



**ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ**  
ΣΧΟΛΗ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ  
ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΛΕΤΗΣ ΠΛΟΙΟΥ & ΘΑΛ. ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ

## **ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**Επιβλέπων : Επίκουρος καθηγητής Ε.Μ.Π. Νικόλαος Π. Βεντίκος**

**«ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΑΙ ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΓΙΑ ΤΗ  
ΜΕΛΕΤΗ ΝΑΥΤΙΚΩΝ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ ΣΕ ΠΛΟΙΑ  
ΤΥΠΟΥ LNG»**

**Εμμανουήλ Κ. Μαθιουδάκης**

Αθήνα, Νοέμβριος 2014

## Ευχαριστίες

Από τη θέση αυτή θα ήθελα να ευχαριστήσω :

- Τον κ. Νικόλαο Π. Βεντίκο, Επίκουρο Καθηγητή του τμήματος Ναυπηγών Μηχανολόγων Μηχανικών του Ε.Μ.Π. για την ανάθεση και επίβλεψη της συγκεκριμένης διπλωματικής εργασίας. Τον ευχαριστώ για τη συνεργασία που είχαμε, τον πολύτιμο χρόνο που αφιέρωσε, την εμπιστοσύνη στο πρόσωπό μου, το ενδιαφέρον και την υπομονή που έχει επιδείξει.
- Τον κ. Παναγιώτη Σωτήραλη, Υποψήφιο Διδάκτορα του τμήματος Ναυπηγών Μηχανολόγων Μηχανικών του Ε.Μ.Π. για την συνεργασία και την βοήθειά του κατά τη διάρκεια της εκπόνησης αυτής της εργασίας.

Επίσης θέλω να εκφράσω τις ευχαριστίες μου :

- Στους καθηγητές του Τμήματος Ναυπηγών Μηχανολόγων Μηχανικών για τις γνώσεις που μου προσέφεραν.
- Στους καλούς φίλους-συμφοιτητές που έκανα κατά τη διάρκεια των φοιτητικών μου χρόνων.

Και τέλος θέλω ιδιαίτερα να ευχαριστήσω τους γονείς μου Κωνσταντίνο και Ευαγγελία, τον αδερφό μου Χαράλαμπο και την υπόλοιπη οικογένειά μου για όλα όσα μου έχουν προσφέρει ως τώρα.

## Περίληψη

Τα τελευταία χρόνια δίνεται μεγάλη έμφαση σε θέματα που αφορούν την ασφάλεια των θαλασσίων μεταφορών. Αυτό συμβαίνει γιατί έχουν γίνει κάποια σοβαρά ατυχήματα τα οποία οδήγησαν σε απώλειες ζωής και περιβαλλοντική μόλυνση δημιουργώντας με αυτό τον τρόπο μεγάλο κοινωνικό αντίκτυπο. Έτσι στόχος όλων είναι να μειωθούν όσο το δυνατόν περισσότερο τα ατυχήματα.

Στην παρούσα εργασία θα ασχοληθούμε με την ανάλυση των ατυχημάτων σε πλοία τύπου LNG. Τα πλοία αυτού του τύπου θεωρούνται πολύ ασφαλή πλοία λόγω των αυστηρών κανόνων που επιβάλλονται από τις αρμόδιες αρχές. Αυτό γίνεται κατανοητό από το γεγονός ότι από την δεκαετία του 1980 που εμφανίστηκαν μαζικά, υπάρχουν ελάχιστα ατυχήματα. Στα πλοία αυτού του τύπου έχει δοθεί μεγάλο βάρος στην ασφάλειά τους καθώς ένα ατύχημα που θα αφορά το υγροποιημένο φυσικό αέριο μπορεί να έχει καταστροφικές συνέπειες.

Μετά από κάθε ατύχημα που θα συμβεί, οι αρμόδιες αρχές διεξάγουν έρευνα προκειμένου να εντοπιστούν τα βασικά αίτια που οδήγησαν στο συμβάν. Από αυτή την έρευνα βγαίνει το τελικό πόρισμα που εξηγεί τι ακριβώς έγινε και παραθέτει προτάσεις για την μελλοντική αντιμετώπιση παρόμοιων περιστατικών. Η ανάλυση αυτή γίνεται σύμφωνα με τις οδηγίες που δίνονται από μεγάλους διεθνείς οργανισμούς και νηογνώμονες. Τα βήματα που δίνονται είναι παρόμοια μεταξύ τους και ίσως υπάρχουν μερικές μικρές διαφοροποιήσεις από οργανισμό σε οργανισμό.

Στόχος μας είναι η μοντελοποίηση μιας μεθόδου ανάλυσης και διερεύνησης ναυτικών ατυχημάτων που να παρέχει όλες τις απαιτούμενες πληροφορίες ώστε να καταλήξει κάποιος στα συμπεράσματα που αφορούν το ατύχημα. Η ανάλυση αυτή θα ακολουθεί τα υπάρχοντα βήματα που προτείνονται από τους διεθνείς οργανισμούς αλλά θα περιλαμβάνει και κάποια νέα βήματα. Αρχικά θα εισάγουμε μια μέθοδο σχηματικής απεικόνισης που συνδέει όλες τις αιτίες μεταξύ τους. Η μέθοδος αυτή λέγεται *accimap*. Στην συνέχεια θα χρησιμοποιηθεί και η μέθοδος ταξινόμησης *Tracer* η οποία αναλύει το κάθε ατύχημα με τρόπο τέτοιο, ώστε να βρεθούν οι κύριες αιτίες που οδήγησαν στο τελικό συμβάν.

Εκτός από την μοντελοποίηση της μεθόδου ανάλυσης, θα γίνει και μια στατιστική έρευνα που αφορά όλα τα ατυχήματα αλλά και τις παρ' ολίγον απώλειες που αφορούν τα πλοία μεταφοράς υγροποιημένου φυσικού αερίου. Η έρευνα αυτή γίνεται με τη βοήθεια της μεθόδου ταξινόμησης *TRACER*. Πιο συγκεκριμένα, κάθε ένα συμβάν αναλύεται με τη μέθοδο αυτή και στη συνέχεια ομαδοποιούνται τα αποτελέσματα προκειμένου να έχουμε στατιστικά στοιχεία. Από αυτά εξαγάγουμε χρήσιμα συμπεράσματα για την ασφάλεια των πλοίων αυτού του τύπου αλλά και παρατηρήσεις που αφορούν ενέργειες που πρέπει να γίνουν για να αυξηθεί επιπλέον η ασφάλειά τους.

## **Abstract**

In recent years, great emphasis is given to issues related with maritime safety. This is due to many severe accidents that resulted in life losses and environmental pollution. These events created a huge social movement. Consequently, common target of experts related with maritime issues, is to reduce the number of accidents.

In the current thesis we are going to deal with the analysis of LNG ship accidents. Ships of this type are considered safe because of the strict rules imposed by the competent authorities. This can be proved by the fact that since the 1980s, when this kind of ship manufactured massively, there have occurred a few accidents. Because of the devastating consequences an accident with liquefied natural gas may have, great attention to safety is given to LNG ships.

After any accident, the competent authorities shall carry out an investigation to identify the root causes that led to the incident. From this research comes the final conclusion that explains the cause of the accident and provides recommendations for the future handling of similar incidents. This analysis is done in accordance with the instructions given by major international organizations and societies. The steps are similar to one another and there may be some slight differences depending on the organization.

Goal of the current thesis is the modeling of a method for the analysis and investigation of maritime accidents, which provides all the necessary information, leading to the conclusions of the accident. The analysis follows the existing steps proposed by international organizations but also includes some new steps. Initially we will introduce a schematic illustrative method that connects all the issues within. This method is called accimap. Finally, we will use the TRACER classification method which analyzes each accident in such a way searching for the main causes that led to the final event.

Apart from the aforementioned modeling a statistical survey will be conducted, which includes all the accidents and near misses related with LNG ships. The survey will be performed by the Tracer taxonomy. In particular, each event is analyzed according to the method, and the results are organized in order to result in statistical data. This statistical analysis provides useful conclusions regarding the safety of this type of vessels and remarks concerning actions to increase the safety.

## Εισαγωγή

Η συγκεκριμένη Διπλωματική Εργασία εκπονήθηκε στον Τομέα Μελέτης Πλοίου και Θαλασσιών Μεταφορών, υπό την επίβλεψη του Επίκουρου Καθηγητή Ε.Μ.Π. κ. Νικολάου Π. Βεντίκου.

Βασικός σκοπός της εργασίας είναι η μοντελοποίηση μιας μεθόδου ανάλυσης ναυτικών ατυχημάτων καθώς και η στατιστική ανάλυση ατυχημάτων και παρ' ολίγον απωλειών πλοίων τύπου LNG.

Για να γίνει η μοντελοποίηση της μεθόδου ανάλυσης των ατυχημάτων θα αναλύσουμε πρώτα τις βασικότερες υπάρχουσες μεθόδους. Πιο συγκεκριμένα, αφότου πρώτα γίνει μια βιβλιογραφική επισκόπηση για διάφορες μεθόδους που χρησιμοποιούνται τα τελευταία χρόνια, θα αναλυθούν οι μέθοδοι που προτείνει ο IMO, ο αμερικάνικος νηογνώμονας ABS καθώς και ο τρόπος λειτουργίας της Ευρωπαϊκής πλατφόρμας διερεύνησης ναυτικών ατυχημάτων που λέγεται EMCIP.

Στη συνέχεια, θα αναλυθούν δύο μέθοδοι, οι οποίες θα εισαχθούν στη διαδικασία ανάλυσης των ατυχημάτων. Η πρώτη είναι η μέθοδος ταξινόμησης Tracer η οποία ταξινομεί το κάθε συμβάν σε πολλές κατηγορίες οι οποίες βοηθούν τον μελετητή στην ανάλυση των αιτιών και των διαφόρων παραγόντων που συνετέλεσαν στο ατύχημα. Η δεύτερη μέθοδος είναι η μέθοδος accimap η οποία είναι μια σχηματική απεικόνιση που συνδέει όλα τα αίτια που οδήγησαν στο ατύχημα μεταξύ τους. Για την ακρίβεια, συνδέει το τελικό συμβάν με όλα τα ενδιαμεσα γεγονότα που συνέβησαν και οδήγησαν σε αυτό και στο τέλος κάνει σύνδεση και με νομοθετικούς και εξωτερικούς παράγοντες που πιθανόν να οδήγησαν σε αυτά τα σφάλματα.

Στη συνέχεια αφού έχουμε συλλέξει μια βάση δεδομένων για ατυχήματα και παρ' ολίγον απώλειες σε πλοία τύπου LNG, εφαρμόζουμε την μέθοδο ταξινόμησης TRACER για όλα τα συμβάντα που έχουμε στη διάθεσή μας και στη συνέχεια παραθέτουμε τα στατιστικά αποτελέσματα για κάθε μια κατηγορία της μεθόδου ταξινόμησης. Μετά από αυτή την στατιστική ανάλυση, γίνεται και μια επιπλέον ανάλυση για τα ατυχήματα και τις παρ' ολίγον απώλειες. Πιο συγκεκριμένα με βάση τα στατιστικά στοιχεία που έχουμε εξαγάγει, παραθέτουμε σχολιασμούς και αποτελέσματα για αυτά.

Τέλος, αφού έχουμε περιγράψει τις δομές των πιο συνηθισμένων μεθόδων διερεύνησης ατυχημάτων αλλά και των μοντέλων που έχουμε σκοπό να χρησιμοποιήσουμε στην παρούσα εργασία, θα παρουσιάσουμε δύο παραδείγματα. Αυτά θα παρουσιάζουν ακριβώς τη δομή που έχουμε μοντελοποιήσει για την ανάλυση ατυχημάτων.

## Περιεχόμενα

Ευχαριστίες.....	2
Περίληψη.....	3
Abstract.....	4
Εισαγωγή.....	5
<b>Κεφάλαιο 1 ΓΕΝΙΚΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΓΙΑ ΤΑ LNG ΠΛΟΙΑ.....</b>	<b>10</b>
1.1 Εισαγωγή.....	11
1.2 Χαρακτηριστικά των LNG πλοίων.....	11
1.3 Εξέλιξη του στόλου των LNG πλοίων.....	13
<b>Κεφάλαιο 2 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ.....</b>	<b>15</b>
2.1 Βιβλιογραφική και ιστορική επισκόπηση.....	16
<b>Κεφάλαιο 3 Ο ΚΩΔΙΚΑΣ ΤΟΥ IMO.....</b>	<b>19</b>
3.1 Γενικές πληροφορίες.....	20
3.2 Δομή του κώδικα.....	20
3.3 Ορισμοί.....	21
3.4 Διαδικασία της διερεύνησης.....	22
3.5 Τελική αναφορά.....	24
<b>Κεφάλαιο 4 Η ΜΕΘΟΔΟΣ ΤΟΥ ABS.....</b>	<b>25</b>
4.1 Εισαγωγή.....	26
4.2 Ορισμοί.....	26
4.3 Ανάλυση της μεθόδου MaRCAT.....	27
4.4 Σύνοψη της μεθόδου.....	31
<b>Κεφάλαιο 5 Η ΕΥΡΩΠΑΙΚΗ ΠΛΑΤΦΟΡΜΑ ΝΑΥΤΙΚΩΝ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ.....</b>	<b>32</b>

5.1 Εισαγωγή.....	33
5.2 Τρόπος λειτουργίας της EMCIP.....	33
5.2.1 Ταξινόμηση με βάση το είδος του ατυχήματος.....	33
5.2.2 Ταξινόμηση με βάση το είδος του πλοίου.....	34
5.2.3 Ταξινόμηση με βάση του παράγοντες που συνέβαλαν στο συμβάν.....	35
5.3 Συμπεράσματα για τη χρήση της πλατφόρμας EMCIP.....	36
<b>Κεφάλαιο 6 Η ΜΕΘΟΔΟΣ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗΣ Tracer.....</b>	<b>37</b>
6.1 Εισαγωγή στη μέθοδο Tracer.....	38
6.2 Ανάλυση των βημάτων.....	39
6.2.1 Αναγνώριση του σφάλματος.....	40
6.2.2 Πληροφορίες για το σφάλμα.....	40
6.2.3 Μέγεθος του συμβάντος.....	43
6.2.4 Εξωτερικός παράγοντας.....	43
6.2.5 Γνωστικός τομέας.....	44
6.2.5.1 Εσωτερικός παράγοντας.....	45
6.2.5.2 Ψυχολογικός παράγοντας.....	46
6.2.6 Ψυχολογική κατάσταση των ανθρώπων που ενεπλάκησαν και εξωτερικοί παράγοντες.....	48
6.2.7 Τρόποι αντιμετώπισης του σφάλματος.....	50
6.2.7.1 Φυσικά εμπόδια.....	50
6.2.7.2 Λειτουργικά εμπόδια.....	50
6.2.7.3 Συμβολικά όρια.....	51
6.2.7.4 Άυλα όρια.....	51

6.3 Σύνοψη της μεθόδου.....	51
6.4 Συσχετιση της TRACEr με την FSA.....	52
<b>Κεφάλαιο 7 Η ΜΕΘΟΔΟΣ ACCIMAP.....</b>	<b>53</b>
7.1 Εισαγωγή.....	54
7.2 Ανάλυση της μεθόδου του Ράζμουσεν.....	54
7.3 Ανάλυση της μεθόδου accimap.....	56
7.4 Παράδειγμα μιας ανάλυσης με την μέθοδο accimap.....	57
7.5 Γενική επισκόπηση της μεθόδου.....	57
7.6 Συμπεράσματα.....	59
<b>Κεφάλαιο 8 ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ.....</b>	<b>60</b>
8.1 Εισαγωγή.....	61
8.2 Στατιστική ανάλυση ατυχημάτων πλοίων τύπου LNG.....	61
8.3 Σχολιασμός των αποτελεσμάτων της ταξινόμησης των ατυχημάτων.....	68
8.4 Στατιστική ανάλυση για near misses σε πλοία τύπου LNG.....	70
8.5 Σχολιασμός των αποτελεσμάτων της ταξινόμησης των near misses.....	79
8.6 Σύγκριση αποτελεσμάτων για τα ατυχήματα και τα near misses.....	81
8.7 Σύγκριση αποτελεσμάτων μεταξύ Tracer και FSA για LNG πλοία.....	85
8.8 Στατιστικά στοιχεία ατυχημάτων κατά το πέρας των χρόνων.....	87
<b>Κεφάλαιο 9 ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΜΕΘΟΔΟΥ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ.....</b>	<b>88</b>
9.1 Ανάλυση της διαδικασίας διερεύνησης ατυχημάτων.....	89
9.2 Παραδείγματα ανάλυσης ατυχήματος.....	89
9.2.1 Ανάλυση για το πλοίο LNG ADAMAWA.....	90
9.2.2 Ανάλυση για το πλοίο HILLI.....	96



9.2.3 Ανάλυση για το πλοίο ENNERDALE.....	104
9.3 Συμπεράσματα.....	109
<b>Κεφάλαιο 10 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....</b>	<b>110</b>
10.1 Συμπεράσματα.....	111
Βιβλιογραφία.....	113

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1**

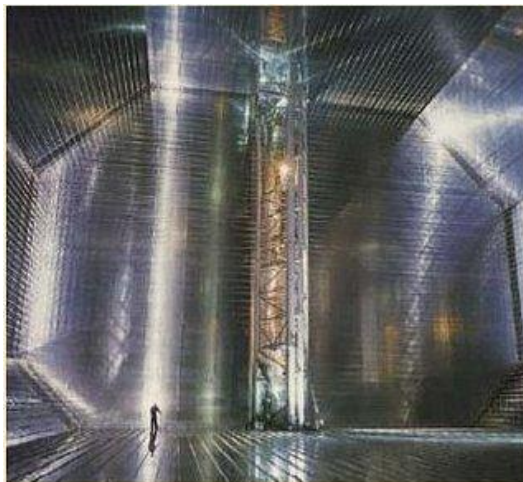
### ΓΕΝΙΚΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΓΙΑ ΤΑ LNG ΠΛΟΙΑ

## 1.1 Εισαγωγή

Τα πρώτα lng πλοία έκαναν την εμφάνισή τους το 1964 και από τότε, παρουσιάζουν μια συνεχή εξέλιξη. Παρά την συνεχή εξέλιξή τους ο στόλος τους σε σύγκριση με άλλους τύπους πλοίων θεωρείται μικρός. Τα πλοία αυτά μεταφέρουν υγροποιημένο φυσικό αέριο σε πολύ χαμηλές θερμοκρασίες οι οποίες φτάνουν μέχρι και τους  $-162\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Όλα τα lng πλοία είναι διπλών τοιχωμάτων.

## 1.2 Χαρακτηριστικά των LNG πλοίων

Το φυσικό αέριο μεταφέρεται σε δεξαμενές. Ο συνήθης αριθμός [15] τους ανά πλοίο κυμαίνεται μεταξύ τεσσάρων και έξι κατά μήκος του πλοίου. Μέσα στις δεξαμενές υπάρχουν συνήθως τρεις αντλίες βυθισμένου τύπου, δύο κύριες αντλίες φορτίου που χρησιμοποιούνται σε εργασίες εκκένωσης φορτίου και μια πολύ μικρότερη αντλία η οποία αναφέρεται ως αντλία ψεκασμού. Η αντλία ψεκασμού χρησιμοποιείται είτε για άντληση υγρού φυσικού αερίου για να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο μέσω ενός ψεκαστήρα, ή για την ψύξη των δεξαμενών φορτίου. Όλες αυτές οι αντλίες περιέχονται μέσα σε αυτό που είναι γνωστό ως ο πύργος της αντλίας που κρέμεται από την κορυφή της δεξαμενής και διατρέχει όλο το βάθος της δεξαμενής. Ο πύργος της αντλίας περιλαμβάνει επίσης το σύστημα μέτρησης δεξαμενής και την γραμμή πλήρωσης της δεξαμενής τα οποία έρχονται κοντά στον πυθμένα της δεξαμενής.

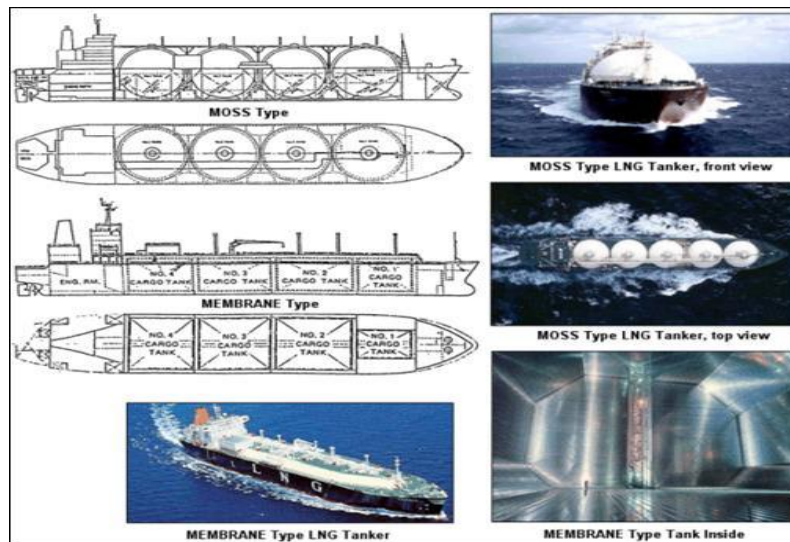


Εικόνα 1.1 : εσωτερικό δεξαμενής μεταφοράς φυσικού αερίου

Κατά την εκφόρτωση του πλοίου υπάρχουν κάποιες διαδικασίες που ακολουθούνται [18].

- Αρχικά η δεξαμενή πρέπει να αδρανοποιηθεί με χρήση αδρανούς αερίου γιατί κάθε τυχόν ύπαρξη οξυγόνου στην δεξαμενή μπορεί να οδηγήσει σε μια πιθανή έκρηξη. Το οξυγόνο απομακρύνεται καθώς το αδρανές αέριο καίει πετρέλαιο diesel στον αέρα με αποτέλεσμα την θέση του οξυγόνου να λάβει το διοξείδιο του άνθρακα.

- Στη συνέχεια υγρό LNG φέρεται επί του σκάφους και κατά μήκος της γραμμής ψεκασμού στον κύριο εξατμιστήρα μέσω του οποίου βράζει από υγρό σε αέριο. Αυτό στη συνέχεια θερμαίνεται μέχρι περίπου 20 ° C στους θερμαστές αερίου και στη συνέχεια διοχετεύεται στις δεξαμενές για να εκτοπίσει το αδρανές αέριο. Αυτή η διαδικασία γίνεται μέχρις ότου απομακρυνθεί όλο το διοξείδιο του άνθρακα από τις δεξαμενές.
- Μετά από αυτή τη διαδικασία οι δεξαμενές βρίσκονται σε θερμοκρασία περιβάλλοντος, επομένως πρέπει να ψυχθούν. Αυτό γίνεται με τον ψεκασμό lng στις δεξαμενές, με αποτέλεσμα αυτό να εξατμίζεται και να τις ψύχει. Η διαδικασία αυτή γίνεται μέχρι η θερμοκρασία εντός της δεξαμενής να φτάσει τους -140 °C. Τότε το πλοίο είναι έτοιμο να φορτώσει φυσικό αέριο.



Εικόνα 1.2 : Σχέδια ενός πλοίου LNG

Το αέριο δεν χρειάζεται να υγροποιείται όταν μεταφέρεται μέσω των χερσαίων μεταφορών δεδομένου ότι οι μεταφορές παρέχονται μέσω αγωγών. Αντίθετα όμως, στις θαλάσσιες μεταφορές, λόγω του αναλογικά μικρού χώρου φορτίου το αέριο πρέπει να υγροποιείται ώστε να μεταφέρεται όσο το δυνατόν περισσότερο.

Με βάση το είδος των δεξαμενών έχουμε δύο είδη lng πλοίων, αυτά που έχουν δεξαμενές σφαιρικού σχήματος και αυτά που έχουν δεξαμενές σε σχήμα μεμβράνης.

- Στο σύστημα με την δεξαμενή μεμβράνης το σύστημα συγκράτησης φορτίου αποτελείται από ανοξείδωτο χάλυβα διπλού τοιχώματος και μονωμένο περίβλημα φορτίου που δομικά υποστηρίζεται από το κύτος του πλοίου. Τα συστήματα συγκράτησης της μεμβράνης πρέπει να έχουν πάντα μια δευτερεύουσα φρακτή σε περίπτωση διαρροής στην πρωτογενή φρακτή.

- Τα πλοία με σφαιρικές δεξαμενές έχουν υλικό κατασκευής είτε αλουμίνιο είτε ανοξείδωτο χάλυβα. Οι δεξαμενές αυτές είναι μονωμένες εξωτερικά. Κάθε ένας από τους παραπάνω τύπους πλοίων LNG αποτελούν περίπου το ήμισυ του στόλου.



Εικόνα 1.3 : Είδη LNG πλοίων με βάση το είδος των δεξαμενών

Τα πλοία LNG είναι προσεκτικά σχεδιασμένα και σε συνδυασμό με την σωστή τους συντήρηση και το σωστά εκπαιδευμένο πλήρωμα έχουν μικρό ιστορικό ατυχημάτων συγκριτικά με άλλους τύπους πλοίων. Σε αυτό το θέμα θα γίνει στη συνέχεια εκτενής αναφορά.

### 1.3 Εξέλιξη του στόλου των LNG πλοίων

Τα τελευταία χρόνια έχει παρατηρηθεί αρκετά μεγάλη αύξηση του παγκόσμιου στόλου LNG πλοίων. Η πλειοψηφία αυτών κατασκευάζεται στην άπω ανατολή με μερικές εξαιρέσεις να κατασκευάζονται είτε στην Αμερική είτε σε χώρες της Ευρώπης όπως πχ η Γαλλία και η Σουηδία. Πιο συγκεκριμένα , με βάση τα στοιχεία που βρέθηκαν από το *Clarkson* [35] έχουμε ότι :

Έτος	Στόλος
1996	89
1997	96
1998	102
1999	107
2000	112
2001	125
2002	126
2003	136
2004	152

2005	173
2006	192
2007	220
2008	251
2009	297
2010	335
2011	360
2012	372
2013	372

Πίνακας 1.1 : Εξέλιξη στόλου των LNG πλοίων

Άξιο σχολιασμού είναι ότι οι Έλληνες εφοπλιστές κατέχουν ένα μεγάλο ποσοστό του παγκόσμιου στόλου με τρανό παράδειγμα το γεγονός ότι αυτή την περίοδο στην Κορέα υπάρχουν 82 παραγγελίες για LNG πλοία και τα 36 είναι Ελλήνων εφοπλιστών.

Ένα άλλο στοιχείο πολύ χρήσιμο για τον στόλο των LNG πλοίων είναι ότι είναι πολύ νέος σε ηλικία στόλος, γεγονός που τον κάνει πολύ αξιόπιστο. Πιο συγκεκριμένα το μεγαλύτερο ποσοστό των πλοίων είναι μέχρι 10 ετών με ένα μικρό μόνο ποσοστό να ξεπερνά τα 25 χρόνια.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2**

### **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ**

## 2.1 Βιβλιογραφική και ιστορική επισκόπηση

Διαχρονικά η διαδικασία διερεύνησης ενός ατυχήματος γίνεται προκειμένου να απαντήσει στα εξής ερωτήματα: «Τι;», « Πως;» και «Γιατί;». Στα πλαίσια αυτής της διαδικασίας και προκειμένου να απαντηθούν αυτά τα ερωτήματα, η ανάλυση πρέπει να περιλαμβάνει κάποια στοιχεία τα οποία είναι κοινά, ανεξάρτητα από την ακριβή μέθοδο που χρησιμοποιεί ο κάθε φορέας για να κάνει την διερεύνηση.

*Τα βασικά βήματα είναι:*

- Στοιχεία του πλοίου
- Περιοχή στην οποία έπλεε την ώρα του συμβάντος
- Στοιχεία άλλου πλοίου εάν έχουμε εμπλοκή και δεύτερου
- Ιστορικό ατυχήματος
- Ανάλυση
- Συμπεράσματα
- Προτάσεις

Αυτή η διαδικασία είναι σχεδόν αυτούσια με την διαδικασία που προτείνει ο Διεθνής Ναυτιλιακός Οργανισμός (IMO) για την διερεύνηση ατυχήματος. Το συγκεκριμένο θ' αναλυθεί σε ακόλουθο κεφάλαιο. Ένα άλλο στοιχείο που πρέπει να καθοριστεί για να γίνει η ανάλυση αυτή, είναι να αποσαφηνιστεί ο τύπος του συμβάντος. Πιο συγκεκριμένα το συμβάν μπορεί να είναι είτε *ατύχημα* (accident) είτε παρ' ολίγον *απώλεια* (near miss).

Έχοντας λοιπόν καθορίσει τα βασικά χαρακτηριστικά μιας διαδικασίας διερεύνησης ενός ατυχήματος θα παραθέσουμε διάφορους τρόπους που έχουν προταθεί για αυτή την ακολουθία. Κρατάμε ως δεδομένο, ότι η διαδικασία είναι πάντα με βάση τα παραπάνω βήματα και οι τυχόν διαφορές εντοπίζονται σε παρεμβάσεις μεταξύ των βημάτων αυτών.

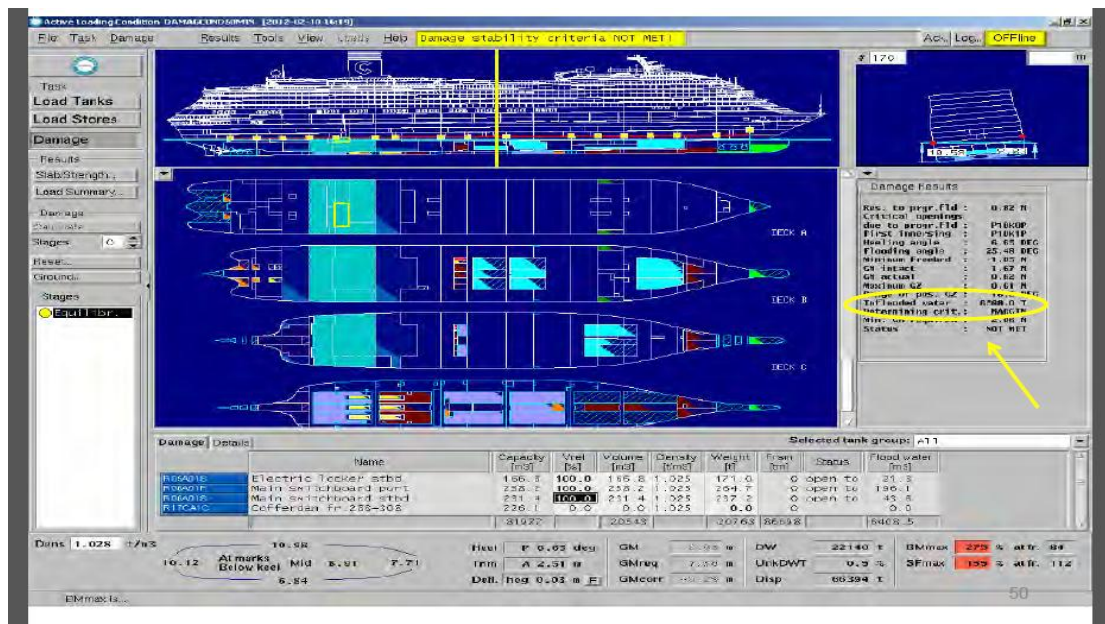
Αρχικά, αφού έχει γίνει συλλογή αναφορών από νηογνώμονες όπως π.χ ο Γερμανικός, ο Αγγλικός και ο από Βερμούδες νηογνώμονας, παρατηρούμε ότι ο τρόπος που πραγματοποιούν την ανάλυση είναι όπως έχει προταθεί από τον IMO στο *RESOLUTION MSC.255(84)* [1]. Πιο συγκεκριμένα, η διαδικασία της ανάλυσης είναι παρόμοια με αυτή παραπάνω. Τα επιπρόσθετα στοιχεία είναι δεδομένα τα οποία αφορούν τις καιρικές συνθήκες που επικρατούσαν στην περιοχή που έπλεε το πλοίο την ώρα του συμβάντος καθώς και ο καθορισμός της παράκτιας αρχής που ήταν υπεύθυνη εκείνη την ώρα για την κίνηση του πλοίου. Αυτά τα στοιχεία είναι που υπεισέρχονται στο επίπεδο των «στοιχείων του πλοίου». Στη συνέχεια όσον αφορά το ιστορικό του συμβάντος περιλαμβάνονται και στοιχεία για τις εργασίες του πληρώματος εκείνη την



στιγμή καθώς και τα μεγέθη των ζημιών που παρατηρήθηκαν. Η διαδικασία της ανάλυσης δεν περιλαμβάνει κάποια μέθοδο μοντελοποίησης ή σχηματικής απεικόνισης αλλά μια καταγραφή και παράθεση της έρευνας που έχει γίνει.

Σε αντίθεση με την πλειονότητα των νηογνομόνων παγκοσμίως, ο Αμερικανικός νηογνώμονας (ABS) έχει τον δικό του κώδικα που ονομάζεται ABS code ή αλλιώς MaRCAT και έχει κάποιες διαφορές σε σχέση με του IMO ως προς τον τρόπο ανάλυσης. Αρχικά προτού γίνει η ανάλυση, εξετάζεται εάν το συμβάν αξίζει να αναλυθεί την παρούσα χρονική στιγμή ή όχι. Έπειτα, αφότου παρατεθεί το ιστορικό του ατυχήματος γίνεται μια ταξινόμηση, για το τι τύπος συμβάντος είναι, αν υπήρξαν απώλειες ή όχι και κατά τη διάρκεια ποιās εργασίας έγινε το συμβάν. Πληρέστερη ανάλυση του κώδικα αυτού θα γίνει σε κεφάλαιο που ακολουθεί.

Αξιοσημείωτη ήταν η ανάλυση του Italian Ministry of Infrastructure and Transport για το ατύχημα του Costa Concordia [2]. Για την ακρίβεια όλα τα βήματα έγιναν σύμφωνα με τον IMO, αλλά το ενδιαφέρον στοιχείο είναι ότι στη διαδικασία ανάλυσης του ατυχήματος χρησιμοποίησαν και μια σχηματική απεικόνιση σε real time, όπου φαινόταν η αλληλουχία κατάκλισης των διαμερισμάτων μέχρι και την ανατροπή του πλοίου. Η απεικόνιση αυτή βοήθησε επειδή παρουσίαζε το χρονικό της βύθισης σε σκαρίφιμα. Η μέθοδος αυτή αναλύεται στην εικόνα που ακολουθεί.



Εικόνα 1.1: Εικονική μέθοδος απεικόνισης της βύθισης του Costa Concordia

Μια άλλη μέθοδος συναντάμε σε άρθρο του Finnish Accident Investigation Board [3] όπου προτείνει ένα δικό του τρόπο για την διαδικασία διερεύνησης ατυχήματος. Σε αυτή

τη διαδικασία , στο στάδιο της ανάλυσης του ατυχήματος προτείνει διάφορες μεθόδους κατά τις οποίες μπορεί να πραγματοποιηθεί η ανάλυση. Πιο συγκεκριμένα:

-Hazard and Operability analysis

-Barrier analysis

-Root cause analysis

-Fault trees analysis

Τέλος η μέθοδος CASMET (casualty analysis methodology for maritime operations) [4], η οποία είναι υπό την αιγίδα του Ευρωπαϊκού Φορέα Θαλάσσιας Ασφάλειας (EMSA) εισάγει στην διαδικασία της ανάλυσης σε μεγάλο βαθμό τον ανθρώπινο παράγοντα, και κατά πόσο αυτός επηρεάζει την εξέλιξη του εκάστοτε συμβάντος. Με τον τρόπο αυτό όταν παρατίθενται οι προτάσεις για την μελλοντική αποφυγή παρόμοιων συμβάντων, υπάρχει καλύτερη γνώση για το τι πρέπει να αλλάξει στον τρόπο εργασίας του πληρώματος.

Με βάση λοιπόν τα παραπάνω γίνεται σαφές ότι η διαδικασία διερεύνησης ενός ατυχήματος ως επί το πλείστον περιλαμβάνει την ίδια ακολουθία βημάτων. Αυτό που αλλάζει πολλές φορές είναι σε τι βάθος θα γίνει η ανάλυση και αν θα υπάρχουν σχηματικές απεικονίσεις και εισαγωγή μαθηματικών μοντέλων. Αυτό είναι αναμενόμενο αφού ο IMO πρότεινε μια σειρά από βήματα, τα οποία επί το πλείστον ακολουθούνται σε μεγάλο ποσοστό παγκοσμίως. Οι νηογνώμονες όπως και όλοι οι επίσημοι φορείς IMO εργάζονται κατά κύριο λόγο με βάση τους κανονισμούς του IMO.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3**

### **Ο ΚΩΔΙΚΑΣ ΤΟΥ ΙΜΟ**

### 3.1 Γενικές πληροφορίες

Ο κώδικας του IMO με τίτλο RESOLUTION MSC. 255(84) [1], [26] καταγράφηκε τον Μάιο του 2008. Σκοπός του είναι να παρέχει έναν κοινό τρόπο στις χώρες μέλη του, για να διεξάγουν διερευνήσεις ατυχημάτων με απώτερο σκοπό να αποτρέψουν μελλοντικά παρόμοια συμβάντα. Προκειμένου να πετύχει τον σκοπό του, που είναι η πρόληψη μελλοντικών ατυχημάτων, οι χώρες και οι αρμόδιες αρχές τους πρέπει να :

- ακολουθούν την γενική μεθοδολογία που παρέχει ο κώδικας ώστε να υπάρχει ένας κοινός άξονας διερεύνησης παγκοσμίως και
- να αποστέλουν τις αναφορές τους στον οργανισμό ώστε να δημιουργηθεί μια παγκόσμια βάση δεδομένων που θα παρέχει την απαραίτητη πληροφόρηση όταν είναι απαραίτητη.

Ο κώδικας αναγνωρίζει ότι η «σημαία» κάθε χώρας έχει την δυνατότητα να διεξάγει έρευνα για τυχόν ατυχήματα των πλοίων της όταν το κρίνουν απαραίτητο και πιστεύουν ότι η έρευνα αυτή θα αποφέρει αποτελέσματα που θα βοηθήσουν στην μελλοντική αποφυγή παρόμοιων συμβάντων. Εκτός από την σημαία του κάθε πλοίου αναγνωρίζει ως αρμόδια αρχή και την εκάστοτε αρχή που είναι υπεύθυνη στην περιοχή που θα λάβει χώρα το ατύχημα.

Από τη στιγμή που ο κώδικας αποσκοπεί στην διερεύνηση ναυτικών ατυχημάτων πρέπει να γίνει σαφής ο όρος ναυτικό ατύχημα. Έτσι έχουμε τις ακόλουθες πιθανές περιπτώσεις που θα έχουμε ατύχημα :

- Θάνατος ή σοβαρός τραυματισμός ανθρώπου
- Απώλεια ανθρώπου από το πλοίο
- Απώλεια ή εγκατάλειψη του πλοίου
- Υλική ζημία στο πλοίο
- Εμπλοκή του πλοίου σε σύγκρουση
- Υλική ζημία στο εξωτερικό του πλοίου που υπο συνθήκες θα μπορούσε να είναι επικίνδυνη
- Περιβαλλοντική ζημία

Εφόσον λοιπόν υπάρχει κάποιο από τα παραπάνω γεγονότα τότε η εκάστοτε αρμόδια αρχή θ' αναλάβει να κάνει την διερεύνηση όπως προτείνει ο IMO.

### 3.2 Δομή του κώδικα

Εκτός από τα λειτουργικά στοιχεία που καθορίζει ο IMO, καθορίζει επίσης και την γενική δομή του κώδικα καθώς και την σειρά των βημάτων που πρέπει να ακολουθηθούν ώστε να υπάρχει μια κοινή φόρμα βάσει της οποίας θα πραγματοποιείται η διαδικασία αυτή. Έτσι μια αναφορά πρέπει να περιέχει τα εξής στοιχεία :

- 1) Τα αναλυτικά στοιχεία του πλοίου και τον αριθμό του στον IMO
- 2) Μια περίληψη του συμβάντος, καθώς και αναφορά αν υπήρχαν θύματα ή τραυματισμοί ανθρώπων.
- 3) Καθορισμός της σημαίας του πλοίου, του πλοιοκτήτη, της εταιρείας στην οποία έχει ασφαλιστεί το πλοίο και της κλάσης του.
- 4) Λεπτομέρειες για τον προωστήριο μηχανισμό του πλοίου, τον προορισμό του και το πλήρωμα.
- 5) Μια αναλυτική αναφορά στις συνθήκες κάτω από τις οποίες έγινε το συμβάν καθώς και στις εργασίες που ήταν σε εξέλιξη εκείνη την ώρα.
- 6) Ανάλυση και σχόλια για τον αιτιώδη παράγοντα περιλαμβάνοντας μέσα τον ανθρώπινο παράγοντα, τις μηχανές και την πλοιοκτήτρια εταιρία.
- 7) Παράθεση των αποτελεσμάτων της έρευνας και αποτύπωση θεμάτων ασφαλείας.
- 8) Προτάσεις για αποφυγή μελλοντικών παρόμοιων γεγονότων

Έχοντας σαν βάση αναφοράς την παραπάνω ακολουθία, η κάθε αρχή μπορεί να προσθέσει ή ν' αφαιρέσει βήματα με βάση τα στοιχεία που έχει στην κατοχή της ή με βάση τον σκοπό της έρευνας.

Εκτός από την διαδικασία της διερεύνησης συλλέγεται και ένα ιστορικό του κάθε συμβάντος όπως προστάζει ο IMO. Το ιστορικό αυτό περιλαμβάνει :

- Όλες τις δηλώσεις που έγιναν μετά το συμβάν.
- Οι συνομιλίες των ατόμων που ήταν υπεύθυνα για την σωστή λειτουργία του πλοίου.
- Προσωπικές πληροφορίες του πληρώματος.
- Τα δεδομένα που αποκτήθηκαν από την ανάλυση που πραγματοποιήθηκε
- Πληροφορίες του ταξιδιού του πλοίου.

### 3.3 Ορισμοί

Στη συνέχεια θα αποσαφηνιστούν διάφοροι ορισμοί που πιθανότατα θα περιλαμβάνονται σε κάποια αναφορά.

Αρχικά θα αναφερθούμε στην έννοια της «άμεσα ενδιαφερόμενης αρχής» η οποία μπορεί να είναι μια από τις ακόλουθες:

- Η σημαία του πλοίου που ενεπλέκεται στο εκάστοτε συμβάν.
- Η παράκτια αρχή που είναι υπεύθυνη στην περιοχή που συνέβει.
- Η κυβέρνηση ή δημοτική αρχή μιας περιοχή εφόσον προκλήθηκε περιβαλλοντική ζημία.
- Η αρχή στην περιοχή στην οποία οι συνέπειες του συμβάντος προκάλεσαν ή παρ' ολίγον να προκαλέσουν σημαντικά προβλήματα στους κατοίκους που ζουν εκεί.

- Όποια αρχή έχει σημαντικές πληροφορίες, οι οποίες μπορούν να βοηθήσουν στην διαδικασία διερεύνησης του συμβάντος.

Έχοντας τώρα αναλύσει την έννοια της «άμεσα ενδιαφερόμενης αρχής» θα αναφέρουμε και τις διαδικασίες μέσω των οποίων μπορεί να υπάρξει συνεργασία μεταξύ δύο ή παραπάνω αρχών. Αρχικά, σύμφωνα με τον κώδικα του IMO, η αρχή της σημαίας του πλοίου καθώς και η παράκτια αρχή πρέπει να έρθουν σε συμφωνία για το ποια ή ποιες αρχές θα είναι υπεύθυνες για την διεξαγωγή της διερεύνησης του συμβάντος. Ο συνδυασμός όμως των δύο παραπάνω αρχών δεν είναι απαραίτητο να είναι ως έχει. Πιο συγκεκριμένα, για το ποιες αρχές θα αποφασίσουν ποιος θα κάνει την διερεύνηση εξαρτάται από το που έλαβε χώρα το ατύχημα, ποιοι εμπλέκονται και σε τι οικονομική ζώνη έγινε. Εάν λοιπόν στο συμβάν έχουν συμμετάσχει πλοία που εμπλέκουν δυο αρχές σημαίας, τότε αυτές είναι αρμόδιες να συμφωνήσουν ποια αρχή θα κάνει την διερεύνηση. Γίνεται λοιπόν σαφές ότι για να υπάρξει συμφωνία για την αρχή που θα κάνει την έρευνα πρέπει πρώτα οι εκάστοτε άμεσα ενδιαφερόμενες αρχές να έρθουν σε συμφωνία, ώστε να υπάρχει μια αναφορά για το συμβάν.

Η παραπάνω συμφωνία όμως δεν απαγορεύει σε άλλες αρχές να διεξάγουν μια παράλληλη διερεύνηση εάν το θέλουν, εφόσον η διαδικασία γίνεται σύμφωνα με τον κώδικα που ορίζει ο IMO. Επίσης υπάρχει η δυνατότητα της συνεργασίας δύο ή περισσότερων φορέων πάνω σε ένα θέμα.

Καθίσταται σαφές ότι δεν ορίζεται αυστηρά μία και μόνο αρχή που έχει την αποκλειστική αρμοδιότητα διεξαγωγής της έρευνας, αλλά μπορούν ταυτόχρονα περισσότερες, ακολουθώντας όμως πάντοτε τον προτεινόμενο κώδικα του IMO.

Στη συνέχεια έχουμε τον «*αιτιώδη παράγοντα*» δηλαδή ενέργειες, συμβάντα ή συνθήκες χωρίς τις οποίες :

- Το ατύχημα δεν θα είχε συμβεί
- Διάφορες συνέπειες που συνδέονται με το συμβάν δεν θα είχαν τόσο μεγάλη σημασία.
- Άλλες ενέργειες, συμβάντα ή καταστάσεις που συνδέονται με τους δύο παραπάνω λόγους δεν θα είχαν συμβεί

### 3.4 Διαδικασία της διερεύνησης

Για να συλλεχθούν τα απαραίτητα στοιχεία έτσι ώστε να γίνει μια εξαγωγή πορίσματος, όλα τα κράτη μέλη του IMO στην νομοθεσία τους προβλέπουν έναν ερευνητή που θα μεταβεί στο πλοίο, ώστε να δει από κοντά τι στοιχεία μπορεί να συλλέξει και να μιλήσει με τους εργαζόμενους και οποιοδήποτε άλλο ενδιαφερόμενο πρόσωπο. Όταν ο ερευνητής ζητήσει από έναν ναυτικό να προσκομίσει αποδεικτικά στοιχεία, τα αποδεικτικά αυτά στοιχεία πρέπει να λαμβάνονται με την πρώτη δυνατή

ευκαιρία. Αφότου όμως ζητηθεί από τους ναυτικούς να παραδώσουν στοιχεία, θα πρέπει στη συνέχεια να ενημερώνονται για την διαδικασία της έρευνας καθώς και να είναι ενήμεροι για θέματα που αφορούν:

- κάθε δυνητικό κίνδυνο που μπορεί να ενοχοποιήσει τον εαυτό τους σε κάποια διαδικασία που ακολούθησε την διερεύνηση του συμβάντος
- το δικαίωμα να μην αυτοενοχοποιηθεί ή να παραμείνει σιωπηλός εάν το θέλει
- οποιαδήποτε προστασία που παρέχεται στο ναυτικό να χρησιμοποιηθούν τα στοιχεία εναντίον του, εφόσον έχουν προσκομίσει τα αποδεικτικά στοιχεία για τη διερεύνηση.

Κατά τη διάρκεια αυτής της διαδικασίας αλλά και όταν γίνεται η καταγραφή των γεγονότων είναι δεδομένο ότι πρέπει να υπάρχει εχεμύθεια και να μην γίνονται διαρροές σε άτομα εκτός των ενδιαφερόμενων.

Εκτός από την εχεμύθεια όμως υπάρχουν και κάποιες άλλες αρχές που πρέπει να τηρηθούν από τον ερευνητή. Πιο συγκεκριμένα πρέπει να είναι:

- ανεξάρτητος, δηλαδή να δρα αμερόληπτα και δίχως να εξυπηρετεί συμφέροντα άλλων πλευρών, όπως δηλαδή των εταιρειών που εμπλέκονται στο συμβάν ή των αρμόδιων αρχών.
- Ένα άλλο προσόν που πρέπει να έχει είναι να είναι αφοσιωμένος στη διαδικασία. Ο σκοπός της διερεύνησης δεν είναι για τον καθορισμό υπαιτιότητας ή απόδοσης ευθυνών. Ωστόσο, ο ερευνητής κατά τη διεξαγωγή της έρευνας δεν θα πρέπει να παραβλέψει την πλήρη υποβολή εκθέσεων σχετικά με τους αιτιώδεις παράγοντες οι οποίοι μπορεί να οδηγήσουν σε απόδοση τυχόν ευθυνών.
- Πρέπει να είναι συνεργάσιμος. Αυτό έχει ως σκοπό την επίτευξη του βέλτιστου αποτελέσματος μέσω της συμμετοχής κάθε τυχόν ενδιαφερόμενης πλευράς, ώστε να υπάρχουν στοιχεία και απόψεις από όλες τις πλευρές για να γίνει σωστή συλλογή.

Αφότου έχουν γίνει οι συνομιλίες με τους ναυτικούς, θα πρέπει να είναι ενήμεροι οι ιδιοκτήτες και ο καπετάνιος για θέματα που σχετίζονται με:

- Το συμβάν που είναι υπό διερεύνηση.
- Την ώρα και το μέρος που θα γίνει η έρευνα.
- Τα στοιχεία των ατόμων που κάνουν την έρευνα.
- Τα στοιχεία την νομοθεσίας που απαιτούνται να ακολουθηθούν κατά την διαδικασία την έρευνας.
- Τα δικαιώματα και τις υποχρεώσεις που έχουν τα εμπλεκόμενα μέρη.
- Τα δικαιώματα και τις υποχρεώσεις των αρχών που διεξάγουν την έρευνα.
-

### 3.5 Τελική αναφορά

Αφότου ολοκληρωθεί η συλλογή όλων των στοιχείων και γίνει η απαραίτητη επεξεργασία τους θα γραφεί η τελική αναφορά που θα περιλαμβάνει τα βήματα που παρατέθηκαν στο κεφάλαιο 2.2. Μετά την καταγραφή, οι εμπλεκόμενες πλευρές έχουν το δικαίωμα να ζητήσουν να τους αποσταλεί η αναφορά με την δέσμευση όμως να μην δημοσιεύσουν τίποτα εάν δεν έχουν την απαραίτητη έγκριση από την αρμόδια αρχή που έκανε την καταγραφή. Στη συνέχεια οι ενδιαφερόμενοι έχουν την δυνατότητα εντός 30 ημερών να κάνουν όποια σχόλια θέλουν πάνω στην αναφορά προκειμένου να ληφθούν υπ'όψιν σε τυχόν αναθεώρησή της. Σε αντίθετη περίπτωση που δεν λάβουν σχόλια, η αναφορά θα παραμείνει ως είχε στην αρχή. Τέλος, εάν μια ενδιαφερόμενη πλευρά διαφωνεί πλήρως με την αναφορά που έγινε έχει την δυνατότητα να υποβάλει την δική της στην αρμόδια αρχή ή να κάνει και αίτηση για αναθεώρηση και επανεξέταση της όλης διαδικασίας και της τελικής αναφοράς.



## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4**

### **Ο ΚΩΔΙΚΑΣ ΤΟΥ ABS**

## 4.1 Εισαγωγή

Η παγκόσμια ναυτιλία αντιμετωπίζει πολλές φορές συμβάντα που μπορεί να είναι ατυχήματα ή και παρ' ολίγον ατυχήματα. Γι' αυτό το λόγο δίνεται μεγάλη σημασία στην διερεύνηση και μελλοντική αποφυγή αυτών των γεγονότων. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να δημιουργούνται διάφοροι μέθοδοι διερεύνησης. Έτσι μετά τον κώδικα του IMO έχουμε και τον κώδικα του αμερικάνικου νηογνώμονα του ABS. Ο κώδικας αυτός ονομάζεται MaRCAT (Marine Root Cause Analysis Technique) [5], [25]. Η ανάπτυξη αυτού του κώδικα έγινε συνδυάζοντας όλους τους ήδη υπάρχοντες, με σκοπό να επιτύχει το βέλτιστο αποτέλεσμα. Σκοπός του κώδικα αυτού είναι :

- Να παρέχει καλή και αποτελεσματική ανάλυση.
- Να μπορεί να συνδυάζει το συμβάν και τις περιβαλλοντολογικές απώλειες.
- Να παρέχει μια πολύ ευέλικτη μέθοδο ανάλυσης.

Η διαδικασία της ανάλυσης μέσω του κώδικα αυτού ξεκινάει με την συλλογή όλων των δεδομένων που μπορούν να αποκτηθούν, στη συνέχεια γίνεται η αξιολόγηση και η ανάλυση των δεδομένων, η εξαγωγή αποτελεσμάτων και οι προτάσεις για βελτίωση κάποιων τομέων.

## 4.2 Ορισμοί

Συνήθως οι όροι που χρησιμοποιούνται σε αυτού του τύπου τις αναλύσεις είναι οι ίδιοι, ανεξάρτητα από την αρχή που τον έχει συγγράψει. Υπάρχει περίπτωση όμως οι κοινοί αυτοί όροι να έχουν λίγο διαφορετική σημασία από αρχή σε αρχή. Παρότι λοιπόν έχουν παρατεθεί κάποιοι βασικοί ορισμοί σε προηγούμενο κεφάλαιο, κρίνεται χρήσιμο να ξανα γίνει παράθεση τους αλλά με τον τρόπο που τους ορίζει ο κώδικας ABS. Έχουμε λοιπόν τους εξής ορισμούς οι οποίοι θα αναφέρονται και με την αγγλική τους ορολογία για διευκόλυνση:

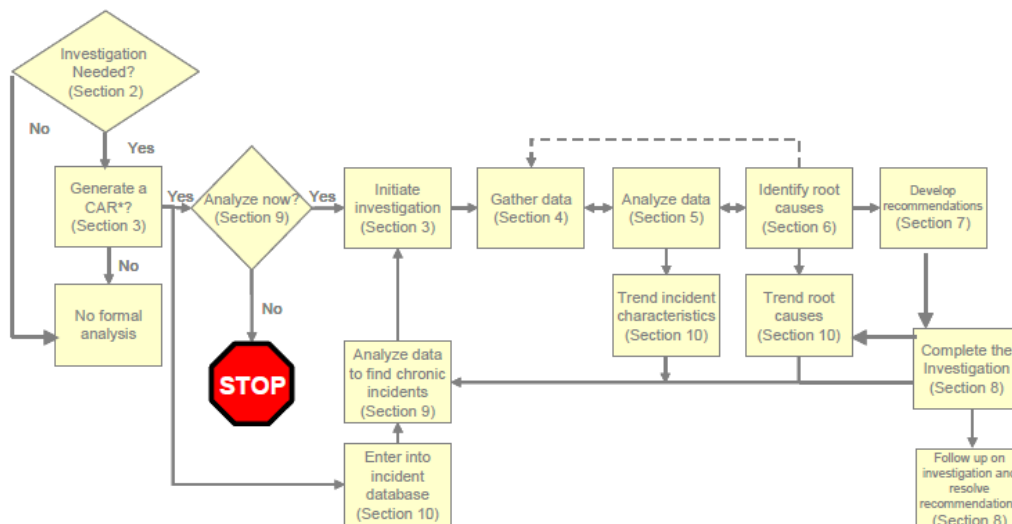
- 1- *Περιστατικό* (incident) είναι μια αλληλουχία γεγονότων που οδήγησε η παρ' ολίγον να οδηγήσει σε ένα ζημιογόνο συμβάν.
- 2- *Συνέπειες* (consequences) είναι ανεπιθύμητα ή απροσδόκητα αποτελέσματα που μπορεί να οδηγήσουν σε αρνητικές συνέπειες για έναν οργανισμό. Οι συνέπειες αυτές μπορούν να είναι μικροτραυματισμοί ή απώλεια ζωής, εκτεταμένη απώλεια περιουσίας, περιβαλλοντικές ζημιές και παραβάσεις που συνδέονται με την ασφάλεια.
- 3- *Ατύχημα* (accident) είναι ένα περιστατικό με μη αναμενόμενες ή ανεπιθύμητες συνέπειες. Οι συνέπειες μπορεί να σχετίζονται με τραυματισμό ή θάνατο του προσωπικού, απώλεια περιουσίας, τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις, απώλεια των επιχειρήσεων ή ένα συνδυασμό αυτών.

- 4- *Παρολίγον απώλεια* (near miss) ορίζεται ένα περιστατικό που θα μπορούσε να οδηγήσει σε ανεπιθύμητα αποτελέσματα αλλά τελικά δεν συνέβη ή ένα περιστατικό που οι συνέπειές του ήταν τελικά λιγότερο σοβαρές απ'ότι θα μπορούσαν να είναι κάτω από άλλες συνθήκες.
- 5- *Αιτιώδης παράγοντας* (causal factor) ορίζεται ως τα προβλήματα, τα ανθρώπινα λάθη και οι εξωτερικοί παράγοντες που προκάλεσαν ένα περιστατικό.

Αυτοί είναι οι βασικοί όροι που θα συναντηθούν συνήθως σε τέτοιες αναλύσεις και χρειάζονται να αποσαφινιστούν.

### 4.3 Ανάλυση του κώδικα MaRCAT

Ο βασικός στόχος της διαδικασίας διερεύνησης είναι να εξασφαλιστεί ότι οι υπεύθυνοι ασφαλείας είναι σε θέση να λειτουργούν για την πρόληψη και τον περιορισμό των ατυχημάτων. Εάν παρέχονται επαρκείς εγγυήσεις, τυχόν ζημιές που συμβαίνουν πιθανόν να είναι αποδεκτές. Αυτή η διαδικασία εφαρμόζεται σε περιστατικά όλων των τύπων, παρόλο που η εφαρμογή των επιμέρους σταδίων μπορεί να είναι κάπως διαφορετική για κάθε τύπο συμβάντος. Τα βήματα ισχύουν επίσης για περιστατικά διαφόρων μεγεθών. Με άλλα λόγια, η διαδικασία εφαρμόζεται σε μικρές έρευνες που αφορούν ένα άτομο και διαρκούν λίγα λεπτά, αλλά και σε αυτές που αφορούν μια μεγάλη ομάδα που μπορεί να διαρκέσει αρκετές εβδομάδες ή και μήνες. Τα βήματα της διαδικασίας θα πρέπει να υλοποιηθούν με διαφορετικό τρόπο, ανάλογα με το βάθος της ανάλυσης. Αυτό φαίνεται και στο σχήμα 1 όπου παρουσιάζεται η σειρά των βημάτων που ακολουθούνται για να γίνει η ανάλυση. Μια επισκόπηση του κάθε σταδίου παρέχεται παρακάτω μετά την εικόνα 3.1.



Σχήμα 3.1: Τα βήματα της MaRCAT

### Βήμα 1 : Πρέπει το συμβάν να αναλυθεί τώρα;

Η πρώτη απόφαση που πρέπει να ληφθεί είναι αν ένα περιστατικό αξίζει μια αποκλειστική διερεύνηση. Όταν οι πραγματικές ή δυνητικές συνέπειες του περιστατικού είναι μικρές, μπορεί να αρκестεί με μια απλη καταχώρηση σε μια βάση δεδομένων. Εάν το περιστατικό θεωρείται σημαντικής αξίας, θα πρέπει ν' αποφασισθεί εάν το περιστατικό πρέπει να αναλυθεί τώρα ή εάν σε μεταγενέστερο χρόνο θα μπορούσε να είναι πιο κατάλληλη στιγμή.

### Βήμα 2 : Έναρξη της έρευνας.

Σε αυτό το στάδιο, γίνεται η προετοιμασία διεξαγωγής της έρευνας. Οι δραστηριότητες σε αυτό το βήμα απαιτούν την εξασφάλιση ότι υπάρχει ένας συγκεκριμένος και συμφωνημένος ορισμός του θέματος, τον καθορισμό του τρόπου της έρευνας και τη συγκέντρωση των πόρων που απαιτούνται για την εκτέλεσή της.

### Βήμα 3 : Συλλογή δεδομένων.

Σε αυτό το βήμα, τα δεδομένα έχουν ήδη συγκεντρωθεί. Υπάρχουν πέντε βασικοί τύποι δεδομένων: ανθρώπινος παράγοντας, δεδομένα σε χαρτί, ηλεκτρονικά δεδομένα, φυσικά δεδομένα και αυτά που σχετίζονται με τη θέση του πλοίου. Υπάρχουν διάφοροι μέθοδοι για αποδοτική και αποτελεσματική συγκέντρωση κάθε τύπου δεδομένων. Τα στοιχεία αυτά είναι ζωτικής σημασίας για να διασφαλιστεί ότι η κατανόηση μπορεί να επιτευχθεί σχετικά με το «τι», «πώς» και «γιατί» συνέβη τελικά στο εκάστοτε συμβάν.

### Βήμα 4 : Ανάλυση δεδομένων.

Η μεθοδολογία MaRCAT χρησιμοποιεί τρία βασικά εργαλεία για να εκτελεστεί αυτό το βήμα: τα διαγράμματα αιτιώδους παράγοντα, τα δέντρα σφαλμάτων και την μέθοδο των πέντε γιατί (5 whys technique). Ωστόσο, άλλα εργαλεία μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν, όπως είναι η ανάλυση επικινδυνότητας και λειτουργικότητας. Οποιαδήποτε από αυτές τις τεχνικές ανάλυσης μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την οργάνωση των δεδομένων που έχουν συλλεχθεί στο Βήμα 3. Οι τεχνικές ανάλυσης δεδομένων βοηθούν επίσης στο να προσδιοριστούν τα δεδομένα που χρειάζονται επιπλέον και τα ερωτήματα που πρέπει να απαντηθούν για να κατανοήσουν το περιστατικό και τα αίτια της. Ως αποτέλεσμα, το στάδιο ανάλυσης δεδομένων συχνά μας στέλνει πίσω στο βήμα 3 για να συγκεντρώσει περισσότερα στοιχεία. Αυτός ο βρόχος μπορεί να συμβεί πολλές φορές κατά τη διάρκεια μιας έρευνας. Ο τελικός στόχος αυτού του βήματος είναι να προσδιοριστούν οι αιτιώδεις παράγοντες.

### Βήμα 5 : Προσδιορισμός βαθύτερων αιτιών.

Μόλις γίνει κατανοητό το «ποιος», «τι», «πού» και το «πότε» του συμβάντος καθώς και όταν αποσαφηνιστούν τα ανθρώπινα λάθη, τα διαρθρωτικά λάθη, τα μηχανικά

προβλήματα και οι εξωτερικοί παράγοντες που οδήγησαν στο συμβάν, θα είμαστε σε θέση να εντοπίσουμε τα βαθύτερα αίτια του περιστατικού.

#### Βήμα 6 : *Ανάπτυξη συστάσεων.*

Ο προσδιορισμός των αιτιών δεν είναι αρκετός. Πρέπει να γίνουν αλλαγές που να καλύπτουν κάθε μια από τις βασικές αιτίες που έχουν εντοπιστεί. Σε αυτό το στάδιο, αναπτύσσονται οι βραχυπρόθεσμες, μεσοπρόθεσμες και μακροπρόθεσμες συστάσεις για την αντιμετώπιση των αιτιών που προσδιορίστηκαν στα βήματα 4 και 5. Αναπτύσσονται επίσης μέτρα για την αξιολόγηση των αποτελεσμάτων.

#### Βήμα 7 : *Ολοκλήρωση των ερευνών.*

Για να ολοκληρωθεί η διαδικασία της έρευνας, πρέπει να καταγραφούν όλα σε μια έκθεση. Στο στάδιο αυτό, τα αποτελέσματα της ανάλυσης ανακοινώνονται σε εκείνους που δεν συμμετείχαν στη διαδικασία. Στη συνέχεια, θα πρέπει να διασφαλίζεται ότι οι συστάσεις που αναπτύσσονται στο Βήμα 6 θα εκτελεστούν . Τέλος, η ίδια η διαδικασία διερεύνησης ελέγχεται και εάν κριθεί απαραίτητο αναθεωρείται.

#### Βήμα 8 : *Καθορισμός προβλημάτων της ανάλυσης.*

Στο στάδιο αυτό, επιλέγεται μια μέθοδος επιλογής των συμβάντων για την ανάλυση. Γίνεται επίσης διερεύνηση των παρ 'ολίγον ατυχημάτων καθώς και αναλύσεις που απευθύνονται σε κάποιο βάθος χρόνου.

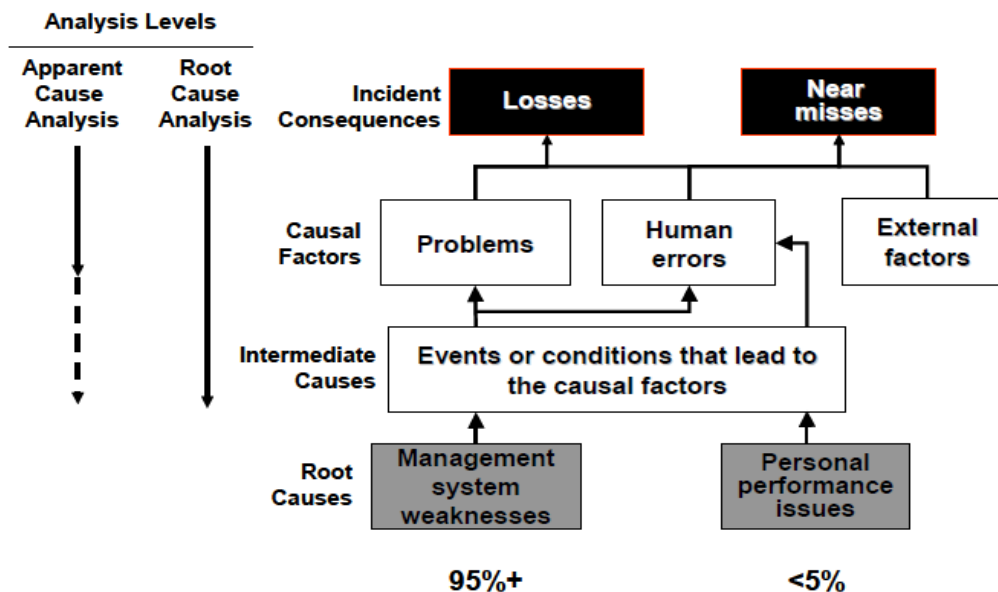
#### Βήμα 9 : *Κρίση του κώδικα*

Στα βήματα 2 έως 8 διεξήχθη έρευνα για τα περιστατικά που είχαν αρκετά μεγάλες πραγματικές ή δυνητικές επιπτώσεις και που δικαιολογούν το να γίνει έρευνα αποκλειστικά γι'αυτά. Αυτό το βήμα εξετάζει όλα τα συμβάντα τα οποία έχουν αναλυθεί, καθώς και εκείνα που αποφασίστηκε να μην αναλυθούν, προκειμένου να αποφασιστεί αν πρέπει να γίνει ανάλυση για μια ομάδα συμβάντων. Εάν κάποια ομάδα συμβάντων παρουσιάζει ένα πρόβλημα το οποίο παρατηρείται συχνά μπορεί ν' αποφασιστεί ότι η έρευνα της ομάδας αυτής είναι δικαιολογημένη.

#### Βήμα 10 : *Ολοκλήρωση της διαδικασίας*

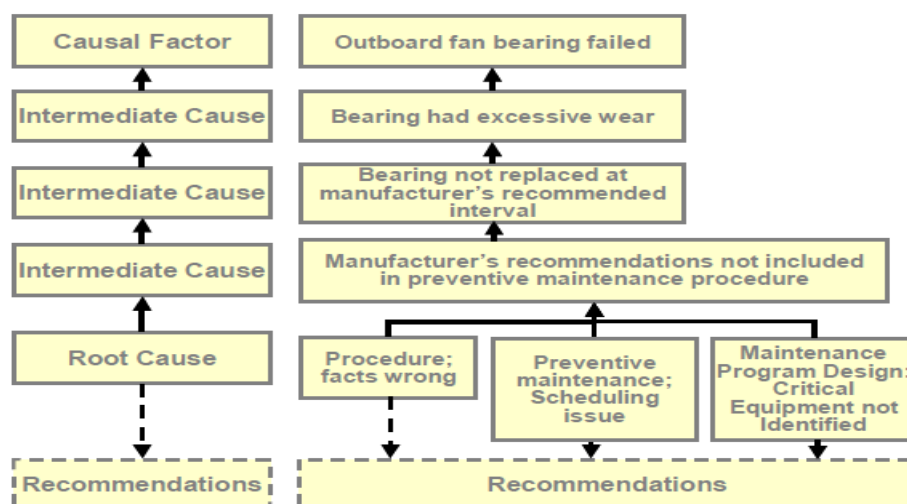
Τέλος, όταν μια έρευνα έχει ολοκληρωθεί και οι συστάσεις έχουν γίνει δεκτές, η παρακολούθηση είναι απαραίτητη για τον προσδιορισμό της αποτελεσματικότητας των εφαρμοζόμενων προληπτικών μέτρων και τη πιθανή διόρθωσή τους. Ανεξάρτητα από το πόσο εις βάθος έγινε η ανάλυση, είναι πολύ πιθανό οι προτεινόμενες δράσεις να μην έχουν ολοκληρωθεί ή να αποδείχθηκε ότι τελικά ήταν αναποτελεσματικές για την αντιμετώπιση του προβλήματος.

Στη συνέχεια θα παραθέσουμε και ένα σχήμα που δείχνει την διαδικασία της ανάλυσης ώστε να φανεί ποια αλληλουχία ακολουθείται ακριβώς. Η ανάλυση ξεκινά με την κατανόηση της αλληλουχίας των γεγονότων που οδήγησαν στο συμβάν. Αντικείμενο μελέτης είναι οι βασικές αιτίες . Ωστόσο , δεν είναι δυνατόν να μετακινηθούμε άμεσα από τους παράγοντες αιτιώδους συνάφειας προς τα γενεσιουργά αίτια , αφού θα υπάρχει ένας αριθμός ενδιάμεσων αιτιών . Η ανάλυση απαιτεί τον προσδιορισμό των ενδιάμεσων αιτιών για να γίνει σύνδεση των αιτιωδών παραγόντων με τα γενεσιουργά αίτια. Αυτή η διαδικασία απεικονίζεται σχηματικά στη εικόνα 3.2.



Σχήμα 3.2 : Ο προσδιορισμός των ενδιάμεσων αιτιών

Στη συνέχεια ακολουθεί η εικόνα 3.3 το οποίο συνδέει τους αιτιώδεις παράγοντες με τα βαθύτερα αίτια. Η μέθοδος ανάλυσης αυτή που ονομάζεται «Root cause analysis» διερευνεί τα αίτια του συμβάντος σε χαμηλότερα επίπεδα από αυτά του αιτιώδους παράγοντα.



Σχήμα 3.3 : Σύνδεση αιτιωδών παραγόντων και βασικών αιτιών

#### 4.4 Σύνοψη της μεθόδου

Ο στόχος της έρευνας ενός συμβάντος εν τέλει δεν είναι μόνο να γίνει κατανοητό το «τι» και «πώς» έγινε , αλλά και γιατί συνέβη . Η ανάλυση του συμβάντος ξεκινά με τη συλλογή των δεδομένων . Δεδομένου ότι τα στοιχεία έχουν συγκεντρωθεί, θα πρέπει να οργανωθούν και να αναλυθούν χρησιμοποιώντας κάποια από τις μεθόδους που έχουν ήδη αναφερθεί ή κάποια άλλη εάν θέλουν . Ο πρώτος στόχος είναι ο εντοπισμός των αιτιωδών παραγόντων για το περιστατικό . Αιτιώδεις παράγοντες είναι εκείνοι οι συντελεστές που εάν εξαλειφθούν κατά πάσα πιθανότητα θα αποτραπούν μελλοντικά παρόμοια συμβάντα. Μόλις το περιστατικό γίνει κατανοητό , οι βασικές αιτίες εντοπίζονται για κάθε αιτιώδη παράγοντα. Τέλος, αναπτύσσονται συστάσεις για την εξάλειψη των βαθύτερων αιτιών και την πρόληψη των αιτιωδών παραγόντων.

Η ανάλυση των βαθύτερων αιτιών διαφέρει από την παραδοσιακή επίλυση προβλημάτων στο ότι η προσέγγιση των αιτιών είναι πιο δομημένη .Η προσέγγιση αυτή, έχει τη συγκεκριμένη δομή για να εξασφαλίσει ότι γίνεται μια πιο εμπειρισταωμένη ανάλυση και εξετάζονται όλες οι παραδοχές.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5**

### **Η ΕΥΡΩΠΑΙΚΗ ΠΛΑΤΦΟΡΜΑ ΝΑΥΤΙΚΩΝ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ ( EMCIIP)**



## 5.1 Εισαγωγή

Καθώς μέχρι τώρα έχει καταστεί σαφές το πόσο σημαντική είναι η ανάλυση ενός ατυχήματος ή ενός παρ' ολίγον ατυχήματος, θα αναλύσουμε τον Ευρωπαϊκό φορέα που ονομάζεται EMSA (European Marine Safety Agency) [6] ο οποίος ανέπτυξε μια ηλεκτρονική πλατφόρμα η οποία έχει συλλέξει όλα τα συμβάντα που έχουν λάβει χώρα σε ευρωπαϊκά ναυτικά ύδατα. Η πλατφόρμα αυτή ονομάζεται EMCIP (European Marine Casualty Investigation Platform) και σκοπός της είναι:

- Η εξέλιξη των ερευνών που γίνονται για τα ναυτικά ατυχήματα.
- Βαθύτερη ανάλυση των αποτελεσμάτων των ερευνών.
- Η διευκόλυνση της αναγνώρισης σημαντικών κινδύνων.

## 5.2 Τρόπος λειτουργίας της EMCIP

Ο EMSA μαζί με τα κράτη μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης ανέπτυξε την πλατφόρμα EMCIP. Αυτό παρέχει την δυνατότητα σε όλα τα κράτη μέλη να έχουν τον δικό τους υπο-οργανισμό, ο οποίος είναι υπεύθυνος για αναλύσεις ατυχημάτων με βάση την EMCIP.

Ο τρόπος που συλλέγει τα στοιχεία της η πλατφόρμα έχει ως εξής. Αφού γίνει το κάθε συμβάν και λάβει χώρα και η ανάλυσή του, η EMCIP λαμβάνει την τελική έκθεση για να την καταχωρήσει στην ηλεκτρονική πλατφόρμα. Υπάρχει βέβαια και ένα ενδιάμεσο στάδιο πριν γίνει η επίσημη καταχώριση στο διαδίκτυο. Αυτό είναι η επίσημη αποδοχή της έκθεσης από τα αρμόδια στελέχη του EMSA. Αφότου γίνει η καταχώριση είναι δυνατόν η έκθεση να γίνει προσβάσιμη και σε άλλους φορείς που ενδιαφέρονται. Τέλος, κάθε χρόνο δημοσιεύονται και επίσημα στατιστικά στοιχεία με βάση τα συμβάντα που έχουν συλλεγεί.

Αφότου ενταχθεί στη βάση δεδομένων το κάθε συμβάν, στη συνέχεια ταξινομείται σε κατηγορίες οι οποίες καθιστούν πιο εύκολη την στατιστική ανάλυση αλλά και την εύρεση κάποιου συμβάντος.

### 5.2.1 Ταξινόμηση με βάση το είδος του ατυχήματος.

Σε αυτή την πρώτη ταξινόμηση που γίνεται έχουμε τις εξής κατηγορίες [7]:

- Ανατροπή
- Σύγκρουση
- Επαφή
- Ζημία στον μηχανικό εξοπλισμό του πλοίου
- Φωτιά ή έκρηξη
- Βύθιση

- Προσάραξη
- Ζημία της γάστρας
- Απώλεια ελέγχου του πλοίου
- Εξαφάνιση πλοίου

Σε αυτή την κατηγορία μπορούμε να ταξινομήσουμε και συμβάντα που δεν περιλαμβάνουν υλική ζημία, αλλά προβλήματα υγείας των εργαζομένων ή των επιβατών του πλοίου. Οι κατηγορίες για προβλήματα υγείας είναι :

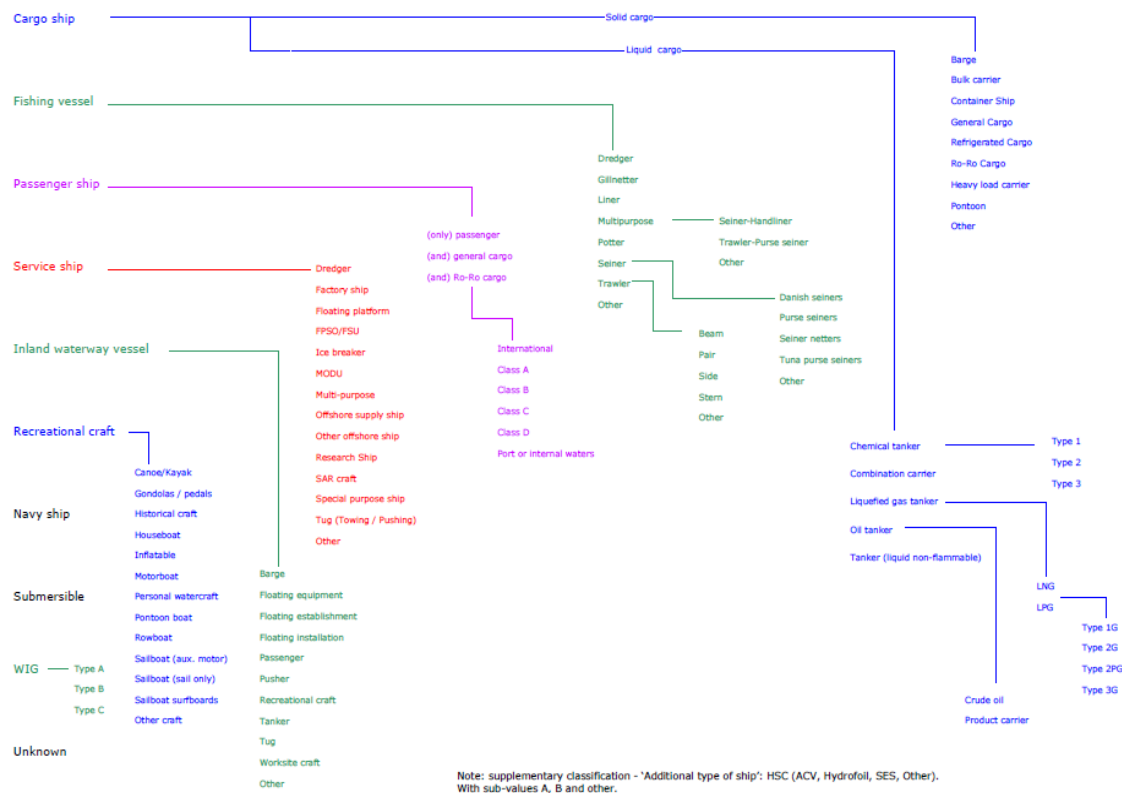
- Ατύχημα
- Ασθένεια
- Αυτοκτονία
- Άλλο συμβάν

### 5.2.2 Ταξινόμηση με βάση το είδος του πλοίου

Τα είδη πλοίων που θα συναντήσουμε στις κατηγορίες της EMCIP είναι τα ακόλουθα :

- Εμπορικά
- Αλιευτικά
- Επιβατηγά
- Υπηρεσιακά
- Σκάφη αναψυχής
- Πλοία εσωτερικής ναυσιπλοΐας
- Υποβρύχια
- Στρατιωτικά
- Άλλος τύπος

Κάθε κατηγορία πλοίου όμως έχει και άλλες υποκατηγορίες οι οποίες παρουσιάζονται στο σχήμα 4.1.



Σχήμα 4.1 : Υποκατηγορίες πλοίων

### 5.2.3 Ταξινόμηση με βάση τους παράγοντες που συνέβαλαν στο συμβάν

Πρώτα έχουμε τις κατηγορίες που αφορούν τις ενέργειες που συνδέονται με τους χειρισμούς επί του πλοίου:

- Προβλήματα επίβλεψης
- Θέματα που αφορούν την επάνδρωση του πλοίου
- Θέματα του προσωπικού
- Συνθήκες εργασίας
- Ψυχολογικά προβλήματα των εργαζομένων
- Προβλήματα συντήρησης εξοπλισμού
- Περιβαλλοντολογικές συνθήκες
- Προβλήματα με την ετοιμότητα σε καταστάσεις έκτακτης ανάγκης

Στη συνέχεια υπάρχει η ταξινόμηση πάνω σε θέματα που αφορούν την διαχείριση της λειτουργίας του πλοίου από την πλοιοκτήτρια εταιρεία :

- Εργασιακό κλίμα
- Προβλήματα οργάνωσης
- Προβλήματα σε θέματα ασφαλείας

- Τρόπος οργάνωσης του προσωπικού
- Πολιτική συντήρησης

### 5.3 Συμπεράσματα για την χρήση την πλατφόρμας EMCIP

Η πλατφόρμα αυτή αποτελεί μαζί με άλλες παρόμοιες ένα μέσο που βοηθάει στην αποτροπή μελλοντικών ναυτικών συμβάντων. Αυτό γίνεται διότι η ταξινόμηση που χρησιμοποιεί, αναλύει σε τέτοιο βάθος κάθε συμβάν που καθιστά ικανή την ανάλυση με πολλές λεπτομέρειες.

Με αυτό τον τρόπο η κάθε χώρα της Ευρωπαϊκής Ένωσης μπορεί να δρα με τρόπο τέτοιο ώστε να αυξήσει την ασφάλεια του στόλου της. Έτσι θα υπάρξει μια συνολική αύξηση των μέτρων ασφαλείας σε όλη την ζώνη της Ευρώπης και θα μειωθούν τα ναυτικά ατυχήματα.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6**

### **Η ΜΕΘΟΔΟΣ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗΣ TRACEr**

## 6.1 Εισαγωγή στη μέθοδο TRACER

Σύμφωνα με τις παραπάνω αναλύσεις των μεθόδων ανάλυσης ατυχημάτων και σε συνδυασμό με τον τρόπο που δουλεύει η πλατφόρμα EMCIP, βγάζουμε το συμπέρασμα ότι η ύπαρξη μιας μορφής ταξινόμησης είναι πολύ χρήσιμη προκειμένου να γίνει η ανάλυση του συμβάντος. Η μέθοδος TRACER [8] είναι μια μέθοδος που αναπτύχθηκε από μια επαναληπτική μέθοδο που δεχόταν στοιχεία από πολλές διαφορετικές δραστηριότητες οι οποίες περιείχαν ανθρώπινο λάθος. Η TRACER έχει αρθρωτή δομή και περιλαμβάνει τρεις βασικούς τύπους ταξινόμησης που αναφέρονται:

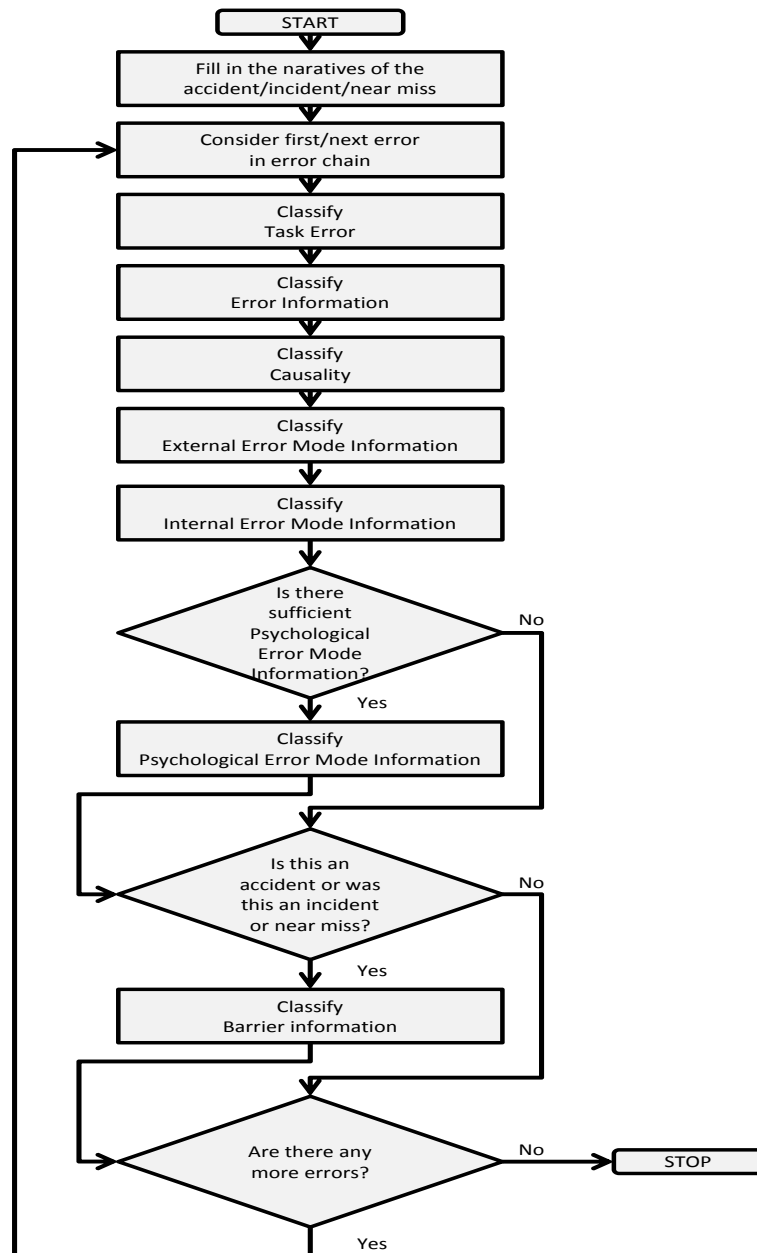
- Στα όρια εντός των οποίων συνέβη το σφάλμα.
- Στις αιτίες του σφάλματος.
- Στις μεθόδους αντιμετώπισης του σφάλματος.

Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιείται για την ταυτοποίηση του ανθρώπινου λάθους. Πιο συγκεκριμένα, αναλύει την αλληλεπίδραση του ανθρώπινου παράγοντα με τις μηχανές. Με αυτή τη σύζευξη οδηγούμαστε στη εξαγωγή των αποτελεσμάτων που αφορούν το σφάλμα. Η μέθοδος αυτή, αρχικά δημιουργήθηκε για την εύρεση σφαλμάτων στις αερομεταφορές, και στη πορεία άρχισε να χρησιμοποιείται και σε άλλους τομείς όπως και η ναυτιλία.

Στα πλαίσια αυτών των τριών βασικών τύπων υπάρχουν και άλλες υποκατηγορίες ταξινόμησης οι οποίες εμπεριέχονται σε κάποιον από αυτούς τους τύπους. Πιο συγκεκριμένα η ταξινόμηση TRACER περιλαμβάνει τα ακόλουθα βήματα τα οποία θα αναλυθούν διεξοδικότερα στη συνέχεια:

1. Γενικές πληροφορίες για το πλοίο, το συμβάν και το μέρος όπου συνέβη το περιστατικό (general information).
2. Ποια ενέργεια δεν έγινε σωστά και οδήγησε στο συμβάν (task error).
3. Πληροφορίες για την εσφαλμένη ενέργεια (error information).
4. Το μέγεθος του συμβάντος (casualty level).
5. Ποιός εξωτερικός παράγοντας συνέβαλε στο συμβάν (external error mode).
6. Σύνδεση του περιστατικού με την ανθρώπινη αντίληψη, λήψη αποφάσεων, μνήμη ή την εσφαλμένη ενέργεια που οδήγησε στο συμβάν (cognitive domain).
7. Ποιός εσωτερικός παράγοντας συνέβαλλε στο συμβάν (internal error mode).
8. Σύνδεση με την ψυχολογική κατάσταση των ανθρώπων που ενεπλάκησαν (psychological error mode).
9. Παράθεση των παραγόντων διαμόρφωσης της συμπεριφοράς των εργαζομένων που αναφέρουν ποιοι παράγοντες επηρέασαν την απόδοσή τους (performance shaping factor).
10. Τρόποι αντιμετώπισης του σφάλματος (error recovery).

Στο σχήμα 5.1 που ακολουθεί φαίνεται και σχηματικά η διαδικασία και η σειρά βημάτων που ακολουθούνται σε αυτή την ταξινόμηση.



Σχήμα 5.1 : Ακολουθία βημάτων της TRACER

## 6.2 Ανάλυση των βημάτων

Αρχικά, κατά την ανάλυση των δεδομένων, απαιτούνται κάποιες γενικές πληροφορίες για το συμβάν ή το παρ'ολίγον συμβάν που αναφέρονται στα εξής :

- Στον αριθμό IMO του πλοίου.
- Στο όνομα του πλοίου.
- Στη γεωγραφική θέση του συμβάντος.
- Εάν υπάρχουν νεκροί ή τραυματίες.

- Στη σημαία του πλοίου.
- Στον τύπο πλοίου.
- Στο DWT του πλοίου.
- Στην ηλικία του πλοίου.

Αφού παρατεθούν τα παραπάνω στοιχεία αρχίζει η διαδικασία της ταξινόμησης που περιλαμβάνει εννέα βήματα.

### 6.2.1 Αναγνώριση του σφάλματος

Αυτή η πρώτη κατηγορία, αρχικά ,κάνει την διάκριση για το που έγινε το συμβάν στο πλοίο. Οι κατηγορίες που περιλαμβάνει είναι :

- 1- Γέφυρα
- 2- Κατάστρωμα
- 3- Μηχανοστάσια
- 4- Άλλο μέρος του πλοίου που πρέπει να αναφερθεί ονομαστικά.

Αφότου γίνει αυτή η ταξινόμηση για κάθε ένα από τα παραπάνω , στη συνέχεια πραγματοποιείται κι άλλη ταξινόμηση που δείχνει ποιά ενέργεια δεν εκτελέστηκε σωστά στο επιλεγμένο μέρος του συμβάντος. Οι αναγραφόμενες ως ενδεικτικές ενέργειες είναι οι ακόλουθες:

- Σφάλμα εσωτερικής επικοινωνίας.
- Σφάλμα εξωτερικής επικοινωνίας.
- Μέτρα ασφαλείας.
- Κακή επίβλεψη των εργασιών.
- Σφάλματα στην πλοήγηση.
- Κακή συντήρηση.
- Εργασίες που αφορούν το μεταφερόμενο εμπόρευμα.
- Σφάλματα στην διαδικασία αγκυροβόλισης.

Αυτές είναι οι ενδεικτικές εργασίες που αναφέρονται και εάν δεν υπάρχει κάποια από αυτές στο συμβάν συμπληρώνεται η κατάλληλη.

### 6.2.2 Πληροφορίες για το σφάλμα

Οι πληροφορίες του βήματος αυτού βοηθούν τον ερευνητή να εξετάσει πιο προσεκτικά το ατύχημα. Αυτή η κατηγορία βοηθά να καθοριστεί εάν το ατύχημα προκλήθηκε εξαιτίας ενός σφάλματος στο υλικό των χρηστών, από τις δραστηριότητες των χρηστών ή λόγω εσφαλμένων πληροφοριών.



- 1) Αρχικά θα παραθέσουμε τις επιλογές ταξινόμησης προκειμένου να καθοριστεί το υλικό που οδήγησε στο σφάλμα, ανάλογα με το μέρος πάνω στο πλοίο το οποίο έχει καθοριστεί από το προηγούμενο βήμα.

Εάν το συμβάν έλαβε χώρα στην *γέφυρα* του πλοίου έχουμε τις εξής επιλογές:

- Ραντάρ
- GPS
- ECDIS
- AIS
- Συναγερμός
- Αυτόματος πλοηγός
- Τιμόνι
- Εξωτερικός εξοπλισμός
- Ναυτικός χάρτης
- VHF
- Οθόνες ελέγχου του μηχανοστασίου
- Εγχειρίδια
- Σκάλες
- Επιλογή άλλου υλικού
- Δεν εμπλέκεται κάποιο εργαλείο στο συμβάν

Αν το συμβάν έλαβε χώρα στο *κατάστρωμα* έχουμε τις ακόλουθες επιλογές:

- Συσκευές επικοινωνίας
- Συσκευές επίβλεψης
- Φορτωτικά μηχανήματα
- Εξοπλισμός αγκυροβόλησης
- Διάφορα έντυπα που αφορούν τις λειτουργίες στο κατάστρωμα
- Σκάλες
- Εξοπλισμός έκτακτης ανάγκης
- Κάποιο άλλο εργαλείο
- Δεν εμπλέκεται κάποιο εργαλείο στο συμβάν

Τέλος εάν το συμβάν έγινε στο *μηχανοστάσιο* παραθέτονται οι εξής επιλογές:

- Κύρια μηχανή
- Πίνακας ελέγχου του μηχανοστασίου
- Αντλίες καυσίμου
- Λέβητες
- Διάφορα διαχωριστικά υλικά
- Αντλίες θαλασσίου έρματος
- Συσκευές επικοινωνίας

- Εγχειρίδια
- Σκάλες
- Μηχανισμός πηδαλίου
- Κάποιο άλλο εργαλείο ή μηχανήμα
- Δεν εμπλέκεται κάποιο εργαλείο στο συμβάν

2) Αφότου παρατέθηκαν οι επιλογές που αφορούν το υλικό ή εργαλείο που οδήγησε στο συμβάν, τώρα θα ακολουθήσουν οι επιλογές ταξινόμησης που αναφέρονται στην εσφαλμένη δραστηριότητα που συνετέλεσε στο περιστατικό.

Εάν το συμβάν έλαβε χώρα στην *γέφυρα* του πλοίου έχουμε τις εξής επιλογές:

- Εσωτερική επικοινωνία
- Εξωτερική επικοινωνία
- Συνεννόηση μεταξύ αρμοδίων πάνω στο πλοίο
- Επίβλεψη
- Πλοήγηση
- Παρακολούθηση των εργασιών
- Πρόβλημα με τον σχεδιασμό του ταξιδιού
- Κάποια άλλη δραστηριότητα

Αν το συμβάν έλαβε χώρα στο *κατάστρωμα* έχουμε τις ακόλουθες επιλογές:

- Εσωτερική επικοινωνία
- Εξωτερική επικοινωνία
- Συνεννόηση μεταξύ αρμοδίων πάνω στο πλοίο
- Επίβλεψη
- Πλοήγηση
- Διαδικασίες αγκυροβόλησης
- Διαδικασίες φόρτωσης ή εκφόρτωσης
- Συντήρηση
- Κάποια άλλη δραστηριότητα

Τέλος εάν το συμβάν έγινε στο *μηχανοστάσιο* παραθέτονται οι εξής επιλογές:

- Εσωτερική επικοινωνία
- Συνεννόηση μεταξύ αρμοδίων πάνω στο πλοίο
- Επίβλεψη
- Απουσία μέτρων ασφαλείας
- Συντήρηση
- Επίβλεψη του μηχανοστασίου
- Κάποια άλλη δραστηριότητα

- 3) Τέλος θα γίνει αναφορά στις τυχόν πληροφορίες οι οποίες ήταν διαθέσιμες αλλά δεν ελήφθησαν υπ' όψιν. Αυτές οι πληροφορίες αφορούν είτε καθορισμένα και μη αναστρέψιμα στοιχεία του πλοίου είτε πληροφορίες που κάθε τόσο αλλάζουν.

Πιο συγκεκριμένα η πρώτη κατηγορία περιλαμβάνει πληροφορίες σχετικά με:

- Τις διαστάσεις του πλοίου
- Τα χαρακτηριστικά ελκτικότητάς του.
- Τις πληροφορίες για την κύρια μηχανή και το σύστημα πρόωσης
- Την ευστάθεια του πλοίου.

Η δεύτερη κατηγορία αφορά πληροφορίες που σχετίζονται με:

- Το βύθισμα, την διαγωγή και την προσωρινή ευστάθεια
- Τις συνθήκες πλοήγησης
- Τις ανάγκες πρόωσης

### 6.2.3 Μέγεθος του συμβάντος

Αυτή η κατηγορία είναι απαραίτητη για να κατατάξει τα λάθη σύμφωνα με το επίπεδο της αιτιώδους συνάφειας τους, δηλαδή τη σημασία τους σε σχέση με το σφάλμα. Πιο συγκεκριμένα οι τέσσερις τύποι ταξινόμησης του σφάλματος είναι οι ακόλουθοι :

- Ανεξάρτητο σφάλμα : όπου η ενέργεια που προκάλεσε το συμβάν είναι η κύρια αιτία και χωρίς αυτή την ενέργεια δεν θα είχε γίνει το λάθος.
- Συντελεστικό σφάλμα : όπου η ενέργεια που έγινε προκάλεσε το συμβάν, αλλά κατά πάσα πιθανότητα θα γινόταν έτσι κι αλλιώς το σφάλμα.
- Σύνθετο σφάλμα : όπου πολλές συνεχόμενες λανθασμένες ενέργειες οδήγησαν στο συμβάν.
- Μη συντελεστικό σφάλμα : όπου το σφάλμα σχετίζεται με διάφορα άλλα λάθη που έγιναν αλλά που δεν επιδείνωσαν την κατάσταση.

### 6.2.4 Εξωτερικός παράγοντας

Ένας πολύ σημαντικός παράγοντας που πρέπει να καθορίζεται είναι η εξωτερική παρατήρηση του αποτελέσματος. Πιο συγκεκριμένα, ο συσχετισμός του αποτελέσματος με μια επιλογή που έγινε, ένα σφάλμα επικοινωνίας ή με μια λάθος εκτίμηση του χρόνου. Έτσι στη συνέχεια παρουσιάζονται όλες οι επιλογές αυτού του βηματος.

Εάν το συμβάν σχετίζεται με επιλογές που έγιναν έχουμε τα παρακάτω:

- Παράληψη
- Υπερβολική αντίδραση
- Αδιαφορία

- Ενέργεια προς λάθος κατεύθυνση
- Λανθασμένη ενέργεια στο σωστό αντικείμενο
- Σωστή ενέργεια στο λάθος αντικείμενο
- Λανθασμένη ενέργεια στο λάθος αντικείμενο
- Εξωτερικός παράγοντας

Στη συνέχεια αν το συμβάν σχετίζεται με κακή εκτίμηση του χρόνου οι επιλογές είναι οι ακόλουθες:

- Μακρόχρονη ενέργεια
- Ενέργεια για μικρό χρονικό διάστημα
- Ενέργεια που έγινε νωρίτερα απ' όταν έπρεπε
- Ενέργεια που έγινε αργότερα απ' όταν έπρεπε
- Επαναλαμβανόμενη ενέργεια

Τελευταία επιλογή του βήματος αυτού είναι η σύνδεση του συμβάντος με προβλήματα στην επικοινωνία:

- Μετάδοση ασαφούς πληροφορίας
- Λανθασμένη κατανόηση μιας πληροφορίας
- Η κατάλληλη πληροφορία δεν αποκτήθηκε ποτέ
- Η κατάλληλη πληροφορία δεν μεταδόθηκε
- Μια πληροφορία δεν έγινε αντιληπτή
- Μετάδοση ημιτελούς πληροφορίας
- Κατανόηση ημιτελούς πληροφορίας
- Μετάδοση λανθασμένης ή ακατάλληλης πληροφορίας

### 6.2.5 Γνωστικός τομέας

Συνήθως απαιτείται η επιλογή των γνωστικών πεδίων που ενδεχομένως ισχύουν για την αντίληψη, τη μνήμη, τη λήψη αποφάσεων και τις δράσεις. Οι τέσσερις αυτές κατηγορίες σχετίζονται με τα σφάλματα που δεν είναι εκ προθέσεως. Επιπλέον, μπορεί να αναφέρεται αν το σφάλμα προήλθε από παραβίαση κάποιων νόμων ή κανόνων που ισχύουν στο πλοίο.

- 1) Ο παράγοντας που σχετίζεται με την *αντίληψη* αναφέρεται στη απόκτηση μιας πληροφορίας. Ουσιαστικά εξετάζει εάν ο χρήστης έλαβε την κατάλληλη πληροφορία που απαιτείται για μια ενέργεια ή όχι.
- 2) Στη συνέχεια ο όρος *μνήμη* αναφέρεται στην κρίση του χρήστη. Εάν έλαβε την πληροφορία αλλά δεν ήξερε πως να την αξιοποιήσει λόγω έλλειψης κριτικής ικανότητας. Μπορεί επίσης να μην θυμόταν πως πρέπει να την αξιοποιήσει ή να μην ήξερε πότε.

- 3) Ο όρος *λήψη αποφάσεων* σημαίνει ότι ο χρήστης έλαβε την ζωτικής σημασίας πληροφορία και την επεξεργάστηκε σωστά, αλλά ήρθε σε λάθος συμπέρασμα και ως εκ τούτου, πήρε μια λανθασμένη απόφαση.
- 4) Όταν γίνεται αναφορά στις *δράσεις* σημαίνει ότι ο χρήστης αντιλήφθηκε και επεξεργάστηκε τις πληροφορίες σωστά, έλαβε τη σωστή απόφαση, αλλά στη συνέχεια έκανε ένα λάθος στην εφαρμογή της.
- 5) Τέλος όταν γίνεται αναφορά για *παραβίαση* κάποιων κανονισμών σημαίνει ότι αυτό το γεγονός οδήγησε στο ανεπιθύμητο συμβάν που έλαβε χώρα.

Στη συνέχεια αφότου έχει καθοριστεί σε ποιά από τις παραπάνω κατηγορίες ανήκει το σφάλμα που οδήγησε στο συμβάν γίνεται μια επιπλέον ταξινόμηση. Αυτή αναφέρεται στον εσωτερικό παράγοντα που συνέβαλλε αλλά και στον ψυχολογικό παράγοντα των χρηστών που είναι πολύ σημαντικός.

#### 6.2.5.1 Εσωτερικός παράγοντας

Έχοντας καθορίσει το γνωστικό πεδίο του σφάλματος συνεχίζουμε στην ανεύρεση των εσωτερικών παραγόντων που συνέβαλλαν.

Αν το σφάλμα ήταν στην κατηγορία της *αντίληψης* οι επιλογές είναι οι ακόλουθες:

- Ο χρήστης δεν άκουσε σωστά κάποιο σινιάλο
- Ο χρήστης δεν είδε σωστά κάποια σημάδια που υποδήλωναν την πιθανή εκδήλωση προβλήματος.
- Το πρόβλημα διαγνώστηκε πολύ αργά.
- Υπήρξαν επαναλαμβανόμενα σφάλματα
- Ο χρήστης δεν διάβασε σωστά τα εγχειρίδια
- Ο χρήστης κατανόησε εσφαλμένα κάποιο οπτικό σήμα

Αν το σφάλμα είναι στην κατηγορία της *μνήμης* οι επιλογές είναι οι εξής :

- Κάποιος χρήστης ξέχασε να κάνει έλεγχο σε τεχνικό εξοπλισμό
- Κάποια πληροφορία ξεχάστηκε από τον χρήστη με αποτέλεσμα την εκδήλωση του προβλήματος.
- Κάποια πληροφορία δεν αποθηκεύθηκε κατάλληλα
- Ο χρήστης αφότου κατανόησε λανθασμένη μια πληροφορία στη συνέχεια την διαδίδει και διαστρεβλωμένη
- Ο χρήστης παρόλο που είχε λάβει λίγες πληροφορίες αδιαφόρησε και δεν ρώτησε για επιπλέον διευκρινιστικές πληροφορίες.

Αν το σφάλμα σχετίζεται με την *λήψη αποφάσεων* οι επιλογές είναι :

- Ο χρήστης ερμήνευσε λάθος τις πληροφορίες

- Η απόφαση για την αποφυγή του προβλήματος ελήφθη με σημαντική καθυστέρηση και έτσι δεν αποφεύχθηκε το συμβάν.
- Καμία απόφαση δεν πάρθηκε για την αποφυγή του προβλήματος.

Εάν κάποια δράση σχετίζεται με το πρόβλημα τότε οι πιθανές επιλογές είναι :

- Λανθασμένη πληροφορία παραλήφθηκε από το τεχνικό προσωπικό
- Λανθασμένη επιλογή τεχνικού εξοπλισμού για την εκτέλεση κάποιας δραστηριότητας
- Οι πληροφορίες που μεταφέρθηκαν από μια ομάδα χρηστών σε μια άλλη ήταν λανθασμένη ή ασαφής.
- Καμία ενέργεια δεν έγινε για την αποφυγή του προβλήματος
- Η ενέργεια αποφυγής έγινε σε λανθασμένη στιγμή
- Οι χρήστες έλαβαν ασαφή πληροφορία
- Κάποια σημαντική πληροφορία δεν μεταδόθηκε στους αρμόδιους χρήστες

Τέλος, αν το πρόβλημα σχετιζόταν με παράβλεψη κανόνων οι επιλογές είναι :

- Το σφάλμα έγινε λόγω της κατά συρροήν λανθασμένης εκτέλεσης κάποιας εργασίας που οφείλεται στην ύπαρξη ρουτίνας
- Παρότι οι κανόνες πάντα ακολουθούνταν, αυτό δεν έγινε μόνο μια φορά και έτσι προκλήθηκε το πρόβλημα
- Κάποιος κάνοντας μια πράξη με δόλο οδήγησε στην εκδήλωση ενός προβλήματος.

#### 6.2.5.2 Ψυχολογικός παράγοντας

Η κατηγορία αυτή είναι εξίσου σημαντική με την παραπάνω γιατί εάν καθοριστεί ο λόγος βάσει του οποίου κάποια ψυχολογική κατάσταση οδήγησε στο πρόβλημα, τότε θα μπορέσει να καταπολεμηθεί γενικά. Όπως και στην παραπάνω ταξινόμηση, έτσι και τώρα οι κατηγορίες δημιουργούνται με βάση την επιλογή που έγινε στον γνωστικό τομέα.

Αν το σφάλμα ήταν στην κατηγορία της *αντίληψης* οι επιλογές είναι οι ακόλουθες:

- Ο χρήστης έχοντας στο μυαλό του μια συγκεκριμένη προσδοκία, δεν έλαβε στα σοβαρά κάποια πληροφορία που διέφερε από αυτό που είχε στο μυαλό του.
- Ο χρήστης ένιωσε κάποια σύγχυση και δεν μπόρεσε να αξιολογήσει σωστά την πληροφορία.
- Ο χρήστης δεν κατάφερε να διαχωρίσει σωστά τις πληροφορίες.
- Ο χρήστης έδωσε την προσοχή του σε μια συγκεκριμένη δραστηριότητα αμελώντας έτσι διάφορες άλλες εξίσου σημαντικές
- Ο χρήστης λόγω ύπαρξης υπερπληροφόρησης σάστισε και δεν μπόρεσε να ανταπεξέλθει.

- Ο χρήστης λόγω έλλειψης επαγρύπνησης δεν κατάφερε να αξιολογήσει σωστά μια πληροφορία.
- Η προσοχή του χρήστη είχε αποσπαστεί και δεν έλαβε την πληροφόρηση.

Αν το σφάλμα είναι στην κατηγορία της *μνήμης* οι επιλογές είναι οι εξής :

- Ο χρήστης λόγω σύγχυσης χρησιμοποίησε λάθος μέτρα για την αντιμετώπιση ενός προβλήματος.
- Η μνήμη του χρήστη είχε υπερφορτωθεί και δεν μπορούσε να επεξεργαστεί στο μυαλό του ταυτόχρονα πολλές πληροφορίες.
- Ο χρήστης δεν είχε εμπειρία σε κάποιου είδους πληροφορίες με αποτέλεσμα να αδυνατεί να τις επεξεργαστεί ώστε να πράξει αναλόγως.
- Ο χρήστης ήταν αδύνατον να έχει πρόσβαση σε κάποιες πληροφορίες.
- Ο χρήστης καθώς αξιολογούσε κάποιες πληροφορίες, στάθηκε αδύνατον να κατανοήσει ότι εκείνη τη στιγμή έπρεπε να λάβει και άλλες νέες πληροφορίες που θα βοηθούσαν στην αποτροπή του προβλήματος.
- Λόγω ομοιότητας κάποιων πληροφοριών, ο χρήστης μπερδεύτηκε και τις αξιολόγησε αντίθετα απ' ότι θα έπρεπε να γίνει κανονικά.

Αν το σφάλμα σχετίζεται με την *λήψη αποφάσεων* οι επιλογές είναι :

- Κάποιος έκανε κακή εκτίμηση των δεδομένων με αποτέλεσμα να οδηγηθεί σε λάθος απόφαση
- Ο χρήστης έκανε κακή εκτίμηση των παράπλευρων επιπτώσεων ενός προβλήματος
- Ο τρόπος σκέψης του χρήστη επηρέασε την συμπεριφορά του με αποτέλεσμα να τον οδηγήσει σε λάθος απόφαση
- Ο χρήστης δεν είχε την κατάλληλη γνώση και εμπειρία ώστε να πάρει την σωστή απόφαση για τη επίλυση του προβλήματος
- Ο χρήστης είχε δεχθεί πληθώρα πληροφοριών με αποτέλεσμα να σαστίσει και να μην πάρει τη σωστή απόφαση.
- Ο χρήστης δεν εκτίμησε σωστά το ρίσκο που είχε η απόφαση που θα έπαιρνε

Εάν κάποια *δράση* σχετίζεται με το πρόβλημα τότε οι πιθανές επιλογές είναι :

- Το πρόβλημα προήλθε λόγω λανθασμένης χρήσης του τεχνικού εξοπλισμού του πλοίου
- Ο χρήστης μπερδεύτηκε και χρησιμοποίησε λανθασμένο εξοπλισμό για την επίλυση του προβλήματος
- Από συνήθεια ο χρήστης χρησιμοποιούσε τον εξοπλισμό με έναν μόνο συγκεκριμένο τρόπο με αποτέλεσμα στην προκειμένη περίπτωση να είναι ανεπαρκής

- Ο χρήστης αποσπάστηκε από κάτι με συνέπεια να μην προβεί στην διόρθωση του προβλήματος
- Οποιαδήποτε άλλη ενέργεια σχετίζεται με τον τρόπο χρήσης του τεχνικού εξοπλισμού

Τέλος αν το πρόβλημα σχετιζόταν με *παράβλεψη κανόνων* οι επιλογές είναι :

- Το άγχος και η πίεση που υπήρχε οδήγησε σε αποφάσεις που είναι αντίθετες στους κανόνες
- Σωματική και ψυχολογική κούραση ήταν ο λόγος που πάρθηκαν αποφάσεις που είχαν μεγάλο ρίσκο
- Ο χρήστης ήταν εθισμένος σε ουσίες, φάρμακα ή αλκοόλ και αυτό οδήγησε στη λανθασμένη απόφαση
- Ο χρήστης παρόλο που ήξερε τους κανόνες δεν έδωσε σημασία χωρίς να σκεφτεί τις πιθανές επιπτώσεις των πράξεων του
- Ο χρήστης ήταν δυσαρεστημένος από την εργασία του και έτσι δεν έδωσε σημασία στην δουλειά του και στους κανόνες

#### 6.2.6 Ψυχολογική κατάσταση των ανθρώπων που ενεπλάκησαν και εξωτερικοί παράγοντες

Αφότου έχουν καθοριστεί όλες οι παραπάνω κατηγορίες είμαστε σε θέση να δούμε πως επέδρασε η ψυχολογική κατάσταση των εργαζομένων στη λήψη αποφάσεων για την επίλυση κάποιου προβλήματος που προέκυψε.

Η πρώτη κατηγορία που υπάρχει σε αυτό το βήμα είναι οι *προσωπικοί παράγοντες* για τους οποίους έχουμε τις ακόλουθες επιλογές:

- Η ψυχολογική κόπωση του χρήστη τον αποπροσανατόλισε από τη λήψη σωστής απόφασης για την έκτακτη κατάσταση που προέκυψε
- Ο χρήστης είχε σωματική κούραση που τον κατέστησε ανήμπορο να βοηθήσει
- Ο χρήστης είχε άγχος για διάφορους λόγους και αυτό είχε ως συνέπεια να αποσπαστεί από το καθήκον του
- Ο χρήστης ήταν εθισμένος σε ουσίες, φάρμακα ή αλκοόλ και αυτό οδήγησε στη λανθασμένη απόφαση
- Ο χρήστης ήταν συναισθηματικά φορτισμένος και αποσπάστηκε από το καθήκον του

Δεύτερη κατηγορία στο βήμα σχετίζεται με *πτυχές της επικοινωνίας και των πληροφοριών* που υπήρχαν πάνω στο πλοίο και περιλαμβάνει τις εξής επιλογές:

- Ο χρήστης είχε λάβει ασαφείς πληροφορίες ή οδηγίες με αποτέλεσμα να μην μπορεί να τις αξιοποιήσει σωστά



- Ο χρήστης δεν έλαβε την κατάλληλη πληροφορία που θα βοηθούσε στην επίλυση του προβλήματος
- Ο χρήστης έλαβε λανθασμένη πληροφορία που δεν τον βοήθησε στη λήψη απόφασης
- Η επικοινωνία μεταξύ των αρμοδίων ατόμων ήταν προβληματική

Η τρίτη κατηγορία σχετίζεται με την *κατάρτιση των εργαζομένων*. Οι επιλογές είναι οι ακόλουθες :

- Οι εργαζόμενοι δεν είχαν την απαιτούμενη εμπειρία ώστε να μπορέσουν να ανταποκριθούν στις απαιτήσεις της δουλειάς
- Ο χρήστης δεν είχε τη κατάλληλη καθοδήγηση με αποτέλεσμα να μην ενεργεί με σωστό τρόπο
- Ο χρήστης είχε ανεπαρκή εκπαίδευση και κατάρτιση σχετικά με το πώς να αντιδράσει σε μια συγκεκριμένη κατάσταση και ως εκ τούτου δεν μπορούσε να αντιδράσει
- Ο χρήστης δεν είχε καθόλου εκπαιδευτεί και δεν ήξερε καθόλου τι να κάνει στην προκειμένη περίπτωση

Τέταρτη κατηγορία είναι η επίδραση του *εσωτερικού και εξωτερικού περιβάλλοντος* και έχουμε της ακόλουθες επιλογές :

- Οι καιρικές συνθήκες που επικρατούσαν στην περιοχή που έπλεε το πλοίο επηρέασαν αρνητικά την λειτουργία του εξοπλισμού του πλοίου
- Καιρικές συνθήκες ,όπως ομίχλη ,επηρέασαν την πορεία του πλοίου
- Οι σχέσεις των εργαζομένων εντός του πλοίου επηρέασαν αρνητικά τον τρόπο εργασίας τους
- η επιχειρηματική πολιτική της εταιρείας είχε επίδραση στην απόδοση επί του σκάφους

Πέμπτη και τελευταία κατηγορία αυτού του βήματος είναι αυτή που αναφέρεται σε *οργανωτικούς παράγοντες* με τις ακόλουθες επιλογές:

- Η οργανωτική κουλτούρα της ναυτιλιακής εταιρείας είχε επιρροή στην απόδοση στο πλοίο
- Η οργανωτική δομή της ναυτιλιακής εταιρείας είχε αρνητική επίδραση στον τρόπο εργασίας των εργαζομένων
- Οι οργανωτικές πολιτικές της ναυτιλιακής εταιρείας επέδρασαν αρνητικά στον γενικό τρόπο λειτουργίας του πλοίου
- Η έλλειψη εποπτείας είχε αρνητική επίδραση στις λειτουργίες επάνω στο πλοίο
- Ο τρόπος επάνδρωσης του πλοίου επέδρασε αρνητικά στις λειτουργίες εντός του πλοίου

- Η ύπαρξη χρονικού περιορισμού που είχε τεθεί από τη ναυτιλιακή εταιρεία οδήγησε σε μειωμένη απόδοση των εργαζομένων λόγω άγχους

### 6.2.7 Τρόποι αντιμετώπισης του σφάλματος

Παρατηρώντας τα ατυχήματα που έχουν συμβεί γίνεται αντιληπτό ότι εάν είχαν τεθεί κάποια όρια εντός του πλοίου θα είχαν αποτραπεί τα περισσότερα από αυτά. Τα όρια αυτά ταξινομούνται στις ακόλουθες κατηγορίες:

- 1- Φυσικά εμπόδια
- 2- Λειτουργικά εμπόδια
- 3- Συμβολικά όρια
- 4- Άυλα όρια

Στη συνέχεια θα αναλυθεί κάθε ένα από αυτά τα όρια που αναφέρθηκαν και θα παρατεθούν παραδείγματα.

#### 6.2.7.1 Φυσικά εμπόδια

Τα φυσικά εμπόδια, είναι παθητικά εμπόδια που εκπληρώνουν το σκοπό από μόνα τους. Σκοπός τους είναι η φραγή ή φύλαξη χώρου. Πιο συγκεκριμένα τέτοια εμπόδια είναι τα ακόλουθα :

- Πόρτες
- Τοίχοι
- Δοχεία
- Κράνη
- Προστατευτικά ρούχα
- Μάσκες
- Προστατευτικά γυαλιά
- Πυρίμαχες πόρτες

#### 6.2.7.2 Λειτουργικά εμπόδια

Τα λειτουργικά εμπόδια στις περισσότερες περιπτώσεις λειτουργούν μόνον όταν συνδυάζονται με συστήματα φυσικού φραγμού. Τα εμπόδια αυτά πρέπει να είναι πάντα έτοιμα προς χρήση. Η λειτουργία τους ξεκινά συνήθως αυτόματα μόνο κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες. Αυτά είναι τα εξής :

- Κλειδαριές
- Κωδικοί ασφαλείας
- Κωδικοί εισόδου σε διάφορους χώρους
- Τήρηση κατάλληλων αποστάσεων μεταξύ μηχανημάτων
- Ψεκαστήρες

- Αερόσακοι
- Πυροσβεστήρες

#### 6.2.7.3 Συμβολικά όρια

Ένα συμβολικό σύστημα φραγής λειτουργεί έμμεσα. Πιο συγκεκριμένα για την κατανόησή του απαιτεί την ερμηνεία του από τον εργαζόμενο. Αυτά τα συστήματα είναι τα εξής :

- Οριοθετήσεις
- Ετικέτες
- Ειδοποιήσεις
- Οδηγίες
- Προφυλάξεις
- Διάλογος
- Σύμβολα
- Προειδοποιήσεις
- Συναγερμοί

#### 6.2.7.4 Άυλα όρια

Ένα άυλο σύστημα φραγής δεν έχει υλική μορφή αλλά είναι λειτουργικό μέσο που μπορεί να αποτρέψει ένα συμβάν. Άυλα όρια είναι :

- Αυτοσυγκράτηση
- Ηθικοί κανόνες
- Ήθη
- Περιορισμοί
- Κανόνες
- Νόμοι
- Κατευθυντήριες γραμμές
- Απαγορεύσεις
- Εκπαίδευση

### 6.3 Σύνοψη της μεθόδου

Με αυτόν τον τρόπο ταξινόμησης είναι πολύ πιο εύκολο να αναλυθεί ένα ατύχημα και στη συνέχεια να γίνει η διερεύνησή του. Αυτό γίνεται διότι με αυτά τα βήματα που περιλαμβάνει η μέθοδος TRACEr πραγματοποιείται ανάλυση του περιστατικού εις βάθος και λαμβάνεται υπ' όψιν κάθε παράγοντας που θα μπορούσε να έχει επίδραση.

#### 6.4 Συσχέτιση της TRACEr με την FSA

Η FSA σημαίνει Formal Safety Assessment [9], [10] και είναι μια μέθοδος που δημιουργήθηκε από τον IMO. Είναι μια ορθολογική και συστηματική διαδικασία που σκοπός της είναι να προσεγγίσει το ρίσκο που σχετίζεται με την ασφάλεια των θαλασσιών μεταφορών και την προστασία του θαλασσιού περιβάλλοντος. Η διαδικασία αυτή περιλαμβάνει τα εξής πέντε βήματα :

- 1) Προσδιορισμό των κινδύνων
- 2) Ανάλυση ρίσκου
- 3) Επιλογές για τον έλεγχο των κινδύνων
- 4) Εκτίμηση κόστους και οφέλους
- 5) Συστάσεις για τη λήψη αποφάσεων

Κατά τα βήματα αυτά έχουμε και την εξαγωγή κάποιων οριακών τιμών που αφορούν το ρίσκο και με βάση αυτές τις τιμές έχουμε την δημιουργία κάποιων ορίων αποδεκτών και μη τιμών αλλά και τον καθορισμό της ζώνης ALARP που σημαίνει «*as low as reasonably practice*». Αυτές οι τιμές είναι οι εξής [21] :

- Τιμή μη ανεκτού ρίσκου  $> 10^{-3}$  ανά χρόνο
- Τιμή αμελητέου ρίσκου  $< 10^{-6}$  ανά χρόνο
- ALARP περιοχή  $10^{-6} < \text{ρίσκο} < 10^{-3}$  ανά χρόνο

Υπολογίζοντας λοιπόν το ρίσκο αλλά και την συχνότητα κάθε τύπου ατυχήματος οδηγούμαστε στη εξαγωγή αποτελεσμάτων που δείχνουν τις αιτίες τους αλλά και τα ρυθμιστικά μέτρα που πρέπει να ληφθούν. Με βάση αυτό, βλέπουμε ότι η ταξινόμηση TRACEr μπορεί να εισαχθεί σε αυτή τη διαδικασία στο βήμα που αφορά την ανάλυση του ρίσκου αλλά και στις συστάσεις στα λήψη αποφάσεων. Σε επόμενο κεφάλαιο θα παρατεθούν αποτελέσματα της FSA για τα LNG πλοία αλλά και σύγκρισή της με τα αποτελέσματα της TRACEr.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7**

### **Η ΜΕΘΟΔΟΣ AcciMap**

## 7.1 Εισαγωγή

Η φύση και το πεδίο εφαρμογής των τεχνικών ανάλυσης ατυχημάτων έχει αρχίσει να αλλάζει τις τελευταίες δεκαετίες, λόγω της συνεχώς αυξανόμενης πολυπλοκότητας και ταυτόχρονα της ανάγκης να έχουμε αποτελεσματικά συστήματα ανάλυσης ατυχημάτων. Σήμερα οι έρευνες των ατυχημάτων μέσω αυτών των συστημάτων συχνά αποκαλύπτουν μια ποικιλία από παράγοντες που συμβάλλουν στην εκδήλωσή τους και που απορρέουν τόσο από το εσωτερικό της πληγείσας οργάνωσης όσο και από εξωτερικούς παράγοντες οι οποίοι έχουν αλληλένδετες δραστηριότητες με την οργάνωση. Τεχνικές για την ανάλυση αυτών των γεγονότων απαιτούν μια προσέγγιση η οποία θα παρουσιάζει μια γενική εικόνα του συμβάντος, με την ικανότητα να φιλοξενήσει παράγοντες που αφορούν διάφορα μέρη του κοινωνικοτεχνικού συστήματος αλλά και τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ τους. Πολλές τεχνικές λοιπόν αναπτύχθηκαν προκειμένου να προσφέρουν τα παραπάνω . Μια σημαντική είναι η μέθοδος του Rasmussen η οποία αναπτύχθηκε το 1997. Η τεχνική αυτή, είναι ιδιαίτερα χρήσιμη στην ανάλυση ενός ατύχηματος, διότι συγκεντρώνει τους πολλαπλούς παράγοντες που συνέβαλαν στο ατύχημα και τους παραθέτει σ' ένα διάγραμμα με τρόπο τέτοιο που δείχνει πως αλληλεπίδρασαν μεταξύ τους και είχαμε το τελικό αποτέλεσμα.

## 7.2 Ανάλυση της μεθόδου του Rasmussen

Η μέθοδος αυτή [11] έχει σαν στόχο να βοηθά στην ανάλυση ατυχημάτων τα οποία σχετίζονται με ένα σύνθετο κοινωνικοτεχνικό σύστημα. Τα συμβάντα αυτά συνήθως προκύπτουν από απώλεια του ελέγχου κάποιας επικίνδυνης δραστηριότητας. Για να υπάρξει λοιπόν ασφάλεια κατά τις δραστηριότητες αυτές, η προσέγγιση του Rasmussen είναι ότι πρέπει να γίνεται έλεγχος των μεθόδων εργασίας, έτσι ώστε να αποφευχθούν οι κατά λάθος παρενέργειες που προκαλούν βλάβη σε ανθρώπους, περιβάλλον και επενδύσεις.

Για τον έλεγχο αυτό παρουσιάζει ένα σύστημα το οποίο αποτελείται από τα παρακάτω επίπεδα [16] :

- *κυβερνητικό επίπεδο (government level)*, στο οποίο αναπτύσσονται νόμοι και νομοθεσίες που στοχεύουν στην αντιμετώπιση και τον έλεγχο των απικίνδυνων καταστάσεων.
- *επίπεδο των ρυθμιστικών αρχών και των ενώσεων (regulators and associations)*, όπου η νομοθεσία αυτή μετατρέπεται σε κανόνες και κανονισμούς που αφορούν τη βιομηχανία.
- *επίπεδο εταιρείας (company level)*, όπου οι κανονισμοί ενσωματώνονται στους κανόνες και τις πολιτικές της εταιρείας
- *επίπεδο διαχείρισης (management level)*, όπου οι δραστηριότητες του προσωπικού διευθύνονται και επιβλέπονται με βάση τους κανόνες και τις πολιτικές που αναπτύχθηκαν.

- *επίπεδο προσωπικού και εργασίας (staff and work level)*, όπου λαμβάνουν χώρα οι δραστηριότητες που σχετίζονται άμεσα με τον έλεγχο των επικίνδυνων διαδικασιών κατά τη διάρκεια της εργασίας.

Τα επίπεδα αυτά συνδέονται με τη ροή των αποφάσεων και των πληροφοριών, με τις νομοθεσίες και τους νόμους, καθώς και με πληροφορίες σχετικά με την πραγματική κατάσταση του συστήματος οδεύοντας από τα χαμηλά στα υψηλά επίπεδα της ανάλυσης. Αυτή η σύνδεση είναι απαραίτητη για την ασφάλεια, διότι, εάν οι εντολές από τα υψηλότερα επίπεδα δεν ακολουθούνται ή εάν οι πληροφορίες δεν μεταφέρονται από τα χαμηλά στα υψηλά επίπεδα, δεν θα είναι δυνατή η αντιμετώπιση των πιθανών κινδύνων. Με τον τρόπο αυτό, η ασφάλεια δεν εξαρτάται μόνο από τις δραστηριότητες των εργαζομένων που αλληλεπιδρούν άμεσα με τις επικίνδυνες διαδικασίες, αλλά και από τις δραστηριότητες των ατόμων σε κάθε επίπεδο του συστήματος και τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ των επιπέδων αυτών.

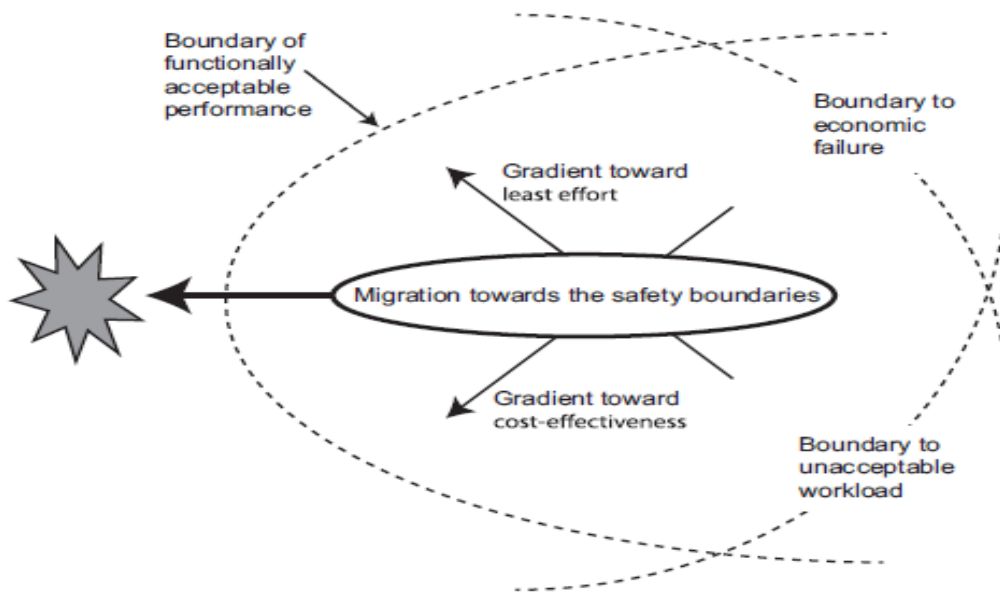
Ένα επιπλέον σημαντικό ζήτημα είναι ότι τα επίπεδα αυτά δεν είναι σταθερά, κάθε ένα προσαρμόζεται διαρκώς στις εξωτερικές επιρροές, όπως η πολιτική, η οικονομία και οι τεχνολογικές συγκυρίες.

Ο Rasmussen [17] προκειμένου να δώσει μια πιο σαφή εικόνα της διαδικασίας αυτής, την παρομοιάζει με την διαδικασία της μετανάστευσης μεταφορικά. Πιο συγκεκριμένα, μέσα σε ένα ανταγωνιστικό περιβάλλον, οι άνθρωποι σε όλο το σύστημα είναι υπό πίεση για να εργαστούν σε μια σχέση κόστους-αποτελεσματικότητας. Ως αποτέλεσμα αυτών των πιέσεων, οι πρακτικές εργασίας περνούν από μια μεταβατική διαδικασία, καθώς οι εργαζόμενοι σε όλο το σύστημα αναζητούν μια ισορροπία μεταξύ της προσπάθειας

ισορροπίας και της σχέσης κόστους-αποτελεσματικότητας στο έργο τους. Το αποτέλεσμα είναι η κίνηση προς το όριο της λειτουργικά αποδεκτής απόδοσης και όταν αυτό το όριο διασχίζεται, τα ατυχήματα μπορούν να συμβούν.

Το πρόβλημα είναι ότι οι χρήστες δεν μπορούν να κρίνουν πού βρίσκονται τα όρια ασφαλείας σχετικά με τις δραστηριότητές τους, επειδή η θέση αυτών των ορίων εξαρτώνται από τις αποφάσεις και τις δραστηριότητες των άλλων ανθρώπων, σε διαφορετικές χρονικές στιγμές, σε διαφορετικά μέρη του συστήματος. Η αποτελεσματικότητα του συστήματος εξαρτάται από το βαθμό στον οποίο τα όρια έχουν παραβιαστεί από άλλους στο σύστημα.

Τα πραγματικά όρια της ασφαλούς απόδοσης γίνονται ορατά μόνο αφότου έχουν περαστεί και συμβεί κάποιο ατύχημα. Αυτό το παράδειγμα απεικονίζεται και στην εικόνα 6.1 που παρέχει ένα διάγραμμα με τα όρια.



Σχήμα 6.1 :Τα όρια προκειμένου να συμβεί ατύχημα

Αυτή λοιπόν είναι η λογική που ανέπτυξε ο Rasmussen για τον τρόπο που χωρίζεται ένα συμβάν σε διαφορετικά επίπεδα αλλά και το πώς ορίζονται τα όρια με τα οποία θα έχουμε ατύχημα. Με βάση αυτή την λογική αναπτύχθηκε η μέθοδος AcciMap, της οποίας η ανάλυση παρατίθεται στην επόμενη παράγραφο.

### 7.3 Ανάλυση της μεθόδου AcciMap

Η προσέγγιση της μεθόδου AcciMap [12], [20], [23], [24] αναπτύχθηκε από τον Rasmussen ως μέσο μοντελοποίησης του κοινωνικοτεχνικού πλαισίου, που αναπτύχθηκε στην προηγούμενη παράγραφο, για τον προσδιορισμό του συνδυασμού των γεγονότων και των αποφάσεων που οδήγησε σε ένα ατύχημα. Με την μέθοδο αυτή απλοποιείται η διαδικασία εύρεσης των σφαλμάτων που οδήγησαν σε κάποιο ατύχημα, διότι με την εικονική απεικόνιση που παρέχει διευκολύνει τον ερευνητή να βρει τα αίτια και τους συνδυασμούς τους. Με αυτόν τον τρόπο μπορεί να βρει τα κομβικά σημεία του διαγράμματος και να κατανοήσει πως πρέπει να εργαστεί ώστε μελλοντικά να μην υπάρχουν ατυχήματα από παρόμοια αίτια.

Για τον Rasmussen, η AcciMap είναι μέρος μιας ευρύτερης δυναμικής διαδικασίας διαχείρισης του κινδύνου. Αυτή η διαδικασία σε συνδυασμό με μια βάση δεδομένων για πολλά ατυχήματα έχει ως σκοπό να καθορίσει στρατηγικές για την διαχείριση του ρίσκου.

Ωστόσο, η προσέγγιση αυτή έχει χρησιμοποιηθεί και ως ανεξάρτητη τεχνική ανάλυσης ατυχημάτων σε ποικίλες κατηγορίες συμβάντων όπως:



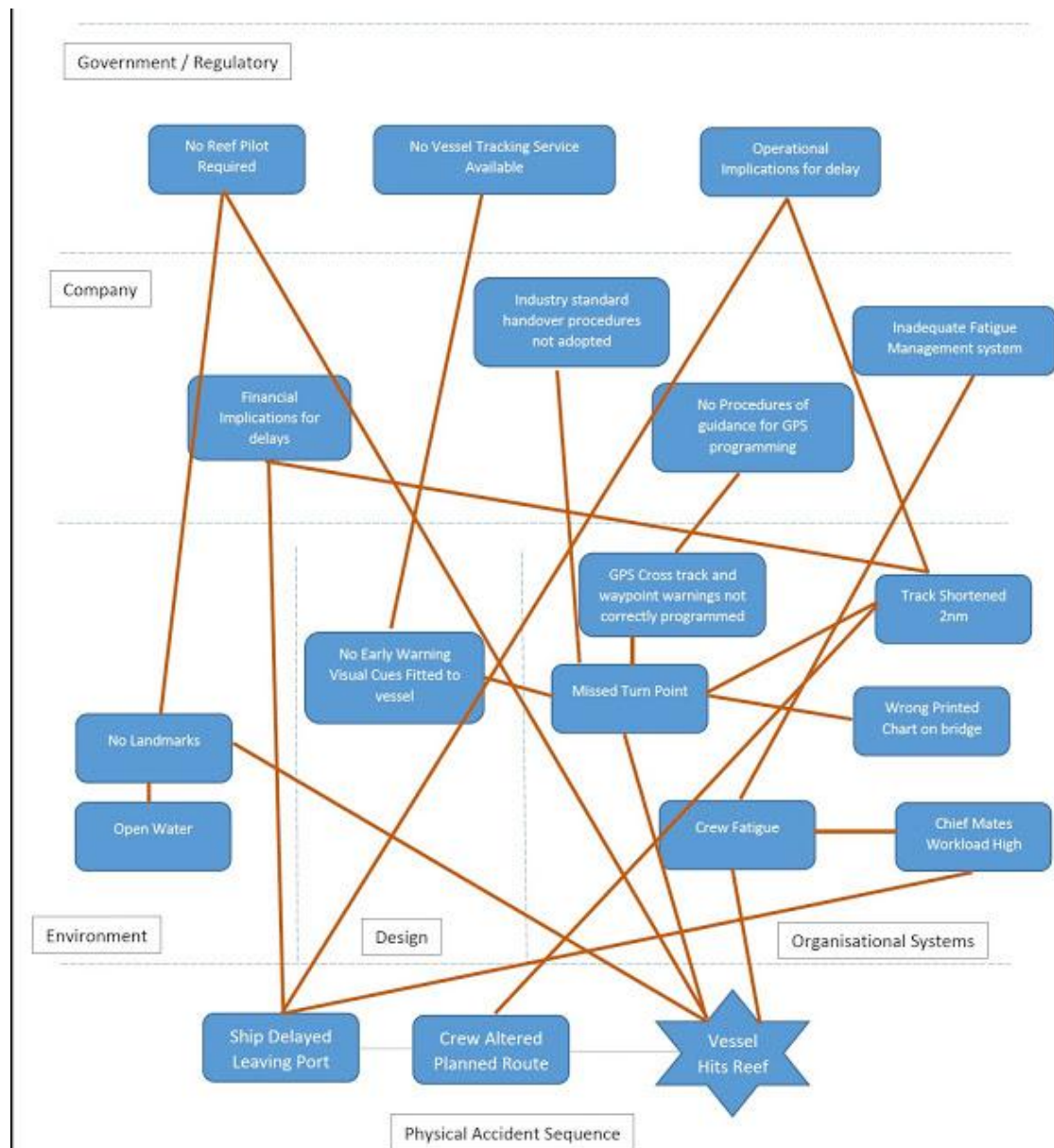
- Αεροπορικά ατυχήματα
- Σιδηροδρομικά ατυχήματα
- Συμβάντα που αφορούν την δημόσια υγεία
- Γεγονότα που σχετίζονται με την παραγωγή φυσικού αερίου
- Και πιο περιορισμένα σε ναυτικά ατυχήματα

Η τεχνική περιλαμβάνει την κατασκευή ενός διαγράμματος, το οποίο χαρτογραφεί τους πολλαπλούς παράγοντες που συμβάλλουν σε ένα ατύχημα, καθώς και το πώς συνδέονται μεταξύ τους μέσα από τα επίπεδα του κοινωνικοτεχνικού μοντέλου όπως έχει αναλυθεί στην προηγούμενη παράγραφο. Με την μέθοδο AcciMap [31] απεικονίζεται το πλαίσιο εντός του οποίου συνέβη το ατύχημα όπως και οι αλληλεπιδράσεις που οδήγησαν σε αυτό.

Για να γίνει αυτή η διαδικασία επομένως απαιτείται να υπάρχει πρώτα μια περιγραφή του συμβάντος. Αφότου υπαρξει αυτή, θα πρέπει να αναλυθούν όλα τα δεδομένα που έχει ο ερευνητής στη διάθεσή του προκειμένου να τα συνδέσει μεταξύ τους χρονικά και αιτιολογικά. Όταν ολοκληρωθεί αυτή η διαδικασία τότε αρχίζει η κατανομή των διαφόρων αιτιών στα επίπεδα που τους αντιστοιχούν. Για να γίνει κατανοητή η μέθοδος και το πώς είναι η εικονική της αναπαράσταση ακολουθεί ένα παράδειγμα.

#### 7.4 Παράδειγμα μια ανάλυσης με την μέθοδο AcciMap

Το παράδειγμα που θα αναφερθεί σχετίζεται με την προσεδάφιση ενός πλοίου στη θαλάσσια περιοχή του Ροκχάμπτον της Αυστραλίας. Η ανάλυση του συμβάντος αυτού με την μέθοδο AcciMap φαίνεται στην εικόνα 6.2



Σχήμα 6.2 : Ανάλυση ναυτικού ατυχήματος με την AcciMap

## 7.5 Γενική επισκόπηση της μεθόδου

Υπάρχουν πολλά πλεονεκτήματα από την υιοθέτηση της μεθόδου AcciMap. Αρχικά, έχει την ικανότητα να παραθέτει μια γενική εικόνα του συμβάντος, να παρουσιάζει όλους τους παράγοντες που οδήγησαν στο ατύχημα καθώς και να τους συνδέει μεταξύ τους. Με την διαδικασία αυτή είναι πιο εύκολο, από ότι σε άλλες μεθόδους, να βρεθεί ακόμα και ένα μεμονωμένο μικρό λάθος, το οποίο τελικά οδήγησε μαζί με άλλες συγκυρίες στο τελικό συμβάν.

Ένα άλλο θετικό της μεθόδου αυτής είναι ότι παρουσιάζει και τους τελικούς παράγοντες που οδήγησαν στο ατύχημα και βοηθούν στην κατανόηση του «πώς» και

«γιατί» συνέβη, ό,τι συνέβη. Η παροχή αυτών των πληροφοριών συμβάλει στην αποφυγή την απαγγελίας κατηγοριών σε άτομα που είναι αθώα, διότι παρέχει το υπόβαθρο ώστε να είναι ξεκάθαρες όλες οι δραστηριότητες τη στιγμή του ατυχήματος, με αποτέλεσμα να είναι φανερό ποια άτομα ήταν υπεύθυνα για ό,τι συνέβη.

Τέλος, με την προσέγγιση αυτή διευκολύνεται ο προσδιορισμός της κατεύθυνσης όπου θα πρέπει να κινούνται οι διορθωτικές ενέργειες. Επίσης, επιτρέπει στους αναλυτές να προσδιορίσουν τους σημαντικότερους παράγοντες και να τους συσχετίσουν με οργανωτικές, κυβερνητικές, ρυθμιστικές και διεθνείς πρακτικές που χρησιμοποιούνται για την αποφυγή ατυχημάτων.

## 7.6 Συμπεράσματα

Μετά τις παραπάνω αναλύσεις που έγιναν για την μέθοδο AcciMap, είναι σαφές ότι είναι μια μέθοδος η οποία παρέχει ανάλυση με πολλές λεπτομέριες. Αυτό είναι κάτι θετικό για την διαδικασία ανάλυσης ενός ατυχήματος διότι το ζητούμενο είναι να εντοπιστούν όλοι οι παράγοντες που συνέβαλαν και να εξαλειφθούν. Είναι εντέλει μια μέθοδος η οποία βοηθάει πολύ εάν χρησιμοποιείται σε αναλύσεις ατυχημάτων, όπως τα ναυτικά και τα αεροπορικά.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8**

### ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

## 8.1 Εισαγωγή

Όπως έχουμε αναφέρει στα πρώτα κεφάλαια αυτής της εργασίας, υπάρχουν δύο είδη ναυτικών συμβάντων. Αυτά είναι τα ατυχήματα (accidents) και οι παρ' ολίγον απώλειες (near misses). Έχοντας συλλέξει μια βάση δεδομένων για πλοία τύπου LNG και για τα δύο αυτά είδη συμβάντων, θα κάνουμε μια στατιστική ανάλυση χρησιμοποιώντας της ταξινόμηση TRACER.

Αξίζει να σημειωθεί ότι τα δεδομένα που έχουμε για ατυχήματα που αφορούν πλοία LNG είναι πολύ λίγα, και αυτό σχετίζεται με τα επίπεδα ασφάλειας που έχουν αναπτυχθεί. Λόγω που ευπαθούς και επικίνδυνου φορτίου που μεταφέρουν δεν υπάρχουν πολλά περιθώρια λάθους, διότι εάν συμβεί ένα μεγάλο ατύχημα σε αυτά τα πλοία, κατά πάσα πιθανότητα θα είναι μεγάλης κλίμακας και οι συνέπειες.

Σε αντίθεση με τα ατυχήματα, ο αριθμός των παρ' ολίγο απωλειών είναι κατά πολύ μεγαλύτερος. Αυτό συμβαίνει διότι σε αυτή την κατηγορία έχουμε πολλά μικρά συμβάντα ή και καταστάσεις οι οποίες τελικά αντιμετωπίστηκαν έγκαιρα και δεν είχαμε κάποιο αρνητικό συμβάν. Έτσι γίνεται κατανοητό ότι είναι γεγονότα τα οποία συμβαίνουν με σχετικά μεγάλη συχνότητα.

## 8.2 Στατιστική ανάλυση ατυχημάτων πλοίων τύπου LNG

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, τα ατυχήματα που έχουν συμβεί σε πλοία τέτοιου τύπου όλα αυτά τα χρόνια είναι περιορισμένα. Έτσι ο αριθμός τους ανέρχεται μόλις στα 50.

Χρησιμοποιήσαμε την μέθοδο ταξινόμησης TRACER και στη συνέχεια θα παραθέσουμε στατιστικά στοιχεία για κάθε ένα βήμα αυτής της μεθόδου, σχηματικές απεικονίσεις καθώς και σχόλια στο τέλος των στατιστικών.

Ξεκινώντας από το πρώτο στάδιο, θα παραθέσουμε στατιστικά στοιχεία σχετικά με το μέρος πάνω στο πλοίο όπου συνέβη το κάθε συμβάν :

- Engine room: 35.7 % (15)
- Hull : 23.8% (10)
- Stern : 14.2% (6)
- Deck : 11.9% (5)
- Cargo hold : 4.7% (2)
- Propeller : 4.7% (2)
- Bow : 2.5% (1)
- Membrane tank: 2.5% (1)



Σχήμα 7.1 : Καθορισμός του μέρους πάνω στο πλοίο που έγινε το συμβάν

Στη συνέχεια για κάθε ένα μέρος που είχαμε εκδήλωση ατυχήματος, παραθέτουμε ποιά ενέργεια και ποιό υλικό ή εργαλείο οδήγησε στο ατύχημα.

<b>Engine:</b>	15			
<u>User material</u>		<u>User activity</u>		
Main engine	53.3%	navigation	86.6%	
Gear box	20%	Sea trials	6.6%	
Generator	13.3%	berthing	6.6%	
Boiler	6.6%			
Hi volt trans	6.6%			

<b>Hull:</b>	10		
<u>User material</u>		<u>User activities</u>	
Just collision	90%	Navigation	70%
Floating dock	10%	Shipyard work	20%
		Cargo work	10%

<b>Stern:</b>	6		
<u>User material</u>		<u>User activities</u>	
Tail shaft	33.3%	Navigation	50%
Tube bearing	33.3%	Sea trials	33.3%
Rudder	16.6%	Mooring	16.6%
propeler	16.6%		

<b>Deck:</b>	5		
<u>User material</u>		<u>User activities</u>	
Loading service	20%	Welding	60%
Mooring	20%	Cargo work	40%
Cargo pump	20%		
Tank	20%		
membrane	20%		

<b>Cargo hold</b>	2		
<u>User material</u>		<u>User activities</u>	
Hold	100%	welding	100%

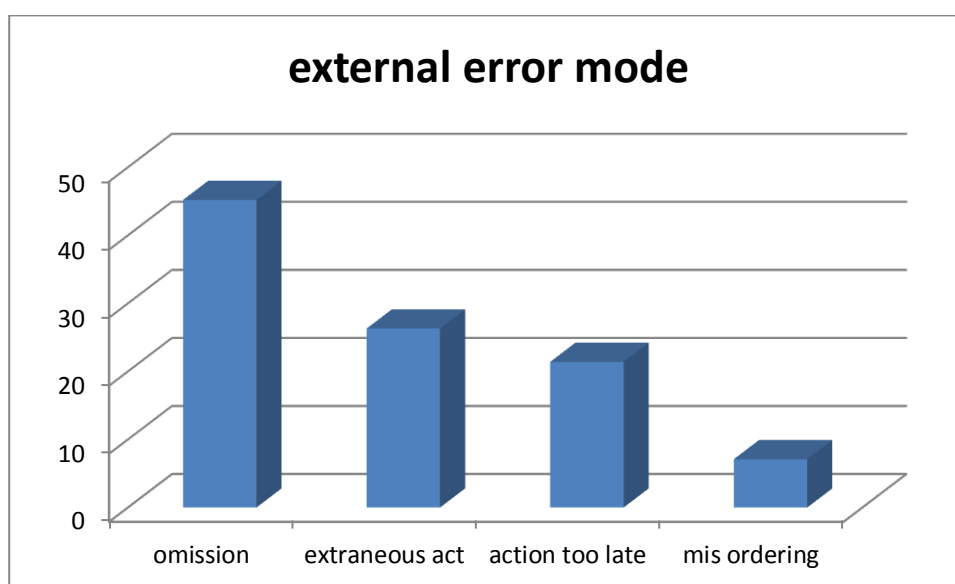
<u>User material</u>		<u>User activity</u>	
<b>propeler</b>	2		
propeler	100%	mooring	50%
		navigation	50%
<b>bow</b>	1		
collision	100%	Mooring operation	100%
<b>Membrane tank</b>	1		
tank	100%	navigation	100%

Επόμενο βήμα της ταξινόμησης είναι ο καθορισμός της σοβαρότητας του συμβάντος (casualty level). Έχουμε λοιπόν τα ακόλουθα αποτελέσματα για την κατηγορία αυτή.

contributory	50 %
casual	26.2 %
Non contributory	19 %
compounding	0.47%

Επόμενη κατηγορία είναι ο εξωτερικός παράγοντας που συνέβαλλε στο συμβάν (external error mode).

Omission	45.2 %
Extraneous act	26.3 %
Action too late	21.4 %
Mis ordering	7.1 %

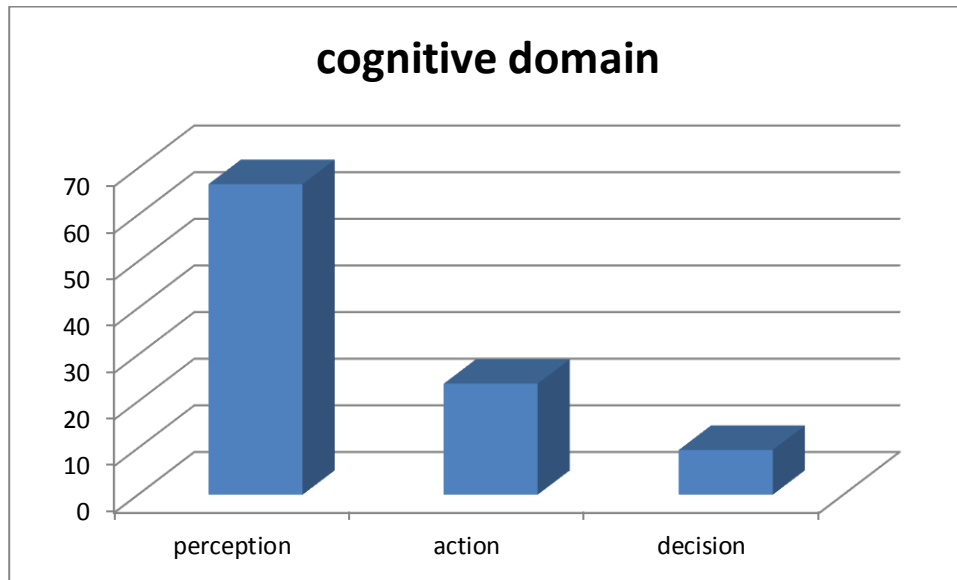


Σχήμα 7.2 : Καθορισμός εξωτερικού παράγοντα που συνέβαλλε στο συμβάν

Στη συνέχεια έχουμε τη σύνδεση του περιστατικού με την ανθρώπινη αντίληψη, τη λήψη αποφάσεων, την μνήμη ή την εσφαλμένη ενέργεια που οδήγησε στο συμβάν (Cognitive domain).



perception	66.6 %
Action	23.8 %
decision	9.6 %



Σχήμα 7.3 : Σύνδεση περιστατικού με αντίληψη, ενέργεια και απόφαση

Ανάλογα τώρα σε ποια κατηγορία εντάχθηκε το κάθε συμβάν, θα καθορίζουμε τον εσωτερικό παράγοντα που συνέβαλλε (internal error mode). Για κάθε μια κατηγορία της παραπάνω ταξινόμησης έχουμε διαφορετική ταξινόμηση.

<b>Perception</b>	
Late detection	53.5 %
No detection	25 %
Mis see	17.8 %
Visual misperception	3.5 %

<b>Action</b>	
Non performed action	50 %
Timing error	20%
Visual misperception	20%
Selection error	10 %

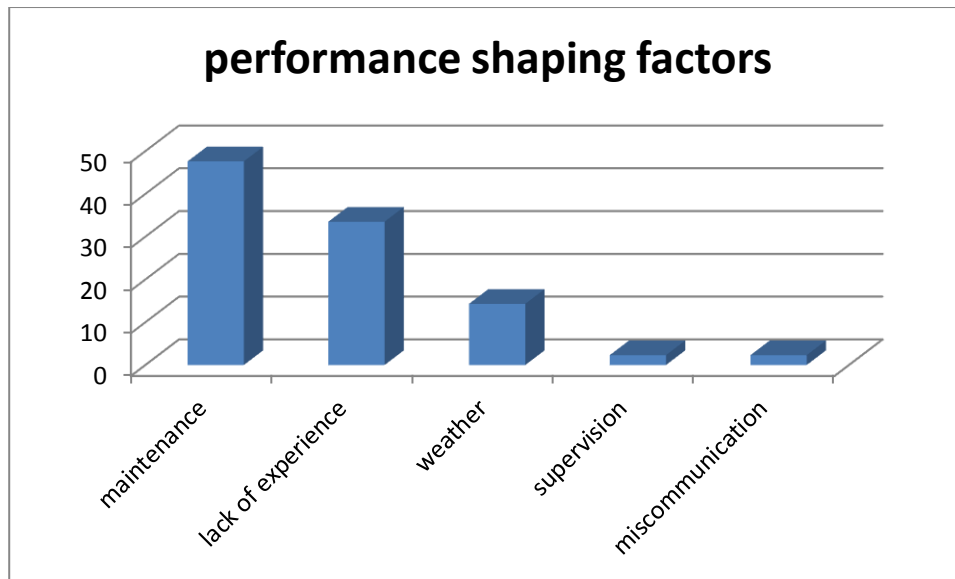
<b>Decision</b>	
Mis projection	75 %
Poor decision	25 %

Μετά από τις παραπάνω αναλύσεις συνεχίζουμε με την ψυχολογική κατάσταση των εργαζομένων ( Psychological error mode)

Distraction	66.6%
Confusion	19%
Risk cognition fail	4.7%
Manual variability	4.7%
Vigilance	2.5%
Tunnel vision	2.5%

Εν συνεχεία έχουμε την παράθεση των παραγόντων διαμόρφωσης της συμπεριφοράς των εργαζομένων, οι οποίοι αναφέρουν ποιοί παράγοντες επηρέασαν την απόδοσή τους (performance shaping factor).

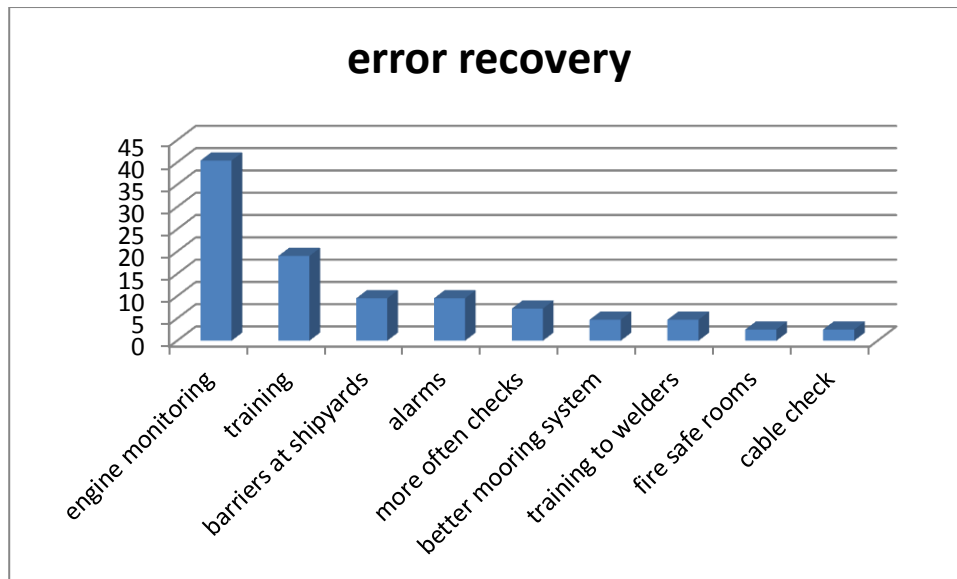
Maintenance	47.6%
Lack of experience	33.5%
Weather	14.3%
Supervision	2.3%
Miscommunication	2.3%



Σχήμα 7.4 : Παράγοντες που συνέβαλλαν στο συμβάν

Τελευταία κατηγορία της ταξινόμησης είναι οι τρόποι αντιμετώπισης των σφαλμάτων (error recovery).

Engine monitoring	40.4%
Training	19%
Barriers at shipyards	9.5%
Alarms	9.5%
More often checks	7.2%
Better mooring system	4.7%
Training to welders	4.7%
Fire safe rooms	2.5%
Cable check	2.5%



Σχήμα 7.5 : Μέθοδοι αντιμετώπισης των σφαλμάτων

### 8.3 Σχολιασμός των αποτελεσμάτων της ταξινόμησης ατυχημάτων

Με βάση την παραπάνω ταξινόμηση μπορούμε να εξαγάγουμε χρήσιμα συμπεράσματα για τα ατυχήματα των LNG πλοίων.

Αρχικά ένα πολύ ενθαρρυντικό στοιχείο είναι ότι τα ατυχήματα που έχουν συμβεί στον χώρο φορτίου είναι μόλις δύο, το οποίο σε ποσοστό είναι το 4,7 % του συνόλου. Αυτό το ποσοστό είναι πολύ καλό γιατί υποδηλώνει τα μεγάλα επίπεδα ασφαλείας που υπάρχουν.

Σε αντίθεση με τον χώρο φορτίου, τα πιο πολλά ατυχήματα έχουν συμβεί στο χώρο του μηχανοστασίου και περιφερειακά στη γάστρα. Τα σημεία αυτά του πλοίου, είναι τα πιο συνηθισμένα μέρη σε όλους τους τύπους πλοίων. Παρότι όμως είναι τα μέρη με τη μεγαλύτερη συχνότητα ατυχημάτων, ο αριθμός τους συνολικά είναι 15 ατυχήματα στο μηχανοστάσιο και 10 στη γάστρα, νούμερα μικρά αν αναλογιστεί κανείς πόσα χρόνια υπάρχουν τα πλοία αυτού του τύπου.

Το γεγονός όμως, ότι δεν έχουμε πολλά ατυχήματα δεν σημαίνει ότι δεν πρέπει να μειωθούν και άλλο. Προκειμένου λοιπόν να κατανοήσουμε ποιες είναι οι εργασίες οι οποίες δεν έγιναν σωστά και είχαμε ένα ατύχημα, τις παραθέτουμε στη συνέχεια.

Navigation-monitoring	59.6%
Mooring operation	9.5%
Shipyard operations	9.5%
Sea trials	7.1%
Cargo work	7.1%

Welding operation	4.7%
Berthing	2.3%

Με βάση τα στοιχεία αυτά γίνεται κατανοητό ότι τα περισσότερα συνέβησαν λόγω σφάλματος στη πλοήγηση ή στη επίβλεψη εργασιών. Αυτό ως επί τω πλείστον υποδηλώνει ότι εάν υπήρχε μεγαλύτερη προσοχή από τους εργαζομένους στο πλοίο πολύ πιθανόν θα είχαν αποφευχθεί πολλά από τα ατυχήματα που συνέβησαν.

Ένα επιπλέον στοιχείο που εξάγουμε είναι ότι η πλειοψηφία των ατυχημάτων ήταν από αιτίες που συνδέονται μεταξύ τους. Δηλαδή αυτό σημαίνει ότι προυπήρχαν κάποια προβλήματα και δεν εντοπίστηκαν με αποτέλεσμα να επιδεινώνονται συνεχώς. Αυτό επιβεβαιώνει και το γεγονός ότι η πλειοψηφία των συμβάντων προέρχεται από παραλείψεις σε θέματα συντήρησης, ασφάλειας και πλοήγησης.

Η πιο συνηθισμένη και ασφαλής μέθοδος για μείωση των ατυχημάτων είναι η επιπλέον εκπαίδευση αλλά και επίβλεψη των εργαζομένων, ώστε την ώρα εργασίας τους να είναι πλήρως αφοσιωμένοι στο αντικείμενό τους και να μην αποσπώνται από άλλα πράγματα.

Επίσης, πρέπει να επιβάλλεται από την πλοιοκτήτρια εταιρεία να γίνονται συχνές εργασίες συντήρησης, ώστε να μειωθεί και η πιθανότητα εκδήλωσης ατυχήματος λόγω κακής συντήρησης.

Τέλος για την όσο το δυνατόν πλήρη εξάλειψη ατυχημάτων πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή σε εργασίες που αφορούν την αγκυροβόληση, τον τρόπο χειρισμού του φορτίου, καθώς και στην παρατήρηση των καιρικών συνθηκών που επικρατούν σε κάθε περιοχή που πρόκειται να πλεύσει το πλοίο.

Εκτός από την μέθοδο της ταξινόμησης, στη βάση δεδομένων που περιείχαν τα ατυχήματα υπήρχαν και περιγραφές για το κάθε ένα και από αυτές έχουμε τις εξής παρατηρήσεις :

-Μόνο σ' ένα ατύχημα έχουμε καταγεγραμμένους νεκρούς (6) στις 2/10/1996 λόγω φωτιάς στο μηχανοστάσιο.

-Το διάστημα 2000-2006 έγινε η πλειοψηφία των συμβάντων. Αυτά ήταν 21,δηλαδή το 50% επι του συνόλου

-Το διάστημα 1990-1996 έγιναν 7

-1 έγινε το 1998 και 1 το 1997

- Στο διάστημα 2008-2011 έγιναν 12.

#### 8.4 Στατιστική ανάλυση για near misses σε πλοία τύπου LNG

Σε αντίθεση με τα ατυχήματα, ο αριθμός των παρ' ολίγο απωλειών είναι αρκετά μεγάλος και ανέρχεται στα 450 περιστατικά. Ομοίως και σε αυτά χρησιμοποιήσαμε την μέθοδο Tracer για ταξινόμηση.

Αρχικά στο πρώτο βήμα παρουσιάζουμε τα αποτελέσματα που σχετίζονται με το που έγινε το συμβάν πάνω στο πλοίο.

Deck : 44%

Engine : 24.6%

Accommodation : 15.1%

Bridge : 5.5%

Galley : 4.4%

Bow : 2.6 %

Ballast tank : 1%

Garbage room : 0.6%

Clinic : 0.6%

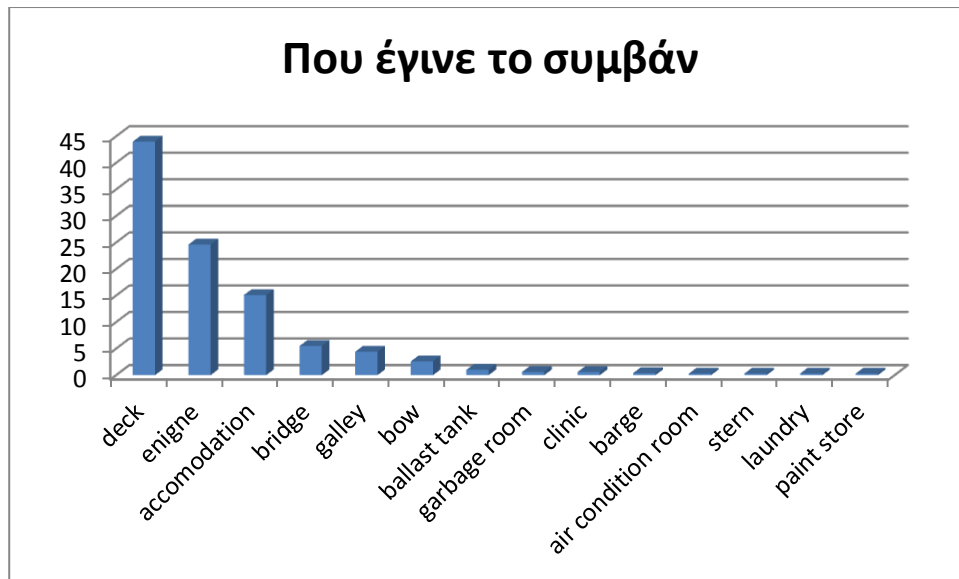
Barge : 0.4%

Air condition room : 0.3%

Stern : 0.3%

Laundry : 0.3%

Paint store : 0.3%



Σχήμα 7.6 : Καθορισμός του μέρους πάνω στο πλοίο που έγινε το συμβάν

Τώρα ανάλογα με το που έγινε το κάθε συμβάν καθορίζεται ποια διαδικασία δεν λειτούργησε σωστά καθώς και ποιο εργαλείο ή υλικό συνετέλεσε στο συμβάν.

<b>DECK</b>	Near misses number = 199
<i>User activity</i>	
Maintenance	55.2%
Safety	21.1%
Supervision	7%
Internal communication	7%
Mooring	3.5%
External communication	2%
Cargo work	2%
Bunkering	1.5%
Use of equipment	0.5%

<i>User material</i>	
Life boats	17%
Ladders	5%
Lack of grease	4%
Gangway operations	3.5%
Rope operations	3.5%
Cranes	2.5%
Mobile use	2.5%
No helmets	2.5%

<b>ENGINE</b>	Near misses number = 111
<i>User activity</i>	
Maintenance	72%
Safety drills	14.4%
Supervision	4.5%
Internal communication	4.5%
Monitoring	2.7%
Cargo work	0.9%
Tool transfer	0.9%

<i>User material</i>	
Valves	7.2%
Wire	6.3%
Pumps	5.4%
Pipes	4.5%
Fire hoses	4.5%
Vents	3.6%
boilers	3.6%

<b>ACCOMMODATION</b>	Near misses number = 68
<i>User activity</i>	
Maintenance	44.1%
Internal communication	17.6%
Supervision	14.7%
Safety drills	13.2%
Cleaning	8.8%
Monitoring	1.4%

<i>User material</i>	
Weights	8.8%
Garbage selection	7.3%
Open doors	5.8%

<b>BRIDGE</b>	Near misses number = 25
<i>User activities</i>	



Maintenance	48%
External communication	12%
Internal communication	12%
Safety	8%
Supervision	8%
Mooring	8%
Navigation	4%

<i>User material</i>	
Radar	24%
Mobile phones	12%
wings	12%

<b>GALLEY</b>	Near misses number = 20
<i>User activity</i>	
Maintenance	35%
Internal communication	25%
Safety	15%
Cooking	20%
Supervision	5%

<b>BOW</b>	Near misses number = 12
<i>User activity</i>	
Maintenance	41.6%
Mooring	25%
Safety drills	16.6%
External communication	0.8%
Internal communication	0.8%

<i>User material</i>	
Anchor	16%
Bow thruster	16%
Hatches	8.3%
ropes	8.3%

<b>BALLAST TANK</b>	Near misses number = 4
---------------------	------------------------

<i>User activity</i>	
Maintenance	50%
Monitoring	50%

<b>BARGE</b>	Near misses number = 2
<i>User activity</i>	
Safety	100%

<b>CLINIC</b>	Near misses number = 2
<i>User activity</i>	
Maintenance	100%

<b>AIR CONDITION ROOM</b>	Near misses number = 1
<i>User activity</i>	
Supervision	100%

<b>GARBAGE ROOM</b>	Near misses number = 1
<i>User activity</i>	
Supervision	100%

<b>LAUNDRY</b>	Near misses number = 1
<i>User activity</i>	
Maintenance	100%

<b>PAINT STORE</b>	Near misses number = 1
<i>User activity</i>	
Maintenance	100%

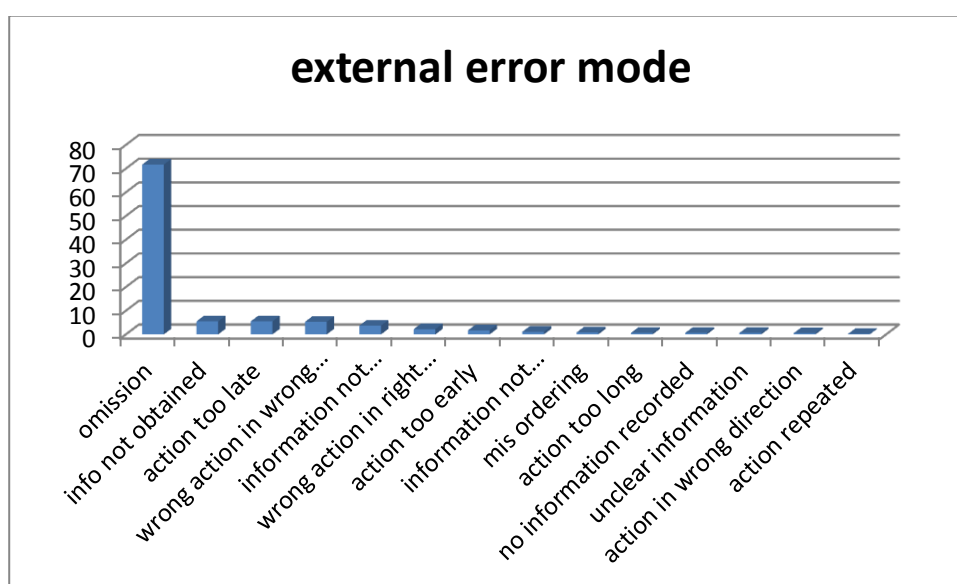
<b>STERN</b>	Near misses number = 1
<i>User activity</i>	
Maintenance	100%

Στη συνέχεια επιστρέφουμε πάλι στο σύνολο των δεδομένων που έχουμε (450) και συνεχίζεται η ταξινόμησή τους με βάση την αιτία και τις συνθήκες (casualty level)

Casual	62.8%
Contributory	36.2%
Compounding	0.8 %

Μετά έχουμε την κωδικοποίηση με βάση την εξωτερική κατάσταση σφάλματος (external error mode).

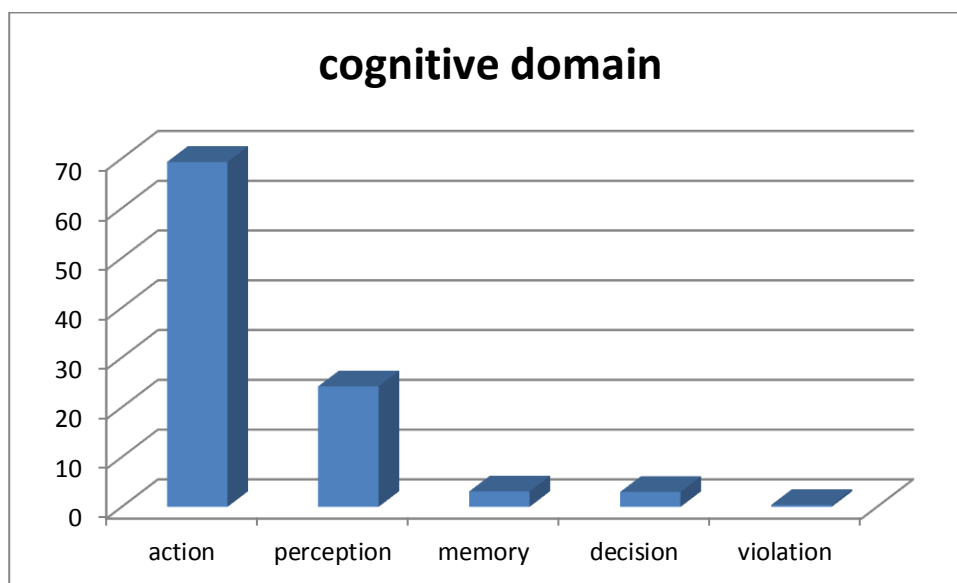
Omission	71.7%
Info not obtained	5.5%
Action too late	5.5%
Wrong action in wrong object	5.3%
Information not recorded	3.7%
Wrong action in right object	2.2%
Action too early	1.7%
Information not transmitted	1.1%
Mis ordering	0.8%
Action too long	0.6%
No information recorded	0.6%
Unclear information	0.6%
Action in wrong direction	0.5%
Action repeated	0.2%



Σχήμα 7.7 : Καθορισμός του εξωτερικού παράγοντα που συνέβαλλε στο συμβάν

Στη συνέχεια έχουμε τη σύνδεση του περιστατικού με την ανθρώπινη αντίληψη, τη λήψη αποφάσεων, την μνήμη ή την εσφαλμένη ενέργεια που οδήγησε στο συμβάν (Cognitive domain)

Action	69.3%
Perception	24.2%
Memory	3.1%
Decision	3%
Violation	0.4%



Σχήμα 7.8 : Σύνδεση περιστατικού με αντίληψη, ενέργεια και απόφαση

Με βάση τα παραπάνω, ανάλογα σε ποια κατηγορία είναι κάθε συμβάν έχουμε δύο επιπλέον ταξινομήσεις: με βάση την εσωτερική κατάσταση σφάλματος (internal error mode) και σύμφωνα με τον ψυχολογικό παράγοντα ( Psychological error mode)

<b>ACTION</b>	Σύνολο=312		
<b>IEM</b>		Psychological	
Non performed action	86.5%	confusion	46.8%
Wrong information	5.77%	distraction	45.5%
Timing error	2.9%	maintenance	4.2%
Selection error	2.25%	Habit instruction	2.9%
Unclear information	0.9%	Lack of experience	0.3%
Information not transmitted	0.9%	Info not obtained	0.3%

Info entry error	0.6%		
------------------	------	--	--

<b>DECISION</b>	Σύνολο = 14		
IEM		Psychological	
Poor decision	64.3%	Mind set	50%
No decision	21.4%	Confusion	42.9%
Late detection	14.3%	Distraction	7.1%

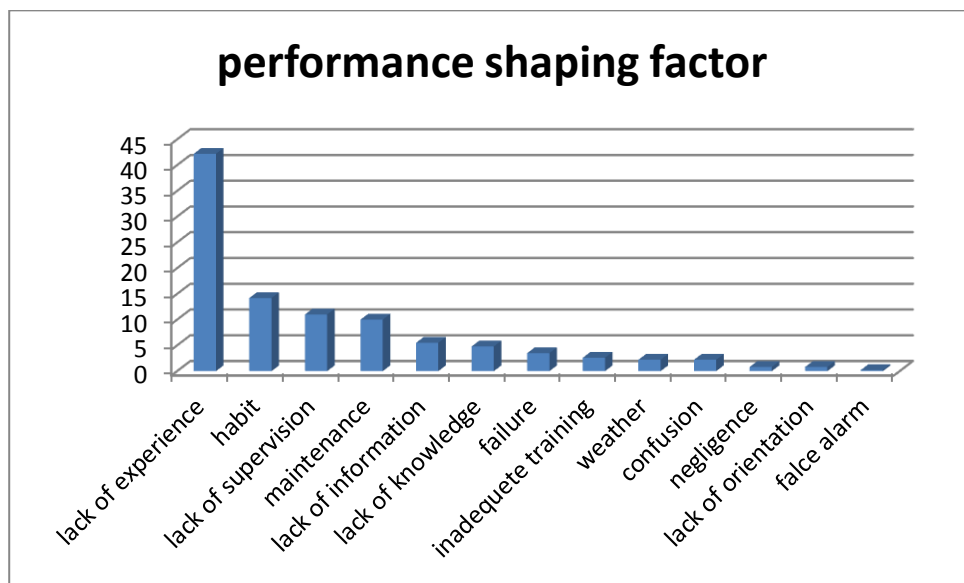
<b>MEMORY</b>	Σύνολο=14		
IEM		Psychological	
Omitted	42.9%	Mental block	35.7%
Forgotten info	35.7%	Confusion	21.4%
Forget to ask	14.3%	Distraction	21.4%
Forget to monitor	7.1%	Memory variability	21.4%

<b>PERCEPTION</b>	Σύνολο=109		
IEM		Psychological	
Late detection	45%	Confusion	62.4%
Mis see	42.2%	Distraction	22%
No detection	8.2%	No training	5.5%
Repeat error	3.7%	Mind set	3.7%
No signal	0.9%	Memory variability	2.7%
		Mental block	1.8%
		Habit intrusion	0.9%
		Lack of experience	0.9%

Εν συνεχεία έχουμε την παράθεση των παραγόντων διαμόρφωσης της συμπεριφοράς των εργαζομένων, οι οποίοι αναφέρουν ποιοί παράγοντες επηρέασαν την απόδοσή τους (performance shaping factor).

<b>Performance shaping factors</b>	
Lack of experience	42.2%
Habit	14.2%
Lack of supervision	11%

Maintenance	10%
Lack of information	5.5%
Lack of knowledge	4.8%
Failure	3.5%
Inadequate training	2.6%
Weather	2.2%
Confusion	2.2%
Negligence	0.8%
Lack of orientation	0.8%
False alarm	0.2%

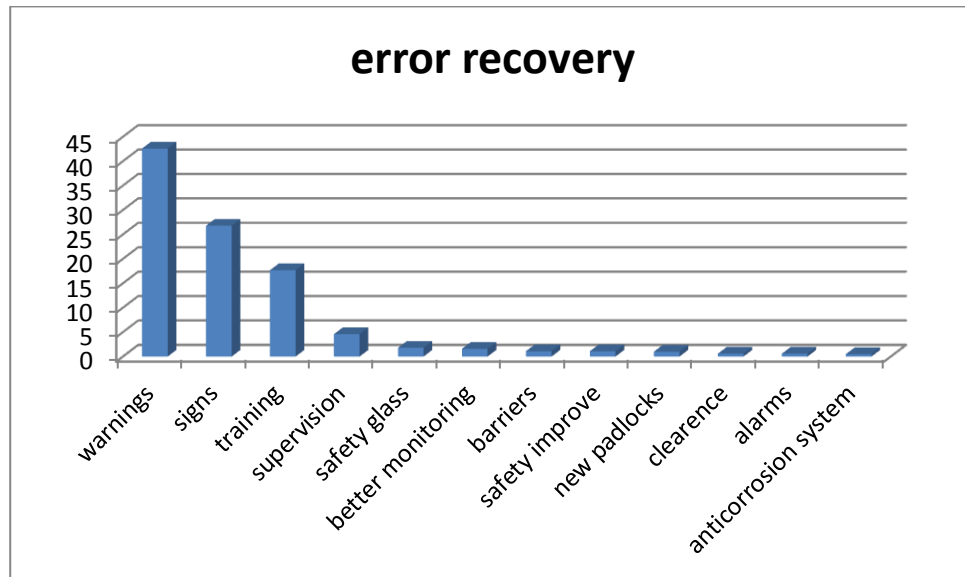


Σχήμα 7.9 : Παράγοντες που επηρέασαν την απόδοση των εργαζομένων

Τελευταία κατηγορία της ταξινόμησης είναι οι τρόποι αντιμετώπισης των σφαλμάτων (error recovery).

<b>ERROR RECOVERY</b>	
Warnings	42.6%
Signs	26.8%
Training	17.7%
Supervision	4.6%
Safety glass	1.8%
Better monitoring	1.6%
Barriers	1.1%
Safety improve	1.1%
New padlocks	1%

Clearence	0.6%
Alarms	0.6%
Anticorrosion system	0.5%



Σχήμα 7.10 : Μέθοδοι αντιμετώπισης των σφαλμάτων

### 8.5 Σχολιασμός των αποτελεσμάτων της ταξινόμησης των παρ' ολίγο απωλειών

Ξεκινώντας από το πρώτο βήμα που δείχνει το μέρος πάνω στο πλοίο που έγινε το συμβάν, παρατηρούμε ότι σχεδόν τα μισά περιστατικά συνέβησαν σε χώρους καταστρώματος. Αυτό φαντάζει λογικό γιατί είναι ένα μέρος που γίνονται πάρα πολλές εργασίες και είναι σύνηθες να έχουμε παρ' ολίγον ατυχήματα.

Το επόμενο μέρος είναι το μηχανοστάσιο, το οποίο είναι σε ποσοστό σχεδόν το μισό του καταστρώματος. Ομοίως στο μηχανοστάσιο, οι συνθήκες εργασίας είναι δύσκολες και είναι αναμενόμενο να υπάρξουν επικίνδυνα περιστατικά.

Τα υπόλοιπα συμβάντα συνέβησαν σε χώρους εντός της υπερκατασκευής, όπου είναι μέρη στα οποία οι εργαζόμενοι περνούν πολλές ώρες της ημέρας.

Από τις περιγραφές του κάθε συμβάντος, παρατηρήθηκε ότι το 7.5 % του συνόλου σχετίζεται με εργασίες που αφορούν τις σωστικές λέμβους. Πιο συγκεκριμένα, στην μετέπειτα ανάλυση των περιστατικών αυτών παρατηρήθηκαν σημαντικές παραλείψεις στη συντήρησή τους. Το πιο σύνηθες περιστατικό που αφορούσε σωστικές λέμβους ήταν κατά τις εργασίες συντήρησής τους να σπάει κάποιο σχοινί ή κάποιο προστατευτικό.

Το πρώτο λοιπόν, σημαντικό εύρημα από τα near misses είναι ότι υπήρξε μεγάλο ποσοστό έλλειψης συντήρησης στις σωστικές λέμβους με αποτέλεσμα να αποτελούν εν γένει κινδύνους για τους εργαζομένους, αλλά και σε περίπτωση που υπάρξει ανάγκη εκκένωσης του πλοίου αυτές να είναι ακατάλληλες. Επομένως, αυτό είναι ένα σφάλμα συντήρησης του εξοπλισμού.

Κατά τις εργασίες στα καταστρώματα, εκτός από τις σωστικές λέμβους υπήρξαν πολλά περιστατικά που είχαν ως αιτία την κακή χρήση φορητών σκαλών. Αυτό οφειλόταν στην κακή συντήρησή τους αλλά και στην λάθος χρήση τους από τους εργαζόμενους. Η λάθος χρήση οφειλόταν είτε σε έλλειψη γνώσης είτε σε υπερβολική σιγουριά του εργαζομένου.

Μεγάλο ποσοστό συμβάντων σχετίζονταν και με ελλείψεις σε θέματα πυρασφάλειας, κακή διαχείριση απορριμάτων και λανθασμένο τρόπο μεταφοράς βαρέων αντικειμένων.

Η πλειοψηφία αυτών των περιστατικών συνέβη συνδυαστικά με το γεγονός ότι υπήρχαν ελλείψεις σε θέματα ατομικής ασφάλειας. Οι ελλείψεις αυτές οφείλονταν σε ανυπαρξία εμπειρίας ή εκπαίδευσης αλλά και σε απουσία επίβλεψης. Συμπεραίνουμε λοιπόν ότι ο κύριος λόγος που συμβαίνουν περιστατικά όπως αυτά που ταξινομήθηκαν είναι η έλλειψη εμπειρίας των εργαζομένων αρχικά. Εν συνεχεία είναι η άγνοια κινδύνου των εργαζομένων και η έλλειψη επίβλεψης. Αυτοί είναι οι τρεις κύριοι λόγοι που οδηγούν σε παρ' ολίγο απώλειες.

Ένα άλλο στοιχείο που βρίσκουμε είναι ότι η πλειοψηφία των συμβάντων οφείλονται σε αιτίες οι οποίες αυτούσιες προκάλεσαν το συμβάν και δεν αλληλεπίδρασαν με άλλους παράγοντες.

Με βάση τις παραπάνω αιτίες, προκύπτει ότι για να μειωθούν δραστικά τα περιστατικά που θα μπορούσαν να οδηγήσουν σε ατύχημα είναι να τοποθετηθούν παραπάνω ειδοποιήσεις και σύμβολα σε χώρους του πλοίου, να αυξηθεί η εκπαίδευση των εργαζομένων καθώς και να βελτιωθεί η επίβλεψη από τους ανωτέρους.

Σημαντικό ποσοστό επίσης είναι και αυτό που αναφέρεται στη γέφυρα του πλοίου που ανέρχεται στο 5.5 % και οφείλεται σε λάθη στη πλοήγηση του πλοίου που παρ' ολίγον να οδηγήσουν σε ατύχημα.

Οι παραπάνω αναφορές, σχετίζονται με συγκεκριμένα είδη περιστατικών που είχαν μια σχετικά μεγάλη επανάληψη. Παρατηρώντας τώρα την μεγαλύτερη σε ποσοστό αιτία των συμβάντων ανά μέρος του πλοίου βλέπουμε ότι είναι η έλλειψη συντήρησης. Αυτό είναι ένα φαινόμενο το οποίο είναι πολύ συνηθισμένο διότι υπάρχουν πολλά σημεία πάνω στο πλοίο που πρέπει να συντηρούνται σωστά και πολλές φορές κάποια από αυτά παραλείπονται. Ο τρόπος αντιμετώπισης αυτού του πολύ συχνού φαινομένου είναι η επιπλέον ενημέρωση των εργαζομένων για μεθόδους σωστής συντήρησης, η συχνότερη



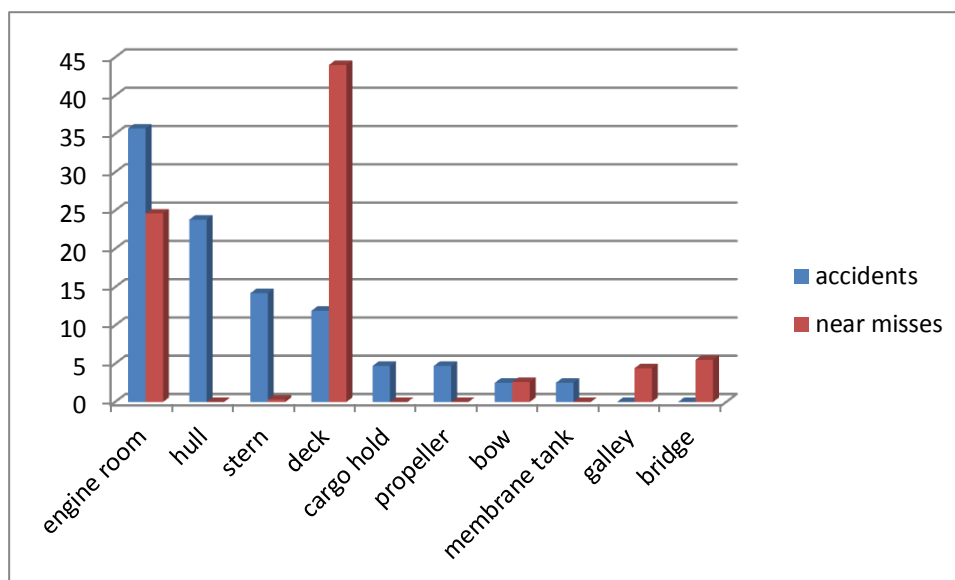
επίβλεψη του εξοπλισμού του πλοίου καθώς και η επίβλεψη των εργαζομένων για το εάν ασκούν σωστά τις εργασίες τους

Τελικά παρατηρούμε ότι οι αιτίες όλων των περιστατικών σχεδόν είναι κοινές. Δηλαδή είναι είτε έλλειψη συντήρησης, είτε έλλειψη εμπειρίας και εκπαίδευσης είτε απουσία επίβλεψης. Αυτές είναι οι κύριες αιτίες και μετά ακολουθούν και άλλες πιο σπάνιες. Επομένως, για να έχουμε όσο το δυνατόν λιγότερα περιστατικά πρέπει να στοχεύσουμε στην σωστή εκπαίδευση των εργαζομένων, στη σωστή συντήρηση του εξοπλισμού, στην τήρηση των ατομικών μέτρων προστασίας, στη σωστή επίβλεψη και στην τοποθέτηση επιπλέον σημάτων και ειδοποιήσεων σε κομβικά σημεία στο πλοίο.

## 8.6 Σύγκριση αποτελεσμάτων για τα ατυχήματα και τα near misses

Αφότου έχουμε εξάγει όλα τα στατιστικά δεδομένα που αφορούν τα ατυχήματα αλλά και τα near misses, καθώς και τους τρόπους περιορισμού των συμβάντων αυτών, θα συγκρίνουμε στοιχεία μεταξύ τους προκειμένου να έχουμε και μια γενική εικόνα για τα LNG πλοία, ανεξάρτητα από το είδος του συμβάντος.

Αρχικά θα ξεκινήσουμε με την σύγκριση που αφορά το μέρος πάνω στο πλοίο που έγινε το συμβάν.

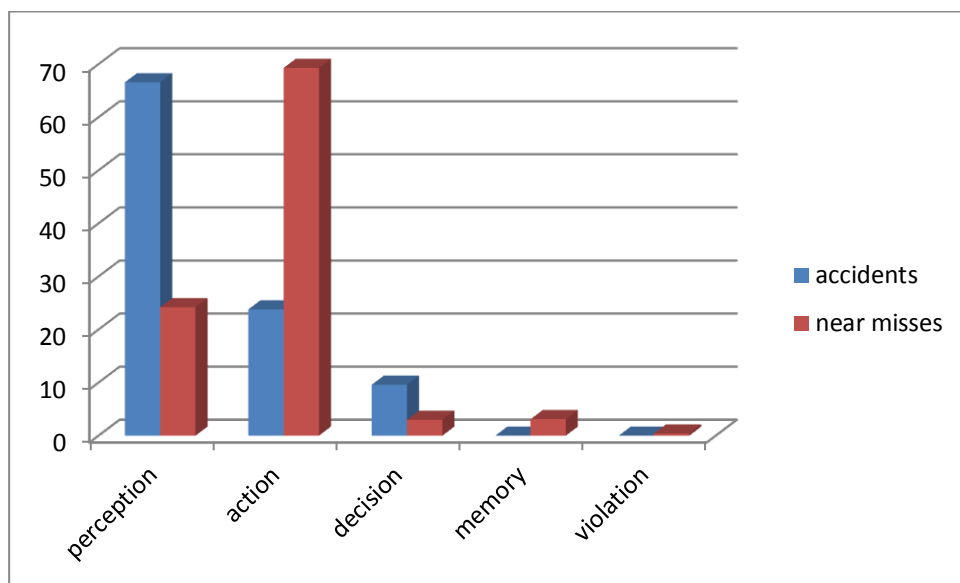


Σχήμα 7.11 : Σύγκριση για το που έγινε το συμβάν πάνω στο πλοίο

Από ότι παρατηρούμε από το παραπάνω σχήμα βλέπουμε ότι σε μέρη με μεγάλη συχνότητα είτε στα ατυχήματα είτε στα near misses, υπάρχουν μεγάλες αποκλίσεις μεταξύ τους. Βλέπουμε ότι ενώ έχουμε σημαντικό ποσοστό ατυχημάτων στην πλώρη αλλά και περιμετρικά της γάστρας, τα near misses είναι μηδενικά εκεί. Επίσης έχουμε μεγάλη διαφορά στα ποσοστά που σχετίζονται με το κατάστρωμα αλλά και με το μηχανοστάσιο. Από αυτό καταλαβαίνουμε ότι οι εργασίες που σχετίζονται με δουλείες

του καταστρώματος, μπορεί μεν να είναι επικίνδυνες αλλά δύσκολο να οδηγήσουν σε σοβαρό ατύχημα. Αντίθετα, στο μηχανοστάσιο παρατηρούμε ότι είχαμε την πλειοψηφία των ατυχημάτων, αλλά και λίγα near misses. Από αυτό κατανοούμε ότι είναι ένα μέρος που εάν παραμεληθεί κάποια εργασία η δεν διαγνωστεί ένα πρόβλημα, τότε όσο περνάει ο χρόνος είναι δύσκολο να διορθωθεί και να αποφευχθεί κάποιο ατύχημα. Τέλος στα μέρη όπου τα ποσοστά ήταν μικρά παρατηρούμε ότι δεν υπάρχει συσχέτιση μεταξύ ατυχημάτων και near misses. Πιο συγκεκριμένα, στη γέφυρα και στο χώρο της κουζίνα είχαμε μερικά συμβάντα που αφορούν παρολίγον απώλειες αλλά κανένα ατύχημα και το αντίθετο στο χώρο φορτίου και στην προπέλα.

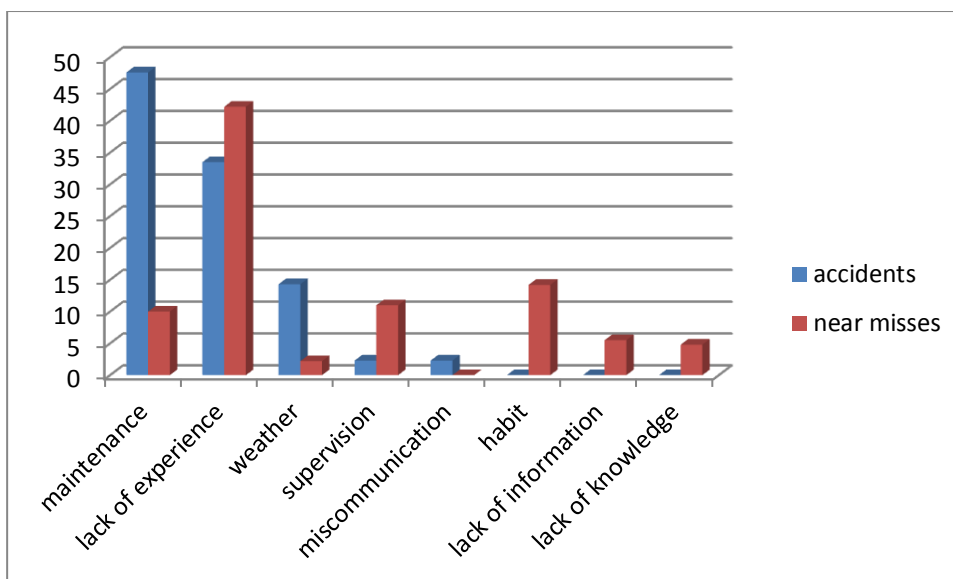
Στη συνέχεια θα ασχοληθούμε με την σύνδεση του συμβάντος με θέματα που αφορούν την ανθρώπινη δράση.



Σχήμα 7.12 : Σύγκριση για θέματα που αφορούν την ανθρώπινη δράση

Από το σχήμα 7.12 βλέπουμε ότι η πλειοψηφία των ατυχημάτων σχετίζεται με θέματα που αφορούν εσφαλμένη αντίληψη, και τα πιο πολλά near misses με εσφαλμένες ενέργειες. Η λανθασμένη αντίληψη είναι λογικό να οδηγήσει σε ατυχήματα, γιατί εάν κάποιος εργαζόμενος δεν καταλάβει ότι υπάρχει κάποιο σοβαρό πρόβλημα τότε θα παραμεληθεί και από μόνο του θα επιδεινώνεται συνεχώς. Αντίθετα, λάθος ενέργειες που γίνονται κατά τη διάρκεια εργασιών μπορεί να οδηγήσουν σε κάποιο λάθος, αλλά αν υπάρχει σωστή κρίση και αντίληψη αυτό το λάθος μπορεί να διορθωθεί συνήθως.

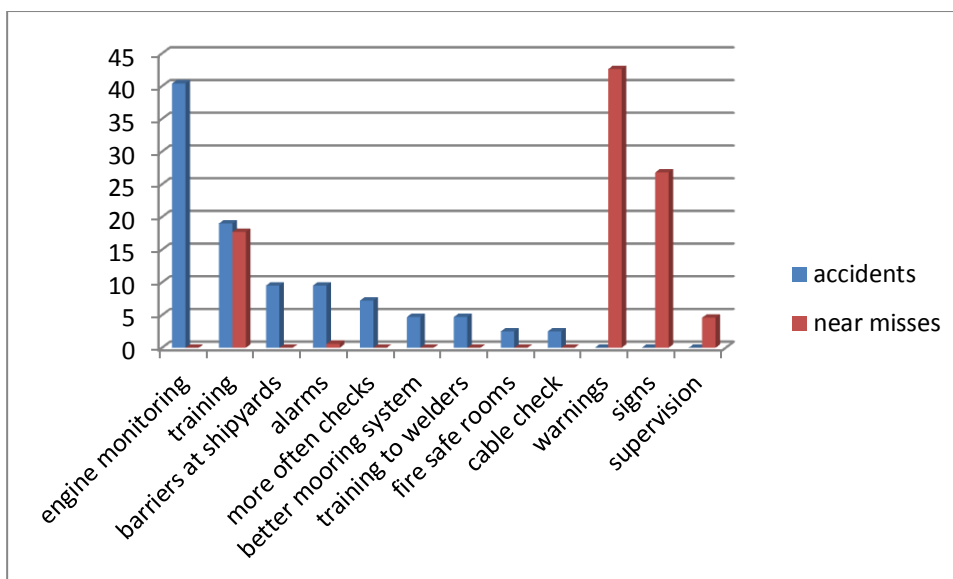
Επόμενο θέμα μας θα είναι οι παράγοντες που οδήγησαν στα συμβάντα.



Σχήμα 7.12 : Σύγκριση των παραγόντων που οδήγησαν στο συμβάν

Ένα σοβαρό πρόβλημα που υπάρχει πάντα είναι η έλλειψη εμπειρίας των εργαζομένων. Αυτό φαίνεται και στο παραπάνω σχήμα όπου έχουμε πολλά ατυχήματα και near misses που οφείλονται σε αυτό. Πρόκειται για ένα πρόβλημα το οποίο πάντα υπήρχε και θα υπάρχει, γιατί κάποιος που δεν δουλεύει πολλά χρόνια σε κάποιο αντικείμενο δεν έχει όλες τις απαιτούμενες αμειρίες. Στόχος είναι βέβαια να υπάρχουν πιο έμπειρα άτομα πάντα ώστε να καθοδηγούν τα πιο νεα για να αποφεύγονται τέτοια συμβάντα. Ένα άλλο πρόβλημα που έχει οδηγήσει σε ατυχήματα είναι η κακή συντήρηση του εξοπλισμού. Αυτό συνδέεται με πολλούς παράγοντες, αλλά και με την απουσία αντίληψης που αναφέρθηκε παραπάνω. Σημαντικά προβλήματα που οδηγούν σε near misses αλλά όχι σε ατυχήματα είναι η ρουτίνα και η έλλειψη επικοινωνίας, ενώ το αντίθετο συμβαίνει με τα καιρικά φαινόμενα. Τέλος ένα σημαντικό πρόβλημα είναι η απουσία επίβλεψης στις παρολίγον απώλειες και λιγότερο στα ατυχήματα. Επομένως με βελτίωση αυτού του τομέα θα έχουμε σημαντική μείωση των near misses.

Στη συνέχεια θα αναφερθούμε στα μέτρα που χρειάζονται για την αποφυγή αυτών των συμβάντων.



Σχήμα 7.13 : Σύγκριση των μεθόδων αποφυγής των συμβάντων

Αρχικά, το μόνο μέτρο που σχεδόν συμπίπτει και στα ατυχήματα και στα near misses είναι η επιπλέον εκπαίδευση. Αυτό είναι ένα πολύ σημαντικό κομμάτι της λειτουργίας του πλοίου και χωρίς αυτό υπάρχουν πολλά προβλήματα όπως παρατηρούμε. Με την βελτίωση την εκπαίδευσης των εργαζομένων θα μειωθούν σε μεγάλο ποσοστό και τα ατυχήματα και τα near misses. Σημαντικό κομμάτι στη μείωση την ατυχημάτων αφορά την παρακολούθηση του μηχανοστασία, γεγονός λογικό με βάση το σχήμα 7.11 όπου παρατηρήσαμε ότι η πλειοψηφία των ατυχημάτων έγινε εκεί. Επίσης σφάλματα που αφορούν κακή οργάνωση ναυπηγείου, συναγερμούς και ελέγχους του πλοίου εμφανίζονται σε ατυχήματα και πρέπει να εξαλειφθούν. Όσον αφορά τα near misses απαιτείται να τοποθετηθούν σύμβολα και ειδοποιήσεις καθώς και καλύτερη επίβλεψη.

Συμπερασματικά λοιπόν, για να έχουμε όσο το δυνατόν λιγότερα συμβάντα που σχετίζονται με LNG πλοία πρέπει να λαμβάνονται υπόψιν οι εξής απαιτήσεις :

- Καλή επίβλεψη του μηχανοστασίου
- Σωστή εκπαίδευση των εργαζομένων
- Προειδοποιητικά σύμβολα
- Σωστή επίβλεψη των εργασιών
- Καλή οργάνωσξ στα ναυπηγεία
- Συχνοί έλεγχοι όλου του πλοίου
- Συναγερμοί

## 8.7 Σύγκριση αποτελεσμάτων μεταξύ Tracer και FSA για LNG πλοία

Σε αυτή την παράγραφο θα παραθέσουμε τα στατιστικά στοιχεία που έχουμε από την FSA που αφορά τα LNG πλοία και θα τα συγκρίνουμε και με τα στοιχεία από την TRACER. Η διαφορά της FSA [19], [22] είναι ότι τα στοιχεία που έχει αφορούν τον τύπο του ατυχήματος, αλλά από τον τύπο μπορούμε να καταλάβουμε και το μέρος πάνω στο πλοίο που συνέβη ώστε να κάνουμε τη συσχέτιση. Ένα άλλο γεγονός είναι ότι η το δείγμα της FSA αφορά 150 πλοία και το δικό μας δείγμα για τα ατυχήματα ανέρχεται στα 50.

Τα αποτελέσματα είναι τα ακόλουθα :

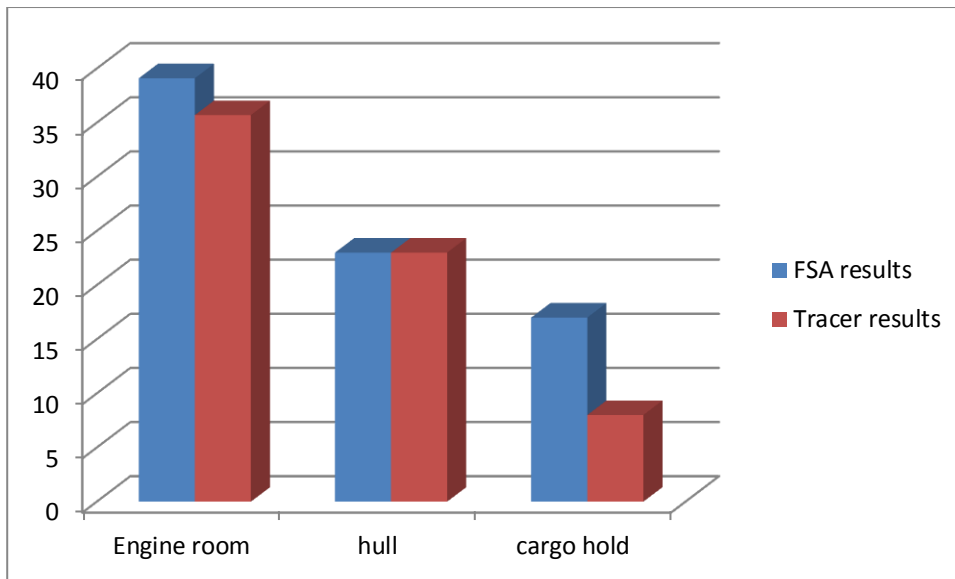
- Πρόβλημα με τον εξοπλισμό του μηχανοστασίου : 34.8 %
- Πρόβλημα με το μεταφερόμενο φορτίο : 17 %
- Πρόβλημα κατά την φορτω-εκφόρτωση : 14.9 %
- Σύγκρουση : 13 %
- Κακός καιρός : 5.6 %
- Προσεδάφιση : 5 %
- Επαφή : 5 %
- Εκδήλωση φωτιάς στο μηχανοστάσιο : 4.3 %

Από τα παραπάνω παρατηρούμε ότι το 39.1 % αφορά προβλήματα στο χώρο του μηχανοστασίου, νούμερο το οποίο είναι πολύ κοντά στο ποσοστό του 35.7 % που έχουμε από την TRACER για τα ατυχήματα.

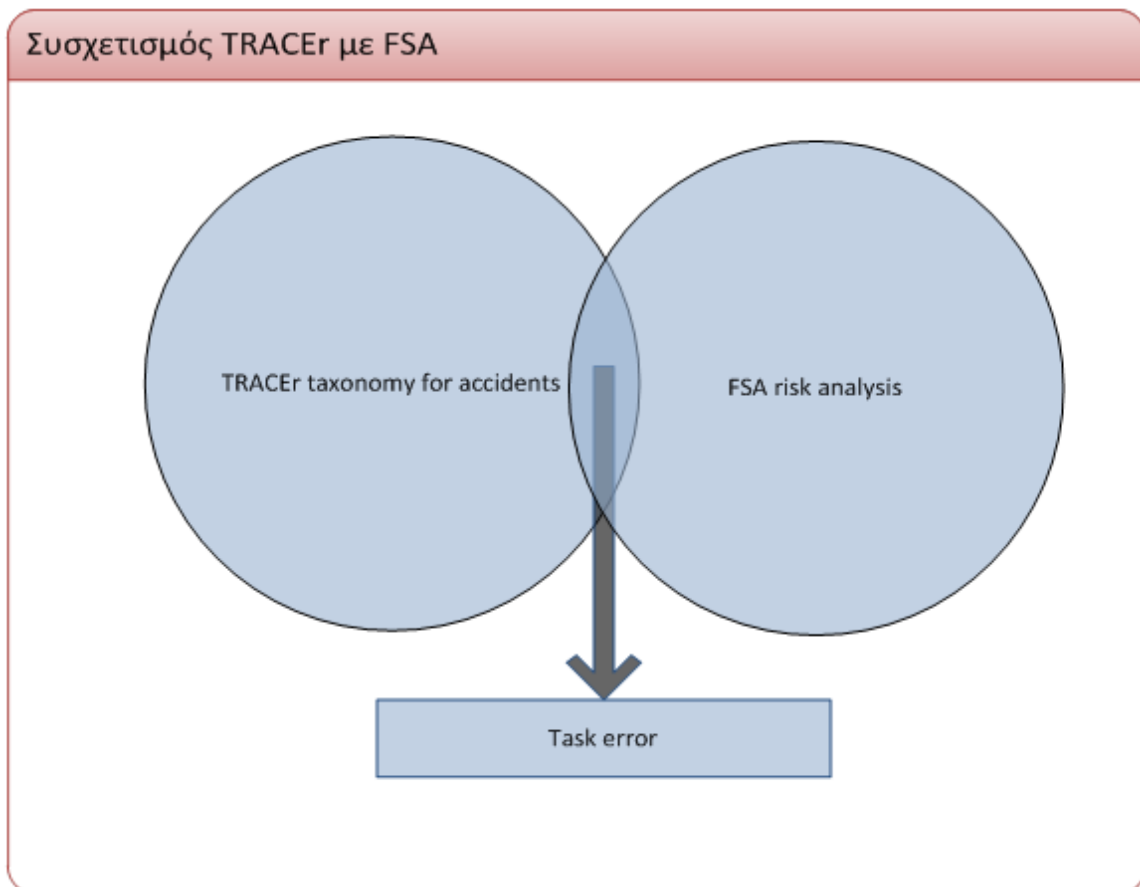
Στην κατηγορία της TRACER που αφορά τη γάστρα περιμετρικά έχουμε το ποσοστό του 23 %, ποσοστό που είναι ακριβώς ίδιο και στην FSA.

Στη συνέχεια το ποσοστό της FSA που αφορά τον χώρο φορτίου είναι 17 % , ποσοστό το οποίο διαφέρει από το δικό μας της TRACER που είναι 8 %. Αυτό πιθανόν να οφείλεται στη διαφορά μεγέθους του δείγματος είτε στις διαφορετικές χρονολογίες που τελειώνει το δείγμα μας που είναι το έτος 2012 ενώ το δείγμα της FSA το 2006.

Από την FSA αυτή είναι η μόνη σύγκριση που μπορεί να γίνει. Παρατηρούμε ότι για τα πιο συχνά συμβάντα υπάρχει σχεδόν ταυτοποίηση των ποσοστών με εξαίρεση μόνο ότι αφορά τους χώρους φορτίων. Καταλαβαίνουμε ότι αφού τα προβλήματα που έχουμε εξάγει από την TRACER για τα ατυχήματα επιβεβαιώνονται και από άλλη έρευνα για τα LNG πλοία, αυτά είναι που πρέπει να μειωθούν όσο το δυνατόν πιο πολύ προκειμένου η ασφάλεια των πλοίων αυτού του τύπου να αυξηθεί ακόμα πιο πολύ.



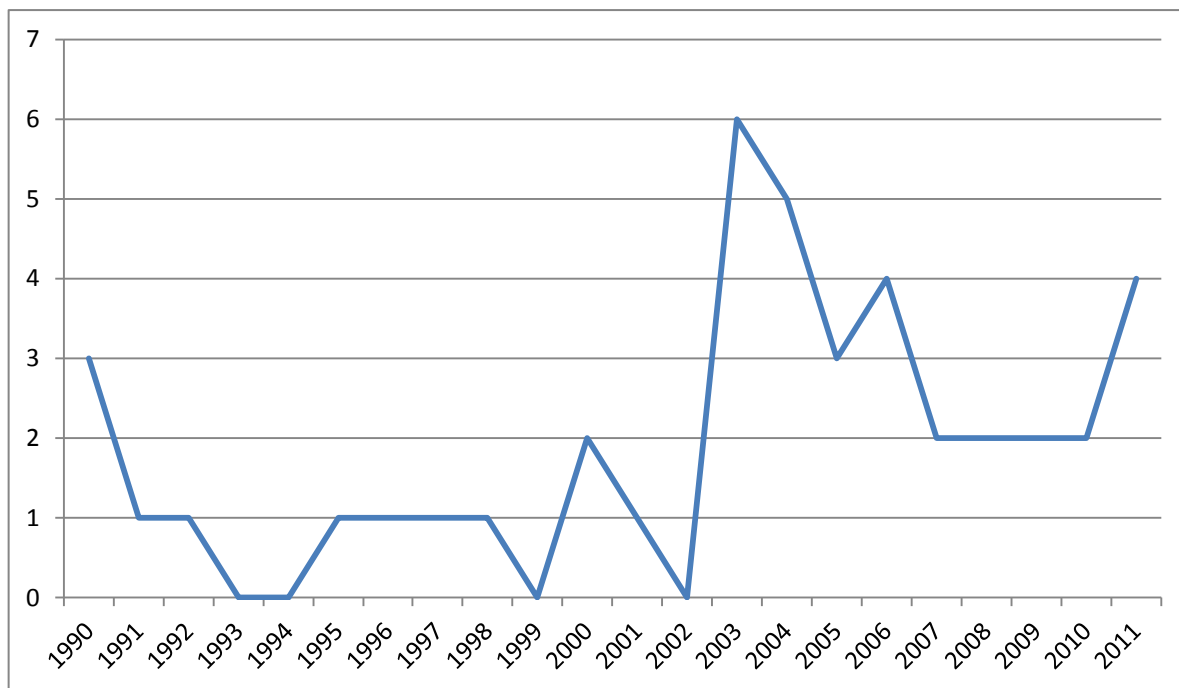
Σχήμα 7.14 : Σύγκριση αποτελεσμάτων μεταξύ FSA και TRACER



Σχήμα 7.15 : Συσχέτιση τρόπου λειτουργίας της FSA και της TRACER

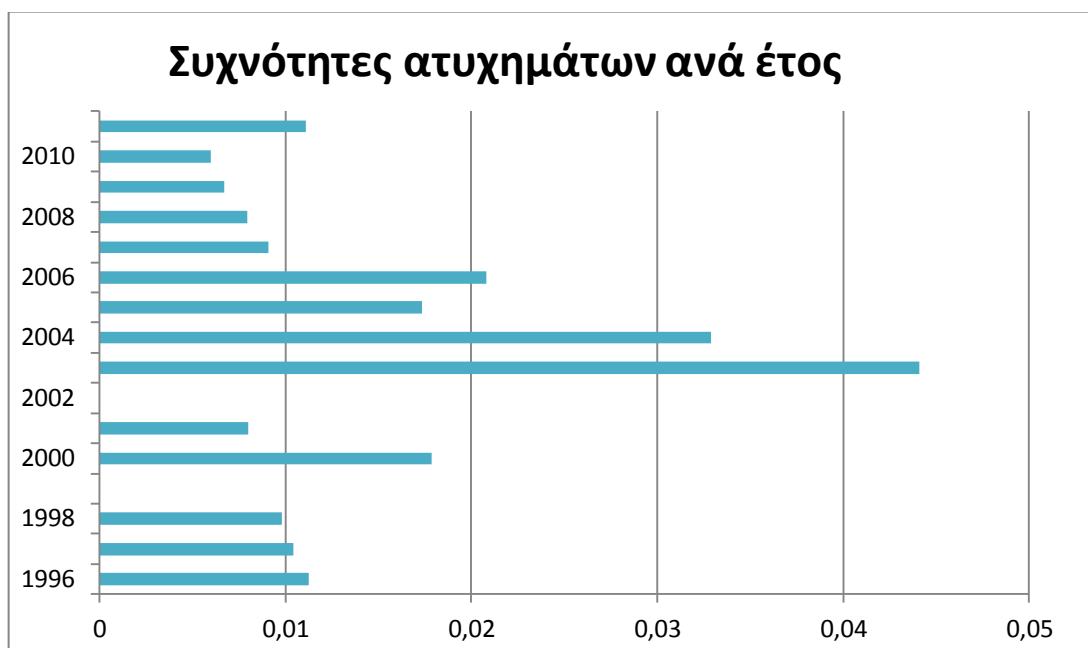
## 8.8 Στατιστικά στοιχεία ατυχημάτων κατά το πέρασ των χρόνων

Το πρώτο στοιχείο που θα παραθέσουμε είναι η ακολουθία ατυχημάτων σε κάθε χρόνο.



Σχήμα 7.15 : Αριθμός ατυχημάτων ανά έτος

Στη συνέχεια θα παραθέσουμε τις συχνότητες των ατυχημάτων ανά χρόνο, με βάση τον καταγεγραμμένο αριθμό lng πλοίων κάθε χρόνο.



Σχήμα 7.16 : Συχνότητες ατυχημάτων ανά έτος

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9**

### ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΜΕΘΟΔΟΥ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ



## 9.1 Ανάλυση της διαδικασίας διερεύνησης ατυχημάτων

Έχοντας αναλύσει στα προηγούμενα κεφάλαια μεθόδους διερεύνησης ατυχημάτων θα παραθέσουμε μια μέθοδο διερεύνησης η οποία είναι συνδιασμός των παραπάνω διαδικασιών αλλά με την εισαγωγή της μεθόδου ταξινόμησης TRACEr αλλά και της μεθόδου accimap. Έτσι αυτή η μέθοδος είναι μια κλασσική ακολουθία βημάτων που ακολουθείται στη διαδικασία διερεύνησης ενός ατυχήματος με τη διαφορά ότι περιλαμβάνει δύο μεθόδους που δεν υπήρχαν ως τώρα [28], [29], [30]. Πιο συγκεκριμένα η δομή είναι η εξής :

- Στοιχεία του πλοίου
- Ιστορικό ατυχήματος
- Ανάλυση του συμβάντος
- Απεικόνιση με την μέθοδο accimap
- Ταξιμόμηση με την μέθοδο TRACEr
- Συμπεράσματα
- Προτάσεις

Με την εισαγωγή αυτών των δύο μεθόδων στην διαδικασία αυτή, είναι πιο εύκολη η εύρεση των αιτιών του κάθε συμβάντος. Με την μέθοδο accimap η ανάλυση απεικονίζεται και σχηματικά, με αποτέλεσμα να είναι εμφανή τα βασικά γεγονότα που εάν δεν είχαν συμβεί δεν θα είχε γίνει το ατύχημα. Επίσης φαίνεται και πως το κάθε γεγονός συνδέεται με κάποιο επόμενο του ή προηγούμενό του. Έτσι λοιπόν απλοποιείται η διαδικασία σύνδεσης όλων των γεγονότων και είναι πιο εύκολο να βρεθούν να κομβικά συμβάντα που θα έπρεπε να αποφευχθούν. Τέλος με την accimap η ανάλυση προχωράει και σε θέματα που αφορούν νομοθεσίες και κράτη ή αρμόδιες αρχές. Έτσι η ανάλυση είναι σε μεγάλο βάθος και εμπλέκει όλους τους πιθανούς φορείς και τα σφάλματά τους.

Όσον αφορά τη μέθοδο ταξινόμησης TRACEr, είναι πολύ χρήσιμη γιατί κατατάσει το ατύχημα σε διάφορες κατηγορίες οι οποίες παρουσιάζουν τα γενικά αίτια του ατυχήματος και κυρίως εξάγουν αποτελέσματα που βοηθούν στον καθορισμό των μέτρων ασφαλείας που πρέπει να παρθούν για να μην υπάρξουν παρόμοια συμβάντα στο μέλλον.

## 9.2 Παραδείγματα ανάλυσης ατυχήματος

Για να γίνει πιο σαφής η διαδικασία αυτή θα παραθέσουμε δύο αναφορές που αφορούν δύο ατυχήματα πλοίων τύπου LNG. Για αυτά τα ατυχήματα υπάρχουν ήδη οι αναλύσεις που έγιναν από τις αρμόδιες αρχές τους όταν συνέβη το καθένα, εδώ όμως ξανά έγιναν οι αναλύσεις τους σύμφωνα με την διαδικασία που περιγράφηκε παραπάνω.

## 9.2.1 Ανάλυση για το πλοίο LNG ADAMAWA [13], [27]

### Έρευνα για την εκδήλωση φωτιάς στο μηχανοστάσιο



Εικόνα 8.1 : Το πλοίο LNG ADAMAWA

### Πληροφορίες για το πλοίο

Όνομα : LNG ADAMAWA

Έτος ναυπήγησης: Ιούνιος 2005

Συνολικό μήκος: 288 m

<u>Πλάτος:</u>	48 m
<u>Βύθισμα:</u>	9.8 m
<u>GRT:</u>	115993 tonnes
<u>DWT:</u>	79566 tonnes
<u>Σημαία:</u>	Bermuda
<u>Κλάση:</u>	Lloyds Register
<u>IMO number:</u>	9262211

### **Ιστορικό του ατυχήματος**

-Στις 28/11/2010 το πλοίο βρισκόταν κοντά στο Zeebrugge του Βελγίου προερχόμενο από την Νιγηρία όπου είχε φορτωθεί με lng.

-Στις 15:55 ξεκίνησαν οι διαδικασίες για αλλαγή καυσίμου όπως λέει ο κανονισμός του λιμανιού. Πιο συγκεκριμένα από fuel oil θα χρησιμοποιούσε low sulphur diesel oil.

-Η No 2 αντλία LSDO παρουσίασε πρόβλημα κατά την παραπάνω διαδικασία και λίγα λεπτά μετά ήχησε ο συναγερμός στο μηχανοστάσιο για εκδήλωση φωτιάς.

-Αμέσως σταμάτησε η λειτουργία της αντλίας και οι εργαζόμενοι στο μηχανοστάσιο εγκατέλειψαν τον χώρο.

-Στις 16:09 ήρθαν πυροσβέστες και μέχρι τις 16:17 η φωτιά είχε τεθεί υπό έλεγχο.

-Εν τέλει στις 16:56 αποχώρησαν οι πυροσβέστες από το πλοίο καθώς είχαν σιγουρέψει πως η φωτιά είχε οριστικά σβήσει.

-Στη συνέχεια στον έλεγχο για απώλειες παρατηρήθηκαν εκτεταμένες ζημιές στην αντλία Νο 2 καθώς και στις ηλεκτρικές εγκαταστάσεις στον χώρο γύρω από την αντλία.

### **Ανάλυση του ατυχήματος**

Με βάση τα στοιχεία που έχουν συλλεγεί θα χρησιμοποιηθεί η μέθοδος accimap μέσω της οποίας θα παρατεθούν όλες οι διαδικασίες που εν τέλει οδήγησαν στο συμβάν.

Αξίζει να σημειωθεί ότι στην έρευνα που έγινε για να βρεθεί ποιο ήταν το πρόβλημα που οδήγησε στην πυρκαγιά παρατηρήθηκε ότι στην αντλία Νο 2 έλειπε ένα καπάκι. Το καπάκι αυτό εκτοξεύτηκε λόγω την πίεσης που επικρατούσε στο εσωτερικό της. Βέβαια η πίεση αυτή ήταν της τάξεων των 22.3 bar και η ονομαστική αντοχή της αντλίας ήταν 45 bar.

Επίσης 6 μήνες πριν το συμβάν είχε γίνει η εγκατάσταση της αντλίας αυτής όπως και άλλων δύο λόγω της απαίτησης για χρήση καυσίμου με μέγιστη περιεκτικότητα σε θείο 0.1% εντός των λιμανιών της Ευρώπης.

Κατά την εγκατάσταση αυτή, παρόλο που ήταν παρών άτομα από το Lloyds Register που είναι η κλάση του πλοίου δεν καταγράφηκαν σωστά τα σχέδια της νέας διάταξης του μηχανοστασίου με αποτέλεσμα να μην υπάρχει σωστή γνώση και επίβλεψη της υπάρχουσας κατάστασης στο μηχανοστάσιο κατά τη διάρκεια του ταξιδιού.

Ένα άλλο λάθος που έγινε κατά την εγκατάσταση αυτή ήταν το γεγονός ότι οι αντλίες αυτές τοποθετήθηκαν κοντά σε μηχανήματα και επιφάνειες οι οποίες απαιτούν απόλυτη μόνωση λόγω της πολύ μεγάλης θερμοκρασίας που επικρατεί στην επιφάνειά τους.

Με γνώμονα τα παραπάνω στοιχεία ακολουθεί η μέθοδος ανάλυσης accimap.

EXTERNAL

There wasn't the appropriate pressure from the authorities

ORGANISATION

Poor supervision from the company and the classification

PHYSICAL CONDITION

Bad maintenance

The changes were not recorded

Fatigue

The system was routed close to hot spots

There where no screening, only a drip tray

A sealing basket blew up

Bad insulated surface

Hi trempertate

D/O Leakage

HFO leakage

A DO spray came in touch with a hot surface

Ignition

OUTCOME



Σύμφωνα λοιπόν με την παραπάνω ανάλυση βλέπουμε την αλληλουχία λαθών που έγιναν. Πιο συγκεκριμένα η φωτιά ξέσπασε όταν το καπάκι της αντλίας εξεράγει και καύσιμο άρχισε να χύνεται υπό πίεση. Η κατεύθυνση του καυσίμου ήταν προς μια επιφάνεια η οποία δεν είχε μονωθεί σωστά και εκείνη τη στιγμή η θερμοκρασία της ήταν περι τους 300 βαθμούς κελσίου. Έτσι είχαμε ανάφλεξη όταν ήρθαν σε επαφή. Η φωτιά επίσης συντηρήθηκε και με την διαροή HFO η οποία έγινε λόγω του ότι έλιωσε το καπάκι την αντλίας του λόγω την υψηλής θερμοκρασίας που επικρατούσε εκείνη τη στιγμή στο μηχανοστάσιο.

Με μια πιο ενδελεχή έρευνα παρατηρήθηκε ότι οι αντλίες LSDO δεν είχαν συντηρηθεί καθόλου από τη στιγμή που έγινε η εγκατάστασή τους γι'αυτό και λόγω κόπωσης είχαμε την έκρηξη του καπακιού σε πίεση πολύ μικρότερη την ονομαστικής του αντοχής. Αυτό συνέβη διότι όπως αναφέρθηκε και πιο πριν κατά την εγκατάσταση, παρά την παρουσία αρμόδιων αρχών και του πλοικτή, δεν έγινε σωστή καταγραφή για τις διαδικασίες που έπρεπε να ακολουθούν οι εργαζόμενοι από εκείνη τη στιγμή και μετά.



Εικόνα 8.2 : Η βαλβίδα απομόνωσης του καυσίμου

Έχοντας λοιπόν καταγράψει την συνολική αλληλουχία γεγονότων που οδήγησαν στην εκδήλωση της πυρκαγιάς θα χρησιμοποιήσουμε την TRACEr Taxonomy η οποία θα προσφέρει κατηγοριοποίηση του συμβάντος τρόπο τέτοιο που θα δείχνει ένα γενικό πλάνο των λαθών που έγιναν ώστε να γίνει φανερό το ευρύτερο φάσμα λαθών και όχι μόνο το ειδικευμένο. Έτσι έχουμε την ακόλουθη ταξινόμηση.

<i>Task error</i>	Engine
<i>User material</i>	LSDO fuel supply system
<i>User activities</i>	Maintenance work
<i>Casualty type</i>	Contributory
<i>External error</i>	Omission
<i>Cognitive</i>	Perception
<i>Internal error</i>	Late detection
<i>Psychological factor</i>	Distraction
<i>Performance</i>	Organisational operations
<i>Error recovery</i>	Regulating actions

Με βάση λοιπόν και τις δύο αναλύσεις που έγιναν καταλήγουμε ότι δύο είναι οι κύριοι λόγοι που οδήγησαν στο συμβάν. Ο ένας είναι η έλλειψη συντήρησης και ο δεύτερος είναι η απουσία επιβολής των κανονισμών από τις αρμόδιες αρχές που στην προκειμένη περίπτωση είναι ο νηογνώμονας.

### **Συμπεράσματα**

Το πρόβλημα ξεκίνησε από την στιγμή της εγκατάστασης των αντλιών γιατί δεν έπρεπε να τοποθετηθούν κοντά σε θερμές επιφάνειες. Στην πορεία αφότου έγινε η εγκατάσταση δεν καταγράφηκαν οι αλλαγές που έγιναν στη διάταξη με αποτέλεσμα να

μην έχουμε κατάλληλη παρακολούθηση των μηχανημάτων. Επίσης αφότου έγινε το πρώτο λάθος να εγκατασταθούν κοντά σε θερμές επιφάνειες δεν πάρθηκε καμία απόφαση για να μονωθούν ώστε να αυξηθεί το επίπεδο ασφαλείας.

Επακόλουθο όλων αυτών των παραλείψεων ήταν η απουσία διαδικασιών συντήρησης από τη στιγμή της εγκατάστασης μέχρι και την στιγμή την πυρκαγιάς. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα την ύπαρξη κόπωσης εντός των αντλιών και στη συνέχεια αστοχία του υλικού λόγω του φαινομένου αυτού σε τιμές πίεσης πολύ μικρότερες της ονομαστικής αντοχής τους.

### **Προτάσεις**

-Αρχικά θα πρέπει να υπάρχει πιο αυστηρή επίβλεψη από τις αρμόδιες αρχές γιατί δίχως αυτή έχουμε σημαντικά κενά στις διαδικασίες που πρέπει να τηρούνται εντός του πλοίου.

-Η πλοιοκτήτρια εταιρία πρέπει να υποχρεώνει το προσωπικό σε τακτικούς ελέγχους για τυχόν ανάγκη συντήρησης του εξοπλισμού.

-Η εταιρία επίσης πρέπει να ελέγξει την πιθανότητα αναδιάταξης του μηχανοστασίου ώστε να αποφύγουν μελλοντικά παρόμοια προβλήματα.

#### 9.2.2 Ανάλυση για το πλοίο HILLI [14], [27]

### *Έρευνα για έκρηξη εντός του μηχανοστασίου*



Εικόνα 8.3 : Το πλοίο Hilli



## Πληροφορίες για το πλοίο

<u>Όνομα :</u>	HILLI
<u>Έτος ναυπήγησης:</u>	Ιούλιος 1975
<u>Συνολικό μήκος:</u>	294 m
<u>Πλάτος:</u>	41 m
<u>Βύθισμα:</u>	9.6 m
<u>GRT:</u>	96235 tonnes
<u>DWT:</u>	72703 tonnes
<u>Σημαία:</u>	United Kingdom
<u>Κλάση:</u>	DNV
<u>IMO number:</u>	7382720

## Ιστορικό του ατυχήματος

- Στις 10 Οκτωβρίου του 2003 αποφασίστηκε να γίνει καθαρισμός του δεξιού λέβητα του πλοίου.
- Στη συνέχεια αποφασίστηκε ότι δεν θα γινόταν καμία θερμή κατεργασία εντός του μηχανοστασίου
- Στις 8 το πρωί ο υπεύθυνος κύριος Γουάλτον πήγε στο πλοίο και ενημερώθηκε για τις αποφάσεις που είχαν ληφθεί.
- Αμέσως μετά άρχισε να ζεσταίνει νερό στη δεξαμενή ανάμιξης νερού-οξέος και εισήγαγε ατμό σε θερμοκρασία 120 °C.
- Μετά άρχισε να κυκλοφορεί το νερό στον λέβητα και είπε στους βοηθούς του να του πάνε δοχεία με το οξύ που θα χρησιμοποιούσε για ανάμιξη. Αυτό το οξύ έχει την ονομασία Uunitor Descalex.
- Ένας βοηθός εξέφρασε την επιφύλαξή του για την χρήση αυτού του οξέος αλλά ο υπεύθυνος είπε ότι πλέον ήταν αργά και δεν μπορούσαν να το αλλάξουν.
- Μεταξύ 10 και 11 το πρωί συζητήθηκε από τους υπεύθυνους ο τρόπος που θα γίνει ο καθαρισμός καθώς και η ανησυχία του βοηθού για την καταλληλότητα του οξέος.
- Στη συνέχεια κοίταξαν κάποια δελτία που αφορούσαν την ασφάλεια κατά τη χρήση οξέων, και δεν παρατήρησαν ότι το προτεινόμενο οξύ ήταν άλλο από αυτό που χρησιμοποιούσαν.
- Στις 13:00 παρατηρήθηκε ότι η θερμοκρασία του νερού ήταν σταθερά στους 57 ° C και τα όρια ήταν από 60 ° C μέχρι 70 ° C.
- Παρόλο που η θερμοκρασία ήταν πιο χαμηλή από τα όρια που υπήρχαν ο ένας συνυπεύθυνος ζήτησε από τον κύριο Γουάλτον να σταματήσει η παροχή ατμού. Αυτό ήταν επειδή εξέφρασε την ανησυχία ότι η συνεχιζόμενη έγχυση ατμού θα μπορούσε να επηρεάσει αρνητικά την ικανότητα των χημικών αναστολέων να προστατεύουν τις εσωτερικές επιφάνειες σιδήρου και χάλυβα του λέβητα από επίθεση με οξύ.
- Ο κύριος Γουάλτον δεν τον άκουσε και συνέχισε κανονικά τη παροχή ατμού.
- Στη συνέχεια άρχισαν να προσθέτουν σιγά σιγά το οξύ.
- Μέχρι τις 14:25 είχε προστεθεί όλη η ποσότητα του οξέως.
- 45 λεπτά αργότερα το χρώμα του επιστρεφόμενου μίγματος οξέως με νερό είχε αλλάξει από διάφανο σε κόκκινο, υποδεικνύοντας ότι το οξύ διαλύθηκε πλήρως και κυκλοφορεί σωστά.
- Στις 15:30 ο κύριος Γουάλτον κοίταξε εάν υπάρχουν τυχόν διαρροές, και αφού σιγουρεύτηκε πως όλα ήταν ομαλά πήγε στην καμπίνα του να ξεκουραστεί.
- Στις 16:45 ένας επόπτης συναντήθηκε με τον κύριο Γουάλτον και του έδειξε μια φλάντζα η οποία είχε αφαιρεθεί από τον λέβητα. Αυτή είχε καθαρό και φωτεινό χρώμα, γεγονός το οποίο μπορεί να υποδήλωνε ότι οι αναστολείς δεν λειτουργούσαν πλέον και ότι το οξύ επιτείνεται στον χάλυβα.

- Στις 17:00 παρατηρήθηκε ότι το χρώμα του μίγματος από κόκκινο είχε γίνει γκρι.
- Στις 21:00 το μίγμα είχε γίνει πράσινο, και στη συνέχεια με έναν έλεγχο που έγινε παρατήρησαν ότι το υλικό του βραστήρα είχε υποστεί ζημιές από το οξύ.
- Στις 21:20 ο κύριος Γουάλτον αρχίζει την διαδικασία του αδειάσματος του λέβητα σε βυτιοφόρα που βρίσκονταν στο λιμάνι. Η διαδικασία αυτή θα διαρκούσε μια ώρα.
- Στις 21:45 ο κύριος Γουάλτον είπε στον υπεύθυνο βάρδιας του μηχανοστασίου να αφήσει ανοιχτό το τύμπανο ατμού μετά την θύρα πρόσβασης.
- Αφότου το έκανε αυτό, τοποθέτησε μια λάμπα αλογόνου κοντά στον λέβητα και στη συνέχεια πήγε να ενημερώσει τον κύριο Γουάλτον.
- Στις 22:00 ο επόπτης με τον κύριο Γουάλτον πήγαν να ελέγξουν τον λέβητα και ο επόπτης παρατήρησε ότι οι ανεμιστήρες εξαερισμού στο μηχανοστάσιο δεν λειτουργούσαν.
- Για να βρουν τι γινόταν λάθος ο κύριος Γουάλτον πήγε ακριβώς μπροστά από την ανοιχτή πόρτα του τυμπάνου σε απόσταση 10 cm από αυτή.
- Τότε, μη έχοντας λάβει κανένα μέτρο ασφαλείας, τοποθετεί την λάμπα αλογόνου που βρήκε δίπλα τους στο εσωτερικό τυμπάνου ατμού.
- Ο επόπτης είδε μια πολύ μικρή μπλε φλόγα και αμέσω μετά έγινε έκρηξη, αλλά όχι περαιτέρω φωτιά.
- Η έκρηξη εκτόξευσε τον κύριο Γουάλτον πάνω σε ένα κιγκλίδωμα σκάλας, το οποίο έσπασε υπό την επίδραση του βάρους του.
- Ο επόπτης που βρισκόταν λίγο πιο δίπλα είχε υποστεί εγκαύματα στο πρόσωπό του.
- Ο κύριος Γουάλτον μετά από λίγες μέρες πέθανε στο νοσοκομείο.

### **Ανάλυση του ατυχήματος**

Με βάση τα στοιχεία που έχουν συλλεγεί θα χρησιμοποιηθεί η μέθοδος accimap μέσω τις οποίας θα παρατεθούν όλες οι διαδικασίες που εν τέλει οδήγησαν στο συμβάν. Η πιο πιθανή αιτία του ατυχήματος ήταν η ανάφλεξη του αερίου υδρογόνου που υπήρχε στο εσωτερικό του τυμπάνου. Η συσσώρευση υδρογόνου συνέβη λόγω του ανεπαρκούς εξαερισμού που παρατηρήθηκε από τον κύριο Γουάλτον και τον επόπτη. Καθώς άνοιξε η πόρτα του τυμπάνου, αναροφήθηκε αέρας και σε συνδυασμό με το αέριο υδρογόνο παράχθηκε ένα εκρηκτικό μίγμα.

Αυτά τα παραπάνω σε συνδυασμό με την εισχώρηση της λάμπας αλογόνου οδήγησαν στην έκρηξη. Πιο συγκεκριμένα, η ανάφλεξη προήλθε από κάποιον ηλεκτρικό σπινθήρα από την λάμπα. Η λάμπα αυτή φαίνεται και στην ακόλουθη εικόνα.



Εικόνα 8.4 : Η λάμπα αλογόνου μετά την έκρηξη

Έχοντας συλλέξει στοιχεία από το χρονικό του ατυχήματος καθώς και περιγραφές αλλά και αναλύσεις για λάθη που έγιναν πιο παλιά και συντέλεσαν στο συμβάν αυτό, θα χρησιμοποιήσουμε την μέθοδο *accimap* για την σχηματική απεικόνιση των αιτιών που οδήγησαν στην έκρηξη. Έτσι θα μπορέσουμε να καθορίσουμε τις βασικές αιτίες και τους τρόπους μελλοντικής αντιμετώπισής τους.

EXTERNAL

There wasn't the appropriate pressure from the authorities to the company to follow the safety and training rules

ORGANISATION

Poor supervision from the company and the directors

Lack of training from the company

PHYSICAL CONDITION

Lack of communication for workers

No one checked the ventilation system before

Poor decision from the technical directors

Wrong boiler cleaning process

Poor ventilation

Wrong use of lamp from Mr Walton

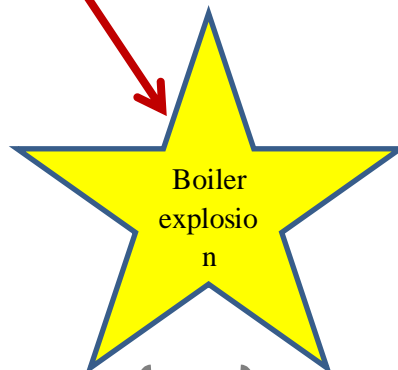
Halogen lamp was placed at wrong place

Hydrogen accumulation

Electric spark from an halogen lamp

OUTCOME

Ignition of hydrogen gas



Σύμφωνα και με την ανάλυση με τη μέθοδο accimap, παταρηρούμε ότι η έκρηξη προήλθε από ανάφλεξη αερίου υδρογόνου το οποίο είχε παραμείνει σε περίσσεια εντός του τυμπάνου λόγω του κακού εξαερισμού. Η περίσσεια αυτή σε συνδυασμό με την ύπαρξη ενός ηλεκτρικού σπινθήρα από την εισαγωγή της λάμπας εντός του τυμπάνου οδήγησε στην έκρηξη.

Αυτά τα δύο γεγονότα δεν ήταν οι αποκλειστικές αιτίες του συμβάντος, διότι πριν από αυτές υπήρξαν αμέλειες από τους εργαζόμενους. Πιο συγκεκριμένα δεν είχε γίνει καθόλου έλεγχος του εξαερισμού για το εάν λειτουργεί σύμφωνα τις απαιτήσεις των κανονισμών. Αυτό σε συνδυασμό με την έλλειξη συνεννόησης και επικοινωνίας μεταξύ των εργαζομένων, για τον έλεγχο του εξαερισμού, οδήγησε στην κακή λειτουργία του. Ένας ακόμα παράγοντας που συντέλεσε στην περίσσεια υδρογόνου ήταν η λάθος επιλογή του οξέως για τον καθαρισμό του λέβητα. Το οξύ που επιλέχθηκε δεν ήταν αυτό που αναφερόταν στους κανονισμούς. Μετά τον καθαρισμό λοιπόν του λέβητα έμειναν αναθυμιάσεις εντός του τυμπάνου λόγω της χρήσης λάθος οξέως.

Τέλος για την εισαγωγή της λάμπας αλογόνου στο εσωτερικό του λέβητα, ευθύνη φέρει ο υπεύθυνος που την χρησιμοποίησε στο εσωτερικό του τυμπάνου καθώς και οι εργαζόμενοι που την είχαν τοποθετήσει σε λάθος σημείο.

Ακολουθεί η ταξινόμηση του συμβάντος με την μέθοδο tracer που θα βοηθήσει στην εξαγωγή αποτελεσμάτων που αφορούν τις γενικές αιτίες του ατυχήματος οι οποίες σε συνδυασμό με τις ειδικευμένες αιτίες που υποδείχθηκαν από την μέθοδο accimap θα μας οδηγήσουν στην εξαγωγή συμπερασμάτων και προτάσεων για μελλοντική αποφυγή παρόμοιων συμβάντων.

<i>Task error</i>	Engine
<i>User material</i>	Boiler steam drum
<i>User activities</i>	Maintenance work
<i>Casualty type</i>	Contributory
<i>External error</i>	Omission
<i>Cognitive</i>	Action
<i>Internal error</i>	Selection error
<i>Psychological factor</i>	Habit intrusion
<i>Performance</i>	Miscommunication
<i>Error recovery</i>	Training and supervision

### Συμπεράσματα

Τα πρόβλημα όπως προαναφέρθηκε, ήταν συνδιασμός πολλών παραγόντων. Πιο συγκεκριμένα ήταν συνδιασμός της έλλειψης επίβλεψης του εξαιρισμού, της έλλειψης συνεννόησης και επικοινωνίας μεταξύ των εργαζομένων, της λάθος επιλογής του υλικού καθαρισμού του λέβητα και τέλος του λάθος τρόπου χρήσης της λάμπας αλογόνου. Αυτά όμως προέρχονται από λάθη που έχουν γίνει από ανώτερα στελέχη όπως άτομα της πλοιοκτήτριας εταιρίας και των κρατικών φορέων. Τα λάθη αυτά είναι η πιθανή έλλειψη εκπαίδευσης των εργαζομένων από την πλοιοκτήτρια εταιρία καθώς και η έλλειψη επίβλεψης των εργασιών και όλων των διαδικασιών εντός του πλοίου. Η αμέλεια αυτή της πλοιοκτήτριας εταιρίας το πιο πιθανόν είναι να προέρχεται από την έλλειψη πίεσης από τις αρμόδιες νομικές αρχές για συμμόρφωση σε θέματα που αφορούν την εκπαίδευση των εργαζομένων για όλες τις εργασίες που πρέπει να γίνουν πάνω στο

πλοίο, για θέματα ασφαλείας και τέλος για τις διαδικασίες που πρέπει να διεξάγονται σύμφωνα με κανονισμούς και νομοθεσίες.

### Προτάσεις

- Ξεκινώντας από το προσωπικό του πλοίου, αυτό πρέπει να εκπαιδευτεί κατάλληλα ώστε να διεξάγει όλες τις απαιτούμενες εργασίες και τους ελέγχους που χρειάζονται σωστά.
- Επίσης όλες οι εργασίες που στηρίζονται σε νομοθεσίες και κανονισμούς, πρέπει να γίνονται σύμφωνα με αυτούς και όχι με αυθαίρετες επιλογές.
- Οι έλεγχοι για την ομαλή λειτουργία των μηχανημάτων πρέπει να είναι πιο συχνή.
- Η εταιρία πρέπει να εκαιδεύσει σωστά όλους του εργαζόμενους τους σε θέματα ασφαλείας και κανονισμών για να μην υπάρξουν ξανά απώλειες ανθρώπινων ζωών.
- Τέλος η πλοιοκτήτρια εταιρία θα πρέπει να προσαρμόζεται πλήρως στις οδηγίες που λαμβάνει από τις ανώτερες αρχές για την εκπαίδευση και επίβλεψη των εργαζομένων.

#### 9.2.3 Ανάλυση για το πλοίο ENNERDALE [36]

### *Έρευνα για τη διαρροή φυσικού αερίου*



Εικόνα 8.5 : Το πλοίο ENNERDALE



## **Πληροφορίες για το πλοίο**

Όνομα : ENNERDALE

Έτος ναυπήγησης : 1997

Συνολικό μήκος : 100 m

GRT : 4227 tonnes

Ταχύτητα υπηρεσίας : 12 knots

Σημαία : Hong Kong

Κλάση : Nipon Kaiji Kyokai (NKK)

## **Ιστορικό του ατυχήματος**

- 7 Οκτωβρίου του 2006 το πλοίο βρισκόταν στο λιμάνι Fawley της Αγγλίας προκειμένου να φορτώσει φυσικό αέριο.
- Κατά τη διάρκεια της φόρτωσης ένας επιθεωρητής πήγε στο πλοίο να κάνει έναν έλεγχο για την περιεκτικότητα του φορτίου σε νερό.
- Ο έλεγχος ξεκίνησε από την δεξαμενή φορτίου NO 1 και συνεχίστηκε με τη δεξαμενή NO 2 όπου όλες οι ενδείξεις ήταν σωστές.
- Αφού ολοκληρώθηκε η εκφόρτωση ο επιθεωρητής πήγε πάλι στις δεξαμενές να ελέγξει την ποιότητα του φορτίου και να καθορίσει την ακριβή ποσότητα φορτίου.
- Τότε ο αρμόδιος αξιωματικός άνοιξε την βαλβίδα της γραμμής εκκένωσης προκειμένου να αρχίσει το φορτίο να κυκλοφορεί.

- Στη συνέχεια ο επιθεωρητής ανοίγει την βαλβίδα δειγματοληψίας για να πάρει το δείγμα του.
- Τα δείγματα που έπρεπε να πάρει ήταν τέσσερα, με τέσσερα διαφορετικά εξαρτήματα.
- Στη συνέχεια πήγε στη δεξαμενή NO 2 να επαναλάβει την ίδια διαδικασία.
- Αντίθετα όμως με την δεξαμενή NO 1, εκεί έπρεπε χειροκίνητα να ανοίξει τη βαλβίδα δειγματοληψίας.
- Καθώς πήγε να το κάνει αυτό έσπασε η βαλβίδα και και ξεκίνησε η διαρροή υγροποιημένου φυσικού αερίου.

### Ανάλυση του ατυχήματος

Για να αναλυθεί αποτελεσματικότερα το συμβάν αυτό θα χρησιμοποιηθεί η μέθοδος Accimap και TRACEr.

Το πρόβλημα ξεκίνησε από τον επιθεωρητή που του έσπασε η βαλβίδα όταν πήγε να την ξεβιδώσει για να πάρει δείγμα. Στη συνέχεια η διαρροή προήλθε λόγω την μη ενεργοποίησης της βαλβίδας ασφαλείας η οποία δεν έκλεισε όπως αναμενόταν για να αποφευχθεί η διαρροή. Μετά το συμβάν παρατηρήθηκε ότι η βαλβίδα ασφαλείας είχε κολλήσει στην ανοιχτή θέση, και ήταν άγνωστο πόσο καιρό είχε συμβεί αυτό.

Η φύση της διαρροής ήταν τέτοια που ήταν αδύνατο για το προσωπικό να την περιορίσει, γι' αυτό κράτησε και 29 ώρες.

Σύμφωνα λοιπόν με το χρονικό του συμβάντος και την ανάλυσή του ακολουθεί η οπτική μοντελοποίηση του συμβάντος με την μέθοδο accimap.

EXTERNAL

No clear regulatory testing the valves

ORGANISATION

No training for workers

No signs for the valve

Lack of supervision

PHYSICAL CONDITION

Bad maintenance

No one checked the valve before

It shouldn't be a "local manual closing" valve

No one noticed that it wasn't the right place

Drain cock was used as a sample valve because it was easier

ESD valve was broken

Sample valve fell of survey's hand

Wrong place for taking sample. It was a drain cock

OUTCOME

LPG leak

Σύμφωνα με την ανάλυση που έγινε παραπάνω, παρατηρούμε ότι η διαρροή που υπήρξε είναι αποτέλεσμα πολλών παραγόντων που συνέβαλλαν με διαφορετική χρονική ισχύ.

Πιο συγκεκριμένα υπήρχε πρόβλημα στην βαλβίδα ασφαλείας, το οποίο όμως δεν εντοπίστηκε έγκαιρα και είχαμε την διαρροή. Επίσης το δείγμα το πήραν από λάθος μέρος, κάτι το οποίο έγινε για μεγαλύτερη ευκολία και εξοικονόμηση χρόνου.

Τέλος, το γεγονός που τελικά οδήγησε στο συμβάν ήταν το σπάσιμο της βαλβίδας από τον επιθεωρητή.

<i><b>Task error</b></i>	Deck
<i><b>User material</b></i>	ESD valve
<i><b>User activities</b></i>	Supervision work
<i><b>Casualty type</b></i>	Contributory
<i><b>External error</b></i>	Omission
<i><b>Cognitive</b></i>	Action
<i><b>Internal error</b></i>	No detection
<i><b>Psychological factor</b></i>	Manual variability
<i><b>Performance</b></i>	Miscommunication
<i><b>Error recovery</b></i>	Training and supervision

## Συμπεράσματα και προτάσεις

Αυτό που παρατηρούμε στο συμβάν αυτό που αφορά δοαρορή φορτίου, είναι ότι ουσιαστικά οφείλεται σε παραλήψεις των εργαζομένων. Αυτές όμως οφείλονται και σε έλλειψη εκπαίδευσης αλλά και στη ασαφή νομοθεσία που σχετίζεται με τον έλεγχο του φορτίου. Είναι σαφές λοιπόν ότι για να μην υπάρχουν φαινόμενα παρόμοια με αυτό το συμβάν πρέπει να ισχύουν τα εξής :

- Σωστή εκπαίδευση των εργαζομένων για να εκτελούν σωστά τα καθήκοντά τους.
- Κατάλληλη σηματοδότηση σε σημεία ελέγχου, ώστε να μην δρουν αυθαίρετα οι επιβλέπωντες.
- Συχνός έλεγχος των βαλβίδων έκτακτης ανάγκης για να αποφεύγονται τυχόν διαρροές όσο το δυνατόν αποτελεσματικότερα.
- Κατάλληλη επίβλεψη των εργασιών ελέγχου του φορτίου για να γίνονται όλα σύμφωνα με τους κανονισμούς.
- Να υπάρχει νομοθεσία που να καθιστά απόλυτα σαφή όλα τα βήματα που πρέπει να ακολουθούνται σε πλοία αυτού του τύπου και που αφορούν τη διαχείριση του φορτίου.

### 9.3 Συμπεράσματα

Αφότου έχουμε κάνει τις παραπάνω αναλύσεις ατυχημάτων και έχουμε εξάγει και συμπεράσματα για το κάθε συμβάν, παρατηρούμε ότι με τη μέθοδο accimap, που χρησιμοποιήθηκε στη διαδικασία διερεύνησης ατυχημάτων για πλοία τύπου LNG, μπορέσαμε να έχουμε πιο εύκολα τα συμπεράσματα. Πιο συγκεκριμένα, με τη δομή που έχει αυτή η μέθοδος είναι οπτικά και νοητικά ευκολότερο να βρεθούν οι βασικές αιτίες ενός ατύχηματος. Αυτό διευκολύνει και την εξαγωγή συμπερασμάτων και προτάσεων για το κάθε ατύχημα.

Αυτό είναι κάτι πολύ σημαντικό γιατί μπορεί να βοηθήσει στην επιπλέον αύξηση των επιπέδων ασφαλείας στα πλοία αυτού του τύπου. Ως τώρα θεωρούνται πολύ ασφαλή πλοία, και όσα συμβάντα έχουν καταγραφεί, σπάνια αφορούν τους χώρους φορτίου. Συνήθως αφορούν μέρη όπως το μηχανοστάσιο, τη γέφυρα και το κατάστρωμα. Έτσι με την όσο το δυνατόν μεγαλύτερη εξάλειψη αυτών των συμβάντων, τόσο πιο ασφαλή θα είναι τα LNG πλοία.

Η μέθοδος accimap λοιπόν, αλλά και η TRACEr μπορούν να βοηθήσουν στη βαθύτερη ανάλυση του κάθε ατύχηματος και με τα εξαγόμενα αποτελέσματα τους, να οδηγήσουν σε μείωση όλων των πιθανών κινδύνων που μπορούν να οδηγήσουν σε κάποιο ατύχημα.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10**

### **ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ**

## 10.1 Συμπεράσματα

Στο παρόν κεφάλαιο συνοψίζονται τα γενικά συμπεράσματα της παρούσας εργασίας. Τα συμπεράσματα αυτά αφορούν τη στατιστική ανάλυση των ατυχημάτων και των παρολίγο απωλειών καθώς και το μοντέλο ανάλυσης ατυχημάτων που αναπτύχθηκε στο κεφάλαιο 8.

Αρχικά όσον αφορά τα στατιστικά δεδομένα έχουμε τα ακόλουθα συμπεράσματα :

- Πρώτον η μέθοδος TRACEr είναι πολύ αποτελεσματική για ταξινόμηση τέτοιου είδους συμβάντων διότι κατηγοριοποιεί το κάθε ένα σε κατηγορίες που αναλύουν πλήρως το συμβάν.
- Για τα ατυχήματα παρατηρούμε ότι η πλειοψηφία τους συνέβη στο μηχανοστάσιο και οφείλονται κυρίως σε κακή συντήρηση αλλά και παρακολούθηση των εργασιών που έπρεπε να γίνονται.
- Σημαντικό ποσοστό είναι και τα σφάλματα στην πλοήγηση του πλοίου που οδήγησαν σε ατυχήματα.
- Βασικό μέτρο για τη μείωση των παραπάνω γεγονότων είναι η επιπλέον εκπαίδευση των εργαζομένων καθώς και η επίβλεψη των εργασιών τους για αποφυγή παραλήψεων.

Για τις παρολίγον απώλειες έχουμε τα ακόλουθα :

- Τα πιο πολλά συμβάντα συνέβησαν στους χώρους του καταστρώματος κατά τη διάρκεια εργασιών καθώς και στο μηχανοστάσιο.
- Όπως και στα ατυχήματα, και εδώ τα πιο πολλά συμβάντα σχετίζονται με φαινόμενα έλλειψης εκπαίδευσης καθώς και απουσίας λήψης μέτρων ατομικής προστασίας.

Γενικό συμπέρασμα λοιπόν για τα δύο είδη συμβάντων είναι ότι οι εργαζόμενοι πρέπει να είναι καλύτερα εκαιδευμένοι. Επίσης πρέπει να γίνεται σωστή συντήρηση του εξοπλισμού του πλοίου και να αποφεύγονται οι παραλήψεις. Τέλος πρέπει να υπάρχει επαρκής επίβλεψη των εργασιών που γίνονται στο πλοίο από τα ανώτερα μέλη του πληρώματος.

Όσον αφορά τη μέθοδο ανάλυσης ατυχημάτων έχουμε τα ακόλουθα συμπεράσματα :

- Σας σύνολο βημάτων, είναι παρόμοια με της υπάρχουσες μεθόδους που αναλύσαμε στα πρώτα κεφάλαια της εργασίας.
- Η διαφοροποίηση είναι στα ενδιάμεσα βήματα όπου εισάγουμε την μέθοδο accimar και TRACEr.

- Οι μέθοδοι αυτοί βοηθούν στην καλύτερη ανάλυση του συμβάντος διότι το αναλύουν και σχηματικά.
- Με αυτό τον τρόπο είναι πιο εύκολο να βρεθούν τα κομβικά σφάλματα που οδήγησαν στο ατύχημα. Έτσι στη συνέχεια εξάγονται ακριβέστερα συμπεράσματα καθώς και προτάσεις για μελλοντική αποφυγή παρόμοιων περιστατικών.



## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

## 11.1 Βιβλιογραφία

- [1]. RESOLUTION MSC.255(84) (2008) - Adoption of the code of the International standards recommended practices for a safety investigation into a marine casualty or marine incident (casualty investigation code)
- [2]. Marine accident investigation C/S costa Concordia from Italian Maritime Investigation Body (2012)
- [3]. Accident Investigation Board of Finland (2006) – Marine safety through investigations and co-operations
- [4]. CASMET (1999) - Casualty Analysis Methodology For Maritime Operations
- [5]. American Bureau of Shipping- Guidance notes on the investigation of marine incidents (2005)
- [6]. Official site of the European Marine Safety Agency (EMCA) (Seen at 24/03/2014)
- [7]. Finnish Transport Safety Agency (2011) – Information about EMCIP
- [8]. Codebook for TRACEr (Seen at 03/04/2014)
- [9]. MSC 83/21/1 FSA- LNG carriers (Seen at 04/05/2014)
- [10]. Rolf Skjong. FSA review for DNV (Seen at 10/05/2014)
- [11]. Kate Branford - Applying the AcciMap Approach to Analyze System Accidents (2010)
- [12]. Impromaps: Applying Rasmussen's Risk Management Framework to improvisation incidents (2012)
- [13]. Government of Bermuda- LNG Adamawa investigation of an engine room fire (2010)

- [14]. Grand Bahama Shipyard Freeport - Report on the investigation of the starboard boiler explosion resulting in one fatal and one serious injury on board the Liquid Natural Gas tanker (2003)
- [15]. M van Aerde, A. Steward, F. Saccomanno (2001). Estimating the impacts of LPG spills during transportation accidents
- [16]. Rasmussen, Jens (1997). "Risk management in a dynamic society: A modelling problem"
- [17]. Debrincat, J; Bil, C; Clark, G. (2013). "Assessing organisational factors in aircraft accidents using a hybrid Reason and AcciMap model"
- [18]. Royal Australian Air Force (2001). Chemical exposure of air force maintenance workers: Report of the Board of Inquiry into F111 (Fuel Tank) Deseal/Reseal spray seal programs.
- [19]. Hopkins, Andrew (2000). Lessons from Longford: The Esso Gas Plant explosion.
- [20]. Piche, A.C.; Vicente, K.J. (2005). "A sociotechnical systems analysis of the Toronto SARS outbreak". Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society 49th Annual Meeting
- [21]. Woo, D.M.; Vicente, K.J. (2003). "Sociotechnical systems, risk management, and public health: Comparing the North Battleford and Walkerton outbreaks".
- [22]. Hopkins, Andrew (2005). Safetyrisk: The organisational causes of disasters
- [23]. Branford, K; Naikar, N.; Hopkins, A. (2011). "Guidelines for AcciMap analysis"
- [24]. Branford, Kate (2007). An investigation into the validity and reliability of the AcciMap approach (Doctoral Dissertation).
- [25]. [www.eagle.org](http://www.eagle.org) (Seen at 20/03/2014)
- [26]. [www.imo.org](http://www.imo.org) (Seen at 21/03/2014)
- [27]. [www.maib.gov.uk](http://www.maib.gov.uk) (Seen at 22/03/2014)

[28].A. Toffoli,J.M Lefevre (2005). Towards the identification of warning criteria: Analysis of a ship accident database

[29]. Metin Celik, Selcuk Sebik (2009). Analytical HFACS for investigating human errors in shipping accidents

[30]. P. Trucco, E. Cagno, F. Ruggeri (2007). A Bayesian Belief Network modelling of organisational factors in risk analysis: A case study in maritime transportation

[31]. Procedures for Investigating and Reporting Human Factors and Fatigue Contributions to Marine Casualties. McCallum, Marvin C. ; Raby, Mireille ; Rothblum, Anita M (1996).

[32]. Mireille Raby, Marvin C. McCallum. Procedures for Investigating and Reporting Fatigue Contributions to Marine Casualties (1996)

[33]. Steven T. Shorrock, Baty Kirwan (2002). Developmet and application of a human error identification tool for air traffic control

[34]. Eric Vanem, Pedro Antao, Ivan Ostvic, Francisco Del Castillo de Comas (2007). Analysing the risk of LNG carrier operations

[35]. [www.clarsons.com](http://www.clarsons.com) (Seen at 20/05/2014)

[36]. Report on the investigation of a major LPG leak from the gas carrier *Ennerdale* (2006)

