



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΝΑΥΤΙΚΗ & ΘΑΛΑΣΣΙΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΕΠΙΣΤΗΜΗ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΕΡΓΑΛΕΙΟ ΛΗΨΗΣ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ ΣΕ ΠΕΡΙΟΔΟΥΣ ΚΡΙΣΗΣ ΜΕΤΑ ΑΠΟ
ΝΑΥΤΙΚΑ ΑΤΥΧΗΜΑΤΑ

ΠΑΝΤΕΛΗΜΩΝ ΑΝΑΣΤΑΣΙΟΥ

ΕΠΙΤΡΟΠΗ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ : ΕΠ.ΚΑΘ. ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ ΛΥΡΙΔΗΣ
ΜΕΛΗ : ΚΑΘΗΓ. ΣΠΥΡΙΔΩΝ ΜΑΥΡΑΚΟΣ
ΕΠ.ΚΑΘ. ΝΙΚΟΛΑΟΣ ΒΕΝΤΙΚΟΣ

ΑΘΗΝΑ ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2013

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Ιδιαίτερες ευχαριστίες στον επ.καθηγητή Δ.Λυρίδη για την ευκαιρία εκπόνησης της μελέτης και τη συνολική βοήθεια κατά την διάρκεια του μεταπτυχιακού, στον επ. καθηγητή Ν.Βεντίκο για τη συνεργασία και τη συνολική βοήθεια σε όλα τα στάδια της εργασίας και στον επ. καθηγητή Ε.Μπουλουγούρη για τη συνολική βοήθεια και την υποστήριξη κατά την εκπόνηση του μεταπτυχιακού.

Η εργασία υποστηρίχθηκε εν μέρει από το πρόγραμμα ΡΟΡ & C της ΕΕ (Αρ. Συμβολαίου FP6-PLT-506193).

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	2
ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ	3
ΣΥΝΤΜΗΣΕΙΣ.....	5
1. ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	6
2. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	8
3. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ	11
3.1 ΒΗΜΑ 1: Δομή, κατασκευή, αξιολόγηση των δένδρων γεγονότων	14
3.2 ΒΗΜΑ 2: Βαθμολογία εμπειρογνομόνων	16
3.3 ΒΗΜΑ 3: Προσαρμογή και αξιολόγηση της μελέτης περίπτωσης	20
3.4 ΒΗΜΑ 4: Προσδιορισμός των σημαντικών/κρίσιμων πυλών συμβάντος για δεδομένο περιστατικό	22
3.5 ΒΗΜΑ 5: Εφαρμογή επιλογών ελέγχου της ρύπανσης ανά πύλη συμβάντος	24
3.6 ΒΗΜΑ 6: Το νέο βελτιστοποιημένο σενάριο	25
4. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ.....	26
4.1 Το περιστατικό του Tasman Spirit (προσάραξη).....	26
4.1.1 Περιγραφή του Ατυχήματος	26
4.1.2 Χαρτογράφηση του σεναρίου του ατυχήματος	28
4.1.3 Ανάλυση των σημαντικών πυλών συμβάντων.....	29
4.1.4 Κρίσιμες PCOs ανά πύλη συμβάντος του σεναρίου.....	32
4.1.5 Όλες οι σχετικές PCOs	32
4.1.6 Οι κρίσιμες PCOs.....	33
4.1.7 Προσάραξη Δένδρα γεγονότων - Εφαρμογή των PCOs.....	34
4.1.8 Το νέο βελτιωμένο σενάριο.	39
4.2 Το ατύχημα του NASSIA (σύγκρουση)	41
4.2.1 Περιγραφή του ατυχήματος	41
4.2.2 Χαρτογράφηση του σεναρίου του ατυχήματος	41
4.2.3 Ανάλυση των σημαντικών πυλών συμβάντων.....	42
4.2.5 Κρίσιμες PCOs ανά πύλη συμβάντος του σεναρίου.....	46
4.2.6 Όλες οι σχετικές PCOs	46
4.2.7 Οι κρίσιμες PCOs.....	47
4.2.8 Δένδρο γεγονότων για τη σύγκρουση – Εφαρμογή των PCOs	48
4.2.9 Το νέο βελτιωμένο σενάριο	52
4.3 Το ατύχημα του ΚΑΤJA (Επαφή)	54
4.3.1 Περιγραφή του ατυχήματος	54
4.3.2 Η ανάλυση των σημαντικών πυλών γεγονότων	56
4.3.3 Δέντρο Γεγονότων Επαφής - Εφαρμογή των PCOs.....	57
4.4 Το ατύχημα του ΝΑΚΗΟDΚΑ (μη ατυχηματική αστοχία της κατασκευαστικής δομής του πλοίου) 60	

4.4.1	Περιγραφή του ατυχήματος	60
4.4.2	Χαρτογράφηση-ιχνηλάτηση του πραγματικού σεναρίου	60
4.4.3	Ανάλυση των σημαντικών πυλών συμβάντων.....	61
4.4.4	Κρίσιμες PCOs ανά πύλη συμβάντος του σεναρίου.....	64
4.4.5	Όλες οι σχετικές PCOs	64
4.4.6	Οι κρίσιμες PCOs.....	64
4.4.7	Δένδρο γεγονότων για τη μη ατυχηματική αστοχία της δομής της κατασκευής – Εφαρμογή των PCOs	66
4.4.8	Το νέο βελτιωμένο σενάριο.	69
4.5	Το ατύχημα του ASSIMI (Φωτιά).....	70
4.5.1	Περιγραφή του περιστατικού.....	70
4.5.2	Χαρτογράφηση του σεναρίου του ατυχήματος.....	70
4.5.3	Ανάλυση των σημαντικών πυλών συμβάντων.....	72
4.5.4	Κρίσιμες PCOs ανά πύλη συμβάντος του σεναρίου.....	74
4.5.5	Όλες οι σχετικές PCOs	74
4.5.6	Οι Κρίσιμες PCOs.....	74
4.5.7	Δένδρο γεγονότων για τη φωτιά – Εφαρμογή των PCOs.....	76
4.5.8	Το νέο βελτιωμένο σενάριο.	79
4.6	Το ατύχημα του HAVEN (Έκρηξη)	80
4.6.1	Περιγραφή του ατυχήματος	80
4.6.2	Χαρτογράφηση του σεναρίου του περιστατικού.....	81
4.6.3	Ανάλυση των σημαντικών πυλών συμβάντων.....	83
4.6.4	Κρίσιμες PCOs ανά πύλη συμβάντος του σεναρίου.....	85
4.6.5	Όλες οι σχετικές PCOs	85
4.6.6	Οι Κρίσιμες PCOs.....	85
4.6.7	Δένδρο γεγονότων για την Έκρηξη – Εφαρμογή των PCOs	87
4.6.8	Το νέο βελτιωμένο σενάριο	89
5.	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	91
5.1	Δημιουργία Δένδρων Γεγονότων.....	91
5.2	Εκτιμήσεις Εμπειρογνομόνων - Προβλήματα και Διδάγματα.....	92
5.3	Εφαρμογή των PCOs	94
6.	ΑΝΑΦΟΡΕΣ.....	98
7.	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ.....	99
7.1	Παράρτημα Α: Κατάλογος PCOs.....	99
7.2	Παράρτημα Β: Κλίμακες βαθμονόμησης συνεπειών και συχνότητας.....	102
7.3	Παράρτημα Γ: Ανάλυση βαθμολόγησης εμπειρογνομόνων.....	103
7.4	Παράρτημα Δ: Δένδρα γεγονότων.....	109

ΣΥΝΤΜΗΣΕΙΣ

DWT:	Dead Weight
EC:	European Commission
EG:	Event Gate
ET:	Event tree
ETS:	Emergency Towing System
EU:	European Union
IMO:	International Maritime Organization
ISM:	International Safety Management code
ISU:	International Salvor Union
ITOPF	The International Tanker Owners Pollution Federation Limited
JLMD:	French company promoting JLMD system®
LOWI:	Loss of Watertight Integrity
PCO:	Pollution Control Option
RCO:	Risk Control Option
REMPEC	Regional Marine Pollution Emergency Response Centre for the Mediterranean Sea
STS:	Ship To Ship transfer
UK:	United-Kingdom
VHF:	Very High Frequency
VLCC:	Very Large Crude Carrier
ΠΣ:	Πύλη Συμβάντος
ΔΣ (ΔΓ):	Δένδρο Συμβάντων (Δένδρο Γεγονότων)
ΕΕΣ	Επιλογών (ή Μέτρο) Ελέγχου Συνεπειών
ΕΕΡ:	Επιλογή Ελέγχου Ρύπανσης
ΕΕΔ:	Επιλογή Ελέγχου Διακινδύνευσης (Ρίσκου)
ΑΣΓ:	Απώλεια Στεγανότητας Γάστρας

Λέξεις-κλειδιά: εργαλείο λήψης αποφάσεων, βαθμολογία ομάδας εμπειρογνομόνων, συνεδρίες παραγωγής ιδεών, μέθοδοι εκμάθησης των μηχανών, νευρωνικά δίκτυα, θαλάσσια ασφάλεια, διακινδύνευση, ρύπανση, δένδρα γεγονότων (Event Trees - ETs), πύλες συμβάντων (Event Gates - EGs), επιλογές ελέγχου των συνεπειών, επιλογές ελέγχου της ρύπανσης PCOs, αξιολόγηση, μελέτες περιπτώσεων.

1. ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα εργασία, ασχολείται με μια ολοκληρωμένη μεθοδολογία που έχει σκοπό την επιβίωση ενός πλοίου και τη μείωση της ρύπανσης του περιβάλλοντος μετά από ένα ναυτικό ατύχημα χρησιμοποιώντας τα πιο ενδεδειγμένα μέτρα σε κάθε φάση της διαδικασίας εξέλιξης του. Η μεθοδολογία που αναπτύχθηκε βασίζεται στις αρχές των μεθόδων εκμάθησης των μηχανών και μπορεί να οδηγήσει στην παραγωγή αντίστοιχης εφαρμογής η οποία θα είναι αμιγώς συμβουλευτική για τους εμπλεκόμενους όσον αφορά την εφαρμογή επιλεκτικών διαδικασιών και μέτρων. Σύμφωνα με αυτή το εργαλείο λήψης αποφάσεων διαιρείται σε τρία τμήματα: δημιουργία και αξιολόγηση των δένδρων γεγονότων και των ατυχηματικών σεναρίων, επεξεργασία των δεδομένων, παρουσίαση δεδομένων και αποτελεσμάτων.

Για κάθε τμήμα δίνονται κατευθυντήριες γραμμές δημιουργίας των επί μέρους τμημάτων του καθώς και η διαδικασία-μεθοδολογία της κατασκευής των βασικών λειτουργιών.

Ειδικότερα για τη δημιουργία και αξιολόγηση των δένδρων γεγονότων και των ατυχηματικών σεναρίων:

- *Δημιουργία των δένδρων γεγονότων, των σεναρίων ατυχημάτων και των επιλογών ελέγχου των συνεπειών*
Δίνεται η μεθοδολογία, τα κομβικά σημεία που πρέπει να προσεχθούν
- *Αξιολόγηση των δένδρων και βαθμολόγησή τους σε σχέση με τις συνέπειες και τη συχνότητα εμφάνισης (διακινδύνευση) με τη χρήση ομάδας εμπειρογνομόνων*

Με την παρούσα μεθοδολογία εξετάζεται η κρίση ομάδας εμπειρογνομόνων και ο αναδυόμενος ρόλος της στη ναυτιλιακή βιομηχανία. Η προσέγγιση της ομάδας των εμπειρογνομόνων θα πρέπει να είναι, και συνήθως είναι, η τελευταία επιλογή για την εξέταση και την περαιτέρω επεξεργασία των υφιστάμενων πρακτικών και τάσεων. Αυτή γίνεται συνήθως με την προσαρμογή της διανομής σύμφωνα με τα ολοκληρωμένα στοιχεία, ή υπολογίζοντας τις μέσες τιμές (και τυπικές αποκλίσεις ή τυπικά μέσα σφάλματα) από όλες τις πιθανές πηγές. Επειδή η ναυτιλία είναι η λιγότερο τεκμηριωμένη βιομηχανία κυρίως όσον αφορά τη μελέτη των ανθρώπινων πτυχών, οι λύσεις στα προβλήματα συχνά δεν γίνεται να υποστηριχθούν από τα υπάρχοντα στοιχεία και τότε οι αποφάσεις μιας ομάδας εμπειρογνομόνων θα πρέπει να θεωρηθούν ως επαρκής και πολύ χρήσιμη διέξοδος.

Η αξιολόγηση της μεθοδολογίας γίνεται μέσω ενδεδειγμένης ανάλυσης των απαντήσεων των εμπειρογνομόνων και σημαντικών μελετών περίπτωσης, όπου ενδεικτικά αποτελέσματα αυτής της προσπάθειας παρουσιάζονται, ώστε κάποιος να είναι σε θέση να αντηληφθεί τη συνολική σημασία αυτής της αποστολής.

Όσον αφορά την επεξεργασία των δεδομένων από το προηγούμενο στάδιο καθώς και αυτών που δίνονται σε συνεργασία με εξωτερικούς φορείς σχετικά με το ατύχημα:

- *Λεπτομερής εξέταση των μέτρων ή επιλογών ελέγχου των συνεπειών (ΕΕΣ) όσον αφορά την αποτελεσματικότητα, τη μελέτη σκοπιμότητας και την υλοποίηση.*

Η προσέγγιση βασίζεται σε μια προτότυπη μεθοδολογία βασισμένη σε πίνακες, και αρχικά περιλαμβάνει την προσαρμογή των περιπτώσιολογικών μελετών στα δέντρα, τα οποία κατασκευάστηκαν με τη βοήθεια των εμπειρογνομόνων, οι οποίοι επίσης τα αξιολόγησαν για τη σοβαρότητα και τη συχνότητα εμφάνισής τους. Στη συνέχεια, αναγνωρίζει και εντοπίζει τις Πύλες (Σημαντικών) Συμβάντων (Event Gates, EG) επάνω στα δένδρα και εφαρμόζοντας συνδυασμούς αποτελεσματικών και αναποτελεσματικών PCOs καταλήγει σε διαφορετικά σενάρια ατυχημάτων. Σε επόμενο βήμα, μετά από την επιλογή των κρίσιμων PCO(s) ανά πύλη συμβάντος (EG), εφαρμόζονται, με κριτήρια χρονικής ακολουθίας και αποτελεσματικότητας, όλα τα συναφή PCOs που ταυριάζουν σε κάθε πύλη (σημαντικού) συμβάντος.

Τέλος από όλα τα συναφή PCO(s) επιλέγονται τα κρισιμότερα (ή το κρισιμότερο όπου είναι δυνατόν), για την εκάστοτε μελέτης περίπτωσης χρησιμοποιώντας την ίδια μέθοδο.

Τελικά, τα αποτελέσματα της παραπάνω επεξεργασίας, τα δεδομένα που αφορούν το χώρο του περιστατικού, τα δεδομένα που αφορούν το πλοίο και την κατάστασή του, τα δεδομένα των εμπλεκόμενων φορέων και μέτρων αντιμετώπισης, παρουσιάζονται συγκεντρωτικά στο πρόσωπο ή στα πρόσωπα επιφορτισμένα με τη λήψη αποφάσεων.

Στα συμπεράσματα, η εργασία επικεντρώνεται στα καταγεγραμμένα προβλήματα και διδάγματα που αντλήθηκαν από τη συγκεκριμένη διαδικασία αφορικά με την ενίσχυση της αποτελεσματικότητας και της χρησιμότητας μιας τέτοιας προσέγγισης. Αποτελούνται από τρεις ξεχωριστές ενότητες, μιά για κάθε ένα από τα κρίσιμα βασικά τμήματα της δημιουργίας του εργαλείου: η δημιουργία των δένδρων γεγονότων, η αξιολόγηση της κρίσης των ειδικών και η αξιολόγηση της εφαρμογής των επιλογών ελέγχου των συνεπειών του ατυχήματος.

Στα παραρτήματα εμπεριέχονται συμπληρωματικά στοιχεία απαραίτητα για την εφαρμογή της μεθοδολογίας και την κατανόηση των χαρακτηριστικών παραδειγμάτων. Πρόκειται για στοιχεία από προηγούμενη εργασία του συγγραφέα στο ερευνητικό πρόγραμμα POP & C της ΕΕ και αφορούν ένα κατάλογο από PCO(s), διαγράμματα αξιολόγησης της βαθμολογίας εμπειρογνομόνων και δένδρα γεγονότων για καθένα από τα βασικά ατυχήματα.

2. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο γενικός στόχος της μεθοδολογίας είναι να μειώσει τις επιπτώσεις στο πλοίο και να ελαφρύνει τα περιβαντολογικά αποτελέσματα ενός ατυχήματος λόγω της ρύπανσης που θα επακολουθήσει (όπως ολική απώλεια και μια πετρελαιοκηλίδα στην περίπτωση ενός δεξαμενόπλοιου) δίνοντας τις κατευθυντήριες γραμμές για την δημιουργία ενός συμβουλευτικού εργαλείου. Αυτό επιτυγχάνεται με τον εντοπισμό, την αξιολόγηση και την κατάταξη μιας κρίσιμης μάζας προτάσεων για τη μείωση των κινδύνων με μέτρα, στο πλαίσιο ενός ρεαλιστικού συστήματος προστασίας και πρόληψης βασισμένο σε δένδρα γεγονότων.

Για το λόγο αυτό έχει αναπτυχθεί μια ολοκληρωμένη νέα μεθοδολογία με σκοπό να κατασκευαστεί το περιβάλλον εφαρμογής και εντοπιστούν οι διαδικασίες, οι πολιτικές, οι κατευθυντήριες γραμμές, οι τεχνολογίες και πρακτικές, σε συνδυασμό με τον ανθρώπινο παράγοντα, ώστε να εξαχθούν τα χαρακτηριστικά, και να παραχθεί μια λειτουργική σύνθεση.

Η μεθοδολογία που περιγράφεται επακριβώς στο επόμενο κεφάλαιο, χρησιμοποιεί δένδρα γεγονότων τα οποία προκύπτουν σαν αποτελέσματα από γνώμες και εμπειρίες εμπειρογνομόνων σε απαντήσεις ερωτηματολογίων και συνεδρίες παραγωγής ιδεών. Οι ειδικοί μερικές φορές χρησιμοποιούνται για τον εντοπισμό των κινδύνων και για να κατατάξουν τη συχνότητα ή τη σοβαρότητα τους, ή ακόμη να κατατάξουν το συνολικό ρίσκο που σχετίζεται με σενάρια ατυχημάτων. Έτσι, αποκτάται διπλό πλεονέκτημα: εξασφαλίζεται η προληπτική (*proactive, anticipatory*) φύση της επιλεγμένης μεθόδου και παρακάμπτονται οι περιπτώσεις όπου υπάρχει ουσιαστική έλλειψη των ιστορικών δεδομένων. Επιπλέον, με τη χρήση της κρίσης εμπειρογνομόνων, μπορούν να αξιολογηθούν τα ιστορικά δεδομένα βελτιώνοντας την ποιότητά τους και την επακόλουθη χρησιμότητά τους.

Είθισται η γενική προσέγγιση μέσω της ομάδας εμπειρογνομόνων να πρέπει είτε να συνεργάζεται με άλλες μεθόδους (όπως η προσαρμογή της κατανομής δεδομένων, η στατιστική ανάλυση της πληροφορίας με την εκτίμηση των μέσων τιμών, των τυπικών αποκλίσεων ή τυπικών μέσων σφαλμάτων από όλες τις πιθανές πηγές κλπ), ή να εφαρμόζεται ως τελευταία επιλογή για την εξέταση και επεξεργασία των υφιστάμενων πρακτικών και μελλοντικών τάσεων. Παρ' όλα αυτά, όταν οι λύσεις αυτές δεν μπορούν να υποστηριχθούν από τα υπάρχοντα δεδομένα ή συμβαίνει τα αποτελέσματα κάποιας βάσης δεδομένων να μην επικεντρώνονται στους ίδιους στόχους και απαιτήσεις της προτεινόμενης ανάλυσης, και ως εκ τούτου αυτή δεν μπορεί να υποστηρίξει με τη σωστή λεπτομέρεια τις ανάγκες των στόχων της, τότε η απόφαση της ομάδας εμπειρογνομόνων θα πρέπει να θεωρηθεί ως επαρκής και πολύ χρήσιμη διέξοδος.

Για παράδειγμα, συμβαίνει συχνά να μην καλύπτονται επαρκώς τα λειτουργικά ή διαδικαστικά θέματα και η πραγματική εξέλιξη των σεναρίων μετά το θαλάσσιο ατύχημα, με αποτέλεσμα οι διάφορες πύλες συμβάντων των προκαθορισμένων δένδρων γεγονότων να μην μπορούν να προσδιοριστούν επαρκώς. Αυτός είναι κύριος λόγος ώστε να αποφασιστεί να χρησιμοποιηθούν και να επεκταθούν τα αποτελέσματα μιας συνεδρίας καταϊγισμού ιδεών για την κατασκευή των δένδρων γεγονότων και την βαθμολόγηση σεναρίων με την κρίση εμπειρογνομόνων. Υπό αυτή την έννοια, η παράκαμψη συνήθους μεθοδολογίας (με πρωτότυπο τρόπο), με καταγεγραμμένες τις αδυναμίες και τα προβλήματα που προκύπτουν από την ποιότητα των συναρμολογημένων πληροφοριών, είναι σε θέση να παρέχει μια συνολική εικόνα ταυτόχρονα με το πλαίσιο αξιολόγησης για την πρόοδο σεναρίου με βάση τα δένδρα γεγονότων.

Η χρήση μιας ομάδας εμπειρογνομόνων μπορεί ακόμη να παρομοιαστεί με ένα σύστημα νευρωνικού δικτύου ήδη εκπαιδευμένου. Αυτό είναι ιδιαίτερα χρήσιμο στον τομέα της ναυτιλίας όπου η απευθείας χρήση νευρωνικών δικτύων στις αρχικές φάσεις είναι παρακινδυνευμένη, αν όχι αδύνατη, λόγω της έλλειψης αρκετών στοιχείων. Μεγάλη προσοχή όμως πρέπει να δοθεί στο αντιπροσωπευτικό μίγμα ως προς τον αριθμό, το επάγγελμα, και την εμπειρία των ειδικών για ένα επιτυχημένο αποτέλεσμα. Ακόμη, η διαδικασία άντλησης των πληροφοριών πρέπει να ακολουθεί κάποιους συγκεκριμένους κανόνες για την αποφυγή ελείψεων και διπλών εκτιμήσεων. Εν κατακλείδι, η κατάντι ενδελεχής ανάλυση της κρίσης των εμπειρογνομόνων βοηθά ώστε να αναδειχθούν και να βελτιωθούν τυχόν προβλήματα και ελείψεις.

Ένα άλλο πολύ σημαντικό στοιχείο που πρέπει να επισημανθεί και να αναδειχθεί είναι η ανάγκη του εργαλείου, και κατ' επέκταση της μεθόδου, για συνεχή ενημέρωση των πληροφοριών και συνεχή βελτίωση του συστήματος. Αυτό συμβαίνει γιατί το εργαλείο πρέπει εκ της φύσεώς του να περάσει από μια διαδικασία εξέλιξης για να φθάσει στο σημείο να δίνει γρήγορες και αποτελεσματικές λύσεις αλλά και γιατί το αντικείμενο που εφαρμόζεται είναι ένας ζωντανός οργανισμός που εξελίσσεται (νέοι τύποι πλοίων, νέες τεχνολογίες, καινούργιες μέθοδοι και διαδικασίες, νέες διατάξεις, αλλαγές στο γεωγραφικό περιβάλλον, νέες δυνατότητες και μέσα αντιμετώπισης).

Το σύνολο των επιχειρησιακού προσανατολισμού επιλογών (ή μέτρων) ελέγχου των συνεπειών (ΕΕΣ), μετά το ατύχημα, θα πρέπει να έχει προέλθει από εργασία που πραγματοποιημένη σε προηγούμενα στάδια βασισμένη στην βιβλιογραφία, την εμπειρία, τις κοινές πρακτικές, τις διατάξεις, τις τεχνολογικές εξελίξεις. Αυτές οι ΕΕΣ καθορίζονται από συνδυασμό ενεργειών, χρήση τεχνολογιών, εφαρμογές κοινών κατευθυντήριων γραμμών τακτικής, κυρίως επί του πλοίου, τα οποία μπορούν να οδηγήσουν στα κατάλληλα μέτρα για τον μετριασμό και έλεγχο των συνεπειών στο πλοίο και της πιθανής ρύπανσης. Οι επιλογές αυτές έχουν εφαρμογή σε συγκεκριμένες πύλες συμβάντος επάνω στα δένδρα γεγονότων σε προκαθορισμένα σενάρια ατυχημάτων. Ένας ενδεικτικός κατάλογος επιλογών (ή μέτρων) ελέγχου ρύπανσης (EEP ή PCOs) που είναι υποσύνολο των ΕΕΣ παρουσιάζεται ανά κατηγορία στο Παράρτημα Α της παρούσας εργασίας. Αυτά τα PCOs έχουν επιλεγεί και κατηγοριοποιηθεί σε έξι κύριους τύπους θεμάτων, για την αντιμετώπιση ατυχημάτων δεξαμενοπλοίων, και εξετάζονται λεπτομερώς μέσω μελετών περιπτώσεων σχετικά με την αποτελεσματικότητά, τη σκοπιμότητα και την υλοποίηση τους.

Ο έλεγχος και η αξιολόγηση του πεδίου εφαρμογής της μεθοδολογίας γίνεται επάνω σε μελέτες περιπτώσεων που αφορούν ατυχήματα δεξαμενοπλοίων και πληρούν κάποιες συγκεκριμένες απαιτήσεις ατυχήματος (LOWI, εκδήλωση πετρελαιοκηλίδας). Τα ατυχήματα των δεξαμενοπλοίων είναι αρκετά συχνά και τα πιο σημαντικά όσον αφορά τις επιπτώσεις στο περιβάλλον λόγω του τύπου του φορτίου τους. Το σύνολο των μελετών περιπτώσεων ανά είδος ατυχήματος είναι η ακόλουθη:

- Το ατύχημα του “Tasman Spirit”, 2003 Καραάτσι, Πακιστάν (προσάραξη)
- Το ατύχημα του “Νάσια”, 1994, Βόσπορος, Τουρκία (σύγκρουση)
- Το ατύχημα του “Katja”, 1997, Le Havre, Βέλγιο (επαφή)
- Το ατύχημα του “Nakhodka”, το 1997, στα ανοικτά της βόρειας ακτής της Ιαπωνίας (μη ατυχηματική κατασκευαστική αστοχία)
- Το ατύχημα του “Asimi”, 1983, Αραβική Θάλασσα του Ομάν (φωτιά)
- Το ατύχημα του “Haven”, 1991, Γένοβα, Ιταλία (έκρηξη)

Έχοντας κατασκευάσει τα δένδρα γεγονότων, έχοντας πάρει τις ετιμήσεις των ειδικών και έχοντας καθορίσει τις επιλογές (ή μέτρα) ελέγχου της ρύπανσης (EEP ή PCOs) η μεθοδολογία προσαρμόζει το σενάριο της μελέτης περίπτωσης στο αντίστοιχο δένδρο γεγονότων κάνοντας ταυτοποίηση του πραγματικού συμβάντος με ένα σενάριο του δένδρου γεγονότων. Μετά καταγράφεται η εκτίμηση των εμπειρογνομώνων για τη σοβαρότητα και τη συχνότητα εμφάνισης του σεναρίου. Σε επόμενο βήμα προσδιορίζονται οι σημαντικές πύλες γεγονότων της κάθε μελέτης περίπτωσης κάνοντας χρήση πινάκων που περιέχουν συνδυασμούς αποτελεσματικών και αναποτελεσματικών πυλών γεγονότων που οδηγούν σε διαφορετικά σενάρια ατυχημάτων. Η αποτελεσματικότητες των πυλών σταδιακά προστίθενται ή να αφαιρούνται στους πίνακες με αποτέλεσμα οι συνδιασμοί να οδηγούν σε αλλαγές των διαδρομών στο δένδρο, καταγράφοντας τα νέα πιθανά σενάρια. Η αξιολόγηση των νέων σεναρίων όσον αφορά τις συνέπειες στο πλοίο και το περιβάλλον καταδεικνύουν την σημαντική πύλη (ή τις σημαντικές πύλες) συμβάντων.

Στο πέμπτο βήμα της μεθοδολογίας, υλοποιούνται όλα τα σχετικά PCOs που ταιριάζουν σε κάθε (σημαντική) πύλη (EG). Το-ή-τα PCOs επιλέγονται έτσι ώστε να είναι ρεαλιστικά με το συγκεκριμένο ατύχημα. Τα σενάρια, στην προκαθορισμένη δομή των δένδρων γεγονότων, όταν διέρχονται από τις πύλες, ακολουθούν μια συγκεκριμένη διαδρομή με βάση το αν αυτές οι πύλες είναι αποτελεσματικές ή όχι. Ως εκ τούτου, με βάση τη δομή αυτή, αναπόφευκτα η δράση των PCO μεταβάλλει την αξία της κάθε πύλης από ΝΑΙ σε ΟΧΙ και το αντίθετο. Σε ορισμένες μελέτες περιπτώσεων, είναι δυνατή με τη χρήση κοινών πρακτικών στη

θάλασσα (χρονική ακολουθία, και αποτελεσματικότητα), να επιλεγούν μερικές ή απλώς μία κρίσιμη από όλες τις σχετικές PCOs σε κάποια πύλη γεγονότων.

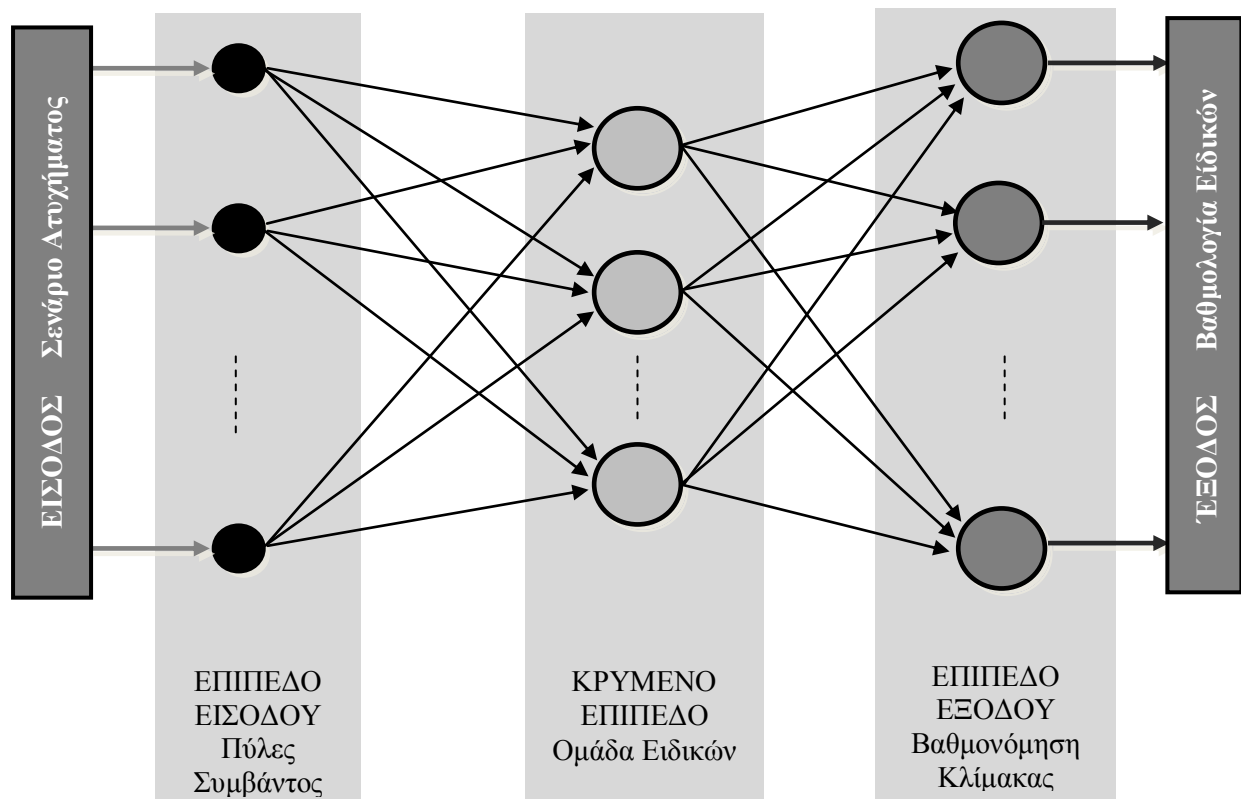
Η μεθοδολογία τελειώνει με ένα νέο σενάριο που αναπτύχθηκε στο υπό εξέταση ατύχημα. Αυτό το σενάριο προέρχεται από το συνδυασμό των σημαντικών πυλών γεγονότων EG μαζί με τον κρίσιμο (ή κρίσιμα) PCO και έχει χαμηλότερο βαθμό σοβαρότητας για το πλοίο και συνέπειες συνέπειες για το περιβάλλον.

Η παρούσα εργασία καταλήγει με διάφορες παρατηρήσεις σχετικά με την εφαρμογή της μεθοδολογίας στα διάφορα στάδιά της. Καταγράφονται τα συμπεράσματα και αναδύονται τα προβλήματα σχετικά με την κατασκευή των δένδρων γεγονότων, τη χρήση των εμπειρογνομόνων, την εφαρμογή των PCOs στις μελέτες περιπτώσεων και κατά πόσο είναι δυνατή η γενίκευσή τους.

Στα παραρτήματα παρατίθενται ως απαραίτητα συμπληρωματικά και διευκρινιστικά στοιχεία της μελέτης, ένας κατάλογος PCOs που δημιουργήθηκε στα πλαίσια προηγούμενης εργασίας και εφαρμόζεται στις μελέτες περιπτώσεων, μια σειρά διαγραμμάτων αξιολόγησης της βαθμολόγησης εμπειρογνομόνων σε συνεδρία παραγωγής ιδεών μαζί με τους αντίστοιχους πίνακες κλιμάκων βαθμολόγησης συνεπειών, καθώς και τα αντίστοιχα δένδρα γεγονότων προερχόμενα από την εργασία του συγγραφέα και των συνεργατών του στο 3-ετές πρόγραμμα της Ευρωπαϊκής Ένωσης *POP&C*.

3. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται η περιγραφή της εφαρμοζόμενης μεθοδολογίας. Ο απώτερος σκοπός του πονήματος είναι η κατασκευή ενός ολοκληρωμένου συστήματος το οποίο συνδυάζοντας συγκεκριμένες πληροφορίες θα είναι ικανό να δώσει σε πραγματικό χρόνο βέλτιστες λύσεις στην εξέλιξη ενός ατυχήματος. Λέγοντας σύστημα θα μπορούσε να είναι ένα πακέτο λογισμικού ή ακόμη ένα *stand alone* υπολογιστικό εργαλείο με δικές του βάσεις δεδομένων ή/και συνδεδεμένο στο διαδίκτυο ή με άλλα συναφή προγράμματα¹ για την άντληση ‘φρέσκων’ πληροφοριών σε πραγματικό χρόνο. Μια τυπική σκιαγράφησή του παρουσιάζεται στο συνολικό διάγραμμα. Σύμφωνα με αυτό μπορεί να αποτελείται από τρία βασικά τμήματα: το πρώτο δημιουργεί τα βασικά στοιχεία όπως τα δένδρα γεγονότων, τα σενάρια που προκύπτουν από αυτά, και τον κατάλογο με τις επιλογές ελάττωσης των συνεπειών. Στην επιτυχία του πρώτου πονήματος βοηθά η χρήση εμπειρογνομόνων που χρησιμοποιούνται σαν ένα ζωντανό νευρωνικό δίκτυο (όπως φαίνεται στο επόμενο σχήμα) και οι πληροφορίες από ενημερωμένες βάσεις δεδομένων που αφορούν ατυχήματα και τεχνολογίες. Στον πυρήνα της πρώτης φάσης του συστήματος βρίσκονται τα δένδρα γεγονότων μαζί με τη βαθμονόμησή τους. Γι’αυτά θα πρέπει να υπάρχει μια συνεχής διαδικασία βελτιστοποίησής και αντίστοιχα της βαθμονόμησής η οποία θα έχει την έγκριση και την αξιολόγηση ειδικών. Σε ένα άλλο σημείο του πυρήνα του συστήματος υπάρχουν οι επιλογές ελέγχου των συνεπειών (ΕΕΣ), που και αυτές υπόκεινται σε συνεχή διαδικασία συμπλήρωσης και ενημέρωσης από εμπειρογνώμονες. Κοινές πρακτικές στη θάλασσα, διατάξεις, περιορισμοί και βιβλιογραφία κλείνουν τον κύκλο των απαραίτητων πληροφοριών για την σωστή και ενημερωμένη λίστα των μέτρων ελάττωσης των συνεπειών.



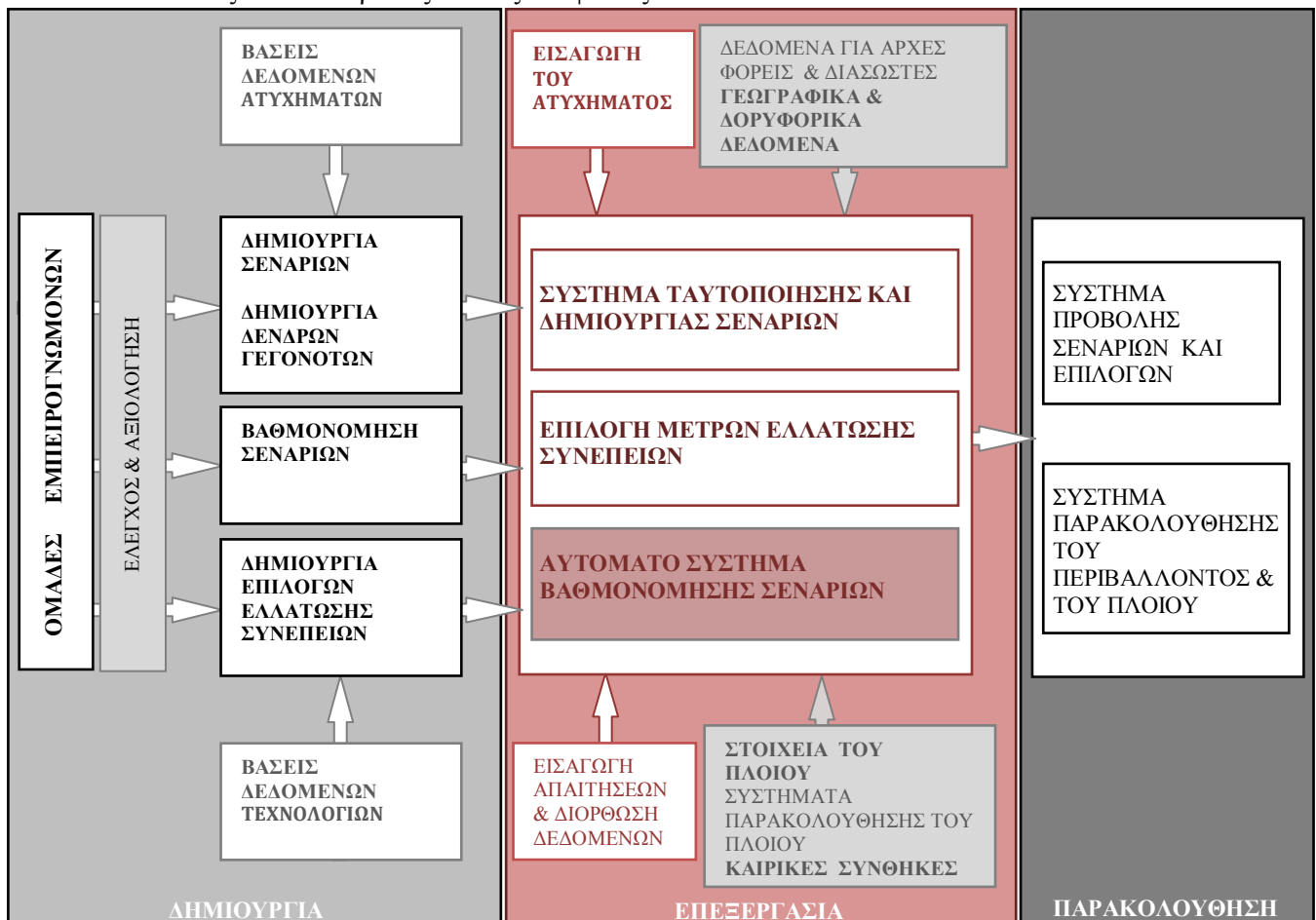
Σχήμα 1. Αντιστοίχιση της μεθόδου χρήσης των εμπειρογνομόνων με νευρωνικό δίκτυο

Ακολουθεί η φάση της επεξεργασίας. Εισάγεται το περιστατικό στο σύστημα και αυτό με τη σειρά του παίρνει πληροφορίες για τον χώρο, τον καιρό, το πλοίο, τους εμπλεκόμενους φορείς, τα διαθέσιμα μέσα της περιοχής, τις θέσεις των εμπλεκομένων και δεδομένα για την κατάσταση του πλοίου. Το σύστημα διαθέτει ένα μηχανισμό δημιουργίας πιθανών σεναρίων έχοντας εισαγωγικά στοιχεία τις πρώτες πληροφορίες του

¹ Για παράδειγμα βάσεις δεδομένων πλοίων, συστήματα GIS, Satellite views, Loadicators, Static & Dynamic Stability Estimators, κλπ.

ατυχήματος για τα οποία αντλεί (από τις δικές του βάσεις δεδομένων ή/και το διαδίκτυο) στοιχεία σχετικά για το εμπλεκόμενο πλοίο (ή τα εμπλεκόμενα πλοία), τα γεωγραφικά δεδομένα της περιοχής του συμβάντος, καιρικά δεδομένα, στοιχεία για τους εμπλεκόμενους φορείς και πληροφορίες για τα σωστικά ή λειτουργικά μέσα σε μια ακτίνα γύρω από περιστατικό. Μετά, σε πραγματικό χρόνο, δημιουργεί σενάρια τα οποία βαθμολογεί για τιν επικινδυνότητά τους και προτείνει μέτρα σε κάθε φάση της εξέλιξης του ατυχήματος. Κατατάσσοντας τα σενάρια σύμφωνα με το βαθμό επικινδυνότητάς τους το σύστημα μπορεί τώρα σε κάθε φάση να προτείνει τα βέλτιστα μέσα αντιμετώπισης και να κάνει συνεχείς προβλέψεις είτε μόνο του χρησιμοποιώντας πιθανότητες και συντελεστές βάρους, είτε καθοδηγούμενο από το χρήστη. Σ' αυτό το κομμάτι περιλαμβάνεται και ένα έξυπνο σύστημα βαθμολόγησης. Πρόκειται για ένα σύστημα εκπαιδευμένο, βασισμένο στις απαντήσεις των ειδικών που μπορεί να κατασκευαστεί με τη χρήση λογισμικού δημιουργίας κανόνων και δένδρων αποφάσεων² ή τη χρήση νευρωνικού δικτύου.

Τέλος, υπάρχει το κομμάτι της παρακολούθησης. Σε διάφορα *monitors* παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της επεξεργασίας μαζί με στοιχεία που έχουν να κάνουν με την γενική εικόνα της περιοχής : το χώρο, το πλοίο (με πληροφορίες από συνεργαζόμενα προγράμματα) και τους εμπλεκόμενους στο ατύχημα. Σημειώνεται όμως, ότι παρότι το σύστημα έχει πάρει και έχει επεξεργαστεί τα στοιχεία που χρειάζεται, έχει βγάλει τα αποτελέσματά του αλλά είναι ο ανθρώπινος παράγοντας που θα συνεκτιμήσει όλες τις πτυχές της κατάστασης και θα είναι αυτός που θα πάρει τις τελικές αποφάσεις.



Σχήμα 2. Διάγραμμα ολοκληρωμένου συστήματος του συμβουλευτικού εργαλείου μείωσης συνεπειών μετά από ατύχημα

Στην παρούσα φάση η κατασκευή ενός πλήρους συστήματος ξεφεύγει τους χρονικούς περιορισμούς και της δυνατότητες της ανάλυσης (σε *hardware*, *software*, *expertise*, ειδικές δεξιότητες/ικανότητες, κλπ). Δίνεται όμως η προτότυπη μεθοδολογία για την δημιουργία των βασικών δομών και διαδικασιών παρακάμπτοντας

² Διαδικασία που εφαρμόστηκε από τον συγγραφέα και τους συνεργάτες στα πλαίσια του προγράμματος POP&C.

έξυπνα τα εγγενή προβλήματα συνδεδεμένα με τη ναυτιλία³, χρησιμοποιώντας παράλληλα αρχές και μεθόδους εκμάθησης των μηχανών ενώ παράλληλα είναι σε θέση να παρέχει μια συνολική έννοια (*an overall concept*) και το πλαίσιο αξιολόγησης. Σε επόμενο στάδιο κάποιος θα μπορούσε να δημιουργήσει και να εξελίξει τις προτεινόμενες δομές για την περίπτωση που πρόκειται να εξετάσει, να τις συνδέσει μεταξύ τους και ως εκ τούτου να κατασκευάσει ένα πλήρως λειτουργικό συμβουλευτικό εργαλείο.

Οι βασικές διαδικασίες είναι:

- *Η δημιουργία των δένδρων γεγονότων και η αξιολόγησή τους.*

Στο πλαίσιο αυτό, είναι σημαντικό να αναπτυχθούν λεπτομερή δέντρα γεγονότων (ETs) για τα επιλεγμένα ατυχήματα και τύπους πλοίων. Για κάθε ένα από τους τύπους ατυχημάτων υπό εξέταση, μια δομή δέντρου γεγονότων θα πρέπει να δημιουργηθεί η οποία θα περιέχει πύλες συμβάντων (δηλαδή σημαντικά γεγονότα στο χρονοδιάγραμμα του περιστατικού) και καταλήξεις σεναρίων (δηλαδή περιγραφές του συνολικού σεναρίου και του αποτελέσματος). Μια λεπτομερής ανάλυση των δέντρων γεγονότων πραγματοποιείται έτσι ώστε να εντοπίσει και να χαρτογραφήσει όλες τις πιθανές εναλλακτικές λύσεις που προκύπτουν από το φάκελο του ατυχήματος υπό εξέταση. Αυτά τα δέντρα γεγονότων θα είναι σε θέση να παράσχουν τη βάση για τη διαμόρφωση επαρκώς δομημένων και στοχευμένων ερωτηματολογίων που θα αποσκοπούν στην αξιολόγηση και βαθμολόγηση των παραγόμενων σεναρίων.

- *Ανάλυση και αξιολόγηση της βαθμολογίας των ειδικών επάνω στα δένδρα γεγονότων.*

Μετά τη λήψη και την καταγραφή των αποτελεσμάτων από την κρίση της ομάδας των εμπειρογνομόνων η ανάλυση επικεντρώνεται στον καθορισμό ή/και την προσομοίωση του ποιά από τα γεγονότα θεωρήθηκαν από τους ειδικούς ως σημαντικότερα κατά τη διάρκεια της αξιολόγησης των παρεχόμενων ερωτηματολογίων. Αυτό βοηθά έτσι ώστε να κατανοηθεί ο τρόπος σκέψης και βαθμολόγησης τους, η ύπαρξη συναίνεσης, αλλά ακόμη και τα ζητήματα ακρίβειας και καταλληλότητας για τα δέντρα γεγονότων μαζί με τη συνολική απόδοση της μεθοδολογίας.

- *Διαδικασία εφαρμογής των επιλογών ελέγχου των συνεπειών στα ατυχήματα.*

Στα επόμενα βήματα εξετάζεται η δυνατότητα εφαρμογής των επιλογών ελέγχου των συνεπειών ΕΕΣ (ή PCOs: *Polution Control Options* στην περίπτωση των παραδειγμάτων). Οι επιλογές αυτές αναφέρονται σε ένα συνδυασμό ενεργειών, τη χρήση των τεχνολογιών, και την εφαρμογή των κοινών κατευθυντήριων γραμμών τακτικής, επί του πλοίου και γύρω από αυτό, που μπορούν να οδηγήσουν σε κατάλληλα μέτρα για τον μετριασμό και τον έλεγχο των συνεπειών. Αυτά διατυπώνονται σε μια λίστα (λίστα επιλογών ή μέτρων ελέγχου συνεπειών), και έχουν μια γενική μορφή έτσι ώστε να μην είναι επικεντρωμένα σε ένα συγκεκριμένο σενάριο.

Η μεθοδολογία, χρησιμοποιώντας μια προτότυπη διαδικασία εφαρμογής πινάκων, εξετάζει την εφαρμογή των μέτρων αυτών σε μια σειρά από μελέτες περιπτώσεων. Πρώτα γίνεται η **προσαρμογή του ατυχήματος στη δομή του δένδρου των γεγονότων** με αποτέλεσμα να πιστωθεί ένα προκαθορισμένο σενάριο. Ακολουθεί ο **προσδιορισμός των σημαντικών πυλών γεγονότων για το συγκεκριμένο ατύχημα** λαμβάνοντας υπόψη τη μείωση στις συνέπειες και τον κίνδυνο στο περιβάλλον. Στο επόμενο βήμα γίνεται η **εφαρμογή όλων των σχετικών PCOs ανά ΕΓ** που έχει γίνει με τις βασικές πρακτικές γνώσεις/εμπειρία από θαλάσσια ατυχήματα. Στο ίδιο βήμα, έχει γίνει επίσης η προσπάθεια για την **ταυτοποίηση των πιο κρίσιμων PCO ανά ΕΓ**. Η μεθοδολογία καταλήγει με την **παροχή του αποτελεσματικού νέου σεναρίου** όσον αφορά την συνέπεια και τον κίνδυνο με την ελάχιστη χρήση των PCOs.

³ Όπως τα προβλήματα που προκύπτουν από την ποιότητα των συγκεντρωμένων πληροφοριών, και κυρίως την αδυναμία εύρεσης στοιχείων και βάσεων δεδομένων που να καλύπτουν την πραγματική εξέλιξη των σεναρίων μετά το θαλάσσιο ατύχημα (έτσι οι διάφορες πύλες συμβάντων των προκαθορισμένων δένδρων γεγονότων δεν μπορούν να προσδιοριστούν επαρκώς).

3.1 ΒΗΜΑ 1: Δομή, κατασκευή, αξιολόγηση των δένδρων γεγονότων

Πρωταρχική εργασία είναι η ορθολογική και πλήρης δημιουργία δένδρων γεγονότων που αντιστοιχούν στον τύπο ατυχήματος και στο είδος του πλοίου που ενδιαφέρει για τη μελέτη που πρόκειται να ακολουθήσει. Βασική πηγή αποτελούν προηγούμενα ατυχήματα με λεπτομερή περιγραφή όσον αφορά την εξέλιξη και τις διαδικασίες. Αυτά τα ατυχήματα δίνουν πλήρη σενάρια από τα οποία μπορούν να εξαχθούν τα σημαντικά γεγονότα της χρονοσειράς. Στη ναυτιλία όμως υπάρχει το πρόβλημα ότι πολλά μικρά ατυχήματα δεν καταγράφονται, κάποια εκουσίως ή ακουσίως καταγράφονται τηλεγραφικά, κάποια καταγράφονται με ελείψεις, πολλών η περιγραφή εξαρτάται από το άτομο που φτιάχνει την αναφορά και πολλές φορές δεν έχει άμεση σχέση με πλοία και διαδικασίες, ενώ στην περίπτωση των σημαντικών ατυχημάτων τα γεγονότα κρύβονται μέχρις ότου τελεσιδικήσουν (ακόμη και τότε πολλές πληροφορίες μένουν εσωτερικές στην ναυτιλιακή εταιρεία ή στην ασφάλιστική εταιρεία για την αποφυγή αποζημιώσεων).

Για όλους τους παραπάνω λόγους η ιστορική εξέλιξη του συμβάντος μπορεί να αποτελέσει μόνο ένα αποδεκτό ξεκίνημα στη δημιουργία των δένδρων. Η χρήση ειδικών για τη βελτίωση και συμπλήρωσή τους είναι ίσως η μόνη διέξοδος και πολλές φορές πολύ επιτυχημένη. Οι εμπειρογνώμονες λόγω της ειδικότητάς τους, της θέσης τους και της εμπειρίας τους, γνωρίζουν και αντιλαμβάνονται πολύ περισσότερα πράγματα διαβάζοντας ή ακούγοντας μια πληροφορία σχετική με ένα ατύχημα. Ένα καλό μίγμα από αυτούς μπορεί να βελτιώσει σημαντικά το αρχικό δένδρο γεγονότων ενεργώντας σαν ένα σωστά εκπαιδευμένο νευρωνικό δίκτυο.

Παρόλα αυτά ο ερευνητής θα πρέπει στη συνέχεια να εξετάσει πάλι την δομή και την πληρότητά τους. Με την περιγραφική ανάλυση των δένδρων γεγονότων γίνεται η αξιολόγηση των δεδομένων δένδρων μέσω ποιοτικής περιγραφής καθώς και η συσσώρευση και η παρουσίαση των κρίσιμων στοιχείων που αφορούν τα ίδια τα δέντρα. Αναλύονται ο αριθμός των σεναρίων ανά ατύχημα, ο αριθμός των πυλών συμβάντων ανά σενάριο και τα σημεία που θεωρούνται από τους εμπειρογνώμονες πιθανά για να αλλάξουν τις συνέπειες. Είναι σημαντικό να ανταποκρίνονται στους στόχους που έχει ο ίδιος δώσει, να περιέχουν κατασκευαστικά ή/και επιχειρησιακά στάδια που να περιέχουν τα σημαντικά γεγονότα και διαδρομές που καλύπτουν όλα τα πιθανά σενάρια. Ο έλεγχος με νέα ατυχήματα θα δώσει τις απαντήσεις που έχουν τεθεί. Σημειώνεται όμως ότι αυτή είναι μια απαιτητική κυκλική διαδικασία αν θέλουμε το εργαλείο μας να έχει τα σωστά δένδρα γεγονότων.

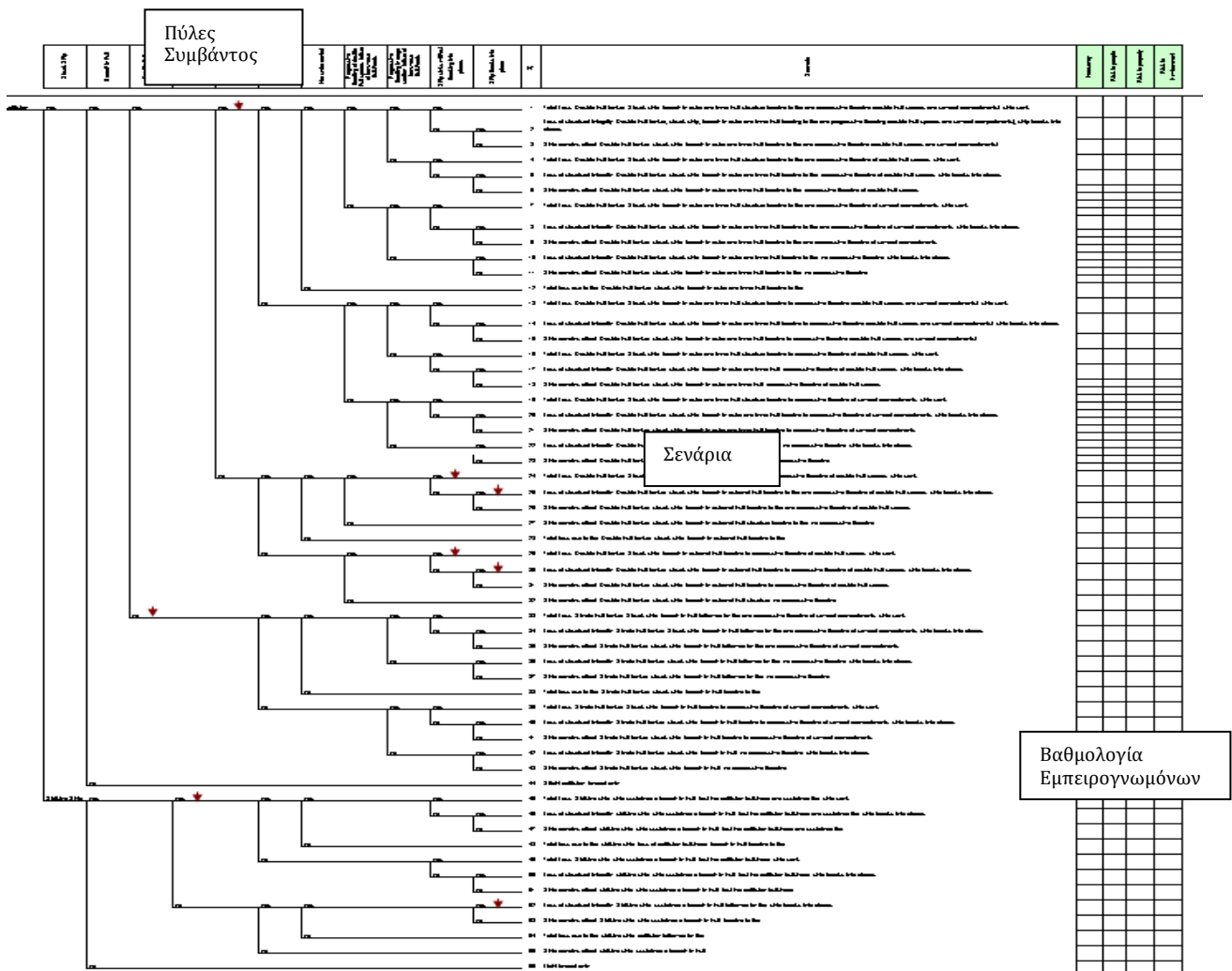
Για τους σκοπούς της παρούσας εργασίας, στα παραδείγματα που ακολουθούν, χρησιμοποιούνται τμήματα του έργου και αποτελέσματα που έγιναν από τον συγγραφέα και τους συνεργάτες του στο περίγραμμα του 3-ετούς προγράμματος χρηματοδοτούμενου από την ΕΕ επάνω στην πρόληψη και έλεγχο της ρύπανσης (*POP & C: Pollution Prevention and Control*), το οποίο επικεντρώθηκε επάνω σε μια ορθολογική προσέγγιση βασισμένη στο ρίσκο για το σχεδιασμό και τη λειτουργία των δεξαμενοπλοίων. Ως εκ τούτου, ένας από τους κύριους στόχους της ήταν να αναπτύξει ένα, μετά το ατύχημα, προσανατολισμένο στο ρίσκο, πλαίσιο μείωσης και ελέγχου της ρύπανσης, από την άποψη του πληρώματος και των επί του σκάφους δραστηριοτήτων διάσωσης για την αποτελεσματική αντιμετώπιση πετρελαιοκηλίδων προερχομένων από τα πλοία.

Στο πλαίσιο αυτό, αναπτύχθηκαν λεπτομερή δέντρα γεγονότων (Event Trees, ETs) για τα έξι επιλεγμένα ατυχήματα των δεξαμενοπλοίων: δηλαδή για καθένα από τα έξι βασικά είδη ατυχήματος προσάραξη, σύγκρουση, επαφή, μη ατυχηματική αστοχία των δομικών στοιχείων, φωτιά και έκρηξη. Πιο συγκεκριμένα, για κάθε ένα από τους παραπάνω τύπους ατυχημάτων δημιουργήθηκε μια δομή δέντρου γεγονότων η οποία περιέχει πύλες συμβάντων (σημαντικά γεγονότα στο χρονοδιάγραμμα του περιστατικού δηλαδή σημαντικά «σημεία», από όπου περνά, ή όχι η ακολουθία των γεγονότων του κάθε σεναρίου) και καταλήξεις σεναρίων (δηλαδή περιγραφές του συνολικού σεναρίου και του αποτελέσματος). Μια λεπτομερής ανάλυση των δέντρων γεγονότων πραγματοποιήθηκε έτσι ώστε να εντοπίσει και να χαρτογραφήσει όλες τις πιθανές εναλλακτικές λύσεις που προκύπτουν από το φάκελο του ατυχήματος υπό εξέταση. Στη συνέχεια, αυτά τα δέντρα γεγονότων ήταν σε θέση να παράσχουν τη βάση για τη διαμόρφωση επαρκώς δομημένων και στοχευμένων ερωτηματολογίων που αποσκοπούσαν στην αξιολόγηση και βαθμολόγηση των παραγόμενων σεναρίων ατυχημάτων σε μια συνεδρία παραγωγής ιδεών (*Brainstorming Session*), όπου οι εμπειρογνώμονες

κλήθηκαν να ψηφίσουν. σε σχέση με την αναμενόμενη συχνότητα εμφάνισης και τη σοβαρότητα τους, από την άποψη των ανθρώπινων απωλειών, ζημιών στο εμπλεκόμενο σκάφος και επιπτώσεων στο θαλάσσιο και παράκτιο περιβάλλον⁴ με δεδομένο ότι το θαλάσσιο ατύχημα υπό εξέταση έχει ήδη συμβεί.

Τα εξεταζόμενα δένδρα γεγονότων αποδείχθηκαν ικανοποιητικά όσον αφορά το βάθος της λεπτομέρειας⁵ παρουσιάζοντας ένα μεγάλο αριθμό σεναρίων και πυλών συμβάντων. Ο διαφορετικός αριθμός των σεναρίων ανά τύπο ατυχήματος και ο διαφορετικός αριθμός των πυλών συμβάντων, αποδείχθηκε ότι κάλυπτε όλες τις πιθανές περιπτώσεις εναλλακτικών περιστατικών. Τα δένδρα γεγονότων σχετίστηκαν με τα ατυχηματικά σενάρια τα οποία οι εμπειρογνώμονες κλήθηκαν να αξιολογήσουν αφορικά με τη συχνότητα και τη σοβαρότητα προς τους ανθρώπους, τις κατασκευές και το περιβάλλον (υποδοχές: 1 για συχνότητα, 3 για σοβαρότητα). Ας σημειωθεί ότι κάθε παράγοντας βαθμολογίας αντιστοιχεί σε μια διαφορετική κλίμακα βαθμολογίας. Επισημαίνεται όμως ο κατασκευαστικός και μη επιχειρησιακός προσανατολισμός της δομής δεδομένου ότι τα σενάρια γεγονότων ήταν κατά κύριο λόγο σχετιζόμενα με την κατασκευή των πλοίων και ως εκ τούτου δεν επικεντρωνόταν σε επιχειρησιακά μέτρα για την προστασία της ρύπανσης.

Ενδεικτικά, το Σχήμα 3 απεικονίζει τη δομή του δέντρου γεγονότων για τη σύγκρουση.



Σχήμα 3. Δομή του δέντρου γεγονότων για σύγκρουση δεξαμενοπλοίου

⁴ Ας σημειωθεί ότι σε κάθε κατηγορία (ή κάθε παράγοντα) βαθμολόγησης μπορεί να αντιστοιχεί διαφορετική κλίμακα βαθμολογίας (βλ. Παράρτημα Β).

⁵ Για περισσότερες πληροφορίες ο αναγνώστης μπορεί να ανατρέξει στο παραδοτέο του προγράμματος.

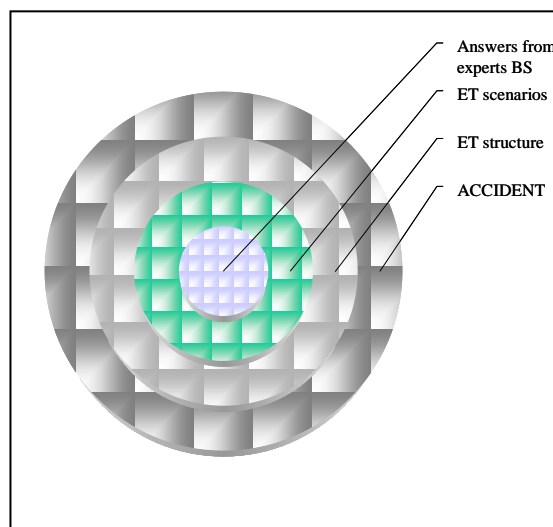
3.2 ΒΗΜΑ 2: Βαθμολογία εμπειρογνομώνων

Στην τρέχουσα παράγραφο εξετάζεται η αξιολόγηση των σεναρίων, και παρουσιάζονται τα προβλήματα και τα όρια που προκύπτουν από τη χρήση της ομάδας εμπειρογνομώνων.

Η εξεταζόμενη μεθοδολογία για την εκτίμηση της εκτίμησης των εμπειρογνομώνων και τα αποτελέσματά της μπορεί να καλύψει προσεγγίσεις κατευθυνόμενες τόσο στις συνέπειες όσο και στο ρίσκο και προέρχεται από τα πεδία της ταξινόμησης και της θεωρίας της γνώσης βασισμένης σε κανόνες (Quinlan, 1993, Louviere et al, 2000). Αυτός είναι ένας πρωτότυπος τρόπος αντιμετώπισης των προβλημάτων στον οποίο δεν έχει δοθεί προσοχή μέχρι σήμερα στο πλαίσιο της ναυτιλιακής βιομηχανίας.

Ειδικότερα, η μέθοδος αυτή περιλαμβάνει τα ακόλουθα βασικά στάδια:

- Απόκτηση απαντήσεων από τους ειδικούς.
- Στατιστική επεξεργασία αυτών των απαντήσεων (αυτό γίνεται με διπλό τρόπο καλύπτοντας τόσο τις συνέπειες όσο και το ρίσκο).
- Η χαρτογράφηση της κατανομής των ψήφων/της βαθμολόγησης που προέρχεται από τους εμπειρογνώμονες.
- Αξιολόγηση της κρίσης των εμπειρογνομώνων και την εξερεύνηση της καταγραφόμενης συναίνεσης.
- Η ανάπτυξη των κανόνων και των δέντρων αποφάσεων.
- Ο εντοπισμός των κρίσιμων γεγονότων στην παρουσιαζόμενη αλυσίδα γεγονότων (δηλαδή τις πύλες συμβάντων στη δομή του δέντρου γεγονότων/ερωτηματολογίου) και ως εκ τούτου η επίτευξη της εκπαίδευσης του μοντέλου σε σχέση με ό, τι οι εμπειρογνώμονες θεωρούν σημαντικό από την άποψη των γεγονότων και πώς πραγματικά προχώρησαν στη βαθμολογία των πολλών παρεχόμενων σεναρίων ανά τύπο ατυχήματος.



Σχήμα 4. Τα δεδομένα εισόδου

Στο παράδειγμά μας, τα δέντρα γεγονότων μετατράπηκαν σε σεναρία ατυχημάτων και τα αντίστοιχα ερωτηματολόγια, στα οποία οι εμπειρογνώμονες κλήθηκαν να αξιολογήσουν σε σχέση με την αναμενόμενη συχνότητα και τη σοβαρότητα τους, σχετικά τις ανθρώπινες απώλειες, τις ζημιές στο εμπλεκόμενο σκάφος και τις επιπτώσεις στο θαλάσσιο και παράκτιο περιβάλλον. Η κλίμακα βαθμολόγησης για κάθε παράγοντα ήταν απλή και καλά προσδιορισμένη/περιγεγραμμένη (1 - 4, 1 - 7: Παράρτημα Β). Αυτό σημαίνει ότι οι εμπειρογνώμονες κλήθηκαν να διατυπώσουν τη γνώμη τους (μέσω δεδομένων κλιμάκων για τις εξεταζόμενες παραμέτρους) για μια σειρά γεγονότων, δεδομένου ότι το θαλάσσιο ατύχημα υπό εξέταση έχει ήδη συμβεί: ως εκ τούτου εστιάζοντας σε δραστηριότητες μετά το ατύχημα και κυρίως για τον έλεγχο και τη μείωση της πετρελαιοκηλίδας έχοντας πηγή ρύπανσης το πλοίο. Ο Πίνακας 1 παρουσιάζει την κλίμακα που δόθηκε στους εμπειρογνώμονες σχετικά με τη σοβαρότητα προς το περιβάλλον για τα εξεταζόμενα σεναρία ατυχημάτων.

Πίνακας 1: Δείκτης περιβατολογικών επιπτώσεων.

Δε	Σοβαρότητα	Περιγραφή
1	Μικρή- <i>Minor</i>	Μη σημαντική κηλίδα μέχρι λίγα βαρέλια ρύπανσης στη θάλασσα
2	Σημαντική- <i>Significant</i>	Μερικοί τόνοι ρύπανσης στη θάλασσα. Η κατάσταση είναι διαχειρίσιμη
3	Σοβαρή- <i>Severe</i>	Σημαντική ρύπανση που απαιτεί τη λήψη επειγόντων μέτρων για τον έλεγχο της κατάστασης ή/και τον καθαρισμό των πληγείσων περιοχών
4	Καταστροφική- <i>Catastrophic</i>	Εκτεταμένη ρύπανση με δύσκολο τον έλεγχο της κατάστασης ή/και δύσκολο καθαρισμό των πληγείσων περιοχών

Συνεπώς, μετά τη λήψη των αποτελεσμάτων από την κρίση της ομάδας των εμπειρογνομόνων, ο σκοπός της ανάλυσης ήταν να προσδιορίσει ή να προσομοιώσει το τι οι εμπειρογνώμονες θεωρούσαν σημαντικό κατά τη διάρκεια της αξιολόγησης των παρεχόμενων ερωτηματολογίων, σε σχέση με τα γεγονότα, προκειμένου να δώσουν το βαθμό σημαντικότητας/σοβαρότητας για τις συνέπειες (πιθανότητα) και πώς αυτές διαφοροποιούνται από τη μία κλίμακα σε άλλη για κάθε σενάριο. Έτσι, ο τρόπος που οι εμπειρογνώμονες αντιμετώπισαν και αξιολόγησαν τα συγκεκριμένα δέντρα γεγονότων θα μπορούσε να τεθεί στο επίκεντρο του ενδιαφέροντος στο περίγραμμα του προσδιορισμού πώς διαφοροποίησαν την πρακτική αξία ενός βαθμού από έναν άλλο σε κάθε εξεταζόμενο σενάριο και κλίμακα. Επιπλέον, τα κρίσιμα γεγονότα ανά σενάριο, σύμφωνα με τους ειδικούς, θα μπορούσαν να προβληθούν επαρκώς, έτσι ώστε να κατανοηθεί ο τρόπος σκέψης και βαθμολόγησης τους, η ύπαρξη συναίνεσης, αλλά ακόμη και τα ζητήματα ακρίβειας και καταλληλότητας για τα δέντρα γεγονότων μαζί με τη συνολική απόδοση της μεθοδολογίας. Με τον τρόπο αυτό ο αναλυτής θα είναι σε θέση να προσδιορίσει που οι ειδικοί επικεντρώθηκαν κατά την κατασκευή των δένδρων γεγονότων και έτσι να εκτιμήσει ρεαλιστικά την αξία του δημιουργήματός τους. Επιπρόσθετα, ανάλυση και αξιολόγηση των ειδικών, προφανώς έπειτα από αρκετές συνεδρίες και εκτιμήσεις, θα μπορούσε μελλοντικά να οδηγήσει στη δημιουργία ενός αυτοματοποιημένου μοντέλου βαθμολόγησης δίνοντας στο εργαλείο τη σχετική αυτονομία να αξιολογεί από μόνο του τα καινούργια σενάρια των ατυχημάτων.

Από τεχνικής σκοπιάς, για κάθε σενάριο ενός δεδομένου ατυχήματος, διαμορφώνεται η τιμή *mode (mode value)* σχετικά με τις επιπτώσεις με βάση τις εκτιμήσεις των εμπειρογνομόνων. Με τον τρόπο αυτό, κάθε σενάριο έχει μια μοναδική τιμή για τη σοβαρότητα που αντιπροσωπεύει όλους τους εμπλεκόμενους εμπειρογνώμονες. Έτσι στη συνέχεια, κάποιος μπορεί να προχωρήσει στη χαρτογράφηση και ανάλυση της κατανομής των ψήφων βασισμένη στην ομόφωνη απόφαση όλων των εμπλεκόμενων ειδικών, ενώ, τα αποτελέσματα της ψηφοφορίας μπορούν να παρουσιαστούν σε διαγράμματα, όπου εκδηλώνεται μια σαφής τάση σχετικά με τις επιπτώσεις.

Κοιτάζοντας τώρα τη βαθμολογία των εμπειρογνομόνων προέκυψαν κάποιες λογικές εκτιμήσεις. Χρησιμοποιώντας κάποιος ειδικά διαγράμματα μπορεί να εντοπίσει και να εκτιμήσει τις αποκλίσεις.

- *Ο βέλτιστος αριθμός των εμπειρογνομόνων που καλούνται σε μία εκτίμηση.*

Είναι υψίστης σημασίας ο καλός σχηματισμός της ομάδας-στόχο των εμπειρογνομόνων. Ο αριθμός τους, διαφορετικά τους επαγγέλματα και η εμπειρία τους σχετικά με τη συγκεκριμένη έρευνα είναι κρίσιμης σημασίας προκειμένου να επιτύχουμε ένα αντιπροσωπευτικό αποτέλεσμα.

Είναι γνωστό ότι είναι πολύ δύσκολο να επιλεγεί ο σωστός αριθμός των σωστών ανθρώπων, γιατί αυτοί είναι πολύ απασχολημένοι και βαριούνται αν ο στόχος της έρευνας δεν είναι και δικός τους στόχος τους. Κατά τη διάρκεια του χρόνου που θα πρέπει να αξιολογούν μια συγκεκριμένη ανάλυση θα προτιμούσαν να εργάζονται στην εταιρεία τους. Η περίπτωση να φύγουν από το γραφείο τους για κάποιο χρονικό διάστημα και να ενταχθούν στο πρόγραμμα φαντάζει αδύνατο γι' αυτούς και αν το κάνουν το μυαλό τους είναι συνήθως πίσω σε αυτό. Σημειώστε στο παράδειγμά μας, το συγκεκριμένο πρόγραμμα της ΕΕ, κατάφερε να τρομάξει μόνο 9 εμπειρογνώμονες και μόνο για τους σκοπούς της συνεδρίας καταιγισμού ιδεών. Αυτό από μόνο του δείχνει τις δυσκολίες αυτής της προσπάθειας.

- *Ο αριθμός των εμπειρογνομώνων που απαντά σε ένα ερωτηματολόγιο.*

Σε πολλές περιπτώσεις, κάποιοι κληθέντες εμπειρογνώμονες δεν συμπληρώνουν τα έντυπα αξιολόγησης ή τα ερωτηματολόγια. Στο παράδειγμά μας, όλοι οι εμπειρογνώμονες (9) βαθμολόγησαν τη σύγκρουση (Παράρτημα Β Σχήμα 2), αλλά 7 βαθμολόγησαν την πυρκαγιά (Παράρτημα Β Σχήμα 1) και μόνο 3 για τα σενάρια της δομικής αστοχίας (Παράρτημα Β Σχήμα 5). Σε ορισμένες περιπτώσεις, βαθμολογούν το πλήρες ερωτηματολόγιο αφήνοντας πολλά κενά διαστήματα. Αυτό καταγράφηκε για τα σενάρια της προσάραξης και έκρηξης. Όλα τα παραπάνω μπορούν να συμβούν για διάφορους λόγους. Ένας λόγος είναι επειδή δεν έχει εξηγηθεί επακριβώς στους εμπειρογνώμονες ποιά είναι η έκταση της έρευνας είναι και πόσο σημαντική είναι βαθμολόγησης τους. Ένας άλλος λόγος είναι ότι κανείς δεν τους εξήγησε λεπτομερώς ποιά είναι η δουλειά τους και πώς θα πρέπει να συμπληρώσουν τα ερωτηματολόγια. Η λεπτομερής εξήγηση του τι θα πρέπει να κάνουν, πώς να ψηφίσουν, πόσα ερωτηματολόγια πρέπει να συμπληρώσουν, ποιές είναι οι κλίμακες βαθμολόγησης (1-4, 1-10) συνήθως βοηθά. Ένας τρίτος λόγος είναι ότι η διαδικασία αξιολόγησης δεν είναι καλά οργανωμένη, καταλαμβάνοντας πολύ χρόνο για την ολοκλήρωση σύνθετων και πολύ λεπτομερών εντύπων. Μακρές και λεπτομερείς μορφές εντύπων και ερωτηματολογίων είναι καλές για τους σκοπούς μιάς ανάλυσης, αλλά είναι βαρύ και βαρετό για τους ανθρώπους που δεν έχουν συμφέρον (οικονομικό, τεχνολογίας κλπ) από αυτή την προσπάθεια. Ως εκ τούτου, εάν ένα ειδικευμένο άτομο συντονίζει τη διαδικασία και ελέγχει τις απαντήσεις των εμπειρογνομώνων τότε τα αποτελέσματα θα είναι πιο ικανοποιητικά.

- *Οι διπλές ή τριπλές απαντήσεις.*

Ορισμένοι ειδικοί εξαπατούν αντιγράφοντας τις εκτιμήσεις των άλλων. Ορισμένοι ειδικοί συμπληρώνουν μαζί με το δικό τους ερωτηματολόγια φίλων ή ανωτέρων στην εταιρεία (αφεντικών), δίνοντας τα ίδια αποτελέσματα δύο (ή περισσότερες) φορές. Αυτό συμβαίνει όταν δεν υπάρχει κάποιος που να ελέγχει τους ειδικούς κατά τη διάρκεια της βαθμολογίας τους (προκειμένου να συμπληρώσουν όλα τα ερωτηματολόγια από μόνοι τους) ή όταν τα ερωτηματολόγια ταχυδρομούνται στα γραφεία τους.

Απλά εξετάστε τις κατανομές της βαθμολογίας των εμπειρογνομώνων # 1, # 6 και # 8 στο Σχήμα 2 και το Σχήμα 3 του Παραρτήματος Β. Οι κατανομές είναι ίδιες και η περαιτέρω εξέταση της βαθμολογίας τους θα αποκαλύψει και την ίδια αναλυτική βαθμολόγηση.

- *Οι συνέπειες από τη διαφορετικότητα του επαγγέλματος και της εμπειρίας επάνω στην βαθμολογία.*

Το πραγματικό επάγγελμα των εμπειρογνομώνων και η εμπειρία τους σε σχέση με το συγκεκριμένο ερωτηματολόγιο είναι ζωτικής σημασίας για μιά ανάλυση. Από τις απαντήσεις τους κάποιος θα μπορούσε να αναμένει να αντιμετωπίσει παρόμοιο προφίλ εμπειρογνομώνων ή να επιλέξει το βάρος των διαφορετικών απόψεων. Αυτό είναι αλήθεια, αλλά μερικές φορές αρκετές εξαιρέσεις έχουν βγει από κάποια πολύ περιεργη βαθμολογία, ιδίως κατά την εξέταση των επιπτώσεων στο περιβάλλον (σε ορισμένα σενάρια μια αξιοσημείωτη απόκλιση εμφανίζεται όταν εμπειρογνώμονες βαθμολογούν από 1 έως 4). Επιπλέον, η παρούσα ανάλυση επάνω στα δένδρα γεγονότων αποκάλυψε ότι, αν και οι εμπειρογνώμονες βαθμολογήσανε με βάση την εμπειρία τους και έχοντας κατά νου το πραγματικό ατύχημα, ψήφισαν ως επί το πλείστον εξετάζοντας τις πιθανές ζημιές της γάστρας και την τύχη του πλοίου χωρίς να λαμβάνουν υπόψη όλα τα λειτουργικά θέματα που θα μπορούσαν να αλλάξουν τελικό αποτέλεσμα του σεναρίου (τελικά, οι πύλες συμβάντων δεν περιλαμβάνονται επιχειρησιακά θέματα). Με αυτό τον τρόπο οι εμπειρογνώμονες αξιολόγησαν τις συνέπειες του καθενός από τα σενάρια που τους παρουσιάστηκαν μέσα από μια σύνθετη προσέγγιση που συνέπλεξε πολύ-επιστημονικές και ίσως αμφιλεγόμενες πτυχές, όπως η δυνατότητα ρύπανσης που προκαλείται από καθένα από τα σενάρια, η τύχη του σκάφους, αλλά όχι τις λειτουργικές μεθόδους πιθανής μείωσης της καταγεγραμμένης εκροής πετρελαίου.

Στο Σχήμα 5 του Παραρτήματος Β τα σενάρια # 11, # 22, και # 47 παρουσιάζουν βαθμολογίες από 1 έως 4, όπου τα σενάρια # 10, # 12, # 36, # 42, # 45, # 46, # 48, # 54 παρουσιάζουν κάποια απόκλιση βαθμολόγησης. Στο Σχήμα 6 του Παραρτήματος Β, το # 24 δείχνει ανωμαλία βαθμολογίας, ενώ στα # 6, # 10, # 11, # 18, #

19, # 21 σενάρια ένας εμπειρογνώμονας δήλωσε διαφορετική άποψη. Στο σχήμα 7 του Παραρτήματος Β, στην περίπτωση της μη ατυχηματικής δομικής αστοχίας, οι εμπειρογνώμονες δείχνουν 100% συναίνεση σχετικά με τα σενάρια πολύ υψηλής συνέπειας.

- *Το πρόβλημα των διαφορετικών κλιμάκων βαθμολόγησης.*

Όταν έχουμε να κάνουμε με διαφορετικές κλίμακες κάποιος πρέπει να σιγουρευτεί ότι όλοι οι εμπειρογνώμονες έχουν συνειδητοποιήσει το εύρος κάθε μιας συγκεκριμένης κλίμακας. Στο υπό εξέταση πρόγραμμα όταν θεωρήθηκε η κατάταξη της συχνότητας (συχνότητα ήταν η μόνη με κλίμακα από 1 έως 7), η βαθμολόγηση σπάνια περνούσε το 4 (ενώ κλίμακα 1 με 4 χρησιμοποιήθηκε για όλες τις άλλες βαθμολογήσεις) πράγμα που δείχνει ότι οι εμπειρογνώμονες δεν είχαν αντιληφθεί τη διαφορά στην κλίμακα.

- *Διαφωνίες εμπειρογνομόνων.*

Κατά την εφαρμογή της κρίσης εμπειρογνομόνων διαφορετικών ειδικοτήτων σε μια συγκεκριμένη μελέτη είναι απίθανο ότι οι απόψεις τους θα είναι πάντα σε συμφωνία. Θα μπορούσε ακόμη να είναι η περίπτωση κατά την οποία οι εμπειρογνομόνες έχουν ισχυρές διαφωνίες σε συγκεκριμένα θέματα παρότι ωστόσο, είναι προτιμότερο να επιτευχθεί ένα επίπεδο συμφωνίας όσο το δυνατόν υψηλότερο. Παρ'όλα αυτά, αν υπάρχει διαφωνία μεταξύ των εμπειρογνομόνων αυτό θα πρέπει να αναφερθεί επαρκώς τεκμηριωμένα στα αποτελέσματα της μελέτης που αναπτύσσεται. Στην πραγματικότητα, η διαφάνεια στα αποτελέσματα μπορεί να ενισχυθεί συνοδεύοντας το αποτέλεσμα με μια κατανοητή ένδειξη του επιπέδου της συμφωνίας μεταξύ των εμπειρογνομόνων.

Ένα παράδειγμα μιας τέτοιας προσπάθειας θα μπορούσε να είναι μια προσέγγιση υποκειμενικής κατάταξης στην οποία καθένας από τους προσκεκλημένους εμπειρογνομόνες μπορεί να αναπτύξει έναν κατάλογο με κατάταξη των κινδύνων και των σεναρίων ατυχημάτων, αρχίζοντας με το πιο σοβαρό⁶. Στο πλαίσιο αυτό, πολλές διαφωνίες μπορούν να καταγραφούν, κατάλογοι με διαφορετική κατάταξη μπορούν να συσταθούν και ως εκ τούτου καταγράφεται το επίπεδο και η ποιότητα της διαφωνίας μεταξύ των διαφόρων εμπειρογνομόνων (π.χ. μέσω της χρήσης ενός πίνακα αντιστοιχίας/συμφωνίας).

⁶ Διαδικασία κατάταξης που έλαβε χώρα στο τέλος της Επίσημης Εκτίμησης της Ασφάλειας (FSA: Formal Safety Assessment), Βήμα Πρώτο: Αναγνώριση Κινδύνου του IMO.

3.3 ΒΗΜΑ 3: Προσαρμογή και αξιολόγηση της μελέτης περίπτωσης

Η μεθοδολογία στην παρούσα φάση ξεκινά με την προσαρμογή της κάθε νέας μελέτης περίπτωσης στη δομή των υπαρχόντων δέντρων γεγονότων. Όλες οι εξεταζόμενες μελέτες περιπτώσεων πληρούν συγκεκριμένες απαιτήσεις για ένα ατύχημα. Σημαντικό σε αυτήν την προσπάθεια είναι το επίπεδο των πληροφοριών που παρέχονται για το συγκεκριμένο περιστατικό. Για το λόγο αυτό, διάφορες ανεξάρτητες πηγές πληροφοριών συλλέχθηκαν ανά ατύχημα και αντιπαραβάλλονται και τα ιστορικά γεγονότα ενός συγκεκριμένου ατυχήματος εξετάζονται περαιτέρω όσον αφορά την πληροφωρία τους με την προκαθορισμένη δομή των δένδρων.

Ακολούθως, ένας πίνακας παρουσιάζει το περιστατικό με τη γενική δομή του δένδρου. Σε αυτόν τον πίνακα τα ιστορικά γεγονότα της εξεταζόμενης μελέτης περίπτωσης είναι τα ίδια με τις πύλες γεγονότων (EG) του προκαθορισμένου σενάριου (αριθμός σενάριου, περιγραφή) που προέκυψε από την εργασία με τους εξειδικευμένους συνεργάτες.

Πίνακας 2. Η προσαρμογή της εξεταζόμενης μελέτης περίπτωσης στη δομή των δένδρων.

Τύπος Ατυχήματος	Πύλη Συμβάντος 1	Πύλη Συμβάντος 2	Πύλη Συμβάντος 3	Πύλη Συμβάντος 4	Πύλη Συμβάντος 5	Πύλη Συμβάντος 6	Πύλη Συμβάντος 7	Πύλη Συμβάντος 8	Πύλη Συμβάντος 9	Πύλη Συμβάντος 10	Ατυχηματικό Σενάριο του Περιστατικού
ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΟΧΙ	-	ΝΑΙ	ΟΧΙ	-	-	-	-	ΝΑΙ	#XX. Σενάριο

Η αλυσίδα των γεγονότων από κάθε νέα μελέτη περίπτωσης οδηγεί σε ένα συγκεκριμένο σενάριο ατυχήματος. Κάθε σενάριο ατυχήματος έχει χαρακτηριστεί κατά τη διάρκεια της συνεδρίας με τους εμπειρογνώμονες (*experts' brainstorming session*) με μία συχνότητα εμφάνισης και 3 κατηγορίες βαρύτητας, μία κατηγορία για κάθε τύπο συνέπειας: για τους ανθρώπους, τις περιουσίες και το περιβάλλον. Το σκορ του όσον αφορά την συχνότητα εμφάνισης έχει μία κλιμάκωση από το 1 (πολύ απομακρυσμένες) έως το 7 (συχνή), ενώ το σκορ σοβαρότητας έχει μια κλιμάκωση από το 1 (ελάχιστες συνέπειες) έως το 4 (καταστροφικές συνέπειες). Για τους σκοπούς της κάθε εργασίας μια συγκεκριμένη συνέπεια (π.χ. στο περιβάλλον για το παράδειγμά μας) μπορεί να θεωρηθεί σαν η πιο σημαντική. Ο δείκτης της συχνότητας σε συνδυασμό με το δείκτη της συνέπειας παρέχει το συνολικό δείκτη διακινδύνευσης, όπως φαίνεται στη σχέση που ακολουθεί.

$$(Cons)_{index} + (Freq)_{index} = (Risk)_{index}$$

Η εκτίμηση των εμπειρογνομώνων για την μελέτη περίπτωσης, σε σχέση με συνέπεια και τον κίνδυνο⁷, παρουσιάζονται στους πίνακες που ακολουθούν. Ο Πίνακας 3 απεικονίζει την κρίση τους για τη συνέπεια στο περιβάλλον. Ο πίνακας αυτός εμπεριέχει λεπτομερώς την ψήφου του κάθε εμπειρογνώμονα καθώς και την υπολογισμένη σοβαρότητα του σεναρίου εκτιμώμενη με βάση την τιμή *mode* που αποτελεί την αντιπροσωπευτική εκτίμηση του συνόλου των ειδικών.

⁷ Κλίμακα βαθμολογίας, για τη συνέπεια από 1 έως 4, και τη συχνότητα από 1 έως 7, αύξητικά επιδείνωση της σοβαρότητας (βλ. Παράρτημα Γ).

Πίνακας 3. Ψηφοφορία εμπειρογνομόνων για τη συνέπεια επάνω στο σενάριο της μελέτης περίπτωσης.

#XX. Σενάριο									
Εμπειρογ νόμων #1	Εμπειρογ νόμων #2	Εμπειρογ νόμων #3	Εμπειρογ νόμων #4	Εμπειρογ νόμων #5	Εμπειρογ νόμων #6	Εμπειρογ νόμων #7	Εμπειρογ νόμων #8	Εμπειρογ νόμων #9	Ψηφο φορία σεναρί ου
c1	c2	c3	c4	c5	c6	c7	c8	c9	c

Πίνακας 4 απεικονίζει την κρίση των εμπειρογνομόνων σχετικά με τη διακινδύνευση. Ο πίνακας περιέχει λεπτομερώς την ψήφο των εμπειρογνομόνων και την υπολογιζόμενη διακινδύνευση του σεναρίου (αξία *mode*).

Πίνακας 4. Ψήφος των εμπειρογνομόνων για τη διακινδύνευση του σεναρίου της μελέτης περίπτωσης.

#XX. Σενάριο									
Εμπειρογ νόμων #1	Εμπειρογ νόμων #2	Εμπειρογ νόμων #3	Εμπειρογ νόμων #4	Εμπειρογ νόμων #5	Εμπειρογ νόμων #6	Εμπειρογ νόμων #7	Εμπειρογ νόμων #8	Εμπειρογ νόμων #9	Ψηφο φορία σεναρί ου
r1	r2	r3	r4	r5	r6	r7	r8	r9	r

3.4 ΒΗΜΑ 4: Προσδιορισμός των σημαντικών/κρίσιμων πυλών συμβάντος για δεδομένο περιστατικό

Η παρούσα ανάλυση αναφέρεται στον προσδιορισμό των κρίσιμων πυλών μετά την εκδήλωση του δεδομένου ατυχήματος. Ξεκινώντας με το σενάριο του ατυχήματος, όπως αυτό έχει καθοριστεί στο προηγούμενο βήμα, καταγράφονται όλες οι πιθανές αλλαγές στην πορεία επάνω στο δένδρο γεγονότων που σχετίζονται με τις σημαντικές-σχετικές πύλες.

Για κάθε ατύχημα υπάρχουν συγκεκριμένες σηματικές πύλες που αντιστοιχούν στην ανάπτυξη του συγκεκριμένου σεναρίου σύμφωνα με τα χαρακτηριστικά του (πύλες συμβάντος EG σκιασμένες με γκρι χρώμα). Η κωδικοποίηση της αποτελεσματικότητας της κάθε σχετικής πύλης γίνεται με ένα E (effective) για αποτελεσματική πύλη, δηλαδή όταν αντιστοιχεί στο ΝΑΙ, ή ένα ΙΕ (ineffective) για αναποτελεσματική που αντιστοιχεί στο ΟΧΙ. Όταν επιδεινώνεται η κατάσταση σημειώνεται με κόκκινο χρώμα και όταν βελτιώνει την κατάσταση με γκρι χρώμα. Όταν είναι αποτελεσματικές οι σχετικές σε χρήση PCOs (E σε γκρι χρώμα), ενώ όταν η πύλη είναι αναποτελεσματική δεν υπάρχει σχετική εφαρμογή PCO, και συνεπώς η κατάσταση του πλοίου επιδεινώνεται (ΙΕ σε κόκκινο χρώμα). Αντίστροφα, όταν τα σχετιζόμενα σε χρήση με τις EG PCOs είναι αποτελεσματικά η πύλη είναι αναποτελεσματική (αναποτελεσματική ΙΕ σε γκρι χρώμα).

Η ανάλυση λοιπόν αρχίζει θέτοντας όλες τις σημαντικές πύλες(EG) αποτελεσματικές (αρνητικές). Στη συνέχεια, μία φορά ανά πύλη η διαδικασία εξέλιξης στρέφεται προς την αναποτελεσματική (θετική) κατεύθυνση. Αυτό οδηγεί σε ένα νέο σενάριο με την ανάλογη σχετική συνέπεια και βαθμολόγηση της διακινδύνευσης. Ο συνδυασμός της αποτελεσματικής και αναποτελεσματικής πύλης οδηγεί σε ένα σενάριο με χαμηλότερη συνέπεια ή/και βαθμολόγηση της διακινδύνευσης (ρίσκου) σε σύγκριση με τον αρχικό, που ταυτόχρονα απεικονίζει τη σημαντική πύλη EG. Το σύνολο των σημαντικών πυλών υποδεικνύει την βελτιστοποιημένη σενάριο.

Πίνακας 5. Συνδυασμός αποτελεσματικών και αναποτελεσματικώνσημαντικών πυλών συμβάντων(EGs).

Πύλη Συμβάντος 1	Πύλη Συμβάντος 2	Πύλη Συμβάντος 3	Πύλη Συμβάντος 4	Πύλη Συμβάντος 5	Πύλη Συμβάντος 6	Πύλη Συμβάντος 7	Πύλη Συμβάντος 8	Πύλη Συμβάντος 9	Πύλη Συμβάντος 10	Σενάριο Συμβάντος Βάσει του Τύπου Ατυχήματος	Συνέπεια	Διακινδύνευση
			E				E	E	E	#1. Σενάριο	c1	r1
			E				E	E	IE	#2. Σενάριο	c2	r2
			E				E	IE	E	#3. Σενάριο	c3	r3
			E				IE	E	E	#4. Σενάριο	c4	r4
			IE				E	E	E	#5. Σενάριο	c5	r5

Στην περίπτωση κατά την οποία οι προαναφερθέντες συνδυασμοί δεν έχουν ως αποτέλεσμα τη μείωση της συνέπειας ή/και της διακινδύνευσης μια αντίστροφη ανάλυση ακολουθείται. Σύμφωνα με αυτή, η ανάλυση αρχίζει με όλες τις EG αναποτελεσματικές. Στη συνέχεια, μία πύλη τη φορά μετατρέπεται σε αποτελεσματική. Αυτό οδηγεί σε νέα σενάρια με την ανάλογη συνέπεια και βαθμολόγηση της διακινδύνευσης. Ο συνδυασμός της αποτελεσματικής και αναποτελεσματικής πύλης έχει σαν αποτέλεσμα ένα σενάριο με το υψηλότερο αποτέλεσμα ή/και βαθμό ρίσκου, σε σύγκριση με τον αρχικό, και απεικονίζει τη σημαντική EG. Το σύνολο των σημαντικών EG υποδεικνύει το βελτιστοποιημένο σενάριο.

Για παράδειγμα, θεωρώντας το # 2. Σενάριο στον Πίνακα 5, αν $c2 < c1$ ή/και $r2 < r1$ η Πύλη συμβάντος 10 είναι σημαντική.

Για παράδειγμα, θεωρώντας το # 2. Σενάριο στον Πίνακα 6, αν $c1 < c2$ ή/και $r1 < r2$ η πύλη συμβάντος 10 είναι σημαντική.

Πίνακας 6. Αντίστροφος συνδυασμός αποτελεσματικών και αναποτελεσματικών πυλών συμβάντων EGs.

Πύλη Συμβάντος 1	Πύλη Συμβάντος 2	Πύλη Συμβάντος 3	Πύλη Συμβάντος 4	Πύλη Συμβάντος 5	Πύλη Συμβάντος 6	Πύλη Συμβάντος 7	Πύλη Συμβάντος 8	Πύλη Συμβάντος 9	Πύλη Συμβάντος 10	Σενάριο Συμβάντος Βάσει του Τύπου Ατυχήματος	Συνέπεια	Διακινδύνευση
			IE				IE	IE	IE	#1. Σενάριο	c1	r1
			IE				IE	IE	E	#2. Σενάριο	c2	r2
			IE				IE	E	IE	#3. Σενάριο	c3	r3
			IE				E	IE	IE	#4. Σενάριο	c4	r4
			E				IE	IE	IE	#5. Σενάριο	c5	r5

3.5 ΒΗΜΑ 5: Εφαρμογή επιλογών ελέγχου της ρύπανσης ανά πύλη συμβάντος

Μετά την ταυτοποίηση των σημαντικών πυλών συμβάντος, ο επόμενος στόχος είναι να χαρτογραφηθούν (εντοπιστούν) οι κρίσιμες PCO που αντιστοιχούν σε κάθε μία από αυτές. Είναι προαπαιτούμενο όλες οι PCO να συνδέονται με τη συγκεκριμένη σημαντική EG. Η υλοποιήσιμη PCO, που επιλέγεται από τον κατάλογο του παραρτήματος, πρέπει να είναι ρεαλιστική, αποτελεσματική και εφικτή για το συγκεκριμένο ατύχημα. Αυτή από μόνη της ή σε συνδυασμό με άλλες, είναι σε θέση να μετατρέψει την αξία της EG από ΝΑΙ σε ΟΧΙ και αντίστροφα.

Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζονται τρεις συναφείς PCOs για τις EG 4 και EG9, και δύο σχετικές PCOs για την EG10. Είναι πιθανό ότι μια PCO μπορεί να είναι σε σχέση με περισσότερες από μία EG. Επιπλέον, η σημασία της ή η αποτελεσματικότητά της μπορεί να είναι διαφορετική (όπως δηλαδή η a11 PCO στον ακόλουθο πίνακα).

Πίνακας 7. Σχετικές PCOs για σημαντικές EG.

Πύλη Συμβάντος 1	Πύλη Συμβάντος 2	Πύλη Συμβάντος 3	Πύλη Συμβάντος 4	Πύλη Συμβάντος 5	Πύλη Συμβάντος 6	Πύλη Συμβάντος 7	Πύλη Συμβάντος 8	Πύλη Συμβάντος 9	Πύλη Συμβάντος 10
			PCO a2					PCO a10 PCO a11 PCO a4	PCO a11 PCO a16

Λαμβάνοντας υπόψη τα διάφορα γεγονότα που συμβαίνουν κατά τη διάρκεια ενός ατυχήματος, είναι δυνατή η χρήση κοινών πρακτικών στη θάλασσα (με χρονική ακολουθία και αποτελεσματικότητα), να εντοπίσει ως σημαντικότερες μερικές ή μία από όλες τις σχετικές PCOs. Αυτή η ιδιαίτερη PCO, ικανή από μόνη της να μεταβάλλει την τιμή της αντίστοιχης EG, είναι μία κρίσιμη. Η εφαρμογή της κρίσιμης PCO (ανά EG) αλλάζει σε τοπικό επίπεδο τη διαδρομή του δέντρου⁸, και ως εκ τούτου αναδύεται ένα καλύτερο σενάριο από την άποψη των συνεπειών.

Πίνακας 8. Κρίσιμες PCOs ανά EG.

Πύλη Συμβάντος 1	Πύλη Συμβάντος 2	Πύλη Συμβάντος 3	Πύλη Συμβάντος 4	Πύλη Συμβάντος 5	Πύλη Συμβάντος 6	Πύλη Συμβάντος 7	Πύλη Συμβάντος 8	Πύλη Συμβάντος 9	Πύλη Συμβάντος 10
			PCO a2					PCO a4	PCO a11

Ακολουθώντας την ίδια πρακτική, μία μοναδική PCO ανά μελέτη περίπτωσης μπορεί να είναι η πιο κρίσιμη. Η εφαρμογή αυτής της επιλογής από μόνη της μπορεί να έχει τις χαμηλότερες επιπτώσεις το οποίο αποδεικνύεται από το σενάριο ενός βελτιστοποιημένου ατυχήματος.

⁸ Σημειώνεται ότι τα δένδρα γεγονότων του παραδείγματος, όπως έχει ειπωθεί νωρίτερα, έχουν επικεντρωθεί κυρίως σε κατασκευαστικά θέματα και όχι λειτουργικά, επομένως, οι ανάγκες της συγκεκριμένης ανάλυσης δεν καλύπτονται με τον καταλληλότερο τρόπο.

3.6 ΒΗΜΑ 6: Το νέο βελτιστοποιημένο σενάριο

Η αποτελεσματικότητα της μεθοδολογίας απεικονίζεται από την τροποποίηση του ατυχήματος σε ένα βελτιστοποιημένο νέο σενάριο⁹. Αυτό το σενάριο έχει αναδυθεί από την εφαρμογή των σημαντικών ΕΓ μαζί με τις αντίστοιχες κρίσιμες ΡCO και έχει το χαμηλότερο βαθμό σοβαρότητας όσον αφορά τις συνέπειες, σύμφωνα με τη βαθμονόμηση των εμπειρογνομόνων.

Πίνακας 9. Το νέο βελτιστοποιημένο σενάριο.

Τύπος Ατυχήματος	Πύλη Συμβάντος 1	Πύλη Συμβάντος 2	Πύλη Συμβάντος 3	Πύλη Συμβάντος 4	Πύλη Συμβάντος 5	Πύλη Συμβάντος 6	Πύλη Συμβάντος 7	Πύλη Συμβάντος 8	Πύλη Συμβάντος 9	Πύλη Συμβάντος 10	Σενάριο Περιστατικού Βάσει του Τύπου Ατυχήματος
ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΟΧΙ	-	ΟΧΙ	ΟΧΙ	-	-	ΝΑΙ	ΟΧΙ	ΟΧΙ	#XX. Σενάριο

Η βαθμολόγηση των εμπειρογνομόνων μαζί με την συνολική υπολογισμένη ψηφοφορία του βελτιστοποιημένου σεναρίου παρουσιάζεται στους ακόλουθους δύο πίνακες. Ο Πίνακας 10 περιλαμβάνει το λεπτομερές σκορ για τις συνέπειες στο περιβάλλον, ενώ Πίνακας 11 περιέχει το λεπτομερές σκορ για τη διακινδύνευση.

Πίνακας 10. Βαθμολογία των εμπειρογνομόνων για τις συνέπειες επάνω στο νέο βελτιστοποιημένο σενάριο.

#XX. Σενάριο									
Εμπειρογ νόμων #1	Εμπειρογ νόμων #2	Εμπειρογ νόμων #3	Εμπειρογ νόμων #4	Εμπειρογ νόμων #5	Expert Εμπειρογ νόμων #6	Εμπειρογ νόμων #7	Εμπειρογ νόμων #8	Εμπειρογ νόμων #9	Ψηφοφορία σεναρίου
c1	c2	c3	c4	c5	c6	c7	c8	c9	c

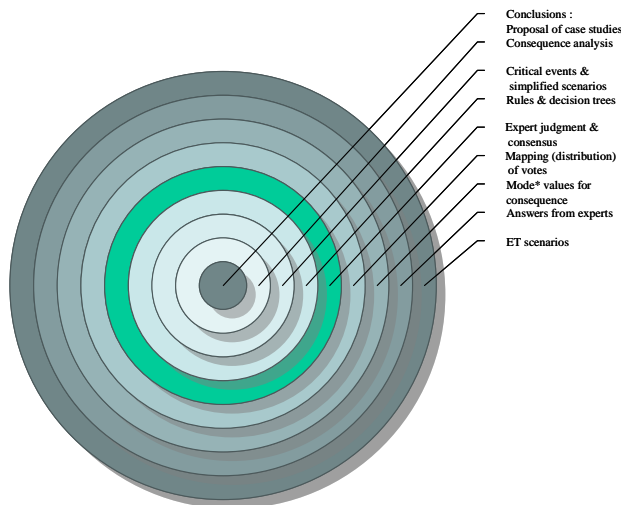
Πίνακας 11. Βαθμολογία των εμπειρογνομόνων για τη διακινδύνευση επάνω στο νέο βελτιστοποιημένο σενάριο.

#XX. Scenario									
Εμπειρογ νόμων #1	Εμπειρογ νόμων #2	Εμπειρογ νόμων #3	Εμπειρογ νόμων #4	Εμπειρογ νόμων #5	Εμπειρογ νόμων #6	Εμπειρογ νόμων #7	Εμπειρογ νόμων #8	Εμπειρογ νόμων #9	Ψηφοφορία σεναρίου
r1	r2	r3	r4	r5	r6	r7	r8	r9	r

⁹ Αυτό το σενάριο αντιστοιχεί επίσης σε ένα από τα προκαθορισμένα σενάρια του δένδρου συμβάντων.

4. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ

Στο παρόν κεφάλαιο εξετάζονται έξι μελέτες περιπτώσεων. Η καθεμία αντιστοιχεί σε ένα συγκεκριμένο τύπο ατυχήματος (προσάραξη, επαφή, σύγκρουση, μη ατυχηματική αστοχία της κατασκευής, πυρκαγιά και έκρηξη). Για να επιλεγούν οι πιο αντιπροσωπευτικές μελέτες περίπτωσης, έγινε μια ολοκληρωμένη ανάλυση των δένδρων γεγονότων σχετικά με τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις, και τελικά, με το ρίσκο της ρύπανσης, η οποία οδήγησε στην επιλογή των ελάχιστων σεναρίων τα οποία είναι σύνολα των απαραίτητων προϋποθέσεων οι οποίες πρέπει να περιλαμβάνονται στις μελέτες περιπτώσεων. Σε αυτή τη φάση, κρίθηκε απαραίτητη η χρήση εξειδικευμένου λογισμικού προκειμένου να δημιουργηθούν κανόνες και δένδρα αποφάσεων που θα σχηματίσουν τα ελάχιστα σενάρια (διαφορετικά αναφέρονται σαν κρίσιμα γεγονότα). Το κριτήριο επιλογής και ο ελάχιστος αριθμός των βασικών σεναρίων ανά τύπο ατυχήματος προέκυψε από την συγκεκριμένη προσέγγιση.



Η συλλογή των κατάλληλων δεδομένων που περιγράφουν τα ιστορικά γεγονότα του ατυχήματος θεωρήθηκε ζωτικής σημασίας για τις ανάγκες της ανάλυσης. Επιπλέον, οι συνέπειες των περιστατικών θα έπρεπε να είναι σοβαρή. Σημειώνεται δε, ότι όλα τα ατυχήματα ήταν σύμφωνα με συγκεκριμένες απαιτήσεις (LOWI-LOSS of Watertight Integrity, διαρροή πετρελαίου/ρύπανση).

Σχήμα 5. Το διάγραμμα στόχος απεικονίζει τη μεθοδολογία για την επιλογή των πιθανών μελετών περίπτωσης, με βάση την βαθμολογία των εμπειρογνομόνων για τις συνέπειες στο περιβάλλον.

4.1 Το περιστατικό του *Tasman Spirit* (προσάραξη)

4.1.1 Περιγραφή του Ατυχήματος

Τον Ιούλιο του 2003, το δεξαμενόπλοιο *Tasman Spirit* (87.584 t dwt), φορτωμένο με αργό πετρέλαιο, σε δυσμενείς καιρικές συνθήκες, προσάραξε κατά την εισαγωγή του στο λιμάνι του Καρατσι, στο Πακιστάν. Το σκάφος απέτυχε να ξεπεράσει τις παλιρροιακές δυνάμεις που του προκάλεσαν απόκλιση στην πορεία του και προσάραξε περίπου ένα μίλι από την ακτή ανατολικά της σηματοδούρας S7, κατά τη διάρκεια της τελικής στροφής του προς το λιμάνι. Ένας πιλότος ήταν πάνω στο πλοίο κατά τη στιγμή της προσάραξης και οι καιρικές συνθήκες ήταν θυελλώδης με μια μεγάλη φουσκοθαλασιά σε εξέλιξη. Το σκάφος γρήγορα κρατήθηκε με το πρωραίο τμήμα επάνω στον αμμόδη και λασπώδη πυθμένα, ενώ το πρυμναίο τμήμα παρέμεινε να επιπλέει στην επιφάνεια. Ενεργοποιήθηκε η διαδικασία αποκόλλησης του σκάφους χρησιμοποιώντας έξι ρυμουλκά που λειτουργούσαν από την *Karachi Port Trust* και το Πακιστανικό Ναυτικό, ωστόσο το πλοίο κόπησε γρήγορα, και οι προσπάθειες προέβησαν ανεπιτυχείς (επίσης κατά τη διάρκεια της διαδικασίας τραβήγματος άρχισαν να διαρρέει πετρέλαιο). Η προσάραξη συνέβη στο τέλος της νοτιο-δυτικής εποχής των μουσώνων με αποτέλεσμα το σκάφος να εκτεθεί σε τεσσάρων μέτρων φουσκοθαλασιά να το κτυπά κατά το πλάτος. Το σκάφος ανήκε στην *Polembros Shipping*, και σε τάρτερ στην *Pakistan National Shipping Corporation* μεταφέροντας φορτίο 67.500 m³ ιρανικού ελαφρού αργού πετρελαίου για την *Pakistan State Oil*.



Εικόνα 1. Αεροπλάνο Hercules ευθυγραμμίζεται για την εκτέλεση ψεκασιμού. Οι περισσότερες ρίψεις αρχισαν σχεδόν κατευθείαν επάνω στο *Tasman Spirit* και ακολούθησε ένα δυτικό κύμα ρίψεων κατά μήκος της ακτής του Πακιστάν.

Το λιμάνι του Καράτσι είναι το κύριο εισαγωγικό και εξαγωγικό λιμάνι του Πακιστάν με το 85% των εισαγωγών να φθάνουν διά θαλλάσσης μέσω του λιμανιού αυτού. Η *Karachi Port Trust* είναι υπεύθυνη για τη διατήρηση ενός ασφαλούς καναλιού και παρέχει υπηρεσίες πλοήγησης για το λιμάνι. Η *Karachi Port Trust* λειτουργεί επίσης σαν κεντρικός φορέας για την αντιμετώπιση της ρύπανσης και ως εκ τούτου ήταν ο κορυφαίος οργανισμός για τη διαχείριση και την αντιμετώπιση της.

Όταν έγινε φανερό ότι το σκάφος δεν επρόκειτο να επιπλεύσει ξανά και ότι η διαδικασία ελάφρυνσης επρόκειτο να διαρκέσει περισσότερο από το αναμενόμενο, ανησυχίες άρχισαν να αναπτύσσονται σχετικά με τη δομική ακεραιότητα του πλοίου. Ο ΙΤΟΡΡ έστειλε ένα τεχνικό σύμβουλο στο Καράτσι για την υποστήριξη του *Protection and Indemnity Club* (Σύλλογος/όμιλος Προστασίας και Ακεραιότητας) στις 10 Αυγούστου. Κατά την άφιξή του, και κατόπιν αξιολόγησης της κατάστασης, η «Συμμαχία» αντιμετώπισης του προβλήματος κινητοποιήθηκε ενώ ο εξοπλισμός και το προσωπικό που ανεχώρησε από το Ηνωμένο Βασίλειο στις 12 Αυγούστου έφθασε στο Καράτσι την επόμενη μέρα. Μετά τη διεξαγωγή μιας εκτεταμένης αξιολόγησης επί τόπου στο σημείο της προσάραξης, αναπτύχθηκε ένα σχέδιο δράσης και άρχισε σοβαρά η προετοιμασία του εξοπλισμού. Το βράδυ της 13ης Αυγούστου το πλοίο έσπασε στα δύο απελευθερώνοντας κατ'εκτίμηση 20.000 m³ αργού πετρελαίου. Μέχρι το βράδυ της 16ης Αυγούστου τα αεροσκάφη πραγματοποιούσαν εξορμήσεις ψεκασιμού, με στόχο τις μεγάλες πετρελαιοκηλίδες που συνέχιζαν να ρέουν έξω από το σπασμένο σκάφος. Ο στόχος ήταν να αποτραπεί η εξάπλωση της κηλίδας κατά μήκος της ακτής προς το Δέλτα του Ινδού, μια οικολογικά ευαίσθητη περιοχή παγκόσμιας σημασίας και ζωτική για τη βιωσιμότητα των αλιευτικών πόρων της περιοχής. Η αντιμετώπιση ήταν εξαιρετικά απαιτητική όσον αφορά το μέγεθος, την τοποθεσία, τους διαθέσιμους πόρους και τις συνθήκες εργασίας. Εκτιμήθηκε ότι η περιοχή που κτυπήθηκε κάλυπτε περίπου 37 km² και η εκτεταμένη μόλυνση στις παραλίες ήταν προφανής. Στις 22 Αυγούστου η δομή του σκάφους κατέρρευσε. Περαιτέρω διαρροή του πετρελαίου αναφέρθηκε στις 29 Αυγούστου. Κατά την ημερομηνία αυτή, 1.800 κυβικά μέτρα υδρογονανθράκων παρέμειναν επί του σκάφους συμπεριλαμβανομένων των λιπαντικών και 200 κυβικά μέτρα καυσίμου (IFO 180). Τον Σεπτέμβριο δεν είχαν απομείνει σημαντικά ίχνη υδρογονανθράκων στο *Clifton Beach*. Παρ'όλα αυτά η ρύπανση παρέμεινε βαθιά αναμειγμένη στο ανώτερο στρώμα του εδάφους σε διαφορετικά μέρη. Προκειμένου να αποφευχθεί η συσσώρευση ελάχιστα μολυσμένων αποβλήτων, αυτή η ρύπανση αφέθηκε για φυσική αποικοδόμηση. 2.500 τόνοι μολυσμένων υλικών συλλέχθηκαν (κυρίως ρυπασμένη άμμος).

27/7/2003 Προσάραξη
30/7/2003 2.000 τόνοι χύθηκαν
08/08/2003 13.000 τόνοι μεταφέρθηκαν σε άλλο σκάφος
13/8/2003 20.000 τόνοι διέρρευσαν
18/8/2003 5.000 τόνοι χύθηκαν
18/8/2003 12.000 τόνοι ανακτώνται από τις δεξαμενές πλοίου
22/8/2003 ~ 1.000 τόνοι χύθηκαν
22/8/2003 14.000 τόνοι παρέμειναν στο ναυάγιο
Συνολικά περίπου 27.000 τόνοι χύθηκαν

4.1.2 Χαρτογράφηση του σεναρίου του ατυχήματος

Για να ταιριάζει η δεδομένη μελέτη περίπτωσης με ένα από τα σενάρια συμβάντων, μπορεί κανείς να ακολουθήσει την ιστορία του ατυχήματος και να ιχνηλατήσει στις αντίστοιχες πύλες συμβάντων. Σε αυτή την περίπτωση, το σενάριο 46 (που παρουσιάζεται στον επόμενο πίνακα) ταιριάζει ακριβώς με το ατύχημα του Tasman Spirit. Το πλοίο προσάραξε, υπέστη ρήγμα στο κύτος (πετρελαιοφόρο μονής γάστρας), πυρκαγιά ή έκρηξη δεν εμφανίζεται, και τελικά το πλοίο σπάει σε κομμάτια.

Πίνακας 2. Προσαρμογή στη δομή των δένδρων γεγονότων – Η μελέτη περίπτωσης του Tasman Spirit

Προσάραξη	Ρήγμα στη γάστρα	Tanker διπλής γάστρας?	Ρήγμα στην εσωτερική γάστρα?	Σκληρή προσάραξη? (το πλοίο κείται στο βυθό)	Φωτιά/Έκρηξη	Φωτιά υπό έλεγχο	Προοδευτική Κατάκλυση: Αστοχία της εγκάρσιας στεγανής φρακτής στις δεξαμενές έρματος	Προοδευτική Κατάκλυση: Αστοχία της εγκάρσιας στεγανής φρακτής στις δεξαμενές φορτίου	Το πλοίο βυθίζεται χωρίς να σπάσει σε κομμάτια	Το πλοίο σπαι σε κομμάτια	Σενάριο συμβάντος προσάραξης
ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΟΧΙ	-	ΝΑΙ	ΟΧΙ	-	-	-	-	ΝΑΙ	46. Απώλεια της δομικής ακεραιότητας: Μονή γάστρα, Ρήγμα στη γάστρα, Το πλοίο κείται στο βυθό της θάλασσας, και σπάει σε κομμάτια

Η απόφαση των εμπειρογνομόνων για το αντίστοιχο σενάριο (# 46) παρουσιάζεται στους ακόλουθους δύο πίνακες. Ο πίνακας 13 απεικονίζει τη λεπτομερή βαθμολόγηση για τις συνέπειες στο περιβάλλον, και ο πίνακας 14 τη λεπτομερή βαθμολόγηση όσον αφορά τη συχνότητα εμφάνισης.

Πίνακας 3. Αξιολόγηση των εμπειρογνομόνων για τις συνέπειες στο περιβάλλον (Σενάριο #46)

Απώλεια της δομικής ακεραιότητας: Μονή γάστρα, Ρήγμα στη γάστρα, Το πλοίο κείται στο βυθό της θάλασσας, και σπάει σε κομμάτια				
Εμπειρογνώμων#3	Εμπειρογνώμων #5	Εμπειρογνώμων #7	Εμπειρογνώμων #9	Ψηφοφορία σεναρίου
4	4	3	4	4

Πίνακας 4. Αξιολόγηση των εμπειρογνομόνων για τη συχνότητα εμφάνισης (Σενάριο #46)

Απώλεια της δομικής ακεραιότητας: Μονή γάστρα, Ρήγμα στη γάστρα, Το πλοίο κείται στο βυθό της θάλασσας, και σπάει σε κομμάτια				
Εμπειρογνώμων#3	Εμπειρογνώμων #5	Εμπειρογνώμων #7	Εμπειρογνώμων #9	Ψηφοφορία σεναρίου
1	1	2	1	1

Σύμφωνα με τους εμπειρογνώμονες, το σενάριο # 46 έχει πολύ μεγάλες συνέπειες (βαθμολογία σεναρίου: 4-καταστροφική) και πολύ χαμηλή συχνότητα εμφάνισης (βαθμολογία σεναρίου: 1 - εξαιρετικά δύσκολο να συμβεί).

4.1.3 Ανάλυση των σημαντικών πυλών συμβάντων

Στο παρόν κεφάλαιο, αρχίζοντας με το σενάριο του ατυχήματος, (σενάριο # 46-με καμία χρήση PCOs), εξετάζεται η εξέλιξη-βελτίωση όσον αφορά τις συνέπειες ή/και τη διακινδύνευση.

Οι πύλες συμβάντων που επηρεάζουν το σενάριο του περιστατικού δίνονται από τα χαρακτηριστικά του ατυχήματος (τύπος ατυχήματος, το μέγεθος του σκάφους, κλπ). Όλες οι πύλες σχετικές με το ατύχημα σημειώνονται με γκριζό. Αυτές θα μπορούσαν να αλλάξουν από αποτελεσματικές σε αναποτελεσματικές και το αντίθετο. Ο συνδυασμός των αποτελεσματικών και αναποτελεσματικών πυλών συμβάντων δίνει τα νέα σενάρια.

Στον πίνακα 15, ξεκινώντας με το σενάριο του περιστατικού, και καθώς σταδιακά μετατρέπεται μία προς μία η αποτελεσματικότητα της κάθε πύλης (EG) μπορούμε να δούμε ότι δεν υπάρχει βελτίωση στις συνέπειες ή τη διακινδύνευση παρότι υπάρχουν αλλαγές στο σενάριο. Πιο συγκεκριμένα, η πρώτη γραμμή του πίνακα 14 αντιπροσωπεύει το ατύχημα του Tasman Spirit, όπου όλες οι σχετικές πύλες είναι αποτελεσματικές. Η ψήφος των εμπειρογνομόνων για τις συνέπειες και το ρίσκο είναι 4 και 5 αντίστοιχα. Δύο από τους επόμενους συνδυασμούς των πυλών οδηγούν πάλι στο σενάριο # 46, ενώ οι δύο εναπομείναντες οδηγούν σε νέα σενάρια (# 47 και # 54). Κανένας από αυτούς τους συνδυασμούς δεν μειώνει τη σοβαρότητα του ατυχήματος. Ως εκ τούτου δεν φαίνεται να αναδύεται κάποια σημαντική πύλη.

Πίνακας 5. Συνδυασμοί αποτελεσματικών και αναποτελεσματικών πυλών συμβάντων –Η μελέτη περίπτωσης του Tasman Spirit.

Ρήγμα στη γάστρα	Tanker διπλής γάστρας?	Ρήγμα στην εσωτερική γάστρα?	Σκληρή προσάραξη? (το πλοίο κείται στον πυθμένα)	Φωτιά/Εκρηξη	Φωτιά υπό έλεγχο	Προοδεντική Κατάκλυση: Αστοχία της εγκάρσιας στεγανής φρακτής στις δεξαμενές έρματος	Προοδεντική Κατάκλυση: Αστοχία της εγκάρσιας στεγανής φρακτής στις δεξαμενές φορτίου	Το πλοίο βυθίζεται χωρίς να σπάσει σε κομμάτια	Το πλοίο σπαι σε κομμάτια	Σενάριο συμβάντος προσάραξης	Συνέπειες	Διακινδύνευση
			E				E	E	E	46. Απώλεια της δομικής ακεραιότητας: Μονή γάστρα, Ρήγμα στη γάστρα, Το πλοίο κείται στο βυθό της θάλασσας, και σπάει σε κομμάτια	4	5
			E				E	E	IE	47. Tanker μονής γάστρας, Ρήγμα στη γάστρα, Το πλοίο κείται στον πυθμένα	4	5
			E				E	IE	E	46. Απώλεια της δομικής ακεραιότητας: Μονή γάστρα, Ρήγμα στη γάστρα, Το πλοίο κείται στο βυθό της θάλασσας, και σπάει σε κομμάτια	4	5
			E				IE	E	E	46. Απώλεια της δομικής ακεραιότητας: Μονή γάστρα, Ρήγμα στη γάστρα, Το πλοίο κείται στο βυθό	4	5

										της θάλασσας, και σπάει σε κομμάτια			
			IE					E	E	E	54. Ολική Ζημία: Tanker μονής γάστρας, Πήγμα στη γάστρα, Το πλοίο επιπλέει ελεύθερα, Σταθερή προοδευτική κατάκλυση σε πολλά διαμερίσματα, Το πλοίο βυθίστηκε	4	5

Στην περίπτωση αυτή εφαρμόζεται η αντίστροφη ανάλυση. Αρχίζοντας με όλες τις πύλες αναποτελεσματικές, μία πύλη τη φορά μετατρέπεται σε αποτελεσματική. Ο συνδυασμός που επιδεινώνει το σενάριο δίνει την κρίσιμη πύλη.

Η πρώτη γραμμή του πίνακα 16, με όλες τις πύλες αναποτελεσματικές, οδηγεί στο σενάριο # 58 (με συνέπεια 3 και διακινδύνευση 5). Με την εξαίρεση τον συνδυασμό με αποτέλεσμα # 56 (όταν κανουμε αποτελεσματική την πύλη «προοδευτική κατάκλυση»), όλοι οι άλλοι συνδυασμοί επιδεινώνουν τις συνέπειες όταν οι σχετικές πύλες είναι αποτελεσματικές. Ως εκ τούτου, στην περίπτωση του Tasman Spirit, οι σημαντικές πύλες είναι τρεις («σκληρή προσάραξη», «το πλοίο βυθίζεται χωρίς να σπάσει σε κομμάτια» και «το πλοίου σπάει σε κομμάτια»).

Πίνακας 16. Αντίστροφοι συνδυασμοί αποτελεσματικών και αναποτελεσματικών πυλών – Η μελέτη περίπτωσης του Tasman Spirit.

Ρήγμα στη γάστρα	Tanker διπλής γάστρας?	Ρήγμα στην εσωτερική γάστρα?	Σκληρή προσάραξη? (το πλοίο κείται στον πυθμένα)	Φωτιά/Εκρήξη	Φωτιά υπό έλεγχο	Προοδευτική Κατάκλυση: Αστοχία της εγκάρσιας στεγανής φρακτής στις δεξαμενές έρματος	Προοδευτική Κατάκλυση: Αστοχία της εγκάρσιας στεγανής φρακτής στις δεξαμενές φορτίου	Το πλοίο βυθίζεται χωρίς να σπάσει σε κομμάτια	Το πλοίο σπάει σε κομμάτια	Σενάριο συμβάντος προσάραξης	Consequence	Risk
			IE				IE	IE	IE	58. Το πλοίο συνεχίζει να επιπλέει: Single Tanker γάστρας μονού τοιχώματος, Ρήγμα στη γάστρα, Το πλοίο επιπλέει ελεύθερα, Δεν εμφανίζεται προοδευτική κατάκλυση	3	5
			IE				IE	IE	E	57. Απώλεια δομικής ακεραιότητας: Tanker γάστρας μονού τοιχώματος, Ρήγμα στη γάστρα, Το πλοίο επιπλέει ελεύθερα, Δεν εμφανίζεται προοδευτική κατάκλυση, Το πλοίο σπάει σε κομμάτια	4	5

			ΙΕ				ΙΕ	E	ΙΕ	57. Απώλεια δομικής ακεραιότητας: Tanker γάστρας μονού τοιχώματος, Ρήγμα στη γάστρα, Το πλοίο επιπλέει ελεύθερα, Δεν εμφανίζεται προοδευτική κατάκλυση, Το πλοίο σπάει σε κομμάτια	4	5
			ΙΕ				E	ΙΕ	ΙΕ	56. Το πλοίο συνεχίζει να επιπλέει: Tanker με γάστρα μονού τοιχώματος, Ρήγμα στη γάστρα, Το πλοίο επιπλέει ελεύθερα, Το πλοίο έχει υποστεί σταθερή προοδευτική κατάκλυση σε πολλά διαμερίσματα	3	5
			E				ΙΕ	ΙΕ	ΙΕ	47. Tanker γάστρας μονού τοιχώματος, Ρήγμα στη γάστρα, Το πλοίο κείται στον βυθό της θάλασσας	4	5

4.1.4 Κρίσιμες PCOs ανά πύλη συμβάντος του σεναρίου

4.1.5 Όλες οι σχετικές PCOs

Οι σχετικές PCOs αλληλεπιδρούν με τις τρεις από τις πύλες γεγονότων. Η PCO2 αφορά στο Σύστημα Υποστήριξης Αποφάσεων που βοηθά τις αποφάσεις σχετικά με την αξιοπλοΐα σε ένα σκάφος με βλάβη. Οι PCO6, PCO7 και PCO8 αναφέρονται σε διαθέσιμα, ισχυρά, αποτελεσματικά και προσαρμοσμένα ρυμουλκά που μπορούν να βοηθήσουν ένα σκάφος να αλλάξει πορεία ώστε να μην προσεράξει σκληρά, ή/και να τραβήξουν το σκάφος με επιτυχία και να το κρατήσουν ώστε να επιπλέει σαν ένα κομμάτι. Με τη βελτίωση της αποτελεσματικότητας των συστημάτων έκτακτης ανάγκης ρυμούλκησης, το σκάφος μπορεί είτε να μην προσεράξει ή να προσεράξει με μειωμένη ταχύτητα. Το κτύπημα θα είναι ήπιο και οι ζημιές ήσσονος σημασίας. Σε αυτή την περίπτωση, το πλοίο με δικά του μέσα ή /και τη δύναμη των ρυμουλκών μπορεί εύκολα να αποκολληθεί από το βυθό της θάλασσας. Τέλος, το πλοίο θα παραμείνει να επιπλέει και θα μπορέσει να προχωρήσει σε ένα ασφαλές καταφύγιο ή για τις αναγκαίες επιθεωρήσεις και τις πιθανές επισκευές.

Η PCO18 αντιστοιχεί σε καλύτερη αντίδραση σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης μέσω της κατάλληλης εκπαίδευσης του πληρώματος. Η χρήση της PCO16 είναι σχετική με τη μεταφόρτωση μεγάλων ποσοτήτων πετρελαίου. Αυτό έχει ως στόχο να κρατήσει το σκάφος ώστε να επιπλέει και να μην σπάσει σε κομμάτια. Επιπλέον, η συνεχής παρακολούθηση της δεξαμενής και των τάσεων-παραμορφώσεων (PCO10, PCO11), παρέχει βοήθεια στις αποφάσεις που αφορούν όλους τους απαραίτητα ελιγμούς και την ασφαλή μεταφορά φορτίου, προκειμένου να διατηρηθεί η ακεραιότητα του σκάφους. Επιπλέον στις τελευταίες PCOs, η χρήση του λογισμικού για τον υπολογισμό της σταθερότητας και της διαμήκουσ αντοχής σε περίπτωση βλάβης (PCO13) βοηθά περαιτέρω ώστε να διατηρηθεί το σκάφος να επιπλέει. Η μεταφορά σε κατάλληλη θέση ενός ασφαλούς καταφυγίου (PCO4 και PCO5) μπορεί να διατηρήσει τη γάστρα του πλοίου σε υποφερτή κατάσταση, έτσι ώστε εργασίες επί του σκάφους και γύρω από το σκάφος να πραγματοποιηθούν σε ήμερες καιρικές συνθήκες και ήρεμη θάλασσα.

Οι σχετικές PCOs ανά κρίσιμη πύλη συμβάντος για την μελέτη περίπτωσης Tasman Spirit παρουσιάζονται στον πίνακα 17.

Πίνακας 6. Σχετικές PCOs ανά πύλη συμβάντος – Μελέτη περίπτωσης του Tasman Spirit .

Ρήγμα στη γάστρα	Tanker διπλής γάστρας?	Ρήγμα στην εσωτερική γάστρα?	Σκληρή πρόσραξη? (το πλοίο κείται στον πυθμένα)	Φωτιά/Εκρηξη	Φωτιά υπό έλεγχο	Προοδευτική Κατάκλυση: Αστοχία της εγκάρσιας στεγανής φρακτής στις δεξαμενές έρματος	Προοδευτική Κατάκλυση: Αστοχία της εγκάρσιας στεγανής φρακτής στις δεξαμενές φορτίου	Το πλοίο βυθίζεται χωρίς να σπάσει σε κομμάτια	Το πλοίο σπάει σε κομμάτια
			PCO2 PCO6 PCO7 PCO 8 PCO18					PCO10 PCO11 PCO4 PCO5 PCO18 PCO13 PCO8 PCO16	PCO11 PCO16 PCO8 PCO5

4.1.6 Οι κρίσιμες PCOs

Η PCO που είναι ικανή να μεταβάλλει από μόνη της την τιμή της σχετικής πύλης(EG), είναι μιά κρίσιμη . Η επιλογή των κρίσιμων PCOs μπορεί να γίνει με τη χρήση της εμπειρίας (εφαρμογή κοινών πρακτικών), ή τη χρονική αλληλουχία, ή παράγοντες βάρους (κοινή λογική).

Πίνακας 7. Κρίσιμες PCOs ανά πύλη συμβάντος – Μελέτη περίπτωσης του Tasman Spirit.

Ρήγμα στη γάστρα	Tanker διπλής γάστρας?	Ρήγμα στην εσωτερική γάστρα?	Σκληρή προσάραξη? (το πλοίο κείται στον πυθμένα)	Φωτιά/Εκρηξη	Φωτιά υπό έλεγχο	Προοδευτική Κατάκλυση: Αστογία της εγκάρσιας στεγανής φρακτής στις δεξιάμενες έρματος	Προοδευτική Κατάκλυση: Αστογία της εγκάρσιας στεγανής φρακτής στις δεξιάμενες φορτίου	Το πλοίο βυθίζεται χωρίς να σπάσει σε κομμάτια	Το πλοίο σπάει σε κομμάτια
			PCO2 PCO 7					PCO5	PCO 11

Οι κρίσιμες PCOs για τη σκληρή προσάραξη είναι η PCO2 και η PCO7. Η καθυστέρηση και η ανεπάρκεια της αντίδρασης των Λιμενικών Αρχών επιδείνωσε στην περίπτωσή μας την κατάσταση του προσαραγμένου πλοίου. Ως εκ τούτου, η ανάγκη για λογισμικό που θα βοηθήσει στις αποφάσεις που αφορούν θέματα αξιοπλοΐας για το πλοίο σε βλάβη θεωρείται ουσιαστική και απαραίτητη. Λαμβάνοντας επίσης υπόψη οι κακές καιρικές συνθήκες και τις ισχυρές παλιρροιακές δυνάμεις που το σκάφος δεν κατάφερε να υπερνικήσει με δικά του μέσα, η βοήθεια των ισχυρών και προσαρμοσμένων ρυμουλκών ήταν αναγκαία ώστε να αποφευχθεί η σκληρή προσάραξη.

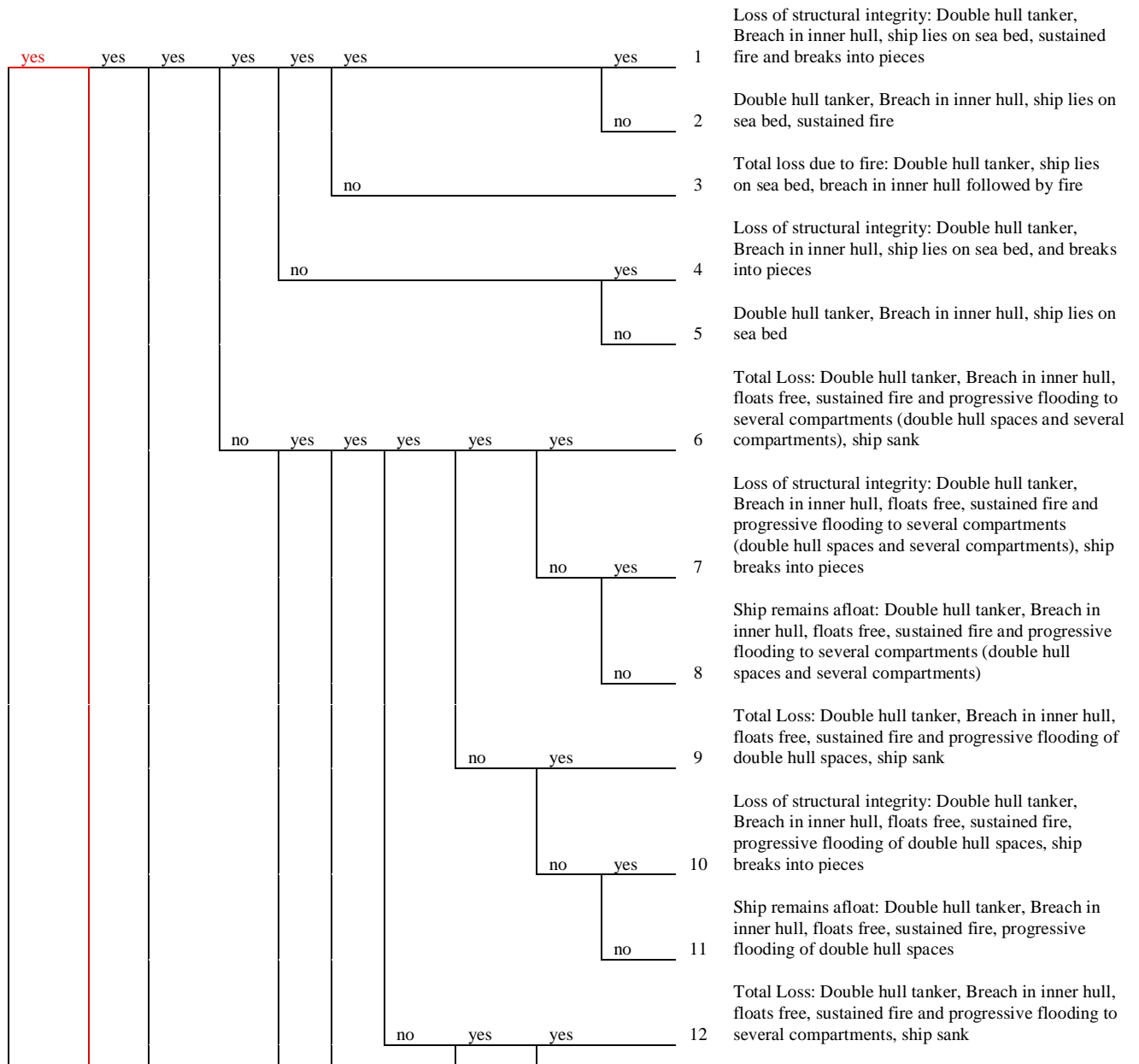
Μετά την προσάραξη και την ανέλκυση, ουσιαστική για την ασφάλεια του πλοίου είναι η δημιουργία συνθηκών ασφαλούς καταφυγίου. Ως εκ τούτου, για την πύλη «το πλοίο βυθίζεται χωρίς να σπάσει σε κομμάτια» η κρίσιμη PCO είναι η #5.

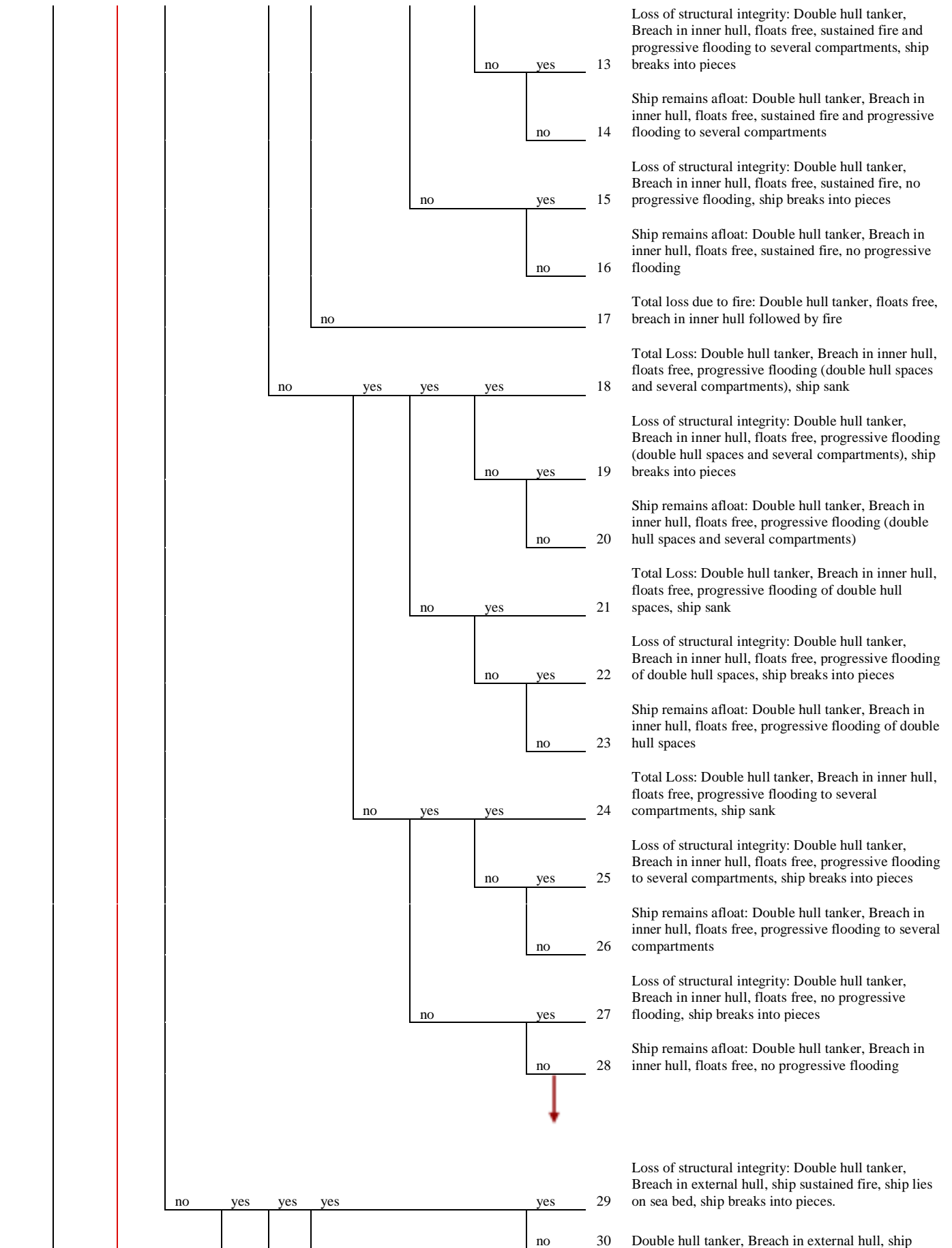
Για την πύλη «το πλοίο σπάει σε κομμάτια», η PCO11 θεωρείται ως πιο σημαντική. Η συνεχής και αποτελεσματική παρακολούθηση της δομικής εκτροπής του κατεστραμμένου σκάφους παρέχει τις απαραίτητες πληροφορίες για τις δράσεις που πρέπει να ληφθούν ώστε να διατηρηθεί η ακεραιότητα της γάστρας.

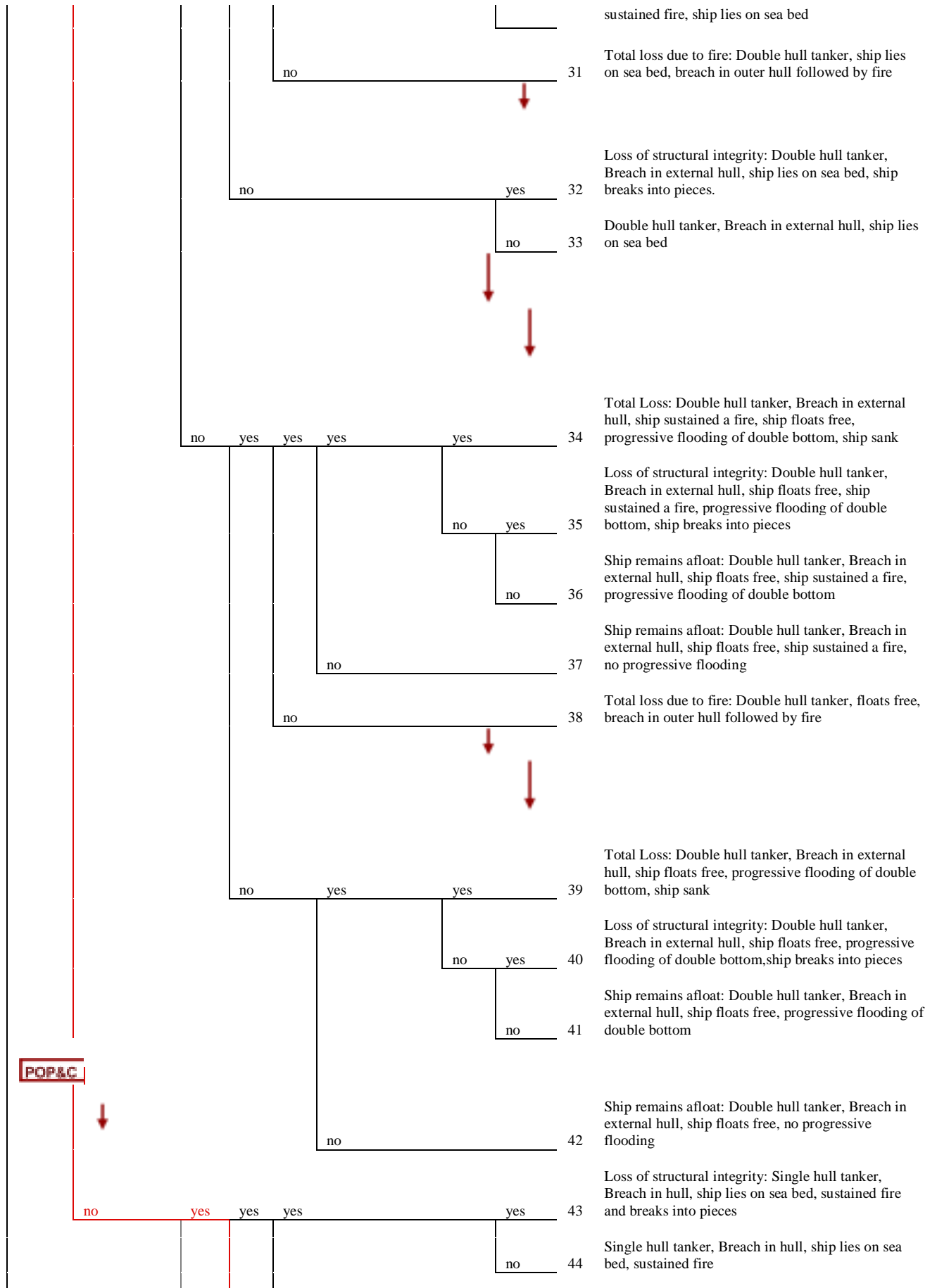
Τέλος η PCO7 μπορεί να θεωρηθεί ως η πιο κρίσιμη επιλογή της μελέτης περίπτωσης. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι έρχεται πριν από οποιαδήποτε άλλη επιλογή, αλλάζοντας τη διαδρομή στο δένδρο γεγονότων σε σενάρια που δίνουν χαμηλότερες συνέπειες για την κατάσταση του πλοίου και επιπτώσεις στο περιβάλλον.

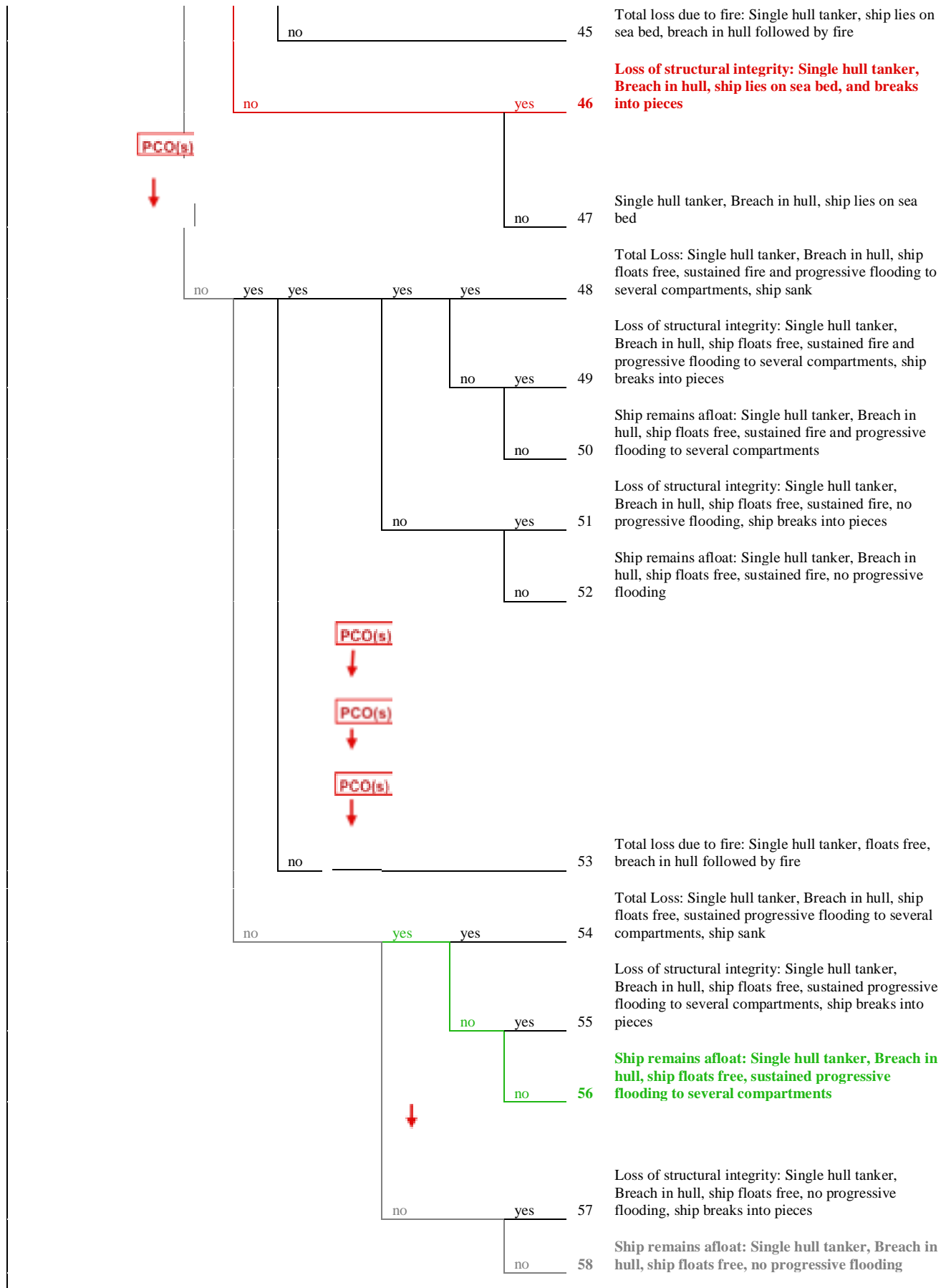
4.1.7 Προσάραξη Δενδρα γεγονότων - Εφαρμογή των PCOs

Grounding	Breach in hull	Double hull tanker?	Breach in inner hull?	Hard Aground? (ship lodges on the ground)	Fire/Explosion	Fire under control	Progressive Flooding: Failure of watertight transverse bulkhead in ballast tanks	Progressive Flooding: Failure of watertight transverse bulkhead in cargo tanks	Ship sinks without breaking into pieces	Ship breaks into pieces	Nº	Scenario
-----------	----------------	---------------------	-----------------------	---	----------------	--------------------	--	--	---	-------------------------	----	----------









no	yes	59	Ship lies on sea bed, no breach in hull due to grounding
	no	60	Ship remains afloat: Ship floats free, no breach in hull due to grounding

4.1.8 Το νέο βελτιωμένο σενάριο.

Στην περίπτωση του Tasman Spirit, σύμφωνα με το δένδρο γεγονότων και τη βαθμολογία των εμπειρογνομόνων, οι κρίσιμες PCOs ανά σημαντική πύλη (EG) είναι οι PCO7, PCO5 και PCO11. Η εφαρμογή όλων αυτών των επιλογών οδηγεί στο σενάριο # 56.

Το νέο αναπτυγμένο σενάριο διατηρεί μερικά από τα χαρακτηριστικά του αρχικού. Το σκάφος είναι tanker με γάστρα μονού τοιχώματος στην οποία δημιουργήθηκε ένα ρήγμα μετά την προσάραξη και δεν υπάρχει εμφάνιση φωτιάς ή έκρηξη. Παρά το πραγματικό περιστατικό σε αυτή την περίπτωση δεν υπάρχει σκληρή προσάραξη, το πλοίο δεν σπάει σε κομμάτια και συνεχίζει να επιπλέει.

Πίνακας 8. Το νέο βελτιωμένο σενάριο– Μελέτη περίπτωσης του The Tasman Spirit.

Ρήγμα στη γάστρα	Tanker διπλής γάστρας?	Ρήγμα στην εσωτερική γάστρα?	Σκληρή προσάραξη? (το πλοίο κείται στον πυθμένα)	Φοτιά/Έκρηξη	Φοτιά υπό έλεγχο	Προοδευτική Κατάκλυση: Αστοχία της εγκάρσιας στεφανής φρακτής στις δεξιμένες έρματος	Προοδευτική Κατάκλυση: Αστοχία της εγκάρσιας στεφανής φρακτής στις δεξιμένες φορτίου	Το πλοίο βοθίζεται χωρίς να σπάσει σε κομμάτια	Το πλοίο σπάει σε κομμάτια	Ρήγμα στη γάστρα	Σενάριο συμβάντος προσάραξης
ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΟΧΙ	-	ΟΧΙ	ΟΧΙ	-	-	ΝΑΙ	ΟΧΙ	ΟΧΙ	56. Το πλοίο συνεχίζει να επιπλέει: Tanker με γάστρα μονού τοιχώματος, Ρήγμα στη γάστρα, Το πλοίο επιπλέει ελεύθερα, Το πλοίο έχει υποστεί σταθερή προοδευτική κατάκλυση σε πολλά διαμερίσματα

Η αξιολόγηση του βελτιωμένου νέου σεναρίου δίνεται στους ακόλουθους πίνακες. Ο πίνακας 20 απεικονίζει τη αναλυτική εκτίμηση των εμπειρογνομόνων για τις συνέπειες ενώ ο πίνακας 21 απεικονίζει την αναλυτική εκτίμηση των εμπειρογνομόνων για τη συχνότητα εμφάνισης.

Εξετάζοντας τις συνέπειες για το περιβάλλον, η ψηφοφορία του σεναρίου (κατηγορία 3) είναι χαμηλότερη σε σύγκριση με τον αρχικό, αλλά συνεχίζει να αξιολογείται ως υψηλό για τις συνέπειες. Επιπλέον, η ψηφοφορία της συχνότητα (κατηγορία 2) είναι μια κατηγορία υψηλότερο σε σύγκριση με το αρχικό, αλλά το νέο βελτιωμένο σενάριο εξακολουθεί να είναι πολύ σπάνιο να συμβεί.

Πίνακας 20. Αξιολόγηση των εμπειρογνομόνων για τις συνέπειες (Σενάριο #56)

Το πλοίο συνεχίζει να επιπλέει: Tanker με γάστρα μονού τοιχώματος, Ρήγμα στη γάστρα, Το πλοίο επιπλέει ελεύθερα, Το πλοίο έχει υποστεί σταθερή προοδευτική κατάκλυση σε πολλά διαμερίσματα				
Εμπειρογνομόνων#3	Εμπειρογνομόνων #5	Εμπειρογνομόνων #7	Εμπειρογνομόνων #9	Ψηφοφορία σεναρίου
3	3	3	3	3

Πίνακας 9. Αξιολόγηση των εμπειρογνομόνων για τη συχνότητα (Scenario #56)

Το πλοίο συνεχίζει να επιπλέει: Tanker με γάστρα μονού τοιχώματος, Ρήγμα στη γάστρα, Το πλοίο επιπλέει ελεύθερα, Το πλοίο έχει υποστεί σταθερή προοδευτική κατάκλυση σε πολλά διαμερίσματα				
Εμπειρογνομόνων#3	Εμπειρογνομόνων #5	Εμπειρογνομόνων #7	Εμπειρογνομόνων #9	Ψηφοφορία σεναρίου
2	2	3	2	2

4.2 Το ατύχημα του NASSIA (σύγκρουση)

4.2.1 Περιγραφή του ατυχήματος

Το προ - MARPOL μονόγαστρο δεξαμενόπλοιο NASSIA και το φορηγό ξηρού φορτίου *M / V SHIPBROKER* (και τα δύο κάτω από Κυπριακή σημαία) συγκρούστηκαν στη βόρεια είσοδο του *Βοσπόρου* στις 13 Μαρτίου 1994. Το NASSIA που ήταν φορτωμένο με 98.500 τόνους ρωσικού αργού πετρελαίου ακολουθούσε τη διαδρομή από το *Νοβοροσίσκ* στη *Γένοβα*, και το SHIPBROKER ήταν σε κατάσταση ερματισμού σε ταξίδι από τη *Χαλκίδα* προς το *Νοβοροσίσκ*. Το πλοίο μεταφοράς φορτίου χύδην, που όπως αναφέρθηκε είχε κλειδωμένο το πηδάλιο, που προκλήθηκε από διακοπή ρεύματος λόγω βλάβης της γενήτριας, έπιασε φωτιά αμέσως μετά τη σύγκρουση, ακολούθως προσάραξε και κάηκε ολοσχερώς, ενώ το NASSIA επίσης έπιασε φωτιά και έχυσε 20.000 t αργού πετρελαίου στα στενά. 30 μέλη πληρώματος και από τα δύο πλοία έχασαν τη ζωή τους μεταξύ των οποίων και ο πλοίαρχος του SHIPBROKER. Η φωτιά στο δεξαμενόπλοιο έσβησε μετά από 4 ημέρες στη Μαύρη Θάλασσα, όπου το σκάφος ρυμουλκήθηκε εκεί γι' αυτό τον σκοπό. Ως αποτέλεσμα του ατυχήματος το σκάφος τελικά χάθηκε, ο *Βόσπορος* μολύνθηκε σοβαρά, η κυκλοφορία σταμάτησε για αρκετές ημέρες και η *Κωνσταντινούπολη* είχε τον κίνδυνο από τις φλόγες – από την επιπλέον φωτιά που παρασύρθηκε από το νότιο ρεύμα των στενών.

13/3/1994 Σύγκρουση

13/3/1994 Έκρηξη / φωτιά και στα δύο σκάφη (30 μέλη πληρώματος σκοτώθηκαν)

13/3/1994 Τα δύο σκάφη προσάραξαν

13/3/1994 Πετρελαιοκηλίδα 20.000 τόνων αργού πετρελαίου από το NASSIA

14/3/1994 Το NASSIA ρυμουλκήθηκε στην Μαύρη Θάλασσα

17/3/1994 Η φωτιά κατασβέστηκε (το περισσότερο από το φορτίο ανακτήθηκε με μία λειτουργία μεταφοράς πλοίο - προς - πλοίο).

4.2.2 Χαρτογράφηση του σεναρίου του ατυχήματος

Με σκοπό να ταιριάξουμε τη δεδομένη μελέτη περίπτωσης με ένα από τα σενάρια του δένδρου γεγονότων, μπορεί κανείς να ακολουθήσει την ιστορία του ατυχήματος και να ιχνηλατήσει στις αντίστοιχες πύλες συμβάντος. Σε αυτή την περίπτωση, το σενάριο # 38 (όπως παρουσιάζονται στον επόμενο πίνακα) ταιριάζει ακριβώς με το ατύχημα του NASSIA. Το πλοίο χτυπήθηκε, υπέστη ρήγμα στο κύτος (δεξαμενόπλοιο με γάστρα μονού τοιχώματος), πήρε φωτιά, και τελικά το πλοίο πήγε για διάλυση.

Πίνακας 10. Προσαρμογή στη δομή των δένδρων γεγονότων – Η μελέτη περίπτωσης του Nassia

Σύγκρουση	Το πλοίο κτυπήθηκε	Ρήγμα στη γάστρα	Tanker με γάστρα μονού τοιχώματος?	Απώλεια της στεγανής φρακτής σύγκρουσης	Ρωγμή στην εσωτερική γάστρα?	Εκρηξη / Φωτιά	Φωτιά κάτω από Έλεγχο	Προοδευτική κατάκλιση των χώρων της διπλής γάστρας: απώλεια της εγκάρσιας φρακτής	Προοδευτική κατάκλιση στον χώρο του φορτίου: απώλεια της εγκάρσιας φρακτής	Το πλοίο βυθίζεται χωρίς να σπάσει σε κομμάτια	Το πλοίο σπάει σε κομμάτια	Σενάριο περιστατικού για σύγκρουση
ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΟΧΙ	-	-	ΝΑΙ	ΟΧΙ	-	-	-	ΝΑΙ	

Οι επόμενοι δύο πίνακες (πίνακας 23 και πίνακας 24) απεικονίζουν την λεπτομερή ψήφο των εμπειρογνομώνων για τις συνέπειες στο περιβάλλον και τη συχνότητα εμφάνισης. Η απόφαση-βαθμονόμηση των εμπειρογνομώνων, για το σενάριο # 38, δίνει μια μέτρια-υψηλή εκτίμηση για τις συνέπειες (σοβαρή, βαθμός σεναρίου: 3) και χαμηλή για την συχνότητα (βαθμός σεναρίου: 2 - πολύ απίθανο να συμβεί).

Πίνακας 11. Αξιολόγηση των εμπειρογνομόνων για τις συνέπειες στο περιβάλλον (Σενάριο #38)

Ολική απώλεια λόγω φωτιάς: Μονόγαστρο δεξαμενόπλοιο, Το πλοίο χτυπήθηκε, Ρήγμα στη γάστρα που οδηγεί σε φωτιά									
Εμπειρογνόμων #1	Εμπειρογνόμων #2	Εμπειρογνόμων #3	Εμπειρογνόμων #4	Εμπειρογνόμων #5	Expert Εμπειρογνόμων #6	Εμπειρογνόμων #7	Εμπειρογνόμων #8	Εμπειρογνόμων #9	Ψηφοφορία σεναρίου
4	3	3	3	3	4	1	4	3	3

Πίνακας 12. Αξιολόγηση των εμπειρογνομόνων για τη συχνότητα εμφάνισης (Σενάριο #38)

Ολική απώλεια λόγω φωτιάς: Μονόγαστρο δεξαμενόπλοιο, Το πλοίο χτυπήθηκε, Ρήγμα στη γάστρα που οδηγεί σε φωτιά									
Εμπειρογνόμων #1	Εμπειρογνόμων #2	Εμπειρογνόμων #3	Εμπειρογνόμων #4	Εμπειρογνόμων #5	Expert Εμπειρογνόμων #6	Εμπειρογνόμων #7	Εμπειρογνόμων #8	Εμπειρογνόμων #9	Ψηφοφορία σεναρίου
2	4	2	2	1	2	2	2	1	2

4.2.3 Ανάλυση των σημαντικών πυλών συμβάντων

Αρχίζοντας με το σενάριο (# 38 – με όλες τις PCOs αποτελεσματικές) που αντιστοιχεί στο ατύχημα, εξετάζεται η εξέλιξη του ατυχήματος σε σχέση με τις συνέπειες και τη διακινδύνευση. Αλλάζοντας τη διαδρομή στο δένδρο γεγονότων, διερχόμενος από ορισμένες πύλες συμβάντων, μπορεί κάποιος να πάρει όλα τα πιθανά νέα σενάρια.

Οι πύλες συμβάντων που επηρεάζουν το σενάριο του περιστατικού, δίνονται από τα χαρακτηριστικά του ατυχήματος (τύπος ατυχήματος, μέγεθος του σκάφους, κλπ). Όλες οι σχετικές με το ατύχημα πύλες εμφανίζονται με γκριζο φόντο. Αυτές μπορούν να αλλάζουν από αποτελεσματικές σε αναποτελεσματικές και το αντίθετο. Ο συνδυασμός των αποτελεσματικών και αναποτελεσματικών πυλών συμβάντων δίνει νέα σενάρια.

Στον πίνακα 25, ξεκινώντας με το σενάριο του ατυχήματος, και μετατρέποντας σταδιακά μία προς μία την αποτελεσματικότητα της κάθε πύλης μπορούμε να δούμε ότι δεν παρουσιάζεται κάποια βελτίωση όσον αφορά τις συνέπειες ή τη διακινδύνευση παρότι υπάρχει αλλαγή στο σενάριο. Πιο συγκεκριμένα, η πρώτη γραμμή του πίνακα 25 αντιπροσωπεύει το ατύχημα του Nassia, όπου όλες οι σχετικές πύλες είναι αποτελεσματικές εκτός από αυτή που περιγράφεται σαν «φωτιά υπό έλεγχο» που έχει την αντίθετη έννοια της αποτελεσματικότητας. Η ψήφος των εμπειρογνομόνων για τη συνέπεια και το ρίσκο είναι αντίστοιχα 3 και 5. Οι τρεις από τους συνδυασμούς των πυλών που ακολουθούν οδηγούν και αυτές στο σενάριο του ατυχήματος, (# 38), ενώ το τελευταίο καταλήγει σε ένα νέο σενάριο (# 33), το οποίο έχει υψηλότερο σκορ σοβαρότητας. Ως εκ τούτου δεν φαίνεται να αναδύεται κάποια σημαντική πύλη συμβάντος.

Πίνακας 13. Συνδυασμός αποτελεσματικών και αναποτελεσματικών πυλών συμβάντος –Μελέτη περίπτωσης του Nassia.

Το πλοίο χτυπήθηκε	Ρήγμα στη γάστρα	Δεξαμενόπλοιο διπλής γάστρας?	Απώλεια της φρακτής σύγκρουσης	Ρωγμή στην εσωτερική γάστρα?	Εκρηξη / Φωτιά	Φωτιά υπό έλεγχο	Προοδευτική κατάκλιση των χώρων της διπλής γάστρας; απώλεια της εγκάρσιας φρακτής	Προοδευτική κατάκλιση στον χώρο του φορτίου; απώλεια της εγκάρσιας φρακτής	Το πλοίο βοθίζεται χωρίς να σπάσει σε κομμάτια	Το πλοίο σπάει σε κομμάτια	Σενάριο περιστατικού για σύγκρουση	Συνέπειες	
												Διακινδύνευση	
						IE		E	E	E	38. Ολική απώλεια λόγω φωτιάς; Μονόγαστρο δεξαμενόπλοιο, Το πλοίο χτυπήθηκε, Ρήγμα στη γάστρα που οδηγεί σε φωτιά	3	5
						IE		E	E	IE	38. Ολική απώλεια λόγω φωτιάς; Μονόγαστρο δεξαμενόπλοιο, Το πλοίο χτυπήθηκε, Ρήγμα στη γάστρα που οδηγεί σε φωτιά	3	5
						IE		E	IE	E	38. Ολική απώλεια λόγω φωτιάς; Μονόγαστρο δεξαμενόπλοιο, Το πλοίο χτυπήθηκε, Ρήγμα στη γάστρα που οδηγεί σε φωτιά	3	5
						IE		IE	E	E	38. Ολική απώλεια λόγω φωτιάς; Μονόγαστρο δεξαμενόπλοιο, Το πλοίο χτυπήθηκε, Ρήγμα στη γάστρα που οδηγεί σε φωτιά	3	5
						E		E	E	E	33. Συνολική απώλεια: Tanker μονού τοιχώματος, Το πλοίο χτυπήθηκε, Ρήγμα στη γάστρα ακολουθούμενο από φωτιά και προοδευτική κατάκλιση σε πολλά διαμερίσματα, Το πλοίο βυθίστηκε	4	6

Στην περίπτωση αυτή, εφαρμόζεται η αντίστροφη ανάλυση. Αρχίζοντας με όλες τις πύλες συμβάντος αναποτελεσματικές, μία πύλη τη φορά μετατρέπεται σε αποτελεσματική. Ο συνδυασμός που επιδεινώνει το σενάριο δίνει την κρίσιμη πύλη συμβάντος. Η πρώτη γραμμή του πίνακα 26, με όλες τις πύλες αναποτελεσματικές (και τη «φωτιά υπό έλεγχο» αποτελεσματική) μας δίνει το σενάριο # 37 (με βαθμολογία 3 για τις συνέπειες και 6 για τη διακινδύνευση). Μόνο ένας συνδυασμός επιδεινώνει τις συνέπειες και είναι σχετικός με την αναποτελεσματικότητα της τελευταίας πύλης. Παρά το αποτέλεσμα αυτό, η σοβαρότητα ορισμένων αναδυόμενων νέων σεναρίων (καλώς οριζόμενα από τις περιγραφές τους) δεν συνάδουν με την βαθμολογία των εμπειρογνομόνων (ψηφοφορία σενάριου). Για παράδειγμα, τα σενάρια που οδηγούν σε συνολική απώλεια (# 38) αξιολογούνται ως ίσα με τους άλλα στα οποία το σκάφος συνεχίζει να επιπλέει και δεν συμβαίνει προοδευτική κατάκλυση (# 37). Κάτω από αυτές τις συνθήκες, στην περίπτωση του Nassia, η μεθοδολογία χρησιμοποιώντας τη δομή των δέντρων μαζί με τη βαθμολογία των εμπειρογνομόνων, οδηγεί σε μόνο μία σημαντική πύλη: την τελευταία («το πλοίο σπάει σε κομμάτια»). Οι υπόλοιπες πύλες δεν φαίνεται να είναι σημαντικές για την τύχη του σκάφους.

Εξίσου, εξετάζοντας όλα τα σενάρια ολικής απώλειας (κατηγορία 4 - καταστροφικό) αποκαλύπτεται ότι η πύλη «φωτιά υπό έλεγχο» ως πολύ σημαντική για την εξέλιξη του σεναρίου. Περιορισμοί στην αποτελεσματική πυρόσβεση και το σβήσιμο της φωτιάς στα αρχικά στάδια διασφαλίζει την ακεραιότητα του πλοίου και την ασφάλεια του φορτίου. Επιπλέον, η διατήρηση της ακεραιότητας της γάστρας μειώνει τον κίνδυνο της προοδευτικής κατάκλυσης στους χώρους του φορτίου. Λαμβάνοντας υπόψη αυτά τα στοιχεία και με σκοπό να μειωθούν οι παραπάνω αντιφάσεις, αποφασίστηκε ότι η «φωτιά υπό έλεγχο», «προοδευτική κατάκλυση» θα πρέπει να ληφθούν στην παρούσα ανάλυση ως σημαντικές πύλες μαζί με την πύλη «το πλοίο σπάει σε κομμάτια».

Πίνακας 14. Αντίστροφοι συνδυασμοί αποτελεσματικών και αναποτελεσματικών πυλών συμβάντων – Μελέτη περίπτωσης του Nassia.

Το πλοίο χτυπήθηκε	Ρήγμα στη γάστρα	Δεξαμενόπλοιο διπλής μάστρας?	Απώλεια της φρακτής συγκρούσε?	Ρύγχη στην εσωτερική μάστρα?	Εκρηξη / Φωτιά	Φωτιά υπό έλεγχο	Προοδευτική κατάκλυση των χώρων της διπλής γάστρας: απώλεια της εγκάρσιας φρακτής	Προοδευτική κατάκλυση στον χώρο του φορτίου: απώλεια της εγκάρσιας φρακτής	Το πλοίο βυθίζεται χωρίς να σπάσει σε κομμάτια	Το πλοίο σπάει σε κομμάτια	Σενάριο περιστατικού για σύγκρουση	Συνέπειες	Διακινδύνευση
						E		IE	IE	IE	37. Το πλοίο συνεχίζει να επιπλέει: Μονόγαστρο δεξαμενόπλοιο, Το πλοίο χτυπήθηκε, Ρήγμα στη γάστρα ακολουθούμενο από φωτιά, χωρίς προοδευτική κατάκλυση	3	6
						IE		IE	IE	IE	38. Ολική απώλεια λόγω φωτιάς: Μονόγαστρο δεξαμενόπλοιο, Το πλοίο χτυπήθηκε, Ρήγμα στη γάστρα που οδηγεί σε φωτιά	3	5

						E		E	IE	IE	35. Το πλοίο συνεχίζει να επιπλέει: Μονόγαστρο δεξαμενόπλοιο, Το πλοίο χτυπήθηκε, ρήγμα στη γάστρα ακολουθούμενο από φωτιά και διαδοχική κατάκλυση σε πολλά διαμερίσματα	3	5
						E		IE	E	IE	37. Το πλοίο συνεχίζει να επιπλέει: Μονόγαστρο δεξαμενόπλοιο, Το πλοίο χτυπήθηκε, Ρήγμα στη γάστρα ακολουθούμενο από φωτιά, χωρίς προοδευτική κατάκλυση	3	6
						E		IE	IE	E	36. Απώλεια της δομικής ακεραιότητας: Μονόγαστρο δεξαμενόπλοιο, Το πλοίο χτυπήθηκε, Ρήγμα στη γάστρα ακολουθούμενο από φωτιά, Χωρίς διαδοχική κατάκλυση, Το πλοίο σπάει σε κομμάτια	4	5

4.2.5 Κρίσιμες PCOs ανά πύλη συμβάντος του σεναρίου

4.2.6 Όλες οι σχετικές PCOs

Οι σχετικές PCOs αλληλεπιδρούν με τρεις από τις πύλες συμβάντος. Αποτελεσματικά εξ'αποστάσεως οδηγούμενα συστήματα πυρόσβεσης (PCO12) περιορίζουν ή / και σβήνουν γρήγορα τη φωτιά στα πρώτα στάδια, ιδίως στις περιπτώσεις που η προσέγγιση είναι δύσκολη λόγω της φλόγας, του καπνού και των εκρήξεων. Γρήγορα και αποτελεσματικά συστήματα πυρόσβεσης μαζί με την κατάλληλη εκπαίδευση του πληρώματος (PCO18, PCO19) παρέχουν καλύτερη αντίδραση στην περίπτωση της έκτακτης ανάγκης από φωτιά. Με τον τρόπο αυτό η ακεραιότητα της γάστρας είναι εξασφαλισμένη και άλλες διαδικασίες μπορούν να ακολουθήσουν. Επίσης, ένα σύστημα υποστήριξης αποφάσεων, για τις αρχές στην ξηρά (PCO2), θα μπορούσε να βοηθήσει το σκάφος με αποφάσεις που αφορούν θέματα αξιοπλοΐας; αφού έχει επέλθει η ζημία.

Αποτελεσματικά έκτακτης ανάγκης συστήματα ρυμούλκησης (PCO8) με ισχυρά προσαρμοσμένα ρυμουλκά (PCO7), μπορούν να βοηθήσουν στη μετακίνηση του σκάφους σε μια προαποφασισμένη περιοχή (PCO5) όπου η πυρόσβεση μπορεί να εφαρμοστεί πιο αποτελεσματικά κρατώντας το σκάφος σε συνθήκες ασφαλούς καταφυγίου. Με τη βελτίωση της αποτελεσματικότητας των συστημάτων έκτακτης ανάγκης ρυμούλκησης το πλοίο θα συνεχίσει να επιπλέει με το μεγαλύτερο μέρος του φορτίου του ανέπαφο, ενώ, επιπροσθέτως, άλλες διαδικασίες, όπως μεταφόρτωση πετρελαίου (PCO16) μπορούν να ενεργοποιηθούν.

Επιπλέον, η συνεχής παρακολούθηση των δεξαμενών και των τάσεων-παραμορφώσεων (PCO10, PCO11) βοηθά στη λήψη των σωστών αποφάσεων σχετικά με τις απαραίτητες μανούβρες και την ασφαλή μεταφορά του φορτίου.

Η μεταφορά σε μία κατάλληλη θέση ενός ασφαλούς καταφυγίου (PCO5) θα διατηρήσει τη γάστρα του πλοίου σε υποφερτή κατάσταση, έτσι ώστε εργασίες επί και γύρω του σκάφους να μπορούν να πραγματοποιηθούν σε ήρεμες καιρικές και συνθήκες θάλασσας.

Οι σχετικές PCOs ανά κρίσιμη πύλη συμβάντος στην μελέτη περίπτωσης του Nassia παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 15. Σχετικές PCOs ανά πύλη συμβάντος – Μελέτη περίπτωσης του Nassia.

Σύγκρουση	Το πλοίο κτυπήθηκε	Ρήγμα στη γάστρα	Δεξαμενόπλοιο διπλής γάστρας?	Απώλεια της φρακτής σύγκρουσης	Ρήγμα στην εσωτερική γάστρα?	Εκρηξη / Φωτιά	Φωτιά κάτω από έλεγχο	Προοδευτική κατάκλυση των χώρων της διπλής γάστρας; απώλεια της εγκάρσιως φρακτής	Προοδευτική κατάκλυση στον χώρο του φορτίου; απώλεια της εγκάρσιως φρακτής	Το πλοίο βυθίζεται χωρίς να σπάσει σε κομμάτια	Το πλοίο σπάει σε κομμάτια
							PCO12 PCO19 PCO8 PCO7 PCO2		PCO10 PCO11 PCO16 PCO5 PCO8 PCO18		PCO11 PCO8 PCO16

4.2.7 Οι κρίσιμες PCOs

Οι PCOs ικανές να μεταβάλλουν από μόνες τους την τιμή της σχετικής πύλης, είναι οι κρίσιμες. Η επιλογή των κρίσιμων PCOs μπορεί να γίνει με τη χρήση της εμπειρίας (κοινές πρακτικές), τη χρονική αλληλουχία, παράγοντες βάρους (κοινή λογική), ή συνδυασμό τους.

Πίνακας 16. Κρίσιμες PCOs ανά πύλη συμβάντος – Μελέτη περίπτωσης του Nassia.

Σύγκρουση	Το πλοίο κτυπήθηκε	Ρήγμα στη γάστρα	Δεξιμενόπλοιο διαπλής γάστρας?	Απώλεια της φρακτής σύγκρουσης	Ρήγμα στην εσωτερική γάστρα?	Εκρηξη / Φωτιά	Φωτιά κάτω από έλεγχο	Προοδευτική κατάκλυση των χώρων της διαπλής γάστρας: απώλεια της εγκάρσιας φρακτής	Προοδευτική κατάκλυση στον χώρο του φορτίου: απώλεια της εγκάρσιας φρακτής	Το πλοίο βυθίζεται χωρίς να σπάσει σε κομμάτια	Το πλοίο σπάει σε κομμάτια
							PCO12		PCO 10		PCO 11

Κρίσιμη PCO για την πύλη «φωτιά υπό έλεγχο» είναι η PCO12, ενώ η PCO10 είναι κρίσιμη σημασίας για την πύλη «προοδευτική κατάκλυση στον χώρο του φορτίου».

Για την πύλη «το πλοίο σπάει σε κομμάτια» η PCO11 θεωρείται ως η πιο σημαντική. Η συνεχής και αποτελεσματική παρακολούθηση εκτροπής της γάστρας του κατεστραμμένου σκάφους παρέχει τις απαραίτητες πληροφορίες για τις δράσεις που πρέπει να ληφθούν έτσι ώστε να διατηρηθεί η ακεραιότητα της.

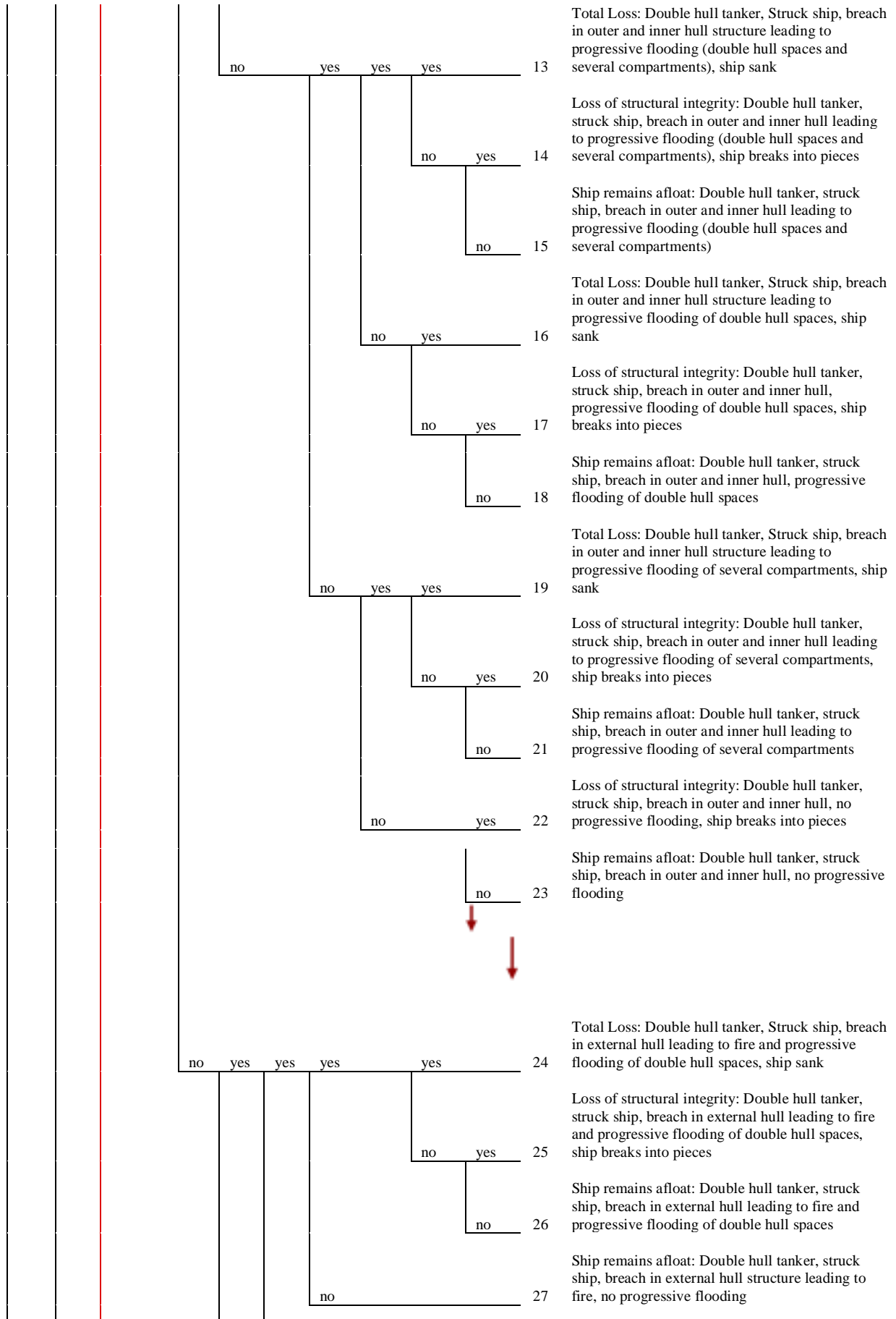
Τέλος η PCO12 μπορεί να θεωρηθεί ως η πιο κρίσιμη επιλογή της μελέτης περίπτωσης. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι έρχεται πριν από οποιαδήποτε άλλη επιλογή, μειώνοντας τις συνέπειες λόγω της πυρκαγιάς (μικρές ζημιές στην κατασκευή και μικρότερη απώλεια φορτίου). Στη συνέχεια μπορούν να ενεργοποιηθούν και οι άλλες διαδικασίες που αφορούν την ακεραιότητα πλοία και την ασφάλεια του φορτίου.

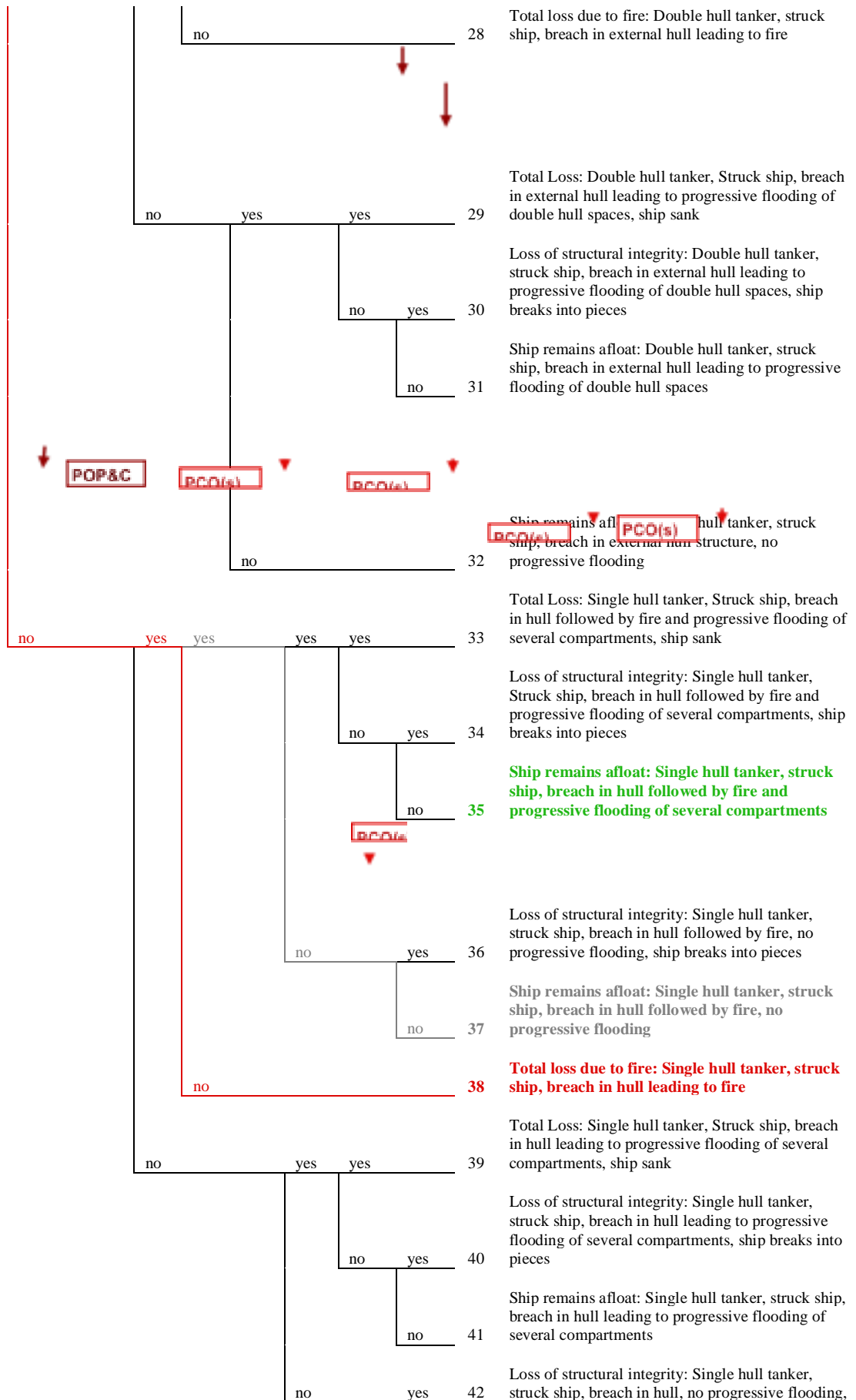
4.2.8 Δένδρο γεγονότων για τη σύγκρουση – Εφαρμογή των PCOs

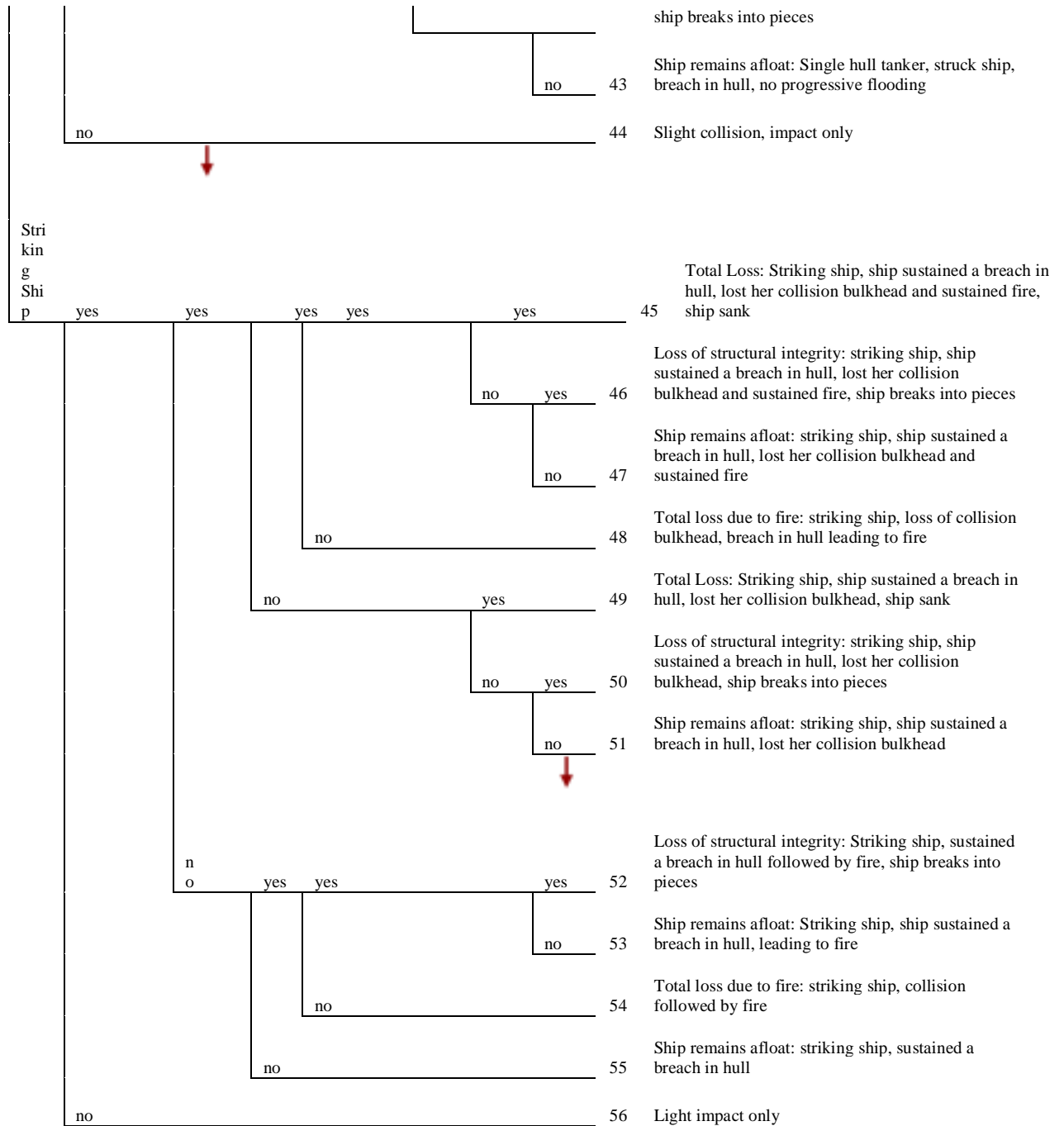
Collision	Struck Ship											N°	Scenario
	Breach in hull												
	Double hull tanker?												
	Loss of Collision bulkhead												
	Breach in inner hull?												
	Explosion / Fire												
	Fire under control												
	spaces: failure of transverse bulkheads												
	Progressive flooding in cargo section: failure of transverse bulkheads												
	Ship sinks without breaking into pieces												
Ship breaks into piece													



yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	1	Total Loss: Double hull tanker, Struck ship, breach in outer and inner hull structure leading to fire and progressive flooding (double hull spaces and several compartments), ship sank	
									no	yes	2	Loss of structural integrity: Double hull tanker, struck ship, breach in outer and inner hull leading to fire and progressive flooding (double hull spaces and several compartments), ship breaks into pieces
										no	3	Ship remains afloat: Double hull tanker, struck ship, breach in outer and inner hull leading to fire and progressive flooding (double hull spaces and several compartments)
									no	yes	4	Total Loss: Double hull tanker, Struck ship, breach in outer and inner hull structure leading to fire and progressive flooding of double hull spaces, ship sank
									no	yes	5	Loss of structural integrity: Double hull tanker, struck ship, breach in outer and inner hull leading to fire, progressive flooding of double hull spaces, ship breaks into pieces
										no	6	Ship remains afloat: Double hull tanker, struck ship, breach in outer and inner hull leading to fire, progressive flooding of double hull spaces
								no	yes	yes	7	Total Loss: Double hull tanker, Struck ship, breach in outer and inner hull structure leading to fire and progressive flooding of several compartments, ship sank
									no	yes	8	Loss of structural integrity: Double hull tanker, struck ship, breach in outer and inner hull leading to fire and progressive flooding of several compartments, ship breaks into pieces
										no	9	Ship remains afloat: Double hull tanker, struck ship, breach in outer and inner hull leading to fire and progressive flooding of several compartments
								no		yes	10	Loss of structural integrity: Double hull tanker, struck ship, breach in outer and inner hull leading to fire, no progressive flooding, ship breaks into pieces
										no	11	Ship remains afloat: Double hull tanker, struck ship, breach in outer and inner hull leading to fire, no progressive flooding
								no			12	Total loss due to fire: Double hull tanker, struck ship, breach in outer and inner hull leading to fire







4.2.9 Το νέο βελτιωμένο σενάριο

Στην περίπτωση του Nassia, κρίσιμες PCOs ανά σημαντικό πύλη είναι οι PCO12, PCO10 και PCO11. Η εφαρμογή όλων αυτών των επιλογών οδηγεί στο σενάριο # 37.

Το νέο αναπτυγμένο σενάριο διατηρεί μερικά από τα χαρακτηριστικά του αρχικού. Το σκάφος είναι ένα μονόγαστρο δεξαμενόπλοιο, στην οποίο υπέστη ρήγμα στη γάστρα μετά τη σύγκρουση ακολουθούμενο από φωτιά. Οι διαφορές σε σχέση με το πραγματικό περιστατικό είναι ότι η φωτιά τώρα είναι υπό έλεγχο, η προοδευτική κατάκλυση του χώρου φορτίου δεν συμβαίνει, και τελικά το σκάφος δεν σπάει σε κομμάτια και συνεχίζει να επιπλέει.

Πίνακας 17. Το νέο βελτιωμένο σενάριο – Μελέτη περίπτωσης του Nassia.

Σύγκρουση	Το πλοίο χτυπήθηκε	Ρήγμα στη γάστρα	Δεξαμενόπλοιο διπλής γάστρας?	Απώλεια της φρακτής σύγκρουσης	Ρήγμα στην εσωτερική γάστρα?	Εκρηξη / Φωτιά	Φωτιά κάτω από έλεγχο	Προοδευτική κατάκλυση των χώρων της διπλής γάστρας: απώλεια της εγκάρσιας φρακτής	Προοδευτική κατάκλυση στον χώρο του φορτίου: απώλεια της εγκάρσιας φρακτής	Το πλοίο βυθίζεται χωρίς να σπάσει σε κομμάτια	Το πλοίο σπάει σε κομμάτια	Σενάριο περιστατικού για σύγκρουση
N A I	N A I	N A I	<u>OXI</u>	-	-	N A I	N A I	-	OXI	-	OXI	37. Το πλοίο συνεχίζει να επιπλέει: Μονόγαστρο δεξαμενόπλοιο, Το πλοίο χτυπήθηκε, Ρήγμα στη γάστρα ακολουθούμενο από φωτιά, χωρίς προοδευτική κατάκλυση

Η αξιολόγηση του νέου βελτιωμένου σεναρίου δίνεται στους ακόλουθους πίνακες. Ο πίνακας 30 απεικονίζει την αναλυτική εκτίμηση των εμπειρογνομόνων για τις συνέπειες ενώ ο πίνακας 31 απεικονίζει την αναλυτική εκτίμηση των εμπειρογνομόνων για τη συχνότητα εμφάνισης του σεναρίου.

Όταν μελετώνται οι συνέπειες για το περιβάλλον, η βαθμολογία του σεναρίου (κατηγορία 3) είναι ίση με την αρχική (σοβαρές συνέπειες) αλλά στην πραγματικότητα είναι ένα καλύτερο σενάριο μιάς και η φωτιά είναι υπό έλεγχο, δεν υπάρχει προοδευτική κατάκλυση και τελικά το πλοίο συνεχίζει να επιπλέει. Επιπλέον, η βαθμολογία για τη συχνότητα (κατηγορία 3) είναι κατά μια κατηγορία υψηλότερη σε σύγκριση με το αρχικό, αλλά το νέο αναπτυγμένο σενάριο είναι δύσκολο να συμβεί.

Πίνακας 30. Αξιολόγηση των εμπειρογνομόνων για τις συνέπειες (Σενάριο #37)

Το πλοίο συνεχίζει να επιπλέει: Μονόγαστρο δεξαμενόπλοιο, Το πλοίο χτυπήθηκε, Ρήγμα στη γάστρα ακολουθούμενο από φωτιά, χωρίς προοδευτική κατάκλυση									
Εμπειρογ νόμων #1	Εμπειρογ νόμων #2	Εμπειρογ νόμων #3	Εμπειρογ νόμων #4	Εμπειρογ νόμων #5	Expert Εμπειρογ νόμων #6	Εμπειρογ νόμων #7	Εμπειρογ νόμων #8	Εμπειρογ νόμων #9	Ψηφοφορία σεναρίου
4	3	3	3	3	4	2	4	3	3

Πίνακας 18. Αξιολόγηση των εμπειρογνομόνων για τη συχνότητα εμφάνισης (Σενάριο #37)

Το πλοίο συνεχίζει να επιπλέει: Μονόγαστρο δεξαμενόπλοιο, Το πλοίο χτυπήθηκε, Ρήγμα στη γάστρα ακολουθούμενο από φωτιά, χωρίς προοδευτική κατάκλυση									
Εμπειρογ νόμων #1	Εμπειρογ νόμων #2	Εμπειρογ νόμων #3	Εμπειρογ νόμων #4	Εμπειρογ νόμων #5	Expert Εμπειρογ νόμων #6	Εμπειρογ νόμων #7	Εμπειρογ νόμων #8	Εμπειρογ νόμων #9	Ψηφο φορία σεναρί ου
3	4	1	2	1	3	2	3	1	3

4.3 Το ατύχημα του ΚΑΤJA (Επαφή)

4.3.1 Περιγραφή του ατυχήματος

Η διαρροή και η επακόλουθη ρύπανση από το *Katja* στο λιμάνι της *Χάβρης* είναι μια απεικόνιση ενός σημαντικού γεγονότος, ότι δηλαδή σε σχέση με τις μεγάλες πετρελαιοκηλίδες που συχνά χρησιμοποιούνται ως «ορόσημα» ή «σημεία αναφοράς», οι μικρές διαρροές μπορεί να απαιτήσουν μερικές φορές εκτεταμένους πόρους και να έχουν σημαντική επίπτωση στην τοπική οικονομία, κρατώντας ταυτόχρονα πολύ απασχολημένα τα μέσα μαζικής ενημέρωσης. Η διαρροή πετρελαίου σημειώθηκε στις 00:20 της 7^{ης} Αυγούστου 1997, μετά από ένα σφάλμα ελλειμνισμού στο κρηπίδωμα του προβλήτα 3 του λιμανιού της *Χάβρης*.

Το *Katja* είναι ένα VLCC με συνολικό μήκος 232 μ. με σημαία *Μπαχάμες*, που χτίστηκε το 1995 σύμφωνα με τα νέα πρότυπα κατασκευής στον απόηχο του *Exxon Valdez*, δηλαδή με απαίτηση διπλής γάστρας σύμφωνα με την πρόσφατη νομοθεσία των ΗΠΑ. Αλλά στο σημείο που τρύπησε η δεξαμενή δεν απαιτείται διπλή γάστρα σύμφωνα όμως με την ίδια νομοθεσία.

Η διαρροή σημειώθηκε μόλις πριν την άμπωτη. Ως εκ τούτου, 187 τόνοι καυσίμου τύπου C ξέφυγαν στον προβλήτα 3. Το πετρέλαιο ήταν βαρύ καύσιμο (HFO) με πυκνότητα 0.98 και ιξώδες (350 cSt στους 50 ° C). Μόλις τα ρυμουλκά είχαν τελειώσει την τοποθέτηση του *Katja* για το δέσιμο, σχεδόν το ήμισυ της κηλίδας ξέφυγε από το τερματικό, παρασύρθηκε νότια μέσω των λεκανών του λιμανιού με αποτέλεσμα να ρυπάνει τις λιμενικές εγκαταστάσεις. Περίπου 30 με 60 τόνους της πετρελαιοκηλίδας ξέφυγε από την περιοχή του λιμανιού, το πρωί της 7^{ης} και παρασύρθηκε έξω στη θάλασσα με την απερχόμενη παλίρροια.

Μια δύναμη επέμβασης από 300 άτομα (τοπικές αρχές, πυροσβεστικών σώμα, και στρατός) διοργανώθηκε ενώ οι παραλίες της *Χάβρης* και του *Saint Adresse* καθαρίστηκαν σε μεγάλη κλίμακα μόλις ο κίνδυνος της ρύπανσης αποφεύχθηκε, 4 ημέρες μετά τη διαρροή. Η διαδικασία ψεκασμού ήταν καταδικασμένη μιας και το πετρέλαιο ήταν παχύρρευστο και η κατάσταση της θάλασσας πολύ ήρεμη πράγμα που σήμαινε ότι το χημικό διασποράς και το πετρέλαιο δεν μπορούσαν να αναμειχθούν. Κατά τη διάρκεια της εβδομάδας που οδήγησε στο μακρύ Σαββατοκύριακο της 15ης Αυγούστου, η διαχείριση κρίσεων και η απεργία του προσωπικού σταδιακά μειώθηκε και έληξε η απαγόρευση της κολύμβησης.



Εικόνα 2. Αεροφωτογραφία της πετρελαιοκηλίδας του *Katja* στη Le Havre - Πηγή Cedre

7/8/1997 Επαφή με τον προβλήτα #3 στο λιμάνι της Χάβρης
7/8/1997 187 τόνοι καυσίμου C αμέσως χύθηκαν
7/8/1997 Ρήγμα στη γάστρα κοντά σε δεξαμενή καυσίμου

} ~ 187 τόνοι χύθηκαν

3.3.2 Χαρτογράφηση/Ιχνηλάτηση του σενάριου του ατυχήματος

Με σκοπό να ταιριάξουμε τη δεδομένη μελέτη περίπτωσης με ένα από τα σενάρια του δένδρου γεγονότων, μπορεί κανείς να ακολουθήσει την ιστορία του ατυχήματος και να ιχνηλατήσει στις αντίστοιχες πύλες συμβάντος. Σε αυτή την περίπτωση, το σενάριο #43 (που παρουσιάζεται στον επόμενο πίνακα) ταιριάζει ακριβώς με το ατύχημα του Katja. Το πλοίο χτύπησε στην αποβάθρα το χώρο του μηχανοστασίου, υπέστη ρήγμα στη γάστρα (πετρελαιοφόρο διπλής γάστρας, αλλά μονής γάστρας στο μηχανοστάσιο), το οποίο προκάλεσε διαρροή πετρελαίου από μία δεξαμενή καυσίμων. Δεν εκδηλώθηκε ούτε πυρκαγιά ούτε έκρηξη και το σκάφος συνέχισε να επιπλέει.

Πίνακας 19. Προσαρμογή στη δομή των δένδρων γεγονότων – Μελέτη περίπτωσης του Katja

Επαφή	Ρήγμα στη γάστρα	Δεξαμενόπλοιο διπλής γάστρας?	Ρήγμα στην εσωτερική γάστρα?	Εκρηξη/ Φοτιά	Φοτιά υπό έλεγχο	Προοδευτική κατάκλυση των χώρων ανάμεσα από τις γάστρες; Απόλεια της εγκάρσιας φρακτής	Προοδευτική κατάκλυση των χώρων του φορτίου: Απόλεια της εγκάρσιας φρακτής	Το πλοίο βυθίζεται χωρίς να σπάσει σε κομμάτια	Το πλοίο σπάει σε κομμάτια	Σενάριο ατυχήματος για επαφή
ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΟΧΙ	-	ΟΧΙ	-	-	ΟΧΙ	-	ΟΧΙ	43. Το πλοίο συνεχίζει να επιπλέει: Tanker μονής γάστρας, Ρήγμα στη γάστρα, Δεν συμβαίνει προοδευτική κατάκλυση

Ακολουθώντας την βαθμολόγηση των εμπειρογνομόνων στην περίπτωση του Katja, καταγράφεται ένα υψηλό αποτέλεσμα για τις συνέπειες (« κατη γορία3 », σοβαρής μορφής) και για τη συχνότητα σπάνια εμφάνιση (« κατηγορία 4 »). Οι επόμενοι δύο πίνακες (πίνακας 33 & πίνακας 34) απεικονίζουν λεπτομερώς την κρίση των εμπειρογνομόνων σχετικά με τη συνέπεια και τη συχνότητα.

Πίνακας 20. Αξιολόγηση των εμπειρογνομόνων για τις συνέπειες (Σενάριο #43)

Το πλοίο συνεχίζει να επιπλέει: Tanker μονής γάστρας, Ρήγμα στη γάστρα, Δεν συμβαίνει προοδευτική κατάκλυση									
Εμπειρογ νόμων #1	Εμπειρογ νόμων #2	Εμπειρογ νόμων #3	Εμπειρογ νόμων #4	Εμπειρογ νόμων #5	Expert Εμπειρογ νόμων #6	Εμπειρογ νόμων #7	Εμπειρογ νόμων #8	Εμπειρογ νόμων #9	Ψηφο φορία σεναρίου
4	1	3	3	3	4	1	4	3	3

Πίνακας 21. Αξιολόγηση των εμπειρογνομόνων για τη συχνότητα (Σενάριο #43)

Το πλοίο συνεχίζει να επιπλέει: Tanker μονής γάστρας, Ρήγμα στη γάστρα, Δεν συμβαίνει προοδευτική κατάκλυση									
Εμπειρογ νόμων #1	Εμπειρογ νόμων #2	Εμπειρογ νόμων #3	Εμπειρογ νόμων #4	Εμπειρογ νόμων #5	Expert Εμπειρογ νόμων #6	Εμπειρογ νόμων #7	Εμπειρογ νόμων #8	Εμπειρογ νόμων #9	Ψηφο φορία σεναρίου
4	4	3	4	3	4	4	4	3	4

4.3.2 Η ανάλυση των σημαντικών πυλών γεγονότων

Η διαδρομή πέρα από το σενάριο του ατυχήματος είναι μάλλον άκαμπτη. Στην περίπτωση του *Katja*, χρησιμοποιώντας την προκαθορισμένη δομή του δένδρου γεγονότων, δεν υπάρχουν άλλες επιλογές που να μπορούν να εφαρμοστούν, προκειμένου να έχουμε μια διαφορετική ανάπτυξη σεναρίου. Αυτό φαίνεται καθαρά στο διάγραμμα του δένδρου γεγονότων. Το περιστατικό είναι μιά επαφή με μια αποβάθρα που ακολουθείται από ένα ρήγμα στο κύτος του χώρου του μηχανοστασίου και διαρροή πετρελαίου, αλλά λόγω της χαμηλής δυναμικής των γεγονότων του, φωτιά, έκρηξη και προοδευτική κατάκλυση δεν συμβαίνουν. Έτσι, το σκάφος δεν σπάει σε κομμάτια και δεν βυθίζεται.

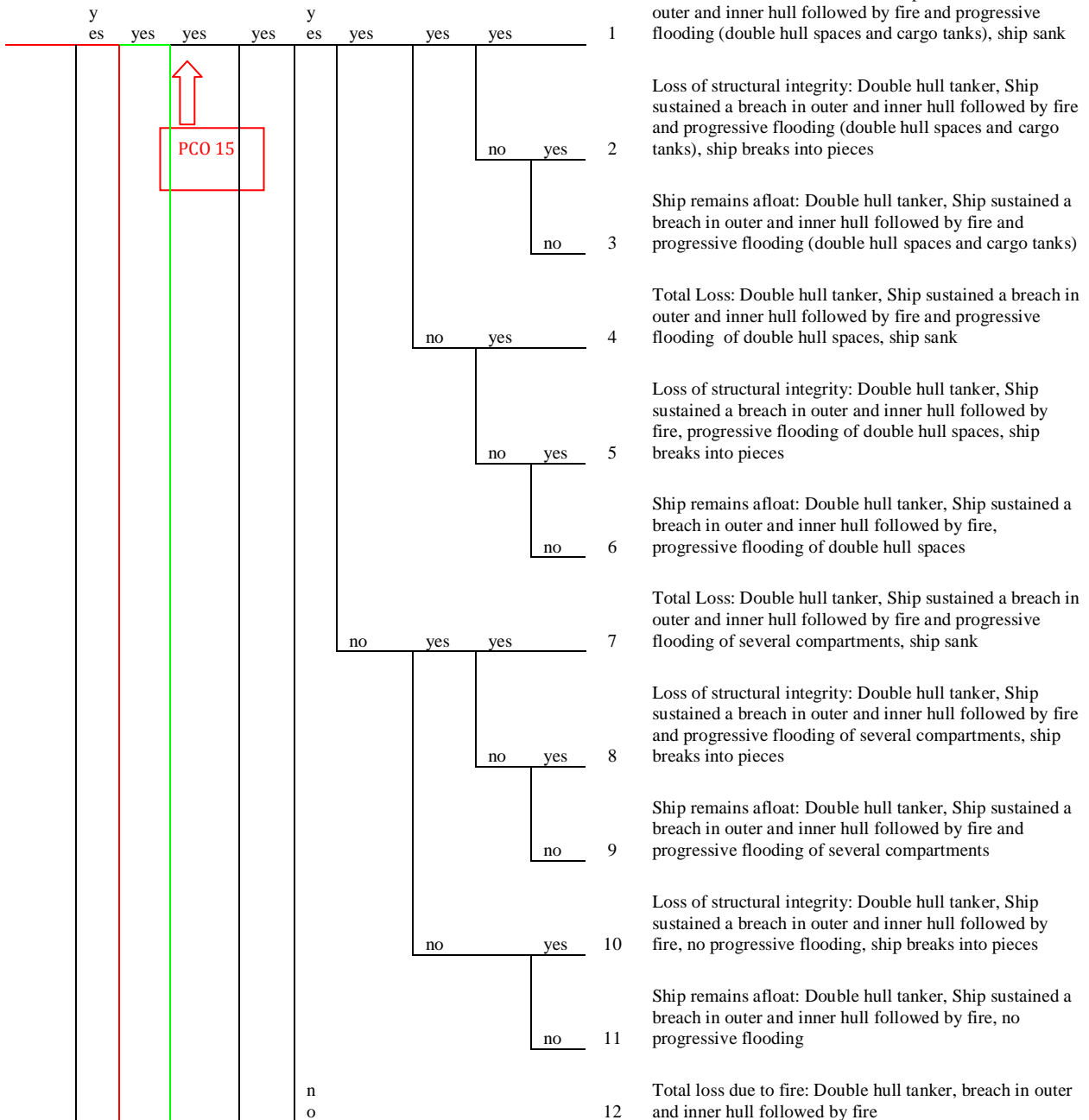
Επομένως, λόγω των χαρακτηριστικών του ατυχήματος, η ανάλυση των σημαντικών πυλών δεν μπορεί να πραγματοποιηθεί. Γι' αυτό σύμφωνα με τη μεθοδολογία, καμιά PCO δεν μπορεί να εφαρμοστεί.

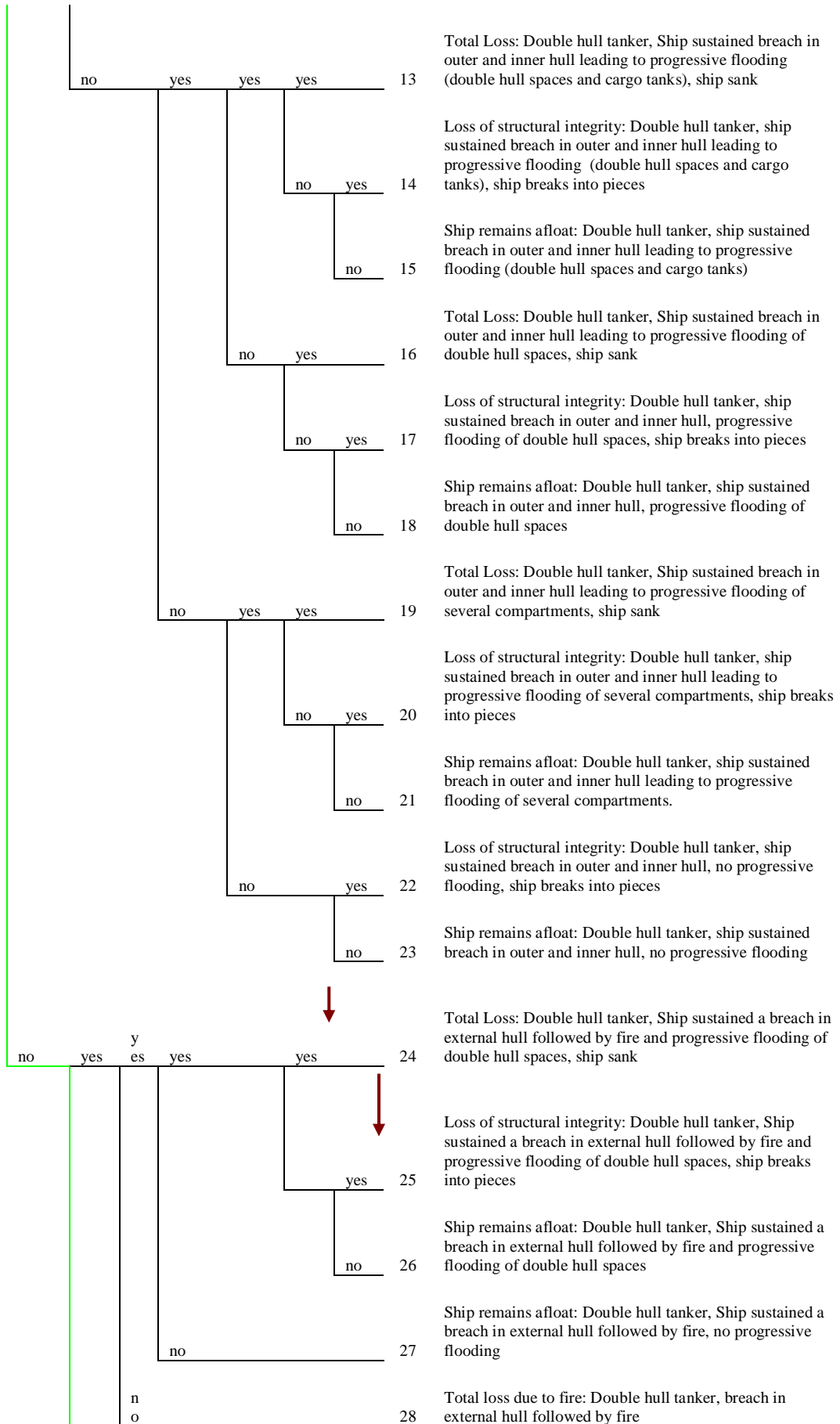
Θα πρέπει να επισημανθεί, ότι τα αναφερόμενα ως επαφές ατυχήματα των πλοίων είναι περιορισμένα σε αριθμούς. Επαφές με επιπλέοντα αντικείμενα στην ανοιχτή θάλασσα δεν είναι καλά τεκμηριωμένες, αν και υπάρχουν υποψίες ότι είναι υπεύθυνες για μια σειρά από μεγάλες απώλειες κατά το παρελθόν. Ατυχήματα επαφών μέσα σε λιμάνια και τερματικούς σταθμούς έχουν χαμηλές επιπτώσεις όσον αφορά τις συνέπειες. Σε γενικές γραμμές δεν καταλήγουν σε εκτεταμένη ζημιά στο κύτος και μεγάλες πετρελαιοκηλίδες.

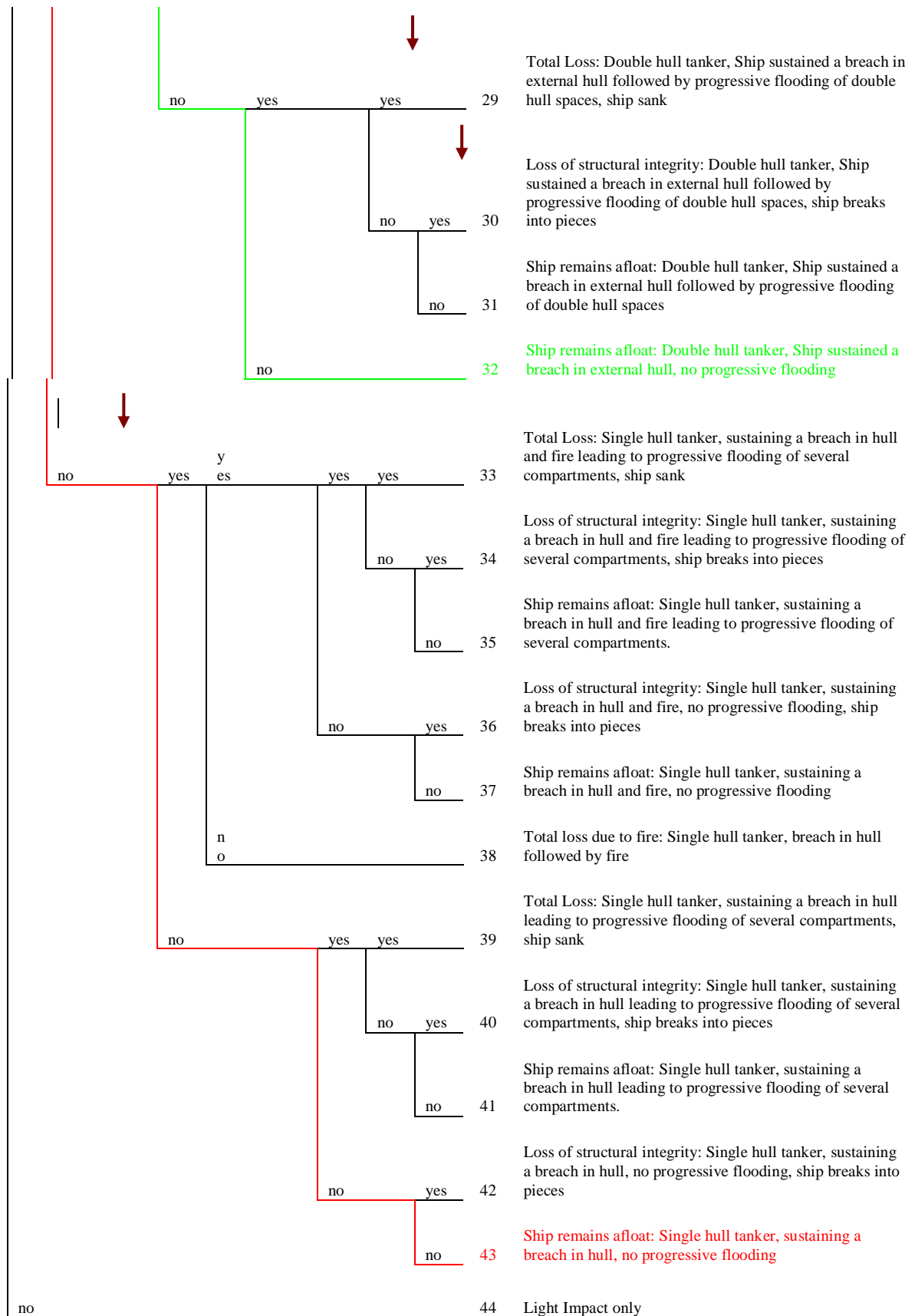
Ένα άκαμπτο σενάριο το οποίο δεν παρέχει καμιά άλλη επιλογή για την μεθοδολογία δεν μειώνει την επάρκεια του πονήματος. Αυτό συμβαίνει περιστασιακά σε συγκεκριμένα ατυχήματα που δεν αντιπροσωπεύουν όλες τις περιπτώσεις επαφής.

4.3.3 Δέντρο Γεγονότων Επαφής - Εφαρμογή των PCOs

Contact	Breach in hull	Double hull tanker?	Breach in inner hull?	Explosion / Fire	Fire under control	Progressive flooding of double hull spaces: failure of transverse bulkheads	Progressive flooding in cargo section: failure of transverse bulkheads	Ship sinks without breaking into pieces	Ship breaks into piece	N°	Scenario
---------	----------------	---------------------	-----------------------	------------------	--------------------	---	--	---	------------------------	----	----------







4.4 Το ατύχημα του **ΝΑΚΗΟDΚΑ** (μη ατυχηματική αστοχία της κατασκευαστικής δομής του πλοίου)

4.4.1 Περιγραφή του ατυχήματος

Μια φοβερή καταστροφή κτύπησε την εύθυμη ατμόσφαιρα της πρωτοχρονιάς στην Ιαπωνία. Το ρωσικό δεξαμενόπλοιο "**ΝΑΚΗΟDΚΑ**" μέσα σε κακοκαιρία βυθίστηκε στα ανοικτά των Ιαπωνικών ακτών, τον Δεκέμβριο, προκαλώντας πρωτοφανή ζημία από ρύπανση στην Ιαπωνία. Το "**ΝΑΚΗΟDΚΑ**" ήταν ένα ρωσικό δεξαμενόπλοιο 13.157 κόνων, που χτίστηκε το 1970. Κατά τη στιγμή του ατυχήματος, το πλοίο ήταν σε ένα ταξίδι από τη *Shanghai* προς *Petropavlovsk* με ρωσικό πλήρωμα 23 ανδρών μεταφέροντας 19.000 ΚΙ βαρύ πετρέλαιο που επρόκειτο να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Νωρίς το πρωί της 2^{ας} Ιανουαρίου 1997, όταν το "**ΝΑΚΗΟDΚΑ**" έπλεε 100 χιλιόμετρα έξω από τη βόρεια ακτή της Ιαπωνίας, μια ρωγμή εμφανίστηκε κοντά στην πρόρη και το πλοίο ξαφνικά έσπασε σε δύο κομμάτια, ένα αποτελούμενο από το πωραίο κομμάτι και το υπόλοιπο από το πρυμναίο κομμάτι. Ενώ το πρυμναίο τμήμα αμέσως βυθίστηκε, το πωραίο παρέμεινε να επιπλέει στη θάλασσα για λίγες μέρες και τελικά παρασύρθηκε στην ξηρά. Βαρύ πετρέλαιο έρευσε έξω από το σκάφος και έφθασε σε πολλές παράκτιες περιοχές της Ιαπωνίας. Η ποσότητα του διαφυγόντος βαρέος πετρελαίου εκτιμήθηκε σε περίπου 6000 ΚΙ. Παρά τις προσπάθειες καθαρισμού πολλών εθελοντών, το βαρύ πετρέλαιο έφτασε τελικά στην ακτή και καταγράφηκε σοβαρή ζημία από τη ρύπανση.

Δεδομένου ότι η Ιαπωνία δεν είχε δοκιμαστεί μέχρι τότε από μια τέτοια βαριά ζημία λόγω ρύπανσης, οι Ιάπωνες ήταν πολύ ανήσυχοι με αυτό το ατύχημα και παρακολούθησαν στενά την εξέλιξή του. Δεν ήταν ευθύνη της Ιαπωνίας για να ερευνηθεί την αιτία του ατυχήματος, διότι έλαβε χώρα έξω από Ιαπωνικά ύδατα. Κρίθηκε αναγκαίο, ωστόσο, να διευκρινιστεί τι συνέβη στο πλοίο, και ποια μέτρα θα ήταν αποτελεσματικά στην προσπάθεια να σταματήσουν τέτοια ατυχήματα να συμβούν ξανά. Μια εξεταστική επιτροπή συστάθηκε από το Υπουργείο Μεταφορών αμέσως μετά το ατύχημα, σε συνδυασμό με μια Ρωσική επιτροπή, με σκοπό να ερευνηθούν τα αίτια του ατυχήματος και να μαθευτεί τι είδους μέτρα θα ήταν αποτελεσματικά.

Αρκετά πιθανά σενάρια για το ατύχημα εξετάστηκαν στα πρώτα στάδια της έρευνας. Το ένα ήταν ότι ένα βαρύ κυματικό φορτίο σε πού ταραγμένη θάλασσα ανάγκασε το πλοίο να καταρρεύσει. Τα άλλα αφορούσαν μια σύγκρουση με αγνώστων αντικείμενο που επέπλεε, ή μια έκρηξη του φορτίου πετρελαίου πυροδοτημένη από μια σύγκρουση. Κατά τη διάρκεια της έρευνας, δόθηκε η δέουσα σημασία σε κάθε ενδεχόμενο και εξήχθη το συμπέρασμα ότι υπήρχε έλλειψη αποδεικτικών στοιχείων που αφορούσαν έκρηξη ή σενάρια σύγκρουσης λαμβάνοντας υπόψη τις παρατηρήσεις του πληρώματος και την αστρονομικά μικρή πιθανότητα της σύγκρουσης του πλοίου με ένα επιπλέον αντικείμενο στη μέση του ωκεανού. Μετά από εντατική μελέτη του ναυαγίου και τις συνθήκες στη θάλασσα, η επιτροπή κατέληξε στο συμπέρασμα ότι το πιο πιθανό σενάριο ήταν ότι το πλοίο κατέρρευσε επειδή τα φορτία κύματος στην ταραγμένη θάλασσα υπερέβησαν την αντοχή των ενισχυτικών της γάστρας.

4.4.2 Χαρτογράφηση-ιχνηλάτηση του πραγματικού σεναρίου

Για να ταιριάζει τη δεδομένη μελέτη περίπτωσης με ένα από τα σενάρια του δένδρου γεγονότων, μπορεί κανείς να ακολουθήσει την ιστορία του ατυχήματος και ιχνηλατήσει στις αντίστοιχες πύλες συμβάντος. Σε αυτήν εδώ την περίπτωση, το σενάριο # 20 (όπως παρουσιάζεται στον επόμενο πίνακα) ταιριάζει ακριβώς με το ατύχημα του *Nakhodka*. Το πλοίο υπέστη ρήγμα στο κύτος (μονόγαστρο), που ακολουθήθηκε από προοδευτική κατάκλυση στους χώρους φορτίου και τελικά έσπασε σε δύο κομμάτια.

Πίνακας 22. Προσαρμογή στη δομή του δένδρου γεγονότων – Μελέτη περίπτωσης του Nakhodka

Μη ατυχηματική αστοχία της δομής της κατασκευής	Κατασκευή διπλής γάστρας?	Ρήγμα σπινεξωτερική γάστρα	Εσωτερική διαρροή? (διαρροή από το φορτίο στοέριμα ή από το έριμα στο ιωατίο)	Εκρηξη που οδηγεί σε ρήγμα στην εξωτερική	Προοδευτική κατάκλυση των χώρων μεταξύ των γαστρών: αστοχία της εγκάρσιας φρακτής	Προοδευτική κατάκλυση των χώρων φορτίου: αστοχία της εγκάρσιας φρακτής	Το πλοίο βυθίζεται χωρίς να σπάσει σε κομμάτια	Το πλοίο σπάει σε κομμάτια	Ατυχηματικό σενάριο για Μη ατυχηματική αστοχία (κατάρευση) της δομής της κατασκευής
ΝΑΙ	ΟΧΙ	ΝΑΙ	-	-	-	ΝΑΙ	ΟΧΙ	ΝΑΙ	

Η βαθμολογία των εμπειρογνομόνων για το αντίστοιχο σενάριο (# 20) παρουσιάζεται στους ακόλουθους δύο πίνακες. Ο πίνακας 36 απεικονίζει τη λεπτομερή βαθμολόγηση για τις συνέπειες στο περιβάλλον, και ο πίνακας 37 τη λεπτομερή βαθμολόγηση για τη συχνότητα εμφάνισης του σεναρίου.

Πίνακας 23. Αξιολόγηση των εμπειρογνομόνων για τις επιπτώσεις (Σενάριο #20)

Απώλεια της δομικής ακεραιότητας: Μονόγαστρο δεξαμενόπλοιο, Το πλοίο υπέστη δομική αστοχία: Ρήγμα στη γάστρα που οδήγησε σε προοδευτική κατάκλυση σε πολλά διαμερίσματα , Το πλοίο σπάει σε κομμάτια			
Εμπειρογνώμων #3	Εμπειρογνώμων #5	Εμπειρογνώμων #9	Βαθμολογία σεναρίου
4	4	4	4

Πίνακας 24. Αξιολόγηση των εμπειρογνομόνων για τη συχνότητα (Σενάριο #20)

Απώλεια της δομικής ακεραιότητας: Μονόγαστρο δεξαμενόπλοιο, Το πλοίο υπέστη δομική αστοχία: Ρήγμα στη γάστρα που οδήγησε σε προοδευτική κατάκλυση σε πολλά διαμερίσματα , Το πλοίο σπάει σε κομμάτια			
Εμπειρογνώμων #3	Εμπειρογνώμων #5	Εμπειρογνώμων #9	Βαθμολογία σεναρίου
2	2	2	2

Σύμφωνα με τους εμπειρογνώμονες, το σενάριο # 20 έχει πολύ μεγάλες συνέπειες (ψηφοφορία σεναρίου: 4- καταστροφική) αλλά χαμηλή συχνότητα (ψηφοφορία σεναρίου: 2 - πολύ απομακρυσμένο να συμβεί).

4.4.3 Ανάλυση των σημαντικών πύλων συμβάντων

Στο παρόν κεφάλαιο, αρχίζοντας με το σενάριο του ατυχήματος, (σενάριο # 20 - με καμία χρήση PCOs), εξετάζεται η εξέλιξη για τις συνέπειες και τη διακινδύνευση.

Οι πύλες συμβάντων που επηρεάζουν το σενάριο του ατυχήματος, δίνονται από τα χαρακτηριστικά του ατυχήματος (τύπος ατυχήματος, το μέγεθος του σκάφους, κλπ). Όλες οι σχετικές με το πραγματικό συμβάν πύλες είναι χρωματισμένες με γκριζο φόντο. Αυτές θα μπορούσαν να αλλάξουν από αποτελεσματικές σε

αναποτελεσματικές και αντίστροφα. Ο συνδυασμός αποτελεσματικών και αναποτελεσματικών πυλών συμβάντων δίνει νέα σενάρια.

Πιο συγκεκριμένα, στην πρώτη γραμμή του πίνακα 38 θα αντιπροσώπευε το ατύχημα του *Nakhodka*, όπου όλες οι σχετικές πύλες θα ήταν αποτελεσματικές (σενάριο # 19). Η ψήφος των εμπειρογνομόνων για τις συνέπειες και το ρίσκο είναι 4 και 6, αντίστοιχα. Ο επόμενος συνδυασμός των πυλών οδηγεί και πάλι στο ίδιο σενάριο (# 19), ενώ ο τρίτος συνδυασμός οδηγεί στο πραγματικό σενάριο του ατυχήματος (# 20). Μόνο ο τελευταίος συνδυασμός στον πίνακα 38, με αποτέλεσμα το σενάριο # 22, δείχνει μια βελτίωση όσον αφορά τη διακινδύνευση. Ως εκ τούτου, η αναδυόμενη σημαντική πύλη είναι η «προοδευτική κατάκλυση στους χώρους του φορτίου: αστοχία της εγκάρσιας φρακτής». Η αναποτελεσματικότητα της εν λόγω πύλης μειώνει μόνο την διακινδύνευση και όχι τις συνέπειες.

Πίνακας 38. Συνδυασμοί αποτελεσματικών και αναποτελεσματικών πυλών –Μελέτη περίπτωσης του *Nakhodka*.

Δίγαστρα κατασκευή?	Ρήγμα στην εξωτερική γάστρα	Εσωτερική διαρροή? (διαρροή από το φορτίο στο έρμα ή από το έρμα στο φορτίο)	Εκρήξη που οδηγεί σε ρήγμα στην εξωτερική	Προοδευτική κατάκλυση των χώρων μεταξύ των γαστρών: αστοχία της εγκάρσιας φρακτής	Προοδευτική κατάκλυση των χώρων φορτίου: αστοχία της εγκάρσιας φρακτής	Το πλοίο βυθίζεται χωρίς να σπάσει σε κομμάτια	Το πλοίο σπάει σε κομμάτια	Ατυχηματικό σενάριο για Μη ατυχηματική αστοχία (κατάρευση) της δομής της κατασκευής	Συνέπειες	Διακινδύνευση (Ρίσκο)
					E	E	E	19. Συνολική απώλεια: Δεξαμενόπλοιο μονής γάστρας, Το πλοίο υπέστη δομική αστοχία: Ρήγμα στη γάστρα που οδήγησε σε προοδευτική κατάκλυση σε πολλά διαμερίσματα, το πλοίο βυθίστηκε	4	6
					E	E	IE	19. Συνολική απώλεια: Δεξαμενόπλοιο μονής γάστρας, Το πλοίο υπέστη δομική αστοχία: Ρήγμα στη γάστρα που οδήγησε σε προοδευτική κατάκλυση σε πολλά διαμερίσματα, το πλοίο βυθίστηκε	4	6
					E	IE	E	20. Απώλεια της δομικής ακεραιότητας: Μονόγαστρο δεξαμενόπλοιο, Το πλοίο υπέστη δομική αστοχία: Ρήγμα στη γάστρα που οδήγησε σε προοδευτική κατάκλυση σε πολλά διαμερίσματα, Το πλοίο σπάει σε κομμάτια	4	6
					IE	E	E	22. Απώλεια της δομικής ακεραιότητας: Δεξαμενόπλοιο διπλής γάστρας, Το πλοίο υπέστη δομική αστοχία, δεν υπέστη προοδευτική κατάκλυση και μετά σπάει σε κομμάτια	4	5

Η αντίστροφη ανάλυση εφαρμόζεται προκειμένου να εξεταστεί πιθανή βελτίωση όσον αφορά τις συνέπειες. Αρχίζοντας με όλες τις πύλες αναποτελεσματικές, μία πύλη τη φορά μετατρέπεται σε αποτελεσματική. Ο συνδυασμός που επιδεινώνει το σενάριο δίνει την κρίσιμη πύλη.

Η πρώτη γραμμή του πίνακα 39, με όλες τις πύλες αναποτελεσματικές, οδηγεί στο σενάριο # 23 (συνέπεια:2 και ρίσκο 4). Με την εξαίρεση του συνδυασμού που οδηγεί στο # 22 (καθιστώντας αποτελεσματική την πύλη «το πλοίο σπάει σε κομμάτια»), όλοι οι άλλοι συνδυασμοί μειώνουν τις συνέπειες όταν οι σχετικές πύλες είναι αποτελεσματικές. Επομένως, στην περίπτωση του *Nakhodka*, μια δεύτερη σημαντική πύλη συμβάντος αναδύεται από την αντίστροφη ανάλυση.

Πίνακας 25. Αντίστροφοι συνδυασμοί αποτελεσματικών και αναποτελεσματικών πυλών –Μελέτη περίπτωσης του *Nakhodka*.

Λίγαστρα κατασκευή?	Ρήγμα στην εξωτερική γάστρα	Εσωτερική διαρροή? (διαρροή από το φορτίο στο έρμα ή από το έρμα στο φορτίο)	Εκρηξη που οδηγεί σε ρήγμα στην εξωτερική	Προοδευτική κατάκλιση των χώρων μεταξύ των γαστρών: αστοχία της εγκάρσιας φρακτής	Προοδευτική κατάκλιση των χώρων φορτίου: αστοχία της εγκάρσιας φρακτής	Το πλοίο βυθίζεται χωρίς να σπάει σε κομμάτια	Το πλοίο σπάει σε κομμάτια	Ατυχηματικό σενάριο για Μη ατυχηματική αστοχία (κατάρευση) της δομής της κατασκευής	Συνέπειες	Διακινδύνευση (Ρίσκο)
					IE	IE	IE	23. Το πλοίο συνεχίζει να επιπλέει: Μονόγαστρο δεξαμενόπλοιο, Το πλοίο υπέστη ρήγμα στη γάστρα, Δεν υπέστη προοδευτική κατάκλιση	2	4
					IE	IE	E	22. Απώλεια της δομικής ακεραιότητας: Δεξαμενόπλοιο διπλής γάστρας, Το πλοίο υπέστη δομική αστοχία, Δεν υπέστη προοδευτική κατάκλιση και μετά σπάει σε κομμάτια	4	5
					IE	E	IE	23. Το πλοίο συνεχίζει να επιπλέει: Μονόγαστρο δεξαμενόπλοιο, Το πλοίο υπέστη ρήγμα στη γάστρα, Δεν υπέστη προοδευτική κατάκλιση	2	4
					E	IE	IE	21. Το πλοίο συνεχίζει να επιπλέει: Δεξαμενόπλοιο μονής γάστρας, Το πλοίο υπέστη ρήγμα στη γάστρα που οδήγησε σε προοδευτική κατάκλιση σε πολλά διαμερίσματα	1	4

4.4.4 Κρίσιμες PCOs ανά πύλη συμβάντος του σεναρίου

4.4.5 Όλες οι σχετικές PCOs

Η άμεση κλήση (PCO6) αποτελεσματικών έκτακτης ανάγκης συστημάτων ρυμούλκησης (PCO8) μπορεί να οδηγήσει σε καλύτερη διαδικασία διαχείρισης των πλοίων. Η μετακίνηση του σκάφους σε μια περιοχή κατάλληλου ασφαλούς καταφυγίου (PCO4, PCO5) μπορεί να διατηρήσει τη γάστρα του πλοίου σε υποφερτή κατάσταση, έτσι ώστε εργασίες επί και γύρω από το σκάφος να μπορούν να πραγματοποιηθούν σε ήρεμες καιρικές συνθήκες και ήρεμη θάλασσα.

Επιπλέον, η συνεχής παρακολούθηση των δεξαμενών και των τάσεων – παραμορφώσεων (PCO10, PCO11) βοηθούν στην αποφυγή της προοδευτικής κατάκλυσης και στο να ληφθούν οι σωστές αποφάσεις σχετικά με τις απαραίτητες μανούβρες. Επιπροσθέτως άλλες διαδικασίες, όπως μεταφόρτωση πετρελαίου (PCO16) μπορεί να ενεργοποιηθούν. Η χρήση του PCO16 είναι σχετική με τη μεταφόρτωση των μεγάλων ποσοτήτων πετρελαίου που έχει ως στόχο να διατηρήσει το σκάφος να επιπλέει και να μην σπάσει σε κομμάτια.

Η PCO18 αντιστοιχεί σε καλύτερη αντίδραση σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης μέσω της κατάλληλης εκπαίδευσης του πληρώματος.

Πίνακας 40. Σχετικές PCOs ανά πύλη συμβάντος – Μελέτη περίπτωσης του Nakhodka.

Μη ατυχηματική αστοχία της δομής της κατασκευής	Δίγαστρα κατασκευή?	Ρήγμα στην εξωτερική γάστρα	Εσωτερική διαρροή? (διαρροή από το φορτίο στόεγμα ή από το έρμα στο φορτίο	Έκρηξη που οδηγεί σε ρήγμα στην εξωτερική	Προοδευτική κατάκλυση των χώρων μεταξύ των γαστρών: αστοχία της εγκάρσιας φρακτής	Προοδευτική κατάκλυση των χώρων φορτίου: αστοχία της εγκάρσιας φρακτής	Το πλοίο βυθίζεται χωρίς να σπάσει σε κομμάτια	Το πλοίο σπάει σε κομμάτια
						PCO10 PCO4 PCO5 PCO6 PCO8		PCO5 PCO11 PCO8 PCO16P CO18

4.4.6 Οι κρίσιμες PCOs

Η PCO, ικανή να μεταβάλλει από μόνη της την τιμή της σχετικής πύλης συμβάντος, είναι η κρίσιμη. Η επιλογή των κρίσιμων PCOs μπορεί να γίνει με τη χρήση της εμπειρίας (κοινή πρακτική), τη χρονική αλληλουχία, παράγοντες βάρους (κοινή λογική) ή συνδιασμό τους.

Κρίσιμες PCOs για την πύλη «προοδευτική κατάκλυση» είναι η PCO5 και η PCO6. Η εξεταζόμενη περίπτωση, εκτός από την έγκαιρη διάγνωση του προβλήματος απαιτεί άμεση δράση, όπως η άμεση κλήση για βοήθεια. Λαμβάνοντας υπόψη τις δύσμενεις καιρικές συνθήκες, το σκάφος έπρεπε να μετακινηθεί γρήγορα σε ένα ασφαλές καταφύγιο ώστε να αποφευχθεί η περαιτέρω επιδείνωση της κατάστασης της γάστρας.

Για την πύλη «το πλοίο σπάει σε κομμάτια», η PCO5 και η PCO11 θεωρούνται ως πιο σημαντικές. Κρατώντας το σκάφος σε μόνιμες ασφαλείς συνθήκες καταφυγίου σε συνδυασμό με τη συνεχή και

αποτελεσματική παρακολούθηση της δομικής εκτροπής της γάστρας του κατεστραμμένου σκάφους μπορεί να βοηθήσει στη διατήρηση της ακεραιότητας του σκάφους.

Τέλος, η PCO5 και η PCO6 μπορούν να θεωρηθούν ως οι πιο κρίσιμες επιλογές της μελέτης περίπτωσης. Το πρόβλημα της δομικής αστοχίας έχει μικρότερη πιθανότητα να συμβεί σε καλύτερες καιρικές συνθήκες. Επιπλέον, από λειτουργική άποψη, το πλήρωμα έχει περισσότερο χρόνο και ηρεμία να πάρει όλα τα απαραίτητα μέτρα και οι εργασίες διάσωσης θα είναι πιο αποτελεσματικές.

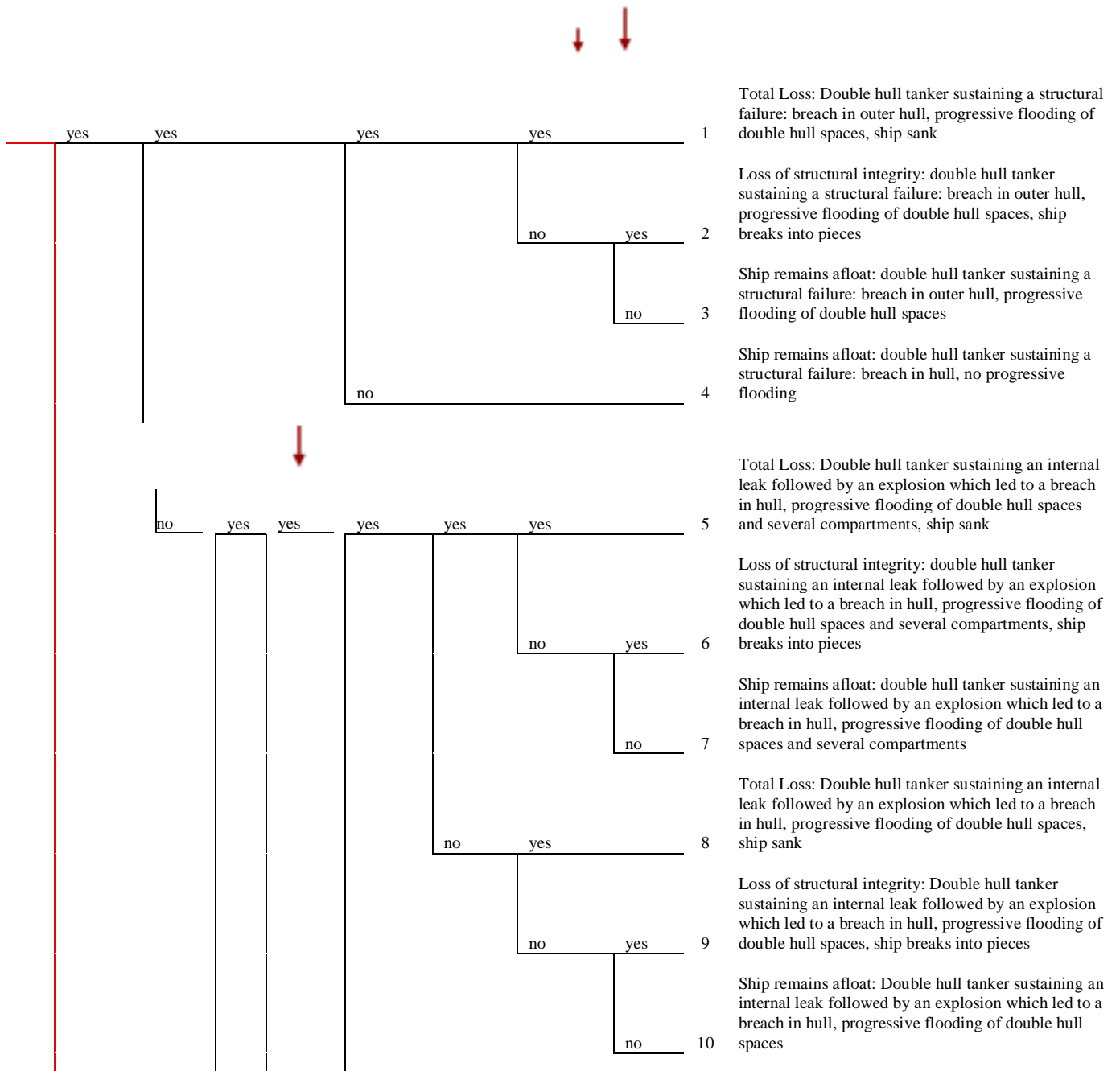
Πίνακας 26. Κρίσιμες PCOs ανά πύλη συμβάντος – Μελέτη περίπτωσης του Nakhodka.

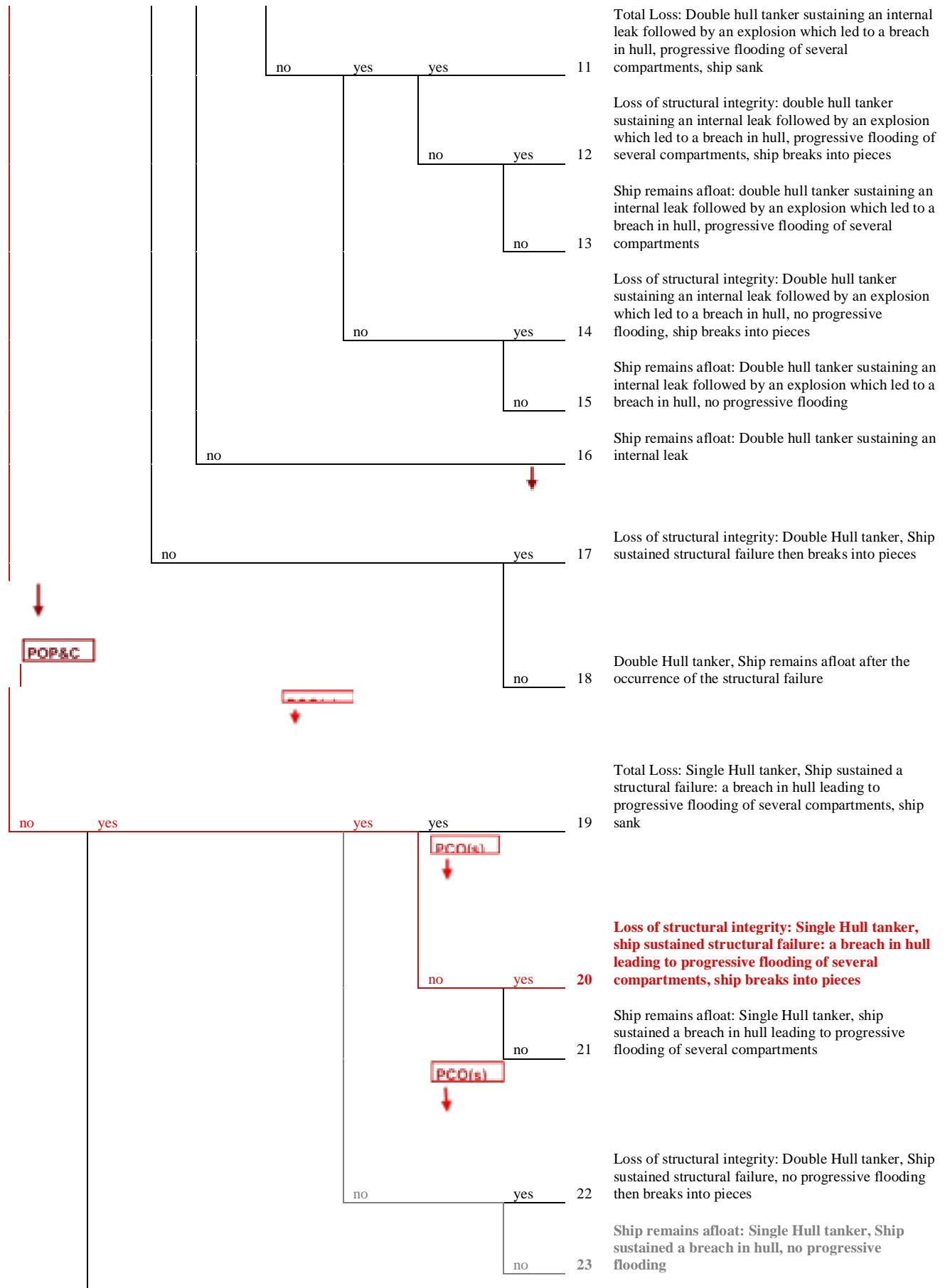
Μη ατυχηματική αστοχία της δομής της κατασκευής	Δίγαστρα κατασκευή?	Ρήγμα στην εξωτερική γάστρα	Εσωτερική διαρροή από το φορτίο στοέριμα ή από το έριμα στο φορτίο	Εκρηξη που οδηγεί σε ρήγμα στην εξωτερική	Προοδευτική κατάκλυση των χώρων μεταξύ των γαστρών: αστοχία της εγκάρσιας φρακτής	Προοδευτική κατάκλυση των χώρων φορτίου: αστοχία της εγκάρσιας φρακτής	Το πλοίο βοθίζεται χωρίς να σπάσει σε κομμάτια	Το πλοίο σπάει σε κομμάτια
						PCO5 PCO6		PCO 5 PCO11

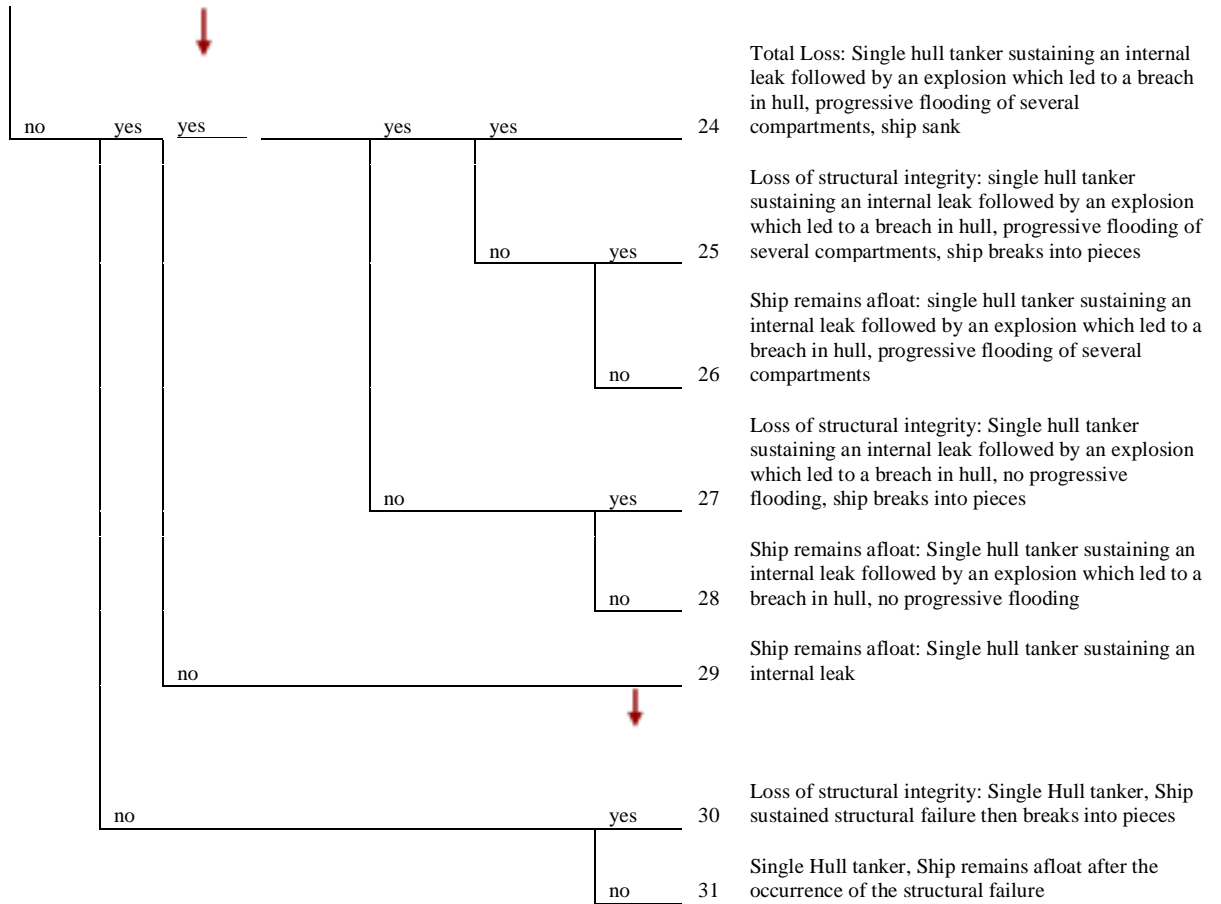
4.4.7 Δένδρο γεγονότων για τη μη ατυχηματική αστοχία της δομής της κατασκευής – Εφαρμογή των PCOs

Non Accidental Structural Failure

Double hull structure ?	Breach in external hull	Internal leak? (leak from cargo to ballast or from ballast to cargo)	Explosion leading to breach in external hull	Progressive flooding of double hull spaces: failure of transverse bulkheads	Progressive flooding in cargo section: failure of transverse bulkheads	Ship sinks without breaking into pieces	Ship breaks into pieces	N°	Scenario
-------------------------	-------------------------	--	--	---	--	---	-------------------------	----	----------







4.4.8 Το νέο βελτιωμένο σενάριο.

Στην περίπτωση του *Nakhodka*, σύμφωνα με το δένδρο γεγονότων και τη βαθμολογία των εμπειρογνομώνων, οι κρίσιμες PCOs ανά σημαντική πύλη είναι οι PCO6, PCO5 και PCO11. Η εφαρμογή όλων αυτών των επιλογών οδηγεί στο σενάριο # 23.

Το νέο βελτιωμένο σενάριο διατηρεί μερικά από τα χαρακτηριστικά του αρχικού. Το πλοίο ήταν ένα δεξαμενόπλοιο μονής γάστρας που υπέστη μια μη ατυχηματική αστοχία των δομικών του στοιχείων σε δυσμενείς καιρικές συνθήκες που οδήγησαν σε ρηγμάτωση της γάστρας. Αντίθετα όμως με το πραγματικό περιστατικό σε αυτό το νέο σενάριο δεν συμβαίνει προοδευτική κατάκλυση, το σκάφος δεν σπάει σε κομμάτια και συνεχίζει να επιπλέει.

Πίνακας 27. Το νέο βελτιωμένο σενάριο – Η μελέτη περίπτωσης του *Nakhodka*.

Μη ατυχηματική αστοχία της δομής της κατασκευής	Δίγαστρα κατασκευή?	Ρήγμα στην εξωτερική γάστρα	Εξωτερική διαρροή? (διαρροή από το φορτίο στο έρμα ή από το έρμα στο φορτίο)	Εκρήξη που οδηγεί σε ρήγμα στην εξωτερική	Προοδευτική κατάκλυση των χώρων μεταξύ των γαστρών: αστοχία της εγκάρσιας ισοακτίς	Προοδευτική κατάκλυση των χώρων φορτίου: αστοχία της εγκάρσιας φρακτής	Το πλοίο βυθίζεται χωρίς να σπάσει σε κομμάτια	Το πλοίο σπάει σε κομμάτια	Ατυχηματικό σενάριο για Μη ατυχηματική αστοχία (κατάρευση) της δομής της κατασκευής
ΝΑΙ	ΟΧΙ	ΝΑΙ	.	.	.	ΟΧΙ	.	ΟΧΙ	23. Το πλοίο συνεχίζει να επιπλέει: Μονόγαστρο δεξαμενόπλοιο, Το πλοίο υπέστη ρήγμα στη γάστρα, Δεν υπέστη προοδευτική κατάκλυση

Η αξιολόγηση του νέου βελτιωμένου σεναρίου δίνεται στους ακόλουθους πίνακες. Ο πίνακας 43 απεικονίζει την αναλυτική εκτίμηση των εμπειρογνομώνων για τις συνέπειες, ενώ ο πίνακας 44 απεικονίζει την αναλυτική εκτίμηση των εμπειρογνομώνων για τη συχνότητα.

Όταν μελετηθούν οι συνέπειες στο περιβάλλον, η βαθμολογία του σεναρίου (κατηγορία 2, σημαντική) είναι πολύ χαμηλότερο σε σχέση με αυτή του αρχικού (κατηγορία 4, καταστροφική). Ωστόσο, η βαθμολογία για τη συχνότητα (κατηγορία 2) είναι της ίδιας κατηγορίας (πολύ σπάνιο να συμβεί).

Πίνακας 28. Αξιολόγηση των εμπειρογνομώνων για τις συνέπειες (Σενάριο #23)

Το πλοίο συνεχίζει να επιπλέει: Μονόγαστρο δεξαμενόπλοιο, Το πλοίο υπέστη ρήγμα στη γάστρα, Δεν υπέστη προοδευτική κατάκλυση			
Εμπειρογνομών #3	Εμπειρογνομών #5	Εμπειρογνομών #9	Βαθμολογία σεναρίου
2	2	2	2

Πίνακας 29. Αξιολόγηση των εμπειρογνομώνων για τη συχνότητα (Σενάριο #23)

Το πλοίο συνεχίζει να επιπλέει: Μονόγαστρο δεξαμενόπλοιο, Το πλοίο υπέστη ρήγμα στη γάστρα, Δεν υπέστη προοδευτική κατάκλυση				
Εμπειρογνομών #3	Εμπειρογνομών #5	Εμπειρογνομών #7	Εμπειρογνομών #9	Βαθμολογία σεναρίου
3	2	3	2	2

4.5 Το ατύχημα του ASSIMI (Φωτιά)

4.5.1 Περιγραφή του περιστατικού

Στις 7 Ιανουαρίου του 1983, ξέσπασε πυρκαγιά στο μηχανοστάσιο του δεξαμενόπλοιου *ASSIMI*. Το πλήρωμα εγκατέλειψε το πλοίο και αυτό ρυμουλκήθηκε από το ρυμουλκό *Solano*. Αρχικά έγιναν πολλές προσπάθειες για να σβηστεί η φωτιά. Στις 10 Ιανουαρίου, έγινε έκρηξη στο πλοίο και αυτό άρχισε να καίγεται πιο έντονα για αρκετές ημέρες, ενόσω μεταφερόταν ρυμουλκούμενο στην *Αραβική Θάλασσα* γιατί προηγουμένως οι διασώστες του πλοίου είχαν αρνηθεί να περάσουν μέσα από τα *Στενά του Ορμούζ*. Στο τέλος, το δεξαμενόπλοιο ρυμουλκήθηκε σε ένα σημείο 200 μίλια ανοικτά των ακτών του *Ομάν*. Στις 12 Ιανουαρίου η ρυμούλκηση σταμάτησε λόγω των φόβων ότι η φωτιά θα μπορούσε να αναζωπυρωθεί, όμως, το *Solano* κατάφερε να επανασυνδεθεί για ρυμούλκηση και να τραβήξει το *ASSIMI* ακόμη μακρύτερα από την ακτή. Το πλοίο βυθίστηκε στις 16 Ιανουαρίου. Μια δεύτερη έκρηξη σημειώθηκε καθώς το πλοίο βυθιζόταν η οποία πυροδότησε το πετρέλαιο επάνω στην επιφάνεια του νερού. Μια κηλίδα σχηματίστηκε πάνω από την περιοχή όπου βυθίστηκε το σκάφος. Από το περιστατικό δεν σημειώθηκε παράκτια ρύπανση. Το φορτίο του *ASSIMI* ήταν ελαφρύ Ιρανικό αργό πετρέλαιο το οποίο είναι ένα προϊόν μέσου βάρους με βαρύτητα API 33.8 και ιξώδες 6,6 centistokes. Μια υπερπήδηση στις 19 Ιανουαρίου αποκάλυψε μια κηλίδα από ασημένια γυαλάδα στην περιοχή του ναυαγίου που κάλυπτε 100 τετραγωνικά χιλιόμετρα κινούμενη προς τα βορειοανατολικά.

7/1/1983 Πυρκαγιά στο μηχανοστάσιο. Το πλήρωμα εγκατέλειψε το πλοίο

10/1/1983 Έκρηξη σημειώθηκε επάνω στο σκάφος

10/1/1983 Το πλοίο ρυμουλκήθηκε στην Αραβική Θάλασσα

Το σκάφος καιγόταν έντονα για αρκετές ημέρες

12/1/1983 Η ρυμούλκηση σταμάτησε

16/1/1983 Το πλοίο βυθίστηκε 200 μίλια ανοικτά των ακτών του Ομάν

Μια δεύτερη έκρηξη σημειώθηκε, όπως κατά τη βύθιση του πλοίου που πυροδότησε το πετρέλαιο στην επιφάνεια του νερού

Δεν παρουσιάστηκε παράκτια ρύπανση από το ατύχημα

~53.000 τόνοι χύθηκαν

4.5.2 Χαρτογράφηση του σεναρίου του ατυχήματος

Για να ταιριάζει η δεδομένη μελέτη περίπτωσης με ένα από τα σενάρια του δένδρου γεγονότων, μπορεί κανείς να ακολουθήσει την ιστορία του ατυχήματος και να ιχνηλατήσει στις αντίστοιχες πύλες συμβάντος. Σε αυτή εδώ την περίπτωση, το σενάριο # 24 (που παρουσιάζεται στον επόμενο πίνακα) ταιριάζει ακριβώς στο περιστατικό του *ASSIMI*. Η φωτιά άναψε στο μηχανοστάσιο και επεκτάθηκε στο σκάφος. Εκρήξεις σημειώθηκαν επάνω στο πλοίο και το πλοίο καιγόταν έντονα για αρκετές ημέρες. Τελικά ρυμουλκήθηκε στην ανοικτή θάλασσα όπου και βυθίστηκε.

Πίνακας 30. Προσαρμογή στη δομή του δένδρου γεγονότων – Μελέτη περίπτωσης του Assimi

Φωτιά	Φωτιά υπό έλεγχο?	Αστοχία της κατασκευής	Ρήγμα στην εξωτερική γάστρα	Δεξαμενότοιο διπλής γάστρας?	Ρήγμα στην εσωτερική γάστρα?	Προοδευτική κατάκλυση στους χώρους μεταξύ των γαστρών: αστοχία των εγκασίων φρακτών	Προοδευτική κατάκλυση στους χώρους του φορτίου: αστοχία των εγκασίων φρακτών	Το πλοίο βυθίζεται χωρίς να σπάσει σε κομμάτια	Το πλοίο σπάει σε κομμάτια	Σενάριο περιστατικού για φωτιά
Ν Α Ι	Ο ΧΙ	-	-	-	-	-	-	-	-	24. Ολική απώλεια λόγω φωτιάς

Η εκτίμηση των εμπειρογνομόνων για το αντίστοιχο σενάριο (# 24) παρουσιάζεται στους ακόλουθους δύο πίνακες. Ο πίνακας 46 απεικονίζει την αναλυτική βαθμολόγηση για τις συνέπειες στο περιβάλλον, ενώ ο πίνακας 47 την αναλυτική βαθμολόγηση για τη συχνότητα εμφάνισης του ατυχήματος.

Πίνακας 31. Αξιολόγηση των εμπειρογνομόνων για τις συνέπειες (Σενάριο #24)

Ολική απώλεια λόγω φωτιάς							
Εμπειρογνώμων #1	Εμπειρογνώμων #3	Εμπειρογνώμων #5	Εμπειρογνώμων #6	Εμπειρογνώμων #7	Εμπειρογνώμων #8	Εμπειρογνώμων #9	Βαθμολογία σεναρίου
4	1	1	4	3	4	4	4

Πίνακας 32. Αξιολόγηση των εμπειρογνομόνων για τη συχνότητα (Σενάριο #24)

Ολική απώλεια λόγω φωτιάς							
Εμπειρογνώμων #1	Εμπειρογνώμων #3	Εμπειρογνώμων #5	Εμπειρογνώμων #6	Εμπειρογνώμων #7	Εμπειρογνώμων #8	Εμπειρογνώμων #9	Βαθμολογία σεναρίου
2	3	1	2	3	2	1	2

Σύμφωνα με τους εμπειρογνώμονες, το σενάριο # 24 έχει πολύ υψηλή συνέπεια (βαθμολογία σεναρίου: «κατηγορία 4» - καταστροφικό) και πολύ χαμηλή συχνότητα (βαθμολογία σεναρίου: 2 – αρκετά μακριά για να συμβεί).

4.5.3 Ανάλυση των σημαντικών πυλών συμβάντων

Στο παρόν κεφάλαιο, αρχίζοντας με το σενάριο του ατυχήματος, (σενάριο # 24 - καμία χρήση PCOs), εξετάζεται η εξέλιξη του σε σχέση με την συνέπεια και τη διακινδύνευση.

Οι πύλες συμβάντος που επηρεάζουν το σενάριο του ατυχήματος, δίνονται από τα χαρακτηριστικά του ατυχήματος (τύπος ατυχήματος, το μέγεθος του σκάφους, κλπ). Όλες οι πύλες σχετικές με το ατύχημα σημειώνονται με γκριζό. Αυτές μπορούν να αλλάζουν από αποτελεσματικές σε αναποτελεσματικές και αντίστροφα. Ο συνδυασμός από αποτελεσματικές και αναποτελεσματικές πύλες δίνει τα νέα σενάρια.

Στον πίνακα 48, ξεκινώντας με το σενάριο του περιστατικού, και σταδιακά μετατρέποντας μία προς μία τις πύλες συμβάντος για την αποτελεσματικότητα, δεν βλέπουμε καμία βελτίωση όσον αφορά τις συνέπειες ή το ρίσκο παρότι υπάρχει αλλαγή στο σενάριο.

Πιο συγκεκριμένα, η πρώτη γραμμή του πίνακα 48 αντιπροσωπεύει το ατύχημα του *Assimi*, όπου όλες οι σχετικές πύλες είναι αποτελεσματικές (και μόνο η «Φωτιά υπό έλεγχο» αναποτελεσματική). Η ψήφος των εμπειρογνομόνων για τη συνέπεια και το ρίσκο είναι 4 και 6 αντίστοιχα. Οι επόμενοι τρεις συνδυασμοί των πυλών οδηγούν επίσης στο σενάριο του ατυχήματος (# 24), ενώ ο τελευταίος οδηγεί σε ένα νέο σενάριο (# 16), αλλά και αυτό το σενάριο δεν μειώνει τη σοβαρότητα του ατυχήματος. Ως εκ τούτου δεν αναδύεται κάποια σημαντική πύλη.

Πίνακας 33. Συνδυασμοί αποτελεσματικών και αναποτελεσματικών πυλών συμβάντων –Μελέτη περίπτωσης του *Assimi*.

Φωτιά υπό έλεγχο?	Δομική αστοχία	Ρήγμα στην εξωτερική γάστρα	Δεξαμενόπλοι διπλής γάστρας?	Ρήγμα στην εσωτερική γάστρα?	Προοδευτική κατάκλυση στους χώρους μεταξύ των γαστρών: αστοχία των εγκαρσίων φρακτών	Προοδευτική κατάκλυση στους χώρους του φορτίου: αστοχία των εγκαρσίων φρακτών	Το πλοίο βυθίζεται χωρίς να σπάσει σε κομμάτια	Το πλοίο σπάει σε κομμάτια	Σενάριο περιστατικού για φωτιά	Συνέπειες	Διακινδύνευση
IE						E	E	E	24. Ολική απώλεια λόγω φωτιάς	4	6
IE						E	E	IE	24. Ολική απώλεια λόγω φωτιάς	4	6
IE						E	IE	E	24. Ολική απώλεια λόγω φωτιάς	4	6
IE						IE	E	E	24. Ολική απώλεια λόγω φωτιάς	4	6
E						E	E	E	16. Ολική απώλεια: Δεξαμενόπλοιο μονής γάστρας, Κατάσβεση της φωτιάς, Κατασκευαστική αστοχία του πλοίου που οδηγεί σε ρήγμα στη γάστρα και προοδευτική κατάκλυση σε πολλά διαμερίσματα, Το πλοίο βυθίζεται	4	7

Σε αυτήν εδώ την περίπτωση θα πρέπει να εφαρμοστεί η αντίστροφη ανάλυση. Αρχίζοντας με την περίπτωση όπου όλες πύλες συμβάντος είναι αναποτελεσματικές, μία πύλη τη φορά μετατρέπεται σε αποτελεσματική. Ο συνδυασμός που επιδεινώνει το σενάριο δίνει την κρίσιμη πύλη συμβάντος.

Η πρώτη γραμμή του πίνακα 49, με όλες τις πύλες αναποτελεσματικές (και μόνο η «Φωτιά υπό έλεγχο» αποτελεσματική), οδηγεί στο σενάριο # 20 (σενάριο ατυχήματος: με συνέπειες 2 και ρίσκο 4). Με την εξαίρεση του συνδυασμού που προκύπτει πάλι το σενάριο # 20 (καθιστώντας αποτελεσματική την πύλη «Το πλοίο βυθίζεται χωρίς να σπάει σε κομμάτια»), όλοι οι άλλοι συνδυασμοί επιδεινώνουν τις συνέπειες όταν οι σχετικές πύλες είναι αποτελεσματικές. Ως εκ τούτου, στην περίπτωση του Assimi, οι σημαντικές συμβάντος είναι τρεις («Φωτιά υπό έλεγχο», «Προοδευτική κατάκλυση στο τμήμα του φορτίου» και «Το πλοίο σπάει σε κομμάτια»).

Πίνακας 34. Αντίστροφοι συνδυασμοί αποτελεσματικών και αναποτελεσματικών πυλών –Μελέτη περίπτωσης του Assimi

Φωτιά υπό έλεγχο?	Δομική αστοχία	Ρήγμα στην εξωτερική γάστρα	Δεξαμενόπλοιο διπλής γάστρας?	Ρήγμα στην εσωτερική γάστρα?	Προοδευτική κατάκλυση στους χώρους μεταξύ των γαστρών: αστοχία των εγκαρσίων φρακτών	Προοδευτική κατάκλυση στους χώρους του φορτίου: αστοχία των εγκαρσίων φρακτών	Το πλοίο βυθίζεται χωρίς να σπάσει σε κομμάτια	Το πλοίο σπάει σε κομμάτια	Σενάριο περιστατικού για φωτιά	Συνέπειες	Διακινούμευση
E						IE	IE	IE	20. Το πλοίο συνεχίζει να επιπλέει: Δεξαμενόπλοιο μονής γάστρας, Κατάσβεση της φωτιάς, Δομική αστοχία του πλοίου που οδηγεί σε ρήγμα στη γάστρα και όχι σε προοδευτική κατάκλυση	2	4
IE						IE	IE	IE	24. Ολική απώλεια λόγω φωτιάς	4	6
E						E	IE	IE	18. Το πλοίο συνεχίζει να επιπλέει: Δεξαμενόπλοιο μονής γάστρας, Κατάσβεση της φωτιάς, Δομική αστοχία του πλοίου που οδηγεί σε ρήγμα στη γάστρα και προοδευτική κατάκλυση σε πολλά διαμερίσματα	4	6
E						IE	E	IE	20. Το πλοίο συνεχίζει να επιπλέει: Δεξαμενόπλοιο μονής γάστρας, Κατάσβεση της φωτιάς, Δομική αστοχία του πλοίου που οδηγεί σε ρήγμα στη γάστρα και όχι σε προοδευτική κατάκλυση	2	4
E						IE	IE	E	19. Απώλεια κατασκευαστικής-δομικής ακεραιότητας: Μονόγαστρο δεξαμενόπλοιο, Κατάσβεση φωτιάς, Δομική αστοχία του πλοίου που οδηγεί σε ρήγμα στη γάστρα και όχι σε προοδευτική κατάκλυση, Το πλοίο σπάει σε κομμάτια.	4	5

4.5.4 Κρίσιμες PCOs ανά πύλη συμβάντος του σεναρίου

4.5.5 Όλες οι σχετικές PCOs

Οι σχετικές PCOs αλληλεπιδρούν με τρεις από τις πύλες συμβάντος. Η PCO12 αναφέρεται σε απομακρυσμένες ενέργειες πυρόσβεσης, προκειμένου να περιοριστεί και να κατασβεστεί η φωτιά. Η αποτελεσματική πυρόσβεση σε πρώιμα στάδια βοηθά ώστε να διατηρηθεί η ακεραιότητα της γάστρας και να αποφευχθεί η απώλεια του φορτίου. Η PCO2 αφορά το Σύστημα Υποστήριξης Αποφάσεων στην ξηρά, που υποστηρίζει τις αποφάσεις σχετικά με αξιοπλοία ενός κατεστραμμένου σκάφους. Η PCO6 και η PCO8 αφορούν στη βελτίωση της αντίδρασης, το συντονισμό και την αποτελεσματικότητα των συστημάτων ρυμούλκησης έκτακτης ανάγκης. Αυτές βοηθούν το πλοίο ώστε να μπορέσει να συνεχίσει να επιπλέει σε συνθήκες ασφαλούς καταφυγίου (PCO5), πράγμα το οποίο είναι απαραίτητο για να μπορέσει να συνεχίσει με όλες τις άλλες απαραίτητες διαδικασίες επί του πλοίου.

Η PCO18 και η PCO19 αφορούν την καλύτερη αντίδραση σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης μέσω της κατάλληλης εκπαίδευσης του πληρώματος. Η χρήση της PCO16 είναι σχετική με τη μεταφόρτωση των μεγάλων ποσοτήτων πετρελαίου που έχει ως στόχο να διατηρήσει το σκάφος να επιπλέει και να μην σπάσει σε κομμάτια. Επιπλέον, η συνεχής παρακολούθηση των δεξαμενών και της τάσης-παραμόρφωσης (PCO10, PCO11) παρέχει συνεχή βοήθεια, προκειμένου να ληφθούν οι σωστές αποφάσεις σχετικά τους απαραίτητους ελιγμούς και την ασφαλή μεταφορά φορτίου, έχοντας πάντα κατά νου την ακεραιότητα του σκάφους.

Οι σχετικές PCOs ανά κρίσιμη πύλη συμβάντος για την μελέτη περίπτωσης του Assimi παρουσιάζονται στον επόμενο πίνακα.

Πίνακας 50. Σχετικές PCOs ανά πύλη συμβάντος – Μελέτη περίπτωσης του Assimi

Φωτιά	Φωτιά υπο έλεγχο?	Δομική αστοχία	Ρήγμα στην εξωτερική γάστρα	Δεξαμενές/οι διπλής γάστρας?	Ρήγμα στην εσωτερική γάστρα?	Προοδευτική κατάκλυση στους χώρους μεταξύ των γαστρών: αστοχία των εγκαρσίων φρακτών	Προοδευτική κατάκλυση στους χώρους του φορτίου: αστοχία των εγκαρσίων φρακτών	Το πλοίο βυθίζεται χωρίς να σπάσει σε κομμάτια	Το πλοίο σπάει σε κομμάτια
	PCO12 PCO19 PCO6 PCO8 PCO2						PCO10 PCO11 PCO18		PCO11 PCO16 PCO5

4.5.6 Οι Κρίσιμες PCOs

Η PCO, ικανή να μεταβάλλειν από μόνη της την τιμή της σχετικής πύλης συμβάντος, είναι η κρίσιμη. Η επιλογή των κρίσιμων PCOs μπορεί να γίνει με τη χρήση της εμπειρίας (κοινή πρακτική), ή τη χρονική αλληλουχία, ή παράγοντες βάρους (κοινή λογική).

Πίνακας 35. Κρίσιμη PCOs ανά σημαντική πύλη συμβάντος – Μελέτη περίπτωσης του Assimi

Φωτιά	Φωτιά υπό έλεγχο?	Δομική αστοχία	Ρήγμα στην εξωτερική γάστρα	Δεξαμενόπλοι διπλής γάστρας?	Ρήγμα στην εσωτερική γάστρα?	Προοδευτική κατάκλιση στους χώρους μεταξύ των γαστρών: αστοχία των εγκάρσιων φρακτών	Προοδευτική κατάκλιση στους χώρους του φορτίου: αστοχία των εγκάρσιων φρακτών	Το πλοίο βυθίζεται χωρίς να σπάσει σε κομμάτια	Το πλοίο σπάει σε κομμάτια
	PCO 12						PCO 10		PCO 11

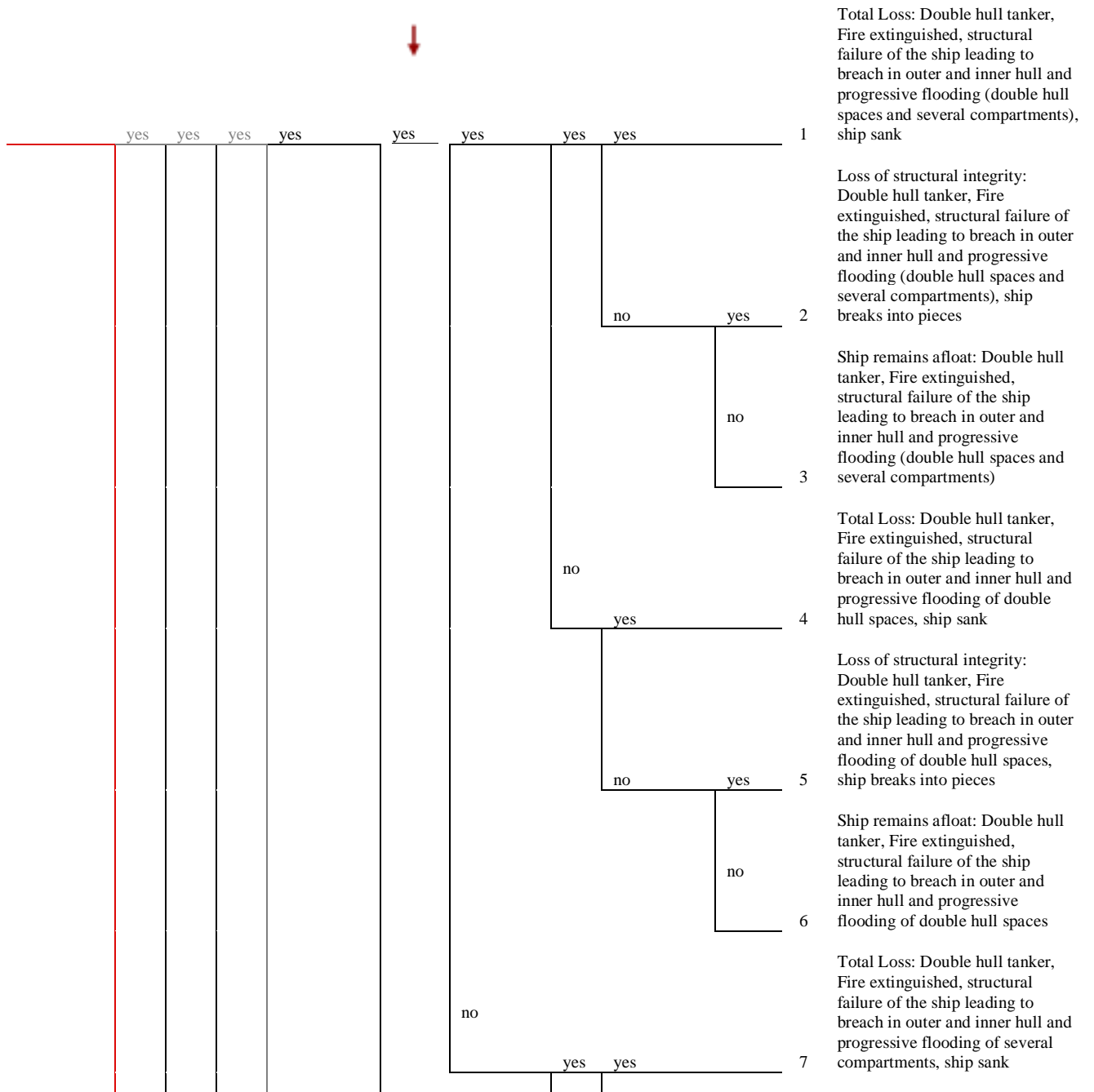
Κρίσιμη PCO για τη «φωτιά υπό έλεγχο» είναι PCO12. Ο περιορισμός και κατάσβεση της πυρκαγιάς στα αρχικά της στάδια βοηθά ώστε να διατηρηθεί η ακεραιότητα του σκάφους, και να αποτραπεί η απώλεια του φορτίου. Η PCO10 είναι η κρίσιμη για την «προοδευτική κατάκλιση στο χώρο του φορτίου». Για την πύλη «το πλοίο σπάει σε κομμάτια», η PCO11 θεωρείται ως η πιο σημαντική. Η συνεχής και αποτελεσματική παρακολούθηση των δεξαμενών και των τάσεων-παραμορφώσεων του σκάφους παρέχει τις απαραίτητες πληροφορίες για τις δράσεις που πρέπει να ληφθούν ώστε να διατηρηθεί η ακεραιότητα της γάστρας.

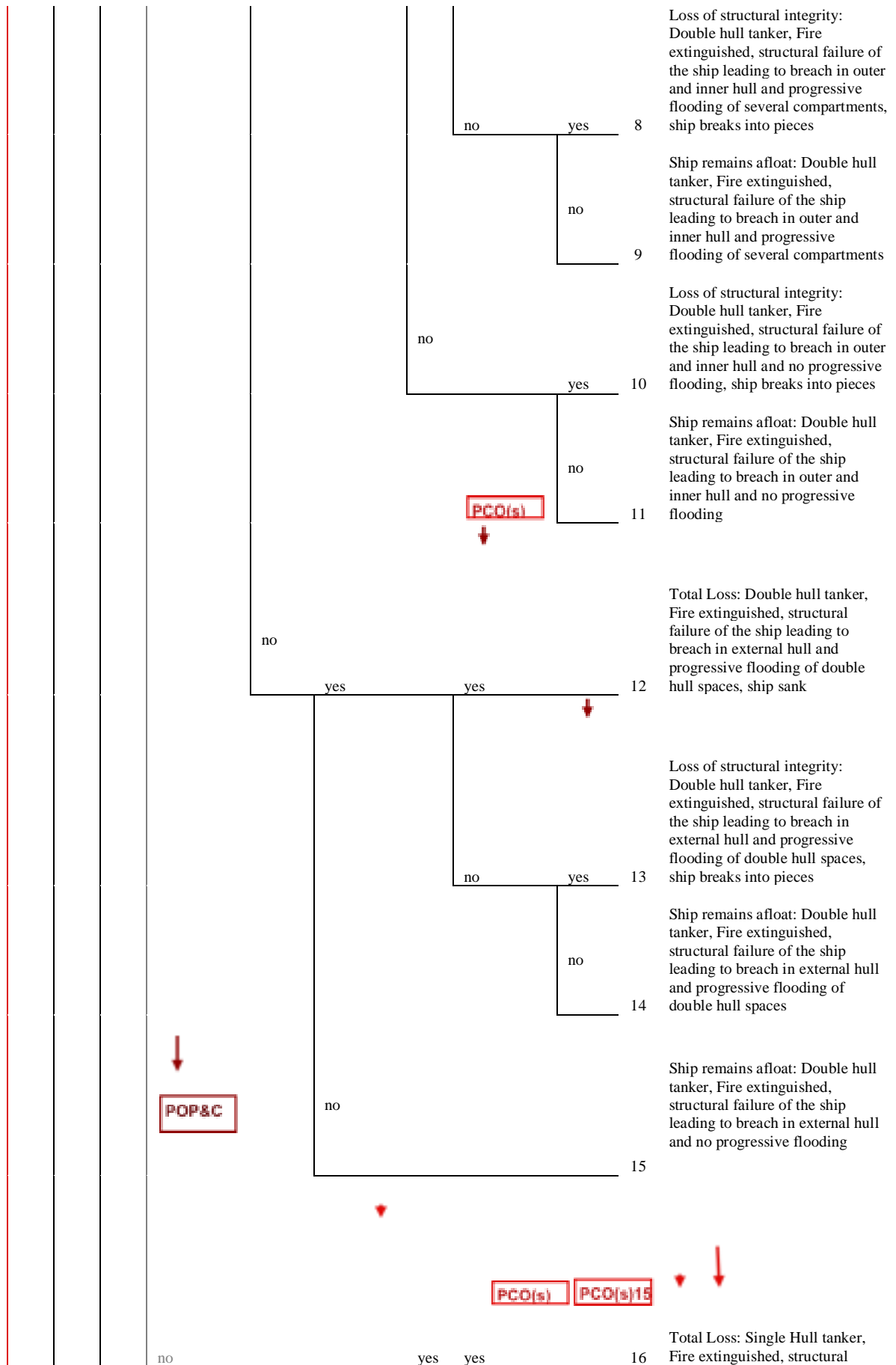
Τελικά, η PCO12 μπορεί να θεωρηθεί ως η πιο κρίσιμη επιλογή της μελέτης περίπτωσης. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι εφαρμόζεται πριν από οποιαδήποτε άλλη επιλογή, αλλάζοντας τη διαδρομή στο δένδρο γεγονότων σε σενάρια που δίνουν χαμηλότερες συνέπειες στην κατάσταση του πλοίου και των επιπτώσεων στο περιβάλλον.

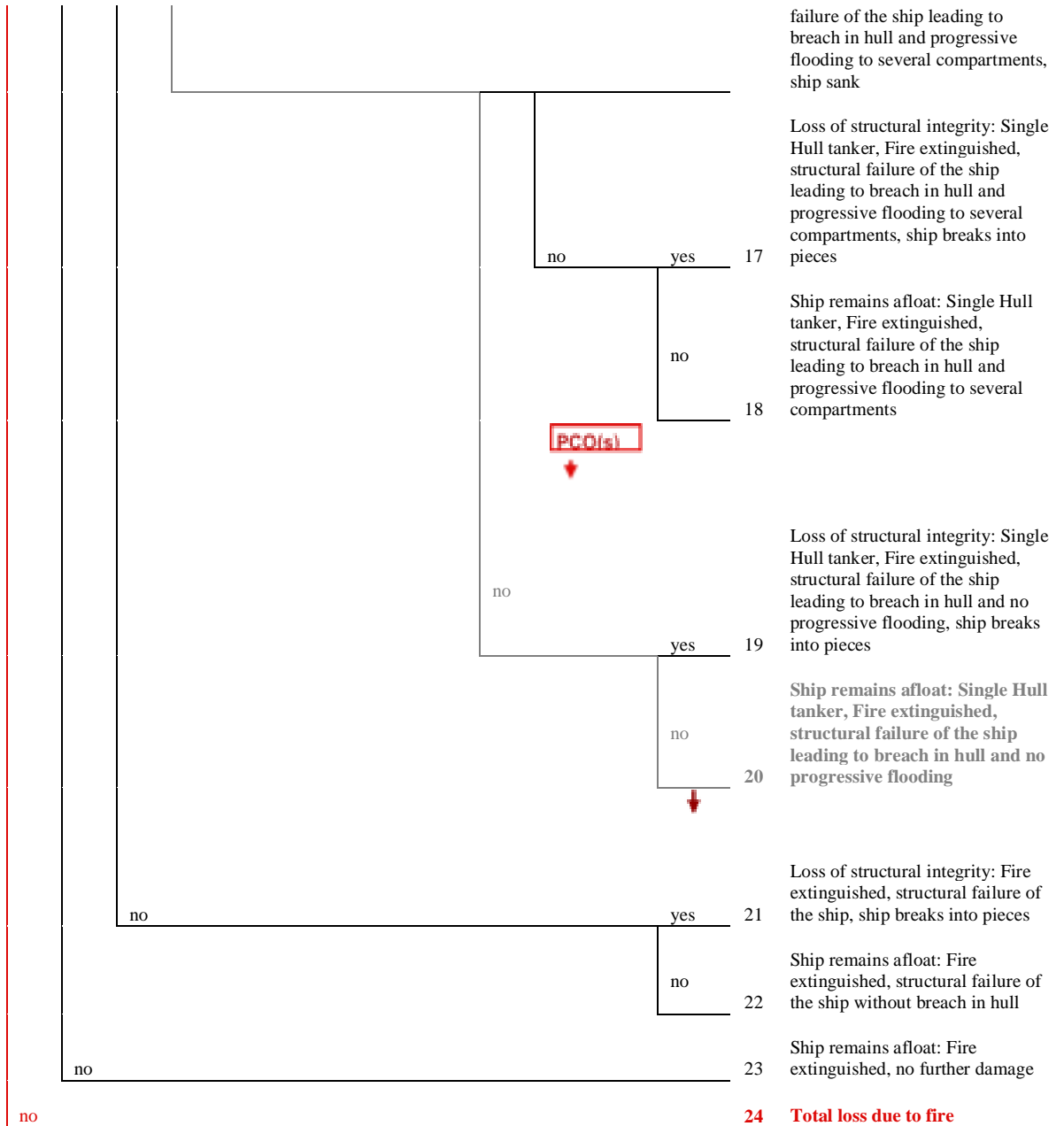
4.5.7 Δένδρο γεγονότων για τη φωτιά – Εφαρμογή των PCOs

Fire	Fire under control?	Structural failure	Breach in external hull	Double hull tanker?	Breach in inner hull?	Progressive flooding of double hull spaces: failure of transverse bulkheads	Progressive flooding in cargo section: failure of transverse bulkheads	Ship sinks without breaking into pieces	Ship breaks into pieces	N°	Scenario
-------------	---------------------	--------------------	-------------------------	---------------------	-----------------------	---	--	---	-------------------------	----	----------

PCO16







4.5.8 Το νέο βελτιωμένο σενάριο.

Στην περίπτωση του Assimi, σύμφωνα με το δένδρο γεγονότων και τη βαθμολόγηση των εμπειρογνομόνων, οι κρίσιμες PCOs ανά πύλη συμβάντος είναι οι PCO12, PCO10 και PCO11. Η εφαρμογή όλων αυτών των επιλογών οδηγεί στο σενάριο # 20.

Το νέο αναπτυγμένο σενάριο διατηρεί μερικά από τα χαρακτηριστικά του αρχικού. Το σκάφος είναι ένα δεξαμενόπλοιο μονής γάστρας, το οποίο υπέστη ρήγμα στο κύτος μετά από αστοχία των δομικών του στοιχείων οφειλόμενη στη φωτιά. Αντίθετα όμως με το πραγματικό ατύχημα σε αυτή την βελτιωμένη περίπτωση η φωτιά τίθεται υπό έλεγχο, δεν υπάρχει προοδευτική κατάκλυση στο χώρο του φορτίου και το σκάφος δεν σπάει σε κομμάτια και συνεχίζει να επιπλέει.

Πίνακας 36. Το νέο βελτιωμένο σενάριο – Μελέτη περίπτωσης του Assimi.

Φωτιά	Φωτιά υπό έλεγχο?	Δομική αστοχία	Ρήγμα στην εξωτερική γάστρα	Δεξαμενόπλοιο διπλής γάστρας?	Ρήγμα στην εσωτερική γάστρα?	Προοδευτική κατάκλυση στους χώρους μεταξύ των γαστρών: αστοχία των εγκαρσίων φρακτών	Προοδευτική κατάκλυση στους χώρους του φορτίου: αστοχία των εγκαρσίων φρακτών	Το πλοίο βυθίζεται χωρίς να σπάσει σε κομμάτια	Το πλοίο σπάει σε κομμάτια	Σενάριο περιστατικού για φωτιά
N A I	N A I	N A I	N A I	<u>OXI</u>	-	-	OXI	-	O X I	20. Το πλοίο συνεχίζει να επιπλέει: Δεξαμενόπλοιο μονής γάστρας, Κατάσβεση της φωτιάς, Δομική αστοχία του πλοίου που οδηγεί σε ρήγμα στη γάστρα και όχι σε προοδευτική κατάκλυση

Η αξιολόγηση του βελτιωμένου νέου σεναρίου δίνεται στους ακόλουθους πίνακες. Ο πίνακας 53 απεικονίζει αναλυτική εκτίμηση των εμπειρογνομόνων για τη συνέπεια, ενώ ο πίνακας 54 απεικονίζει την αναλυτική εκτίμηση των εμπειρογνομόνων για τη συχνότητα.

Όταν μελετώνται οι συνέπειες για το περιβάλλον, η βαθμολογία του σενάριο (κατηγορία 2) είναι πολύ χαμηλότερα σε σχέση με την αρχική. Επιπλέον, η βαθμολογία για τη συχνότητα (κατηγορία 2), είναι της ίδιας τάξης σε σύγκριση με την αρχική.

Πίνακας 37. Αξιολόγηση των εμπειρογνομόνων για τις επιπτώσεις (Σενάριο #20)

Το πλοίο συνεχίζει να επιπλέει: Δεξαμενόπλοιο μονής γάστρας, Κατάσβεση της φωτιάς, Δομική αστοχία του πλοίου που οδηγεί σε ρήγμα στη γάστρα και όχι σε προοδευτική κατάκλυση							
Εμπειρο γνώμων #1	Εμπειρο γνώμων #3	Εμπειρο γνώμων #5	Εμπειρο γνώμων #6	Εμπειρο γνώμων #7	Εμπειρο γνώμων #8	Εμπειρο γνώμων #9	Βαθμολογία σεναρίου
4	2	2	4	2	4	2	2

Πίνακας 38. Αξιολόγηση των εμπειρογνομόνων για τη συχνότητα (Σενάριο #20)

Το πλοίο συνεχίζει να επιπλέει: Δεξαμενόπλοιο μονής γάστρας, Κατάσβεση της φωτιάς, Δομική αστοχία του πλοίου που οδηγεί σε ρήγμα στη γάστρα και όχι σε προοδευτική κατάκλυση							
Εμπειρο γνώμων #1	Εμπειρο γνώμων #3	Εμπειρο γνώμων #5	Εμπειρο γνώμων #6	Εμπειρο γνώμων #7	Εμπειρο γνώμων #8	Εμπειρο γνώμων #9	Βαθμολογία σεναρίου
2	2	2	2	3	2	2	2

4.6 Το ατύχημα του HAVEN (Εκρηξη)

4.6.1 Περιγραφή του ατυχήματος

Το ατύχημα του Κυπριακού VLCC Haven είναι η υπόθεση της μεγαλύτερης πετρελαιοκηλίδας που συνέβη ποτέ στη Μεσόγειο Θάλασσα. Την 11^η Απριλίου του 1991, ενώ το Haven ήταν αγκυροβολημένο μπροστά από το λιμάνι της Γένοβας, δύο βίαιες εκρήξεις ξεκίνησαν μια πυρκαγιά στο πλοίο που έσβησε μόλις 70 ώρες αργότερα, όταν το πλοίο βυθίστηκε. Κατά τη στιγμή του ατυχήματος το σκάφος μετέφερε 144,000 τόνους βαρέος Ιρανικού αργού πετρελαίου. Μια μεγάλη ποσότητα των καιγόμενου πετρελαίου γρήγορα βυθίστηκε με τη μορφή της ασφάλτου, ενώ το υπόλοιπο του φορτίου διασκορπίστηκε από το ρεύμα της Λιγουρίας - Προβηγκίας και από τους ανέμους. Λίγες ώρες μετά τη βύθιση, η πετρελαιοκηλίδα είχε επηρεάσει σχεδόν 100 τετραγωνικά χιλιόμετρα της επιφάνειας της θάλασσας.

Σύμφωνα με τη *REMPEC* μέχρι την 25^η Απριλίου το ναυάγιο απελευθέρωνε συνεχώς πετρέλαιο με ένα ρυθμό των 10 m³/h κατά τη διάρκεια των δύο πρώτων ημερών και περίπου 1 m³/ημέρα στο τέλος της δεύτερης εβδομάδας μετά το ατύχημα. Η καύση επί 70 ώρες προσδιόρισε τη βύθιση μιάς ποσότητας πετρελαίου υπολογισμένης στους 10.000 ÷ 50.000 τόνους σε μια περιορισμένη περιοχή του πυθμένα της θάλασσας. Λόγω της πρώτης έκρηξης, το πλοίο έχασε το κατάστρωμα της κεντρικής δεξαμενής αριθ. 1 και μέρος της κεντρικής δεξαμενής αριθ. 2 και κατά την ρυμούλκηση του καιόμενου ναυαγίου κατά μήκος της ακτής, έσπασε σε δύο μέρη. Το πρωταίο τμήμα με δύο δεξαμενές βρίσκεται στα 490 μ. βάθος, ενώ το κύριο μέρος (220 μ. μήκος) βρίσκεται στα 75 - 80 μ. βάθος 1,5 μίλι στα ανοικτά. Κατά τη φάση έκτακτης ανάγκης, οι εργασίες ξεκίνησαν με σκοπό να περιορίσουν τη ρύπανση. Πολλές δυσκολίες αντιμετωπίστηκαν καθώς οι περισσότερες από τις ομάδες παρέμβασης είχαν ήδη συμμετάσχει στην αντιμετώπιση ενός άλλου ατυχήματος κοντά στο Λιβόρνο δώδεκα ημέρες νωρίτερα. Η δε φάση της έκτακτης ανάγκης ξεκίνησε κατά τη στιγμή του ατυχήματος και διήρκεσε μέχρι την 14^η Απρίλη, όταν κηρύχθηκε εθνική έκτακτη ανάγκη.



Ενώ το Haven καιγότανε, δύο σημαντικές αποφάσεις ελήφθησαν:

- να τραβηχθεί το ναυάγιο κατά μήκος της ακτής, για να το αποτρέψει από τη βύθιση τελικά σε βάθη όπου θα ήταν εξαιρετικά δύσκολο να του επιβληθεί οποιαδήποτε ενέργεια και να περιοριστεί η ρύπανση στην ακτή,
- να επιτραπεί η καύση του μεγαλύτερου μέρους του πετρελαίου που διέρρευσε στη θάλασσα για να περιοριστεί η εξάπλωση του προϊόντος στην επιφάνεια της θάλασσας και η ρύπανση στις ακτές.

Εικόνα 3: Το πρωναίο τμήμα του Haven καιγόμενο στον κόλπο της Γενοβας.

Οι ενέργειες αφορούσαν κυρίως τον περιορισμό του διαρρέοντος προϊόντος με τη χρήση φραγμάτων (*booms*), τη συλλογή των προϊόντων που διέρευσαν στη θάλασσα και στην ξηρά, την προστασία των λιμένων και των ακτών από τη μαύρη παλίρροια. Προϊόντα διάλυσης του πετρελαίου δεν χρησιμοποιήθηκαν καθόλου. Κατά τη διάρκεια των δύο εβδομάδων που ακολούθησαν το ατύχημα, τα αντιρυπαντικά σκάφη λειτούργησαν για 8.000 ώρες, 11.000 τόνοι μίγματος γαλακτώματος συγκεντρώθηκαν στη θάλασσα και χρησιμοποιήθηκαν σχεδόν 20.000 m φράγματος. Ευτυχώς, οι καλές καιρικές συνθήκες επέτρεψαν στους φορείς για να λειτουργήσουν σωστά και να περιορίσουν την περιβαλλοντική ζημία.

11/4/1991 Έκρηξη / φωτιά
 11/04/1991 30.000 - 40.000 τόνοι διέρευσαν
 12/4/1991 - 14/4/1991 ~ 100.000 τόνοι αργού πετρελαίου καίγονται ή εξατμίζονται
 14/4/1991 το πλοίο βυθίζεται μετά από 3 ημέρες πυρκαγιάς και εκρήξεις
 15/4/1991 ~ 240m³ (10m³/Hr) αργού πετρελαίου απελευθερώνεται από το ναυάγιο
 16/4/1991 ~ 240m³ (10m³/Hr) αργού πετρελαίου απελευθερώνεται από το ναυάγιο
 16/4/1991-24/4/1991 οι ρυθμοί απελευθέρωσης πετρελαίου από το ναυάγιο μειώνονται
 24/4/1991 - 25/4/1991 ~ 1 +1 m³ αργού πετρελαίου απελευθερώνεται από το ναυάγιο
 25/4/1991 3.000 τόνοι παραμένουν στο ναυάγιο
 Συνολικά 140.000 τόνοι χύθηκαν

Ο πίνακας που ακολουθεί εμπεριέχει συγκεντωμένα τα προϊόντα πετρελαίου διέρευσαν στη θάλασσα. Οι τιμές υπολογίστηκαν λαμβάνοντας υπόψη τις καιρικές και θαλάσσιες συνθήκες τόσο κατά τη στιγμή του ατυχήματος όσο και κατά τις επόμενες ημέρες καθώς και τις φυσικο-χημικές διεργασίες που έλαβαν χώρα κατά τη διάρκεια κάθε φάσης του ατυχήματος.

ΕΞΑΤΜΙΖΜΕΝΑ	14,500-17,000t
ΚΑΜΕΝΑ	95,500-103,500t
ΞΕΒΡΑΣΜΕΝΑ ΣΤΗΝ ΑΚΤΗ	1,000-1,500t
ΣΥΛΛΕΧΘΗΚΑΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΤΗΣ ΘΑΛΑΣΣΑΣ	2,000t
ΒΥΘΙΣΜΕΝΑ	10,000-50,000t
ΠΑΡΕΜΕΙΝΑΝ ΜΕΣΑ ΣΤΟ ΝΑΥΑΓΙΟ	3,000t
ΔΙΑΣΚΟΡΠΙΣΜΕΝΑ ΣΤΗ ΘΑΛΑΣΣΑ	3,500-5,000t

4.6.2 Χαρτογράφηση του σεναρίου του περιστατικού

Για να ταιριάξει τη δεδομένη μελέτη περίπτωσης με ένα από τα σενάρια του δένδρου γεγονότων, μπορεί κάποιος να ακολουθήσει την ιστορία του ατυχήματος και να ιχνηλατήσει στις αντίστοιχες πύλες συμβάντος. Σε αυτή εδώ την περίπτωση, το σενάριο #24 (που παρουσιάζεται στον επόμενο πίνακα) ταιριάζει ακριβώς στο περιστατικό του Haven. Εκρήξεις σημειώθηκαν επί του πλοίου και προκάλεσαν πυρκαγιά. Η φωτιά έσβησε μόλις 70 ώρες αργότερα, όταν το Haven βυθίστηκε. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι κατά τη διάρκεια της ρυμούλκησης του καϊόμενου ναυαγίου, κατά μήκος της ακτής, αυτό έσπασε σε δύο μέρη.

Πίνακας 39. Προσαρμογή του ατυχήματος στο δένδρο γεγονότων – Μελέτη περίπτωσης του Haven

Εκρηξη	Κάθε σχετική φωτιά υπό έλεγχο	Δομική απώλεια	Ρήγμα στην εξωτερική γάστρα	Δεξαμενόπλοιο διπλής γάστρας?	Ρήγμα στην εσωτερική γάστρα?	Προδευτική κατάκλυση στους χώρους μεταξύ των γαστρών: αστοχία των εγκαρσίων φρακτών	Προδευτική κατάκλυση στους χώρους του φορτίου: αστοχία των εγκαρσίων φρακτών	Το πλοίο βοθίζεται χωρίς να σπάσει σε κομμάτια	Το πλοίο σπάει σε κομμάτια	Σενάριο ατυχήματος για έκρηξη
ΝΑΙ	ΟΧΙ	-	-	-	-	-	-	-	-	24. Ολική απώλεια λόγω φωτιάς

Η εκτίμηση των εμπειρογνομόνων για το αντίστοιχο σενάριο (# 24) παρουσιάζεται στους ακόλουθους δύο πίνακες. Ο πίνακας 56 απεικονίζει την αναλυτική βαθμολόγηση για τις συνέπειες στο περιβάλλον, και ο πίνακας 57 την αναλυτική βαθμολόγηση για τη συχνότητα εμφάνισης.

Πίνακας 40. Αξιολόγηση των εμπειρογνομόνων για τις συνέπειες (Σενάριο #24)

Ολική απώλεια λόγω φωτιάς					
Εμπειρογνόμων #1	Εμπειρογνόμων #5	Εμπειρογνόμων #6	Εμπειρογνόμων #7	Εμπειρογνόμων #8	Βαθμολογία Σεναρίου
4	2	4	1	4	4

Πίνακας 41. Αξιολόγηση των εμπειρογνομόνων για τη συχνότητα (Σενάριο #24)

Ολική απώλεια λόγω φωτιάς					
Εμπειρογνόμων #1	Εμπειρογνόμων #5	Εμπειρογνόμων #6	Εμπειρογνόμων #7	Εμπειρογνόμων #8	Βαθμολογία Σεναρίου
2	1	2	3	2	2

Σύμφωνα με τους εμπειρογνόμονες, το σενάριο # 24 έχει πολύ μεγάλες συνέπειες (βαθμολογία σεναρίου «κατηγορία 4» - καταστροφικό) και πολύ χαμηλή συχνότητα (βαθμολογία σεναρίου: 2 – αρκετά μακριά για να συμβεί).

4.6.3 Ανάλυση των σημαντικών πύλων συμβάντων

Στο παρόν κεφάλαιο, αρχίζοντας με το σενάριο του ατυχήματος, (σενάριο # 24 – χωρίς τη χρήση PCOs), εξετάζεται η εξέλιξη του όσον αφορά τις συνέπειες ή/και τη διακινδύνευση.

Οι πύλες συμβάντος που επηρεάζουν το σενάριο του περιστατικού δίνονται από τα χαρακτηριστικά του ατυχήματος (τύπος ατυχήματος, το μέγεθος του σκάφους, κλπ). Όλες οι σχετικές με το ατύχημα πύλες εμφανίζονται με γκριζό. Αυτές θα μπορούσαν να αλλάξουν από αποτελεσματικές σε αναποτελεσματικές και αντίστροφα. Ο συνδυασμός των αποτελεσματικών και αναποτελεσματικών πύλων συμβάντος οδηγεί σε νέα σενάρια.

Στον πίνακα 58, ξεκινώντας με το σενάριο του περιστατικού, και σταδιακά μετατρέποντας μία προς μία τις πύλες σε αναποτελεσματικές μπορούμε να δούμε ότι δεν επέρχεται καμία βελτίωση στη συνέπεια ή το ρίσκο παρότι υπάρχει αλλαγή σεναρίου.

Πιο συγκεκριμένα, η πρώτη σειρά του πίνακα 58 αντιπροσωπεύει το ατύχημα του Haven, όπου όλες οι σχετικές πύλες είναι αποτελεσματικές (και μόνο η «Κάθε σχετική φωτιά είναι υπό έλεγχο» αναποτελεσματική). Οι ψήφοι των εμπειρογνομόνων για τη συνέπεια και τη διακινδύνευση είναι 4 και 6 αντίστοιχα. Οι επόμενοι τρεις συνδυασμοί πύλων οδηγούν επίσης στο σενάριο του ατυχήματος (# 24), ενώ ο τελευταίος οδηγεί σε ένα νέο σενάριο (# 16). Αυτό το σενάριο δίνει μια μείωση του ρίσκου του ατυχήματος. Ως εκ τούτου μόνο μία σημαντική πύλη αναδύεται («Κάθε σχετική φωτιά είναι υπό έλεγχο»).

Πίνακας 42. Συνδυασμοί αποτελεσματικών και αναποτελεσματικών πύλων συμβάντος –Μελέτη περίπτωσης του Haven.

Κάθε σχετική φωτιά υπό έλεγχο	Δομική απώλεια	Ρήγμα στην εξωτερική γάστρα	Δεξαμενόπλοιο διπλής γάστρας?	Ρήγμα στην εσωτερική γάστρα?	Προοδευτική κατάκλυση στους χώρους μεταξύ των γαστρών: αστοχία των εγκαρσίων φρακτών	Προοδευτική κατάκλυση στους χώρους του φορτίου: αστοχία των εγκαρσίων φρακτών	Το πλοίο βυθίζεται χωρίς να σπάσει σε κομμάτια	Το πλοίο σπάει σε κομμάτια	Σενάριο ατυχήματος για έκρηξη	Συνέπεια	Διακινδύνευση
IE						E	E	E	24. Ολική απώλεια λόγω φωτιάς	4	6
IE						E	E	IE	24. Ολική απώλεια λόγω φωτιάς	4	6
IE						E	IE	E	24. Ολική απώλεια λόγω φωτιάς	4	6
IE						IE	E	E	24. Ολική απώλεια λόγω φωτιάς	4	6
E						E	E	E	16. Ολική απώλεια: Μονόγαστρο δεξαμενόπλοιο, Το πλοίο υπέστη έκρηξη, η οποία δημιούργησε ρήγμα στη γάστρα και προοδευτική κατάκλυση σε πολλά διαμερίσματα, Το πλοίο βυθίστηκε	4	5

Η αντίστροφη ανάλυση εφαρμόζεται προκειμένου να εξεταστεί ή πιθανή βελτίωση όσον αφορά τις συνέπειες. Αρχίζοντας με όλες τις πύλες συμβάντος αναποτελεσματικές, μετατρέπεται μία πύλη τη φορά σε αποτελεσματική. Ο συνδυασμός που επιδεινώνει το σενάριο δίνει την κρίσιμη πύλη συμβάντος.

Η πρώτη σειρά του πίνακα 59, που έχει όλες τις πύλες αναποτελεσματικές, οδηγεί στο σενάριο #20 (συνέπεια 4 και ρίσκο 6). Κανένας από τους συνδυασμούς του πίνακα της αντίστροφης ανάλυσης δεν επιδεινώνει το σενάριο όταν εξετάζονται οι συνέπειες στο περιβάλλον. Όταν εξετάζεται το ρίσκο, υπάρχει μια βελτίωση στους τελευταίους τρεις συνδυασμούς πυλών. Επομένως, στην περίπτωση του *Haven*, δεν αναδύεται καμία σημαντική πύλη ακολουθώντας την αντίστροφη ανάλυση.

Πίνακας 43. Αντίστροφοι συνδυασμοί αποτελεσματικών και αναποτελεσματικών πυλών –Μελέτη περίπτωσης του Haven.

Κάθε σχετική φωτιά υπό έλεγχο	Δομική απώλεια	Ρήγμα στην εξωτερική γάστρα	Δεξαμενόπλοιο διπλής γάστρας?	Ρήγμα στην εσωτερική γάστρα?	Προοδευτική κατάκλιση στους χώρους μεταξύ των γαστρών: αστοχία των εγκαρσίων φρακτών	Προοδευτική κατάκλιση στους χώρους του φορτίου: αστοχία των εγκαρσίων φρακτών	Το πλοίο βοθίζεται χωρίς να σπάσει σε κομμάτια	Το πλοίο σπάει σε κομμάτια	Σενάριο ατυχήματος για έκρηξη	Συνέπειες	Διακινδύνευση
E						IE	IE	IE	20. Το πλοίο συνεχίζει να επιπλέει: Μονόγαστρο δεξαμενόπλοιο, Το πλοίο υπέστη έκρηξη που δημιούργησε ρήγμα στη γάστρα, και όχι προοδευτική κατάκλιση	4	6
IE						IE	IE	IE	24. Ολική απώλεια λόγω φωτιάς	4	6
E						E	IE	IE	18. Το πλοίο συνεχίζει να επιπλέει: Μονόγαστρο δεξαμενόπλοιο, Το πλοίο υπέστη έκρηξη που δημιούργησε ρήγμα στη γάστρα, με προοδευτική κατάκλιση σε πολλά διαμερίσματα	4	5
E						IE	E	IE	19. Απώλεια δομικής ακεραιότητας: Μονόγαστρο δεξαμενόπλοιο, Το πλοίο υπέστη έκρηξη που δημιούργησε ρήγμα στη γάστρα, χωρίς προοδευτική κατάκλιση, Το πλοίο σπάει σε κομμάτια	4	5
E						IE	IE	E	19. Απώλεια δομικής ακεραιότητας: Μονόγαστρο δεξαμενόπλοιο, Το πλοίο υπέστη έκρηξη που δημιούργησε ρήγμα στη γάστρα, χωρίς προοδευτική κατάκλιση, Το πλοίο σπάει σε κομμάτια	4	5

4.6.4 Κρίσιμες PCOs ανά πύλη συμβάντος του σεναρίου

4.6.5 Όλες οι σχετικές PCOs

Οι σχετικές PCOs αλληλεπιδρούν σε κάθε μία από τις πύλες συμβάντος του σεναρίου. Η PCO12 αναφέρεται σε απομακρυσμένες ενέργειες πυρόσβεσης, προκειμένου να περιοριστεί και να κατασβεστεί η φωτιά. Η αποτελεσματική πυρόσβεση σε πρώιμα στάδια (αμέσως μετά την έκρηξη) έχει ως στόχο να διατηρήσει την ακεραιότητα του σκάφους και να προλάβει την απώλεια του φορτίου. Η PCO2 αφορά το Σύστημα Υποστήριξης Αποφάσεων στην ξηρά που βοηθά να παρθούν αποφάσεις σχετικά με αξιοπλοΐα σε ένα κατεστραμμένο σκάφος.

Οι PCO6, PCO7 και PCO8 αφορούν στη βελτίωση της αντίδρασης, το συντονισμό και την αποτελεσματικότητα των συστημάτων ρυμούλκησης έκτακτης ανάγκης. Η γρήγορη επέμβαση ενός σωστού αριθμού ισχυρών και αποτελεσματικών ρυμουλκών μπορεί να μεταφέρει το πλοίο σε μια προκαθορισμένη θέση βοηθώντας το να συνεχίσει να επιπλέει, ενώ άλλες βασικές διαδικασίες, επί και γύρω από το πλοίο, να συνεχίζουν να λαμβάνουν χώρα. Τέλος, η PCO19 αντιστοιχεί στην καλύτερη αντίδραση σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης λόγω φωτιάς μέσω της κατάλληλης εκπαίδευσης του πληρώματος.

Οι σχετικές PCOs ανά κρίσιμη πύλη συμβάντος στην μελέτη περίπτωσης του *Haven* παρουσιάζονται στον επόμενο πίνακα:

Πίνακας 60. Σχετικές PCOs ανά πύλη συμβάντος – Μελέτη περίπτωσης του Haven

Έκρηξη	Κάθε σχετική φωτιά υπό έλεγχο	Δομική απώλεια	Ρήγμα στην εξωτερική γάστρα	Δεξαμενόπλοιο διπλής γάστρας?	Ρήγμα στην εσωτερική γάστρα?	Προοδευτική κατάκλυση στους χώρους μεταξύ των γαστρών: αστοχία των εγκάρσιων φρακτών	Προοδευτική κατάκλυση στους χώρους του φορτίου: αστοχία των εγκάρσιων φρακτών	Το πλοίο βυθίζεται χωρίς να σπάσει σε κομμάτια	Το πλοίο σπάει σε κομμάτια
	PCO12 PCO19 PCO2 PCO6 PCO7 PCO8								

4.6.6 Οι Κρίσιμες PCOs

Η PCO, ικανή να μεταβάλλει από μόνη την τιμή της σχετικής πύλης, είναι η κρίσιμη. Η επιλογή των κρίσιμων PCOs μπορεί να γίνει με τη χρήση της εμπειρίας (κοινή πρακτική), ή τη χρονική αλληλουχία, ή παράγοντες βάρους (κοινή λογική).

Πίνακας 44. Κρίσιμες PCOs ανά πύλη συμβάντος – Μελέτη περίπτωσης του Haven

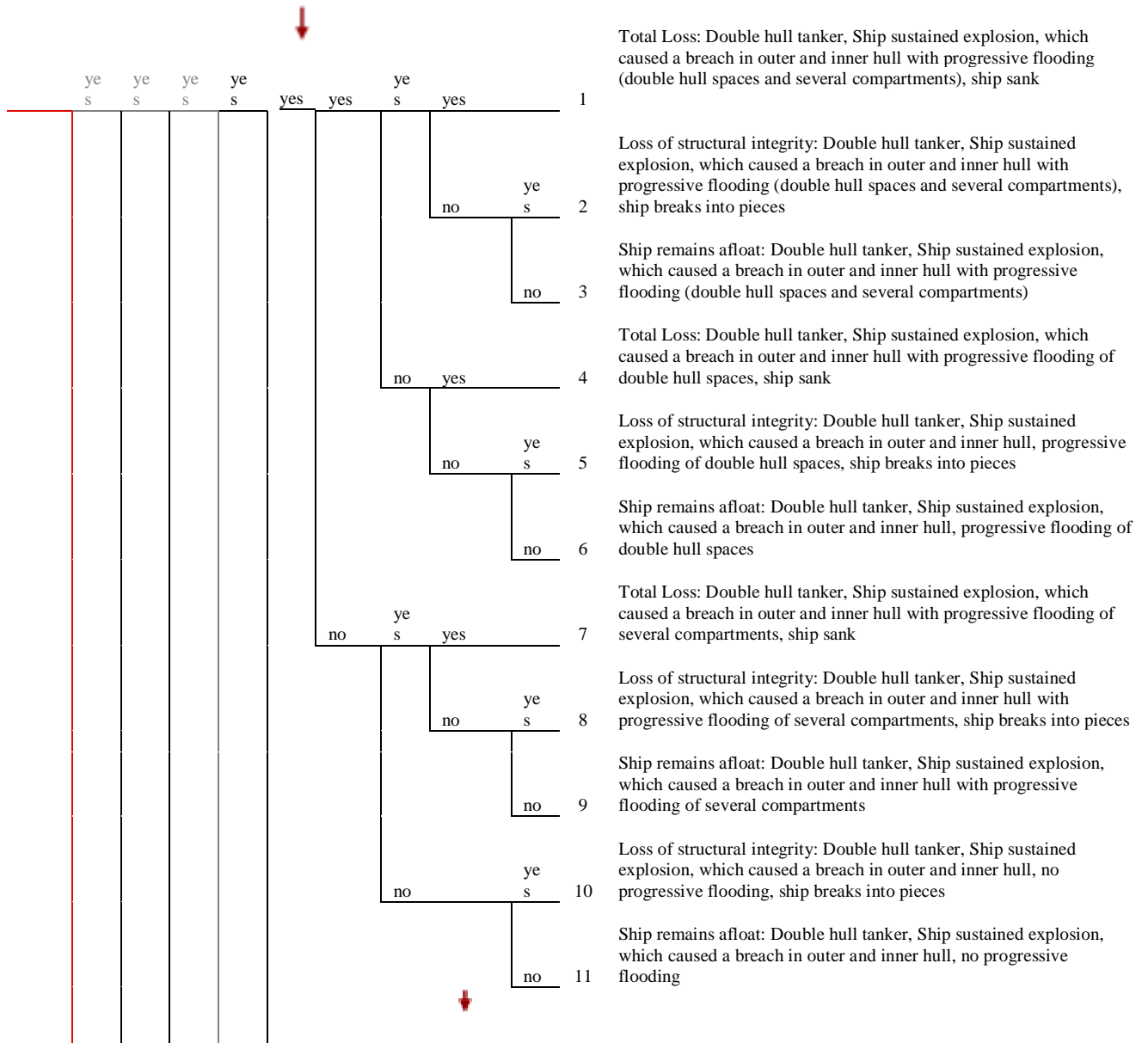
Εκρηξη	Κάθε σχετική φωτιά υπό έλεγχο	Δομική απόλεια	Ρήγμα στην εξωτερική γάστρα	Δεξμενόπλοιο διπλής γάστρας?	Ρήγμα στην εσωτερική γάστρα?	Προοδευτική κατάκλυση στους χώρους μεταξύ των γαστρών: αστοχία των εγκαρσίων φρακτών	Προοδευτική κατάκλυση στους χώρους του φορτίου: αστοχία των εγκαρσίων φρακτών	Το πλοίο βυθίζεται χωρίς να σπάσει σε κομμάτια	Το πλοίο σπάει σε κομμάτια
	PCO12 PCO8								

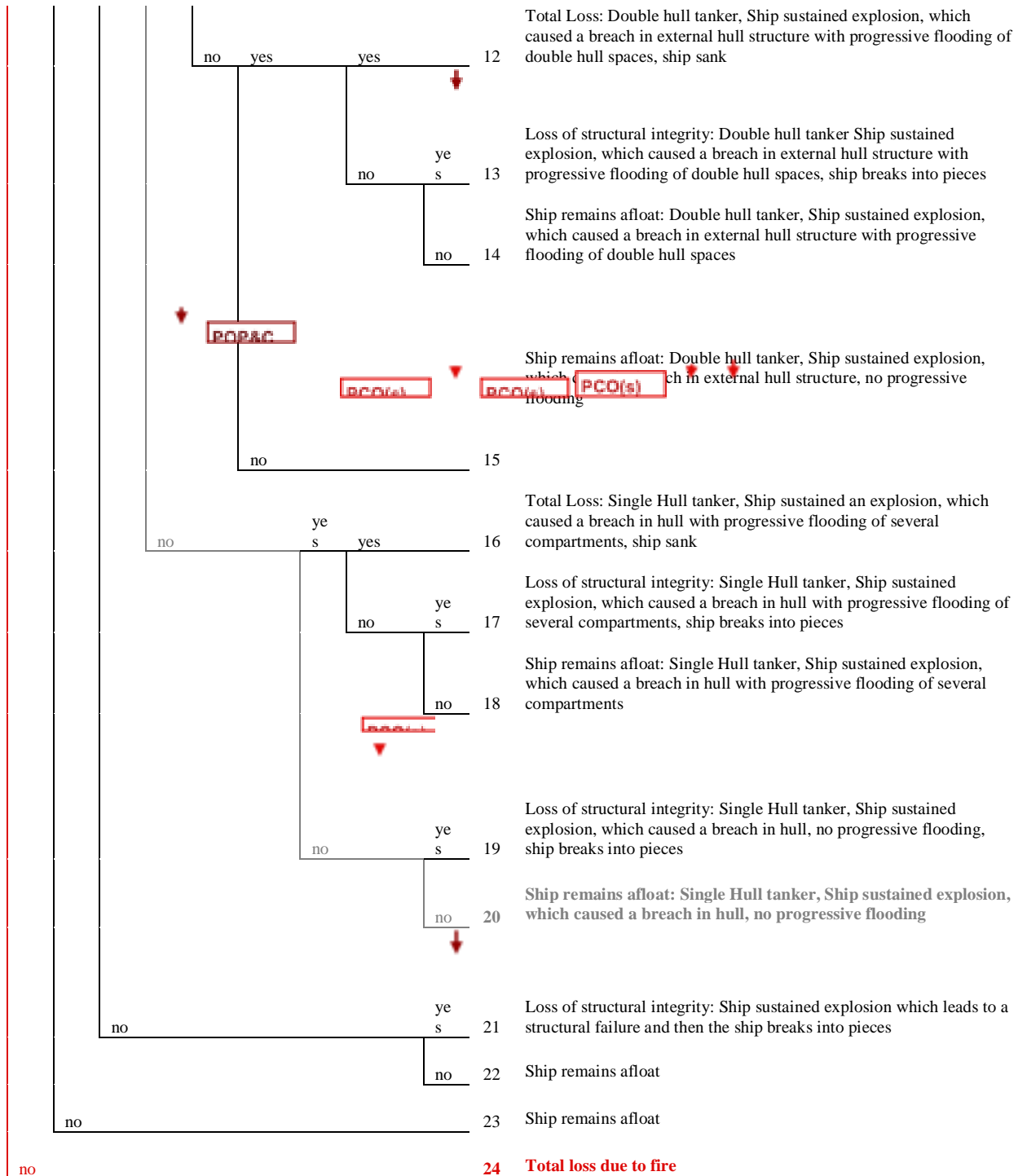
Κρίσιμες PCOs για την πύλη «κάθε σχετική φωτιά υπό έλεγχο» είναι η PCO12 και η PCO8. Στην περίπτωση μας, τόσο η απομακρυσμένη πυρόσβεση όσο και η αποτελεσματική χρήση ρυμουλκών είναι απαραίτητες προκειμένου να περιοριστεί και να κατασβεσθεί η φωτιά στα πρώτα στάδια διατηρώντας την ακεραιότητα του πλοίου.

4.6.7 Δένδρο γεγονότων για την Έκρηξη – Εφαρμογή των PCOs

Explosion	Any associated fire is under control	Structural failure	Breach in external hull	Double hull tanker?	Breach in inner hull?	Progressive flooding of double hull spaces: failure of transverse bulkheads	Progressive flooding in cargo section: failure of transverse bulkheads	Ship sinks without breaking into pieces	Ship breaks into pieces	N°	Scenario
-----------	--------------------------------------	--------------------	-------------------------	---------------------	-----------------------	---	--	---	-------------------------	----	----------

PCOs





4.6.8 Το νέο βελτιωμένο σενάριο

Το νέο βελτιωμένο σενάριο διατηρεί μερικά από τα χαρακτηριστικά του αρχικού. Το σκάφος είναι ένα μονόγαстро δεξαμενόπλοιο, στο οποίο δημιουργήθηκε ένα ρήγμα στη γάστρα μετά την αστοχία των δομικών στοιχείων λόγω της έκρηξης/πυρκαγιάς.

Στην περίπτωση του *Haven*, σύμφωνα με το δένδρο γεγονότων και τη βαθμολογία των εμπειρογνομώνων, οι κρίσιμες PCOs για τη σημαντική πύλη συμβάντος είναι η PCO12 και η PCO8. Η εφαρμογή αυτών των δύο επιλογών οδηγεί στα σενάρια # 16¹⁰, # 17¹¹, # 18¹², # 19¹³ και # 20¹⁴. Σενάριο # 16 είναι μια ολική απώλεια, ενώ τα σενάρια # 17 και # 19 παρουσιάζουν απώλεια της δομικής ακεραιότητας, προοδευτική κατάκλυση στους χώρους φορτίου και σπάσιμο σε κομμάτια. Στα υπόλοιπα σενάρια (# 18 και # 20) το σκάφος συνεχίζει να επιπλέει, παραμένοντας ένα κομμάτι, χωρίς να παρουσιάζει προοδευτική κατάκλυση.

Δυστυχώς, η βαθμολογία των εμπειρογνομώνων σχετικά με τις συνέπειες για όλα τα παραπάνω σενάρια είναι κατηγορίας 4 (καταστροφική), ενώ η απόφαση τους για τη συχνότητα είναι της κατηγορίας 1 και 2 (πολύ απομακρυσμένο για να συμβεί). Είναι ενδεικτικό ότι το #20 έχει συνέπεια 4 και συχνότητα 2, αν και σύμφωνα με την περιγραφή του οδηγεί σε χαμηλότερες επιπτώσεις για το σκάφος και το περιβάλλον.

Ως εκ τούτου, με σκοπό να επιτύχουμε τα καλύτερα αποτελέσματα, η φωτιά θα πρέπει να τεθεί υπό έλεγχο, προοδευτική κατάκλυση στο τμήμα του φορτίου δεν πρέπει να συμβεί και τελικά το σκάφος δεν θα πρέπει να σπάσει σε κομμάτια συνεχίζοντας να επιπλέει. Η εφαρμογή των PCO 12 και PCO 8 μπορεί να οδηγήσει στο σενάριο # 20.

Πίνακας 45. Το νέο βελτιωμένο σενάριο –Μελέτη περίπτωσης του Haven.

Έκρηξη	Κάθε σχετική φωτιά υπό έλεγχο	Δομική απώλεια	Ρήγμα στην εξωτερική γάστρα	Δεξαμενόπλοιο διπλής γάστρας?	Ρήγμα στην εσωτερική γάστρα?	Προοδευτική κατάκλυση στους χώρους μεταξύ των γαστρών: αστοχία των εγκυρσίων φρακτών	Προοδευτική κατάκλυση στους χώρους του φορτίου: αστοχία των εγκυρσίων φρακτών	Το πλοίο βυθίζεται χωρίς να σπάσει σε κομμάτια	Το πλοίο σπάει σε κομμάτια	Σενάριο ατυχήματος για έκρηξη
ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	<u>ΟΧΙ</u>	-	-	ΟΧΙ	-	ΟΧΙ	20. Το πλοίο συνεχίζει να επιπλέει: Μονόγαстро δεξαμενόπλοιο, Το πλοίο υπέστη έκρηξη που δημιούργησε ρήγμα στη γάστρα, και όχι προοδευτική κατάκλυση

¹⁰ Σενάριο 16 Ολική απώλεια: Μονόγαстро δεξαμενόπλοιο, το πλοίο υπέστη έκρηξη, η οποία προκάλεσε ρήγμα στη γάστρα και προοδευτική κατάκλυση πολλών διαμερισμάτων, το πλοίο βυθίστηκε

¹¹ Σενάριο 17 Απώλεια δομικής ακεραιότητας: Μονόγαстро δεξαμενόπλοιο, το πλοίο υπέστη έκρηξη, η οποία προκάλεσε ρήγμα στη γάστρα και προοδευτική κατάκλυση πολλών διαμερισμάτων, το πλοίο σπάει σε κομμάτια

¹² Σενάριο 18 Το πλοίο συνεχίζει να επιπλέει: Μονόγαстро δεξαμενόπλοιο, Το πλοίο υπέστη έκρηξη που δημιούργησε ρήγμα στη γάστρα, με προοδευτική κατάκλυση σε πολλά διαμερίσματα

¹³ Σενάριο 19 Απώλεια δομικής ακεραιότητας: Μονόγαстро δεξαμενόπλοιο, Το πλοίο υπέστη έκρηξη που δημιούργησε ρήγμα στη γάστρα, χωρίς προοδευτική κατάκλυση, Το πλοίο σπάει σε κομμάτια

¹⁴ Σενάριο 20 Το πλοίο συνεχίζει να επιπλέει: Μονόγαстро δεξαμενόπλοιο, Το πλοίο υπέστη έκρηξη που δημιούργησε ρήγμα στη γάστρα, και όχι προοδευτική κατάκλυση

Η αξιολόγηση του βελτιωμένου νέου σεναρίου δίνεται στους ακόλουθους πίνακες. Ο πίνακας 63 απεικονίζει την αναλυτική εκτίμηση των εμπειρογνομόνων για τις συνέπειες ενώ ο πίνακας 64 απεικονίζει την αναλυτική εκτίμηση των εμπειρογνομόνων για τη συχνότητα.

Όταν μελετώνται οι συνέπειες στο περιβάλλον, η βαθμολογία του σεναρίου (κατηγορία 4) είναι ίση σε σχέση με αυτή του αρχικού. Επιπλέον, η βαθμολογία του για τη συχνότητα (κατηγορία 2), είναι της ίδιας τάξης σε σύγκριση με αυτή του αρχικού. Ως εκ τούτου, σύμφωνα με βαθμολογία των εμπειρογνομόνων, δεν υπάρχει βελτίωση, αν και το νέο σενάριο έχει μια καλύτερη αλυσίδα γεγονότων.

Πίνακας 46. Αξιολόγηση των εμπειρογνομόνων για τις συνέπειες (Σενάριο #20)

Το πλοίο συνεχίζει να επιπλέει: Μονόγαστρο δεξαμενόπλοιο, Το πλοίο υπέστη έκρηξη που δημιούργησε ρήγμα στη γάστρα, και όχι προοδευτική κατάκλυση					
Εμπειρογνώμων #1	Εμπειρογνώμων #5	Εμπειρογνώμων #6	Εμπειρογνώμων #7	Εμπειρογνώμων #8	Βαθμολογία Σεναρίου
4	4	4	2	4	4

Πίνακας 47. Αξιολόγηση των εμπειρογνομόνων για τη συχνότητα (Σενάριο #20)

Το πλοίο συνεχίζει να επιπλέει: Μονόγαστρο δεξαμενόπλοιο, Το πλοίο υπέστη έκρηξη που δημιούργησε ρήγμα στη γάστρα, και όχι προοδευτική κατάκλυση					
Εμπειρογνώμων #1	Εμπειρογνώμων #5	Εμπειρογνώμων #6	Εμπειρογνώμων #7	Εμπειρογνώμων #8	Βαθμολογία Σεναρίου
2	1	2	2	2	2

5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Ο στόχος της παρούσας εργασίας είναι να παρουσιάσει και να αξιολογήσει μια πρωτότυπη μεθοδολογία δημιουργίας ενός συμβουλευτικού εργαλείου για τη μείωση των επιπτώσεων ενός ατυχήματος δεδομένου ότι αυτό έχει ήδη συμβεί.

Η παρούσα μεθοδολογία είναι γενική και εφαρμόζεται σε δέντρα γεγονότων που περιγράφουν λεπτομερώς την αντίστοιχη ακολουθία των γεγονότων ενός περιστατικού. Βασική προϋπόθεση για την αποτελεσματικότητα της είναι η ύπαρξη ενός επαρκούς αριθμού σεναρίων ατυχημάτων, μιάς και τα σενάρια αυτά θα πρέπει να καλύπτουν όλο το φάσμα των πιθανών αποτελεσμάτων σχετικά με την τύχη του πλοίου και τις συνέπειες στο περιβάλλον. Επιπλέον, αυτά, θα πρέπει να αξιολογούνται σωστά σύμφωνα με τη σοβαρότητά τους. Για το λόγο αυτό, ομάδες εμπειρογνομόνων σε συνεδρίες παραγωγής ιδεών καλούνται να αξιολογήσουν τα δένδρα γεγονότων και τα ατυχηματικά σενάρια βασισμένοι σε κλίμακες δεικτών αναφορικά με τις συνέπειες και τη συχνότητα.

Μια ανάλυση βασισμένη σε πίνακες αντιστοιχεί το περιστατικό σε ένα από τα σενάρια του δένδρου. Αναδύει τις σχετικές πύλες συμβάντος. Αξιολογεί τις επιλογές ελλάτωσης συνεπειών που θα πρέπει να εφαρμοστούν ανά πύλη συμβάντος. Εκτιμά τις σημαντικές πύλες συμβάντος και τις κρίσιμες επιλογές (ή την κρίσιμη επιλογή) ώστε να καταλήξουμε στο βελτιωμένο σενάριο. Τα εναλλακτικά σενάρια μαζί με τις προτεινόμενες επιλογές αντιμετώπισης και κατ' επέκταση ελλάτωσης των συνεπειών αποτελούν τα αποτελέσματα της μεθοδολογίας.

Τα παραπάνω αποτελέσματα της μεθοδολογίας μαζί με τα δεδομένα του πλοίου, της περιοχής και των μέσων αντιμετώπισης παρουσιάζονται συγκεντρωτικά στο πρόσωπο ή τα πρόσωπα που επιβαρύνονται με τις κρίσιμες αποφάσεις για την εξέλιξη του ατυχήματος.

Στις επόμενες τρεις παραγράφους παρουσιάζονται τα αποτελέσματα-συμπεράσματα στα βασικά τμήματα της μεθοδολογίας, εφαρμοσμένης σε χαρακτηριστικά παραδείγματα, χρησιμοποιώντας στοιχεία δένδρων γεγονότων και αξιολογήσεων από προηγούμενη ερευνητική εργασία.

5.1 Δημιουργία Δένδρων Γεγονότων

Η δημιουργία των ατυχηματικών δένδρων γεγονότων είναι μια κυκλική εξελικτική διαδικασία βασισμένη σε προηγούμενα καλά περιγεγραμμένα και τεκμηριωμένα περιστατικά. Αναφέρονται σε συγκεκριμένο τύπο πλοίου και είναι διαφορετικά για καθένα από τους βασικούς τύπους ατυχήματος. Το βάθος τους (τα επίπεδα τους) καθορίζονται από τα σημαντικά γεγονότα στη χρονοσειρά του περιστατικού, τις λεγόμενες πύλες συμβάντος. Ως εκ τούτου, με ένα διαφορετικό αριθμό πυλών και τελικών αποτελεσμάτων, οδηγούμαστε σε διαφορετικό αριθμό σεναρίων (διαφορετικά δένδρα) για κάθε τύπο ατυχήματος. Η αξιολόγησή τους, με τη γνώμη των ειδικών, γίνεται επάνω στη στο συγκεκριμένο βάθος, τον προσανατολισμό και την πληρότητα των σεναρίων, τα οποία θα πρέπει να καλύπτουν όλα τα πιθανά σενάρια ενός τυχαίου ατυχήματος επάνω στους στόχους της εκάστοτε μελέτης.

Στο πλαίσιο αυτό, στις μελέτες περίπτωσης, η μεθοδολογία χρησιμοποιεί τα δένδρα γεγονότων που δημιουργήθηκαν σε προηγούμενη εργασία του συγγραφέα στο πλαίσιο του ευρωπαϊκού προγράμματος POP&C, μαζί με τα αποτελέσματα συνεδρίας παραγωγής ιδεών όπου εμπειρογνώμονες τα βαθμολόγησαν, και εφαρμόζεται σε πραγματικά περιστατικά πλοίων. Αυτά τα περιστατικά βοηθούν στην κατανόηση της εφαρμογής της μεθοδολογίας και στην αξιολόγησή της. Κάθε ένα από αυτά τα περιστατικά αντιστοιχεί σε ένα τύπο ατυχήματος. Τα επιλεγμένα ατυχήματα είναι καλά τεκμηριωμένα, έχουν προαπαίτηση ρήγματος στη γάστρα, και σημαντικές ποσότητες πετρελαιοκηλίδας.

Θα πρέπει να επισημανθεί ότι τα δέντρα γεγονότων έχουν κατασκευαστικό προσανατολισμό ως εκ τούτου είναι πιθανό μερικές φορές να μην μπορούν να εκπληρώνουν με τον κατάλληλο τρόπο τις απαιτήσεις της παρούσας ανάλυσης. Γεγονότα που συμβαίνουν κατά τη διάρκεια ενός ατυχήματος που σχετίζονται με λειτουργικά ζητήματα (π.χ. αντιμετώπιση διαρροής πετρελαίου) δεν περιλαμβάνονται στην υπάρχουσα δομή των δένδρων. Λόγω αυτού, τα εξαγόμενα από τα δένδρα σενάρια περιγράφουν κυρίως την τύχη του πλοίου και όχι τις συνολικές επιπτώσεις του ατυχήματος.

Ένα επιπλέον χαρακτηριστικό των δένδρων είναι ότι οι αλλαγές διαδρομής συμβαίνουν μόνο όταν οι σχετικές πύλες αλλάζουν την αποτελεσματικότητά τους από ΝΑΙ στο ΟΧΙ και αντίστροφα (100% ποσοστό). Συνεπώς, η εφαρμογή των PCOs εντός του δένδρου γεγονότων επηρεάζει τα σενάρια με τον ίδιο τρόπο.

5.2 Εκτιμήσεις Εμπειρογνομόνων - Προβλήματα και Διδάγματα

Στη συνέχεια, επισημαίνονται τα προβλήματα που σχετίζονται με τις εκτιμήσεις της ομάδας εμπειρογνομόνων και τα αποτελέσματα της επικεντρώνοντας στα διδάγματα που αντλήθηκαν από αυτή τη διαδικασία στον τομέα της ναυτιλίας. Η κρίση μιας εξειδικευμένης ομάδας εμπειρογνομόνων στην ναυτιλιακή βιομηχανία μπορεί να αποδειχθεί από μόνη της εξαιρετικά χρήσιμη και πολύτιμη όσον αφορά την αυξημένη ασφάλεια, την αποτελεσματικότητα και την φιλικότητα προς το περιβάλλον. Παρ' όλα αυτά η πρακτική εφαρμογή της απαιτεί ιδιαίτερη προσοχή, ώστε να διασφαλιστεί εκμεταλλεύσιμα και ρεαλιστικά αποτελέσματα.

Μέσω αυτής της εκτίμησης των αποφάσεων της ομάδας των εμπειρογνομόνων σε σχέση με την ασφάλεια των πλοίων (στο παράδειγμα δεξαμενόπλοιων) και την προστασία του θαλάσσιου και παράκτιου περιβάλλοντος εντοπίστηκαν διάφορα προβλήματα της διαδικασίας και πολλά διδάγματα εξήχθησαν. Σε κάθε περίπτωση, το σύνολο μιας τέτοιας προσπάθειας καταδεικνύει το σύνθετο παζλ του ναυτιλιακού τομέα, που δεν μπορεί να θεωρηθεί ως ένα ασήμαντο ζήτημα και ως εκ τούτου απαιτεί να αντιμετωπίζεται με εξαιρετική προσοχή.

- *Επαρκής αριθμός εμπειρογνομόνων.*
- *Κατάλληλο μείγμα εμπειρογνομόνων (στα επίπεδα τεχνογνωσίας και εμπειρίας).*

Κάτω από αυτό το πλαίσιο, το μέγεθος και η ποιοτική σύνθεση της ομάδας εμπειρογνομόνων έχουν μεγάλη σημασία από πρακτική άποψη. Ο αριθμός των εμπειρογνομόνων, η διαφορετική εμπειρία και τα επίπεδα εμπειρίας τους είναι κρίσιμες παράμετροι μιάς διαδικασίας έρευνας, προκειμένου να είναι σε θέση να καταλήξει σε ρεαλιστικά και αποκαλυπτικά αποτελέσματα. Σημειώνεται ότι στην περίπτωση που αναλύθηκε η ομάδα εμπειρογνομόνων αποτελούτο από 9 μέλη αντιπροσωπεύοντας το μεγαλύτερο μέρος των φορέων του ναυτιλιακού κλάδου, π.χ. διεθνείς οργανισμούς, ναυτιλιακές εταιρείες, πανεπιστήμια κλπ.

- *Προσδιορισμός του τρόπου που οι ειδικοί σκέφτονται και αξιολογούν τα ερωτηματολόγια.*

Το μωσαϊκό των εμπειρογνομόνων όσον αφορά την τεχνογνωσία και την εμπειρία τους μπορεί να αλλάξει το κέντρο βάρους των απαντήσεων/εκτιμήσεων και ως εκ τούτου να οδηγήσει στον προσδιορισμό παραγόντων βάρους, προκειμένου να αποκτηθούν ρεαλιστικά και αντιπροσωπευτικά αποτελέσματα. Στην περιγραφόμενη εργασία οι περισσότεροι των εμπειρογνομόνων αποφάσισαν σχετικά με τις επιπτώσεις στο περιβάλλον με βάση την έκταση των ζημιών της γάστρας και την επακόλουθη τύχη του πλοίου αγνοώντας περαιτέρω επιχειρησιακά θέματα που θα μπορούσαν να αλλάξουν την κατάληξη του σεναρίου και να μετριάσουν το μέγεθος της ρύπανσης.

Στο σχήμα 8 στο Παράρτημα Β δίνεται η κατανομή της αξιολόγησης των εμπειρογνομόνων για τη σύγκρουση με πολύ υψηλές συνέπειες. Έτσι τα σενάρια # 11, # 22 και # 47 έχουν λάβει από τους

εμπειρογνώμονες σε όλο το φάσμα των δεικτών επιπτώσεων και τα σενάρια # 10, # 12, # 36, # 42, # 45, # 46, # 48, # 54 παρουσιάζουν ένα σημαντικό εύρος στις αξιολογήσεις. Στο σχήμα 10 στο Παράρτημα Β δίνονται τα αντίστοιχα αποτελέσματα για τις δομικές αστοχίες με πολύ μεγάλη συνέπεια στο περιβάλλον. Στην περίπτωση αυτή η κρίση των εμπειρογνομόνων παρουσιάζει μια πλήρη συναίνεση.

- *Αποφυγή (εκτενούς) συνεργασίας μεταξύ των εμπειρογνομόνων.*

Ένα άλλο ζήτημα είναι η πιθανή συνεργασία μεταξύ των εμπειρογνομόνων που οδηγεί σε ίδιες/ταυτόσημες εκτιμήσεις και ως εκ τούτου να μη δυνητικά χρήσιμες και αξιοποιήσιμες οι απαντήσεις. Αυτό συμβαίνει γιατί κάποιες φορές ορισμένοι ειδικοί γεμίζουν ερωτηματολόγια των φίλων τους ή των συντρόφων στην εταιρεία μαζί με το δικό τους δίνοντας τα ίδια αποτελέσματα δύο φορές.

Αυτό σημαίνει ότι κάποιο είδος εποπτείας ή/και έλεγχου απαντήσεων θα πρέπει να γίνεται επί τόπου, έτσι ώστε να διασφαλιστεί η ποιότητα και η καρποφορία των απαντήσεων. Τα σχήματα 2 και 3 στο Παράρτημα Β δείχνουν ότι οι εμπειρογνώμονες # 1, # 6 και # 8 έδωσαν πανομοιότυπες απαντήσεις για τις περιπτώσεις σύγκρουσης και φωτιάς. Αυτό θα μπορούσε να είναι μια περίπτωση της συνεργασίας μεταξύ αυτών των εμπειρογνομόνων και ως εκ τούτου απαιτεί περαιτέρω ανάλυση και επεξεργασία.

- *Η σωστή κατανομή του χρόνου μέσα στη διαδικασία.*

Από τα διάφορα διαγράμματα στο Παράρτημα Β επισημαίνεται επίσης τη σημασία του παράγοντα των προθεσμιών (time limits). Αποτέλεσμα αυτού ήταν, οι απαντήσεις για τη σύγκρουση να δοθούν από όλους και τους εννέα εμπειρογνώμονες, ενώ στην περίπτωση της πυρκαγιάς (επειδή το αντίστοιχο ερωτηματολόγιο δόθηκε στους εμπειρογνώμονες προς το τέλος της διαδικασίας) μόνο έξι από αυτούς τελικά να καταφέρει να ολοκληρώσει τις απαιτούμενες απαντήσεις. Αυτό σημαίνει ότι οι προθεσμίες αναφορικά με την πρόοδο στη συμπλήρωση των αποφάσεων της ομάδας εμπειρογνομόνων θα πρέπει να καθορίζεται κατά τέτοιο τρόπο ώστε οι εμπειρογνώμονες να μπορούν να διαβάσουν, να σκεφτούν και να αποφασίζουν για τα ζητούμενα θέματα, χωρίς πιεστικές προθεσμίες ή άλλους ισοδύναμους περιορισμούς που μπορεί να θολώσουν και να αποπροσανατολίσουν την αξιολόγησή τους.

- *Επαρκής επεξήγηση στους εμπειρογνώμονες για το έργο που αναμένεται από αυτούς.*
- *Απτές και μετρήσιμες κλίμακες για βαθμολόγηση (πίνακες δεικτών).*

Σε πολλές περιπτώσεις, όλοι οι προσκεκλημένοι εμπειρογνώμονες συμπληρώνουν τα ερωτηματολόγια, ενώ σε ορισμένες περιπτώσεις δεν το κάνουν. Κάποιες φορές, δεν περνούν από το πλήρες ερωτηματολόγιο αφήνοντας πολλά κενά διαστήματα. Σημειώνεται ότι η χρήση απλών ερωτηματολογίων, μια λεπτομερής επεξήγηση για το τι οι εμπειρογνώμονες θα πρέπει να κάνουν, πόσα ερωτηματολόγια πρέπει να συμπληρώσουν, πώς να βαθμολογήσουν και ποιές είναι οι προκαθορισμένες κλίμακες κατάταξης συνήθως βοηθά προς αυτή την κατεύθυνση.

Τέλος, ο συνδυασμός κλιμάκων με διαφορετική διακύμανση όπως στις περιπτώσεις προσεγγίσεων προσανατολισμένες στο ρίσκο, μπορεί να μπερδέψει τους ειδικούς και να αποδυναμώσει την κρίση τους. Ως εκ τούτου αυτοί θα πρέπει να συνειδητοποιήσουν επακριβώς το εύρος και τη σημασία του καθενός πίνακα δεικτών.

Πιο συγκεκριμένα, στην εξεταζόμενη περίπτωση, οι κλίμακες που προβλέποντο για όλους τους τύπους των συνεπειών κυμαίνονταν από 1 (χαμηλή) έως 4 (υψηλή), ενώ η κλίμακα για τη συχνότητα από το 1 (χαμηλή) έως 7 (υψηλή). Ωστόσο, όπως τα αποτελέσματα έδειξαν, οι εμπειρογνώμονες φάνηκαν να έχουν αξιολογήσει όλους τους παράγοντες (συμπεριλαμβανομένης της συχνότητας) εντός της περιοχής 1 έως 4, αγνοώντας πρακτικά τη βαθμονόμηση της κλίμακας της συχνότητας. Μήπως δεν συνειδητοποιήσαν το εύρος της συγκεκριμένης κλίμακας;

5.3 Εφαρμογή των PCOs

Η παρούσα ανάλυση δείχνει ότι η πλειοψηφία των επιλογών ελέγχου της ρύπανσης που προήλθαν από προηγούμενη εργασία στο πρόγραμμα *POP&C* είναι εφαρμόσιμη και αποτελεσματική. Οι PCOs επιλέχθηκαν χρησιμοποιώντας κοινές πρακτικές στη θάλασσα έτσι ώστε να είναι ρεαλιστικές, αποτελεσματικές και εφικτές για το ατύχημα που θα εφαρμοστούν. Επιπλέον, θα πρέπει να ταιριάζουν στην αντίστοιχη πύλη συμβάντος. Ωστόσο, ορισμένες από τις PCOs δεν μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν (δηλ. PCO3, PCO15, και PCO17) πράγμα που οφείλεται στο χαρακτήρα των πυλών.

Ο πίνακας 64 περιέχει συγκεντρωτικά τα αποτελέσματα της μεθοδολογίας ανά μελέτη περίπτωσης. Ξεκινώντας με το πραγματικό σενάριο του ατυχήματος, προσαρμοσμένο σε ένα προκαθορισμένο σενάριο του δένδρου γεγονότων (εισαγωγικό σενάριο), παρουσιάζονται οι βαθμολογίες των εμπειρογνομόνων για τις συνέπειες στο περιβάλλον και τη συχνότητα εμφάνισης. Στη συνέχεια, καταγράφονται όλες οι σχετικές μαζί με τις σημαντικές πύλες για την εξέλιξη του ατυχήματος. Μετά, σε κάθε πύλη, αντιστοιχείται ένας αριθμός των σχετικών και κρίσιμων PCOs, που ακολουθείται από τις πιο κρίσιμες για τη μελέτη περίπτωσης. Τέλος, παρουσιάζεται το βελτιωμένο σενάριο που προέκυψε από τη μεθοδολογία μαζί με την αντίστοιχη βαθμολογία των εμπειρογνομόνων.

Οι επιλογές για τον έλεγχο της ρύπανσης που διατυπώθηκαν στο πλαίσιο του *POP&C* εφαρμόστηκαν στις νέες μελέτες περιπτώσεων. Από τη δεδομένη λίστα PCOs μία ή περισσότερες επιλογές που χρησιμοποιήθηκε στις σχετικές πύλες, ήταν ικανή να μεταβάλλει την αποτελεσματικότητα της και να οδηγήσει σε νέα σενάρια. Τα νέα βελτιωμένα σενάρια που βγήκαν από την ανάλυση ήταν καλύτερα σε σύγκριση με τα αρχικά.

Πίνακας 48. Συνοπτική παρουσίαση των αποτελεσμάτων.

		Tasman Spirit (προσάραξη)	Nassia (σύγκρουση)	Katja (επαφή)	Nakhodka (μη α. α .δ.)	Assimi (φωτιά)	Haven (έκρηξη)
εισαγωγικό σενάριο	# σεναρίου	46	38	43	20	24	24
	συνέπειες	κατηγορία 4 καταστροφικό	κατηγορία 3 σοβαρό	κατηγορία 3 σοβαρό	κατηγορία 4 καταστροφικό	κατηγορία 4 καταστροφικό	κατηγορία 4 καταστροφικό
	συχνότητα	κατηγορία 1 ιδιαίτερα απόμακρο	κατηγορία 2 πολύ απομακρυσμένο	κατηγορία 4 συχνό	κατηγορία 2 πολύ απομακρυσμένο	κατηγορία 2 πολύ απομακρυσμένο	κατηγορία 2 πολύ απομακρυσμένο
πύλες συμβάτος	σχετικές	4	4	-	3	4	4
	σημαντικές	3	3	-	2	3	1
επιλογές αντιμετώπισης της ρύπανσης PCO	σχετικές	11	10	-	8	9	6
	κρίσιμες	4 (#5,#2,#7,#11)	3 (#10,#11,#12)	-	3 (#5,#6,#11)	3 (#10,#11,#12)	2 (#8,#12)
	πιο κρίσιμες	2 (#2,#7)	1 (#12)	-	2 (#5,#6)	1 (#12)	2 (#8,#12)
βελτιωμένο σενάριο	# σεναρίου	56	37	-	23	20	20
	συνέπειες	κατηγορία 3 σοβαρό	κατηγορία 3 σοβαρό	-	κατηγορία 2 σημαντικό	κατηγορία 2 σημαντικό	κατηγορία 4 καταστροφικό
	συχνότητα	κατηγορία 2 πολύ απομακρυσμένο	κατηγορία 3 απομακρυσμένο	-	κατηγορία 2 πολύ απομακρυσμένο	κατηγορία 2 πολύ απομακρυσμένο	κατηγορία 2 πολύ απομακρυσμένο
						<p>Το πλοίο συνεχίζει να επιπλέει: Δεξαμενόπλοιο μονής γάστρας, τοπλοίο κτυπήθηκε, ρήγμα στη γάστραακολουθούμενο από φωτιά, χωρίς προοδευτική κατάκλυση.</p>	
						<p>Το πλοίο συνεχίζει να επιπλέει: Δεξαμενόπλοιο μονής γάστρας,, τοπλοίο υπέστη έκρηξη που δημιούργησε ρήγμα στη γάστρα, χωρίς προοδευτική κατάκλυση.</p>	

Για την περίπτωση της προσάραξης (ατύχημα του *Tasman Spirit*), ένα διαβαθμισμένο σαν καταστροφικό σενάριο, γύρισε με την εφαρμογή συγκεκριμένων PCOs σε σοβαρό από την άποψη των συνεπειών για το περιβάλλον. Αυτό απεικονίζεται σαφώς από τις περιγραφές των δύο σεναρίων (του πραγματικού περιστατικού και του νέου βελτιωμένου σεναρίου). Σύμφωνα με το πραγματικό ατύχημα το πλοίο έσπασε σε κομμάτια και βυθίστηκε, ενώ στο βελτιωμένο σενάριο συνεχίζει να παραμένει ένα κομμάτι και να επιπλέει.

Ανάλογα αποτελέσματα καταγράφηκαν για τη μη ατυχηματική αστοχία των δομικών στοιχείων της κατασκευής και τη μελέτη περίπτωσης της πυρκαγιάς. Και οι δύο χαρακτηρίζονται ως καταστροφικές (σύμφωνα με τη βαθμολογία του σεναρίου του πραγματικού περιστατικού) αλλά η χρήση των σχετικών επιλογών τα μετέτρεψε σε σοβαρά ατυχήματα (από την κατηγορία 4 στην κατηγορία 2).

Στις μελέτες περίπτωσης της σύγκρουσης και της έκρηξης η εφαρμογή των PCOs οδήγησε σε διάφορα σενάρια, ωστόσο δεν κατάφερε να μειώσει τις συνέπειες, σύμφωνα με τους εμπειρογνώμονες. Παρ' όλα αυτά, οι περιγραφές των αρχικών και των βελτιωμένων σεναρίων, και στις δύο μελέτες περίπτωσης, δείχνουν ότι υπάρχουν σημαντικές διαφορές μεταξύ τους, οι οποίες, δυστυχώς, δεν εντοπίστηκαν κατά τη διάρκεια της διαδικασίας βαθμολόγησης των εμπειρογνομώνων. Για τη μελέτη περίπτωσης της σύγκρουσης το σενάριο του περιστατικού (# 38) είναι μια συνολική απώλεια που οφείλεται στη φωτιά, ενώ στο βελτιωμένο (# 37) το πλοίο συνεχίζει να επιπλέει με ένα ρήγμα στο κύτος και χωρίς προοδευτική κατάκλυση.

Υπήρχε μια περίπτωση κατά την οποία ένα άκαμπτο σενάριο ατυχήματος μαζί με την προκαθορισμένη δομή του δέδρου γεγονότων δεν παρείχε καμία επιλογή για τη μεθοδολογία. Λόγω των ειδικών χαρακτηριστικών του ατυχήματος, η ανάλυση των σημαντικών πυλών συμβάντος δεν μπορούσε να πραγματοποιηθεί και οι σχετικές PCOs δεν μπορούσαν να εφαρμοστούν. Αυτή η δυσκολία εμφανίστηκε κατά τη διάρκεια της εξέτασης της μελέτης περίπτωσης του *Catja* (επαφή). Θα πρέπει να επισημανθεί ότι αυτό προέκυψε ειδικά στο συγκεκριμένο ατύχημα και δεν μπορεί να αντιπροσωπεύει όλες τις περιπτώσεις ατυχημάτων επαφής. Σε γενικές γραμμές, τα ατυχήματα των πλοίων λόγω επαφής είναι περιορισμένα σε αριθμό, έχουν συνήθως χαμηλές επιπτώσεις από την άποψη των συνεπειών και πολλά από αυτά δεν είναι καλά τεκμηριωμένα. Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω, η απουσία ενός βελτιωμένου νέου σεναρίου στην περίπτωση του *Katja* ελάχιστα μειώνει την επάρκεια της μεθοδολογίας.

Η εφαρμογή των PCOs υποδεικνύει ότι αυτές είναι προσανατολισμένες στο επιμέρους σενάριο. Η επιλογή έγινε με βάση την ικανότητά τους να αντιμετωπίσουν τα συγκεκριμένα γεγονότα του σεναρίου σε σχέση με τις εφαρμοζόμενες κοινές πρακτικές στη θάλασσα. Μια PCO μπορεί να εφαρμοστεί σε περισσότερες από μία πύλη συμβάντος σε ένα συγκεκριμένο σενάριο (όπως δηλαδή η PCO8 - αποτελεσματικά συστήματα έκτακτης ρυμούλκησης, στη μελέτη περίπτωσης του *Tasman Spirit* μελέτη περίπτωσης). Η χρήση της μπορεί να έχει διαφορετικούς στόχους σύμφωνα με το αντίστοιχο γεγονός-συμβάν. Η ενεργοποίηση μίας PCO στο σωστό χρόνο (σε μία συγκεκριμένη πύλη) αποδείχθηκε σε αρκετές περιπτώσεις σημαντική για την βελτίωση του σεναρίου. Η PCO, ικανή από μόνη της να μεταβάλλει την τιμή της σχετικής πύλης, είναι η κρίσιμη¹⁵. Τέλος, η PCO που πληρεί τις δύο παραπάνω προϋποθέσεις είναι η πιο καίρια.

Από τον συνολικό αριθμό των PCOs (19), 13 χρησιμοποιήθηκαν και 8 από αυτές θεωρήθηκαν κρίσιμες για την εξεταζόμενη μελέτη περίπτωσης. Οι χρησιμοποιούμενες PCOs ανά μελέτη περίπτωσης, κυμάνθηκαν μεταξύ 6 και 11, ενώ οι ενεργοποιημένες ανά πύλη συμβάντος κυμάνθηκαν μεταξύ 3 και 8 πράγμα που αποδεικνύει ότι ο διαμορφωμένος κατάλογος είναι και ρεαλιστικός και αποτελεσματικός. 5 PCOs ήταν αυτές που χρησιμοποιήθηκαν περισσότεροι, οι PCO5, PCO8, PCO11, PCO16 και PCO18. Οι πιο χρησιμοποιημένες κρίσιμες PCOs ήταν οι, PCO5 (3 φορές), PCO11 (4 φορές) και PCO12 (3 φορές). 5 PCOs θεωρήθηκαν ότι συνδέονται με περισσότερες της μίας πύλης. Ως εκ τούτου, η διαδικασία λήψης απόφασης, προκειμένου να γίνουν αποδεκτά ή να απορριφθούν, ένα καταφύγιο, τα διαθέσιμα και αποτελεσματικά συστήματα ρυμούλκησης, τα αποτελεσματικά συστήματα παρακολούθησης της παραμόρφωσης της γάστρας, τα συστήματα που μπορούν να αποδεχθούν σημαντικές ποσότητες πετρελαίου χωρίς την ανάγκη της διαδικασίας ελάφρυνσης του πλοίου το πλοίο σε μία κρίσιμη περιοχή και η ετοιμότητα σε καταστάσεις έκτακτης ανάγκης

¹⁵ Στην περίπτωση 'μη ατυχηματική δομική απώλεια' 3 κρίσιμες PCOs εμφανίστηκαν από 2 σημαντικές πύλες συμβάντος, ενόσω στην περίπτωση της μελέτης περίπτωσης της έκρηξης 2 κρίσιμες PCOs εμφανίστηκαν από 1 σημαντική πύλη συμβάντος.

του πληρώματος, αποδείχθηκαν ότι είναι οι πιο χρησιμοποιημένες PCOs. Επιπροσθέτως, στις περιπτώσεις όπου συνέβη φωτιά, τα απομακρυσμένα (εξ' αποστάσεως καθοδηγούμενα) συστήματα πυρόσβεσης θεωρήθηκαν κρίσιμα ακριβώς όπως και τα συστήματα παρακολούθησης του επιπέδου των υγρών μιάς δεξαμενής προκειμένου να ελέγξουν την κατάκλυση των χώρων του φορτίου.

Ο ακόλουθος πίνακας 66 περιέχει το πόσες φορές εξετάστηκαν οι PCOs στις μελέτες περίπτωσης (σχετικές και κρίσιμες).

Πίνακας 49. Χρησιμοποίηση τωνPCO's στις μελέτες περίπτωσης

	πόσες φορές χρησιμοποιήθηκε	πόσες φορές κρίθηκε κρίσιμη	πόσες φορές χρησιμοποιήθηκε σε περισσότερες της μιάς πύλης
PCO 1	-	-	-
PCO 2	4	1	-
PCO 3	-	-	-
PCO 4	2	-	-
PCO 5	6	3	2
PCO 6	4	1	-
PCO 7	3	1	-
PCO 8	10	1	3
PCO 9	-	-	-
PCO 10	4	2	-
PCO 11	7	4	3
PCO 12	3	3	-
PCO 13	1	-	-
PCO 14	-	-	-
PCO 15	-	-	-
PCO 16	6		2
PCO 17	-	-	-
PCO 18	5	-	1
PCO 19	3	-	-

6. ΑΝΑΦΟΡΕΣ

1. CTX Tanker Casualty Database <http://www.c4tx.org>
2. International Offshore and Polar Engineering Conference, Stavanger, Norway, vol. IV, pp.465-474.
3. Kriketos V.G., Pastras K.S. (1989), "Introduction to Expert Systems", EANT Publishing, Piraeus, Greece. (in Greek)
4. Quinlan J.R. (1993), "Combining Instance-Based and Model Based Learning", Proceedings of ML'93, Morgan Kaufmann, San Mateo, Ca.
5. Stoelsnes R., Gudmestad O.T., Bea R.G. (2001), "On the Importance of Human and Organizational Factors in Design, Construction and Installation of Engineered Systems", Proceedings of the 11th
6. Tasman Spirit Oil Spill, Assessment Report. (9.9.2003)
7. E.Amato (6.10.2003) "An Environmental Restoration Program 12 Years After: The HAVEN Wreck", ICRAM-Central Institute for Marine Applied Research
8. Booher H.R. (2003), "Handbook of Human Systems Integration", Wiley Interscience, Danvers, Ma.
9. Wayne O'Brien (Oil Spill Response Limited 2004)"Tasman Spirit – A Case Study" SPILLCON 2004,
10. Nikos Mikelis, Fabrice Ghozlan, Pantelis G. Anaxagorou, Nikolaos P. Ventikos, Harilaos N. Psaraftis (11.10.2005) "Pollution Mitigation And Control Measures" – POP&C D7.1
11. Delautre S., Tuzcu C.(2005), "HAZID Analysis & Ranking", Technical Report for the POP&C European project, WP2/Task 2.3 & Task 2.4, Paris, France (confidential).
12. Dutch Delegation to IMO (2006), "Formal Safety Assessment: Report of the Correspondence Group", International Maritime Organization, MSC 81/18, London, UK.
13. Ghozlan F., Anaxagorou P.G., Ventikos N.P., Psaraftis H.N., Mikelis N. (2006), "Pollution Mitigation and Control Measures", Technical Report for the POP&C European project, WP7/Task 7.1, Nantes, France (confidential).
14. Nikolaos P. Ventikos, Pantelis G. Anaxagorou (2006), "Expert Group Judgment and its Role in the Maritime Industry: Presentation of a Case Study and Lessons Learned", EAM'06: European Annual Conference on Human Decision-Making and Manual Control, Valenciennes France, September 27-29, 2006
15. Pantelis G. Anaxagorou, Nikolaos P. Ventikos (2006), "Risc Pollution Reduction and Expert Group Judgment", International Workshop on Marine Oil Pollution Control, ATHENS, June 9, 2006
16. Anaxagorou P.G., Chatzinikolaou S., Ventikos N.P., Pavlides T. (2006), "Post-Accident Oil Pollution Control: Operational Issues", Technical Report for the POP&C European project, WP7/Task 7.2, Athens, Hellas (confidential).
17. Web site of KO (2012) http://ko.offroadpakistan.com/pakistan/2003_08/pakistan_oil_spill_update.html
18. Web site of Countryman & McDaniel Law Offices (2012) http://www.cargolaw.com/2003nightmare_tasmin.html
19. Web site of Smit Salvage (2012) <http://www.smit.com/>
20. Web site of NCI (2012) <http://www.nci.org/>
21. Web site of Steve's Maritime Pages (2012) <http://www.geocities.com/uksteve.geo/bosph.html>
22. Web site of Turkish Pilots (2012) <http://www.turkishpilots.org.tr/ingilizcedernek/majoracc.html>
23. Web site of EIA (2012) <http://www.eia.doe.gov/>
24. Web site of Divernet (2012) <http://www.divernet.com>
25. Web site of Abyso (2012) <http://www.sportesport.it>
26. Web site of CEDRE (2012), <http://www.le-cedre.fr>
27. Web site of ITOPF (2012) <http://www.itopf.com/>

7. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

7.1 Παράρτημα Α: Κατάλογος PCOs

Ένα σύνολο των επιχειρησιακού προσανατολισμού επιλογών (ή μέτρων) ελέγχου της ρύπανσης (EEP ή PCOs: Pollution Control Options), μετά το ατύχημα, έχει προέλθει από τις εργασίες που πραγματοποιήθηκαν σε προηγούμενα στάδια. Αυτά τα PCOs καθορίζονται από το συνδυασμό εμπειριών, γνώσεων, δημοσιεύσεων, βιβλιογραφίας, ανακοινώσεων προϊόντων και τεχνολογιών, διατάξεων και κατευθυντηρίων γραμμών και κοινών πρακτικών, κυρίως επί του πλοίου, τα οποία μπορούν να οδηγήσουν στα κατάλληλα μέτρα για τον μετριασμό και έλεγχο της ρύπανσης.

Αυτές οι Επιλογές Ελέγχου της Ρύπανσης (EEP) έχουν κατηγοριοποιηθεί σε έξι κύριους θεματικούς τύπους για την αντιμετώπιση των ατυχημάτων των δεξαμενοπλοίων:

- Διαδικασίες για την αντιμετώπιση σε καταστάσεις έκτακτης ανάγκης (π.χ. ασφαλές καταφύγιο)
- Βοήθεια από ρυμουλκά
- Σχεδιασμός δεξαμενοπλοίου και σχετικοί κανονισμοί
- Συστήματα εν πλω
- Συστήματα για τον έλεγχο και τη μείωση της ρύπανσης
- Ανθρώπινος Παράγοντας - Εκπαίδευση

Οι Επιλογές Ελέγχου της Ρύπανσης παρουσιάζονται παρακάτω ανά κατηγορία και αναφέρεται λεπτομερώς όταν η εφαρμογή τους είναι επάνω στο σκάφος:

- *Οι διαδικασίες για την αντιμετώπιση καταστάσεων έκτακτης ανάγκης (σημείο ασφαλούς καταφυγίου)*

PCO 1: Τα κράτη της Ευρωπαϊκής Ένωσης θα πρέπει να υιοθετήσουν το μοντέλο εντολών και ελέγχου του Ηνωμένου Βασιλείου. Κάθε παράκτιο κράτος θα πρέπει να έχει τη δική του SOSREP και η ΕΕ θα πρέπει να εφαρμόσει γρήγορα την οδηγία Ελέγχου και Πληροφοριών της Θαλάσσιας Παρακολούθησης του IMO. *(Όλοι οι τύποι των ατυχημάτων)*

PCO 2: Να εξεταστεί η ανάπτυξη ενός «Σύστημα Υποστήριξης Αποφάσεων» για τις αρχές στην ξηρά που ασχολούνται με ατυχήματα και διάσωση. Να εξεταστεί η ανάγκη για λογισμικό που θα βοηθά στις αποφάσεις σχετικές με θέματα αξιοπλοΐας και ικανοτήτων πλεύσης ενός κατεστραμμένου πλοίου. Να εξεταστεί η ανάπτυξη ενός τέτοιου συστήματος με τη συμβολή διασωστών, τη βιομηχανία πλοιοκτητών (ενώσεις πλοιοκτητών), και τις θαλάσσιες αρχές. *(Όλοι οι τύποι των ατυχημάτων)*

PCO 3: Εσωτερικός έλεγχος επάνω στο σχέδιο αποτελεσματικότητας των λιμανιών με έμφαση στο σχέδιο αποτελεσματικής αντίδρασης σε διαρροή πετρελαίου. *(Όλοι οι τύποι των ατυχημάτων)*

PCO 4: Η δημιουργία χώρων ασφαλών καταφυγίων. *(Όλοι οι τύποι των ατυχημάτων)*

PCO 5: Μια διαδικασία λήψης αποφάσεων θα πρέπει να αναπτυχθεί και να επισημοποιηθεί για τις κρατικές αρχές ώστε να δέχονται ή να αρνούνται ένα καταφύγιο (αλλά επίσης, ανάλογα με τις περιστάσεις, να μετακινούν μακριά από τις ακτές πλοία με υψηλό δυναμικό για ρύπανση). Προκειμένου να αναπτυχθεί αυτή η διαδικασία λήψης αποφάσεων, θα πρέπει να δημιουργηθεί μια ομάδα κρούσης της διεθνούς ένωσης διασωστών (International Salvage Union Task Force) για να λειτουργεί παράλληλα με μια ομάδα του IMO επάνω στα καταφύγια για τη δημιουργία ενός μοντέλου αξιολόγησης κινδύνου (Risk Assessment Model). Σε αυτή την περίπτωση, οι αποφάσεις πρέπει να λαμβάνονται από μια ομάδα εμπειρογνομόνων από διασώστες, αναλυτές συμπεριφοράς διαρροών και πετρελαιοκηλίδων, αξιολογητές περιβαλλοντικών επιπτώσεων και ειδικών καθαρισμού που θα βοηθά τις κυβερνήσεις ή τις αρχές. *(Όλοι οι τύποι των ατυχημάτων)*

- *Βοήθεια από ρυμουλκά*

PCO 6: Ανάπτυξη μιάς διεθνούς συμφωνίας για άμεση κλήση από βοήθειας ρυμουλκών σε καταστάσεις έκτακτης ανάγκης. Αυτό μπορεί επίσης να επιλυθεί με τη βελτίωση των διαδικασιών διαχείρισης των πλοίων που αναπτύσσονται ή/και υιοθετούνται από μεμονωμένες εταιρείες. *(Όλοι οι τύποι των ατυχημάτων)*

PCO 7: Δυνατότητα να υπάρχουν σε διάθεση ισχυρά και προσαρμοσμένα ρυμουλκά σε κρίσιμες θέσεις, όπως στενά ή τερματικά δεξαμενοπλοίων. *(Όλοι οι τύποι των ατυχημάτων)*

PCO 8: Να εξεταστεί και να βελτιωθεί όπως αρμόζει η αποτελεσματικότητα των συστημάτων ρυμούλκησης έκτακτης ανάγκης. *(Όλοι οι τύποι των ατυχημάτων, ΕΠΙ ΤΟΥ ΠΛΟΙΟΥ)*

- *Σχεδιασμός δεξαμενοπλοίων και σχετικοί κανονισμοί*

PCO 9: Να εξεταστούν τα φορτία σχεδιασμού που χρησιμοποιούνται για τα στεγανά καλύματα κητών (*Butterworth covers*), υποθέτοντας κτυπήματα από λασπόνερα σε περιπτώσεις βλάβης και τρικυμώδεις θάλασσες. *(Μη ατυχηματική αστοχία των δομικών στοιχείων του πλοίου, ΕΠΙ ΤΟΥ ΠΛΟΙΟΥ)*

Σημειώνεται ότι η PCO 9 έχει ήδη εξεταστεί από τον IMO.

- *Συστήματα εν πλω*

PCO 10: Αποτελεσματικά συστήματα παρακολούθησης της στάθμης των δεξαμενών στα δεξαμενόπλοια. *(Όλα τα είδη των γεγονότων, ΕΠΙ ΤΟΥ ΠΛΟΙΟΥ)*

PCO 11: Αποτελεσματικά συστήματα παρακολούθησης της παραμόρφωσης της γάστρας στα δεξαμενόπλοια. *(Όλα τα είδη των γεγονότων, ΕΠΙ ΤΟΥ ΠΛΟΙΟΥ)*
(η PCO θα πρέπει να εξεταστεί προσεκτικά καθώς η αποτελεσματικότητά της δεν είναι γνωστή)

PCO 12: Αποτελεσματικά εξ' αποστάσεως συστήματα πυρόσβεσης *(πυρκαγιά, ΕΠΙ ΤΟΥ ΠΛΟΙΟΥ)*
(η PCO πρέπει να εξεταστεί προσεκτικά, λόγω της δυσκολίας της αξιολόγησης της "αποτελεσματικότητας" του συστήματος)

PCO 13: Να εξεταστεί την εγκατάσταση λογισμικού επί του πλοίου για τον υπολογισμό της ευστάθειας και της διαμήκους αντοχής σε περίπτωση βλάβης. *(Όλα τα είδη των γεγονότων, ΕΠΙ ΤΟΥ ΠΛΟΙΟΥ)*

PCO 14: Εφαρμογή μικρών μεταλλικών πλακών της γάστρας που επιτρέπουν το κλείσιμο μικρών ρηγμάτων στο κύτος και συγκεκριμένες διαδικασίες. *(Όλα τα είδη των γεγονότων, ΕΠΙ ΤΟΥ ΠΛΟΙΟΥ)*

- *Συστήματα για τον έλεγχο και τη μείωση της ρύπανσης*

PCO 15: Να εξεταστεί η τοποθέτηση συστήματος για τον έλεγχο και το μετριάσιμο της ρύπανσης. Ιδιαίτερα, τα συστήματα που διευκολύνουν την μεταφόρτωση του πετρελαίου σε βυθισμένα και αναποδογυρισμένα πλοία. Να αξιολογηθεί η αποτελεσματικότητα της τοποθέτησης συστημάτων, όπως τα συστήματα ταχείας ανάκτησης πετρελαίου (*Fast Oil Recovery systems*) για διαφορετικές καταστάσεις. *(Όλα τα είδη των γεγονότων, ΕΠΙ ΤΟΥ ΠΛΟΙΟΥ)*

PCO 16: Διαθεσιμότητα των συστημάτων για την παραλαβή σημαντικών ποσοτήτων πετρελαίου χωρίς την ανάγκη της διαδικασίας της ελάφρυνσης του ενός δεξαμενόπλοιου σε μια κρίσιμη θέση με χρήση φορτηγίδας ή απευθείας σε άλλα δεξαμενόπλοια. *(Όλα τα είδη των γεγονότων, ΕΠΙ ΤΟΥ ΠΛΟΙΟΥ)*

PCO 17: Διαθεσιμότητα συστημάτων επί τών δεξαμενοπλοίων για τη συγκράτηση του πετρελαίου που διέρρευσε, όπως φράγματα ή περισσότερο καινοτόμα συστήματα, όπως το HARDOIL. (Όλα τα είδη των γεγονότων, ΕΠΙ ΤΟΥ ΠΛΟΙΟΥ)

- Ανθρώπινος Παράγοντας - Εκπαίδευση

PCO 18: Βελτίωση της προετοιμασίας έκτακτης ανάγκης μέσω της κατάλληλης εκπαίδευσης και ετοιμότητας ως μέρος του Συστήματος Διαχείρισης της Ασφάλειας του ISM. (Όλα τα είδη των γεγονότων)

PCO 19: Οι συναντήσεις και ασκήσεις κατάρτισης θα πρέπει να αφιερώνονται στις διαδικασίες έκτακτης ανάγκης, με ιδιαίτερη εστίαση στις μεθόδους πυρόσβεσης και στις μεθόδους αντίδρασης σε περίπτωση εκρήξεων. (Όλα τα είδη των γεγονότων)

7.2 Παράρτημα Β: Κλίμακες βαθμονόμησης συνεπειών και συχνότητας

Πίνακες δεικτών βαθμονόμησης για τη σοβαρότητα των συνεπειών ενός σεναρίου ατυχήματος στην ανθρώπινη ασφάλεια, το πλοίο, τις επιπτώσεις στο περιβάλλον.

SEVERITY INDEX			
S _H	SEVERITY	EFFECTS ON HUMAN SAFETY	S (Equivalent fatalities)
1	Minor	Single or minor injuries	0.01
2	Significant	Multiple or severe injuries	0.1
3	Severe	Single fatality or multiple severe injuries	1
4	Catastrophic	Multiple fatalities	10

SEVERITY INDEX		
S _S	SEVERITY	EFFECTS ON SHIP
1	Minor	Local equipment damage/repair
2	Significant	Non-severe ship damage, moderate damage/repair
3	Severe	Severe damage/repair
4	Catastrophic	Total loss

Environmental Impact Index		
S _E	Severity	Description
1	Minor	Non significant spill until a few barrels of pollution to sea
2	Significant	A few tonnes of pollution to sea. Situation is manageable
3	Severe	Significant pollution demanding urgent measures for the control of the situation and/or the cleaning of affected areas.
4	Catastrophic	Major pollution with difficult control of situation and/or difficult cleaning of affected areas.

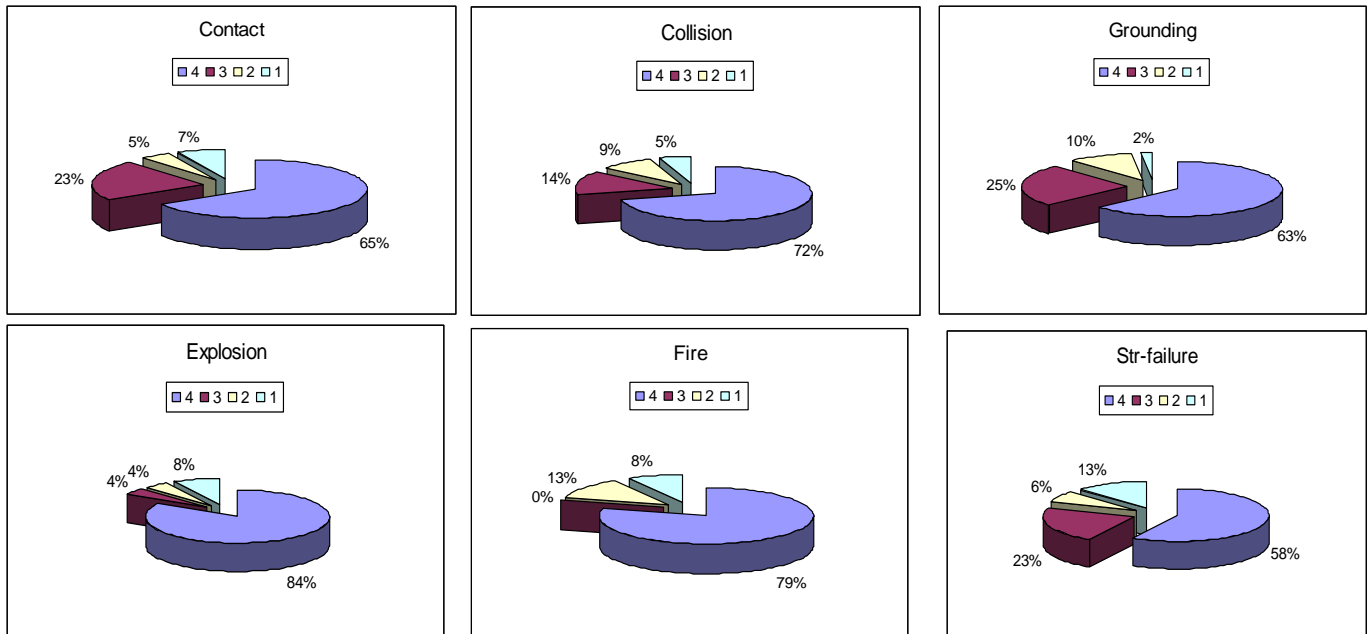
Πίνακας δείκτη βαθμονόμησης της συχνότητας να συμβεί ένα σενάριο ατυχήματος.

LIKELIHOOD		
Likely Occurrence	Description	Index
Frequent	Likely to occur once per month on one ship (f=10)	7
Probable	Likely to occur once per year on one ship (f=1)	6
Reasonably probable	Likely to occur once per year in a fleet of 10 ships, i.e. likely to occur a couple of times during the life of a ship (f=0.1)	5
Seldom	Likely to occur once per year in a fleet of 100 ships (f=0.01)	4
Remote	Likely to occur once every 2 years in a fleet of 500 ships (f=0.001)	3
Very remote	Likely to occur once every 20 years in a fleet of 500 ships (f=0.0001)	2
Extremely remote	Likely to occur once every 200 years of a world fleet of 500 ships (f=0.00001)	1

7.3 Παράρτημα Γ: Ανάλυση βαθμολόγησης εμπειρογνομόνων

- Κατανομή της ψηφοφορίας των εμπειρογνομόνων στα σενάρια των ατυχημάτων

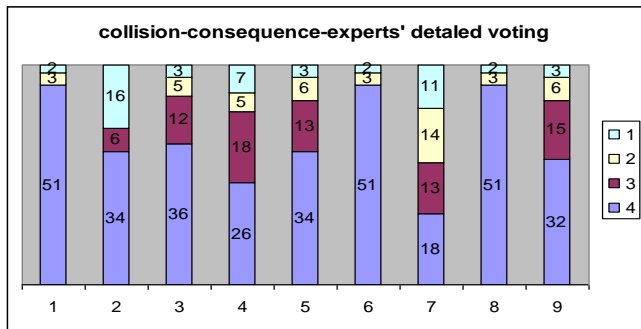
Η ανάλυση ξεκίνησε με μια αρχική αποτύπωση της βαθμολογίας στα ατυχηματικά σενάρια ανά τύπο ατυχήματος. Αυτό καταγράφεται στα διαγράμματα πίτας του Σχήματος 1.



Σχήμα1. Κατανομή της βαθμολογίας των εμπειρογνομόνων στα σενάρια καθενός τύπο ατυχήματος ξεχωριστά.

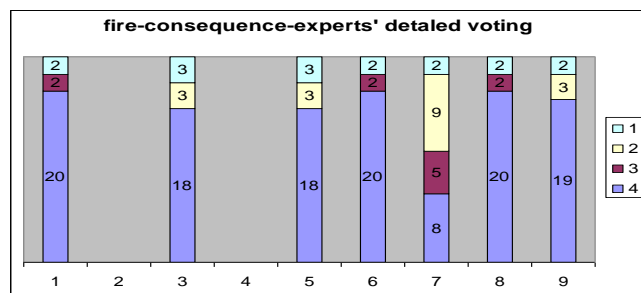
- Κατανομή της ψηφοφορίας των εμπειρογνομόνων για τις συνέπειες προς το περιβάλλον

Τα ακόλουθα τρία διαγράμματα απεικονίζουν αναλυτικά ο τρόπος που οι εμπειρογνώμονες (# 1 - # 9) αξιολόγησαν τα σενάρια για σύγκρουση, φωτιά, μη-ατυχηματική δομική αστοχία, κατάταξη 1 έως 4.



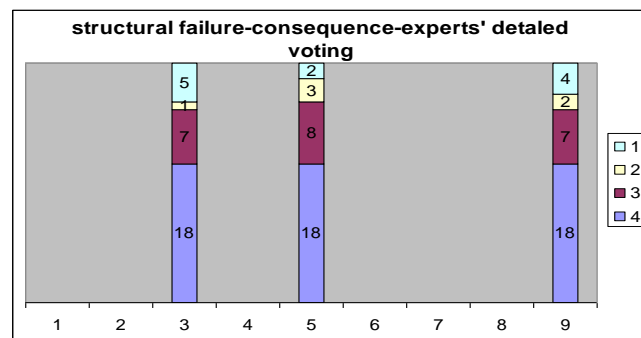
Όσον αφορά τη σύγκρουση, όλοι οι ειδικοί έδωσαν τη βαθμολογία τους. Τρεις από αυτούς παρουσιάζουν όμοια κατανομή (# 1, # 6, # 8) και μεγάλη συγκέντρωση γύρω από το 4. Ένας από αυτούς (# 7) έχει μια πιο «ισορροπημένη» γνώμη - και τον ελάχιστο αριθμό από 4. Ένας άλλος (# 2) ψήφισε χωρίς τη χρήση του 2.

Σχήμα 2. Κατανομή ψήφου των εμπειρογνομόνων για τη σύγκρουση.



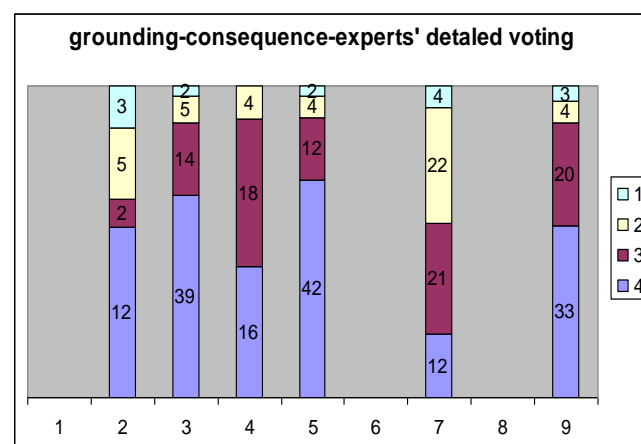
Για το ατύχημα της πυρκαγιάς, 7 εμπειρογνώμονες από τους 9 αξιολόγησαν τα σενάρια. Ένας από αυτούς (# 7) έχει εντελώς διαφορετική κατανομή βαθμολόγησης σε σύγκριση με τους άλλους. Ταυτόσημες κατανομές έδωσε μια ομάδα τριών (# 1, # 6, # 8) και μια ομάδα από δύο (# 3, # 5) εμπειρογνομόνων.

Σχήμα 3. Κατανομή ψήφου των εμπειρογνομόνων για την πυρκαγιά.



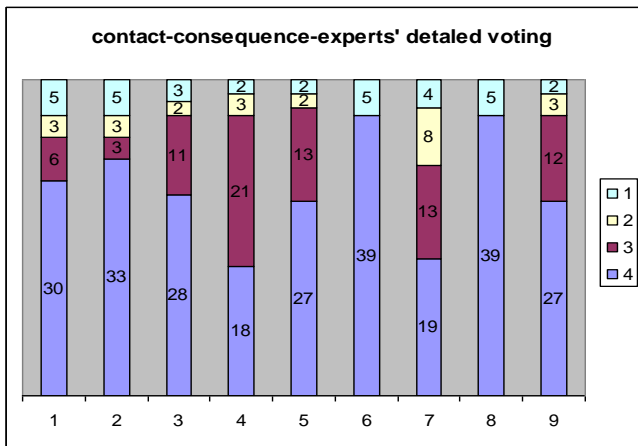
Στην περίπτωση της μη ατυχηματικής αστοχίας των δομικών στοιχείων τα σενάρια αξιολόγησαν μόνο 3 από τους 9 εμπειρογνώμονες. Η βαθμολόγηση τους παρέχει παρόμοια κατανομή τιμών μεταξύ 4 και 3.

Σχήμα 4. Κατανομή βαθμολογίας των εμπειρογνομόνων για μη ατυχηματική αστοχία των δομικών στοιχείων.



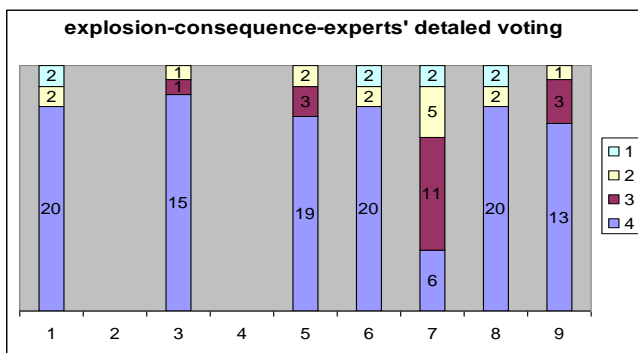
Στην περίπτωση της προσάραξης, οι 6 από τους 9 εμπειρογνώμονες έδωσαν βαθμολογία τους. Ένας από αυτούς (# 2) αξιολόγησε μόνο τα πρώτα 22 σενάρια. Ένας άλλος (# 4) αξιολόγησε μόνο τα πρώτα 39 σενάρια. Οι υπόλοιποι 4 εμπειρογνώμονες σημείωσαν όλα τα σενάρια. Ο αριθμός #7 σε σύγκριση με τους άλλους παρουσιάζει μια εντελώς διαφορετική γνώμη στο σκορ.

Σχήμα 5. Κατανομή βαθμολογίας των εμπειρογνομόνων για προσάραξη.



Όλοι οι ειδικοί έδωσαν βαθμολογία τους για τα σενάρια της επαφή. Δύο από αυτούς (#6, 8) έχουν πανομοιότυπες κατανομές με πολύ υψηλά ποσοστά για 4 και χωρίς βαθμολόγηση 3 και 2. Ένας (#4) έδωσε παρόμοια ψηφοφορία για 3 και 4. Παρόμοια κατανομή έδωσαν τρεις από τους εμπειρογνώμονες (#3, #5, και #9).

Σχήμα 6. Κατανομή βαθμολογίας των εμπειρογνομόνων για επαφή.

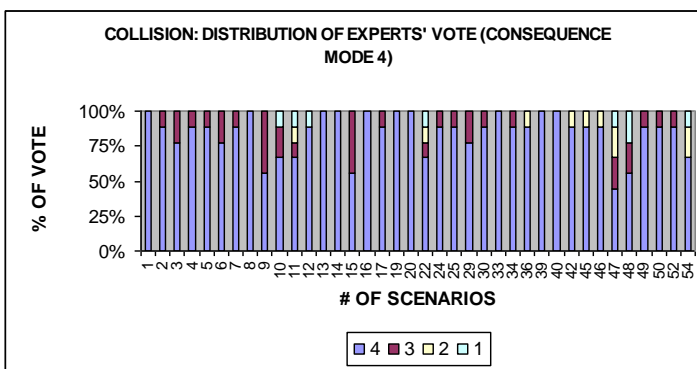


7 από 9 εμπειρογνώμονες αξιολόγησε τα σενάρια της έκρηξης. Δύο από αυτούς (#3, #9) σκόραρε μόνο τα πρώτα 17 σενάρια. Τρεις από αυτούς (#1, #6, #8) παρουσίασαν την ίδια κατανομή στην ψηφοφορία. Ένας από αυτούς (#7) παρουσίασε μία εντελώς διαφορετική κατανομή ψηφοφορίας σε σύγκριση με τους άλλους. Τέσσερις από τους εμπειρογνώμονες (#1, #5, #6, #8) έδωσε υψηλή εκτίμηση για τις συνέπειες στα περισσότερα από τα σενάρια έκρηξης (19 ή 20 από τους 24).

Σχήμα 7. Κατανομή βαθμολογίας των εμπειρογνομόνων για έκρηξη.

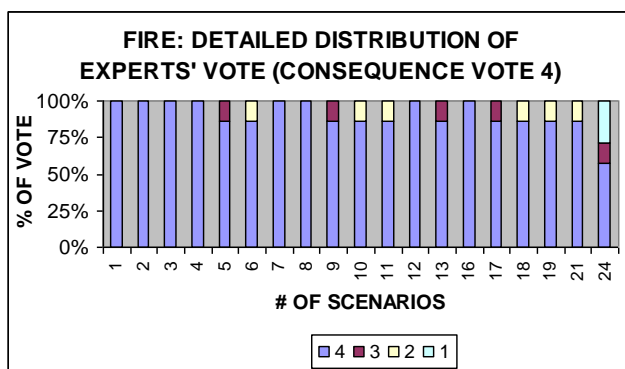
- Αναλυτική κατανομή της βαθμολογίας των εμπειρογνομόνων για σενάριο πολύ υψηλής συνέπειας (κατηγορία 4).

Τα ακόλουθα τρία διαγράμματα δείχνουν την αναλυτική βαθμολογία για σενάριο πολύ υψηλής συνέπειας.



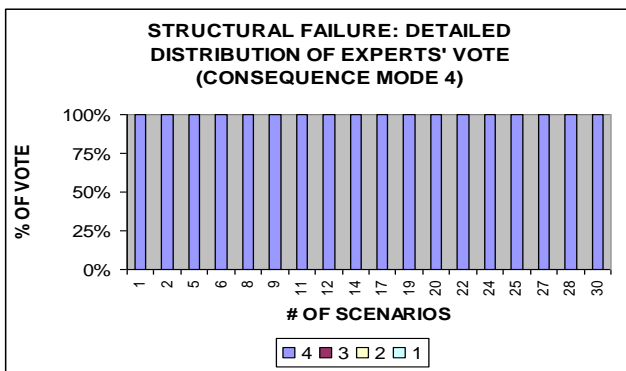
Σε περίπτωση σύγκρουσης, τα σενάρια πολύ υψηλής συνέπειας (4) παρουσιάζουν σημαντική συναίνεση εμπειρογνομόνων. Ειδικότερα, το 71% από αυτά τα σενάρια έλαβαν υψηλή κατάταξη συνέπειας (κάθε ένα από τους εμπειρογνώμονες τους έδωσε ένα 3 ή 4 σε όρους συνέπειας).

Σχήμα 8. Αναλυτική κατανομή της ψήφου των εμπειρογνομόνων για πολύ υψηλής συνέπειας σενάρια στην περίπτωση της σύγκρουσης.



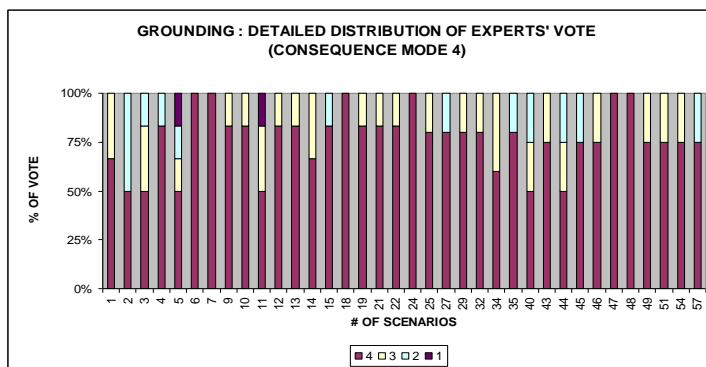
Τα πολύ υψηλής συνέπειας (4) σενάρια παρουσιάζουν μια καλή συναίνεση ειδικών όταν πρόκειται για ατυχήματα φωτιάς. Ειδικότερα, το 63% από αυτά τα σενάρια έλαβε υψηλή κατάταξη συνέπειας (καθένας από τους εμπειρογνώμονες τους έδωσε ένα 3 ή 4 σε όρους συνέπειας). Μόνο το σενάριο 24 παρουσιάζει διακύμανση στη βαθμολογία.

Σχήμα 9. Αναλυτική κατανομή ψήφου εμπειρογνομόνων για σενάρια πολύ υψηλής συνέπειας στην περίπτωση της πυρκαγιάς.



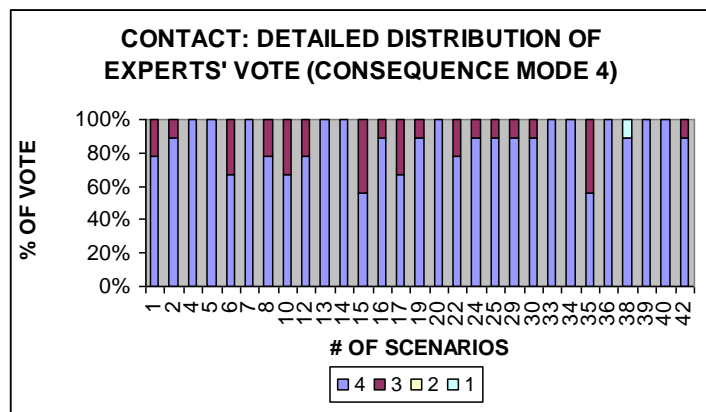
Στην περίπτωση των μη ατυχηματικής αστοχίας των δομικών στοιχείων τα σενάρια πολύ υψηλών συνεπειών (4) παρουσιάζει μία ολική (100%) συναίνεση των εμπειρογνομόνων. Όλα τα σενάρια έχουν λάβει πολύ υψηλή κατάταξη συνέπειας (καθένας από τους εμπειρογνώμονες έδωσε 4 αναφορικά με συνέπεια).

Σχήμα 10. Αναλυτική κατανομή της ψήφου των εμπειρογνομόνων για σενάρια πολύ υψηλής συνέπειας, στην περίπτωση της δομικής αστοχίας.



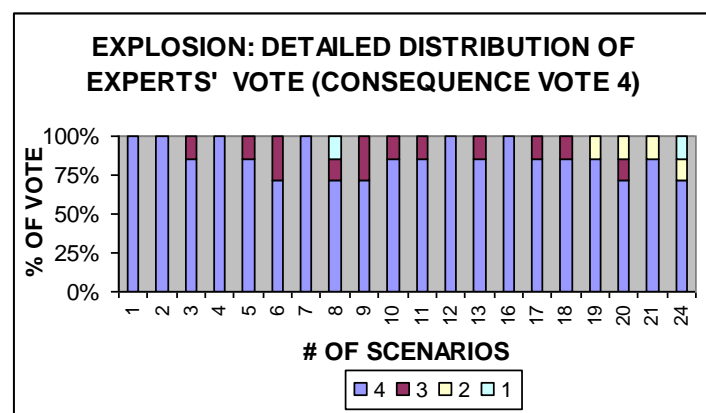
Πολύ υψηλή συνέπειας (4) σενάρια παρουσιάζουν μια σημαντική ομοφωνία των εμπειρογνομόνων. Ειδικότερα, το 67% από αυτά τα σενάρια έλαβαν υψηλή κατάταξη για τις συνέπειες (3 ή 4 ψήφο εμπειρογνομόνων όσον αφορά τις συνέπειες) και μόνο το 1% έλαβαν βαθμολογίες που κυμαίνονται από 1 έως 4.

Σχήμα 11. Αναλυτική κατανομή της ψήφου των εμπειρογνομόνων για σενάρια πολύ υψηλής συνέπειας, στην περίπτωση της προσάραξης.



Τα πολύ υψηλή συνέπειας (4) σενάρια παρουσιάζουν μια πολύ σημαντική συναίνεση των εμπειρογνομόνων. Ειδικότερα, το 97% από αυτά τα σενάρια έλαβαν υψηλή κατάταξη συνέπειας (κάθε ένας από τους εμπειρογνώμονες έδωσε ένα 3 ή 4) και μόνο το 3% έλαβαν βαθμολογίες που κυμαίνονται από συνέπεια 1 έως 4.

Σχήμα 12. Αναλυτική κατανομή της ψήφου των εμπειρογνομόνων για σενάρια πολύ υψηλής συνέπειας, στην περίπτωση της επαφής.

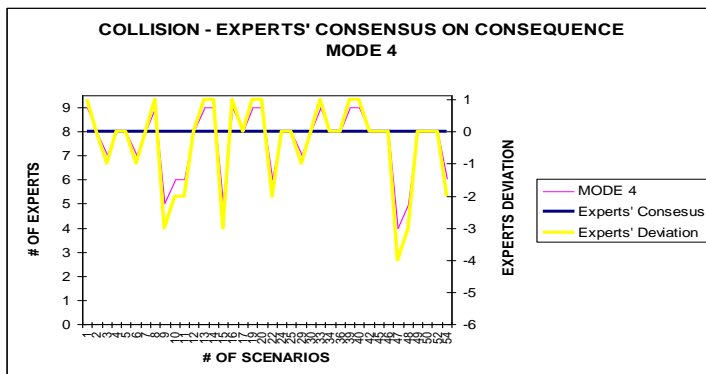


Τα πολύ υψηλής συνέπειας (4) σενάρια παρουσιάζουν μια σημαντική συναίνεση των εμπειρογνομόνων. Συγκεκριμένα, το 75% από αυτά τα σενάρια έλαβαν υψηλή κατάταξη για τις συνέπειες (κάθε ένας από τους εμπειρογνώμονες τους έδωσε ένα 3 ή 4 σε όρους συνέπειας).

Σχήμα 13. Αναλυτική κατανομή της ψήφου των εμπειρογνομόνων για σενάρια πολύ υψηλής συνέπειας, στην περίπτωση της έκρηξης.

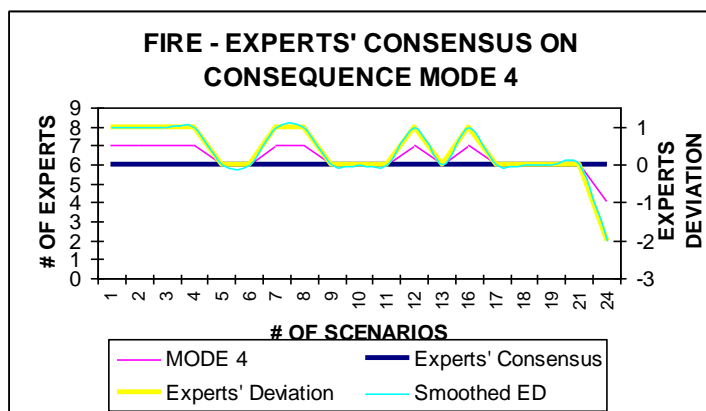
- Συναίνεση εμπειρογνομόνων στα σενάρια με υψηλές συνέπειες – Βαθμολογία εμπειρογνομόνων για τις συνέπειες στο περιβάλλον.

Τα παρακάτω δύο διαγράμματα δείχνουν την απόκλιση των εμπειρογνομόνων από την τιμή της συναίνεσης για τα ατυχήματα σύγκρουσης και φωτιάς.



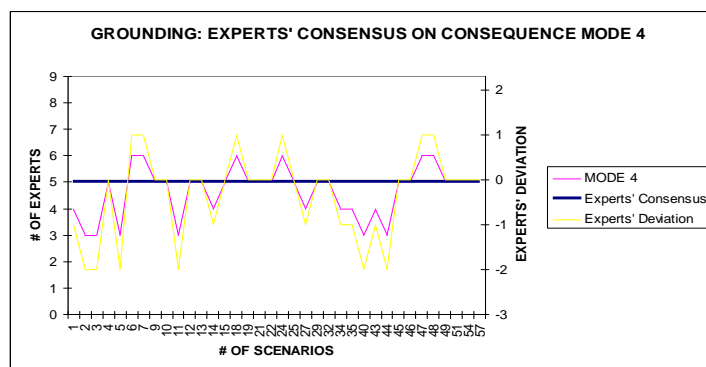
Στην περίπτωση σύγκρουσης, λιγότερα από το 3% των σεναρίων υψηλής συνέπειας έλαβαν την ελάχιστη συναίνεση των εμπλεκόμενων εμπειρογνομόνων (ψήφοι 5 από 9 ψήφοι). Η καμπύλη απόκλισης των εμπειρογνομόνων παρουσιάζει μια αυξημένο ζιγκ-ζαγκ γύρω από την τιμή της συναίνεσης.

Σχήμα 14. Συναίνεση εμπειρογνομόνων για σενάρια πολύ υψηλής συνέπειας στην περίπτωση της σύγκρουσης.



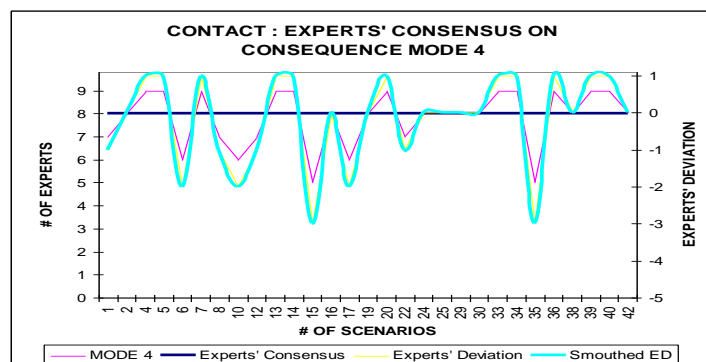
Όσον αφορά τη φωτιά, λιγότερα από το 6% των σεναρίων (1 στους 19) υψηλών συνεπειών έλαβαν την ελάχιστη συναίνεση των εμπλεκόμενων εμπειρογνομόνων (4 από 7 ψήφους). Η απόκλιση των εμπειρογνομόνων ακολουθεί διακύμανση πάνω από την τιμή της συναίνεσης.

Σχήμα 15. Συναίνεση εμπειρογνομόνων για σενάρια πολύ υψηλής συνέπειας στην περίπτωση της πυρκαγιάς.



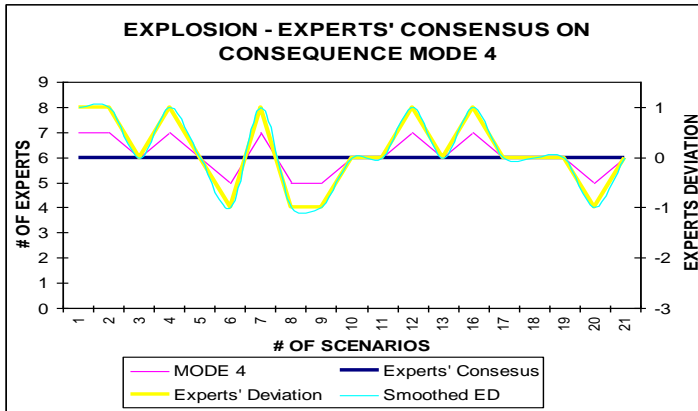
Μόνο το 17% των σεναρίων υψηλής συνέπειας έλαβε την ελάχιστη συναίνεση (50%: 3 από 6 ψήφους) των εμπλεκόμενων εμπειρογνομόνων.

Σχήμα 16. Συναίνεση εμπειρογνομόνων για σενάρια πολύ υψηλής συνέπειας στην περίπτωση της προσάραξης.



Λιγότερο από το 7% των σεναρίων υψηλής συνέπειας έλαβε την ελάχιστη συναίνεση (5 από 9 ψήφους) των εμπλεκόμενων εμπειρογνομόνων.

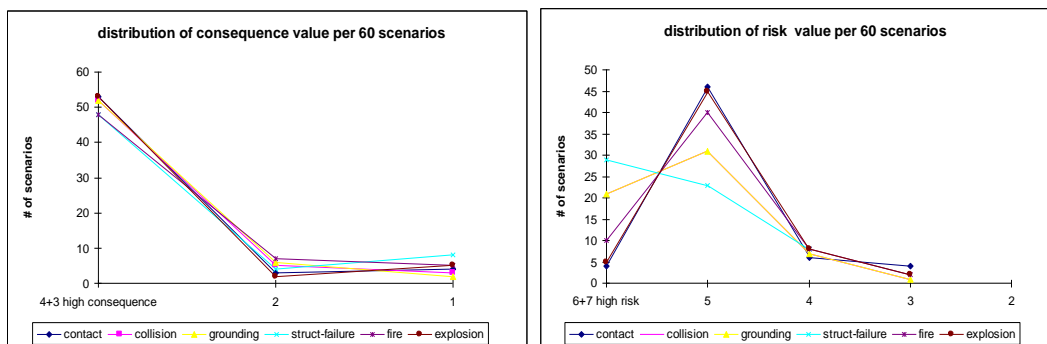
Σχήμα 17. Συναίνεση εμπειρογνομόνων για σενάρια πολύ υψηλής συνέπειας στην περίπτωση της επαφής.



Μόνο το 20% των σεναρίων υψηλής συνέπειας έλαβε 5 από 7 ψήφους, ενώ τα υπόλοιπα συγκέντρωσαν ακόμη υψηλότερο επίπεδο συναίνεσης.

Σχήμα 18. Συναίνεση εμπειρογνομόνων για σεσάρια πολύ υψηλής συνέπειας στην περίπτωση της έκρηξης.

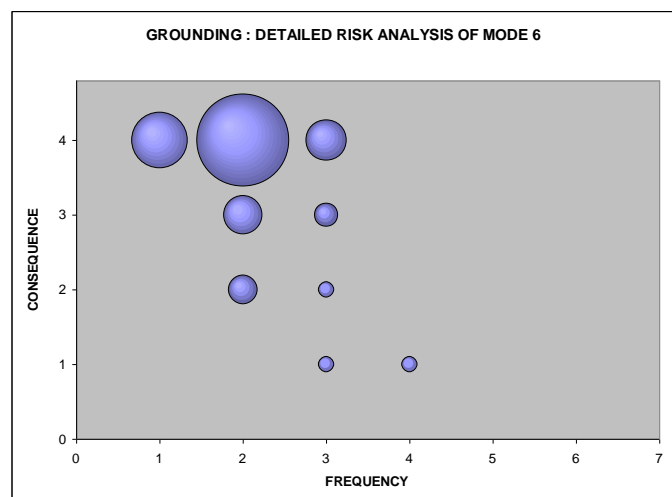
Εξετάζοντας το συνδυασμό συνέπειας και συχνότητας, δηλαδή τη διακινδύνευση (ρίσκο), στην περίπτωση της προσάραξης¹⁶, βασισμένοι στα αποτελέσματα βασισμένα της επεξεργασίας των απαντήσεων των εμπειρογνομόνων σχετικά με τα σεσάρια **πολύ υψηλής συνέπειας** (για το περιβάλλον) βλέπουμε ότι:



Σχήμα 19. Κατανομή της βαθμολογίας των εμπειρογνομόνων για τις συνέπειες και το ρίσκο για 60 σεσάρια ατυχημάτων.

Πρώτο διάγραμμα: εδώ αποτυπώνεται ότι τα περισσότερα από τα σεσάρια αποδόθηκαν με υψηλές συνέπειες για το περιβάλλον. Δεύτερο διάγραμμα: αποτυπώνεται ότι από πλευράς κινδύνου η πλειοψηφία των ατυχημάτων ενσωματώνει μεσαίου κινδύνου περιστατικά, εκτός από την περίπτωση της μη ατυχηματικής δομικής αστοχίας.

Ως εκ τούτου, είναι ο παράγοντας συνέπειες που πραγματικά οδηγεί τη διακύμανση του ρίσκου (διακινδύνευση) που παραδοσιακά δίνεται ως ο συνδυασμός μεταξύ πιθανότητας και συνέπειας (Taylor, 1979). Αυτό αποτυπώνεται ξεκάθαρα στα διαγράμματα φυσαλίδων μεταξύ των δύο παραγόντων.



Σχήμα 20. Διάγραμμα αποτύπωσης του ρίσκου (διακινδύνευσης) για διάφορους συνδυασμούς συνεπειών και συχνότητας στην περίπτωση της προσάραξης.

¹⁶ Αναφέρονται σε: Δεξαμενόπλοιο μονής γάστρας, που υπέστη ρήγμα στο κότος και προσάραξε σκληρά. Πετρελαιοφόρο διπλής γάστρας που υπέστη ρήγμα στην εσωτερική γάστρα και προσάραξε σκληρά. Δεξαμενόπλοιο μονής ή διπλής γάστρας που σπάει σε κομμάτια. Δεξαμενόπλοιο μονής ή διπλής γάστρας που βυθίζεται χωρίς να σπάει σε κομμάτια.

7.4 Παράρτημα Δ: Δένδρα γεγονότων

Παραδείγματα δένδρων γεγονότων για κάθε είδος ατυχήματος από τα ερωτηματολόγια της συνεδρίας παραγωγής ιδεών. Σ'αυτά τα σενάρια κλήθηκαν οι εμπειρογνώμονες να βαθμολογήσουν σχετικά με τις συνέπειες και η συχνότητα.

Contact Event		Contact	Breach in hull	Double hull tanker?	Breach in inner hull?	Explosion / Fire	Fire under control	Progressive flooding of double hull spaces: failure of transverse bulkheads	Progressive flooding in cargo section: failure of transverse bulkheads	Ship sinks without breaking into pieces	Ship breaks into piece		Contact Event Scenario
1		Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	YES	YES	Y E S	-		1. Total Loss: Double hull tanker, Ship sustained a breach in outer and inner hull followed by fire and progressive flooding (double hull spaces and cargo tanks), ship sank
2		Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	YES	YES	N O	Y E S		2. Loss of structural integrity: Double hull tanker, Ship sustained a breach in outer and inner hull followed by fire and progressive flooding (double hull spaces and cargo tanks), ship breaks into pieces
3		Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	YES	YES	N O	N O		3. Ship remains afloat: Double hull tanker, Ship sustained a breach in outer and inner hull followed by fire and progressive flooding (double hull spaces and cargo tanks)
4		Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	YES	NO	Y E S	-		4. Total Loss: Double hull tanker, Ship sustained a breach in outer and inner hull followed by fire and progressive flooding of double hull spaces, ship sank
5		Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	YES	NO	N O	Y E S		5. Loss of structural integrity: Double hull tanker, Ship sustained a breach in outer and inner hull followed by fire, progressive flooding of double hull spaces, ship breaks into pieces
6		Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	YES	NO	N O	N O		6. Ship remains afloat: Double hull tanker, Ship sustained a breach in outer and inner hull followed by fire, progressive flooding of double hull spaces

7		Y E S	Y E S	Y E S	<u>Y</u> <u>E</u> <u>S</u>	Y E S	Y E S	NO	YES	Y E S	-	7. Total Loss: Double hull tanker, Ship sustained a breach in outer and inner hull followed by fire and progressive flooding of several compartments, ship sank
8		Y E S	Y E S	Y E S	<u>Y</u> <u>E</u> <u>S</u>	Y E S	Y E S	NO	YES	N O	Y E S	8. Loss of structural integrity: Double hull tanker, Ship sustained a breach in outer and inner hull followed by fire and progressive flooding of several compartments, ship breaks into pieces
9		Y E S	Y E S	Y E S	<u>Y</u> <u>E</u> <u>S</u>	Y E S	Y E S	NO	YES	N O	N O	9. Ship remains afloat: Double hull tanker, Ship sustained a breach in outer and inner hull followed by fire and progressive flooding of several compartments
10		Y E S	Y E S	Y E S	<u>Y</u> <u>E</u> <u>S</u>	Y E S	Y E S	NO	NO	-	Y E S	10. Loss of structural integrity: Double hull tanker, Ship sustained a breach in outer and inner hull followed by fire, no progressive flooding, ship breaks into pieces
11		Y E S	Y E S	Y E S	<u>Y</u> <u>E</u> <u>S</u>	Y E S	Y E S	NO	NO	-	N O	11. Ship remains afloat: Double hull tanker, Ship sustained a breach in outer and inner hull followed by fire, no progressive flooding
12		Y E S	Y E S	Y E S	<u>Y</u> <u>E</u> <u>S</u>	Y E S	N O	-	-	-	-	12. Total loss due to fire: Double hull tanker, breach in outer and inner hull followed by fire
13		Y E S	Y E S	Y E S	<u>Y</u> <u>E</u> <u>S</u>	N O	-	YES	YES	Y E S	-	13. Total Loss: Double hull tanker, Ship sustained breach in outer and inner hull leading to progressive flooding (double hull spaces and cargo tanks), ship sank
14		Y E S	Y E S	Y E S	<u>Y</u> <u>E</u> <u>S</u>	N O	-	YES	YES	N O	Y E S	14. Loss of structural integrity: Double hull tanker, ship sustained breach in outer and inner hull leading to progressive flooding (double hull spaces and cargo tanks), ship breaks into pieces
15		Y E S	Y E S	Y E S	<u>Y</u> <u>E</u> <u>S</u>	N O	-	YES	YES	N O	N O	15. Ship remains afloat: Double hull tanker, ship sustained breach in outer and inner hull leading to progressive flooding (double hull spaces and cargo tanks)
16		Y E S	Y E S	Y E S	<u>Y</u> <u>E</u> <u>S</u>	N O	-	YES	NO	Y E S	-	16. Total Loss: Double hull tanker, Ship sustained breach in outer and inner hull leading to progressive flooding of double hull spaces, ship sank
17		Y E S	Y E S	Y E S	<u>Y</u> <u>E</u> <u>S</u>	N O	-	YES	NO	N O	Y E S	17. Loss of structural integrity: Double hull tanker, ship sustained breach in outer and inner hull, progressive flooding of double hull spaces, ship breaks into pieces
18		Y E S	Y E S	Y E S	<u>Y</u> <u>E</u> <u>S</u>	N O	-	YES	NO	N O	N O	18. Ship remains afloat: Double hull tanker, ship sustained breach in outer and inner hull, progressive flooding of double hull spaces

19		Y E S	Y E S	Y E S	<u>Y</u> <u>E</u> <u>S</u>	N O	-	NO	YES	Y E S	-	19. Total Loss: Double hull tanker, Ship sustained breach in outer and inner hull leading to progressive flooding of several compartments, ship sank
20		Y E S	Y E S	Y E S	<u>Y</u> <u>E</u> <u>S</u>	N O	-	NO	YES	N O	Y E S	20. Loss of structural integrity: Double hull tanker, ship sustained breach in outer and inner hull leading to progressive flooding of several compartments, ship breaks into pieces
21		Y E S	Y E S	Y E S	<u>Y</u> <u>E</u> <u>S</u>	N O	-	NO	YES	N O	N O	21. Ship remains afloat: Double hull tanker, ship sustained breach in outer and inner hull leading to progressive flooding of several compartments.
22		Y E S	Y E S	Y E S	<u>Y</u> <u>E</u> <u>S</u>	N O	-	NO	NO	-	Y E S	22. Loss of structural integrity: Double hull tanker, ship sustained a breach in outer and inner hull, no progressive flooding, ship breaks into pieces
23		Y E S	Y E S	Y E S	<u>Y</u> <u>E</u> <u>S</u>	N O	-	NO	NO	-	N O	23. Ship remains afloat: Double hull tanker, ship sustained breach in outer and inner hull, no progressive flooding
24		Y E S	Y E S	Y E S	N O	Y E S	Y E S	YES	-	<u>Y</u> <u>E</u> <u>S</u>	-	24. Total Loss: Double hull tanker, Ship sustained a breach in external hull followed by fire and progressive flooding of double hull spaces, ship sank
25		Y E S	Y E S	Y E S	N O	Y E S	Y E S	YES	-	N O	<u>Y</u> <u>E</u> <u>S</u>	25. Loss of structural integrity: Double hull tanker, Ship sustained a breach in external hull followed by fire and progressive flooding of double hull spaces, ship breaks into pieces
26		Y E S	Y E S	Y E S	N O	Y E S	Y E S	YES	-	N O	N O	26. Ship remains afloat: Double hull tanker, Ship sustained a breach in external hull followed by fire and progressive flooding of double hull spaces
27		Y E S	Y E S	Y E S	N O	Y E S	Y E S	NO	-	-	-	27. Ship remains afloat: Double hull tanker, Ship sustained a breach in external hull followed by fire, no progressive flooding
28		Y E S	Y E S	Y E S	N O	Y E S	N O	-	-	-	-	28. Total loss due to fire: Double hull tanker, breach in external hull followed by fire
29		Y E S	Y E S	Y E S	N O	N O	-	YES	-	<u>Y</u> <u>E</u> <u>S</u>	-	29. Total Loss: Double hull tanker, Ship sustained a breach in external hull followed by progressive flooding of double hull spaces, ship sank
30		Y E S	Y E S	Y E S	N O	N O	-	YES	-	N O	<u>Y</u> <u>E</u> <u>S</u>	30. Loss of structural integrity: Double hull tanker, Ship sustained a breach in external hull followed by progressive flooding of double hull spaces, ship breaks into pieces
31		Y E S	Y E S	Y E S	N O	N O	-	YES	-	N O	N O	31. Ship remains afloat: Double hull tanker, Ship sustained a breach in external hull followed by progressive flooding of double hull spaces

32		Y E S	Y E S	Y E S	N O	N O	-	NO	-	-	-	32. Ship remains afloat: Double hull tanker, Ship sustained a breach in external hull, no progressive flooding
33		Y E S	Y E S	Y O N	-	Y E S	Y E S	-	YES	Y E S	-	33. Total Loss: Single hull tanker, sustaining a breach in hull and fire leading to progressive flooding of several compartments, ship sank
34		Y E S	Y E S	Y O N	-	Y E S	Y E S	-	YES	N O	Y E S	34. Loss of structural integrity: Single hull tanker, sustaining a breach in hull and fire leading to progressive flooding of several compartments, ship breaks into pieces
35		Y E S	Y E S	Y O N	-	Y E S	Y E S	-	YES	N O	N O	35. Ship remains afloat: Single hull tanker, sustaining a breach in hull and fire leading to progressive flooding of several compartments.
36		Y E S	Y E S	Y O N	-	Y E S	Y E S	-	NO	-	Y E S	36. Loss of structural integrity: Single hull tanker, sustaining a breach in hull and fire, no progressive flooding, ship breaks into pieces
37		Y E S	Y E S	Y O N	-	Y E S	Y E S	-	NO	-	N O	37. Ship remains afloat: Single hull tanker, sustaining a breach in hull and fire, no progressive flooding
38		Y E S	Y E S	Y O N	-	Y E S	N O	-	-	-	-	38. Total loss due to fire: Single hull tanker, breach in hull followed by fire
39		Y E S	Y E S	Y O N	-	N O	-	-	YES	Y E S	-	39. Total Loss: Single hull tanker, sustaining a breach in hull leading to progressive flooding of several compartments, ship sank
40		Y E S	Y E S	Y O N	-	N O	-	-	YES	N O	Y E S	40. Loss of structural integrity: Single hull tanker, sustaining a breach in hull leading to progressive flooding of several compartments, ship breaks into pieces
41		Y E S	Y E S	Y O N	-	N O	-	-	YES	N O	N O	41. Ship remains afloat: Single hull tanker, sustaining a breach in hull leading to progressive flooding of several compartments.
42		Y E S	Y E S	Y O N	-	N O	-	-	NO	-	Y E S	42. Loss of structural integrity: Single hull tanker, sustaining a breach in hull, no progressive flooding, ship breaks into pieces
43		Y E S	Y E S	Y O N	-	N O	-	-	NO	-	N O	43. Ship remains afloat: Single hull tanker, sustaining a breach in hull, no progressive flooding
44		Y E S	N O	-	-	-	-	-	-	-	-	44. Light Impact only

Collision Event Scenario															
Collision Event	1	Collision	Struck Ship	Breach in hull	Double hull tanker?	Loss of Collision bulkhead	Breach in inner hull?	Explosion / Fire	Fire under control	Progressive flooding of double hull spaces: failure of transverse bulkheads	Progressive flooding in cargo section: failure of transverse bulkheads	Ship sinks without breaking into pieces	Ship breaks into piece		
	1	YES	YES	YES	YES	-	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	-	1. Total Loss: Double hull tanker, Struck ship, breach in outer and inner hull structure leading to fire and progressive flooding (double hull spaces and several compartments), ship sank
	2	YES	YES	YES	YES	-	YES	YES	YES	YES	YES	NO	YES	2. Loss of structural integrity: Double hull tanker, struck ship, breach in outer and inner hull leading to fire and progressive flooding (double hull spaces and several compartments), ship breaks into pieces	
	3	YES	YES	YES	YES	-	YES	YES	YES	YES	YES	NO	NO	3. Ship remains afloat: Double hull tanker, struck ship, breach in outer and inner hull leading to fire and progressive flooding (double hull spaces and several compartments)	
	4	YES	YES	YES	YES	-	YES	YES	YES	YES	YES	NO	YES	4. Total Loss: Double hull tanker, Struck ship, breach in outer and inner hull structure leading to fire and progressive flooding of double hull spaces, ship sank	
	5	YES	YES	YES	YES	-	YES	YES	YES	YES	YES	NO	NO	YES	5. Loss of structural integrity: Double hull tanker, struck ship, breach in outer and inner hull leading to fire, progressive flooding of double hull spaces, ship breaks into pieces
	6	YES	YES	YES	YES	-	YES	YES	YES	YES	YES	NO	NO	NO	6. Ship remains afloat: Double hull tanker, struck ship, breach in outer and inner hull leading to fire, progressive flooding of double hull spaces
	7	YES	YES	YES	YES	-	YES	YES	YES	NO	YES	YES	YES	-	7. Total Loss: Double hull tanker, Struck ship, breach in outer and inner hull structure leading to fire and progressive flooding of several compartments, ship sank

8	Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	-	<u>Y</u> <u>E</u> <u>S</u>	Y E S	Y E S	NO	YES	NO	Y E S	8. Loss of structural integrity: Double hull tanker, struck ship, breach in outer and inner hull leading to fire and progressive flooding of several compartments, ship breaks into pieces
9	Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	-	<u>Y</u> <u>E</u> <u>S</u>	Y E S	Y E S	NO	YES	NO	NO	9. Ship remains afloat: Double hull tanker, struck ship, breach in outer and inner hull leading to fire and progressive flooding of several compartments
10	Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	-	<u>Y</u> <u>E</u> <u>S</u>	Y E S	Y E S	NO	NO	-	Y E S	10. Loss of structural integrity: Double hull tanker, struck ship, breach in outer and inner hull leading to fire, no progressive flooding, ship breaks into pieces
11	Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	-	<u>Y</u> <u>E</u> <u>S</u>	Y E S	Y E S	NO	NO	-	NO	11. Ship remains afloat: Double hull tanker, struck ship, breach in outer and inner hull leading to fire, no progressive flooding
12	Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	-	<u>Y</u> <u>E</u> <u>S</u>	Y E S	NO	-	-	-	-	12. Total loss due to fire: Double hull tanker, struck ship, breach in outer and inner hull leading to fire
13	Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	-	<u>Y</u> <u>E</u> <u>S</u>	NO	-	YES	YES	Y E S	-	13. Total Loss: Double hull tanker, Struck ship, breach in outer and inner hull structure leading to progressive flooding (double hull spaces and several compartments), ship sank
14	Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	-	<u>Y</u> <u>E</u> <u>S</u>	NO	-	YES	YES	NO	Y E S	14. Loss of structural integrity: Double hull tanker, struck ship, breach in outer and inner hull leading to progressive flooding (double hull spaces and several compartments), ship breaks into pieces
15	Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	-	<u>Y</u> <u>E</u> <u>S</u>	NO	-	YES	YES	NO	NO	15. Ship remains afloat: Double hull tanker, struck ship, breach in outer and inner hull leading to progressive flooding (double hull spaces and several compartments)
16	Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	-	<u>Y</u> <u>E</u> <u>S</u>	NO	-	YES	NO	Y E S	-	16. Total Loss: Double hull tanker, Struck ship, breach in outer and inner hull structure leading to progressive flooding of double hull spaces, ship sank
17	Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	-	<u>Y</u> <u>E</u> <u>S</u>	NO	-	YES	NO	NO	Y E S	17. Loss of structural integrity: Double hull tanker, struck ship, breach in outer and inner hull, progressive flooding of double hull spaces, ship breaks into pieces
18	Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	-	<u>Y</u> <u>E</u> <u>S</u>	NO	-	YES	NO	NO	NO	18. Ship remains afloat: Double hull tanker, struck ship, breach in outer and inner hull, progressive flooding of double hull spaces
19	Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	-	<u>Y</u> <u>E</u> <u>S</u>	NO	-	NO	YES	Y E S	-	19. Total Loss: Double hull tanker, Struck ship, breach in outer and inner hull structure leading to progressive flooding of several compartments, ship sank

20	Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	-	<u>Y</u> <u>E</u> <u>S</u>	N O	-	NO	YES	N O	Y E S	20. Loss of structural integrity: Double hull tanker, struck ship, breach in outer and inner hull leading to progressive flooding of several compartments, ship breaks into pieces
21	Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	-	<u>Y</u> <u>E</u> <u>S</u>	N O	-	NO	YES	N O	N O	21. Ship remains afloat: Double hull tanker, struck ship, breach in outer and inner hull leading to progressive flooding of several compartments
22	Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	-	<u>Y</u> <u>E</u> <u>S</u>	N O	-	NO	NO	-	Y E S	22. Loss of structural integrity: Double hull tanker, struck ship, breach in outer and inner hull, no progressive flooding, ship breaks into pieces
23	Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	-	<u>Y</u> <u>E</u> <u>S</u>	N O	-	NO	NO	-	N O	23. Ship remains afloat: Double hull tanker, struck ship, breach in outer and inner hull, no progressive flooding
24	Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	-	N O	Y E S	Y E S	YES	-	<u>Y</u> <u>E</u> <u>S</u>	-	24. Total Loss: Double hull tanker, Struck ship, breach in external hull leading to fire and progressive flooding of double hull spaces, ship sank
25	Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	-	N O	Y E S	Y E S	YES	-	N O	<u>Y</u> <u>E</u> <u>S</u>	25. Loss of structural integrity: Double hull tanker, struck ship, breach in external hull leading to fire and progressive flooding of double hull spaces, ship breaks into pieces
26	Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	-	N O	Y E S	Y E S	YES	-	N O	N O	26. Ship remains afloat: Double hull tanker, struck ship, breach in external hull leading to fire and progressive flooding of double hull spaces
27	Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	-	N O	Y E S	Y E S	NO	-	-	-	27. Ship remains afloat: Double hull tanker, struck ship, breach in external hull structure leading to fire, no progressive flooding
28	Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	-	N O	Y E S	N O	-	-	-	-	28. Total loss due to fire: Double hull tanker, struck ship, breach in external hull leading to fire
29	Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	-	N O	N O	-	YES	-	<u>Y</u> <u>E</u> <u>S</u>	-	29. Total Loss: Double hull tanker, Struck ship, breach in external hull leading to progressive flooding of double hull spaces, ship sank
30	Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	-	N O	N O	-	YES	-	N O	<u>Y</u> <u>E</u> <u>S</u>	30. Loss of structural integrity: Double hull tanker, struck ship, breach in external hull leading to progressive flooding of double hull spaces, ship breaks into pieces
31	Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	-	N O	N O	-	YES	-	N O	N O	31. Ship remains afloat: Double hull tanker, struck ship, breach in external hull leading to progressive flooding of double hull spaces
32	Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	-	N O	N O	-	NO	-	-	-	32. Ship remains afloat: Double hull tanker, struck ship, breach in external hull structure, no progressive flooding

33	Y E S	Y E S	Y E S	IO N	-	-	Y E S	Y E S	-	YES	Y E S	-	33. Total Loss: Single hull tanker, Struck ship, breach in hull followed by fire and progressive flooding of several compartments, ship sank
34	Y E S	Y E S	Y E S	IO N	-	-	Y E S	Y E S	-	YES	N O	Y E S	34. Loss of structural integrity: Single hull tanker, Struck ship, breach in hull followed by fire and progressive flooding of several compartments, ship breaks into pieces
35	Y E S	Y E S	Y E S	IO N	-	-	Y E S	Y E S	-	YES	N O	N O	35. Ship remains afloat: Single hull tanker, struck ship, breach in hull followed by fire and progressive flooding of several compartments
36	Y E S	Y E S	Y E S	IO N	-	-	Y E S	Y E S	-	NO	-	Y E S	36. Loss of structural integrity: Single hull tanker, struck ship, breach in hull followed by fire, no progressive flooding, ship breaks into pieces
37	Y E S	Y E S	Y E S	IO N	-	-	Y E S	Y E S	-	NO	-	N O	37. Ship remains afloat: Single hull tanker, struck ship, breach in hull followed by fire, no progressive flooding
38	Y E S	Y E S	Y E S	IO N	-	-	Y E S	N O	-	-	-	-	38. Total loss due to fire: Single hull tanker, struck ship, breach in hull leading to fire
39	Y E S	Y E S	Y E S	IO N	-	-	N O	-	-	YES	Y E S	-	39. Total Loss: Single hull tanker, Struck ship, breach in hull leading to progressive flooding of several compartments, ship sank
40	Y E S	Y E S	Y E S	IO N	-	-	N O	-	-	YES	N O	Y E S	40. Loss of structural integrity: Single hull tanker, struck ship, breach in hull leading to progressive flooding of several compartments, ship breaks into pieces
41	Y E S	Y E S	Y E S	IO N	-	-	N O	-	-	YES	N O	N O	41. Ship remains afloat: Single hull tanker, struck ship, breach in hull leading to progressive flooding of several compartments
42	Y E S	Y E S	Y E S	IO N	-	-	N O	-	-	NO	-	Y E S	42. Loss of structural integrity: Single hull tanker, struck ship, breach in hull, no progressive flooding, ship breaks into pieces
43	Y E S	Y E S	Y E S	IO N	-	-	N O	-	-	NO	-	N O	43. Ship remains afloat: Single hull tanker, struck ship, breach in hull, no progressive flooding
44	Y E S	Y E S	N O	-	-	-	-	-	-	-	-	-	44. Slight collision, impact only
45	Y E S	N O	Y E S	-	Y E S	-	Y E S	Y E S	-	-	Y E S	-	45. Total Loss: Striking ship, ship sustained a breach in hull, lost her collision bulkhead and sustained fire, ship sank
46	Y E S	N O	Y E S	-	Y E S	-	Y E S	Y E S	-	-	N O	Y E S	46. Loss of structural integrity: striking ship, ship sustained a breach in hull, lost her collision bulkhead and sustained fire, ship breaks into pieces

56	47	Y E S	N O	Y E S	-	Y E S	-	Y E S	Y E S	-	-	N O	N O	47. Ship remains afloat: striking ship, ship sustained a breach in hull, lost her collision bulkhead and sustained fire
	48	Y E S	N O	Y E S	-	Y E S	-	Y E S	N O	-	-	-	-	48. Total loss due to fire: striking ship, loss of collision bulkhead, breach in hull leading to fire
	49	Y E S	N O	Y E S	-	Y E S	-	N O	-	-	-	Y E S	-	49. Total Loss: Striking ship, ship sustained a breach in hull, lost her collision bulkhead, ship sank
	50	Y E S	N O	Y E S	-	Y E S	-	N O	-	-	-	N O	Y E S	50. Loss of structural integrity: striking ship, ship sustained a breach in hull, lost her collision bulkhead, ship breaks into pieces
	51	Y E S	N O	Y E S	-	Y E S	-	N O	-	-	-	N O	N O	51. Ship remains afloat: striking ship, ship sustained a breach in hull, lost her collision bulkhead
	52	Y E S	N O	Y E S	-	N O	-	Y E S	Y E S	-	-	-	Y E S	52. Loss of structural integrity: Striking ship, sustained a breach in hull followed by fire, ship breaks into pieces
	53	Y E S	N O	Y E S	-	N O	-	Y E S	Y E S	-	-	-	N O	53. Ship remains afloat: Striking ship, ship sustained a breach in hull, leading to fire
	54	Y E S	N O	Y E S	-	N O	-	Y E S	N O	-	-	-	-	54. Total loss due to fire: striking ship, collision followed by fire
	55	Y E S	N O	Y E S	-	N O	-	N O	-	-	-	-	-	55. Ship remains afloat: striking ship, sustained a breach in hull
56	Y E S	N O	N O	-	-	-	-	-	-	-	-	-	56. Light impact only	

Grounding Event	Grounding Event Scenario																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	Grounding	Breach in hull	Double hull tanker?	Breach in inner hull?	Hard Aground? (ship lodges on the ground)	Fire/Explosion	Fire under control	Progressive Flooding: Failure of watertight transverse bulkhead in ballast tanks	Progressive Flooding: Failure of watertight transverse bulkhead in cargo tanks	Ship sinks without breaking into pieces	Ship breaks into pieces	
1	Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	-	-	-	Y E S	1. Loss of structural integrity: Double hull tanker, Breach in inner hull, ship lies on sea bed, sustained fire and breaks into pieces
2	Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	-	-	-	N O	2. Double hull tanker, Breach in inner hull, ship lies on sea bed, sustained fire
3	Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	N O	-	-	-	-	3. Total loss due to fire: Double hull tanker, ship lies on sea bed, breach in inner hull followed by fire
4	Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	N O	-	-	-	-	Y E S	4. Loss of structural integrity: Double hull tanker, Breach in inner hull, ship lies on sea bed, and breaks into pieces
5	Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	N O	-	-	-	-	N O	5. Double hull tanker, Breach in inner hull, ship lies on sea bed
6	Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	-	6. Total Loss: Double hull tanker, Breach in inner hull, floats free, sustained fire and progressive flooding to several compartments (double hull spaces and several compartments), ship sank
7	Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	N O	Y E S	7. Loss of structural integrity: Double hull tanker, Breach in inner hull, floats free, sustained fire and progressive flooding to several compartments (double hull spaces and several compartments), ship breaks into pieces
8	Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	N O	N O	8. Ship remains afloat: Double hull tanker, Breach in inner hull, floats free, sustained fire and progressive flooding to several compartments (double hull spaces and several compartments)

9		Y E S	Y E S	Y E S	<u>Y</u> <u>E</u> <u>S</u>	N O	Y E S	Y E S	YES	NO	Y E S	-	9. Total Loss: Double hull tanker, Breach in inner hull, floats free, sustained fire and progressive flooding of double hull spaces, ship sank
10		Y E S	Y E S	Y E S	<u>Y</u> <u>E</u> <u>S</u>	N O	Y E S	Y E S	YES	NO	N O	Y E S	10. Loss of structural integrity: Double hull tanker, Breach in inner hull, floats free, sustained fire, progressive flooding of double hull spaces, ship breaks into pieces
11		Y E S	Y E S	Y E S	<u>Y</u> <u>E</u> <u>S</u>	N O	Y E S	Y E S	YES	NO	N O	N O	11. Ship remains afloat: Double hull tanker, Breach in inner hull, floats free, sustained fire, progressive flooding of double hull spaces
12		Y E S	Y E S	Y E S	<u>Y</u> <u>E</u> <u>S</u>	N O	Y E S	Y E S	NO	YES	Y E S	-	12. Total Loss: Double hull tanker, Breach in inner hull, floats free, sustained fire and progressive flooding to several compartments, ship sank
13		Y E S	Y E S	Y E S	<u>Y</u> <u>E</u> <u>S</u>	N O	Y E S	Y E S	NO	YES	N O	Y E S	13. Loss of structural integrity: Double hull tanker, Breach in inner hull, floats free, sustained fire and progressive flooding to several compartments, ship breaks into pieces
14		Y E S	Y E S	Y E S	<u>Y</u> <u>E</u> <u>S</u>	N O	Y E S	Y E S	NO	YES	N O	N O	14. Ship remains afloat: Double hull tanker, Breach in inner hull, floats free, sustained fire and progressive flooding to several compartments
15		Y E S	Y E S	Y E S	<u>Y</u> <u>E</u> <u>S</u>	N O	Y E S	Y E S	NO	NO	-	Y E S	15. Loss of structural integrity: Double hull tanker, Breach in inner hull, floats free, sustained fire, no progressive flooding, ship breaks into pieces
16		Y E S	Y E S	Y E S	<u>Y</u> <u>E</u> <u>S</u>	N O	Y E S	Y E S	NO	NO	-	N O	16. Ship remains afloat: Double hull tanker, Breach in inner hull, floats free, sustained fire, no progressive flooding
17		Y E S	Y E S	Y E S	<u>Y</u> <u>E</u> <u>S</u>	N O	Y E S	N O	-	-	-	-	17. Total loss due to fire: Double hull tanker, floats free, breach in inner hull followed by fire
18		Y E S	Y E S	Y E S	<u>Y</u> <u>E</u> <u>S</u>	N O	N O	-	YES	YES	Y E S	-	18. Total Loss: Double hull tanker, Breach in inner hull, floats free, progressive flooding (double hull spaces and several compartments), ship sank
19		Y E S	Y E S	Y E S	<u>Y</u> <u>E</u> <u>S</u>	N O	N O	-	YES	YES	N O	Y E S	19. Loss of structural integrity: Double hull tanker, Breach in inner hull, floats free, progressive flooding (double hull spaces and several compartments), ship breaks into pieces
20		Y E S	Y E S	Y E S	<u>Y</u> <u>E</u> <u>S</u>	N O	N O	-	YES	YES	N O	N O	20. Ship remains afloat: Double hull tanker, Breach in inner hull, floats free, progressive flooding (double hull spaces and several compartments)
21		Y E S	Y E S	Y E S	<u>Y</u> <u>E</u> <u>S</u>	N O	N O	-	YES	NO	Y E S	-	21. Total Loss: Double hull tanker, Breach in inner hull, floats free, progressive flooding of double hull spaces, ship sank

22		Y E S	Y E S	Y E S	<u>Y</u> <u>E</u> <u>S</u>	N O	N O	-	YES	NO	N O	Y E S	22. Loss of structural integrity: Double hull tanker, Breach in inner hull, floats free, progressive flooding of double hull spaces, ship breaks into pieces
23		Y E S	Y E S	Y E S	<u>Y</u> <u>E</u> <u>S</u>	N O	N O	-	YES	NO	N O	N O	23. Ship remains afloat: Double hull tanker, Breach in inner hull, floats free, progressive flooding of double hull spaces
24		Y E S	Y E S	Y E S	<u>Y</u> <u>E</u> <u>S</u>	N O	N O	-	NO	YES	Y E S	-	24. Total Loss: Double hull tanker, Breach in inner hull, floats free, progressive flooding to several compartments, ship sank
25		Y E S	Y E S	Y E S	<u>Y</u> <u>E</u> <u>S</u>	N O	N O	-	NO	YES	N O	Y E S	25. Loss of structural integrity: Double hull tanker, Breach in inner hull, floats free, progressive flooding to several compartments, ship breaks into pieces
26		Y E S	Y E S	Y E S	<u>Y</u> <u>E</u> <u>S</u>	N O	N O	-	NO	YES	N O	N O	26. Ship remains afloat: Double hull tanker, Breach in inner hull, floats free, progressive flooding to several compartments
27		Y E S	Y E S	Y E S	<u>Y</u> <u>E</u> <u>S</u>	N O	N O	-	NO	NO	-	Y E S	27. Loss of structural integrity: Double hull tanker, Breach in inner hull, floats free, no progressive flooding, ship breaks into pieces
28		Y E S	Y E S	Y E S	<u>Y</u> <u>E</u> <u>S</u>	N O	N O	-	NO	NO	-	N O	28. Ship remains afloat: Double hull tanker, Breach in inner hull, floats free, no progressive flooding
29		Y E S	Y E S	Y E S	N O	Y E S	Y E S	Y E S	-	-	-	<u>Y</u> <u>E</u> <u>S</u>	29. Loss of structural integrity: Double hull tanker, Breach in external hull, ship sustained fire, ship lies on sea bed, ship breaks into pieces.
30		Y E S	Y E S	Y E S	N O	Y E S	Y E S	Y E S	-	-	-	N O	30. Double hull tanker, Breach in external hull, ship sustained fire, ship lies on sea bed
31		Y E S	Y E S	Y E S	N O	Y E S	Y E S	N O	-	-	-	-	31. Total loss due to fire: Double hull tanker, ship lies on sea bed, breach in outer hull followed by fire
32		Y E S	Y E S	Y E S	N O	Y E S	N O	-	-	-	-	<u>Y</u> <u>E</u> <u>S</u>	32. Loss of structural integrity: Double hull tanker, Breach in external hull, ship lies on sea bed, ship breaks into pieces.
33		Y E S	Y E S	Y E S	N O	Y E S	N O	-	-	-	-	N O	33. Double hull tanker, Breach in external hull, ship lies on sea bed
34		Y E S	Y E S	Y E S	N O	N O	Y E S	Y E S	YES	-	<u>Y</u> <u>E</u> <u>S</u>	-	34. Total Loss: Double hull tanker, Breach in external hull, ship sustained a fire, ship floats free, progressive flooding of double bottom, ship sank
35		Y E S	Y E S	Y E S	N O	N O	Y E S	Y E S	YES	-	N O	<u>Y</u> <u>E</u> <u>S</u>	35. Loss of structural integrity: Double hull tanker, Breach in external hull, ship floats free, ship sustained a fire, progressive flooding of double bottom, ship breaks into pieces

36		Y E S	Y E S	Y E S	N O	N O	Y E S	Y E S	YES	-	N O	N O	36. Ship remains afloat: Double hull tanker, Breach in external hull, ship floats free, ship sustained a fire, progressive flooding of double bottom
37		Y E S	Y E S	Y E S	N O	N O	Y E S	Y E S	NO	-	-	-	37. Ship remains afloat: Double hull tanker, Breach in external hull, ship floats free, ship sustained a fire, no progressive flooding
38		Y E S	Y E S	Y E S	N O	N O	Y E S	N O	-	-	-	-	38. Total loss due to fire: Double hull tanker, floats free, breach in outer hull followed by fire
39		Y E S	Y E S	Y E S	N O	N O	N O	-	YES	-	<u>Y E S</u>	-	39. Total Loss: Double hull tanker, Breach in external hull, ship floats free, progressive flooding of double bottom, ship sank
40		Y E S	Y E S	Y E S	N O	N O	N O	-	YES	-	N O	<u>Y E S</u>	40. Loss of structural integrity: Double hull tanker, Breach in external hull, ship floats free, progressive flooding of double bottom, ship breaks into pieces
41		Y E S	Y E S	Y E S	N O	N O	N O	-	YES	-	N O	N O	41. Ship remains afloat: Double hull tanker, Breach in external hull, ship floats free, progressive flooding of double bottom
42		Y E S	Y E S	Y E S	N O	N O	N O	-	NO	-	-	-	42. Ship remains afloat: Double hull tanker, Breach in external hull, ship floats free, no progressive flooding
43		Y E S	Y E S	<u>NO</u>	-	Y E S	Y E S	Y E S	-	-	-	Y E S	43. Loss of structural integrity: Single hull tanker, Breach in hull, ship lies on sea bed, sustained fire and breaks into pieces
44		Y E S	Y E S	<u>NO</u>	-	Y E S	Y E S	Y E S	-	-	-	N O	44. Single hull tanker, Breach in hull, ship lies on sea bed, sustained fire
45		Y E S	Y E S	<u>NO</u>	-	Y E S	Y E S	N O	-	-	-	-	45. Total loss due to fire: Single hull tanker, ship lies on sea bed, breach in hull followed by fire
46		Y E S	Y E S	<u>NO</u>	-	Y E S	N O	-	-	-	-	Y E S	46. Loss of structural integrity: Single hull tanker, Breach in hull, ship lies on sea bed, and breaks into pieces
47		Y E S	Y E S	<u>NO</u>	-	Y E S	N O	-	-	-	-	N O	47. Single hull tanker, Breach in hull, ship lies on sea bed
48		Y E S	Y E S	<u>NO</u>	-	N O	Y E S	Y E S	-	YES	Y E S	-	48. Total Loss: Single hull tanker, Breach in hull, ship floats free, sustained fire and progressive flooding to several compartments, ship sank
49		Y E S	Y E S	<u>NO</u>	-	N O	Y E S	Y E S	-	YES	N O	Y E S	49. Loss of structural integrity: Single hull tanker, Breach in hull, ship floats free, sustained fire and progressive flooding to several compartments, ship breaks into pieces

50		Y E S	Y E S	Y E S	-	N O	Y E S	Y E S	-	YES	N O	N O	50. Ship remains afloat: Single hull tanker, Breach in hull, ship floats free, sustained fire and progressive flooding to several compartments
51		Y E S	Y E S	Y E S	-	N O	Y E S	Y E S	-	NO	-	Y E S	51. Loss of structural integrity: Single hull tanker, Breach in hull, ship floats free, sustained fire, no progressive flooding, ship breaks into pieces
52		Y E S	Y E S	Y E S	-	N O	Y E S	Y E S	-	NO	-	N O	52. Ship remains afloat: Single hull tanker, Breach in hull, ship floats free, sustained fire, no progressive flooding
53		Y E S	Y E S	Y E S	-	N O	Y E S	N O	-	-	-	-	53. Total loss due to fire: Single hull tanker, floats free, breach in hull followed by fire
54		Y E S	Y E S	Y E S	-	N O	N O	-	-	YES	Y E S	-	54. Total Loss: Single hull tanker, Breach in hull, ship floats free, sustained progressive flooding to several compartments, ship sank
55		Y E S	Y E S	Y E S	-	N O	N O	-	-	YES	N O	Y E S	55. Loss of structural integrity: Single hull tanker, Breach in hull, ship floats free, sustained progressive flooding to several compartments, ship breaks into pieces
56		Y E S	Y E S	Y E S	-	N O	N O	-	-	YES	N O	N O	56. Ship remains afloat: Single hull tanker, Breach in hull, ship floats free, sustained progressive flooding to several compartments
57		Y E S	Y E S	Y E S	-	N O	N O	-	-	NO	-	Y E S	57. Loss of structural integrity: Single hull tanker, Breach in hull, ship floats free, no progressive flooding, ship breaks into pieces
58		Y E S	Y E S	Y E S	-	N O	N O	-	-	NO	-	N O	58. Ship remains afloat: Single hull tanker, Breach in hull, ship floats free, no progressive flooding
59		Y E S	N O	-	-	Y E S	-	-	-	-	-	-	59. Ship lies on sea bed, no breach in hull due to grounding
60		Y E S	N O	-	-	N O	-	-	-	-	-	-	60. Ship remains afloat: Ship floats free, no breach in hull due to grounding

Non-Accidental Structural Failure Event		Non Accidental Structural Failure Event Scenario																	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10								
		Non Accidental Structural Failure	Double hull structure ?	Breach in external hull	Internal leak? (leak from cargo to ballast or from ballast to cargo)	Explosion leading to breach in external hull	Progressive flooding of double hull spaces: failure of transverse bulkheads	Progressive flooding in cargo section: failure of transverse bulkheads	Ship sinks without breaking into pieces	Ship breaks into pieces									
	1	YES	YES	YES	-	-	YES	-	YES	-									1. Total Loss: Double hull tanker sustaining a structural failure: breach in outer hull, progressive flooding of double hull spaces, ship sank
	2	YES	YES	YES	-	-	YES	-	NO	YES									2. Loss of structural integrity: double hull tanker sustaining a structural failure: breach in outer hull, progressive flooding of double hull spaces, ship breaks into pieces
	3	YES	YES	YES	-	-	YES	-	NO	NO									3. Ship remains afloat: double hull tanker sustaining a structural failure: breach in outer hull, progressive flooding of double hull spaces
	4	YES	YES	YES	-	-	NO	-	-	-									4. Ship remains afloat: double hull tanker sustaining a structural failure: breach in hull, no progressive flooding
	5	YES	YES	NO	YES	YES	YES	YES	YES	-									5. Total Loss: Double hull tanker sustaining an internal leak followed by an explosion which led to a breach in hull, progressive flooding of double hull spaces and several compartments, ship sank
	6	YES	YES	NO	YES	YES	YES	YES	NO	YES									6. Loss of structural integrity: double hull tanker sustaining an internal leak followed by an explosion which led to a breach in hull, progressive flooding of double hull spaces and several compartments, ship breaks into pieces
	7	YES	YES	NO	YES	YES	YES	YES	NO	NO									7. Ship remains afloat: double hull tanker sustaining an internal leak followed by an explosion which led to a breach in hull, progressive flooding of double hull spaces and several compartments

8		Y E S	Y E S	N O	Y E S	<u>Y</u> <u>E</u> <u>S</u>	YES	NO	Y E S	-	8. Total Loss: Double hull tanker sustaining an internal leak followed by an explosion which led to a breach in hull, progressive flooding of double hull spaces, ship sank
9		Y E S	Y E S	N O	Y E S	<u>Y</u> <u>E</u> <u>S</u>	YES	NO	N O	Y E S	9. Loss of structural integrity: Double hull tanker sustaining an internal leak followed by an explosion which led to a breach in hull, progressive flooding of double hull spaces, ship breaks into pieces
10		Y E S	Y E S	N O	Y E S	<u>Y</u> <u>E</u> <u>S</u>	YES	NO	N O	N O	10. Ship remains afloat: Double hull tanker sustaining an internal leak followed by an explosion which led to a breach in hull, progressive flooding of double hull spaces
11		Y E S	Y E S	N O	Y E S	<u>Y</u> <u>E</u> <u>S</u>	NO	YES	Y E S	-	11. Total Loss: Double hull tanker sustaining an internal leak followed by an explosion which led to a breach in hull, progressive flooding of several compartments, ship sank
12		Y E S	Y E S	N O	Y E S	<u>Y</u> <u>E</u> <u>S</u>	NO	YES	N O	Y E S	12. Loss of structural integrity: double hull tanker sustaining an internal leak followed by an explosion which led to a breach in hull, progressive flooding of several compartments, ship breaks into pieces
13		Y E S	Y E S	N O	Y E S	<u>Y</u> <u>E</u> <u>S</u>	NO	YES	N O	N O	13. Ship remains afloat: double hull tanker sustaining an internal leak followed by an explosion which led to a breach in hull, progressive flooding of several compartments
14		Y E S	Y E S	N O	Y E S	<u>Y</u> <u>E</u> <u>S</u>	NO	NO	-	Y E S	14. Loss of structural integrity: Double hull tanker sustaining an internal leak followed by an explosion which led to a breach in hull, no progressive flooding, ship breaks into pieces
15		Y E S	Y E S	N O	Y E S	<u>Y</u> <u>E</u> <u>S</u>	NO	NO	-	N O	15. Ship remains afloat: Double hull tanker sustaining an internal leak followed by an explosion which led to a breach in hull, no progressive flooding
16		Y E S	Y E S	N O	Y E S	N O	-	-	-	-	16. Ship remains afloat: Double hull tanker sustaining an internal leak
17		Y E S	Y E S	N O	N O	-	-	-	-	<u>Y</u> <u>E</u> <u>S</u>	17. Loss of structural integrity: Double Hull tanker, Ship sustained structural failure then breaks into pieces
18		Y E S	Y E S	N O	N O	-	-	-	-	N O	18. Double Hull tanker, Ship remains afloat after the occurrence of the structural failure

19		Y E S	N O	<u>Y E S</u>	-	-	-	YES	Y E S	-	19. Total Loss: Single Hull tanker, Ship sustained a structural failure: a breach in hull leading to progressive flooding of several compartments, ship sank
20		Y E S	N O	<u>Y E S</u>	-	-	-	YES	N O	Y E S	20. Loss of structural integrity: Single Hull tanker, ship sustained structural failure: a breach in hull leading to progressive flooding of several compartments, ship breaks into pieces
21		Y E S	N O	<u>Y E S</u>	-	-	-	YES	N O	N O	21. Ship remains afloat: Single Hull tanker, ship sustained a breach in hull leading to progressive flooding of several compartments
22		Y E S	N O	<u>Y E S</u>	-	-	-	NO	-	Y E S	22. Loss of structural integrity: Double Hull tanker, Ship sustained structural failure, no progressive flooding then breaks into pieces
23		Y E S	N O	<u>Y E S</u>	-	-	-	NO	-	N O	23. Ship remains afloat: Single Hull tanker, Ship sustained a breach in hull, no progressive flooding
24		Y E S	N O	N O	Y E S	<u>Y E S</u>	-	YES	Y E S	-	24. Total Loss: Single hull tanker sustaining an internal leak followed by an explosion which led to a breach in hull, progressive flooding of several compartments, ship sank
25		Y E S	N O	N O	Y E S	<u>Y E S</u>	-	YES	N O	Y E S	25. Loss of structural integrity: single hull tanker sustaining an internal leak followed by an explosion which led to a breach in hull, progressive flooding of several compartments, ship breaks into pieces
26		Y E S	N O	N O	Y E S	<u>Y E S</u>	-	YES	N O	N O	26. Ship remains afloat: single hull tanker sustaining an internal leak followed by an explosion which led to a breach in hull, progressive flooding of several compartments
27		Y E S	N O	N O	Y E S	<u>Y E S</u>	-	NO	-	Y E S	27. Loss of structural integrity: Single hull tanker sustaining an internal leak followed by an explosion which led to a breach in hull, no progressive flooding, ship breaks into pieces
28		Y E S	N O	N O	Y E S	<u>Y E S</u>	-	NO	-	N O	28. Ship remains afloat: Single hull tanker sustaining an internal leak followed by an explosion which led to a breach in hull, no progressive flooding
29		Y E S	N O	N O	Y E S	N O	-	-	-	-	29. Ship remains afloat: Single hull tanker sustaining an internal leak
30		Y E S	N O	N O	N O	-	-	-	-	<u>Y E S</u>	30. Loss of structural integrity: Single Hull tanker, Ship sustained structural failure then breaks into pieces

	31		Y E S	N O	N O	N O	-	-	-	-	N O	31. Single Hull tanker, Ship remains afloat after the occurrence of the structural failure
--	----	--	-------------	--------	--------	--------	---	---	---	---	--------	--

Fire Event													
			Fire	Fire under control?	Structural failure	Breach in external hull	Double hull tanker?	Breach in inner hull?	Progressive flooding of double hull spaces: failure of transverse bulkheads	Progressive flooding in cargo section: failure of transverse bulkheads	Ship sinks without breaking into pieces	Ship breaks into pieces	
	1		YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	-	1. Total Loss: Double hull tanker, Fire extinguished, structural failure of the ship leading to breach in outer and inner hull and progressive flooding (double hull spaces and several compartments), ship sank
	2		YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	NO	YES	2. Loss of structural integrity: Double hull tanker, Fire extinguished, structural failure of the ship leading to breach in outer and inner hull and progressive flooding (double hull spaces and several compartments), ship breaks into pieces	
	3		YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	NO	NO	3. Ship remains afloat: Double hull tanker, Fire extinguished, structural failure of the ship leading to breach in outer and inner hull and progressive flooding (double hull spaces and several compartments)	
	4		YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	NO	YES	-	4. Total Loss: Double hull tanker, Fire extinguished, structural failure of the ship leading to breach in outer and inner hull and progressive flooding of double hull spaces, ship sank
	5		YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	NO	NO	YES	5. Loss of structural integrity: Double hull tanker, Fire extinguished, structural failure of the ship leading to breach in outer and inner hull and progressive flooding of double hull spaces, ship breaks into pieces
	6		YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	NO	NO	NO	6. Ship remains afloat: Double hull tanker, Fire extinguished, structural failure of the ship leading to breach in outer and inner hull and progressive flooding of double hull spaces
7		YES	YES	YES	YES	YES	YES	NO	YES	YES	-	7. Total Loss: Double hull tanker, Fire extinguished, structural failure of the ship leading to breach in outer and inner hull and progressive flooding of several compartments, ship sank	

8		Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	<u>Y</u> <u>E</u> <u>S</u>	NO	YES	NO	Y E S	8. Loss of structural integrity: Double hull tanker, Fire extinguished, structural failure of the ship leading to breach in outer and inner hull and progressive flooding of several compartments, ship breaks into pieces
9		Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	<u>Y</u> <u>E</u> <u>S</u>	NO	YES	NO	NO	9. Ship remains afloat: Double hull tanker, Fire extinguished, structural failure of the ship leading to breach in outer and inner hull and progressive flooding of several compartments
10		Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	<u>Y</u> <u>E</u> <u>S</u>	NO	NO	-	Y E S	10. Loss of structural integrity: Double hull tanker, Fire extinguished, structural failure of the ship leading to breach in outer and inner hull and no progressive flooding, ship breaks into pieces
11		Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	<u>Y</u> <u>E</u> <u>S</u>	NO	NO	-	NO	11. Ship remains afloat: Double hull tanker, Fire extinguished, structural failure of the ship leading to breach in outer and inner hull and no progressive flooding
12		Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	NO	YES	-	<u>Y</u> <u>E</u> <u>S</u>	-	12. Total Loss: Double hull tanker, Fire extinguished, structural failure of the ship leading to breach in external hull and progressive flooding of double hull spaces, ship sank
13		Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	NO	YES	-	NO	<u>Y</u> <u>E</u> <u>S</u>	13. Loss of structural integrity: Double hull tanker, Fire extinguished, structural failure of the ship leading to breach in external hull and progressive flooding of double hull spaces, ship breaks into pieces
14		Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	NO	YES	-	NO	NO	14. Ship remains afloat: Double hull tanker, Fire extinguished, structural failure of the ship leading to breach in external hull and progressive flooding of double hull spaces
15		Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	NO	NO	-	-	-	15. Ship remains afloat: Double hull tanker, Fire extinguished, structural failure of the ship leading to breach in external hull and no progressive flooding
16		Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	<u>NO</u>	-	-	YES	YES	-	16. Total Loss: Single Hull tanker, Fire extinguished, structural failure of the ship leading to breach in hull and progressive flooding to several compartments, ship sank
17		Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	<u>NO</u>	-	-	YES	NO	YES	17. Loss of structural integrity: Single Hull tanker, Fire extinguished, structural failure of the ship leading to breach in hull and progressive flooding to several compartments, ship breaks into pieces
18		Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	<u>NO</u>	-	-	YES	NO	NO	18. Ship remains afloat: Single Hull tanker, Fire extinguished, structural failure of the ship leading to breach in hull and progressive flooding to several compartments

19		Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	NO	-	-	NO	-	Y E S	19. Loss of structural integrity: Single Hull tanker, Fire extinguished, structural failure of the ship leading to breach in hull and no progressive flooding, ship breaks into pieces
20		Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	NO	-	-	NO	-	NO	20. Ship remains afloat: Single Hull tanker, Fire extinguished, structural failure of the ship leading to breach in hull and no progressive flooding
21		Y E S	Y E S	Y E S	NO	-	-	-	-	-	Y E S	21. Loss of structural integrity: Fire extinguished, structural failure of the ship, ship breaks into pieces
22		Y E S	Y E S	Y E S	NO	-	-	-	-	-	NO	22. Ship remains afloat: Fire extinguished, structural failure of the ship without breach in hull
23		Y E S	Y E S	NO	-	-	-	-	-	-	-	23. Ship remains afloat: Fire extinguished, no further damage
24		Y E S	NO	-	-	-	-	-	-	-	-	24. Total loss due to fire

Explosion Event	Explosion Event Scenario																		
	1	2	3	4	5	6	7	Explosion	Any associated fire is under control	Structural failure	Breach in external hull	Double hull tanker?	Breach in inner hull?	Progressive flooding of double hull spaces: failure of transverse bulkheads	Progressive flooding in cargo section: failure of transverse bulkheads	Ship sinks without breaking into pieces	Ship breaks into pieces		
									Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	YES	YES	Y E S	-	1. Total Loss: Double hull tanker, Ship sustained explosion, which caused a breach in outer and inner hull with progressive flooding (double hull spaces and several compartments), ship sank
								Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	YES	YES	N O	Y E S	2. Loss of structural integrity: Double hull tanker, Ship sustained explosion, which caused a breach in outer and inner hull with progressive flooding (double hull spaces and several compartments), ship breaks into pieces
								Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	YES	YES	N O	N O	3. Ship remains afloat: Double hull tanker, Ship sustained explosion, which caused a breach in outer and inner hull with progressive flooding (double hull spaces and several compartments)
								Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	YES	NO	Y E S	-	4. Total Loss: Double hull tanker, Ship sustained explosion, which caused a breach in outer and inner hull with progressive flooding of double hull spaces, ship sank
								Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	YES	NO	N O	Y E S	5. Loss of structural integrity: Double hull tanker, Ship sustained explosion, which caused a breach in outer and inner hull, progressive flooding of double hull spaces, ship breaks into pieces
								Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	YES	NO	N O	N O	6. Ship remains afloat: Double hull tanker, Ship sustained explosion, which caused a breach in outer and inner hull, progressi-ve flooding of double hull spaces
							Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	NO	YES	Y E S	-	7. Total Loss: Double hull tanker, Ship sustained explosion, which caused a breach in outer and inner hull with progressive flooding of several compartments, ship sank	

8		Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	<u>Y</u> <u>E</u> <u>S</u>	NO	YES	NO	Y E S	8. Loss of structural integrity: Double hull tanker, Ship sustained explosion, which caused a breach in outer and inner hull with progressive flooding of several compartments, ship breaks into pieces
9		Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	<u>Y</u> <u>E</u> <u>S</u>	NO	YES	NO	NO	9. Ship remains afloat: Double hull tanker, Ship sustained explosion, which caused a breach in outer and inner hull with progressive flooding of several compartments
10		Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	<u>Y</u> <u>E</u> <u>S</u>	NO	NO	-	Y E S	10. Loss of structural integrity: Double hull tanker, Ship sustained explosion, which caused a breach in outer and inner hull, no progressive flooding, ship breaks into pieces
11		Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	<u>Y</u> <u>E</u> <u>S</u>	NO	NO	-	NO	11. Ship remains afloat: Double hull tanker, Ship sustained explosion, which caused a breach in outer and inner hull, no progressive flooding
12		Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	NO	YES	-	<u>Y</u> <u>E</u> <u>S</u>	-	12. Total Loss: Double hull tanker, Ship sustained explosion, which caused a breach in external hull structure with progressive flooding of double hull spaces, ship sank
13		Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	NO	YES	-	NO	<u>Y</u> <u>E</u> <u>S</u>	13. Loss of structural integrity: Double hull tanker Ship sustained explosion, which caused a breach in external hull structure with progressive flooding of double hull spaces, ship breaks into pieces
14		Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	NO	YES	-	NO	NO	14. Ship remains afloat: Double hull tanker, Ship sustained explosion, which caused a breach in external hull structure with progressive flooding of double hull spaces
15		Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	NO	NO	-	-	-	15. Ship remains afloat: Double hull tanker, Ship sustained explosion, which caused a breach in external hull structure, no progressive flooding
16		Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	<u>N</u> <u>O</u>	-	-	YES	YES	-	16. Total Loss: Single Hull tanker, Ship sustained an explosion, which caused a breach in hull with progressive flooding of several compartments, ship sank
17		Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	<u>N</u> <u>O</u>	-	-	YES	NO	YES	17. Loss of structural integrity: Single Hull tanker, Ship sustained explosion, which caused a breach in hull with progressive flooding of several compartments, ship breaks into pieces
18		Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	<u>N</u> <u>O</u>	-	-	YES	NO	NO	18. Ship remains afloat: Single Hull tanker, Ship sustained explosion, which caused a breach in hull with progressive flooding of several compartments

19		Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	NO	-	-	NO	-	Y E S	19. Loss of structural integrity: Single Hull tanker, Ship sustained explosion, which caused a breach in hull, no progressive flooding, ship breaks into pieces
20		Y E S	Y E S	Y E S	Y E S	NO	-	-	NO	-	NO	20. Ship remains afloat: Single Hull tanker, Ship sustained explosion, which caused a breach in hull, no progressive flooding
21		Y E S	Y E S	Y E S	NO	-	-	-	-	-	Y E S	21. Loss of structural integrity: Ship sustained explosion which leads to a structural failure and then the ship breaks into pieces
22		Y E S	Y E S	Y E S	NO	-	-	-	-	-	NO	22. Ship remains afloat
23		Y E S	Y E S	NO	-	-	-	-	-	-	-	23. Ship remains afloat
24		Y E S	NO	-	-	-	-	-	-	-	-	24. Total loss due to fire