

ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ



ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕ ΘΕΜΑ:

**ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΡΙΣΚΟΥ (ΔΙΑΚΙΝΔΥΝΕΥΣΗΣ) ΓΙΑ ΤΙΣ ΘΑΛΑΣΣΙΕΣ
ΜΕΤΑΦΟΡΕΣ ΣΤΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΤΗΣ FSA 2.0**

ΜΑΡΙΑ ΒΙΤΩΡΑΤΟΥ ΖΗΣΙΜΑΤΟΥ

A.M: nm11010

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΝΙΚΟΛΑΟΣ Π. ΒΕΝΤΙΚΟΣ

ΑΘΗΝΑ, ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ 2019

ΑΝΑΦΟΡΕΣ-ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Για την εκπόνηση της διπλωματικής μου εργασίας, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον Καθηγητή μου κ. Νικόλαο Π. Βεντίκο, για την επιστημονική του αρωγή την άριστη καθοδήγηση και εμπιστοσύνη που μου παρείχε, καθώς για τη γνώση που απέκτησα πάνω στο συγκεκριμένο επιστημονικό πεδίο.

Επίσης, επιθυμώ να εκφράσω πολλές ευχαριστίες στον υποψήφιο διδάκτορα του τμήματος των θαλασσίων μεταφορών κ. Παναγιώτη Σωτήραλη για την πολύ σημαντική συμβολή του στα πρώιμα στάδια αυτής της εργασίας.

Επιπλέον ευχαριστώ την συμφοιτήτρια και φίλη Μαρία Παπαγιάννη για την συνεργασία, την ενθάρρυνση και τη συμπαράσταση της σε ορισμένα στάδια της ερευνητικής διαδικασίας.

Τέλος, χρωστάω ένα πολύ μεγάλο ευχαριστώ στην οικογένεια μου για την υπομονή, την αμέριστη κατανόηση, και υποστήριξη που μου πρόσφεραν όλο αυτό το διάστημα χωρίς τα οποία δεν θα ήταν δυνατή η ολοκλήρωση της διπλωματικής μου εργασίας.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα διπλωματική εργασία με θέμα «Μοντελοποίηση δεδομένων ρίσκου στις θαλάσσιες μεταφορές στο πλαίσιο της FSA 2.0» πραγματεύεται μια άλλη προσέγγιση του τρόπου που αντιλαμβανόμαστε την Ασφάλεια. Αρχικά γίνεται ένα πέρασμα από την κλασική έννοια της Ασφάλειας και τις μεθόδους που χρησιμοποιούνται για την αποτίμηση της. Στη συνέχεια εξετάζεται πως έχει εξελιχθεί η Ασφάλεια τα τελευταία χρόνια και ποιο θα μπορούσε να είναι το επόμενο βήμα. Το επόμενο βήμα αναδεικνύεται η Ασφάλεια II μια θεωρία του Erik Hollnagel και μέσα σε αυτή προσαρμόζουμε την FSA – ένα διαχρονικό εργαλείο που βοηθάει στην λήψη αποφάσεων του IMO. Έτσι προκύπτει η FSA 2.0 η οποία συμπληρώνει την FSA και την διευρύνει στην Ασφάλεια II. Τέλος εξετάζονται δύο περιπτώσεις μελέτης εφαρμογής της FSA 2.0 πάνω στην διαδικασία μεταφοράς/εναλλαγής φορτίου μεταξύ δύο πλοίων (STS Transfer Operation). Τα συμπεράσματα που πηγάζουν μέσα από αυτή την εργασία είναι ότι η ασφάλεια θα πρέπει να στραφεί προς άλλη κατεύθυνση με ιδιαίτερη έμφαση στον ανθρώπινο παράγοντα, ώστε να πετύχει το βέλτιστο αποτέλεσμα.

ABSTRACT

This thesis on "Modelling Risk Data in Maritime Transport under FSA 2.0" addresses an approach on how we perceive Safety. At first the common concept of Safety and the methods used for risk analysis are described. It is then considered how Safety has evolved in the recent years and what the next steps could be. Safety II arises to be the next step in Safety, a theory by Erik Hollnagel, and FSA – a tool that assists with decision making in IMO – is incorporated into this theory. This results to FSA 2.0 which complements the FSA and extends it in the context of Safety II. Finally, two case studies of FSA 2.0 implementation on the Ship to Ship Transfer procedure are examined. The conclusions that come out of this thesis are that safety must turn to another direction with particular emphasis on the human factor.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΛΙΣΤΑ ΠΙΝΑΚΩΝ.....	1
ΛΙΣΤΑ ΣΧΗΜΑΤΩΝ.....	2
ΛΙΣΤΑ ΕΙΚΟΝΩΝ.....	3
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	4
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1.....	6
1.1 Ασφάλεια.....	6
1.2 Ρίσκο.....	7
1.3 Μέθοδοι ανάλυσης ρίσκου.....	11
1.3.1 Domino Accident Model.....	11
1.3.2 Swiss Cheese Model.....	12
1.3.3 Probabilistic Risk Assessment (PRA).....	13
1.3.4 Fault Tree Analysis (FTA).....	15
1.3.5 Human Reliability Analysis (HRA).....	16
1.3.6 Cognitive Reliability Error Analysis Method (CREAM).....	17
1.3.7 Hazard and Operability Analysis (HAZOP).....	19
1.3.8 Human Factors and Analysis Classification Systems (HFACS).....	20
1.3.9 Failure Modes and Effects Analysis (FMEA).....	21
1.3.10 Technique for Human Error Rate Prediction (THERP).....	23
1.3.11 Human error assessment and reduction technique (HEART).....	24
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2.....	27
2.1.1 System-Theoretic Accident Model and Processes (STAMP).....	27
2.1.2 Systems-Theoretic Process Analysis (STPA).....	30
2.1.3 System Theory Methods (STM).....	31
2.1.4 AcciMap.....	34
2.3 Ασφάλεια II.....	37
2.3.1 Ορισμός.....	37
2.3.2 Στόχοι της Ασφάλειας II.....	38
2.3.3 Ανθρώπινος Παράγοντας στα πλαίσια της Ασφάλειας II.....	40
2.4 Functional Resonance Analysis Method (FRAM).....	42
2.4.1 Ορισμός.....	42
2.4.2 Μοντελοποίηση της FRAM.....	44

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3	48
3.1 Ιστορικό της FSA (Formal Safety Assessment)	48
3.2 Ορισμός FSA	49
3.2 Βήματα της FSA	51
3.3 Human Reliability Analysis (HRA) στην FSA	58
3.4 Πως επηρεάζει η Ασφάλεια II την FSA – FSA 2.0	59
3.5 Προσδιορισμός βημάτων FSA 2.0	60
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4	64
4.1 Μεταφορά φορτίου μεταξύ δυο δεξαμενόπλοιων (Ship to Ship Transfer Operation, StS)	64
4.2 Ρυθμιστικό υπόβαθρο STS	65
4.3 Διαχείριση ρίσκου κατά τη διαδικασία STS transfer	66
4.4 Περίπτωση υπό μελέτη 1: Εφαρμογή της FSA 2.0 στη μεταφορά προσωπικού με τη χρήση γερανών του πλοίου	70
4.5 Περίπτωση υπό μελέτη 2: Εφαρμογή της FSA 2.0 στη διαδικασία πλαγιοδέτησης του πλοίου με το άλλο πλοίο	84
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	92
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1	94
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2	95
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	96

ΛΙΣΤΑ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1-1: Παράδειγμα εφαρμογής μεθόδου HAZOP

Πίνακας 1-2: Βήματα της HEART

Πίνακας 2-1: Σύγκριση νέων (STAMP) και παλιών πεποιθήσεων για την Ασφάλεια

Πίνακας 2-2: Μέθοδοι για κάθε στάδιο της STMs

Πίνακας 2-3: Διαφορές Ασφάλειας I και Ασφάλειας II

ΛΙΣΤΑ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 1-1: Βήματα διαχείρισης ρίσκου

Σχήμα 1-2: Αλυσιδωτό μοντέλο ατυχημάτων

Σχήμα 1-3: Μοντέλο Ελβετικού Τυριού

Σχήμα 1-4: Μια τυπική ροή της PRA

Σχήμα 1-5: Παράδειγμα δέντρου σφάλματος για κύρια μηχανή πλοίου

Σχήμα 1-6: Δομικά στοιχεία δέντρου σφάλματος

Σχήμα 1-7: Κατηγορίες μη ασφαλών πράξεων

Σχήμα 2-1: Παράδειγμα Ιεραρχικής Δομής Ελέγχου

Σχήμα 2-2: Πλαίσιο διαχείρισης ρίσκου του Rasmussen

Σχήμα 2-3: Η λογική της Ασφάλειας I

Σχήμα 2-4: Πιθανότητα συμβάντος και Εστίαση ασφαλείας

Σχήμα 3-1: Διάγραμμα ροής της τυπικής αξιολόγησης της ασφάλειας

Σχήμα 3-2: Διάγραμμα ροής της τυπικής αξιολόγησης της ασφάλειας

Σχήμα 3-3: Πλαίσιο για ανεκτικότητα ρίσκου

Σχήμα 3-4: Ενσωμάτωση της HRA στην διαδικασία της FSA

ΛΙΣΤΑ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 4-1: Διαδικασία εναλλαγής φορτίου μεταξύ δύο δεξαμενόπλοιων

Εικόνα 4-2: Μεταφορά προσωπικού μέσω γερανών σε διαδικασία εναλλαγής φορτίου

Εικόνα 4-3: Είδη καλαθιών κατά την μεταφορά προσωπικού από ένα πλοίο σε άλλο

Εικόνα 4-4: Τυπικό σχέδιο πρόσδεσης για διαδικασία μεταφοράς φορτίου από πλοίο σε πλοίο

Εικόνα 4-5: Είδη σύνδεσης γραμμών πρόσδεσης με σχοινί «αγγελιοφόρο»

Εικόνα 4-6: Βαρούλκο

Εικόνα 4-7: Όκιο & Ράουλα

Εικόνα 4-8: Δέστρες

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η έννοια της ασφάλειας στην ναυτιλία και γενικότερα σε όλους τους τομείς της βιομηχανίας βασίζεται στην αναγνώριση, πρόληψη και αποφυγή κινδύνων. Οι περισσότεροι άνθρωποι σκέφτονται την ασφάλεια ως απουσία ατυχημάτων και περιστατικών (ή ως αποδεκτό επίπεδο κινδύνου). Σε αυτή την προοπτική, η ασφάλεια ορίζεται ως μια κατάσταση όπου όσο το δυνατό λιγότερα πράγματα να αστοχήσουν. Σύμφωνα με αυτό, τα πράγματα πηγαίνουν στραβά λόγω τεχνικών, ανθρώπινων και οργανωτικών αιτιών - ατυχιών και δυσλειτουργιών. Ως εκ τούτου, ο άνθρωπος αντιμετωπίζεται κυρίως ως ευθύνη ή κίνδυνο. Η αρχή της διαχείρισης της ασφάλειας είναι να ανταποκρίνεται όταν συμβαίνει κάτι ή χαρακτηρίζεται ως απαράδεκτος κίνδυνος. Κατά συνέπεια, ο σκοπός της έρευνας ατυχημάτων είναι να προσδιοριστούν οι αιτίες και οι παράγοντες που συμβάλλουν στην πρόκληση αρνητικών αποτελεσμάτων, ενώ η εκτίμηση επικινδυνότητας στοχεύει στον προσδιορισμό της πιθανότητας τους. Και οι δύο προσεγγίσεις προσπαθούν να εξαλείψουν τα αίτια ή να βελτιώσουν τα εμπόδια ή και τα δύο.

Σε απάντηση των παραπάνω ο Erik Hollnagel διατύπωσε την Ασφάλεια II, η οποία είναι η ικανότητα του συστήματος να επιτύχει υπό διαφορετικές συνθήκες, έτσι ώστε ο αριθμός των επιδιωκόμενων και αποδεκτών αποτελεσμάτων (με άλλα λόγια οι καθημερινές δραστηριότητες) να είναι όσο το δυνατόν υψηλότερα. Επομένως, η βάση για τη διαχείριση της ασφάλειας πρέπει να είναι η κατανόηση του γιατί τα πράγματα πάνε σωστά, πράγμα που σημαίνει κατανόηση των καθημερινών δραστηριοτήτων.

Ο σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η διαμόρφωση της εξέλιξης της Τυπικής Αποτίμησης της Ασφάλειας (Formal Safety Assessment, FSA) στα πλαίσια της Ασφάλειας II – FSA 2.0. Σύμφωνα με τον Διεθνή Ναυτιλιακό Οργανισμό (International Maritime Organisation, IMO) η FSA είναι μια διαδικασία για να εξασφαλιστεί η ανάληψη δράσης πριν από μια καταστροφή. Έχει χαρακτηριστεί ως "ορθολογική και συστηματική διαδικασία για την αξιολόγηση των κινδύνων που συνδέονται με τη ναυτιλιακή δραστηριότητα και για την αξιολόγηση του κόστους και των οφελών των επιλογών του IMO για τη μείωση αυτών των κινδύνων". Επίσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως εργαλείο για την αξιολόγηση νέων κανονισμών ή για τη σύγκριση των προτεινόμενων αλλαγών με τα υπάρχοντα πρότυπα. Επιτρέπει την ισορροπία μεταξύ των διαφόρων τεχνικών και λειτουργικών ζητημάτων, συμπεριλαμβανομένου του ανθρώπινου στοιχείου και μεταξύ της ασφάλειας και του κόστους.

Η συγγραφή της εργασίας βασίστηκε σε επιστημονικά άρθρα κυρίως με θέμα την ανάλυση ρίσκου και μεθόδων αυτής, την Ασφάλεια II, την FSA και την διαδικασία μεταφοράς φορτίου από ένα πλοίο σε άλλο, τα οποία μας χρειάστηκαν για την ανάπτυξη των περιπτώσεων μελέτης.

Η δομή της εργασίας είναι ως εξής. Στο πρώτο κεφάλαιο αναλύεται η Ασφάλεια όπως εμφανίζεται στην σημερινή εποχή και οι κλασικές μέθοδοι ανάλυσης ρίσκου που εφαρμόζονται με βάση αυτή. Στο δεύτερο κεφάλαιο αναλύονται οι εξελιγμένες μέθοδοι ανάλυσης ρίσκου πάλι στα πλαίσια της Ασφάλειας όπως την ξέρουμε και εξετάζεται η μετάβαση από αυτήν την Ασφάλεια στην Ασφάλεια II. Στο τρίτο κεφάλαιο περιγράφεται η FSA και προτείνεται η προσαρμογή της στην Ασφάλεια II, η οποία χαρακτηρίζεται ως FSA 2.0. Στο τέταρτο και τελευταίο κεφάλαιο εξετάζονται δύο περιπτώσεις μελέτης, στις οποίες γίνεται εφαρμογή της FSA 2.0 στη διαδικασία μεταφοράς φορτίου από πλοίο σε πλοίο (Ship to Ship Transfer Operation, StS).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

1.1 Ασφάλεια

Για τους περισσότερους ανθρώπους η ασφάλεια σημαίνει την απουσία ανεπιθύμητων αποτελεσμάτων όπως ατυχήματα. Η ασφάλεια ορίζεται γενικά ως η “ποιότητα” του συστήματος που είναι απαραίτητη και επαρκής για να εξασφαλιστεί ότι ο αριθμός των συμβάντων που μπορεί να είναι επιβλαβής για τους εργαζομένους, το κοινό ή το περιβάλλον είναι αποδεκτά χαμηλός. Για παράδειγμα, ο International Civil Aviation Organization (ICAO) ορίζει την ασφάλεια ως:

Η κατάσταση κατά την οποία η πιθανότητα βλάβης σε πρόσωπα ή ζημιές σε περιουσιακά στοιχεία μειώνεται και διατηρείται σε ή κάτω από ένα αποδεκτό επίπεδο μέσω μιας συνεχούς διαδικασίας αναγνώρισης κινδύνου και διαχείρισης κινδύνου για την ασφάλεια. Από ιστορική άποψη, το σημείο εκκίνησης για ανησυχίες σχετικά με την ασφάλεια είναι η εμφάνιση ατυχημάτων (πραγματικές αρνητικές συνέπειες) ή αναγνωρισμένων κινδύνων (πιθανές αρνητικές συνέπειες). Ανεπιθύμητα αποτελέσματα - πράγματα που πηγαίνουν λάθος - έχουν εξηγηθεί συνήθως δείχνοντας τα αίτια τους και η απάντηση ήταν είτε να εξαλειφθούν είτε αυτά να περιοριστούν. Νέοι τύποι ατυχημάτων έχουν επίσης καταλογιστεί με την εισαγωγή νέων τύπων αιτιών - είτε σε σχέση με την τεχνολογία (π.χ. κόπωση μετάλλων), σε ανθρώπινους παράγοντες (π.χ. φόρτο εργασίας, «ανθρώπινο λάθος») είτε στην οργάνωση (π.χ. κουλτούρα ασφάλειας).

Πιο συγκεκριμένα η Ασφάλεια (Safety) στα πλοία μελετά τα παρακάτω:

Marine Incident: Ως marine incident (θαλάσσιο περιστατικό) νοείται ένα συμβάν ή μια σειρά γεγονότων, πλην του θαλάσσιου ατυχήματος (*Marine Casualty*), που συνέβη άμεσα σε σχέση με τη λειτουργία ενός πλοίου που έθεσε σε κίνδυνο, ή, εάν δεν διορθωνόταν, θα έθετε σε κίνδυνο την ασφάλεια του πλοίου, των επιβατών του ή οποιοδήποτε άλλο άτομο ή το περιβάλλον. Ωστόσο, ένα θαλάσσιο περιστατικό δεν περιλαμβάνει σκόπιμη ενέργεια ή παράλειψη, με σκοπό να βλάψει την ασφάλεια ενός πλοίου, ενός ατόμου ή του περιβάλλοντος.

Marine Casualty: Ως marine casualty (θαλάσσια απώλεια) νοείται ένα συμβάν ή μια σειρά γεγονότων που έχουν ως αποτέλεσμα οποιαδήποτε από τα ακόλουθα, που συνέβησαν άμεσα σε σχέση με τη λειτουργία ενός πλοίου:

- 1) θάνατο ή σοβαρό τραυματισμό ενός ατόμου,
- 2) απώλεια ατόμου από το πλοίο,
- 3) απώλεια, υποτιθέμενη απώλεια ή εγκατάλειψη πλοίου,
- 4) υλική ζημία στο πλοίο,
- 5) προσάραξη ή ακινητοποίηση ενός πλοίου ή συμμετοχή ενός πλοίου σε σύγκρουση,
- 6) υλικές ζημιές στην υποδομή του εξωτερικού ενός πλοίου, που θα μπορούσαν να θέσουν σε σοβαρό κίνδυνο την ασφάλεια του πλοίου, ενός άλλου πλοίου ή ενός ατόμου, ή

7) σοβαρές βλάβες στο περιβάλλον ή πιθανότητα σοβαρής βλάβης του περιβάλλοντος που προκαλείται από τη ζημία ενός πλοίου ή πλοίων.

Near Miss: Μια σειρά γεγονότων και/ή συνθηκών που θα μπορούσαν να έχουν ως αποτέλεσμα απώλεια. Η απώλεια αυτή παρεμποδίστηκε μόνο από τυχαίο σπάσιμο της αλυσίδας γεγονότων και/ή συνθηκών. Η ενδεχόμενη απώλεια μπορεί να είναι ο τραυματισμός του ανθρώπου, η περιβαλλοντική ζημία ή οι αρνητικές επιπτώσεις στις επιχειρήσεις (π.χ. κόστος επισκευής ή αντικατάστασης, καθυστερήσεις προγραμματισμού, παραβιάσεις συμβάσεων, απώλεια φήμης). Ανήκει και αυτό στην κατηγορία του marine incident.

1.2 Ρίσκο

Το ρίσκο μπορεί να οριστεί ως ο συνδυασμός της πιθανότητας ενός συμβάντος και των συνεπειών του.

Εάν έχουν δοθεί αριθμητικές τιμές για την πιθανότητα (Probability, P) και την επίδραση (Consequence, C) ενός κινδύνου, μπορεί να υπολογιστεί η “έκθεση σε κίνδυνο” ή ρίσκο. Το ρίσκο (Risk, R) υπολογίζεται ως εξής (Boehm, 1989):

$$R = P \times C$$

Διαχείριση ρίσκου

Η διαχείριση ρίσκου μπορεί να οριστεί με πολλούς τρόπους. Για παράδειγμα, οι Anderson και Terp (2006) υποστηρίζουν ότι η διαχείριση ρίσκου μπορεί να οριστεί ως μια διαδικασία που πρέπει να επιδιώκει την εξάλειψη, τον περιορισμό και τον έλεγχο των κινδύνων, την ενίσχυση των οφελών και την αποφυγή των ζημιών από τις κερδοσκοπικές εκθέσεις. Ο στόχος της διαχείρισης κινδύνου είναι να μεγιστοποιήσει το δυναμικό επιτυχίας και να ελαχιστοποιήσει την πιθανότητα μελλοντικών απωλειών. Ο κίνδυνος που γίνεται προβληματικός μπορεί να επηρεάσει αρνητικά το κόστος, το χρόνο, την ποιότητα και την απόδοση του συστήματος.

Τα βήματα διαχείρισης ρίσκου (βλέπε σχήμα 1-1) είναι:

1. Καθιέρωση στόχων και πλαισίου (δηλ. Περιβάλλον ρίσκου),
2. Προσδιορισμός των κινδύνων,
3. Ανάλυση ρίσκου,
4. Αξιολόγηση ρίσκου,
5. Αντιμετώπιση ή διαχείριση ρίσκου,
6. Παρακολούθηση και επανεξέταση του ρίσκου και του περιβάλλοντος σε τακτική βάση, και
7. Συνεχής επικοινωνία, διαβούλευση με τα ενδιαφερόμενα μέρη και υποβολή εκθέσεων.

προσδιορισμού κινδύνου θα εξαρτηθεί από τον τομέα εφαρμογής (δηλαδή τη φύση των δραστηριοτήτων και τις ομάδες κινδύνου), τη φύση του έργου, τη φάση του έργου, τους διαθέσιμους πόρους, τις κανονιστικές απαιτήσεις και τις απαιτήσεις των πελατών όσον αφορά τους στόχους, το επιθυμητό αποτέλεσμα και το απαιτούμενο επίπεδο των λεπτομερειών. Η χρήση των ακόλουθων εργαλείων και τεχνικών μπορεί να συμβάλει περαιτέρω στην αναγνώριση των κινδύνων:

- Δείγματα πιθανών πηγών κινδύνου,
- Ο προγραμματισμός του σεναρίου ως εργαλείου αξιολόγησης κινδύνου,
- Χαρτογράφηση διαδικασιών, και
- Τα έγγραφα, οι σχετικές εκθέσεις ελέγχου, οι αξιολογήσεις προγραμμάτων και / ή οι εκθέσεις έρευνας.

Στην πράξη, ο προσδιορισμός του κινδύνου είναι μια διαδικασία ελέγχου όπου τα γεγονότα με χαμηλό ή ασήμαντο κίνδυνο απομακρύνονται από περαιτέρω εξέταση.

Ωστόσο, πρέπει να δοθεί η αιτιολόγηση για τα γεγονότα που δεν μελετήθηκαν λεπτομερώς. Η ποσοτικοποίηση επικεντρώνεται στη συνέχεια στα γεγονότα που θα οδηγήσουν σε υψηλότερα επίπεδα κινδύνου. Οι θεμελιώδεις μέθοδοι όπως HAZOP, τα δένδρα σφαλμάτων, FMEA είναι εργαλεία που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον εντοπισμό των κινδύνων και την αξιολόγηση της κρισιμότητας των πιθανών αποτελεσμάτων και θα παρουσιαστούν στην συνέχεια.

3. Ανάλυση ρίσκου

Η ανάλυση ρίσκου περιλαμβάνει την εξέταση της πηγής κινδύνου, της συνέπειας και της πιθανότητας εκτίμησης του εγγενούς ή μη προστατευμένου κινδύνου χωρίς τη διενέργεια ελέγχων. Περιλαμβάνει επίσης τον προσδιορισμό των ελέγχων, την εκτίμηση της αποτελεσματικότητάς τους και το προκύπτον επίπεδο κινδύνου με τους ελέγχους που εφαρμόζονται (ο προστατευμένος, υπολειπόμενος ή ελεγχόμενος κίνδυνος). Οι κίνδυνοι μπορούν να εκτιμηθούν ποσοτικά, χρησιμοποιώντας εργαλεία όπως πίνακες κινδύνου, γραφήματα κινδύνου, μήτρες κινδύνου ή μονογραφίες.

4. Αξιολόγηση ρίσκου

Μόλις αναλυθούν οι κίνδυνοι, μπορούν να συγκριθούν με τα προηγουμένως τεκμηριωμένα και εγκεκριμένα κριτήρια ανεκτού κινδύνου.

Ένας κίνδυνος μπορεί να θεωρηθεί αποδεκτός εάν για παράδειγμα, το ρίσκο είναι αρκετά χαμηλό ώστε ο περιορισμός του να μην θεωρείται αποδοτικός ως προς το κόστος. Εάν το επίπεδο κινδύνου καθοριστεί ως αποδεκτό, ο κίνδυνος μπορεί να γίνει αποδεκτός χωρίς περαιτέρω επεξεργασία πέρα από τους τρέχοντες ελέγχους. Οι αποδεκτοί κίνδυνοι πρέπει να παρακολουθούνται και να επανεξετάζονται περιοδικά για να εξασφαλίζεται ότι παραμένουν αποδεκτοί.

5. Αντιμετώπιση ή διαχείριση ρίσκου

Ένας μη αποδεκτός κίνδυνος απαιτεί ενέργειες για περιορισμό του ρίσκου του. Ο στόχος αυτού του σταδίου της διαδικασίας διαχείρισης των κινδύνων είναι να αναπτυχθούν οικονομικά αποδοτικές επιλογές για την αντιμετώπιση του ρίσκου. Αποφυγή του ρίσκου με μη ανάληψη της δραστηριότητας που ενδέχεται να προκαλέσει τον κίνδυνο. Μείωση του ρίσκου με έλεγχο της πιθανότητας εμφάνισης του κινδύνου ή έλεγχο της επίδρασης των συνεπειών σε περίπτωση εμφάνισης του κινδύνου. Το επόμενο βήμα είναι να καθοριστεί το επίπεδο στόχου του ρίσκου που προκύπτει από την επιτυχή εφαρμογή των προτιμώμενων λύσεων και των τρεχουσών δραστηριοτήτων ελέγχου.

6. Παρακολούθηση ρίσκου

Είναι σημαντικό να κατανοήσουμε ότι η έννοια του ρίσκου είναι δυναμική και χρειάζεται περιοδική και επίσημη αναθεώρηση. Η συχνότητα των εντοπισθέντων κινδύνων πρέπει να παρακολουθείται τακτικά. Οι νέοι κίνδυνοι και ο αντίκτυπός τους πρέπει να λαμβάνονται υπόψη. Η περίοδος αναθεώρησης καθορίζεται από το λειτουργικό περιβάλλον (συμπεριλαμβανομένης της νομοθεσίας). Η επανεξέταση πρέπει να επικυρώσει ότι η διαδικασία διαχείρισης κινδύνου και η τεκμηρίωση της εξακολουθούν να ισχύουν. Η αναθεώρηση πρέπει επίσης να εξετάσει το ισχύον κανονιστικό περιβάλλον και τις πρακτικές του κλάδου, οι οποίες ενδέχεται να έχουν αλλάξει σημαντικά κατά το χρονικό διάστημα που πέρασε.

7. Επικοινωνία και καταγραφή

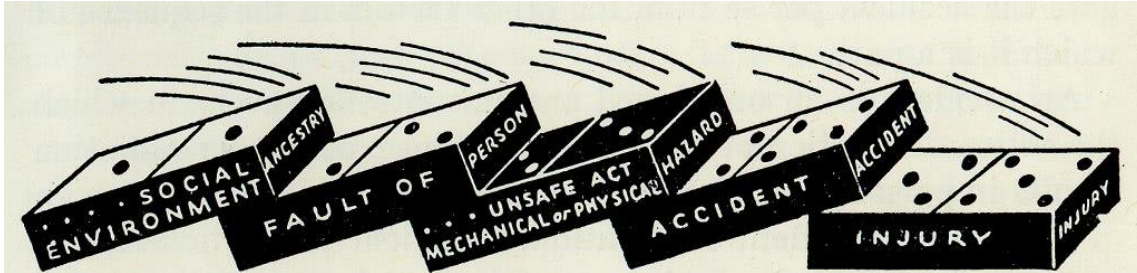
Η σαφής επικοινωνία είναι απαραίτητη για τη διαχείριση ρίσκου, δηλαδή για την σαφή επικοινωνία των στόχων, για τη διαδικασία διαχείρισης ρίσκου και τα στοιχεία της, καθώς και για τα ευρήματα και τις απαιτούμενες ενέργειες. Η διαχείριση κινδύνων αποτελεί αναπόσπαστο στοιχείο της διοίκησης ενός οργανισμού. Ωστόσο, για την επιτυχή αφομοίωση της, είναι σημαντικό, στα αρχικά στάδια, η αναφορά της να είναι ορατή μέσω του πλαισίου. Η τεκμηρίωση είναι απαραίτητη για να αποδειχθεί ότι η διαδικασία ήταν συστηματική, οι μέθοδοι και οι στόχοι εντοπίστηκαν, η διαδικασία διεξήχθη σωστά και ότι είναι πλήρως ελεγχόμενη. Η τεκμηρίωση παρέχει μια ορθολογική βάση για τη μελέτη, την έγκριση και την εφαρμογή της διαχείρισης, συμπεριλαμβανομένου ενός κατάλληλου συστήματος διαχείρισης.

Στη συνέχεια αναφέρονται οι κυριότερες μεθόδους ανάλυσης ρίσκου.

1.3 Μέθοδοι ανάλυσης ρίσκου

1.3.1 Domino Accident Model

Στις περιπτώσεις που εμπλέκονται ανθρώπινοι χειρισμοί στην αλυσίδα γεγονότων τα μοντέλα της Ασφάλειας καταδεικνύουν την ανθρώπινη αστοχία ή «ανθρώπινο λάθος» σαν την κυριότερη αιτία. Η προσέγγιση αυτή χρονολογείται ήδη από το 1931 όταν ο Herbert Heinrich πρώτος παρουσίασε το Domino Accident Model (Αλυσιδωτό Μοντέλο Ατυχημάτων), το οποίο αποτυπώνεται κατωτέρω στο σχήμα.



Σχήμα 1-2: Αλυσιδωτό μοντέλο ατυχημάτων

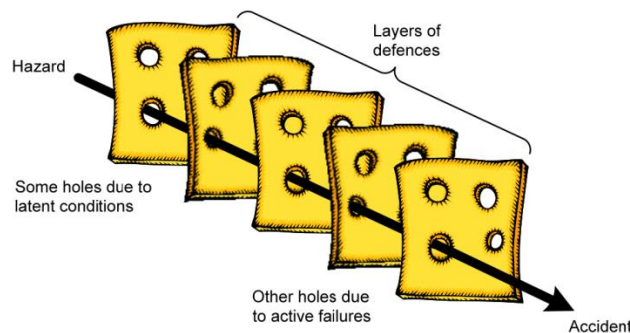
Ο Heinrich είδε την περίπτωση μίας «αποτρέψιμης βλάβης» σαν την ολοκλήρωση μιας σειράς γεγονότων τα οποία σχηματίζουν μία αλληλουχία, όμοια με μία σειρά από ντόμινο τα οποία έχουν τοποθετηθεί έτσι ώστε η κατάρρευση του πρώτου ντόμινο, ρίχνει το επόμενο, το οποίο αναγκάζει το τρίτο να πέσει κ.ο.κ. μέχρι να καταρρεύσει όλη η σειρά. Εάν αυτή η σειρά διακοπεί με την εξάλειψη έστω και ενός από τους διαφορετικούς παράγοντες που την αποτελούν, η βλάβη δεν θα εμφανιστεί.

Στην πρώτη έκδοση του μοντέλου, η οποία δημοσιεύτηκε το 1931, οι πέντε παράγοντες που αναγνωρίστηκαν ήταν:

- ντόμινο 1 : η καταγωγή και το κοινωνικό περιβάλλον των εργαζομένων, οι οποίοι παράγοντες έχουν επίπτωση στις δεξιότητες, στα πιστεύω τους και σημαδεύουν τον χαρακτήρα των εργαζομένων και κατ' επέκταση έχουν επιπτώσεις στον τρόπο που εκτελούν το έργο τους.
- ντόμινο 2 : η απροσεξία ή τα προσωπικά λάθη των εργαζομένων που τους οδηγούν σε ελλειμματική προσοχή κατά την εκτέλεση του έργου τους
- ντόμινο 3 : η επισφαλής ενέργεια(unsafe act) ή ο μηχανικός/φυσικός κίνδυνος, όπως ένα λάθος του εργαζόμενου (πχ. να στέκεται κάτω από αιωρούμενα φορτία, να εκκινεί μηχανήματα χωρίς προειδοποίηση κλπ.) ή η αστοχία του τεχνικού εξοπλισμού ή η ανεπαρκής προστασία του μηχανικού εξοπλισμού
- ντόμινο 4 : το ατύχημα
- ντόμινο 5 : τραυματισμοί ή απώλειες, δηλαδή οι επιπτώσεις του ατυχήματος

1.3.2 Swiss Cheese Model

Το Αλυσιδωτό Μοντέλο Ατυχημάτων του Heinrich άνοιξε τον δρόμο για το Μοντέλο του Ελβετικού Τυριού (Swiss Cheese Model), ένα από τα πλέον ευρέως αναγνωρισμένα μοντέλα που χρησιμοποιούνται σήμερα. Σύμφωνα με τη γραμμική νοοτροπία αλυσιδωτών γεγονότων, το Swiss Cheese Model (SCM) βασίστηκε στην άποψη ότι τα ατυχήματα συμβαίνουν όταν κάθε φράγμα προστασίας αποτύχει και 'ευθυγραμμιστεί' με τα υπόλοιπα, τα οποία φράγματα τα προσομοιάζει με τις τρύπες σε μία φέτα Ελβετικού τυριού όπως εμφανίζεται στο σχήμα.



Σχήμα 1-3: Μοντέλο Ελβετικού Τυριού [Reason, 2008]

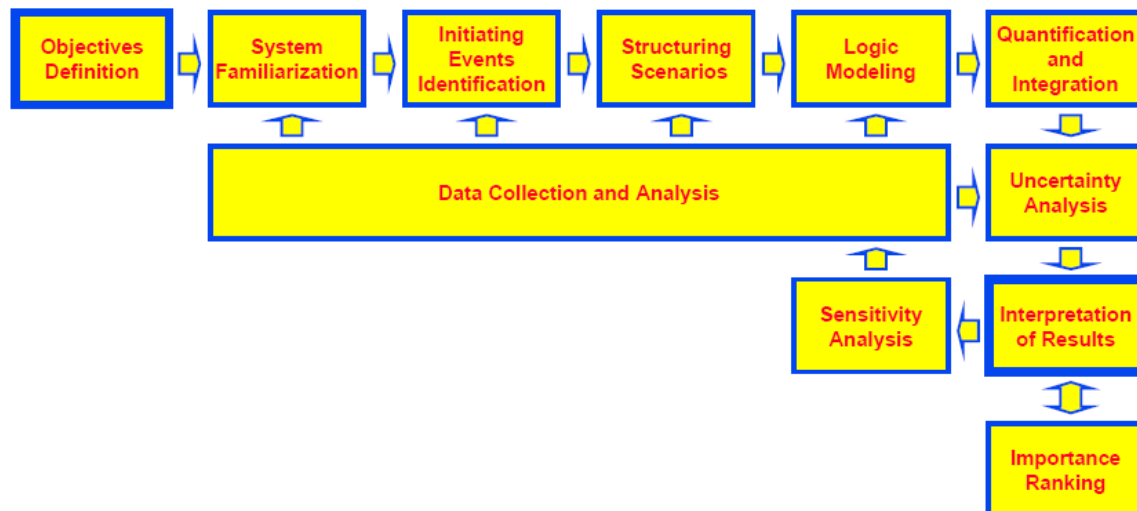
Αναμφίβολα το πιο δημοφιλές μοντέλο αιτίας ατυχημάτων, το SCM έχει υιοθετηθεί ευρέως σε διάφορες βιομηχανίες (π.χ. αεροπορία και σύστημα υγείας). Το SCM εισηγείται ότι μακροχρόνιες οργανωτικές ατέλειες μπορούν να δημιουργήσουν προϋποθέσεις για μια πρώτης γραμμής «αστοχία» η οποία θα προξενήσει ατύχημα. Η παρουσία αυτών των συνθηκών και γεγονότων στο σύστημα εκπροσωπεί/παρουσιάζει την ανεπάρκεια/απουσία αμυντικών φρακτών (π.χ. φυσική προστασία, εκπαίδευση και διαδικασίες) σχεδιασμένες για την πρόληψη ατυχημάτων. Οι προστασίες μέσα στο σύστημα και οι σχετικές ανεπάρκειες απεικονίζονται γραφικά με επίπεδα και τρύπες σε φέτες Ελβετικού τυριού (βλ. σχ. 1-2). Όταν οι «τρύπες» στο σύστημα προστασίας ευθυγραμμιστούν, ένα ατύχημα σαν τροχιά βολής, μπορεί να περάσει ανάμεσα από τις αμυντικές στρώσεις και να προκληθεί κίνδυνος που θα βλάψει ανθρώπους, εξοπλισμό και περιβάλλον, όπως απεικονίζεται στο σχ. 1-2.

Προστασίες, φράκτες/εμπόδια και περιφρούρηση καταλαμβάνουν θέση κλειδί στη προσέγγιση του συστήματος. Τα υψηλής τεχνολογίας συστήματα έχουν πολλά αμυντικά επίπεδα: ορισμένα είναι μηχανολογικά (συναγερμοί, φυσικά εμπόδια/φράκτες, αυτοματοποιημένοι τερματισμοί λειτουργίας), άλλα βασίζονται στον ανθρώπινο παράγοντα (χειρουργούς, αναισθησιολόγους, πιλότους, χειριστές κέντρων ελέγχου), και ακόμη άλλα εξαρτώνται από διαδικασίες και διαχειριστικούς ελέγχους. Η λειτουργία τους είναι να προστατεύουν δυνητικά θύματα και περιουσιακά στοιχεία από τοπικούς

κινδύνους. Αυτά είναι πολύ αποτελεσματικά, αλλά πάντα υπάρχουν αδυναμίες. Σε έναν ιδεατό κόσμο, κάθε αμυντικό επίπεδο θα ήταν άθικτο. Στην πραγματικότητα, υπάρχουν περισσότερα σαν τις φέτες του Ελβετικού τυριού, που έχει πολλές τρύπες- παρόλο, που σαν το τυρί, αυτές οι τρύπες συνεχώς ανοίγουν, κλείνουν και μετατοπίζουν την θέση τους. Η παρουσία των τρυπών σε κάθε «φέτα» δεν προκαλεί πάντα αρνητικό αποτέλεσμα. Συνήθως το κακό μπορεί να συμβεί μόνο όταν οι τρύπες σε περισσότερα επίπεδα στιγμιαία ευθυγραμμίζονται και επιτρέπουν μία τροχιά βολής δίνοντας ευκαιρία στην εμφάνιση ατυχήματος – φέροντας τους κινδύνους σε καταστρεπτική επαφή με τα θύματα (σχήμα). Οι τρύπες στην προστασία δημιουργούνται για 2 λόγους : ενεργές αστοχίες και λανθάνουσες καταστάσεις. Σχεδόν όλα τα δυσμενή γεγονότα εμπεριέχουν ένα συνδυασμό των 2 αυτών ομάδων παραγόντων. Ενεργές αστοχίες είναι οι επισφαλείς πράξεις που κάνουν οι άνθρωποι που βρίσκονται σε απ' ευθείας επαφή με τον ασθενή ή το σύστημα. Έχουν διαφορετικές μορφές : ολισθήματα, καθυστερήσεις, ψαχουλέματα, λάθη και παραβάσεις διαδικασιών. Ενεργές αστοχίες έχουν μία ευθεία και συνήθως βραχύβια επίδραση στην ακεραιότητα της προστασίας.

1.3.3 Probabilistic Risk Assessment (PRA)

Η Πιθανολογική Εκτίμηση του Κινδύνου (Probabilistic Risk Assessment, PRA) είναι μία ποσοτική μέθοδος που βοηθάει στην αναγνώριση και αξιολόγηση των κινδύνων σε σύνθετα τεχνολογικά συστήματα με σκοπό την αποδοτική βελτιστοποίηση της ασφάλειας και της λειτουργίας τους. Η PRA προσπαθεί να εξετάσει όλα τα συμβάντα που σχετίζονται με τις συνέπειες που ενδιαφέρουν μια αξιολόγηση, επιτρέποντας μια πιο εύρωστη εκτίμηση του κινδύνου. Λόγω της λογικής, συστηματικής και περιεκτικής προσέγγισης, η PRA έχει επανειλημμένα αποδειχθεί ικανή στο να ξεσκεπάσει σχεδιαστικές και λειτουργικές αδυναμίες, οι οποίες είχαν διαφύγει ακόμα και από τους καλύτερους αιτιοκρατικούς μηχανικούς ασφαλείας. Η ΝΑΣΑ έχει ανακαλύψει πώς το να επαφίεσαι μόνο στην κρίση των ειδικών μπορεί να οδηγήσει στο να παρεξηγηθεί η πιθανότητα συμβάντων αστοχίας. Δεν απαιτεί κάθε περίπτωση ποσοτική προσέγγιση. Παρά ταύτα η PRA κατάλληλη για σύνθετα μηχανολογικά μηχανήματα υπολογιστών τα οποία έχουν αλληλεπίδραση με ανθρώπους και πολλαπλές οδεύσεις σε καταστροφικές αστοχίες.



Σχήμα 1-4: Μια τυπική ροή της PRA [NASA, 2011]

Είναι σημαντικό ότι η ενότητα "ανάλυση δεδομένων" καλύπτει μεγάλο μέρος του σχήματος 1-3 και εμφανίζεται σε επαναληπτικούς βρόχους. Αυτή η ενότητα επηρεάζει και επηρεάζεται από πολλές άλλες ενότητες. Οι ενότητες που προσδιορίζουν τα σενάρια καθορίζουν γεγονότα των οποίων οι πιθανότητες πρέπει να προσδιοριστούν. Μόλις ληφθούν αρχικές εκτιμήσεις για τις πιθανότητες, η προκαταρκτική ποσοτικοποίηση μπορεί να καθορίσει ότι ορισμένες από τις παραμέτρους χρειάζονται επιπλέον βελτίωση. Προηγούμενα σχόλια σχετικά με την ανάγκη για μεθοδική ανάπτυξη του μοντέλου σεναρίων και την ανάγκη για ένα περιεκτικό σύνολο σεναρίων αντικατοπτρίζονται σε αυτό το διάγραμμα. Ολόκληρη η πρώτη σειρά ενοτήτων συνδέεται με τη διαμόρφωση του μοντέλου σεναρίων. Η "ποσοτικοποίηση" τροφοδοτεί την "λογική μοντελοποίηση" μέσω της "ανάλυσης αβεβαιότητας", "ερμηνεία των αποτελεσμάτων", "ανάλυση ευαισθησίας" και "συλλογή και ανάλυση δεδομένων". Με άλλα λόγια, η μοντελοποίηση ενός σεναρίου δεν πραγματοποιείται σε ένα μόνο πέρασμα.

Η ανάλυση κινδύνου είναι αναγκαστικά μια εσωστρεφής εργασία. Τα σενάρια μπορούν να θεωρηθούν ότι είναι απεριόριστα (εξαιρετικά απίθανο τα γεγονότα μπορούν να θεωρηθούν απεριόριστα, τα βασικά γεγονότα μπορούν να υποδιαιρεθούν σε υπογεγονότα κλπ.), αλλά οι πόροι είναι πεπερασμένοι. Μια σημαντική πτυχή της ανάλυσης των κινδύνων είναι να ταξινομηθούν σαφώς ασήμαντοι συντελεστές και να αποφευχθεί η άσκοπη προσπάθεια για τη μοντελοποίησή τους. Η κατευθυντήρια γραμμή για τα σενάρια που θα απορριφθούν πρέπει να βασίζεται στη "σημαντικότητα του κινδύνου" όπως ορίζεται από τους στόχους της απόφασης. Αυτό είναι μέρος αυτού που απεικονίζεται στους βρόχους ανατροφοδότησης που εμφανίζονται στο Σχήμα 1-3. Προς το συμφέρον της αποτελεσματικής χρήσης των πόρων, ορισμένες αναλύσεις κινδύνου διεξάγονται ως σταδιακές αναλύσεις, με την ανάλυση του πρώτου περάσματος να καταλήγει σε μια προσεγγιστική ποσοτικοποίηση που παρουσιάζεται προκειμένου να αποφασιστεί ποια σενάρια αξίζουν περαιτέρω μοντελοποίηση. Τονίζεται ιδιαίτερα ότι η ανάλυση που

βασίζεται στη σημαντικότητα του κινδύνου έχει βρεθεί ότι οδηγεί σε πολύ διαφορετικές προτεραιότητες σε σχέση με τις διαδικασίες Design Thinking.

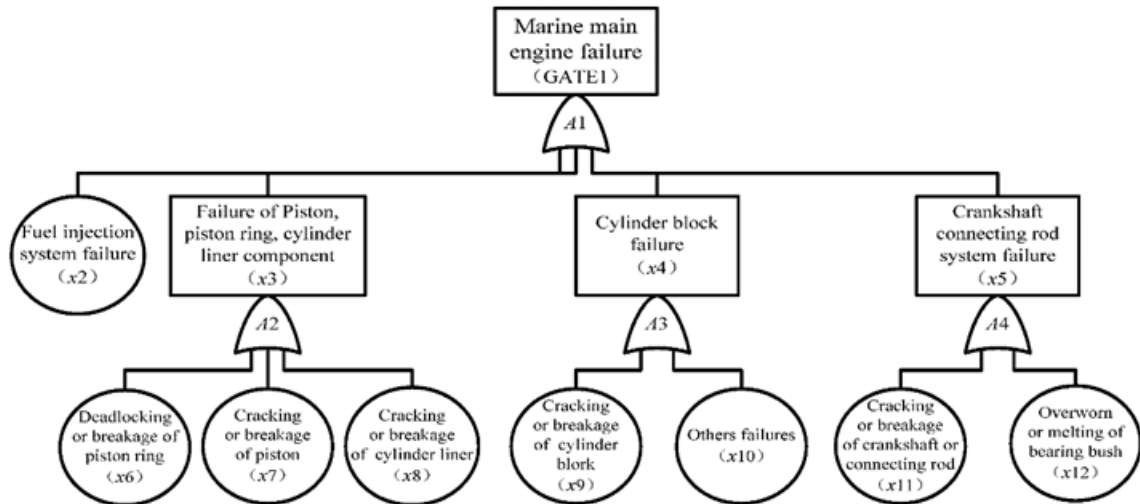
1.3.4 Fault Tree Analysis (FTA)

Η ανάλυση FTA αναπτύχθηκε αρχικά το 1962 στα Bell Laboratories από τον H.A Watson, στο πλαίσιο σύμβασης με το Τμήμα Βαλλιστικών Συστημάτων της Πολεμικής Αεροπορίας των ΗΠΑ για την αξιολόγηση του Συστήματος Εκτόξευσης Minuteman I Intercontinental Ballistic Missile (ICBM). Η ανάλυση FTA είναι η συνηθέστερα χρησιμοποιούμενη τεχνική για την αιτιώδη ανάλυση σε μελέτες κινδύνου και αξιοπιστίας. Η FTA είναι μια ανάλυση αποτυχίας στην οποία μια ανεπιθύμη κατάσταση ενός συστήματος αναλύεται χρησιμοποιώντας Boolean Logic για να συνδυάσει μια σειρά προηγούμενων γεγονότων. Αυτή η μέθοδος ανάλυσης χρησιμοποιείται κυρίως στον τομέα της μηχανικής για τη διαχείριση της ασφάλειας με σκοπό τον ποσοτικό προσδιορισμό της πιθανότητας ενός κινδύνου.

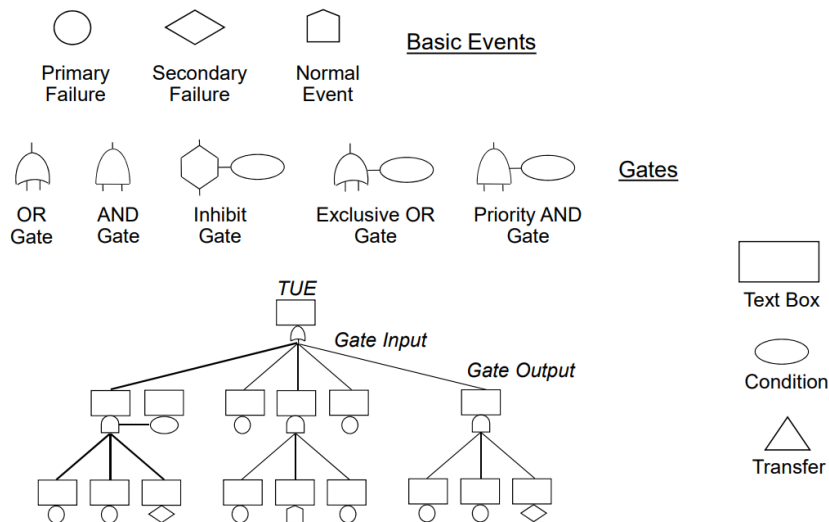
Η FTA είναι μια τεχνική γραφικού σχεδιασμού. Αναλύει τα δεδομένα από πάνω προς τα κάτω, με μια αφαιρετική τεχνική, και λειτουργεί με γνώμονα τα γεγονότα παρά τα εξαρτήματα. Ένα πλεονέκτημα της εστίασης στις αποτυχίες είναι ότι οι αποτυχίες είναι συνήθως πιο εύκολο να οριστούν από τις "μη αποτυχίες" και συνήθως υπάρχουν πολύ λιγότεροι τρόποι με τους οποίους μπορούν να συμβούν "μη αποτυχίες". Η εστίαση γίνεται συνήθως σε μια σημαντική αποτυχία ή ένα καταστροφικό συμβάν, το οποίο αναφέρεται ως το κορυφαίο συμβάν και εμφανίζεται στην κορυφή του δενδρικού διαγράμματος σφαλμάτων. Η ποιοτική ανάλυση συνίσταται στην αναγνώριση των διαφόρων συνδυασμών γεγονότων που θα προκαλέσουν την εμφάνιση του συμβάντος που βρίσκεται στην κορυφή. Αυτό μπορεί να ακολουθήσει μια ποσοτική ανάλυση για να εκτιμηθεί η πιθανότητα εμφάνισης του κορυφαίου συμβάντος. Η FTA συνήθως περιλαμβάνει γεγονότα από τη φθορά του μηχανήματος, την αποτυχία υλικού ή καθοριστικούς συνδυασμούς που συνέβαλλαν στο συμβάν και προέρχονται από άλλα βοηθητικά μηχανήματα/κατασκευές ή παρακλάδια, αυτού.

Συνήθως τα ποσοστά αποτυχίας εξάγονται προσεκτικά από τεκμηριωμένα ιστορικά δεδομένα όπως ο μέσος χρόνος βλάβης των εξαρτημάτων, της μονάδας, του υποσυστήματος ή της λειτουργίας. Είναι δυνατή η εκχώρηση δεδομένων πρόβλεψης αυτών των συνθηκών. Η FTA μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως πολύτιμο εργαλείο σχεδιασμού, να εντοπίσει πιθανά ατυχήματα και να εξαλείψει τις δαπανηρές αλλαγές του σχεδιασμού. Μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί ως διαγνωστικό εργαλείο, προβλέποντας την πιθανότερη βλάβη του συστήματος σε οποιοδήποτε συμβάν.

Το FTA χρησιμοποιείται στη μηχανική διαχείρισης ασφάλειας και γενικά σε όλους τους σημαντικούς τομείς της μηχανικής.



Σχήμα 1-5: Παράδειγμα δέντρου σφάλματος για κύρια μηχανή πλοίου [Tran Van Ta et. al, 2017]



Σχήμα 1-6: Δομικά στοιχεία δέντρου σφάλματος [C. A. Ericson II, 2014]

1.3.5 Human Reliability Analysis (HRA)

Ο δεύτερος Παγκόσμιος Πόλεμος οδήγησε σε αισθητή αύξηση της ανάπτυξης στρατιωτικού εξοπλισμού, γεγονός που οδήγησε σε προβλήματα διαχείρισης. Οι συνέπειες αυτής της ανάπτυξης ήταν η ανάγκη να εξεταστούν εκτενώς οι τομείς της εργονομίας, της αξιοπιστίας, της λειτουργικότητας και της συντηρησιμότητας. Η πρώτη πιθανοθεωρητική μελέτη ανθρώπινης αξιοπιστίας διεξήχθη το 1952 για λογαριασμό ενός οπλικού συστήματος στα Sandia National Laboratories, ΗΠΑ.

Οι άνθρωποι αποτελούν μέρος όλων των φάσεων των τεχνικών συστημάτων, κατά τη φάση σχεδιασμού, κατασκευής, συντήρησης, λειτουργίας και βελτίωσης. Δεδομένου ότι οι άνθρωποι αποτελούν σημαντικό μέρος ενός συστήματος, είναι πιθανότερο να συμβεί ένα

σφάλμα. Οι άνθρωποι είναι πιο περίπλοκοι από τα τεχνικά συστήματα και επομένως είναι πιο απρόβλεπτοι όταν κάνουν σφάλματα.

Για να εκτιμηθεί η αξιοπιστία των ανθρώπων σε ορισμένες εργασίες, δημιουργήθηκε η Ανάλυση Αξιοπιστίας Ανθρώπου (HRA). Αυτή είναι μια μέθοδος που λειτουργεί με συστηματικό τρόπο για τον εντοπισμό και την αξιολόγηση πιθανών σφαλμάτων που προκαλούνται από χειριστές, προσωπικό συντήρησης και άλλο προσωπικό που εργάζεται σε ένα σύστημα [14]. Με την HRA γίνεται ποσοτικοποίηση των πιθανών ανθρώπινων σφαλμάτων. Η HRA υποστηρίζει επίσης μέτρα πρόληψης και μετριασμού των επιπτώσεων των σφαλμάτων και βελτιώνει την αποτελεσματικότητα της εκτίμησης κινδύνου καθώς συμπεριλαμβάνονται σε αυτήν και τα ανθρώπινα στοιχεία. Γενικά, οι περισσότερες μέθοδοι HRA χρησιμοποιούν τρεις διαφορετικές φάσεις [3]:

1. Ανάλυση εργασιών. Εδώ η συνολική εργασία υποδιαιρείται σε μικρότερες ενέργειες για περαιτέρω ανάλυση. Η υποδιαίρεση ποικίλλει μεταξύ των μεθόδων HRA και δεν υπάρχει ένα γενικό πρότυπο για αυτό.
2. Ανίχνευση ανθρώπινου σφάλματος. Οι συντελεστές διαμόρφωσης της απόδοσης (PSF - Performance Shaping Factors) προσδιορίζονται. Οι παράγοντες που προσδιορίζονται ποικίλλουν μεταξύ της μεθόδου HRA, ο αριθμός των παραγόντων μπορεί να διαφέρει από 1 έως 50 PSF.
3. Ποσοτικοποίηση του ανθρώπινου σφάλματος. Η ποσοτικοποίηση υποδεικνύει πόσο πιθανό είναι να εμφανιστεί ένα ανθρώπινο σφάλμα σε μια συγκεκριμένη εργασία. Η πιθανότητα ανθρώπινου σφάλματος (HEP - Human Error Probability) υπολογίζεται σε αυτή τη φάση. Δεν υπάρχει πρότυπο για τον υπολογισμό. Θα μπορούσε να βασιστεί στους PSF, σε εκτιμήσεις εμπειρογνομόνων, σε προσομοιώσεις ή στη προσέγγιση Bayesian.

Τόσο ποσοτικές όσο και ποιοτικές μέθοδοι χρησιμοποιούνται στις φάσεις της HRA. Οι ποιοτικές μέθοδοι χρησιμοποιούνται για τον εντοπισμό της ανάλυσης εργασιών, στην οποία η εργασία υποδιαιρείται σε μικρότερες ενέργειες. Επίσης, η αναγνώριση των PSF αποτελεί μέρος μιας ποιοτικής μεθόδου. Το ποσοτικό μέρος των φάσεων της HRA είναι οι υπολογισμοί του HEP. Το HEP υπολογίζει την πιθανότητα εμφάνισης ανθρώπινου σφάλματος για μια συγκεκριμένη εργασία [14]. Αυτό γίνεται διαιρώντας τον αριθμό των σφαλμάτων κατά το πόσες φορές εκτελέστηκε η εργασία.

1.3.6 Cognitive Reliability Error Analysis Method (CREAM)

Η ανθρώπινη δουλειά θα μπορούσε να χαρακτηρίζεται από μια κλίμακα που πηγαίνει από την "πράξη" στη "σκέψη". Ορισμένα καθήκοντα, όπως χειρωνακτικές δεξιότητες και το να ακολουθεί κάποιος μια συγκεκριμένη διαδικασία, απαιτούν πολύ «πράξη» και λίγη «σκέψη», ενώ άλλα, όπως η διάγνωση, ο προγραμματισμός και η επίλυση προβλημάτων, απαιτούν πολύ «σκέψη» και λίγη «πράξη». Η ανάπτυξη της σύγχρονης τεχνολογίας έχει αλλάξει τη φύση της ανθρώπινης εργασίας από το να είναι κυρίως χειρωνακτικές

δεξιότητες σε λειτουργίες που απαιτούν κυρίως γνώση (που συνήθως αναφέρονται ως γνωστικά καθήκοντα). Σήμερα, η κατάσταση των πραγμάτων έχει συνέπειες τόσο στο σχεδιασμό συστημάτων όσο και στην ανάλυση αξιοπιστίας. Στο σχεδιασμό του συστήματος, για παράδειγμα, οι συμβατικές εργονομικές πτυχές πρέπει να αντικατασταθούν από τη γνωστική εργονομία. Ομοίως, στην ανάλυση αξιολόγησης κινδύνου και αξιοπιστίας, η ανάλυση ανθρώπινης αξιοπιστίας πρώτης γενιάς (HRA) πρέπει να αντικατασταθεί από μια ανάλυση γνωστικής αξιοπιστίας δεύτερης γενιάς, που εξαρτάται από το περιβάλλον εργασίας.

Η CREAM (Cognitive Reliability and Error Analysis Method) είναι μια συγκεκριμένη πρόταση για μια δεύτερης γενιάς ανάλυση HRA. Η CREAM θα επιτρέψει σε έναν αναλυτή να επιτύχει τα εξής:

1. Να προσδιορίζει εκείνα τα μέρη του έργου ως καθήκοντα ή ενέργειες που απαιτούν ή εξαρτώνται από την ανθρώπινη γνώση και τα οποία ενδέχεται να επηρεαστούν από πιθανές διακυμάνσεις της γνωστικής αξιοπιστίας,
2. Να προσδιορίζει τους όρους υπό τους οποίους ενδέχεται να μειωθεί η γνωστική αξιοπιστία με αποτέλεσμα αυτά τα καθήκοντα ή οι ενέργειες να ενδέχεται να αποτελέσουν πηγή κινδύνου,
3. Να αξιολογεί τις συνέπειες της ανθρώπινης απόδοσης στην ασφάλεια του συστήματος, αξιολόγηση η οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί στις PRA / PSA, και
4. Να αναπτύσσει και καθορίζει τροποποιήσεις που βελτιώνουν αυτές τις συνθήκες, συμβάλλοντας έτσι στην αύξηση της αξιοπιστίας της γνώσης και στη μείωση του κινδύνου.

Τα βήματα 1 - 3 είναι ο πυρήνας της CREAM. Το βήμα 4 εξυπηρετεί το σκοπό να εξασφαλιστεί ότι προκύπτουν τα κατάλληλα συμπεράσματα από την ανάλυση και ότι οι απαραίτητες αλλαγές στο σύστημα έχουν καθοριστεί σωστά.

Η CREAM μπορεί να χρησιμοποιηθεί με διάφορους τρόπους:

- ως μια ανεξάρτητη μέθοδος ανάλυσης, είτε για αναδρομικές είτε για μελλοντικές αναλύσεις, χρησιμοποιώντας μια συνεπή ταξινόμηση των επιπτώσεων και των αιτιών των σφαλμάτων.
- ως μέρος μιας μεγαλύτερης μεθόδου σχεδιασμού για σύνθετα, διαδραστικά συστήματα
- ως HRA στο πλαίσιο μιας ολοκληρωμένης ανάλυσης ασφάλειας (ISA) ή πιθανοτικής ανάλυσης ασφαλείας (PSA).

Η CREAM παρέχει την βασική λειτουργικότητα αυτών των υπηρεσιών, δηλαδή τις έννοιες, το σύστημα ταξινόμησης, τα γνωστικά μοντέλα και τις μεθόδους. Προκειμένου να χρησιμοποιηθεί σωστά, είναι απαραίτητο να συμπληρωθεί με συγκεκριμένες εφαρμογές

και άλλες πληροφορίες, π.χ. με τη προσθήκη τιμών για συγκεκριμένες παραμέτρους απόδοσης, λεπτομερείς λειτουργικές και διαδικαστικές γνώσεις που καθορίζουν το υπάρχων περιβάλλον κ.λπ.

Ο Eric Hollnagel αργότερα αναθεώρησε για αυτή τη μέθοδο γιατί άρχισε να βλέπει από διαφορετική οπτική το ρίσκο και την ασφάλεια, όπως θα δούμε παρακάτω. Όπως είπε και ο ίδιος: «η CREAM ήταν μια καλή ιδέα τότε, αλλά δεν είναι πλέον».

1.3.7 Hazard and Operability Analysis (HAZOP)

Η μελέτη κινδύνου και λειτουργικότητας (HAZOP - Hazard and Operability) είναι μια μέθοδος προσδιορισμού των κινδύνων που ενδέχεται να επηρεάσουν την ασφάλεια και τη λειτουργικότητα βάσει της χρήσης των οδηγιών. Μια ομάδα εμπειρογνομόνων σε διάφορες πτυχές του συστήματος (πλοίο, υπεράκτια εγκατάσταση κ.λπ.), υπό την καθοδήγηση ενός ανεξάρτητου ηγέτη, μελετά συστηματικά κάθε υποσύστημα της διαδικασίας με τη σειρά. Χρησιμοποιείται μια τυποποιημένη λίστα οδηγιών για να διευκολύνει τους ειδικούς να εντοπίσουν τις αποκλίσεις από τις προδιαγραφές του σχεδιασμού. Για κάθε αξιόπιστη απόκλιση, οι εμπειρογνώμονες εξετάζουν πιθανά αίτια και συνέπειες καθώς και εάν πρέπει να συνιστώνται πρόσθετες ενέργειες για την ασφάλεια. Τα συμπεράσματα αναφέρονται σε τυποποιημένη μορφή κατά τη διάρκεια των συνεδριών. Οι οδηγίες για τη HAZOP δίνονται στο CCPS (1992) και στο Ambion (1997). Παρόλο που αυτά αφορούν χερσαίες επιχειρήσεις, η μελέτη HAZOP για τον εξοπλισμό υπεράκτιων διεργασιών είναι ουσιαστικά το ίδιο. Η HAZOP είναι μία από τις συνηθέστερα χρησιμοποιούμενες τεχνικές HAZID στην υπεράκτια βιομηχανία (Ambion, 1997). Ωστόσο, η κλασική της μορφή αναφέρεται σε συνεχείς χημικές διεργασίες και δεν είναι αποτελεσματική για θαλάσσιους κινδύνους. Ένα τυπικό παράδειγμα της HAZOP παρουσιάζεται στον Πίνακα 1-1.

Hazard and Operability Analysis of the Vessel's Compressed Air System						
Είδος	Απόκλιση	Αίτια	Συνέπειες	Μέτρα ασφαλείας	Risk Ranking (Επικινδυνότητα, Πιθανότητα)	Προτάσεις
1. Intel Line for the Compressor						
1.1	Υψηλή ροή		Δεν υπάρχουν αξιοσημείωτα ατυχήματα			
1.2	Χαμηλή/Κα-θόλου ροή	Plugging of filter or piping (especially at air intake) Rainwater accumulation in the line and potential for	Ανεπαρκής λειτουργία του συμπιεστή, που οδηγεί σε υπερβολική κατανάλωση ενέργειας και πιθανή ζημιά στον συμπιεστή Χαμηλή /	Δείκτης πίεσης / υποπίεσης μεταξύ του συμπιεστή και του φίλτρου εισαγωγής Περιοδική αντικατάσταση του φίλτρου Προστατευτικό	Medium Risk (Επικινδυνότητα: Μέτρια, Πιθανότητα: Μέτρια)	Ανάθεση του ελέγχου του μετρητή πίεσης που σε κάποιο άτομο σε καθημερινή βάση Ή Αντικατάσταση του μετρητή με ένα διακόπτη

		freeze-up	καθόλου ροή αέρα σε εξοπλισμό και εργαλεία, που οδηγεί σε ανεπάρκειες στην παραγωγή και ενδεχόμενες διακοπές της	καπάκι για τη βροχή στο σημείο εισόδου του αέρα		χαμηλής πίεσης που παρακολουθείται και σημαίνει συναγερμό, εάν χρειαστεί
--	--	-----------	--	---	--	--

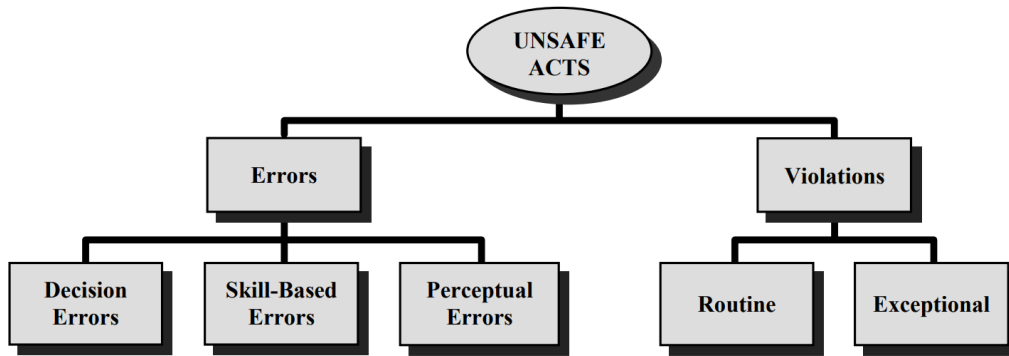
Πίνακας 1-1: Παράδειγμα εφαρμογής μεθόδου HAZOP

1.3.8 Human Factors and Analysis Classification Systems (HFACS)

Με βάση την ιδέα λανθάνουσας (έμμεσης) και ενεργητικής (άμεσης) αποτυχίας του Reason (1990), το HFACS περιγράφει τέσσερα επίπεδα αποτυχίας: 1) επισφαλείς πράξεις, 2) προϋποθέσεις για επισφαλείς πράξεις, 3) μη ασφαλής εποπτεία και 4) οργανωτικές επιδράσεις.

- Επισφαλείς Πράξεις

Οι επισφαλείς πράξεις μπορούν σε γενικές γραμμές να ταξινομηθούν σε δύο κατηγορίες: σφάλματα και παραβιάσεις (Reason, 1990). Γενικά, τα σφάλματα αντιπροσωπεύουν τις ψυχικές ή σωματικές ενέργειες ατόμων που δεν επιτυγχάνουν το επιδιωκόμενο αποτέλεσμα. Χωρίς να αποτελεί έκπληξη, το γεγονός ότι λόγω της φύσης τους, τα ανθρώπινα όντα κάνουν σφάλματα, αυτού του είδους τα σφάλματα συναντώνται συχνότατα στις βάσεις δεδομένων και στα αρχεία ατυχημάτων. Οι παραβιάσεις, από την άλλη πλευρά, αναφέρονται στη σκόπιμη παραβίαση των κανόνων και κανονισμών που διέπουν την ασφάλεια των διαδικασιών. Η πρόβλεψη και η αποτροπή αυτών των τρομακτικών και καθαρά "αποτρέψιμων" μη ασφαλών πράξεων, συνεχίζει να αποτελεί πρόβλημα για τους ερευνητικούς οργανισμούς καθώς κανένας ερευνητής δεν έχει καταλήξει σε μια οριστική λύση. Παρ'όλα αυτά, η διάκριση μεταξύ σφαλμάτων και παραβιάσεων δεν παρέχει το επίπεδο λεπτομερειών που απαιτείται από τις περισσότερες έρευνες ατυχημάτων. Ως εκ τούτου, οι κατηγορίες των σφαλμάτων και των παραβιάσεων διευρύνθηκαν εδώ (Σχήμα 1-7), όπως και αλλού (Reason, 1990, Rasmussen, 1982), και συμπεριλαμβάνουν τρεις βασικούς τύπους σφαλμάτων (εξαρτώμενα από την ικανότητα, τις αποφάσεις και τις αντιλήψεις) καθώς και δύο τύπους παραβιάσεων (ρουτίνας και εξαιρέσεις στον κανόνα).



Σχήμα 1-7: Κατηγορίες μη ασφαλών πράξεων [Douglas A. Wiegmann, 2000]

- Προϋποθέσεις για μη ασφαλείς ενέργειες

Απλά εστιάζοντας σε επικίνδυνες ενέργειες είναι σαν να εστιάζουμε σε ένα σύμπτωμα, π.χ. πυρετό χωρίς να κατανοούμε την υποκείμενη νόσο που τον προκαλεί. Έτσι, οι ερευνητές πρέπει να ψάξουν βαθύτερα το γιατί έλαβαν χώρα οι επικίνδυνες αυτές ενέργειες.

- Μη ασφαλής εποπτεία

Υπενθυμίζουμε ότι εκτός από εκείνους τους αιτιώδεις παράγοντες που συνδέονται με τον πιλότο / χειριστή, ο Reason (1990) προσπαθεί να ανιχνεύσει την αιτιώδη αλυσίδα των γεγονότων πίσω από τις πράξεις των αρμόδιων για τον έλεγχο. Ως εκ τούτου, εντοπίσαμε τέσσερις κατηγορίες μη ασφαλούς εποπτείας: η ανεπαρκής εποπτεία, ακατάλληλες ενέργειες των υπευθύνων, αποτυχία διορθώσεως ενός γνωστού προβλήματος και παραβιάσεις εποπτείας.

- Οργανωτικές επιδράσεις

Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, οι λανθασμένες αποφάσεις της ανώτερης διοίκησης επηρεάζουν άμεσα τις εποπτικές πρακτικές, όπως και την στάση και τις πράξεις όλων των εμπλεκόμενων φορέων. Δυστυχώς, αυτά τα οργανωτικά σφάλματα συχνά περνούν απαρατήρητα από τους επαγγελματίες στον τομέα της ασφάλειας, λόγω κυρίως της έλλειψης ενός σαφούς πλαισίου στο οποίο μπορούν να διερευνηθούν περεταίρω. Σε γενικές γραμμές, οι πιο απροσδόκητες λανθάνουσες αποτυχίες περιστρέφονται γύρω από θέματα που σχετίζονται με τη διαχείριση των πόρων, το οργανωτικό κλίμα και τις επιχειρησιακές διαδικασίες.

1.3.9 Failure Modes and Effects Analysis (FMEA)

Η ανάλυση FMEA (Failure modes and effects analysis) είναι μια μέθοδος διερεύνησης για τον προσδιορισμό του τρόπου αποτυχίας ενός προϊόντος, μιας διαδικασίας ή ενός συστήματος και των πιθανών επιδράσεων συγκεκριμένων τρόπων αποτυχίας. Για παράδειγμα, ένα προϊόν, μια μηχανή ή μια δομή μπορεί να αποτύχει κατασκευαστικά ως αποτέλεσμα ελαττωματικής συμπεριφοράς ενός εξαρτήματος ή του χρήστη. Μια

κατασκευαστική, επιχειρηματική ή διοικητική διαδικασία μπορεί να αποτύχει λειτουργικά λόγω κακής εκπαίδευσης του προσωπικού, αναποτελεσματικού ελέγχου, ελαττωματικού σχεδιασμού ή ελαττωματικού εξοπλισμού. Σε όλες αυτές τις περιπτώσεις και σε άλλες, η FMEA μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να εκτιμήσει τους πιθανούς τρόπους με τους οποίους μπορεί να εμφανιστούν αποτυχίες, να εκτιμήσει το μέγεθος των επιπτώσεων της αποτυχίας, να ανακαλύψει την πιθανή αιτία ή τις αιτίες της αποτυχίας και να καταλάβει τι μπορεί να γίνει για να αποφευχθούν τέτοιες αποτυχίες ή να μετριαστεί η πιθανότητα εμφάνισής τους.

Προερχόμενη από τον αμερικανικό στρατό κατά τη δεκαετία του 1940, η FMEA σήμερα είναι ένα αναλυτικό εργαλείο που χρησιμοποιείται ευρέως σε προσεγγίσεις ποιότητας όπως το ISO 9000, το ISO / TS 16949, το Six Sigma και το Design for Six Sigma (DFSS). Η FMEA είναι τόσο ποιοτική όσο και ποσοτική τεχνική. Στην ιδανική περίπτωση, μια ομάδα που θα αναλάβει μια ανάλυση FMEA ενός υπάρχοντος προϊόντος ή διαδικασίας θα διαθέτει ιστορικά δεδομένα ή δεδομένα από συστήματα παρακολούθησης που θα υποδεικνύουν πιθανούς τρόπους αποτυχίας και τις σημαντικότερες αιτίες τους. Ωστόσο, σε πολλές περιπτώσεις μπορεί να μην υπάρχει έγκυρο σύστημα μέτρησης και, στην περίπτωση νέων προϊόντων ή διαδικασιών, να μην υπάρχουν ιστορικά δεδομένα. Σε αυτές τις περιπτώσεις, η ομάδα πρέπει να καθορίσει υποκειμενικά, με βάση τις γνώσεις και την εμπειρία τους, τους πιθανούς τρόπους αποτυχίας, τις πρακτικές συνέπειες της αποτυχίας καθώς και τις πιθανές αιτίες της αποτυχίας.

Η ομάδα αξιολογεί έπειτα τον βαθμό στον οποίο οι τρέχοντες μηχανισμοί ή διαδικασίες ελέγχου είναι σε θέση να ανιχνεύσουν την αιτία της βλάβης προτού εμφανισθεί ή πριν εμφανιστούν τα αποτελέσματά αυτής, δίνοντας έτσι στον χρόνο για να ληφθούν διορθωτικά μέτρα. Για παράδειγμα, όταν τα ελαστικά των αυτοκινήτων είναι λεία, είναι προφανές ότι πρέπει να αντικατασταθούν, αποτρέποντας έτσι την αποτυχία. Ωστόσο, σε άλλες περιπτώσεις αποτυχίας, όπως μια έκρηξη λόγω αιφνίδιου ρήγματός, είναι αδύνατο να εντοπιστούν τα αίτια πριν την αυτή συμβεί. Η ομάδα βαθμολογεί αριθμητικά κάθε ένα από αυτά τα τρία στοιχεία: τα αποτελέσματα (συνέπειες) της αποτυχίας, τα αίτια και την ανίχνευση. Σε κλίμακα 1-10, ένα αποτέλεσμα αξιολογείται ως προς τη σοβαρότητα, όπου το 10 είναι "καταστροφικό". Για λόγους αποτυχίας, η ομάδα εκτιμά την πιθανότητα εμφάνισης, με το 10 να είναι "πολύ πιθανό". Για την ανίχνευση, η ομάδα αξιολογεί την πιθανότητα ανίχνευσης της αιτίας μιας κατάστασης αποτυχίας αρκετά νωρίς ώστε να αποτρέψει τα αρνητικά αποτελέσματα, με το 10 να δείχνει ότι είναι σχεδόν αδύνατο να προβλεφθεί. Οι τρεις αριθμοί στη συνέχεια πολλαπλασιάζονται για κάθε συνδυασμό αιτίου-αποτελέσματος-ανίχνευσης, από τους οποίους ενδέχεται να υπάρχουν αρκετοί για κάθε διαφορετικό τύπο αποτυχίας στην εκάστοτε περίπτωση, και τελικά φτάνουμε σε έναν αριθμό προτεραιότητας κινδύνου (RPN):

$$(Σοβαρότητα του αποτελέσματος) \times (Πιθανότητα εμφάνισης) \times (Αδυναμία ανίχνευσης) = RPN$$

Για παράδειγμα, μια επίδραση 10 για σοβαρότητα, 10 για πιθανότητα εμφάνισης και 10 για πιθανότητα ανίχνευσης (όπου το 10 δείχνει ότι δεν υπάρχει πιθανότητα ανίχνευσης) αποδίδει RPN 1000 - τη χειρότερη δυνατή περίπτωση. Αντιστρόφως, οι βαθμολογίες των 1, 1 και 1, αντίστοιχα, αποδίδουν RPN 1, υποδεικνύοντας ένα συνδυασμό αιτίου-αποτελέσματος-ανίχνευσης που δεν χρήζει ανησυχίας. Τα RPNs μπορούν να παίρνουν οποιαδήποτε τιμή κατά μήκος της κλίμακας 1-1000 και όσο υψηλότερο είναι το RPN, τόσο μεγαλύτερη είναι η ανησυχία για μια ενδεχόμενη αποτυχία στην εξεταζόμενη διαδικασία. Ως εκ τούτου, η ομάδα που εκτελεί τη FMEA συνήθως εξετάζει πρώτα τις πιθανές αποτυχίες που προκαλούν τη μεγαλύτερη ανησυχία. Κατόπιν υλοποιούνται διορθωτικές ενέργειες όπου κρίνεται απαραίτητο. Στη συνέχεια, οι αξιολογήσεις της FMEA μπορούν να επαναληφθούν για να καθοριστεί εάν οι διορθωτικές ενέργειες ήταν αποτελεσματικές, επιτρέποντας στην ομάδα να μειώσει τα επίπεδα κινδύνου για τους πιο κρίσιμους παράγοντες με την πάροδο του χρόνου.

1.3.10 Technique for Human Error Rate Prediction (THERP)

Η THERP είναι η πιο γνωστή και πιο συχνά εφαρμοζόμενη τεχνική για την πρόβλεψη της αξιοπιστίας της ανθρώπινης απόδοσης. Πρόκειται για μια μέθοδο που προβλέπει το ποσοστό των ανθρώπινων σφαλμάτων και αξιολογεί κατά πόσο η υποβάθμιση ενός συστήματος το οποίο περιέχει και ανθρώπους μπορεί να προκληθεί από ανθρώπινα σφάλματα σε συνδυασμό με παράγοντες όπως η αξιοπιστία του εξοπλισμού, οι διαδικασίες και άλλοι παράγοντες. Η THERP χρησιμοποιεί συντελεστές διαμόρφωσης (ανθρώπινων) επιδόσεων (performance-shaping factors) για να κρίνει συγκεκριμένες καταστάσεις. Σε ορισμένες περιπτώσεις, ωστόσο, μπορεί να είναι δύσκολο να ληφθούν υπ' όψιν όλοι οι παράγοντες που θεωρούνται σημαντικοί. Η THERP έχει το πλεονέκτημα της απλότητας, αλλά δεν λαμβάνει υπ' όψιν την εξάρτηση της αξιοπιστίας της ανθρώπινης απόδοσης από το χρόνο. Η THERP περιλαμβάνει πέντε βήματα:

1. Καθορισμός του συστήματος ή της διαδικασίας. Αυτό περιλαμβάνει την περιγραφή των στόχων και λειτουργιών του συστήματος και των συνεπειών της μη επίτευξής τους. Απαιτεί επίσης τον προσδιορισμό του σκοπού, του προσωπικού και των χαρακτηριστικών υλικού / λογισμικού.
2. Προσδιορισμός και απαρίθμηση όλων των ανθρώπινων εργασιών που εκτελέστηκαν και τις σχέσεις τους με το σύστημα και τις διαδικασίες και λειτουργίες αυτού. Αυτό απαιτεί ανάλυση όλων των εργασιών χειριστών και των υπευθύνων συντήρησης.
3. Πρόβλεψη ποσοστών σφάλματος για κάθε ανθρώπινη εργασία ή σύνολο εργασιών. Θα πρέπει να εντοπιστούν τα σφάλματα που ενδέχεται να προκύψουν σε κάθε εργασία ή υποσύνολο εργασιών. Σφάλματα που δεν είναι σημαντικά από την άποψη της ομαλής λειτουργίας του συστήματος αγνοούνται. Αυτό το βήμα περιλαμβάνει την εκτίμηση της πιθανότητας εμφάνισης κάθε σφάλματος καθώς και την πιθανότητα να μην εντοπιστεί ένα σφάλμα.

4. Προσδιορισμός της επίδρασης των ανθρώπινων σφαλμάτων στο σύστημα ή στη διαδικασία, συμπεριλαμβανομένων των συνεπειών σε περίπτωση μη εντοπισμού τους. Αυτό απαιτεί την ανάπτυξη δέντρων γεγονότων. Τα αριστερά άκρα των δέντρων αυτών είναι κλάδοι επιτυχίας. Τα δεξιά άκρα είναι κλάδοι αποτυχίας. Οι πιθανότητες αντιστοιχίζονται σε κάθε διαδρομή. Το δέντρο αντανακλά τις επιπτώσεις της αλληλεξάρτησης των εργασιών. Εκτιμώνται οι σχετικές επιδράσεις των παραγόντων διαμόρφωσης της απόδοσης, π.χ. εργασιακή πίεση και εμπειρία.
5. Ανάπτυξη και προτάσεις αλλαγών που θα μειώσουν το ποσοστό αποτυχίας του συστήματος ή των διαδικασιών. Οι συνιστώμενες αλλαγές μπορούν να αναπτυχθούν χρησιμοποιώντας αναλύσεις ευαισθησίας, στις οποίες οι παράγοντες και οι τιμές ποικίλλουν και τα αποτελέσματα μπορούν να ελεγχθούν. Η THERP δεν κάνει υποθέσεις σχετικά με την εξάρτηση ή μη των συμπεριφορών του προσωπικού από διάφορους παράγοντες. Τα δεδομένα λαμβάνονται από διαθέσιμες πηγές.

1.3.11 Human error assessment and reduction technique (HEART)

Η τεχνική HEART αναπτύχθηκε από τον Williams (1986) και βασίζεται στη βιβλιογραφία για την ανθρώπινη απόδοση. Ο αναλυτής ανθρώπινων παραγόντων πρέπει να βασιστεί στα βήματα που συνοψίζονται στον Πίνακα 1-2 για να εκτιμήσει την πιθανότητα αποτυχίας για μια συγκεκριμένη εργασία.

Βήμα	Έργο	Αποτέλεσμα
1	Γενική αναξιοπιστία εργασίας: Ταξινομήστε τις εργασίες σύμφωνα με το πόσο αναξιόπιστοι είναι γενικά οι άνθρωποι για αυτές σε έναν από τους 9 γενικούς τύπους εργασιών HEART (βλ. Παρακάτω)	Nominal human unreliability probability
2	Συνθήκες που προκαλούν σφάλματα & πολλαπλασιαστές: Προσδιορίστε τις σχετικές συνθήκες που ευθύνονται για τα σφάλματα (EPCs) στο σενάριο / έργο που εξετάζεται και μπορούν να επηρεάσουν αρνητικά τη συνολική απόδοση	Maximum predicted nominal amount by which unreliability may increase
3	Αξιολογηθείσα αναλογία επιπτώσεων: Εκτιμήστε την επίδραση κάθε EPC στην εργασία με βάση την τελική κρίση	Proportion of effect value between 0 and 1
4	Αξιολογηθείσα επίδραση: Υπολογίστε τον «εκτιμώμενο αντίκτυπο» για κάθε EPC σύμφωνα με τον τύπο: ((Multiplier-1) Assessed Proportion of Effect) +1	Assessed impact value
5	Πιθανότητα ανθρώπινων σφαλμάτων: Υπολογίστε τη συνολική πιθανότητα αποτυχίας της εργασίας με βάση τον τύπο: Nominal human unreliability × Assessed impact 1 × Assessed Impact 2 ... etc.	Overall probability of failure

Πίνακας 1-2: Βήματα της HEART [Williams, 1986]

Οι εννιά γενικοί τύποι εργασιών που χρησιμοποιούνται στην HEART:

- 1) Χαμηλή εξοικείωση με τη συγκεκριμένη εργασία, εκτελούμενη γρήγορα χωρίς καμία ιδέα πιθανών αρνητικών συνεπειών
- 2) Μετακίνηση ή επαναφορά ενός συστήματος σε νέα ή στην αρχική κατάσταση σε μία μόνο προσπάθεια χωρίς επιτήρηση ή διαδικασίες.
- 3) Σύνθετο έργο που απαιτεί υψηλά επίπεδα κατανόησης και δεξιοτήτων.
- 4) Εργασία ρουτίνας που εκτελείται ταχέως ή με ελάχιστη προσοχή.
- 5) Εργασία ρουτίνας από προσωπικό με εμπειρία, εκτελείται ταχέως και απαιτεί σχετικά χαμηλό επίπεδο δεξιοτήτων.
- 6) Μετακίνηση ή επαναφορά ενός συστήματος σε αρχική ή νέα κατάσταση ακολουθώντας διαδικασίες με κάποιους ελέγχους.
- 7) Υψηλή εξοικείωση, καλά σχεδιασμένη, εργασία ρουτίνας που εκτελείται από έμπειρο προσωπικό μερικές φορές την ώρα
- 8) Σωστή απόκριση στις εντολές του συστήματος ακόμα και όταν υπάρχει ένα ενισχυμένο ή αυτοματοποιημένο σύστημα εποπτείας
- 9) Κανένα από τα παραπάνω.

Βασικές EPC's (Error-Producing Conditions):

- Χαμηλή εξοικείωση με την εκάστοτε εργασία
- Έλλειψη χρόνου
- Κακή ποιότητα σήματος λόγω θορύβου
- Παραμέληση των απαραίτητων πληροφοριών
- Δυσκολία αφομοίωσης των πληροφοριών
- Αναντιστοιχία μοντέλου (χειριστής / σχεδιαστής)
- Προσπάθεια διόρθωσης λανθασμένων κινήσεων με ανορθόδοξο τρόπο
- Υπέρβαση φόρτου του καναλιού
- Απουσία τεχνικής κατάρτισης
- Μη αποτελεσματική μεταφορά γνώσης
- Ασάφεια τυποποιημένων διαδικασιών
- Αναντιστοιχία μεταξύ αντιληπτού / πραγματικού κινδύνου.

1.4 Zero Accidents

Στα πλαίσια της ανάπτυξης της κουλτούρας της ασφάλειας (safety culture) και εστίασης στον ανθρώπινο παράγοντα αναπτύχθηκε το ZAV που προϋποθέτει το αίσθημα ευθύνης και την καλλιέργεια της επίγνωσης του ανθρώπινου δυναμικού σχετικά με τα θέματα ασφάλειας.

Το Zero Accident Vision (ZAV) είναι μια φιλοσοφία που δηλώνει ότι κανείς δεν πρέπει να τραυματιστεί λόγω ατυχήματος. Είναι περισσότερο ένας τρόπος σκέψης παρά ένας αριθμητικός στόχος. Όσον αφορά τις στρατηγικές πρόληψης ατυχημάτων, το Zero Accident

Vision μπορεί να θεωρηθεί ως ένας τρόπος σκέψης, ο οποίος προτείνει ότι όλα τα ατυχήματα μπορούν να προληφθούν.

Μία από τις πεποιθήσεις του Zero Accident Vision είναι: «Ο μηδενικός είναι ο μόνος ηθικά βιώσιμος στόχος για την ασφάλεια και την υγεία». Αυτή η φιλοσοφία είναι μια φιλοσοφία άρνησης διότι "βασίζεται στην πεποίθηση ότι όλα τα ατυχήματα μπορούν να αποφευχθούν". Έτσι, ενσωματωμένο σε αυτή τη φιλοσοφία είναι τόσο μια ιδεολογία της τελειότητας και μια άρνηση του σφάλματος, της τυχαιότητας και αβεβαιότητας.

Παρά το γεγονός ότι η ZAV ισχυρίζεται ότι είναι επιτυχής (που πρέπει να σημαίνει την επίτευξη της βιωσιμότητας του μηδενός που είναι αδύνατο στον πραγματικό κόσμο), φυσικά δεν υπάρχουν στοιχεία για αυτόν τον ισχυρισμό.

Σύμφωνα με τον Mathis Terry (2013), είναι σημαντικό να συνειδητοποιήσουμε ότι τα "μηδενικά ατυχήματα" ή οποιαδήποτε βελτίωση της συχνότητας ή της σοβαρότητας των ατυχημάτων αποτελεί δείκτη υστέρησης (lagging indicator) της ασφάλειας. Είναι αποτέλεσμα και όχι η διαδικασία που την παράγει. Μπορεί να επιτευχθεί μέσω άριστων επιδόσεων, αλλά μπορεί επίσης να επιτευχθεί από τύχη ή λόγω κανονικής διακύμανσης στην εμφάνιση ατυχημάτων. Μπορεί ακόμη να επιτευχθεί με την καταστολή της καταγραφής και του reporting των συμβάντων μέσω εκφοβισμού ή τεχνητών ερεθισμάτων, όπως τα διάφορα μπόνους και κίνητρα. Οι δείκτες υστέρησης (lagging indicators) βασικά είναι οι μετρήσεις «λογοδοσίας». Δείχνουν στην ουσία αν είμαστε σε καλύτερο, χειρότερο ή περίπου το ίδιο επίπεδο. Δεν μας λένε πώς να βελτιωθούμε. Αυτός είναι ο σκοπός των δεικτών διαδικασίας (process indicators). Εάν έχουμε μια στρατηγική που περιλαμβάνει την διαδικασία για την παραγωγή αποτελεσμάτων, μπορούμε να μετρήσουμε πόσο καλά εργαζόμαστε ως τις διαδικασίες μας και κατόπιν να καθορίσουμε εάν επηρεάζουν τους δείκτες υστέρησης.

Στο ίδιο πνεύμα κινείται και ο Michael Norder, ο οποίος στις παρουσιάσεις του 'Identifying Measurable Safety Goals', παραθέτει κάποια προβλήματα που μπορεί να υπάρξουν στη λογική του Zero Accidents. Αρχικά το πρόβλημα που μπορεί να προκύψει είναι το 'μηδέν ατυχήματα' να γίνει το ίδιο το σύστημα management και όχι ο στόχος του συστήματος. Έτσι θα υπάρξουν πολλές φορές που τα περιστατικά (είτε ατυχήματα, είτε near misses) δεν θα καταγράφονται ώστε να κρυφτεί το πρόβλημα και να θεωρηθεί πετυχημένο το σύστημα management. Όταν ο μόνος στόχος μετριέται με τον αριθμό των ατυχημάτων το επίδομα και η απόδοση των ανθρώπων εξαρτάται από το πόσο καλά καλύπτουν και όχι από το πώς ωφελούν τον οργανισμό. Οι πραγματικές προσπάθειες στον τομέα της ασφάλειας μειώνονται και δεν υποστηρίζονται. Οι εργαζόμενοι θα πρέπει να ζουν υπό πίεση ώστε να μην κάνουν κάποιο ατύχημα και αν γίνει αυτό να προσπαθήσουν να το αποκρύψουν ώστε να μην φανούν υπαίτιοι.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

2.1 Εξελιγμένες μέθοδοι της Ασφάλειας

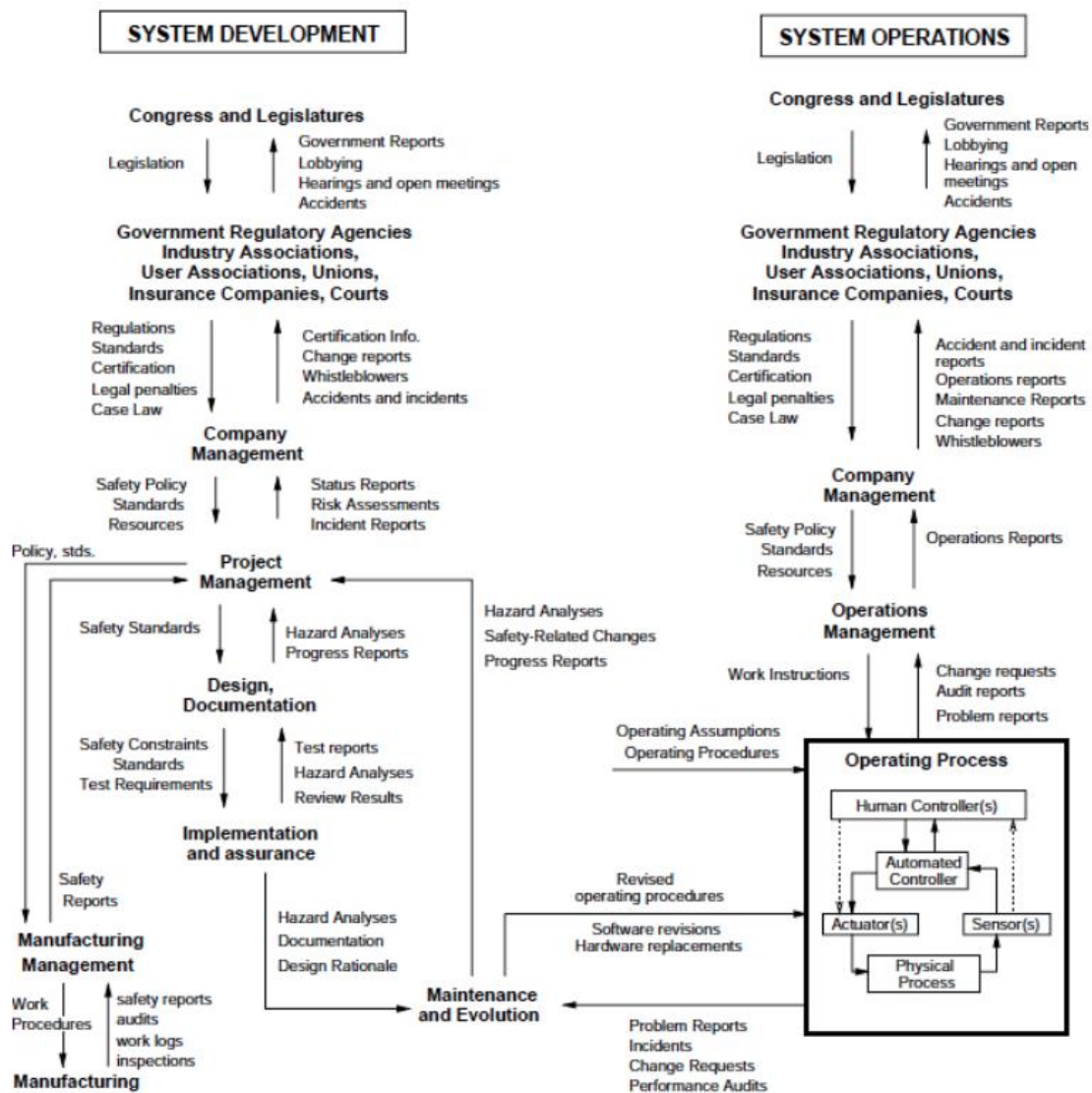
Παραδοσιακά μοντέλα ατυχημάτων αιτίας-αποτελέσματος υποδεικνύουν ότι τα ατυχήματα πολύπλοκων συστημάτων προκαλούνται από γεγονότα όπως αστοχία εξοπλισμού ή από ανθρώπινα λάθη. Ωστόσο, καθώς η πολυπλοκότητα των συστημάτων έχει αυξηθεί με την πάροδο του χρόνου, πολλά ατυχήματα (π.χ. διαστημικό λεωφορείο Columbia, πτήση Comair 5191) δεν οφείλονται απλώς σε τέτοιου είδους γεγονότα. Αντίθετα, αυτά τα ατυχήματα εμφανίζονται ως πολύπλοκα φαινόμενα μέσα στην κανονική λειτουργική μεταβλητότητα ενός συστήματος. Επομένως, η περιγραφή των ατυχημάτων με τον παραδοσιακό αυτόν τρόπο (αιτίας-αποτελέσματος) κρίνεται αναμφισβήτητα ανεπαρκής. Μπορεί επίσης να οδηγήσει σε λανθασμένα συμπεράσματα, κατηγορώντας ανθρώπους ή μηχανήματα για κάποιο ατύχημα χωρίς να ευθύνονται αυτοί. Μια τέτοια περίπτωση αντιπροσωπεύει μια χαμένη ευκαιρία για να μάθει κανείς πράγματα σχετικά με την ασφάλεια συστημάτων λαθών και τρόπους αποφυγής της επανάληψής τους. Η χρήση της STA (Systems Thinking Approach), μέσω της συστηματικής ανάλυσης των ατυχημάτων (Systemic Accident Analysis, SAA), επιχειρεί να αποφύγει αυτούς τους περιορισμούς και χρησιμοποιήθηκε ως εννοιολογικό υπόβαθρο για διάφορες μεθόδους και μοντέλα SAA, όπως: AcciMap (Rasmussen, 1997), Functional Resonance Analysis Method (FRAM) (Hollnagel, 2004), Systems Theoretic Accident Modelling and Processes model (STAMP) (Leveson, 2004); systems dynamics simulation (e.g. Cooke, 2003), causal loop diagrams (e.g. Goh et al., 2010, 2012). Ορισμένες μελέτες έχουν συγκρίνει μεθόδους SAA με καθιερωμένες μη συστηματικές τεχνικές ανάλυσης, όπως η μέθοδος STEP (Sequentially Timed and Events Plotting) (π.χ., Herrera και Woltjer, 2010) και η μέθοδος FTA (Fault Tree Analysis) (π.χ., Belmonte et al., 2011). Αυτές οι μελέτες και άλλες παρόμοιες (π.χ. Ferjencik, 2011) υποδεικνύουν ότι οι τεχνικές SAA παρέχουν μια βαθύτερη κατανόηση του πώς η δυναμική, σύνθετη συμπεριφορά ενός συστήματος οδηγεί σε ατυχήματα. Underwood, Peter & Waterson, Patrick_2012_ <https://www.deepdyve.com/lp/elsevier/systems-thinking-the-swiss-cheese-model-and-accident-ανάλυση--Xx0lq7O6DE>

Στο κεφάλαιο αυτό θα αναλυθούν κάποιες από τις πιο εξελιγμένες / συστηματικές μεθόδους της Ασφάλειας, και στη συνέχεια θα δούμε την εξέλιξη ολόκληρης της έννοιας της Ασφάλειας και του τρόπου με τον οποίο αντιμετωπίζεται.

2.1.1 System-Theoretic Accident Model and Processes (STAMP)

Η ασφάλεια των συστημάτων, όπως ορίζεται στο μοντέλο STAMP, είναι ένα εντελώς νέο μοντέλο αιτιότητας ατυχημάτων που χρησιμοποιεί τη θεωρία συστημάτων και ελέγχου με σκοπό να αναδείξει την ασφάλεια ως μια βασική ιδιότητα ενός συστήματος. Δεδομένου ότι η ασφάλεια ως ιδιότητα θεωρείται βασισμένη στις αλληλεπιδράσεις των διάφορων

στοιχείων μεταξύ τους και με το περιβάλλον, το μοντέλο STAMP αξιοποιεί τις έννοιες της θεωρίας των συστημάτων για την αναγκαιότητα την ιεραρχία και τον έλεγχο, ώστε να επιβάλει περιορισμούς ασφαλείας σε όλο το σύστημα με σκοπό να διασφαλίσει ότι θα παραμείνει ασφαλές. Σε αντίθεση με την ιδέα ότι τα ατυχήματα οφείλονται σε μια γραμμική διάδοση γεγονότων που προκαλούνται από μια αρχική αιτία, το μοντέλο STAMP εκφράζει ότι αυτά προκύπτουν εξαιτίας του ανεπαρκούς ελέγχου και επιβολής των περιορισμών που σχετίζονται με την ασφάλεια κατά την ανάπτυξη, το σχεδιασμό και τη λειτουργία του συστήματος. Επομένως, η ασφάλεια αποτελεί πρόβλημα ελέγχου για ολόκληρο το κοινωνικο-τεχνικό σύστημα, ένα παράδειγμα του οποίου φαίνεται στο σχήμα 2-1.



Σχήμα 2-1: Παράδειγμα Ιεραρχικής Δομής Ελέγχου

Για τον έλεγχο της ασφάλειας των συστημάτων, το STAMP χρησιμοποιεί περιορισμούς ασφαλείας, ενέργειες ελέγχου, παλαιότερα δεδομένα και μοντέλα διεργασιών, όπως

δείχνει η ιεραρχία στο σχήμα 2-1. Κάθε επίπεδο στην ιεραρχία - φυσικό, κοινωνικό ή ανθρώπινο - μπορεί να αντιμετωπιστεί όπως ένας ελεγκτής που είναι υπεύθυνος για τον έλεγχο της επιβολής περιορισμών ασφαλείας στο επίπεδο κάτω από αυτό. Όπως απαιτεί η θεωρία ελέγχου, οι ελεγκτές χρειάζονται τέσσερις όρους για να μπορούν να ελέγξουν μια διαδικασία: έναν στόχο (περιορισμός ασφαλείας), τον όρο δράσης (event condition action, ECA), τον όρο παρατηρησιμότητας (ανατροφοδότηση) και ένα μοντέλο (μοντέλο διεργασιών). Το μοντέλο της διαδικασίας είναι το μοντέλο του ελεγκτή σχετικά με την ελεγχόμενη διαδικασία και την τρέχουσα κατάσταση του συστήματος και του περιβάλλοντος του, όπως ένας απλός θερμοστάτης έχει το δικό του μοντέλο υπολογισμού της θερμοκρασίας περιβάλλοντος κοντά του. Αυτό το παράδειγμα θεωρεί ότι το μοντέλο έχει να επεξεργαστεί μόνο μία μεταβλητή - αυτή της θερμοκρασίας, ενώ στην πραγματικότητα τόσο οι άνθρωποι όσο και οι αυτοματοποιημένοι ελεγκτές πρέπει να αντιμετωπίζουν προβλήματα πολλαπλών μεταβλητών. (π.χ., ο πιλότος ενός πολιτικού αεροσκάφους). Οι γενικές παραδοχές στο STAMP, συμπεριλαμβανομένων εκείνων του ανθρώπινου ελεγκτή, συνοψίζονται και αντιπαραβάλλονται με τις παραδοσιακές παραδοχές ασφαλείας στον Πίνακα 2-1.

Παραδοσιακές Παραδοχές	Νέες Παραδοχές
Η ασφάλεια αυξάνεται αυξάνοντας την αξιοπιστία του όλου συστήματος ή των συνιστωσών αυτού. Εάν όλες οι συνιστώσες λειτουργούν σωστά, τότε δεν θα συμβούν ατυχήματα.	Η υψηλή αξιοπιστία δεν είναι ούτε απαραίτητη ούτε επαρκής για την ασφάλεια ενός συστήματος.
Τα ατυχήματα προκαλούνται από αλυσίδες άμεσα σχετιζόμενων συμβάντων. Μπορούμε να κατανοήσουμε τα ατυχήματα και να αξιολογήσουμε τον κίνδυνο εξετάζοντας τις αλυσίδες των γεγονότων που οδηγούν στο ατύχημα.	Τα ατυχήματα είναι περίπλοκες διαδικασίες που αφορούν ολόκληρο το κοινωνικοτεχνικό σύστημα. Τα παραδοσιακά μοντέλα διεργασιών δεν μπορούν να περιγράψουν επαρκώς αυτή τη διαδικασία.
Η πιθανολογική ανάλυση κινδύνου που βασίζεται σε αλυσίδες συμβάντων είναι ο καλύτερος τρόπος για να αξιολογήσουμε και ακολούθως να κοινοποιήσουμε πληροφορίες σχετικά με την ασφάλεια και την επικινδυνότητα.	Ο κίνδυνος και η ασφάλεια μπορούν να κατανοηθούν και να κοινοποιηθούν καλύτερα και με άλλους τρόπους πέρα από την πιθανολογική ανάλυση κινδύνου.
Τα περισσότερα ατυχήματα οφείλονται σε ανθρώπινο λάθος. Η επιβράβευση της ασφαλούς συμπεριφοράς και η τιμωρία της μη ασφαλούς συμπεριφοράς των χειριστών θα εξαλείψουν ή θα μειώσουν σημαντικά τα ατυχήματα.	Τα ανθρώπινα λάθη είναι προϊόν του περιβάλλοντος στο οποίο εμφανίζονται. Για να μειώσουμε τον παράγοντα αυτόν, πρέπει να αλλάξουμε το περιβάλλον στο οποίο εργάζεται ο χειριστής.
Τα αξιόπιστα λογισμικά θεωρούνται ασφαλή.	Τα αξιόπιστα λογισμικά δεν είναι απαραίτητα και ασφαλή. Η αύξηση της αξιοπιστίας ενός λογισμικού θα έχει ελάχιστο αντίκτυπο στην ασφάλεια.
Τα μεγάλα ατυχήματα συμβαίνουν από την τυχαία ταυτόχρονη εμφάνιση τυχαίων	Τα συστήματα τείνουν να μεταπηδούν σε καταστάσεις υψηλότερου κινδύνου. Η

γεγονότων.	μεταπήδηση αυτή είναι προβλέψιμη και μπορεί να προληφθεί με το σωστό σχεδιασμό του συστήματος ή να εντοπιστεί κατά τη διάρκεια των εργασιών, χρησιμοποιώντας βασικούς δείκτες αυξανόμενου κινδύνου.
Η απόδοση ευθυνών είναι απαραίτητη για να μαθαίνουμε από τα λάθη μας ώστε να προλαμβάνουμε μελλοντικά ατυχήματα.	Το να κατηγορούμε κάποιον δεν οδηγεί σε καλύτερη ασφάλεια. Οι προσπάθειες θα πρέπει να επικεντρωθούν στο πώς η συμπεριφορά του συστήματος σαν σύνολο οδήγησε στο ατύχημα προτού αποδοθούν ευθύνες.

Πίνακας 2-1: Σύγκριση νέων (STAMP) και παλιών πεποιθήσεων για την Ασφάλεια

Όπως αναφέρεται στην τέταρτη παραδοχή στον Πίνακα 2-1, το "ανθρώπινο λάθος" δεν αρκεί πλέον από μόνο του ως εξήγηση και τώρα αναδιατυπώνεται μέσω μιας δικλίδας ασφαλείας για την ασφάλεια των συστημάτων η οποία λαμβάνει υπόψη το περιβάλλον εργασιών και το περιβάλλον που περιβάλλει τον ανθρώπινο χειριστή. Δεδομένου ότι η ασφάλεια αντιμετωπίζεται ως πρόβλημα ελέγχου, το μοντέλο STAMP διερευνά πώς οι περιορισμοί ασφαλείας γύρω από τον ανθρώπινο χειριστή θα μπορούσαν να παραβιαστούν μέσω ελλιπών ενεργειών ελέγχου, ανατροφοδότησης δεδομένων και ακατάλληλων μοντέλων διεργασίας (εφεξής καλούμενα "πνευματικά μοντέλα" για τον ανθρώπινο χειριστή) για το εξεταζόμενο συμβάν.

2.1.2 Systems-Theoretic Process Analysis (STPA)

Η STPA (Systems-Theoretic Process Analysis) είναι μια τεχνική ανάλυσης επικινδυνότητας βασισμένη στο μοντέλο αιτιότητας ατυχημάτων STAMP. Στόχος της STPA είναι να εντοπίσει σενάρια ανεπαρκούς ελέγχου που θα μπορούσαν ενδεχομένως να οδηγήσουν σε ατύχημα από τα οποία μπορούν να δημιουργηθούν και να εφαρμοστούν περιορισμοί ασφαλείας σε ένα σύστημα, από τη φάση δημιουργίας του έως και τη λειτουργία του. Η STPA είναι μια επαναληπτική διαδικασία που αποτελείται από δύο κύρια βήματα. Βασισμένη στην Αρχή Μηχανικής Συστημάτων (System Engineering Foundation), το πρώτο βήμα (Βήμα 1) του STPA εντοπίζει επικίνδυνες ενέργειες ελέγχου που θα μπορούσαν να οδηγήσουν σε ατύχημα και το δεύτερο βήμα (Βήμα 2) καθορίζει τον τρόπο με τον οποίο μπορούν να συμβούν. Οι Αρχή Μηχανικής Συστημάτων είναι κοινή σε όλες τις τεχνικές ανάλυσης επικινδυνότητας και αρχίζει με τον καθορισμό των ατυχημάτων και των υψηλού ρίσκου κινδύνων. Στο μοντέλο STAMP, τα ατυχήματα ορίζονται ως «ανεπιθύμητο ή μη προγραμματισμένο συμβάν που προκαλεί απώλειες, συμπεριλαμβανομένων των απωλειών ανθρώπινων ζωής ή τραυματισμού τους, υλικών ζημιών, περιβαλλοντικής ρύπανσης, μη εκπλήρωση μιας αποστολής κλπ.» και οι κίνδυνοι είναι «μια κατάσταση στην οποία βρίσκεται το σύστημα ή ένα σύνολο από συνθήκες που μαζί με ένα συγκεκριμένο σύνολο δυσμενών συνθηκών του περιβάλλοντος στο οποίο βρίσκεται μπορούν να οδηγήσουν σε ατύχημα». Αυτοί οι κίνδυνοι υψηλού επιπέδου μετατρέπονται στη συνέχεια

σε υψηλού επιπέδου περιορισμούς ασφάλειας, τους οποίους χρησιμοποιούν οι σχεδιαστές και οι μηχανικοί κατά την εφαρμογή των εργασιών της μηχανικής συστημάτων, οι οποίες είναι παρόμοιες με τις απαιτήσεις σχεδιασμού. Στη συνέχεια, σε ένα τελικό βήμα που υπάρχει μόνο στην τεχνική STPA, δημιουργείται μια δομή ελέγχου ασφάλειας μέσω ενός ιεραρχικού, λειτουργικού διαγράμματος ελέγχου παρόμοιο με το παράδειγμα στο Σχήμα 2-1. Ανάλογα με το σύστημα, τα στοιχεία που το απαρτίζουν ενδέχεται να είναι ανθρώπινα, φυσικά, ηλεκτρονικά (λογισμικά) ή οργανωτικά. Μόλις εφαρμοστεί το σύνολο της Αρχής Μηχανικής Συστημάτων, αρχίζει στο πρώτο βήμα της STPA ο εντοπισμός των επικίνδυνων ενεργειών ελέγχου. Δεδομένου ότι οι επικίνδυνες καταστάσεις που μπορεί να βρεθεί το σύστημα προκύπτουν από ανεπαρκή έλεγχο, το Βήμα 1 διερευνά τον τρόπο με τον οποίο μπορεί να εντοπιστεί μια κατάσταση ανεπαρκούς ελέγχου. Οι τέσσερις τύποι μη ασφαλούς ελέγχου είναι:

1. Δεν γίνεται καμία ενέργεια που να αφορά τον έλεγχο για την ασφάλεια
2. Οι ενέργειες ελέγχου που λαμβάνουν χώρα προκαλούν επιπλέον κινδύνους
3. Οι ενέργειες ελέγχου λαμβάνουν χώρα πριν, μετά ή σε λάθος χρόνο
4. Μία ενέργεια ελέγχου εφαρμόζεται για περισσότερο ή για λιγότερο χρόνο από τον απαιτούμενο (αφορά τις ενέργειες ελέγχου που εφαρμόζονται συνεχώς)

Μια πέμπτη περίπτωση - ότι η απαιτούμενη ενέργεια ελέγχου λαμβάνει χώρα αλλά δεν ακολουθείται - θα εξεταστεί στο Βήμα 2 της STPA. Αυτές είναι γνωστές ως μη ασφαλείς ενέργειες ελέγχου ή UCA (Unsafe Control Actions). Μετά τον εντοπισμό των μη ασφαλών ενεργειών ελέγχου (UCA's), το Βήμα 2 καθορίζει τις πιθανές αιτίες των UCA. Χρησιμοποιώντας ένα βασικό βρόχο ελέγχου, κάθε στοιχείο του βρόχου ελέγχου εξετάζεται ώστε να γίνει κατανοητό πώς μπορεί να προκληθεί κάθε UCA.

Από αυτή την άποψη, όλα τα στοιχεία και οι επικοινωνιακές συνδέσεις, συμπεριλαμβανομένου του χειριστή, είτε πρόκειται για άνθρωπο, είτε για κάποιο αυτοματοποιημένο σύστημα, επιθεωρούνται για να δειχθεί το πώς θα μπορούσαν να προκαλέσουν μη επαρκή έλεγχο. Μόλις εντοπιστούν οι παράγοντες που προκαλούν τα ατυχήματα, το Βήμα 2 της STPA καταλήγει εξετάζοντας τα σημεία στα οποία ο έλεγχος ενδέχεται να είναι ελλιπής. Αυτοί οι αιτιώδεις παράγοντες που προσδιορίζουν διάφορα σενάρια όπου μπορούν να συμβούν ατυχήματα, στη συνέχεια μετατρέπονται σε πρωτογενείς περιορισμούς ασφαλείας που έχουν σκοπό να ενημερώσουν τους σχεδιαστές συστημάτων ώστε να σχεδιάζουν αποφεύγοντας αυτά τα εντοπισμένα ελαττώματα. Σημαντικό είναι να σημειωθεί ότι η STPA δεν σχεδιάζει το σύστημα από μόνο του, αλλά είναι μια τεχνική ανάλυσης κινδύνου που χρησιμοποιείται για την ενημέρωση των σχεδιαστών του συστήματος σχετικά με πιθανά ελαττώματα.

2.1.3 System Theory Methods (STM)

Οι Μέθοδοι Συστημικής Θεωρίας (STM) μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την εκτίμηση των υπαρχόντων ρίσκων καθώς και την υλοποίηση τεχνικών διαχείρισης κινδύνου. Αυτή η

ενότητα περιγράφει μεθόδους της θεωρίας συστημάτων και τα εργαλεία τους, σαν δεύτερο στάδιο στην αξιολόγηση των παραγόντων κινδύνου καθώς και των αλληλεπιδράσεών τους αλλά και του ελέγχου. Μόλις εντοπιστούν οι παράγοντες κινδύνου και οι αιτίες που τους προκαλούν, οι STM τότε μπορούν να εκτιμήσουν την ένταση των αλληλεπιδράσεων μεταξύ των παραγόντων κινδύνου που προαναφέρθηκαν. Σύμφωνα με το Buerki 2006, οι μέθοδοι θεωρίας των συστημάτων αποτελούνται από πέντε στάδια, και καθένα από αυτά αποτελείται από δύο υποστάδια (Πίνακας).

Στάδια	Μέθοδοι	Περιγραφή
Στάδιο 1 A	Brainstorming, 'brain writing', method (μέθοδος καταιγισμού ιδεών) 635, rich picture, PATmirror, Synectic, progressive abstraction	Στάδιο 1 (A και B): Καθορισμός δυνατοτήτων και εντοπισμός προβλημάτων. Η πρώτη επαφή με ένα πολύπλοκο φαινόμενο γίνεται με την περιγραφή των ασαφών δηλώσεων ή των συνόλων παραγόντων (1α και β). Σε αυτό το στάδιο εντοπίζονται διαφορετικοί ρόλοι και διάφοροι βασικοί παράγοντες. Δεν υπάρχουν λύσεις ή ερμηνείες σε αυτό το στάδιο.
Στάδιο 1 B	Αποτίμηση δεδομένων με σαφή και καθαρά σχόλια: Καθορισμός ρόλων, διαχωρισμός εκάστοτε παραγόντων, διάλογος κλπ	
Στάδιο 2 A	Holistic test, holistic potential test, holistic environmental turbulence score, gap-analysis	Stage 2 (A και B): Αντίληψη του συστήματος σαν ολότητα, ανάλυση αλληλεπιδράσεων και ιδιαίτερων σημείων του. Ο στόχος σε αυτό το στάδιο είναι να ελεγχθεί η ολότητα του (2a) και στη συνέχεια να οριστούν και αναλυθούν οι αλληλεπιδράσεις μεταξύ των παραγόντων (2b). Διαφορετικές δοκιμές (από holistic test μέχρι ανάλυση double-cross-impact) ολοκληρώνονται προκειμένου να εντοπιστούν οι αλληλεπιδράσεις που δεν παρατηρούνται εύκολα και ως εκ τούτου παραμελούνται.
Στάδιο 2 B	Double-cross-impact analysis, loop diagrams, family constellations	
Στάδιο 3 A	Ερμηνεία της δυναμικής των συστημάτων, κρίσιμα ευριστικά συστήματα, ορισμός των στόχων του συστήματος, παρουσίαση	Στάδιο 3 (A και B): Εξέταση δυνατοτήτων του σχεδιασμού ¹ και κατανόηση της δυναμικής του συστήματος. Σε αυτό το στάδιο, η πληροφορία μετασχηματίζεται σε γνώση. Η ανάλυση Double-cross-impact ερμηνεύεται, τα αποτελέσματα γίνονται γνωστά και ο στόχος του συστήματος γίνεται σαφής ή ορίζεται εκ νέου.(3α). Από την dynamic interpretation έως τη μέθοδο four drive, επιτυγχάνουμε την εξαγωγή ενός αριθμού νέων λύσεων. Είναι σημαντικό να αναζητήσουμε τυχόν για νέες πληροφορίες σε αυτό το στάδιο και γίνει διάλογος με σκοπό να βγουν συμπεράσματα.
Στάδιο 3 B	Έλεγχος βιωσιμότητας , ανάλυση ευαισθησίας, ανάλυση κινδύνου, NeuroLinguistic programming (NLP), four drive method	
Στάδιο 4 A	Συνεκτική μορφολογία, μέθοδος six thinking Hats, precise destroying, Osborn-Checklist	Στάδιο 4 (A και B): Ανάπτυξη αιτιακών λύσεων και βιώσιμων αποφάσεων. Σε αυτό το στάδιο δημιουργούνται νέες γνώσεις με σκοπό την εύρεση λύσεων (4A) και τη λήψη αποφάσεων (4B). Αυτές οι πληροφορίες μας κάνουν να συνειδητοποιήσουμε ότι όλες οι επιστημονικές έννοιες και οι θεωρίες είναι περιορισμένες και προσεγγιστικές. Οι λύσεις προκύπτουν
Στάδιο 4 B	Προσομοίωση, τεχνική σεναρίων, ολιστική ανάλυση αξίας-οφέλους, four force field reflection	

		ευκαιριακά, και όχι με κάποιο συγκεκριμένο τρόπο.
Στάδιο 5 A	Διαχείριση έργων, καθοδήγηση διεργασιών, ισορροπημένη βαθμολογία, παροχή συμβουλευτικών υπηρεσιών, καθοδήγηση, χαρτοφυλάκιο δραστηριοτήτων	Στάδιο 5 (A και B) Εδραίωση πλάνου δράσης και υλοποίηση βιώσιμων διαδικασιών. Σε αυτό το στάδιο λαμβάνεται δράση (5A), ακολουθούμενη από την ανάδραση από το περιβάλλον του συστήματος. Αλλαγή ιδεολογίας από απομονωμένες απόψεις σε πολύπλευρη αντιμετώπιση προβλημάτων με σκοπό την εύρεση βιώσιμων λύσεων: δεν υπάρχει μία συγκεκριμένη ορθολογική μέθοδος για την εύρεση λύσεων, όλα τα δεδομένα πρέπει να αξιολογούνται και να επεξεργάζονται παράλληλα.
Στάδιο 5 B	Micro-Article, διαχείριση γνώσης, Δίκτυο, Διδάγματα, μοντέλο ποιότητας EFQM, Reflecting groups	

Πίνακας 2-2: Μέθοδοι για κάθε στάδιο της STMs

Τα εργαλεία της συστημικής προσέγγισης των 5 σταδίων μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να ελέγξουν το πώς των οι δομικοί παράγοντες επηρεάζουν τη διαχείριση κινδύνου, καθώς και το πώς αλληλεπιδρούν μεταξύ τους.

- Holistic structure test (ολιστικό τεστ δομής): Χρησιμοποιώντας το Holistic structure test, παρέχεται η δυνατότητα για έναν γρήγορο ολιστικό έλεγχο οποιασδήποτε περιγραφής ή ανάλυσης αναδεικνύοντας τυχόν τυφλά σημεία στο σύστημα. Η κατανομή των παραγόντων δίνει πολύτιμες πληροφορίες για τη δομή του συστήματος και αποκαλύπτει τα τυφλά σημεία.
- Holistic potential test (ολιστικό δυνητικό τεστ) - τέσσερις βασικές συνθήκες: Σύμφωνα με τον Buerki, 2006, οι παράγοντες χαρακτηρίζονται από τέσσερα κίνητρα: κίνητρο να αποκτήσουν, να ταιριάξουν, να μάθουν και να υπερασπιστούν. Βασικά, αυτό το τεστ ομαδοποιεί τους παράγοντες ανάλογα με το σκοπό τους, τον οποίο καθορίζει ανάλογα με το περιεχόμενο του κάθε παράγοντα (D1, D2, D3 ή D4).
- Holistic environmental turbulence score (ολιστική βαθμολογία περιβαλλοντικών αναταράξεων): Αυτή η δοκιμή ουσιαστικά μετρά το πόσο ασταθές παρατηρείται το σύστημα στο περιβάλλον του και υποδεικνύει ποιες αλλαγές πρέπει να γίνουν στη στρατηγική λειτουργίας και στα προϊόντα του, καθώς και τη συχνότητα που αυτές πρέπει να λαμβάνουν χώρα.
- Systemic gap analysis (συστημική ανάλυση κενών): Σε αυτό το στάδιο, οι παράγοντες πρέπει να περιγράφονται σε σχέση με την πραγματική κατάσταση στην εταιρεία. Στη συνέχεια, αξιολογούνται σε μια κλίμακα από 1 έως 5 και μετριέται η διαφορά από τη τιμή που ορίζεται στο Holistic environmental turbulence score.
- Double-cross-impact analysis (ανάλυση αντίκτυπου): Μετά την υιοθέτηση παραγόντων Τεχνολογίας Πληροφορικής και Επικοινωνιών (ICT) από τη βιβλιογραφία και μετά τη εφαρμογή των ολιστικών τεστ, θα αξιολογηθεί ο αντίκτυπός τους στην εταιρεία.

2.1.4 AcciMap

Η προσέγγιση AcciMap είναι μια τεχνική ανάλυσης ατυχημάτων βασισμένη σε συστήματα, ειδικά για την ανάλυση των αιτιών που προκαλούν ατυχήματα ή άλλα περιστατικά μέσα σε πολύπλοκα κοινωνικοτεχνικά συστήματα. Η προσέγγιση αναπτύχθηκε αρχικά από τον Jens Rasmussen, ως μέρος μιας προληπτικής στρατηγικής διαχείρισης κινδύνου, αλλά η κύρια εφαρμογή της ήταν σαν ένα εργαλείο ανάλυσης ατυχημάτων.

Το Accimap είναι μια γραφική αναπαράσταση ενός συγκεκριμένου σεναρίου ατυχήματος που δείχνει την αιτιώδη ροή γεγονότων (πράξεις και αποφάσεις) μέσα από όλα τα επίπεδα της ιεραρχίας του συστήματος, όπως περιγράφεται στο Πλαίσιο Διαχείρισης Κινδύνων που επινοήθηκε από τον Rasmussen (1997) (Svedung and Rasmussen, 2002). Στη συνέχεια χρησιμοποιήθηκε για την ανάλυση ατυχημάτων σε διάφορους τομείς, π.χ. αεροδιαστημική (Johnson and de Almeida, 2008) καθώς και για την εποπτεία υπαίθριων δραστηριοτήτων (Salmon et al., 2010, Salmon et al., 2012). Όπως και με το STAMP, η γενική φύση αυτού του μοντέλου μας δείχνει ότι μπορεί να εφαρμοστεί σε οποιοδήποτε τομέα (Salmon et al., 2010). Αν και έχει εφαρμοστεί επίσημη διαδικασία επικύρωσης στο μοντέλο, η εγκυρότητα του και η αξιοπιστία του εξακολουθούν να αμφισβητούνται (βλ. Branford, 2007).

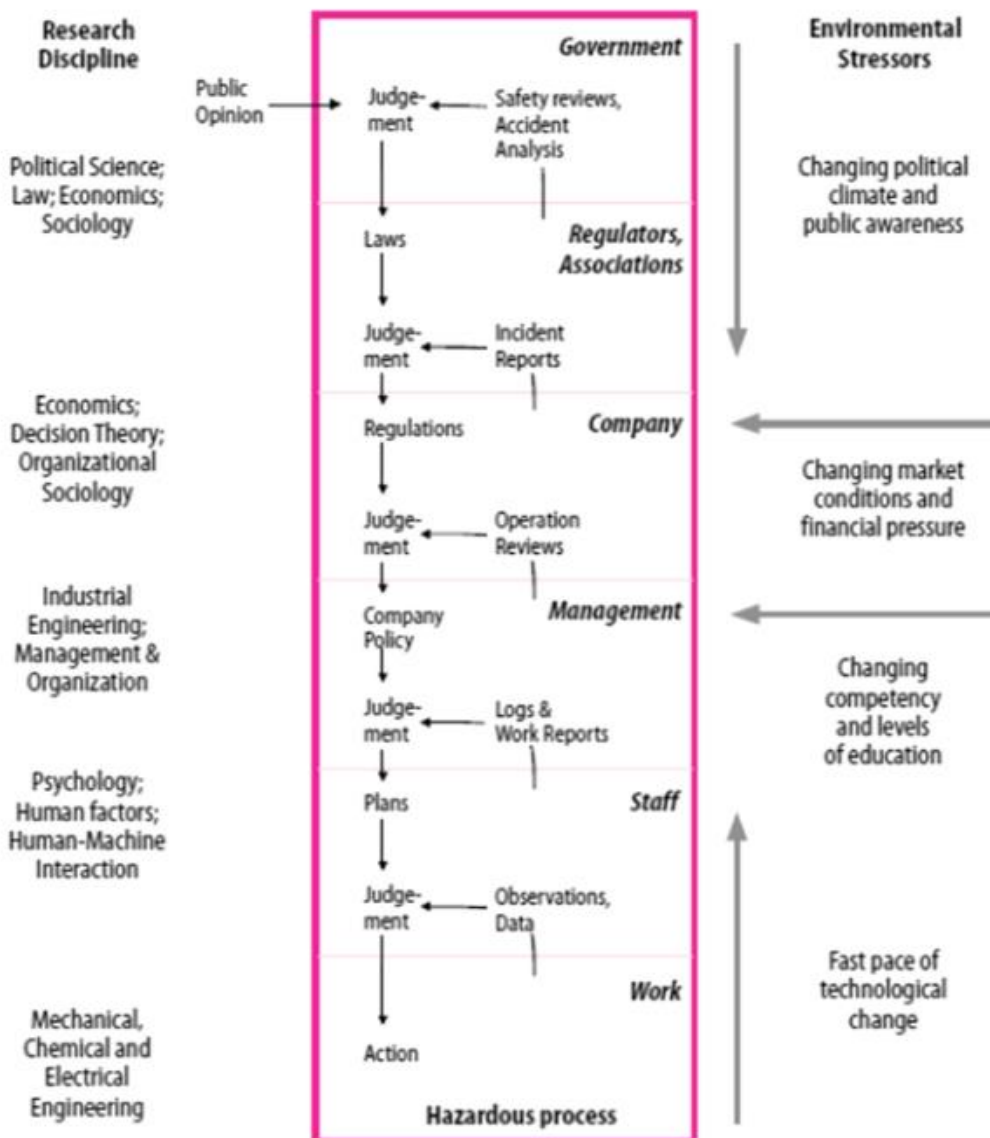
Η ιεραρχία του συστήματος και οι αλληλεπιδράσεις, οι εισροές και οι εκροές, οι διαδικασίες μετασχηματισμού και η ρύθμιση των στοιχείων του συστήματος εκφράζονται ρητά στο διάγραμμα Accimap. Τα υπόλοιπα στοιχεία του όσον αφορά τη θεωρία συστημάτων, είτε περιγράφονται εμμέσως είτε δεν λαμβάνονται υπ'όψιν.

Η χρήση του Accimap απαιτεί κατάρτιση και υψηλού επιπέδου εκπαίδευση. Επί του παρόντος, παρατηρείται μια έλλειψη καθοδήγησης στη χρήση του, η οποία επηρεάζει την προσβασιμότητα και τη συνοχή του μοντέλου στις μελέτες (Branford et al., 2009, Salmon κ.ά., 2010, Sklet, 2004). Ωστόσο, ο Branford (2011) υποστηρίζει ότι παρέχει μια σαφή και συνοπτική περίληψη του ατυχήματος και ότι μπορεί να απεικονιστεί η διάδοση των συμβάντων που οδηγούν σε αυτό σε ολόκληρη τη δομή του συστήματος, γεγονός που μας διευκολύνει στο να γνωρίζουμε πότε πρέπει να παρέμβουμε για τη διατήρηση της ασφάλειας. (Branford et al. , 2009, Johnson και de Almeida, 2008).

[https://www.researchgate.net/publication/236023374_A_critical_review_of_the_STAMP_FRAM_and_Accimap_systemic_accident_analysis_models/download]

Ο Rasmussen εισάγει ένα ιεραρχικό πλαίσιο 6 επιπέδων (σχήμα 2-2), γνωστό ως πλαίσιο διαχείρισης ρίσκου, όπου κάθε επίπεδο αντιπροσωπεύει μια κύρια ομάδα εμπλεκόμενων φορέων λήψης αποφάσεων, συντελεστών ή ενδιαφερομένων σε ένα σύστημα που μελετάται (Rasmussen, 1997). Αυτά τα έξι επίπεδα, από πάνω προς τα κάτω, είναι: η κυβέρνηση, ρυθμιστικές αρχές και ενώσεις, η εταιρεία, η διοίκηση, το προσωπικό και η εργασία. Η ανάλυση που χρησιμοποιεί αυτό το πλαίσιο δεν λαμβάνει υπόψη μόνο τις εργασίες των εμπλεκόμενων συντελεστών σε κάθε επίπεδο αλλά, κυρίως, τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ τους, οι οποίες λαμβάνουν τη μορφή αποφάσεων που

διαδίδονται προς τα κάτω και πληροφοριών που διαδίδονται προς τα πάνω. Συχνά "μια σχετικά φυσιολογική μεταβλητότητα στη συμπεριφορά κάποιου" μπορεί να προκαλέσει ένα ατύχημα (Rasmussen, 1997). Επίσης, ακόμη και αν αποφευχθεί αυτή η μεταβλητότητα, το ατύχημα πιθανότατα θα προκληθεί από κάποιον άλλο παράγοντα με την πάροδο του χρόνου. Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι θα πρέπει να εξετάσουμε τις ενέργειες των εργαζομένων ή/και τα σφάλματα που προκάλεσαν ένα ατύχημα μέσα σε ένα ευρύτερο κοινωνικο-τεχνικό πλαίσιο, καθώς οι ενέργειες αυτές επηρεάζονται από αποφάσεις και δραστηριότητες άλλων παραγόντων και στα 6 επίπεδα του σχήματος 2-2.



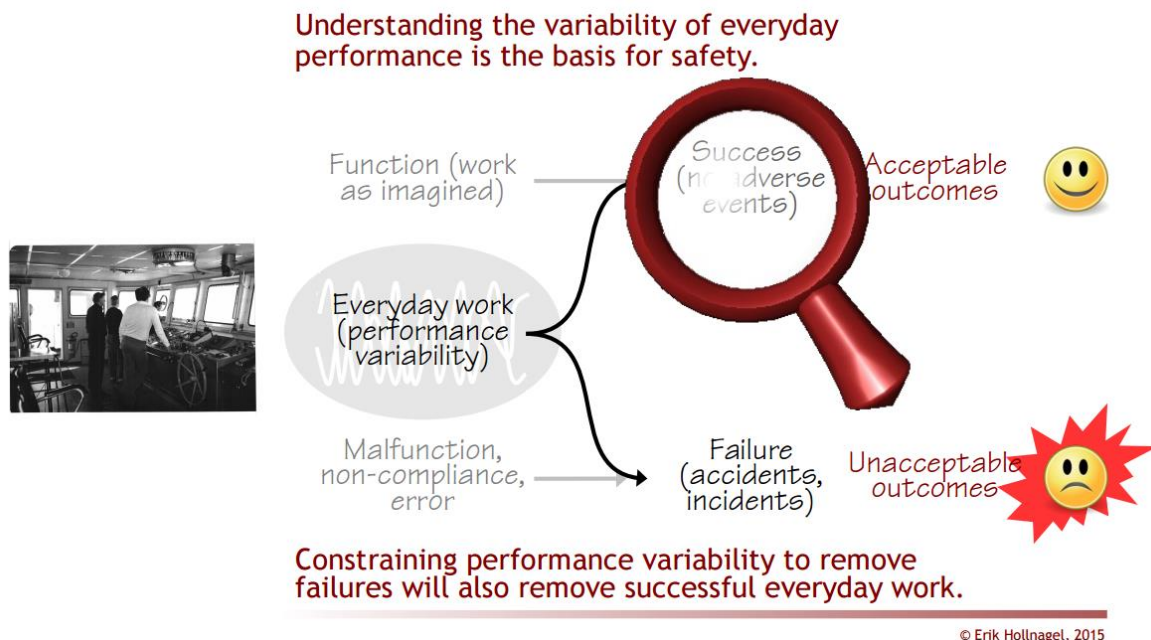
Σχήμα 2-2: Πλαίσιο διαχείρισης ρίσκου του Rasmussen (Rasmussen and Svedung, 2000)

2.2 Από την Ασφάλεια I στην Ασφάλεια II

Στη ναυτιλία, όπως και στους περισσότερους τομείς, η Ασφάλεια εφαρμόζεται και αναλύεται σύμφωνα με την λογική 'όσο λιγότερα πράγματα να πάνε στραβά', όπως είδαμε

παραπάνω. Αυτού του είδους η ασφάλεια ονομάζεται Ασφάλεια I (Safety I) και στόχος της είναι η μελέτη ατυχημάτων 'τι πήγε στραβά' και η προσπάθεια περιορισμού του λάθους. Με άλλα λόγια Ασφάλεια είναι η κατάσταση όπου ο αριθμός των αρνητικών εκβάσεων είναι όσο το δυνατόν χαμηλότερος. Η Ασφάλεια που είδαμε ως τώρα στην εργασία αυτή είναι και θα την λέμε από εδώ και πέρα Ασφάλεια I. Η κατάσταση είναι αρκετά διαφορετική για τα γεγονότα που πηγαίνουν σωστά. Παρά την κρίσιμη σημασία τους, συνήθως δίνουν μικρή προσοχή στις δραστηριότητες διαχείρισης της ασφάλειας, όπως ο εντοπισμός των κινδύνων, η διασφάλιση της ασφάλειας και η προώθηση της ασφάλειας. Εξ ορισμού η Ασφάλεια I προσδιορίζεται από το αντίθετο της Ασφάλειας – την έλλειψη ασφάλειας, και το βασικό ερώτημα που προκύπτει είναι πως μπορούμε να βελτιώσουμε την Ασφάλεια μελετώντας καταστάσεις χωρίς ασφάλεια. [Hollnagel, pg.12/34]

Σε αντίθεση με την Ασφάλεια I έρχεται η Ασφάλεια II (Safety II), η οποία εστιάζει στη λογική 'όσο περισσότερα πράγματα να πάνε σωστά', δηλαδή τις περισσότερες φορές τα συστήματα, όπως η λειτουργία του πλοίου, δουλεύουν σωστά και είναι ελάχιστες οι περιπτώσεις που γίνονται λάθη. Η Ασφάλεια II λοιπόν επικεντρώνεται στις φορές που δουλεύουν σωστά και αναλύει το σύστημα ώστε να δει τι είναι αυτό που το κάνει να πηγαίνει σχεδόν πάντα σωστά. Με άλλα λόγια θεωρείται ότι, η καθημερινή δουλειά είναι μεταβλητή και οδηγεί είτε σε σωστά αποτελέσματα είτε σε ανεπιθύμητα, σε αντίθεση με την Ασφάλεια I, η οποία θεωρεί ότι τα σωστά αποτελέσματα είναι δεδομένα και μόνο μια δυσλειτουργία οδηγεί σε ανεπιθύμητα. Αυτό φαίνεται και στο παρακάτω σχήμα:



Σχήμα 2-3: Η λογική της Ασφάλειας I

Ο παρακάτω πίνακας δείχνει συνοπτικά τις διαφορές της Ασφάλειας I και της Ασφάλειας II:

	Ασφάλεια I	Ασφάλεια II
Ορισμός:	Όσο λιγότερα πράγματα να πάνε στραβά.	Όσο περισσότερα πράγματα να πάνε σωστά.
Αρχή της Διαχείρισης της Ασφάλειας (Safety Management)	Αντιδραστική/Κατασταλτική, απόκριση όταν συμβαίνει κάτι ή κατηγοριοποιείται ως μη αποδεκτός κίνδυνος	Προληπτική, συνεχής προσπάθεια για πρόβλεψη γεγονότων και εξελίξεων.
Ανθρώπινος Παράγοντας	Οι άνθρωποι θεωρούνται κυρίως ως μειονέκτημα. Δημιουργούν προβλήματα που πρέπει να διορθωθούν.	Οι άνθρωποι θεωρούνται απαραίτητοι πόροι για την ευελιξία και την ανθεκτικότητα του συστήματος. Παρέχουν ευέλικτες λύσεις σε πολλά πιθανά προβλήματα.
Διερεύνηση ατυχημάτων	Τα ατυχήματα οφείλονται σε αστοχίες και δυσλειτουργίες. Σκοπός της έρευνας είναι να εντοπιστούν τα αίτια.	Τα πράγματα συμβαίνουν με τον ίδιο τρόπο, ανεξάρτητα από το αποτέλεσμα. Σκοπός μιας έρευνας είναι να κατανοήσουμε πώς τα πράγματα συμβαίνουν συνήθως ως βάση για να εξηγηθεί πώς τα πράγματα πάνε περιστασιακά στραβά.
Εκτίμηση ρίσκου	Τα ατυχήματα οφείλονται σε αστοχίες και δυσλειτουργίες. Σκοπός της έρευνας είναι να προσδιοριστούν τα αίτια και οι παράγοντες που συμβάλλουν στη δημιουργία τους.	Να κατανοήσουμε τις συνθήκες όπου η μεταβλητότητα της απόδοσης μπορεί να γίνει δύσκολη ή αδύνατη στην παρακολούθηση και τον έλεγχο.

Πίνακας 2-3: Διαφορές Ασφάλειας I και Ασφάλειας II

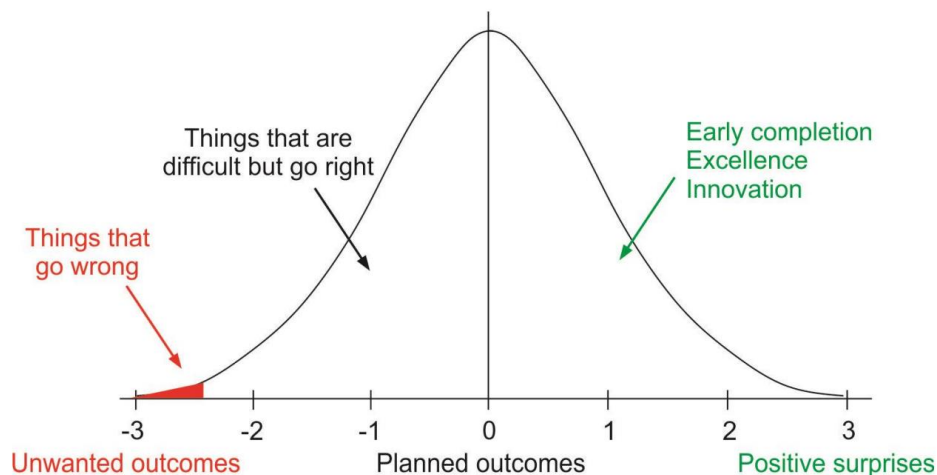
2.3 Ασφάλεια II

2.3.1 Ορισμός

Ο ορισμός της Ασφάλειας II είναι όλες οι πιθανές εκβάσεις ενός γεγονότος, όπως απεικονίζονται στο Σχήμα 2-4, και ιδιαίτερα τα τυπικά ή υψηλής συχνότητας αποτελέσματα που συνήθως αγνοούνται από τη διαχείριση ασφάλειας. Ένα σύστημα εξακολουθεί να θεωρείται ανασφαλές αν προκύψουν δυσμενή αποτελέσματα, αλλά είναι πιο σημαντικό να κατανοηθεί ο τρόπος με τον οποίο είναι ασφαλές όταν δεν συμβαίνουν: η ασφάλεια ορίζεται συνεπώς από το τι συμβαίνει όταν αυτή είναι παρόν, και όχι από το τι συμβαίνει όταν απουσιάζει, και συνεπώς σχετίζεται άμεσα με τα αποδεκτά αποτελέσματα υψηλής συχνότητας. Με άλλα λόγια, όσο περισσότερες από αυτές τις εκδηλώσεις υπάρχουν, τόσο υψηλότερο είναι το επίπεδο ασφάλειας και αντίστροφα. Αυτό επίσης καθιστά δυνατό να

αποδειχθεί ότι οι προσπάθειες για τη βελτίωση της Ασφάλειας έχουν λειτουργήσει, επομένως είναι ευκολότερο να υποστηριχθεί η συνέχιση των πόρων. (Αντιμετωπίζει επίσης την πιθανή σύγκρουση μεταξύ ασφάλειας και παραγωγικότητας, αλλά αυτό είναι ένα άλλο θέμα).

Για να περιγραφούν οι εκδηλώσεις της Ασφάλειας II, είναι προς το παρόν διαθέσιμες λίγες τυπολογίες. Παρόλο που τα πράγματα πάνε καλά συνεχώς, παραλείπουμε να το παρατηρούμε, επειδή συνηθίσαμε. Ψυχολογικά, το θεωρούμε δεδομένο. Αλλά δεδομένου ότι η καθημερινή απόδοση είναι συνηθισμένη, μπορεί να εξηγηθεί με σχετικά απλούς όρους. Για παράδειγμα, οι καθημερινές επιδόσεις μπορούν να περιγραφούν ως “προσαρμογές απόδοσης” (performance adjustments) που χρησιμεύουν για τη δημιουργία ή τη διατήρηση των απαιτούμενων συνθηκών εργασίας, που αντισταθμίζουν την έλλειψη χρόνου, υλικών, πληροφοριών κ.λπ. και προσπαθούν να αποφύγουν συνθήκες που είναι γνωστό ότι είναι επιβλαβείς για την εργασία. Και επειδή η καθημερινή μεταβλητότητα της απόδοσης είναι πανταχού παρούσα, είναι πιο εύκολη η παρακολούθηση και η διαχείριση της. [From Safety-I to Safety-II: A White Paper]



Σχήμα 2-4: Πιθανότητα συμβάντος και Εστίαση ασφαλείας

2.3.2 Στόχοι της Ασφάλειας II

Σύμφωνα με την Ασφάλεια II, αναλύεται το σύστημα και το πως αυτό λειτουργεί καθημερινά και ερευνώνται τρόποι βελτίωσης του. Συνεπώς έχει προληπτικό και ανθρωποκεντρικό χαρακτήρα. Πιο αναλυτικά οι βασικοί στόχοι της Ασφάλειας II είναι οι εξής:

1. Να εξασφαλιστεί πως ό,τι πάει καλά θα εξακολουθεί να λειτουργεί ομαλά

Ενίσχυση ευελιξίας της απόδοσης των ανθρώπων στο σύστημα. Καταγραφή του ‘work-as-done’ για εντοπισμό των ενεργειών που συμβάλλουν στην σωστή λειτουργία του συστήματος. Έτσι προσδιορίζεται τι πάει καλά και εφαρμόζεται και σε άλλα συστήματα. Επιπλέον ο στόχος αυτός περιλαμβάνει την ενίσχυση των προσπαθειών βελτίωσης της

απόδοσης και διευκόλυνσης των εργαζομένων με την ενσωμάτωση ανθρωποκεντρικών σχεδιαστικών αλλαγών. (Look for 'work-as-done' - the habitual adjustments and why they are made) [Erik Hollnagel, 2015, Bon Voyage: Sailing Safely from a Safety-II perspective]

2. Να επιτευχθεί η επανατακτικότητα (resilience) του συστήματος

Η επανατακτικότητα μπορεί να οριστεί ως η ικανότητα του συστήματος να προσαρμόσει τις επιδόσεις του πριν, κατά τη διάρκεια και μετά από ένα απροσδόκητο συμβάν, δηλαδή ένα σύστημα να έχει την ικανότητα να είναι ευσταθές. Η επανατακτικότητα είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με την βιωσιμότητα η οποία εξαρτάται από τη γνώση του πού βρίσκονται τα κατώτατα όρια (Walker & Salt 2006) και έχοντας την προσαρμοστικότητα για να διατηρήσουμε το σύστημα σε μια επιθυμητή κοιλότητα σε σχέση με αυτά τα όρια. Σύμφωνα με την Ασφάλεια II οι άνθρωποι είναι ένας πόρος που παρέχει στο σύστημα την ευελιξία να προσαρμοστεί γρήγορα στις μεταβαλλόμενες απαιτήσεις, γεγονός που οδηγεί σε επιτυχημένη απόδοση.

3. Τι συμβαίνει τακτικά και εστίαση στα γεγονότα με βάση τη συχνότητά τους και όχι τη σοβαρότητά τους

Πολλές μικρές βελτιώσεις της καθημερινής απόδοσης μπορεί να μετρήσουν περισσότερο από μια μεγάλη βελτίωση της απόδοσης. Η διερεύνηση περιστατικών συχνά περιορίζεται από το χρόνο και τους πόρους. Επομένως, υπάρχει μια τάση να εξετάζουμε περιστατικά που έχουν σοβαρές συνέπειες και αφήνουμε τα υπόλοιπα για κάποιο άλλο χρονικό διάστημα - που δεν έρχεται ποτέ. Η υπόθεση που γίνεται είναι ότι το δυναμικό για μάθηση είναι ανάλογο της σοβαρότητας του συμβάντος ή του ατυχήματος. Αυτό είναι προφανώς λάθος. Ενώ είναι σωστό ότι εξοικονομούνται περισσότερα χρήματα αποφεύγοντας ένα ατύχημα μεγάλης κλίμακας από ένα ατύχημα μικρής κλίμακας, αυτό δεν σημαίνει ότι το δυναμικό μάθησης από αυτό είναι επίσης μεγαλύτερο. Επιπλέον, το συσσωρευμένο κόστος των συχνών αλλά μικρής κλίμακας συμβάντων μπορεί εύκολα να είναι μεγαλύτερο. Και επειδή τα μικρά αλλά συχνά γεγονότα είναι ευκολότερα κατανοητά και ευκολότερα διαχειρίσιμα, είναι πιο λογικό να κοιτάζουμε σε αυτά, παρά σε σπάνια γεγονότα με σοβαρές εκβάσεις.

4. Να λαμβάνεται υπόψη ότι κάτι μπορεί να πάει στραβά

Αν και η Ασφάλεια II επικεντρώνεται σε πράγματα που πηγαίνουν σωστά, είναι ακόμα απαραίτητο να έχουμε κατά νου ότι τα πράγματα μπορούν επίσης να πάνε λάθος και να παραμείνουν ευαίσθητα στη δυνατότητα αποτυχίας. Αλλά η «πιθανή αποτυχία» δεν είναι ότι κάτι μπορεί να παρουσιάσει δυσλειτουργία, όπως στην άποψη της Ασφάλειας I, αλλά ότι δεν μπορεί να επιτευχθούν τα επιδιωκόμενα αποτελέσματα, δηλ. ότι θα αποτύχουμε να διασφαλίσουμε ότι τα πράγματα πάνε καλά.

5. Να μην ευνοείται η αποτελεσματικότητα από την πληρότητα - ή τουλάχιστον, όχι αδικαιολόγητα.

Εάν χρησιμοποιείται το μεγαλύτερο χρονικό διάστημα προσπαθούμε να τα βγάλουμε πέρα, θα υπάρξει ελάχιστος χρόνος για να εδραιώσουμε τις εμπειρίες ή να κατανοήσουμε την εργασία ως έχει. Πρέπει να είναι νόμιμο μέσα στην οργανωτική κουλτούρα να διαθέτουμε πόρους - ειδικά χρόνο - να αντανακλούμε, να ανταλλάζουμε εμπειρίες και να μαθαίνουμε. Αν αυτό δεν συμβαίνει, τότε πώς μπορεί να βελτιωθεί κάτι; Η αποτελεσματικότητα στο παρόν δεν μπορεί να επιτευχθεί χωρίς επιμέλεια στο παρελθόν. Και με τον ίδιο τρόπο, η αποτελεσματικότητα στο μέλλον δεν μπορεί να επιτευχθεί χωρίς επιμέλεια στο παρόν, δηλαδή χωρίς σχεδιασμό και προετοιμασία. Ενώ το να υπάρχει διεξοδικότητα μπορεί να θεωρηθεί ως απώλεια παραγωγικότητας (αποδοτικότητα) στο παρόν, είναι απαραίτητη προϋπόθεση για την αποτελεσματικότητα στο μέλλον. Προκειμένου να επιβιώσουμε μακροπρόθεσμα, είναι απαραίτητο να επιτύχουμε κάποια ισορροπία.

Κάνοντας τα πράγματα σωστά είναι μια επένδυση στην ασφάλεια και την παραγωγικότητα. Η δαπάνη περισσότερου χρόνου για μάθηση, σκέψη και επικοινωνία θεωρείται συνήθως ως κόστος. Πράγματι, η ίδια η ασφάλεια θεωρείται ως κόστος. Αυτό αντικατοπτρίζει την άποψη της Ασφάλεια I, όπου η επένδυση στην ασφάλεια είναι μια επένδυση στην αποφυγή κάποιου γεγονότος. Γνωρίζουμε το κόστος, ακριβώς όπως όταν αγοράζουμε ασφάλιση. Αλλά δεν ξέρουμε τι εξοικονομούμε, αφού αυτό είναι τόσο αβέβαιο όσο και άγνωστο σε μέγεθος. Στην «βιομηχανία» του κινδύνου, η κοινή δήλωση είναι ότι "αν νομίζετε ότι η ασφάλεια είναι δαπανηρή, δοκιμάστε ένα ατύχημα".

2.3.3 Ανθρώπινος Παράγοντας στα πλαίσια της Ασφάλειας II

Ο ανθρώπινος παράγοντας όπως είδαμε παραπάνω στις διαφορές της Ασφάλειας I με την Ασφάλεια II, δεν θεωρείται πλέον κίνδυνος (human error) αλλά ένα στοιχείο που μπορεί να βοηθήσει θετικά σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης και γενικά να βελτιώσει το αποτέλεσμα μιας διαδικασίας. Όμως είναι προφανές ότι ο ανθρώπινος παράγοντας είναι μια μεταβλητή η οποία μπορεί να βοηθήσει το σύστημα θετικά, όμως μπορεί και να το οδηγήσει σε αποτυχία. Για να μειωθεί αυτή η μεταβλητότητα προς την θετική κατεύθυνση, τα παρακάτω μέτρα μπορούν να ληφθούν υπόψη:

- *Ανθρωπομετρική προσέγγιση*

Η επιστήμη της ανθρωπομετρίας εστιάζει στη μέτρηση της μεταβλητότητας των διαστάσεων του σώματος και της δύναμης του ανθρώπου ως συνάρτηση του φύλου, της φυλής, και της καταγωγής. Η εφαρμογή της ανθρωπομετρίας στη σχεδίαση καθορίζει τα όρια (ή συννοριακές συνθήκες) για την διαστασιολόγηση του εξοπλισμού που προορίζεται για ανθρώπινη χρήση. Στην ουσία, καθορίζει τα όρια μεγέθους στο σχεδιασμό με βάση τις διαστάσεις του αναμενόμενου προσωπικού λειτουργίας και συντήρησης. Με την επιβολή ορίων μεγέθους στο σχεδιασμό (π.χ., σχεδίαση έτσι ώστε ο κοντύτερος αναμενόμενος χειριστής ή ο συντηρητής να μπορεί να φθάσει το σύνολο των χειριστηρίων), προκύπτει ότι και το προσωπικό που είναι λιγότερο απαιτητικό στις ανάγκες του θα εξυπηρετηθεί καλύτερα (π.χ., έχουν μεγαλύτερη εμβέλεια από τις οριακών διαστάσεων προσωπικό).

- *Κατοικησιμότητα - Habitability*

Η παροχή επαρκούς και άνετης διαμονής είναι πολύ σημαντικός παράγοντας για την καλή απόδοση του ανθρώπινου δυναμικού, ειδικά στο σύστημα πλοίο, όπου το πλήρωμα παραμένει μέσα σε αυτό για αρκετό χρονικό διάστημα. Η διαμονή περιλαμβάνει έπιπλα και εγκαταστάσεις πλυσίματος - μαγειρεία, και χώρους αναψυχής, λαμβάνοντας δεόντως υπόψη την ανθρωπομετρική σχεδίαση, καθώς και την εξάλειψη διάφορων περιβαλλοντικών στρεσογόνων παραγόντων, όπως ο θόρυβος, η θερμότητα και η δόνηση.

- *Maintainability (αφήνεται στην αγγλική λόγω μη ύπαρξης ικανοποιητικής μετάφρασης)*

Σωστή σχεδίαση της συντήρησης που γίνεται κατά την λειτουργία ενός συστήματος και ειδικά του πλοίου για να είναι γρήγορη, ασφαλής και αποτελεσματική. Η εργασία στη συντήρηση και επισκευή είναι συχνά πολύ υψηλής έντασης, απαιτεί ιδιαίτερα εξειδικευμένες δεξιότητες, και συχνά πρέπει να γίνεται κάτω από μη ιδανικές συνθήκες. Γι' αυτό τα μέτρα ασφάλειας και υγείας πρέπει να είναι καλά συντονισμένα. Η ευαισθητοποίηση των εργαζομένων (για την ασφάλεια τόσο του κάθε εργαζομένου όσο και των διπλανών του) είναι θεμελιώδους σημασίας.

- *Workability (αφήνεται στην αγγλική λόγω μη ύπαρξης ικανοποιητικής μετάφρασης)*

Πρέπει να δοθεί η δέουσα προσοχή στο πλαίσιο της χρήσης - των χρηστών, καθηκόντων, εξοπλισμού (υλικό, λογισμικό και υλικά) και του φυσικού και κοινωνικού περιβάλλοντος στο οποίο χρησιμοποιείται ένα «σύστημα». Το επίπεδο και η ποσότητα των πληροφοριών που παρέχονται σε εγχειρίδια πρέπει να είναι κατάλληλες για τις τεχνικές ικανότητες του χρήστη και να είναι γραμμένες στην μητρική του γλώσσα.

- *Δυνατότητα Ελέγχου - Controllability*

Σχεδιασμός της διάταξης των κέντρων ελέγχου του πλοίου, τα δωμάτια ελέγχου της μηχανής, τις αίθουσες ελέγχου φορτίου κ.λπ., λαμβάνοντας υπόψη την εξοικείωση των ατόμων με τον εξοπλισμό, τα συστήματα και τις διεπαφές, όπως η επικοινωνία, τα χειριστήρια, οι οθόνες, οι συναγερμοί, οι μονάδες βίντεο-οθόνης και οι υπολογιστές.

- *Δυνατότητα Ελιγμών - Manoeuvrability*

Έχοντας τις κατάλληλες δυνατότητες ελιγμών συνάδει με τον ρόλο επάνδρωσης και λειτουργίας του πλοίου. Αυτές θα πρέπει να περιλαμβάνουν τον τύπο, τον αριθμό και την ισχύ των συστημάτων πρόωσης, διεύθυνσης και προωθητήρων, λαμβάνοντας υπόψη το περιβάλλον και την οικονομία καυσίμου. Η ελικτικότητα και η απόδοση του πληρώματος της γέφυρας αλληλεπιδρούν σημαντικά.

- *Δυνατότητα Επιβίωσης - Survivability*

Σε περίπτωση κινδύνου για να μπορέσει ο ανθρώπινος παράγοντας να ανταπεξέλθει και να χειριστεί όσο καλύτερα την κατάσταση εκτάκτου ανάγκης, πρέπει να υπάρχουν τα

κατάλληλα μέσα για να χρησιμοποιήσει. Η παροχή επαρκούς πυρόσβεσης, ελέγχων βλάβης, ναυαγοσωστικών εγκαταστάσεων και ρυθμίσεων ασφάλειας μπορεί να εξασφαλίσει την ασφάλεια του πληρώματος, των επισκεπτών και των επιβατών.

- *Υγεία και ασφάλεια της εργασίας - Occupational Health and Safety*

Κατά την διάρκεια εργασιών πάνω στο πλοίο η επίδραση της ίδιας της εργασίας, του περιβάλλοντος εργασίας και των συνθηκών στην υγεία, την ασφάλεια και την ευημερία του ατόμου πρέπει να λαμβάνονται υπόψη.

- *Χρηστικότητα - Usability*

Ο Eason (1984) προσφέρει τον ακόλουθο ορισμό της χρηστικότητας: ο «βασικός δείκτης χρηστικότητας είναι αν χρησιμοποιείται ένα σύστημα ή μια εγκατάσταση». Ωστόσο, αυτό δεν είναι προφανές, καθώς πολλές συσκευές που χρησιμοποιούνται είναι δύσκολες στη χρήση. Η χρηστικότητα δεν καθορίζεται από ένα ή δύο συστατικά, αλλά επηρεάζεται από διάφορους παράγοντες. Αυτοί οι παράγοντες δεν επηρεάζουν απλά και άμεσα την χρηστικότητα, αλλά αλληλεπιδρούν μεταξύ τους με μερικές φορές περίπλοκους τρόπους. Κατά συνέπεια τα συστήματα του πλοίου πρέπει να είναι φιλικά προς το πλήρωμα και καλά μελετημένα ώστε να αποφεύγονται μεταβολές στην απόδοση των ανθρώπων.

- *Μάθηση/Προσαρμοστικότητα - Learnability/adoptability*

Είναι το πόσο εύκολα μπορεί να μάθει κάποιος το σύστημα. Αυτό επηρεάζεται από διάφορους παράγοντες: για παράδειγμα, πόσο περίπλοκο είναι το σύστημα, πόσο καλά οι συμπεριφορές του συστήματος σηματοδοτούνται με τη μορφή ανατροφοδότησης, με ποιο τρόπο συμπεριφέρεται το σύστημα, πώς οι αλλαγές λειτουργίας που μπορούν να οδηγήσουν σε διαφορετικά είδη συμπεριφοράς και ούτω καθεξής. Η δυνατότητα κατανόησης μπορεί επίσης να επηρεαστεί από το πόσο καλά τεκμηριώνεται το σύστημα, είτε επίσημα (μέσω οδηγιών) είτε ανεπίσημα μέσω της διαθεσιμότητας άλλων χρηστών που μπορεί να είναι πιο εξειδικευμένοι και μπορούν να βοηθήσουν έναν αρχάριο. Η ικανότητα εντοπισμού επηρεάζεται επίσης από το πόσο παρόμοιο είναι το νέο σύστημα με άλλα συστήματα που γνωρίζουν οι χρήστες, επειδή μπορεί να υπάρξει μεταφορά γνώσης από προηγούμενη χρήση του συστήματος.

2.4 Functional Resonance Analysis Method (FRAM)

2.4.1 Ορισμός

Ο Hollnagel θέλοντας να εφαρμόσει πρακτικά την Ασφάλεια II δημιούργησε μια νέα μεθοδολογία την οποία ονόμασε Functional Resonance Analysis Method (FRAM).

Η μέθοδος FRAM παρέχει έναν τρόπο περιγραφής των αποτελεσμάτων χρησιμοποιώντας την ιδέα του συντονισμού που προκύπτει από τη μεταβλητότητα της κανονικής απόδοσης.

Προκειμένου να καταλήξουμε σε μια περιγραφή της λειτουργικής μεταβλητότητας και του συντονισμού και να οδηγηθούμε σε συμπεράσματα ώστε να είμαστε σε θέση να κάνουμε προτάσεις για την απόσβεση της ανεπιθύμητης μεταβλητότητας, θα πρέπει να γίνει μια ανάλυση FRAM, η οποία αποτελείται από τέσσερα βήματα:

1. Προσδιορισμός και περιγραφή των βασικών λειτουργιών του συστήματος και χαρακτηρισμός κάθε λειτουργίας χρησιμοποιώντας τα έξι βασικά χαρακτηριστικά (πτυχές). Στην πρώτη ανάλυση, περιγραφή μόνο των πτυχών που είναι απαραίτητες ή σχετικές. Η περιγραφή μπορεί πάντα να τροποποιηθεί αργότερα. Έλεγχος της πληρότητας / συνέπειας του μοντέλου.
2. Χαρακτηρισμός της πιθανής μεταβλητότητας των λειτουργιών στο μοντέλο FRAM, καθώς και της πιθανής πραγματικής μεταβλητότητας των λειτουργιών σε μία ή περισσότερες περιπτώσεις όπου έχει γίνει χρήση του μοντέλου.
3. Καθορισμός του λειτουργικού συντονισμού με βάση τις εξαρτήσεις / συζεύξεις μεταξύ των λειτουργιών και την πιθανότητα για μεταβλητότητα των λειτουργιών.
4. Προσδιορισμός τρόπων για την παρακολούθηση της ανάπτυξης του συντονισμού είτε για την μείωση της μεταβλητότητας που μπορεί να οδηγήσει σε ανεπιθύμητα αποτελέσματα είτε για την ενίσχυση της μεταβλητότητας που μπορεί να οδηγήσει σε επιθυμητά αποτελέσματα.

Η FRAM βασίζεται στις τέσσερις βασικές αρχές που περιγράφονται παρακάτω:

- *Αρχή της ισοδυναμίας της επιτυχίας και της αποτυχίας*

Η αποτυχία κανονικά εξηγείται σαν μία βλάβη ή δυσλειτουργία ενός συστήματος ή / και των στοιχείων που το αποτελούν. Αυτή η άποψη υποθέτει ότι η επιτυχία και η αποτυχία έχουν μια ριζικά διαφορετική φύση. Η FRAM - και το Resilience Engineering - αναγνωρίζει ότι τα πράγματα πάνε είτε σωστά είτε λάθος, ουσιαστικά με τον ίδιο τρόπο. Το γεγονός ότι τα αποτελέσματα είναι διαφορετικά δεν σημαίνει ότι οι υποκείμενες διαδικασίες πρέπει να είναι διαφορετικές. Η «Αρχή των προσεγγιστικών προσαρμογών» εξηγεί γιατί συμβαίνει αυτό.

- *Αρχή των προσεγγιστικών προσαρμογών*

Πολλά κοινωνικο-τεχνικά συστήματα είναι δύσκολο να αναλυθούν. Επομένως, οι συνθήκες κάτω από τις οποίες λειτουργούν δεν είναι εύκολο να προκαθοριστούν. Τα άτομα, οι ομάδες και οι οργανώσεις συνήθως προσαρμόζουν την απόδοσή τους για να ανταποκριθούν στις υπάρχουσες συνθήκες (πόροι, απαιτήσεις, ευκαιρίες, συγκρούσεις, διακοπές). Επειδή οι πόροι (χρόνος, εργατικό δυναμικό, πληροφορίες, κ.λπ.) είναι πάντα πεπερασμένοι, οι προσαρμογές αυτές θα είναι πάντοτε κατά προσέγγιση και όχι ακριβείς. Η προκύπτουσα μεταβλητότητα απόδοσης είναι ο λόγος για τον οποίο τα πράγματα πάνε σωστά, αλλά και ο λόγος για τον οποίο τα πράγματα πάνε στραβά.

- *Αρχή της εμφάνισης*

Η μεταβλητότητα της φυσιολογικής απόδοσης είναι σπάνια αρκετά μεγάλη ώστε να αποτελεί αιτία ατυχήματος ή ακόμη και να ευθύνεται για κάποια δυσλειτουργία από μόνη της. Αλλά η μεταβλητότητα από πολλαπλές λειτουργίες μπορεί να συνδυαστεί με απροσδόκητους τρόπους, οδηγώντας σε συνέπειες που είναι δυσανάλογα μεγάλες, δημιουργώντας έτσι ένα μη γραμμικό αποτέλεσμα. Τόσο οι αποτυχίες όσο και η λειτουργία χωρίς προβλήματα είναι αναδυόμενα και όχι προκύπτοντα φαινόμενα, επειδή τίποτα δύο δεν μπορεί να εξηγηθεί μόνο από τη (δυσ)λειτουργία συγκεκριμένων στοιχείων ή τμημάτων.

- *Αρχή του λειτουργικού συντονισμού*

Οι συνέπειες μπορεί να εξαπλωθούν μέσω μικρών μη αναγνωρίσιμων συσχετισμών μεταξύ τους και όχι μέσω αναγνωρίσιμων και απαριθμούμενων δεσμών αιτίου-αποτελέσματος, π.χ. όπως περιγράφεται από το Φαινόμενο του Μικρόκοσμου. Αυτό μπορεί να περιγραφεί ως συντονισμός της κανονικής μεταβλητότητας των λειτουργιών, ή και ως λειτουργικός συντονισμός. Η αναλογία συντονισμού υπογραμμίζει ότι αυτό είναι ένα δυναμικό φαινόμενο, επομένως δεν μπορεί να αποδοθεί σε έναν απλό συνδυασμό αιτιών.

Ο λειτουργικός συντονισμός ουσιαστικά είναι το "ανιχνεύσιμο σήμα" που προκύπτει από την ακούσια αλληλεπίδραση των φυσιολογικών μεταβλητοτήτων πολλών "σημάτων".

2.4.2 Μοντελοποίηση της FRAM

- Method-sine-model

Η FRAM είναι ένα μοντέλο method-sine δηλαδή, η χρήση της FRAM περιλαμβάνει δύο στάδια. Το πρώτο χρησιμοποιεί το FRAM για να αναπτύξει ένα μοντέλο της εργασίας (διαδικασία ή εκτέλεση) που είναι το επίκεντρο της ανάλυσης. Το δεύτερο είναι να χρησιμοποιήσετε το μοντέλο για να δημιουργήσει αναπαραστάσεις της εργασίας (ή της εκτέλεσης) και στη συνέχεια να τις αναλύσει.

- Breadth first

Κατά την ανάπτυξη του μοντέλου ή της αναπαράστασης της εργασίας (διαδικασίας ή εκτέλεσης) που αποτελεί το επίκεντρο της ανάλυσης, η καθοδηγητική αρχή είναι breadth-first – or breadth-before-depth. Αυτό σημαίνει ότι είναι πιο σημαντικό να αναπτύξουμε μια αναπαράσταση ώστε να κατανοήσουμε την όλη κατάσταση, παρά να αναζητήσουμε λεπτομερείς αιτίες. Η αρχή 'breadth-first' είναι σύμφωνη με τη φιλοσοφία της FRAM, δηλαδή ότι η κατανόηση της καθημερινής λειτουργίας ενός συστήματος (the breadth) είναι η αναγκαία βάση για την κατανόηση μιας συγκεκριμένης εξέλιξης - πραγματικής ή

υποθετικής (the depth). Σε περίπτωση διερεύνησης γεγονότων, ο σκοπός της FRAM δεν είναι να προσδιορίσει τι πήγε λάθος, αλλά να καταλάβει τι δεν πήγε σωστά. Το σημείο εκκίνησης πρέπει επομένως να είναι μια κατανοητή περιγραφή του τι συμβαίνει στις καθημερινές καταστάσεις, όταν τίποτα δεν πάει στραβά. Στην περίπτωση εκτίμησης κινδύνου, ο σκοπός της FRAM είναι πιο πολύ να κατανοήσει τον τρόπο με τον οποίο οι συνδυασμοί της μεταβλητότητας της καθημερινής απόδοσης μπορούν να οδηγήσουν σε απροσδόκητα (και συνήθως ανεπιθύμητα) αποτελέσματα, και όχι τόσο να εντοπίσει την πιθανή εξάπλωση μιας βλάβης ή μιας δυσλειτουργίας.

Ως συνέπεια της αρχής 'breadth-first', ο σκοπός που αναπτύχθηκε το μοντέλο είναι να προσδιορίσει όλες τις λειτουργίες που αποτελούν μέρος της εργασίας και όχι η λεπτομερειακή περιγραφή αυτών.

- Η «λογική» της ανάλυσης έχει ως εξής:
 1. Περιγραφή του συμβάντος χρησιμοποιώντας είτε μια υπάρχουσα περιγραφή (για παράδειγμα μια αναφορά συμβάντος) είτε ένα μελλοντικό σενάριο (για παράδειγμα μια μελέτη για την ασφάλεια) ή μια προτεινόμενη αλλαγή (προδιαγραφές σχεδιασμού, λειτουργικές προδιαγραφές) ή οποιοδήποτε άλλο διαθέσιμο υλικό.
 2. Προσπάθεια περιγραφής του τι πρέπει να συμβεί (δηλαδή όπως γίνεται μια δουλειά-διαδικασία, όχι όπως την φανταζόμαστε). Αυτό θα απαιτήσει δεδομένα από την καθημερινή εργασία, από ανθρώπους που έχουν εξειδικευμένες γνώσεις σχετικά με τη εργασία που αναλύεται, παρά δεδομένα από μια έρευνα ατυχήματος. Η περιγραφή είναι βασικά το σύνολο των λειτουργιών που απαιτούνται για να θεωρηθούν επιτυχείς η καθημερινές εργασίες.
 3. Το αποτέλεσμα του Βήματος 2 είναι το μοντέλο FRAM. Αυτή είναι η βάση για τον χαρακτηρισμό της αναμενόμενης (πιθανής) μεταβλητότητας της εργασίας όπως πραγματοποιείται στο καθημερινό περιβάλλον. Ο χαρακτηρισμός αυτής της μεταβλητότητας παρέχει επίσης τη βάση για την περιγραφή των πιθανών συνδυασμών.
 4. Χρησιμοποίηση πιο συγκεκριμένων πληροφοριών (π.χ. ανάλυση συμβάντων ή ατυχημάτων ή ένα σενάριο μιας μελέτης για την ασφάλεια) για πρόταση μίας ή περισσότερων ερμηνειών του μοντέλου.
 5. Ανάλυση αυτών των παραλλαγών, είτε για να βρεθεί μια εξήγηση γιατί συνέβη κάτι, είτε ένα πιθανό σενάριο για το τι μπορεί να συμβεί (όπως στην αξιολόγηση κινδύνου).

- Ανάπτυξη μοντέλου FRAM: Προσδιορισμός των λειτουργιών

Το πρώτο βήμα είναι να προσδιοριστούν οι λειτουργίες που απαιτούνται για να θεωρηθεί επιτυχημένη η λειτουργία του συστήματος, δηλ. οι λειτουργίες χωρίς τις οποίες το σύστημα δεν θα μπορούσε να εκπληρώσει το σκοπό του. Η αρχή breadth-first σημαίνει ότι είναι πιο σημαντικό απλά να εντοπίζουμε όλες τις λειτουργίες από το να περιγράψουμε κάποιες - ή

και όλες - με μεγάλη λεπτομέρεια. Λεπτομέρειες μπορούν πάντα να προστεθούν - ή να αφαιρεθούν από την περιγραφή αργότερα.

Είναι κατ' αρχήν δυνατόν να ξεκινήσουμε οποιαδήποτε λειτουργία, εφόσον η μέθοδος διασφαλίζει ότι θα βρεθούν όλες οι σχετικές λειτουργίες και η μέθοδος χρησιμοποιείται με συνέπεια. Τούτου λεχθέντος, μπορεί συχνά να είναι χρήσιμο να ξεκινήσει από οποιαδήποτε λειτουργία - ή ένα μικρό σύνολο λειτουργιών - που θεωρείται κρίσιμο για το σκοπό της ανάλυσης.

Ένας χρήσιμος τρόπος για να γίνει αυτό είναι να εξεταστεί ο τρόπος με τον οποίο συνήθως εκτελείται η εργασία, όπως δηλαδή μια τυπική ημέρα. Για οποιαδήποτε εκτελούμενη εργασία, υπάρχουν συνήθως πολλές πληροφορίες για αυτήν, οι οποίες μπορούν να ληφθούν είτε με την παρατήρηση του τι συμβαίνει κατά τη διάρκεια της εκτέλεσής της είτε ρωτώντας τους ανθρώπους που είναι υπεύθυνοι για την εκτέλεσή της. Για μια μη υπάρχουσα εργασία, δηλ. ένα μελλοντικό σενάριο ή κατάσταση, οι πληροφορίες μπορούν να βρεθούν στις προδιαγραφές σχεδιασμού της.

Το επόμενο βήμα είναι να περιγραφούν τα στοιχεία που είναι απαραίτητα για την εκτέλεση της λειτουργίας. Ο απλούστερος τρόπος για να γίνει αυτό είναι να ξεκινήσουμε με τις εισόδους και τις εξόδους του συστήματος. Εδώ κρίνεται σημαντικό να θυμόμαστε την αρχή breadth-first. Όπως προαναφέρθηκε, δεν προτείνεται να περιγράψουμε όλα τα στοιχεία κάθε λειτουργίας με πολλές λεπτομέρειες. Η περιγραφή θα πρέπει να περιοριστεί σε στοιχεία τα οποία η ομάδα ανάλυσης θεωρεί σημαντικά. Μπορεί να είναι πρακτικό να εισαχθεί η ισχύς ενός βέτο, υπό την έννοια ότι οποιοδήποτε μέλος της ομάδας μπορεί να αρνηθεί μια πρόταση για ένα στοιχείο. Αυτό βοηθά επίσης στο να επικεντρωθούμε στο «breadth» και να αποφεύγουμε τον πειρασμό μπούμε σε λεπτομέρειες.

Για να είναι πλήρες ένα μοντέλο FRAM, κάθε στοιχείο που έχει περιγραφεί πρέπει να έχει σχέση με άλλη λειτουργία. Επομένως, εάν μια συνάρτηση έχει μια έξοδο (όπως συμβαίνει συνήθως), τότε αυτή η έξοδος πρέπει να υπάρχει ως στοιχείο μιας άλλης συνάρτησης - π.χ. ως είσοδος, προϋπόθεση, πόρος, στοιχείο ελέγχου ή χρόνου. Αντιστρόφως, αν μια συνάρτηση έχει ένα στοιχείο που περιγράφεται ως είσοδος, προϋπόθεση, πόρος, στοιχείο ελέγχου ή χρόνου, τότε αυτό το στοιχείο θα πρέπει να είναι η έξοδος μιας άλλης συνάρτησης. Ο βασικός κανόνας είναι ότι τα στοιχεία δεν εμφανίζονται από πουθενά και δεν εξαφανίζονται στο πουθενά.

Αυτός ο κανόνας διασφαλίζει ότι θα καθοριστούν όλες οι απαραίτητες λειτουργίες. Σύμφωνα με την αρχή breadth-first, αρχικά κρίνεται αρκετό να εισαχθούν αυτές οι παράγωγες λειτουργίες ως «εικονικές» λειτουργίες, δηλ. ως αντικαταστάτες για λειτουργίες που αποτελούν μέρος της περιγραφής άλλων λειτουργιών. Αυτό θα μπορούσε να είναι η λειτουργία - δέκτης μιας εξόδου, αλλά χωρίς να περιγράφονται άλλα στοιχεία αυτής της λειτουργίας «δέκτη». Μια τέτοια «εικονική» λειτουργία στην πράξη καθορίζει πού σταματά η ανάλυση, δηλ. σηματοδοτεί το όριο της ανάλυσης. Σε περίπτωση που μια

λειτουργία χρειάζεται ως πηγή, π.χ. για να δημιουργηθεί μια έξοδος που χρησιμοποιείται ως είσοδος, προϋπόθεση, πόρος, στοιχείο ελέγχου ή χρόνου για μια άλλη λειτουργία, αυτή η «πηγή» μπορεί επίσης αρχικά να περιγραφεί ως «εικονική» λειτουργία χωρίς περαιτέρω λεπτομέρειες.

Σύμφωνα με την ορολογία της μεθόδου FRAM, αυτές οι 'εικονικές λειτουργίες' είναι συνήθως λειτουργίες που λαμβάνουν χώρα στο υπόβαθρο. (q.v.).

Αυτός ο κανόνας ελέγχου διασφαλίζει ότι το προκύπτον μοντέλο FRAM είναι πλήρες, με την έννοια ότι λαμβάνονται υπόψη όλες οι εξεταζόμενες πτυχές. Ο κανόνας επιβάλλει την αρχή breadth-first και αποφεύγει την ανεπιθύμητη, στην περίπτωσή μας, ανάλυση σε βάθος. Το προκύπτον μοντέλο, φυσικά, δεν είναι η τελική περιγραφή της εργασίας, αλλά απλώς μια πρώτη άποψη.

- Ανάπτυξη μοντέλου FRAM: Περιγραφή της πιθανής μεταβλητότητας

Μπορεί να απαιτηθεί μια σειρά επαναλήψεων για την ανάπτυξη ενός αποδεκτού μοντέλου FRAM μιας εργασίας. Στο τέλος όμως θα έχει δημιουργηθεί ένα μοντέλο που αντιπροσωπεύει την καθημερινή λειτουργία και εκτέλεση που είναι η απαραίτητη βάση για την κατανόηση μιας συγκεκριμένης εξέλιξης. Η ανάλυση αυτής της εξέλιξης αποτελεί το δεύτερο μέρος της μεθόδου. Αυτή η ανάλυση μπορεί είτε να αναφέρεται σε κάτι που έχει συμβεί, είτε σε μια υποθετική μελλοντική κατάσταση. Και στις δύο περιπτώσεις ο σκοπός της ανάλυσης είναι να χαρακτηρίσει τη ενδεχόμενη μεταβλητότητα κάθε λειτουργίας. Δεν είναι απολύτως απαραίτητο να χαρακτηρίσουμε την ενδεχόμενη μεταβλητότητα για τις καθορισμένες λειτουργίες υποβάθρου, δεδομένου ότι αυτές - εξ ορισμού - δεν διαφέρουν για τον τύπο εργασίας που εξετάζεται.

- Μοντελοποίηση και γραφική απεικόνιση

Ήταν σαφές από την αρχή ότι θα ήταν πολύ χρήσιμο να έχουμε ένα εργαλείο λογισμικού που θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για την κατασκευή ενός μοντέλου και επίσης να μπορούσε αυτόματα να δημιουργήσει μια γραφική απεικόνιση ενός μοντέλου FRAM. Μετά από πολλές προσπάθειες, αυτό το εργαλείο είναι πλέον διαθέσιμο. Ονομάζεται FRAM Model Vizualizer (FMV). Το FMV επιτρέπει σε ένα χρήστη να δημιουργήσει και να επεξεργαστεί μια λειτουργία FRAM καθώς και να την απεικονίσει γραφικά.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

3.1 Ιστορικό της FSA (Formal Safety Assessment)

Η FSA αρχικά αναπτύχθηκε εν μέρει τουλάχιστον ως αντίδραση στην καταστροφή του Piper Alpha το 1988, όταν εξερράγη μια υπεράκτια πλατφόρμα στη Βόρεια Θάλασσα και 167 άτομα έχασαν τη ζωή τους.

Το Piper Alpha ήταν μια πλατφόρμα πετρελαίου και φυσικού αερίου 110 μίλια από την ακτή του Αμπερντίν στη Βόρεια Θάλασσα που χτίστηκε το 1976. Τον Ιούνιο του 1998 παρήγαγε το 10% του συνόλου του βρετανικού πετρελαίου της Βόρειας Θάλασσας. Στις 6 Ιουλίου 1988, μια μονάδα επεξεργασίας αερίου εξερράγη και ξεκίνησε μια αλυσιδωτή αντίδραση η οποία οδήγησε σε τεράστιες εκρήξεις που κατέστρεψαν εντελώς την πλατφόρμα μέσα σε λίγες ώρες. Η καταστροφή προκάλεσε 167 θανάτους από τους συνολικά 228 ανθρώπους που εργάζονταν στην πλατφόρμα εκείνη την ώρα.

Η έρευνα του Cullen (το 1990) για τη διερεύνηση των αιτιών της καταστροφής οδήγησε στη μεγαλύτερη μεταρρύθμιση της ασφάλειας στην υπεράκτια βιομηχανία. Οι κανονισμοί ασφαλείας για τις υπεράκτιες εγκαταστάσεις που εκδόθηκαν από την αρμόδια υπηρεσία του Ηνωμένου Βασιλείου για την Υγεία και την Ασφάλεια (Health and Safety Executive, HSE) τέθηκαν σε ισχύ το 1993. Οι κανονισμοί απαιτούσαν την ύπαρξη μελετών ασφαλείας για όλες τις υπάρχουσες υπεράκτιες (offshore) εγκαταστάσεις (σταθερές και κινητές) μέχρι τον Νοέμβριο του 1993, καθώς και την εκπόνηση αντίστοιχων μελετών κατά το σχεδιασμό νέων.

Μια μελέτη ασφαλείας είναι μια γραπτή υποβολή που καταρτίζεται από τον ιδιοκτήτη ή τον χειριστή μιας εγκατάστασης ανοικτής θάλασσας και περιέχει όλα τα στοιχεία που αποδεικνύουν ότι οι κίνδυνοι που είναι πιθανό να προκαλέσουν σοβαρά ατυχήματα έχουν εντοπιστεί, έχουν αξιολογηθεί και έχουν ληφθεί μέτρα για τη μείωση τους σε έναν λογικό, εφαρμόσιμο βαθμό. (As Low As Reasonably Practicable - ALARP). Μια περίπτωση ασφαλείας πρέπει επίσης να περιλαμβάνει μια κατανοητή περιγραφή της εγκατάστασης και των συστημάτων διαχείρισης της ασφάλειας της, συμπεριλαμβανομένων σχεδίων και διαδικασιών για περιπτώσεις έκτακτης ανάγκης. Καμία εγκατάσταση δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί νόμιμα χωρίς να έχει γίνει αποδεκτή από το HSE. Πρέπει να σημειωθεί ότι μια μελέτη ασφαλείας εφαρμόζεται σε μια συγκεκριμένη εγκατάσταση και είναι ευθύνη του ιδιοκτήτη να την προετοιμάσει. Αυτό είναι παρόμοιο με την εξειδικευμένη πιθανολογική εκτίμηση που χρησιμοποιείται στην πυρηνική βιομηχανία.

Στη ναυτιλιακή βιομηχανία, αρκετά σοβαρά ατυχήματα, συμπεριλαμβανομένου αυτού της ανατροπής του MS Herald of Free Enterprise, προσέλκυσαν μεγάλη προσοχή στην ασφάλεια των πλοίων. Η υιοθέτηση των μελετών ασφαλείας στη βρετανική υπεράκτια βιομηχανία ενθάρρυνε τους αναλυτές της ασφαλείας να εξετάσουν τη δυνατότητα να υιοθετήσουν ένα παρόμοιο καθεστώς και στα πλοία. Η βρετανική υπηρεσία ακτοφυλακής

του Ηνωμένου Βασιλείου το 1993 (MSC 62) πρότεινε στον IMO τη χρήση της FSA (Formal Safety Assessment) για την ασφάλεια και την πρόληψη της ρύπανσης. Η MCA (UK Marine Coastguard Agency) πρότεινε επίσης ότι ο IMO θα πρέπει να διερευνήσει τη δυνατότητα εισαγωγής της FSA στο σχεδιασμό καθώς και στις λειτουργικές διαδικασίες των πλοίων. Πρέπει να σημειωθεί ότι η FSA δεν αποτελεί μελέτη ασφάλειας, δεδομένου ότι δεν εφαρμόζεται σε ένα συγκεκριμένο πλοίο ούτε προετοιμάζεται από τον πλοιοκτήτη ή μισθωτή του πλοίου. Η FSA αντιπροσωπεύει μια θεμελιώδη αλλαγή στην προσέγγιση των ατυχημάτων, από μια σε μεγάλο βαθμό προσέγγιση αντίδρασης (λήψη μέτρων μετά από κάποιο ατύχημα) σε μια προσέγγιση πρόνοιας. Το γεγονός αυτό ήταν πιθανώς ο λόγος που ο IMO αντέδρασε ευνοϊκά στην πρόταση του Ηνωμένου Βασιλείου. Η πρόταση αυτή οδήγησε στη σύσταση μιας ομάδας εργασίας πάνω στην FSA και έκτοτε πολλοί διαχειριστές ανέλαβαν δοκιμαστικές εφαρμογές της μεθοδολογίας. Η ομάδα εργασίας συναντήθηκε εκ νέου στην MSC 67 και 68 και τελειοποίησε τις κατευθυντήριες γραμμές (guidelines) που ορίζουν την FSA.

Η Επιτροπή Ναυτικής Ασφάλειας (MSC) κατά την 68η σύνοδό της (28 Μαΐου έως 6 Ιουνίου 1997) και η Επιτροπή Προστασίας του Θαλάσσιου Περιβάλλοντος (MEPC) στην 40ή σύνοδό της (18-23 και 25 Σεπτεμβρίου 1997) ενέκριναν τις μεταβατικές οδηγίες για την εφαρμογή της FSA στις διαδικασίες θέσπισης κανόνων του IMO. Οι οδηγίες δημοσιεύθηκαν τον Νοέμβριο του 1997, και η MSC / Circ. 829 έγινε μια επίσημη εγκύκλιος του IMO. Η MSC κάλεσε τις κυβερνήσεις των κρατών μελών καθώς και μη κυβερνητικές οργανώσεις να διεξαγάγουν δοκιμαστικές εφαρμογές της μεθόδου FSA προκειμένου να αποκτήσουν την απαραίτητη εμπειρία. Οι οδηγίες για την FSA που χρησιμοποιήθηκαν στη διαδικασία θέσπισης κανόνων του IMO εγκρίθηκαν το 2002 (MSC / Circ.1023 / MEPC / Circ.392). Από τότε, οι οδηγίες αυτές έχουν τροποποιηθεί από το MSC / Circ.1180-MEPC / Circ.474 και MSC-MEPC.2 / Circ.5. Οι παραπάνω οδηγίες έχουν πλέον αντικατασταθεί από το MSC-MEPC.2 / Circ.12 / Rev.2.

3.2 Ορισμός FSA

Σύμφωνα με τις κατευθυντήριες γραμμές του IMO, η μεθοδολογία της FSA μπορεί να εφαρμοστεί από ένα Κράτος-Μέλος ή έναν οργανισμό με συμβουλευτικό χαρακτήρα στο πλαίσιο του IMO, όταν προτείνονται τροποποιήσεις στην ασφάλεια για την ναυτιλία, στην πρόληψη της ρύπανσης και τα μέσα που σχετίζονται με την ανταπόκριση προκειμένου να αναλυθούν οι συνέπειες τέτοιων προτάσεων, ή μια επιτροπή ή ένα συμβουλευτικό όργανο με εντολή να παράσχει μια ισορροπημένη άποψη ενός πλαισίου κανονισμών, έτσι ώστε να εντοπιστούν οι προτεραιότητες και οι τομείς ενδιαφέροντος και να αναλυθούν τα οφέλη και οι συνέπειες των προτεινόμενων αλλαγών (Zhang et al., 2014).

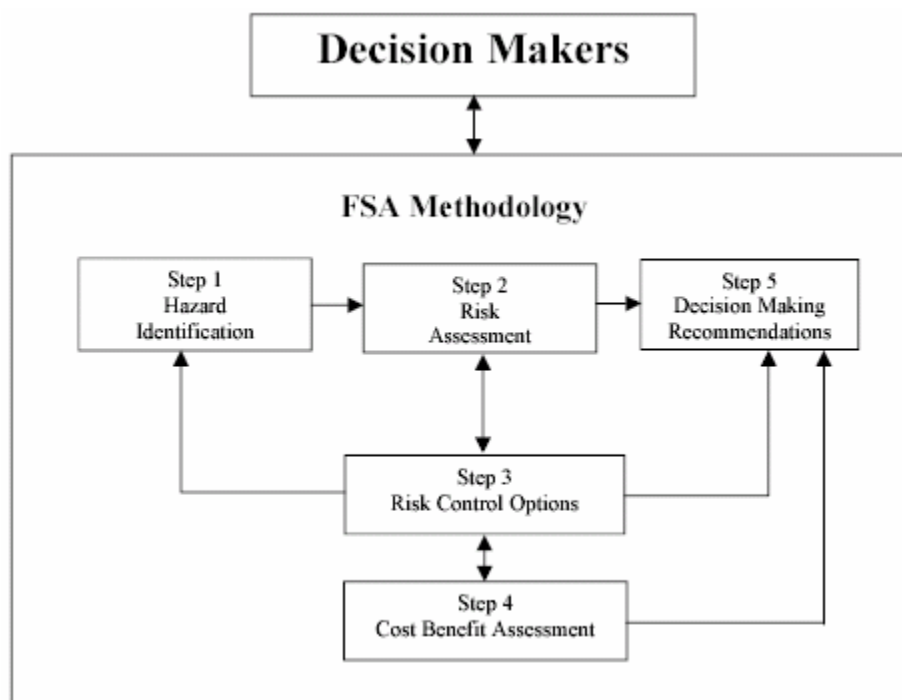
Διεξήχθησαν δοκιμαστικές εφαρμογές της τυπικής αξιολόγησης της ασφάλειας επίσης από επιστήμονες και δημοσιεύθηκαν σε επιστημονικά περιοδικά, καθώς και από νηογνώμονες και μεμονωμένους φορείς εκμετάλλευσης (π.χ. P&O Cruises) που χρησιμοποίησαν την τυπική αξιολόγηση της ασφάλειας ως εργαλείο αξιολόγησης κινδύνου.

Μια μελέτη της τυπικής αξιολόγησης της ασφάλειας αποτελείται από τα παρακάτω βήματα:

- Βήμα 1: Εντοπισμός των κινδύνων
- Βήμα 2: Ανάλυση κινδύνου
- Βήμα 3: Επιλογές ελέγχου κινδύνου
- Βήμα 4: Ανάλυση κόστους-οφέλους
- Βήμα 5: Συστάσεις για την λήψη αποφάσεων

Το σχήμα 3-1 είναι ένα διάγραμμα ροής της μεθοδολογίας της τυπικής αξιολόγησης της ασφάλειας που λήφθηκε από τις Κατευθυντήριες Γραμμές. Μια πιο ενδεικτική προσέγγιση είναι το σχήμα 3-2 το οποίο παρουσιάστηκε από τον IACS στο MSC 75 (Cassiano et al., 2014).

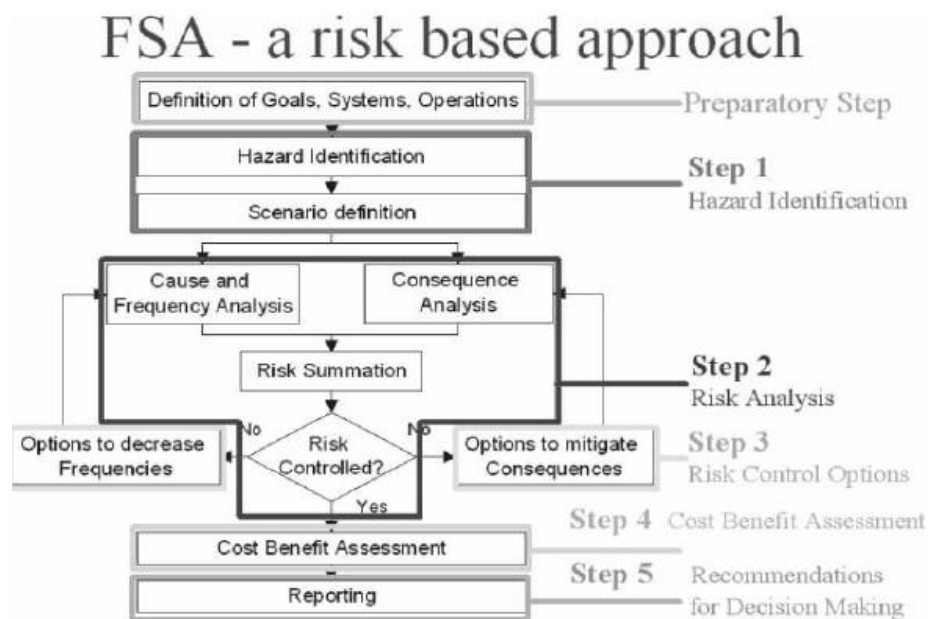
Η διαδικασία ξεκινά με τον καθορισμό από τους φορείς λήψης αποφάσεων του προβλήματος που θα αξιολογηθεί μαζί με τυχόν σχετικούς περιορισμούς (στόχους, συστήματα και λειτουργίες). Σκοπός του ορισμού του προβλήματος είναι να προσδιοριστεί προσεκτικά το πρόβλημα που εξετάζεται σε σχέση με τους υπό εξέταση κανονισμούς ή για να αναπτυχθεί, κάτι που θα καθορίσει επίσης το βάθος και την έκταση της εφαρμογής.



Σχήμα 3-1: Διάγραμμα ροής της τυπικής αξιολόγησης της ασφάλειας [MSC Circ. 1023]

Οι συναφείς πτυχές όσον αφορά στα πλοία και επομένως, σε τομείς στους οποίους μπορούν να εφαρμοστούν μελέτες τυπικής αξιολόγησης της ασφάλειας είναι σύμφωνα με τις Κατευθυντήριες Γραμμές οι ακόλουθες (Li et al., 2012):

1. Κατηγορία πλοίου (π.χ. τύπος, νέο ή υπάρχον, είδος φορτίου).
2. Συστήματα ή λειτουργίες πλοίων (π.χ. διάταξη, υποδιαίρεση, τύπος πρόωσης)
3. Δραστηριότητες πλοίου (π.χ. δραστηριότητες στο λιμάνι και / ή κατά την διάρκεια της πλοήγησης).
4. Εξωτερικές επιδράσεις στο πλοίο (π.χ. σύστημα κυκλοφορίας σκαφών)
5. Κατηγορία ατυχημάτων (π.χ. σύγκρουση, έκρηξη, πυρκαγιά)
6. Κίνδυνοι που συνδέονται με συνέπειες όπως τραυματισμοί ή / και θάνατοι επιβατών και πληρώματος, περιβαλλοντικές επιπτώσεις, βλάβες στο πλοίο ή στις λιμενικές εγκαταστάσεις ή εμπορικές επιπτώσεις.



Σχήμα 3-2: Διάγραμμα ροής της τυπικής αξιολόγησης της ασφάλειας [IACS – MSC 75, 2002]

3.2 Βήματα της FSA

➤ Βήμα 1: Αναγνώριση των κινδύνων

Σκοπός αυτού του βήματος είναι να προσδιοριστεί ένας κατάλογος των κινδύνων και των σχετικών σεναρίων τους και να ταξινομηθούν ανάλογα με το επίπεδο κινδύνου. Οι προσεγγίσεις που χρησιμοποιούνται είναι ένας συνδυασμός δημιουργικών και αναλυτικών τεχνικών. Το δημιουργικό στοιχείο είναι να διασφαλιστεί ότι η διαδικασία είναι προληπτική ενώ το αναλυτικό στοιχείο διασφαλίζει ότι λαμβάνεται υπόψη η εμπειρία από το παρελθόν. Το βήμα κάνει εκτεταμένη χρήση εμπειρογνομώνων. Οι βάσεις δεδομένων που παρέχουν δεδομένα από ατυχήματα του παρελθόντος και εμπειρίες εμπειρογνομώνων, καθώς και διάφορα μοντέλα, είναι μερικές από τις προσεγγίσεις που χρησιμοποιούνται. (Celik, Lavasani, and Wang, 2010).

Οι προσδιορισμένοι κίνδυνοι και τα συναφή σενάρια που σχετίζονται με το εξεταζόμενο πρόβλημα θα πρέπει να κατατάσσονται κατά προτεραιότητα ώστε να απορρίπτονται σενάρια που θεωρούνται μικρής σημασίας. Η συχνότητα και η συνέπειες των

αποτελεσμάτων των σεναρίων απαιτούν αξιολόγηση. Η κατάταξη γίνεται με βάση τα διαθέσιμα δεδομένα του κάθε σεναρίου.

Για την ταξινόμηση του κινδύνου κατά σειρά σημαντικότητας, οι μήτρες μπορούν να χρησιμοποιηθούν. Μια μήτρα κινδύνου χρησιμοποιεί μια μήτρα που διαιρεί τις διαστάσεις της συχνότητας και των συνεπειών σε κατηγορίες. Κάθε κίνδυνος κατανέμεται σε μια κατηγορία συχνότητας και επίπτωσης και η μήτρα κινδύνου δίνει στην συνέχεια μια μορφή αξιολόγησης ή κατάταξης του κινδύνου που συνδέεται με αυτόν τον κίνδυνο (Montewka, Goerlandt και Kujala, 2014).

Το βήμα 1 της FSA είναι επίσης γνωστό ως το βήμα HAZID (HAzard IDentification). Οι στόχοι αυτού του βήματος είναι οι εξής (Kim, Kang and Kim, 2015):

1. Να προσδιοριστούν όλα τα πιθανά επικίνδυνα σενάρια που θα μπορούσαν να οδηγήσουν σε σημαντικές συνέπειες
2. Να γίνει κατάταξη αυτών σε επίπεδο ρίσκου.

➤ Βήμα 2: Ανάλυση ρίσκου

Σκοπός της ανάλυσης κινδύνου στο βήμα 2 είναι η λεπτομερής διερεύνηση των αιτιών, των γεγονότων που ξεκίνησαν, καθώς και των συνεπειών των πιο σημαντικών σεναρίων ατυχημάτων που προσδιορίστηκαν στο βήμα 1. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με τη χρήση κατάλληλων τεχνικών που μοντελοποιούν τους κινδύνους. Αυτό επιτρέπει την εστίαση της προσοχής σε περιοχές υψηλού κινδύνου και τον εντοπισμό και την αξιολόγηση των παραγόντων που επηρεάζουν το επίπεδο κινδύνου. Τα διαφορετικά είδη κινδύνων (δηλ. κίνδυνοι για τους ανθρώπους, το περιβάλλον ή την ιδιοκτησία) θα πρέπει να αντιμετωπιστούν ανάλογα με το πρόβλημα που εξετάζεται.

Οι Κατευθυντήριες Γραμμές αναφέρονται σε «Αιτίες» (σχήμα 3-1) ενώ το σχεδιάγραμμα του IACS (σχήμα 3-2) αναφέρει «Αιτίες και Συχνότητες». Όταν προσεγγίζουμε σενάρια χωρίς ιστορικά δεδομένα, πρέπει να χρησιμοποιήσουμε μια πιθανοτική προσέγγιση. Σε κάθε περίπτωση, αυτά τα δύο στοιχεία αποτελούν τον κίνδυνο κάθε σεναρίου. Τις περισσότερες φορές, αυτό το βήμα πρέπει να εστιάζεται μόνο σε τομείς υψηλού κινδύνου. Τέλος, πρέπει να αναφερθεί ότι οι πιο ευρέως χρησιμοποιούμενες μέθοδοι σε αυτό το βήμα είναι τα δέντρα σφαλμάτων και τα δέντρα συμβάντων, τα οποία περιγράφηκαν αναλυτικά στο κεφάλαιο 1 (Mazaheri, Montewka and Kujala, 2014).

Έχει παρατηρηθεί ότι οι περισσότερες μελέτες διαθέτουν εκτενώς - αν όχι αποκλειστικά - ιστορικά δεδομένα που βρίσκονται σε διάφορες βάσεις δεδομένων ατυχημάτων. Είναι κατανοητό ότι αν υπάρχουν διαθέσιμα ιστορικά δεδομένα, μπορούν να αντληθούν προφίλ κινδύνου χωρίς να χρειάζεται να διαμορφωθούν σενάρια. Ωστόσο, (και αυτό έχει αναγνωριστεί από τον IMO) ολόκληρη η φιλοσοφία της χρήσης ιστορικών δεδομένων δεν είναι προορατική και συνεπώς δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί για νέες υποδείξεις και δεν

μπορεί να μετρήσει τις επιπτώσεις των πρόσφατα εφαρμοζόμενων επιλογών ελέγχου ρίσκου, τις οποίες θα δούμε στο επόμενο βήμα, καθώς πρέπει να περιμένει να υπάρχουν ατυχήματα που να έχουν επαρκή δεδομένα.

Πολλές από αυτές τις βάσεις δεδομένων είναι πιο χρήσιμες για την συνολική στατιστική ανάλυση των δεδομένων ατυχημάτων και λιγότερο χρήσιμες για την εξαγωγή συμπερασμάτων ως προς την πραγματική αιτία ενός ατυχήματος και την σειρά των γεγονότων που σχετίζονται με αυτό. Η εργασία με βάσεις δεδομένων ατυχημάτων που έχουν ελλείψεις ή και λανθασμένες πληροφορίες για τα αίτια μπορεί να εμποδίσει την ανάλυση που ακολουθεί, ιδιαίτερα όσον αφορά στα μέτρα για την μείωση του κινδύνου (Mazaheri et al., 2015).

Εντούτοις, σε ορισμένες περιπτώσεις, ειδικά σε απλές μελέτες FSA, μπορούν να χρησιμοποιηθούν ιστορικά δεδομένα, στον βαθμό που δίδεται προσοχή στις βάσεις δεδομένων ατυχημάτων και ειδικότερα στην σωστή αναγνώριση των ατυχημάτων. Ως εναλλακτική λύση, συνιστάται η πιθανολογική μοντελοποίηση αποτυχιών και η ανάπτυξη σεναρίων. Πρέπει να αναγνωριστεί ότι αυτή η μοντελοποίηση προτείνεται ως εναλλακτική λύση στις κατευθυντήριες γραμμές της Τυπικής Αξιολόγησης Ασφαλείας του IMO καθώς και άλλες επίσημες μέθοδοι, όπως τα δένδρα σφάλματος, τα δένδρα συμβάντων, τα διαγράμματα επιρροής, η ανάλυση ανθρώπινης αξιοπιστίας, η διαδικασία ανάλυσης ανθρώπινων στοιχείων και πιθανώς και άλλα. Η ανάλυση των παραπάνω μεθόδων έγινε στο πρώτο κεφάλαιο. Ωστόσο, η χρήση τέτοιων μεθόδων στην FSA έχει περιοριστεί μέχρι στιγμής.

Η έξοδος από το βήμα 2 περιέχει τον προσδιορισμό των περιοχών υψηλού κινδύνου που πρέπει να αντιμετωπιστούν και την ερμηνεία των μοντέλων κινδύνου.

➤ Βήμα 3: Επιλογές ελέγχου ρίσκου (Risk Control Options, RCOs)

Στόχος του βήματος 3 είναι να προσδιοριστούν πρώτα τα Μέτρα Ελέγχου Κινδύνου (RCM - Risk Control Measures) και στη συνέχεια να ομαδοποιηθούν σε ένα περιορισμένο αριθμό Επιλογών Ελέγχου Κινδύνου (RCO - Risk Control Options) για πιο πρακτική χρήση ως ρυθμιστικές επιλογές.

Με την εστίαση στους τομείς που πρέπει να ελεγχθούν, πρέπει να προσδιοριστούν τα πιθανά μέτρα που μειώνουν τον κίνδυνο (είτε μειώνοντας την πιθανότητα εμφάνισης ή την συχνότητα και ελαχιστοποιώντας τις συνέπειες). Επαναξιολογώντας το Βήμα 2, τα μέτρα που φαίνεται να είναι αποτελεσματικά ομαδοποιούνται σε Επιλογές Ελέγχου Κινδύνου.

- Προσδιορισμός περιοχών που χρήζουν ελέγχου

Ο σκοπός της εστίασης στους κινδύνους είναι η εξέταση του αποτελέσματος του βήματος 2, έτσι ώστε η προσπάθειες να επικεντρώνονται στις περιοχές που χρειάζονται

περισσότερο τον έλεγχο ρίσκου. Οι κύριες ενέργειες για να γίνει η εκτίμηση αυτή είναι να επανεξετάσουμε:

1. Τα επίπεδα κινδύνου, λαμβάνοντας υπόψη τη συχνότητα εμφάνισης μαζί με τη σοβαρότητα των αποτελεσμάτων. Θα πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή στα ατυχήματα με υψηλό επίπεδο ρίσκου.
2. Τις πιθανότητες, προσδιορίζοντας τις περιοχές του μοντέλου ρίσκου που έχουν την υψηλότερη πιθανότητα εμφάνισης. Αυτά θα πρέπει να αντιμετωπιστούν ανεξάρτητα από τη σοβαρότητα του αποτελέσματος.
3. Τη σοβαρότητα, προσδιορίζοντας τις περιοχές του μοντέλου ρίσκου που οδηγούν στα πιο σοβαρά αποτελέσματα. Αυτά πρέπει να αντιμετωπιστούν ανεξάρτητα από την πιθανότητά εμφάνισής τους.
4. Την εμπιστοσύνη, προσδιορίζοντας περιοχές όπου το μοντέλο ρίσκου παρουσιάζει σημαντική αβεβαιότητα είτε σε εντοπισμό κινδύνου, είτε σε σοβαρότητα αποτελεσμάτων είτε σε πιθανότητα εμφάνισης. Αυτές οι αβεβαιότητες πρέπει να αντιμετωπιστούν.

- Risk Control Measures (RCM)

Δομημένες τεχνικές εξέτασης χρησιμοποιούνται συνήθως για τον εντοπισμό νέων RCM για κινδύνους που δεν ελέγχονται επαρκώς από τα υπάρχοντα μέτρα. Αυτές οι τεχνικές ενθαρρύνουν την ανάπτυξη κατάλληλων μέτρων και περιλαμβάνουν χαρακτηριστικά κινδύνου και αιτιακές αλυσίδες. Τα χαρακτηριστικά κινδύνου σχετίζονται με τον τρόπο με τον οποίο ένα μέτρο μπορεί να ελέγξει έναν κίνδυνο και οι αιτιακές αλυσίδες σχετίζονται με το πού μπορεί να εισαχθεί ο έλεγχος κινδύνου στην ακολουθία από την εκκίνηση της διαδικασίας μέχρι την απώλεια (ατύχημα).

Τα RCMs πρέπει γενικά να αποσκοπούν σε ένα ή περισσότερα από τα ακόλουθα: μείωση της συχνότητας των βλαβών μέσω καλύτερου σχεδιασμού, διαδικασιών, οργανωτικών πολιτικών, κατάρτισης κ.λπ., μετριασμού των επιπτώσεων των ατυχημάτων, προκειμένου να αποφευχθούν ατυχήματα, να αμβλυνθούν οι συνθήκες υπό τις οποίες μπορεί να προκύψουν ατυχήματα και να μετριαστούν οι συνέπειες των ατυχημάτων. Τα RCM θα πρέπει να αξιολογούνται ως προς την αποτελεσματικότητά τους στη μείωση των κινδύνων, χρησιμοποιώντας τη μεθοδολογία του βήματος 2, και ταυτόχρονα να λαμβάνονται υπ'όψιν τυχόν πιθανές παρενέργειες από την εφαρμογή τους.

- Risk Control Options (RCO)

Ο σκοπός αυτού του βήματος είναι να ομαδοποιήσει τα RCMs σε έναν περιορισμένο αριθμό σωστών και έγκυρων επιλογών ελέγχου κινδύνου (RCO). Προτού υιοθετηθεί ένας

συνδυασμός RCO για τα οποία πραγματοποιήθηκε ποσοτική εκτίμηση των συνδυασμένων αποτελεσμάτων, θα πρέπει να πραγματοποιηθεί ποιοτική αξιολόγηση των αλληλεπιδράσεων τους. Υπάρχει μια σειρά πιθανών προσεγγίσεων για την ομαδοποίηση μεμονωμένων μέτρων σε ολοκληρωμένες επιλογές. Οι δύο ακόλουθες προσεγγίσεις, που σχετίζονται με την πιθανότητα και την κλιμάκωση, μπορούν να θεωρηθούν σαν: "γενική προσέγγιση" που παρέχει έλεγχο κινδύνου ελέγχοντας την πιθανότητα έναρξης συμβάντων τα οποία μπορούν να προκαλέσουν ατύχημα και μπορεί να είναι αποτελεσματική στην πρόληψη πολλών διαφορετικών ακολουθιών γεγονότων που οδηγούν σε ατυχήματα, και "κατανεμημένη προσέγγιση" που παρέχει έλεγχο της κλιμάκωσης των ατυχημάτων, καθώς και τη δυνατότητα επηρεασμού των μεταγενέστερων σταδίων κλιμάκωσης άλλων, ίσως άσχετων με το αρχικό, ατυχημάτων.

Το αποτέλεσμα από το βήμα 3 περιλαμβάνει μια λίστα των RCOs με την αποτελεσματικότητά τους στη μείωση του ρίσκου, συμπεριλαμβανομένης της μεθόδου ανάλυσης, ενός καταλόγου των ενδιαφερομένων οντοτήτων που επηρεάζονται από τα αναγραφόμενα RCOs, ενός πίνακα που αναφέρει τις αλληλεξαρτήσεις μεταξύ των RCOs και των αποτελεσμάτων της ανάλυσης των παρενεργειών των RCOs.

➤ Βήμα 4: Ανάλυση κόστους-οφέλους

Σε αυτό το βήμα πρέπει να εκτιμηθεί το κόστος και το όφελος για την εφαρμογή της κάθε Επιλογής Ελέγχου Ρίσκου του προηγούμενου βήματος. Στην συνέχεια, οι επιλογές αυτές πρέπει να συγκριθούν και να ταξινομηθούν με την χρήση κάποιου δείκτη κόστους-αποτελεσματικότητας, όπως το κόστος της αποτροπής θανάτου, το οποίο χρησιμοποιείται σε σχέση με την ασφάλεια της ανθρώπινης ζωής.

Κάθε RCO, που έχει προκύψει από το προηγούμενο βήμα, πρέπει να αξιολογηθεί σε σχέση με το κόστος για την εφαρμογή του και την συντήρηση του καθ' όλη την διάρκεια της ζωής του πλοίου, όπως και με βάση τα πλεονεκτήματα που αυτό θα προσφέρει για την ίδια περίοδο.

Η αξιολόγηση των ανωτέρω δαπανών και οφελών μπορεί να πραγματοποιηθεί χρησιμοποιώντας διάφορες μεθόδους και τεχνικές. Μια τέτοια διαδικασία θα πρέπει να καθοριστεί αρχικά για τη συνολική κατάσταση και στη συνέχεια για τις ενδιαφερόμενες οντότητες που επηρεάζονται περισσότερο από το εν λόγω πρόβλημα. Γενικά, ένας ενδιαφερόμενος φορέας μπορεί να οριστεί ως πρόσωπο, οργανισμός, εταιρεία, το κράτος της σημαίας του πλοίου κλπ., ο οποίος επηρεάζεται άμεσα ή έμμεσα από ένα ατύχημα ή από τη σχέση κόστους-αποτελεσματικότητας του προτεινόμενου νέου κανονισμού. Διαφορετικές ενδιαφερόμενες οντότητες με παρόμοια συμφέροντα μπορούν να ομαδοποιηθούν με σκοπό την εφαρμογή της μεθοδολογίας FSA και τον προσδιορισμό των συστάσεων λήψης αποφάσεων.

Διάφοροι δείκτες χρησιμοποιούνται για να εκφράσουν τη σχέση κόστους/αποτελεσματικότητας που σχετίζεται με τη διασφάλιση της ανθρώπινης ζωής. Πράγματι, ο IMO προτίμησε να χρησιμοποιήσει τον όρο "Κόστος για την αποτροπή ενός θανάτου (Cost for averting a fatality ,CAF)" αντί για "κόστος μιας ανθρώπινης ζωής" ή "το κόστος ενός θανάτου", καθώς η ανθρώπινη ζωή δεν μπορεί να αποτιμηθεί. Επομένως, χρησιμοποιούνται δείκτες όπως το "Ακαθάριστο κόστος αποτροπής της θνησιμότητας" (GCAF) και το "Καθαρό κόστος της αποτροπής θανάτου" (Gross Cost of Averting a Fatality ,NCAF). Άλλοι δείκτες, όπως το "κόστος αποτροπής μίας διαρροής" (Cost of Averting a Spill Criterion ,CATS), οι οποίοι βασίζονται στις ζημιές και τις επιπτώσεις στο περιβάλλον και στις εγκαταστάσεις, χρησιμοποιούνται επίσης για την ανάλυση του κόστους/οφέλους που σχετίζεται με τέτοιες ερωτήσεις (Κοντοβάς, Ψαράφτης & Ζαχαριάδης, 2007). Στη συνέχεια, η σχέση κόστους-αποτελεσματικότητας των RCOs υπολογίζεται βάσει αυτών των δεικτών. Τα ακαθάριστα και καθαρά CAF υπολογίζονται ως εξής:

$$GCAF = \frac{\Delta C}{\Delta R}$$

$$NCAF = \frac{\Delta C - \Delta B}{\Delta R}$$

Όπου:

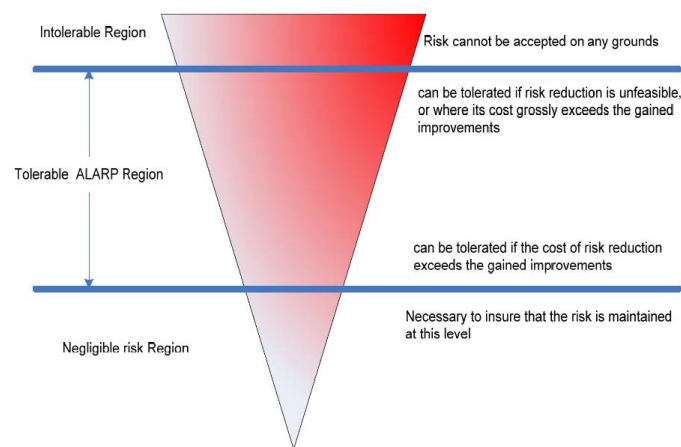
- ΔC είναι το κόστος του εξεταζόμενου RCO ανά πλοίο.
- ΔB είναι το οικονομικό όφελος ανά πλοίο που αποκτήθηκε από την εφαρμογή του RCO (μπορεί επίσης να περιλαμβάνει την πρόληψη της ρύπανσης και την πρόληψη της συνολικής απώλειας του πλοίου).
- ΔR είναι η μείωση του κινδύνου ανά πλοίο, σε αριθμό αποφυγόντων θανάτων, οι οποίοι συνεπάγονται από την εφαρμογή του RCO.

Το προϊόν από το βήμα 4 περιλαμβάνει το κόστος και τα οφέλη για κάθε RCO που προσδιορίστηκε στο βήμα 3 από μια σφαιρική άποψη, το κόστος και τα οφέλη για τις ενδιαφερόμενες οντότητες που επηρεάζονται περισσότερο από το εν λόγω πρόβλημα και τη σχέση κόστους - αποδοτικότητας εκφρασμένη με κατάλληλους δείκτες.

➤ Βήμα 5: Συστάσεις για την λήψη αποφάσεων

Αυτό το βήμα πρέπει να παρέχει την σύγκριση όλων των επιλογών μείωσης ρίσκου, με βάση την δυνητική μείωση των κινδύνων και την αποτελεσματικότητα του κόστους τους. Η χρήση κριτηρίων αποδοχής κινδύνου ή κοινών πρακτικών, όπως το As Low As Reasonable Practicable (ALARP), θα οδηγήσει σε συστάσεις που θα δοθούν στους υπεύθυνους λήψης αποφάσεων. Όλα τα αποτελέσματα της τυπικής αξιολόγησης της ασφάλειας θα πρέπει να δίνονται με έναν ελέγχσιμο και ανιχνεύσιμο τρόπο χρησιμοποιώντας συγκεκριμένη μορφή αναφοράς (Montewka, Goerlandt and Kujala, 2014).

Σύμφωνα με το Πλαίσιο για την ανεκτικότητα του κινδύνου της Εκτελεστικής Επιτροπής για την Υγεία και την Ασφάλεια (HSE, Ηνωμένο Βασίλειο), υπάρχουν τρεις περιοχές στις οποίες μπορεί να εμπλακεί ο κίνδυνος. (HSE, 2001) Μη αποδεκτός κίνδυνος (για παράδειγμα λόγω υψηλής συχνότητας ατυχήματος και υψηλού αριθμού θανάτων) θα πρέπει είτε να απαγορευτεί είτε να μειωθεί με οποιοδήποτε κόστος. Μεταξύ αυτής της περιοχής και της περιοχής του Αποδεκτού Κινδύνου (όπου δεν χρειάζεται να αναληφθεί δράση) βρίσκεται η περιοχή ALARP (As Low As Reasonable Practicable). Ο κίνδυνος που πέφτει στην περιοχή αυτή πρέπει να μειωθεί έως ότου δεν είναι πλέον «λογικό» (δηλαδή οικονομικά εφικτό) να μειωθεί ο κίνδυνος. Η αποδοχή μιας δραστηριότητας της οποίας ο κίνδυνος εμπίπτει στην περιοχή ALARP εξαρτάται από την ανάλυση κόστους-οφέλους.



Σχήμα 3-3: Πλαίσιο για ανεκτικότητα ρίσκου [Det Norske Veritas, 2002]

Το αποτέλεσμα του βήματος 5 περιλαμβάνει μια αντικειμενική σύγκριση εναλλακτικών επιλογών, με βάση τη δυνητική μείωση των κινδύνων και της αποδοτικότητας, σε τομείς όπου πρέπει να αναθεωρηθεί ή να αναπτυχθεί νομοθεσία ή κανόνες, πληροφορίες ανάδρασης (feedback) για την αναθεώρηση των αποτελεσμάτων που προέκυψαν στα προηγούμενα βήματα, και συνιστώμενες RCO's που δίνονται σε όρους SMART (specific, measurable, achievable, realistic, time-bound) και συνοδεύονται από την εφαρμογή των RCO, π.χ. καταχώρηση τύπου (τύπων) πλοίων και ημερομηνία κατασκευής ή / και συστήματα που πρέπει να τοποθετηθούν στο πλοίο.

Θα πρέπει στην συνέχεια να παρέχεται στους ενδιαφερόμενους έγκαιρη και ανοικτή πρόσβαση στα έγγραφα. Τα τελικά αποτελέσματα αποτελούν την βάση για συζητήσεις κατά την διάρκεια συναντήσεων των αντίστοιχων ομάδων του IMO και μπορούν να γίνουν σχετικές προτάσεις σύμφωνα με αυτά τα ευρήματα. Πρέπει να υπογραμμιστεί εκ νέου ότι η τυπική αξιολόγηση ασφάλειας είναι μια διαδικασία που βοηθά στην λήψη αποφάσεων και δεν αποτελεί σύστημα λήψης αποφάσεων.

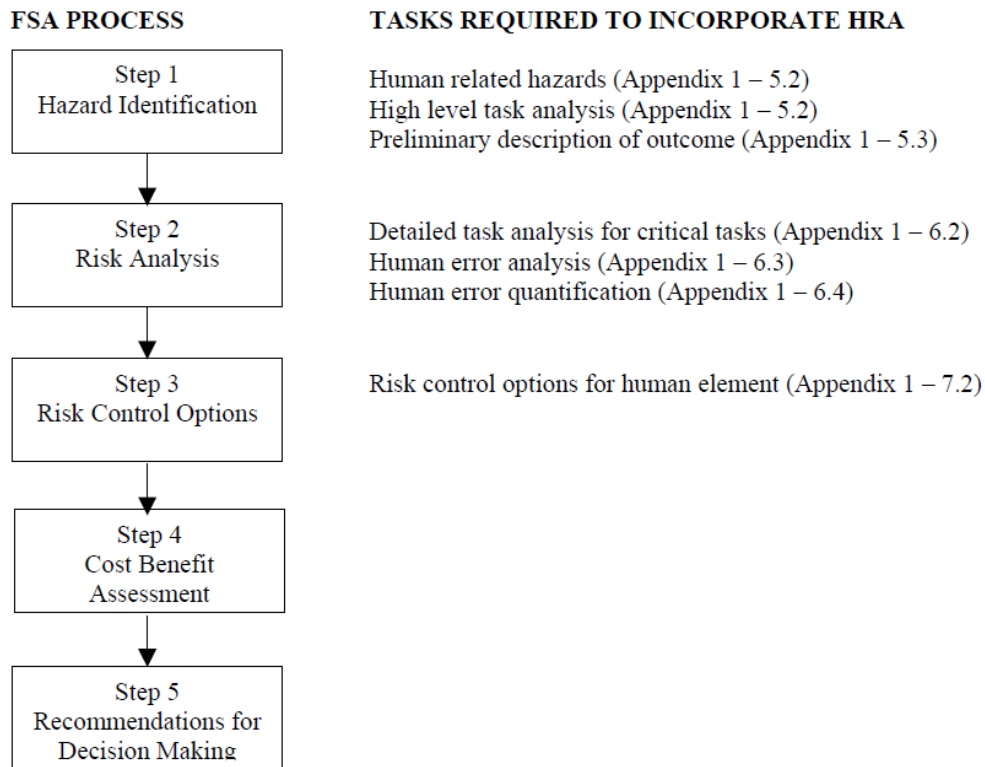
3.3 Human Reliability Analysis (HRA) στην FSA

Η HRA, όπως αναφέρθηκε και στο πρώτο κεφάλαιο, είναι μια διαδικασία που περιλαμβάνει ένα σύνολο δραστηριοτήτων και την πιθανή χρήση ορισμένων τεχνικών ανάλογα με το γενικό στόχο της ανάλυσης. Το HRA μπορεί να εκτελεστεί σε ποιοτική ή ποσοτική βάση, ανάλογα με το επίπεδο της FSA που αναλαμβάνεται. Εάν απαιτείται πλήρης ποσοτική ανάλυση, τότε μπορούν να εξαχθούν πιθανότητες ανθρώπινου σφάλματος (Human Error Probabilities ,HEPs) προκειμένου να χωρέσουν σε ποσοτικά μοντέλα συστήματος όπως δέντρα σφαλμάτων και συμβάντων. Ωστόσο, σε πολλές περιπτώσεις μπορεί να είναι επαρκής μια ποιοτική ανάλυση. Η διαδικασία HRA αποτελείται συνήθως από τα ακόλουθα στάδια:

1. Προσδιορισμός των βασικών καθηκόντων
2. Ανάλυση εργασιών των βασικών καθηκόντων
3. Ταυτοποίηση του ανθρώπινου σφάλματος
4. Ανάλυση ανθρώπινων σφαλμάτων
5. Ποσοτικοποίηση ανθρώπινης αξιοπιστίας

Όπου απαιτείται πλήρης ποσοτική προσέγγιση της FSA, το HRA μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ανάπτυξη ενός συνόλου HEPs για ενσωμάτωση σε πιθανολογική αξιολόγηση κινδύνου. Ωστόσο, αυτή η πτυχή του HRA μπορεί να υπερκεραστεί.

Οι έμπειροι επαγγελματίες παραδέχονται ότι το μεγαλύτερο όφελος προέρχεται από τα πρώιμα ποιοτικά στάδια της ανάλυσης εργασιών και τον προσδιορισμό του ανθρώπινου σφάλματος. Η προσπάθεια σε αυτούς τους τομείς καταβάλλει μερίσματα, επειδή μια άσκηση HRA (όπως μια μελέτη της FSA) είναι επιτυχής μόνο εάν έχουν επιλεγεί οι σωστές περιοχές για έρευνα.



Σχήμα 3-4: Ενσωμάτωση της HRA στην διαδικασία της FSA, [MSC Circ. 1023]

3.4 Πως επηρεάζει η Ασφάλεια II την FSA – FSA 2.0

Επειδή αλλάζει όλο το σκεπτικό της έννοιας της Ασφάλειας (Ασφάλεια I-> Ασφάλεια II) που υπήρχε μέχρι τώρα, είναι αναπόφευκτο να αλλάξει και ο τρόπος αποτίμησης της (Assessment). Μέχρι στιγμής, ο κυρίαρχος τρόπος αποτίμησης της ασφάλειας είναι ο εντοπισμός πιθανών κινδύνων και η μελέτη παλιότερων ατυχημάτων. Αυτό περιγράφεται και στα πρώτα βήματα της FSA. Όμως με βάση την Ασφάλεια II, όπως είδαμε και στο δεύτερο κεφάλαιο, ο καταλληλότερος τρόπος για να επιτευχθεί η ασφάλεια είναι να βλέπουμε τι γίνεται στην καθημερινότητα, δηλαδή ποιες διαδικασίες και πρακτικές χρησιμοποιούνται και εφόσον στατιστικά τις περισσότερες φορές η εκάστοτε λειτουργία κυλάει ομαλά (σπάνια γίνεται ένα ατύχημα) να προσπαθήσουμε αυτή την διαδικασία να την βελτιώσουμε όσο γίνεται ώστε οι 'περισσότερες φορές' να γίνουν μέγιστες.

Αυτό θα προσπαθήσουμε να το επιτύχουμε με την FSA 2.0. Η FSA 2.0 έχει παρόμοιο αριθμό βημάτων όπως η FSA και ακολουθεί την λογική και την δομή της, όμως θα είναι κατάλληλα προσαρμοσμένη στις απαιτήσεις και το σκεπτικό της Ασφάλειας II. Τα βήματα που την αποτελούν είναι ακόλουθα και θα αναλυθούν στην επόμενη υποενότητα.

1. Αναγνώριση των διαδικασιών
2. Ανάλυση των Διαδικασιών
3. Βέλτιστες πρακτικές
4. Ανάλυση Κόστους Οφέλους

5. Συστάσεις για την λήψη αποφάσεων

Η FSA 2.0 είναι ένα προκαταρκτικό μοντέλο που δείχνει την εξέλιξη της αποτίμησης της Ασφάλειας και επίσης μπορεί να βοηθήσει τον IMO στη διαδικασία λήψης αποφάσεων, όπως και η γνωστή FSA, χωρίς να επικεντρώνεται στο ρίσκο και την εύρεση κινδύνων.

Όμως αυτό δεν σημαίνει ότι δεν εξετάζουμε και δεν μαθαίνουμε από ατυχήματα που έχουν συμβεί στο παρελθόν και προφανώς δεν σημαίνει ότι αγνοούμε τυχόν κινδύνους που ελλοχεύουν. Συνεπώς η FSA 2.0 θα συμπληρώνει την FSA και δεν θα την αναιρεί, αλλά θα προσθέτει κάποια ακόμα στοιχεία στα υπάρχοντα βήματα με βάση την Ασφάλεια II. Παρακάτω θα εξετάσουμε αναλυτικά τα βήματα της FSA 2.0.

3.5 Προσδιορισμός βημάτων FSA 2.0

➤ Βήμα 1: Αναγνώριση των Διαδικασιών

Στο πρώτο βήμα μαζί με την 'αναγνώριση των κινδύνων' που υπάρχει σύμφωνα με την Ασφάλεια I και την υπάρχουσα FSA μπορεί να προστεθεί και η 'αναγνώριση των διαδικασιών'. Κάτι τέτοιο θα μας επέτρεπε να δούμε πως είναι με λεπτομέρεια μια διαδικασία, δηλαδή ποια είναι τα επιμέρους στοιχεία που την επηρεάζουν, τον τρόπο που αυτό συμβαίνει και την εξάρτηση μεταξύ τους. Η αναγνώριση όλων των διαδικασιών βοηθάει και στην καλύτερη αναγνώριση των κινδύνων, δηλαδή το υπάρχων βήμα της FSA.

Ένα εργαλείο για να επιτευχθεί αυτό το βήμα, δηλαδή η αναγνώριση μιας διαδικασίας και των επιμέρους παραμέτρων που αυτή αποτελείται είναι η μέθοδος FRAM (Functional Resonance Analysis Method).

Η FRAM είναι μια μέθοδος για την ανάλυση του τρόπου με τον οποίο οι δραστηριότητες της εργασίας πραγματοποιούνται. Αυτό γίνεται με την ανάλυση των εργασιακών δραστηριοτήτων προκειμένου να παραχθεί ένα μοντέλο ή μία αναπαράσταση του τρόπου με τον οποίο γίνεται η εργασία.

Η FRAM δεν συνεπάγεται ότι τα γεγονότα συμβαίνουν με συγκεκριμένο τρόπο ή ότι κάποια προκαθορισμένα στοιχεία, οντότητες ή σχέσεις πρέπει να είναι μέρος της περιγραφής. Αντ' αυτού επικεντρώνεται στην περιγραφή του τι συμβαίνει σε σχέση με τις εμπλεκόμενες λειτουργίες. Αυτά προέρχονται από το τι είναι απαραίτητο για να επιτευχθεί ένας στόχος ή να εκτελεστεί μια δραστηριότητα, εξ ου και από μια περιγραφή του work-as-done και όχι του work-as-imagined. Ωστόσο, οι λειτουργίες δεν καθορίζονται εκ των προτέρων ούτε απαραίτητως παραγγέλλονται με προκαθορισμένο τρόπο όπως η ιεραρχία. Αντίθετα, περιγράφονται μεμονωμένα και οι σχέσεις μεταξύ τους ορίζονται από εμπειρικές λειτουργικές εξαρτήσεις.

Όπως προαναφέρθηκε στο κεφάλαιο 2, η FRAM αποτελείται από τέσσερα βήματα. Τα βήματα 1 και 2 θα χρησιμοποιηθούν για την αναγνώριση των διαδικασιών. Στο πρώτο βήμα όλες οι απαραίτητες λειτουργίες του συστήματος καθορίζονται. Στόχος είναι να δοθεί μια συνεπής περιγραφή ως βάση της ανάλυσης. Όλα τα συστήματα περιγράφονται με την μορφή έξι παραμέτρων (Είσοδος, Έξοδος, Χρόνος, Έλεγχος, Προϋπόθεση, Πόροι/Συνθήκες Εκτέλεσης). Αυτές οι παράμετροι περιγράφουν το βασικό χαρακτηριστικό, μίας δραστηριότητας και βοηθούν στην κατανόηση σχέσεων μεταξύ λειτουργικών μονάδων μέσα σε ένα σύστημα. Το βήμα δύο βοηθάει στην αναγνώριση/προσδιορισμό της μεταβλητότητας των λειτουργιών μέσα στο μοντέλο FRAM. Η απόδοση των λειτουργιών μπορεί να ποικίλει με διάφορους τρόπους. Ενώ διαδικασίες που περιλαμβάνουν ανθρώπους τείνουν να ποικίλουν πολύ, οι τεχνικές λειτουργίες συνήθως δείχνουν/παρουσιάζουν μία σταθερή απόδοση μέσα στον χρόνο.

➤ Βήμα 2: Ανάλυση των Διαδικασιών

Στην Ασφάλεια II η έννοια του ρίσκου, με το οποίο ασχολείται αυτό το βήμα της FSA, δηλαδή σοβαρότητα ενός ατυχήματος επί τη συχνότητα που αυτό συμβαίνει, δεν έχει ιδιαίτερο νόημα, εφόσον δεν ασχολούμαστε με κινδύνους. Θα μπορούσαμε να προσαρμόσουμε όμως το βήμα αυτό της FSA 2.0, ώστε έχοντας περιγράψει ικανοποιητικά την διαδικασία στο πρώτο βήμα, στο δεύτερο να εντοπίσουμε τυχόν παραλήψεις και σημεία που θα μπορούσαν να βελτιωθούν ώστε να γίνεται ακόμα πιο ασφαλής και αποδοτική η εργασία στην εκάστωτε περίπτωση που εξετάζουμε.

Αυτό θα μπορούσε να γίνει με σύγκριση της υπάρχουσας διαδικασίας (work as done) με τις πρακτικές από τις οδηγίες και τους κανονισμούς (work as imagined) ώστε να φανεί που υπάρχουν αποκλίσεις.

Ακόμα ένας τρόπος είναι audit σε αυτούς που ασχολούνται με τις διαδικασίες ώστε να εντοπιστούν αυτά τα περιθώρια βελτίωσης. Ακόμα συμπεράσματα από άτομα που έχουν δουλέψει στις διαδικασίες που εξετάζονται θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη (captain's review).

Επίσης πρέπει να γίνει η αναγνώριση σημείων της διαδικασίας που μεταβάλλονται εύκολα και μπορούν να οδηγήσουν σε μη θετική έκβαση του αποτελέσματος. Με άλλα λόγια, παράμετροι που δεν είναι σταθερές και σε κάθε επανάληψη της ίδιας διαδικασίας μπορεί να έχουν αρνητική επιρροή στην τελική έκβαση της και να οδηγήσουν σε κάποιο ατύχημα, θα πρέπει να αναγνωριστούν ώστε να αντιμετωπιστούν στο επόμενο βήμα. Αυτό γίνεται με το τρίτο βήμα της FRAM, στο οποίο βλέπουμε πως η μεταβλητότητα της διαδικασίας διαδίδεται, δηλαδή μας βοηθάει να δούμε πως κάποιες διαδικασίες ενισχύουν ή μετριάζουν τη μεταβλητότητα άλλων διαδικασιών και να εντοπίσουμε τα αδύνατα σημεία και τα δυνατά του συστήματος.

➤ Βήμα 3: Βέλτιστες πρακτικές

Συνέπεια των δύο πρώτων βημάτων της FSA είναι η πρόταση λύσεων ώστε να μειωθεί το ρίσκο σε μια διαδικασία. Κάτι αντίστοιχο προσαρμοσμένο ανάλογα στην Ασφάλεια 2, μπορεί να γίνει και για το τρίτο βήμα της FSA 2.0, δηλαδή η πρόταση λύσεων για βελτίωση των πρακτικών και των διαδικασιών στα τρωτά σημεία που βρήκαμε από την ανάλυση που έγινε στο δεύτερο βήμα.

Επίσης επιθυμητές είναι και οι λύσεις που περιορίζουν την μεταβλητότητα των διαδικασιών που εντοπίσαμε στο δεύτερο βήμα, ώστε ή μεταβλητή της απόδοσης του συστήματος να ελεγχθεί και να περιοριστή.

Όλες οι παραπάνω λύσεις πρέπει να είναι προσεκτικά μελετημένες έτσι ώστε να μπορούν να γίνουν προτάσεις για κανονισμούς που μπορεί να εφαρμόσει ο IMO στη ναυτιλία. Με άλλα λόγια, για να εφαρμοστεί ένας καινούριος κανονισμός του IMO από τις ναυτιλιακές εταιρείες χρειάζεται χρόνο και έξοδα, πρέπει αυτό που θα προτείνει ο κανονισμός να είναι αρκετά μελετημένο ώστε όντως να βελτιώνει αισθητά τις διαδικασίες πάνω στο πλοίο καθ' όλη την διάρκεια της ζωής του.

➤ Βήμα 4: Ανάλυση Κόστους Οφέλους

Το τέταρτο βήμα της FSA 'ανάλυση κόστους οφέλους' μπορεί να χρησιμοποιηθεί αυτούσιο σε γενικές γραμμές και στην FSA 2.0. Το βήμα αυτό κάνει μια σύγκριση σε σχέση με το κόστος και τα οφέλη κάθε μίας 'επιλογής' που πήραμε από το βήμα τρία. Σύμφωνα με τις οδηγίες της FSA το κόστος μπορεί να εκφραστεί από πλευράς κύκλου ζωής και μπορεί να περιλαμβάνει λειτουργία, εκπαίδευση, επιθεώρηση, πιστοποίηση, παροπλισμό κλπ. Αντίστοιχα μπορεί να εκφραστεί έτσι και το κόστος της FSA 2.0.

Επίσης το όφελος στην FSA μπορεί να περιλαμβάνει μειώσεις θανάτων, τραυματισμούς, απώλειες, περιβαλλοντικές ζημιές και καθαρισμό, αποζημίωση τρίτων, και αύξηση της μέσης διάρκειας ζωής των πλοίων. Αυτή η προσέγγιση του οφέλους φυσικά δεν συνάδει με την φιλοσοφία της Ασφάλειας II και κατ' επέκταση της FSA 2.0. Άλλοι τρόποι που θα μπορούσε το όφελος να εκφραστεί στα πλαίσια της FSA 2.0 είναι η αύξηση της αποδοτικότητας των εργαζομένων με συνέπεια την αύξηση της αποδοτικότητας του συστήματος 'πλοίο' και σαν μετρήσιμο αποτέλεσμα η διαφορά στα έσοδα-κέρδη του.

Επί προσθέτως τα κριτήρια επιλογής δεν θα πρέπει να δίνουν τόση έμφαση στο χρηματικό κόστος αλλά να επικεντρώνονται στον ανθρώπινο παράγοντα και στο πως θα βελτιωθούν οι διαδικασίες προς όφελος των εργαζομένων (πχ. του πληρώματος, αν αναφερόμαστε στο σύστημα πλοίο).

➤ Βήμα 5: Συστάσεις για την λήψη αποφάσεων

Το πέμπτο και τελευταίο βήμα της FSA είναι οι συστάσεις για την λήψη αποφάσεων, το οποίο αποσκοπεί στη διατύπωση συστάσεων προς τους αρμόδιους φορείς λήψης αποφάσεων για τη βελτίωση της ασφάλειας λαμβάνοντας υπόψη τα ευρήματα και στα τέσσερα προηγούμενα βήματα. Οι κατευθυντήριες γραμμές του IMO υποδηλώνουν ότι τόσο οι ατομικοί όσο και οι κοινωνικοί τύποι κινδύνου θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη για τα μέλη του πληρώματος, τους επιβάτες και τους τρίτους. Ο μεμονωμένος κίνδυνος μπορεί να θεωρηθεί ως ο κίνδυνος για ένα άτομο, ενώ ο κοινωνικός κίνδυνος ως ο κίνδυνος για την κοινωνία ενός μεγάλου ατυχήματος - ένα ατύχημα που αφορά περισσότερα από ένα άτομα. Για να μπορέσουμε να αναλύσουμε περαιτέρω αυτές τις κατηγορίες κινδύνου και τα κριτήρια αποδοχής τους, πρέπει να εξετάσουμε τα επίπεδα κινδύνου. Έτσι μια σύσταση προτείνεται όταν μειώνει τον κίνδυνο σε ένα "επιθυμητό επίπεδο".

Στην FSA 2.0 το τελευταίο βήμα θα είναι και αυτό οι συστάσεις για την λήψη αποφάσεων όμως η λήψη των αποφάσεων θα γίνεται με διαφορετικό σκοπό εφόσον δεν υπάρχει στην Ασφάλεια II η κλασική έννοια του ρίσκου. Στην FSA 2.0 μπορούμε λαμβάνοντας υπόψη τα προηγούμενα βήματα να επιλέξουμε τις επιλογές βελτίωσης της διαδικασίας που αυξάνουν την απόδοση πάνω από ένα συγκεκριμένο σημείο.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

4.1 Μεταφορά φορτίου μεταξύ δυο δεξαμενόπλοιων (Ship to Ship Transfer Operation, StS)

Τα πλοία όπως τα πετρελαιοφόρα και τα πλοία μεταφοράς υγροποιημένου φυσικού αερίου μεταφέρουν χύμα τεράστιο φορτίο, το οποίο δεν εκφορτώνεται πάντα σε ένα μόνο λιμάνι αλλά σε περισσότερα. Ακόμη και ορισμένα μεταφορικά πλοία όπως VLCC (Very Large Crude Carriers) και ULCC (Ultra Large Crude Carriers), τα οποία είναι τεράστια σε μέγεθος, δεν αγκυροβολούν σε λιμένα ή προβλήτα για λειτουργία εκφόρτωσης εξαιτίας περιορισμών σχεδίασης. Σε μία τέτοια κατάσταση γίνεται μεταφορά φορτίου από το ένα πλοίο στο άλλο (ship to ship transfer).

Η μεταφορά ship to ship είναι πολύ οικονομική καθώς το πλοίο δεν χρειάζεται να δεθεί στην προβλήτα. Αυτό γίνεται εμφανέστερο στην περίπτωση μεγάλων πετρελαιοφόρων, τα οποία έτσι ουσιαστικά απαλλάσσονται από τα λιμενικά τέλη και επίσης εξοικονομείται ο χρόνος που θα απαιτείται για την πρόσδεση και αγκυροβόληση στο λιμάνι.

Η μεταφορά ship to ship (STS) αναφέρεται στη μεταφορά του φορτίου του πλοίου, το οποίο μπορεί να είναι φορτίο πετρελαίου ή φυσικού αερίου, μεταξύ δύο εμπορικών δεξαμενόπλοιων τοποθετημένων παράλληλα μεταξύ τους.

Η μεταφορά του εκάστοτε φορτίου μπορεί να πραγματοποιηθεί είτε τα πλοία είναι ακίνητα είτε βρίσκονται εν κινήσει. Απαιτείται όμως ο σωστός συντονισμός, ο εξοπλισμός και η έγκριση για την εκτέλεση μιας τέτοιας επιχείρησης. Οι πλοίαρχοι και των δύο των πλοίων είναι υπεύθυνοι για ολόκληρη την επιχείρηση.



Εικόνα 4-1: Διαδικασία εναλλαγής φορτίου μεταξύ δύο δεξαμενόπλοιων [Safety4sea, 2018]

4.2 Ρυθμιστικό υπόβαθρο STS

Η αρχική πρόταση για την εφαρμογή των κανονισμών STS υποβλήθηκε από την Ισπανία και το Μεξικό, με το έγγραφο 53/20, το 2004. Το θέμα συζητήθηκε κατά τη 53η συνεδρίαση της MEPC το 2005. Κύριος στόχος ήταν να προστεθεί ένα νέο κεφάλαιο 8 στο παράρτημα I της MARPOL το οποίο θα κάλυπτε τις FPSO (floating production storage and offloading) / FSU (Floating Storage Unit), καθώς και τις επιχειρήσεις ανεφοδιασμού. Η ανάπτυξη σχετικών κανονισμών ανατέθηκε στην επιτροπή BLG (Bulk Liquids and Gases). Ένα προσχέδιο είχε διαμορφωθεί μέχρι την 12η συνάντηση της BLG το 2008 και μαζί με τα σχόλια παρουσιάστηκε στην 58η συνεδρίαση της MEPC. Η MEPC και ο IMO στη 59η συνεδρίαση ενέκρινε την απόφαση 186 (59), η οποία αναφέρεται στην προσθήκη ενός νέου κεφαλαίου 8 στο παράρτημα I της MARPOL 73/78, με τίτλο: «ΠΡΟΛΗΨΗ ΤΗΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ ΜΕΤΑΞΥ ΤΩΝ ΔΕΞΑΜΕΝΟΠΟΛΙΩΝ ΣΤΗ ΘΑΛΑΣΣΑ». Το κεφάλαιο 8 αποτελείται από τους ακόλουθους κανονισμούς:

- Κανονισμός 40 - Η εφαρμογή του κεφαλαίου 8 αφορά τα πετρελαιοφόρα ολικής χωρητικότητας ίσης ή μεγαλύτερης των 150 και τις μεταφορές STS που διενεργήθηκαν την 1η Απριλίου 2012 ή μεταγενέστερα. Δεν ισχύει για τις επιχειρήσεις ανεφοδιασμού στα FPSO-FSU, τις επιχειρήσεις διάσωσης ενός πλοίου ή ανθρώπων από τη θάλασσα, τις επιχειρήσεις καταπολέμησης θαλάσσιας ρύπανσης καθώς και σε για πολεμικά σκάφη ή άλλα πλοία που ελέγχονται από κυβερνητικούς και γενικά μη εμπορικούς παράγοντες.
- Κανονισμός 41 - Γενικοί κανόνες και προστασία του περιβάλλοντος. Οποιοδήποτε πετρελαιοφόρο που συμμετέχει σε επιχειρήσεις STS πρέπει να διαθέτει ένα σχέδιο εκτέλεσης μεταφοράς STS, το οποίο αναπτύσσεται λαμβάνοντας υπόψη τις πληροφορίες που περιέχονται στις κατευθυντήριες γραμμές βέλτιστης πρακτικής. Το σχέδιο εκτέλεσης STS μπορεί να ενσωματωθεί σε ένα υφιστάμενο Σύστημα Διαχείρισης Ασφάλειας. Το πρόσωπο στο γενικό συμβουλευτικό έλεγχο των επιχειρήσεων STS πρέπει να είναι ικανό να εκτελεί όλα τα σχετικά καθήκοντα. Τα αρχεία των επιχειρήσεων STS θα πρέπει να διατηρούνται επί του σκάφους για τρία έτη και να είναι πάντα άμεσα διαθέσιμα για επιθεώρηση.
- Κανονισμός 42 - Κοινοποίηση. Κάθε πετρελαιοφόρο που σχεδιάζει επιχειρήσεις STS εντός των υδάτων της αποκλειστικής οικονομικής ζώνης μιας χώρας, είναι υποχρεωμένο να το κοινοποιεί τουλάχιστον 48 ώρες πριν την έναρξη της επιχείρησης.

Ο ICS (International Chamber of Shipping) και ο OCIMF (Oil Companies International Marine Forum) δημιούργησαν έναν οδηγό για την εναλλαγή φορτίου μεταξύ πλοίων. Αυτός ο οδηγός δημοσιεύθηκε για πρώτη φορά το 1975 και αναθεωρήθηκε το 1988, το 1997, το 2005 και πιο πρόσφατα το 2013. Ο οδηγός, που αντικατοπτρίζει τις καλύτερες συμβουλές από τη βιομηχανία, χρησιμοποιήθηκε ως βάση για τους εθνικούς κανονισμούς μεταφοράς πετρελαίου STS. Οι επιχειρήσεις μεταφοράς STS είναι ρουτίνα σε πολλά μέρη του κόσμου

και ως αποτέλεσμα υπάρχει αρκετή εμπειρία σε αυτό τον κλάδο. Αυτή η τέταρτη έκδοση του οδηγού έχει αναθεωρηθεί ουσιαστικά και περιλαμβάνει τις πιο σύγχρονες λειτουργικές πρακτικές καθώς και ένα νέο διεθνές πρότυπο - “Ships and Marine Technology - Floating Pneumatic Rubber Fenders” (ISO 17357).

Ο ICS - International Chamber of Shipping είναι μια εθελοντική οργάνωση που αποτελείται από εθνικές ενώσεις εφοπλιστών και εκπροσωπεί περισσότερο από το ήμισυ της παγκόσμιας εμπορικής ναυτικής δύναμης. Ιδρύθηκε το 1921 και είναι το εμπορικό σωματείο για τη ναυτιλιακή βιομηχανία, τα συμφέροντά του οποίου καλύπτουν όλες τις πτυχές των ναυτιλιακών υποθέσεων, ιδιαίτερα τη θαλάσσια ασφάλεια, το σχεδιασμό και την κατασκευή πλοίων, την πρόληψη της ρύπανσης και το ναυτικό δίκαιο. Ο ICS έχει συμβουλευτικό καθεστώς μαζί με αρκετές διακυβερνητικές οργανώσεις, συμπεριλαμβανομένου του IMO (International Maritime Organization). Ο OCIMF - Oil International International Marine Forum είναι μια εθελοντική ένωση πετρελαϊκών εταιρειών που ενδιαφέρονται για τη μεταφορά και τον εκτελωνισμό του αργού πετρελαίου και των προϊόντων πετρελαίου. Ο OCIMF έχει οργανωθεί για να εκπροσωπεί τα μέλη του σε διαβουλεύσεις με τον IMO και άλλους κρατικούς φορείς σχετικά με θέματα μεταφοράς και εκτελωνισμού του αργού πετρελαίου και των παραγώγων του, καθώς και θέματα θαλάσσιας ρύπανσης και ασφάλειας.

Σκοπός του Οδηγού είναι να παρέχει συμβουλές σε πλοιάρχους, διευθυντές ναυτιλιακών επιχειρήσεων και άλλους, όπως πάροχοι υπηρεσιών STS και διοργανωτές μεταφοράς, οι οποίοι ενδέχεται να συμμετέχουν στον προγραμματισμό και την εκτέλεση των επιχειρήσεων STS. Ιδιαίτερη προσοχή δίνεται στον αποτελεσματικό σχεδιασμό των επιχειρήσεων και στις πτυχές που περιλαμβάνουν την εκτίμηση κινδύνου, τη συμβατότητα των πλοίων για μια τέτοια επιχείρηση και την αποτελεσματική διαχείριση του φόρτου εργασίας για την ελαχιστοποίηση της κόπωσης.

Παρακάτω παραθέτονται οι οδηγίες που σχετίζονται με την ασφάλεια κατά την διαδικασία του STS του 2005 και συγκρίνονται με τις οδηγίες που βγήκαν στην τελευταία αναθεωρημένη έκδοση του οδηγού.

4.3 Διαχείριση ρίσκου κατά τη διαδικασία STS transfer

Σύμφωνα με τις οδηγίες του OCIMF το 2005, πριν από τη διεξαγωγή μιας μεταφοράς STS, τα εμπλεκόμενα μέρη θα πρέπει να διενεργήσουν αξιολόγηση κινδύνου, η οποία θα πρέπει να περιλαμβάνει επαρκείς πληροφορίες για την καλή κατανόηση της όλης επιχείρησης. Η εκτίμηση κινδύνου πρέπει να καλύπτει τους επιχειρησιακούς κινδύνους και τα μέσα με τα οποία αυτοί αντιμετωπίζονται. Πολλά εργαλεία είναι διαθέσιμα για να βοηθήσουν σε αυτή τη διαδικασία. Ο επιχειρησιακός κατάλογος ασφαλείας (Safety check-list), είναι ένα παράδειγμα εργαλείου διαχείρισης κινδύνου.

Σαν ελάχιστες προϋποθέσεις, η αξιολόγηση κινδύνου θα πρέπει να:

- Προσδιορίζει τους κινδύνους που σχετίζονται με τη επιχείρηση (κίνδυνοι συγκρούσεων στη γύρω περιοχή, πίεση ατμών φορτίου, περιεχόμενο υδρόθειου (H₂S) κ.λπ.
- Αξιολογεί τους κινδύνους ανάλογα με την πιθανότητα του καθενός να προκαλέσει κάποιο ατύχημα και τις συνέπειες αυτού.
- Προσδιορίζει τα μέσα για την πρόληψη ή / και τον μετριασμό του κινδύνου.
- Περιέχει διαδικασίες αντιμετώπισης απρόβλεπτων συμβάντων.

Το απαιτούμενο επίπεδο πολυπλοκότητας εξαρτάται από τον τύπο της επιχείρησης. Για μια συγκεκριμένη περιοχή όπου συνηθίζονται οι μεταφορές STS, σε πλοία που χαρακτηρίζονται πλήρως λειτουργικά και χρησιμοποιώντας τον τυποποιημένο και εγκεκριμένο εξοπλισμό για αυτού του είδους μεταφορές, θα ήταν ενδεδειγμένη μια γενική εκτίμηση κινδύνου. Για τις επιχειρήσεις STS που διεξάγονται σε μια νέα περιοχή ή σε περίπτωση απόκλισης από τις προδιαγραφές μιας συνήθους μεταφοράς STS, πρέπει να διενεργηθεί εκτίμηση κινδύνου για κάθε «μη τυποποιημένη» διαδικασία.

Η συνολική ασφάλεια κάθε επιχείρησης μεταφοράς STS εξαρτάται από τον τύπο και την κατάσταση του χρησιμοποιούμενου εξοπλισμού, τον καιρό και που επικρατεί στη θάλασσα, τα πλοία που συμμετέχουν στη μεταφορά, την ποιότητα της εποπτείας, και την αυστηρή τήρηση των καλά τεκμηριωμένων διαδικασιών ασφαλείας, οι οποίες θα πρέπει να παρέχονται και στα δύο πλοία από τον υπεύθυνο συμβουλευτικών υπηρεσιών. Οι διαδικασίες που θα υιοθετηθούν πρέπει να είναι σύμφωνες με τις παρούσες κατευθυντήριες γραμμές και πρέπει να συζητούνται και να συμφωνούνται με τους πλοίαρχους και των δύο πλοίων πριν από την έναρξη της επιχείρησης. Ο εξοπλισμός που χρησιμοποιείται στις επιχειρήσεις STS, πρέπει, κατά περίπτωση, να συμμορφώνονται με διεθνώς αναγνωρισμένα πρότυπα.

Ακόμα οι οδηγίες του 2005 παραθέτουν ότι «Τα πρόσφατα δεδομένα σχετικά με τα ατυχήματα και η έρευνα σε άλλους κλάδους καταδεικνύουν την κόπωση ως αιτία ή / και συνεισφορά στο ανθρώπινο λάθος εξαιτίας του αντίκτυπου του στις επιδόσεις του προσωπικού. Το ανθρώπινο λάθος από την κόπωση θεωρείται πλέον ότι συνέβαλε και σε ορισμένα θαλάσσια ατυχήματα με ανθρώπινες απώλειες. Για να αποφευχθεί η κόπωση κατά τη διάρκεια επιχειρήσεων μεταφοράς STS, ο Υπεύθυνος STS ή / και όλοι οι υπεύθυνοι αξιωματικοί για τη φόρτωση των μεταφερόμενων υλικών θα πρέπει να συμμορφώνονται με τις απαιτήσεις περιόδου ανάπαυσης του προσωπικού που ορίζεται από τις σχετικές διατάξεις του ILO, του IMO και των εθνικών κανονισμών. Πρέπει να διατηρούνται τα αρχεία των ωρών ανάπαυσης του προσωπικού και να τηρείται το ενδεδειγμένο ωράριο εργασίας.

Ο υπερβολικός θόρυβος κοντά στις περιοχές ανάπαυσης των εργαζομένων μπορεί να προκαλέσει επιπλέον προβλήματα κόπωσης και πρέπει να περιορίζεται».

Στην αναθεωρημένη έκδοση για την ανταλλαγή φορτίου (CDI/ICS/OCIMF/SIGTTO “**Ship-to-Ship Transfer Guide for Petroleum, Chemicals and Liquefied Gases**”, 2013 (STS Guide), η

ανάλυση ρίσκου χωρίστηκε σε δύο κατηγορίες. Την μελέτη που πρέπει να γίνει ως προς την τοποθεσία στην οποία θα γίνει η ανταλλαγή και την μελέτη που σχετίζεται με την διαδικασία της μεταφοράς φορτίου από το ένα πλοίο στο άλλο.

➤ *Αξιολόγηση κινδύνου της τοποθεσίας διεξαγωγής της μεταφοράς*

Οι μεταφορές STS που πραγματοποιούνται στη θάλασσα ενδέχεται να θέτουν συγκεκριμένα ζητήματα που πρέπει να αντιμετωπιστούν, καθώς συχνά γίνονται σε τοποθεσίες μακριά από κάποιο λιμάνι, και σε περίπτωση που χρειαστεί οποιαδήποτε βοήθεια, αυτή να μην είναι εφικτό να δοθεί άμεσα. Για κάθε προτεινόμενη τοποθεσία STS πρέπει να διενεργηθεί αξιολόγηση των κινδύνων. Το αποτέλεσμα της εκτίμησης αυτής πρέπει να λαμβάνεται υπόψη κατά ανάπτυξη επιχειρησιακών διαδικασιών για την συγκεκριμένη τοποθεσία, συμπεριλαμβανομένης της εφαρμογής κατάλληλων διασφαλίσεων για την αποτελεσματική διαχείριση των εντοπισθέντων κινδύνων. Η εκτίμηση επικινδυνότητας θα πρέπει να τεκμηριώνεται και θα πρέπει να λαμβάνει υπόψη τον αντίκτυπο αλλά και την πιθανότητα να εμφανιστεί κάποιος από τους εντοπισθέντες κινδύνους για την συγκεκριμένη περιοχή. Θα πρέπει επίσης να περιλαμβάνει αξιολόγηση των υπολειπόμενων κινδύνων μετά τον έλεγχο και την εφαρμογή των κατάλληλων μέτρων ασφαλείας.

Οι παράγοντες που λαμβάνονται υπόψη στην αξιολόγηση κινδύνου πρέπει να περιλαμβάνουν τα ακόλουθα:

- Τοπικές νομοθετικές απαιτήσεις.
- Έκθεση τοποθεσίας ή / και καταφύγιο σε / από τις επικρατούσες περιβαλλοντικές συνθήκες, συμπεριλαμβανομένης, ενδεχομένως, μετεωρολογικής και ωκεανογραφικής ανάλυσης (metocean analysis).
- Εάν διεξάγονται εργασίες εκφόρτωσης αγκυροβόλησης ενώ τα πλοία βρίσκονται σε πλεύση, στο αγκυροβολημένα ή βρίσκονται παράλληλα μεταξύ τους.
- Κατά πόσον διεξάγονται εργασίες μεταφόρτωσης, ενώ και τα δύο πλοία βρίσκονται σε πλεύση, σε άγκυρα ή παράλληλα μεταξύ τους.
- Πυκνότητα κυκλοφορίας κοντά στην τοποθεσία, συμπεριλαμβανομένων άλλων επιχειρήσεων STS.
- Εκτιμώμενη πορεία εξάπλωσης πιθανών διαρροών καθώς και πιθανές περιβαλλοντικές επιπτώσεις.
- Προδιαγραφές για ενδεχόμενη χρήση μέσω αντιστάσεων κάποιας διαρροής που είναι διαθέσιμα στη συγκεκριμένη περιοχή.
- Διαθεσιμότητα βοηθητικών πλοίων στη περιοχή.
- Επιχειρησιακή ακεραιότητα ολοκληρωμένοι πόροι οποιωνδήποτε στοιχείων υποστήριξης που παρέχονται από τοπικούς υπεργολάβους στην περιοχή.
- Έκθεση τοποθεσίας σε απειλές ως προς την ασφάλειά της.
- Λειτουργικά όρια ανάλογα με τις επικρατούσες περιβαλλοντικές συνθήκες, συμπεριλαμβανομένων των κριτηρίων ακύρωσης της μεταφοράς.

- Κίνδυνοι πλοήγησης κοντά στην τοποθεσία.

Για να διασφαλιστεί ότι η εκτίμηση των κινδύνων παραμένει κατάλληλη για το σκοπό αυτό, πρέπει να αναθεωρείται περιοδικά. Όταν κάποια βασική προϋπόθεση σχετικά με τους προσδιορισμένους κινδύνους μεταβάλλεται ή όταν εντοπίζεται ένας νέος κίνδυνος, η εκτίμηση κινδύνου θα πρέπει να αναθεωρηθεί επισήμως.

Όταν εξετάζεται η καταλληλότητα μιας προτεινόμενης νέας θέσης για τη διεξαγωγή μιας μεταφοράς STS, θα ήταν καλό να δοθεί έμφαση στη διεξαγωγή μιας ανάλυσης αγκυροβόλησης για τον προσδιορισμό παραμέτρων του γύρω περιβάλλοντος.

➤ *Αξιολόγηση κινδύνων σε επιχειρήσεις μεταφοράς STS*

Θα πρέπει να πραγματοποιηθεί εκτίμηση των κινδύνων πριν από την εκτέλεση μιας επιχείρησης μεταφοράς STS. Η εκτίμηση αυτή θα πρέπει να περιλαμβάνει επαρκείς πληροφορίες για την καλή κατανόηση και τον αποτελεσματικό έλεγχο της επιχείρησης. Η εκτίμηση επικινδυνότητας πρέπει να καλύπτει τόσο τους φυσικούς όσο και τους λειτουργικούς κινδύνους καθώς και τα μέσα αντιμετώπισής τους και να εξετάζει επίσης την καταλληλότητα του εξοπλισμού. Οι αξιολογήσεις κινδύνων αποτελούν σημαντικό μέρος της διαδικασίας προγραμματισμού κάθε μεταφοράς STS και πρέπει να λαμβάνουν υπόψη τουλάχιστον τα ακόλουθα:

- Συμβατότητα πλοίου, συμπεριλαμβανομένων των ρυθμίσεων πρόσδεσης.
- Καταλληλότητα της θέσης για τη συγκεκριμένη επιχείρηση.
- Ιδιότητες του φορτίου προς μεταφορά.
- Εκπαίδευση, εμπειρία και προσόντα του προσωπικού.
- Κατάλληλη προετοιμασία των πλοίων για τις εν λόγω εργασίες και επαρκή έλεγχο κατά τη διάρκεια των εργασιών.
- Επάρκεια διαδικασιών πλοήγησης.
- Επαρκής αριθμός προσωπικού που έχει οριστεί για τον έλεγχο και την εκτέλεση της διαδικασίας της μεταφοράς.
- Επαρκής επικοινωνία μεταξύ των πλοίων ή / και υπεύθυνων προσώπων.
- Συνέπειες της διαφοράς στο ύψος εξάλων των πλοίων κατά τη μεταφορά φορτίου.
- Εξοπλισμός, συμπεριλαμβανομένων των μπαλονιών και των σωλήνων μεταφοράς.
- Προβλεπόμενες συνθήκες περιβάλλοντος.
- Σχεδιασμός διαδικασιών έκτακτης ανάγκης.

Το επίπεδο πολυπλοκότητας θα εξαρτηθεί από τον τύπο της εκτελούμενης επιχείρησης. Για μια συγκεκριμένη περιοχή πραγματοποίησης μεταφορών στην οποία χρησιμοποιείται τυποποιημένος - εγκεκριμένος εξοπλισμός κατάλληλος για μεταφορές STS για πλοία που είναι πλήρως λειτουργικά, θα ήταν ενδεδειγμένη μια γενική εκτίμηση κινδύνων. Εάν

χρησιμοποιείται γενική αξιολόγηση κινδύνων, είναι σημαντικό να εντοπίζονται και να αντιμετωπίζονται κατάλληλα οι κίνδυνοι που σχετίζονται με τη σχεδιαζόμενη επιχείρηση. Όταν η αξιολόγηση των κινδύνων ενσωματώνεται σε μια τυποποιημένη διαδικασία, πρέπει να διεξάγονται πρόσθετες αξιολογήσεις για τυχόν απόκλιση από τις υποτιθέμενες ή ονομαστικές συνθήκες. [OCIMF, STS Guide 2013]

Όπως παρατηρούμε παραπάνω οι κανονισμοί για την ασφάλεια στη διαδικασία του STS transfer από το 2005 μέχρι το 2013 έχουν να κάνουν κατά κύριο λόγο με τους κινδύνους που ελλοχεύουν κατά την διαδικασία, δηλαδή όπως είναι με βάση την λογική της Ασφάλειας I. Από το 2005 οι κανονισμοί έχουν γίνει πιο λεπτομερείς και έχουν προστεθεί παραπάνω παράμετροι για τον υπολογισμό του ρίσκου. Ειδικότερα το 2005 αναφέρεται ξεκάθαρα ο όρος ανθρώπινο λάθος, το οποίο έχει συσχετιστεί με την κόπωση από κούραση. Το 2013 δεν αναφέρεται ο όρος αυτός αλλά η παράμετροι που πρέπει να δοθεί προσοχή για το ρίσκο επικεντρώνονται σε παράγοντες που σχετίζονται με την υλική υπόσταση της διαδικασίας. Επί προσθέτως ο ανθρώπινος παράγοντας αναφέρεται σε σχέση με την εκπαίδευση, την εξοικείωση, την επικοινωνία και τον απαιτούμενο αριθμό ατόμων που πρέπει να υπάρχει κατά την διάρκεια της μεταφοράς του φορτίου. Ακόμα

Φαίνεται ξεκάθαρα η πρόοδος της ασφάλειας στις δύο περιπτώσεις και η μετάβαση από το «ανθρώπινο λάθος» στον «ανθρώπινο παράγοντα», όμως και στις δύο περιπτώσεις η ασφάλεια επικεντρώνεται γύρω από τους κινδύνους που θα προκύψουν και όχι γύρω από την βέλτιστη διεξαγωγή της διαδικασίας όπως θα θέλαμε με βάση την Ασφάλεια II.

Στη συνέχεια θα επιλέξουμε δύο κομμάτια της διαδικασίας της μεταφοράς φορτίου μεταξύ δύο ή περισσότερων πλοίων, πάνω στα οποία θα εφαρμόσουμε την FSA 2.0, όπως ορίστηκε παραπάνω και θα σχολιάσουμε τα αποτελέσματα που θα προκύψουν. Τα κομμάτια της διαδικασίας που επιλέχθηκαν είναι:

- Η μεταφορά ανθρώπων χρησιμοποιώντας τα ανυψωτικά μηχανήματα του πλοίου.
- Οι διαδικασίες πλαγιοδέτησης του πλοίου με το άλλο πλοίο.

4.4 Περίπτωση υπό μελέτη 1: Εφαρμογή της FSA 2.0 στη μεταφορά προσωπικού με τη χρήση γερανών του πλοίου

Τα τελευταία χρόνια, όλο και περισσότερες επιχειρήσεις μεταφοράς εμπορευμάτων πραγματοποιούνται στη θάλασσα, πολλές φορές έξω από τα χωρικά ύδατα κάποιου κράτους. Λόγω της φύσης των εργασιών, αυτές εκτελούνται συχνά σε βαθιά νερά, όπου πολλές φορές επικρατούν αντίξοες καιρικές συνθήκες και υψηλός κυματισμός.

Εάν η μεταφορά STS πραγματοποιείται εντός των ορίων του λιμανιού, ο ίδιος ο λιμένας ενδέχεται να έχει ορισμένους κανόνες μεταφοράς τους οποίους το προσωπικό των πλοίων

θα πρέπει να τηρεί. Εάν η μεταφορά πραγματοποιείται εκτός των λιμενικών ορίων, αλλά εντός τοπικής δικαιοδοσίας, τότε ισχύουν οι νόμοι του εκάστοτε κράτους.

Αυτές οι υπεράκτιες εργασίες απαιτούν τη μεταφορά προσωπικού από το ένα πλοίο στο άλλο ή από ένα πλοίο σε ένα αγκυροβόλιο ή σε ένα ρυμουλκό. Το προσωπικό αυτό μπορεί να είναι πλήρωμα, καπετάνιοι πρόσδεσης (pilots), επιθεωρητές, πράκτορες ή τελωνειακοί υπάλληλοι.

Εμείς θα αναλύσουμε στο παρόν case study την διαδικασία μεταφοράς προσωπικού στην ανοιχτή θάλασσα.

Μέσα στις οδηγίες του OCIMF για το “STS transfer” υπάρχει ένα υποκεφάλαιο που αναφέρει πολύ συνοπτικά την διαδικασία της μεταφοράς ανθρώπων.

Επιπλέον, το 2018, ο OCIMF δημοσίευσε ένα ενημερωτικό έγγραφο με τίτλο «Μεταφορά προσωπικού με γερανό μεταξύ πλοίων», με επίκεντρο τη χρήση γερανού επί του σκάφους για τη μεταφορά προσωπικού, η οποία παρουσιάζει κινδύνους. Το παρόν έγγραφο ασχολείται με τους κινδύνους αυτούς και παρέχει καθοδήγηση που πρέπει να χρησιμοποιείται στη διαδικασία εκτίμησης κινδύνων.

Συγκεκριμένα, ο OCIMF υπογραμμίζει ότι υπάρχουν επίσημες οδηγίες και κανονισμοί όσον αφορά το προσωπικό που μεταφέρεται με γερανό μεταξύ υπεράκτιων σκαφών και υπεράκτιων πλατφορμών. Αντίθετα, όπως αναφέρεται στη «Μεταφορά Προσωπικού με Γερανός μεταξύ των Σκαφών», δεν υπάρχουν κανονισμοί ή οδηγίες για τη μεταφορά προσωπικού μεταξύ των σκαφών, παρόλο που πολλά από τα ατυχήματα έχουν συμβεί.

Στη συνέχεια ακολουθεί η εφαρμογή των τριών πρώτων βημάτων της FSA 2.0, δηλαδή:

- Βήμα 1: Αναγνώριση των Διαδικασιών
- Βήμα 2: Ανάλυση των Διαδικασιών
- Βήμα 3: Βέλτιστες πρακτικές

Μιας και η εφαρμογή του βήματος 4 (Ανάλυση κόστους-οφέλους) και βήματος 5 (Συστάσεις για την λήψη αποφάσεων) είναι αρκετά πολύπλοκη και έξω από τους σκοπούς της παρούσας διπλωματικής εργασίας, θα παραλειφθεί.



Εικόνα 4-2: Μεταφορά προσωπικού μέσω γερανών σε διαδικασία εναλλαγής φορτίου.
[<http://teakdoor.com/indonesia-forum/82153-a-few-days-offshore-indonesia.html>]

➤ **Βήμα 1 της FSA 2.0: Αναγνώριση της διαδικασίας μεταφοράς προσωπικού μέσω γερανών του πλοίου.**

Αρχικά περιγράφεται η διαδικασία επακριβώς όπως γίνεται στην πραγματικότητα. Δύο σκάφη συμμετέχουν στη μεταφορά με γερανό. Το ενεργό σκάφος είναι το σκάφος του οποίου ο γερανός χρησιμοποιείται για τη μεταφορά. Το παθητικό σκάφος είναι το σκάφος του οποίου ο γερανός δεν θα χρησιμοποιηθεί. Το παθητικό σκάφος θα μπορούσε να είναι ένα πλοίο, μία πλατφόρμα ή ένα σκάφος υποστήριξης.

Οι υπεύθυνοι των δύο πλοίων καθώς και το μεταφερόμενο προσωπικό έχουν τη δυνατότητα να διακόψουν τη μεταφορά εάν οι συνθήκες δεν είναι ασφαλείς ή εάν γίνουν επικίνδυνες σε οποιοδήποτε σημείο κατά τη διάρκεια της μεταφοράς ή σε περίπτωση υπέρβασης των προγραμματισμένων περιορισμών. Τα υπεύθυνα πρόσωπα είναι ο πλοίαρχος του ενεργού πλοίου, ο πλοίαρχος του παθητικού πλοίου και το προσωπικό που μεταφέρεται. Το ενεργό σκάφος μπορεί να είναι είτε αγκυροβολημένο είτε βρίσκεται εν πλω.

Αρχικά τοποθετείται το καλάθι μεταφοράς προσωπικού(Personnel Transfer Basket, PTB) στο κατάστρωμα του πλοίου και συνδέεται/γαντζώνεται με τον γερανό ώστε να ξεκινήσει η διαδικασία.

Αν υπάρχουν πράγματα που θα μεταφερθούν μαζί με τους ανθρώπους τοποθετούνται στο μέσο του καλάθιου και στην συνέχεια επιβιβάζεται στο καλάθι το προσωπικό που θα μεταφερθεί από το ένα πλοίο στο άλλο.

Ένας από το πλήρωμα ο καθορισμένος banksman/signalman (υπεύθυνος σήματος / σηματοδότης) στο πλοίο θα είναι ο μόνος που δίνει κατευθύνσεις μέσω σιγιάλων έτσι ώστε πολλαπλά σήματα να μην δίνονται στον χειριστή του γερανού. Αυτός θα δώσει το σύνθημα μόλις βεβαιωθεί ότι έχουν ανέβει στο καλάθι τα άτομα και είναι όλα έτοιμα ώστε να ξεκινήσει η ανύψωση. Ο χειριστής του γερανού με το σύνθημα από τον σηματοδότη θα ξεκινήσει σιγά σιγά να ανυψώνει το καλάθι.

Μόλις το καλάθι σηκωθεί σε επιθυμητό ύψος ο γερανός θα αρχίσει να το κατευθύνει προς το σημείο που θα γίνει η προσγείωση πάνω στο άλλο πλοίο πάντα με την βοήθεια από τις οδηγίες του σηματοδότη.

Μόλις το καλάθι φτάσει στην κατάκορφη ευθεία πάνω από το επιθυμητό σημείο του καταστρώματος που θα το τοποθετηθεί αρχίζει ο χειριστής του γερανού αρχίζει σταδιακά να το κατεβάζει.

Το πλήρωμα που είναι πάνω στο κατάστρωμα του πλοίου που θα δεχθεί το καλάθι πιάνει τα lashings από το καλάθι ώστε να βοηθήσει στην σωστή προσγείωση, ενώ παράλληλα ο χειριστής του γερανού συνεχίζει να το χαμηλώνει.

Μόλις προσγειωθεί το καλάθι τα άτομα πάνω σε αυτό πρέπει να κατέβουν και να πάρουν τυχόν πράγματα από μέσα. Τέλος το καλάθι ξεγαντζώνεται από τον γερανό και η διαδικασία ολοκληρώνεται.

Η παραπάνω διαδικασία απεικονίζεται και μέσω του μοντέλου απεικόνισης της FRAM (FMV) στο Παράρτημα 1.

➤ **Βήμα 2 της FSA 2.0: Ανάλυση της διαδικασίας μεταφοράς προσωπικού μέσω γερανών του πλοίου.**

Στο βήμα αυτό αναλύονται οι βασικοί παράγοντες που επηρεάζουν την διαδικασία και μπορούν να την αποκλίνουν από την θετική της έκβαση. Αυτοί είναι οι ακόλουθοι:

i. Περιβαλλοντικές συνθήκες

- Κατάσταση της θάλασσας: Το ύψος, η κατεύθυνση των κυμάτων όπως και τα θαλάσσια ρεύματα θα επηρεάσουν τις κινήσεις των πλοίων και θα αποτελέσουν τον κύριο παράγοντα που θα επηρεάσει τη διατήρηση της θέσης τους. Εκτός από την ανύψωση, οι οριζόντιες κινήσεις (κυματισμός, ταλάντευση και ροπές) θα είναι σημαντικοί παράγοντες για τις φάσεις φόρτωσης και εκφόρτωσης των ανθρώπων στο κατάστρωμα του σκάφους. Η κλίση και ο ρόλος θα επηρεάσουν τις κινήσεις των άκρων του γερανού και του ελέγχου των κινήσεων του φορτίου.
- Άνεμος: Ο άνεμος μπορεί να επηρεάσει την ικανότητα του χειριστή του γερανού να ελέγχει το φορτίο.
- Φως και ορατότητα: Οι μεταφορές τη νύχτα ειδικά μαζί με κακές καιρικές συνθήκες ενδέχεται να επηρεάσουν την ασφάλεια της μεταφοράς, λόγω της χαμηλής ορατότητας.
- Θερμοκρασία: Οι χαμηλές θερμοκρασίες παρουσιάζουν πρόσθετους κινδύνους για τους επιβάτες, όπως η μείωση της ικανότητας των επιβατών να κρατάνε το καλάθι σωστά. Υπάρχει επίσης κίνδυνος υποθερμίας, καθώς και περιορισμοί του εξοπλισμού που μπορεί να επηρεάσουν την απόδοση των διαδικασιών.

ii. Περιοχή προσγείωσης/ανύψωσης

Τα σημεία που θα απογειωθεί/προσγειωθεί το καλάθι μεταφοράς παίζουν και αυτά ρόλο στην ασφαλή και πετυχημένη διεξαγωγή της διαδικασίας μεταφοράς προσωπικού μεταξύ δύο πλοίων. Η κατάλληλη επιλογή τους θα βοηθήσει το προσωπικό που θα μεταφερθεί και το προσωπικό που θα βρίσκεται στο κατάστρωμα ώστε να μην κινδυνεύσει. Επίσης η σωστή θέση του σημείου θα βοηθήσει και τον χειριστή του γερανού ώστε να γίνει πιο εύκολη η δουλειά του και να μειωθούν οι παράμετροι μεταβολής του αποτελέσματος.

iii. Επικοινωνίες

Για να πετύχει η διαδικασία της μεταφοράς προσωπικού πολύ σημαντικός παράγοντας είναι η επικοινωνία μεταξύ των εμπλεκόμενων προσώπων, και πιο σημαντική είναι η επικοινωνία μεταξύ των ανθρώπων που μεταφέρονται, του σηματοδότη και του χειριστή του γερανού.

Μία χαρακτηριστική δυσκολία στην επικοινωνία είναι ότι το προσωπικό που βρίσκεται στο καλάθι πρέπει να κρατιέται ανά πάσα στιγμή, γεγονός που θα περιορίσει την ικανότητά του να χρησιμοποιεί σήματα χειρός ή να χειρίζεται ραδιοεξοπλισμό. Η μέθοδος επικοινωνίας που χρησιμοποιείται μεταξύ του προσωπικού του καλάθι και του σηματοδότη μπορεί ενδεχομένως να είναι μονόδρομες.

iv. Εξοπλισμός ανύψωσης

Σπουδαίο ρόλο στην πετυχημένη έκβαση της μεταφοράς παίζουν τα ανυψωτικά μηχανήματα, τα οποία πρέπει να είναι σωστά συντηρημένα, με πιστοποιητικά και ορισμένα σχεδιαστικά χαρακτηριστικά ώστε να διασφαλίζεται η ασφαλής διεξαγωγή της διαδικασίας.

Ο OCIMF προτείνει τα ακόλουθα:

- Όλα τα νέα δεξαμενόπλοια, ανεξάρτητα από τις αποστολές που εκτελούν επί του παρόντος, θα πρέπει να είναι εφοδιασμένα με εξοπλισμό πιστοποιημένο για τη μεταφορά προσωπικού.
- Οι φορείς εκμετάλλευσης υφιστάμενων δεξαμενόπλοιων θα πρέπει να εξετάσουν την αναβάθμιση και πιστοποίηση εξοπλισμού το συντομότερο δυνατόν.

Για να χαρακτηριστεί ένας γερανός κατάλληλος για μεταφορά προσωπικού, θα πρέπει κατ'ελάχιστο να πληροί τις παρακάτω προϋποθέσεις.

- Οι γερανοί πρέπει να βρίσκονται εντός του κυρίου σώματος (στη μέση) του σκάφους. Οι γερανοί στην πρύμνη, δεν πρέπει να χρησιμοποιούνται για μεταφορές προσωπικού.
- Το φορτίο ασφαλούς εργασίας (Safe Working Load - SWL) του γερανού θα πρέπει να μειωθεί στο 50% του κανονικού SWL κατά τη μεταφορά προσωπικού.
- Οι γερανοί πρέπει να έχουν καταχωρημένο το SWL.
- Ο συντελεστής ασφαλείας του καλωδίου πρέπει να είναι τουλάχιστον 10:1.
- Όλα τα φρένα πρέπει να ενεργοποιούνται αυτόματα όταν τα χειριστήρια βρίσκονται σε ουδέτερη θέση, έχει ενεργοποιηθεί η διακοπή έκτακτης ανάγκης, υπάρχει διακοπή ρεύματος.
- Τα φρένα πρέπει να είναι εξοπλισμένα με χειροκίνητη παράκαμψη.
- Οι γάντζοι γερανού πρέπει να είναι εφοδιασμένοι με ένα μάνδαλο ασφαλείας.
- Κατά τη μεταφορά του προσωπικού δεν πρέπει να χρησιμοποιείται ελεύθερο κατέβασμα (freefall) ή κατέβασμα χωρίς παροχή ισχύος.
- Οι διατάξεις ορίων ασφαλείας για τα ανώτερα και κατώτατα όρια της ανύψωσης και της ανέλκυσης πρέπει να τοποθετούνται και να λειτουργούν σωστά.

- Ο γερανός και όλα τα εξαρτήματά του πρέπει να συντηρούνται σύμφωνα με το Σύστημα Διαχείρισης Ασφάλειας (Safety Management System - SMS) του πλοίου και τις συστάσεις του κατασκευαστή.

v. Καλάθι μεταφοράς προσωπικού

Το καλάθι μεταφοράς προσωπικού (Personnel Transfer Basket, PTB) είναι κύριο κομμάτι της διαδικασίας και πρέπει να έχει κατάλληλη πιστοποίηση, συντήρηση και σχεδίαση ώστε να διασφαλίσει την σωστή διεξαγωγή της μεταφοράς του προσωπικού.

Υπάρχουν κυρίως τριών ειδών καλάθια για συνηθισμένη χρήση, τα οποία είναι:

- Πτυσσόμενο καλάθι (Collapsible basket): Αυτός ο σχεδιασμός έχει τους επιβάτες να στέκονται όρθιοι σε εξωτερικό χώρο χωρίς να είναι δεμένοι, σε μία βάση υποστηριζόμενη από μία δικτυωτή κατασκευή που βρίσκεται από πάνω. Αυτός ο σχεδιασμός προκαλεί έντονές τάσεις στο γερανό καθώς οι επιβάτες επιβιβάζονται στο καλάθι.
- Άκαμπτο καλάθι (Rigid basket): Αυτός ο σχεδιασμός παρέχει στους επιβάτες μια εσωτερική θέση όρθιας στάσης στην οποία μπορεί να είναι δεμένοι αλλά και όχι. Οι επιβάτες στέκονται μέσα σε μία άκαμπτη εσωτερική ή εξωτερική κατασκευή. Παρέχει προστασία από κρούση μέσω μιας μαλακής βάσης στο κάτω μέρος.
- Άκαμπτη κάψουλα (Rigid capsule): Αυτός ο σχεδιασμός παρέχει ασφαλή μεταφορά σε εσωτερικό χώρο. Οι επιβάτες ασφαλιζονται με έναν ιμάντα μέσα σε ένα πλαίσιο που παρέχει πλευστότητα ώστε να μπορεί να ελεγχθεί η κίνηση της κάψουλας και από το εσωτερικό της. Όταν η κάψουλα έχει καθίσματα, ένα σύστημα αναρτήσεων παρέχει επιπλέον απορρόφηση κραδασμών.

[https://www.reflexmarine.com/uploads/documents/Downloadable_Resources/Offshore_Personnel_Transfer_by_Crane_Guidelines_-_Rev_0.pdf]



Εικόνα 4-3: Είδη καλάθιων κατά την μεταφορά προσωπικού από ένα πλοίο σε άλλο [Marine Transfer Forum, 2016]

Τα PTB διαθέτουν καλώδια (tag lines) που έχουν σχεδιαστεί για να καθοδηγούν το φορτίο στην επιθυμητή περιοχή. Τα καλώδια καθιστούν πολύ πιο εύκολο για τον εργαζόμενο και τον χειριστή του γερανού να πραγματοποιήσουν κατάλληλες προσαρμογές στο τελικό σημείο εναπόθεσης του ανυψωμένου φορτίου.

vi. Προσωπικό

Στο ενεργό πλοίο, η ομάδα ατόμων που εμπλέκεται στη μεταφορά προσωπικού με το γερανό θα πρέπει να περιλαμβάνει ένα υπεύθυνο άτομο, το χειριστή γερανού, τον υπεύθυνο σήμανσης και τουλάχιστον δύο μέλη του πληρώματος να επισημαίνουν τις οδηγίες της μεταφοράς και να παρέχουν βοήθεια. Στο παθητικό πλοίο, η ομάδα πρέπει να περιλαμβάνει ένα υπεύθυνο άτομο και τουλάχιστον δύο μέλη πληρώματος για να παράσχουν βοήθεια.

Τα κυριότερα άτομα που εμπλέκονται στη διαδικασία και την επηρεάζουν είναι τα εξής:

- Χειριστής γερανού
- Προσωπικό προς μεταφορά
- Υπεύθυνος σήματος (Σηματοδότης)

➤ Βήμα 3 της FSA 2.0: Βέλτιστες πρακτικές που μπορούν να εφαρμοστούν στην διαδικασία μεταφοράς προσωπικού

Σε γενικές γραμμές η βέλτιστη πρακτική που συνιστάται είναι η μεταφορά προσωπικού μεταξύ των πλοίων να είναι η ελάχιστη δυνατή. Εάν η μεταφορά προσωπικού είναι αναπόφευκτη πρέπει να ληφθούν υπόψη οι ακόλουθες συστάσεις για την ελαχιστοποίηση της μεταβλητότητας των παραγόντων που περιγράφηκαν στο παραπάνω βήμα:

i. Περιβαλλοντικές Συνθήκες

Για να εξασφαλιστεί ότι είναι διαθέσιμες οι πιο πρόσφατες πληροφορίες καιρού για τις μεταφορές που πραγματοποιούνται στη θάλασσα, συνιστάται στους παρόχους υπηρεσιών και στους χειριστές πλοίων να χρησιμοποιούν εξειδικευμένες υπηρεσίες πρόγνωσης καιρού, εφόσον υπάρχουν, για να παρέχουν λεπτομερείς πληροφορίες σχετικά με τις προβλεπόμενες καιρικές συνθήκες για την περιοχή όπου θα διεξαχθεί το STS. Αυτές οι πληροφορίες πρέπει να περιλαμβάνουν λεπτομέρειες σχετικά με την ανάλυση του ανέμου, του κυματισμού και της ανύψωσης των υδάτων στην εν λόγω τοποθεσία.

Για τις νυχτερινές εργασίες, ο βραχίονας γερανού θα πρέπει να είναι εφοδιασμένος με επαρκή φωτισμό για να φωτίζει το γάντζο γερανού και το θάλαμο μεταφοράς. Ο χειριστής του γερανού πρέπει να διατηρεί μια καθαρή οπτική επαφή με το θάλαμο. Οι περιοχές ανύψωσης και εναπόθεσης πρέπει να φωτίζονται σε επίπεδο τουλάχιστον 20 lux. Ο θάλαμος μεταφοράς πρέπει να είναι εφοδιασμένος με φως στροβοσκοπίου. Τα φώτα δεν πρέπει να επηρεάζουν την όραση του σηματοδότη (signaller) ή του χειριστή του γερανού.

Σε χαμηλές θερμοκρασίες το προσωπικό πρέπει να φορά κατάλληλο εξοπλισμό ατομικής προστασίας.

ii. Περιοχή προσγείωση/ανύψωσης

Θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η μόνιμη σήμανση μιας κατάλληλης περιοχής εναπόθεσης/ανύψωσης του καλαθιού μεταφοράς εάν: το πλοίο αναμένεται να εκτελεί συχνές εργασίες μεταφοράς με γερανό, το PTB ανήκει στο πλοίο, το πλοίο διενεργεί μεταφορές στην ίδια περιοχή χρησιμοποιώντας PTB με γνωστά μήκη ανύψωσης.

Θα πρέπει να επιλέγεται κατάλληλος χώρος εναπόθεσης και ανύψωσης, ο οποίος θα διευκολύνει την ασφαλή επιβίβαση / αποβίβαση του προσωπικού λαμβάνοντας υπόψη:

- Το μέγεθος του PTB και το χώρο που απαιτείται για τα μέλη του πληρώματος που βοηθούν το PTB καθώς κατεβαίνει ή ανυψώνεται.
- Τη παρουσία παρεμποδίσεων, συμπεριλαμβανομένων των πλαισίων πάνω από το κατάστρωμα, των σωληνώσεων, των αεραγωγών των δεξαμενών, των μηχανημάτων και λοιπών κατασκευών, συμπεριλαμβανομένων των διαδρόμων προσωπικού, ανυψωμένων περασμάτων και των σκαλοπατιών.
- Τη παρουσία υπερυψωμένων εμποδίων που μπορεί να επηρεάσουν το εύρος κίνησης του γερανού.
- Τη μέγιστη και ελάχιστη απόσταση την οποία φτάνει ο γερανός.
- Την οπτική επαφή του χειριστή γερανού και του σηματοδότη.
- Την παρουσία και κατεύθυνση του φωτισμού που ενδέχεται να επηρεάσει την όραση του χειριστή του γερανού.
- Την προστασία από τα μεγάλα κύματα που έχουν ως αποτέλεσμα τη παρουσία θαλασσινού νερού στο κατάστρωμα.

Όταν επιλέγεται περιοχή προσγείωσης/ανύψωσης, είναι επίσης σημαντικό να εξετάζεται ο αριθμός των μεμονωμένων κινήσεων του γερανού και να επιλέγεται μια περιοχή που να διατηρεί τις κινήσεις στο ελάχιστο.

iii. Επικοινωνίες

Οι επικοινωνίες θα πρέπει να παρέχονται με την πλέον αποτελεσματική μέθοδο μεταξύ του σηματοδότη (signalman), του χειριστή του γερανού και του προσωπικού υπό μεταφορά μέσα στο καλάθι. Οι μέθοδοι που θα χρησιμοποιηθούν πρέπει να υποβάλλονται σε διεξοδική αξιολόγηση πριν ξεκινήσουν οι εργασίες. Όλα τα σενάρια πρέπει να αξιολογηθούν και θα πρέπει να περιλαμβάνουν τα ακόλουθα:

- Το προσωπικό που χρησιμοποιεί το καλάθι μπορεί να έχει περιορισμένη κινητικότητα ή ορατότητα και αυτό μπορεί να περιορίσει την ικανότητά του να κάνει νοήματα με τα χέρια ή να χειρίζεται εξοπλισμό επικοινωνίας.
- Οι σηματοδότες υποχρεούνται να διατηρούν πάντοτε το καλάθι και τον χειριστή του εξοπλισμού στο οπτικό τους πεδίο ώστε να είναι σε θέση να ελέγχουν αποτελεσματικά τη διαδικασία.

- Οι περιοχές λειτουργίας πρέπει να συμμορφώνονται με τους κατάλληλους κανόνες στάθμης θορύβου. Ωστόσο, πρέπει να αναμένονται υψηλά επίπεδα θορύβου υποβάθρου και συνθηκών περιβάλλοντος (π.χ. υδραυλικά μηχανήματα, άνεμος κ.λπ.) Αυτό ενδέχεται να δυσκολέψει τις επικοινωνίες ήχου.

Συνιστάται τα πλοία που συμμετέχουν σε επιχειρήσεις STS να συμμορφώνονται με ένα κατάλληλο πρότυπο θορύβου. Το ψήφισμα του IMO A.486 για τα επίπεδα θορύβου στα πλοία είναι ένα κατάλληλο πρότυπο. Μπορούν επίσης να αναφερθούν τα πρότυπα στάθμης θορύβου που χρησιμοποιούνται από ορισμένες ενώσεις νηογνώμωνων.

iv. Εξοπλισμός Ανύψωσης

Μεγάλοι γερανοί δεν πρέπει να χρησιμοποιούνται.

Οποιοσδήποτε γερανός που χρησιμοποιείται πρέπει να είναι εφοδιασμένος με επαρκείς διατάξεις ασφαλείας για την αποφυγή ελεύθερης πτώσης. Οι περιοριστές ολίσθησης κατά την ανύψωση και την κάθοδο θα πρέπει να είναι ενσωματωμένοι στον εξοπλισμό που προορίζεται για χρήση. Η διαθεσιμότητά τους θα πρέπει να εξετάζεται κατά τη μελέτη αξιολόγησης κινδύνου.

Όλος ο εξοπλισμός ανύψωσης πρέπει να επιθεωρείται, να συντηρείται, να ελέγχεται ως προς την αντοχή φορτίου και να πιστοποιείται όπως απαιτείται. Αυτό περιλαμβάνει τα σύρματα και τους μιάντες ανύψωσης. Ο ανυψωτικός εξοπλισμός πρέπει να περιλαμβάνεται στο αναλυτικό πρόγραμμα συντήρησης του πλοίου και να συντηρείται σύμφωνα με αυτό. Όλες οι πιστοποιήσεις φορτίου ή τα έγγραφα της κατηγορίας θα πρέπει να είναι πάντα διαθέσιμα για επιθεώρηση.

Όλα τα άγκιστρα ή οι μεταλλικοί συνδετήρες θα πρέπει να είναι καλά κλεισμένα και συνδεδεμένα μεταξύ τους.

Ο ανυψωτικός εξοπλισμός θα πρέπει να μπορεί να φτάσει στην ασφαλή περιοχή εναπόθεσης διατηρώντας παράλληλα ικανότητα κατακόρυφης ανύψωσης. Κατά την εκτίμηση αυτή, πρέπει να ληφθεί υπόψη η διάμετρος των παραβλημάτων, καθώς και η πιθανή διαφορά ύψους εξάλων. Πρέπει επίσης να λαμβάνονται υπόψη όλοι οι περιορισμοί που σχετίζονται με τις ελάχιστες ή μέγιστες γωνίες του γερανού.

Πρέπει να προσδιορίζεται το μέγιστο επιτρεπόμενο φορτίο του ανυψωτικού εξοπλισμού όταν χρησιμοποιείται για τη μεταφορά προσωπικού και να περιλαμβάνει έναν επιπρόσθετο συντελεστή ασφαλείας.

Τα βαρούλκα πρέπει να διαθέτουν δύο ανεξάρτητα συστήματα πέδησης, το καθένα από τα οποία μπορεί να κρατά τα ονομαστικά SWL (Safe Working Loads).

Οι γερανοί που σχεδιάζονται για την μεταφορά του προσωπικού θα πρέπει να διαθέτουν μέσα έκτακτης ανάγκης για τη διάσωση του ανυψωμένου προσωπικού από οποιαδήποτε θέση.

v. Καλάθι Μεταφοράς Προσωπικού (PTB)

Πριν από την έναρξη της μεταφοράς προσωπικού χρησιμοποιώντας ένα καλάθι μεταφοράς προσωπικού (PTB), θα πρέπει να διασφαλιστεί ότι το PTB είναι κατάλληλο για το έργο, πιστοποιημένο, δοκιμασμένο και επιθεωρημένο, ο σχετικός ανυψωτικός εξοπλισμός είναι κατάλληλος για μεταφορά προσωπικού και ότι υπάρχουν κατάλληλες διατάξεις ώστε να εκτελεστεί η μεταφορά.

Πρέπει να παρέχονται μέσα για την ασφαλή ανάκτηση των μεταφερόμενων προσώπων σε περίπτωση βλάβης του συστήματος τροφοδοσίας ή ελέγχου.

Τα PTB θα πρέπει να σχεδιάζονται ειδικά για τον επιδιωκόμενο σκοπό και να διατηρούνται σε καλή κατάσταση. Για τα PTB, συνιστώνται τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

- Το SWL θα πρέπει να βασίζεται σε κατάλληλες δοκιμές και στην εφαρμογή του συντελεστή ασφαλείας, ο οποίος πρέπει να καταγράφεται.
- Τα αγκίστρια/ενώσεις/συνδετήρες που χρησιμοποιούνται πρέπει να περνούν ισοδύναμες δοκιμές, να έχουν κατάλληλη πιστοποίηση και σήμανση.
- Το βάρος του PTB θα πρέπει να δηλώνεται με σαφήνεια.
- Όλα τα PTBs πρέπει να επιπλέουν και οι άκαμπτοι τύποι καψουλών πρέπει να είναι αυτό-ανορθούμενοι.
- Θα πρέπει να χρησιμοποιείται ένας συνδετήρας γάντζου που είναι αρκετά μακρύς ώστε να κρατήσει το κυρίως σώμα του γερανού μακριά από το μεταφερόμενο προσωπικό, αλλά όχι τόσο μακρύς ώστε να καθιστά την ανύψωση του προσωπικού πάνω από κιγκλιδώματα ανασφαλής.

Συνιστάται να είναι ασφαλισμένα δύο καλώδια (tag lines) σε κάθε PTB. Τα καλώδια πρέπει να είναι κατάλληλα για τη συγκεκριμένη λειτουργία, δεν πρέπει ποτέ να είναι περιτυλιγμένα ή να τοποθετούνται σε ένα σημείο στήριξης. Επίσης πρέπει:

- Να έχουν διάμετρο μεταξύ 16mm και 19mm (5/8" - 3/4").
- Να ασφαρίζονται στα αντίθετα άκρα του δακτυλίου βάσης του PTB ή γενικά στο χαμηλότερο δυνατό σημείο. Αυτό εξασφαλίζει τον καλύτερο έλεγχο του PTB, ιδιαίτερα όταν ο γερανός υπόκειται σε δυνατές στρεπτικές τάσεις.
- Να είναι αρκετά μακριά ώστε να μπορούν να φτάνουν στο νερό από τη βάση του ενεργού πλοίου όταν αυτό δεν έχει φορτίο, με επαρκές περιθώριο χειρισμού.
- Να έχουν πακτωμένα άκρα. Κόμποι ή οι οπίσθιοι σύνδεσμοι δεν θα πρέπει να χρησιμοποιούνται, καθώς ενδέχεται να μπλοκάρουν, προκαλώντας το PTB να λάβει ανεπιθύμητη κλίση.

Πρέπει να υπάρχει πολιτική που να απαιτεί την επιθεώρηση, τη συντήρηση και την αντικατάσταση των ΡΤΒ σε τακτά χρονικά διαστήματα, διαδικασίες οι οποίες θα πρέπει κατ' ελάχιστο να συμμορφώνονται με τις δημοσιευμένες οδηγίες του κάθε κατασκευαστή.

Η διαδικασία μεταφοράς προσωπικού θα πρέπει να ακολουθεί την πολιτική αυτή και να περιλαμβάνει τη μέθοδο συντήρησης και αποθήκευσης μαζί με οδηγίες για την επιθεώρηση του ΡΤΒ λίγο πριν ξεκινήσει η μεταφορά ώστε να επιβεβαιωθεί ότι είναι ασφαλές για χρήση.

Όταν πραγματοποιείται μία μεταφορά προσωπικού, το φορτίο πρέπει να βρίσκεται υπό πλήρη έλεγχο (τόσο σε συνθήκες ανόδου όσο και καθόδου) και το καλάθι μεταφοράς πρέπει να ανεβαίνει ψηλά όσο είναι απαραίτητο για να αποφεύγονται τα εμπόδια που υπάρχουν στο κατάστρωμα και να ελαχιστοποιείται η αιώρηση.

vi. Προσωπικό

Χειριστής Γερανού

Οι χειριστές πρέπει να είναι επαρκώς εκπαιδευμένοι πριν ώστε να είναι έτοιμοι να χρησιμοποιήσουν τον εξοπλισμό για τη μεταφορά προσωπικού. Αυτό δεν πρέπει να περιορίζεται στη θεωρητική εκπαίδευση, αλλά να περιλαμβάνει και προσομοίωση μεταφοράς δοκιμαστικών φορτίων στα πλαίσια πρακτικής άσκησης να εκτελέσουν μια μεταφορά με τον αποτελεσματικότερο τρόπο.

Επιβάτες

Όλοι οι μεταφερόμενοι θα πρέπει να φορούν εξοπλισμό ασφαλείας και σωσίβια, γνωστά αλλιώς και PFD (Personal Flotation Devices).

Οι μεταφερόμενοι θα πρέπει επίσης:

- ✓ Να επιβεβαιώσουν ότι είναι πρόθυμοι να λάβουν μέρος σε μια μεταφορά με γερανό.
- ✓ Να βρίσκονται σε φυσική κατάσταση η οποία να επιτρέπει τη μεταφορά.
- ✓ Να είναι ικανοί και εξοικειωμένοι με τις πρακτικές ασφαλούς μεταφοράς.
- ✓ Να ασφαλίζουν αντικείμενα τα οποία ενδέχεται να μην είναι σωστά προσδεμένα όπως αντικείμενα που μπορεί να πέσουν από τις τσέπες τους.
- ✓ Να φορά κατάλληλο εξοπλισμό PPE (Personal Protective Equipment), ο οποίος περιλαμβάνει:
 - 1) σωστά τοποθετημένη συσκευή επίπλευσης (Personal Flotation Device - PFD) με ανακλαστική ταινία, σφυρίχτρα και φως. Το PFD θα πρέπει να είναι κατάλληλο για μεταφορά με γερανό, λαμβανομένου υπόψη του ύψους πάνω από τη στάθμη της θάλασσας. Η είσοδος στο νερό από μεγάλο ύψος κατά τη χρήση ενός PFD μπορεί να είναι επικίνδυνη και το προσωπικό θα πρέπει να

ενημερώνεται σύντομα για τον τρόπο ασφαλούς χρήσης του συγκεκριμένου PFD. Σε ορισμένες περιοχές μπορεί να είναι πιο κατάλληλη μια στολή κατάδυσης, αλλά τότε θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η μειωμένη κινητικότητα του ατόμου που τη φοράει.

- 2) Κράνος ασφαλείας.
 - 3) Παπούτσια ασφαλείας.
 - 4) Ρούχα που ταιριάζουν στις επικρατούσες περιβαλλοντικές συνθήκες.
- ✓ Σε συνθήκες μειωμένης ορατότητας ή τις νυχτερινές ώρες θα πρέπει να επισυνάπτεται στροβοσκόπιο στο μεταφερόμενο προσωπικό, ξεχωριστά σε κάθε άτομο. Εάν το στροβοσκόπιο ενεργοποιείται χειροκίνητα, θα πρέπει να ενεργοποιηθεί πριν από τη μεταφορά. Το στροβοσκόπιο δεν πρέπει να τοποθετείται με τρόπο που επηρεάζει την όραση του ατόμου. Προτείνεται η χρήση ενός PLB - Personal Locator Beacon που επισυνάπτεται στο PFD.

Κατά τη διάρκεια της μεταφοράς, το μεταφερόμενο προσωπικό θα πρέπει:

- ✓ Να είναι κατανεμημένο ομοιόμορφα γύρω από το PTB όταν μεταφέρονται δύο ή περισσότερα άτομα.
- ✓ Να πιάνεται από το PTB και με τα δύο χέρια ανά πάσα στιγμή ή αναλόγως την περίπτωση να ακολουθεί τις οδηγίες του κατασκευαστή PTB.
- ✓ Να μην κάνει νοήματα στους χειριστές του γερανού που ενδέχεται να διαταράξουν τη διαδικασία.
- ✓ Να κρατά τα γόνατα λυγισμένα κατά την ανύψωση και κατά την κάθοδο, για να αποφύγει κάποιον τραυματισμό από τυχόν ξαφνικές αναταράξεις.
- ✓ Να είναι έτοιμο να απομακρυνθεί από το PTB όταν βρίσκεται κοντά στο κατάστρωμα.

Κάθε άτομο που δεν έχει συμμετάσχει προηγουμένως σε μεταφορά προσωπικού STS με γερανό θα πρέπει να μεταφέρεται με κάποιον έμπειρο συνοδό, ο οποίος μπορεί να το καθοδηγήσει σε όλη τη διαδικασία.

- Σηματοδότης (Signaller).

Κάθε εμπλεκόμενο στη μεταφορά άτομο θα πρέπει:

- Να κατανοεί τα προσυμφωνημένα σινιάλα.
- Να κατανοεί τα χαρακτηριστικά και τους περιορισμούς του γερανού και του PTB.
- Να κατανοεί και να είναι σε θέση να εκτελεί το σχέδιο υπό εκτέλεση.
- Να κατανοεί τις διαδικασίες μεταφοράς προσωπικού.

Ο σηματοδότης (Signaller) πρέπει να φορά ένα διακριτικό γιλέκο ορατότητας για εύκολη αναγνώριση και πρέπει να βρίσκεται σε μια θέση με άμεση οπτική επαφή με τον χειριστή του γερανού. Ο υπεύθυνος σήμανσης πρέπει να χρησιμοποιεί τα προσυμφωνημένα

σινιάλα και θα πρέπει να είναι το μόνο άτομο που θα κάνει νοήματα τον χειριστή του γερανού. Η μόνη εξαίρεση είναι σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης. Σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης, οποιοδήποτε μέλος της ομάδας μπορεί να κάνει το σινιάλο διακοπής της μεταφοράς.

- Άλλα άτομα του προσωπικού

Τα μέλη του πληρώματος που χειρίζονται οποιοδήποτε ανυψωτικό εξοπλισμό ή εργάζονται κοντά στην περιοχή μεταφοράς πρέπει να φορούν τον κατάλληλο εξοπλισμό ατομικής προστασίας (PPE).

Ο πλοίαρχος ή ο ορισμένος υπεύθυνος της επιχείρησης (π.χ. ανώτερος αξιωματικός του καταστρώματος ή ο υπεύθυνος για τη λειτουργία STS) πρέπει να είναι παρών καθ' όλη τη διάρκεια της μεταφοράς.

Θα πρέπει να πραγματοποιηθεί μια δοκιμαστική μεταφορά ώστε να διασφαλιστεί ότι η μεταφορά προσωπικού μπορεί να πραγματοποιηθεί με ασφάλεια κάτω από τις επικρατούσες συνθήκες. Η δοκιμαστική μεταφορά θα πρέπει να γίνεται σύμφωνα με το σχέδιο για τη μεταφορά προσωπικού με γερανό. Το σχέδιο πρέπει να προσαρμοστεί ώστε να αντικατοπτρίζει τα αποτελέσματα της δοκιμαστικής μεταφοράς. Η πραγματική μεταφορά προσωπικού θα πρέπει να πραγματοποιείται μόνο όταν όλα τα μέρη κατανοήσουν όλους τους κινδύνους και ότι τα μέτρα ασφαλείας αντιμετώπισης αυτών είναι επαρκή. Είναι συνηθισμένη πρακτική η μεταφορά αποσκευών κατά τη διάρκεια της δοκιμαστικής μεταφοράς, καθώς δεν συνιστάται η μεταφορά αυτών των στοιχείων ταυτόχρονα με το προσωπικό.

Τα μέλη του πληρώματος που εργάζονται στο κατάστρωμα ενός πλοίου, το οποίο είναι σημαντικά χαμηλότερο από το άλλο, θα πρέπει να ελέγχουν για αιωρούμενα καλώδια (tag lines). Το προσωπικό που χαμηλώνει τα καλώδια προς το άλλο πλοίο θα πρέπει να προειδοποιεί το πλήρωμα εκεί και να βεβαιώνεται ότι έχει οπτική επαφή με το πλήρωμα του χαμηλότερου πλοίου πριν από το κατέβασμα των καλωδίων.

Επαρκές και εκπαιδευμένο προσωπικό θα πρέπει να είναι διαθέσιμο για να παρέχει βοήθεια.

4.5 Περίπτωση υπό μελέτη 2:Εφαρμογή της FSA 2.0 στη διαδικασία πλαγιοδέτησης του πλοίου με το άλλο πλοίο.

➤ Βήμα 1 της FSA 2.0: Αναγνώριση της διαδικασίας πλαγιοδέτησης του πλοίου.

Κατά τη διάρκεια των ελιγμών για την πλαγιοδέτηση, το πλοίο που προσεγγίζει το σταθερό πλοίο για να δέσει αναφέρεται ως πλοίο ελιγμών (manoeuvring ship). Σταθερό πλοίο (constant heading ship) είναι το πλοίο που διατηρεί την πορεία του και την ταχύτητα του, που ως επί το πλείστον είναι μηδέν, για να επιτρέψει στο ελίσσόμενο πλοίο να το προσεγγίσει και να πλαγιοδετήσει δίπλα του.

Η προσέγγιση και η πρόσδεση σε μια επιχείρηση STS μπορεί να γίνει με δύο τρόπους. Είτε το ένα πλοίο πλησιάζει στο άλλο ενώ το δεύτερο είναι αγκυροβολημένο είτε και τα δύο πλοία πλησιάζουν και προσδέονται μεταξύ τους πριν ξεκινήσουν την αγκυροβόλησή τους.

Μόλις το ελίσσόμενο πλοίο τελειώσει τους απαραίτητους ελιγμούς και έρθει κοντά με το άλλο πλοίο, ξεκινάει τη διαδικασία πλαγιοδέτησης (πρόσδεσης) τους.

Ανάμεσά τους τα πλοία για να αποφύγουν την επαφή μεταξύ τους έχουν τα προστατευτικά μπαλόνια (fenders).

Αρχικά όλο το προσωπικό που είναι υπεύθυνο για την πλαγιοδέτηση πηγαίνει στη θέση του. Το πλήρωμα του ενός σκάφους περνάει τις γραμμές πρόσδεσης στο άλλο πλοίο, ώστε τα δύο πλοία να δεθούν μεταξύ τους. Τα σχοινιά ξεκινούν από τα βαρούλκα του ενός πλοίου και περνούν μέσα από τα ράουλα και τα όκια των δύο πλοίων και προσδέονται στις δέστρες που βρίσκονται στο άλλο πλοίο.

Μόλις όλα ασφαλιστούν και βρίσκονται στη θέση τους, η επιχείρηση πρόσδεσης θεωρείται ότι έχει ολοκληρωθεί.

Κυρίαρχο ρόλο κατά τη διαδικασία της πλαγιοδέτησης έχει ο υπεύθυνος αγκυροβολίας (mooring master). Ο υπεύθυνος παρέχει καθοδήγηση και βοήθεια στους δύο πλοίαρχους των πλοίων. Η συμμετοχή του δεν υποκαθιστά τις αρχές και τις ευθύνες των πλοιάρχων κατά τη διάρκεια της επιχείρησης. Μπορεί επίσης να είναι το άτομο στο γενικό συμβουλευτικό έλεγχο (POAC). Εάν δεν υπάρχει υπεύθυνος αγκυροβολίας, τότε ο πλοίαρχος του σκάφους ελιγμών αναλαμβάνει καθήκοντα "Mooring Master".

Η παραπάνω διαδικασία απεικονίζεται και μέσω του μοντέλου απεικόνισης της FRAM (FMV) στο Παράρτημα 2.

➤ Βήμα 2 της FSA 2.0: Ανάλυση της διαδικασίας πλαγιοδέτησης του πλοίου.

Στο βήμα αυτό αναλύονται οι βασικοί παράγοντες που επηρεάζουν την διαδικασία και μπορούν να την αποκλίνουν από την θετική της έκβαση. Αυτοί είναι οι ακόλουθοι:

i. Περιβαλλοντικές Συνθήκες

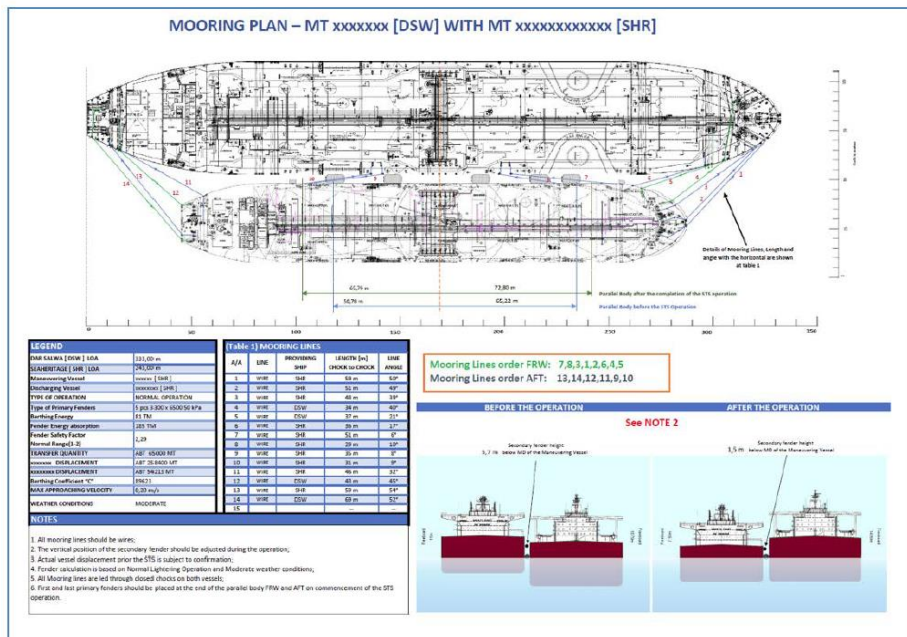
Οι περιβαλλοντικές συνθήκες που επικρατούν στην περιοχή όπου λαμβάνει χώρα η διαδικασία μεταφοράς STS παίζουν πολύ σημαντικό ρόλο διότι εφόσον τα δύο πλοία είναι δεμένα κολλητά το ένα με το άλλο, κάθε κίνηση του πλοίου λόγω ανέμου ή κυματισμού μπορεί να οδηγήσει σε επαφή τους και κατ' επέκταση σε αρνητική έκβαση της διαδικασίας.

ii. Σχέδιο Πρόσδεσης (Mooring Plan)

Όλα τα πλοία είναι υποχρεωμένα να έχουν εγκριμένο σχέδιο πρόσδεσης (mooring plan) από την κλάση τους κατά την φάση της κατασκευής τους. Τα πλοία που κατασκευάστηκαν πριν από την 1^η Ιανουαρίου 2007, δεν καλύπτονται από τον κανονισμό 3-8 της SOLAS II-2 και έχουν επί του σκάφους σχέδια αγκυροβόλησης τα οποία ενδέχεται να μην έχουν εγκριθεί από νηογνώμονα.

Επιπρόσθετα μπορούν να έχουν και ένα σχέδιο πρόσδεσης STS (STS mooring plan) ανάλογα με τα χαρακτηριστικά τους και την τοποθεσία της εναλλαγή φορτίου, το οποίο να βασίζεται στο εγκεκριμένο mooring plan. Το mooring plan που υιοθετείται για μια συγκεκριμένη λειτουργία STS θα εξαρτηθεί από το μέγεθος κάθε πλοίου καθώς και τη διαφορά μεταξύ των μεγεθών τους, τη διαφορά στο ύψος εξάλων και το εκτόπισμα, τις αναμενόμενες θαλάσσιες και καιρικές συνθήκες, τον βαθμό προστασίας από τον καιρό που προσφέρεται από τη θέση στην οποία γίνεται η διαδικασία και την αποτελεσματικότητα των διαθέσιμων σχοινιών πρόσδεσης. Οι περισσότεροι πάροχοι υπηρεσιών STS έχουν ένα τυπικό σχέδιο πρόσδεσης, κατάλληλο για μια συγκεκριμένη θέση.

Στην παρακάτω εικόνα φαίνεται ένα τυπικό τέτοιο πλάνο.



Εικόνα 4-4: Τυπικό σχέδιο πρόσδεσης για διαδικασία μεταφοράς φορτίου από πλοίο σε πλοίο

iii. Γραμμές Πρόσδεσης (Mooring lines)

Οι γραμμές πρόσδεσης (mooring lines) είναι συρμάτινα σχοινιά που χρησιμοποιούνται για το δέσιμο των πλοίων. “Messenger rope” χαρακτηρίζεται ένα λεπτό σχοινί που χρησιμοποιείται για να φέρει πιο κοντά τα συρμάτινα σχοινιά πρόσδεσης των πλοίων. Η σύνδεση μεταξύ της κύριας γραμμής και της ουράς του λεπτού σχοινιού πρέπει να γίνεται με εγκεκριμένο εξάρτημα π.χ. ‘Mandel’, ‘Tonsberg’ ή ‘Boss link Shackle’ όπως φαίνεται στο σχήμα. Το ‘Tonsberg’ έχει έναν ίσιο πάσαλο και η ουρά πρέπει να συνδεθεί με αυτόν. Το ‘Mandel’ έχει έναν κυρτό κύλινδρο και το καλώδιο πρέπει να συνδεθεί με αυτό. Οι συνδέσεις ‘Boss’ μπορούν να συνδεθούν προς οποιαδήποτε κατεύθυνση.



Figure 4.10.3 Mandel Shackle



Figure 4.10.4. Tonsberg Shackle



Figure 4.10.5. Boss link Shackle

Εικόνα 4-5: Είδη σύνδεσης γραμμών πρόσδεσης με σχοινί «αγγελιοφόρο»

iv. Εξοπλισμός Πρόσδεσης (βαρούλκα, ράουλα, όκια, δέστρες)

Winch (Βαρούλκο): Ασφαλίζει τα άκρα των σχοινιών πρόσδεσης του πλοίου, προβλέπει τη ρύθμιση του μήκους της γραμμής πρόσδεσης και αντισταθμίζει τις αλλαγές στη στάθμη λόγω των θαλάσσιων ρευμάτων και της παλίρροιας.



Εικόνα 4-6: Βαρούλκο [Wartsila, 2019]

Fairlead, chock (Ράουλα, όκια): Είναι οδηγός για ένα σχοινί πρόσδεσης, που επιτρέπει τη διέλευσή του από το κιγκλίδωμα (bulwark) του πλοίου ή κάποιο άλλο εμπόδιο.



Εικόνα 4-7: Όκιο & Ράουλα [Wartsila, 2019]

Bollard (Δέστρα): Μια ορθογώνια βάση που συγκολλείται στο κατάστρωμα του πλοίου και πάνω στην οποία συγκολλούνται δύο κατακόρυφα δοκάρια. Οι δέστρες χρησιμοποιούνται για την ασφάλιση των σχοινιών πρόσδεσης.



Εικόνα 4-8: Δέστρες [Dreamstime.com, 2019]

v. Προσταυτικά (Fenders)

Τα προστατευτικά μπαλόνια χωρίζονται σε δύο κατηγορίες, τα κύρια και τα δευτερεύοντα:

Τα κύρια είναι μεγάλα μπαλόνια, ικανά να απορροφήσουν την ενέργεια κρούσης της πρόσδεσης και αρκετά μακριά ώστε να μπορούν να αποτρέψουν την επαφή μεταξύ των πλοίων, αν έρθουν σε επαφή παράλληλα το ένα με το άλλο. Τα κύρια μπαλόνια είναι συνήθως φουσκωμένα με αέρα συμπιεσμένο σε πίεση 50 kPa ή 80 kPa.

Τα δευτερεύοντα μπαλόνια είναι τα μπαλόνια που χρησιμοποιούνται για την αποφυγή της επαφής μεταξύ των δύο πλοίων, είτε αυτά ενδέχεται να έρθουν σε επαφή παράλληλα είτε όχι μεταξύ τους. Είναι ιδιαίτερα αποτελεσματικά όταν είναι τοποθετημένα προς τα άκρα ενός πλοίου και αποδεικνύονται χρήσιμα κατά τη διάρκεια των εργασιών πρόσδεσης και ελλιμενισμού.

➤ **Βήμα 3 της FSA 2.0: Βέλτιστες πρακτικές που μπορούν να εφαρμοστούν στην διαδικασία πλαγιοδέτησης.**

Η γενική βέλτιστη πρακτική για τη διαδικασία της πλαγιοδέτησης είναι οι πρώτες mooring lines να περάσουν από την πλώρη, και στη συνέχεια οι spring lines στο μπροστινό μέρος του πλοίου. Μετά από αυτό είναι τα υπόλοιπα πρωραία και πρυμναία σχοινιά. Τελευταία προσδένονται τα spring lines που βρίσκονται στην πρύμνη.

i. Περιβαλλοντικές συνθήκες

Οι διαδικασίες STS σε τοποθεσίες που υπόκεινται σε μεγάλα περιοδικά κύματα πρέπει να γίνονται με προσοχή. Το φορτίο στις mooring lines σε συγκεκριμένο σημαντικό ύψος κύματος αυξάνεται σημαντικά καθώς αυξάνεται η περίοδος κύματος ή η περίοδος συναντήσεως.

Μια μακρά περίοδος φουσκοθαλασσιάς θα οδηγήσει σε μεγαλύτερη κυλιόμενη κίνηση μεταξύ των δύο πλοίων. Πρέπει να δίνεται προσοχή κατά τον προγραμματισμό σε μακρόχρονη φουσκοθαλασσιά για να αποφευχθεί η υπερβολική πίεση των mooring lines.

Πρέπει να αποφεύγεται η συνάντηση κύματος από την πλάγια κατεύθυνση κατά τη διάρκεια του STS. Αυτό θα χρειαστεί ιδιαίτερη προσοχή όταν χρησιμοποιούνται εκτεθειμένες θέσεις αγκύρωσης STS που υπόκεινται σε ισχυρά ρεύματα, όπου τα πλοία μπορούν να βρίσκονται σε μεγάλη γωνία προς τον άνεμο και τα κύματα.

Κατά τη διεξαγωγή ενεργειών STS, η βέλτιστη κατεύθυνση συναντήσεως κύματος για τον έλεγχο των φορτίων πρόσδεσης θεωρείται συνήθως από το ένα τέταρτο, με το μεγαλύτερο πλοίο να έρθει κόντρα στον άνεμο. Ωστόσο, ανάλογα με το σχετικό μέγεθος και τα εκτοπίσματα των δύο πλοίων, αυτό δεν ισχύει πάντοτε. Για παράδειγμα, όταν και τα δύο πλοία είναι παρόμοιου μεγέθους και όταν το εκτόπισμα του πλοίου λήψης αυξάνεται σε σχέση με το πλοίο εκφόρτωσης, η κατεύθυνση συναντήσεως βέλτιστου φορτίου πρόσδεσης μπορεί να μεταβληθεί στη δεξιά πλευρά, με το πλοίο υποδοχής να βρίσκεται κόντρα στον άνεμο.

ii. Σχέδιο Πρόσδεσης (Mooring Plan)

Ένα σχέδιο πρόσδεσης πρέπει να περιέχει, χωρίς όμως να περιορίζεται, τις ακόλουθες πληροφορίες:

1. Τα σκάφη πρέπει να παρουσιάζονται σε κλίμακα με πραγματικά εκτοπίσματα.
2. Τα chock και τα closed openings πρέπει να αντιστοιχούν σε πραγματικά εξαρτήματα σκαφών.
3. Οι γραμμές πρόσδεσης να είναι σύμφωνες με τις οδηγίες του OCIMF.
4. Δεν θα πρέπει να εμφανίζονται μεικτές ή διασταυρωμένες γραμμές.

5. Οι γραμμές που καταλήγουν στην ίδια θέση να είναι παράλληλα στον καλύτερο δυνατό βαθμό.
6. Θα πρέπει να αποφεύγονται δύο γραμμές πρόσδεσης από το ίδιο chock. Σε περίπτωση που περάσουν περισσότερες από μία γραμμές από ένα chock, τότε θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν προστατευτικά μανίκια.
7. Θέση των fenders σε κλίμακα σύμφωνα με τις παράλληλες αποστάσεις στα πραγματικά εκτοπίσματα των σκαφών.
8. Πρέπει να εμφανίζεται η διάταξη και η σειρά συλλογής των γραμμών πρόσδεσης.
9. Πρέπει να είναι εμφανής η διαφορά των υψών εξάλων κατά τη διάρκεια της διαδικασίας STS με ρύθμιση των δευτερευόντων fenders.
10. Θα πρέπει να ληφθούν υπόψη οι ουρές πρόσδεσης και οι αποστάσεις από chock σε chock , σε περίπτωση σχοινιών ή συρμάτων.

iii. Γραμμες Πρόσδεσης (Mooring lines)

Όλες οι γραμμές πρόσδεσης πρέπει να είναι σε καλή κατάσταση. Κάθε σχοινί από χαλύβδινο σύρμα πρέπει να είναι εφοδιασμένο με ουρά μαλακής ίνας μήκους 11 μέτρων με αντοχή θραύσης τουλάχιστον 25% μεγαλύτερη από εκείνη της γραμμής σύρματος στην οποία συνδέεται.

Η μικτή πρόσδεση πρέπει να αποφεύγεται όταν είναι προς την ίδια κατεύθυνση. Οι γραμμές πρόσδεσης που οδηγούν προς την ίδια κατεύθυνση πρέπει να είναι παρόμοιου μεγέθους και υλικού.

Είναι σημαντικό να διασφαλίσετε ότι οι προσδέσεις επιτρέπουν μετακινήσεις πλοίων και αλλαγές στο ύψος εξάλων ώστε να αποφευχθεί η υπερβολική πίεση των γραμμών καθ' όλη τη διάρκεια της STS λειτουργίας. Οι γραμμές δεν θα πρέπει να είναι τόσο μεγάλες ώστε να επιτρέπουν την μη επιτρεπτή κίνηση μεταξύ των πλοίων. Από τη φύση τους, οι διαδικασίες μεταφοράς φορτίου STS δημιουργούν καταστάσεις όπου δύο πλοία είναι δεμένα κοντά το ένα στο άλλο με σημαντικές διαφορές στο ύψος εξάλων. Όσο πιο απότομος είναι ο προσανατολισμός των γραμμών πρόσδεσης, τόσο λιγότερο αποτελεσματικό θα είναι να αντιστέκονται στα οριζόντια φορτία. Συνεπώς, η μέγιστη προβλεπόμενη διαφορά ύψους εξάλων πρέπει να λαμβάνεται υπόψη κατά τον σχεδιασμό της διάταξης πρόσδεσης ώστε να διασφαλίζεται ότι η κάθετη γωνία κάθε γραμμής πρόσδεσης παραμένει όσο το δυνατόν μικρότερη καθ' όλη τη διάρκεια της λειτουργίας.

Τα μέγιστα φορτία στις γραμμές πρόσδεσης πλώρας και πρύμνης μπορούν να ελαχιστοποιηθούν εάν οι γωνίες είναι παρόμοιες και μοιράζονται αποτελεσματικότερα τα φορτία πρόσδεσης.

Η υπερβολική ή άνιση τάση στις γραμμές πρόσδεσης πρέπει να αποφεύγεται επειδή μπορεί να μειώσει σημαντικά το κατώτατο όριο καιρού (weather threshold) στο οποίο οι δυνάμεις στις γραμμές πρόσδεσης θα υπερβούν τα όρια λειτουργίας τους. Θα πρέπει να

δοθεί προσοχή σε αυτό καθ' όλη τη λειτουργία STS, προκειμένου να διασφαλιστεί ότι οι αλλαγές στο ύψος εξάλων δεν δημιουργούν υπερβολική πίεση στις προσδέσεις.

Προκειμένου να βελτιωθεί η ελαστικότητα της διάταξης πρόσδεσης, συνιστώνται ουρές από νάilon μήκους 11 μέτρων. Υπό ορισμένες συνθήκες σε εκτεθειμένες θέσεις, τα μεγαλύτερα μήκη ουράς μπορεί να βελτιώσουν τη συνολική ακεραιότητα του συστήματος πρόσδεσης.

Οι συνθετικές γραμμές που διέρχονται από τα chock του πλοίου ενδέχεται να υποστούν φθορά από την κυκλική φόρτιση λόγω της κίνησης του σκάφους. Οι γραμμές μπορούν να προστατευτούν με κατάλληλα προστατευτικά καλύμματα. Τα καλύμματα μπορούν να λιπαίνονται για να ελαχιστοποιηθούν οι πιθανότητες φθοράς τους.

Ισχυροί αγγελιοφόροι σχοινιού θα πρέπει να υπάρχουν και στα δύο πλοία. Θα πρέπει να είναι διαθέσιμοι τουλάχιστον τέσσερις αγγελιοφόροι, κατά προτίμηση κατασκευασμένοι από συνθετικό υλικό που επιπλέει, ινών διαμέτρου 40 mm και μήκους τουλάχιστον 200 m κατάλληλο για αυτόν τον σκοπό.

iv. Εξοπλισμός Πρόσδεσης (βαρούλκα, ράουλα, όκια, δέστρες)

Είναι σημαντικό και τα δύο πλοία να είναι εφοδιασμένα με αποτελεσματικά βαρούλκα, καλά τοποθετημένα και επαρκώς ανθεκτικά ράουλα, όκια και άλλο σχετικό εξοπλισμό πρόσδεσης που είναι κατάλληλος για το σκοπό. Θα πρέπει να υπάρχουν αποτελεσματικοί οδηγοί μεταξύ των ράουλων, των άγκιστρων πρόσδεσης και των βαρούλκων πρόσδεσης για το χειρισμό όλων των γραμμών πρόσδεσης. Θα πρέπει να χρησιμοποιούνται μόνο ράουλα κλειστού τύπου, εκτός από πλοίο που θα έχει πάντοτε σημαντικά μεγαλύτερο ύψος εξάλων από το άλλο. Αυτό θα εξασφαλίσει ότι τα ράουλα θα παραμείνουν αποτελεσματικά στον έλεγχο των αγωγών πρόσδεσης καθώς η διαφορά ύψους εξάλων μεταξύ των δύο σκαφών αλλάζει. Τέτοια ράουλα θα πρέπει να είναι αρκετά ισχυρά ώστε να λαμβάνουν τα προσδοκώμενα φορτία πρόσδεσης και αρκετά μεγάλα ώστε να επιτρέπουν την ευθεία διέλευση της γραμμής πρόσδεσης (συν οποιαδήποτε ουρά σχοινιού). Τα ανοικτά ράουλα, ακόμα και εκείνα που είναι εφοδιασμένα με μηχανισμό σταματήματος, δεν πρέπει να χρησιμοποιούνται για τις λειτουργίες STS.

v. Προστατευτικά (Fenders)

Τα πρωταρχικά fenders πρέπει να τοποθετούνται ένα σε κάθε άκρο του παράλληλου τμήματος, με τα υπόλοιπα fenders να τοποθετούνται προς τα εμπρός και πίσω από τις σωλήνες μεταφοράς φορτίου (manifolds). Τα fenders πρέπει να διατηρούνται μακριά από την περιοχή των σωληνώσεων.

Τα δευτερεύοντα fenders μπορεί να είναι πνευματικού τύπου ή αφρού. Εάν χρησιμοποιούνται fenders με αφρό, πρέπει να σημειωθεί ότι δεν υπάρχουν συγκρίσιμα πρότυπα που να αφορούν την κατασκευή και τη δοκιμή τους. Ωστόσο, συνιστάται τα υλικά,

η επαλήθευση και η επιθεώρηση των fenders αφρού να είναι σύμφωνα με αναγνωρισμένο πρότυπο, όπως το ISO 9000.

Είναι πλεονεκτικό για τα δευτερεύοντα προστατευτικά μπαλόνια να είναι ελαφριά σε βάρος επειδή συχνά πρέπει να έλκονται πολύ πάνω από την ίσαλο γραμμή και να βρίσκονται σε θέσεις με περιορισμένη πρόσβαση από ανυψωτικό μηχανισμό ή σημεία στήριξης. Μπορεί να βοηθήσει αν τα δευτερεύοντα fenders είναι ικανά να μετακινούνται γρήγορα για να αντιμετωπίσουν την πιθανή ακούσια επαφή.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Σε αυτή την διπλωματική εργασία αναλύθηκαν διεξοδικά οι υπάρχουσες μέθοδοι ανάλυσης ρίσκου στην Ασφάλεια, καθώς και μια νέα ιδέα για την Ασφάλεια, η Ασφάλεια II. Ακόμα έγινε προσπάθεια προσαρμογής της FSA στην Ασφάλεια II – FSA 2.0 και με βάση αυτή εξετάστηκε η βελτίωση της ασφάλειας σε δύο τομείς της διαδικασίας μεταφοράς φορτίου μεταξύ δύο δεξαμενοπλοίων.

Η εργασία αυτή προσπαθεί να στρέψει την προσοχή στους αναγνώστες ώστε να καταλάβουν τον λόγο που πρέπει να διευρυνθεί ο τρόπος που προσεγγίζουμε την ασφάλεια και όχι να επικεντρωνόμαστε στο τι μπορεί να πάει στραβά αλλά σε μια προσπάθεια βελτίωσης των διαδικασιών ώστε να πηγαίνουν καλά όσο το δυνατόν περισσότερες φορές και να επαλειφθούν τυχόν παράγοντες που θα μπορούσαν να αποκλείσουν το επιθυμητό αποτέλεσμα.

Από τις μελέτες περίπτωσης που εξετάστηκαν με την FSA 2.0 βλέπουμε ότι για να πηγαίνουν οι διαδικασίες όσο πιο καλά γίνεται πρέπει να επικεντρωθούμε στο ανθρώπινο δυναμικό και πιο συγκεκριμένα στην εξοικείωση του με τις διαδικασίες και τα μηχανήματα, στην εκπαίδευση του και στην παροχή κατάλληλων συνθηκών ώστε να γίνεται η εργασία μέσα σε ένα καλό και ασφαλές περιβάλλον. Επίσης είδαμε πως σημαντικό ρόλο παίζει ο σωστός σχεδιασμός και συντήρηση των μηχανημάτων που συμπεριλαμβάνονται στην διαδικασία, ώστε να είναι φιλικά προς τον χρήστη και να μην υπάρχουν αρνητικές εκβάσεις λόγω φθοράς. Τέλος οι λύσεις που προτάθηκαν για την βελτίωση της διαδικασίας μεταφοράς φορτίου από πλοίο σε πλοίο μπορούν με περαιτέρω μελέτη και επεξεργασία να γίνουν κανονισμοί του IMO για την διασφάλιση της ασφάλειας στην ναυτιλία.

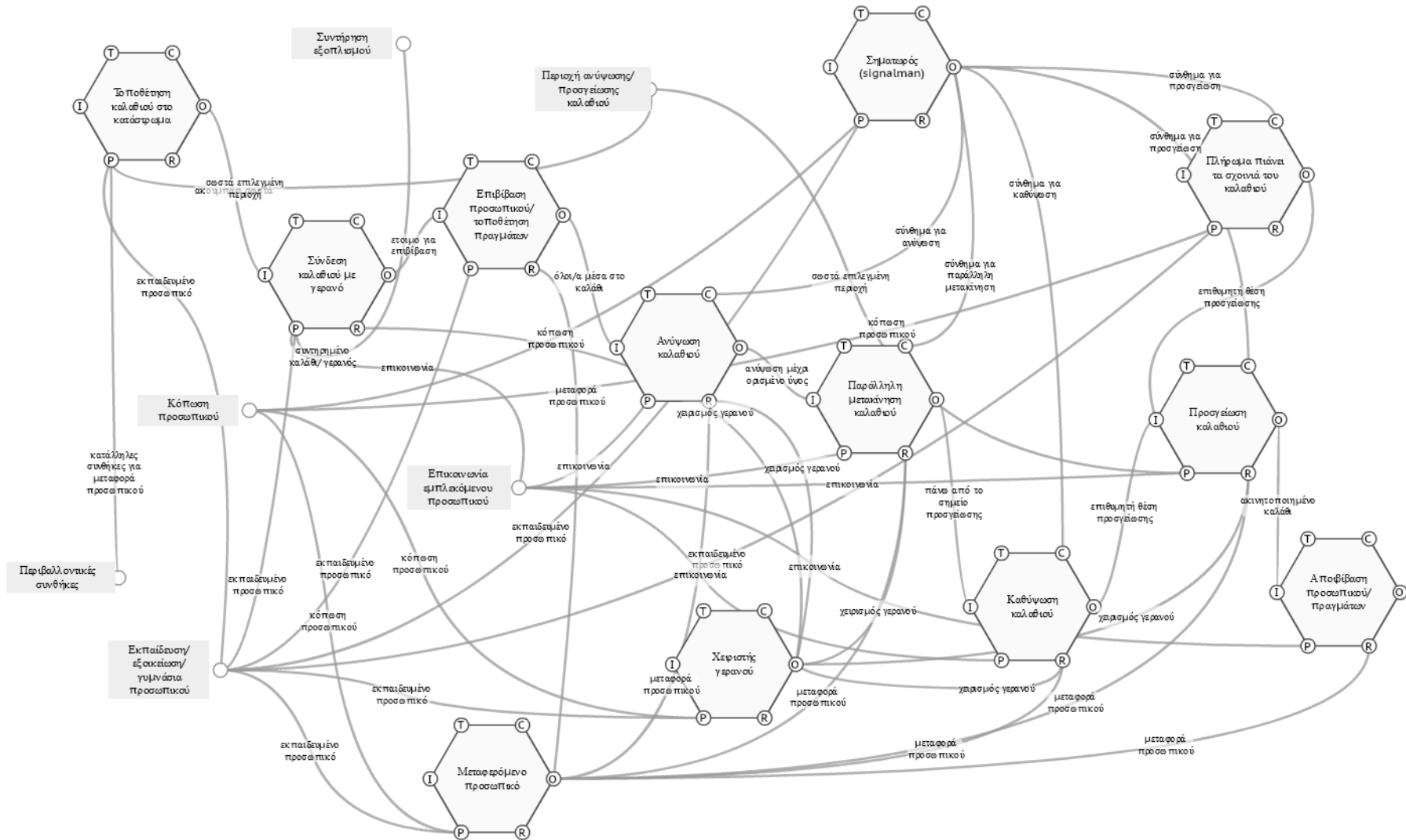
Συνεπώς η FSA 2.0 δίνει μια νέα κατεύθυνση προς το μέλλον της Ασφάλειας και μπορεί να αποτελέσει αντικείμενο περαιτέρω έρευνας και πάνω σε αυτή να χτιστεί μια μεθοδολογία που θα βλέπει με εντελώς διαφορετικό τρόπο την ασφάλεια.

Βέβαια λόγω του τρόπου που είναι δομημένη η ασφάλεια μέχρι στιγμής θα είναι πρόκληση μια τέτοιου μεγέθους αλλαγή. Οι εμπειρογνώμονες στον τομέα της ασφάλειας και οι διαχειριστές ασφάλειας πρέπει να εγκαταλείψουν τη ζώνη άνεσής τους και να διερευνήσουν νέες ευκαιρίες. Σε αυτή την αλλαγή στον τομέα της ναυτιλίας, οι πλοιοκτήτες και οι διαχειρίστριες εταιρίες πρέπει να αναζητήσουν μοντέλα και μεθόδους, όπως η FSA 2.0 που θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν. Υπάρχουν και ορισμένες μέθοδοι είναι ήδη διαθέσιμες και έχουν εφαρμοστεί σε διαφορετικές ρυθμίσεις.

Το νέο πρότυπο σημαίνει επίσης ότι οι προτεραιότητες της διαχείρισης της ασφάλειας πρέπει να αλλάξουν. Αντί να περιορίζουμε τις έρευνες και να μαθαίνουμε περιστατικά, ένα Σύστημα Διαχείρισης Ασφάλειας (Safety Management System, SMS) πρέπει να διαθέσει κάποιους πόρους για να δούμε τα γεγονότα που πηγαίνουν σωστά και να προσπαθήσουμε να μάθουμε από αυτά. Αντί να μαθαίνουν από γεγονότα που βασίζονται στη σοβαρότητα

τους, το SMS θα πρέπει να προσπαθήσει να μάθει από γεγονότα με βάση τη συχνότητά τους. Και αντί να αναλύσουμε σε βάθος τα μεμονωμένα σοβαρά συμβάντα, ένα SMS πρέπει να διερευνήσει την εγκυρότητα των πολλών συχνών γεγονότων σε βάθος, για να κατανοήσει τα πρότυπα της απόδοσης του συστήματος. Ένας καλός τρόπος για να ξεκινήσει όλο αυτό θα ήταν η μείωση του όρου «ανθρώπινο λάθος» ως μια σχεδόν παγκόσμια αιτία συμβάντων.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1



ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Safety Management Manual (SSM). Approved by the Secretary General and published under his authority, International Civil Aviation Organization, Third Edition – 2013

Prapawadee Na Ramong, Wariya Phuenngam. Critical Success Factors for effective risk management procedures in financial industries, Umea University, Spring semester 2009

Peter Underwood, Patrick Waterson. Systems thinking, the Swiss Cheese Model and accident analysis: a comparative systemic analysis of the Grayrigg train derailment using the ATSB, AcciMap and STAMP models, posted on 18.12.2013

James Reason. Human Errors Models and Management

Probabilistic Risk Assessment: Applications for the Oil & Gas Industry, Joint Study by NASA and BSEE, NASA Document No. JSC-NA-24402-01, May 1, 2017

Michael Stamatelatos, Ph.D., Homayoon Dezfuli, Ph.D.. Probabilistic Risk Assessment Procedures Guide for NASA Managers and Practitioners, Second Edition, December 2011

L. Y. Waghmode, Rajkumar Bhimgonda Patil. An overview of fault tree analysis (FTA) method for reliability analysis, March 2013

Tran Van Ta, Doan Minh Thien, Vo Trong Cang. Marine Propulsion System Reliability Assessment by Fault Tree Analysis, International Journal of Mechanical Engineering and Applications, Volume5, Issue 4-1, July 2017

Clifton A. Ericson II. Introduction To Fault Tree Analysis, 2014

Pekka Pyy. Human reliability analysis methods for probabilistic safety assessment, Technical Research Centre of Finland, ESPOO 2000

Ilse Hogenboom. Comparison of Human Reliability Analysis Method, Master Thesis, Aalborg University 2018

Erik Hollnagel, Ph.D., Professor. CREAM – Cognitive Reliability and Error Analysis Method, 2002

Scott A. Shappell. The Human Factors Analysis and Classification System – HFACS, FAA Civil Aeromedical Institute Oklahoma City, OK 73125, Feb. 2000

Technique for Human Error Rate Prediction (THERP), System Reliability Center, 201 Mill Street Rome, NY

Human Error Assessment & Reduction Technique (HEART)

Dave Collins. There is Another Ethic than Zero Accidents, safetyrisk.net

Terry L. Mathis. Safety and Performance Excellence: Zero Accidents Does Not Equal Safety Excellence, ehstoday.com, Jan. 09, 2013

Peter Underwood, Patrick Waterson. Systems thinking, the Swiss Cheese Model and accident analysis: A comparative systemic analysis of the Grayrigg train derailment using the ATSB, AcciMap and STAMP models, *Accident Analysis & Prevention*, Volume 68 – Jul 1, 2014

Cameron L. Thornberry. Extending the Human-Controller Methodology in Systems-Theoretic Process Analysis (STPA), Bachelor of Science in Aerospace Engineering, United States Naval Academy, 2012

Hazbo Skoko. Systems Theory Application to Risk Management in Environmental and Human Health Areas, Charles Sturt University, 2013

Peter Underwood, Patrick Waterson. A critical review of the STAMP, FRAM and Accimap systemic accident analysis models, Loughborough University, UK, July 2012

Prashant Bhaskar, Stephen Cahoon, Shu-Ling Chen. Conceptualising a Resilience Based Approach to Shipping Sustainability, *Integrative Business & Economics*, 2014

FRAM – the FUNCTIONAL RESONANCE ANALYSIS METHOD for modelling non-trivial socio-technical systems, Malaga 2019

Anish Wankhebe. What is Ship-toShip Transfer (STS) and Requirements to Carry Out the Same, marineinsight.com, July 21, 2016

Step-by-step stages of a proper STS transfer, safety4sea.com, 2018

A few days offshore Indonesia, teakdoor.com, Nov. 2010

Offshore Personnel Transfer by Crane, Best Practice Guidelines for Routine and Emergency Operations, May 2016

Guidelines for formal safety assessment (FSA) for use in the IMO rule-making process, IMO, April 2012

STS OPERATIONS PLAN, MT DIYALA, IMO 9829643, March 2019

Guideline for Personnel Transfers by Means of Lifting Appliances, Germanischer Lloyd SE, Nov. 2011

Christos Alex. Kontovas. Formal Safety Assessment (Critical Review and Future Role), Diploma Thesis, NTUA School of Naval Architecture and Marine Engineering, July 2005

Ιωάννης Μακρής. Τα βήματα της μεθοδολογίας της Formal Safety Assessment και η δυνατότητα προσαρμογής της στη Λιμενική Βιομηχανία, Πανεπιστήμιο Πειραιά 2013

From Safety-I to Safety-II: A White Paper, EUROCONTROL, Sep. 2013

Chris Spencer. PERSONNEL TRANSFER USING SHIP'S CRANES, July 2010

Transfer of Personnel by Crane between Vessels, 2018