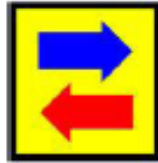




ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΛΕΤΗΣ ΠΛΟΙΟΥ ΚΑΙ ΘΑΛΑΣΣΙΩΝ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ



ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΕΡΓΑΛΕΙΟΥ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΔΙΑΚΙΝΔΥΝΕΥΣΗΣ ΣΤΙΣ
ΘΑΛΑΣΣΙΕΣ ΜΕΤΑΦΟΡΕΣ

Διπλωματική εργασία: Κωνσταντίνος Μανάσκος

A.M.: 08105041

Επιβλέπων καθηγητής: Νικόλαος Π. Βεντίκος

Αθήνα, Μάιος 2013

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή κ. Βεντίκο για τις συμβουλές, τις διορθώσεις και τον χρόνο που αφιέρωσε ώστε η διπλωματική αυτή εργασία να είναι όσο το δυνατόν πιο πλήρης. Ιδιαίτερες ευχαριστίες στον κ. Μαρκάκη Μάνο για την πολύτιμη συνεργασία μας στα πρώτα στάδια της εργασίας. Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω όλα τα μέλη της οικογένειάς μου για την ψυχολογική υποστήριξη και την υπομονή τους.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Κατά τις τρεις τελευταίες δεκαετίες, σημαντικό ρόλο στη διασφάλιση της ακεραιότητας της ανθρώπινης υγείας, της περιουσίας και του περιβάλλοντος που εμπλέκονται σε μια διαδικασία παίζει η Διαχείριση Ρίσκου (Risk Management). Κάνοντας την αρχή με την πυρηνική και χημική βιομηχανία, η εν λόγω τεχνική έκανε την εμφάνιση της από τη δεκαετία του 1980 και στη ναυτιλία. Μετά την έγκριση από τον IMO της Τυπικής Αποτίμησης Ασφαλείας (Formal Safety Assessment, FSA) το 1997, η εκτίμηση του Ρίσκου των διαφόρων δραστηριοτήτων στη θαλάσσια βιομηχανία έγινε υποχρεωτική.

Σκοπός της παρούσης διπλωματικής εργασίας είναι η δημιουργία ενός Εργαλείου Υπολογισμού Διακινδύνευσης (Risk Assessment Tool) για τις θαλάσσιες μεταφορές.

Στο πρώτο κεφάλαιο, γίνεται μια εισαγωγή στην ασφάλεια (ορισμός, βασικές έννοιες) και μια σύντομη ιστορική αναδρομή στην ασφάλεια στις θαλάσσιες μεταφορές.

Στο δεύτερο κεφάλαιο πραγματοποιείται εισαγωγή στην έννοια του Ρίσκου. Δίνεται ο ορισμός του, παρουσιάζονται οι κατηγορίες του, οι μέθοδοι ποσοτικοποίησης του και αναλύονται τα διάφορα στάδια ανεκτικότητας της διακινδύνευσης.

Στο τρίτο κεφάλαιο μελετώνται οι μέθοδοι διαχείρισης Ρίσκου στον τομέα της ναυτιλίας. Δίνεται ιδιαίτερη έμφαση στην Τυπική Αποτίμηση Ασφαλείας (FSA) και περιγράφονται τα πέντε βήματα της.

Στο τέταρτο κεφάλαιο παρουσιάζεται η φιλοσοφία του υπό κατασκευή Εργαλείου Υπολογισμού Διακινδύνευσης. Δίνονται επίσης πληροφορίες για τη Βάση Ατυχημάτων της SEAWEB και τον τρόπο εξαγωγής δεδομένων από αυτή.

Μετά τη συλλογή και κωδικοποίηση των δεδομένων από τη Βάση, στο πέμπτο κεφάλαιο γίνεται μια σύντομη στατιστική ανάλυση τους.

Στο έκτο κεφάλαιο αναλύονται οι τεχνικές που χρησιμοποιήθηκαν για την κατασκευή του Εργαλείου. Παρατίθενται η μεθοδολογία και οι εγγενείς συναρτήσεις του MS Excel. Παρουσιάζεται η μορφή του Εργαλείου καθώς και παραδείγματα χρήσης του.

Στο έβδομο και τελευταίο κεφάλαιο ασκείται κριτική στις μεθόδους που χρησιμοποιήθηκαν. Παρουσιάζονται τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα τους, καθώς και εναλλακτικές μέθοδοι. Επίσης γίνονται προτάσεις για τη βελτιστοποίηση του Εργαλείου.

Η διπλωματική εργασία κλείνει με την καταγραφή της βιβλιογραφίας.

ABSTRACT

Over the past three decades, Risk Management plays a key role in the safety assurance of human health, property and environment involved into a process. Starting from the fields of nuclear and chemical industry, this particular technique also appeared in shipping industry, in the decade of 1980. In 1997, after the approval of Formal Safety Assessment (FSA) by IMO, Risk Assessment of various activities became mandatory.

The main goal of this Diploma Thesis is the development of a Risk Assessment Tool for marine transportation.

The first chapter consists of an introduction to safety (definition, main terms) as well as a short historical retrospect into the safety of maritime transportation.

Moving on to the next chapter, the reader is introduced to the term “Risk”. After defining its meaning and also presenting its categories and methods of quantification, the various stages of risk tolerance are displayed.

The third part of the thesis is mostly a research on the methods of Risk Management in the shipping department. The focus is concentrated on Formal Safety Assessment (FSA) and the description of its five steps.

In the fourth chapter, there is a presentation of the under construction Risk Assessment Tool. Moreover, essential information about the Incident Database of SEAWEB is provided and a description of the way data is extracted from it.

After the collection and codification of the Incident Database’s data, the next chapter is dedicated to its’ statistical analysis.

In chapter number six, the techniques being used for the construction of the Tool are analyzed as well as the methodology and intrinsic functions of MS Excel. The Tool’s interface is presented, as well as some examples of its use.

In the seventh and last part of the thesis there is an attempt to review the methods. The advantages and disadvantages are presented as well as any alternative ways. Some suggestions about the Tool’s optimization are also made.

The thesis concludes with the bibliography records.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ.....	1
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ.....	3
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ.....	5
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	7
1.1 Εισαγωγή στην Ασφάλεια.....	7
1.2 Ορισμός.....	7
1.3 Ασφάλεια στις Θαλάσσιες Μεταφορές.....	8
1.3.1 Ιστορική Αναδρομή.....	8
1.3.2 Βασικές Έννοιες.....	11
2. ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΕΝΝΟΙΑ ΤΟΥ ΡΙΣΚΟΥ.....	13
2.1 Τι είναι Ρίσκο;.....	13
2.2 Παραδοσιακός Ορισμός.....	15
2.3 Κατηγορίες του Ρίσκου.....	15
2.3.1 Ατομικό Ρίσκο.....	16
2.3.2 Κοινωνικό Ρίσκο.....	16
2.3.2.1 Καμπύλες F-N.....	17
2.3.2.2 Potential Loss of Life (PLL).....	19
2.4 Ανεκτικότητα προς το Ρίσκο.....	20
3. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΡΙΣΚΟΥ ΣΤΗ ΝΑΥΤΙΛΙΑ.....	22
3.1 Γενικά.....	22
3.2 Τυπική Αποτίμηση Ασφάλειας (FSA).....	24
3.2.1 Αναγνώριση Κινδύνων.....	24
3.2.2 Αποτίμηση Ρίσκου.....	26
3.2.2.1 Ανάλυση Αιτίου- Συχνότητας.....	26
3.2.2.2 Ανάλυση Συνεπειών.....	29
3.2.2.3 Τελική Εκτίμηση του Ρίσκου.....	29
3.2.3 Επιλογές για τον έλεγχο του Ρίσκου (RCOs).....	36
3.2.4 Ανάλυση Κόστους- Οφέλους.....	37
3.2.5 Προτάσεις.....	38
4. ΕΡΓΑΛΕΙΟ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΔΙΑΚΙΝΔΥΝΕΥΣΗΣ (RISK ASSESSMENT TOOL).....	40
4.1 Έρευνα.....	40
4.2 Βάση Ατυχημάτων SEAWEB.....	41
4.3 Επεξεργασία της Βάσης Ατυχημάτων SEAWEB.....	45
4.3.1 Section (Τομέας).....	46
4.3.2 Operation (Διαδικασία).....	47
4.3.3 Incident (Περιστατικό- Συμβάν).....	48
4.3.4 Hazards (Κίνδυνοι).....	51
4.3.5 Consequences (Συνέπειες).....	55
5. ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ.....	57
5.1 Κωδικοποίηση Δεδομένων.....	57
ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΕΡΓΑΛΕΙΟΥ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΔΙΑΚΙΝΔΥΝΕΥΣΗΣ.....	1

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

5.2 Είδος Ατυχήματος κατά SEAWEB.....	58
5.3 Είδος Ατυχήματος στη Βάση Δεδομένων.....	60
5.4 Section (Τομέας).....	64
5.5 Operation (Διαδικασία).....	66
5.6 Consequences (Συνέπειες).....	68
6. ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΕΡΓΑΛΕΙΟΥ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΔΙΑΚΙΝΔΥΝΕΥΣΗΣ (RISK ASSESSMENT TOOL).....	71
6.1 Λογική του Εργαλείου.....	71
6.2 Δημιουργία Βάσης Δεδομένων.....	71
6.3 Απόδοση Τιμής Συχνότητας/Πιθανότητας.....	72
6.3 Απόδοση Τιμής Συνεπειών.....	77
6.4 Υπολογισμός Ρίσκου.....	82
6.5 Εμφάνιση Δεδομένων.....	86
6.5.1 Drop Down Menus.....	88
6.5.2 Δημιουργία Ετικέτας.....	89
6.5.3 Μεταφορά Δεδομένων.....	90
6.5.4 Κατηγοριοποίηση Ρίσκου.....	91
6.5.5 Εμφάνιση Εργαλείου Υπολογισμού Διακινδύνευσης.....	92
6.5.6 Παραδείγματα χρήσης Εργαλείου.....	95
7. ΣΥΖΗΤΗΣΗ- ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	100
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	103

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1: Κριτήρια αποδοχής κοινωνικού ρίσκου.....	17
Πίνακας 2: Κατηγορίες Συνεπειών Ατυχήματος Ποιοτικά.....	30
Πίνακας 3: Κατηγορίες Πιθανότητας Ατυχήματος Ποιοτικά.....	30
Πίνακας 4: Κατηγορίες Ρίσκου Ποιοτικά.....	30
Πίνακας 5: Ορισμοί Κατηγοριών Ρίσκου Ποιοτικά.....	31
Πίνακας 6: Συχνότητα εμφάνισης επικίνδυνων γεγονότων κατά Risk Matrix σιδηροδρομικών μεταφορών.....	31
Πίνακας 7: Επίπεδα συνεπειών ατυχήματος κατά Risk Matrix σιδηροδρομικών μεταφορών.....	32
Πίνακας 8: Ποιοτική κατηγοριοποίηση Ρίσκου κατά Risk Matrix σιδηροδρομικών μεταφορών.....	32
Πίνακας 9: Αξιολόγηση και αποδοχή Ρίσκου κατά Risk Matrix σιδηροδρομικών μεταφορών.....	33
Πίνακας 10: Κατηγορίες συνεπειών ατυχήματος ποσοτικά.....	34
Πίνακας 11: Κατηγορίες συχνότητας ατυχήματος ποσοτικά.....	34
Πίνακας 12: υπολογισμός Ρίσκου ποσοτικά.....	35
Πίνακας 13: Κριτήρια αποτίμησης ρίσκου για πλήρωμα και επιβάτες εμπορικών πλοίων, συνοδευόμενα από τους Δείκτες Αποτελεσματικότητας των RCOs.....	38
Πίνακας 14: Παράδειγμα συμβάντος από τη Βάση Ατυχημάτων της SEAWEB.....	57
Πίνακας 15: Παράδειγμα κωδικοποίησης συμβάντος από τη Βάση Ατυχημάτων της SEAWEB.....	58
Πίνακας 16: Αριθμός ατυχημάτων ανά κατηγορία ατυχήματος για πλοία Bulk Carrier την περίοδο 01/01/2010-25/10/2012.....	58
Πίνακας 17: Αριθμός αρχικών συμβάντων ατυχημάτων για πλοία Bulk Carrier την περίοδο 01/01/2010-25/10/2012.....	60
Πίνακας 18: Αριθμός αρχικών-τελικών συμβάντων ατυχημάτων για πλοία Bulk Carrier την περίοδο 01/01/2010-25/10/2012.....	62
Πίνακας 19: Αριθμός ατυχημάτων ανά τομέα ατυχήματος για πλοία Bulk Carrier την περίοδο 01/01/2010-25/10/2012.....	64
Πίνακας 20: Αριθμός ατυχημάτων ανά operation για πλοία Bulk Carrier την περίοδο 01/01/2010-25/10/2012.....	66
Πίνακας 21: Αριθμός εμφάνισης συνεπειών ατυχημάτων για πλοία Bulk Carrier την περίοδο 01/01/2010-25/10/2012.....	68
Πίνακας 22: Αριθμός θανατηφόρων- μη θανατηφόρων ατυχημάτων για πλοία Bulk Carrier την περίοδο 01/01/2010-25/10/2012.....	69
Πίνακας 23: Αριθμός ατυχημάτων που αφορούν την ανθρώπινη υγεία για πλοία Bulk Carrier την περίοδο 01/01/2010-25/10/2012.....	69
Πίνακας 24: Αριθμός ατυχημάτων που προκαλούν μόλυνση του περιβάλλοντος για πλοία Bulk Carrier την περίοδο 01/01/2010-25/10/2012.....	69
Πίνακας 25: Παράδειγμα κωδικοποίησης ατυχήματος Βάσης SEAWEB.....	72
Πίνακας 26: Δείκτες συχνότητας ατυχήματος κατά IMO Risk Ranking Matrix.....	73
Πίνακας 27: Δείκτες συχνότητας ατυχήματος κατά Ship Operational Design Risk Matrix.....	73
Πίνακας 28: Συνολικός στόλος Bulk Carriers της τριετίας 2010-12.....	74
Πίνακας 29: Απόδοση τιμών συχνότητας/πιθανότητας.....	74
Πίνακας 30: Δείκτες συνεπειών ατυχήματος κατά IMO Risk Ranking Matrix.....	78
Πίνακας 31: ταξινόμηση συνεπειών ατυχημάτων κατά IMO Risk Ranking Matrix..	79

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Πίνακας 32: Δείκτες συνεπειών ατυχήματος κατά Ship Operational Design Risk Matrix.....	80
Πίνακας 33: Ταξινόμηση συνεπειών ατυχημάτων κατά Ship Operational Design Risk Matrix.....	81
Πίνακας 34: Πίνακας Ρίσκου κατά IMO Risk Ranking Matrix.....	82
Πίνακας 35: Πίνακας Ρίσκου ποιοτικά κατά Ship Operational Design Risk Matrix..	83
Πίνακας 36: Κατηγορίες Ρίσκου κατά Ship Operational Design Risk Matrix.....	83
Πίνακας 37: Πίνακας Ρίσκου αριθμητικά κατά Ship Operational Design Risk Matrix.....	83
Πίνακας 38: Παράδειγμα υπολογισμού Ρίσκου.....	85
Πίνακας 39: Κωδικοί Section, Operation, Hazard Categories και Hazards.....	87

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 1: Πυρκαγιά σε πλοίο τύπου Containership.....	7
Σχήμα 2: Plimsoll signs.....	9
Σχήμα 3: Βασικές αλλαγές που εφαρμόστηκαν στη θαλάσσια ασφάλεια μετά το ατύχημα του Τιτανικού.....	10
Σχήμα 4: Συνιστώσες στη διαχείριση του ρίσκου.....	14
Σχήμα 5: Ετήσιο ατομικό ρίσκο θανάτου για τα πληρώματα διαφόρων τύπων πλοίων, παρουσιαζόμενο μαζί με το Κριτήριο Αποδοχής Ρίσκου.....	16
Σχήμα 6 : Καμπύλη F-N.....	18
Σχήμα 7: Κριτήρια αποδοχής ρίσκου για καμπύλες F-N.....	19
Σχήμα 8: Πλαίσιο ανοχής Ρίσκου.....	20
Σχήμα 9: Υψηλού επιπέδου πλαίσιο για την εκτέλεση της μεθόδου Risk Based Design.....	23
Σχήμα 10: Δομή FSA.....	25
Σχήμα 11: Βασικές αρχές του Risk Assessment.....	26
Σχήμα 12: Παράδειγμα Fault Tree.....	27
Σχήμα 13: Παράδειγμα Event Tree.....	28
Σχήμα 14: Η διαδικασία της Εκτίμησης Ρίσκου. Ποιοτικές και Ποσοτικές Μέθοδοι.....	36
Σχήμα 15: Αρχική σελίδα SEAWEB.....	41
Σχήμα 16: Κριτήρια αναζήτησης ατυχημάτων βάσης SEAWEB.....	42
Σχήμα 17: Γεωγραφικός χάρτης αναζήτησης ατυχημάτων βάσης SEAWEB.....	43
Σχήμα 18: Παράδειγμα ατυχήματος Βάσης SEAWEB.....	45
Σχήμα 19: Γραφική αναπαράσταση του αριθμού ατυχημάτων ανά κατηγορία ατυχήματος για πλοία Bulk Carrier την περίοδο 01/01/2010-25/10/2012.....	59
Σχήμα 20: Γραφική αναπαράσταση ποσοστιαίας κατανομής του συνολικού αριθμού ατυχημάτων ανά κατηγορία ατυχήματος.....	59
Σχήμα 21: Γραφική αναπαράσταση του αριθμού ατυχημάτων ανά τομέα ατυχήματος για πλοία Bulk Carrier την περίοδο 01/01/2010-25/10/2012.....	65
Σχήμα 22: Γραφική αναπαράσταση ποσοστιαίας κατανομής του συνολικού αριθμού ατυχημάτων ανά τομέα ατυχήματος.....	65
Σχήμα 23: Γραφική αναπαράσταση του αριθμού ατυχημάτων ανά operation για πλοία Bulk Carrier την περίοδο 01/01/2010-25/10/2012.....	67
Σχήμα 24: Γραφική αναπαράσταση ποσοστιαίας κατανομής του συνολικού αριθμού ατυχημάτων operation.....	67
Σχήμα 25: Επικύρωση δεδομένων- συνάρτηση INDIRECT.....	88
Σχήμα 26: Ορίσματα συνάρτησης VLOOKUP.....	89
Σχήμα 27: Ορίσματα συνάρτησης CONCATENATE.....	90
Σχήμα 28: Βάση δεδομένων Εργαλείου Υπολογισμού Διακινδύνευσης.....	91
Σχήμα 29: Μορφοποίηση υπό όρους.....	92
Σχήμα 30: Φύλλο ‘MENUS’ Εργαλείου Υπολογισμού Διακινδύνευσης.....	93
Σχήμα 31: Εμφάνιση Εργαλείου Υπολογισμού Διακινδύνευσης.....	93
Σχήμα 32: Αποτελέσματα 1 ^{ου} παραδείγματος χρήσης Εργαλείου Υπολογισμού Διακινδύνευσης.....	96
Σχήμα 33: Αποτελέσματα 2 ^{ου} παραδείγματος χρήσης Εργαλείου Υπολογισμού Διακινδύνευσης.....	98

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Εισαγωγή στην Ασφάλεια

Στη σύγχρονη εποχή, ο όρος ασφάλεια χρησιμοποιείται σε ποικίλους τομείς. Στην βιομηχανία, την οικονομία και τις μεταφορές προσδιορίζει την αποφυγή ατυχημάτων και την διαφύλαξη της ανθρώπινης (αλλά και άλλων μορφών) ζωής, του φυσικού περιβάλλοντος και της περιουσίας. Ως συνέπεια της αυτοσυντήρησης, και με βάση την εμπειρία και τη λογική μας, όλοι αναπτύσσουμε κάποια αντίληψη για το τι είναι ασφαλές.

1.2 Ορισμός της Ασφάλειας

Ασφάλεια = κατάσταση στην οποία το επίπεδο *διακινδύνευσης* ευρίσκεται σε αποδεκτά επίπεδα.

Ο καθορισμός προτύπων ασφάλειας γίνεται με την παραδοχή ότι απόλυτη ασφάλεια δεν δύναται να υπάρξει στην πράξη (Σπύρου,2010). Παρ' όλες τις προσπάθειες αποφυγής ατυχημάτων και σοβαρών περιστατικών, λάθη, σφάλματα και αστοχίες συμβαίνουν και θα συνεχίσουν να συμβαίνουν, καθώς καμία ανθρώπινη δραστηριότητα και κανένα μηχάνημα δεν μπορούν να θεωρηθούν απόλυτα ασφαλή.

Στην διεθνή ορολογία, η έννοια της ασφάλειας συναντάται ως *safety* και/ή *security*. Και οι δύο όροι απαντούν στη λήψη μέτρων για αποφυγή περιστατικών που έχουν αρνητική έκβαση (απώλεια πλοίου, τραυματισμός, ρύπανση κλπ). Όμως, ο όρος *safety* αντιστοιχεί σε περιστατικά που δεν προκαλούνται από πρόθεση, όπως σε περιπτώσεις κόπωσης υλικού, κακών καιρικών συνθηκών, ανθρώπινου λάθους. Αντίθετα, ο όρος *security* αναφέρεται σε περιστατικά που προκαλούνται από πρόθεση, όπως σε περιπτώσεις τρομοκρατικής ενέργειας, κλοπής, ή άλλης παράνομης πράξης (Ψαραύτης et al., 2007).



Σχήμα 1: Πυρκαγιά σε πλοίο τύπου Containership
Πηγή: www.marineinsight.com

1.3 Η Ασφάλεια στις Θαλάσσιες Μεταφορές

1.3.1 Σύντομη Ιστορική Αναδρομή

Μέχρι τα μέσα του 19^{ου} αιώνα, η ασφάλεια στις θαλάσσιες μεταφορές ήταν ιδιωτική υπόθεση. Σε περίπτωση ατυχήματος, δηλαδή, τα ενδιαφερόμενα μέλη κάλυπταν ένα μέρος των οικονομικών συνεπειών που προέκυπταν. Αυτή η “laissez-faire” αντίληψη στηριζόταν στη λογική ότι αυτοί που έχουν την περιουσία τους στη θάλασσα (πλοιοκτήτες, ιδιοκτήτες φορτίου) είναι, ως άμεσα ενδιαφερόμενοι, οι πλέον κατάλληλοι για την διασφάλιση της διεξαγωγής των ταξιδιών με ομαλό και ασφαλή τρόπο. Με άλλα λόγια, θα χαρακτηρίζαμε την φροντίδα για την ασφάλεια του πληρώματος ως “έμμεση”.

Δυστυχώς, τα στατιστικά στοιχεία δείχνουν ότι αυτή η προσέγγιση δεν αποτελούσε αποτελεσματική μέθοδο για την διαφύλαξη της ασφάλειας. Ως ενδεικτικό παράδειγμα, ας αναφερθεί ο θάνατος είκοσι χιλιάδων ανθρώπων στη Βόρεια θάλασσα, μόνο κατά την χειμερινή περίοδο του 1820 (Σπύρου,2010).

Κατά την βιομηχανική επανάσταση, παρατηρείται αξιοσημείωτη αύξηση της ανάγκης μεταφοράς πρώτων υλών και εμπορευμάτων μέσω θαλάσσης καθώς η ναυτιλιακή δραστηριότητα συσχετίστηκε με την αναπτυσσόμενη βιομηχανία. Ως αποτέλεσμα, ζητήματα της βιομηχανικής νομοθεσίας που αφορούσαν το ανθρώπινο δυναμικό, τις συνθήκες λειτουργίας, τον εξοπλισμό κλπ. επεκτάθηκαν και στα πλοία. Οι Κρατικές Αρχές των βιομηχανικών χωρών, επομένως, αρχίζουν να αντιμετωπίζουν με μεγαλύτερη σοβαρότητα το ζήτημα της ασφάλειας όσων επέβαιναν ή ανέβαιναν για προσωρινή εργασία στα πλοία. Το 1850, μάλιστα, η Βρετανική Κυβέρνηση καθιέρωσε Ναυτικό Τμήμα στο Υπουργείο Εμπορίου με σκοπό την ενασχόληση του με ζητήματα αυτού του είδους.

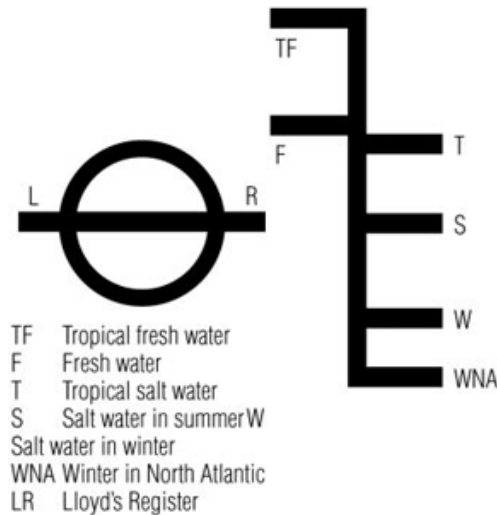
Παράλληλα, το πέρασμα από τα πανιά στον ατμό και από το ξύλο στο χάλυβα έκανε ακόμα πιο επιτακτική την ανάγκη επισημοποίησης των διαδικασιών που ακολουθούνταν για την διασφάλιση της αξιοπλοΐας των πλοίων καθώς και την απόκτηση ναυπηγικής εμπειρίας ανάλογης της ανάπτυξης της τεχνολογίας. Έτσι, η παρέμβαση των Κρατικών Αρχών στα δρώμενα της ναυτιλίας παγιώθηκε.

Καθοριστικό ρόλο στη βελτίωση της ασφάλειας έπαιξε η εμφάνιση των νηογνομόνων. Αυτοί ήταν καθαρά ιδιωτικοί οργανισμοί που αρχικά είχαν σκοπό να πληροφορούν αξιόπιστα τους ασφαλιστές για την κατάσταση του πλοίου και για την ποιότητα του εξοπλισμού του. Οι αρμοδιότητες τους αυξήθηκαν με τα χρόνια. Σήμερα, οι νηογνώμονες επιβλέπουν την εν γένει κατασκευή των πλοίων σύμφωνα με κανονισμούς που οι ίδιοι συντάσσουν. Επίσης ταξινομούν τα πλοία σε κλάσεις, πράγμα που, μεταξύ άλλων, καθιστά δυνατή την ασφάλιση τους με ευνοϊκούς σχετικά όρους.

Παρά την πρόοδο στο νομοθετικό κομμάτι, στη θάλασσα τα ατυχήματα συνεχίζονταν. Στη Μεγάλη Βρετανία, ορόσημο θεωρείται η θέσπιση της λεγόμενης «νομοθεσίας Plimsoll» (πήρε τ' όνομα της απ' τον Samuel Plimsoll που ήταν έμπορος κάρβουνου και φιλελεύθερο μέλος του Βρετανικού Κοινοβουλίου). Χάρη στη νομοθεσία αυτή, κάθε λειτουργία πλοίων με τρόπο που θα έθετε σε ενδεχόμενο κίνδυνο την ανθρώπινη ζωή αντιμετωπιζόταν εφεξής ως εγκληματική ενέργεια.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1:ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Καθιερώθηκαν, επίσης, τα “plimsoll signs”, τα σύμβολα της γραμμής φόρτωσης στην πλευρά του πλοίου (σχήμα 2) και το 1894 ορίστηκε δια νόμου η οριστική θέση της γραμμής φόρτωσης. Ακόμη, η ασφαλής φόρτωση του σκάφους έπαψε να αποτελεί αποκλειστική ευθύνη του πλοιάρχου.

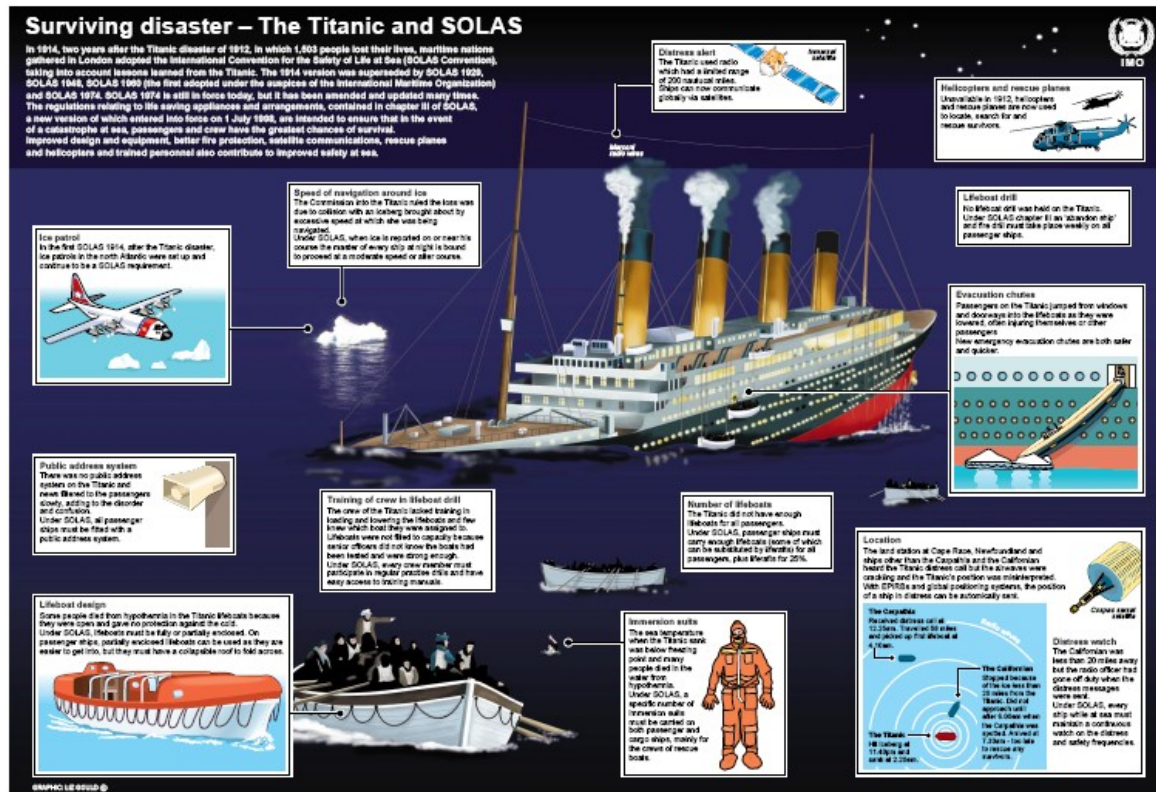


Σχήμα 2: Plimsoll signs

Πηγή: www.britsattheirbest.com

Μια σειρά ατυχημάτων, και κυρίως η τραγωδία του υπερωκεάνιου ‘Τιτανικός’ το 1912, όπου χάθηκαν 1430 ανθρώπινες ζωές, έδωσαν την αφορμή για τη σύγκλιση στο Λονδίνο το 1913 της πρώτης Διεθνούς Διάσκεψης για θέματα ασφάλειας των ναυτιλλομένων (International Conference on Safety of Life at Sea). Η διάσκεψη αυτή είχε ως αποτέλεσμα τη διατύπωση της Διεθνούς Σύμβασης του 1913 “για την ασφάλεια της ανθρώπινης ζωής στη θάλασσα” (Safety Of Life At Sea, SOLAS 1913). Η σύμβαση έχει έκτοτε τροποποιηθεί πολλές φορές ανταποκρινόμενη στις νέες συνθήκες, με απώτερο σκοπό τη μέγιστη δυνατή προστασία των επιβατών και του πληρώματος κάθε πλοίου. Στο σχήμα της επόμενης σελίδας φαίνονται οι βασικές αλλαγές στη ναυσιπλοΐα που επιβλήθηκαν μετά το ατύχημα του Τιτανικού.

Το 1948, ιδρύθηκε στη Γενεύη μια υπηρεσία του ΟΗΕ για τα θέματα σχετικά με την ασφάλεια της διεθνούς ναυσιπλοΐας, με την επωνυμία Διακυβερνητικός Ναυτιλιακός Συμβουλευτικός Οργανισμός (Intergovernmental Maritime Consultative Organization, IMCO) και μετονομάστηκε σε IMO το 1982. Πέρασαν 11 χρόνια μέχρι να συνεδριάσει για πρώτη φορά (1959). Ο Διεθνής Οργανισμός Ναυσιπλοΐας (IMO) είναι ένας πολυεθνικός, διακυβερνητικός οργανισμός, ο οποίος επιβλέπει τη σωστή και ασφαλή επικοινωνία και συνεργασία μεταξύ των χωρών- μελών του στον τομέα της ναυσιπλοΐας.



Σχήμα 3: Βασικές αλλαγές που εφαρμόστηκαν στη θαλάσσια ασφάλεια μετά το ατύχημα του Τιτανικού

Πηγή: <http://www.imo.org/OurWork/Safety/regulations/documents/titanic.pdf>

Εκτός από τον IMO και τους νηογνώμονες, διάφοροι άλλοι φορείς παίζουν πλέον ρόλο στην ανάπτυξη, υλοποίηση και εφαρμογή πολιτικών για τη θαλάσσια ασφάλεια. Οι παράγοντες αυτοί περιλαμβάνουν τα κράτη σημαίας (flag states), τα κράτη λιμένας (port states), τον IACS, διεθνείς φορείς όπως την Ευρωπαϊκή Ένωση, οργανισμούς εργασίας όπως ο ILO, και γενικά ολόκληρο το φάσμα της ναυτιλιακής κοινότητας, όπως πλοιοκτήτες, ναυλωτές, λιμάνια, ναυπηγεία, ασφαλιστικές εταιρίες (P&I Clubs), περιβαλλοντικές οργανώσεις, κλπ.

Οι πολιτικές για τη θαλάσσια ασφάλεια που προωθούνται από τους παραπάνω φορείς ταξινομούνται σε πολλές κατηγορίες. Αυτές περιλαμβάνουν, μεταξύ άλλων, προδιαγραφές εκπαίδευσης και πιστοποίηση των ναυτικών, καταλληλότητα για εργασία, απαγόρευση χρήσης αλκοόλ και ναρκωτικών ουσιών, καταγραφή της κόπωσης του πληρώματος, συνθήκες εργασίας και διαβίωσης επάνω στο σκάφος και κοινή γλώσσα εργασίας μεταξύ των μελών του πληρώματος. Αντικείμενα μελέτης είναι επίσης ο εξοπλισμός του πλοίου, η αλληλεπίδραση ανθρώπου- μηχανής, οι επικοινωνίες μεταξύ πλοίων και πλοίου-ξηράς, τα συστήματα διαχείρισης και ελέγχου θαλάσσιας κυκλοφορίας, τα συστήματα αναφοράς των πλοίων και οι κανονισμοί ασφάλειας των λιμένων. Ακόμα, υπάρχουν κανόνες ναυσιπλοΐας, κανονισμοί φορτοεκφόρτωσης, κανονισμοί πυρόσβεσης, διαδικασίες έρευνας και διάσωσης, περιβαλλοντική προστασία, σχεδίαση, κατασκευή και συντήρηση των

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1:ΕΙΣΑΓΩΓΗ

πλοίων και διαδικασίες έκτακτης ανάγκης και εγκατάλειψης του πλοίου (Ψαραύτης, 2003).

1.3.2 Βασικές Έννοιες

Η *ασφάλεια* είναι μια σχετική έννοια, άρρηκτα συνδεδεμένη με μια σειρά άλλων εννοιών. Για να ελέγχεται η ασφάλεια αποτελεσματικότερα πρέπει, πέραν της συμμόρφωσης σε προκαθορισμένους κανονισμούς και κανόνες, να είναι μετρήσιμη με βάση κάποιο αντικειμενικό σύστημα. Βασικό μέσο για την ποσοτικοποίηση, και επομένως μέτρηση, της ασφάλειας αποτελεί η έννοια της *διακινδύνευσης* ή *ρίσκου* (risk). Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στη διαχείριση του, δηλαδή στη δυνατότητα αξιολόγησης των αρνητικών συνεπειών που προκύπτουν από έναν *κίνδυνο* (hazard). Ο κίνδυνος, με τη σειρά του, ορίζεται ως μια κατάσταση που δύναται να βλάψει την ανθρώπινη ζωή, την υγεία, το περιβάλλον, την ιδιοκτησία, μια εργασία. Οι διάφορες μορφές κινδύνου μελετώνται σε κάθε *συμβάν* και πιο συγκεκριμένα στα *ατυχήματα* (accidents) και στα *περιστατικά* (incidents). Ακολουθούν συνοπτικοί ορισμοί των παραπάνω εννοιών κατά Det Norske Veritas:

Ρίσκο: είναι ο συνδυασμός της πιθανότητας και των συνεπειών ενός κινδύνου, δηλαδή η πιθανότητα ενός συγκεκριμένου συμβάντος μέσα σε ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα.

Συχνότητα: είναι ο αριθμός των εμφανίσεων ενός γεγονότος ανά μονάδα χρόνου (συνήθως εκφράζεται ανά έτος).

Πιθανότητα: το μέτρο πραγματοποίησης ενός συμβάντος υπό συγκεκριμένες προϋποθέσεις.

Συνέπειες: είναι τα αναμενόμενα αποτελέσματα ενός συμβάντος.

Κίνδυνος: είναι μια κατάσταση με δυναμική να προκαλέσει ζημιά/βλάβη.

Ατύχημα: ένα ανεπιθύμητο γεγονός που καταλήγει σε θάνατο, τραυματισμό, απώλεια ή καταστροφή περιουσίας, περιβαλλοντική καταστροφή.

Περιστατικό: μια κατάσταση που ενδέχεται να οδηγήσει σε ατύχημα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1:ΕΙΣΑΓΩΓΗ

2. ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΕΝΝΟΙΑ ΤΟΥ ΡΙΣΚΟΥ

Στην καθημερινότητα του, ο άνθρωπος έρχεται αντιμέτωπος με διαφόρων ειδών προκλήσεις και κινδύνους. Από τις απαρχές της ιστορίας του, η ζωή του είναι μια συνεχής προσπάθεια να ικανοποιήσει τις ανάγκες του, αποφεύγοντας παράλληλα τα εμπόδια και τους κινδύνους που του θέτει η φύση και το κοινωνικό του περιβάλλον. Αυτό που διαφέρει από εποχή σε εποχή είναι το πώς ο άνθρωπος αντιλαμβάνεται και ιεραρχεί τις προκλήσεις και τους κινδύνους, τι μέσα διαθέτει για να αναλύσει και να εκτιμήσει την εκάστοτε πρόκληση / απειλή και τελικά τι μεθόδους και τεχνολογικά επιτεύγματα χρησιμοποιεί για να διαχειριστεί την απειλή, στοχεύοντας στη μείωση ή, αν είναι εφικτό, στην εξάλειψη αυτής και των αρνητικών συνεπειών της.

Για αιώνες, ο άνθρωπος στηριζόταν στο ένστικτο και στις εμπειρίες του, αλλά και σε προκαταλήψεις και θρησκευτικές ιδεοληψίες. Με την ανάπτυξη της φιλοσοφίας και των επιστημών, οι αντιλήψεις που επικρατούσαν αναπόφευκτα άλλαξαν. Ο άνθρωπος πλέον μελετά, εξορθολογεί και συστηματοποιεί τον κόσμο που τον περιβάλλει καθώς και τα φαινόμενα που παρατηρεί γύρω του.

2.1 Τι είναι Ρίσκο;

Στην προσπάθειά του να ερμηνεύσει τις προκλήσεις, τις αβεβαιότητες και τους κινδύνους που αντιμετωπίζει σε ατομικό ή κοινωνικό επίπεδο, ο άνθρωπος εισήγαγε την έννοια του ρίσκου. Η αγγλική λέξη προέρχεται από το λατινικό *risicum* που επιβιώνει και στα νεοελληνικά ως «ριζικό» (Σπύρου, 2010). Η απάντηση όμως στην ερώτηση «τι είναι ρίσκο;» είναι δύσκολο να δοθεί, καθώς η λέξη ρίσκο εμπεριέχει διαφορετικές έννοιες που μεταβάλλονται σύμφωνα με τον αποδέκτη, την κοινωνία και τον χωροχρόνο, οδηγώντας πολλές φορές σε σύγχυση και παρερμηνείες. Ένας τραπεζίτης αντιλαμβάνεται το ρίσκο ως το επίπεδο της επενδυτικής έκθεσής του σε μια επιχειρηματική δραστηριότητα. Για έναν ασφαλιστή, ρίσκο είναι τα περιστατικά για τα οποία προσφέρει ασφάλεια. Και για τον αξιωματικό βάρδιας στη γέφυρα του πλοίου, ρίσκο είναι το πότε και πόσο θα μειώσει την ταχύτητα πλεύσης σε σταδιακή μείωση ορατότητας (O’Neil, 2000). Οι ευρύτερα διαδεδομένες χρήσεις της λέξης είναι (Βούρος, 2007):

- Το ρίσκο ως κίνδυνος.
- Το ρίσκο ως πιθανότητα.
- Το ρίσκο ως συνέπεια.
- Το ρίσκο ως απειλή ή ανεπιθύμητο γεγονός

Κατά τις τρεις τελευταίες δεκαετίες, όπου η έννοια ‘Ρίσκο’ μελετάται συστηματικά, ερευνητές, κοινωνιολόγοι και ειδικοί του έχουν δώσει πολλές διαφορετικές διαστάσεις και ορισμούς. Το γεγονός αυτό οφείλεται στο πολυδιάστατο χαρακτήρα του ρίσκου καθώς και στην υποκειμενικότητα της αντίληψης του ανθρώπου για την έννοια του.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΕΝΝΟΙΑ ΤΟΥ ΡΙΣΚΟΥ

Το πεδίο της διαχείρισης ρίσκου (**Risk Management**) έχει αναπτυχθεί σημαντικά κυρίως όσον αφορά στους τομείς της Ανάλυσης ρίσκου (**Risk Analysis**) και του υπολογισμού / εκτίμησης ρίσκου (**Risk Assessment**).

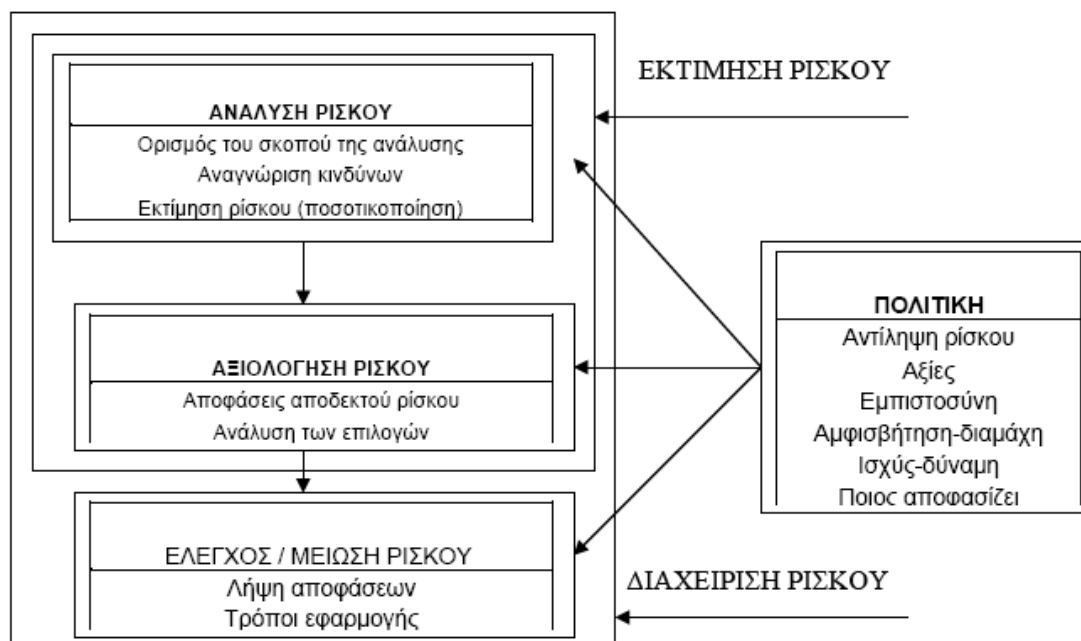
Αναλύοντας τα παραπάνω :

Risk Analysis : είναι η συστηματική χρήση διαθέσιμων πληροφοριών για την αναγνώριση των κινδύνων καθώς και η εκτίμηση ρίσκου σε ατομικό, κοινωνικό, περιβαλλοντολογικό επίπεδο.

Risk Assessment : είναι η επανεξέταση του αποδεκτού ρίσκου το οποίο έχει αναλυθεί και αξιολογηθεί βασισμένο σε κριτήρια ανοχής του ρίσκου

Risk Management : είναι η εφαρμογή της εκτίμησης ρίσκου με πρόθεση να πληροφορήσει για τα κατάλληλα μέτρα μείωσης ρίσκου και τους πιθανούς τρόπους εφαρμογής.

Η αλληλοσυσχέτιση των συνιστωσών του Ρίσκου φαίνεται ποιοτικά στο παρακάτω σχήμα:



Σχήμα 4: Συνιστώσες στη διαχείριση του ρίσκου

Πηγή: Βούρος Δ., Εκτίμηση και Αποδοχή Ρίσκου, Τεύχος Α: Αποτίμηση Ρίσκου με εφαρμογή στον ελληνικό θαλάσσιο χώρο, ΕΜΠ, Ιούλιος 2007

2.2 Παραδοσιακός Ορισμός

Όπως προαναφέρθηκε, λόγω της υποκειμενικότητας που το διέπει, δεν υπάρχει απόλυτος ορισμός του ρίσκου. Ο παραδοσιακός ορισμός είναι:

‘ Ρίσκο θεωρείται το γινόμενο της πιθανότητας ανεπιθύμητου συμβάντος επί τις όποιες μετρήσιμες επιπτώσεις προκύπτουν από αυτό. ’

$$R = \sum p \times C$$

Όπου

R: Ρίσκο

p: πιθανότητα (συχνότητα) ενός συμβάντος

C: συνέπειες του συμβάντος

Προφανώς το ενδεχόμενο ενός συχνά εμφανιζόμενου ατυχήματος με καταστροφικές συνέπειες αποτελεί τη δυσμενέστερη κατάσταση από άποψη ρίσκου. Έχουμε ωστόσο άλλες δυο περιπτώσεις: i) υψηλή συχνότητα- μικρός αριθμός συνεπειών και ii) χαμηλή συχνότητα- μεγάλος αριθμός συνεπειών, που μπορούν να θεωρηθούν ακραίες.

Με τη θεώρηση αυτή, ένα ατύχημα που παράγει 100 απώλειες ζωής αντιμετωπίζεται ως ισότιμο με εκατό ατυχήματα που καταλήγουν το καθένα σε μια απώλεια ζωής. Όμως, η κοινωνική εμπειρία λέει πως η εντύπωση η οποία προκαλείται από ξαφνικές, μεσαιάς ή μεγάλης κλίμακας, απώλειες είναι εντονότερη από την άθροιση των εντυπώσεων ίσου αριθμού αλλά μοναδιαίων ατυχημάτων.

Βλέπουμε τη διπλή υπόσταση του ρίσκου, δηλαδή ότι στην πραγματικότητα ο υπολογισμός του ρίσκου απαιτεί τη γνώση δύο μεγεθών, τόσο της πιθανότητας όσο και των συνεπειών κάποιου γεγονότος. Η γνώση αυτή όμως δεν είναι εύκολο να κατακτηθεί, απαιτεί την προσεκτική ανάγνωση των στατιστικών στοιχείων και την κατασκευή πιθανοθεωρητικών μοντέλων που θα μπορούν να συνυπολογίζουν όλα τα πραγματοποιήσιμα σενάρια.

2.3 Κατηγορίες του Ρίσκου

Η έννοια του ρίσκου και ο επακριβής ορισμός του αποτελούν προβλήματα που δε φαίνεται ότι θα λυθούν άμεσα. Ένα πλεονέκτημα που απορρέει από αυτή την κατάσταση είναι η ευελιξία με την οποία μπορεί να κινηθεί ο μελετητής του.

Η βασικότερη κατηγοριοποίηση του ρίσκου γίνεται ως προς τον άνθρωπο. Έχουμε λοιπόν διαχωρισμό μεταξύ του ρίσκου σε ατομικό επίπεδο (ατομικό ρίσκο) και του ρίσκου σε ομάδα ατόμων (κοινωνικό ρίσκο).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2:ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΕΝΝΟΙΑ ΤΟΥ ΡΙΣΚΟΥ

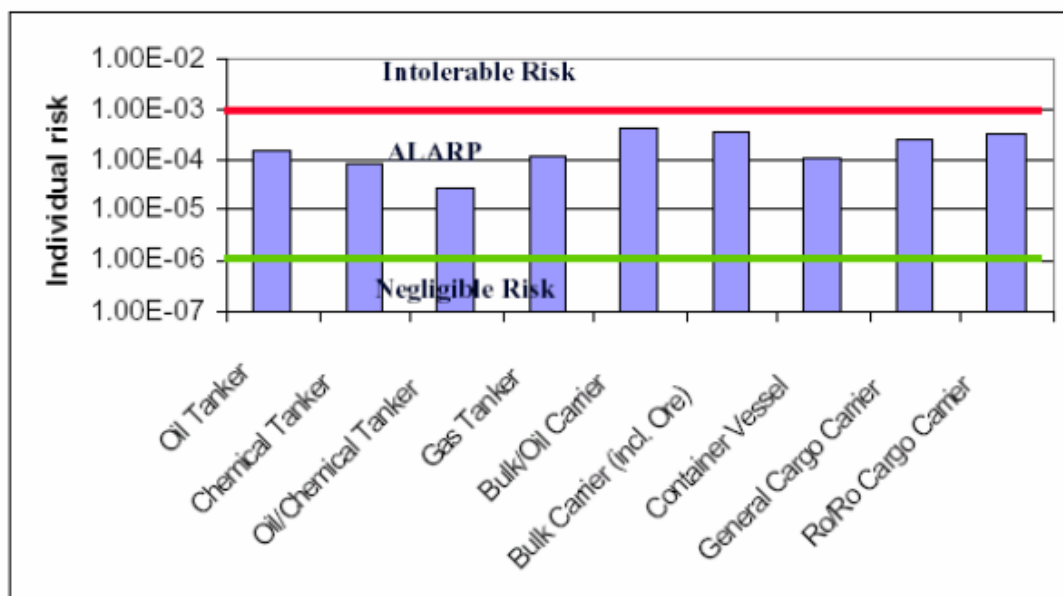
2.3.1 Ατομικό Ρίσκο

Το ατομικό ρίσκο ορίζεται ως: *‘ Το ρίσκο που αντιμετωπίζει ένα άτομο όταν βρεθεί αντιμέτωπο με έναν κίνδυνο. Αυτό συμπεριλαμβάνει τη φύση του τραυματισμού που είναι δυνατόν να υποστεί, την πιθανότητα να τραυματιστεί και την χρονική διάρκεια κατά την οποία το άτομο είναι εκτεθειμένο στον κίνδυνο. ’*

Πρακτικά το ατομικό ρίσκο εκφράζει τη συχνότητα τραυματισμού ενός ατόμου που βρίσκεται εκτεθειμένο σε κάποιο κίνδυνο και συνήθως στις εφαρμογές εμφανίζεται με μονάδες (τραυματισμοί / μονάδα χρόνου). Το ατομικό ρίσκο μπορεί να εκφραστεί με:

- Το ρίσκο τραυματισμού ανά χρόνο για ένα συγκεκριμένο άτομο (1/έτος).
- Το *FAR (Fatal Accident Rate)* που εκφράζει τον αριθμό των θανάτων ανά 100 εκατομμύρια ανθρόπο-ώρες.

Παρακάτω βλέπουμε σχηματικά το ετήσιο ατομικό Ρίσκο θανάτου για τα πληρώματα διαφόρων τύπων πλοίων, σύμφωνα με έρευνα της SAFEDOR το 2005. Παρατηρούμε ότι τα πληρώματα των Bulk Carriers, των General Cargo και των πλοίων Ro/Ro είναι τα περισσότερο εκτεθειμένα σε κίνδυνο.



Σχήμα 5: Ετήσιο ατομικό ρίσκο θανάτου για τα πληρώματα διαφόρων τύπων πλοίων, παρουσιαζόμενο μαζί με το Κριτήριο Αποδοχής Ρίσκου

Πηγή: Risk evaluation criteria, SAFEDOR 2005

2.3.2 Κοινωνικό Ρίσκο

‘Κοινωνικό ρίσκο είναι η σχέση μεταξύ συχνότητας και αριθμού ατόμων που είναι δυνατόν να υποστούν ένα συγκεκριμένο είδος τραυματισμού σε δεδομένο πληθυσμό από την πραγματοποίηση ενός συγκεκριμένου κίνδυνου. ’

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2:ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΕΝΝΟΙΑ ΤΟΥ ΡΙΣΚΟΥ

Ο όρος *Κοινωνικό Ρίσκο* προέκυψε από την ανάγκη, να αποτυπωθεί ο τρόπος με τον οποίο οι διάφοροι κίνδυνοι επηρεάζουν μεγαλύτερες ομάδες του πληθυσμού, και όχι πλέον μεμονωμένα άτομα, που βρίσκονται σε συγκεκριμένο τόπο, σε κάποια χρονική στιγμή.

Πίνακας 1: Κριτήρια αποδοχής κοινωνικού ρίσκου για διάφορους τύπους πλοίων.

Πηγή: “Formal safety assessment – decision parameters including risk acceptance criteria”, IMO, 2000.

Societal risk acceptance criteria for different ship types based on economic importance		
Tankers	Boundary between negligible and tolerable risk	$(10, 2 \times 10^{-5})$
	Boundary between tolerable and intolerable risk	$(10, 2 \times 10^{-3})$
Bulk and ore carriers	Boundary between negligible and tolerable risk	$(10, 10^{-5})$
	Boundary between tolerable and intolerable risk	$(10, 10^{-3})$
Passenger ro-ro ships	Boundary between negligible and tolerable risk	$(10, 10^{-4})$
	Boundary between tolerable and intolerable risk	$(10, 10^{-2})$

Επιπλέον, χρησιμοποιείται και ως αντικατοπτρισμός της αποστροφής της κοινωνίας, προς ατυχήματα που έχουν συνέπειες σε μεγάλους πληθυσμούς. Ένα μεγάλης κλίμακας ατύχημα με πολλούς νεκρούς συγκινεί την κοινή γνώμη πολύ περισσότερο από ένα σύνολο μικρής κλίμακας ατυχημάτων με το ίδιο άθροισμα νεκρών.

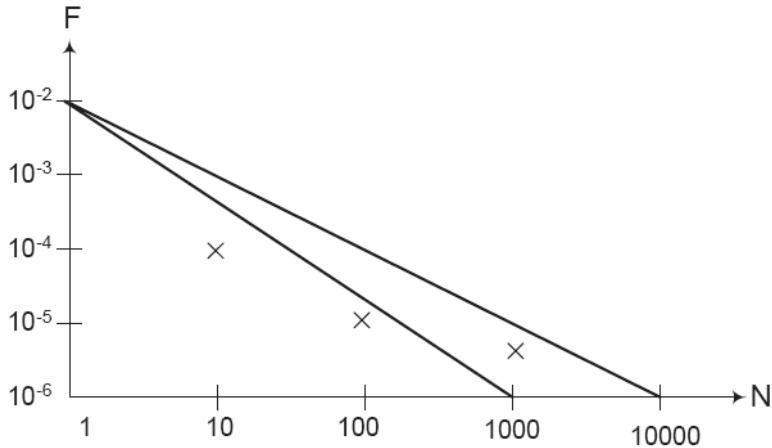
Αυτό εξηγεί και το ενδιαφέρον για μέτρηση των ρίσκων που επηρεάζουν άμεσα ένα μεγάλο αριθμό ανθρώπων. Από τα παραπάνω καθίσταται φανερό, ότι το κοινωνικό ρίσκο βρίσκει ιδιαίτερη εφαρμογή στις μεταφορές (είτε πρόκειται για οδικές, είτε για θαλάσσιες, είτε για αερομεταφορές), καθώς σε περίπτωση ατυχήματος το σύνολο των επιβαίνόντων εκτίθεται σε κίνδυνο. Στον πίνακα 1 παρουσιάζονται τα όρια αποδοχής του Κοινωνικού Ρίσκου για διάφορους τύπους πλοίων με βάση οικονομικά κριτήρια.

Το κοινωνικό ρίσκο μετράται με δυο τρόπους:

2.3.2.1 Καμπύλες F-N

Οι καμπύλες *F-N* χρησιμοποιούνται συχνά για να αναδείξουν τη σχέση ανάμεσα σε μικρής κλίμακας αλλά συχνά ατυχήματα, και σε ατυχήματα μεγαλύτερης κλίμακας τα οποία όμως παρουσιάζουν χαμηλότερη πιθανότητα πραγματοποίησης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2:ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΕΝΝΟΙΑ ΤΟΥ ΡΙΣΚΟΥ



Σχήμα 6 :Καμπύλη F-N

Πηγή: Σχεδίαση Πλοίων για Ασφάλεια και Περιβαλλοντική Προστασία, Σπύρου 2010

Στο ανωτέρω σχήμα φαίνονται δύο εναλλακτικές καμπύλες (εν προκειμένω ευθείες - οι τιμές είναι ενδεικτικές) που μπορούν να θεωρηθούν ως εναλλακτικά όρια αποδεκτής διακινδύνευσης (N = ο αριθμός απωλειών, F = η συχνότητα N ή περισσότερων απωλειών ανά άτομο και έτος).

Οι υπο-περιοχές που ευρίσκονται άνω των ευθειών καθορίζουν καταστάσεις μη αποδεκτής διακινδύνευσης. Παρατηρούμε ότι ενώ με την άνω ευθεία αποδίδεται η ίδια βαρύτητα σε ατυχήματα μικρής και μεγάλης κλίμακας ($F/N = 10^{-2}$ τόσο για $N = 1$ όσο και για $N = 10,000$), η κάτω καμπύλη θέτει πιο αυστηρό όριο αποδεκτής διακινδύνευσης για τα μεγάλης κλίμακας ατυχήματα ($F/N = 10^{-2}$ για $N = 1$ αλλά $F/N = 10^{-3}$ για $N = 1000$).

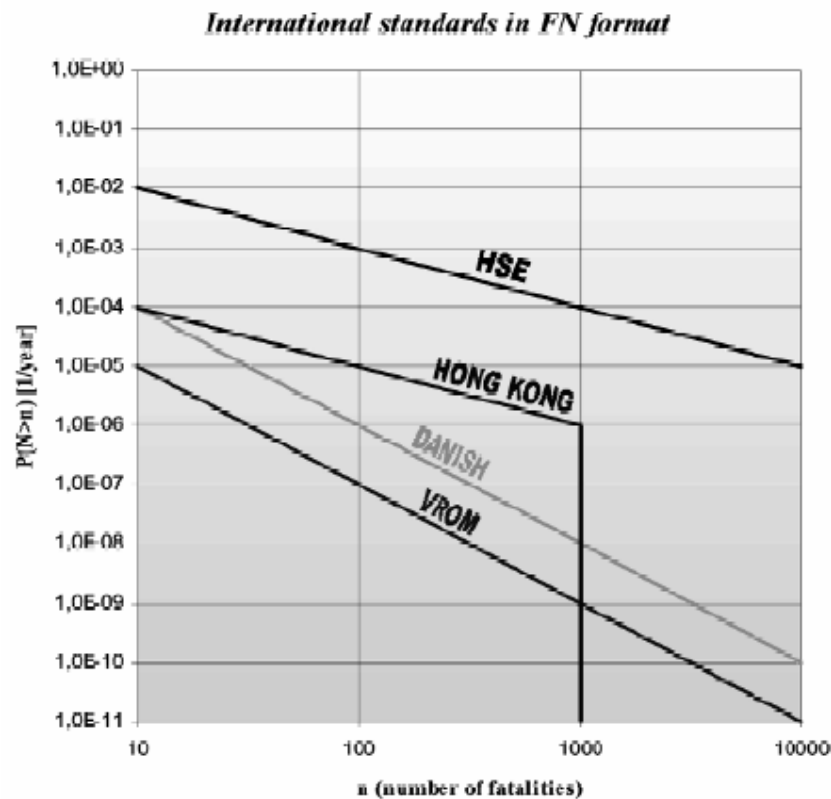
Η δεύτερη ευθεία θα αντικατόπτριζε επομένως καλύτερα την "κοινωνική αντίληψη" περί διακινδύνευσης. Αν προσδιορίσουμε και τη θέση της ευθείας κάτω από την οποία η διακινδύνευση εκλαμβάνεται ως αμελητέα (συνήθως ορίζεται με παράλληλη προς την ευθεία αποδεκτής διακινδύνευσης), τότε έχουμε χωρίσει το επίπεδο σε τρεις υπο-περιοχές.

Η ενδιάμεση υπο-περιοχή είναι λεγόμενη "ALARP" απ'τα αρχικά των λέξεων "as low as reasonably practicable". Στην περιοχή αυτή η διακινδύνευση είναι μεν αποδεκτή αλλά θα πρέπει να γίνει περαιτέρω προσπάθεια για να ελαχιστοποιηθεί με βάση ανάλυση κόστους-διακινδύνευσης.

Στη βιβλιογραφία συναντάμε συχνά διαφοροποιημένες τιμές αποδεκτής ατομικής (*individual*) διακινδύνευσης σε σχέση με την αποδεκτή κοινωνική (*societal*) διακινδύνευση (π.χ. κατά μία τάξη μεγέθους). Η ατομική διακινδύνευση έχει νόημα όταν αναφερόμαστε σε πιθανότητα απώλειας επί του συνόλου των εκτεθειμένων ανθρώπων. Η κοινωνική διακινδύνευση δίνει την πιθανότητα απώλειας ως προς το σύνολο του πληθυσμού. Συνήθως χρησιμοποιούμε για την περιγραφή της διαγράμματα F-N. Μερικά παραδείγματα καμπυλών F-N που προτείνονται από συγκεκριμένες χώρες: Ολλανδία (VROM), Βρετανία (HSE), Hong Kong και Δανία

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2:ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΕΝΝΟΙΑ ΤΟΥ ΡΙΣΚΟΥ

παρουσιάζονται στο σχήμα 7, όπου φαίνονται ξεκάθαρα οι διαφορές στα αποδεκτά όρια ρίσκου, ανάλογα το φορέα.



Σχήμα 7: Κριτήρια αποδοχής ρίσκου για καμπύλες F-N

Πηγή: Suddle, 'A logarithmic approach for individual risk: the safety index approach', proc. of ESREL,2003

2.3.2.2 Potential Loss of Life (PLL)

Παρά την αδιαμφισβήτητη σπουδαιότητα των καμπυλών $F-N$, πολλές φορές στην επικοινωνία με το κοινό κρίνεται αναγκαίο να αποτυπωθούν τα αποτελέσματα τους με τη μορφή ενός μόνο *αριθμού*, διευκολύνοντας έτσι την αξιολόγηση του ρίσκου και τη σύγκριση του με ρίσκα που προκύπτουν από άλλες δραστηριότητες.

Το σημαντικότερο και ευρύτερα διαδεδομένο μέγεθος που εξυπηρετεί αυτή την ανάγκη, είναι η *πιθανότητα απώλειας ζωής*, η οποία απαντάται στη βιβλιογραφία με το αγγλικό της ακρωνύμιο, *PLL (Potential Loss of Life)*. Το *PLL* ορίζεται γενικά ως,

‘ο αναμενόμενος αριθμός θανάτων από μια δραστηριότητα σε διάστημα ενός χρόνου’

και προκύπτει από τη σχέση,

$$PLL = \sum x f_N(x) dx$$

όπου,

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΕΝΝΟΙΑ ΤΟΥ ΡΙΣΚΟΥ

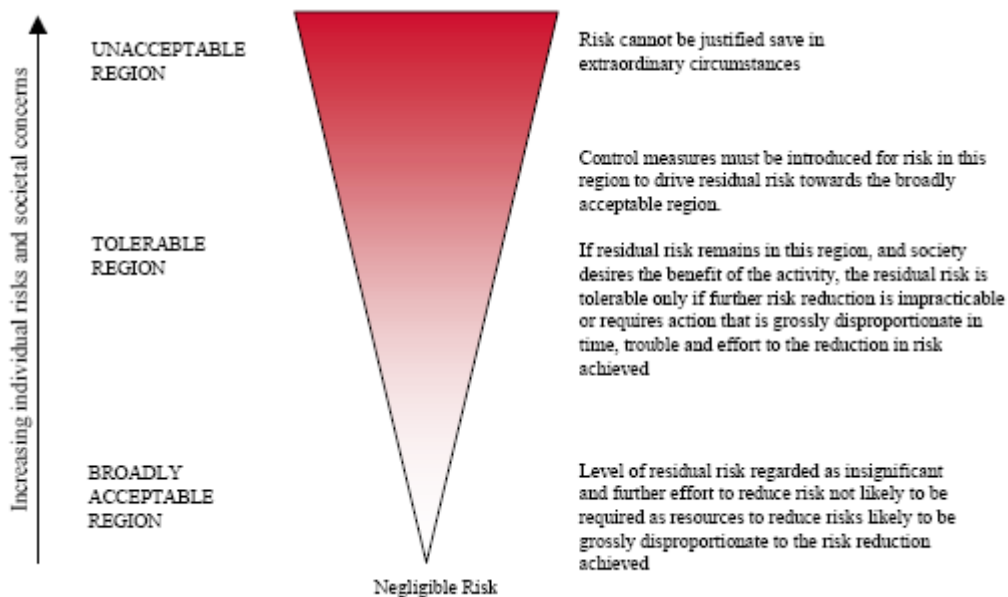
- ο αριθμός των νεκρών
- $f_N(x)$ η συνάρτηση πυκνότητας πιθανότητας της καμπύλης $F-N$

2.4 Ανεκτικότητα προς το Ρίσκο

Σύμφωνα με το εγχειρίδιο: Health & Safety Assessment του DNV, οι περισσότερες μέθοδοι εκτίμησης ρίσκου βασίζονται στο πλαίσιο ανεκτικότητας του ρίσκου (tolerability of risk, TOR). Το εν λόγω πλαίσιο προσεγγίζει το ρίσκο με την ευρεία έννοια, περιλαμβάνοντας σε αυτό όχι μόνο το ρίσκο των απωλειών (ατομικό και κοινωνικό ρίσκο), αλλά και την αντίληψη των κινδύνων και των σχετικών ηθικών και κοινωνικών ανησυχιών, όπως η αποστροφή στα μεγάλα πολύνεκρα ατυχήματα. Χωρίζει το ρίσκο σε τρεις περιοχές:

- Μη αποδεκτό. Το επίπεδο ρίσκου θεωρείται μη αποδεκτό εκτός από ειδικές περιπτώσεις (πχ πόλεμο). Δραστηριότητες στις οποίες ενυπάρχει τέτοιο ρίσκο πρέπει να απαγορεύονται, ή το ρίσκο οφείλει να μειωθεί με οποιοδήποτε κόστος.
- Ανεκτό. Το επίπεδο ρίσκου είναι ανεκτό προκειμένου να εξασφαλιστεί όφελος. Αυτή η ζώνη είναι γνωστή ως ALARP (as low as reasonably practicable). Η διακινδύνευση είναι αποδεκτή, όμως θα πρέπει να ληφθούν πρόσθετα μέτρα μετριασμού της, εκτός και αν η επιβάρυνση που προκαλούν (σε χρόνο, κόστος προσπάθεια) είναι εμφανώς δυσανάλογη με τη μείωση του ρίσκου που επιφέρουν.
- Ευρέως αποδεκτό. Το επίπεδο διακινδύνευσης θεωρείται ασήμαντο. Γενικά δεν απαιτούνται περαιτέρω ενέργειες περιορισμού του.

Οι κατηγορίες του Ρίσκου σχηματικά:



Σχήμα 8: Πλαίσιο ανοχής Ρίσκου

Πηγή: Det Norske Veritas, Health and Safety Executive, 1999a

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2:ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΕΝΝΟΙΑ ΤΟΥ ΡΙΣΚΟΥ

3. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΡΙΣΚΟΥ ΣΤΗ ΝΑΥΤΙΛΙΑ

3.1 Γενικά

Η *διαχείριση ρίσκου (risk management)* είναι μία ορθολογική διαδικασία λήψης αποφάσεων κατά την οποία προσδιορίζεται, αναλύεται και ελέγχεται η πιθανότητα και η σοβαρότητα των κινδύνων καθώς και του επακόλουθου ρίσκου που απειλούν τη βιωσιμότητα ενός οργανισμού ή την επιτυχία μιας διαδικασίας. Η διαχείριση ρίσκου περιλαμβάνει (Kohli, 2007):

1. την *αναγνώριση του κινδύνου (hazard identification)*: αναγνωρίζονται οι επικίνδυνες συνθήκες, μέσω πραγματικών γεγονότων (π.χ ατυχήματα) ή μέσω προγραμμάτων που αποσκοπούν στον εντοπισμό των πηγών κινδύνου και καθορίζονται τα χαρακτηριστικά τους,

2. την *αξιολόγηση του ρίσκου (risk assessment)*: αφού έχει αναγνωριστεί ο κίνδυνος, απαιτείται κάποια μορφή ανάλυσης για την εκτίμηση της δυναμικής του ρίσκου. Στην αξιολόγηση λαμβάνονται υπόψη η *πιθανότητα του κινδύνου (probability)*, η *σοβαρότητα των αρνητικών συνεπειών (severity)* και το *ποσοστό έκθεσης (για το ατομικό ρίσκο) σε κίνδυνο (exposure)*.

Η Διαχείριση Ρίσκου (Risk Management) πρωτοεμφανίζεται τις δεκαετίες του 1960 και 1970 λόγω της τότε ραγδαίας ανόδου της πυρηνικής και της χημικής βιομηχανίας. Οι αυξημένες συνέπειες σε περίπτωση ατυχήματος, τόσο ως προς τη σοβαρότητα τους όσο και στο μέγεθος του πληθυσμού που θα επηρέαζαν (υψηλό κοινωνικό ρίσκο), δημιούργησε την ανάγκη πιο οργανωμένων και επιστημονικών μεθόδων αντιμετώπισης του ρίσκου με όσο το δυνατόν περισσότερο αντικειμενικό τρόπο, ο οποίος συν τοις άλλοις θα περιόριζε δραστικά τα περιθώρια για υποκειμενικές κρίσεις (πχ. τι σημαίνει αποδεκτό ρίσκο ή γενικότερα τι σημαίνει ρίσκο).

Στη θαλάσσια βιομηχανία, η διαχείριση ρίσκου κάνει την εμφάνιση της κατά τη δεκαετία του 1980 και συγκεκριμένα στις εξέδρες εξόρυξης πετρελαίου, ενώ στη ναυτιλία καθιερώθηκε ως μέθοδος λήψης αποφάσεων τη δεκαετία του 1990.

Μάλιστα το 1997 σε μια προσπάθεια συγκρότησης συγκεκριμένων κανόνων ο ΙΜΟ, μετά από πρόταση της Αγγλίας από το 1993, ενέκρινε μια προσέγγιση του ρίσκου σε πέντε βήματα η οποία ονομάστηκε Τυπική Αποτίμηση Ασφαλείας, (*Formal Safety Assessment, F.S.A.*).

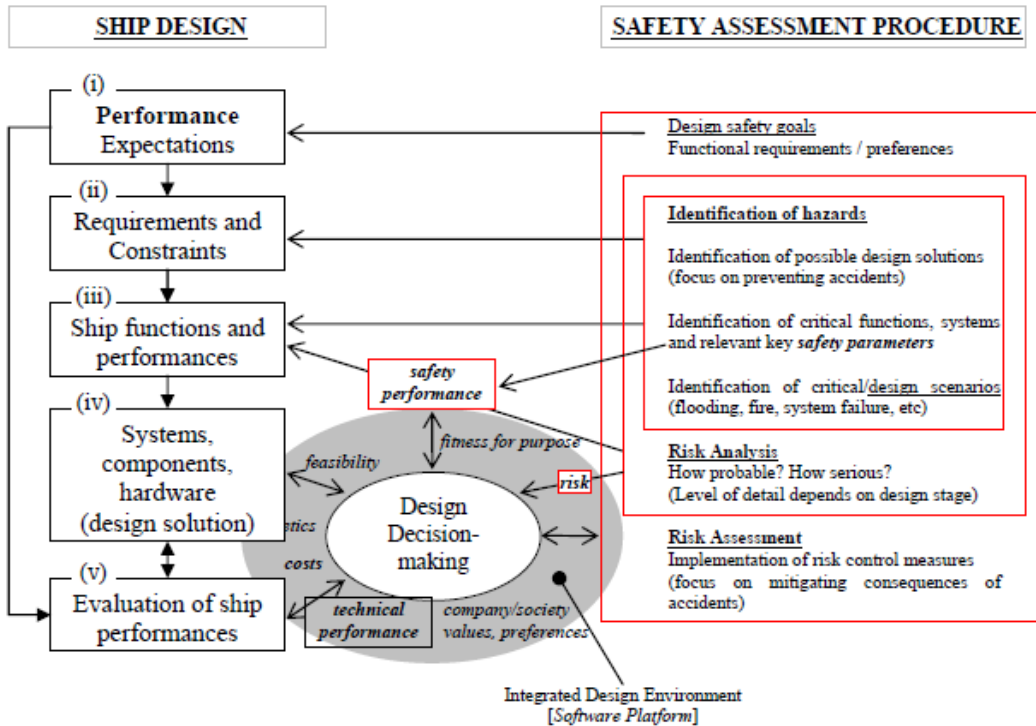
Οι παραπάνω εξελίξεις καταδεικνύουν την ολοένα αυξανόμενη επιρροή του ρίσκου ως παράγοντα λήψης αποφάσεων στην ναυτιλία, κάτι που αντανακλάται και στη νέα τάση στη ναυπήγηση πλοίων, γνωστή ως *Risk Based Design*. Το Risk Based Design είναι μια επίσημη μεθοδολογία που ενσωματώνει τη συστηματική διαχείριση ρίσκου στη διαδικασία σχεδιασμού. Στους συμβατικούς στόχους του σχεδιασμού (ταχύτητα, μεταφορική ικανότητα κλπ), προστίθεται η πρόληψη/εξάλειψη του ρίσκου (Vassalos et al, 2006).

Η βασική διαφοροποίηση αυτού του τρόπου σχεδίασης σε σχέση με τον παραδοσιακό, είναι ότι αντί να έχουμε πλέον κανονισμούς που επιχειρούν να

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΡΙΣΚΟΥ ΣΤΗ ΝΑΥΤΙΛΙΑ

ελέγξουν τις παραμέτρους της σχεδίασης με αναλυτικές οδηγίες, κατευθυνόμεστε προς κανονισμούς που, λαμβάνοντας υπ' όψιν το ρίσκο, θέτουν στόχους τους οποίους θα πρέπει να πληροί το πλοίο για να εγκριθεί.

Στο παρακάτω σχήμα παρουσιάζεται η διαδικασία σχεδιασμού κατά Risk Based Design:



Σχήμα 9: Υψηλού επιπέδου πλαίσιο για την εκτέλεση της μεθόδου Risk Based Design

Πηγή; Risk Based Ship Design: Concept, Methodology and Framework, D. Vassalos, 2006

Συνοπτικά, παρατηρούμε πως στις σύγχρονες μεθόδους ασφάλειας στη ναυτιλία δίνεται ιδιαίτερη έμφαση στο ρίσκο, ως παράγοντα λήψης αποφάσεων ακόμη και στη ναυπήγηση των πλοίων (*Risk Based Design*). Κάθε προσέγγιση που έχει ως βάση της την αποτίμηση ρίσκου (*Risk Based Approach* ή *Safety Level Approach*) πρέπει να είναι (Papanikolaou, 2009):

- προληπτική: οι κίνδυνοι πρέπει να προλαμβάνονται και όχι να παρατηρούνται μετά από ατυχήματα, τα οποία μεταφράζονται σε οικολογικές καταστροφές, σε χρηματικό κόστος και σε μειωμένη ασφάλεια, τόσο για την ανθρώπινη ζωή όσο και για το ίδιο το πλοίο,
- συστηματική: πρέπει να χρησιμοποιείται μια οικουμενική και δομημένη διαδικασία,
- διαφανής: πρέπει να είναι μία καθαρή διαδικασία, όπου θα προσδιορίζει το επίπεδο της ασφάλειας που επιτυγχάνεται,
- οικονομικά συμφέρουσα: πρέπει να επιτυγχάνει την ισορροπία μεταξύ της ασφάλειας και του χρηματικού κόστους.

3.2 Τυπική Αποτίμηση Ασφάλειας (FSA)

Όπως επισημάνθηκε, η προληπτική παρέμβαση στο χώρο της ναυτιλίας καθιερώθηκε επιστημονικά με την *Τυπική Αποτίμηση Ασφάλειας (Formal Safety Assessment – FSA)* που ορίζεται από τον IMO (2002):

«μια ορθολογική και συστηματική διαδικασία, που στόχο έχει την αποτίμηση των ρίσκων που συνδέονται με τις δραστηριότητες της ναυτιλίας, την προστασία του θαλασσίου περιβάλλοντος καθώς και την εκτίμηση κόστους/ οφέλους από την εφαρμογή μέτρων για το μετριασμό αυτών των ρίσκων ».

Η εν λόγω προσέγγιση εγκρίθηκε από τον IMO το 1997, μετά από πρόταση της Αγγλίας, και περιλαμβάνει πέντε βασικά βήματα. Επιγραμματικά:

1. Αναγνώριση των εμπλεκόμενων κινδύνων σε μια δραστηριότητα.
2. Εκτίμηση του ρίσκου που προέρχεται από τους κινδύνους που αναγνωρίστηκαν στο 1ο βήμα.
3. Διερεύνηση των εργαλείων που διαθέτουμε ώστε να μειωθεί αυτό το ρίσκο (*R.C.O.*).
4. Ανάλυση Κόστους / Κέρδους από την εφαρμογή των *R.C.O.*
5. Προτάσεις για τη λήψη αποφάσεων που θα βασίζονται στις πληροφορίες που συλλέχθηκαν κατά τα προηγούμενα βήματα.

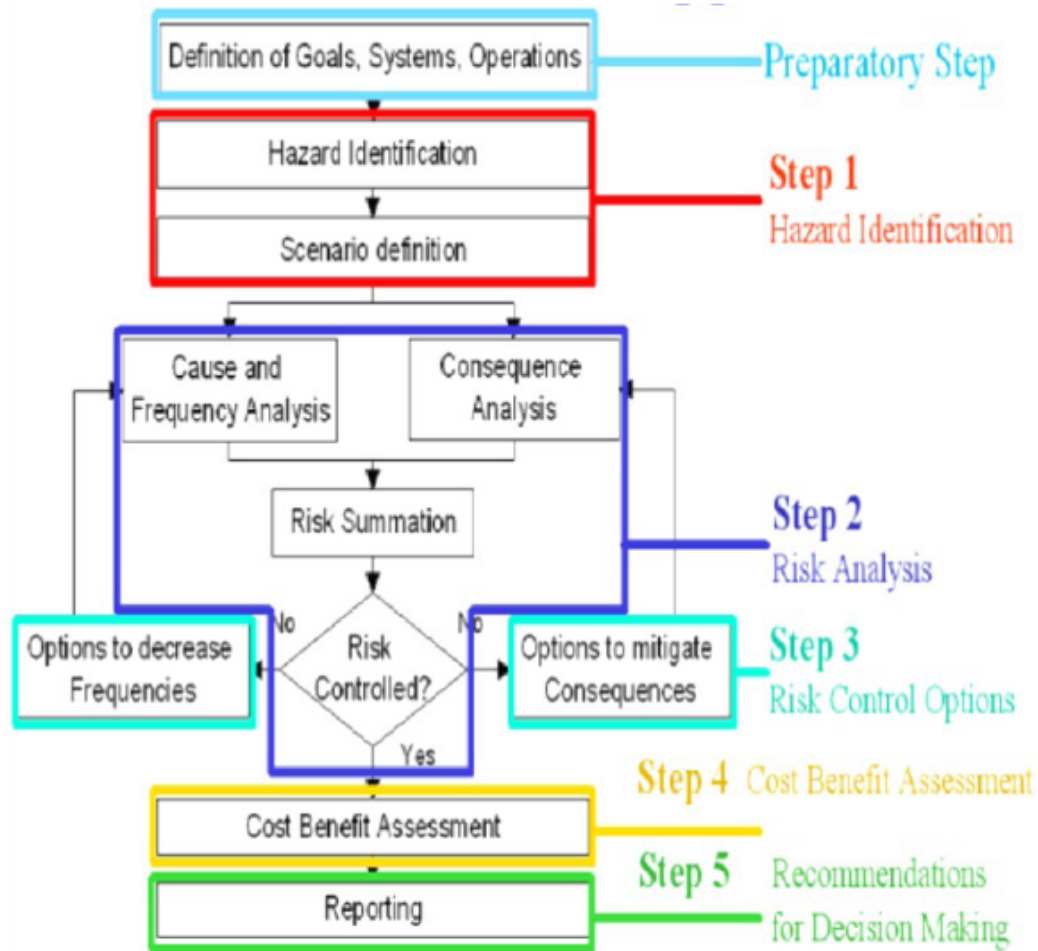
Η δομή της FSA φαίνεται στο σχήμα 10.

Τα παραπάνω πέντε βήματα αναλυτικά:

3.2.1 Αναγνώριση Κινδύνων

Ως κίνδυνο ορίζουμε το σύνολο των « *καταστάσεων, συνθηκών, χαρακτηριστικών ή ιδιοτήτων που δημιουργούν την πιθανότητα ανεπιθύμητων συνεπειών* ». Έχει σημασία ότι οι κίνδυνοι αυτοί δημιουργούν την πιθανότητα και όχι τη βεβαιότητα ανεπιθύμητων συνεπειών.

Εκτός από τους κινδύνους, στη βάση των γεγονότων που οδηγούν σε ατύχημα τίθενται και κάποιες «*θεμελιώδεις αιτίες*», δηλαδή αδυναμίες στη διαχείριση του συστήματος, που δημιουργούν ευνοϊκές καταστάσεις για ανθρώπινα λάθη ή/ και προδιάθεση για βλάβες στον εξοπλισμό.



Σχήμα 10: Δομή FSA

Πηγή: Formal safety assessment: A critical review, Kontovas, Psaraftis, 2009

Ο συνδυασμός αυτών θα οδηγήσει σε ένα αρχικό γεγονός, το οποίο αν δεν καταφέρουν να ελέγξουν οι ασφαλιστικές δικλείδες του συστήματος μας θα εξελιχθεί σε ατύχημα. Με τον όρο ασφαλιστικές δικλείδες εννοούμε ακριβώς τα προγραμματισμένα μέτρα προστασίας που έχουν στόχο να διακόψουν την πορεία των γεγονότων που οδηγούν στο ατύχημα, και μπορούν να είναι από συσκευές και ανθρώπινες ενέργειες έως οργανωτικοί κανόνες.

Μετά το αρχικό γεγονός και κατά την πορεία προς το ατύχημα, τις συνέπειες του στο σύστημα και τις επιπτώσεις του στον άνθρωπο και το περιβάλλον, απαιτείται συνεχώς ένας συνδυασμός εξωτερικών αιτιών και αποτυχίας των ασφαλιστικών δικλείδων για να συνεχίζεται η αλυσίδα του διαγράμματος.

Σε αυτό το πρώτο στάδιο της ανάλυσης, στόχος μας είναι να εντοπίσουμε όλους αυτούς τους κινδύνους είτε ενυπάρχουν στο σύστημα μας, είτε είναι εξωγενείς και να προχωρήσουμε σε μία πρώτη ιεράρχηση τους. Η βασικότερη τυποποιημένη μέθοδος για την αναγνώριση κινδύνων σε μια μελέτη ρίσκου είναι η εξής:

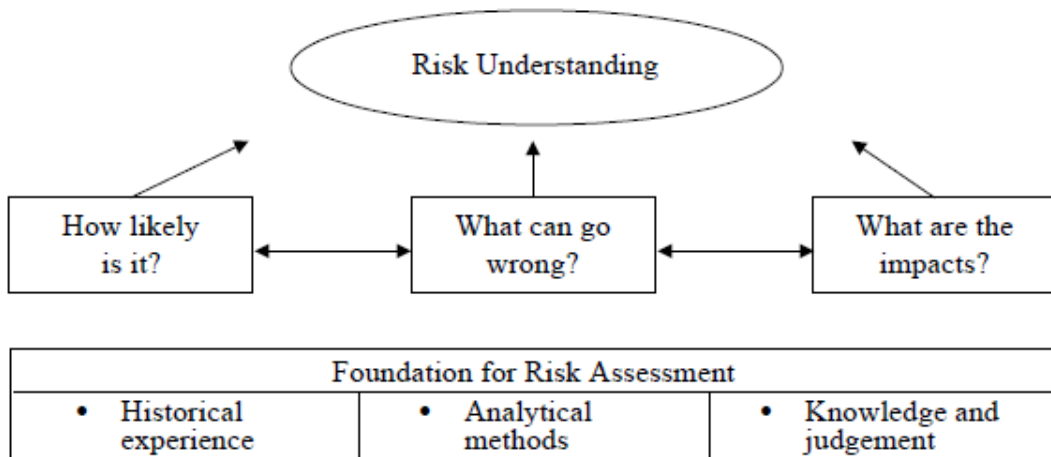
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΡΙΣΚΟΥ ΣΤΗ ΝΑΥΤΙΛΙΑ

- HAZID (Hazard Identification Technique)

Γενικός όρος που περιγράφει την αναγνώριση των κινδύνων και των επακόλουθων συνεπειών τους, ξεχωρίζοντας αυτές που φαίνεται να είναι πιο σημαντικές. Η τεχνική μπορεί να χρησιμοποιηθεί στο σύνολο του σκάφους ή χωρίζοντάς το σε επιμέρους τομείς ή και για την αξιολόγηση μιας συγκεκριμένης διαδικασίας. Συνήθως το σύστημα μας διαιρείται σε υποσύνολα, τα οποία εξετάζονται από ειδικούς με στόχο την ανακάλυψη των πιθανών κινδύνων. Τέλος έχουμε μια πρώτη ταξινόμηση των κινδύνων ανάλογα με τη σοβαρότητα τους.

3.2.2 Αποτίμηση Ρίσκου

Σκοπός αυτού του βήματος είναι η αναλυτική εξέταση των κινδύνων που αναγνωρίστηκαν στο πρώτο βήμα (HAZID). Η εξέταση αυτή περιλαμβάνει δύο κύρια μέρη, την *ανάλυση αιτίου – συχνότητας (Cause and Frequency Analysis)* και την *ανάλυση συνεπειών*. Τα εξαγόμενα κρίνονται αποδεκτά ή μη ανάλογα με τη συμμόρφωση προς προκαθορισμένα *κριτήρια αποδοχής ρίσκου (Risk Acceptance Criteria)*.



Σχήμα 11: Βασικές αρχές του Risk Assessment

Πηγή: Guidance notes on Risk Assessment applications for the marine and offshore oil and gas industries, ABS 2000

Στο σχήμα 11 φαίνονται συνοπτικά οι βασικές αρχές της Αποτίμησης Ρίσκου, οι οποίες παρουσιάζονται παρακάτω:

3.2.2.1 Ανάλυση Αιτίου- Συχνότητας

Σε αυτό το στάδιο επιχειρούμε να εντοπίσουμε τους μηχανισμούς αστοχίας του συστήματος, καθώς και τη συχνότητα των μοντέλων αστοχίας που επιφέρουν ατύχημα. Οι κυριότερες τεχνικές είναι:

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΡΙΣΚΟΥ ΣΤΗ ΝΑΥΤΙΛΙΑ

❖ Ανάλυση ιστορικών δεδομένων

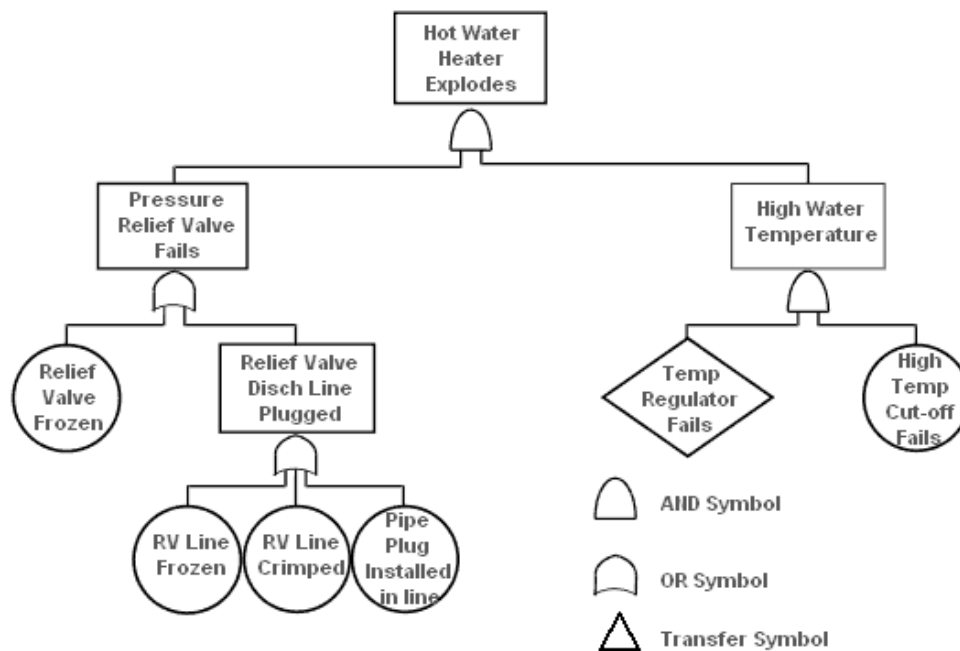
Η προτιμότερη και αντικειμενικότερη μέθοδος. Συνίσταται στη συλλογή στοιχείων ατυχημάτων από Βάσεις Δεδομένων. Επιβάλλεται τα ατυχήματα της βάσης δεδομένων που χρησιμοποιείται να είναι υπό αντίστοιχες συνθήκες με τα υπό μελέτη. Το βασικό πλεονέκτημα της μεθόδου είναι ότι μειώνει την υποκειμενικότητα της ανθρώπινης κρίσης αντλώντας πληροφορίες από πραγματικά γεγονότα.

❖ Δένδρα Σφαλμάτων (Fault Trees)

Επαγωγική μέθοδος γραφικής αναπαράστασης των λογικών συνδυασμών των αιτιών ενός συμβάντος. Η δομή ενός Δένδρου Σφαλμάτων βασίζεται στη διασύνδεση των διαφόρων επιπέδων των γεγονότων μέσω λογικών πυλών μορφής AND/OR, ΠΛΕΙΟΨΗΦΙΑΣ κλπ.. Βασικά πλεονεκτήματα της μεθόδου είναι ότι (Βούρος, 2007):

- βοηθά στην αναγνώριση κινδύνων σε πολύπλοκα συστήματα
- προσφέρει μια εποπτική εικόνα για το πώς τα σφάλματα μπορούν να οδηγήσουν σε ανεπιθύμητες συνέπειες.
- παρέχει ποσοτικά συμπεράσματα πάνω στην πιθανότητα (συχνότητα) μια τοπική αστοχία να οδηγήσει σε γενικευμένη και ακολούθως σε ατύχημα.

Στο σχήμα 12 φαίνεται ένα παράδειγμα Δέντρου Σφαλμάτων. Παρατίθενται τα πιθανά αίτια (καθώς και οι συνδυασμοί τους) που μπορούν να οδηγήσουν σε έκρηξη ενός λέβητα.



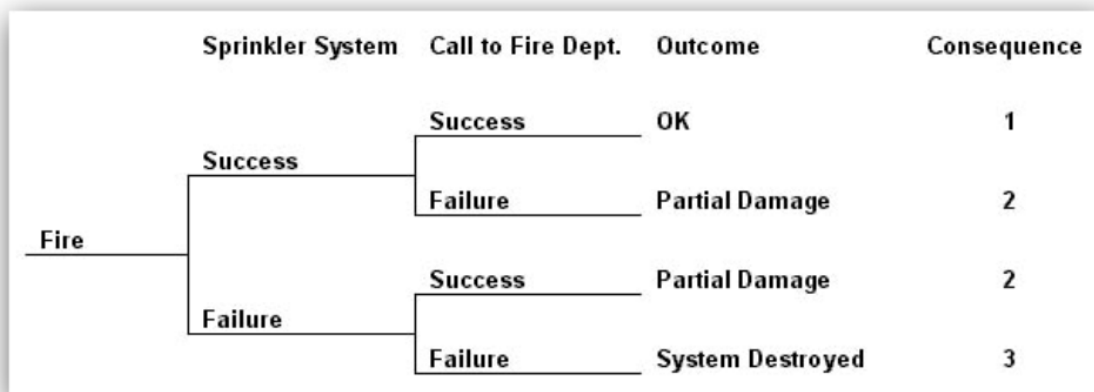
Σχήμα 12: Παράδειγμα Fault Tree
Πηγή: www.qualitytrainingportal.com

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΡΙΣΚΟΥ ΣΤΗ ΝΑΥΤΙΛΙΑ

❖ Δένδρα Γεγονότων (*Event Trees*)

Τα Δένδρα Γεγονότων είναι μια συστηματική προσέγγιση - διάγραμμα που χρησιμοποιείται για την ανάλυση των επιπτώσεων ενός ατυχήματος, μιας αστοχίας, ή γενικότερα ενός ανεπιθύμητου γεγονότος. Παρέχουν ποιοτική περιγραφή των πιθανών συνεπειών που ξεκινούν από ένα ατύχημα, αστοχία, ανεπιθύμητο γεγονός και δίνουν την πιθανότητα το ατύχημα αυτό να προκαλέσει συνέπειες συγκεκριμένου τύπου. Στηρίζονται στην ύπαρξη ασφαλιστικών δικλίδων που έχουν ως στόχο να μετριάσουν τις συνέπειες από το αρχικό γεγονός και ελέγχουν αν και κατά πόσο επιτυγχάνουν το στόχο τους. Τελικά, η πιθανότητα υλοποίησης της εκάστοτε προκαθορισμένης συνέπειας προκύπτει ως η πιθανότητα πρόκλησης ατυχήματος (μπορεί να προκύπτει ως αποτέλεσμα ενός Fault Tree) επί την πιθανότητα επιτυχίας ή αποτυχίας των ασφαλιστικών δικλίδων, για κάθε αναπτυσσόμενη διαδρομή γεγονότων.

Στο σχήμα 13 παρατίθεται ένα παράδειγμα Δένδρου Γεγονότων. Ως ατύχημα ορίζεται η φωτιά. Υπάρχουν δυο ασφαλιστικές δικλίδες: το σύστημα ανίχνευσης πυρκαγιάς και η ειδοποίηση του πυροσβεστικού τμήματος. Ανάλογα με την επιτυχημένη λειτουργία ή αστοχία της κάθε δικλίδας, παρουσιάζεται το πιθανό αποτέλεσμα (outcome), καθώς και ένας ποσοτικός δείκτης συνεπειών (consequence). Επιτυχημένη λειτουργία των δυο συστημάτων οδηγεί σε μηδαμινή ζημιά, ενώ αστοχία και των δυο οδηγεί σε καταστροφή του συστήματος.



Σχήμα 13: Παράδειγμα Event Tree
Πηγή: en.wikipedia.org

❖ Ανάλυση Αστοχιών Κοινού Αιτίου (*Common Cause Failure Analysis, CCFA*)

Συστηματική προσέγγιση, εξετάζει ακολουθίες γεγονότων που είναι αποτελέσματα πολλαπλών αστοχιών με ένα όμως κοινό αίτιο. Απαιτεί 'επί τόπου' επιθεώρηση από κάποιον ειδικό και βασίζεται στην ικανότητα του να ανακαλύψει τις αλληλεξαρτήσεις μεταξύ των αστοχιών, με αποτέλεσμα η ποιότητα της μεθόδου να εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την ικανότητα του αναλυτή.

❖ Ανάλυση Αξιοπιστίας Ανθρώπινου Παράγοντα (*Human Reliability Analysis*)

Η εν λόγω ανάλυση υπολογίζει την πιθανότητα αστοχίας του υπό μελέτη συστήματος λόγω του ανθρώπινου παράγοντα, ενεργητικά (λανθασμένες ενέργειες) και παθητικά (αμέλεια). Βασιζόμενος σε πορίσματα από προηγούμενες αναλύσεις, ο μελετητής διακρίνει τις περιπτώσεις με τα δυσμενέστερα αποτελέσματα και, εντοπίζοντας τα σημεία του συστήματος όπου υπεισέρχεται ο ανθρώπινος παράγοντας, καταλήγει στο τι μπορεί να γίνει λάθος από ανθρώπινη πλευρά.

3.2.2.2 Ανάλυση Συνεπειών

Με τη χρήση αναλυτικών μοντέλων, παρέχεται λεπτομερής πληροφόρηση σχετικά με τις πιθανές συνέπειες των σεναρίων αστοχίας. Τα συμπεράσματα μιας ανάλυσης συνεπειών πρέπει να είναι μια εκτίμηση του βαθμού έκθεσης, του πληθυσμού-στόχου στον κίνδυνο που μας ενδιαφέρει και ποσοτικοποίηση των συνεπειών στο περιβάλλον, την οικονομία, την ασφάλεια και την υγεία του στόχου.

3.2.2.3 Τελική Εκτίμηση του Ρίσκου

Έχοντας στη διάθεση μας τα αποτελέσματα των αναλύσεων Συχνότητας και Συνεπειών και κάνοντας χρήση του παραδοσιακού τύπου του Ρίσκου, μπορούμε να υπολογίσουμε τη διακινδύνευση για μια δραστηριότητα. Η πλέον συνήθης πρακτική είναι να αποδίδουμε δείκτες στη συχνότητα και τις συνέπειες και να κατηγοριοποιούμε το ρίσκο βάση Πινάκων Ρίσκου (*Risk Matrices*).

Οι Πίνακες Ρίσκου καθορίζουν τόσο τη συχνότητα όσο και τις συνέπειες ποιοτικά ή ποσοτικά και υπολογίζουν τη διακινδύνευση με βάση κάποιο Δείκτη Ρίσκου (*Risk Index*). Συνήθως συνοδεύονται από ένα πίνακα αποδοχής ρίσκου. Ακολουθούν παραδείγματα, με ποιοτική και με ποσοτική προσέγγιση:

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΡΙΣΚΟΥ ΣΤΗ ΝΑΥΤΙΛΙΑ

➤ Ποιοτική προσέγγιση

Οι παρακάτω πίνακες προέρχονται από το βιβλίο: Ship Operational Design. Παρατίθενται στην αγγλική γλώσσα:

Πίνακας 2: Κατηγορίες συνεπειών ατυχήματος ποιοτικά

Category Description	Consequences to Personnel	Asset Damage	Enviromental Damage
Minor	At most a single minor injury or minor occupational illness	Negligible damage to the vessel	Negligible damage to the environment
Severe	Single severe injury or occupational illness and/or multiple minor injuries or minor occupational injuries	Minor damage to the vessel but its operational role remains unaffected	Minor damage to the environment
Fatal	Single death and/or multiple severe injuries or severe occupational illnesses	Severe damage to the vessel such that its operational role is degraded	Severe damage to the environment
Catastrophic	Several deaths 2 to 9	Major damage to the vessel such tha it must abort its operational role	Major damage to the environment
Disastrous	Multiple deaths >10	Total loss of vessel	

Πίνακας 3: Κατηγορίες πιθανότητας ατυχήματος ποιοτικά

Category	Definition
Conceivable	Likely to be continually experienced
Unlikely	Likely to occur often
Remote	Likely to occur sometime
Improbable	Unlikely, but may occur sometime
Incredible	Extremely unlikely that the event will occur at all

Πίνακας 4: Κατηγορίες Ρίσκου ποιοτικά

Severity -> Probability	Disastrous	Catastrophic	Fatal	Severe	Minor
Conceivable	A	A	A	B	C
Unlikely	A	A	B	C	C
Remote	A	B	C	C	D
Improbable	B	C	C	D	D
Incredible	C	C	C	D	D

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΡΙΣΚΟΥ ΣΤΗ ΝΑΥΤΙΛΙΑ

Πίνακας 5: Ορισμοί κατηγοριών Ρίσκου ποιοτικά

Risk Category	Definition
A	Intolerable
B	Undesirable, and shall only be accepted when risk reduction is impracticable
C	Tolerable with endorsement
D	Tolerable with endorsement

Στον πίνακα 1 παρουσιάζεται η κατηγοριοποίηση των συνεπειών, ανάλογα με το αποτέλεσμα που προκαλείται στο προσωπικό, την περιουσία και το περιβάλλον. Διακρίνονται πέντε κατηγορίες: minor, severe, fatal, catastrophic, disastrous.

Στον πίνακα 2 παρουσιάζεται η κατηγοριοποίηση της πιθανότητας πραγματοποίησης ενός ατυχήματος, και η περιγραφή της κάθε κατηγορίας. Διακρίνονται πάλι πέντε περιπτώσεις: conceivable, unlikely, remote, improbable, incredible.

Στον πίνακα 3 βλέπουμε την αξιολόγηση του Ρίσκου που προκύπτει από τους διάφορους συνδυασμούς συνεπειών- πιθανότητας ατυχημάτων. Στην εν λόγω μέθοδο, το υπολογισθέν Ρίσκο κατανέμεται σε τέσσερις κατηγορίες: A, B, C, D. Ανάλυση της κάθε κατηγορίας γίνεται στον πίνακα 4.

Μια ακόμη ποιοτική προσέγγιση είναι αυτή που χρησιμοποιείται στις σιδηροδρομικές μεταφορές στην Ευρώπη (European Standard in Railway Industry):

Πίνακας 6: Συχνότητα εμφάνισης επικίνδυνων γεγονότων κατά Risk Matrix σιδηροδρομικών μεταφορών

Category	Description
Frequent	Likely to occur frequently. The hazard will be continually experienced.
Probable	Will occur several times. The hazard can be expected to occur often.
Occasional	Likely to occur several times. The hazard can be expected to occur several times.
Remote	Likely to occur sometime in the system life cycle. The hazard can be reasonably expected to occur.
Improbable	Unlikely to occur but possible. It can be assumed that the hazard may exceptionally occur.
Incredible	Extremely unlikely to occur. It can be assumed that the hazard may not occur.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΡΙΣΚΟΥ ΣΤΗ ΝΑΥΤΙΛΙΑ

Πίνακας 7: Επίπεδα συνεπειών ατυχήματος κατά Risk Matrix σιδηροδρομικών μεταφορών

Severity level	Consequence to persons or environment	Consequence to service
Catastrophic	Fatalities and/or multiple severe injuries and/or major damage to the environment	
Critical	Single fatality and/or severe injury an/or significant damage to the environment	Loss of a major system
Marginal	Minor injury and/or significant threat to the environment	Severe system(s) damage
Insignificant	Possible minor injury	Minor system damage

Πίνακας 8: Ποιοτική κατηγοριοποίηση Ρίσκου κατά Risk Matrix σιδηροδρομικών μεταφορών

Risk category	Actions to be applied against each category
Intolerable	Shall be eliminated
Undesirable	Shall only be accepted when risk reduction is impracticable and with the agreement of the Railway Authority or the safety Regulatory Authority, as appropriate
Tolerable	Acceptable with adequate control and the agreement of the Railway Authority
Negligible	Acceptance with/without any agreement

Αυτή η περίπτωση είναι ένα Risk Matrix (6*4), με τέσσερις κατηγορίες Ρίσκου. Βλέπουμε αρκετές ομοιότητες σε σχέση με τη μέθοδο του Ship Operational Design που παρουσιάστηκε προηγουμένως. Παρατηρείται μια αοριστία στις κατηγορίες της συχνότητας εμφάνισης κάποιου γεγονότος (Πίνακας 6), κάτι που μπορεί να λυθεί με τη χρήση ενός δείκτη συχνότητας. Η κατηγοριοποίηση συνεπειών είναι αρκετά αναλυτική (Πίνακας 7), προσφέροντας για κάθε κατηγορία τις συνέπειες στους ανθρώπους/ περιβάλλον και στην υπηρεσία. Ως προς τις κατηγορίες Ρίσκου, βλέπουμε ότι για τις ενδιάμεσες (ALARP) καταστάσεις, απαιτείται αξιολόγηση από τις σιδηροδρομικές αρχές για το αν τα επίπεδα Ρίσκου είναι ανεκτά και η διαδικασία μπορεί να προχωρήσει (Πίνακας 8).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΡΙΣΚΟΥ ΣΤΗ ΝΑΥΤΙΛΙΑ

Πίνακας 9: Αξιολόγηση και αποδοχή Ρίσκου κατά Risk Matrix σιδηροδρομικών μεταφορών

Frequency of occurrence of a hazardous event	Risk levels			
	Frequent	Undesirable	Intolerable	Intolerable
Probable	Tolerable	Undesirable	Intolerable	Intolerable
Occasional	Tolerable	Undesirable	Undesirable	Intolerable
Remote	Negligible	Tolerable	Undesirable	Undesirable
Improbable	Negligible	Negligible	Tolerable	Tolerable
Incredible	Negligible	Negligible	Negligible	Negligible
	Insignificant	Marginal	Critical	Catastrophic
	Severity levels of hazard consequence			

Στον πίνακα 9 φαίνεται η αξιολόγηση και αποδοχή Ρίσκου με μορφή Risk Matrix 6*4. στη βιβλιογραφία απαντώνται πολλές ακόμα μορφές Πινάκων Ρίσκου ποιοτικής προσέγγισης. Ενδεικτικά:

- US military standard (Πίνακας 5*4, 4 επίπεδα ρίσκου)
- FAA AMS process (Πίνακας 4*5, 3 επίπεδα ρίσκου)
- Germanischer Lloyd (Πίνακας 4*4, 3 επίπεδα ρίσκου)

Ποσοτική προσέγγιση

Σε αυτή την περίπτωση οι τιμές που αποδίδονται στη συχνότητα και τις συνέπειες είναι σε λογαριθμική κλίμακα. Παρατίθενται οι πίνακες από το εγχειρίδιο του IMO: IMO Guidelines on FSA (IMO 1997):

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΡΙΣΚΟΥ ΣΤΗ ΝΑΥΤΙΛΙΑ

Πίνακας 10: Κατηγορίες συνεπειών ατυχήματος ποσοτικά

SI	SEVERITY	EFFECTS ON HUMAN SAFETY	EFFECTS ON SHIP	S (Equivalent fatalities)
1	Minor	Single or minor injuries	Local equipment damage	0.01
2	Significant	Multiple or severe injuries	Non-severe ship damage	0.1
3	Severe	Single fatality or multiple severe injuries	Severe damage	1
4	Catastrophic	Multiple fatalities	Total loss	10

Πίνακας 11: Κατηγορίες συχνότητας ατυχήματος ποσοτικά

FI	FREQUENCY	DEFINITION	F (per ship year)
7	Frequent	Likely to occur once per month on one ship	10
5	Reasonably probable	Likely to occur once per year in a fleet of 10 ships, i.e. likely to occur a few times during the ships life	0,1
3	Remote	Likely to occur once per year in a fleet of 1000 ships, i.e. likely to occur in the total life of several similar ships	10^{-3}
1	Extremely remote	Likely to occur once in the lifetime (20 years) of a world fleet of 5000 ships.	10^{-5}

Ομοίως με την ποιοτική μέθοδο, στους παραπάνω πίνακες παρουσιάζονται οι διάφορες κατηγορίες συνεπειών (πίνακας 10) και συχνότητας (πίνακας 11) ατυχημάτων, με τον ορισμό του κάθε δείκτη. Εδώ έχουμε τέσσερις διαβαθμίσεις για τις συνέπειες (minor, significant, severe, catastrophic), και επτά για τη συχνότητα. Παρατηρούμε ότι η απόδοση του δείκτη συχνότητας ενός ατυχήματος προκύπτει από τον αριθμό εμφάνισης του ανά πλοίο/έτος.

Όπως προαναφέρθηκε, οι ανωτέρω δείκτες είναι σε λογαριθμική κλίμακα, άρα ο υπολογισμός του Ρίσκου γίνεται ως εξής:

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3:ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΡΙΣΚΟΥ ΣΤΗ ΝΑΥΤΙΛΙΑ

$$\text{Risk} = \text{Probability} \times \text{Consequence} \Rightarrow$$

$$\log(\text{Risk}) = \log(\text{Probability}) + \log(\text{Consequence})$$

με βάση τον παραπάνω τύπο και τους πίνακες Συχνότητας και Συνεπειών, κατασκευάζουμε τον πίνακα του Ρίσκου:

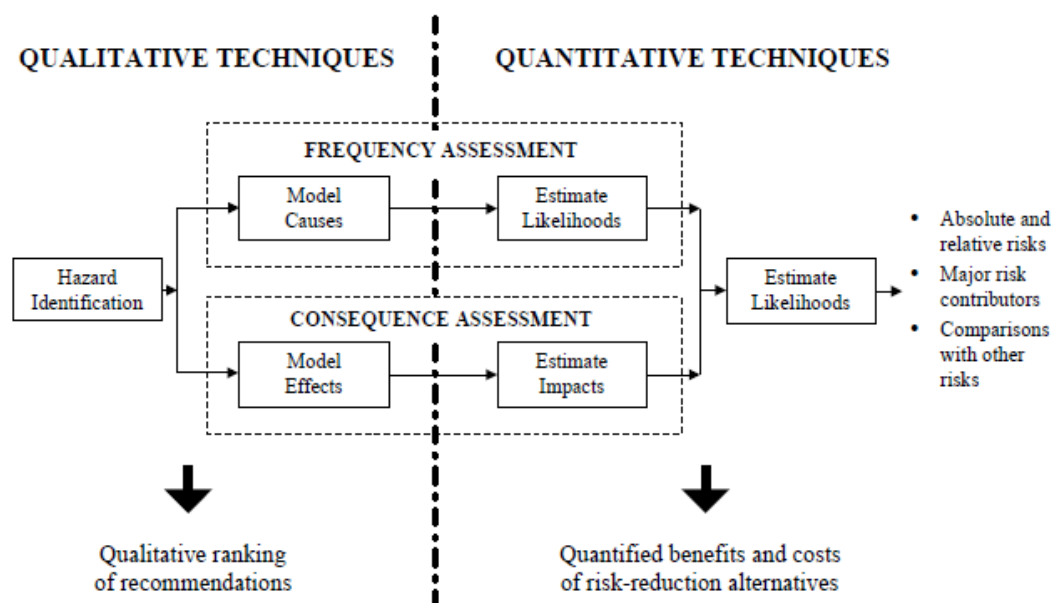
Πίνακας 12: Υπολογισμός Ρίσκου ποσοτικά

Risk Index (RI)					
FI	FREQUENCY	SEVERITY (SI)			
		1	2	3	4
		Minor	Significant	Severe	Catastrophic
7	Frequent	8	9	10	11
6		7	8	9	10
5	Reasonably probable	6	7	8	9
4		5	6	7	8
3	Remote	4	5	6	7
2		3	4	5	6
1	Extremely remote	2	3	4	5

Βασικό πλεονέκτημα της μεθόδου Risk Matrix είναι η ευκολία στη χρήση. Δεν απαιτεί ειδικές δεξιότητες και γι' αυτό απαντάται σε πολλά projects. Επιτρέπει την αντιμετώπιση της διακινδύνευσης με συνέπεια, και την κατάταξη των κινδύνων κατά σημαντικότητα, διευκολύνοντας τις προσπάθειες μετριασμού του Ρίσκου.

Παρόλα αυτά, η μέθοδος δέχεται κριτική. Οι πίνακες διαβάθμισης του Ρίσκου βασίζονται σε προηγούμενες μελέτες των επιπέδων του ρίσκου που η κοινωνία θεωρεί αποδεκτά. Για να υπάρχει εφαρμογή στην πράξη, τα δεδομένα που τροφοδοτούμε τη μέθοδο πρέπει να χαρακτηρίζονται από αντικειμενικότητα. Ωστόσο, ο καθορισμός της τιμής που θα αποδοθεί στην συχνότητα και τις συνέπειες, επίκειται αποκλειστικά στην κρίση του χειριστή, ειδικά στην ποιοτική προσέγγιση. Εκείνος έρχεται να επιλέξει ποια ζημιά θεωρείται ασήμαντη, ποια συχνότητα ατυχήματος θεωρείται πιθανή κλπ. Επομένως δε διασφαλίζεται η αντικειμενικότητα της μεθόδου.

Λόγω λοιπόν αυτής της υποκειμενικότητας, μια άλλη πηγή κριτικής εστιάζεται στην ύπαρξη πινάκων αποδοχής Ρίσκου (όπως βλέπουμε στην ποιοτική προσέγγιση). Προτιμότερη θεωρείται η μεθοδολογία της ποσοτικής προσέγγισης, με το ρίσκο να παρουσιάζεται ως μια 11-βάθμια λογαριθμική κλίμακα (πίνακας 12), όπου το μέγεθος του ρίσκου αυξάνει αναλογικά με τον δείκτη του χωρίς ωστόσο να γίνεται αναφορά σχετικά με το κατά πόσο το υπολογισθέν ρίσκο είναι ανεκτό.



Σχήμα 14: Η διαδικασία της Εκτίμησης Ρίσκου. Ποιοτικές και Ποσοτικές Μέθοδοι
Πηγή: Guidance notes on Risk Assessment applications for the marine and offshore oil and gas industries, ABS 2000

Η διαδικασία της εκτίμησης Ρίσκου μέσω ποιοτικών και ποσοτικών μεθόδων φαίνεται στο σχήμα 14. Είναι ορατή η ανωτερότητα των ποσοτικών μεθόδων, λόγω του μεγαλύτερου όγκου εξαγόμενων συμπερασμάτων.

3.2.3 Επιλογές για τον έλεγχο του Ρίσκου (RCOs)

Σε αυτό το βήμα επικεντρωνόμαστε στα ρίσκα που εμφανίζονται να είναι υψηλότερα από τα υπόλοιπα με στόχο να προτείνουμε μια σειρά μέτρων (*Risk Control Options*) για την μείωση/εξάλειψη τους. Τέτοιες περιπτώσεις είναι: υψηλά επίπεδα ρίσκου από το βήμα 2 της FSA, αποδεκτό ρίσκο με καταστροφικές συνέπειες, αποδεκτό ρίσκο με υψηλή συχνότητα, σενάρια με μεγάλο βαθμό αβεβαιότητας.

Ως γνωστόν, το ρίσκο έχει δυο συνιστώσες, συνεπώς προσπάθειες μετριασμού του στοχεύουν: α) στη μείωση της συχνότητας εμφάνισης ενός ατυχήματος και β) στον περιορισμό των συνεπειών ενός ατυχήματος.

Το βήμα αυτό προϋποθέτει μια ομάδα ειδικών με βαθιά γνώση του αντικείμενου, που θα αναγνωρίσουν τις διαθέσιμες επιλογές, θα τις αξιολογήσουν ως προς την πρακτικότητα- αποτελεσματικότητά τους και θα προτείνουν τις βέλτιστες.

Παραδείγματα RCOs είναι: εφαρμογή διπλών τοιχωμάτων, αποφυγή πλεύσης σε κακοκαιρία, χρήση μέσων πυροπροστασίας κλπ.

3.2.4 Ανάλυση Κόστους- Οφέλους (Cost- Benefit Assessment)

Σκοπός αυτού του βήματος είναι να υπολογίσει το κόστος και το όφελος της εφαρμογής κάθε RCO, όπως αυτές ορίστηκαν στο Βήμα 3. προφανώς μια τέτοια ανάλυση συνδέεται με την ALARP (as low as reasonably practicable) αντιμετώπιση του ρίσκου, δηλαδή τη διάθεση να κρατηθεί η διακινδύνευση σε επίπεδα τόσο χαμηλά όσο είναι πρακτικά εφικτό. Η λέξη ‘πρακτικά’ αντικατοπτρίζει τους οικονομικούς πόρους που διαθέτουμε για το μετριασμό του ρίσκου και οριοθετεί το σημείο από το οποίο και μετά το ποσό που επενδύουμε είναι ευρέως δυσανάλογο με τη μείωση ρίσκου που προσφέρει.

Συμπεραίνουμε λοιπόν ότι για να είναι δυνατός ο υπολογισμός του κόστους των διαφόρων RCOs και η σύγκριση μεταξύ τους, απαιτείται μια ποσοτικοποιημένη προσέγγιση που να οποία βασίζεται σε *κόστος ανά μονάδα μείωσης ρίσκου*. Υπάρχουν δυο δείκτες που εκφράζουν την αποτελεσματικότητα των RCOs. Αυτοί είναι:

- Μεικτό Κόστος Αποφυγής Μοναδιαίας Απώλειας (*Gross Cost of Averting a Fatality, GCAF*).

$$GCAF = \frac{\text{Cost Increase}}{\text{Risk Reduction}}$$

- Καθαρό Κόστος Αποφυγής Μοναδιαίας Απώλειας (*Net Cost of Averting a Fatality, NCAF*).

$$NCAF = \frac{\text{Cost Increase} - \text{Economic Benefits}}{\text{Risk Reduction}}$$

Στον πίνακα της επόμενης σελίδας παρουσιάζονται τα όρια των τριών κατηγοριών του Ρίσκου (μη αποδεκτό, αποδεκτό, ευρέως αποδεκτό), για το πλήρωμα, τους επιβάτες, και συνολικά πλήρωμα και επιβάτες. Επιπλέον, παρατίθενται τα κριτήρια και το εύρος τιμών των διάφορων δεικτών Κόστους Αποφυγής Μοναδιαίας Απώλειας (CAF). Κατά SAFEDOR, το εν λόγω κόστος ανέρχεται στα 1.5 εκατ. \$ μη λαμβάνοντας υπόψη τους τραυματισμούς (εύρος: 0.75-3 εκατ. \$). Αν συμπεριληφθούν οι τραυματισμοί, το κόστος διπλασιάζεται στα 3 εκατ. \$ (εύρος: 1.5-6 εκατ. \$).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΡΙΣΚΟΥ ΣΤΗ ΝΑΥΤΙΛΙΑ

Πίνακας 13: Κριτήρια αποτίμησης ρίσκου για πλήρωμα και επιβάτες εμπορικών πλοίων, συνοδευόμενα από τους Δείκτες Αποτελεσματικότητας των RCOs.

Πηγή: Risk evaluation criteria, SAFEDOR 2005

Individual Risk			
Limit		Who	P [per ship-year]
Intolerable		Crew	10^{-3}
Intolerable		Exposed passenger	10^{-4}
Negligible		Crew and passengers	10^{-6}
Between these bounds the risk should be reduced to ALARP, implying that cost effective risk control options should be implemented.			
Parameter		Criterion	Range
Cost of averting a fatality (when injuries are accounted for separately)	CAF (GCAF/NCAF)	\$1.5million	[\$0.75-\$3.0 million]
Cost of averting loss of a life-year in good health	COHLY Cost per QALY	\$50,000	[\$25,000-\$100,000]
Cost of averting a fatality (used as indicator including also serious and less serious injuries)	CAF (GCAF/NCAF)	\$3.0 million	[\$1.5-\$6million]

3.2.5 Προτάσεις

Το 5^ο και τελευταίο Βήμα μιας FSA είναι η σύσταση προτάσεων προς τους υπευθύνους ασφαλείας βάσει των πορισμάτων που προκύπτουν από τα προηγούμενα Βήματα. Οι προτάσεις πρέπει να παρέχουν μια αναλυτική σύγκριση των διαφόρων εναλλακτικών λύσεων, επικεντρωμένες στην ικανότητα μετριασμού του Ρίσκου και την οικονομική τους βιωσιμότητα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΡΙΣΚΟΥ ΣΤΗ ΝΑΥΤΙΛΙΑ

4. ΕΡΓΑΛΕΙΟ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΔΙΑΚΙΝΔΥΝΕΥΣΗΣ **(RISK ASSESSMENT TOOL)**

Σκοπός αυτής της Διπλωματικής Εργασίας είναι η κατασκευή ενός Εργαλείου Υπολογισμού Διακινδύνευσης (Risk Assessment Tool) με βάση επιστημονικές μεθόδους και το τι κυκλοφορεί στη αγορά. Αρχική σκέψη ήταν η εφαρμογή κάποιας μεθόδου Risk Matrix, με τους Δείκτες Συχνότητας και Συνεπειών να προκύπτουν από την επεξεργασία κάποιας Βάσης Ατυχημάτων.

4.1 Έρευνα

Το πρώτο στάδιο της εργασίας περιλάμβανε επισκέψεις στο Τμήμα Ασφάλειας (Safety Department) διάφορων ελληνικών ναυτιλιακών εταιριών και έρευνα στο διαδίκτυο για εργαλεία/μεθοδολογίες που χρησιμοποιούν διεθνείς εταιρίες.

Λόγω απορρήτου των εταιριών, δε μπορέσαμε να έχουμε οπτική επαφή με τα εργαλεία, ωστόσο από τις πληροφορίες που λάβαμε από τους ειδικούς που συναντήσαμε, βγάλαμε τα εξής συμπεράσματα:

- Για το αντικείμενο του Risk Assessment χρησιμοποιείται (σχεδόν) αποκλειστικά η μέθοδος των Risk Matrices, με την εκτίμηση των Δεικτών Συχνότητας και Συνεπειών, υπολογισμού και κατηγοριοποίησης του Ρίσκου.
- Δεν υπάρχει τυποποίηση στο είδος Risk Matrix που χρησιμοποιείται. Δεδομένου ότι οι διάφοροι οργανισμοί που ασχολούνται με τη θαλάσσια ασφάλεια (IMO, Νηογνώμονες κλπ) προτείνουν διαφορετικές μεθόδους, υπάρχει μεγάλη ευελιξία στην επιλογή του μοντέλου υπολογισμού ρίσκου που θα υιοθετηθεί.
- Οι δείκτες Συχνότητας και Συνεπειών εκτιμώνται από τον υπογράφοντα του Tool. Αυτός είναι συνήθως ο καπετάνιος ή αρχιμηχανικός, επομένως η αξιοπιστία του υπολογισθέντος Ρίσκου εξαρτάται αποκλειστικά από την εμπειρία του, και όχι από την ανάλυση προηγούμενων ατυχημάτων.
- Μετά από προτροπή των ειδικών, το εργαλείο που θα φτιάξουμε οφείλει να είναι όσο το δυνατόν πιο απλό και εύκολο στη χρήση.

Επομένως, αποφασίσαμε, για να διαφυλάξουμε την αντικειμενικότητα του υπό κατασκευή εργαλείου, να κάνουμε χρήση της Βάσης Ατυχημάτων της SEA-WEB. Από την ανάλυση της βάσης θα προέκυπτε τόσο η συχνότητα, όσο και οι συνέπειες κάθε πιθανού είδους ατυχήματος. Με πληροφορίες αντλούμενες από πραγματικά γεγονότα εκμηδενίζεται η υποκειμενικότητα στην αξιολόγηση των συνεπειών του ρίσκου. Επιλέξαμε να δημιουργήσουμε μια βάση δεδομένων με ατυχήματα που συνέβησαν σε Bulk Carriers, σε όλο τον κόσμο, τις χρονιές 2010, 2011, 2012. ένας βασικός περιορισμός που τίθεται λόγω της χρήσης αυτής της Βάσης είναι η εμφάνιση κυρίως ατυχημάτων (accidents) μεγάλης κλίμακας και όχι συμβάντων (incidents).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΕΡΓΑΛΕΙΟ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΔΙΑΚΙΝΔΥΝΕΥΣΗΣ

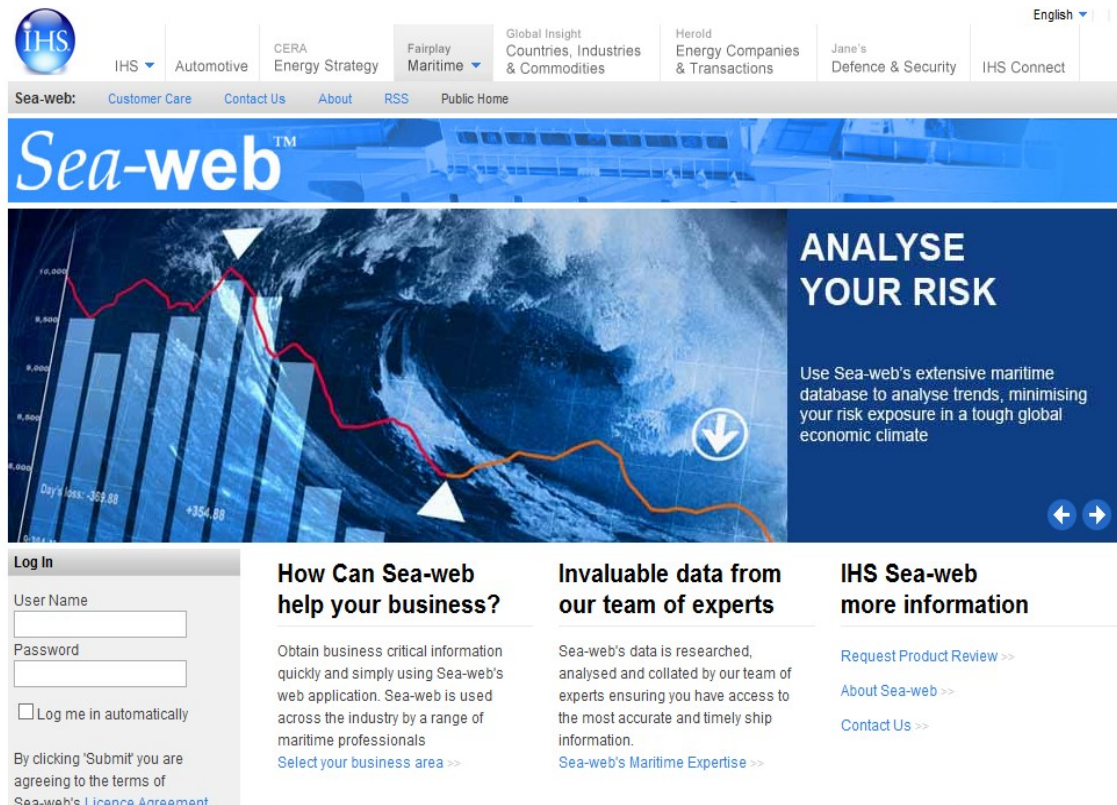
Επιπλέον, συμφωνήσαμε ο υπολογισμός του ρίσκου να γίνεται μέσω δυο μεθόδων πινάκων: Risk Matrix από το βιβλίο Ship Operational Design και Risk Ranking Matrix όπως έχουν αναλυθεί σε προηγούμενο κεφάλαιο.

Για την κατηγοριοποίηση των ατυχημάτων, ορίσαμε τους Τομείς (Sections) του πλοίου, τις Διαδικασίες (Operations) κατά τις οποίες μπορούν να συμβούν, και δημιουργήσαμε μια λίστα Κινδύνων (Hazards) από τους οποίους μπορούν να προκληθούν.

Η φιλοσοφία του υπό κατασκευή Tool είναι η εξής: ο χρήστης επιλέγει Τομέα, Διαδικασία Είδος Κινδύνου και Κίνδυνο και του εμφανίζονται όλα τα πιθανά ατυχήματα που μπορούν να συμβούν καθώς και τα αντίστοιχα ρίσκα.

4.2 Βάση Ατυχημάτων SEAWEB

Για τη δημιουργία της δικής μας βάσης ατυχημάτων βασιστήκαμε στην αντίστοιχη βάση της SEAWEB. Επιλέξαμε να μελετήσουμε ατυχήματα που αφορούν πλοία τύπου BULK CARRIER, που συνέβησαν σε όλο τον κόσμο τα τελευταία τρία χρόνια (2010-12).



The screenshot shows the IHS Sea-web website homepage. At the top, there is a navigation menu with categories like IHS, Automotive, CERA Energy Strategy, Fairplay Maritime, Global Insight Countries, Industries & Commodities, Herold Energy Companies & Transactions, Jane's Defence & Security, and IHS Connect. Below the menu, there is a banner for 'Sea-web' with the tagline 'ANALYSE YOUR RISK'. The banner includes a graphic of a globe and a bar chart. Below the banner, there are three columns of text: 'How Can Sea-web help your business?', 'Invaluable data from our team of experts', and 'IHS Sea-web more information'. On the left side, there is a login form with fields for 'User Name' and 'Password', and a checkbox for 'Log me in automatically'. The page also includes a footer with a copyright notice.

Σχήμα 15: Αρχική σελίδα SEAWEB

Από τη διαδικτυακή σελίδα της SEAWEB <http://www.sea-web.com>, κάνοντας χρήση των κωδικών που διαθέτει το ΕΜΠ μπήκαμε στην κατηγορία Casualty Search. Τα κριτήρια αναζήτησης που θέσαμε είναι τα εξής:

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4:ΕΡΓΑΛΕΙΟ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΔΙΑΚΙΝΔΥΝΕΥΣΗΣ

- Στην υποκατηγορία Incident → Incident Severity → Casualty Date ζητήσαμε τα ατυχήματα που συνέβησαν από 01/01/2010 έως 25/10/2012.
- Στην υποκατηγορία Ship → Ship Details επιλέξαμε: BULK CARRIERS (σχήμα 16).

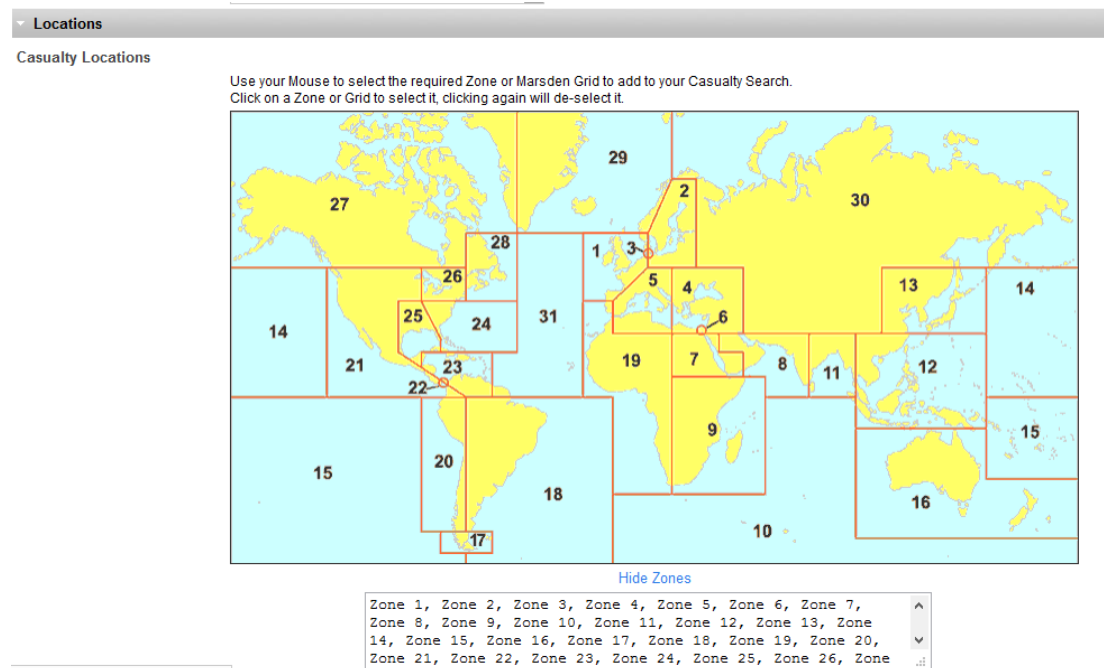
The screenshot displays the SEAWEB search interface. The top section is titled 'Incident' and contains two sub-sections: 'Incident Severity' and 'Conditions & Actions'. 'Incident Severity' includes fields for 'Casualty Date (yyyyymmdd)' with values '20100101' and '20121025', 'Number Killed', 'Number Missing', 'Total Loss or Disposal' (set to '(None selected)'), and a 'Severe' checkbox. 'Conditions & Actions' includes dropdown menus for 'Pollution', 'Casualty Type', 'External Item', and 'Weather', all set to '(None selected)', and a 'Cargo' text field. The bottom section is titled 'Ship' and contains 'Ship Details'. It features a list of ship types under 'Available', with 'BULK CARRIERS' selected and moved to the 'Selected' list. Below this are fields for 'Date of Build (yyyyymm)' with 'From' and 'To' sub-fields, 'DWT', 'GT', 'Flag', and 'Class', all with dropdown menus.

Σχήμα 16: Κριτήρια αναζήτησης ατυχημάτων βάσης SEAWEB

- Στην υποκατηγορία Locations → Casualty Locations εμφανίζεται ένας χάρτης που χωρίζει την υφήλιο σε 31 περιοχές (Zones). Τις επιλέξαμε όλες (σχήμα 17).

Η βάση της SEAWEB μας εμφάνισε 706 ατυχήματα που πληρούν τους περιορισμούς που θέσαμε.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4:ΕΡΓΑΛΕΙΟ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΔΙΑΚΙΝΔΥΝΕΥΣΗΣ



Σχήμα 17: Γεωγραφικός χάρτης αναζήτησης ατυχημάτων βάσης SEAWEB

Επιλέγοντας τον κωδικό ενός ατυχήματος και τις κατηγορίες Incident Details και Event Details εμφανίζεται ένας πίνακας με τα εξής πεδία:

- LR/IMO Ship No.: ο κωδικός του πλοίου που συνέβη το ατύχημα κατά IMO.
- Incident No.: ο κωδικός του ατυχήματος κατά SEAWEB.
- Incident Date: η ημερομηνία του ατυχήματος, με τη μορφή yyyy-mm-dd.
- Name at Time of Incident: το όνομα του πλοίου τη στιγμή του ατυχήματος.
- Casualty Type: ο τύπος του ατυχήματος. Η SEAWEB χωρίζει τα ατυχήματα στις εξής κατηγορίες:
 - Contact
 - Collision
 - Foundered
 - Fire/ Explosion
 - Hull/ Mch damage
 - War loss/ Hostilities
 - Missing
 - Wrecked/ Stranded
 - Miscellaneous

Incident & Cargo:

- Αρχικά παρατίθεται ένα κείμενο στο οποίο αναφέρεται το ατύχημα, οι ενέργειες μετά από αυτό και προαιρετικά κάποιες λεπτομέρειες, όπως ακριβής τοποθεσία, καιρικές συνθήκες, χρονική στιγμή του ατυχήματος.
- Incident Type: το είδος του συμβάντος πχ:
 - Casualty
 - Casualty & Demolition
- Incident Severity: η (κατά τη SEAWEB) σοβαρότητα του ατυχήματος.
- Lives Lost: Yes/ No. Αν κατά το ατύχημα χάθηκαν ή όχι ανθρώπινες ζωές.
- Missing: Yes/ No. Αν υπάρχουν αγνοούμενοι.
- Detail Status: Η κατάσταση του πλοίου τη στιγμή του ατυχήματος. Οι συνήθεις κατηγορίες είναι:
 - ON VOYAGE
 - MANOEUVRING
 - MOORED/ANCHORED
- Cargo Status: Η κατάσταση φόρτωσης του πλοίου τη στιγμή του ατυχήματος.
- Cargo: Το είδος του μεταφερόμενου φορτίου.
- Dangerous Cargo: Yes/ No. Αν το φορτίο θεωρείται επικίνδυνο.
- Pollution Occurred: Yes/ No. Αν κατά το ατύχημα προκλήθηκε μόλυνση στο περιβάλλον.

Event Details

Σε αυτή την κατηγορία παρατίθενται η σειρά των επιμέρους γεγονότων-ατυχημάτων που οδήγησαν στο τελικό ατύχημα. Υπάρχουν επίσης λεπτομέρειες, όπως το σημείο πάνω στο πλοίο που συνέβη το κάθε γεγονός καθώς και οι επικρατούσες καιρικές συνθήκες.

The screenshot shows the Sea-web application interface. At the top, there is a navigation bar with the 'Sea-web' logo and a search box. Below the navigation bar, there are several tabs: 'Ship Details', 'Incident Details', 'Voyage Details', 'Event Details', 'Other Ships Involved', 'Casualty Location', and 'Disposal'. The 'Incident Details' tab is selected, and the 'Casualty Detail' report is displayed. The report includes the following information:

LR/IMO Ship No.	8504870	Incident No.	9828047
Incident Date	2010-09-14	Name at Time of Incident	ADMIRAL T
Casualty Type	Collision	Incident Type	Casualty

INCIDENT & CARGO

IN COLLISION WHILST BERTHED WITH FLOATING CRANE 'ING GEO' AT NOVOROSSISK, RUSSIA ON 14/09/10.

SUSTAINED 1.5 METRE DENT IN STARBOARD BOW 1.5 METRES ABOVE THE WATERLINE. NO INJURIES OR POLLUTION REPORTED. THE FLOATING CRANE WAS UNDER TOW OF TUG 'GRIPHON-1' AT THE TIME OF THE INCIDENT.

Incident Type	Casualty <th>Casualty Type</th> <td>Collision <th>Incident Severity</th> <td>Serious</td> </td>	Casualty Type	Collision <th>Incident Severity</th> <td>Serious</td>	Incident Severity	Serious
Lives Lost	No	Missing	No		
Detail Status	MOORED/ANCHORED	Cargo Status	Empty	Cargo	
Dangerous Cargo	No	Pollution Occurred	No	Pollution Details	

EVENT DETAILS

Sequence	01 <th>Date</th> <td>2010-09-14 </td>	Date	2010-09-14
Initial Event	Collision	Event Action	Collision
Event Component	Hull Structure Side Spec In Txt	Position	Starboard Forward Upper
External		Weather	Unknown/Not Reported

Sequence	02 <th>Date</th> <td>2010-09-14</td>	Date	2010-09-14
Initial Event	Hull/Mchy/Equip.Damage/Failure	Event Action	Damage(D)
Event Component	Hull Structure Side Spec In Txt	Position	Starboard Forward Upper
External		Weather	Unknown/Not Reported

Σχήμα 18: Παράδειγμα ατυχήματος Βάσης SEAWEB

4.3 Επεξεργασία της Βάσης Ατυχημάτων SEAWEB

Για να γίνει δυνατή η εξαγωγή συμπερασμάτων από τη βάση ατυχημάτων της SEAWEB, ήταν απαραίτητη η ταξινόμηση των ατυχημάτων. Στόχος του εργαλείου προς δημιουργία είναι η εύρεση του τομέα (Section) του πλοίου που ευθύνεται για κάποιο ατύχημα, η διαδικασία (Operation) κατά την οποία συνέβη καθώς και οι πιθανοί κίνδυνοι.

Οι κίνδυνοι κατηγοριοποιούνται ως εξής:

- Cargo Hazards
- Human Hazards
- Operational Hazards
- External Hazards
- Maintenance/ Equipment Hazards
- Health & Hygiene Hazards

Σε κάθε ατύχημα αντιστοιχούμε ένα Section και Operation, και έναν ή περισσότερους κινδύνους. Ακολουθεί ανάλυση όλων των στοιχείων των Sections, Operations και Hazards.

4.3.1 Section (Τομέας)

Με τον όρο *Section* εννοούμε το χώρο του πλοίου στον οποίο συνέβη το ατύχημα ή τον τομέα που ευθύνεται για κάποιο ατύχημα. Έχουμε λοιπόν τις εξής κατηγορίες:

- **Bridge.** Περιλαμβάνει τα συμβάντα στο χώρο της γέφυρας του πλοίου (όπως π.χ. φωτιά) και (κυρίως) συμβάντα τα οποία οφείλονται σε προβληματική λειτουργία της γέφυρας (προσάραξη λόγω λανθασμένης πορείας, επαφή με εμπόδιο, σύγκρουση με άλλο πλοίο κλπ).
- **Engine Room.** Περιλαμβάνει συμβάντα στο χώρο του μηχανοστασίου και των δεξαμενών του, όπως μηχανολογική αστοχία, φωτιά, έκρηξη. Σε αυτόν τομέα έχουμε συμπεριλάβει την προπέλα, τον άξονα της έλικας και το σύστημα πηδαλιουχίας, ως άμεσα εξαρτώμενα από το μηχανοστάσιο.
- **Deck.** Περιλαμβάνει συμβάντα στο κύριο κατάστρωμα, τα στόμια κυτών, το πρόστεγο, τα μέσα φορτοεκφόρτωσης καθώς και στην άγκυρα και την αλυσίδα της.
- **Hotel.** Περιλαμβάνει συμβάντα στους χώρους επιβατών. Δεδομένου ότι η παρούσα εργασία εξετάζει ατυχήματα σε πλοία μεταφοράς ξηρού φορτίου, στα οποία δεν υπάρχουν τέτοιοι χώροι, η εν λόγω κατηγορία δεν χρησιμοποιείται.
- **Accommodation.** Περιλαμβάνει συμβάντα στους χώρους ενδιαίτησης. Αυτοί είναι (για φορτηγά πλοία): Θαλαμίσκοι πληρώματος, κοινοί και ειδικοί χώροι υγιεινής, χώροι κοινής διαμονής, λοιποί χώροι (νοσοκομειακοί χώροι, hobby room κλπ). Για επιβατηγά προσθέτουμε τους χώρους ενδιαίτησης επιβατών: καμπίνες, εστιατόρια, καταστρώματα περιπάτου, σαλόνια, μπαρ κλπ
- **Galley.** Περιλαμβάνει συμβάντα στους χώρους σίτισης. Εκτός των μαγειρειών, σε αυτή την κατηγορία περιέχονται οι χώροι εφοδίων και οι χώροι εφοδίων ημέρας.
- **Cargo space.** Περιλαμβάνει συμβάντα στο χώρο του φορτίου (όπως φωτιά, ρωγμές στη μεταλλική κατασκευή κλπ.) και τις δεξαμενές έρματος.

4.3.2 Operation (Διαδικασία)

Με τον όρο *Operation* εννοούμε τη διαδικασία κατά τη διάρκεια της οποίας συνέβη κάποιο ατύχημα. Γενικά προκύπτει από την κατηγορία ‘DETAIL STATUS’ της Βάσης της SEAWEB. Διακρίνουμε τις εξής κατηγορίες:

- **Being towed.** Ατύχημα κατά τη ρυμούλκηση.
- **Bunkering.** Ατύχημα κατά τη διαδικασία πετρέλευσης.
- **Cargo Operation.** Περιλαμβάνει συμβάντα κατά τη φορτοεκφόρτωση ή discharging φορτίου.
- **Health & Hygiene.** Συμβάντα κατά τη διάρκεια διαδικασιών υγιεινής. Πχ πρόκληση φωτιάς κατά την προετοιμασία φαγητού. Συνήθης εμφάνιση στους χώρους accommodation και galley.
- **In Dry/Floating Dock.** Ατύχημα κατά τη διάρκεια δεξαμενισμού.
- **Maintenance.** Συμβάντα κατά τη διάρκεια διαδικασιών συντήρησης. Περιλαμβάνονται ατυχήματα από επιδιορθώσεις στο πλοίο και ατυχήματα σε περίοδο συντήρησης (πχ winter lay-up).
- **Manoeuvring.** Συμβάντα κατά τη διάρκεια ελιγμών.
- **Manoeuvring with assistance.** Συμβάντα κατά τη διάρκεια ελιγμών με υποβοήθηση.
- **Moored/ Anchored.** Ατυχήματα που συμβαίνουν με το πλοίο αγκυροβολημένο.
- **On trials.** Συμβάντα κατά τη διάρκεια δοκιμών.
- **On voyage.** Συμβάντα εν πλω.

4.3.3 Incident (Περιστατικό- Συμβάν)

Για την κατάταξη των ατυχημάτων έχουμε ήδη αναφέρει ότι η βάση της SEAWEB διαθέτει δικιά της κατηγοριοποίηση στην ενότητα 'Casualty Type'. Θεωρήσαμε την εν λόγω κατηγοριοποίηση πολύ γενική και επομένως μικρής χρησιμότητας για την αποτελεσματικότητα του Tool. Έτσι, για την ανάπτυξη του Tool βασιστήκαμε στην ανωτέρω κατηγοριοποίηση αναλύοντας περισσότερο συγκεκριμένες κατηγορίες, σύμφωνα πάντα με τις πληροφορίες που εξάγουμε από τη SEAWEB στην περιγραφή του εκάστοτε ατυχήματος. Με αυτό τον τρόπο προσπαθούμε να επιτύχουμε καταλληλότερη σύνδεση κινδύνου με τελικό συμβάν. Αναλυτικά οι κατηγορίες της SEAWEB και οι υποκατηγορίες που διακρίναμε:

- **Contact.** Επαφή με κάποιο στέρεο αντικείμενο, όπως αποβάθρα, μηχανισμούς φορτοεκφόρτωσης, fender ή κάποιο αντικείμενο που επιπλέει. Σε αυτή την κατηγορία δεν περιλαμβάνεται επαφή με άλλο πλοίο.
- **Collision.** Επαφή/ σύγκρουση με άλλο πλοίο. Διακρίνουμε δυο περιπτώσεις:
 - Collision (struck) και
 - Collision (stricken)Στην πρώτη περίπτωση ανήκουν τα ατυχήματα όπου το πλοίο που εξετάζουμε είναι σε κίνηση και συγκρούεται με κάποιο άλλο. Στη δεύτερη περίπτωση η σύγκρουση συμβαίνει καθώς το πλοίο που εξετάζουμε είναι αγκυροβολημένο. Θα θέλαμε να τονίσουμε ότι ενώ η λέξη 'struck' σχετίζεται με *υπαιτιότητα*, δεν είναι πρόθεση του γράφοντος να υπονοήσει κάτι τέτοιο (πχ αν δυο πλοία εν κινήσει συγκρουστούν, και τα δυο ανήκουν στην κατηγορία 'struck'). Εξάλλου, η SEAWEB δε μας προσφέρει αυτή την πληροφορία και πολλές φορές περνούν χρόνια μέχρι να βρεθεί δικαστικά ο υπαίτιος μιας σύγκρουσης. Επομένως, ο εν λόγω διαχωρισμός γίνεται καθαρά για λόγους χρηστικότητας του Tool.
- **Foundered.** Ναυάγιο. Η διαφορά σε σχέση με την κατηγορία 'Stranded'-προσάραξη είναι ότι εδώ έχουμε βύθιση του σκάφους.
- **Hull/ Machinery Damage.** Καταστροφή/ αστοχία μεταλλικής κατασκευής ή μηχανολογικού εξοπλισμού. Δεδομένου ότι α) είναι μια από τις σημαντικότερες από άποψη συχνότητας εμφάνισης κατηγορίες ατυχημάτων και β) η περιγραφή του εκάστοτε ατυχήματος στη SEAWEB μας δίνει τη δυνατότητα, αποφασίσαμε να αναλύσουμε αυτή την κατηγορία στο σύνολο των συμβάντων/ ατυχημάτων που την αποτελούν. Μετά από μελέτη της βάσης διακρίναμε τις εξής περιπτώσεις:
Για τη γάστρα:
 - Crack in Hull
 - Cargo hold(s) tank crack
 - Crack in Ballast Tank(s)
 - Crack on Deck
 - Forecastle Crack
 - Heavy Weather Damage
 - Hull Damage

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4:ΕΡΓΑΛΕΙΟ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΔΙΑΚΙΝΔΥΝΕΥΣΗΣ

- Leak in Hull
- Structural Failure

Για τη μηχανολογική εγκατάσταση (συμπεριλαμβάνεται η προωστήρια εγκατάσταση):

- Blackout
- Bow Damage
- Bow Thruster/ Generator Problems
- Damage to Rudder
- Electrical Failure
- Engine Damage
- Engine Failure
- Engine Gearbox Broken
- Engine Problems
- Fuel Sensor Problems
- Generator Failure
- Handling Means Damage
- Hatch Cover Hydraulics Failure
- Machinery Failure
- Mechanical Failure
- Mechanical Problems
- Propeller Damage
- Propeller Fouled
- Propeller System Failure
- Propulsion Failure
- Rudder Failure
- Shaft Failure
- Steering Problems
- Stern Tube Problems
- Structural Failure
- Technical Failure
- Technical Problems

Για το σύστημα της άγκυρας:

- Anchor Fouled
- Anchor/ Anchor Chain Damage

Για εισροή νερού:

- Water in Ballast Tank(s)
- Water in Engine Room
- Water in Hold(s)

- **Fire/ Explosion.** Φωτιά/ Έκρηξη. Σε αυτή την κατηγορία της SEAWEB αρχικά κάναμε το διαχωρισμό φωτιάς και έκρηξης. Επιπλέον, κάθε μια από τις δυο υποκατηγορίες αναλύθηκε σύμφωνα με το χώρο εμφάνισης του συμβάντος. Για φωτιά έχουμε:

- Fire in Accommodation
- Fire in Bridge
- Fire in Electrical Compartment

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4:ΕΡΓΑΛΕΙΟ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΔΙΑΚΙΝΔΥΝΕΥΣΗΣ

- Fire in Engine Room
- Fire in Galley
- Fire in Hold(s)
- Fire on Deck

Για έκρηξη:

- Explosion
- Explosion in Accommodation
- Explosion in Engine Room
- Explosion in Hold(s)
- Explosion in Main Engine
- Explosion on Deck

Όταν δεν αναφέρεται ο χώρος εμφάνισης της φωτιάς/ έκρηξης χρησιμοποιούμε την κατηγορία ‘Fire’ ή ‘Explosion’ αντίστοιχα. Να σημειωθεί ότι η διαφορά στο πλήθος των κατηγοριών συμβάντων φωτιάς από τα αντίστοιχα εκρήξεων οφείλεται στο γεγονός ότι η κατηγοριοποίηση έγινε βάσει των καταγεγραμμένων ατυχημάτων. Σε ενδεχόμενη επέκταση του εργαλείου ο κατάλογος αυτός θα αυξηθεί.

- **War loss/ Hostilities.** Απώλεια λόγω πολέμου- εχθροπραξιών. Το σύνολο των ατυχημάτων αυτού του τύπου οφείλονται σε πειρατεία. Αντίθετα δεν παρατηρήθηκε κάποιο συμβάν λόγω πολέμου. Γι’ αυτό χρησιμοποιούμε την υποκατηγορία: ‘DAMAGE BY PIRATES’.
- **Missing.** Συμβάν με αποτέλεσμα το πλοίο (και όχι το πλήρωμα) να αγνοείται. Δεν έχουμε τέτοιου είδους ατύχημα στο δείγμα που μελετήσαμε.
- **Wrecked/ Stranded.** Προσάραξη του πλοίου. Κατά τη μελέτη της βάσης της SEAWEB παρατηρήσαμε αξιοπρόσεκτη συχνότητα εμφάνισης του συμβάντος της σύντομης προσάραξης με γενικά διαφορετικές συνέπειες. Θεωρήσαμε λοιπόν απαραίτητο το διαχωρισμό τους. Οι υποκατηγορίες εδώ είναι επομένως:
 - Wrecked
 - Stranded
 - Stranded (Brief)

Η τελευταία χρησιμοποιείται μόνο όταν αναφέρεται ρητά στην περιγραφή του ατυχήματος.

- **Miscellaneous.** Σε αυτή την κατηγορία κατατάσσονται τα ατυχήματα που δεν ανήκουν σε καμία από τις παραπάνω κατηγορίες. Στο δείγμα που εξετάσαμε επιδιώξαμε να ταξινομήσουμε όλα τα συμβάντα, γι αυτό δημιουργήσαμε και υποκατηγορίες. Η εν λόγω κατηγορία παρατίθεται για λόγους γενικότητας του Tool.

4.3.4 Hazards (Κίνδυνοι)

Όπως προείπαμε, *Κίνδυνος* είναι μια κατάσταση (πραγματική ή υποτιθέμενη) που δύναται να βλάψει την ανθρώπινη υγεία, την περιουσία, το περιβάλλον.

Ο προσδιορισμός των κινδύνων (αιτιών) που προκάλεσαν ένα ατύχημα είναι ίσως ο σημαντικότερος στόχος του Tool. Με γνωστούς τους κινδύνους και για δεδομένο τομέα- διαδικασία του πλοίου είναι δυνατή η λήψη κατάλληλων μέτρων προκειμένου ένα συμβάν να μην επαναληφθεί (ή να μετριαστούν οι συνέπειες του). Όπως και για τις προηγούμενες κατηγορίες, θεωρήσαμε απαραίτητη την κατηγοριοποίηση των κινδύνων για την αποτελεσματικότερη κωδικοποίηση της βάσης της SEAWEB. Μελετώντας άλλα Εργαλεία Υπολογισμού Διακινδύνευσης παρατηρήσαμε ότι η εν λόγω κατηγοριοποίηση είναι εν γένει αυθαίρετη, και μάλιστα μπορεί να είναι από πολύ ευρεία έως πολύ συνοπτική. Συμπεράναμε ωστόσο ότι μια γενική κατηγοριοποίηση μπορεί να είναι η εξής:

- Cargo Hazards
- Human Hazards
- Operational Hazards
- External Hazards
- Maintenance/ Equipment Hazards
- Health & Hygiene Hazards

Πρέπει να τονιστεί ότι ο προσδιορισμός των κινδύνων είναι γενικά μια διαδικασία υποκειμενική, αφού έχει να κάνει με τη γνώμη του χειριστή, την εμπειρία του, τις υποθέσεις που θα κάνει, τις πληροφορίες που διαθέτει κλπ.

Για το δικό μας εργαλείο είχαμε ένα σαφή περιορισμό: τις πληροφορίες που μπορούσαμε να εξάγουμε από τη βάση ατυχημάτων της SEAWEB. Για να διασφαλιστεί μια αντικειμενικότητα, επιδιώξαμε να περιορίσουμε τυχόν υποθέσεις στον ελάχιστο δυνατό βαθμό. Επομένως, επιλέξαμε από διάφορα είδη κινδύνων αυτούς που μπορούν να αιτιολογηθούν πλήρως, βάσει των πληροφοριών που διαθέτουμε. Εξαιρέση αποτελεί η κατηγορία των Ανθρώπινων Κινδύνων (Human Hazards), όπου ακολουθήσαμε τη διάκριση που προτείνει ο IMO. Να σημειωθεί ότι στη λίστα των hazards, υπάρχουν κίνδυνοι που εμείς δεν χρησιμοποιήσαμε κατά την επεξεργασία της βάσης. Παρόλα αυτά είδαμε ότι υπάρχουν στις περισσότερες βιβλιοθήκες hazards που μελετήσαμε. Έτσι αποφασίσαμε να τους συμπεριλάβουμε, για λόγους γενικότητας του Tool. Ας μη ξεχνάμε έναν άλλο περιορισμό που μας θέτει η SEAWEB, αυτόν της μελέτης αποκλειστικά ‘μεγάλων’ συμβάντων.

Οι κίνδυνοι που διακρίναμε λοιπόν είναι οι εξής (ανά κατηγορία):

Cargo Hazards (κίνδυνοι φορτίου)

- **Flammable Environment** (εύφλεκτο περιβάλλον). Αιτία εκδήλωσης φωτιάς/ έκρηξης στο χώρο του φορτίου απουσία άλλου κινδύνου (πχ έργα συντήρησης).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4:ΕΡΓΑΛΕΙΟ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΔΙΑΚΙΝΔΥΝΕΥΣΗΣ

- **Humidity** (υγρασία). Προβλήματα στο σύστημα εξαερισμού του φορτίου μπορούν να μεταβάλλουν τα επίπεδα υγρασίας στο χώρο φορτίου. Αντικανονικά επίπεδα υγρασίας μπορούν να οδηγήσουν σε υγροποίηση (Liquefaction) με αποτέλεσμα την αχρήστευση του φορτίου.
- **Cargo Shift** (μετατόπιση φορτίου). Πιθανή μετατόπιση φορτίου μπορεί να οδηγήσει σε εμφάνιση διαγωγής, με αποτέλεσμα προβλήματα πλοήγησης, προσάραξη, ακόμα και ανατροπή του πλοίου.

External Hazards (εξωτερικοί κίνδυνοι)

- **Strong Wind** (ισχυρός άνεμος). Χρησιμοποιείται όταν αναφέρεται στην περιγραφή του συμβάντος. Πιθανό να προκαλέσει σύγκρουση, επαφή, προσάραξη του πλοίου.
- **Strong Current** (ισχυρά ρεύματα). Χρησιμοποιείται όταν αναφέρεται ρητά στην περιγραφή του ατυχήματος, ή όταν εννοείται πχ. συμβάν κατά τη διάρκεια τυφώνα ή tsunami.
- **Heavy Traffic in Vicinity** (πυκνή κυκλοφορία). Χρησιμοποιείται όταν το ατύχημα συνέβη σε περιοχή με μεγάλο αριθμό πλοίων πχ λιμάνι αγκυροβόλιο, κοντά σε προκυμαία.
- **Heavy Weather** (κακοκαιρία). Για να μην υπάρχει σύγχυση με τους προηγούμενους κινδύνους λόγω καιρού, χρησιμοποιείται αποκλειστικά όταν αναφέρεται ρητά στην περιγραφή του ατυχήματος.
- **Ice** (πάγος). Χρησιμοποιείται όταν η ύπαρξη πάγου προκαλεί κάποιο συμβάν πχ. ζημιά στη γάστρα ή στο σύστημα πλοήγησης. Αποφύγαμε να συμπεριλάβουμε τον εν λόγω κίνδυνο σε συμβάντα σε πολικές περιοχές όπου η (πιθανή) ύπαρξη πάγου δεν συνδέεται με το συμβάν.
- **Poor Visibility** (περιορισμένη ορατότητα). Χρησιμοποιείται όταν αναφέρεται ρητά, ή όταν εννοείται πχ. ομίχλη.
- **Narrow Passage** (στενό πέρασμα). Χρησιμοποιείται όταν εννοείται από την περιοχή που συνέβη το συμβάν πχ English Channel, Dardanelles, Suez Canal κλπ.
- **Improper Use of External Loading Equipment** (λανθασμένη χρήση εξωτερικού εξοπλισμού φορτοεκφόρτωσης). Χρησιμοποιείται σε ατυχήματα με επαφή με τα φορτοεκφορτωτικά μέσα του λιμένα ή άλλου πλοίου, ή κατάρρευση τους.
- **Floating object** (επιπλέον αντικείμενο). Χρησιμοποιείται κυρίως για επαφή με βυθισμένο/ επιπλέον αντικείμενο.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4:ΕΡΓΑΛΕΙΟ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΔΙΑΚΙΝΔΥΝΕΥΣΗΣ

- **Sea pollution** (ρυπασμένη θάλασσα). Χρησιμοποιείται για συμβάντα όπως ρύπανση άγκυρας κλπ.
- **Piracy** (πειρατεία). Χρησιμοποιείται σε όλα τα ατυχήματα που συμβαίνουν υπό το καθεστώς πειρατείας.

Human Hazards (κίνδυνοι που οφείλονται στον ανθρώπινο παράγοντα)

- **Diminished Alertness & Communication** (περιορισμένη ετοιμότητα και συνεννόηση). Χρησιμοποιείται σε σύγκρουση με άλλο πλοίο απουσία άλλων κινδύνων, σε προσάραξη σε γνωστό εμπόδιο (πχ ύφαλος) κλπ.
- **Lack of Skill, Training & Experience** (έλλειψη δεξιοτήτων, κατάρτισης και εμπειρίας). Χρησιμοποιείται κυρίως σε συμβάντα πλοήγησης όταν το πλοίο βρίσκεται σε κατάσταση ελιγμών (Detail Status: MANOEUVRING και MANOEUVRING WITH ASSISTANCE), σε ατυχήματα κατά τη διάρκεια έργων συντήρησης κλπ.
- **Misjudgment** (κακή κρίση). Λανθασμένες ανθρώπινες επιλογές που μπορεί να οδηγήσουν πχ σε προσάραξη κατά τη φόρτωση, μηχανολογική αστοχία κλπ.
- **Unreasonable Behaviour & Negligence** (αδικαιολόγητη συμπεριφορά & αμέλεια). Ανθρώπινη συμπεριφορά που μπορεί να οδηγήσει σε φωτιά στους χώρους ενδιαίτησης, βλάβη στο μηχανοστάσιο κλπ.
- **Organizational & Procedural Problems** (οργανωτικά & διαδικαστικά προβλήματα). Προβλήματα που δύνανται να προκαλέσουν ατυχήματα σε τακτικές διαδικασίες (πχ πετρέλευση, φορτοεκφόρτωση).

Operational Hazards (επιχειρησιακοί κίνδυνοι)

- **Incorrect Navigation** (λανθασμένη πλοήγηση). Χρησιμοποιείται για ατυχήματα που έχουμε επαφή/σύγκρουση με εμπόδιο ή άλλο πλοίο, προσάραξη κλπ. Περιλαμβάνει λάθη χαρτογράφησης.
- **Improper Bunkering** (λανθασμένη πετρέλευση). Συμβάντα κατά τη διαδικασία ανεφοδιασμού με καύσιμα, που οφείλονται σε λειτουργικά λάθη.
- **Incorrect Info From Agents** (λανθασμένες πληροφορίες από πράκτορες). Χρησιμοποιείται για συμβάντα που οφείλονται σε λανθασμένη εξωτερική πληροφόρηση.

Maintenance/ Equipment Hazards (κίνδυνοι κατά τη συντήρηση/για τον εξοπλισμό)

- **Defective Equipment & Machine** (Ελαττωματικό εξάρτημα-μηχανολογικός εξοπλισμός).
- **Lack Of Maintenance** (Ελλιπής συντήρηση)
- **Improper Inspections** (Εσφαλμένη επιθεώρηση)

Σε περιπτώσεις βλάβης μηχανολογικού εξοπλισμού, εκδήλωση έκρηξης ή πυρκαγιάς δίχως άλλη αιτία, αστοχίας υλικού κλπ επιλέγουμε και τους τρεις ανωτέρω κινδύνους. Εξαίρεση αποτελούν περιπτώσεις τέτοιων ατυχημάτων όπου η περιγραφή ορίζει σαφώς τον κίνδυνο.

- **Temporary Repairs** (προσωρινές επισκευές). Χρησιμοποιείται σε περίπτωση εκδήλωσης ατυχήματος κατά τη διάρκεια επισκευών.

Health & Hygiene Hazards (κίνδυνοι υγιεινής)

Αυτή η κατηγορία κινδύνων οδηγεί κυρίως σε συμβάντα με αποδέκτες το πλήρωμα (ή τους επιβάτες) και όχι το πλοίο ως σύνολο. Επομένως, οι εν λόγω κίνδυνοι έχουν μικρή συχνότητα εμφάνισης στα ατυχήματα που εξετάζουμε. Ωστόσο παρατίθενται για λόγους γενικότητας του Tool, δεδομένου ότι είναι πολύ σημαντική κατηγορία στον τύπο των επιβατηγών πλοίων.

- **Undercooking** (ελλιπές μαγείρεμα). Για συμβάντα λόγω κακής ποιότητας προσφερόμενων τροφών.
- **Food Preparation** (ετοιμασία φαγητού). Για συμβάντα κατά τη διάρκεια της εν λόγω διαδικασίας.
- **Bad Personal Hygiene** (κακή ατομική υγιεινή).
- **Dirty Dishes & Utensils** (βρώμικα πιάτα και σκεύη).

4.3.5 Consequences (Συνέπειες)

Συνέπειες είναι τα αποτελέσματα ενός ατυχήματος. Επιδιώξαμε να ομαδοποιήσουμε τις συνέπειες του κάθε ατυχήματος της Βάσης μας σύμφωνα με τις περιγραφές των πινάκων Συνεπειών των δυο μεθόδων Risk Matrices που χρησιμοποιούμε. Η εν λόγω κατηγορία συνδέεται άμεσα με το βαθμό που θα αποδώσουμε στην παράμετρο consequence. Οι πιθανές συνέπειες ενός ατυχήματος είναι:

- **Time Delay** (Χρονική Καθυστέρηση). Παρατηρείται στα περισσότερα συμβάντα, χρησιμοποιείται όταν διακόπτεται η πορεία του πλοίου, όταν μετά από κάποιο συμβάν πραγματοποιείται επιθεώρηση κλπ.
- **Material Damage** (Υλικές Ζημιές). Αποτέλεσμα μηχανολογικής αστοχίας, ζημιάς στη γάστρα, φωτιάς, έκρηξης κλπ. Έχουμε δημιουργήσει δυο υποκατηγορίες:
 - Material Damage (Minor). Χρησιμοποιείται όταν αναφέρεται ρητά στην περιγραφή του ατυχήματος (πχ minor scratches to hull, cosmetic damage).
 - Material Damage (Major). Υλικές ζημιές που έχουν ως αποτέλεσμα το πλοίο να πρέπει να διακόψει οριστικά το λειτουργικό του ρόλο, αλλά να μην καταστραφεί (πχ να μπορεί να χρησιμοποιηθεί για scrapping).
- **Cargo Loss** (Απώλεια Φορτίου). Χρησιμοποιείται όταν έχουμε καταστροφή φορτίου (από ατύχημα πχ στο χώρο φορτίου) ή όταν πρέπει να εκφορτωθεί μέρος του φορτίου λόγω ατυχήματος (πχ μετά από προσάραξη).
- **Pollution** (Ρύπανση). Χρησιμοποιείται όταν παρατηρείται μόλυνση του θαλάσσιου περιβάλλοντος μετά από ατύχημα. Σκοπός μας κατά τη δημιουργία του Tool ήταν η διαβάθμιση της ρύπανσης ανάλογα με το βάρος του φορτίου/καυσίμων που διαρρέουν αλλά δυστυχώς η Βάση Ατυχημάτων δε μας προσφέρει αυτή την πληροφορία.
- **Total Loss** (Ολική Απώλεια). Χρησιμοποιείται όταν έχουμε καταστροφή του πλοίου πχ. Όταν βυθίζεται ή κόβεται στα 2.
- **Injuries** (Τραυματισμοί).
- **Crew Missing** (Αγνοούμενα μέλη πληρώματος).
- **Lives Lost** (Ανθρώπινες Απώλειες).

Για τις 3 τελευταίες κατηγορίες, εφαρμόσαμε την εξής διαβάθμιση:

- **Single**. Αφορά ένα μέλος του πληρώματος.
- **Several**. 2 με 9 μέλη.
- **Multiple**. Πάνω από 10 μέλη.

5. ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ

5.1 Κωδικοποίηση Δεδομένων

Έχοντας ετοιμάσει τις κατηγορίες για Section, Operation, Hazards, Incident και Consequences, το επόμενο βήμα ήταν η κωδικοποίηση των ατυχημάτων. Από τα 706 ατυχήματα που μας εμφάνισε η Βάση, ήταν δυνατή η επεξεργασία των 678 εξ αυτών. Στα υπόλοιπα οι διαθέσιμες πληροφορίες ήταν περιορισμένες και επομένως θα έπρεπε να γίνουν υποθέσεις για τις παραπάνω κατηγορίες, κάτι που τονίσαμε εξ' αρχής πως θέλαμε να αποφύγουμε.

Ως παράδειγμα, παραθέτουμε την περιγραφή από τη Βάση ατυχημάτων της SEAWEB ενός συμβάντος σύγκρουσης, και παρακάτω τον Πίνακα που προέκυψε από την επεξεργασία του:

Πίνακας 14: Παράδειγμα συμβάντος από τη Βάση Ατυχημάτων της SEAWEB

LR/IMO Ship No. [9174816](#) Incident No. 9835284
 Incident Date 2012-08-15 Name at Time of Incident SEA SUCCESS
 Casualty Type Collision Incident Type Casualty

Incident & Cargo

IN COLLISION WHILST MOORED WITH MV 'HONG KONG SUN' AT THE CHITTAGONG ANCHORAGE, BANGLADESH IN LAT. 22 14N., LONG. 091 44E., AT 2345 HOURS LT ON 15/08/12. SUBSEQUENTLY INSPECTED AND RETURNED TO SERVICE.

NO SERIOUS DAMAGE, INJURIES OR POLLUTION REPORTED. INSPECTION EFFECTED.

Incident Type	Casualty	Casualty Type	Collision	Incident Severity	Serious
Lives Lost	No	Missing	No		
Detail Status	MOORED/ANCHORED	Cargo Status	Loaded	Cargo	24680 Tonnes Gypsum
Dangerous Cargo	No	Pollution Occurred	No	Pollution Details	

Event Details

Sequence	01	Date	2012-08-15
Initial Event	Collision	Event Action	Collision
Event Component	Whole Hull/Ship	Position	Whole
External		Weather	Unknown/Not Reported

Σε αυτό το ατύχημα, έχουμε σύγκρουση με το πλοίο που εξετάζουμε αγκυροβολημένο (άρα Operation: Moored/Anchored). Σύμφωνα με τις πληροφορίες της Βάσης, βρίσκεται σε αγκυροβόλιο, επομένως θεωρούμε ως πιθανό κίνδυνο την Πυκνή Κυκλοφορία στη Γειτνίαση (Heavy Traffic in Vicinity). Ο τομέας (Section) που ευθύνεται είναι η γέφυρα, όπως έχουμε ορίσει σε προηγούμενο κεφάλαιο, και οι

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ

συνέπειες του ατυχήματος είναι: Χρονική Καθυστέρηση (Time Delay), λόγω των επιθεωρήσεων που πραγματοποιήθηκαν. Δεν παρατηρήθηκαν υλικές καταστροφές. Η κωδικοποίηση γίνεται ως εξής:

Πίνακας 15: Παράδειγμα κωδικοποίησης συμβάντος από τη Βάση Ατυχημάτων της SEAWEB

SECTION	OPERATION	HAZARD	INCIDENT 1	INCIDENT 2	CONSEQUENCES
Bridge	Moored/Anchored	Heavy Traffic in Vicinity	Collision (stricken)		Time Delay

Η παραπάνω διαδικασία επαναλήφθηκε για το σύνολο των ατυχημάτων της Βάσης της SEAWEB, με σκοπό τη δημιουργία της Βάσης Δεδομένων του Εργαλείου. Ακολουθεί μια σύντομη Στατιστική Ανάλυση των αποτελεσμάτων της Κωδικοποίησης των ατυχημάτων.

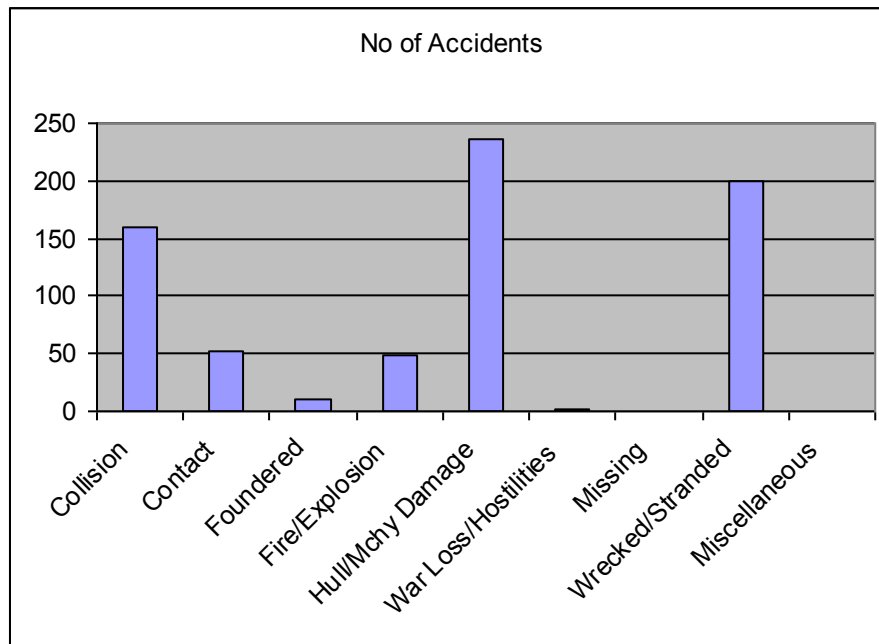
5.2 Είδος Ατυχήματος κατά SEAWEB

Αρχικά παρουσιάζουμε μια πρώτη εικόνα για το αριθμητικό μέγεθος των ατυχημάτων που εξετάζουμε. Από τα δεδομένα της SEAWEB, με βάση τη δική της κατηγοριοποίηση των ατυχημάτων, προκύπτουν τα εξής:

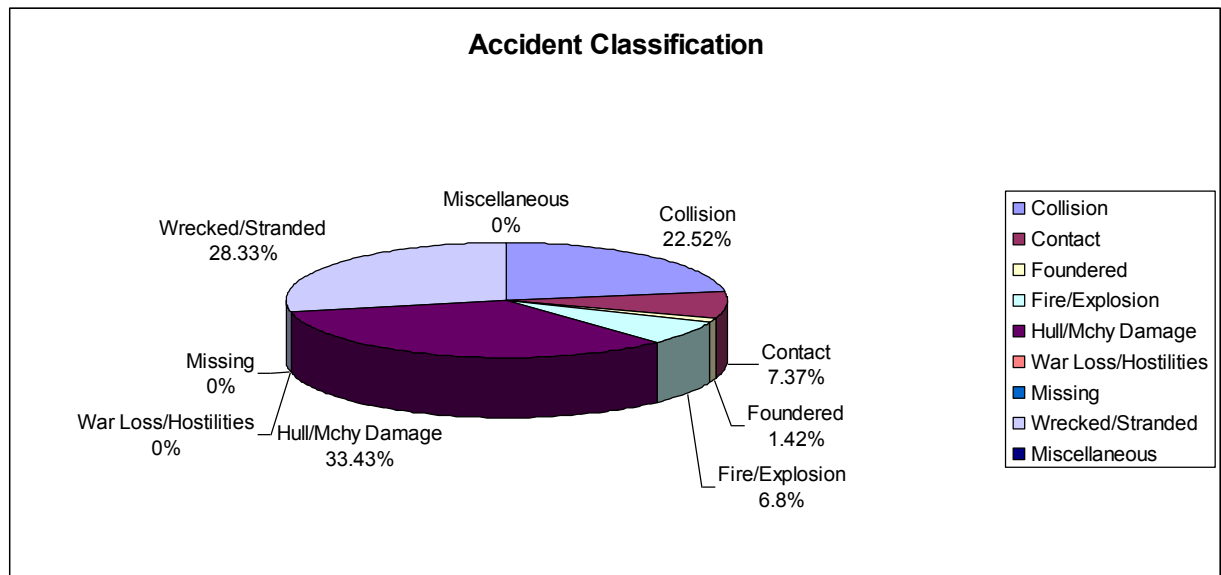
Πίνακας 16: Αριθμός ατυχημάτων ανά κατηγορία ατυχήματος για πλοία Bulk Carrier την περίοδο 01/01/2010-25/10/2012.

Casualty Type	No of Accidents	%
Collision	159	22,52
Contact	52	7,37
Foundered	10	1,42
Fire/Explosion	48	6,80
Hull/Mchy		
Damage	236	33,43
War		
Loss/Hostilities	1	0,14
Missing	0	0,00
Wrecked/Stranded	200	28,33
Miscellaneous	0	0,00
Total	706	100

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ



Σχήμα 19: Γραφική αναπαράσταση του αριθμού ατυχημάτων ανά κατηγορία ατυχήματος για πλοία Bulk Carrier την περίοδο 01/01/2010-25/10/2012.



Σχήμα 20: Γραφική αναπαράσταση ποσοστιαίας κατανομής του συνολικού αριθμού ατυχημάτων ανά κατηγορία ατυχήματος.

Παρατηρούμε ότι το συχνότερα εμφανιζόμενο είδος ατυχήματος είναι Βλάβη στη Γάστρα/στο Μηχανολογικό Εξοπλισμό, με ποσοστό 33,43%. Δεύτερο συχνότερο

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ

είδος ατυχήματος σε Bulk Carrier την τριετία 2010-2012 είναι η Προσάραξη (28,33%), ακολουθούμενο από τη σύγκρουση (22,52%).

5.3 Είδος Ατυχήματος στη Βάση Δεδομένων

Θεωρήσαμε ότι η κατηγοριοποίηση των ατυχημάτων κατά SEAWEB ήταν πολύ γενική και επομένως μικρής χρηστικότητας για το εργαλείο. Επιδιώξαμε μια αναλυτική κατηγοριοποίηση των ατυχημάτων, ιδίως στην κατηγορία ‘Hull/Mchy Damage’ που όπως είδαμε έχει το μεγαλύτερο πλήθος ατυχημάτων. Για την κατηγορία ‘Fire/Explosion’ τονίσαμε το χώρο εμφάνισης του συμβάντος. Τέλος για την κατηγορία Collision, διακρίναμε δυο περιπτώσεις: Collision (struck) και Collision (stricken), ανάλογα αν το πλοίο χτύπησε ή χτυπήθηκε αντίστοιχα.

Πιστεύουμε πως με αυτή την ανάλυση είναι πιο ρεαλιστική η εκτίμηση του Ρίσκου για κάθε είδος κινδύνου (και κατά προέκταση συμβάντος), αφού ο χρήστης μπορεί να δει επακριβώς τα πιθανά ατυχήματα. Επιπλέον, διακρίναμε αλληλουχίες ατυχημάτων (Incident 1, Incident 2...) για πιο ρεαλιστική απόδοση της συχνότητας ενός συμβάντος. (ένα ατύχημα που έχει ως αρχικό συμβάν αστοχία κύριας μηχανής δε γίνεται να λαμβάνει ίδιο βαθμό συχνότητας με ένα αντίστοιχο που καταλήγει πχ σε σύγκρουση). Ο αριθμός των ατυχημάτων αναλυτικά:

Με βάση το αρχικό συμβάν:

Πίνακας 17: Αριθμός αρχικών συμβάντων ατυχημάτων για πλοία Bulk Carrier την περίοδο 01/01/2010-25/10/2012.

INITIAL INCIDENT	
Incident Type	No of Incidents
ANCHOR FOULED	1
BLACKOUT	1
BOW THRUSTER/ GENERATOR PROBLEMS	1
BROKEN CABLE	1
BUNKER TANK LEAK	1
COOLING SYSTEM PROBLEMS	1
CRACK ON DECK	1
CRANE FAILURE	1
DAMAGE BY PIRATES	1
ENGINE GEARBOX BROKEN	1
EXHAUST VALVE LEAK	1
EXPLOSION IN ACCOMODATION	1
EXPLOSION IN HOLD(S)	1
FIRE IN ELECTRICAL COMPARTMENT	1
FIRE IN GALLEY	1
FUEL SENSOR PROBLEMS	1
Grounded	1
GYROCOMPASS FAILURE	1
HATCH COVER HYDRAULICS FAILURE	1

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ

INITIAL INCIDENT	
Incident Type	No of Incidents
HEAVY WEATHER DAMAGE	1
LEAK IN HULL	1
STRUCTURAL FAILURE	1
ANCHOR/ ANCHOR CHAIN DAMAGE	2
CRACK IN BALLAST TANK(S)	2
ELECTRICAL FAILURE	2
EXPLOSION IN MAIN ENGINE	2
EXPLOSION ON DECK	2
FIRE ON DECK	2
Foundered	2
STERN TUBE PROBLEMS	2
TECHNICAL PROBLEMS	2
WATER IN BALLAST TANK(S)	2
ANCHOR LOST	3
ENGINE DAMAGE	3
FIRE ON BRIDGE	3
GENERATOR FAILURE	3
HULL DAMAGE	3
PROPELLER DAMAGE	3
SHAFT FAILURE	3
STEERING FAILURE	3
TECHNICAL FAILURE	3
WATER IN ENGINE ROOM	3
WATER IN HOLD(S)	3
HANDLING MEANS DAMAGE/ COLLAPSE	4
PROPELLER FOULED	4
PROPULSION FAILURE	4
RUDDER FAILURE	4
FIRE IN ACCOMMODATION	5
MECHANICAL FAILURE	5
PROPELLER SYSTEM FAILURE	5
CARGO HOLD TANK CRACK	6
MACHINERY FAILURE	6
CRACK IN HULL	8
FIRE IN HOLD(S)	8
STEERING PROBLEMS	11
Stranded (Brief)	12
FIRE IN ENGINE ROOM	17
MECHANICAL PROBLEMS	22
ENGINE PROBLEMS	30
Collision (stiken)	39
Contact	47

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ

INITIAL INCIDENT	
Incident Type	No of Incidents
ENGINE FAILURE	84
Collision (struck)	108
Stranded	174
TOTAL	678

Με βάση την αλληλουχία συμβάντων (αρχικό-τελικό συμβάν):

Πίνακας 18: Αριθμός αρχικών-τελικών συμβάντων ατυχημάτων για πλοία Bulk Carrier την περίοδο 01/01/2010-25/10/2012.

INITIAL- FINAL INCIDENT		
Incident 1	Incident 2	No of Incidents
ANCHOR FOULED		1
BLACKOUT		1
BOW THRUSTER/ GENERATOR PROBLEMS		1
BROKEN CABLE		1
BUNKER TANK LEAK		1
COOLING SYSTEM PROBLEMS		1
CRACK ON DECK		1
CRANE FAILURE		1
DAMAGE BY PIRATES		1
ENGINE GEARBOX BROKEN		1
EXHAUST VALVE LEAK		1
EXPLOSION IN ACCOMODATION		1
EXPLOSION IN HOLD(S)		1
FIRE IN ELECTRICAL COMPARTMENT		1
FIRE IN GALLEY		1
FUEL SENSOR PROBLEMS		1
Grounded		1
GYROCOMPASS FAILURE		1
HATCH COVER HYDRAULICS FAILURE		1
HEAVY WEATHER DAMAGE		1
LEAK IN HULL		1
STRUCTURAL FAILURE		1
ANCHOR/ ANCHOR CHAIN DAMAGE		1
ELECTRICAL FAILURE		1
WATER IN BALLAST TANK(S)		1
WATER IN HOLD(S)		1
ANCHOR LOST	Collision (struck)	1
Contact	Collision (struck)	1
Contact	Grounded	1
Contact	WATER IN HOLD(S)	1

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ

Incident 1	Incident 2	No of Incidents
ELECTRICAL FAILURE	Collision (struck)	1
ENGINE FAILURE	Contact	1
ENGINE PROBLEMS	Collision (struck)	1
GENERATOR FAILURE	Collision (struck)	1
MECHANICAL FAILURE	Collision (struck)	1
MECHANICAL FAILURE	Foundered	1
PROPELLER SYSTEM FAILURE	Collision (struck)	1
PROPULSION FAILURE	Contact	1
Stranded (Brief)	CRACK IN BALLAST TANK(S)	1
Stranded (Brief)	DAMAGE TO RUDDER	1
Collision (struck)	LEAK IN HULL	1
Collision (struck)	Stranded	1
ANCHOR/ ANCHOR CHAIN DAMAGE	ENGINE FAILURE	1
CRACK IN HULL	FOUNDERED	1
WATER IN BALLAST TANK(S)	Foundered	1
STEERING FAILURE	Stranded	1
Stranded	WATER IN ENGINE ROOM	1
CRACK IN BALLAST TANK(S)		2
EXPLOSION IN MAIN ENGINE		2
EXPLOSION ON DECK		2
FIRE ON DECK		2
Foundered		2
STERN TUBE PROBLEMS		2
TECHNICAL PROBLEMS		2
ANCHOR LOST		2
GENERATOR FAILURE		2
STEERING FAILURE		2
ENGINE FAILURE	Collision (struck)	2
ENGINE PROBLEMS	Stranded	2
Collision (struck)	CRACK IN HULL	2
WATER IN HOLD(S)	Foundered	2
ENGINE DAMAGE		3
FIRE ON BRIDGE		3
HULL DAMAGE		3
PROPELLER DAMAGE		3
SHAFT FAILURE		3
TECHNICAL FAILURE		3
WATER IN ENGINE ROOM		3
PROPULSION FAILURE		3
MECHANICAL FAILURE		3
STEERING PROBLEMS	Collision (struck)	3
STEERING PROBLEMS	Stranded	3
MECHANICAL PROBLEMS	Stranded	3
HANDLING MEANS DAMAGE/ COLLAPSE		4
PROPELLER FOULED		4
RUDDER FAILURE		4
PROPELLER SYSTEM FAILURE		4
Collision (struck)	Foundered	4

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ

Incident 1	Incident 2	No of Incidents
FIRE IN ACCOMMODATION		5
STEERING PROBLEMS		5
CARGO HOLD TANK CRACK		6
MACHINERY FAILURE		6
CRACK IN HULL		7
ENGINE FAILURE	Stranded	7
FIRE IN HOLD(S)		8
Stranded (Brief)		10
FIRE IN ENGINE ROOM		17
MECHANICAL PROBLEMS		19
ENGINE PROBLEMS		27
Collision (stiken)		39
Contact		44
ENGINE FAILURE		74
Collision (struck)		100
Stranded		173
TOTAL		678

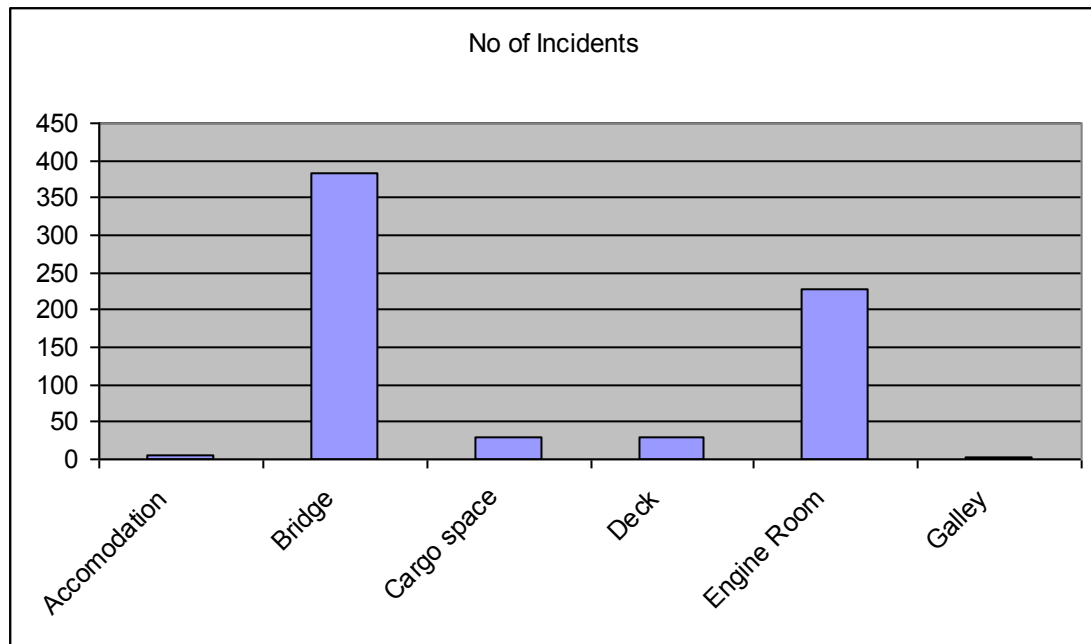
5.4 Section (Τομέας)

Για καθένα από τα 678 ατυχήματα που μελετήσαμε, αντιστοιχίσαμε στο καθένα έναν τομέα (section) όπου συνέβη το ατύχημα ή που ευθύνεται για αυτό. Οι τομείς έχουν οριστεί σε προηγούμενο κεφάλαιο. Με βάση την κωδικοποίηση των ατυχημάτων λοιπόν, προκύπτουν τα εξής:

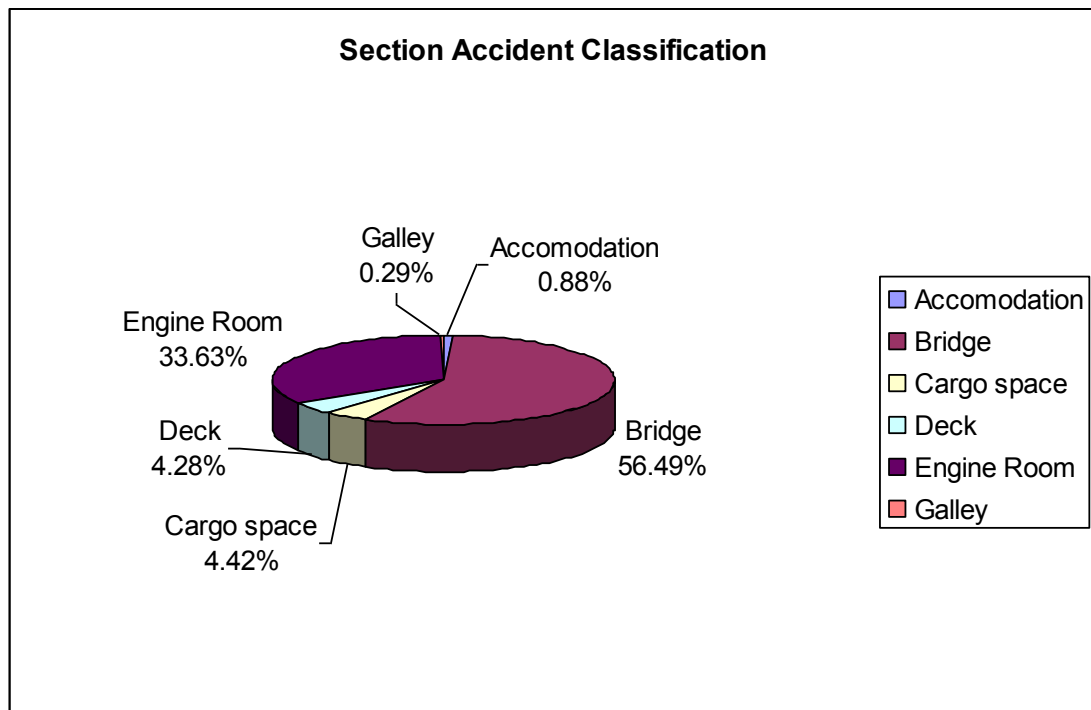
Πίνακας 19: Αριθμός ατυχημάτων ανά τομέα ατυχήματος για πλοία Bulk Carrier την περίοδο 01/01/2010-25/10/2012.

Section	No of Incidents	%
Accomodation	6	0,88
Bridge	383	56,49
Cargo space	30	4,42
Deck	29	4,28
Engine Room	228	33,63
Galley	2	0,29
TOTAL	678	100

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ



Σχήμα 21: Γραφική αναπαράσταση του αριθμού ατυχημάτων ανά τομέα ατυχήματος για πλοία Bulk Carrier την περίοδο 01/01/2010-25/10/2012.



Σχήμα 22: Γραφική αναπαράσταση ποσοστιαίας κατανομής του συνολικού αριθμού ατυχημάτων ανά τομέα ατυχήματος.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ

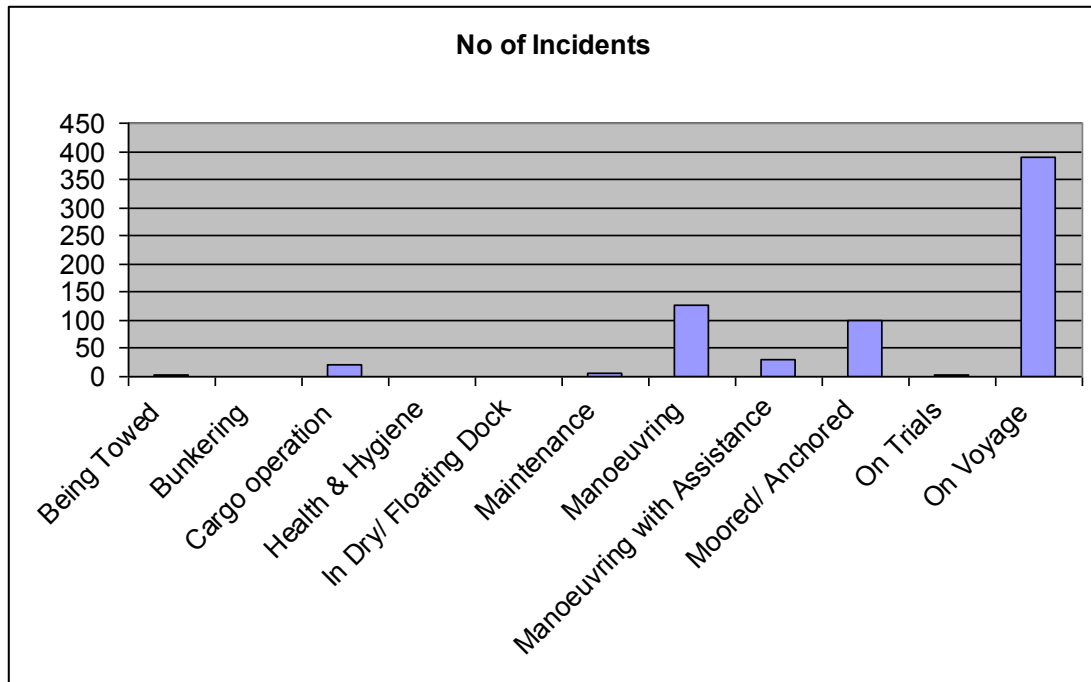
Παρατηρούμε ότι για το μεγαλύτερο ποσοστό (56,49%) ατυχημάτων οφείλεται η/γίνονται στη Γέφυρα. το ποσοστό αυτό δικαιολογείται δεδομένου ότι οι δυο συνηθέστεροι τύποι ατυχήματος όπως είδαμε είναι Σύγκρουση και Προσάραξη, δηλαδή ατυχήματα πλοήγησης, η οποία έχει οριστεί στις αρμοδιότητες της γέφυρας. Δεύτερο σε ποσοστά έρχεται το Μηχανοστάσιο (έχουμε ορίσει ότι σε αυτήν την κατηγορία περιλαμβάνεται και το σύστημα πρόωσης), ο τομέας δηλαδή που ευθύνεται για το μεγαλύτερο μέρος μηχανολογικών βλαβών. Ακολουθούν το Κατάστρωμα και ο Χώρος Φορτίου με παρόμοια ποσοστά, και τέλος οι χώροι Ενδιαίτησης και Σίτισης με πολύ μικρά ποσοστά (<1%). Λογικό, διότι στους εν λόγω χώρους είναι πιθανότερη η εμφάνιση μικροατυχημάτων, που δεν αναφέρονται στη Βάση.

5.5 Operation (Διαδικασία)

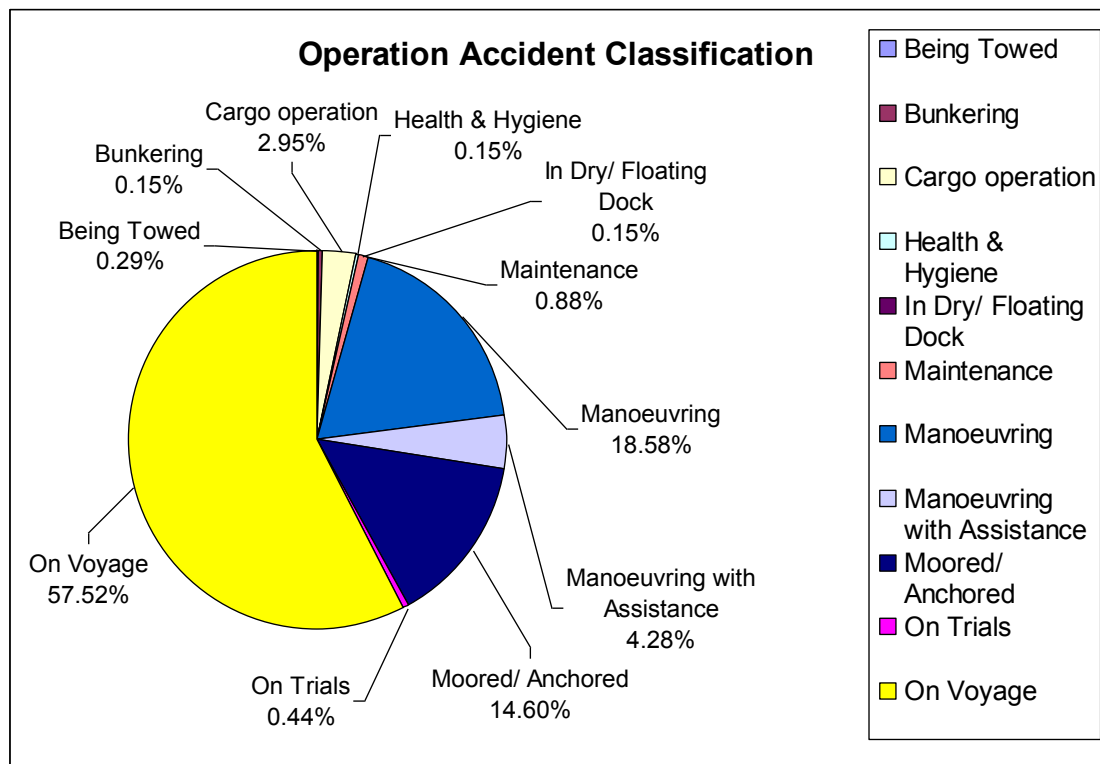
Πίνακας 20: Αριθμός ατυχημάτων ανά operation για πλοία Bulk Carrier την περίοδο 01/01/2010-25/10/2012.

Operation	No of Incidents	%
Being Towed	2	0,29
Bunkering	1	0,15
Cargo operation	20	2,95
Health & Hygiene	1	0,15
In Dry/ Floating Dock	1	0,15
Maintenance	6	0,88
Manoeuvring	126	18,58
Manoeuvring with Assistance	29	4,28
Moored/ Anchored	99	14,60
On Trials	3	0,44
On Voyage	390	57,52
TOTAL	678	100

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ



Σχήμα 23: Γραφική αναπαράσταση του αριθμού ατυχημάτων ανά operation για πλοία Bulk Carrier την περίοδο 01/01/2010-25/10/2012.



Σχήμα 24: Γραφική αναπαράσταση ποσοστιαίας κατανομής του συνολικού αριθμού ατυχημάτων operation.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ

Όπως είναι λογικό πάνω από τα μισά ατυχήματα συμβαίνουν όταν το πλοίο είναι εν πλω (57,52%). Η δεύτερη σε ατυχήματα διαδικασία είναι η κατάσταση ελιγμών με ποσοστό 18,58% και τρίτη όταν το πλοίο είναι αγκυροβολημένο (14,60%).

5.6 Consequences (Συνέπειες)

Οι συνέπειες των ατυχημάτων έχουν ως εξής:

Πίνακας 21: Αριθμός εμφάνισης συνεπειών ατυχημάτων για πλοία Bulk Carrier την περίοδο 01/01/2010-25/10/2012.

Consequences	No of Incidents	%
Material Damage	4	0,589970501
Material Damage (Major)	18	2,654867257
Material Damage (Major), Pollution	3	0,442477876
Material Damage (Minor)	1	0,147492625
Material Damage, Pollution	2	0,294985251
Time Delay	117	17,25663717
Time Delay, Cargo Loss	1	0,147492625
Time Delay, Crew Missing (Multiple)	1	0,147492625
Time Delay, Injuries (Single), Cargo Loss	1	0,147492625
Time Delay, Material Damage	437	64,45427729
Time Delay, Material Damage (Minor)	41	6,04719764
Time Delay, Material Damage (Minor), Cargo Loss	1	0,147492625
Time Delay, Material Damage, Cargo Loss	6	0,884955752
Time Delay, Material Damage, Injuries (Several)	5	0,737463127
Time Delay, Material Damage, Injuries (Several), Lives Lost (Several)	1	0,147492625
Time Delay, Material Damage, Injuries (Single)	5	0,737463127
Time Delay, Material Damage, Lives Lost (Several)	2	0,294985251
Time Delay, Material Damage, Pollution	11	1,622418879
Total Loss	8	1,179941003
Total Loss, Crew Missing (Multiple)	1	0,147492625
Total Loss, Crew Missing (Multiple), Lives Lost (Single)	1	0,147492625
Total Loss, Crew Missing (Several)	1	0,147492625
Total Loss, Crew Missing (Several), Lives Lost (Single)	1	0,147492625
Total Loss, Lives Lost (Several), Crew Missing (Several), Pollution	1	0,147492625
Total Loss, Injuries (Several), Pollution, Lives Lost (Several)	1	0,147492625
Total Loss, Lives Lost (Single)	1	0,147492625
Total Loss, Pollution	5	0,737463127
Total Loss, Pollution, Crew Missing (Multiple)	1	0,147492625
TOTAL	678	100

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ

Οι δυο κατηγορίες συνεπειών με τη συχνότερη εμφάνιση είναι:

- Time Delay
- Time Delay, Material Damage

Δηλαδή ατυχήματα με υλικές ζημιές το χειρότερο. Μια άλλη κατηγοριοποίηση είναι:

Πίνακας 22: Αριθμός θανατηφόρων- μη θανατηφόρων ατυχημάτων για πλοία Bulk Carrier την περίοδο 01/01/2010-25/10/2012.

Consequences	No of Incidents	%
Non Fatal	670	98,82
Fatal	8	1,18
TOTAL	678	100

Μόνο το 1,18% των ατυχημάτων σε Bulk Carriers είναι θανατηφόρα, δείγμα της αυξημένης προσοχής που δίνεται σήμερα στην ασφάλεια.

Όσον αφορά ατυχήματα που αφορούν την ανθρώπινη υγεία (τραυματισμούς, αγνοούμενους, θανάτους) έχουμε:

Πίνακας 23: Αριθμός ατυχημάτων που αφορούν την ανθρώπινη υγεία για πλοία Bulk Carrier την περίοδο 01/01/2010-25/10/2012.

Consequences	No of Incidents	%
Not Involving Human Health	655	96,61
Involving Human Health	23	3,39
TOTAL	678	100

Όσον αφορά στη μόλυνση του θαλάσσιου περιβάλλοντος έχουμε:

Πίνακας 24: Αριθμός ατυχημάτων που προκαλούν μόλυνση του περιβάλλοντος για πλοία Bulk Carrier την περίοδο 01/01/2010-25/10/2012.

Consequences	No of Incidents	%
Not Causing Pollution	655	96,61
Causing Pollution	23	3,39
TOTAL	678	100

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ

6. ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΕΡΓΑΛΕΙΟΥ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΔΙΑΚΙΝΔΥΝΕΥΣΗΣ (RISK ASSESSMENT TOOL)

Έχοντας ορίσει τη δομή του Εργαλείου υπό κατασκευή, επιλέξει τις μεθόδους Risk Matrices που θα χρησιμοποιηθούν και αναλύσει-κωδικοποιήσει τα ατυχήματα που συνέβησαν σε πλοία Bulk Carrier, σε όλο τον κόσμο, την τριετία 2010-2012, επόμενο βήμα είναι η κατασκευή του προγράμματος σε περιβάλλον Microsoft Excel.

6.1 Λογική του Εργαλείου

Η λογική του Εργαλείου αποφασίστηκε να είναι η εξής: ο χρήστης να επιλέγει:

- Τομέα (Section),
- Διαδικασία (Operation),
- Είδος Κινδύνου (Hazard Category) και
- Κίνδυνο (Hazard)

Το πρόγραμμα να εμφανίζει (στηριζόμενο σε Βάση Δεδομένων που θα δημιουργηθεί):

- Ακολουθία συμβάντων που είναι πιθανόν να συμβούν (Incident 1, Incident 2),
- Βαθμό Συχνότητας και Συνεπειών σύμφωνα με τη μέθοδο Risk Ranking Matrix του IMO
- Βαθμό Συχνότητας και Συνεπειών σύμφωνα με τη μέθοδο Risk Matrix του Ship Operational Design
- Βαθμό Ρίσκου για καθεμιά από τις παραπάνω μεθόδους
- Αξιολόγηση Ρίσκου για τη μέθοδο Risk Matrix του Ship Operational Design (η μέθοδος του IMO δεν διαθέτει αξιολόγηση)

Πρώτο βήμα είναι η δημιουργία Βάσης Δεδομένων με τα παραπάνω αποτελέσματα, συναρτήσει των τεσσάρων κατηγοριών. Στη συνέχεια είναι απαραίτητη η κωδικοποίηση των κατηγοριών με νούμερα, ώστε κάθε κατηγορία να έχει έναν μοναδικό κωδικό που θα αντιστοιχεί στα δεδομένα που θα 'μεταφερθούν' από τη Βάση. Τέλος πρέπει να βρεθεί μια συνάρτηση (ή σειρά συναρτήσεων) που θα πραγματοποιεί αυτή τη μεταφορά.

6.2 Δημιουργία Βάσης Δεδομένων

Έχοντας ολοκληρώσει την κωδικοποίηση των ατυχημάτων της Βάσης της SEAWEB είναι δυνατή πλέον η δημιουργία της Βάσης Δεδομένων του Εργαλείου. Η κατασκευή της Βάσης στηρίζεται στην εξής λογική:

‘Ένα ατύχημα προκλήθηκε από ένα σύνολο (πιθανών) κινδύνων. Κάθε ένας από αυτούς τους κινδύνους είναι πιθανό να προκαλέσει αντίστοιχο ατύχημα.’

Για παράδειγμα, παρουσιάζουμε την παρακάτω κωδικοποίηση ατυχήματος αστοχίας κύριας μηχανής και έπειτα προσάραξης από τη Βάση της SEAWEB:

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΕΡΓΑΛΕΙΟΥ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΔΙΑΚΙΝΔΥΝΕΥΣΗΣ (RISK ASSESSMENT TOOL)

Πίνακας 25α: Παράδειγμα κωδικοποίησης ατυχήματος Βάσης SEAWEB.

SECTION	OPERATION	HAZARD	INCIDENT 1	INCIDENT 2	CONSEQUENCES
Engine Room	On voyage	Defective Equipment & Machine Lack Of Maintenance Improper Inspections Heavy weather	Engine Failure	Stranded	Total loss

Το ατύχημα συνέβη στο χώρο του μηχανοστασίου, ενώ το πλοίο βρισκόταν εν πλω, με αποτέλεσμα την ολική καταστροφή του. Σε αυτό το ατύχημα έχουν αποδοθεί τέσσερις πιθανοί να το προκάλεσαν κίνδυνοι.

Επομένως δημιουργούμε τέσσερις εγγραφές στη Βάση Δεδομένων, μια για κάθε κίνδυνο:

Πίνακας 25β: Παράδειγμα κωδικοποίησης ατυχήματος Βάσης SEAWEB.

SECTION	OPERATION	HAZARD	INCIDENT 1	INCIDENT 2	CONSEQUENCES
Engine Room	On voyage	Defective Equipment & Machine	Engine Failure	Stranded	Total loss
Engine Room	On voyage	Lack Of Maintenance	Engine Failure	Stranded	Total loss
Engine Room	On voyage	Improper Inspections	Engine Failure	Stranded	Total loss
Engine Room	On voyage	Heavy weather	Engine Failure	Stranded	Total loss

Επαναλαμβάνουμε την ανωτέρω διαδικασία για το σύνολο των ατυχημάτων υπό μελέτη. Με το πέρας αυτής της διαδικασίας, έχουμε 1698 εγγραφές, αριθμό ίσο με το σύνολο των κινδύνων όλων των ατυχημάτων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΕΡΓΑΛΕΙΟΥ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΔΙΑΚΙΝΔΥΝΕΥΣΗΣ (RISK ASSESSMENT TOOL)

6.3 Απόδοση Τιμής Συχνότητας/Πιθανότητας

Επόμενο βήμα η απόδοση σε κάθε ατύχημα μια τιμή για τη συχνότητα (για το Risk Ranking Matrix του IMO, τιμές: 1-7) και την πιθανότητα εμφάνισης (για το Risk Matrix του Ship Operational Design, τιμές: 1-5). Η διαδικασία αυτή στηρίζεται στον αντίστοιχο Πίνακα της κάθε μεθόδου. Παρατίθενται πάλι:

Για το Risk Ranking Matrix του IMO:

Πίνακας 26: Δείκτες συχνότητας ατυχήματος κατά IMO Risk Ranking Matrix.

FI	FREQUENCY	DEFINITION	F (per ship year)
7	Frequent	Likely to occur once per month on one ship	10
5	Reasonably probable	Likely to occur once per year in a fleet of 10 ships, i.e. likely to occur a few times during the ships life	0,1
3	Remote	Likely to occur once per year in a fleet of 1000 ships, i.e. likely to occur in the total life of several similar ships	10^{-3}
1	Extremely remote	Likely to occur once in the lifetime (20 years) of a world fleet of 5000 ships.	10^{-5}

για το Risk Matrix του Ship Operational Design:

Πίνακας 27: Δείκτες συχνότητας ατυχήματος κατά Ship Operational Design Risk Matrix.

Category	Definition
Conceivable	Likely to be continually experienced
Unlikely	Likely to occur often
Remote	Likely to occur sometime
Improbable	Unlikely, but may occur sometime
Incredible	Extremely unlikely that the event will occur at all

Για να εφαρμοστεί η ποσοτική προσέγγιση, με δεδομένο των αριθμό εμφάνισης του κάθε είδους ατυχήματος, είναι απαραίτητη η εύρεση του συνολικού αριθμού του παγκόσμιου στόλου πλοίων Bulk Carriers την τριετία που εξετάζουμε.

Κάνοντας χρήση των κωδικών που διαθέτει το Ε.Μ.Π., από την ιστοσελίδα των Clarksons (<http://www.clarksons.net>) σημειώσαμε τις εξής τιμές:

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΕΡΓΑΛΕΙΟΥ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΔΙΑΚΙΝΔΥΝΕΥΣΗΣ (RISK ASSESSMENT TOOL)

Πίνακας 28: Συνολικός στόλος Bulk Carriers της τριετίας 2010-12.

Year	Fleet at Risk
2010	7269
2011	8144
2012	8904
SUM=	24317

Διαιρώντας τον αριθμό εμφάνισης κάθε είδους ατυχήματος με το συνολικό αριθμό πλοίων σε Ρίσκο έχουμε τη συχνότητα εμφάνισης του, σε μονάδες (incidents/ship year). Επομένως η απόδοση τιμών για την ποσοτική μέθοδο γίνεται αυτόματα. Η ποιοτική μέθοδος αφήνει περιθώρια υποκειμενικότητας. Η διαδικασία απόδοσης τιμών στηρίχθηκε και στα αποτελέσματα της ποσοτικής μεθόδου. Τα αποτελέσματα και για τις δυο μεθόδους φαίνονται στον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 29: Απόδοση τιμών συχνότητας/πιθανότητας.

Incident 1	Incident 2	No of Accidents	Frequency (Incident/shipyear)	Likelihood Op. Design (1-5)	Likelihood IMO (1-7)
ANCHOR FOULED		1	4,1123E-05	1	1
BLACKOUT		1	4,1123E-05	1	1
BOW THRUSTER/ GENERATOR PROBLEMS		1	4,1123E-05	1	1
BROKEN CABLE		1	4,1123E-05	1	1
BUNKER TANK LEAK		1	4,1123E-05	1	1
COOLING SYSTEM PROBLEMS		1	4,1123E-05	1	1
CRACK ON DECK		1	4,1123E-05	1	1
CRANE FAILURE		1	4,1123E-05	1	1
DAMAGE BY PIRATES		1	4,1123E-05	1	1
ENGINE GEARBOX BROKEN		1	4,1123E-05	1	1
EXHAUST VALVE LEAK		1	4,1123E-05	1	1
EXPLOSION IN ACCOMODATION		1	4,1123E-05	1	1
EXPLOSION IN HOLD(S)		1	4,1123E-05	1	1

**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΕΡΓΑΛΕΙΟΥ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ
ΔΙΑΚΙΝΔΥΝΕΥΣΗΣ (RISK ASSESSMENT TOOL)**

FIRE IN ELECTRICAL COMPARTMENT		1	4,1123E-05	1	1
FIRE IN GALLEY		1	4,1123E-05	1	1
FUEL SENSOR PROBLEMS		1	4,1123E-05	1	1
Grounded		1	4,1123E-05	1	1
GYROCOMPASS FAILURE		1	4,1123E-05	1	1
HATCH COVER HYDRAULICS FAILURE		1	4,1123E-05	1	1
HEAVY WEATHER DAMAGE		1	4,1123E-05	1	1
LEAK IN HULL		1	4,1123E-05	1	1
STRUCTURAL FAILURE		1	4,1123E-05	1	1
ANCHOR/ ANCHOR CHAIN DAMAGE		1	4,1123E-05	1	1
ELECTRICAL FAILURE		1	4,1123E-05	1	1
WATER IN BALLAST TANK(S)		1	4,1123E-05	1	1
WATER IN HOLD(S)		1	4,1123E-05	1	1
ANCHOR LOST	Collision (struck)	1	4,1123E-05	1	1
Contact	Collision (struck)	1	4,1123E-05	1	1
Contact	Grounded	1	4,1123E-05	1	1
Contact	WATER IN HOLD(S)	1	4,1123E-05	1	1
ELECTRICAL FAILURE	Collision (struck)	1	4,1123E-05	1	1
ENGINE FAILURE	Contact	1	4,1123E-05	1	1
ENGINE PROBLEMS	Collision (struck)	1	4,1123E-05	1	1
GENERATOR FAILURE	Collision (struck)	1	4,1123E-05	1	1
MECHANICAL FAILURE	Collision (struck)	1	4,1123E-05	1	1
MECHANICAL FAILURE	Foundered	1	4,1123E-05	1	1
PROPELLER SYSTEM FAILURE	Collision (struck)	1	4,1123E-05	1	1
PROPULSION FAILURE	Contact	1	4,1123E-05	1	1
Stranded (Brief)	CRACK IN BALLAST TANK(S)	1	4,1123E-05	1	1

**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΕΡΓΑΛΕΙΟΥ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ
ΔΙΑΚΙΝΔΥΝΕΥΣΗΣ (RISK ASSESSMENT TOOL)**

Stranded (Brief)	DAMAGE TO RUDDER	1	4,1123E-05	1	1
Collision (struck)	LEAK IN HULL	1	4,1123E-05	1	1
Collision (struck)	Stranded	1	4,1123E-05	1	1
ANCHOR/ ANCHOR CHAIN DAMAGE	ENGINE FAILURE	1	4,1123E-05	1	1
CRACK IN HULL	FOUNDERED	1	4,1123E-05	1	1
WATER IN BALLAST TANK(S)	Foundered	1	4,1123E-05	1	1
STEERING FAILURE	Stranded	1	4,1123E-05	1	1
Stranded	WATER IN ENGINE ROOM	1	4,1123E-05	1	1
CRACK IN BALLAST TANK(S)		2	8,2247E-05	1	1
EXPLOSION IN MAIN ENGINE		2	8,2247E-05	1	1
EXPLOSION ON DECK		2	8,2247E-05	1	1
FIRE ON DECK		2	8,2247E-05	1	1
Foundered		2	8,2247E-05	1	1
STERN TUBE PROBLEMS		2	8,2247E-05	1	1
TECHNICAL PROBLEMS		2	8,2247E-05	1	1
ANCHOR LOST		2	8,2247E-05	1	1
GENERATOR FAILURE		2	8,2247E-05	1	1
STEERING FAILURE		2	8,2247E-05	1	1
ENGINE FAILURE	Collision (struck)	2	8,2247E-05	1	1
ENGINE PROBLEMS	Stranded	2	8,2247E-05	1	1
Collision (struck)	CRACK IN HULL	2	8,2247E-05	1	1
WATER IN HOLD(S)	Foundered	2	8,2247E-05	1	1
ENGINE DAMAGE		3	1,2337E-04	1	2
FIRE ON BRIDGE		3	1,2337E-04	1	2
HULL DAMAGE		3	1,2337E-04	1	2
PROPELLER DAMAGE		3	1,2337E-04	1	2
SHAFT FAILURE		3	1,2337E-04	1	2
TECHNICAL FAILURE		3	1,2337E-04	1	2

**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΕΡΓΑΛΕΙΟΥ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ
ΔΙΑΚΙΝΔΥΝΕΥΣΗΣ (RISK ASSESSMENT TOOL)**

			04		
WATER IN ENGINE ROOM		3	1,2337E-04	1	2
PROPULSION FAILURE		3	1,2337E-04	1	2
MECHANICAL FAILURE		3	1,2337E-04	1	2
STEERING PROBLEMS	Collision (struck)	3	1,2337E-04	1	2
STEERING PROBLEMS	Stranded	3	1,2337E-04	1	2
MECHANICAL PROBLEMS	Stranded	3	1,2337E-04	1	2
HANDLING MEANS DAMAGE/ COLLAPSE		4	1,6449E-04	1	2
PROPELLER FOULED		4	1,6449E-04	1	2
RUDDER FAILURE		4	1,6449E-04	1	2
PROPELLER SYSTEM FAILURE		4	1,6449E-04	1	2
Collision (struck)	Foundered	4	1,6449E-04	1	2
FIRE IN ACCOMMODATION		5	2,0562E-04	1	2
STEERING PROBLEMS		5	2,0562E-04	1	2
CARGO HOLD TANK CRACK		6	2,4674E-04	2	2
MACHINERY FAILURE		6	2,4674E-04	2	2
CRACK IN HULL		7	2,8786E-04	2	2
ENGINE FAILURE	Stranded	7	2,8786E-04	2	2
FIRE IN HOLD(S)		8	3,2899E-04	2	2
Stranded (Brief)		10	4,1123E-04	2	2
FIRE IN ENGINE ROOM		17	6,9910E-04	2	2
MECHANICAL PROBLEMS		19	7,8135E-04	2	3
ENGINE PROBLEMS		27	1,1103E-03	2	3
Collision (stiken)		39	1,6038E-03	2	3
Contact		44	1,8094E-03	2	3
ENGINE FAILURE		74	3,0431E-03	2	3
Collision (struck)		100	4,1123E-03	3	3
Stranded		173	7,1144E-03	3	4

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΕΡΓΑΛΕΙΟΥ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΔΙΑΚΙΝΔΥΝΕΥΣΗΣ (RISK ASSESSMENT TOOL)

SUM		678
-----	--	-----

6.3 Απόδοση Τιμής Συνεπειών

Έχοντας ολοκληρώσει τη διαδικασία απόδοσης τιμών συχνότητας/πιθανότητας εμφάνισης του κάθε είδους ατυχήματος, σειρά έχει η δεύτερη συνιστώσα του Ρίσκου: οι Συνέπειες (Consequences). Στην παράγραφο 4.3.5 έχουμε ορίσει τις κατηγορίες των συνεπειών, βάσει των οποίων κωδικοποιήσαμε τα ατυχήματα. Σε αυτή την παράγραφο παρατίθενται οι Πίνακες Συνεπειών των δυο μεθόδων και οι κατηγορίες συνεπειών που αντιστοιχούν σε κάθε δείκτη:

Για το Risk Ranking Matrix του IMO:

Πίνακας 30: Δείκτες συνεπειών ατυχήματος κατά IMO Risk Ranking Matrix.

SI	SEVERITY	EFFECTS ON HUMAN SAFETY	EFFECTS ON SHIP	S (Equivalent fatalities)
1	Minor	Single or minor injuries	Local equipment damage	0.01
2	Significant	Multiple or severe injuries	Non-severe ship damage	0.1
3	Severe	Single fatality or multiple severe injuries	Severe damage	1
4	Catastrophic	Multiple fatalities	Total loss	10

Βάσει του ανωτέρω Πίνακα θα γίνει η ταξινόμηση των συνεπειών των διαφόρων ατυχημάτων στο δείκτη που τους αντιστοιχεί. Η ταξινόμηση γίνεται για τις συνέπειες των ατυχημάτων που έχουν καταγραφεί. Σε τυχόν αναθεώρηση της βάσης, είναι πιθανό να εμφανιστούν νέοι συνδυασμοί κατηγοριών συνεπειών, η ταξινόμηση των οποίων θα γίνει με τον ίδιο τρόπο. Για τις συνέπειες των ατυχημάτων που έχουν καταγραφεί έχουμε:

**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΕΡΓΑΛΕΙΟΥ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ
ΔΙΑΚΙΝΔΥΝΕΥΣΗΣ (RISK ASSESSMENT TOOL)**

Πίνακας 31: Ταξινόμηση συνεπειών ατυχημάτων κατά IMO Risk Ranking Matrix.

SI RANKING	CONSEQUENCE DESCRIPTION
Minor (1)	Time Delay Time Delay, Material Damage (Minor) Time Delay, Material Damage (Minor), Cargo Loss Material Damage (Minor) Time Delay, Cargo Loss
Significant (2)	Material Damage Material Damage, Pollution Time Delay, Material Damage Time Delay, Material Damage, Cargo Loss Time Delay, Material Damage, Injuries (Several) Time Delay, Material Damage, Injuries (Single) Time Delay, Material Damage, Pollution Time Delay, Injuries (Single), Cargo Loss
Severe (3)	Material Damage (Major) Material Damage (Major), Pollution Time Delay, Crew Missing (Multiple)
Catastrophic (4)	Time Delay, Material Damage, Lives Lost (Several) Total Loss Total Loss, Crew Missing (Multiple) Total Loss, Crew Missing (Several) Total Loss, Crew Missing (Multiple), Lives Lost (Single) Time Delay, Material Damage, Injuries (Several), Lives Lost (Several) Total Loss, Lives Lost (Several), Crew Missing (Several), Pollution Total Loss, Lives Lost (Single) Total Loss, Pollution

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΕΡΓΑΛΕΙΟΥ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΔΙΑΚΙΝΔΥΝΕΥΣΗΣ (RISK ASSESSMENT TOOL)

Αντίστοιχα για το Risk Matrix του Ship Operational Design:

Πίνακας 32: Δείκτες συνεπειών ατυχήματος κατά Ship Operational Design Risk Matrix.

Category Description	Consequences to Personnel	Asset Damage	Enviromental Damage
Minor	At most a single minor injury or minor occupational illness	Negligible damage to the vessel	Negligible damage to the environment
Severe	Single severe injury or occupational illness and/or multiple minor injuries or minor occupational injuries	Minor damage to the vessel but its operational role remains unaffected	Minor damage to the environment
Fatal	Single death and/or multiple severe injuries or severe occupational illnesses	Severe damage to the vessel such that its operational role is degraded	Severe damage to the environment
Catastrophic	Several deaths 2 to 9	Major damage to the vessel such tha it must abort its operational role	Major damage to the environment
Disastrous	Multiple deaths >10	Total loss of vessel	

Η κατηγοριοποίηση των ατυχημάτων είναι:

**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΕΡΓΑΛΕΙΟΥ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ
ΔΙΑΚΙΝΔΥΝΕΥΣΗΣ (RISK ASSESSMENT TOOL)**

Πίνακας 33: Ταξινόμηση συνεπειών ατυχημάτων κατά Ship Operational Design Risk Matrix.

SI RANKING	CONSEQUENCE DESCRIPTION
Minor (1)	Time Delay
Severe (2)	Time Delay, Material Damage (Minor) Time Delay, Material Damage (Minor), Cargo Loss Time Delay, Cargo Loss Material Damage (Minor)
Fatal(3)	Material Damage Material Damage, Pollution Time Delay, Crew Missing (Multiple) Time Delay, Material Damage Time Delay, Material Damage, Cargo Loss Time Delay, Material Damage, Injuries (Several) Time Delay, Material Damage, Injuries (Single) Time Delay, Material Damage, Pollution Time Delay, Injuries (Single), Cargo Loss
Catastrophic (4)	Material Damage (Major) Material Damage (Major), Pollution Time Delay, Material Damage, Lives Lost (Several) Time Delay, Material Damage, Injuries (Several), Lives Lost (Several)
Disastrous (5)	Total Loss Total Loss, Crew Missing (Multiple) Total Loss, Crew Missing (Multiple), Lives Lost (Single) Total Loss, Crew Missing (Several) Total Loss, Lives Lost (Several), Crew Missing (Several), Pollution Total Loss, Lives Lost (Single) Total Loss, Pollution

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΕΡΓΑΛΕΙΟΥ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΔΙΑΚΙΝΔΥΝΕΥΣΗΣ (RISK ASSESSMENT TOOL)

6.4 Υπολογισμός Ρίσκου

Έχοντας υπολογίσει συχνότητα/πιθανότητα και συνέπειες για κάθε είδος ατυχήματος, είναι πλέον δυνατός ο υπολογισμός του αντίστοιχου Ρίσκου, για τις δυο μεθόδους. Υπενθυμίζουμε:

- Για το Risk Ranking Matrix του IMO:

$$\text{Risk} = \text{Frequency} \times \text{Consequence} \Rightarrow$$

$$\log(\text{Risk}) = \log(\text{Frequency}) + \log(\text{Consequence}) \Rightarrow$$
$$\mathbf{RI = FI + SI}$$

Επομένως η εκτίμηση του Ρίσκου γίνεται με πρόσθεση των Δεικτών Συχνότητας και Συνεπειών που έχουν υπολογιστεί στα προηγούμενα βήματα. Καταλήγουμε στον εξής Πίνακα Ρίσκου:

Πίνακας 34: Πίνακας Ρίσκου κατά IMO Risk Ranking Matrix.

Risk Index (RI)					
FI	FREQUENCY	SEVERITY (SI)			
		1	2	3	4
		Minor	Significant	Severe	Catastrophic
7	Frequent	8	9	10	11
6		7	8	9	10
5	Reasonably probable	6	7	8	9
4		5	6	7	8
3	Remote	4	5	6	7
2		3	4	5	6
1	Extremely remote	2	3	4	5

Όπως έχει προαναφερθεί, η μέθοδος Risk Ranking Matrix του IMO δε διαθέτει κατηγοριοποίηση του Ρίσκου ως προς την ανεκτικότητα.

- Για το Risk Matrix του Ship Operational Design:

Εδώ το Ρίσκο υπολογίζεται βάσει του παραδοσιακού ορισμού:

$$\text{Risk} = \text{Probability} \times \text{Consequence}$$

Ο Πίνακας Ρίσκου είναι:

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΕΡΓΑΛΕΙΟΥ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΔΙΑΚΙΝΔΥΝΕΥΣΗΣ (RISK ASSESSMENT TOOL)

Πίνακας 35: Πίνακας Ρίσκου ποιοτικά κατά Ship Operational Design Risk Matrix.

Severity ->	Disastrous	Catastrophic	Fatal	Severe	Minor
Probability					
Conceivable	A	A	A	B	C
Unlikely	A	A	B	C	C
Remote	A	B	C	C	D
Improbable	B	C	C	D	D
Incredible	C	C	C	D	D

Οι κατηγορίες Ρίσκου ως προς την ανεκτικότητα:

Πίνακας 36: Κατηγορίες Ρίσκου κατά Ship Operational Design Risk Matrix.

Risk Category	Definition
A	Intolerable
B	Undesirable, and shall only be accepted when risk reduction is impracticable
C	Tolerable with endorsement
D	Tolerable with endorsement

Αποφασίστηκε να χρησιμοποιηθούν νούμερα αντί για γράμματα του αγγλικού αλφαβήτου για καλύτερη απεικόνιση του Ρίσκου και ευκολία στη χρήση. Για να μη χαθεί η φιλοσοφία της μεθόδου, οι κατηγορίες ανεκτικότητας προς το Ρίσκο παρέμειναν ίδιες. Ο Πίνακας Ρίσκου που θα χρησιμοποιηθεί είναι:

Πίνακας 37: Πίνακας Ρίσκου αριθμητικά κατά Ship Operational Design Risk Matrix.

Severity ->	Disastrous	Catastrophic	Fatal	Severe	Minor
Probability	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)
Conceivable (5)	25	20	15	10	5
Unlikely (4)	20	16	12	8	4
Remote (3)	15	12	9	6	3
Improbable (2)	10	8	6	4	2
Incredible (1)	5	4	3	2	1

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΕΡΓΑΛΕΙΟΥ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΔΙΑΚΙΝΔΥΝΕΥΣΗΣ (RISK ASSESSMENT TOOL)

Με βάση τα ανωτέρω υπολογίζουμε το Ρίσκο για τους κινδύνους κάθε ατυχήματος, με τις δυο μεθόδους. Με το πέρας αυτής της διαδικασίας έχουμε, για κάθε κίνδυνο, έναν Πίνακα με:

- Τη σειρά συμβάντων (Incident 1, Incident 2) που μπορεί να προκαλέσει.
- Τις συνέπειες (Consequences) της σειράς συμβάντων
- Τις τιμές συχνότητας, συνεπειών και τον υπολογισμό του Ρίσκου κατά IMO Risk Ranking Matrix.
- Τις τιμές πιθανότητας, συνεπειών και τον υπολογισμό του Ρίσκου κατά Ship Operational Design Risk Matrix.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΕΡΓΑΛΕΙΟΥ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΔΙΑΚΙΝΔΥΝΕΥΣΗΣ (RISK ASSESSMENT TOOL)

Για παράδειγμα, για τους κινδύνους που αναφέραμε στην Παράγραφο 6.2, ο αντίστοιχος πίνακας θα είναι:

Πίνακας 38: Παράδειγμα υπολογισμού Ρίσκου.

OPERATION	SUB OPERATION	HAZARD	INCIDENT 1	INCIDENT 2	CONSEQUENCE	IMO			Op Design		
						Frequency (F)	Severity (S)	Risk (F+S)	Probability	Severity	Risk
Engine Room	On voyage	Defective Equipment & Machine	Engine Failure	Stranded	Total loss	2	4	6	2	5	10
Engine Room	On voyage	Lack Of Maintenance	Engine Failure	Stranded	Total loss	2	4	6	2	5	10
Engine Room	On voyage	Improper Inspections	Engine Failure	Stranded	Total loss	2	4	6	2	5	10
Engine Room	On voyage	Heavy weather	Engine Failure	Stranded	Total loss	2	4	6	2	5	10

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΕΡΓΑΛΕΙΟΥ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΔΙΑΚΙΝΔΥΝΕΥΣΗΣ (RISK ASSESSMENT TOOL)

6.5 Εμφάνιση Δεδομένων

Μέχρι στιγμής έχουμε κατηγοριοποιήσει τους κινδύνους ανά:

- Τομέα (Section)
- Διαδικασία (Operation)
- Είδος Κινδύνου (Hazard Category)

Σε κάθε κίνδυνο αντιστοιχεί ένας Πίνακας που όπως ειπώθηκε στην προηγούμενη Παράγραφο προσφέρει τις εξής πληροφορίες:

- Τη σειρά συμβάντων (Incident 1, Incident 2) που μπορεί να προκαλέσει.
- Τις συνέπειες (Consequences) της σειράς συμβάντων
- Τις τιμές συχνότητας, συνεπειών και τον υπολογισμό του Ρίσκου κατά IMO Risk Ranking Matrix.
- Τις τιμές πιθανότητας, συνεπειών και τον υπολογισμό του Ρίσκου κατά Ship Operational Design Risk Matrix.

Ο παραγόμενος Πίνακας είναι, όπως καταλαβαίνουμε, συνάρτηση τεσσάρων μεταβλητών. Για κάθε επιλογή Τομέα, Διαδικασίας, Είδους Κινδύνου, Κινδύνου θα δημιουργείται μια μοναδική ετικέτα, που θα αντιστοιχεί στον αντίστοιχο Πίνακα προς εμφάνιση. Σε κάθε στοιχείο καθεμιάς από τις μεταβλητές αντιστοιχίζεται ένας 'κωδικός', μονοψήφιος για τους Τομείς, διψήφιος για τις υπόλοιπες τρεις κατηγορίες. Συνεπώς θα δημιουργείται μια 7-ψήφια ετικέτα:

1113141

Όπου:

- 1, ο κωδικός του Τομέα
- 11, ο κωδικός της Διαδικασίας
- 31, ο κωδικός του Είδους Κινδύνου
- 41, ο κωδικός του Κινδύνου.

Οι κωδικοί των τεσσάρων κατηγοριών παρατίθενται αναλυτικά στην επόμενη σελίδα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΕΡΓΑΛΕΙΟΥ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΔΙΑΚΙΝΔΥΝΕΥΣΗΣ (RISK ASSESSMENT TOOL)

Πίνακας 39: Κωδικοί Section, Operation, Hazard Categories και Hazards.

Section	
Accommodation	1
Bridge	2
Cargo space	3
Deck	4
Engine Room	5
Galley	6
Hotel	7

Operation	
Being towed	11
Bunkering	12
Cargo Operation	13
Health & Hygiene	14
In Dry/Floating Dock	15
Maintenance	16
Manoeuvring	17
Manoeuvring with assistance	18
Moored/ Anchored	19
On trials	20
On voyage	21

Hazard Categories	
Cargo_Hazards	31
External_Hazards	32
Health_n_Hygiene_Hazards	33
Human_Hazards	34
Maintenance_Equipment	35
Operational_Hazards	36

Hazards	
Bad Personal Hygiene	41
Cargo Shift	42
Defective Equipment & Machine	43
Diminished Alertness & Communication	44
Dirty Dishes & Utensils	45
Fire & Explosion	46
Flammable environment	47
Flammable Fluids	48
Floating object	49
Food Preparation	50
Heavy Traffic in Vicinity	51
Heavy weather	52
Humidity	53
Ice	54
Improper Bunkering	55
Improper Inspections	56
Improper Use of External Loading Equipment	57
Incorrect Info From Agents	58
Incorrect Navigation	59
Lack Of Maintenance	60
Lack of Skill, Training & Experience	61
Loss of structural integrity	62
Misjudgement	63
Narrow passage	64
Organizational & Procedural Problems	65
Piracy	66
Poor visibility	67
Sea pollution	68
Strong Current	69
Strong Wind	70
Temporary Repairs	71
Undercooking	72
Unreasonable Behaviour & Negligence	73
Water Ingress Through Openings	74

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΕΡΓΑΛΕΙΟΥ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΔΙΑΚΙΝΔΥΝΕΥΣΗΣ (RISK ASSESSMENT TOOL)

6.5.1 Drop Down Menus

Πρώτο βήμα είναι να οριστούν οι λίστες, ώστε να είναι δυνατή η επιλογή των τεσσάρων κατηγοριών με Drop-down Menus. Ορίζονται λοιπόν οι λίστες:

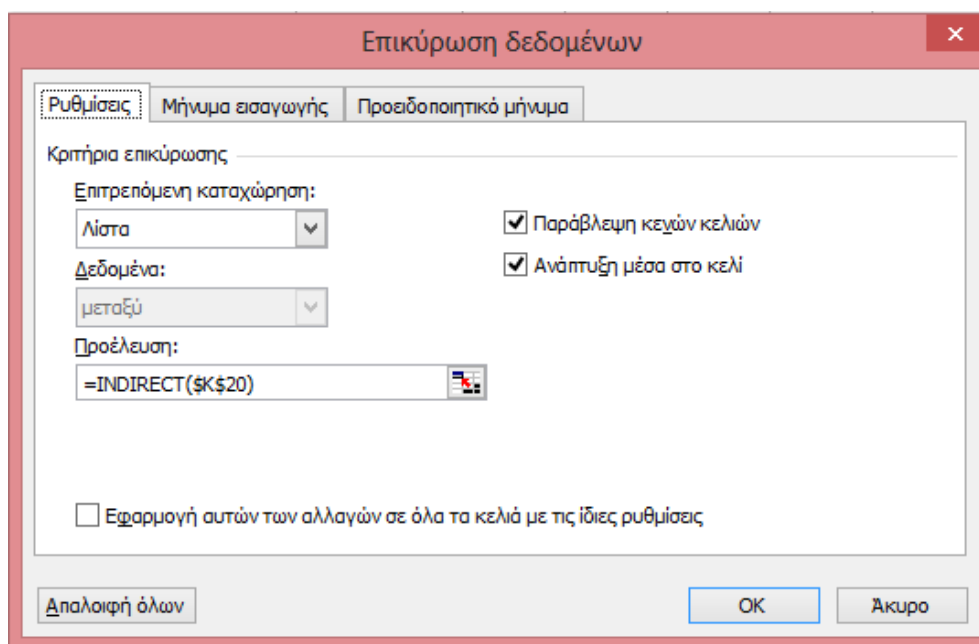
- Section
- Operation
- Hazards
- Cargo_Hazards
- External_Hazards
- Health_n_Hygiene_Hazards
- Human_Hazards
- Maintenance_Equipment
- Operational_Hazards

Γίνεται χρήση κάτω παύλας (underscore) διότι το MS Excel δεν επιτρέπει κενά στα ονόματα από τις λίστες.

Για να δημιουργήσουμε ένα Drop-down menu σε ένα κελί:

- Επιλέγουμε το κελί
- Δεδομένα → Επικύρωση → Ρυθμίσεις
- Επιτρεπόμενη καταχώρηση: Λίστα
- Προέλευση: =(όνομα λίστας)

Αφού έχει επιλεγεί κατηγορία κινδύνου (Hazard Category), οι διαθέσιμες επιλογές στην κατηγορία 'Επιλογή Κινδύνου' (Select Hazard), πρέπει να είναι αυτές της αντίστοιχης κατηγορίας. Αυτό επιτυγχάνεται με τη συνάρτηση **INDIRECT** του Excel στην επιλογή 'Προέλευση' της Επικύρωσης Δεδομένων.



Σχήμα 25: Επικύρωση δεδομένων- συνάρτηση INDIRECT

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΕΡΓΑΛΕΙΟΥ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΔΙΑΚΙΝΔΥΝΕΥΣΗΣ (RISK ASSESSMENT TOOL)

6.5.2 Δημιουργία Ετικέτας

Έστω ότι ο χρήστης έχει επιλέξει τις τέσσερις κατηγορίες που επιθυμεί. Επόμενο βήμα είναι η κωδικοποίηση της επιλογής και δημιουργία ετικέτας όπως αναλύθηκε σε προηγούμενο κεφάλαιο. Υπενθυμίζεται ότι η ετικέτα είναι ο κωδικός του Πίνακα προς μεταφορά στη Βάση Δεδομένων του Εργαλείου.

Αυτή η διαδικασία επιτυγχάνεται σε δυο στάδια:

Πρώτον, με τη χρήση της συνάρτησης **VLOOKUP** παραχωρούνται σε τέσσερα επιλεγμένα κελιά οι αντίστοιχοι κωδικοί: Τομέα, Διαδικασίας, Είδους κινδύνου, Κινδύνου.

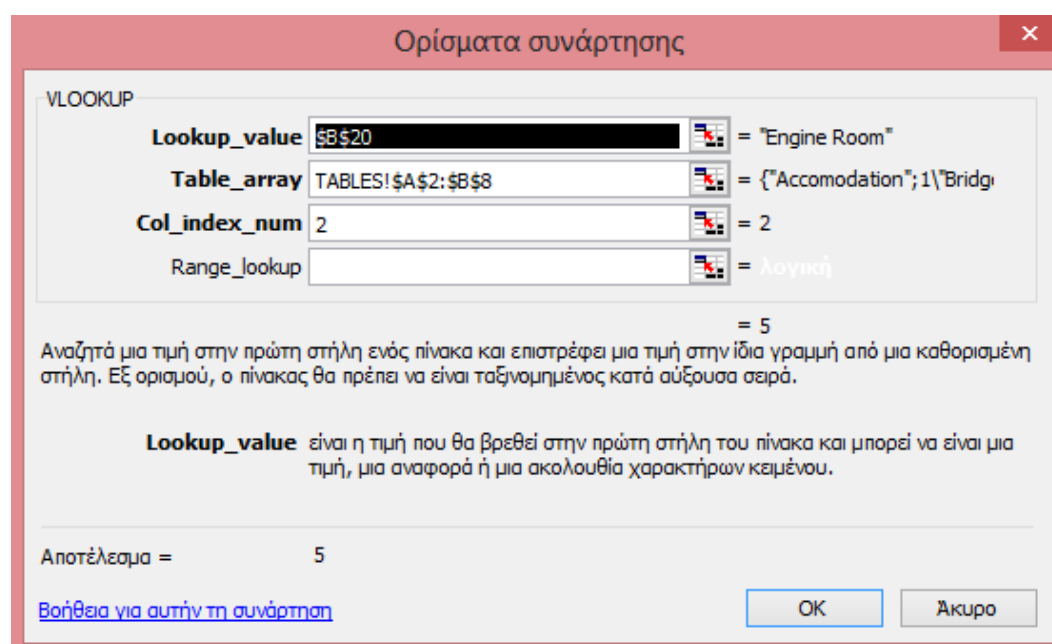
Π.χ. για την κωδικοποίηση Τομέα:

Lookup_value: (το κελί που διαλέγουμε Τομέα)

Table_array: (ο πίνακας με τους Τομείς και τους κωδικούς τους)

Col_index_num: 2

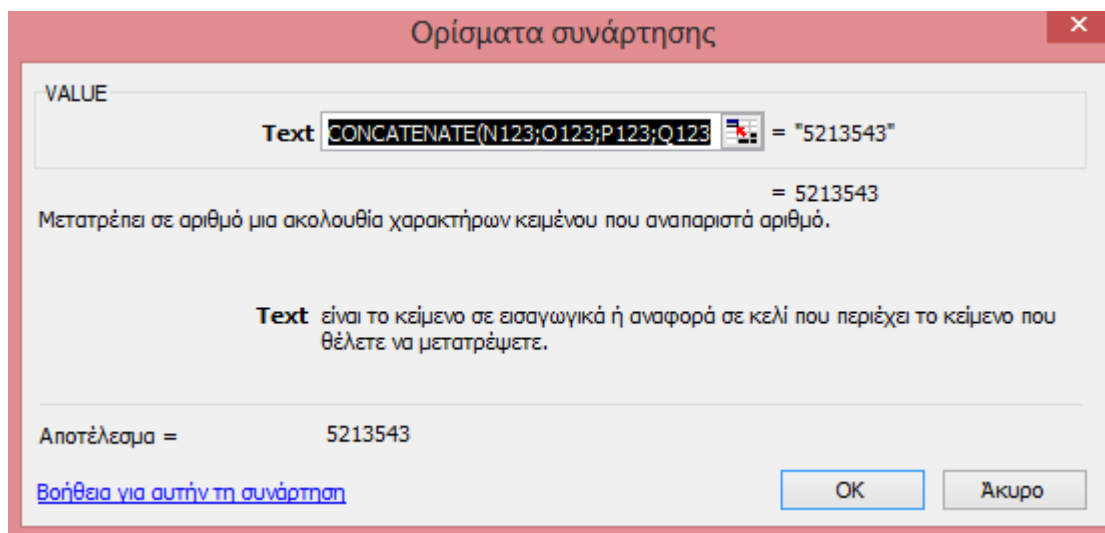
Διότι θέλουμε να αποδίδεται στο κελί η τιμή της δεύτερης στήλης του πίνακα.



Σχήμα 26: Ορίσματα συνάρτησης VLOOKUP

Δεύτερο στάδιο η συγχώνευση των κωδικών των τεσσάρων κελιών για τη δημιουργία της ετικέτας. Επιτυγχάνεται με τη συνάρτηση **CONCATENATE**, επιλέγοντας τα τέσσερα κελιά.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΕΡΓΑΛΕΙΟΥ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΔΙΑΚΙΝΔΥΝΕΥΣΗΣ (RISK ASSESSMENT TOOL)



Σχήμα 27: Ορίσματα συνάρτησης CONCATENATE

Τέλος, επειδή η CONCATENATE παράγει χαρακτήρες και όχι αριθμό, χρησιμοποιούμε τη συνάρτηση:

VALUE(CONCATENATE(...))

Και πλέον έχουμε την επιθυμητή ετικέτα.

6.5.3 Μεταφορά Δεδομένων

Δημιουργούμε τη Βάση Δεδομένων του Εργαλείου σε ένα Φύλλο του Excel. Διαθέτει δέκα στήλες (σχήμα 28):

- Ετικέτα επιλογών χρήστη
- Αρχικό συμβάν (Incident 1)
- Τελικό συμβάν (Incident 2)
- Συνέπειες (Consequences)
- Δείκτη συχνότητας κατά IMO Risk Ranking Matrix
- Δείκτη συνεπειών κατά IMO Risk Ranking Matrix
- Υπολογισθέν Ρίσκο κατά IMO Risk Ranking Matrix
- Δείκτη πιθανότητας κατά Ship Operational Design Risk Matrix
- Δείκτη συνεπειών κατά Ship Operational Design Risk Matrix
- Υπολογισθέν Ρίσκο κατά Ship Operational Design Risk Matrix

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΕΡΓΑΛΕΙΟΥ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΔΙΑΚΙΝΔΥΝΕΥΣΗΣ (RISK ASSESSMENT TOOL)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
40	2173264	Stranded		Time Delay, Material Damage	4	2	6	3	3	9	
41	2173264	Stranded		Time Delay, Material Damage, Cargo Loss	4	2	6	3	3	9	
42	2173267	Collision (struck)		Time Delay, Material Damage	3	2	5	3	3	9	
43	2173267	Contact		Time Delay, Material Damage (Minor)	3	1	4	2	2	4	
44	2173267	Contact		Time Delay, Material Damage	3	2	5	2	3	6	
45	2173270	Contact		Time Delay, Material Damage	3	2	5	2	3	6	
46	2173270	Stranded		Time Delay	4	1	5	3	1	3	
47	2173444	Contact		Time Delay, Material Damage	3	2	5	2	3	6	
48	2173444	Stranded		Time Delay, Material Damage	4	2	6	3	3	9	
49	2173461	Collision (stricken)		Time Delay	3	1	4	2	1	2	
50	2173461	Collision (struck)		Time Delay	3	1	4	3	1	3	
51	2173461	Collision (struck)		Time Delay, Material Damage	3	2	5	3	3	9	
52	2173461	Contact		Time Delay	3	1	4	2	1	2	
53	2173461	Contact		Time Delay, Material Damage	3	2	5	2	3	6	
54	2173461	Contact		Time Delay, Material Damage (Minor)	3	1	4	2	2	4	
55	2173461	Contact	Water in Hold(s)	Time Delay, Material Damage, Cargo Loss	1	2	3	1	3	3	
56	2173461	Contact		Time Delay, Material Damage, Pollution	3	2	5	2	3	6	
57	2173461	Stranded		Time Delay	4	1	5	3	1	3	
58	2173461	Stranded		Time Delay, Cargo Loss	4	1	5	3	2	6	
59	2173461	Stranded		Time Delay, Material Damage	4	2	6	3	3	9	
60	2173461	Stranded		Time Delay, Material Damage, Cargo Loss	4	2	6	3	3	9	
61	2173461	Stranded		Total Loss, Pollution	4	4	8	3	5	15	
62	2173461	Stranded (Brief)		Time Delay, Material Damage	2	2	4	2	3	6	
63	2173465	Contact		Time Delay	3	1	4	2	1	2	
64	2173659	Collision (stricken)		Time Delay	3	1	4	2	1	2	
65	2173659	Collision (struck)		Time Delay	3	1	4	3	1	3	
66	2173659	Collision (struck)		Time Delay, Material Damage (Minor)	3	1	4	3	2	6	
67	2173659	Collision (struck)		Time Delay, Material Damage	3	2	5	3	3	9	
68	2173659	Collision (struck)		Time Delay, Material Damage	3	2	5	3	3	9	
69	2173659	Contact	Water in Hold(s)	Time Delay, Material Damage, Cargo Loss	1	2	3	1	3	3	
70	2173659	Contact		Time Delay	3	1	4	2	1	2	
71	2173659	Contact		Time Delay, Material Damage (Minor)	3	1	4	2	2	4	
72	2173659	Contact		Time Delay, Material Damage	3	2	5	2	3	6	

Σχήμα 28: Βάση δεδομένων Εργαλείου Υπολογισμού Διακινδύνευσης

Για να μεταφερθούν οι εγγραφές που έχουν κωδικό ίδιο με αυτό που παράγει η συνάρτηση CONCATENATE, χρησιμοποιούμε τη συνάρτηση INDEX. Η εντολή αυτή αναζητά στον πίνακα της Βάσης Δεδομένων πόσες φορές επαναλαμβάνεται ο κωδικός και μεταφέρει στο κυρίως πρόγραμμα τις αντίστοιχες εγγραφές.

Για την περίπτωση που ο κωδικός δεν υπάρχει στη Βάση, χρησιμοποιούμε τη συνάρτηση ISERROR για να μεταφέρει την τιμή 0. Όταν το πρόγραμμα διαβάζει την τιμή αυτή, στην πρώτη γραμμή των αποτελεσμάτων παράγει την επιγραφή: “There is no relative historic experience of the selected scenario”.

6.5.4 Κατηγοριοποίηση Ρίσκου

Η μέθοδος Risk Matrix του Ship Operational Design διαθέτει κατηγοριοποίηση του Ρίσκου σε τέσσερις διαβαθμίσεις (Πίνακας 36). Για να είναι ευδιάκριτη η κατηγοριοποίηση αυτή χρησιμοποιούμε χρώματα, ανάλογα την κατηγορία του Ρίσκου. Για να εμφανίζεται το αντίστοιχο χρώμα σύμφωνα με την τιμή του υπολογισθέντος Ρίσκου, επιλέγουμε τη στήλη του Ρίσκου κατά Ship Operational Design (στήλη K) και έπειτα ανοίγουμε την επιλογή ‘Μορφοποίηση υπό όρους...’ του Menu ‘Μορφή’.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΕΡΓΑΛΕΙΟΥ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΔΙΑΚΙΝΔΥΝΕΥΣΗΣ (RISK ASSESSMENT TOOL)

Μορφοποίηση υπό όρους

Ορος 1
Η τιμή του κελιού είναι μεταξύ 1 και 4
Προεπισκόπηση της μορφής που θα χρησιμοποιηθεί, εάν ο όρος είναι αληθής: ΑαΒβΓγΨψΩω Μορφοποίηση...

Ορος 2
Η τιμή του κελιού είναι μεταξύ 5 και 12
Προεπισκόπηση της μορφής που θα χρησιμοποιηθεί, εάν ο όρος είναι αληθής: ΑαΒβΓγΨψΩω Μορφοποίηση...

Ορος 3
Η τιμή του κελιού είναι μεταξύ 13 και 25
Προεπισκόπηση της μορφής που θα χρησιμοποιηθεί, εάν ο όρος είναι αληθής: ΑαΒβΓγΨψΩω Μορφοποίηση...

Προσθήκη >> Διαγραφή... OK Άκυρο

Σχήμα 29: Μορφοποίηση υπό όρους

Δυστυχώς το Excel μας επιτρέπει έως τρεις επιλογές μορφοποίησης στην εν λόγω εντολή, επομένως το Ρίσκο θα χωριστεί σε τρεις χρωματικές ζώνες:

- Κόκκινη: Intolerable (Risk: 13-25)
- Κίτρινη: Undesirable, and shall only be accepted when risk reduction is impracticable (Risk: 5-12)
- Πράσινη: Tolerable with endorsement (Risk: 1-4)

Υπενθυμίζουμε ότι η μέθοδος Risk Ranking Matrix του IMO δεν προτείνει κατηγοριοποίηση του Ρίσκου.

6.5.5 Εμφάνιση Εργαλείου Υπολογισμού Διακινδύνευσης



Το Εργαλείο Υπολογισμού Διακινδύνευσης διαθέτει δυο Φύλλα Εργασιών MS Excel. Το πρώτο φύλλο, με την ονομασία 'MENUS', περιέχει κατ' αρχάς τις κατηγορίες Section, Operation, Hazards Categories που έχουμε ορίσει. Επιπλέον, ο χρήστης μπορεί να δει τα είδη των συνεπειών, τους κινδύνους που ανήκουν σε κάθε κατηγορία Hazard, καθώς και το σύνολο των ειδών ατυχημάτων που έχουν καταγραφεί. Σκοπός του φύλλου 'MENUS' είναι η εξοικείωση του χρήστη με το σύνολο των επιλογών του προγράμματος, με σκοπό τη σύνταξη της Φόρμας Εκτίμησης Διακινδύνευσης του δεύτερου φύλλου. Το φύλλο 'MENUS' φαίνεται οπτικά στο επόμενο σχήμα

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΕΡΓΑΛΕΙΟΥ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΔΙΑΚΙΝΔΥΝΕΥΣΗΣ (RISK ASSESSMENT TOOL)

A	B	C	D	E	F
SECTION	OPERATION	INCIDENT – casualty type	HAZARDS	CONSEQUENCE	
Accommodation	Being towed	Collision (stricken)	Cargo_Hazards	CARGO LOSS	
Bridge	Bunkering	Collision (struck)	External_Hazards	CREW MISSING	
Cargo space	Cargo Operation	Contact	Health_n_Hygiene_Hazards	INJURIES	
Deck	Health & Hygiene	Fire/Explosion	Human_Hazards	LIVES LOST	
Engine Room	In Dry/Floating Dock	Foundered	Maintenance_Equipment	MATERIAL DAMAGE	
Galley	Maintenance	Hull/ Mchy damage	Operational_Hazards	MATERIAL DAMAGE (MAJOR)	
Hotel	Manoeuvring	Miscellaneous		MATERIAL DAMAGE (MINOR)	
	Manoeuvring with assist	Missing		POLLUTION	
	Moored/ Anchored	Stranded (Brief)		TIME DELAY	
	On trials	War loss/ Hostilities		TOTAL LOSS	
	On voyage	Stranded			
HAZARDS					
Cargo Hazards	External Hazards	Health & Hygiene Hazards	Human Hazards	Maintenance/Equipment	Operational Hazards
Flammable environment	Strong Wind	Undercooking	Diminished Alertness & Communication	Defective Equipment & Machine	Incorrect Navigation
Humidity	Strong Current	Food Preparation	Lack of Skill, Training & Experience	Lack Of Maintenance	Improper Bunkering
Cargo Shift	Fire & Explosion	Bad Personal Hygiene	Misjudgement	Improper Inspections	Incorrect Info From Agents
	Heavy Traffic in Vicinity	Dirty Dishes & Utensils	Unreasonable Behaviour & Negligence	Temporary Repairs	
	Heavy weather		Organizational & Procedural Problems	Loss of structural integrity	
	Ice			Water Ingress Through Openings	
	Poor visibility			Flammable Fluids	
	Narrow passage				
	Improper Use of External Loading Equipment				
	Floating object				
	Sea pollution				
	Piracy				

Σχήμα 30: Φύλλο ‘MENUS’ Εργαλείου Υπολογισμού Διακινδύνευσης

Το δεύτερο φύλλο: ‘ASSESSMENT FORM’ είναι η φόρμα εκτίμησης διακινδύνευσης. Στο άνω μέρος του διαθέτει (σχήμα 31α):

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1					ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ					
2					ΣΧΟΛΗ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ					
3					ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΛΕΤΗΣ ΠΛΟΙΟΥ ΚΑΙ ΘΑΛΑΣΣΙΩΝ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ					
4										
5										
6										
7										
8										
9				RISK ASSESSMENT FORM						
10										
11					For Office & Shipboard Use)					
12					ISSUED BY:		DATE:		Form No:	
13										
14					PLACE:		VESSEL NAME			
15										
16						OPERATION DESCRIPTION:				

Σχήμα 31α: Εμφάνιση Εργαλείου Υπολογισμού Διακινδύνευσης

- Το σύμβολο και την ονομασία του Ε.Μ.Π.
- Το σύμβολο και την ονομασία του Τομέα Μελέτης Πλοίου και Θαλασσίων Μεταφορών.
- Τον τίτλο: RISK ASSESSMENT FORM (For office & Shipboard Use)
- Τις επιλογές:
 - ISSUED BY: (συμπληρώνεται η επωνυμία της εταιρίας που εκδίδει τη φόρμα)
 - DATE: (συμπληρώνεται η ημερομηνία έκδοσης της φόρμας)
 - Form No: (συμπληρώνεται ο αριθμός της φόρμας)
 - PLACE: (συμπληρώνεται ο τόπος έκδοσης)
 - VESSEL NAME: (συμπληρώνεται το όνομα του πλοίου)
 - OPERATION DESCRIPTION: (συμπληρώνεται η περιγραφή της διαδικασίας που εκτελείται)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΕΡΓΑΛΕΙΟΥ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΔΙΑΚΙΝΔΥΝΕΥΣΗΣ (RISK ASSESSMENT TOOL)

Στη συνέχεια παρατίθενται οι κατηγορίες:

- SECTION
- OPERATION
- HAZARD CATEGORY

και δίπλα τους τα αντίστοιχα drop down menus. Από κάτω βρίσκεται η κατηγορία SELECT HAZARD όπου ο χρήστης καλείται να επιλέξει έναν κίνδυνο από την κατηγορία HAZARD που έχει προεπιλέξει.

Ακολουθεί ένας πίνακας που πρέπει να συμπληρωθεί από τα ονόματα και την υπογραφή της ομάδας εκτίμησης Διακινδύνευσης Risk Assessment Team (σχήμα 31β). Αρχικά συμπληρώνεται το όνομα του αρχηγού (Leader), που είναι ο ανώτερος και ο υπογράφων της φόρμας. Υπάρχει χώρος για τα ονόματα τριών ακόμα συμμετεχόντων (Participants) στην ομάδα.

20	SECTION:				OPERATION:				HAZARD CATEGORY:			
21												
22												
23	SELECT HAZARD:											
24												
25												
26		Risk Assessment team						Signature				
27		Leader										
28		Participant										
29		Participant										
30		Participant										

Σχήμα 31β: Εμφάνιση Εργαλείου Υπολογισμού Διακινδύνευσης

Τέλος, παρατίθενται ο πίνακας που υπολογίζει με δυο τρόπους το ρίσκο των πιθανών ατυχημάτων που μπορεί να προκληθούν για τις επιλεγμένες κατηγορίες Τομέα, Διαδικασίας και Κινδύνου. Αναλυτικά, ο πίνακας αυτός περιέχει (σχήμα 31γ):

- Τη σειρά συμβάντων (Incident 1, Incident 2) που μπορεί να προκληθούν από τον επιλεγμένο συνδυασμό Τομέα, Διαδικασίας και Κινδύνου.
- Τις συνέπειες (Consequences) της σειράς συμβάντων
- Τις τιμές συχνότητας, συνεπειών και τον υπολογισμό του Ρίσκου κατά IMO Risk Ranking Matrix.
- Τις τιμές πιθανότητας, συνεπειών και τον υπολογισμό του Ρίσκου κατά Ship Operational Design Risk Matrix, καθώς και (χρωματική) κατηγοριοποίηση του.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΕΡΓΑΛΕΙΟΥ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΔΙΑΚΙΝΔΥΝΕΥΣΗΣ (RISK ASSESSMENT TOOL)

	INCIDENT 1	INCIDENT 2	CONSEQUENCE	IMO		Op Design	
				Frequency (F)	Severity (S)	Risk (F+S)	Probability
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							
26							
27							
28							
29							
30							

Σχήμα 31γ: Εμφάνιση Εργαλείου Υπολογισμού Διακινδύνευσης

6.5.6 Παραδείγματα χρήσης Εργαλείου Υπολογισμού Διακινδύνευσης.

Θα παραθέσουμε δυο παραδείγματα χρήσης του κατασκευασθέντος Εργαλείου.

1^ο Παράδειγμα

Επιθυμούμε να μάθουμε τα πιθανά ατυχήματα και τα αντίστοιχα ρίσκα που μπορούν να συμβούν:

- Στο χώρο της Γέφυρας (Bridge)
- Κατά τη διαδικασία Ελιγμών (Manoeuvring)
- Λόγω έλλειψης ικανότητας, εκπαίδευσης & εμπειρίας (Lack of skill, training & experience)

Από το φύλλο εργασίας ‘MENUS’ βλέπουμε ότι ο κίνδυνος ‘Lack of skill, training & experience’ ανήκει στους κινδύνους που οφείλονται στον ανθρώπινο παράγοντα (Human Hazards).

Πηγαίνουμε στο φύλλο ‘ASSESSMENT FORM’ και επιλέγουμε τις παραπάνω κατηγορίες:

Από το Drop down menu της κατηγορίας SECTION επιλέγω ‘Bridge’:

SECTION: Bridge	OPERATION:	HAZARD CATEGORY:
SELECT HAZARD:		

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΕΡΓΑΛΕΙΟΥ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΔΙΑΚΙΝΔΥΝΕΥΣΗΣ (RISK ASSESSMENT TOOL)

Από το Drop down menu της κατηγορίας OPERATION επιλέγω ‘Manoeuvring’:

SECTION: Bridge	OPERATION: Manoeuvring	HAZARD CATEGORY:
SELECT HAZARD:		

Από το Drop down menu της κατηγορίας HAZARD_CATEGORY επιλέγω ‘Human Hazards’:

SECTION: Bridge	OPERATION: Manoeuvring	HAZARD CATEGORY: Human Hazards
SELECT HAZARD:		

Από το Drop down menu της κατηγορίας SELECT HAZARD επιλέγω ‘Lack of skill, training & experience’:

SECTION: Bridge	OPERATION: Manoeuvring	HAZARD CATEGORY: Human Hazards
SELECT HAZARD: Lack of Skill, Training & Experience		

Το πρόγραμμα παράγει τα εξής αποτελέσματα:

	INCIDENT 1	INCIDENT 2	CONSEQUENCE	IMO			Op Design		Risk
				Frequency (F)	Severity (S)	Risk (F+S)	Probability	Severity	
1			0 Time Delay	3	1	4	2	1	2
2	Collision (struck)		0 Time Delay	3	1	4	3	1	3
3	Collision (struck)		0 Time Delay, Material Damage	3	2	5	3	3	9
4	Contact		0 Time Delay	3	1	4	2	1	2
5	Contact		0 Time Delay, Material Damage	3	2	5	2	3	6
6	Contact		0 Time Delay, Material Damage (Minor)	3	1	4	2	2	4
7	Contact	Water in Ho	Time Delay, Material Damage, Cargo	1	2	3	1	3	3
8	Contact		0 Time Delay, Material Damage, Pollution	3	2	5	2	3	6
9	Stranded		0 Time Delay	4	1	5	3	1	3
10	Stranded		0 Time Delay, Cargo Loss	4	1	5	3	2	6
11	Stranded		0 Time Delay, Material Damage	4	2	6	3	3	9
12	Stranded		0 Time Delay, Material Damage, Cargo	4	2	6	3	3	9
13	Stranded		0 Total Loss, Pollution	4	4	8	3	5	15
14	Stranded (Brief)		0 Time Delay, Material Damage	2	2	4	2	3	6
15									
16									

Σχήμα 32: Αποτελέσματα 1^{ου} παραδείγματος χρήσης Εργαλείου Υπολογισμού Διακινδύνευσης

Παρατηρούμε ότι τα πιθανά ατυχήματα είναι:

- Επαφή (Contact)
- Επαφή (Contact) και έπειτα Εισροή υδάτων στα κύττα (Water in Holds)
- Προσάραξη (Stranded)
- Βραχεία προσάραξη (Stranded- Brief)

Τα αντίστοιχα ρίσκα στην 11-βάθμια λογαριθμική κλίμακα του IMO παίρνουν τιμές από 3 μέχρι 8. Η χαμηλότερη τιμή συναντάται στο ατύχημα Contact- Water in Holds λόγω της μικρής του συχνότητας εμφάνισης και των περιορισμένων συνεπειών του (χρονική καθυστέρηση, υλικές ζημιές, απώλεια φορτίου).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΕΡΓΑΛΕΙΟΥ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΔΙΑΚΙΝΔΥΝΕΥΣΗΣ (RISK ASSESSMENT TOOL)

Ως προς την κατηγοριοποίηση του ρίσκου κατά τη μέθοδο Ship Operational Design, παρατηρούμε ότι τα πιθανά ατυχήματα βρίσκονται στην περιοχή του Ανεκτού (κίτρινο) και το Ευρέως Αποδεκτού (πράσινο) Ρίσκου, με εξαίρεση ένα ατύχημα που βρίσκεται στη Μη αποδεκτή περιοχή (κόκκινο). Το ατύχημα αυτό είναι προσάραξη. Μια συνήθης κατηγορία ατυχήματος, που συνεπάγεται υψηλό δείκτη πιθανότητας, σε συνδυασμό με καταστροφικές συνέπειες (ολική απώλεια, μόλυνση) έχει ως αποτέλεσμα κατάσταση υψηλής διακινδύνευσης (ρίσκο: 15/25).

2^ο Παράδειγμα

Επιθυμούμε να μάθουμε τα πιθανά ατυχήματα και τα αντίστοιχα ρίσκα που μπορούν να συμβούν:

- Στο χώρο των Κυτών (Cargo space)
- Εν πλω (On voyage)
- Λόγω έλλειψης ορατότητας (Poor visibility)

Από το φύλλο εργασίας 'MENUS' βλέπουμε ότι ο κίνδυνος 'Poor visibility' ανήκει στους εξωτερικούς κινδύνους (External Hazards). Επομένως:

Στο φύλλο 'ASSESSMENT FORM' επιλέγουμε τις παραπάνω κατηγορίες:

Από το Drop down menu της κατηγορίας SECTION επιλέγω 'Cargo space':

SECTION:	Cargo space	OPERATION:		HAZARD CATEGORY:	
SELECT HAZARD:					

Από το Drop down menu της κατηγορίας OPERATION επιλέγω 'On voyage':

SECTION:	Cargo space	OPERATION:	On voyage	HAZARD CATEGORY:	
SELECT HAZARD:					

Από το Drop down menu της κατηγορίας HAZARD_CATEGORY επιλέγω 'External Hazards':

SECTION:	Cargo space	OPERATION:	On voyage	HAZARD CATEGORY:	External_Hazards
SELECT HAZARD:					

Από το Drop down menu της κατηγορίας SELECT_HAZARD επιλέγω 'Poor visibility':

SECTION:	Cargo space	OPERATION:	On voyage	HAZARD CATEGORY:	External_Hazards
SELECT HAZARD:	Poor visibility				

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΕΡΓΑΛΕΙΟΥ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΔΙΑΚΙΝΔΥΝΕΥΣΗΣ (RISK ASSESSMENT TOOL)

Στον πίνακα του ρίσκου εμφανίζεται το μήνυμα: “There is no relative historic experience of the selected scenario” (σχήμα). Αυτό σημαίνει ότι ο συνδυασμός Τομέα, Διαδικασίας και Κινδύνου που επιλέχθηκε δεν προκάλεσε κάποιο ατύχημα σύμφωνα με την κωδικοποίηση της βάσης.

	INCIDENT 1	INCIDENT 2	CONSEQUENCE	IMO Frequency (F)	IMO Severity (S) Risk (F+S)	Op. Design Probability	Op. Design Severity	Op. Design Risk
1	There is no relative historic experience of the selected scenario							
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								

Σχήμα 33: Αποτελέσματα 2⁰⁰ παραδείγματος χρήσης Εργαλείου Υπολογισμού Διακινδύνευσης

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΕΡΓΑΛΕΙΟΥ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΔΙΑΚΙΝΔΥΝΕΥΣΗΣ (RISK ASSESSMENT TOOL)

7. ΣΥΖΗΤΗΣΗ- ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Με το πέρας αυτής της διπλωματικής εργασίας ολοκληρώνεται η δημιουργία ενός εργαλείου εκτίμησης διακινδύνευσης στις θαλάσσιες μεταφορές, με τη μέθοδο Risk Matrix, στηριζόμενο σε μια Βάση Δεδομένων Ατυχημάτων. Σε αυτό το κεφάλαιο, θα αναλυθούν τα συμπεράσματα από την εργασία, και θα ασκηθεί κριτική στις χρησιμοποιούμενες μεθόδους.

Η επιλογή χρήσης Βάσης ατυχημάτων βασίστηκε στο γεγονός ότι η χρήση στατιστικών στοιχείων είναι η πιο αξιόπιστη μεθοδολογία στην ποσοτική ανάλυση ρίσκου. Εξετάστηκαν ατυχήματα σε πλοία τύπου Bulk Carrier, σε όλο τον κόσμο, για την τριετία 2010-12. Από σύνολο 706 συμβάντων, κωδικοποιήθηκαν και χρησιμοποιήθηκαν στη Βάση Δεδομένων τα 678. Ο αριθμός αυτός θεωρήθηκε ικανοποιητικός για τη Βάση ενός αξιοπρεπούς Tool. Ο αποκλεισμός ατυχημάτων πραγματοποιήθηκε λόγω των ελλιπών πληροφοριών που προσέφεραν. Άλλωστε, τυχόν παρερμηνεία των πληροφοριών θα μπορούσε να οδηγήσει σε λανθασμένη κατηγοριοποίηση των ατυχημάτων, των συνεπειών τους κλπ. Με αυτόν τον τρόπο διασφαλίστηκε η όσο το δυνατόν μεγαλύτερη αντικειμενικότητα του Εργαλείου.

Η αξιοποίηση στοιχείων των ατυχημάτων των τριών τελευταίων ετών, προσέφερε αφ' ενός έναν επαρκή αριθμό ατυχημάτων για τη δημιουργία της Βάσης Δεδομένων, εξασφάλισε αφ' ετέρου ότι τα ατυχήματα είναι αρκετά σύγχρονα, ώστε να μην έχουν επηρεαστεί από αλλαγές στη ναυτιλία που μπορεί να μεταβάλουν τη συχνότητα εμφάνισης ανεπιθύμητων γεγονότων με την πάροδο του χρόνου (μεγαλύτερα και ταχύτερα πλοία, μεγαλύτερος στόλος, βελτίωση των συστημάτων πλοήγησης κλπ).

Βασικό *πλεονέκτημα* της χρήσης Βάσης ατυχημάτων είναι ότι τα εξεταζόμενα συμβάντα έχουν συμβεί στην πραγματικότητα. Επομένως θεωρείται η πιο αντικειμενική προσέγγιση ανάλυσης της συχνότητας. Οποιαδήποτε άλλη προσέγγιση θεωρείται ότι περιορίζεται από χρήση δεδομένων σεναρίων (Βούρος, 2007). Επίσης ενδείκνυται για αξιόπιστη ανάλυση συνεπειών ατυχημάτων.

Κύριο *μειονέκτημα* της μεθόδου είναι ότι δε συμπεριλαμβάνει την προοπτική ατυχημάτων που δεν έχουν συμβεί ακόμα. Επιπλέον, είναι πιθανή η μη καταγραφή συγκεκριμένων ατυχημάτων (ιδιαίτερα από χώρες όπου δεν έχουν κουλτούρα πρόληψης ατυχημάτων ή λόγω ελλιπής οργάνωσης των αντίστοιχων φορέων), με αποτέλεσμα την υπο-εκτίμηση των αντίστοιχων συχνοτήτων. Τέλος, η Βάση Ατυχημάτων που χρησιμοποιήθηκε περιείχε κυρίως μεγαλύτερης έκτασης ατυχήματα και όχι μικρότερης έκτασης συμβάντα, τα οποία λοιπόν δεν εμφανίζονται στο Εργαλείο. Ωστόσο, μια ναυτιλιακή εταιρεία, με καλή εσωτερική πληροφόρηση για το σύνολο των συμβάντων πάνω στα πλοία της, θα μπορούσε να στηριχθεί σε αυτή τη μεθοδολογία και να δημιουργήσει μια εξαιρετική Βάση.

Για τον υπολογισμό του Ρίσκου των διαφόρων (πιθανών) συμβάντων, χρησιμοποιήσαμε δυο εκδοχές της μεθόδου Risk Matrix, μια ποιοτική (από το βιβλίο: Ship Operational Design) και μια ποσοτική (τη Risk Ranking Matrix που προτείνει ο IMO). Είναι η μέθοδος πάνω στην οποία έχουν στηριχθεί τα περισσότερα (αν όχι όλα) Tools των διαφόρων ναυτιλιακών εταιριών στην Ελλάδα. Πληροί μια βασική

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7: ΣΥΖΗΤΗΣΗ- ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

προϋπόθεση που είχε τεθεί κατά τη δημιουργία του εργαλείου: την απλότητα στη χρήση.

Μια Risk Matrix είναι ένα απλό γραφικό εργαλείο, που παρέχει μια διαδικασία συνδυασμού της πιθανότητας/συχνότητας και των συνεπειών ενός ατυχήματος. Είναι ένας εύκολος στη χρήση μηχανισμός που επιτρέπει τη βελτιωμένη 'ορατότητα' του ρίσκου βοηθώντας στη διαδικασία λήψης αποφάσεων (μετριασμού του). Η μέθοδος πραγματοποιεί μια αριθμητική εκτίμηση του ρίσκου. Προαιρετικά γίνεται ταξινόμηση του ανάλογα με την τιμή του σε κατηγορίες ανεκτικότητας Ρίσκου.

Υπάρχουν πολλά είδη Risk Matrices για την εκτίμηση Ρίσκου στη ναυτιλία (ο κάθε οργανισμός προτείνει δική του μεθοδολογία). Η επιλογή των δυο μεθόδων έγινε διότι τις θεωρήσαμε ως τις πιο ενδεικτικές. Η ποσοτική μέθοδος Risk Ranking Matrix θεωρείται η πιο επίσημη μιας και προτείνεται από τον IMO. Θελήσαμε να υπάρχει και μια ποιοτική μέθοδος που να διαθέτει πίνακα κατηγοριών ρίσκου. Επιλέξαμε τη μέθοδο Risk Matrix του Ship Operational Design θεωρώντας τη αρκετά αναλυτική και αυστηρή στις κατηγορίες της (προκειμένου να μειώνεται η υποκειμενικότητα των επιλογών).

Η πρώτη μέθοδος υπολογίζει το Ρίσκο λογαριθμικά, σε μια 11-βάθμια κλίμακα χωρίς να υπάρχει αξιολογική κρίση σχετικά με το κατά πόσο το προκύπτον ρίσκο είναι ανεκτό. Αυτή είναι σύμφωνα με τους περισσότερους μελετητές η σωστότερη χρήση των πινάκων ρίσκου. Η δεύτερη μέθοδος υπολογίζει το ρίσκο ως το γινόμενο πιθανότητας επί τις συνέπειες ενός συμβάντος. Ανάλογα με την τιμή του, το αξιολογεί ως: ευρέως αποδεκτό, ανεκτό, μη ανεκτό.

Οι πίνακες ρίσκου, συνολικά, αποτελούν σημαντικά εργαλεία για μια πρώτη διερεύνηση των επιπέδων της διακινδύνευσης, με μεγάλο τους πλεονέκτημα την εξαιρετική απλότητα τους στην ανάγνωση. Ωστόσο, λόγω της μορφής τους, το υπολογιστικό κομμάτι της αποτίμησης ρίσκου αποκρύπτεται. Επίσης, αφήνουν μεγάλη ελευθερία επιλογών στο χρήστη (και οι δυο συνιστώσες του ρίσκου υπολογίζονται από αυτόν), με συνέπεια την περιορισμένη αξιοπιστία των αποτελεσμάτων. Γι' αυτό πολλοί μελετητές προτείνουν τις καμπύλες F-N ως το προτιμότερο μέσο εκτίμησης του ρίσκου, σε συνδυασμό με άλλα μεγέθη όπως το PLL.

Άλλωστε, οι καμπύλες *F-N* αποτελούν αδιαφιλονίκητα το κύριο εργαλείο στην αποτίμηση του Κοινωνικού Ρίσκου παρέχοντας δύο ιδιαίτερα σημαντικά πλεονεκτήματα (Βούρος, 2007):

- Μια οπτική απεικόνιση της κατάστασης της δραστηριότητας από την άποψη της ασφάλειας.
- Άμεση εποπτεία των στατιστικών στοιχείων ή των επιμέρους πιθανοτήτων που χαρακτηρίζουν την ατυχηματική συμπεριφορά της δραστηριότητας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7: ΣΥΖΗΤΗΣΗ- ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

American Bureau of Shipping, Guidance notes on Risk Assessment applications for the marine and offshore oil and gas industries, June 2000.

Barringer P., Risk Matrix: Know when to accept the risk, know when to reject the risk, 2006.

Caridis P., Casualty analysis methodology for maritime operations, NTUA, October 1999.

Det Norske Veritas, Risk evaluation criteria, SAFEDOR, April 2005.

Det Norske Veritas, Marine risk assessment, prepared for the Health & Safety Executive, 2002

ECM Europe, Risk assessment in ship operations, March 2010.

Germanischer Lloyd, ISM risk management, March 2010.

IACS, A guide to risk assessment in ship operations, March 2004.

IMO, Formal Safety Assessment- Container vessels- Details of the Formal Safety Assessment, Marine Environment Protection Committee 83rd session, July 2007.

IMO, Formal Safety Assessment- Crude Oil Tankers, Marine Environment Protection Committee 58th session, July 2008.

IMO, Formal Safety Assessment- Cruise ships, Marine Environment Protection Committee 85th session, July 2008.

IMO, Formal Safety Assessment- Liquefied Natural Gas Carriers- Details of the Formal Safety Assessment, Marine Environment Protection Committee 83rd session, July 2007.

INSB Class, Guide for risk assessment, May 2010.

Kohli, S., Safety Management System. Bangalore: Bangalore International Airport Limited, 2007.

Kontovas, C. A., & Psaraftis, H. N., Formal Safety Assessment: A Critical Review, 2009.

Norway, 2000, MSC 72/16, "Formal safety assessment – decision parameters including risk acceptance criteria", submitted by Norway, IMO, 2000.

O' Neil W.A., Why risk assessment in shipping?, Malmö (Sweden), 9 October 2000.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Papanikolaou, A.. Risk-based Ship Design – Methods, Tools and Applications. US: Springer, 2009.

Psaraftis, H.N., "Environmental Risk Evaluation Criteria", WMU Journal of Maritime Affairs, October 2008.

Psaraftis H.N., Environmental Risk Evaluation Criteria, Presentation 2nd International Workshop on Risk-Based Approaches in the Maritime Industry, Glasgow, 5-6 May, 2008

Suddle, 'A logarithmic approach for individual risk: the safety index approach', proc. of ESREL,2003.

The Nautical Institute, Improving Ship Operational Design: Through teamwork, First Edition, Nautical Institute, 1998.

United Nations Conference on Trade and Development, Review of Maritime Transport 2011, New York & Geneva, 2011.

United Nations Conference on Trade and Development, Review of Maritime Transport 2012, New York & Geneva, 2012.

Vassalos D., Guarin L., Konovessis D., Risk Based Ship Design: Concept, methodology and framework, 3rd International ASRANet Colloquium, Glasgow 2006.

Zachariadis P.,Psaraftis, H.N.,Kontovas C., Risk Based Rulemarking & Design - Proceed with Caution, RINA conference on Developments in Classification and International Regulations, London, January 2007

Βεντικός Ν., 'Οικονομική Θαλασσίων Μεταφορών ΙΙΙ - Περιβαλλοντική ανάλυση και ασφάλεια θαλασσίων μεταφορών', ΕΜΠ, 2005.

Βούρος Δ., Εκτίμηση και Αποδοχή Ρίσκου, Τεύχος Α: Αποτίμηση Ρίσκου με εφαρμογή στον ελληνικό θαλάσσιο χώρο, ΕΜΠ, Ιούλιος 2007.

Γέμελος Ι., Ο Ανθρώπινος Παράγοντας και η Συμμετοχή του στην Πρόκληση Ναυτικών Ατυχημάτων για Επιβατηγά Πλοία στον Ελλαδικό Θαλάσσιο Χώρο- Στατιστικά Μοντέλα και Προσέγγιση της Πιθανότητας Ανθρώπινου Σφάλματος, ΕΜΠ, Νοέμβριος 2006.

Γιαννακόπουλος Ι, Εκτίμηση και Αποδοχή Ρίσκου, Τεύχος Β: Κριτήρια αποδοχής ρίσκου στον τομέα της ασφάλειας, ΕΜΠ, Ιούνιος 2007.

Διαμαντής Π., Ανάλυση ναυτικών ατυχημάτων δεξαμενοπλοίων μεσαίου μεγέθους, ΕΜΠ, 2010.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Κρητικού Ε., Πειρατεία στις θαλάσσιες μεταφορές, επικρατούσα κατάσταση, η συμμετοχή της Ελλάδας και τρόποι αντιμετώπισης, ΕΜΠ, 2012.

Κυριακάκης Σ., Maritime security management. Μέρη XI-1 και XI-2, Κεφαλαίου XI της SOLAS. Βασικό σχέδιο Master Plan και τα παράγωγα ΣΑΕΚ και ΕΣΠΑ, Maritime Economies, 13/03/2013.

Λούζης Κ., Ανάλυση Ρίσκου για ναυάγια στην Ελλάδα, ΕΜΠ, Ιούλιος 2011.

Μάργαρης Σ., Εισαγωγή στην αντίληψη του ρίσκου με χρήση διαγραμμάτων επιρροής, ΕΜΠ, Οκτώβριος 2009.

Παπανικολάου Α., Ηλιοπούλου Ε., Ανάλυση ατυχημάτων μεγάλων δεξαμενοπλοίων, ΕΛΙΝΤ, 2007

Παπανικολάου Α., Μελέτη & εξοπλισμός πλοίου ΙΙ (Γενική Διάταξη, Ενδιαίτηση και Εξοπλισμός), ΕΜΠ, Αθήνα 2004.

Σπύρου Κ., Σχεδίαση πλοίων για ασφάλεια και περιβαλλοντική προστασία, ΕΜΠ, Οκτώβριος 2010.

Τζαμπίρας Γ., Δαμάλα Δ., Πέρρας Π., Υδροστατική και ευστάθεια πλοίου ΙΙ-Ευστάθεια πλοίου μετά από βλάβη, ΕΜΠ, Αθήνα 2008.

Τζατζάκης Σ., Ανάλυση σεναρίων ρίσκου για τη μελέτη της ασφάλειας – Εφαρμογή στην αεροπορική βιομηχανία, ΕΜΠ, 2009.

Χρυσανγής Χ., Μελέτη και ανάλυση ναυτικών ατυχημάτων πλοίων γενικού φορτίου, ΕΜΠ, Νοέμβριος 2011.

Ψαραύτης Χ., Λυρίδης Δ., & Βεντικός Ν., Ασφάλεια στις θαλάσσιες μεταφορές, 2007.

Ψαραύτης, Χ. Ν., Θαλάσσια ασφάλεια: για την ανάκτηση του χαμένου Prestige, Ναυτικά Χρονικά, Φεβρουάριος 2003.

Ψαραύτης, Χ. Δ. Λυρίδης, Ν. Βεντικός, Θαλάσσια Ασφάλεια, παρουσίαση στο πλαίσιο του εορτασμού των 170 ετών του ΕΜΠ, 4/12/2007.

Ηλεκτρονικές διευθύνσεις

<http://en.wikipedia.org>

www.britsattheirbest.com

www.clarksons.net

www.emsa.europa.com

www.equasis.com

www.imo.org

www.iumi.org

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

www.marineinsight.com
<http://www.martans.org>
www.qualitytrainingportal.com
www.sea-Web.com