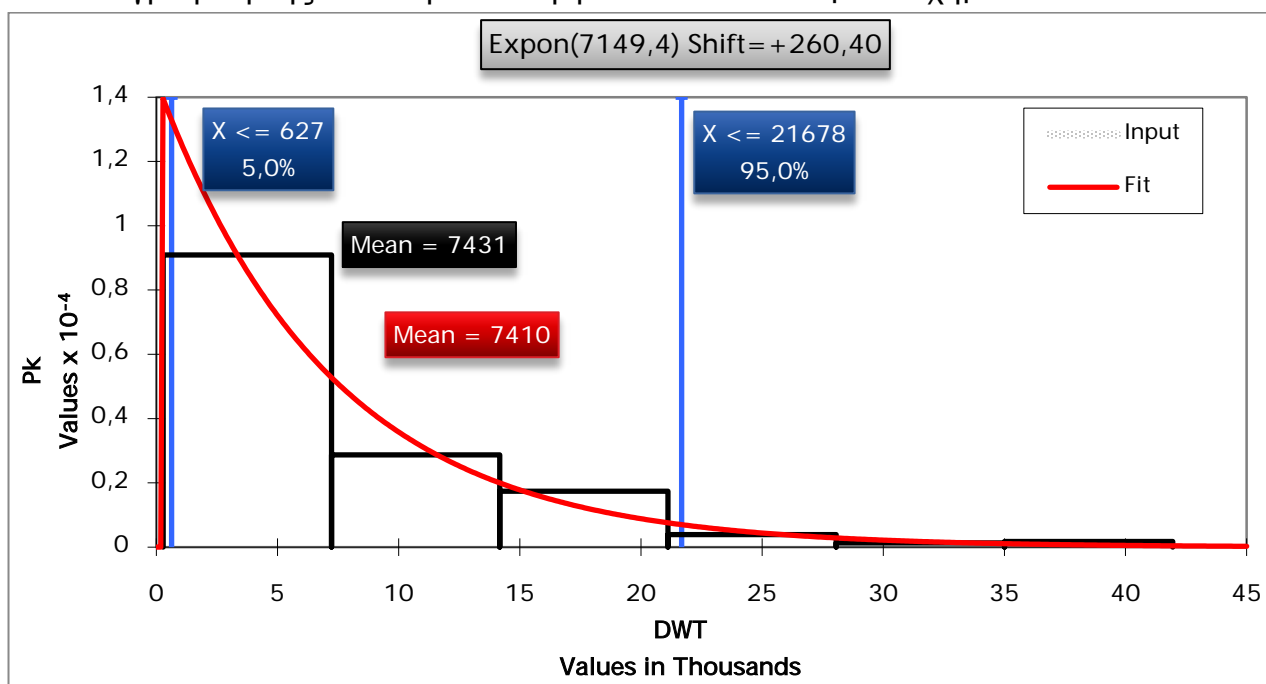
✓ DISTRIBUTION FITTING ΓΙΑ ΑΤΥΧΗΜΑΤΑ ΤΩΝ GENERAL CARGO.

Όμοια, προκύπτει ότι η βέλτιστη κατανομή είναι η Exponential(β).

GOF	
N/A	Chi-Sq
Test Value	2,464
P Value	0,651
Rank	2
C.Val @ 0,05	9,4877
# Bins	5

- Density Function: $f(x) = \frac{e^{-x/\beta}}{\beta}$
- Mean: β
- Variance: β^2

Η γραφική της αναπαράσταση φαίνεται στο επόμενο σχήμα.



Σχήμα 76: Exponential distribution approaching the theoretical values of G.C. DWT

Πίνακας 34: Parameters of empirical and fitting distribution for G.C.

GOF			
N/A	Chi-Sq	A-D	K-S
Test Value	6,587	0,9374	0,04691
P Value	0,2533	0,05 <= p <= 0,1	0,15 <= p <= 0,25
Rank	1	2	3
C.Val @ 0,05	11,0705		
# Bins	6		

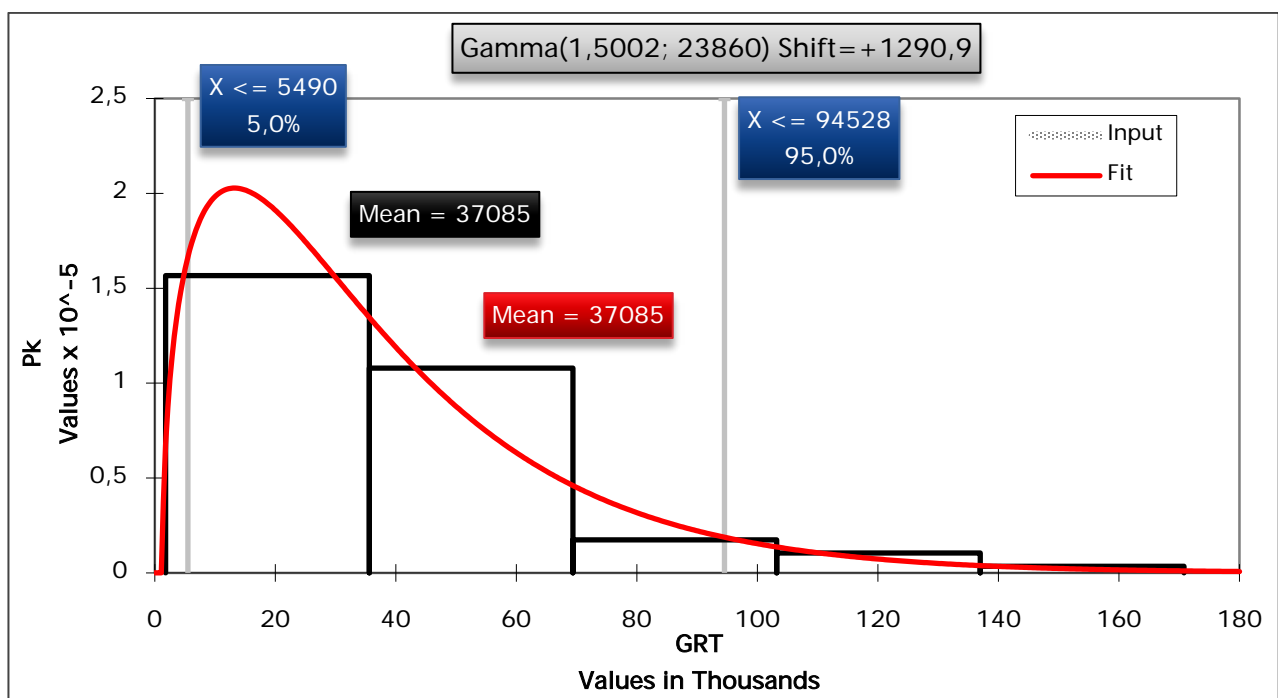
✓ DISTRIBUTION FITTING ΓΙΑ ΑΤΥΧΗΜΑΤΑ ΤΩΝ CONTAINERSHIPS.

Όμοια, προκύπτει ότι η βέλτιστη κατανομή είναι η Gamma(α, β).

GOF	
N/A	Chi-Sq
Test Value	2,464
P Value	0,651
Rank	2
C.Val @ 0,05	9,4877
# Bins	5

- Density Function: $f(x) = \frac{1}{\beta \Gamma(\alpha) \left(\frac{x}{\beta}\right)^{\alpha-1}}$, όπου Γ είναι η Gamma Συνάρτηση
- Mean: $\beta\alpha$
- Variance: $\beta^2\alpha$

Η γραφική της αναπαράσταση φαίνεται παρακάτω.



Σχήμα 77: Gamma distribution approaching the theoretical values of Containerships GRT.

Πίνακας 35: Parameters of empirical and fitting distribution for Containerships.

STATS		
N/A	Fit	Input
Function	RiskGamma(1,5002; 23860; RiskShift(1290,9))	N/A
Shift	1290,918883	N/A
a	1,500174887	N/A

b	23859,91536	N/A
Minimum	1290,9	1811
Maximum	+Infinity	17079400,00%
Mean	37085	37085
Mode	1322500,00%	6973,0 [est]
Median	29521	31333
Std. Deviation	29224	28847
Variance	854042904	822363042
Skewness	1,6329	1,7361
Kurtosis	6,9995	7,5842

✓ **DISTRIBUTION FITTING ΓΙΑ ΑΤΥΧΗΜΑΤΑ ΤΩΝ PASSENGER/RORO SHIPS.**

Τέλος για τα Passenger/Roro Ships, προκύπτει ότι η βέλτιστη κατανομή είναι η LogNormal2 (μ,σ) ίδιας μορφής με των tanker.

GOF	
N/A	Chi-Sq
Test Value	9,596
P Value	0,0478
Rank	2
C.Val @ 0,05	9,4877
# Bins	5

- Density Function: $f(x) = \frac{1}{x\sqrt{2\pi\sigma}} e^{-\frac{1}{2}\left[\frac{\ln x - \mu}{\sigma}\right]^2}$
- Mean = E(X) = $e^{\mu + \frac{\sigma^2}{2}}$
- Variance = Var(X) = $e^{2\mu}\omega(\omega - 1)$, με $\omega \equiv e^{\sigma^2}$

Πίνακας 36:Parameters of empirical and fitting distribution for Pass/Roro.

STATS		
N/A	Fit	Input
Function	RiskLognorm2(9,1535; 1,4897; RiskShift(-169,99))	N/A
Shift	-169,9916262	N/A
m	9,153539508	N/A
s	1,489727731	N/A
Minimum	-169,99	130
Maximum	+Infinity	22528200,00%
Mean	28488	21603
Mode	85686,00%	13009 [est]
Median	9277,8	11338
Std. Deviation	82068	27869
Variance	6,74E+09	773785612
Skewness	32,0757	2,7888
Kurtosis	8975,1098	14,9958

5.4 ΈΛΕΓΧΟΣ ΥΠΟΘΕΣΕΩΝ ΓΙΑ ΤΗ ΔΙΑΦΟΡΑ ΤΩΝ ΜΕΣΩΝ ΔΥΟ ΑΝΕΞΑΡΤΗΤΩΝ ΠΛΗΘΥΣΜΩΝ.

Σε αυτή τη παράγραφο θα ελέγξουμε αν ο μέσος μ_1 ενός κανονικού πληθυσμού (με άγνωστη διασπορά σ_1^2) είναι ίσος με τον μέσο μ_2 ενός άλλου κανονικού πληθυσμού (με άγνωστη διασπορά σ_2^2), έχουμε δηλαδή την υπόθεση:

$$H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0 \text{ έναντι της } H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq 0.$$

Με βάση δυο ανεξάρτητα τυχαία δείγματα $X_1, X_2, \dots, X_{n_1} \sim N(\mu_1, \sigma_1^2)$ και $Y_1, Y_2, \dots, Y_{n_2} \sim N(\mu_2, \sigma_2^2)$ από τους δύο αυτούς πληθυσμούς διακρίνουμε δύο περιπτώσεις:

(α) Οι δυο πληθυσμοί είναι ομοσκεδαστικοί $\sigma_1^2 = \sigma_2^2$

(β) Οι δυο πληθυσμοί δεν είναι (ή δεν γνωστό αν είναι) ομοσκεδαστικοί

Χωρίζουμε τα δεδομένα από τους πίνακες στις σελίδες 50,52,54,56,58 ανά πενταετία - προφανώς τα δύο δείγματα είναι ανεξάρτητα - και εφαρμόζουμε την μεθοδολογία που περιγράφηκε παραπάνω (σελ.97).

Εισάγουμε κατάλληλα τα δεδομένα στο SPSS. Για να δηλώσουμε ποιες παρατηρήσεις αφορούν ποια περιοχή χρησιμοποιούμε και μια βοηθητική μεταβλητή *five.year.period* η οποία στην i-γραμμή παίρνει την τιμή 0 ή 1 ανάλογα με το αν η i-παρατήρηση του ατυχήματος ανήκει στην 1^η ή στη 2^η πενταετία.

Από την διαδικασία Analyze/Compare Means/Independent-Samples T-Test επιλέγουμε Test variable: incident, ratio και grouping variable: *five.year.period* (Define groups:0, 1) και λαμβάνουμε δύο πίνακες:

Group Statistics

	five.year.period	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
incident	1,00	6	23,1667	5,19294	2,12001
	2,00	5	22,4000	3,97492	1,77764
ratio	1,00	6	,002083333	,0004650878	,0001898713
	2,00	5	,001784000	,0002795174	,0001250040

Οι μέσοι όροι για τα ατυχήματα και τις αναλογίες από τους δύο πληθυσμούς φαίνονται στο παραπάνω πίνακα και απομένει να εξετάσουμε αν η διαφορά που έχουν είναι στατιστικά σημαντική. Αυτό θα γίνει χρησιμοποιώντας τον επόμενο πίνακα:

Πίνακας 37:Independent Samples T-Test for Tanker Fleet.

	Levene's Test for Equality of Variances	t-test for Equality of Means								
								95% Confidence Interval of the Difference		
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
incident	Equal variances assumed	1,606	,237	,270	9	,793	,76667	2,84043	-5,65883	7,19216
	Equal variances not assumed			,277	8,964	,788	,76667	2,76667	-5,49583	7,02916
ratio	Equal variances assumed	5,933	,038	1,256	9	,241	,0002993333	,0002383165	-,0002397761	,0008384428
	Equal variances not assumed			1,317	8,320	,223	,0002993333	,0002273260	-,0002213934	,0008200600

Ο πίνακας αυτός περιέχει και τις δύο περιπτώσεις που εξετάσαμε παραπάνω (ομοσκεδαστικότητα, μη ομοσκεδαστικότητα). Πριν προχωρήσουμε σε μια από τις δύο θα πρέπει να ελέγξουμε αν οι διασπορές στους δυο πληθυσμούς είναι ίσες. Αυτό γίνεται χρησιμοποιώντας το γνωστό ως Levene's test.

Με βάση λοιπόν το $p\text{-value}_{\text{variance}}$ **δεν** απορρίπτουμε την $H_0 : \sigma_1 - \sigma_2 = 0$ σε $\epsilon.σ. \alpha = 0.05$ αφού $0.237 > 0.05$ και επομένως δεχόμαστε ότι οι διασπορές είναι ίσες.

Συνεχίζουμε λοιπόν με την πρώτη γραμμή της ανάλυσης που αφορά **Equal Variances Assumed**. Με βάση λοιπόν το $p\text{-value}_{T\text{-test}}$ **δεν** απορρίπτουμε την $H_0 : \mu_1 - \mu_2 = 0$ σε $\epsilon.σ. \alpha = 0.05$ ($0.793 > 0.05$).

Δηλαδή φαίνεται ότι δεν υπάρχει διαφορά στους μέσους των ατυχημάτων (η διαφορά δε κρίνεται στατιστικά σημαντική).

Σχετικά με το T-test για Ratio-Incidents, η στατιστική σημαντικότητα (Sig.) για το Levene's Test είναι $0.038 < 0.05$ χρησιμοποιείται το "Equal Variances Not Assumed" test.

Στη συνέχεια εξετάζουμε τη στατιστική σημαντικότητα για το Student's t-test (Sig.(2-tailed)) : εφόσον είναι μικρότερη από 0.05 τότε η διαφορά ανάμεσα στις μέσες τιμές των δύο υποκατηγοριών είναι στατιστικά σημαντική.

Ακολουθώντας την παραπάνω διαδικασία με τους πληθυσμούς των BC ανά πενταετία, προκύπτει ο παρακάτω πίνακας.

Πίνακας 38:Independent Samples T-Test for B.C. Fleet.

	Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means							
	F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference		
								Lower	Upper	
incident	Equal variances assumed	,217	,652	-3,100	9	,013	-7,33333	2,36539	-12,68421	-1,98245
	Equal variances not assumed			-2,983	6,790	,021	-7,33333	2,45855	-13,18354	-1,48313
ratio	Equal variances assumed	,015	,904	-2,224	9	,053	-,0009286667	,0004175091	-,0018731379	,0000158046
	Equal variances not assumed			-2,148	6,977	,069	-,0009286667	,0004324370	-,0019518943	,0000945610

Συμπεραίνουμε ότι:

- ∅ Incidents: Το $p\text{-value}_{\text{variance}} = 0,652 > 0,05$, δεχόμαστε ότι οι διασπορές είναι ίσες. Συνεχίζουμε λοιπόν με την πρώτη γραμμή της ανάλυσης που αφορά **Equal Variances Assumed**. Το $p\text{-value}_{T\text{-test}} = 0.013 < 0.05$ άρα υπάρχει διαφορά στους μέσους των ατυχημάτων (η διαφορά κρίνεται στατιστικά σημαντική).
- ∅ Ratios: Το $p\text{-value}_{\text{variance}} = 0,904 > 0,05$, δεχόμαστε ότι οι διασπορές είναι ίσες. Συνεχίζουμε λοιπόν με την πρώτη γραμμή της ανάλυσης που αφορά **Equal Variances Assumed**. Το $p\text{-value}_{T\text{-test}} = 0.053 > 0.05$ άρα η διαφορά δε κρίνεται στατιστικά σημαντική.

Σε ότι αφορά τα Πλοία Γενικού Φορτίου έχουμε:

Πίνακας 39:Independent Samples T-Test for G.C. Fleet.

			Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
			F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
										Lower	Upper
incident	Equal variances assumed	1,336	,278	-1,707	9	,122	-7,16667	4,19928	-16,66610	2,33276	
	Equal variances not assumed			-1,632	6,452	,150	-7,16667	4,39254	-17,73486	3,40152	
ratio	Equal variances assumed	1,231	,296	-1,602	9	,144	-,0003286667	,0002051282	-,0007926989	,0001353656	
	Equal variances not assumed			-1,535	6,572	,171	-,0003286667	,0002140836	-,0008416623	,0001843290	

Συμπεραίνουμε ότι:

- ∅ Incidents: Το $p\text{-value}_{\text{variance}} = 0,278 > 0,05$, δεχόμαστε ότι οι διασπορές είναι ίσες. Συνεχίζουμε λοιπόν με την πρώτη γραμμή της ανάλυσης που αφορά **Equal Variances Assumed**. Το $p\text{-value}_{\text{T-test}} = 0.122 > 0.05$ άρα δεν υπάρχει διαφορά στους μέσους των ατυχημάτων (η διαφορά δε κρίνεται στατιστικά σημαντική).
- ∅ Ratios: Το $p\text{-value}_{\text{variance}} = 0,296 > 0,05$, δεχόμαστε ότι οι διασπορές είναι ίσες. Συνεχίζουμε λοιπόν με την πρώτη γραμμή της ανάλυσης που αφορά **Equal Variances Assumed**. Το $p\text{-value}_{\text{T-test}} = 0.144 > 0.05$ άρα η διαφορά δε κρίνεται στατιστικά σημαντική.

Για τα Containerships προκύπτει:

Πίνακας 40:Independent Samples T-Test for Containership Fleet.

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
								95% Confidence Interval of the Difference		
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
incident	Equal variances assumed	3,476	,095	-1,979	9	,079	-4,16667	2,10569	-8,93008	,59675
	Equal variances not assumed			-1,852	5,406	,119	-4,16667	2,24969	-9,82150	1,48817
ratio	Equal variances assumed	1,563	,243	-,759	9	,468	-,0004993333	,0006582462	-,0019883898	,0009897231
	Equal variances not assumed			-,726	6,511	,493	-,0004993333	,0006877769	-,0021507822	,0011521156

Συμπεραίνουμε ότι:

- ∅ Incidents: Το $p\text{-value}_{\text{variance}} = 0,095 > 0,05$, δεχόμαστε ότι οι διασπορές είναι ίσες. Συνεχίζουμε λοιπόν με την πρώτη γραμμή της ανάλυσης που αφορά **Equal Variances Assumed**. Το $p\text{-value}_{T\text{-test}} = 0.079 > 0.05$ άρα δεν υπάρχει διαφορά στους μέσους των ατυχημάτων (η διαφορά δε κρίνεται στατιστικά σημαντική).
- ∅ Ratios: Το $p\text{-value}_{\text{variance}} = 0,243 > 0,05$, δεχόμαστε ότι οι διασπορές είναι ίσες. Συνεχίζουμε λοιπόν με την πρώτη γραμμή της ανάλυσης που αφορά **Equal Variances Assumed**. Το $p\text{-value}_{T\text{-test}} = 0.468 > 0.05$ άρα η διαφορά δε κρίνεται στατιστικά σημαντική.

Σχετικά με τα ατυχήματα των Επιβατηγών/Οχηματαγωγών έχουμε:

Πίνακας 41:Independent Samples T-Test for Pass/Roro Fleet.

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
								95% Confidence Interval of the Difference		
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
incident	Equal variances assumed	1,315	,281	-2,115	9	,064	-6,70000	3,16772	-13,86588	,46588
	Equal variances not assumed			-2,222	8,211	,056	-6,70000	3,01496	-13,62152	,22152

ratio	Equal variances assumed	1,470	,256	-1,400	9	,195	-,0005033333	,0003596174	-,0013168445	,0003101778
	Equal variances not assumed			-1,479	7,886	,178	-,0005033333	,0003402270	-,0012898737	,0002832070

Συμπεραίνουμε ότι:

- ∅ Incidents: Το $p\text{-value}_{\text{variance}} = 0,281 > 0,05$, δεχόμαστε ότι οι διασπορές είναι ίσες. Συνεχίζουμε λοιπόν με την πρώτη γραμμή της ανάλυσης που αφορά **Equal Variances Assumed**. Το $p\text{-value}_{T\text{-test}} = 0.064 > 0.05$ άρα δεν υπάρχει διαφορά στους μέσους των ατυχημάτων (η διαφορά δε κρίνεται στατιστικά σημαντική).
- ∅ Ratios: Το $p\text{-value}_{\text{variance}} = 0,256 > 0,05$, δεχόμαστε ότι οι διασπορές είναι ίσες. Συνεχίζουμε λοιπόν με την πρώτη γραμμή της ανάλυσης που αφορά **Equal Variances Assumed**. Το $p\text{-value}_{T\text{-test}} = 0.195 > 0.05$ άρα η διαφορά δε κρίνεται στατιστικά σημαντική.

5.5 ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΑΝΑΜΕΣΑ ΣΕ ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΜΕΓΕΘΩΝ.

Με τη βοήθεια του odds ratio (βλέπε §4.6) γίνεται σύγκριση κάθε φορά ανάμεσα σε δύο κατηγορίες μεγεθών εμπορικών πλοίων όσον αφορά την πιθανότητα να εμπλακούν σε FX ατύχημα και τα αποτελέσματα είναι άκρως ενδεικτικά (πίνακας 42).

Τα δεξαμενόπλοια έχουν 0,797 φορές μεγαλύτερη πιθανότητα να εμπλακούν σε ατύχημα από τα υπόλοιπα πλοία. Η πιθανότητα αυτή σχεδόν διπλασιάζεται κατά τη σύγκριση των πλοίων γενικού φορτίου με τα υπόλοιπα πλοία. Τέλος τα επιβατηγά πλοία έχουν 1,46 φορές μεγαλύτερη πιθανότητα να πάθουν ατύχημα σε σχέση με τις υπόλοιπες κατηγορίες.

Αυτό που πρέπει, επίσης, να σημειωθεί είναι ότι σε δύο περιπτώσεις (δηλαδή για τα πλοία γενικού φορτίου και για τα επιβατηγά), η ελάχιστη τιμή του διαστήματος εμπιστοσύνης (lower value of 95% confidence interval) είναι μεγαλύτερη της μονάδας, κάτι που ισχυροποιεί ακόμα περισσότερο τη θέση ότι αυτά τα πλοία έχουν μεγαλύτερη τάση για ατύχημα σε σχέση με τα λοιπά πλοία.

Πίνακας 42:Odds ratio, 95% CI and ln(OR) for an FX accident based on the type of ship.

		Odds Ratio OR	95% CI for OR		ln(OR)
1	Tanker	0,797	0,69	0,92	-0,23
2	Bulk Carrier	0,702	0,58	0,84	-0,35
3	General Cargo	1,210	1,06	1,38	0,19
4	Container	0,812	0,65	1,02	-0,21
5	Passenger	1,458	1,27	1,68	0,38

5.6 ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑΣ ΜΕΓΕΘΟΥΣ ΠΛΟΙΟΥ ΜΕ ΗΛΙΚΙΑ ΠΛΟΙΟΥ.

Όπως είδαμε σε προηγούμενη ενότητα (§ 3.3.8, σελ.76), η ηλικία που έχει ένα πλοίο παίζει σημαντικό ρόλο στη πιθανή πρόκληση ατυχήματος.

Με τη βοήθεια του Chi-Square Test For Independence: Contingency Table Analysis θα εξεταστεί η εν γένει ανεξαρτησία ή μη της ηλικίας ενός εμπορικού πλοίου με το αντίστοιχο μέγεθος του.

Στον πίνακα 43 παρουσιάζεται ο πίνακας ενδεχομένων με τις παρατηρούμενες και τις αναμενόμενες τιμές.

Πίνακας 43:Ship Type vs. Age Category Crosstabulation.

			Age Categories						Total
			1	2	3	4	5	6	
Ship Type	Tanker	Count	30	18	33	36	41	93	251
		Expected Count	30,3	20,4	21,4	38,0	47,0	93,9	251,0
	B.C.	Count	9	9	7	17	35	55	132
		Expected Count	15,9	10,7	11,2	20,0	24,7	49,4	132,0
	Container	Count	28	12	8	15	12	10	85
		Expected Count	10,3	6,9	7,2	12,9	15,9	31,8	85,0
	G.C.	Count	25	22	21	65	73	125	331
		Expected Count	39,9	26,9	28,2	50,2	61,9	123,9	331,0
	Pass.	Count	37	26	22	29	39	117	270
		Expected Count	32,6	22,0	23,0	40,9	50,5	101,0	270,0
	Total	Count	129	87	91	162	200	400	1069
		Expected Count	129,0	87,0	91,0	162,0	200,0	400,0	1069,0

Για τις ανάγκες του τεστ τα πλοία που έπαθαν ατύχημα ταξινομήθηκαν σε έξι κατηγορίες με βάση την ηλικία τους (0-5 ετών , 5-10 ετών , 10-15 ετών, 15-20 ετών, 20-25 ετών, 25 ετών και άνω). Αντίστοιχα ταξινομήθηκαν με βάση το μέγεθός τους. Τα Tankers, B.C και G.C. κατά DWT και τα Containerships και Passenger/Roro κατά GRT. Το πλήθος των τιμών είναι αρκετά ικανοποιητικό για την αξιοπιστία των αποτελεσμάτων του τεστ.

Οι υποθέσεις που εξετάζονται είναι :

H_0 : Η ηλικία και το μέγεθος του πλοίου είναι ανεξάρτητα

H_1 : Η ηλικία το μέγεθος του πλοίου δεν είναι ανεξάρτητα

Ο δεύτερος πίνακας είναι αυτός που μας δίνει την τιμή της στατιστικής συνάρτησης T (Pearson chi-square) και της L (Likelihood Ratio). Οι βαθμοί ελευθερίας df είναι $(J - 1)(K - 1)$.

Πίνακας 44: Chi-Square Tests for Tanker Age/Size.

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	50,625 ^a	30	,011
Likelihood Ratio	53,001	30	,006
N of Valid Cases	251		

a. 26 cells (61,9%) have expected count less than 5. The minimum expected count is ,65.

Επειδή $p\text{-value}=0,011 < 0,05$, απορρίπτω την υπόθεση H_0 και συνεπώς υπάρχει εξάρτηση της ηλικίας με το μέγεθος ενός tanker. Ακολουθώντας την ίδια μεθοδολογία για τα άλλα πλοία έχουμε:

Πίνακας 45: Chi-Square Tests for B.C. Age/Size.

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	36,037 ^a	25	,071
Likelihood Ratio	36,024	25	,071
N of Valid Cases	132		

a. 30 cells (83,3%) have expected count less than 5. The minimum expected count is ,05.

Το αντίστοιχο $p\text{-value}$ είναι 0.071 και επομένως με βάση τα συγκεκριμένα στοιχεία δεν μπορούμε να απορρίψουμε ότι οι δυο μεταβλητές είναι ανεξάρτητες. Το ίδιο ισχύει και για Containerships και για General Cargo Ships.

Πίνακας 46: Chi-Square Tests for Containerships Age/Size.

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	34,682 ^a	20	,022
Likelihood Ratio	34,321	20	,024
N of Valid Cases	85		

a. 24 cells (80,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is ,09.

Πίνακας 47: Chi-Square Tests for G.C. Age/Size.

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	28,352 ^a	25	,292
Likelihood Ratio	27,787	25	,318
N of Valid Cases	331		

a. 17 cells (47,2%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 1,21.

Πίνακας 48: Chi-Square Tests for Pass./Roro Age/Size.

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	81,622 ^a	20	,000
Likelihood Ratio	70,726	20	,000
N of Valid Cases	270		

a. 13 cells (43,3%) have expected count less than 5. The minimum expected count is ,65.

Τα αποτελέσματα του τεστ (πίνακας 48) δείχνουν ότι θα πρέπει να γίνει αποδεκτή η υπόθεση H_1 , άρα μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι η ηλικία ενός πλοίου σχετίζεται με το μέγεθος του πλοίου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6^ο

ΓΕΝΙΚΕΥΜΕΝΑ ΓΡΑΜΜΙΚΑ ΜΟΝΤΕΛΑ – ΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗ.

6.1 ΓΕΝΙΚΑ.

Στο κεφάλαιο αυτό, παρουσιάζεται αναλυτικά η διαδικασία της λογιστικής παλινδρόμησης, για την εφαρμογή της οποίας χρησιμοποιήθηκαν οι περισσότερες από τις αρχικές μεταβλητές του προηγούμενου κεφαλαίου που αφορούν το τύπο του πλοίου, το μέγεθός του, την ηλικία του και τη σημαία του. Να σημειωθεί ότι αντλήθηκαν τα περισσότερα δυνατά στοιχεία.

Το μοντέλο της Λογιστικής Παλινδρόμησης είναι το πιο σημαντικό μοντέλο για κατηγορικές μεταβλητές απόκρισης. Χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό των αντίστοιχων πιθανοτήτων των ατυχημάτων. Η ανάλυση δείχνει ότι η πιθανότητα του ατυχήματος βασίζεται στο συνδυασμό όλων των μεταβλητών (νηογνώμονας, το κράτος-σημαία, η ηλικία του πλοίου και το μέγεθος του πλοίου), εκτός από τον αριθμό και το είδος των ατυχημάτων.

Αρχικά είχε χρησιμοποιηθεί στα πλαίσια βιοϊατρικών μελετών, όμως πλέον η χρήση του έχει επεκταθεί σε ένα ευρύ φάσμα εφαρμογών, όπως κοινωνικές επιστήμες, μάρκετινγκ και πιο πρόσφατα στο χώρο των επιχειρήσεων.

6.2 ΑΠΛΗ ΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗ.

Έστω Y_i ($i=1, \dots, n$) η απόκριση (δίτιμη) του i υποκειμένου του δείγματός μας και p_i ($i=1, \dots, n$) η αντίστοιχη πιθανότητα επιτυχίας ή εμφάνισης του υπό μελέτη χαρακτηριστικού για το i -στο υποκείμενο. Το μοντέλο της λογιστικής παλινδρόμησης συνδέει γραμμικά το λογάριθμο του odds της δίτιμης απόκρισης, που ονομάζεται logit, με τη μεταβλητή πρόβλεψη, τη X , δηλαδή:

$$\text{logit}(p_i) = \log\left(\frac{p_i}{1-p_i}\right) = \beta_0 + \beta_1 X_i, \quad i=1,2,\dots, n \quad \text{σχέση 1}$$

Ισοδύναμα, το παραπάνω μοντέλο μπορεί να εκφραστεί ως προς τη πιθανότητα επιτυχίας p_i , ως

$$p_i = \frac{\exp(\beta_0 + \beta_1 X_i)}{1 + \exp(\beta_0 + \beta_1 X_i)}, \quad i=1,2,\dots, n \quad \text{σχέση 2}$$

6.2.1 ΦΥΣΙΚΗ ΕΡΜΗΝΕΙΑ ΤΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ β_0 ΚΑΙ β_1 .

Η παράμετρος β_1 και ο ρόλος της στη λογιστική παλινδρόμηση μπορεί να κατανοηθεί καλύτερα αν υψώσουμε στην e και τα δύο μέλη της (5.1), δηλαδή μέσω της σχέσης

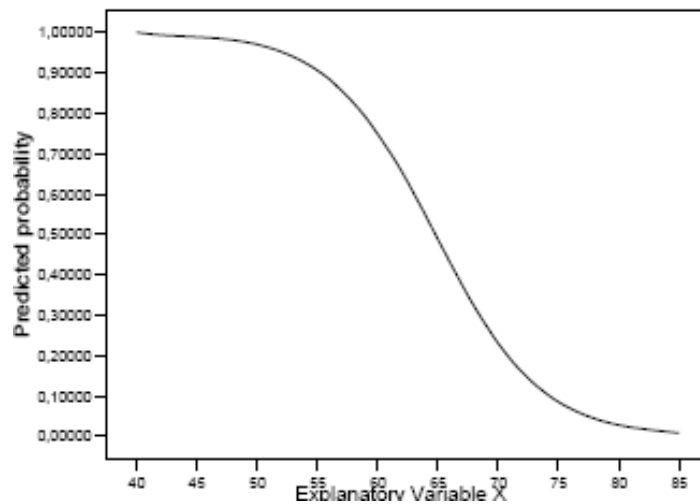
$$\frac{\hat{p}_i}{1-\hat{p}_i} = e^{\beta_0 + \beta_1 X_i}, \quad i=1,2,\dots, n \quad \text{σχέση 3}$$

Έτσι, για δίτιμη μεταβλητή απόκρισης το odds της επιτυχίας ή εμφάνισης του χαρακτηριστικού είναι μια εκθετική συνάρτηση της ανεξάρτητης μεταβλητής X και μέσω της παραπάνω σχέσης παρέχεται μια φυσική ερμηνεία του β_1 . Ο λόγος πιθανοτήτων (odds) αυξάνεται σε σχέση με τον όρο e^{β_1} για κάθε αύξηση μιας μονάδας του X . Για παράδειγμα, αν για ένα μοντέλο ο λόγος $\pi/(1-\pi)=2$ και το $e^{\beta_1}=1.5$, τότε μια αύξηση του x κατά μία μονάδα θα αυξήσει τον αρχικό λόγο κατά 50%(=1.5-1).

Ειδικότερα, αν η μεταβλητή X είναι και αυτή δίτιμη (π.χ. 1 για τη νέα αγωγή και 0 για την κλασική αγωγή), τότε e^{β_1} είναι το odds ratio που προκύπτει διαιρώντας το odds επιτυχίας $\frac{\hat{p}_1}{1-\hat{p}_1} = e^{\beta_0 + \beta_1 X_i}$ για $X=1$ (νέα θεραπεία) ως προς το odds επιτυχίας $\frac{p_0}{1-p_0} = e^{\beta_0 + \beta_1 X_i}$ για $X=0$ (κλασική θεραπεία) και τελικά έχουμε:

$$b_1 = \log\left(\frac{\hat{p}_1/(1-\hat{p}_1)}{\hat{p}_0/(1-p_0)}\right), \quad \text{σχέση 4}$$

Γραφικά, η έκφραση (2) είναι μια καμπύλη σχήματος S, όπου η πιθανότητα p_i ξεκινά από το μηδέν και προσεγγίζει το 1, όπως φαίνεται και στο σχήμα.



Σχήμα 78: Logistic Regression Chart for one variable.

Πριν τη προσαρμογή του μοντέλου και τη διατύπωση των σχετικών φυσικών ερμηνειών, καλό είναι να ελέγχουμε την καταλληλότητα του μοντέλου της λογιστικής παλινδρόμησης για τα δεδομένα μας. Καθώς η Y παίρνει μόνο τις τιμές 1 και 0, αυτό δε μπορεί να γίνει μέσω της γραφικής παράστασης της Y ως προς τη X (όπως γίνεται στην παλινδρόμηση). Βοηθά η γραφική παράσταση (scatter plot) των δειγματικών ποσοστών επιτυχίας ή των logits ως προς τη X .

Παράδειγμα (*O-Ring Data - Christensen, 1997, σελ. 54*)

Στον Πίνακα που ακολουθεί δίνονται δεδομένα σχετικά με τις αποτυχίες του πεδίου των κυκλικών δακτυλίων (O-rings) στις 23 προ-Challenger δοκιμαστικές εκτοξεύσεις. Η μεταβλητή πρόβλεψης είναι η θερμοκρασία. Το Challenger ανατινάχτηκε σε μια εκτόξευση στους 31 βαθμούς Fahrenheit. Κάθε εκτόξευση αντιμετωπίζεται ως μια ανεξάρτητη δοκιμή. Το αποτέλεσμα της δοκιμής είναι 1 (failure=1) αν έστω και ένα από τα O-rings απέτυχε και 0 αν όλα ήταν επιτυχή.

Case	Flight	Failure	Temperature
1	14	1	53
2	9	1	57
3	23	1	58
4	10	1	63
5	1	0	66
6	5	0	67
7	13	0	67
8	15	0	67
9	4	0	68
10	3	0	69

11	8	0	70
12	17	0	70
13	2	1	70
14	11	1	70
15	6	0	72
16	7	0	73
17	16	0	75
18	21	1	75
19	19	0	76
20	22	0	76
21	12	0	78
22	20	0	79
23	18	0	81

Ένα μοντέλο απλής λογιστικής παλινδρόμησης χρησιμοποιεί τη θερμοκρασία ως επεξηγηματική μεταβλητή προκειμένου να προβλέψει την πιθανότητα αποτυχίας. Έστω p_i η πιθανότητα έστω και ένα O-ring να αποτύχει στην περίπτωση i . Αν X_i είναι η θερμοκρασία, τότε ένα απλό μοντέλο λογιστικής παλινδρόμησης για αυτά τα δεδομένα είναι το:

$$\text{logit}(\hat{p}_i) = \log\left(\frac{\hat{p}_i}{1-\hat{p}_i}\right) = b_0 + b_1 X_i, \quad i=1, \dots, 23$$

Οι εκτιμητές μέγιστης πιθανοφάνειας των παραμέτρων του μοντέλου, τα τυπικά τους σφάλματα και ο έλεγχος σημαντικότητάς τους δίνεται στον παρακάτω πίνακα.

	B	S.E.	Wald	df	Sig.
Temperature ($\hat{\beta}_1$)	-.232	.108	4,601	1	.032
Constant ($\hat{\beta}_0$)	15,043	7,379	4,156	1	.041

Παρατηρούμε ότι σε επίπεδο σημαντικότητας 0.05 οι παράμετροι του μοντέλου είναι στατιστικά σημαντικοί (απορρίπτονται η $H_0: \beta_1=0$ και $H_0: \beta_0=0$). Η πιθανότητα έστω και μιας O-ring αποτυχίας σε μια εκτόξευση εκτιμάται από τη σχέση:

$$\hat{p}_i = \frac{\exp(\hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 X_i)}{1 + \exp(\hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 X_i)}$$

Η εκτιμώμενη πιθανότητα στη γραφική παράσταση της προηγούμενης σελίδας δεν είναι άλλη από αυτή του συγκεκριμένου παραδείγματος.

Το Challenger εκτοξεύτηκε στους $X=31$ βαθμούς. Για τη θερμοκρασία αυτή, το προβλεπόμενο log-odds έστω και μιας 0-ring αποτυχίας ισούται με $15.04 - 0.232(31)=7.8449$ και η αντίστοιχη πιθανότητα:

$$\hat{p}_{X=31} = \exp(7,8449)/[1 + \exp(7,4889)] = 0,9996.$$

6.3 ΠΟΛΛΑΠΛΗ ΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗ.

Στην ενότητα αυτή θα παρουσιάσουμε μοντέλα παλινδρόμησης για το λογάριθμο του λόγου πιθανοτήτων (log odds) μιας δίτιμης αποκριτικής μεταβλητής. Η διαφορά από το μοντέλο που παρουσιάστηκε στην Παράγραφο 5.2 έγκειται στο γεγονός ότι τώρα χρησιμοποιούνται περισσότερες από μια μεταβλητές πρόβλεψης.

Θέλουμε να μοντελοποιήσουμε την Y ως προς ένα σύνολο ανεξάρτητων μεταβλητών X_1, X_2, \dots, X_k , που μπορεί να είναι τόσο συνεχείς όσο και κατηγορικές. Το μοντέλο της λογιστικής παλινδρόμησης ορίζεται ως

$$\text{logit}(\hat{p}_i) = \log\left(\frac{\hat{p}_i}{1-\hat{p}_i}\right) = b_0 + b_1X_{1i} + b_2X_{2i} + \dots + b_kX_{ki}, \quad i=1,2,\dots, n \quad \text{σχέση 5}$$

Η μέθοδος εκτίμησης των παραμέτρων $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_k$ του μοντέλου αποτελεί άμεση γενίκευση της αντίστοιχης διαδικασίας της απλής λογιστικής παλινδρόμησης.

Αν $\hat{\beta}_1, \hat{\beta}_2, \dots, \hat{\beta}_k$ είναι οι εκτιμητές μεγίστης πιθανοφάνειας, τότε το μοντέλο δίνει την παρακάτω πρόβλεψη

$$\text{logit}(\hat{p}_i) = \log\left(\frac{\hat{p}_i}{1-\hat{p}_i}\right) = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1X_{1i} + \hat{\beta}_2X_{2i} + \dots + \hat{\beta}_kX_{ki}, \quad i=1,2,\dots, n \quad \text{σχέση 6}$$

Και η πιθανότητα p_i εκτιμάται ως:
$$\hat{p}_i = \frac{e^{\hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1X_{1i} + \hat{\beta}_2X_{2i} + \dots + \hat{\beta}_kX_{ki}}}{1 + e^{\hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1X_{1i} + \hat{\beta}_2X_{2i} + \dots + \hat{\beta}_kX_{ki}}}$$

6.3.1 ΕΠΙΛΟΓΗ ΒΕΛΤΙΣΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ.

Η επιλογή του βέλτιστου μοντέλου μπορεί να βασιστεί είτε σε κάποια βηματική (stepwise) διαδικασία είτε στον εντοπισμό του βέλτιστου υποσυνόλου επεξηγηματικών μεταβλητών βάσει κάποιου κριτηρίου (π.χ. Akaike's). Επειδή όμως η προσαρμογή πολλών μοντέλων είναι επίπονη (λόγω της επαναληπτικής διαδικασίας που απαιτείται), η χρήση μιας βηματικής διαδικασίας είναι πιο ασφαλής.

6.3.2 ΈΛΕΓΧΟΣ ΚΑΛΗΣ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗΣ.

Οι επικρατέστεροι μέθοδοι ελέγχου καλής προσαρμογής ενός μοντέλου είναι το χ^2 και το G^2 τεστ καλής προσαρμογής. Στο πλαίσιο των μοντέλων λογιστικής παλινδρόμησης με συνεχή μεταβλητή πρόβλεψης X , τα κλασικά στατιστικά καλής προσαρμογής χ^2 και G^2 δεν ακολουθούν ασυμπτωτικά χ^2 -κατανομές. Παρ' όλα αυτά, χρησιμοποιούνται για τη σύγκριση μοντέλων, εφαρμοσμένων στο ίδιο σύνολο δεδομένων.

Στα πλαίσια της παλινδρόμησης, τα πιο γνωστά μέτρα αξιολόγησης της προσαρμογής του μοντέλου είναι ο συντελεστής προσαρμογής R^2 και ο adjusted R^2 . Οι συντελεστές αυτοί έχουν τα ανάλογά τους στη λογιστική παλινδρόμηση, το R^2 των Cox and Snell και το R^2 του Nagelkerke.

6.3.3 ΔΙΑΓΝΩΣΤΙΚΑ ΛΟΓΙΣΤΙΚΗΣ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗΣ.

Τα διαγνωστικά της λογιστικής παλινδρόμησης είναι ανάλογα αυτών της κλασικής παλινδρόμησης. Έτσι προσφέρονται τα τυποποιημένα υπόλοιπα, τα υπόλοιπα του Pearson και τα deviance υπόλοιπα. Όμως στα πλαίσια της λογιστικής παλινδρόμησης, καθώς τα y_i παίρνουν μόνο τις τιμές 0 ή 1, τα υπόλοιπα δεν παρουσιάζουν ενδιαφέρον.

Τα διαγνωστικά που είναι ιδιαίτερα χρήσιμα στα πλαίσια της λογιστικής παλινδρόμησης είναι η απόσταση του Cook και τα leverages, τα οποία και μπορούν να αποθηκευτούν στο αρχείο των δεδομένων μας από τη σχετική διαδικασία του SPSS.

6.4 ΈΛΕΓΧΟΙ ΣΗΜΑΝΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΤΩΝ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ X_j .

Σε ένα γ.γ.μ. με δίτιμα δεδομένα, ο έλεγχος της υπόθεσης:

$$H_0: \beta_j = 0 \quad \text{κατά της:} \quad H_0: \beta_j \neq 0$$

γίνεται μέσω του τεστ χ^2 του Wald:
$$\chi^2_{\text{wald}} = \left(\frac{\hat{\beta}_j - 0}{s(\hat{\beta}_j)} \right)^2$$

Για το συγκεκριμένο τεστ ισχύουν τα παρακάτω:

- Το χ^2_{wald} κάτω από την H_0 ακολουθεί την χ^2 κατανομή με 1 βαθμό ελευθερίας, ενώ κάτω από την H_1 λαμβάνει μεγάλες τιμές.
- Μικρές τιμές (μικρότερες του 0,100) της σχετικής p-value υποδεικνύουν ότι η παράμετρος β_j (άρα και η αντίστοιχη ερμηνευτική μεταβλητή X_j για $1 \leq j \leq k-1$) είναι στατιστικά σημαντικές.

Σε αυτό το σημείο θα πρέπει να διευκρινιστεί ότι η σειρά με την οποία εισέρχονται οι μεταβλητές σε ένα γ.γ.μ. επηρεάζει τη σημαντικότητά τους. Συνεπώς είναι απαραίτητο να αναφέρουμε, ποιες μεταβλητές υπάρχουν ήδη στο μοντέλο, πριν εξετάσουμε τη σημαντικότητα μιας νέας μεταβλητής.

6.5 ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ.

Έως τώρα έχουμε ασχοληθεί με τη εκτίμηση, τον έλεγχο και την ερμηνεία των συντελεστών των μοντέλων. Σε πολλές περιπτώσεις, από ένα μεγάλο σύνολο ανεξάρτητων μεταβλητών επιθυμούμε να επιλέξουμε εκείνες τις μεταβλητές οι οποίες οδηγούν σε ένα βέλτιστο (με κάποια έννοια μοντέλο). Για να πετύχουμε αυτόν τον στόχο, πρέπει να έχουμε α) μια βασική μέθοδο επιλογής και β) ένα σύνολο μεθόδων για να ελέγχουμε την επάρκεια των μεθόδων.

Η απλούστερη και συνηθέστερη διαδικασία είναι η enter όπου όλες οι μεταβλητές εισέρχονται σαν μια ομάδα.

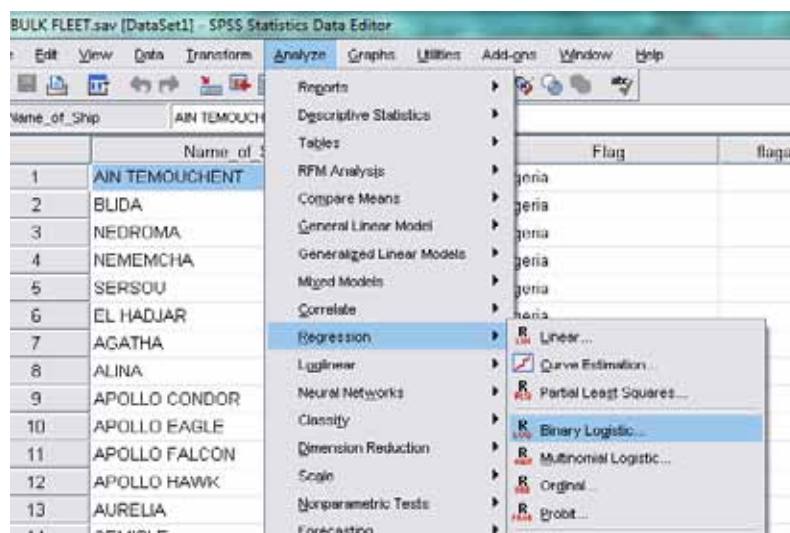
Άλλες διαδικασίες είναι:

- ∅ **Forward**: όπου η διαδικασία ξεκινά με την «καλύτερη» μεταβλητή , στη συνέχεια προσθέτει την καλύτερη από τις υπόλοιπες κ.λ.π μέχρις ότου προσθέτοντας μια νέα μεταβλητή η αύξηση της λογαριθμικής συνάρτησης πιθανοφάνειας δεν είναι στατιστικώς σημαντική.
- ∅ **Backwards**: Ξεκινά με όλο το σύνολο των μεταβλητών και απορρίπτει διαδοχικά τη χειρότερη από τις εναπομείναντες.
- ∅ **Stepwise**: Είναι ανάλογη της Forward με τη διαφορά ότι κάθε φορά που μια μεταβλητή εισέρχεται στο μοντέλο, ελέγχει αν στο νέο σύνολο όλες οι μεταβλητές είναι στατιστικώς σημαντικές. Η stepwise δεν είναι διαθέσιμη στο SPSS.

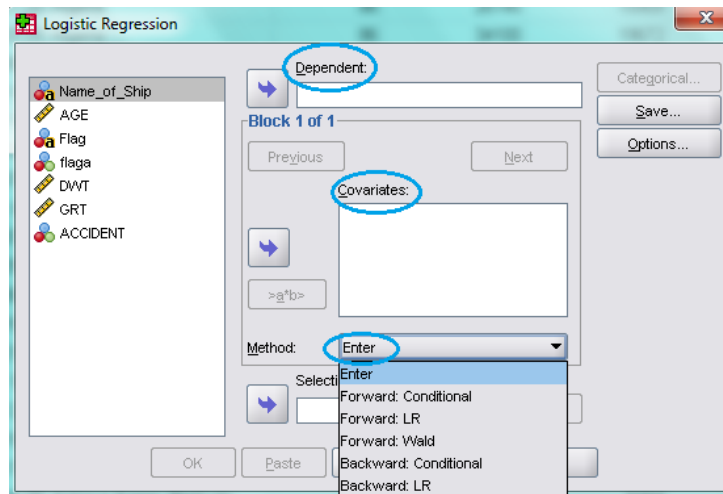
6.6 Η ΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗ ΣΤΟ SPSS.

Για να χρησιμοποιήσουμε το SPSS στη λογιστική παλινδρόμηση κάνουμε τα εξής βήματα.

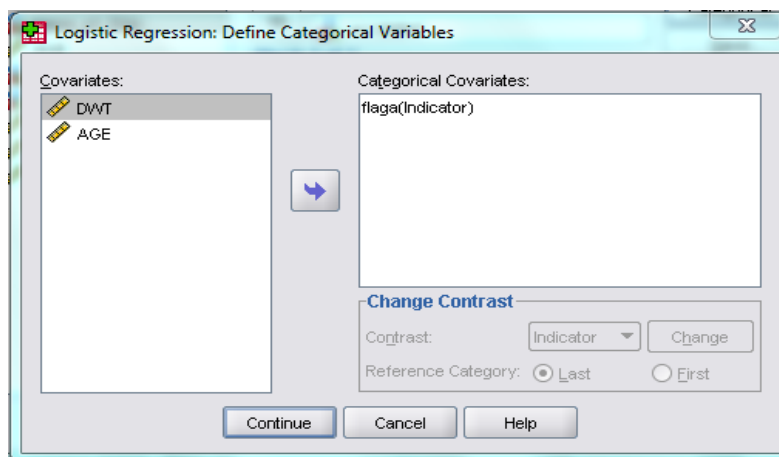
ANALYZE ⇒ REGRESSION ⇒ BINARY LOGISTIC



Στη συνέχεια στην επιλογή Binary Logistic θέτουμε στη θέση *dependent* την εξαρτημένη μεταβλητή **Accident**. Στη θέση *covariates* θέτουμε τις ανεξάρτητες μεταβλητές. Σαν μέθοδο επιλέγουμε την *enter*.



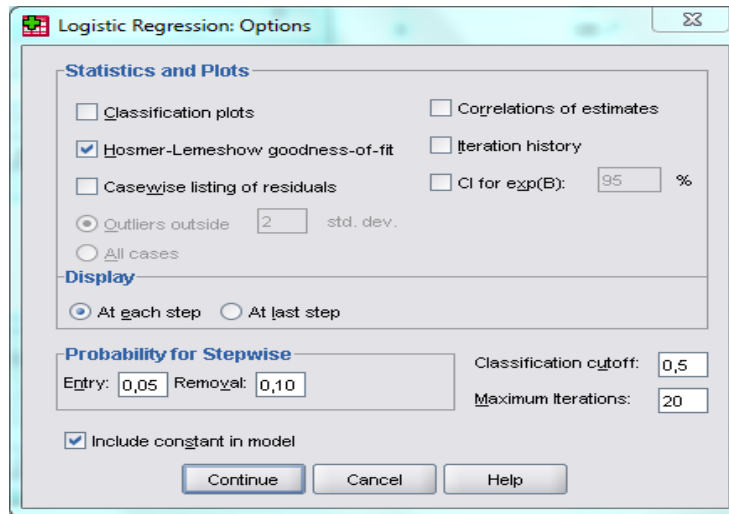
Στη συνέχεια πρέπει να ορίσουμε τις κατηγορικές μεταβλητές. Επιλέγουμε λοιπόν την θέση *categorical* και σύρουμε μέσα τις κατηγορικές μεταβλητές. Η επιλογή *reference category* έχει νόημα κυρίως όταν κατηγορική μεταβλητή έχει πάνω από δύο επίπεδα όπου όλα τα άλλα επίπεδα συγκρίνονται ως προς την *reference category* που επιλέγουμε.



Στη συνέχεια, στην επιλογή *option* οι πιο σημαντικές επιλογές είναι το *Hosmer and Lemeshov goodness-of-fit test*, το διάστημα εμπιστοσύνης του $\exp(\beta)$. Η επιλογή *probability for stepwise* αναφέρεται στην περίπτωση όπου η μέθοδος δεν είναι η *enter* αλλά κάποια από τις *forward* ή *backward* όπου οι μεταβλητές εισέρχονται ή εξέρχονται στο μοντέλο με κάποιες προκαθορισμένες πιθανότητες.

Δεν πρέπει να ξεχνάμε ότι η εξαρτημένη μεταβλητή είναι δυαδική με τιμές 0 ή 1. Η αντίστοιχη πρόβλεψη είναι η $\pi = P(Y=1)$. Με το *classification*

cutoff=0.5 ορίζουμε ότι για $\pi < 0.05$ η προβλεπόμενη τιμή του μοντέλου είναι 0 και για $\pi \geq 0.5$ είναι 1.



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7^ο

ΠΡΟΒΛΕΨΕΙΣ – ΣΕΝΑΡΙΑ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ.

Θα βρούμε τους στατιστικά σημαντικούς παράγοντες που σχετίζονται με την ύπαρξη ή μη ατυχήματος (Knapp S, (2003/2004)).

Αρχικά κατασκευάζουμε τις κατηγορικές μεταβλητές.

r με όνομα ACCIDENT που δηλώνει αν το πλοίο έχει πάθε ατύχημα (τιμή = 1) ή όχι (τιμή = 0).

r με όνομα την εκάστοτε σημαία που φέρει το πλοίο (τιμή = 1) ή όχι (τιμή = 0).

Οι μεταβλητές που θα χρησιμοποιήσουμε είναι:

Symbol	NAME	TYPE	VALUES	MEASURE
X1	Age	Numeric	None	Scale
X2	Tonnes	Numeric	None	Scale
X3,...,X105	FlagCode	Numeric	None	Nominal
Y	Accident	Numeric	0=No, 1=Yes	Nominal

Αν συμβολίσουμε με p την πιθανότητα πραγματοποίησης ατυχήματος, με 1-p την πιθανότητα αποτυχίας τότε το μοντέλο logit είναι της μορφής:

$$\log\left(\frac{\hat{p}}{1-\hat{p}}\right) = \log(\text{odds}) = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + \sum_3^{105} b_iX_i$$

Όμως λόγω του μεγάλου αριθμού των μεταβλητών όσο αφορά τις σημαίες, εκτελέσαμε Chi-Square Tests για να κρατήσουμε τις περισσότερο σημαντικές μεταβλητές.

Για προφανείς λόγους δε παραθέτουμε όλα τα αποτελέσματα παρά μόνο για 2 τυχαίες χώρες.

$$p_{\text{value}} = \begin{cases} <0,05 & \text{εξάρτηση} \Rightarrow \text{εισάγεται στο μοντέλο} \\ >0,05 & \text{ανεξαρτησία} \Rightarrow \text{δεν εισάγεται στο μοντέλο} \end{cases}$$

Πίνακας 49: Chi-Square Tests for Accident/Panama36 and Japan24

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	,273	1	,601
Likelihood Ratio	,276	1	,599
N of Valid Cases	49213		
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	59,278	1	,000
Likelihood Ratio	89,855	1	,000
N of Valid Cases	49213		

Οπότε από τις 105 σημαίες, μόνο 45 είναι στατιστικά σημαντικές.

Θα ξεκινήσουμε την ανάλυση μας (Παράρτημα Δ) με την μέθοδο **Enter** της Λογιστικής Παλινδρόμησης. Είναι η απλούστερη και συνηθέστερη διαδικασία, όπου όλες οι μεταβλητές εισέρχονται στο μοντέλο σαν μια ομάδα.

Διεξάγοντας την ανάλυση με την μέθοδο **Enter** (Παράρτημα Δ, Πίνακας 1), παρατηρούμε ότι κάποιες από τις μεταβλητές που χρησιμοποιήσαμε στην ανάλυση δεν είναι στατιστικά σημαντικές, αφού τα p-value τους είναι μικρότερα από το 0,05 επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας που έχουμε ορίσει. Για να διορθώσουμε αυτό το πρόβλημα, θα χρησιμοποιήσουμε μια διαδικασία **Backward (με την μέθοδο του Wald)**. Η διαδικασία **Backward** ξεκινά με όλο το σύνολο των μεταβλητών και απορρίπτει διαδοχικά τη χειρότερη από τις εναπομείναντες.

Στον **πίνακα 2** βλέπουμε ποιες μεταβλητές χρησιμοποιήθηκαν τελικά στην ανάλυση (όλες εκτός από τις μεταβλητές που στην Enter φαινόταν να μην είναι στατιστικά σημαντικές).

Η φυσική ερμηνεία είναι αμεσότερη ως προς τα $\exp(\beta_i)$ αντί των απλών παραμέτρων β_i . Για παράδειγμα, αν υιοθετήσουμε το παραπάνω μοντέλο, το γεγονός ότι $\exp(\beta_1) = 0.982$ σημαίνει ότι το odds πραγματοποίησης ατυχήματος είναι 0.982 φορές μεγαλύτερο για ένα πλοίο που είναι κατά ένα χρόνο μεγαλύτερο σε σχέση με κάποιο άλλο, όταν τα δυο τους διαφοροποιούνται μόνο ως προς την ηλικία.

Πιο αναλυτικά, από τους συντελεστές της λογιστικής παλινδρόμησης για τον πληθυσμό των τάνκερ συμπεραίνουμε τα εξής:

- ✦ αν $X_1=X_2=X_3=X_4=X_5=X_6=X_7$, τότε ο λογάριθμος των odds ισούται με $b_0=-6,421$. Η σταθερά σε αυτή τη περίπτωση δεν έχει φυσική ερμηνεία, καθώς $X_1 = AGE > 0$.
- ✦ Κρατώντας όλες τις υπόλοιπες μεταβλητές σταθερές και αυξάνοντας την X_1 (ηλικία του πλοίου) κατά μια μονάδα, ο λογάριθμος των odds αυξάνεται κατά $b_1=0,058$ μονάδες.
- ✦ Η μετάβαση από την κατάσταση $X_2=0$ (china flag = no) στην κατάσταση $X_2=1$ (china flag = yes) με όλες τις άλλες μεταβλητές σταθερές, αυξάνει τον λογάριθμο των odds κατά $b_2=2,222$ μονάδες.
- ✦ Η μετάβαση από την κατάσταση $X_3=0$ (hongkong flag = no) στην κατάσταση $X_3=1$ (hongkong flag = yes) με όλες τις άλλες μεταβλητές σταθερές, αυξάνει τον λογάριθμο των odds κατά $b_3=1,334$ μονάδες.
- ✦ Η μετάβαση από την κατάσταση $X_4=0$ (india flag = no) στην κατάσταση $X_4=1$ (india flag = yes) με όλες τις άλλες μεταβλητές σταθερές, μειώνει τον λογάριθμο των odds κατά $|b_4|=-0,994$ μονάδες.
- ✦ Η μετάβαση από την κατάσταση $X_5=0$ (russia flag = no) στην κατάσταση $X_5=1$ (russia flag = yes) με όλες τις άλλες μεταβλητές σταθερές, μειώνει τον λογάριθμο των odds κατά $|b_5|=-0,986$ μονάδες.
- ✦ Κρατώντας όλες τις υπόλοιπες μεταβλητές σταθερές, η μετάβαση από την κατάσταση $X_6=0$ (StVincent flag = no) στην κατάσταση $X_6=1$ (StVincent flag = yes) μειώνει τον λογάριθμο των odds κατά $|b_6|=-1,260$ μονάδες.
- ✦ Τέλος, η μετάβαση από την κατάσταση $X_7=0$ (turkey flag = no) στην κατάσταση $X_7=1$ (turkey flag = yes) με όλες τις άλλες μεταβλητές σταθερές, μειώνει τον λογάριθμο των odds κατά $|b_7|=-0,888$ μονάδες.

Για να βρούμε τα διαστήματα εμπιστοσύνης των συντελεστών αυτών ανατρέχουμε στις δυο τελευταίες στήλες του πίνακα 2. Συνεπώς με τη βοήθεια του πίνακα μπορούμε να υπολογίσουμε και τα 95% διαστήματα εμπιστοσύνης των $b_i, i=1, \dots, 7$. Έτσι:

- Το 95% διάστημα εμπιστοσύνης για την παράμετρο b_1 είναι το $(\ln(1,049), \ln(1,070)) \approx (0,048, 0,067)$.
- Το 95% διάστημα εμπιστοσύνης για την παράμετρο b_2 είναι το $(\ln(1,292), \ln(65,813)) \approx (0,256, 4,187)$.
- Το 95% διάστημα εμπιστοσύνης για την παράμετρο b_3 είναι το $(\ln(0,943), \ln(15,284)) \approx (-0,059, 2,727)$.
- Το 95% διάστημα εμπιστοσύνης για την παράμετρο b_4 είναι το $(\ln(0,182), \ln(0,752)) \approx (-1,703, -0,286)$.
- Το 95% διάστημα εμπιστοσύνης για την παράμετρο b_5 είναι το $(\ln(0,197), \ln(0,705)) \approx (-1,623, -0,350)$.
- Το 95% διάστημα εμπιστοσύνης για την παράμετρο b_6 είναι το $(\ln(0,070), \ln(1,152)) \approx (-2,661, 0,142)$.
- Το 95% διάστημα εμπιστοσύνης για την παράμετρο b_7 είναι το $(\ln(0,218), \ln(0,778)) \approx (-1,524, -0,251)$.

Ο **πινάκας 3**, δίνει τη τιμή της στατιστικής συνάρτησης X^2 (Chi-square), καθώς και το αντίστοιχο p-value για τον έλεγχο της υπόθεσης $H_0: \beta_1=0$ κατά της $H_1: \beta_1 \neq 0$. Βλέπουμε ότι το μοντέλο μας είναι στατιστικά σημαντικό αφού το p-value που αντιστοιχεί στο μοντέλο μας είναι $0.000 < 0.05$ οπότε απορρίπτεται η μηδενική υπόθεση ότι όλοι οι συντελεστές β είναι ίσοι με μηδέν. Επίσης φαίνονται και οι σχετικοί βαθμοί ελευθερίας είναι $df = (\text{μέγεθος δείγματος} - \text{πλήθος παραμέτρων που εκτιμήθηκαν})$

Το στατιστικό πηλίκιο πιθανοφάνειας (-2 Log likelihood value) που ισούται με G^2 καθώς και οι τιμές των συντελεστών προσδιορισμού R^2 φαίνονται στο **πίνακα 4**. Οι συντελεστές αυτοί είναι ανάλογοι με τους συντελεστές προσδιορισμού R^2 και adjusted R^2 στα πλαίσια της γραμμικής παλινδρόμησης. Ο συντελεστής αυτός κυμαίνεται από 0 ως 1 (χωρίς να μπορεί να πάρει τη τιμή 1). Η τιμή του στατιστικού θα ήταν καλή, μόνο που (όπως αναφέρθηκε νωρίτερα) δεν υπάρχει βάση σύγκρισης με μια τιμή αναφοράς (γι' αυτό και στα αποτελέσματα του SPSS δε δίνεται σχετική p-value).

Μπορούμε να παραστήσουμε γραφικά την εκτίμηση της πιθανότητας ύπαρξης ατυχήματος ως συνάρτηση της ηλικίας ή όποιας άλλης

μεταβλητής θέλουμε, σταθεροποιώντας τα υπόλοιπα χαρακτηριστικά σε προκαθορισμένα επίπεδα.

Έτσι σε ότι έχει να κάνει με General Cargo Ships, η εκτίμηση της πιθανότητας δίνεται από τη παρακάτω σχέση

$$\log\left(\frac{\hat{p}}{1-\hat{p}}\right) = \log(\text{odds}) = b_0 + b_1X_1 + \sum_2^{14} b_iX_i$$

με b_0, \dots, b_{14} συντελεστές από το πίνακα 2, παράρτημα Δ.

Συγκεκριμένα επιλέγοντας να κρατήσουμε σταθερές όλες τις μεταβλητές εκτός από την ηλικία και για ένα εύρος τιμών DWT πάντα μέσα στα όρια του πληθυσμού.

Συνεπώς πριν από κάθε εκτίμηση/διάγραμμα υπάρχει ο πίνακας με τα μέτρα περιγραφικής στατιστικής ώστε να εκτιμήσουμε σωστά.

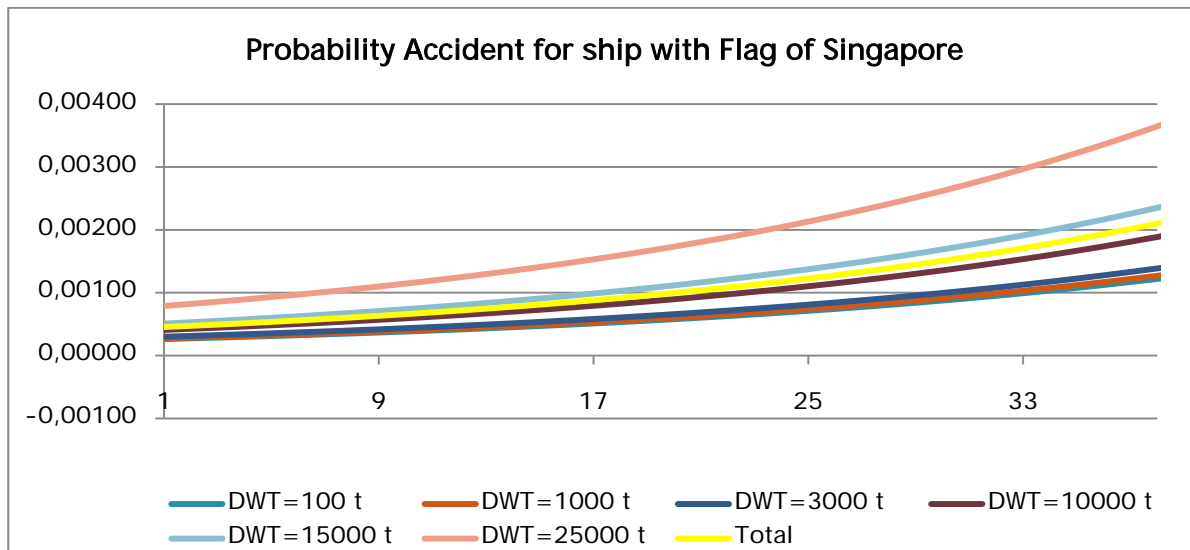
Descriptive Statistics for General Cargo Fleet					
	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Dwt	150510	3	41949	6069,58	5978,402
AGE	150510	,1000	55,0000	16,790067	11,1054187

Να επισημάνουμε επίσης ότι υπολογίσαμε την ολική πιθανότητα να πάθει ένα πλοίο ατύχημα με βάση το παρακάτω τύπο:

$$P(B) = P(B/ E_1)P(E_1) + P(B/ E_2)P(E_2) + \dots + P(B/ E_k)P(E_k)$$

Ο τύπος αυτός εξαρτάται από τις επιμέρους πιθανότητες των εκάστοτε σημαίων. Στην ουσία μας δείχνει την πιθανότητα ατυχήματος επί του στατιστικά σημαντικού στόλου.

Παραδείγματος χάριν, ένα πλοίο σημαίας Σιγκαπούρης με DWT= 15000t, ηλικίας 15 ετών έχει πιθανότητα να πάθει ατύχημα 0,00091 στα **επόμενα 10 χρόνια**. Συγκεντρωτικά έχουμε:

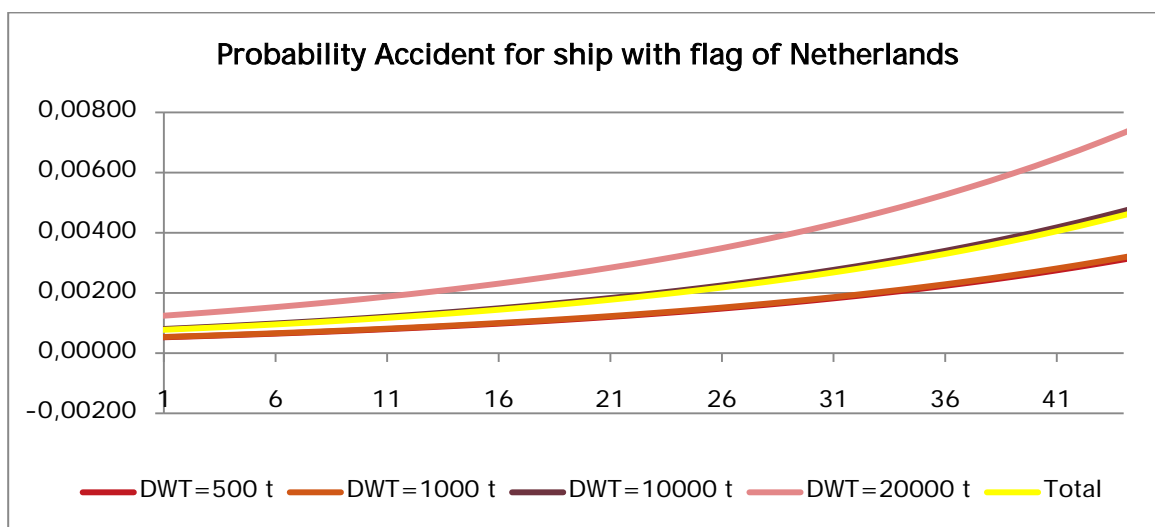


Σχήμα 79: Probabilities of Casualty per Main Group: General Cargo/Singapore flag.

Σε ότι έχει να κάνει με το παραπάνω σχήμα παρατηρούμε ότι όσο αυξάνει η ηλικία, αυξάνεται και η πιθανότητα ατυχήματος. Το ίδιο παρατηρούμε και για τη σχέση πιθανότητας/DWT.

Είναι χρήσιμο σε αυτό το σημείο να υπογραμμίσουμε ότι γενικά δεν είναι ασφαλές να ζητάμε πρόβλεψη του Y για τιμές των ανεξάρτητων μεταβλητών εκτός των ορίων των τιμών τους στα δεδομένα.

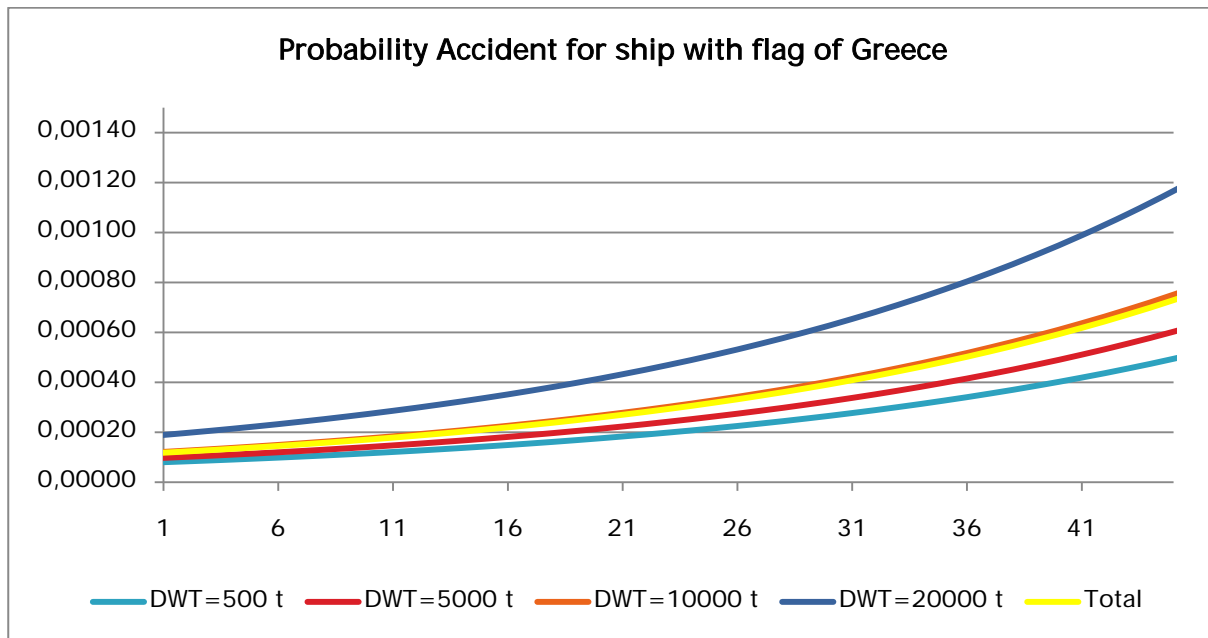
Για τα General Cargo η DWT παίρνει τιμές μεταξύ του 3 και του 42000 ενώ η AGE μεταξύ του 0,1 έως του 55. Επομένως δεν θα ήταν ασφαλές να ζητούσαμε πρόβλεψη αν ένα πλοίο θα πάθει ατύχημα ή όχι όταν π.χ. DWT = 100.000, και AGE = 70 διότι σε αυτή την περιοχή των μεταβλητών το μοντέλο μπορεί να είναι διαφορετικό.



Σχήμα 80: Probabilities of Casualty per Main Group: General Cargo/Netherlands' flag.

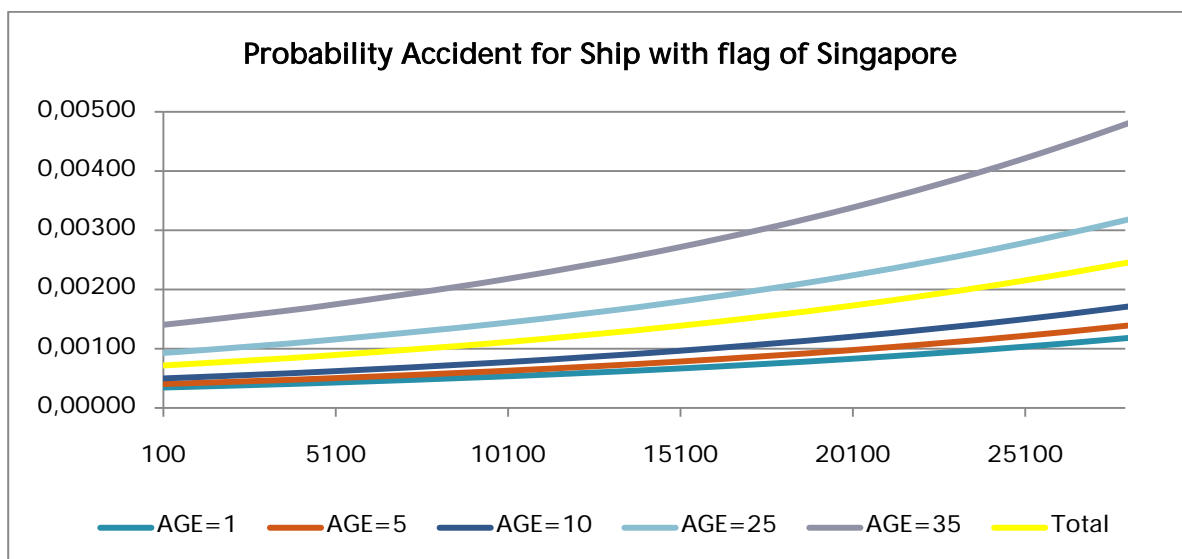
Για το ίδιο πλοίο με σημαία της Ολλανδίας η εκτίμηση της πιθανότητας να πάθει ατύχημα ισούται με 0,00178 στα επόμενα 10 χρόνια.

Και για σημαία Ελλάδας είναι 0,0027 με βάση το παρακάτω σχήμα.

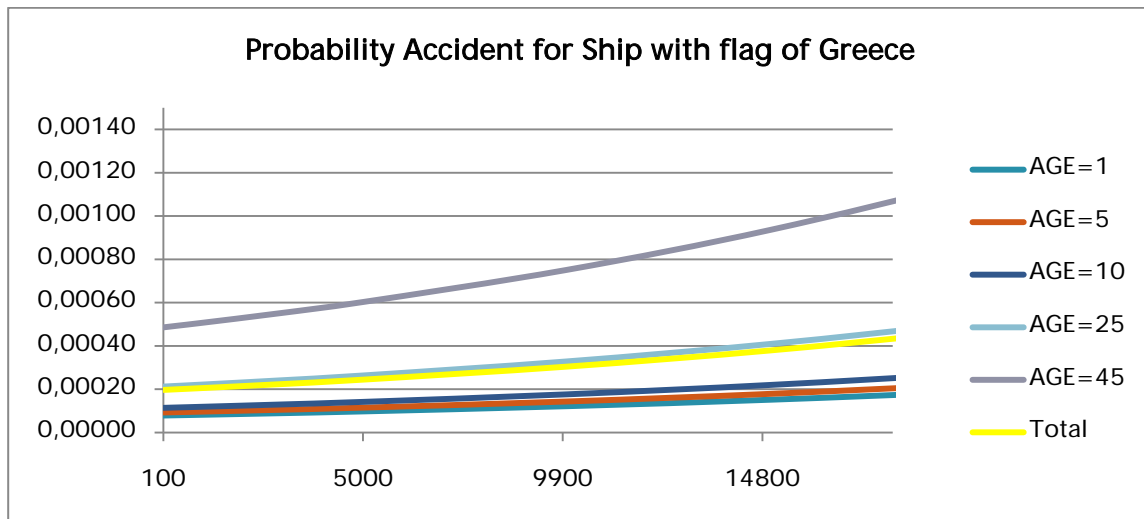


Σχήμα 81: Probabilities of Casualty per Main Group: General Cargo/Greece's flag.

Επιλέγοντας τώρα να κρατήσουμε σταθερές όλες τις μεταβλητές εκτός από το DWT και για ένα εύρος τιμών AGE πάντα μέσα στα όρια του πληθυσμού. Προκύπτουν τα αντίστοιχα διαγράμματα.



Σχήμα 82: Probabilities of Casualty per Main Group: General Cargo/Singapore's flag.



Σχήμα 83 Probabilities of Casualty per Main Group: General Cargo/Greece's flag.

Για ένα πλοίο η εκτίμηση της πιθανότητας ατυχήματος με DWT=35000 t ισούται με:

Flag	Age = 10		Age=25	
Antigua&Barbuda	0,0038235	0,38%	0,00709257	0,71%
Bahamas	0,00206726	0,21%	0,00384055	0,38%
Belize5	0,00093855	0,09%	0,00174533	0,17%
Bermuda	0,00046174	0,05%	0,000859	0,09%
Cyprus	0,00170784	0,17%	0,0031738	0,32%
Greece	0,0005305	0,05%	0,00098687	0,10%
Japan	0,00083249	0,08%	0,00154825	0,15%
MarshallIslands	0,00098556	0,10%	0,00183268	0,18%
Netherlands	0,00348258	0,35%	0,00646206	0,65%
Norway	0,00044832	0,04%	0,00083405	0,08%
SINGAPORE	0,00178023	0,18%	0,00330812	0,33%
Spain	0,00167319	0,17%	0,0031095	0,31%
StVincent&TheGrenadines	0,00232129	0,23%	0,00431155	0,43%

Παρατηρούμε ότι τα πλοία General Cargo σημαίας Antigua&Barbuda είναι πιο πιθανό να πάθουν ατύχημα σε σχέση με τα πλοία υπόλοιπων σημαιών πχ. της Νορβηγίας.

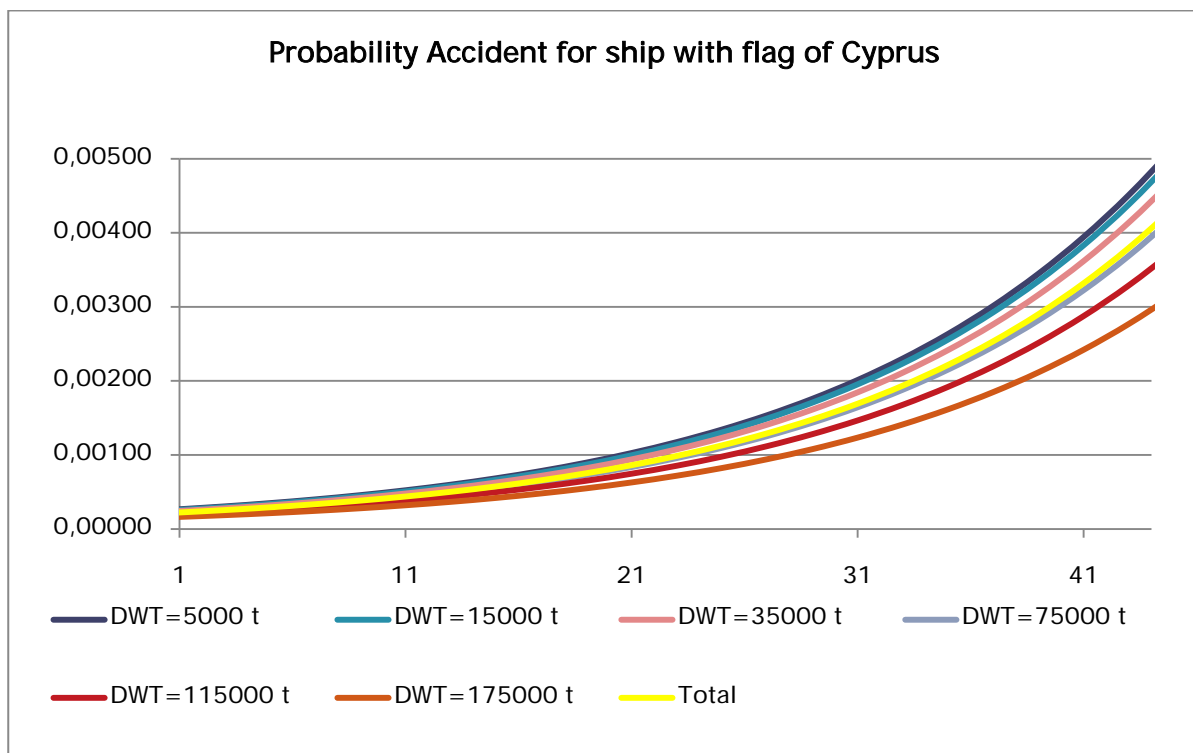
Για τα Bulk Carrier Ships, η εκτίμηση της πιθανότητας δίνεται από τη παρακάτω σχέση:

$$\log\left(\frac{p}{1-p}\right) = \log(\text{odds}) = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + \sum_3^{22} b_iX_i$$

με b_0, \dots, b_{22} συντελεστές από το πίνακα 2, παράρτημα Δ.

Συνεπώς πριν από κάθε εκτίμηση/διάγραμμα υπάρχει ο πίνακας με τα μέτρα περιγραφικής στατιστικής ώστε να εκτιμήσουμε σωστά.

Descriptive Statistics for Bulk Carrier Fleet					
	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Dwt	65243	13	364768	49515,71	53206,018
AGE	65243	,10	55,00	14,2799	10,67542



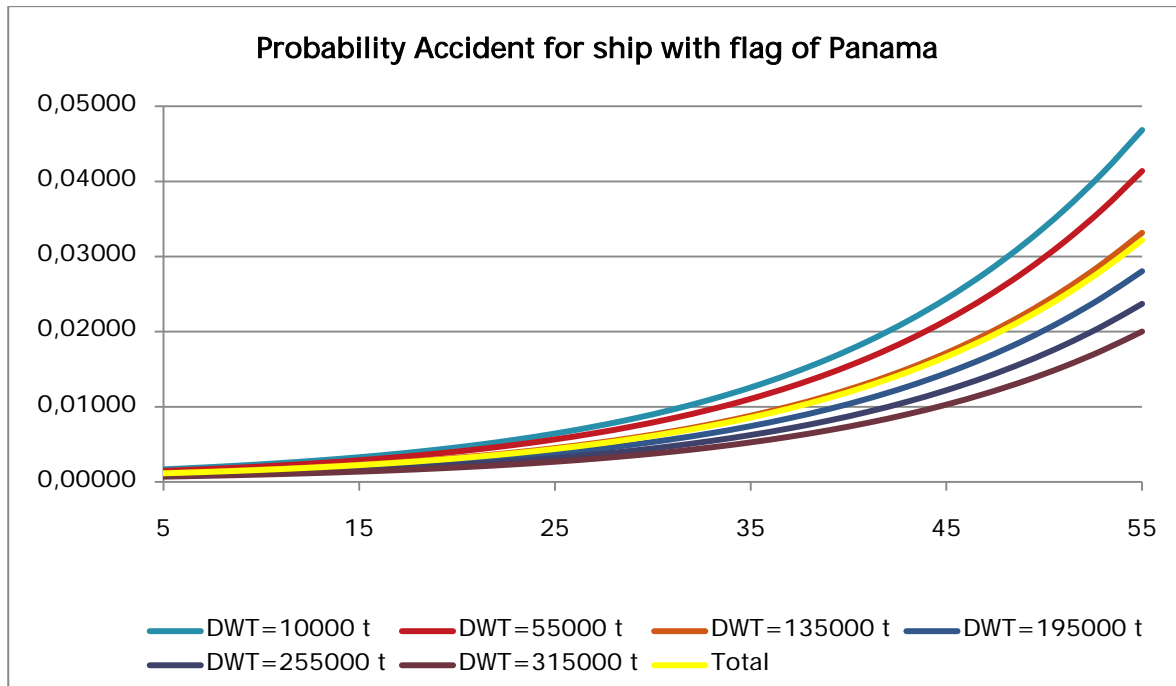
Σχήμα 84: Probabilities of Casualty per Main Group: Bulk Carrier/Cyprus' flag.

Τα σχήματα 84 και 85 παρουσιάζουν τις εκτιμώμενες πιθανότητες για πλοίο με σημαία της Κύπρου και Παναμά ανάλογα με την ηλικία και το μέγεθός του. Παρατηρούμε ότι όσο αυξάνει το μέγεθος του πλοίου τόσο μειώνεται η πιθανότητα να πάθει ατύχημα.

Ενδεικτικά αναφέρουμε για πλοίο ηλικίας 15 ετών:

- Για DWT=55000 t, η εκτιμώμενη πιθανότητα είναι: 0,00116/0,00566 για τα επόμενα 10 χρόνια.
- Για DWT=115000 t, η εκτιμώμενη πιθανότητα είναι: 0,00098/0,00477 για τα επόμενα 10 χρόνια.

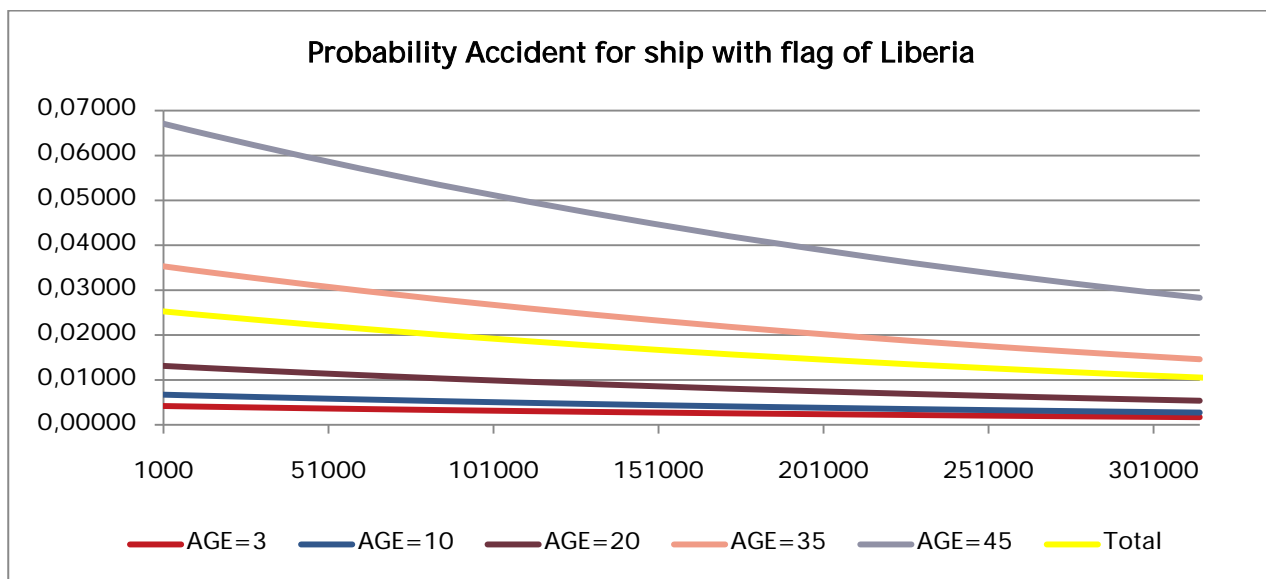
- Για DWT=155000 t, η εκτιμώμενη πιθανότητα είναι: 0,00087/0,00425 για τα επόμενα 10 χρόνια.



Σχήμα 85: Probabilities of Casualty per Main Group: Bulk Carrier/Panama flag.

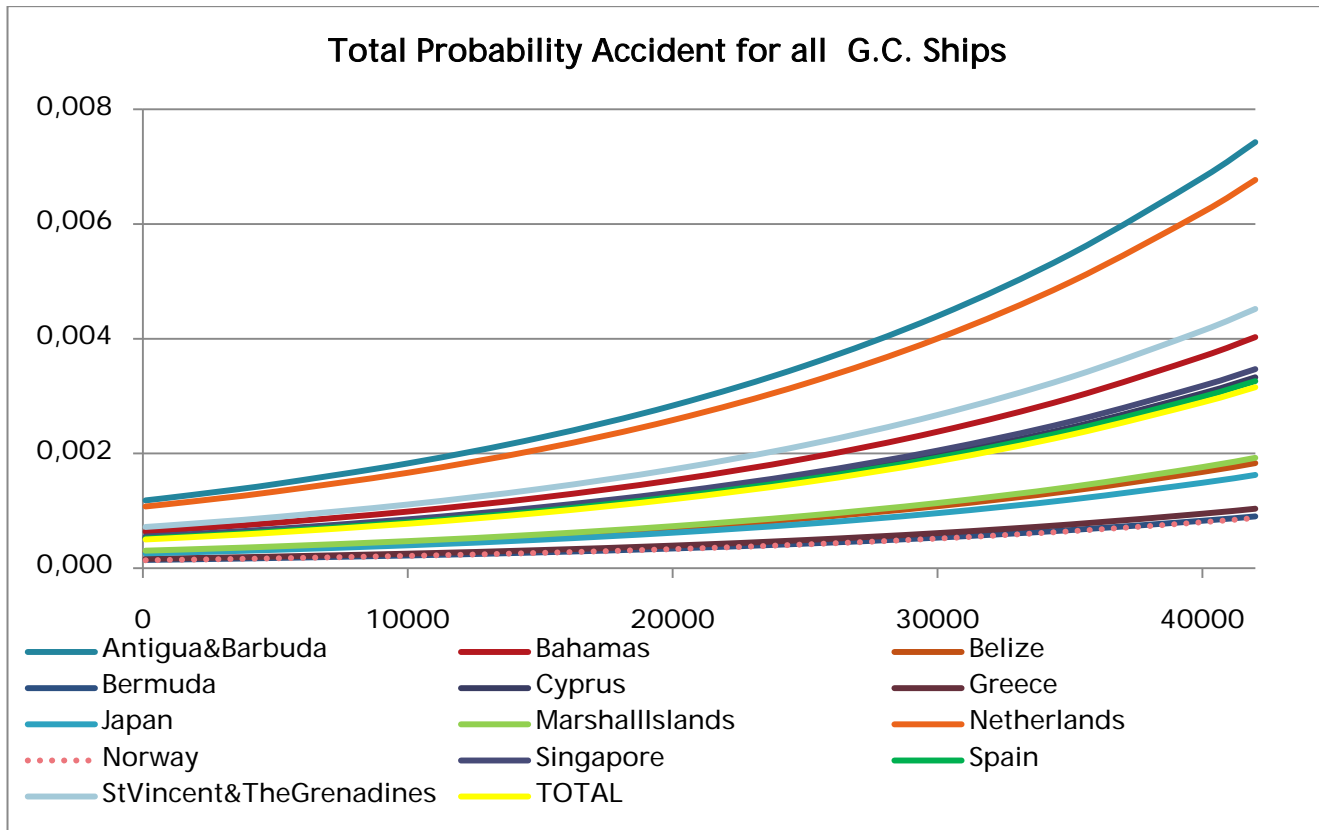
Κρατώντας σταθερή την ηλικία, προκύπτει η πιθανότητα ατυχήματος συναρτήσει της χωρητικότητας.

Για παράδειγμα, πλοίο με σημαία Λιβερίας έχει τις αντίστοιχες πιθανότητες με βάση το παρακάτω σχήμα:

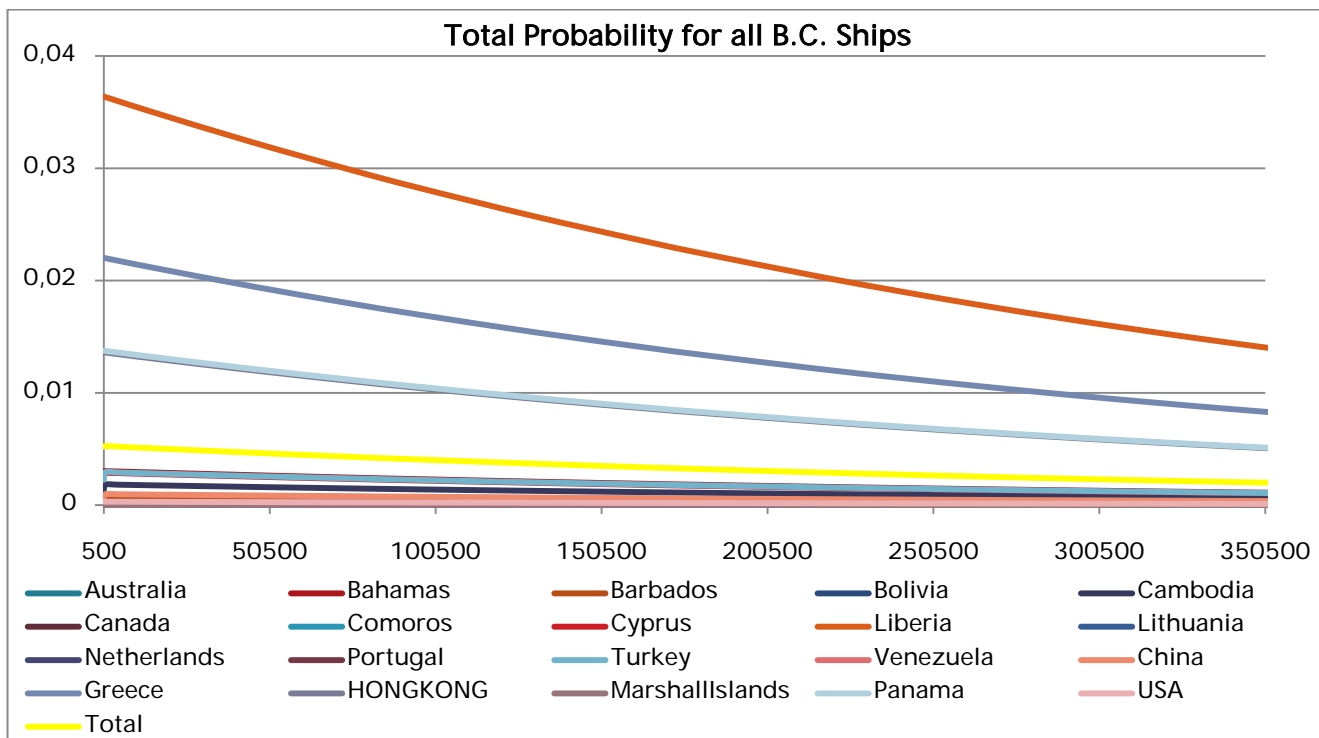


Σχήμα 86: Probabilities of Casualty per Main Group: Bulk Carrier/Liberia's flag.

Παραθέτουμε επίσης τα συγκεντρωτικά διαγράμματα για General Cargo Ships και για Bulk Carriers.



Σχήμα 87: Probabilities of Casualty per Main Group: General Cargo



Σχήμα 88: Probabilities of Casualty per Main Group: Bulk Carrier

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8^ο

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ.

8.1 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

8.1.1 ΒΑΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ.

Η παρούσα κατάσταση όσον αφορά τα στοιχεία και τις λεπτομέρειες των ναυτικών ατυχημάτων είναι απαράδεκτη και αποτελεί τροχοπέδη στη βελτίωση του σχεδιασμού και της κατασκευής πλοίων και στην εφαρμογή σωστών-πρακτικών κανονισμών. Για να διορθωθεί αυτή η κατάσταση, μια κοινοπραξία των λιμενικών αρχών θα ήταν καλή ιδέα να προχωρήσει στη σχεδίαση και οργάνωση μιας βάσης δεδομένων για τα θύματα των σκαφών τους. Αυτή η βάση δεδομένων:

- 1) Πρέπει να είναι πλήρως δημόσια, ελεύθερα διαθέσιμη, μέσω web interface και πλήρης μεταφόρτωσης σε Η/Υ.
- 2) Πρέπει να είναι κατανοήσιμη και από τον άνθρωπο και αναγνώσιμη από μηχανή XML.
- 3) Πρέπει να είναι αρκετά ευέλικτη στο χειρισμό ασήμαντων στοιχείων αλλά συγχρόνως να είναι σε θέση να καταγράφει τα πολύ λεπτομερή στοιχεία.
- 4) Πρέπει να περιλαμβάνει τα πλήρη στοιχεία της Κλάσης όσον αφορά, τουλάχιστον, όλα τα πλοία που έχουν πάθει σημαντικά ατυχήματα.
- 5) Πρέπει να υποστηρίζει διορθώσεις και προσθήκες στα στοιχεία άμεσα.

8.1.2 ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

Παρακάτω παρουσιάζονται συγκεντρωμένα τα βασικά συμπεράσματα και χρήσιμα στοιχεία που εξάγονται από την εργασία :

Για την εξεταζόμενη περίοδο από το 1999 μέχρι και το τέλος του 2009 παρατηρούμε ότι:

- Τα tankers έχουν αυξηθεί σε ποσοστό 21%,
- Τα bulk carriers αυξήθηκαν κατά 1563 πλοία, παρουσιάζοντας μια σταθερή ετήσια αύξηση της τάξης του 4% από τα μέσα της δεκαετίας και έπειτα,
- Τα containerships σημείωσαν σημαντική αύξηση. Διπλασιάστηκαν μέσα σε 10 χρόνια,
- Υπάρχει μια σχετική σταθερότητα στην κατηγορία των πλοίων γενικού φορτίου,
- Τα επιβατηγά/οχηματαγωγά αυξήθηκαν κατά 1598 πλοία.

Ύστερα από αναλυτική αναζήτηση στα δεδομένα της βάσης δεδομένων Sea-Web που χρησιμοποιούμε, τα ατυχήματα που μελετάμε – όπως έχουμε προαναφέρει – ταξινομήθηκαν βάσει των στοιχείων που είχαμε στη διάθεση μας σε 9 βασικές κατηγορίες.

Σε 1069 πλοία, συνέβησαν φωτιές και εκρήξεις τη τελευταία δεκαετία. Η κατηγορία Fire/Explosion αποτελεί το τέταρτο πιο σημαντικό παράγοντα στα ναυτικά ατυχήματα. Και πρώτο σε ότι έχει να κάνει με απώλεια ανθρώπινης ζωής.

Επίσης, με βάση τη κατάσταση του πλοίου μετά το ατύχημα προκύπτει ότι το 15% των πλοίων έχει χαθεί.

Τα ατυχήματα φωτιάς/έκρηξης είναι η 4^η αιτία για την ολική απώλεια των πλοίων. Τα ατυχήματα που οφείλονται σε μηχανολογική βλάβη (Hull/Machinery Damage) είναι πρώτα στη λίστα με αριθμό 4279 και εμφανίζουν το μεγαλύτερο δείκτη επιστροφής των πλοίων σε λειτουργία.

Με βάση τη μεθοδολογία Pareto, προκύπτει ότι πιο επιρρεπή σε ατυχήματα είναι τα πλοία γενικού φορτίου και αυτά που δεν συνηθίζουν είναι τα containerships.

Σε ότι έχει να κάνει με τον στόλο κάθε τύπου πλοίου προκύπτει ότι:

- β δε παρατηρούνται υπερβολικές τιμές στο δείκτη εμφάνισης των ατυχημάτων Tankers κατά τη διάρκεια της δεκαετίας με μια μικρή μείωση στα τελευταία χρόνια.

- ρ μια έξαρση του δείκτη εμφάνισης των ατυχημάτων ΒC σημειώνεται κατά τη διάρκεια της διετίας με κορύφωση το τέλος του 2004 και της αρχής του 2005.
- ρ μπορεί να υπάρχουν κάποιες εξάρσεις του δείκτη εμφάνισης των ατυχημάτων (αρχές του 2006 κλπ., αλλά σε τον ορίζοντα της δεκαετίας διακρίνεται μια σταθερότητα του δείκτη εμφάνισης των ατυχημάτων
- ρ αρκετά μεγάλη αύξηση του δείκτη εμφάνισης των ατυχημάτων.
- ρ διακρίνεται μια ιδιαίτερα αυξητική τάση του δείκτη εμφάνισης των ατυχημάτων

Τα πιο πολλά ατυχήματα συμβαίνουν σε περιοχές με αυξημένη κυκλοφορία των πλοίων και δύσκολη γεωγραφική θέση.

Το 87% των ατυχημάτων χαρακτηρίζονται από σοβαρά έως και απώλεια του πλοίου (933 από τα 1069 ατυχήματα). Από αυτά, μόνο τα 22 προκάλεσαν ρύπανση στο θαλάσσιο περιβάλλον.

Η πιο συχνή τοποθεσία για τα ατυχήματα των πλοίων είναι μέσα στη θάλασσα. Ακολουθούν τα ατυχήματα που γίνονται στα λιμάνια και στις περιοχές δεξαμενισμού.

Σε ότι έχει να κάνει με τα ατυχήματα τύπου casualty κύρια αιτία είναι η φωτιά με ένα ποσοστό 70%, ακολουθεί η βλάβη με ποσοστό 15% και έπεται η έκρηξη με 8%. Όσο αφορά τώρα αν το πλοίο χαρακτηριστεί total loss, η βασική αιτία είναι η φωτιά με τα μισά περίπου πλοία να έχουν υποστεί φωτιά. Δεύτερος βασικός παράγοντας με ποσοστό περίπου 30% είναι η βύθιση.

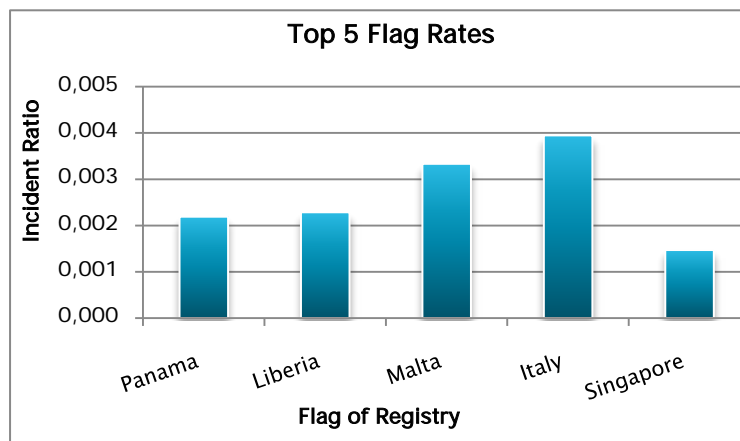
Οι περισσότερες απώλειες είτε είναι θανατηφόρες είτε όχι, συμβαίνουν στα Επιβατηγά Πλοία με ποσοστά που αγγίζουν το 80%. Ο τύπος του ατυχήματος Φωτιά/Έκρηξη με την ύπαρξη ανθρώπινης ζωής αποτελεί το πιο επικίνδυνο και φονικό συνδυασμό.

Τα Passenger Vessels έχουν το μεγαλύτερο δείκτη απώλειας ζωών ανά συνολικό αριθμό ατυχημάτων, δηλαδή αντιστοιχούν 6 άτομα ανά ατύχημα. Σημαντικά μεγάλος αριθμός αν δει κανείς τους δείκτες των υπολοίπων πλοίων.

Το μέρος που μπορεί να συμβεί πιο συχνά φωτιά ή/και έκρηξη είναι μέσα στο μηχανοστάσιο και μπορεί να οφείλεται σε πολλούς παράγοντες όπως θα δούμε παρακάτω. Εμφανίζει ένα αρκετά μεγάλο ποσοστό της τάξης του 43%.

Και συγκεκριμένα το ποσοστό αγγίζει:

- το 38,2% στα Tankers
- το 44,7% στα Bulk Carriers
- το 45,9% στα Containerships
- το 37,2% στα General Cargo



Οι ιαπωνικές ναυτιλιακές εταιρείες προτιμούν την σημαία του Παναμά, οι ελληνικών συμφερόντων εταιρείες προτιμούν να υψώνουν στα πλοία τους, τις σημαίες της Μάλτας και της Κύπρου.

Έχοντας ως κριτήριο το δείκτη ατυχήματος ανά κατηγορία μεγέθους, τα αποτελέσματα διαφέρουν σημαντικά τόσο ανά τύπο πλοίου όσο και ανά κατηγορία σε σχέση μόνο με τα ατυχήματα που συμβαίνουν στις κατηγορίες αυτές.

Παρατηρήσαμε επίσης οι μέσοι όροι για τα incident ratio των πληθυσμών των δυο πενταετιών δεν διαφέρουν σημαντικά (η διαφορά δε κρίνεται στατιστικά σημαντική) παρά μόνο στον πληθυσμό των tankers.

Τα δεξαμενόπλοια έχουν 0,797 φορές μεγαλύτερη πιθανότητα να εμπλακούν σε ατύχημα από τα υπόλοιπα πλοία. Η πιθανότητα αυτή σχεδόν διπλασιάζεται κατά τη σύγκριση των πλοίων γενικού φορτίου με τα υπόλοιπα πλοία. Τέλος τα επιβατηγά πλοία έχουν 1,46 φορές μεγαλύτερη πιθανότητα να πάθουν ατύχημα σε σχέση με τις υπόλοιπες κατηγορίες.

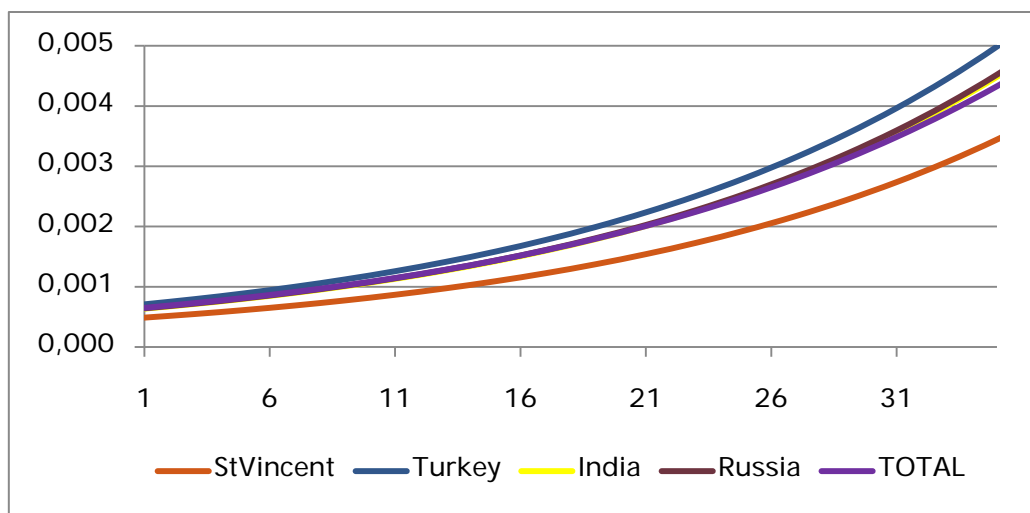
Με τη βοήθεια του Chi-Square Test For Independence: Contingency Table Analysis εξετάσαμε αν υπάρχει και κατά πόσο είναι σημαντική η ανεξαρτησία ή μη της ηλικίας ενός εμπορικού πλοίου με το αντίστοιχο μέγεθος του. Καταλήξαμε ότι:

- ✓ Επειδή $p_{value} < 0,05$, υπάρχει εξάρτηση της ηλικίας με το μέγεθος ενός tanker και αντίστοιχα με το μέγεθος ενός passenger/roto.
- ✓ Επειδή $p_{value} < 0,05$ είναι 0.071 δεν μπορούμε να απορρίψουμε ότι οι δυο μεταβλητές των Bulk Carriers (age & DWT) είναι ανεξάρτητες. Το ίδιο ισχύει και για Containerships και για General Cargo Ships.

Χρησιμοποιήσαμε το μοντέλο της Λογιστικής Παλινδρόμησης για τον υπολογισμό των αντίστοιχων πιθανοτήτων των ατυχημάτων.

Κρατήσαμε μονάχα τις μεταβλητές που είναι σημαντικές για το μοντέλο.

Γενικά, παρατηρούμε ότι όσο αυξάνει η ηλικία, αυξάνεται και η πιθανότητα ατυχήματος. Το ίδιο παρατηρούμε και για τη σχέση πιθανότητας/DWT.



Σχήμα 89: Probabilities of Casualty per Main Group: Tanker.

Υπολογίζουμε και την ολική πιθανότητα (total probability) ένα πλοίο να πάθει ατύχημα ανεξαρτήτου σημαίας πάντα μέσα στο στατιστικά σημαντικό στόλο.

Γενικά δεν είναι ασφαλές να ζητάμε πρόβλεψη ατυχήματος για τιμές των ανεξάρτητων μεταβλητών εκτός των ορίων των τιμών τους στα δεδομένα.

Παρατηρούμε ότι όσο αυξάνει το μέγεθος και η ηλικία ενός Bulk Carrier με σημαία της Κύπρου τόσο μειώνεται η πιθανότητα να πάθει ατύχημα. Αντίθετα για σημαία Λιβερίας ισχύει ότι όσο αυξάνεται η ηλικία με σταθερό πάντα το μέγεθος τόσο, τόσο αυξάνεται η πιθανότητα να πάθει ατύχημα.

Για τα Containerships παρατηρούμε ότι ανεξαρτήτου σημαίας έχουμε μεγαλύτερη πιθανότητα να πάθει ατύχημα μέσα στα επόμενα 10 χρόνια.

Στα Tankers παρατηρούμε ότι αυτά που έχουν σημαία Κίνας είναι πιο επιρρεπή σε ατυχήματα σε σχέση με τις σημαίες του Hong Kong και τις Τουρκίας.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.

Ξενόγλωσση

- Akten, Necmettin. (2006).** *Shipping accidents: a serious threat for marine environment.* Instabul : Istanbul University, Engineering Faculty, Dept. of Maritime Transport and Management Engineering, (2006).
- Anders Tosseviken, DNV Høvik and Jost Bergmann, DNV Hamburg. October 2003.** *Cargo Fires on Container Carriers.* October 2003. Paper Series No. 2003-P013.
- Cahill R. (2002).** *Book:"Strandings and their Causes".* s.l. : Nautical Institute, (2002).
- Devanney J. (April 2008).** *Journal Article:"The argument for twin screw tankers."* s.l. : WMU Journal of Maritime Affairs, pages 353-380, (April 2008).
- Devanney J., and Stewart R. (October 1974).** *Journal Article:"Bayesian analysis of oil spill statistics."* s.l. : Marine Technology, pages 365-382, (October 1974).
- Eliopoulou E., Papanikolaou A., and Hamann R. (March 2008).** *Technical report:"Risk analysis of large tankers."* s.l. : 2th Int. Workshop on Risk Based Approaches in the Maritime Industry, (March 2008).
- European Maritime Safety Agency (EMSA). (2007).** *Maritime Accident Review 2007.* (2007).
- European Maritime Safety Agency (EMSA). (2005).** *The world merchant fleet in 2005:Statistics from Equasis.* (2005).
- IMO staff. (2004).** *Technical Report:"Casualty statistics and investigations, fsi.3/circ.4."* s.l. : International Maritime Organization, (2004).
- Knapp S. (2003/2004).** *Thesis:"Analysis of the Maritime Safety Regime:Risk Improvement Possibilities for the Port State Control Target Factor".* Rotterdam : Erasmus University Rotterdam, MSc in Maritime Economics and Logistics, (2003/2004).
- Knapp S. (2007).** *Doctoral Thesis:"The Econometrics of Maritime Safety:Recommendations to Enhance Safety at Sea.* Rotterdam : Rotterdam School of Management (RSM) Erasmus University, Erasmus Research Institute of Management (ERIM), (2007).
- Kuehmayer, J. R. 2008.** *Marine Accident and Casualty Investigation Boards.* s.l. : Austrian Marine Equipment Manufacturers, 2008.

Lloyd's Marine Intelligence Unit. July 2008. *Study of Maritime Traffic Flows in the Mediterranean Sea.* s.l. : REMPEC/EU-Funded MEDA Regional Project MED 2005/109-573, July 2008.

Lloyds Casualty Information Service. (1982). *Technical report:"Tanker casualties 1960 to 1980."* s.l. : International Maritime Organization, (1982).

Papanikolaou A., Eliopoulou E., and Alissafaki A. (2005). *Technical Report:"Critical review of aframax tanker incidents."* s.l. : ENSUS Conference, (2005).

Psarafftis H., Caridis P.,Panagakos G.,Desypris N. and Ventikos N. (1998). *Technical Report:"The human element as a factor in marine accidents."* s.l. : IMLA-10 Conference, (1998).

Tosseviken, Anders. February 2004. *How to improve fire safety on container carriers?* s.l. : DNV Fire Safety Section, February 2004.

Bernstein Ruth and Bernstein Stephen (2000) *"Elements of Statistics II Inferential Statistics"* 1st Edition, Shamus Outline

Ελληνική

Βεντικός Π. Νικόλαος (2005).

"Οικονομική Θαλασσιών Μεταφορών III –Περιβαλλοντολογική Ανάλυση & Ασφάλεια Θαλασσιών Μεταφορών", Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, 2005

Κοκολάκης Γ. και Σπηλιώτης Ι. (1999).

"Εισαγωγή στη Θεωρία Πιθανοτήτων και Στατιστική", 3^η Έκδοση, Εκδόσεις Συμεών

Κατέρη, Μ. (2008a).

Ανάλυση Διακριτών Δεδομένων, Πανεπιστημιακές σημειώσεις για το ΠΜΣ "Εφαρμοσμένη Στατιστική", Πανεπιστήμιο Πειραιώς, Τμήμα Στατιστικής και Ασφαλιστικής Επιστήμης.

Κατέρη, Μ. (2008b).

Βιοστατιστική και Στατιστικές Μέθοδοι στην Επιδημιολογία, Πανεπιστημιακές σημειώσεις για το ΠΜΣ "Εφαρμοσμένη Στατιστική", Πανεπιστήμιο Πειραιώς, Τμήμα Στατιστικής και Ασφαλιστικής Επιστήμης.

Μπούτσικας, Μ. (2004).

"Στατιστικά Προγράμματα", Πανεπιστημιακές σημειώσεις για το Τμήμα Στατιστικής και Ασφαλιστικής Επιστήμης, Πανεπιστήμιο Πειραιώς.

Πολίτης, Κ. (2008).

Γενικευμένα Γραμμικά Μοντέλα, Πανεπιστημιακές σημειώσεις για το ΠΜΣ «Εφαρμοσμένη Στατιστική», Πανεπιστήμιο Πειραιώς, Τμήμα Στατιστικής και Ασφαλιστικής Επιστήμης.

Τζαβελάς, Γ. (2008).

Πανεπιστημιακές σημειώσεις για το ΠΜΣ "Εφαρμοσμένη Στατιστική - Γενικευμένα Γραμμικά Μοντέλα", Πανεπιστήμιο Πειραιώς, Τμήμα Στατιστικής και Ασφαλιστικής Επιστήμης, 2008.

Γέμελος Ι. (2006). *Διπλωματική Εργασία: "Ο Ανθρώπινος Παράγοντας και η Συμμετοχή του στην Πρόκληση Ναυτικών Ατυχημάτων για Επιβατηγά Πλοία στον Ελλαδικό Θαλάσσιο Χώρο", επιβλέπων: Νικόλαος Π. Βεντικός. Αθήνα : Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Σχολή Ναυπηγών Μηχ.Μηχ., (2006).*

Κανελλάκης Γ. (2005). *Διπλωματική Εργασία: "Ανάλυση ναυτικών ατυχημάτων δεξαμενόπλοιων SUEZMAX", επιβλέπων: Απόστολος Δ. Παπανικολάου. Αθήνα : Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Σχολή Ναυπηγών Μηχ.Μηχ., (2005).*

Ματθαίου Α. (2002/2003). *Διπλωματική Εργασία: "Πυρασφάλεια Πλοίων", επιβλέπων: Κών/νος Σπύρου. Αθήνα : Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Σχολή Ναυπηγών Μηχ.Μηχ., (2002/2003).*

Πηγές Στο Διαδίκτυο

(Τελευταία Ενημέρωση: 26/05/2010)

- ✓ http://sea-web.com/authenticated/seaweb_subscriber_welcome.aspx
- ✓ <http://www.equasis.org/EquasisWeb/public/About?fs=HomePage>
- ✓ <http://www.emsa.europa.eu/end185d012d004.html>
- ✓ <http://www.c4tx.org/ctx/job/cdb/flex.html>
- ✓ <http://www.clarksons.net/sin2010/register/Default.aspx>
- ✓ <http://www.marinetraffic.com/ais/#>
- ✓ http://www.imo.org/Safety/mainframe.asp?topic_id=746
- ✓ <http://www.statsoft.com/textbook/distribution-tables/#chi>
- ✓ http://www.wessa.net/rwasp_density.wasp?edit=T#cite
- ✓ <http://www.capital.gr/News.asp?id=870182>
- ✓ <http://www.intercargo.org>
- ✓ <http://www.itopf.com/stats.html>
- ✓ http://www.helcom.fi/shipping/accidents/en_GB/accidents/

Παράρτημα Α

Δείγμα Βάσης Δεδομένων στο EXCEL:

Ship Name	Casualty Date	Date of Build	AGE IN YEARS	DWT	GRT	Flag	Codes	LOCATION TYPE	Codes	Killed	Missing	Loss_or_Disposal	Pollution	Severity	Zone	Codes
A. P. PRIDE	6/5/2004	1/3/1974	30,18	32004	19171	Malta	30	In Port/Harbour/Dock	6	0		Casualty	No	Serious	Baltic	2
ACQUAMARINA	30/6/2009	1/12/2003	5,58	12004	8428	Italy	23	Shipyard/Dry Dock	8	0	1	Casualty	No	Serious	Br.Isles, N.Sea.E.Chnl,Biscay	1
AFINITY	7/4/1999	1/6/1979	19,85	66726	36697	Singapore	41	Shipyard/Dry Dock	8	3		Casualty	No	Serious	Gulf	8
AGIR LIGURIA	21/7/1999	1/6/1984	15,14	113957	60099	Italy	23	At Sea	1	1		Casualty	Unknown	Serious	W.Mediterranean	5
ADEMIK VERESHCHAC	13/11/1999	1/9/1989	10,20	28610	18625	Russia	39	Canal	2	0		Casualty	No	Non - Serious	Br.Isles, N.Sea.E.Chnl,Biscay	1
AL SAFA	23/5/2003	1/8/1974	28,81	85647	33914	Saudi Arabia	40	In Port/Harbour/Dock	6	0		Casualty	No	Serious	Indian Ocean & Antarctic	10
ALEKSANDR	2/12/2007	1/10/1993	14,17	6084	4631	Russia	39	Shipyard/Dry Dock	8	2		Casualty	No	Serious	Russia, Arctic & Bering Sea	30
ALEX GAS	19/6/2002	1/7/1968	33,97	22933	19355	Panama	36	At Sea	1	0		Casualty	No	Serious	Unknown	32
ALGOCANADA	25/7/2009	1/11/2008	0,73	11267	7773	Canada	10	At Sea	1	0		Casualty	No	Serious	Great Lakes	26
ALGOSEA	6/5/2007	1/11/1998	8,51	16775	11290	Canada	10	Floating Dock	4	0		Casualty	No	Non - Serious	Great Lakes	26
ALMUDAINA	29/5/2004	1/4/1993	11,16	143386	77477	Portugal (Mar)	38	At Sea	1	7		Casualty	No	Serious	South China & East Indies	12
AMADEO	2/5/2007	1/5/1996	11,00	39350	24111	Panama	36	At Sea	1	0		Casualty	No	Serious	E.Mediterranean & Black Sea	4
AMALIE	7/4/2008	1/10/1983	24,53	2050	1305	Denmark (DIS)	15	In Port/Harbour/Dock	6	0		Casualty	No	Serious	Baltic	2
AMPAR 3	26/3/2000	1/3/1964	36,07	1391	826	Thailand	44	At Sea	1	0		Total Loss	No	Serious	South China & East Indies	12
AN TAI JIANG	9/1/2009	1/12/1985	23,12	4926	3951	Hong Kong, China	56	At Sea	1	0	1	Total Loss	No	Serious	China, Japan & Korea	13
ANGELIM	27/8/2009	1/4/1985	24,42	10260	6323	Brazil	8	In Port/Harbour/Dock	6	0		Casualty	No	Serious	S.Atlantic, E.Coast S.America	18
ANOPOLIS	5/6/2001	1/4/1976	25,18	98930	50618	Malta	30	At Sea	1	10	4	Casualty	Unknown	Serious	E.Mediterranean & Black Sea	4
ARAL	6/1/2001	1/5/1982	18,69	8915	5285	Malta	30	In Port/Harbour/Dock	6	0		Casualty	No	Serious	North America Pacific Coast	21
ASPHALT TRADER	5/12/1999	1/4/1981	18,68	14534	11153	Panama	36	Shipyard/Dry Dock	8	1		Casualty	No	Serious	E.Mediterranean & Black Sea	4
ASPHALT VICTORY	12/5/2003	1/8/1983	19,78	29918	17840	Cayman Islands	11	At Sea	1	0		Casualty	No	Non - Serious	Great Lakes	26
ATHENIAN FIDELITY	11/1/1999	1/11/1984	14,19	29810	17996	Cyprus	14	In Port/Harbour/Dock	6	5		Casualty	No	Serious	West Indies	23
ATHENIAN PRIDE	5/1/1999	1/6/1976	22,60	83466	43417	Cyprus	14	At Sea	1	0		Total Loss	No	Serious	Gulf	8
ATHOS	6/12/1999	1/10/1971	28,18	32737	17824	Malta	30	In Port/Harbour/Dock	6	1	1	Total Loss	Unknown	Serious	E.Mediterranean & Black Sea	4
ATTAHADDI	25/4/2007	1/5/1992	14,98	4392	3494	Libya	28	At Sea	1	0		Casualty	No	Serious	W.Mediterranean	5
ATTALYA	27/8/2009	1/3/1986	23,51	46825	27001	Liberia	27	At Sea	1	0		Casualty	No	Serious	West Africa Coast	19
AUTHENTICITY	29/3/1999	1/10/1979	19,49	2551	1696	United Kingdom	48	Shipyard/Dry Dock	8	0		Casualty	No	Serious	Br.Isles, N.Sea.E.Chnl,Biscay	1
BABUR KAPTAN	28/2/2000	1/12/1974	25,24	7845	5153	Turkey	45	In Port/Harbour/Dock	6	0		Casualty	No	Serious	E.Mediterranean & Black Sea	4
BALTA	16/10/2006	1/11/1990	15,96	40392	22607	Malta	30	At Sea	1	0		Casualty	No	Serious	U.S. Eastern Sea Board	24
BANGLAR JYOTI	18/10/2007	1/4/1987	20,55	14541	8672	Bangladesh	4	In Port/Harbour/Dock	6	0		Casualty	No	Serious	Bay Of Bengal	11
BANGLAR SHOURABH	11/9/2007	1/9/1987	20,03	14494	8672	Bangladesh	4	At Sea	1	0		Casualty	No	Serious	Bay Of Bengal	11
BANGLAR SHOURABH	24/6/2006	1/9/1987	18,81	14494	8672	Bangladesh	4	At Sea	1	2	1	Casualty	No	Serious	Bay Of Bengal	11
BASAVESHWARA	27/5/2005	1/9/1982	22,74	29990	17199	India	20	At Sea	1	1		Casualty	No	Serious	Gulf	8
BEAUFORT	6/4/2003	1/7/1971	31,77	5229	3243	Panama	36	In Port/Harbour/Dock	6	0		Total Loss	Unknown	Serious	West Coast South America	20
BELOYARSK	11/3/2007	1/4/1970	36,94	1660	1607	Russia	39	At Sea	1	0		Casualty	No	Serious	China, Japan & Korea	13
BEN LUC	26/4/2004	1/12/1977	26,40	788	826	Mongolia	32	Shipyard/Dry Dock	8	0		Total Loss	No	Serious	South China & East Indies	12
BENEGAS	13/7/2006	1/11/1981	24,70	6110	6222	Panama	36	At Sea	1	0		Casualty	No	Serious	Red Sea	7
BERING SEA	14/11/2008	1/3/1996	12,72	96124	53639	Singapore	41	In Port/Harbour/Dock	6	0		Casualty	No	Non - Serious	Gulf Of Mexico	25

SEQUENCE	INITIAL EVENT	Codes	EVENT COMPONENT	Codes	EVENT ACTION	Codes	SEQUENCE	EVENT	Codes	EVENT COMPONENT
1	Fire/Explosion	1	Eng Rm Structre	14	Fire	5	2			
1	Fire/Explosion	1	F.Pk/Focsle Space	15	Explosion	3	2	Fire/Explosion	1	F Pk/Focsle Space
1	Fire/Explosion	1	Tank	27	Fire	5	2			
1	Fire/Explosion	1	Tank	27	Explosion	3	2	Fire/Explosion	1	Tank
1	Fire/Explosion	1	Scavage/Turbo Cha	20	Fire	5	2	I/Mchy/Equip.Damage/Fail	2	Scavage/Turbo Cha
1	Fire/Explosion	1	Galley	16	Fire	5	2			
1	Fire/Explosion	1	Eng Rm Structre	14	Explosion	3	2	Fire/Explosion	1	Eng Rm Structre
1	Fire/Explosion	1	Bridge	6	Fire	5	2			
1	Fire/Explosion	1	Hull Structre	19	Explosion	3	2	I/Mchy/Equip.Damage/Fail	2	Hull Structre
1	Fire/Explosion	1	erators/Alternators li	17	Fire	5	2			
1	Fire/Explosion	1	Tank	27	Fire	5	2			
2	Fire/Explosion	1	Unknown	28	Fire	5	2	Fire/Explosion	1	Unknown
1	Fire/Explosion	1	Tank	27	Explosion	3	2			
1	Fire/Explosion	1	Control Room in ER	9	Fire	5	2	Fire/Explosion	1	Eng Rm Structre
1	Fire/Explosion	1	Unknown	28	Fire	5	2			
1	Fire/Explosion	1	Generators	17	Fire	5	2			
1	Fire/Explosion	1	Tank	27	Explosion	3	2	Fire/Explosion	1	Tank
1	Fire/Explosion	1	Scavage/Turbo Cha	20	Fire	5	2			
1	Fire/Explosion	1	Tank	27	Fire	5	2			
1	Fire/Explosion	1	Cargo Area	7	Explosion	3	2			
1	Fire/Explosion	1	Tank	27	Explosion	3	2	I/Mchy/Equip.Damage/Fail	2	Main Weather Dk
1	Fire/Explosion	1	F.Pk/Focsle Space	15	Explosion	3	2	Fire/Explosion	1	F Pk/Focsle Space
1	Fire/Explosion	1	Non-Cargo Space	25	Explosion	3	2	I/Mchy/Equip.Damage/Fail	2	Hull Structre
1	Fire/Explosion	1	Unknown	28	Fire	5	2			
1	Fire/Explosion	1	Eng Rm Structre	14	Fire	5	2			
1	Fire/Explosion	1	Mchy In ER	22	Fire	5	2			
1	Fire/Explosion	1	Galley	16	Explosion	3	2	Fire/Explosion	1	rew Accommodation
1	Fire/Explosion	1	Unknown	28	Fire	5	2			
1	Fire/Explosion	1	Tank	27	Fire	5	2			
1	Fire/Explosion	1	Pump Room	26	Fire	5	2			
1	Fire/Explosion	1	Hull Structre	19	Explosion	3	2	Fire/Explosion	1	Hull Structre
1	Fire/Explosion	1	Unknown	28	Explosion	3	2	Fire/Explosion	1	Unknown
1	Fire/Explosion	1	Unknown	28	Explosion	3	2	Fire/Explosion	1	Unknown
1	Fire/Explosion	1	Eng Rm Structre	14	Fire	5	2	I/Mchy/Equip.Damage/Fail	2	Eng Rm Structre
1	Fire/Explosion	1	Deck Structre	12	Fire	5	2	Foundered	3	Unknown
1	Fire/Explosion	1	Unknown	28	Fire	5	2	I/Mchy/Equip.Damage/Fail	2	Deck Structre
1	Fire/Explosion	1	Unknown	28	Fire	5	2			

Παράρτημα Β

Πίνακας Α.1 : Κρίσιμες τιμές Chi-Square statistic

To determine the value from a Chi-square distribution (with a specific degree of freedom) which has a given area above it, go to the given area column and the desired degree of freedom row. For example, the .25 critical value for a Chi-square with 4 degrees of freedom is 5.38527. This means that the area to the right of 5.38527 in a Chi-square distribution with 4 degrees of freedom is .25.

v	$\alpha=.050$	$\alpha=.025$	$\alpha=.010$	$\alpha=.005$
1	3.84146	5.02389	6.63490	7.87944
2	5.99146	7.37776	9.21034	10.59663
3	7.81473	9.34840	11.34487	12.83816
4	9.48773	11.14329	13.27670	14.86026
5	11.07050	12.83250	15.08627	16.74960
6	12.59159	14.44938	16.81189	18.54758
7	14.06714	16.01276	18.47531	20.27774
8	15.50731	17.53455	20.09024	21.95495
9	16.91898	19.02277	21.66599	23.58935
10	18.30704	20.48318	23.20925	25.18818
11	19.67514	21.92005	24.72497	26.75685
12	21.02607	23.33666	26.21697	28.29952
13	22.36203	24.73560	27.68825	29.81947
14	23.68479	26.11895	29.14124	31.31935
15	24.99579	27.48839	30.57791	32.80132
16	26.29623	28.84535	31.99993	34.26719
17	27.58711	30.19101	33.40866	35.71847
18	28.86930	31.52638	34.80531	37.15645
19	30.14353	32.85233	36.19087	38.58226
20	31.41043	34.16961	37.56623	39.99685
21	32.67057	35.47888	38.93217	41.40106
22	33.92444	36.78071	40.28936	42.79565
23	35.17246	38.07563	41.63840	44.18128
24	36.41503	39.36408	42.97982	45.55851
25	37.65248	40.64647	44.31410	46.92789
26	38.88514	41.92317	45.64168	48.28988
27	40.11327	43.19451	46.96294	49.64492
28	41.33714	44.46079	48.27824	50.99338
29	42.55697	45.72229	49.58788	52.33562
30	43.77297	46.97924	50.89218	53.67196

Παράρτημα Γ

Source code of R module

```
1. if (par1 == '0') bw <- 'nrd0'
2. if (par1 != '0') bw <- as.numeric(par1)
3. bitmap(file='density1.png')
4. mydensity1 <- density(x,bw=bw,kernel='gaussian',na.rm=TRUE)
5. plot(mydensity1,main='Gaussian Kernel',xlab=xlab,ylab=ylob)
6. grid()
7. dev.off()
8. mydensity1
9. bitmap(file='density2.png')
10. mydensity2 <- density(x,bw=bw,kernel='epanechnikov',na.rm=TRUE)
11. plot(mydensity2,main='Epanechnikov Kernel',xlab=xlab,ylab=ylob)
12. grid()
13. dev.off()
14. bitmap(file='density3.png')
15. mydensity3 <- density(x,bw=bw,kernel='rectangular',na.rm=TRUE)
16. plot(mydensity3,main='Rectangular Kernel',xlab=xlab,ylab=ylob)
17. grid()
18. dev.off()
19. bitmap(file='density4.png')
20. mydensity4 <- density(x,bw=bw,kernel='triangular',na.rm=TRUE)
21. plot(mydensity4,main='Triangular Kernel',xlab=xlab,ylab=ylob)
22. grid()
23. dev.off()
24. bitmap(file='density5.png')
25. mydensity5 <- density(x,bw=bw,kernel='biweight',na.rm=TRUE)
26. plot(mydensity5,main='Biweight Kernel',xlab=xlab,ylab=ylob)
27. grid()
28. dev.off()
29. bitmap(file='density6.png')
30. mydensity6 <- density(x,bw=bw,kernel='cosine',na.rm=TRUE)
31. plot(mydensity6,main='Cosine Kernel',xlab=xlab,ylab=ylob)
32. grid()
33. dev.off()
34. bitmap(file='density7.png')
35. mydensity7 <- density(x,bw=bw,kernel='optcosine',na.rm=TRUE)
```

```
36. plot(mydensity7,main='Optcosine Kernel',xlab=xlab,ylab=ylab)
37. grid()
38. dev.off()
39. load(file='createtable')
40. a<-table.start()
41. a<-table.row.start(a)
42. a<-table.element(a,'Properties of Density Trace',2,TRUE)
43. a<-table.row.end(a)
44. a<-table.row.start(a)
45. a<-table.element(a,'Bandwidth',header=TRUE)
46. a<-table.element(a,mydensity1$bw)
47. a<-table.row.end(a)
48. a<-table.row.start(a)
49. a<-table.element(a,'#Observations',header=TRUE)
50. a<-table.element(a,mydensity1$n)
51. a<-table.row.end(a)
52. a<-table.end(a)53table.save(a,file='mytable.tab')
```

Cite this software as:Wessa, P. (2008), Kernel Density Estimation (v1.0.6) in Free Statistics Software (v1.1.23-r5), Office for Research Development and Education, URL http://www.wessa.net/rwasp_density.wasp/**The R code is based on :**Becker, R. A., Chambers, J. M. and Wilks, A. R. (1988), The New S Language, Wadsworth & Brooks/Cole (for S version)Scott, D. W. (1992), Multivariate Density Estimation. Theory, Practice and Visualization, New York: Wiley.Sheather, S. J. and Jones M. C. (1991), A reliable data-based bandwidth selection method for kernel density estimation., J. Roy. Statist. Soc. B, 683-690.Silverman, B. W. (1986), Density Estimation, London: Chapman and Hall.Venables, W. N. and Ripley, B. D. (2002), Modern Applied Statistics with S, New York: Springer.

Παράρτημα Δ

Πίνακας 50:ENTER Method. Variables in the Equation.

	B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)
Panama36(1)	,304	,104	8,544	1	,003	1,355
Japan24(1)	2,244	,308	53,238	1	,000	9,434
ChinaPeoplesRepublicOf13(1)	1,977	,308	41,309	1	,000	7,222
Liberia27(1)	,345	,160	4,661	1	,031	1,412
Indonesia21(1)	1,740	,308	31,941	1	,000	5,699
Malta30(1)	-,037	,161	,053	1	,818	,964
SINGAPORE41(1)	,433	,200	4,680	1	,031	1,542
HONGKONG56(1)	,962	,259	13,769	1	,000	2,616
KoreaSouth26(1)	1,352	,323	17,545	1	,000	3,865
MarshallIslands58(1)	1,380	,341	16,371	1	,000	3,974
Russia39(1)	,506	,219	5,360	1	,021	1,659
Antigua&Barbuda1(1)	,013	,179	,005	1	,944	1,013
Bahamas3(1)	-,318	,164	3,785	1	,052	,727
Vietnam65(1)	1,663	,384	18,795	1	,000	5,276
Greece18(1)	,175	,209	,701	1	,403	1,191
Turkey45(1)	-,008	,194	,002	1	,966	,992
Philippines37(1)	-,127	,184	,479	1	,489	,880
Italy23(1)	-,232	,189	1,493	1	,222	,793
Cyprus14(1)	-,523	,169	9,553	1	,002	,593
Netherlands109(1)	-,273	,198	1,901	1	,168	,761
Cambodia54(1)	-,005	,229	,000	1	,984	,995
UnitedKingdom48(1)	-,396	,199	3,974	1	,046	,673
France17(1)	,505	,455	1,229	1	,268	1,657
Canada10(1)	-1,814	,186	95,477	1	,000	,163
Iran100(1)	17,677	2654,409	,000	1	,995	4,756E7
Spain80(1)	-,395	,368	1,156	1	,282	,674
Brazil8(1)	,459	,586	,613	1	,434	1,582
AGE	-,028	,003	122,450	1	,000	,973
TONNES	,000	,000	3,458	1	,063	1,000
Constant	-31,004	2654,410	,000	1	,991	,000

Step 1^a

Πίνακας 51: BSTEP(WALD) Method. Variables in the Equation.

	B	S.E.	Wald	Sig.	Exp(B)	95% C.I. for EXP(B)	
						Lower	Upper
GENERAL CARGO							
Antigua&Barbuda1(1)	-0,42	,223	3,625	,057	,654	,423	1,013
Bahamas3(1)	-1,04	,269	14,919	,000	,353	,208	,599
Bangladesh4(1)	-1,04	,589	3,128	,077	,353	,111	1,119
Belize5(1)	-1,83	,369	24,604	7,041E-07	1,602E-01	,078	,330
Bermuda6(1)	-2,54	,463	30,091	4,122E-08	7,876E-02	,032	,195
Bulgaria9(1)	-1,98	1,010	3,857	,050	,138	,019	,996
Cambodia54(1)	-2,13	,252	71,032	3,514E-17	1,192E-01	,073	,195
CaymanIslands11(1)	-1,36	,588	5,349	,021	,257	,081	,813
Croatia66(1)	-2,51	,722	12,077	,001	,081	,020	,335
Cyprus14(1)	-1,23	,256	23,117	,000	,292	,176	,482
Denmark15(1)	-1,41	,513	7,596	,006	,243	,089	,665
Ethiopia68(1)	-1,56	,724	4,618	,032	,211	,051	,872
Georgia70(1)	-1,35	,589	5,272	,022	,258	,081	,820
Greece18(1)	-2,40	,592	16,485	,000	,090	,028	,289
Japan24(1)	-1,95	,590	10,944	,001	,142	,045	,451
MarshallIslands58(1)	-1,78	,717	6,180	,013	,168	,041	,686
Netherlands109(1)	-0,52	,239	4,704	,030	,596	,373	,951
NetherlandsAntilles33(1)	-0,77	,460	2,798	,094	,463	,188	1,141
Norway35(1)	-2,57	,301	73,135	1,211E-17	7,647E-02	,042	,138
Russia39(1)	-1,16	,318	13,354	,000	,312	,167	,583
SINGAPORE41(1)	-1,19	,424	7,903	,005	,304	,133	,697
Spain80(1)	-1,25	,717	3,049	,081	,286	,070	1,166
StVincentamp42(1)	-0,92	,296	9,777	,002	,397	,222	,708
Sweden43(1)	-1,74	1,009	2,971	,085	,176	,024	1,269
Turkey45(1)	-1,21	,369	10,689	,001	,299	,145	,617
Venezuela51(1)	-1,92	1,014	3,593	,058	,146	,020	1,067
Dwt	,000	,000	24,958	5,860E-07	1,000E+00	1,000	1,000
AGE	,041	,005	68,562	1,230E-16	1,042E+00	1,032	1,053
Constant	-7,095	,133	2835,295	,000	,001		
CONTAINERSHIP							
DWT	2,04E-05	,000	41,894	9,635E-11	1,000E+00	1,000	1,000
AGE	4,69E-02	,013	13,738	,000	1,048	1,022	1,074
Belize5	2,15	1,051	4,191	,041	8,598	1,096	67,446
Israel61	3,00	1,027	8,552	,003	20,132	2,692	150,577
Malta30	1,03	,594	3,000	,083	2,796	,873	8,953
NetherlandsAntilles33	4,02	1,050	14,684	,000	55,908	7,140	437,801
Pakistan64	27,60	40192,969	4,715E-07	,999	9,688E+11	,000	.
SINGAPORE41	0,87	,404	4,650	,031	2,391	1,083	5,281
UnitedKingdom48	0,80	,379	4,496	,034	2,233	1,063	4,692
Constant	-7,44	,278	713,556	3,372E-15	5,893E-04		
BULK CARRIER							
Australia52(1)	-2,09	1,017	4,225	,040	,124	,017	,908
Bahamas3(1)	-0,89	,375	5,693	,017	,409	,196	,852
Barbados53(1)	-2,58	,727	12,656	,000	,075	,018	,313
Bolivia7(1)	-4,95	1,077	21,071	,000	,007	,001	,059
Cambodia54(1)	-1,66	,724	5,247	,022	,190	,046	,787
Canada10(1)	-5,11	,296	298,314	7,677E-67	6,049E-03	,003	,011
Comoros55(1)	-3,82	1,032	13,676	,000	,022	,003	,166

	Cyprus14(1)	-0,94	,375	6,338	,012	,389	,187	,811
	Liberia27(1)	1,67	1,008	2,760	,097	5,332	,740	38,419
	Lithuania123(1)	-3,40	1,026	10,977	,001	,033	,004	,249
	Netherlands109(1)	-3,23	1,023	9,957	,002	,040	,005	,294
	Portugal38(1)	-3,34	1,040	10,347	,001	,035	,005	,271
	Turkey45(1)	-1,19	,516	5,301	,021	,305	,111	,838
	Venezuela51(1)	-3,51	1,031	11,584	,001	,030	,004	,226
	China13(1)	2,655	1,007	6,954	,008	14,224	1,977	102,323
	Greece18(1)	1,136	,716	2,512	,113	3,113	,764	12,677
	HONGKONG56(1)	,633	,371	2,909	,088	1,884	,910	3,899
	MarshallIslands58(1)	-2,764E+01	17344,964	,000	,999	,000	,000	.
	Panama36(1)	,644	,220	8,609	,003	1,904	1,238	2,928
	USA49(1)	-3,193E+00	,414	59,457	,000	,041	,018	,092
	Dwt	-2,879E-06	,000	2,233	,135	1,000	1,000	1,000
	AGE	6,75E-02	,008	66,217	4,040E-16	1,070E+00	1,053	1,087
	Constant	-7,343	,195	1419,373	,000	,001		
	TANKER							
	China13(1)	2,222	1,003	4,909	,027	9,222	1,292	65,813
	HONGKONG56(1)	1,334	,711	3,523	,061	3,796	,943	15,284
	India20(1)	-,994	,362	7,562	,006	,370	,182	,752
Step	Russia39(1)	-,986	,325	9,227	,002	,373	,197	,705
22 ^a	StVincentamp42(1)	-1,260	,715	3,104	,078	,284	,070	1,152
	Turkey45(1)	-,888	,325	7,472	,006	,412	,218	,778
	AGE	,058	,005	132,831	,000	1,059	1,049	1,070
	Constant	-6,421	1,568	16,764	,000	,002		
	PASS/RORO							
	Canada10(1)	-,964	,278	12,005	,001	,382	,221	,658
	China13(1)	1,403	,711	3,890	,049	4,068	1,009	16,402
	Japan24(1)	1,898	,582	10,636	,001	6,675	2,133	20,888
	Liberia27(1)	-1,423	,327	18,984	,000	,241	,127	,457
Step	Netherlands109(1)	15,394	1014,375	,000	,988	4,848E+5	,000	.
83b	Panama36(1)	,671	,230	8,500	,004	1,957	1,246	3,073
	Philippines37(1)	-1,697	,208	66,861	,000	,183	,122	,275
	AGE	8,21E-03	,005	3,050	,081	1,008	,999	1,018
	Constant	-9,134	,116	2715,310	,000	,002		

Πίνακας 52: Omnibus Tests of Model Coefficients.

TYPE			Chi-square	df	Sig.
BC	Step 1	Step	415,55	82	4,45E-46
		Block	415,55	82	4,45E-46
		Model	415,55	82	4,45E-46
	Step 67	Step	67,601	1	2,00E-16
		Block	376,36	18	7,65E-69
		Model	376,36	18	7,65E-69
CONTAINERSHIP	Step 1	Step	129,96	79	2,69E-04
		Block	129,96	79	2,69E-04
		Model	129,96	79	2,69E-04
	Step 73	Step	12,774	1	3,52E-04
		Block	72,454	9	5,02E-12

		Model	72,454	9	5,02E-12
GC	Step 1	Step	377,34	90	7,64E-37
		Block	377,34	90	7,64E-37
		Model	377,34	90	7,64E-37
	54	Step	12,247	1	4,66E-04
		Block	325,59	39	6,65E-47
		Model	325,59	39	6,65E-47
TANKER	Step 1	Step	183,67	28	8,08E-25
		Block	183,67	28	8,08E-25
		Model	183,67	28	8,08E-25
	22	Step	-2,258	1	1,33E-01
		Block	159,02	7	5,15E-31
		Model	159,02	7	5,15E-31
PASSENGER/RORO	Step 1	Step	3095,3	91	0,00E+00
		Block	3095,3	91	0,00E+00
		Model	3095,3	91	0,00E+00
	83	Step	2341,3	1	0,00E+00
		Block	2479,7	11	0,00E+00
		Model	2479,7	11	0,00E+00

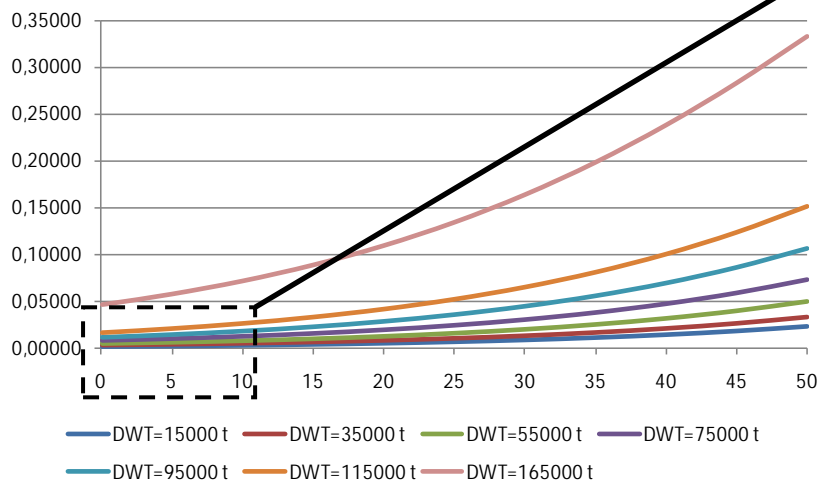
Πίνακας 53: Model Summary.

TYPE	Step	-2 Log likelihood	Cox & Snell R Square	Nagelkerke R Square
BC	1	1485,790	,006	,221
	67	1524,982	,006	,200
CONTAINERSHIP	1	1073,428	,003	,110
	73	1130,931	,002	,061
GC	1	4322,916 ^a	,003	,081
	54	4374,658 ^a	,002	,070
TANKER	1	3260,748	,003	,097
	22	3263,841	,003	,096
PASS./RORO	1	584,106	,033	,844
	83	1199,733	,026	,678

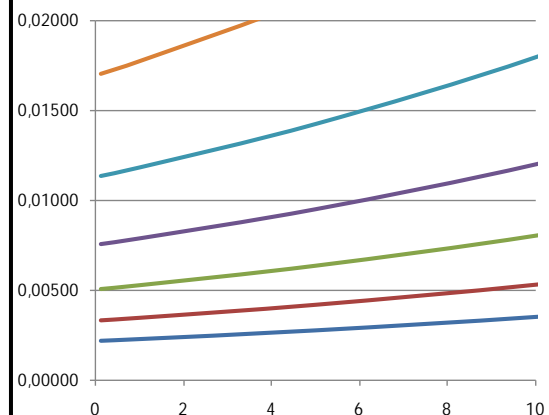
Παράρτημα Ε

• Containerships:

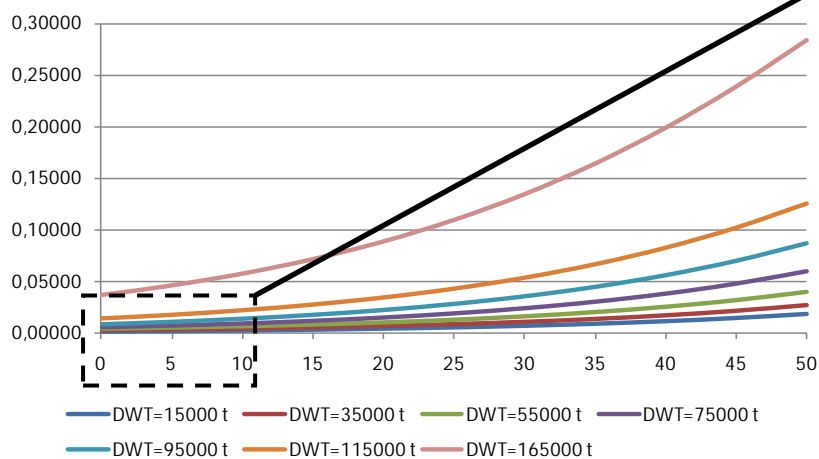
Flag = Malta_30



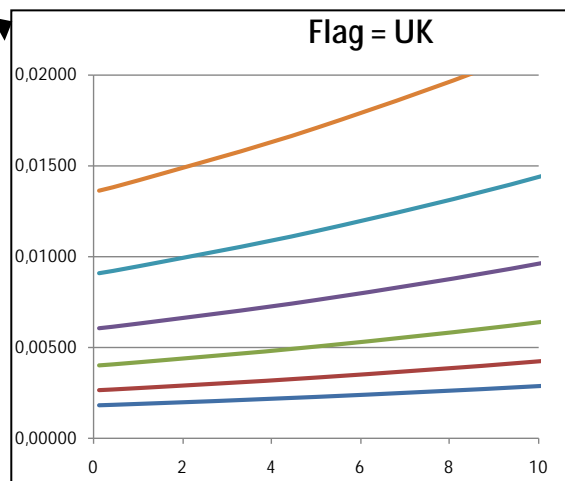
Flag = Malta_30



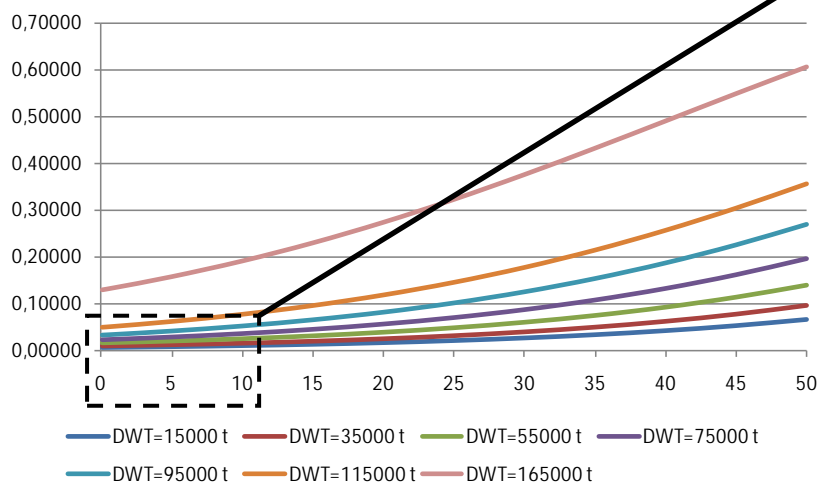
Flag = UK



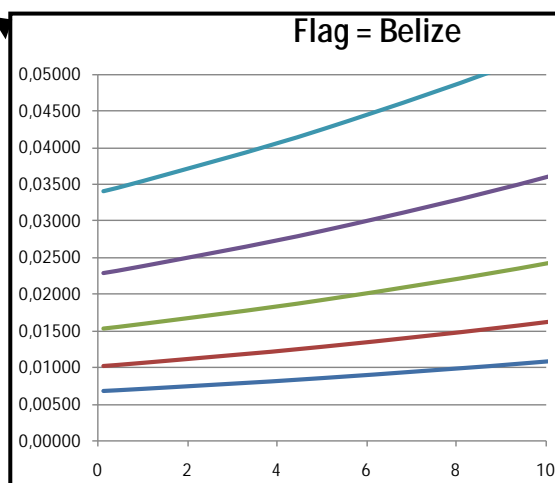
Flag = UK



Flag = Belize



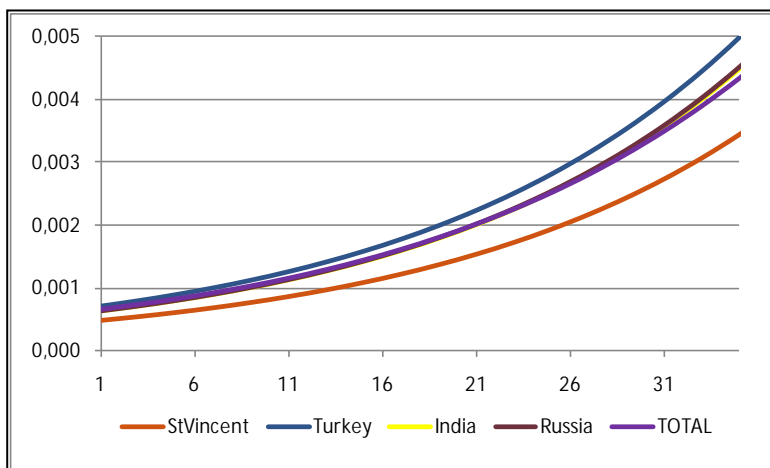
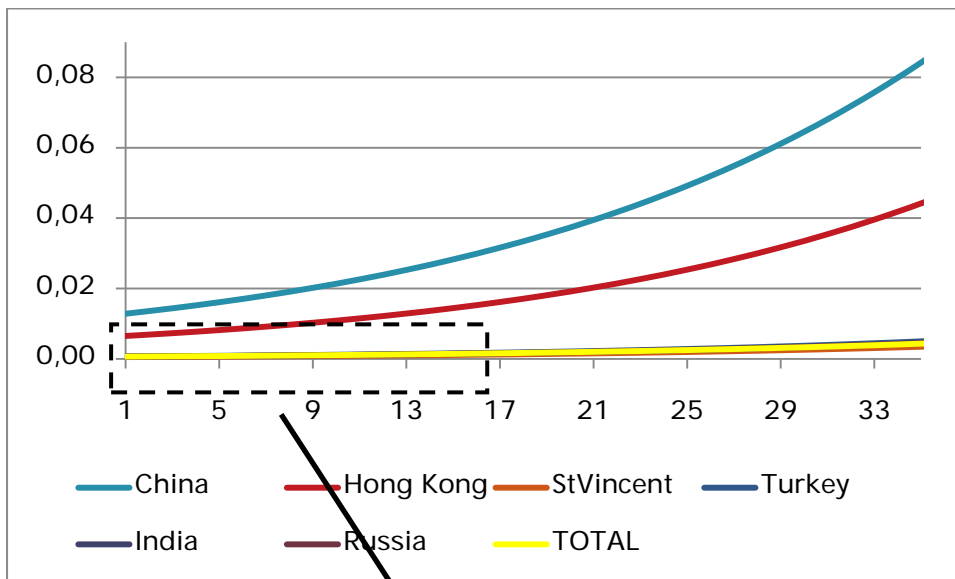
Flag = Belize



Descriptive Statistics for Containership Fleet

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Dwt	37143	3	165844	22306,81	29707,408
AGE	37143	,0000	42,0000	9,999731	8,6567994
Valid N (listwise)	37143				

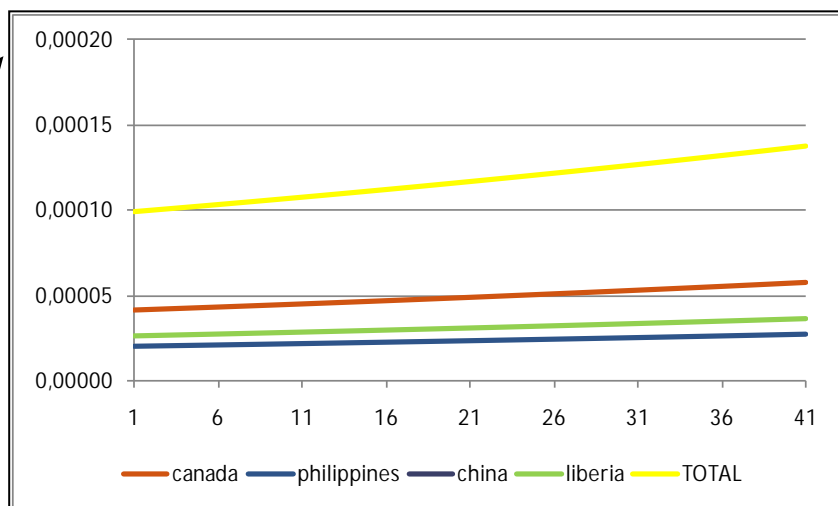
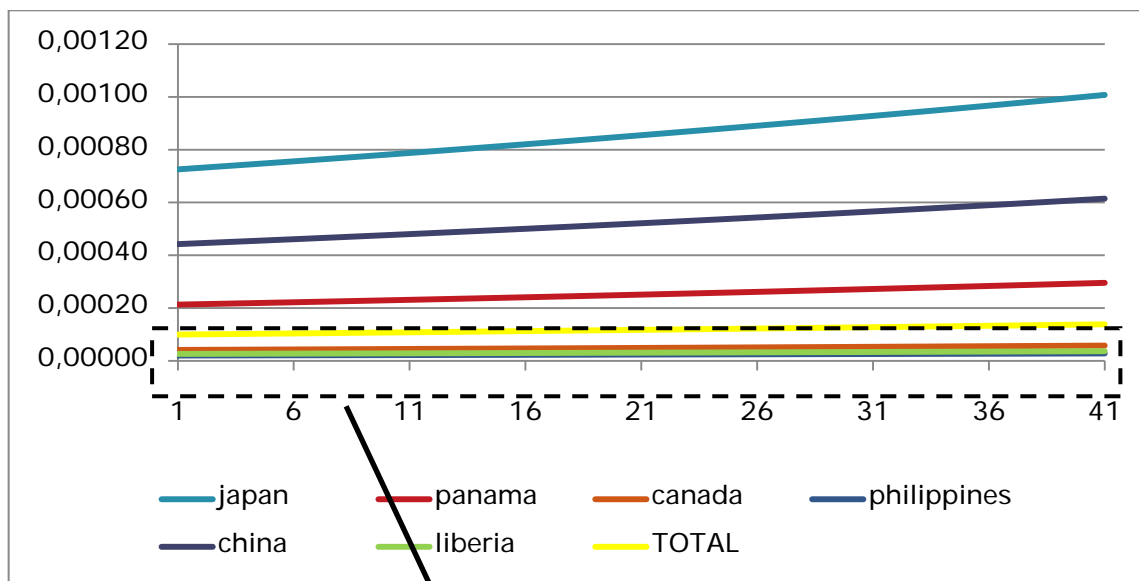
• Tankers:



Descriptive Statistics for Tanker Fleet

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Dwt	112952	2	441585	36271,37	57749,794
AGE	112952	,0000	53,0000	11,640121	10,3426327
Valid N (listwise)	112952				

· Passenger/Roro Ships:



Descriptive Statistics for Passenger/Roro Fleet

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
DWT	92525	1	51648	4978,41	7228,412
AGE	92525	,10	96,00	19,5920	12,66993
Valid N (listwise)	92525				

Copyright © Κωνσταντίνος Α. Οικονόμου, 2010