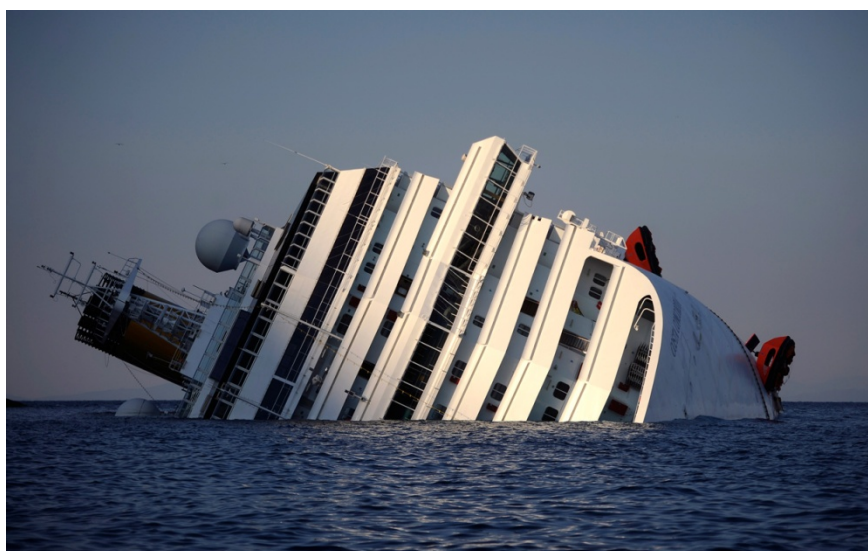


# **ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ**

**ΣΧΟΛΗ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

**ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**«ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΒΑΣΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΓΙΑ ΑΤΥΧΗΜΑΤΑ ΣΥΓΚΡΟΥΣΗΣ,  
ΕΠΑΦΗΣ ΚΑΙ ΠΡΟΣΑΡΑΞΗΣ Ε/Γ ΚΑΙ Ε/Γ-Ο/Γ ΠΛΟΙΩΝ»**



**ΠΑΓΙΑΖΗΤΗ ΑΝΤΩΝΙΑ**

**ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗ**

Γ. ΖΑΡΑΦΩΝΙΤΗΣ (Επιβλέπων)

Α. ΠΑΠΑΝΙΚΟΛΑΟΥ

Ν. ΒΕΝΤΙΚΟΣ

ΑΘΗΝΑ, 2014

## Περιεχόμενα

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	3
1.1 Πρόλογος.....	3
1.2 Πλαίσιο της εργασίας.....	3
1.3 Βασικοί ορισμοί.....	4
2. ΙΣΤΟΡΙΚΟ ΚΑΝΟΝΙΣΜΩΝ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΒΑΣΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ.....	6
2.1 Εξέλιξη Κανονισμών Ευστάθειας Κατόπιν Βλάβης.....	6
2.2 Τύποι εμπλεκόμενων Επιβατηγών πλοίων στα υπό έρευνα ατυχήματα.....	10
2.3 Μεθοδολογία της εργασίας.....	13
2.4 Ανάπτυξη βάσης δεδομένων ρηγμάτων.....	15
3. ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ ΣΥΓΚΡΟΥΣΗΣ (Collision accidents).....	17
3.1 Ανάλυση ατυχημάτων σύγκρουσης Ε/Γ-Ο/Γ πλοίων (RoPax Collisions).....	18
3.2 Ανάλυση ατυχημάτων σύγκρουσης κρουαζιερόπλοιων (Cruise Collisions).....	46
4. ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ ΕΠΑΦΗΣ (Contact accidents).....	69
4.1 Ανάλυση ατυχημάτων επαφής Ε/Γ-Ο/Γ πλοίων (RoPax Contacts).....	69
4.2 Ανάλυση ατυχημάτων επαφής κρουαζιερόπλοιων (Cruise Contacts).....	83
5. ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ ΠΡΟΣΑΡΑΞΗΣ (Grounding accidents).....	99
5.1 Ανάλυση ατυχημάτων προσάραξης Ε/Γ-Ο/Γ πλοίων (RoPax Groundings).....	100
5.2 Ανάλυση ατυχημάτων προσάραξης κρουαζιερόπλοιων (Cruise Groundings).....	117
6. ΑΝΑΛΥΣΗ ΡΗΓΜΑΤΩΝ.....	135
6.1 Ανάλυση ρηγμάτων πλευράς και πυθμένα από ατυχήματα επαφής και προσάραξης.....	136
6.2 Κατανομές πλευρικών ρηγμάτων.....	142
7. ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	153
8. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΠΕΡΑΙΤΕΡΩ ΕΡΕΥΝΑ.....	179
9. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	183
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ: ΒΑΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ.....	185



## 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

### 1.1 Πρόλογος

Το παρόν κείμενο αποτελεί τη διπλωματική μου εργασία, με την οποία ολοκληρώνεται η φοίτησή μου στη Σχολή Ναυπηγών Μηχανολόγων Μηχανικών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου. Η εκπόνηση της εργασίας έγινε υπό την επίβλεψη του Αναπληρωτή Καθηγητή του Τομέα Μελέτης Πλοίου και Θαλασσίων Κατασκευών, κ. Γ. Ζαραφωνίτη.

Στο σημείο αυτό θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερα τον κ. Γ. Ζαραφωνίτη για την ανάθεση της διπλωματικής και τις πολύτιμες οδηγίες του. Θερμές ευχαριστίες και στην κα Ε. Ηλιοπούλου, διδάκτορα της Σχολής, η οποία συνέβαλε καθοριστικά στην υλοποίηση της παρούσας εργασίας, καθώς και στις συναδέλφους μου Α. Κανελλοπούλου και Ε. Μαλιάγκα.

### 1.2 Πλαίσιο της εργασίας

Σκοπός της παρούσας Διπλωματικής εργασίας είναι η στατιστική ανάλυση ατυχημάτων σύγκρουσης (collisions), επαφής (contacts) και προσάραξης (groundings) επιβατηγών και επιβατηγών-οχηματαγωγών πλοίων, με απώτερο στόχο την εξαγωγή χρήσιμων συμπερασμάτων γύρω από τη φύση και τις συνθήκες του ατυχήματος, τη θέση και την έκταση της βλάβης του πλοίου, τις διαστάσεις των προκληθέντων ρηγμάτων, την απώλεια ή μη της υδατοστεγούς ακεραιότητας του πλοίου, την τοποθεσία του συμβάντος, τις καιρικές συνθήκες που επικρατούσαν και άλλα στοιχεία που παρουσιάζουν ενδιαφέρον για το μελετητή. Η μελέτη των συμπερασμάτων της ανάλυσης μπορεί να συμβάλει στη μείωση των ατυχημάτων και των συνεπειών τους, οι οποίες κρίνονται καταστροφικές για την ανθρώπινη ζωή, την περιουσία και το θαλάσσιο περιβάλλον.

Στα πλαίσια της εν λόγω εργασίας, συλλέχθηκαν στοιχεία για περισσότερα από 400 ναυτικά ατυχήματα σύγκρουσης, επαφής και προσάραξης, τα οποία καταχωρήθηκαν σε βάση δεδομένων ατυχημάτων της μορφής Microsoft ACCESS, ώστε να καταστεί δυνατή η στατιστική επεξεργασία τους. Η βάση δεδομένων ναυτικών ατυχημάτων Επιβατηγών πλοίων παραχωρήθηκε για τις ανάγκες της εργασίας από το Εργαστήριο Μελέτης Πλοίου, περιλαμβάνοντας τα αρχικά, πρωτογενή στοιχεία για κάθε ατύχημα. Στη συνέχεια και μετά από έρευνα και συγκέντρωση πληροφοριών από αξιόπιστες πηγές για κάθε ατύχημα χωριστά, συμπληρώθηκαν όλα τα πεδία της βάσης και ακολούθως, πραγματοποιήθηκε η στατιστική ανάλυση.

### 1.3 Βασικοί ορισμοί

- **Ναυτικό ή θαλάσσιο ατύχημα (casualty):** Σύμφωνα με το Ναυτικό Δίκαιο, πρόκειται για κάθε θαλάσσιο συμβάν, που έχει ως αποτέλεσμα να επέλθει υλική ζημία ή απώλεια του πλοίου ή του φορτίου του, καθώς και σοβαρός τραυματισμός ή απώλεια ανθρώπινης ζωής. Τα ναυτικά αντικείμενα διακρίνονται σε:
  - Τυχαία: που οφείλονται σε αίτια εκτός ανθρώπινου παράγοντα
  - Υπαίτια: που οφείλονται σε δόλο ή αμέλεια ενός ή περισσοτέρων προσώπων
  - Δόλια: που προκαλούνται εκ προθέσεως με πλήρη γνώση και επιδίωξη των οποιωνδήποτε συνεπειών.
 Ως χαρακτηριστικά παραδείγματα ναυτικών ατυχημάτων αναφέρονται αβαρίες, βυθίσεις, προσαράξεις, συγκρούσεις, προσκρούσεις, πυρκαγιές, εκρήξεις, αστοχίες της γάστρας, μηχανολογικές βλάβες και εσωτερικές ζημιές (π.χ. διαρροή, απώλεια αγκυρών).
- **Σύγκρουση (collision)<sup>1</sup>:** Ως σύγκρουση ορίζεται η απρόσμενη επαφή μεταξύ δύο πλοίων, ανεξάρτητα από το αν αυτά βρίσκονται εν πλω ή σε αγκυροβόλιο. Στην κατηγορία αυτών των ατυχημάτων δε συμπεριλαμβάνεται η επαφή ενός πλοίου με ναυάγιο.
- **Προσάραξη (grounding)<sup>1</sup>:** Ως προσάραξη ορίζεται το συμβάν, κατά το οποίο το πλοίο έρχεται απρόσμενα σε επαφή με τον πυθμένα της θάλασσας ή με πλήρως βυθισμένα αντικείμενα (ναυάγια, υφάλους κτλ.).
- **Επαφή (contact)<sup>1</sup>:** Ως επαφή ορίζεται το συμβάν κατά το οποίο το πλοίο απρόσμενα και βίαια έρχεται σε επαφή με επιπλέοντα αντικείμενα ή σταθερές εγκαταστάσεις. Επίσης, ατύχημα επαφής θεωρείται η πρόσκρουση σε προεξέχοντες βράχους.
- **Ρήγμα (breach):** Οποιοδήποτε άνοιγμα στο εξωτερικό περίβλημα του πλοίου. Αν το ρήγμα βρίσκεται κάτω από την ίσαλο γραμμή, οδηγεί σε προοδευτική κατάκλυση των εσωτερικών χώρων του πλοίου.
- **Απώλεια της Υδατοστεγούς Ακεραιότητας (Loss of Watertight Integrity):** Ένα πλοίο θεωρείται ότι έχει υποστεί απώλεια της υδατοστεγούς ακεραιότητάς του, όταν έχει υποστεί ρήγμα κάτω από το κατάστρωμα στεγανών διαφραγμάτων, με αποτέλεσμα την πιθανή εισροή υδάτων.
- **Υδατοστεγής Υποδιαίρεση (Watertight subdivision):** Ο διαχωρισμός του εσωτερικού του πλοίου σε στεγανά διαμερίσματα, μέσω της τοποθέτησης εγκάρσιων στεγανών διαφραγμάτων, ώστε μετά από μία βλάβη να αποφεύγονται:
  - Η βύθιση του πλοίου λόγω προοδευτικής κατάκλυσης.
  - Η ανατροπή του πλοίου λόγω έλλειψης ευστάθειας.
- **Κατάστρωμα στεγανών διαφραγμάτων (bulkhead deck):** Το ανώτατο κατάστρωμα, μέχρι το οποίο εκτείνονται τα εγκάρσια στεγανά διαφράγματα.
- **Σοβαρότητα των ατυχημάτων (Incident Severity):** Η πληροφορία για τη σοβαρότητα των ατυχημάτων προέρχεται από την ένδειξη της βάσης Seaweb (IHS Fairplay) στο πεδίο Incident Severity, με κριτήριο το συνδυασμό των συνεπειών του

<sup>1</sup> Σύμφωνα με IMO, MSC/Circ.953, 14 December 2000.

ατυχήματος ως προς το ίδιο το πλοίο και τους επιβαίνοντες, καθώς και την επίδραση του ατυχήματος στο θαλάσσιο περιβάλλον.

- **Περιοχή λειτουργίας (Operational State):** Ως προς την περιοχή λειτουργίας των πλοίων κατά τη διάρκεια των ναυτικών ατυχημάτων, διακρίνονται οι παρακάτω τρεις περιπτώσεις:
  - Open Sea: Όταν το πλοίο πλέει στην ανοιχτή θάλασσα, δηλαδή σε απόσταση μεγαλύτερη των 12 ναυτικών μιλίων από την πλησιέστερη στεριά.
  - Limited Waters: Όταν το πλοίο πλέει σε παράκτια ύδατα (σε απόσταση έως 12 ναυτικά μίλια από τη στεριά), σε ποτάμια ή κανάλια.
  - Terminal areas: Όταν η λειτουργία του πλοίου γίνεται εντός τερματικών περιοχών (προσέγγιση λιμένα, διαδικασίες πρόσδεσης/απόδεσης) ή στο αγκυροβόλιο.
  
- **Κατάσταση της θάλασσας (Sea State):** Η κατάσταση της θάλασσας κατά τη διάρκεια των ατυχημάτων χαρακτηρίζεται ως:
  - Calm: Όταν προκύπτει από τις πληροφορίες του μελετητή (investigation reports, websites) ότι επικρατούσε ήρεμη θάλασσα ή όταν οι πληροφορίες της βάσης Sea-web αναφέρουν, περιγράφοντας τον καιρό, τις φράσεις “Calm weather/seas”, “Good visibility & Good weather”, “Moderate weather”, “Freezing Conditions & Good weather”, “Fog/Mist/Poor Visibility”
  - Rough: Όταν προκύπτει από τις πληροφορίες του μελετητή (investigation reports, websites) ότι η θάλασσα ήταν κυματώδης ή όταν οι πληροφορίες της βάσης Sea-web αναφέρουν, περιγράφοντας τον καιρό, τις φράσεις “Heavy weather”, “High winds”, “Typhoon”, “Hurricane”, “Snow & Hurricane”
  - Unknown: Όταν οι πληροφορίες της Sea-web αναφέρουν “Unknown/Not reported” και ο μελετητής δε διαθέτει σχετικές πληροφορίες.

Στο σημείο αυτό θα πρέπει να τονιστεί ότι ο χαρακτηρισμός Rough Seas δεν συνεπάγεται κατ’ ανάγκην μεγάλο σημαντικό ύψος κύματος  $H_s$ , το οποίο συναντάμε κυρίως στην ανοιχτή θάλασσα. Ο χαρακτηρισμός Rough Seas θα χρησιμοποιείται, επίσης, σε ατυχήματα που λαμβάνουν χώρα σε τερματικές περιοχές, όταν επικρατούν υψηλοί άνεμοι που δυσκολεύουν τον έλεγχο του πλοίου και υπάρχουν πληροφορίες που μαρτυρούν την ύπαρξη κυματισμών (π.χ. σπάσιμο κάβων, δυσκολίες κατά την προσέγγιση/πρόσδεση/απόδεση λόγω κακοκαιρίας κτλ.).

- **Ολική απώλεια (total loss):** Η πλήρης καταστροφή του πλοίου ή η βλάβη του σε τέτοιο βαθμό και με τέτοιο τρόπο ώστε αυτό να μην μπορεί να ανακτηθεί ή να επισκευασθεί για περαιτέρω χρήση.
  
- **Ετήσιος στόλος σε λειτουργία (Fleet at risk):** Ο ετήσιος στόλος σε λειτουργία εκφράζει τον αριθμό των πλοίων που πλέουν στις θάλασσες κάθε χρόνο. Κάθε πλοίο προσμετράται στον ετήσιο στόλο σε λειτουργία από τη στιγμή που θα αρχίσει να λειτουργεί στις θάλασσες, μέχρι τη στιγμή που θα διαλυθεί (scrap) ή θα χαθεί (total loss) εξαιτίας κάποιου ατυχήματος.

## 2. ΙΣΤΟΡΙΚΟ ΚΑΝΟΝΙΣΜΩΝ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΒΑΣΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

### 2.1 Εξέλιξη Κανονισμών Ευστάθειας Κατόπιν Βλάβης

Τα ατυχήματα που εξετάζονται στην παρούσα εργασία (συγκρούσεις, επαφές, προσaráξεις) αποτελούν τις συχνότερες αιτίες πρόκλησης ρηγμάτων στη γάστρα του πλοίου, με αποτέλεσμα την απώλεια της υδατοστεγούς ακεραιότητάς του και, ακολούθως, της ευστάθειας και της άντωσης.

Η υδατοστεγής ακεραιότητα των πλοίων επιτυγχάνεται με τη στεγανότητα του εξωτερικού περιβλήματος και την υδατοστεγή υποδιαίρεση των εσωτερικών χώρων του πλοίου, η οποία παρέχει και την πιο αποτελεσματική προστασία έναντι βύθισης. Ως εκ τούτου, από τα σημαντικότερα μέτρα προστασίας έναντι βύθισης είναι η ενίσχυση της υδατοστεγούς υποδιαίρεσης σε συνδυασμό με τη λειτουργικότητα και οικονομική εκμετάλλευση του πλοίου.

Ιστορικά, η εσωτερική υδατοστεγής υποδιαίρεση εξετάζεται για πρώτη φορά με την εμφάνιση των χαλύβδινων πλοίων, στο τέλος της δεκαετίας του 1830, εφόσον πριν στα ξύλινα σκάφη, η ικανοποιητική στεγανοποίηση των χώρων ήταν πρακτικά δύσκολο να επιτευχθεί λόγω του υλικού κατασκευής [Brown (1996)].

Τα πρώτα χαλύβδινα ατμοκίνητα πλοία ήταν μικρού μεγέθους και είχαν μία φρακτή σύγκρουσης στο πρωαίο τμήμα του πλοίου και μία στο πρυμναίο για τη στεγανοποίηση διαρροών από το σύστημα πηδαλιουχίας. Η Βρετανική συνθήκη «Merchant Shipping Act», το 1854, επέβαλλε δύο επιπλέον στεγανά διαφράγματα πρόραθεν και πρύμνηθεν του μηχανοστασίου. Η απαίτηση αυτή, γνωστή και «διάταξη των τεσσάρων διαφραγμάτων», ουσιαστικά υποδιαιρούσε το πλοίο σε τρία υδατοστεγή τμήματα και θεωρήθηκε αρκετά ικανοποιητική για τα σχετικά μικρά πλοία της εποχής. Ένα χρόνο αργότερα, ο Βρετανικός Νηογνώμονας Lloyd's εισήγαγε στις απαιτήσεις του τη «διάταξη των τεσσάρων διαφραγμάτων», καθορίζοντας πρόσθετες προδιαγραφές για το ύψος και την αντοχή τους. Το 1857, μία νέα απαίτηση επέτρεψε την ταύτιση της πρυμναίας φρακτής ζυγοστάθμισης με την πρυμναία φρακτή του μηχανοστασίου, στην περίπτωση της ύπαρξης μηχανοστασίου πρύμνηθεν του πλοίου. Σημειώνεται ότι το 1859 κατελκύστηκε το μεγαλύτερο χαλύβδινο ατμοκίνητο επιβατηγό πλοίο της εποχής “Great Eastern”, μήκους 211 μέτρων και μεταφορικής ικανότητας έως 4000 επιβάτες. Από ιστορικές πηγές προκύπτει ότι η γάστρα του συγκεκριμένου πλοίου ήταν υποδιαιρεμένη σε δέκα υδατοστεγή διαμερίσματα με διπλά τοιχώματα καθ’ όλο το μήκος πλοίου.

Με την πάροδο των χρόνων, η αύξηση του μεγέθους των πλοίων συνδυάστηκε με βελτιωμένα συστήματα πρόωσης, γεγονός που οδήγησε σε σχεδιάσεις με μικρότερα μήκη μηχανοστασίου και προσαυξημένους χώρους κυτών. Η επανεξέταση της «διάταξης των τεσσάρων στεγανών διαφραγμάτων», είχε σαν αποτέλεσμα να κριθεί μη ασφαλής και να αποσυρθεί με τη συνθήκη «Merchant Shipping Act» του 1862.

Την ίδια περίοδο, απώλειες αρκετών πλοίων οδήγησαν στην ίδρυση του INA (Institution of Naval Architects) με σκοπό την προώθηση θεμάτων σχετικών με την ασφάλεια των εμπορικών πλοίων. Ο INA παρουσίασε μία ολοκληρωμένη πρόταση για την ενδυνάμωση της ασφάλειας, σύμφωνα με την οποία διατυπώθηκε για πρώτη φορά ο όρος «έξαλα» και η πλευστότητα κατόπιν βλάβης ενός ή δύο παρακείμενων διαμερισμάτων.

Μία νέα σειρά ατυχημάτων (120 χαλύβδινα ατμόπλοια την περίοδο 1881-1883) καθώς και οι πιέσεις των σχεδιαστών για τη θέσπιση κανόνων ασφαλείας, οδήγησαν στους πρώτους κανόνες για «επιτρεπόμενο ύψος εξάλων» και κατά συνέπεια στην πρώτη εκδοχή του

κανονισμού «Γραμμής Φόρτωσης», με σημαντικότερο σημείο τον καθορισμό του αριθμού των στεγανών διαφραγμάτων ως συνάρτηση του μήκους πλοίου. [Brown (1996)].

Οι απαιτήσεις της στεγανής υποδιαίρεσης, δηλαδή της «διάταξης των τεσσάρων διαφραγμάτων», και οι κανόνες «Γραμμής Φόρτωσης» ήταν τα πρώτα σχεδιαστικά μέτρα για την ασφάλεια έναντι βύθισης και αφορούσαν όλους τους τύπους εμπορικών πλοίων εκείνης της εποχής.

Οι πρώτοι κανονισμοί ευστάθειας κατόπιν βλάβης εμφανίζονται στα επιβατηγά πλοία με αφορμή ατυχήματα που είχαν μεγάλο κοινωνικό αντίκτυπο λόγω του υψηλού αριθμού απώλειας ανθρώπινων ζωών.

Μία σειρά ατυχημάτων, κυρίως όμως η τραγωδία του επιβατηγού πλοίου “Titanic”, [Hackett & Bedford (1996)], το 1912, έδωσε αφορμή για τη σύγκλιση στο Λονδίνο της πρώτης Διεθνούς Διάσκεψης για την ασφάλεια της ανθρώπινης ζωής στη θάλασσα. Στη Διάσκεψη αυτή, μεταξύ άλλων, καθορίστηκε μία εμπειρική μέθοδος για την οριοθέτηση των στεγανών διαφραγμάτων με βάση τον τύπο και το μήκος πλοίου, μέσω ενός συντελεστή στεγανής υποδιαίρεσης F. Επιπρόσθετα, εισήχθη η έννοια της «γραμμής ορίου βύθισης», η οποία καθορίστηκε στις τρεις ίντσες (76 mm) κάτω από το κατάστρωμα στεγανών διαφραγμάτων [Brown (1996)]. Εν συνεχεία, η ανατροπή του επιβατηγού πλοίου “Empress of Ireland”, το 1914, ανέδειξε την αναγκαιότητα της αναθεώρησης των μέχρι τότε ισχύοντων κανονισμών σχεδίασης. Οι εναλλακτικές προτάσεις που μελετήθηκαν εκείνη την περίοδο, δεν τέθηκαν ποτέ σε εφαρμογή αφού οι εργασίες διακόπηκαν με την έναρξη του Πρώτου Παγκόσμιου Πολέμου, ολοκληρώθηκαν εν τέλει το 1929, οπότε και υπογράφηκε η Διεθνής Σύμβαση SOLAS 1929.

Το 1948 συγκαλείται νέα Διεθνής Διάσκεψη με αποτέλεσμα την έκδοση νέας σύμβασης, ΔΣ SOLAS 1948, στην οποία προδιαγράφονταν πλέον αναλυτικές απαιτήσεις πλευστότητας και ευστάθειας κατόπιν βλάβης για τα επιβατηγά πλοία. Οι ζητούμενες απαιτήσεις περιελάμβαναν προδιαγραφές για μέγιστη επιτρεπόμενη γωνία εγκάρσιας κλίσης επτά (7) μοιρών και θετικό μετακεντρικό ύψος GM στην κατάσταση ισορροπίας του πλοίου. Την ίδια χρονιά, ιδρύθηκε στη Γενεύη μία υπηρεσία του ΟΗΕ για θέματα σχετικά με την ασφάλεια της διεθνούς ναυσιπλοΐας με την επωνυμία «Διακυβερνητικός Ναυτιλιακός Συμβουλευτικός Οργανισμός» IMCO, που αργότερα μετονομάστηκε σε «Διεθνής Ναυτιλιακός Οργανισμός» IMO.

Οι σοβαρές ατέλειες που προσδιορίστηκαν στη ΔΣ SOLAS 1948 σε συνδυασμό με την απώλεια του επιβατηγού πλοίου “Andrea Dorea” λόγω σύγκρουσης το 1956, οδήγησαν σε νέα διατύπωση της σύμβασης, ΔΣ SOLAS 1960, βάσει της οποίας το ελάχιστο μετακεντρικό ύψος GM μετά τη βλάβη ορίστηκε κατ’ ελάχιστον στα 0.05 μέτρα. Στη Διάσκεψη του 1960 έγινε φανερό ότι η υποδιαίρεση ενός επιβατηγού πλοίου με βάση το συντελεστή στεγανής υποδιαίρεσης F, όπως είχε διατυπωθεί το 1913, δεν ανταποκρινόταν στην εξέλιξη της ναυπηγικής τεχνολογίας. Έτσι, ανατέθηκε στον IMCO να επανεξετάσει τις υπάρχουσες μέχρι τότε προδιαγραφές.

Λίγο αργότερα, άρχισαν να συζητούνται κανόνες σχετικοί με την υδατοστεγή ακεραιότητα πάνω από τη γραμμή ορίου βύθισης, με στόχο την αποφυγή εισόδου νερού και κατά συνέπεια προοδευτικής κατάκλυσης χώρων πάνω από το κατάστρωμα στεγανών διαφραγμάτων. Σχεδόν παράλληλα, το 1974, αναπροσαρμόζεται η ΔΣ SOLAS 1960, δίνοντας στο μελετητή τη δυνατότητα χρήσης, εκτός του νετερεμινιστικού, και ενός πιθανοθεωρητικού μοντέλου για την εκτίμηση της ευστάθειας μετά από βλάβη. Οι κανονισμοί είναι γνωστοί ως «Ισοδύναμοι κανονισμοί υποδιαίρεσης και ευστάθειας» και χρησιμοποιούν μία πιθανοθεωρητική προσέγγιση της εκτίμησης της ευστάθειας πλοίων κατόπιν βλάβης, που εισήχθη από τον Γερμανό καθηγητή K. Wendel [Wendel (1960)]. Οι κανονισμοί αυτοί εντάχθηκαν στη ΔΣ



SOLAS 1974 [IMO (1974)] ως εναλλακτική μεθοδολογία εκτίμησης της ευστάθειας κατόπιν βλάβης και ισχύουν προαιρετικά μέχρι και σήμερα.

Το 1980 η ΔΣ SOLAS εισάγει νέα κριτήρια που αφορούν την κατάσταση ισορροπίας του πλοίου, τα ενδιάμεσα στάδια κατάκλυσης καθώς και το εύρος της καμπύλης του μοχλοβραχίονα ευστάθειας μετά από βλάβη. Η ανατροπή του επιβατηγού/ οχημα-ταγωγού “European Gateway” λόγω σύγκρουσης, το 1982, [Sprouge (1986)] καθώς και του επιβατηγού/ οχηματαγωγού “Herald of Free Enterprise” κατά την έξοδό του από το λιμάνι Zeebrugge, το 1987, [Dand (1988)] επέβαλαν την αναγκαιότητα αυστηρότερων προδιαγραφών για την ευστάθεια κατόπιν βλάβης. Ειδικότερα, επισημάνθηκε η έλλειψη υδατοστεγούς υποδιαίρεσης πάνω από το κατάστρωμα στεγανών διαφραγμάτων σαν ιδιαίτερο χαρακτηριστικό των επιβατηγών/οχηματαγωγών πλοίων.

Τα θεσπισθέντα νέα αυστηρότερα κριτήρια περιλαμβάνονται στις τροποποιήσεις του 1990 της ΔΣ SOLAS 1974 (SOLAS 1990). Επιγραμματικά, καθορίζονται ελάχιστες τιμές του εύρους του μοχλοβραχίονα ευστάθειας GZ και της μέγιστης τιμής του, της γωνίας ισορροπίας κατόπιν βλάβης ενός ή δύο διαμερισμάτων και της επιφάνειας κάτω από την καμπύλη του μοχλοβραχίονα ευστάθειας. Επιπλέον, εισάγονται απαιτήσεις για τον έλεγχο των ενδιάμεσων σταδίων κατάκλυσης και τη μέγιστη επιτρεπόμενη γωνία κλίσης μετά την κατάκλυση και πριν την εξισορρόπηση του πλοίου. Τα κριτήρια αυτά θεωρήθηκαν ικανοποιητικά από τον IMO, με το σκεπτικό ότι αποτρέπουν την ανατροπή ενός πλοίου μετά από βλάβη σε μέτριες καταστάσεις θάλασσας. Οι διατάξεις αυτές συμπεριέλαβαν και τα υπάρχοντα πλοία, μεγάλο ποσοστό των οποίων δεν ικανοποιούσε τα κριτήρια. Η αναγκαιότητα ενός χρονικού περιθωρίου για τη συμμόρφωση των συγκεκριμένων πλοίων οδήγησε σε νέα τροποποίηση της ΔΣ SOLAS 1974, το 1992, (SOLAS 1992). Ορίστηκε μία απλοποιημένη πιθανοθεωρητική μέθοδος υπολογισμού χαρακτηριστικών της ευστάθειας κατόπιν βλάβης, βασισμένη στους «Ισοδύναμους κανονισμούς υποδιαίρεσης και ευστάθειας» και η οποία καθόρισε το χρονοδιάγραμμα συμμόρφωσης των υφιστάμενων επιβατηγών/οχηματαγωγών πλοίων με τις απαιτήσεις της SOLAS 1990.

Η ανατροπή του επιβατηγού/οχηματαγωγού πλοίου “Estonia”, το 1994, έδωσε αφορμή για νέους προβληματισμούς. Διαπιστώθηκε η αδυναμία των Ε/Γ-Ο/Γ πλοίων με μεγάλες επιφάνειες καταστρώματος οχημάτων να αντιμετωπίσουν επιτυχώς το ενδεχόμενο εισχώρησης μίας ποσότητας νερού στο κατάστρωμα οχημάτων, ειδικά στην περίπτωση που η περιοχή λειτουργίας του πλοίου χαρακτηρίζεται από υψηλά σημαντικά ύψη κύματος HS. Έτσι, συστάθηκε μία επιτροπή του IMO, με σκοπό τη διερεύνηση του συγκεκριμένου προβλήματος. Η επιτροπή πρότεινε μία σειρά από νέους κανονισμούς, που είχαν ως βάση τα κριτήρια της SOLAS 90 [Allan (1997)]. Η νέα πρόταση περιέλαβε την αξιολόγηση της ικανότητας του πλοίου να επιβιώνει με την ύπαρξη μίας ορισμένης ποσότητας νερού στο κατάστρωμα οχημάτων και παρείχε μέθοδο υπολογισμού των επιπτώσεων της κατάκλυσης του εν λόγω καταστρώματος στην ευστάθεια του πλοίου. Οι προτάσεις της επιτροπής δεν έγιναν αποδεκτές από τη σύνοδο IMO (1995) ως ένα πρότυπο με παγκόσμια ισχύ. Επετράπηκε όμως, σε ενδιαφερόμενες χώρες-μέλη του, η σύναψη τοπικών συμβάσεων (regional agreements) για πλοία της ευθύνης τους. Κατόπιν αυτού, επτά χώρες της ΒΔ Ευρώπης υπέγραψαν το 1996 στη Στοκχόλμη μία συμφωνία με ελαφρώς τροποποιημένη την πρόταση της επιτροπής του IMO. Η συμφωνία αυτή, γνωστή ως Stockholm Regional Agreement, είχε αποκλειστική εφαρμογή στα επιβατηγά/ οχηματαγωγά πλοία που πλέουν στην περιοχή της ΒΔ Ευρώπης [IMO Resolution 14 (1995)].

Το 2000, η βύθιση του ελληνικού επιβατηγού/οχηματαγωγού πλοίου “Express Samina” έδωσε το έναυσμα για τη γενίκευση της εφαρμογής της ανωτέρω συμφωνίας και εκτός της περιοχής της ΒΔ Ευρώπης. Αυτή τη φορά, μελέτες έγιναν από την Ευρωπαϊκή Ένωση [Impact of S.A. (2000)], με σκοπό την υιοθέτηση ενιαίων προδιαγραφών ευστάθειας κατόπιν βλάβης όλων των επιβατηγών/οχηματαγωγών πλοίων εντός της περιοχής των χωρών-μελών

της και το 2003 διατυπώνεται η Οδηγία 25 [Directive/25 (2003)] που ουσιαστικά θέτει σε εφαρμογή τη συμφωνία Stockholm Regional Agreement και στις υπόλοιπες θαλάσσιες περιοχές που εντάσσονται στα ύδατα της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

Μετά την υιοθέτηση της πιθανοθεωρητικής εκτίμησης της ευστάθειας κατόπιν βλάβης των φορητών πλοίων, οι υποεπιτροπές του IMO που ασχολούνταν με την αναθεώρηση της ΔΣ SOLAS κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι εφόσον τα πιθανοθεωρητικά πρότυπα εκτιμούν πιο ορθολογικά την ευστάθεια κατόπιν βλάβης, η αναθεώρηση των μελλοντικών σχετικών κανονισμών θα πρέπει να βασίζεται σε αυτού του είδους τα πρότυπα. Το συμπέρασμα αυτό μαζί με την επιτακτική ανάγκη αναθεώρησης των μηκών υποδιαίρεσης και της προδιαγραφής υποδιαίρεσης στα επιβατηγά πλοία, έδωσε το έναυσμα για περαιτέρω εργασίες με σκοπό τη διατύπωση ενός ενιαίου γενικευμένου πιθανοθεωρητικού μοντέλου, το οποίο θα εναρμονίζει τους σημερινούς κανονισμούς ευστάθειας κατόπιν βλάβης των νεότευκτων φορητών ξηρού φορτίου και επιβατηγών πλοίων.

Οι εργασίες εντατικοποιήθηκαν τα τελευταία χρόνια, ειδικά μέσω του Ευρωπαϊκού Προγράμματος HARDER (HARmonization of Rules and DEsign Rational, 1999-2003), όπου αξιολογήθηκε η μέχρι τότε νέα πιθανοθεωρητική πρόταση SLF42 [SLF42 (1999)] και διατυπώθηκε μία επιπλέον, γνωστή ως πρόταση HARDER-SLF46. Τα χαρακτηριστικά, προτερήματα και αδυναμίες των δύο προτάσεων συζητήθηκαν εκτενώς. Μετά από συζητήσεις με τον IMO, οι προτάσεις αυτές αναθεωρήθηκαν ώστε να προκύψει η πιθανοθεωρητική πρόταση SLF47 [SLF47 (2004)]. Η πρόταση SLF47 μελετήθηκε κατά τη διάσκεψη της υποεπιτροπής SLF47 του IMO το Σεπτέμβριο 2004, αναθεωρήθηκε και πάλι πριν την τελική έγκριση στη διάσκεψη MSC80, το Μάιο 2005, με χρονικό ορίζοντα εφαρμογής για τα νεότευκτα πλοία την 1η Ιανουαρίου 2009.

## 2.2 Τύποι εμπλεκόμενων Επιβατηγών πλοίων στα υπό έρευνα ατυχήματα

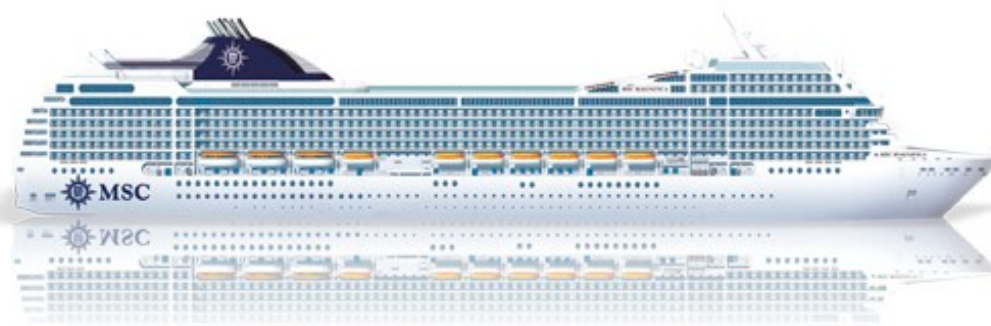
Για την εκπόνηση της παρούσας διπλωματικής εργασίας, παραχωρήθηκε από το Εργαστήριο Μελέτης Πλοίου η βάση δεδομένων SDL\_DB\_PSA (Data Base with Passenger Ships Accidents), σε μορφή Microsoft Access, με στοιχεία 425 ατυχημάτων σύγκρουσης, επαφής και προσάραξης Επιβατηγών πλοίων, περιλαμβανομένων κρουαζιερόπλοιων, RoPax και RoPax-Rail. Στο σημείο αυτό, κρίνεται σκόπιμη μια σύντομη περιγραφή των τύπων επιβατηγών πλοίων, των οποίων τα ατυχήματα περιλαμβάνονται στη στατιστική ανάλυση που θα ακολουθήσει.

Ως επιβατηγά χαρακτηρίζονται τα πλοία τα οποία, σύμφωνα με τα πιστοποιητικά που διαθέτουν, κρίνονται κατάλληλα για τη μεταφορά περισσότερων από 12 επιβατών. Στις μέρες μας, τα αμιγώς επιβατηγά πλοία χρησιμοποιούνται ως μέσο συγκοινωνίας για την κάλυψη σχετικά μικρών αποστάσεων και σε κλειστές κυρίως θάλασσες.



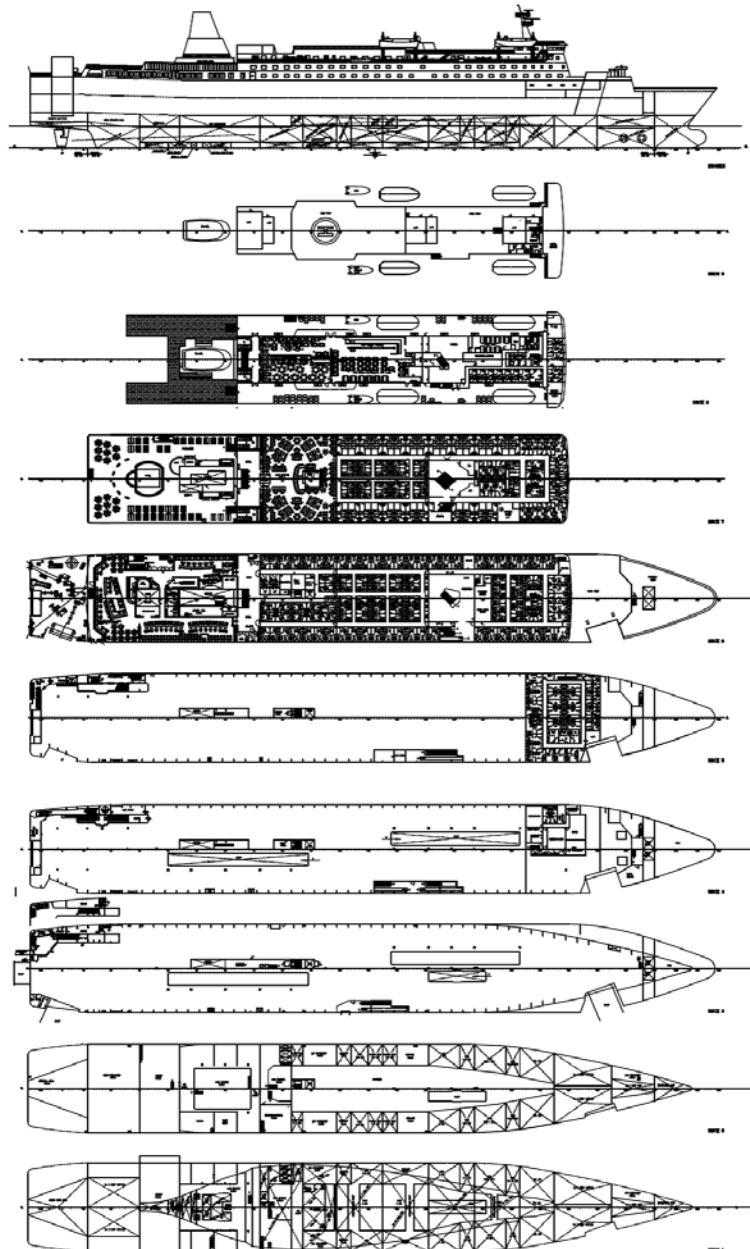
Εικόνα 2.2.1: Πλάγια όψη Επιβατηγού πλοίου

Τα κρουαζιερόπλοια είναι επιβατηγά πλοία που πραγματοποιούν κυκλικά ταξίδια, με στόχο την περιήγηση και την αναψυχή των επιβατών. Διαθέτουν πολλά καταστρώματα, από τα οποία τα περισσότερα προορίζονται για την ενδιαίτηση των επιβατών και την παροχή υψηλού επιπέδου υπηρεσιών και ανέσεων. Στο εσωτερικό ενός κρουαζιερόπλοιου, ο επιβάτης θα συναντήσει ευρύχωρα σαλόνια, εστιατόρια, καταστήματα, πισίνες, πολλούς κοινόχρηστους χώρους, ακόμα και θέατρα ή γήπεδα. Τα πλοία αυτά κινούνται με μικρές έως μέσες ταχύτητες, αφού στόχος τους δεν είναι το μεταφορικό έργο, και η παραμονή στο πλοίο αποτελεί μέρος των διακοπών του επιβάτη.



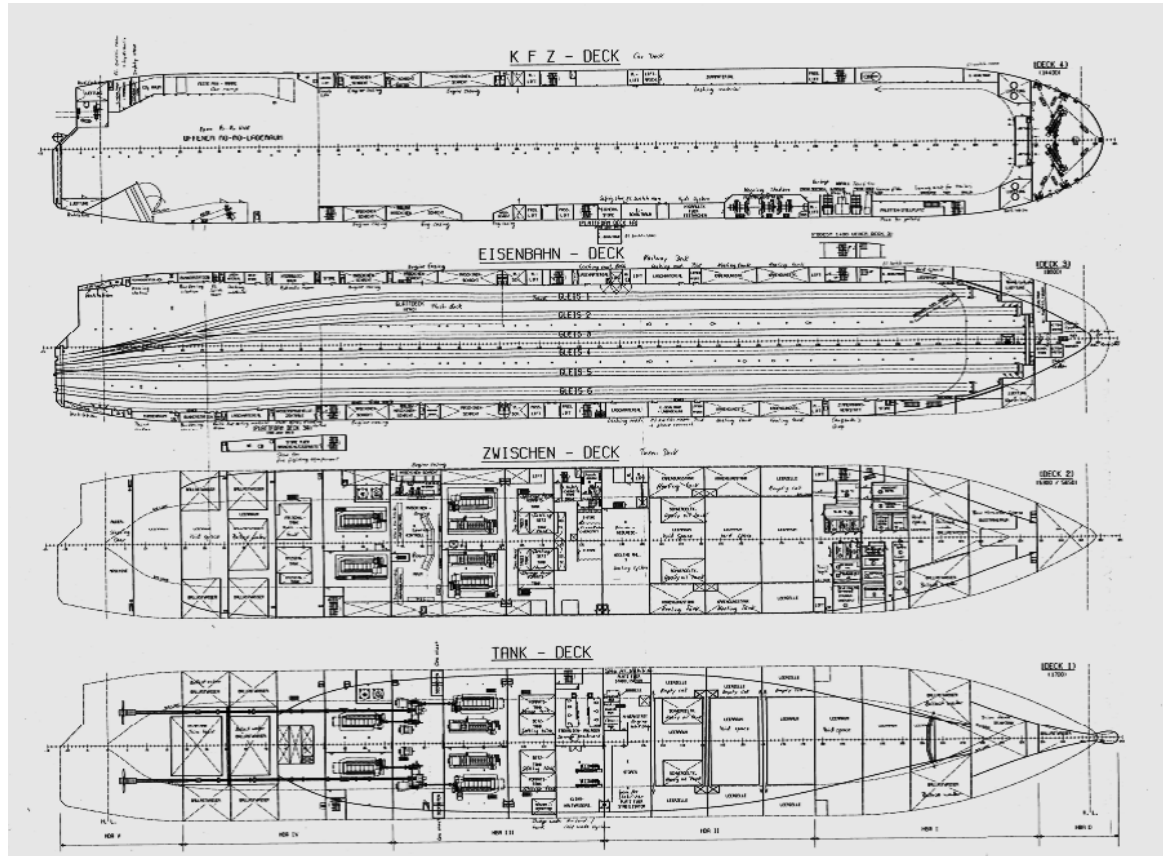
Εικόνα 2.2.2: Πλάγια όψη του κρουαζιερόπλοιου MSC Magnifica

Τα Επιβατηγά/Οχηματαγωγά πλοία, αποκαλούμενα και ως RoPax, συνδυάζουν τη μεταφορά επιβατών και οχημάτων. Διαθέτουν μεγάλα καταστρώματα οχημάτων, στα οποία η επιβίβαση και αποβίβαση των οχημάτων πραγματοποιούνται οδηγώντας (Roll on – Roll off) και χρησιμοποιώντας πρυμναίους (και, σπανιότερα, προραιούς ή πλευρικούς) καταπέλτες. Χαρακτηριστικό αυτού του τύπου πλοίου αποτελεί, επίσης, το μεγάλο πλήθος καταστρωμάτων (υπερκατασκευές), το οποίο κατασκευάζεται με στόχο τη μεγιστοποίηση του αριθμού μεταφερόμενων επιβατών, καθώς και την εξασφάλιση ανέσεων ταξιδίου. Στόχος των Ε/Γ-Ο/Γ πλοίων είναι η ασφαλής αλλά και, όσο το δυνατόν, ταχύτερη μεταφορά επιβατών και οχημάτων στο λιμάνι προορισμού.



Εικόνα 2.2.3: Γενική Διάταξη πλοίου τύπου RoPax

Τα Επιβατηγά/Οχηματαγωγά/Μεταφοράς Σιδηροδρόμων πλοία, αποκαλούμενα και ως RoPax-Rail, παρουσιάζουν ως προς τη γενική τους διάταξη, μεγάλες ομοιότητες με τα επιβατηγά-οχηματαγωγά. Εκτός από τη μεταφορά επιβατών και τροχοφόρων οχημάτων (Ι.Χ., φορτηγά, δίκυκλα κ.ο.κ.), οι ράγες που διαθέτουν στο δάπεδο του καταστρώματος οχημάτων, τους δίνουν την επιπρόσθετη δυνατότητα μεταφοράς σιδηροδρόμων.



Εικόνα 2.2.4: Τμήμα Γενικής Διάταξης πλοίου τύπου RoPax-Rail

### 2.3 Μεθοδολογία της εργασίας

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, για τις ανάγκες της παρούσας εργασίας έγινε χρήση αλλά και επέκταση της βάσης δεδομένων ναυτικών ατυχημάτων σύγκρουσης, επαφής και προσάραξης Επιβατηγών πλοίων του Εργαστηρίου Μελέτης Πλοίου, η οποία αρχικά περιείχε 425 ατυχήματα Επιβατηγών πλοίων, με ημερομηνία κατασκευής από το 1980 και μετά.

Η βάση δεδομένων είναι διαρθρωμένη σε πέντε χωριστές κατηγορίες πεδίων. Στην εκτενέστερη από αυτές περιλαμβάνονται πεδία στα οποία καταχωρούνται τα αρχικά, πρωτογενή στοιχεία για κάθε ατύχημα, τα οποία δεν επιδέχονται τροποποίηση από το μελετητή. Οι υπόλοιπες κατηγορίες πεδίων συμπληρώνονται έπειτα από την έρευνα και τη συγκέντρωση στοιχείων γύρω από τα ατυχήματα και σύμφωνα με τις παραδοχές και τις συμβάσεις που περιγράφονται στο Παράρτημα. Πιο αναλυτικά, στις κατηγορίες αυτές καταχωρούνται στοιχεία σχετικά με:

- ✓ Το επιβατηγό πλοίο του οποίου το ατύχημα εξετάζεται
- ✓ Το είδος του ατυχήματος και βασικές πληροφορίες για τη φύση αυτού
- ✓ Την κατάσταση και την περιοχή λειτουργίας του πλοίου κατά τη διάρκεια του ατυχήματος, την κατάσταση της θάλασσας και τη σοβαρότητα του συμβάντος
- ✓ Τις διαστάσεις του ρήγματος που προκλήθηκε από το ατύχημα<sup>2</sup>.

Για τη συμπλήρωση της βάσης δεδομένων ήταν απαραίτητη η αναζήτηση στοιχείων γύρω από τα υπό μελέτη ατυχήματα Επιβατηγών πλοίων, από έγκυρες και αξιόπιστες πηγές. Οι πρώτες πληροφορίες οι οποίες καταχωρήθηκαν αμέσως στη βάση δεδομένων και δεν τροποποιήθηκαν κατά την πορεία της έρευνας, προέρχονται από τη Sea-web, τη διαδικτυακή μορφή της βάσης IHS-Fairplay που δημιουργήθηκε από το Lloyd's Register of Shipping.

Στη συνέχεια, προκειμένου να συμπληρωθούν όλα τα πεδία της βάσης, στοιχεία συλλέχθηκαν από τη βάση πληροφοριών GISIS (Global Integrated Shipping Information System) του Διεθνούς Ναυτιλιακού Οργανισμού (IMO) και, ακολούθως, πραγματοποιήθηκε αναζήτηση για επίσημες εκθέσεις ατυχημάτων (investigation reports) στις ιστοσελίδες των παρακάτω Υπηρεσιών Διερεύνησης ανά τον κόσμο:

- Australian Transport Safety Bureau
- Accident Investigation Board, Finland
- Danish Maritime Authority
- Federal Bureau of Maritime Casualty Investigation, Germany
- Marine Accident Investigation Branch, UK
- Marine Casualties Investigative Body, Italy
- National Transportation Safety Board, U.S.
- Panama Maritime Authority
- Swedish Accident Investigation Board
- The Bahamas Maritime Authority
- Transport Accident Investigation Commission, New Zealand
- Transportation Safety Board of Canada

<sup>2</sup> Αυτή η κατηγορία πεδίων προστέθηκε εκ των υστέρων για να εξυπηρετήσει τις ανάγκες της παρούσας εργασίας. Αναλυτικές πληροφορίες γύρω από αυτή παρατίθενται στο κεφάλαιο 2.4.

Συνολικά συλλέχθηκαν 31 investigation reports (10 από την GISIS και 21 από αναζήτηση στο διαδίκτυο), τα οποία υπογράφονται από τις προαναφερθείσες Διερευνητικές Αρχές. Από τα 31 investigation reports, 12 αφορούσαν σε ατυχήματα σύγκρουσης, 9 σε ατυχήματα επαφής και 10 σε ατυχήματα προσάραξης.

Τελευταία πηγή πληροφόρησης ήταν η Ελληνική Υπηρεσία Διερεύνησης Ναυτικών Ατυχημάτων και Συμβάντων (ΕΛΥΔΝΑ), η οποία αποτελεί διοικητικά αυτοτελή Οργανισμό του Ελληνικού Κράτους, αρμόδιο να διεξάγει διερευνήσεις θεμάτων ασφάλειας για τα ναυτικά ατυχήματα και συμβάντα Ελληνικών πλοίων, ή σε πλοία ανεξαρτήτως σημαίας στα Ελληνικά χωρικά ύδατα ή σε οιοδήποτε ατύχημα ή συμβάν θεωρείται ότι αφορά ουσιαστικά συμφέροντα του Ελληνικού Κράτους. Για τις ανάγκες της εν λόγω εργασίας, παραχωρήθηκαν από την ΕΛΥΔΝΑ στοιχεία ατυχημάτων σύγκρουσης, επαφής ή προσάραξης Επιβατηγών πλοίων που φέρουν την ελληνική σημαία και έλαβαν χώρα κατά τη διάρκεια των δύο τελευταίων ετών (2013-2014).

Μετά την ολοκλήρωση της διαδικασίας αναζήτησης στοιχείων και καταχώρησής τους στη βάση δεδομένων, ακολούθησε η εισαγωγή των δεδομένων από την Microsoft Access σε υπολογιστικά φύλλα του Microsoft Excel, με χρήση του οποίου πραγματοποιήθηκε η στατιστική ανάλυση και η δημιουργία πινάκων και διαγραμμάτων που περιλαμβάνονται στο κείμενο της παρούσας εργασίας.



## 2.4 Ανάπτυξη βάσης δεδομένων ρηγμάτων

Τα ατυχήματα σύγκρουσης, επαφής και προσάραξης έχουν συνήθως ως αποτέλεσμα, τη δημιουργία ρηγμάτων στο εξωτερικό περίβλημα του πλοίου. Όπως ήδη αναφέρθηκε στην εισαγωγή, ένα από τα στοιχεία που παρουσιάζουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον και για το οποίο επιθυμούμε να εξάγουμε συμπεράσματα μέσω της στατιστικής ανάλυσης, είναι η θέση και η έκταση των προκληθέντων κατά το ατύχημα ρηγμάτων. Για το λόγο αυτό, κρίθηκε απαραίτητο να προστεθούν στη βάση δεδομένων πεδία, στα οποία να συμπληρώνονται αριθμητικά, σε μέτρα, οι διαστάσεις των ρηγμάτων, όπως:

- Το μήκος του ρήγματος (Breach Length)
- Το πλάτος του ρήγματος (Breach Width)
- Το βάθος/ Η εισχώρηση του ρήγματος (Breach Penetration)
- Η επιφάνεια του ρήγματος (Breach Area)
- Η διαμήκης θέση του ρήγματος (Longitudinal Position)
- Η εγκάρσια θέση του ρήγματος (Transverse Position)
- Το κατώτερο καθ' ύψος σημείο του ρήγματος (Lower Starting Point Vertically)



Εικόνα 2.3.1: Πλευρικό ρήγμα κρουαζιερόπλοιου στο ύψος της ισάλου

Απαραίτητα στοιχεία για την αδιαστατοποίηση των παραπάνω μεγεθών αποτελούν οι κύριες διαστάσεις των Επιβατηγών πλοίων που έχουν υποστεί ρήγματα, οι οποίες εντοπίστηκαν στη Sea-web και στη συνέχεια καταχωρήθηκαν στη βάση δεδομένων. Πιο αναλυτικά, πρόκειται για:

- Το μήκος μεταξύ καθέτων,  $L_{BP}$
- Το πλάτος,  $B$
- Το βύθισμα,  $T$
- Το κοίλο έως το κατάστρωμα στεγανών διαφραγμάτων,  $D_{BHD}$
- Το κοίλο έως το ανώτατο κατάστρωμα,  $D_{UPD}$



Επιπλέον, στη βάση δεδομένων ατυχημάτων Επιβατηγών πλοίων προστέθηκαν πεδία ώστε να δοθούν και ποιοτικές πληροφορίες γύρω από τις βλάβες, όπως:

- Η περιοχή της γάστρας του πλοίου στην οποία υπήρξε επαφή κατά το ατύχημα (Contact Location). Η επαφή ενδέχεται να εντοπίζεται στην πλώρη, στην πρύμνη, στον πυθμένα, στην πλευρά ή στον εξοπλισμό (πηδάλιο, προπέλες).
- Η περιοχή της γάστρας του πλοίου στην οποία δημιουργήθηκε το ρήγμα (Hull Breach Location). Αν προκλήθηκε ρήγμα κατά το ατύχημα, αυτό ενδέχεται να εντοπίζεται στην πλώρη, στην πρύμνη, στον πυθμένα, στην πλευρά ή στον εξοπλισμό (πηδάλιο, προπέλες).
- Η θέση του ρήγματος κατά το διάμηκες του πλοίου (AFT, ER, MID, FWD or BOW). Όπου:
  - AFT: Η περιοχή πρύμνηθεν της πρυμναίας φρακτής του μηχανοστασίου
  - ER: Η περιοχή του μηχανοστασίου
  - MID: Η περιοχή που εκτείνεται πλώραθεν της πρωραίας φρακτής μηχανοστασίου και έχει μήκος  $0,5L_M$ , όπου  $L_M$  το μήκος μεταξύ της πρωραίας φρακτής μηχανοστασίου και της πρωραίας φρακτής σύγκρουσης.
  - FWD: Η περιοχή που εκτείνεται πρύμνηθεν της πρωραίας φρακτής σύγκρουσης και έχει μήκος  $0,5L_M$ , όπου  $L_M$  το μήκος μεταξύ της πρωραίας φρακτής μηχανοστασίου και της πρωραίας φρακτής σύγκρουσης.
  - BOW: Η περιοχή πλώραθεν της πρωραίας φρακτής σύγκρουσης

Περισσότερες πληροφορίες για την τελική μορφή της βάσης δεδομένων, τα πεδία της, καθώς και τον τρόπο ή τις παραδοχές σύμφωνα τις οποίες συμπληρώνεται, δίνονται αναλυτικά στο Παράρτημα.

Στο σημείο αυτό, θα πρέπει να σημειωθεί ότι, προκειμένου να συγκεντρωθεί ικανοποιητικό δείγμα ατυχημάτων με δημιουργία ρήγματος, παρακάμπτοντας το κριτήριο για το έτος ναυπήγησης (από το 1980 και μετά), προστέθηκαν στη βάση δεδομένων 19 ακόμη ατυχήματα, για τα οποία συγκεντρώθηκαν επαρκείς πληροφορίες. Μετά από αυτή τη διαδικασία, τα ατυχήματα της βάσης δεδομένων ανέρχονται στα 444, εκ των οποίων τα 430 συνέβησαν σε πλοία χτισμένα μετά το 1980. Όσα ατυχήματα αφορούν πλοία που δεν πληρούν το συγκεκριμένο κριτήριο για την ημερομηνία ναυπήγησης (date of build  $\geq 1980$ ), δεν θα ληφθούν υπόψη κατά τη γενική στατιστική ανάλυση, αλλά μόνο κατά τη μελέτη των ρηγμάτων.

Μετά την ολοκλήρωση των παραπάνω ενεργειών, κατέστη δυνατή η στατιστική ανάλυση των ρηγμάτων και η εξαγωγή της κατανομής διαστάσεων πλευρικών ρηγμάτων. Δεδομένου ότι τα ρήγματα πυθμένα μελετήθηκαν στα πλαίσια του ερευνητικού προγράμματος GOALDS, ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν τα πλευρικά ρήγματα από ατυχήματα επαφής και προσάραξης. Τα εν λόγω ρήγματα δεν έχουν συμπεριληφθεί στον Κανονισμό Ευστάθειας κατόπιν βλάβης (SOLAS 2009), καθώς πριν την ολοκλήρωση της παρούσας εργασίας δεν υπήρχαν διαθέσιμα στατιστικά στοιχεία σχετικά με τη θέση και την έκτασή τους.

### 3. ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ ΣΥΓΚΡΟΥΣΗΣ (Collision accidents)

Για τις ανάγκες της στατιστικής ανάλυσης μελετήθηκαν συνολικά 430 ατυχήματα σύγκρουσης, επαφής και προσάραξης, τα οποία χρονολογούνται από το 1990 έως το 2014, και συνέβησαν σε επιβατηγά και επιβατηγά-οχηματαγωγά πλοία, χτισμένα μετά το 1980.

Διευκρινίζεται ότι στα στατιστικά των πλοίων RoPax συμπεριλαμβάνονται και τα πλοία τύπου RoPax-Rail, ενώ στα στατιστικά των κρουαζιερόπλοιων (Cruise ships) συμπεριλαμβάνονται και τα αμιγώς επιβατηγά πλοία (Passenger ships). Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται τα ατυχήματα της βάσης δεδομένων ανά είδος ατυχήματος και ανά τύπο πλοίου.

#### 3.1 Τα ατυχήματα της βάσης δεδομένων (πλοίων με date of build ≥ 1980)

	RoPax	RoPaxRail	Cruise ships	Passenger ships	Total
<b>Collisions</b>	102	4	27	3	<b>136</b>
<b>Contacts</b>	123	11	34	0	<b>168</b>
<b>Groundings</b>	81	1	38	6	<b>126</b>
<b>Total</b>	<b>306</b>	<b>16</b>	<b>99</b>	<b>9</b>	<b>430</b>

Σύμφωνα με τη μελέτη, 136 από τα συνολικά 430 καταγεγραμμένα ατυχήματα είναι συγκρούσεις. Σε 45 από αυτά τα ατυχήματα το Επιβατηγό πλοίο προκαλεί τη σύγκρουση (Striking), σε 40 περιπτώσεις υφίσταται τη σύγκρουση (Struck), ενώ η πληροφορία αυτή παραμένει άγνωστη για τα υπόλοιπα 51 ατυχήματα. Αξίζει να σημειωθεί ότι σε κανένα από τα υπό μελέτη ατυχήματα δεν εκδηλώθηκε πυρκαγιά ως συνέπεια της σύγκρουσης, αλλά ούτε και βύθιση ή ανατροπή του πλοίου.



Εικόνα 3.1: Η πλώρη Κρουαζιερόπλοιου μετά από σφοδρή σύγκρουση με Containership

### 3.1 Ανάλυση ατυχημάτων σύγκρουσης Ε/Γ-Ο/Γ πλοίων (RoPax Collisions)

Στη βάση δεδομένων που αναπτύχθηκε για την παρούσα εργασία, περιλαμβάνονται συνολικά 136 ατυχήματα σύγκρουσης, εκ των οποίων τα 106 έχουν συμβεί σε Ε/Γ-Ο/Γ πλοία. Τα ατυχήματα αυτά χρονολογούνται από το 1991 έως το 2013 και στον πίνακα 3.2 μπορούμε να παρατηρήσουμε το πλήθος, αλλά και το ποσοστό σοβαρών και μη σοβαρών καταγεγραμμένων ατυχημάτων ανά έτος.

Υπενθυμίζεται ότι η πληροφορία για τη σοβαρότητα των ατυχημάτων προέρχεται από την ένδειξη της βάσης δεδομένων Sea-web (IHS Fairplay) και αφορά τα Επιβατηγά πλοία που εξετάζουμε και όχι τα έτερα πλοία που ενεπλάκησαν στις συγκρούσεις. Η πληροφορία για τη σοβαρότητα διατηρήθηκε ακέραια, με εξαίρεση μόνο 3 ατυχήματα σύγκρουσης, τα οποία χαρακτηρίζονταν ως Serious, λόγω των συνεπειών στο άλλο πλοίο, αλλά κατά την ανάλυση λήφθηκαν υπόψη ως Not Serious επειδή το Ε/Γ-Ο/Γ δεν υπέστη αξιόλογη βλάβη. Αυτά είναι:

- ID 44: Σύγκρουση RoPax, ολικού μήκους  $L_{OA}=142m$ , με σκάφος αναψυχής μικρότερο των 100 κόρων. Επιφανειακές βλάβες στο βολβό και στην περιοχή της πλώρης για το RoPax.
- ID 316: Σύγκρουση RoPax, ολικού μήκους  $L_{OA}=173.7m$ , με αλιευτικό σκάφος 48 κόρων. Καμία βλάβη για το RoPax.
- ID 423: Σύγκρουση RoPax, ολικού μήκους  $L_{OA}=186.4m$ , με αλιευτικό σκάφος 23 κόρων. Καμία βλάβη για το RoPax.



Εικόνα 3.2: Ατύχημα ID 44, η επιφανειακή βλάβη στην πλώρη του πλοίου RoPax.

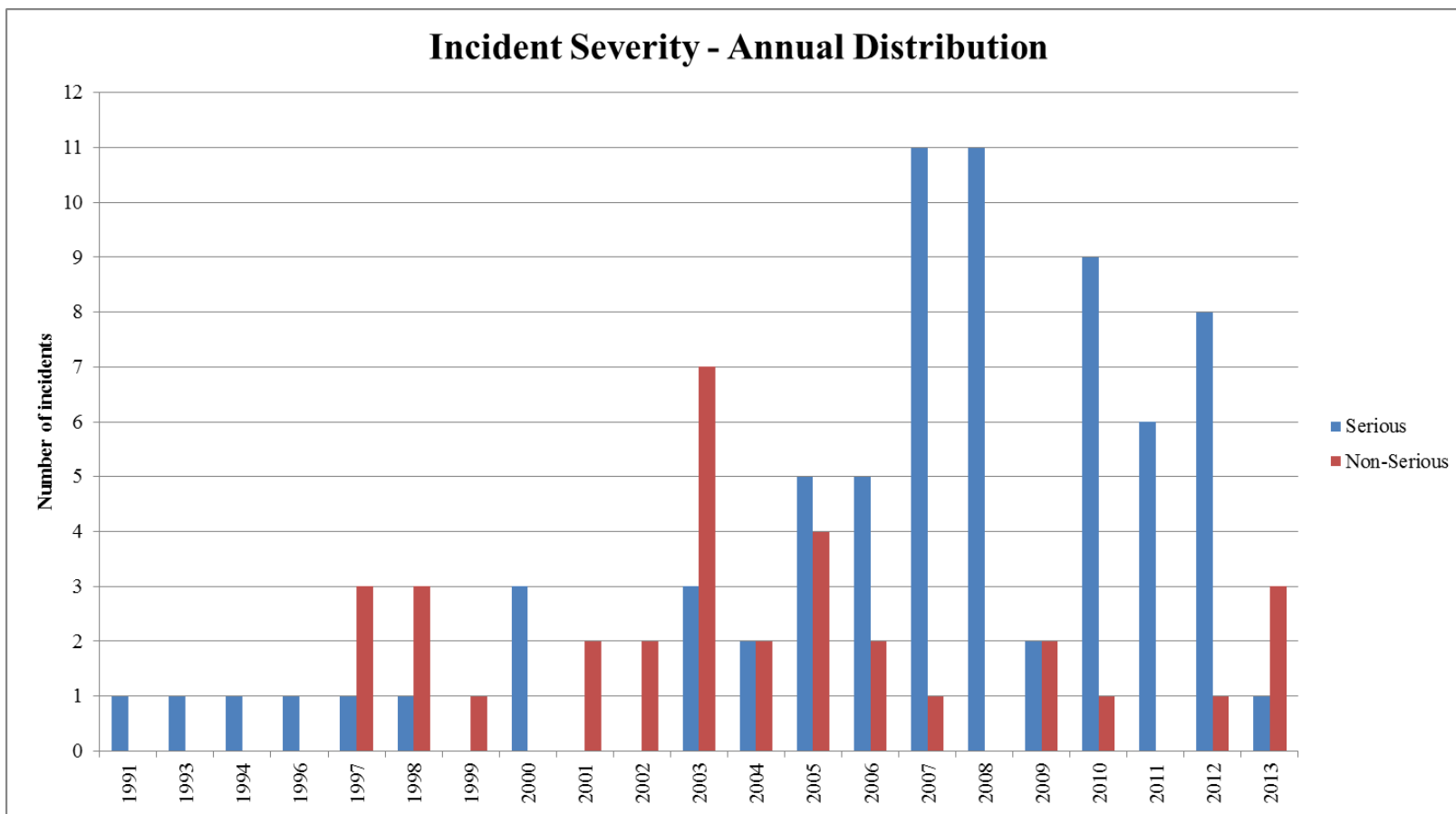
Πίνακας 3.2: Το πλήθος σοβαρών και μη σοβαρών ατυχημάτων σύγκρουσης πλοίων RoPax ανά έτος

Incident Severity- Annual Distribution	# of incidents		percentage	
	Serious	Not Serious	Serious	Not Serious
1991	1	0	100,0%	0,0%
1993	1	0	100,0%	0,0%
1994	1	0	100,0%	0,0%
1996	1	0	100,0%	0,0%
1997	1	3	25,0%	75,0%
1998	1	3	25,0%	75,0%
1999	0	1	0,0%	100,0%
2000	3	0	100,0%	0,0%
2001	0	2	0,0%	100,0%
2002	0	2	0,0%	100,0%
2003	3	7	30,0%	70,0%
2004	2	2	50,0%	50,0%
2005	5	4	55,6%	44,4%
2006	5	2	71,4%	28,6%
2007	11	1	91,7%	8,3%
2008	11	0	100,0%	0,0%
2009	2	2	50,0%	50,0%
2010	9	1	90,0%	10,0%
2011	6	0	100,0%	0,0%
2012	8	1	88,9%	11,1%
2013	1	3	25,0%	75,0%
<b>Total</b>	<b>72</b>	<b>34</b>	<b>67,9%</b>	<b>32,1%</b>

Υπενθυμίζεται ότι, στην παρούσα στατιστική ανάλυση ατυχημάτων, δεν έχουν συμπεριληφθεί ατυχήματα πλοίων που χτίστηκαν πριν το 1980. Επιπλέον, υπάρχει πιθανότητα να μην είναι συστηματική η καταγραφή των μη σοβαρών περιστατικών. Τα δύο αυτά γεγονότα μας οδηγούν στο συμπέρασμα ότι ο συνολικός αριθμός ατυχημάτων σύγκρουσης πλοίων RoPax ανά έτος ενδέχεται να είναι μεγαλύτερος.

Σύμφωνα με τον πίνακα 3.2, παρατηρείται μία αύξηση των ατυχημάτων την τελευταία δεκαετία, ιδιαίτερα μετά το 2007. Η βάση δεδομένων περιλαμβάνει ατυχήματα σύγκρουσης, επαφής και προσάραξης από το 1990, ωστόσο το 71% του συνόλου αυτών χρονολογείται την τελευταία δεκαετία (2005-2014). Το γεγονός αυτό μας ωθεί στο συμπέρασμα ότι η αύξηση των ατυχημάτων τα τελευταία χρόνια ενδέχεται να είναι φαινομενική, λόγω της συστηματικότερης καταγραφής των συμβάντων. Για να εξάγουμε κάποιο ασφαλές συμπέρασμα, θα πρέπει να ληφθούν υπόψη και άλλα στοιχεία, όπως οι περιοχές όπου συνέβησαν τα ατυχήματα και ο ετήσιος στόλος σε λειτουργία.

Η πληροφορία για τη σοβαρότητα των συμβάντων ανά έτος δίνεται και γραφικά στο διάγραμμα 3.2.



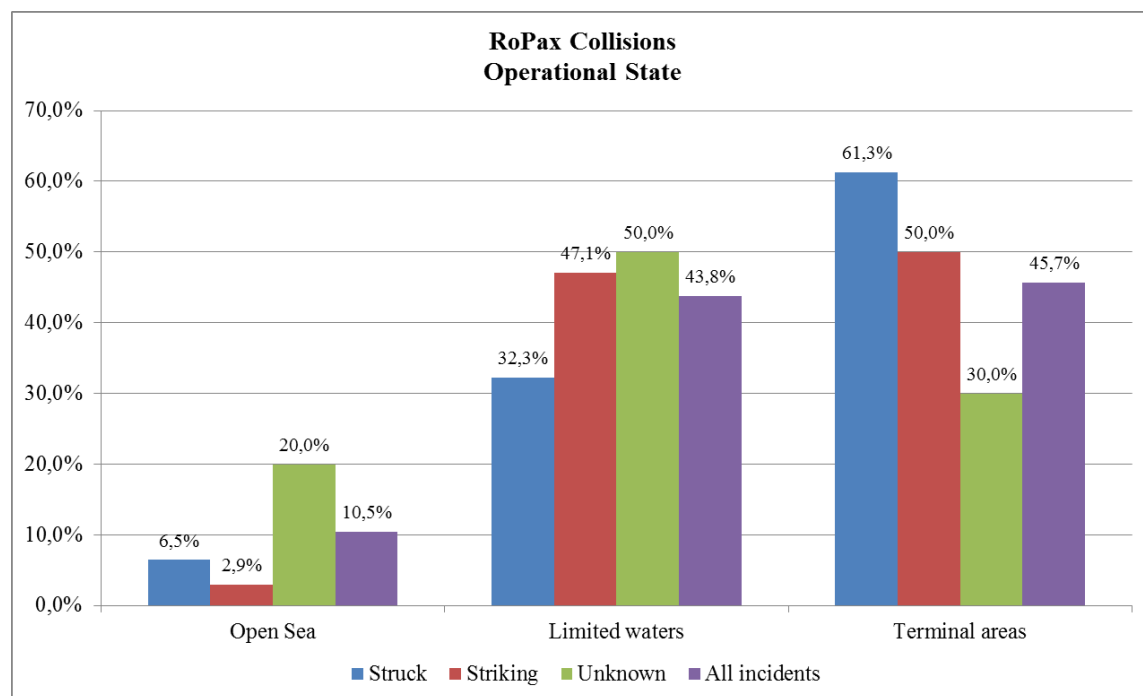
Διάγραμμα 3.2: Το πλήθος σοβαρών και μη σοβαρών ατυχημάτων σύγκρουσης πλοίων RoPax ανά έτος

- Η περιοχή λειτουργίας των πλοίων κατά τη διάρκεια των ατυχημάτων (Operational state of the ship)

Πίνακας 3.3: Η περιοχή λειτουργίας κατά τις συγκρούσεις των πλοίων RoPax

RoPax Collisions Operational State	RoPax Ships under investigation			
	Struck	Striking	Unknown	All incidents
Open Sea	2	1	8	11
Limited waters	10	16	20	46
Terminal areas	19	17	12	48
Unknown	0	0	1	1
<b>Total</b>	<b>31</b>	<b>34</b>	<b>41</b>	<b>106</b>

Στο διάγραμμα που ακολουθεί παρουσιάζονται τα αντίστοιχα ποσοστά, χωρίς να λαμβάνονται υπόψη τα ατυχήματα για τα οποία παραμένει άγνωστη η περιοχή λειτουργίας του πλοίου RoPax. Στη συγκεκριμένη περίπτωση υπάρχει μόνο ένα τέτοιο ατύχημα.



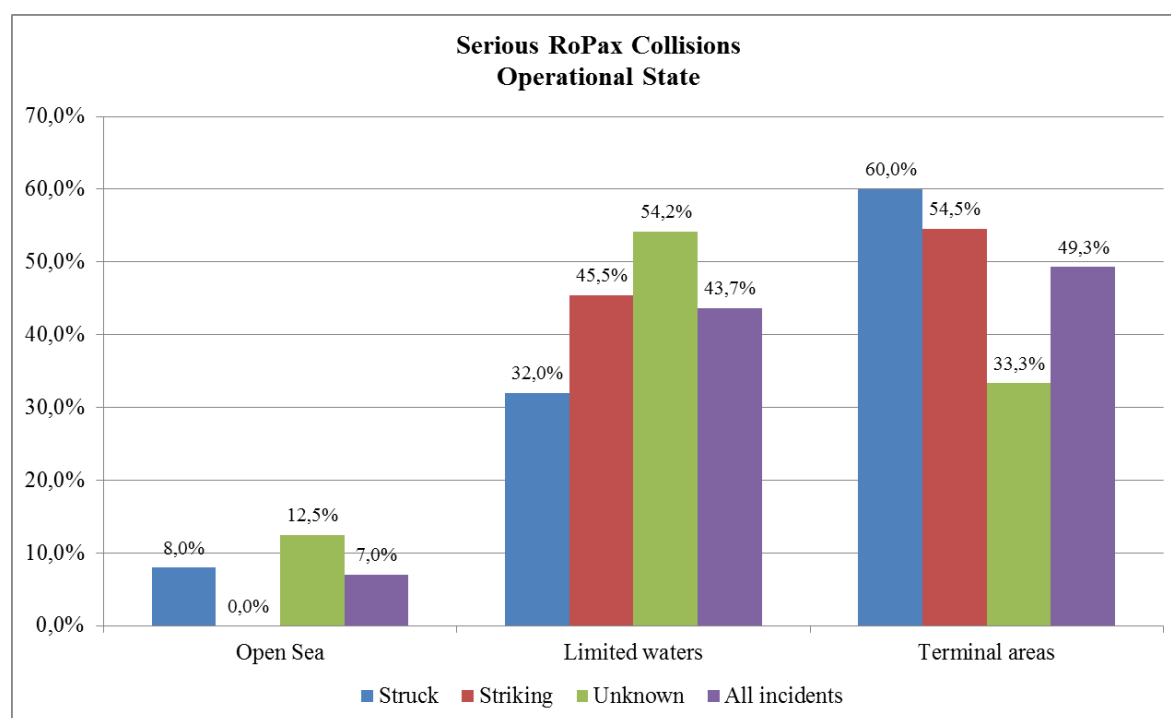
Διάγραμμα 3.3: Η περιοχή λειτουργίας κατά τις συγκρούσεις των πλοίων RoPax

Σύμφωνα με τα παραπάνω στατιστικά στοιχεία και παρατηρώντας το σύνολο των ατυχημάτων, οι περισσότερες συγκρούσεις (περίπου το 90%) έλαβαν χώρα σε τερματικές περιοχές, και περιορισμένα ύδατα (ποτάμια, κανάλια και περιοχές που απέχουν λιγότερο από 12ν.μ. από τη στεριά), ενώ ένα μικρό ποσοστό (περίπου το 10%) έλαβε χώρα σε ανοιχτή θάλασσα. Τα αποτελέσματα αυτά έχουν λογική βάση, καθώς τόσο στα λιμάνια όσο και στις περιοχές περιορισμένων υδάτων, τα πλοία είναι αναγκασμένα να πλέουν σε μικρότερες μεταξύ τους αποστάσεις, με αποτέλεσμα να αυξάνονται οι πιθανότητες σύγκρουσης.

Στον πίνακα και το διάγραμμα 3.4 παρουσιάζονται τα στατιστικά της περιοχής λειτουργίας μόνο για τις σοβαρές συγκρούσεις πλοίων RoPax.

**Πίνακας 3.4: Η περιοχή λειτουργίας κατά τις σοβαρές συγκρούσεις των πλοίων RoPax**

Serious RoPax Collisions Operational State	RoPax Ships under investigation			
	Struck	Striking	Unknown	All incidents
En-route (Open Sea)	2	0	3	5
Limited waters	8	10	13	31
Terminal areas	15	12	8	35
Unknown	0	0	1	1
<b>Total</b>	<b>25</b>	<b>22</b>	<b>25</b>	<b>72</b>



**Διάγραμμα 3.4: Η περιοχή λειτουργίας κατά τις σοβαρές συγκρούσεις των πλοίων RoPax**

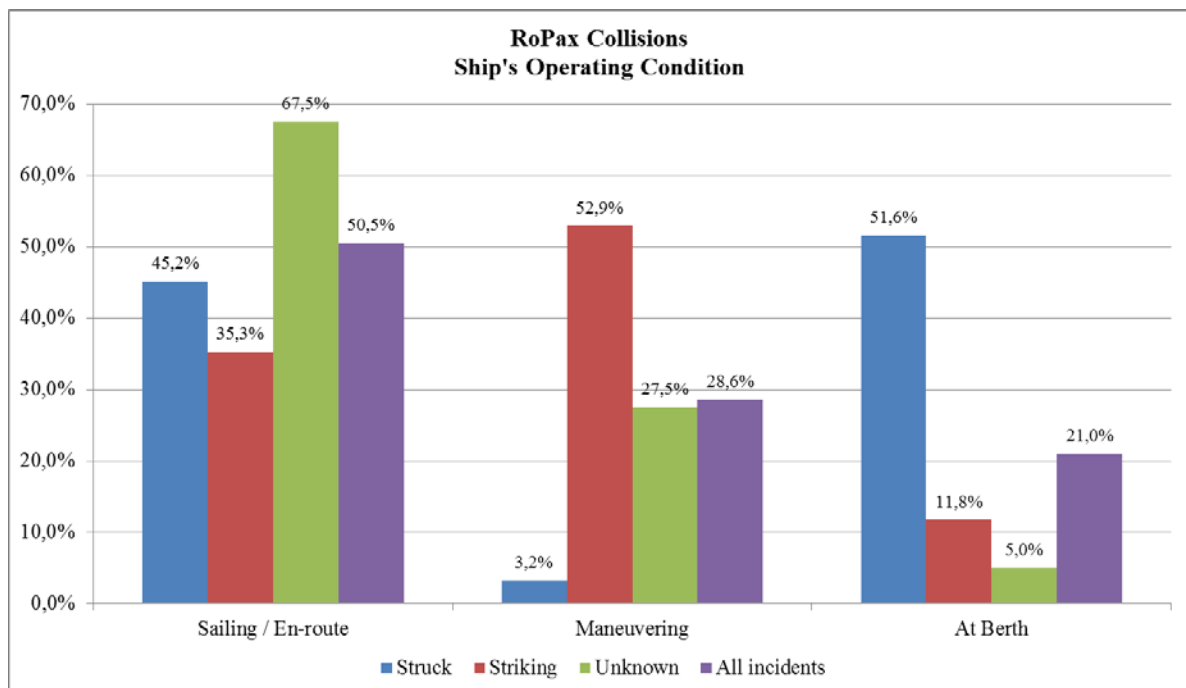
Παρατηρώντας το σύνολο των ατυχημάτων (All incidents), το 93% (66 ατυχήματα) των συγκρούσεων έλαβε χώρα σε τερματικούς σταθμούς και περιοχές περιορισμένων υδάτων και μόλις το 7% (5 ατυχήματα) σε ανοιχτή θάλασσα. Το 1 ατύχημα για το οποίο παραμένει άγνωστη η περιοχή λειτουργίας δε λαμβάνεται υπόψη στον υπολογισμό των ποσοστών.

- Κατάσταση λειτουργίας των πλοίων κατά τη διάρκεια των ατυχημάτων (Operating Condition)

Πίνακας 3.5: Η κατάσταση λειτουργίας κατά τις συγκρούσεις των πλοίων RoPax

RoPax Collisions Ship's Operating Condition	RoPax Ships under investigation			
	Struck	Striking	Unknown	All incidents
Sailing / En-route	14	12	27	53
Maneuvering	1	18	11	30
At Berth	16	4 <sup>3</sup>	2	22
Unknown	0	0	1	1
<b>Total</b>	<b>31</b>	<b>34</b>	<b>41</b>	<b>106</b>

Στο διάγραμμα που ακολουθεί παρουσιάζονται τα αντίστοιχα ποσοστά, χωρίς να λαμβάνονται υπόψη τα ατυχήματα για τα οποία παραμένει άγνωστη η κατάσταση λειτουργίας του πλοίου RoPax. Στη συγκεκριμένη περίπτωση υπάρχει μόνο ένα τέτοιο ατύχημα.



Διάγραμμα 3.5: Η κατάσταση λειτουργίας κατά τις συγκρούσεις των πλοίων RoPax

Εξετάζοντας το σύνολο των συγκρούσεων πλοίων RoPax (All incidents), παρατηρείται ότι τα μισά περίπου ατυχήματα συνέβησαν εν ώρα πλεύσης (Sailing/En-route) και ακολούθως, κατά τις διαδικασίες ελιγμών (maneuvering) και ενώ τα πλοία βρίσκονταν αγκυροβολημένα (berth).

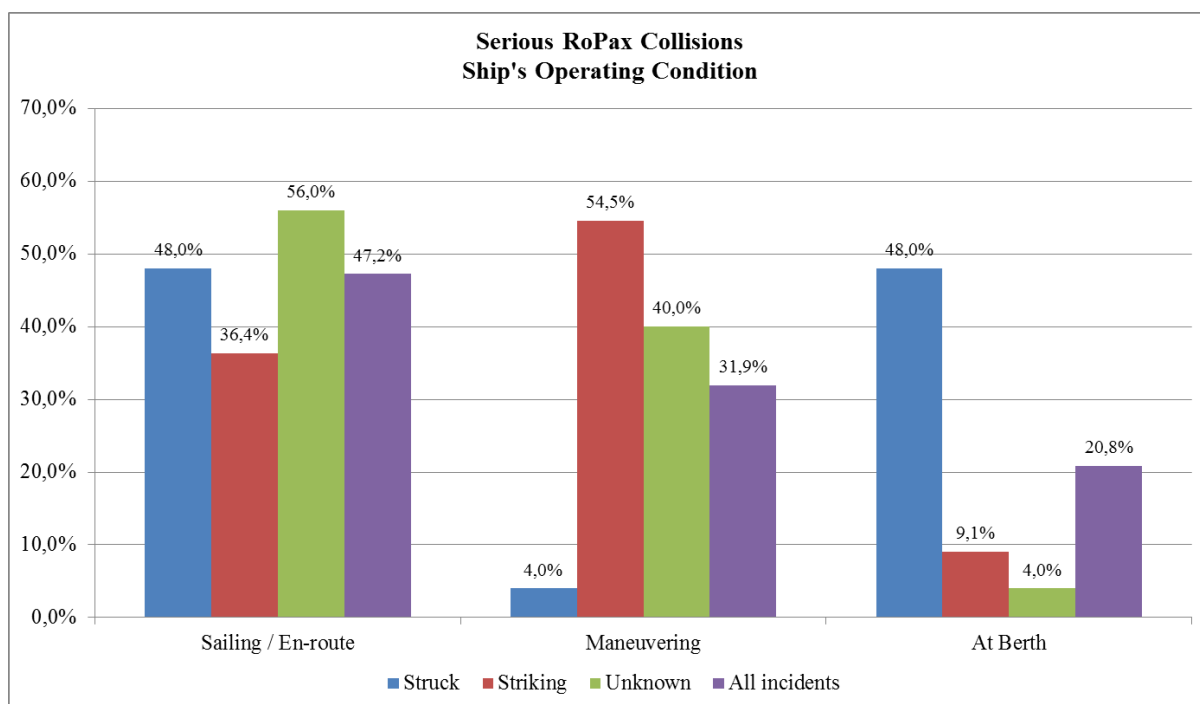
<sup>3</sup> Στα 4 αυτά ατυχήματα το πλοίο RoPax βρίσκεται αγκυροβολημένο αλλά είναι Striking κατά τη σύγκρουση καθώς, λόγω έντονων καιρικών συνθηκών, έσπασαν οι κάβοι που το συγκρατούσαν με αποτέλεσμα να συγκρουστεί με παρακείμενα πλοία.



Στον πίνακα και το διάγραμμα που ακολουθούν παρουσιάζονται τα αποτελέσματα μόνο για τα σοβαρά ατυχήματα σύγκρουσης πλοίων RoPax.

**Πίνακας 3.6: Η κατάσταση λειτουργίας κατά τις συγκρούσεις των πλοίων RoPax**

Serious RoPax Collisions Ship's Operating Condition	RoPax Ships under investigation			
	Struck	Striking	Unknown	All incidents
Sailing / En-route	12	8	14	34
Maneuvering	1	12	10	23
Berth	12	2	1	15
Unknown	0	0	0	0
<b>Total</b>	<b>25</b>	<b>22</b>	<b>25</b>	<b>72</b>



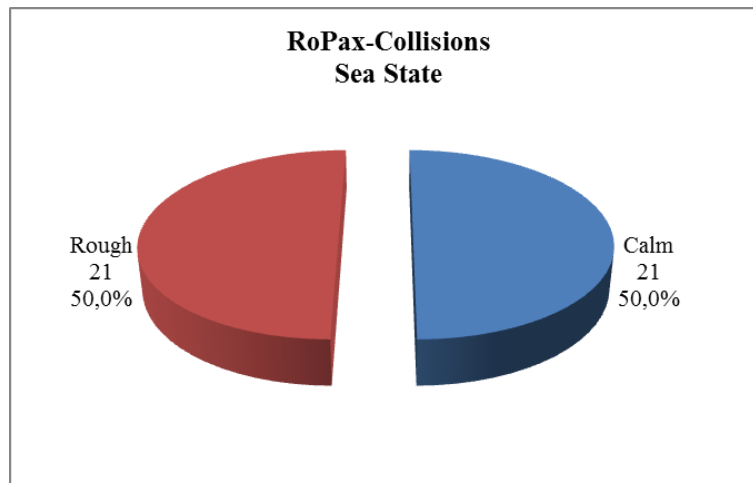
**Διάγραμμα 3.6: Η κατάσταση λειτουργίας κατά τις σοβαρές συγκρούσεις των πλοίων RoPax**

- Η κατάσταση της θάλασσας κατά τη διάρκεια των ατυχημάτων (Sea state)

Στον πίνακα και το διάγραμμα που ακολουθούν εξετάζεται η κατάσταση της θάλασσας για το σύνολο των ατυχημάτων σύγκρουσης πλοίων RoPax, είτε αυτά ήταν struck είτε striking κατά τη σύγκρουση.

Πίνακας 3.7: Η κατάσταση της θάλασσας κατά τις συγκρούσεις των πλοίων RoPax

RoPax Collisions- Sea State	# of incidents
Calm	21
Rough	21
Unknown	64
<b>Total</b>	<b>106</b>



Διάγραμμα 3.7: Η κατάσταση της θάλασσας κατά τις συγκρούσεις των πλοίων RoPax

Σύμφωνα με το παραπάνω διάγραμμα, για ένα μεγάλο ποσοστό ατυχημάτων παραμένει άγνωστη η κατάσταση της θάλασσας τη στιγμή του συμβάντος. Η πληροφορία αυτή είναι γνωστή για 42 μόνο ατυχήματα, με το 50% αυτών να έχουν λάβει χώρα σε ήρεμη θάλασσα και το άλλο 50% σε κυματώδη νερά. Από τα παραπάνω στοιχεία, είναι δύσκολη η εξαγωγή κάποιου συμπεράσματος για το ρόλο που διαδραματίζει η κατάσταση της θάλασσας στην εμφάνιση ατυχημάτων σύγκρουσης.

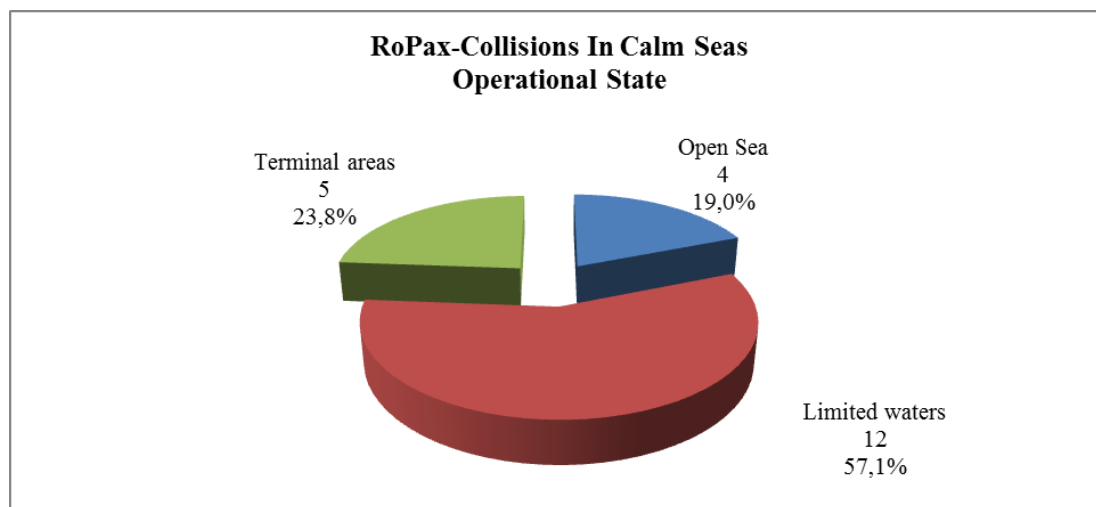
Αξίζει να αναφερθεί ότι, ειδικά στις περιπτώσεις που το Ε/Γ-Ο/Γ υφίσταται τη σύγκρουση (struck), η κατάσταση της θάλασσας είναι γνωστή μόνο σε 11 ατυχήματα (63,6% Calm, 36,4% Rough). Αντίστοιχα, γνωρίζουμε την κατάσταση της θάλασσας για 14 ατυχήματα σύγκρουσης με το πλοίο να είναι striking (28,6% Calm, 71,4% Rough).

- Η κατάσταση της θάλασσας σε συνδυασμό με την περιοχή λειτουργίας των πλοίων κατά τη διάρκεια των ατυχημάτων (Sea state & Operational State)

Εξετάζοντας μεμονωμένα την κατάσταση της θάλασσας κατά τη διάρκεια των ατυχημάτων σύγκρουσης πλοίων RoPax, δεν κατέστη δυνατή η εξαγωγή κάποιου λογικού και χρήσιμου συμπεράσματος. Για το λόγο αυτό, κρίθηκε σκόπιμο να εξεταστεί η περιοχή λειτουργίας των πλοίων που συγκρούστηκαν σε ήρεμη και σε κυματώδη θάλασσα.

Πίνακας 3.8: Η περιοχή λειτουργίας κατά τις συγκρούσεις των RoPax σε ήρεμη θάλασσα

RoPax Collisions In Calm Seas Operational State	# of incidents
Open Sea	4
Limited waters	12
Terminal areas	5
Unknown	0
<b>Total</b>	<b>21</b>

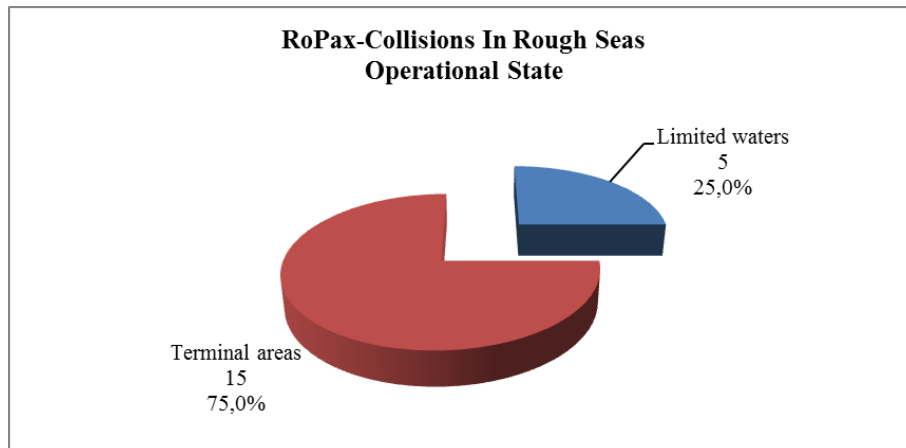


Διάγραμμα 3.8: Η περιοχή λειτουργίας κατά τις συγκρούσεις των RoPax σε ήρεμη θάλασσα

Διαπιστώνουμε ότι σε συνθήκες ηρεμίας, τα περισσότερα ατυχήματα σύγκρουσης εντοπίζονται σε περιοχές περιορισμένων υδάτων (57,1%) , δηλαδή σε ποτάμια, κανάλια ή σε απόσταση μικρότερη των 12 ναυτικών μιλίων από τη στεριά, και ακολουθούν οι συγκρούσεις σε τερματικούς σταθμούς (23,8%) και στην ανοιχτή θάλασσα (19%).

Πίνακας 3.9: Η περιοχή λειτουργίας κατά τις συγκρούσεις των RoPax σε κυματώδη θάλασσα

RoPax Collisions In Rough Seas Operational State	# of incidents
Open Sea	0
Limited waters	5
Terminal areas	15
Unknown	1
<b>Total</b>	<b>21</b>



Διάγραμμα 3.9: Η περιοχή λειτουργίας κατά τις συγκρούσεις των RoPax σε κυματώδη θάλασσα

Σε συνθήκες κυματισμών, τα περισσότερα ατυχήματα σύγκρουσης εντοπίζονται σε τερματικούς σταθμούς (75%) και ακολουθούν οι περιοχές περιορισμένων υδάτων (25%), ενώ κανένα ατύχημα δεν συναντάμε σε ανοιχτή θάλασσα.

Παρατηρώντας συνολικά τα στατιστικά της κατάστασης της θάλασσας σε συνδυασμό με την περιοχή λειτουργίας για τις συγκρούσεις των πλοίων RoPax, διαπιστώνουμε ότι:

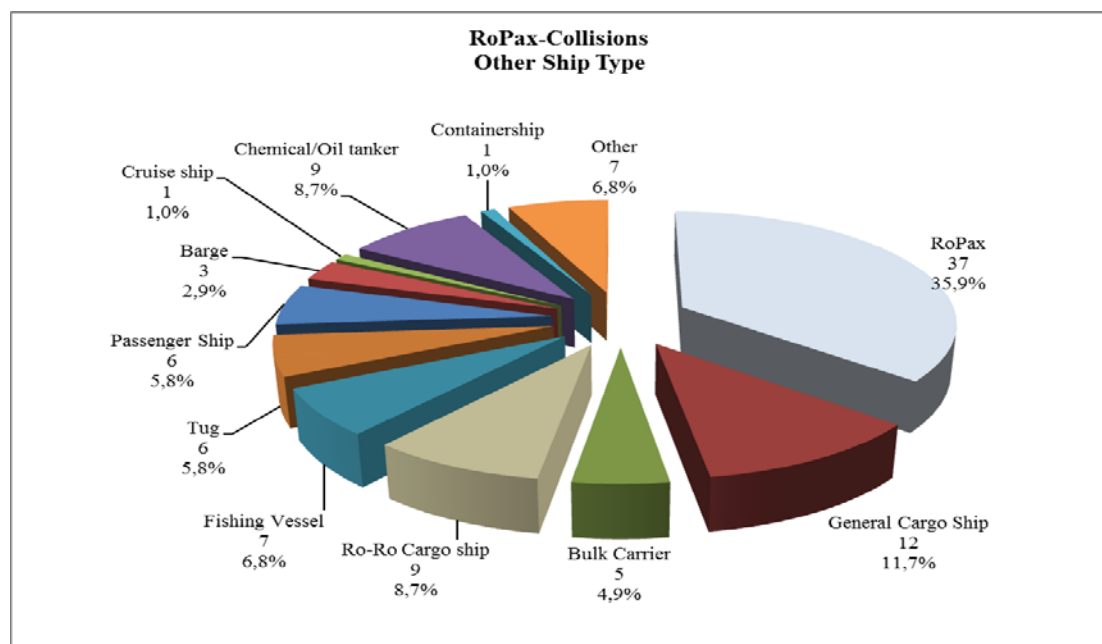
- ✓ Στις τερματικές περιοχές, οι υψηλοί άνεμοι καθιστούν δυσκολότερες τις διαδικασίες προσέγγισης, πρόσδεσης και απόδεσης, με αποτέλεσμα να αυξάνεται η πιθανότητα σύγκρουσης με τα παρακείμενα πλοία.
- ✓ Στην περίπτωση πλεύσης σε περιορισμένα ύδατα, τα περισσότερα ατυχήματα έλαβαν χώρα σε συνθήκες ήρεμης θάλασσας. Το γεγονός αυτό μας ωθεί στο συμπέρασμα ότι οι πιθανότητες σύγκρουσης σε τέτοιες περιοχές δεν αυξάνονται λόγω της θαλασσοταραχής. Άλλωστε, σε κανάλια και ποτάμια, τα οποία συμπεριλαμβάνονται στην κατηγορία των περιορισμένων υδάτων, είναι δύσκολη έως αδύνατη η εμφάνιση ιδιαίτερα υψηλών κυματισμών. Στις περιπτώσεις αυτές ούτε ο άνεμος φαίνεται να προκαλεί πολλά προβλήματα, ίσως επειδή τα πλοία λόγω της ταχύτητας με την οποία κινούνται διατηρούν την ικανότητα πηδαλιουχίας τους.
- ✓ Κατά την πλεύση σε ανοιχτή θάλασσα, τα περισσότερα ατυχήματα συνέβησαν σε κατάσταση ηρεμίας. Κατά συνέπεια, οι αιτίες που προκάλεσαν τα ατυχήματα θα πρέπει να αναζητηθούν σε άλλους παράγοντες (ανθρώπινος παράγοντας, χαμηλή ορατότητα, προβλήματα επικοινωνίας, τεχνικά/μηχανολογικά προβλήματα κλπ).

- Ο τύπος του έτερου πλοίου που ενεπλάκη στη σύγκρουση (Other Ship Type)

Στον πίνακα και το διάγραμμα που ακολουθούν παρουσιάζονται οι τύποι πλοίων που συγκρούστηκαν με τα πλοία RoPax στα 106 συνολικά, υπό μελέτη ατυχήματα.

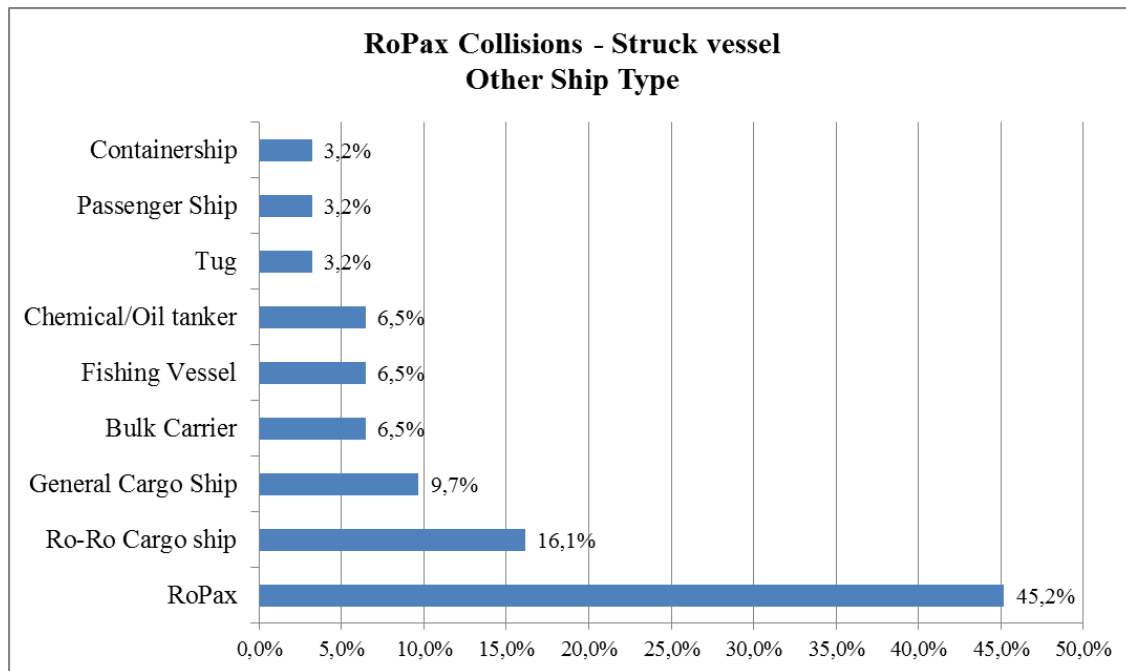
Πίνακας 3.10: Ο τύπος του έτερου πλοίου στις συγκρούσεις των RoPax

RoPax Collisions Other Ship Type	RoPax Ships under investigation			
	Struck	Striking	Unknown	All incidents
RoPax <sup>4</sup>	14	13	10	37
General Cargo Ship	3	2	7	12
Bulk Carrier	2	1	2	5
Ro-Ro Cargo ship	5	0	4	9
Fishing Vessel	2	1	4	7
Tug	1	3	2	6
Passenger Ship	1	2	3	6
Barge	0	2	1	3
Cruise ship	0	1	0	1
Chemical/Oil tanker	2	2	5	9
Containership	1	0	0	1
Other	0	4	3	7
Unknown	0	3	0	3
<b>Total</b>	<b>31</b>	<b>34</b>	<b>41</b>	<b>106</b>



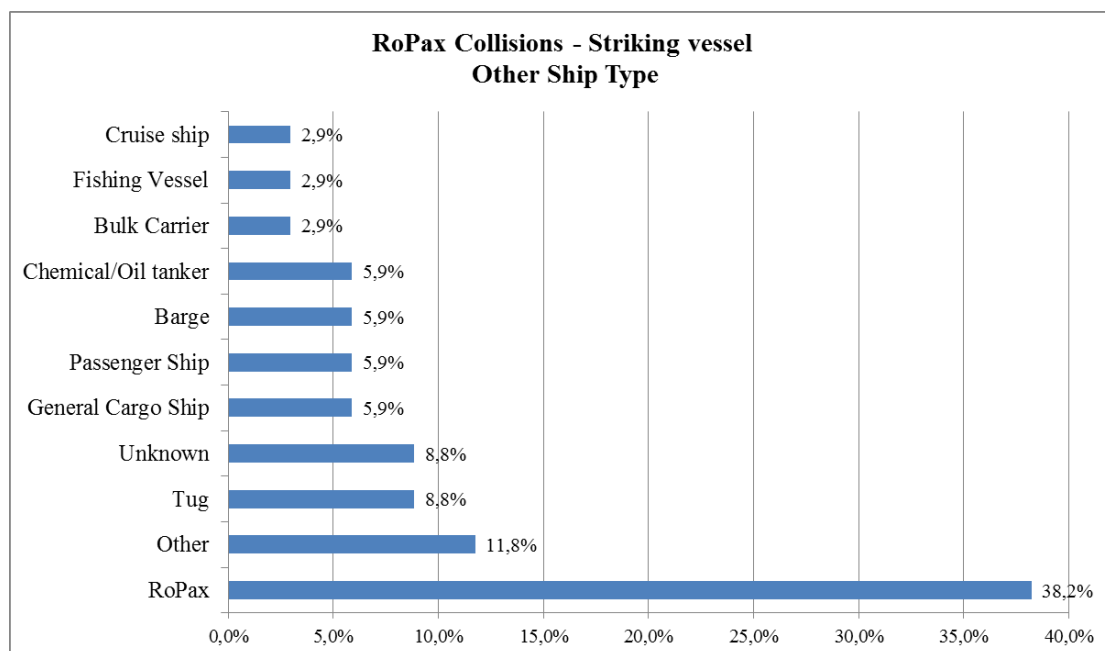
Διάγραμμα 3.10: Ο τύπος του έτερου πλοίου στις συγκρούσεις των RoPax (All incidents)

<sup>4</sup> Το γεγονός ότι το έτερο πλοίο είναι RoPax δεν σημαίνει ότι ανήκει στα υπό εξέταση Επιβατηγά πλοία της βάσης, αφού ενδέχεται να έχει date of build < 1980.



**Διάγραμμα 3.10.1: Ο τύπος του έτερου πλοίου στις συγκρούσεις των Struck RoPax**

Όταν το πλοίο RoPax είναι struck κατά τη σύγκρουση, το 45,2% των συγκρούσεων πραγματοποιήθηκε με RoPax, το 16,1% με πλοία Ro-Ro και το 9,7% αυτών με General Cargo Ships.



**Διάγραμμα 3.10.2: Ο τύπος του έτερου πλοίου στις συγκρούσεις των Striking RoPax**

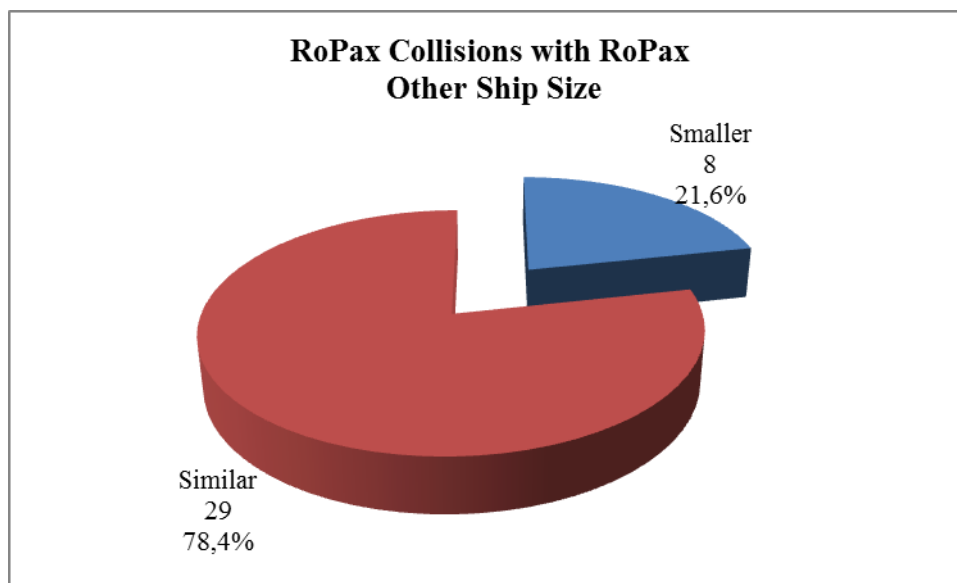
Όταν το πλοίο RoPax είναι striking κατά τη σύγκρουση, το 38,2% των συγκρούσεων πραγματοποιήθηκε και πάλι με RoPax, το 11,8% με άλλα πλοία (LNG, bridgedecker, sailboat & dredger) και το 8,8% των συγκρούσεων με ρυμουλκά.

- Το μέγεθος του έτερου πλοίου δεδομένης της σύγκρουσης με RoPax (Collisions with RoPax vessels – Other Ship’s Size)

Παρατηρώντας το διάγραμμα 3.10, συμπεραίνουμε ότι σε περίπτωση ατυχήματος σύγκρουσης ενός πλοίου RoPax, υπάρχει 35,9% πιθανότητα το έτερο πλοίο να είναι του ίδιου τύπου (RoPax). Κρίνεται ενδιαφέρον να εξετάσουμε το μέγεθος του έτερου πλοίου (Smaller, Similar or Larger), δεδομένου ότι αυτό είναι RoPax.

Πίνακας 3.11: Συγκρούσεις πλοίων RoPax με RoPax – Το μέγεθος του έτερου πλοίου

RoPax Collisions with RoPax – Other Ship’s Size	RoPax Ships under investigation			
	Struck	Striking	Unknown	All incidents
Smaller	3	2	3	8
Similar	11	11	7	29
Larger	0	0	0	0
Total	<b>14</b>	<b>13</b>	<b>10</b>	<b>37</b>



Διάγραμμα 3.11: Συγκρούσεις πλοίων RoPax με RoPax – Το μέγεθος του έτερου πλοίου (All incidents)

Από τα 37 υπό εξέταση πλοία που συγκρούστηκαν με RoPax, το 78,4% συγκρούστηκε με πλοία παρόμοιου μεγέθους και το 21,6% με πλοία μικρότερου μεγέθους.

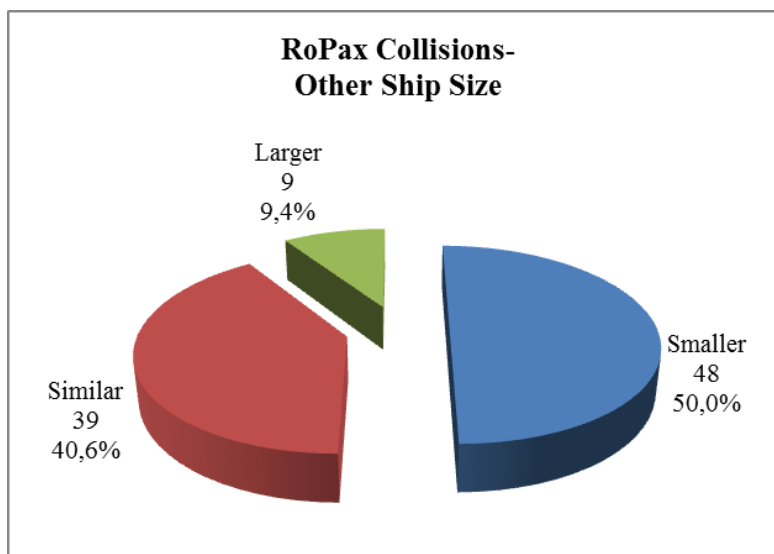
- Το μέγεθος και η κατάσταση λειτουργίας του έτερου πλοίου (**Other Ship's Size & Other Ship's Operating Condition**)

Υπενθυμίζεται ότι η σύγκριση του μεγέθους των πλοίων που συγκρούστηκαν μεταξύ τους έγινε με βάση το ολικό μήκος. Πιο αναλυτικά, έστω ότι το RoPax, του οποίου το ατύχημα εξετάζεται, έχει ολικό μήκος  $L_A$ , τότε το έτερο πλοίο με ολικό μήκος  $L_B$  θα χαρακτηρίζεται:

- Μικρότερο όταν  $L_B \leq 0,8 L_A$
- Παρόμοιου μεγέθους όταν  $0,8 L_A \leq L_B \leq 1,2 L_A$
- Μεγαλύτερο όταν  $1,2 L_A \leq L_B$

Πίνακας 3.12: Το μέγεθος του έτερου πλοίου στις συγκρούσεις των πλοίων RoPax

RoPax Collisions- Other Ship's Size	RoPax Ships under investigation			
	Struck	Striking	Unknown	All incidents
Smaller	11	13	24	48
Similar	16	14	9	39
Larger	4	2	3	9
Unknown	0	5	5	10
<b>Total</b>	<b>31</b>	<b>34</b>	<b>41</b>	<b>106</b>



Διάγραμμα 3.12: Το μέγεθος του έτερου πλοίου στις συγκρούσεις των πλοίων RoPax (All incidents)

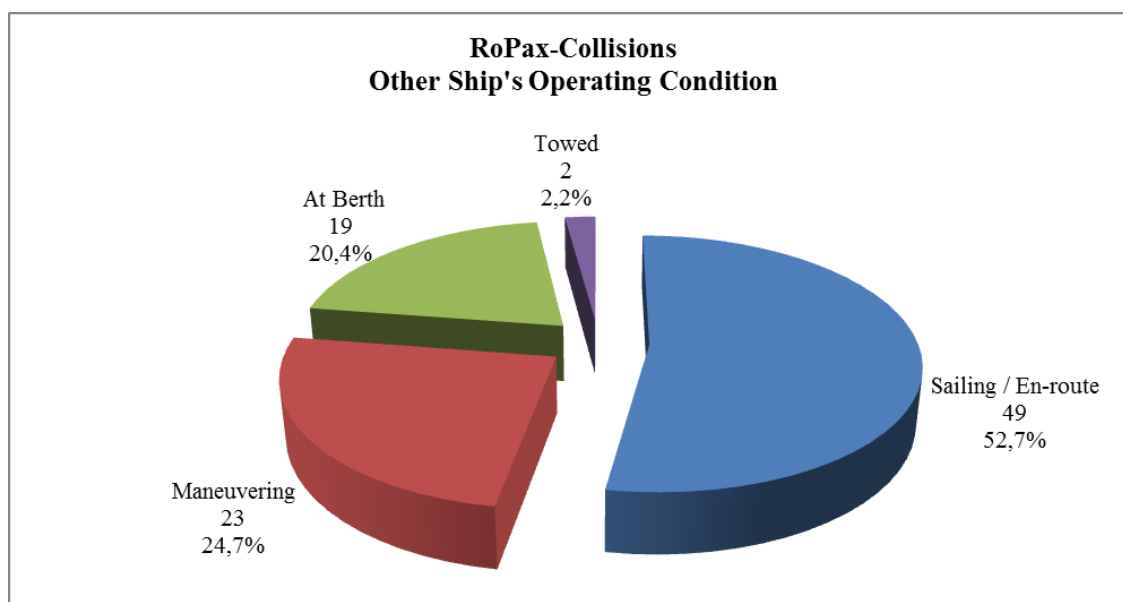
Παρατηρείται ότι στα περισσότερα ατυχήματα, τα RoPax συγκρούστηκαν με πλοία μικρότερα ή παρόμοιου μεγέθους. Επιπλέον, το μικρό ποσοστό που παραμένει αδιευκρίνιστο πιθανότατα εντάσσεται στην κατηγορία των μικρότερων πλοίων (ενδεχομένως καΐκια, ψαράδικα κτλ.) καθώς, γνωρίζοντας τα ονόματα, δεν καταφέραμε να εντοπίσουμε περαιτέρω πληροφορίες (αριθμό IMO, κύριες διαστάσεις) για τα εν λόγω πλοία.



Στον πίνακα 3.13 και το αντίστοιχο διάγραμμα παρουσιάζεται η κατάσταση λειτουργίας των έτερων πλοίων που ενεπλάκησαν στα ατυχήματα σύγκρουσης.

**Πίνακας 3.13: Η κατάσταση λειτουργίας του έτερου πλοίου στις συγκρούσεις των πλοίων RoPax**

RoPax Collisions Other Ship's Operating Condition	RoPax Ships under investigation			
	Struck	Striking	Unknown	All incidents
Sailing / En-route	15	10	24	49
Maneuvering	15	4	4	23
At Berth	1 <sup>5</sup>	13	5	19
Towed	0	2	0	2
Unknown	0	5	8	13
<b>Total</b>	<b>31</b>	<b>34</b>	<b>41</b>	<b>106</b>



**Διάγραμμα 3.13: Η κατάσταση λειτουργίας του έτερου πλοίου στις συγκρούσεις των πλοίων RoPax (All incidents)**

Παρατηρώντας το σύνολο των ατυχημάτων, διαπιστώνουμε ότι τα περισσότερα πλοία ήταν εν πλω κατά τη διάρκεια του ατυχήματος, ενώ ακολουθούν αυτά που βρίσκονταν σε διαδικασίες ελιγμών και αγκυροβολημένα. Υπενθυμίζονται τα αντίστοιχα ποσοστά για την κατάσταση λειτουργίας των πλοίων RoPax (Ship's Operating Condition) κατά τη σύγκρουση, τα οποία παρουσιάστηκαν στο Διάγραμμα 3.6:

- Sailing/En-route 50,5%
- Maneuvering 28,6%
- Berth 21%

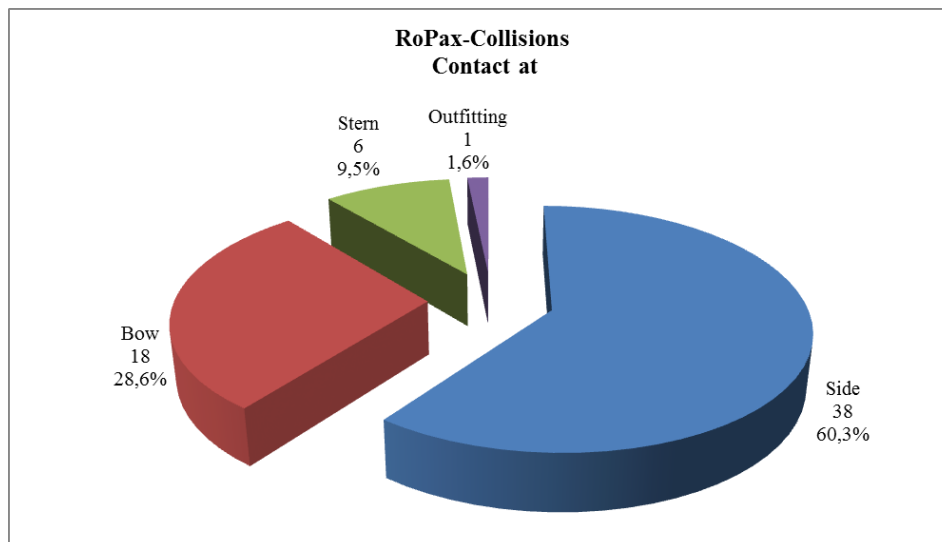
<sup>5</sup> Παρά το ότι βρισκόταν αγκυροβολημένο, το έτερο πλοίο είναι striking (αφού το RoPax είναι struck) αφού προκάλεσε τη σύγκρουση μετά το σπάσιμο των κάβων που το συγκρατούσαν (λόγω καιρού).

- Το σημείο της γάστρας του πλοίου όπου υπήρξε επαφή κατά το ατύχημα (**Hull area in contact with the other vessel**)

Στον πίνακα 3.14 και το αντίστοιχο διάγραμμα, εξετάζεται το σημείο του Ε/Γ-Ο/Γ πλοίου το οποίο ήρθε σε επαφή με το έτερο πλοίο κατά το ατύχημα της σύγκρουσης. Η επαφή ενδέχεται να εντοπίζεται στην πλευρά, στον πυθμένα, στην πλώρη, στην πρύμνη ή στον εξοπλισμό (πηδάλιο, προπέλες).

**Πίνακας 3.14: Η περιοχή της γάστρας που ήρθε σε επαφή κατά τις συγκρούσεις των πλοίων RoPax**

RoPax-Collisions Contact at	RoPax Ships under investigation			
	Struck	Striking	Unknown	All incidents
Side	18	4	16	38
Bottom	0	0	0	0
Bow	2	16	0	18
Stern	3	1	2	6
Outfitting	0	0	1	1
Unclear	8	13	22	43
<b>Total</b>	<b>31</b>	<b>34</b>	<b>41</b>	<b>106</b>



**Διάγραμμα 3.14: Η περιοχή της γάστρας που ήρθε σε επαφή κατά τις συγκρούσεις των πλοίων RoPax (All incidents)**

Εξετάζοντας όλο το δείγμα, παρατηρείται ότι σε περίπτωση ατυχήματος σύγκρουσης, ένα πλοίο RoPax έχει πιθανότητα 60,3% να έρθει πλευρικά σε επαφή με το έτερο πλοίο. Το αμέσως επόμενο πιθανό σημείο επαφής είναι η πλώρη, με πιθανότητα 28,6%, και ακολουθούν η πρύμνη, με πιθανότητα 9,5% και ο εξοπλισμός (πηδάλιο, προπέλα), με πιθανότητα 1,6%.

Όταν το RoPax δέχεται τη σύγκρουση (struck), υπάρχει πιθανότητα 78,3% η επαφή να είναι στην πλευρά, ενώ όταν το RoPax προκαλεί τη σύγκρουση (striking), η επαφή είναι στην πλώρη με πιθανότητα 76,2%.

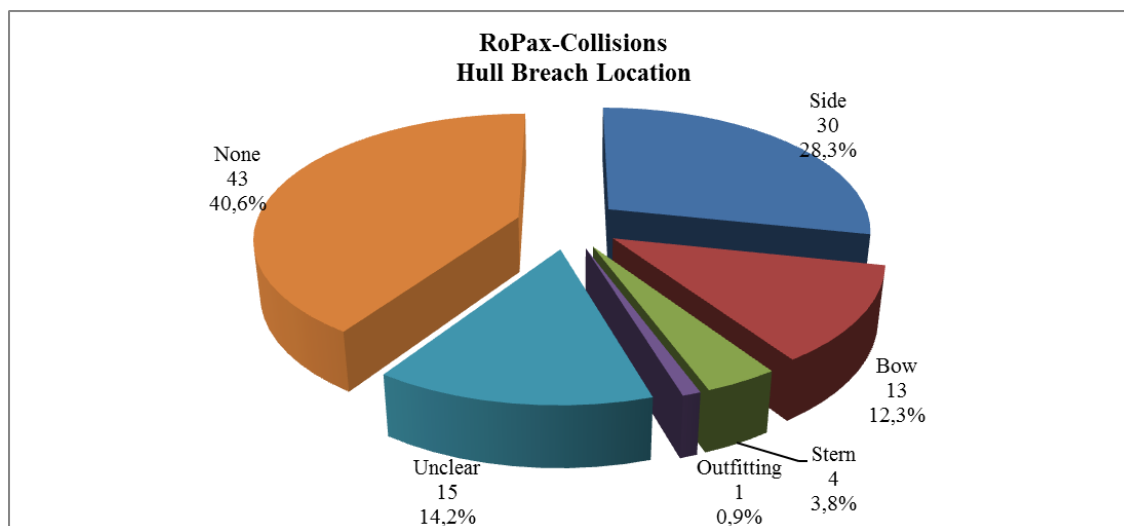
- **Η δημιουργία και η θέση του ρήγματος (Hull Breach Location)**

Μία σύγκρουση επιφέρει, συνήθως, τη δημιουργία ρηγμάτων στη γάστρα του πλοίου ή, σε περίπτωση ήπιων περιστατικών, βαθουλώματα, εκδορές και επιφανειακές ζημιές, βλάβες τις οποίες θεωρούμε μικρότερης σημασίας, καθώς δεν απειλούν την υδατοστεγή ακεραιότητα του πλοίου. Στον πίνακα 3.15 και το αντίστοιχο διάγραμμα, τα οποία ακολουθούν, εξετάζεται η θέση των ρηγμάτων που προκλήθηκαν στα πλοία RoPax από τα ατυχήματα σύγκρουσης.

**Πίνακας 3.15: Η θέση του ρήγματος κατά τις συγκρούσεις των πλοίων RoPax**

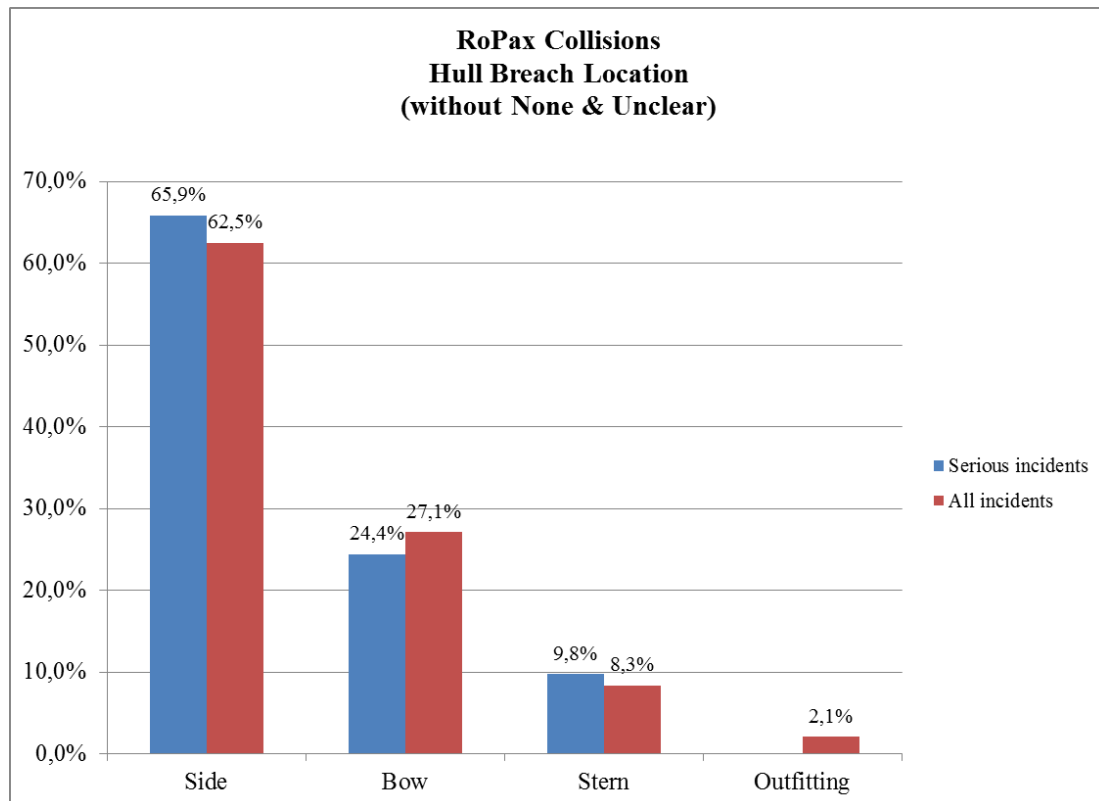
<b>RoPax-Collisions Hull Breach Location</b>	<b>Serious incidents</b>	<b>All incidents</b>
Side	27	30
Bottom	0	0
Bow	10	13
Stern	4	4
Outfitting	0	1
Unclear	12	15
None	19	43
<b>Total</b>	<b>72</b>	<b>106</b>

Παρατηρούμε ότι κάποια ατυχήματα έχουν χαρακτηριστεί ως “not serious”, παρά το γεγονός ότι στάθηκαν αιτία δημιουργίας ρήγματος στη γάστρα του πλοίου. Σε αυτές τις περιπτώσεις, το ρήγμα είναι μικρής έκτασης, εντοπίζεται πάνω από την ίσαλο ενώ αναφέρεται, επίσης, ότι δεν υπήρξαν ανθρώπινες απώλειες ή θαλάσσια ρύπανση.



**Διάγραμμα 3.15: Η θέση του ρήγματος κατά τις συγκρούσεις των πλοίων RoPax (All incidents)**

Παρατηρείται ότι σε μεγάλο ποσοστό των ατυχημάτων σύγκρουσης που μελετήθηκαν δεν υπήρξε ρήγμα ως αποτέλεσμα της σύγκρουσης (None - 40,6%). Το 14,2% των ατυχημάτων χαρακτηρίζεται ως Unclear. Από τα ατυχήματα αυτά, σε ένα γνωρίζουμε ότι υπήρξε ρήγμα αλλά παραμένει άγνωστη η θέση του, ενώ για τα υπόλοιπα 14 δεν υπάρχει κανένα στοιχείο (ούτε για την ύπαρξη ή μη ρήγματος αλλά ούτε και για τη θέση αυτού).



**Διάγραμμα 3.16: Η θέση του ρήγματος κατά τις συγκρούσεις των πλοίων RoPax**

Λαμβάνοντας υπόψη το σύνολο των συγκρούσεων στις οποίες η θέση των ρηγμάτων είναι γνωστή, παρατηρείται ότι το 62,5% των ρηγμάτων εμφανίζεται στην πλευρά του πλοίου και, ακολούθως, το 27,1% στην πλώρη. Τα αποτελέσματα αυτά ήταν αναμενόμενα, αφού κατά τη διάρκεια μιας σύγκρουσης, συνήθως, η πλώρη του πλοίου που προκαλεί τη σύγκρουση (striking) έρχεται σε επαφή με την πλευρά του πλοίου που δέχεται τη σύγκρουση (struck). Ακολουθεί το 8,3% των ρηγμάτων στην περιοχή της πρύμνης και μόλις το 2,1% στον εξοπλισμό.

Αν αγνοήσουμε τα μη σοβαρά περιστατικά, το 65,9% των ρηγμάτων εντοπίζεται στην πλευρά του πλοίου και ακολούθως το 27,1% στην πλώρη. Ακολουθεί το 9,8% των ρηγμάτων, το οποίο εμφανίζεται στην πρύμνη, ενώ κανένα σοβαρό ατύχημα δεν προκάλεσε βλάβη στην προπέλα ή το πηδάλιο (outfitting).

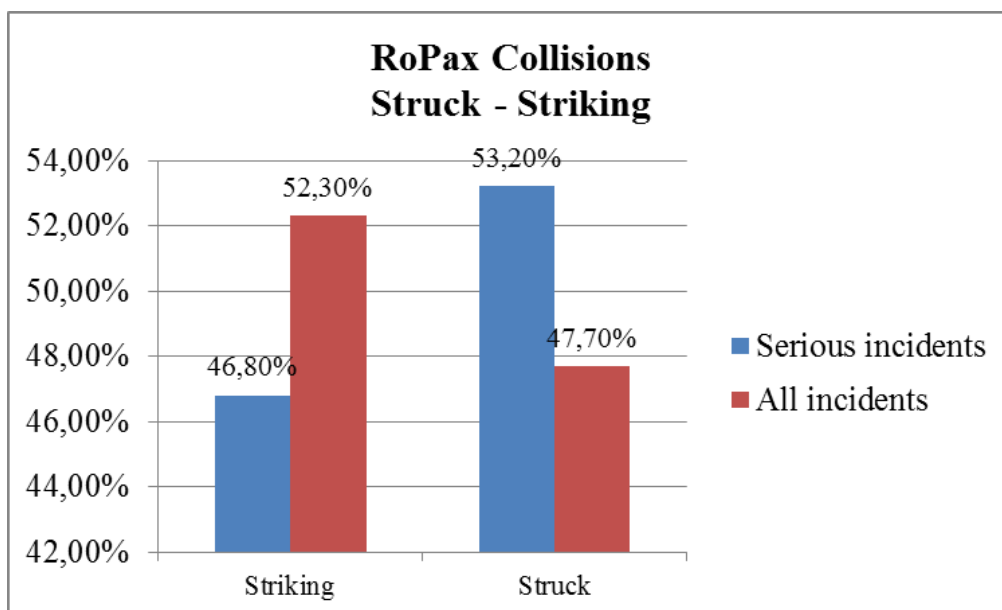
- **Η θέση του ρήγματος σε συνδυασμό με το αν το πλοίο «χτύπησε» ή «χτυπήθηκε» κατά τη σύγκρουση (Struck-Striking information & Hull Breach Location)**

Από τις 106 συνολικά περιπτώσεις σύγκρουσης που εξετάζουμε, μόλις στις 65 γνωρίζουμε με βεβαιότητα αν το πλοίο «χτύπησε» ή «χτυπήθηκε», δηλαδή αν προκάλεσε ή δέχτηκε τη σύγκρουση, κατά τη διάρκεια του ατυχήματος, ενώ στα 41 ατυχήματα που υπολείπονται, η πληροφορία αυτή παραμένει άγνωστη.

Στον πίνακα και το διάγραμμα που ακολουθούν, κρίνεται σκόπιμο να παρουσιαστεί η ίδια πληροφορία και για τα σοβαρά ατυχήματα σύγκρουσης.

**Πίνακας 3.17: Struck-Striking RoPax κατά τη σύγκρουση**

<b>RoPax Collisions Struck-Striking</b>	<b>Serious incidents</b>	<b>All incidents</b>
Striking	22	34
Struck	25	31
Unknown	25	41
<b>Total</b>	<b>72</b>	<b>106</b>



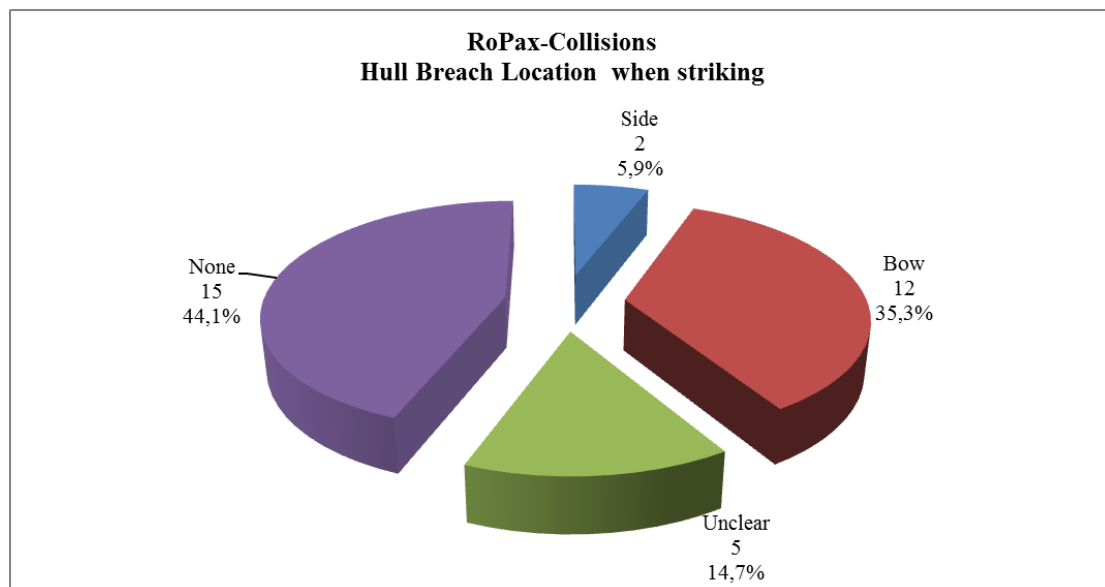
**Διάγραμμα 3.17: Struck-Striking RoPax κατά τη σύγκρουση**

Εξετάζοντας το σύνολο των ατυχημάτων, παρατηρείται ότι το μεγαλύτερο ποσοστό των RoPax (52,3%) είναι αυτό που προκάλεσε τη σύγκρουση (Striking). Ωστόσο, αν λάβουμε υπόψη μόνο τα σοβαρά ατυχήματα, μεγαλύτερο είναι το ποσοστό των πλοίων που δέχτηκαν τη σύγκρουση (Struck-53,2%). Επειδή το δείγμα είναι σχετικά μικρό, είναι λογικό να υποθέσουμε ότι η κατανομή Struck/Striking προσεγγίζει το 50%.

Στο σημείο αυτό, κρίνεται ενδιαφέρον να συνδέσουμε την παραπάνω πληροφορία με τη θέση του ρήγματος (Hull Breach Location) στην περίπτωση των πλοίων που είναι striking και ακολούθως, struck κατά τη σύγκρουση.

**Πίνακας 3.18: Η θέση του ρήγματος για RoPax που είναι striking κατά τη σύγκρουση**

RoPax Collisions- Hull Breach Location when striking	Serious incidents	All incidents
Side	2	2
Bottom	0	0
Bow	10	12
Stern	0	0
Outfitting	0	0
Unclear	4	5
None	6	15
<b>Total</b>	<b>22</b>	<b>34</b>



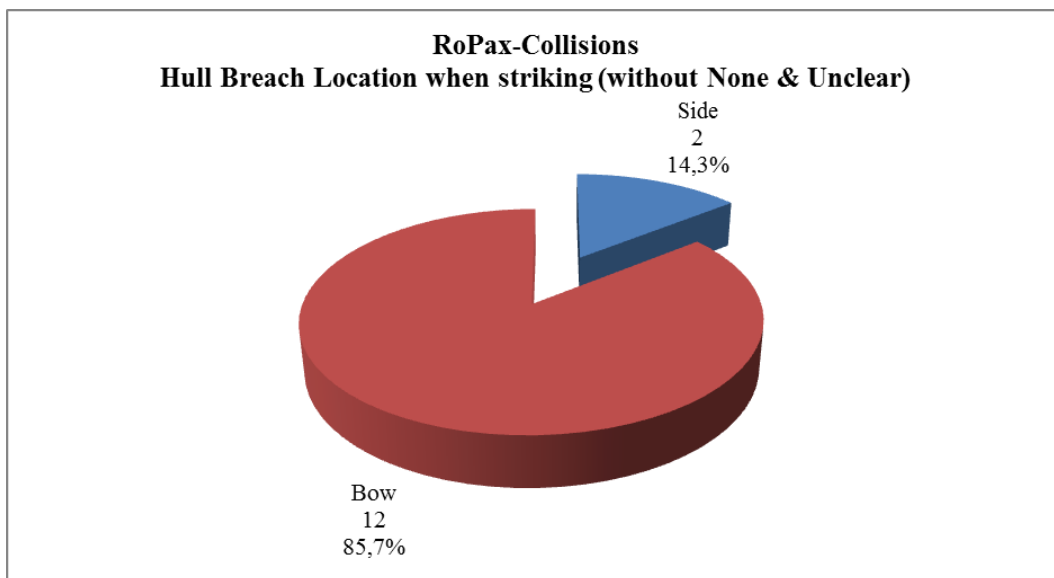
**Διάγραμμα 3.18: Η θέση του ρήγματος για RoPax που είναι striking κατά τη σύγκρουση (All incidents)**

Τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται στον πίνακα και στο διάγραμμα 3.18 επιβεβαιώνουν ότι, όταν ένα πλοίο προκαλέσει τη σύγκρουση (striking) και δημιουργηθεί ρήγμα σε αυτό, πιθανότατα θα εντοπιστεί στην περιοχή της πλώρης.

Σε περίπτωση που εξετάσουμε μόνο τα 22 σοβαρά ατυχήματα σύγκρουσης, στα οποία το RoPax είναι striking, τα ποσοστά του παραπάνω διαγράμματος διαμορφώνονται ως εξής:

- Bow: 45,5%
- Side: 9,1%
- Unclear: 18,2%
- None: 27,3%

Εξετάζοντας το σύνολο των ατυχημάτων, αν αγνοήσουμε τις 15 περιπτώσεις στις οποίες δε δημιουργήθηκε ρήγμα (None), καθώς και τα 5 αδιευκρίνιστα ατυχήματα (Unclear), το ποσοστό των προωαίων ρηγμάτων (bow damages) προκύπτει 85,7%, όπως φαίνεται στο διάγραμμα 3.19.



Διάγραμμα 3.19: Η θέση του ρήγματος για RoPax που είναι striking κατά τη σύγκρουση (All incidents)

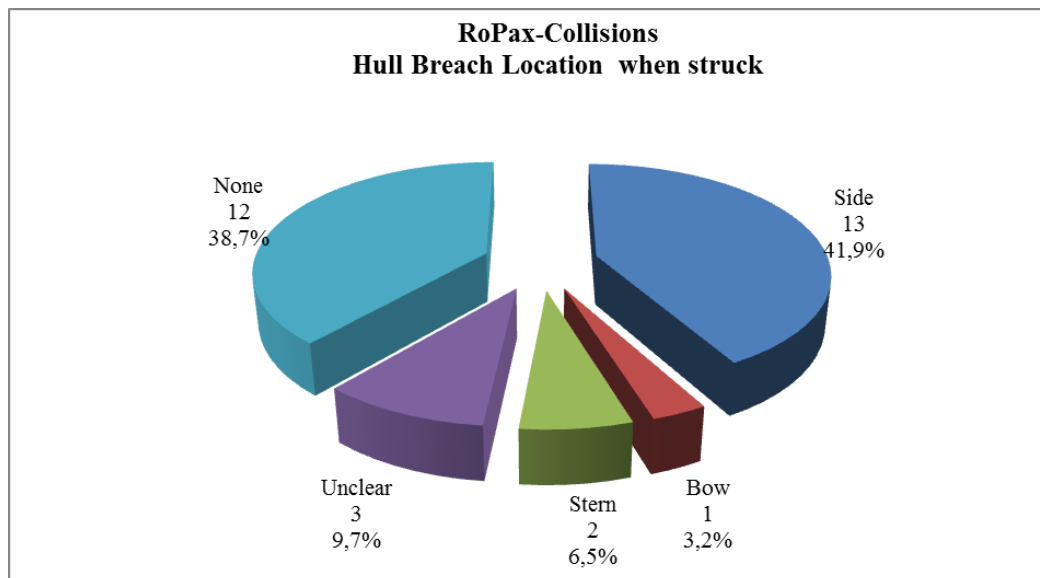
Η πληροφορία που θα έδινε το παραπάνω διάγραμμα, αν αναφερόταν μόνο στα σοβαρά ατυχήματα σύγκρουσης, θα ήταν:

- Bow: 83,3% (10 περιπτώσεις)
- Side: 16,7% (2 περιπτώσεις).

Θα εξεταστεί τώρα η θέση του ρήγματος στην περίπτωση των πλοίων που δέχτηκαν τη σύγκρουση (struck) κατά το συμβάν. Υπενθυμίζεται ότι, σύμφωνα με τον πίνακα 3.17, υπάρχουν συνολικά 31 πλοία RoPax που είναι struck κατά τη σύγκρουση και τα στοιχεία που διαθέτουμε για τα ρήγματά τους συνοψίζονται στον πίνακα και το διάγραμμα 3.20.

**Πίνακας 3.20: Η θέση του ρήγματος για RoPax που είναι struck κατά τη σύγκρουση**

<b>RoPax Collisions- Hull Breach Location when struck</b>	<b>Serious incidents</b>	<b>All incidents</b>
Side	13	13
Bottom	0	0
Bow	0	1
Stern	2	2
Outfitting	0	0
Unclear	3	3
None	7	12
<b>Total</b>	<b>25</b>	<b>31</b>



**Διάγραμμα 3.20: Η θέση του ρήγματος για RoPax που είναι struck κατά τη σύγκρουση (All incidents)**

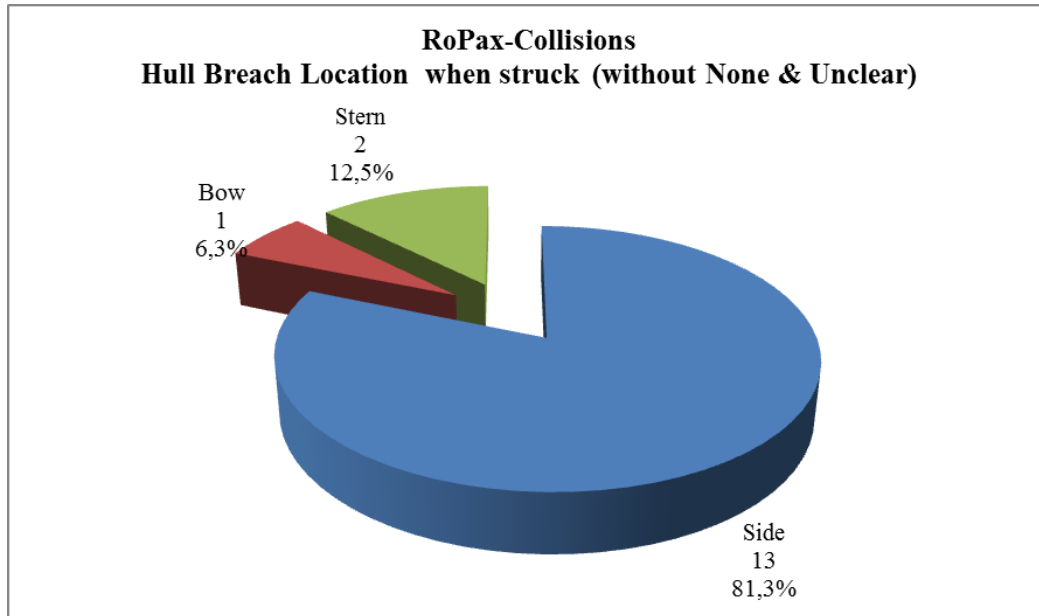
Τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται στον πίνακα και στο διάγραμμα 3.20 επιβεβαιώνουν πως όταν ένα πλοίο είναι struck κατά τη σύγκρουση και δημιουργηθεί ρήγμα σε αυτό, αυτό είναι πιθανότερο να είναι πλευρικό.

Σε περίπτωση που εξετάσουμε μόνο τα 25 σοβαρά ατυχήματα σύγκρουσης, στα οποία το RoPax είναι struck, τα ποσοστά του παραπάνω διαγράμματος διαμορφώνονται ως εξής:

- Side: 52%
- Stern: 8%
- Unclear: 12%
- None: 28%



Εξετάζοντας το σύνολο των ατυχημάτων, αν αγνοήσουμε τις 12 περιπτώσεις στις οποίες δε δημιουργήθηκε ρήγμα (None), καθώς και τα 3 αδιευκρίνιστα ατυχήματα (Unclear), το ποσοστό των πλευρικών ρηγμάτων ανέρχεται στο 81,3%, όπως φαίνεται στο διάγραμμα 3.18.



Διάγραμμα 3.21: Η θέση του ρήγματος για RoPax που είναι struck κατά τη σύγκρουση (All incidents)

Η πληροφορία που θα έδινε το παραπάνω διάγραμμα, αν αναφερόταν μόνο στα σοβαρά ατυχήματα σύγκρουσης πλοίων RoPax, θα ήταν:

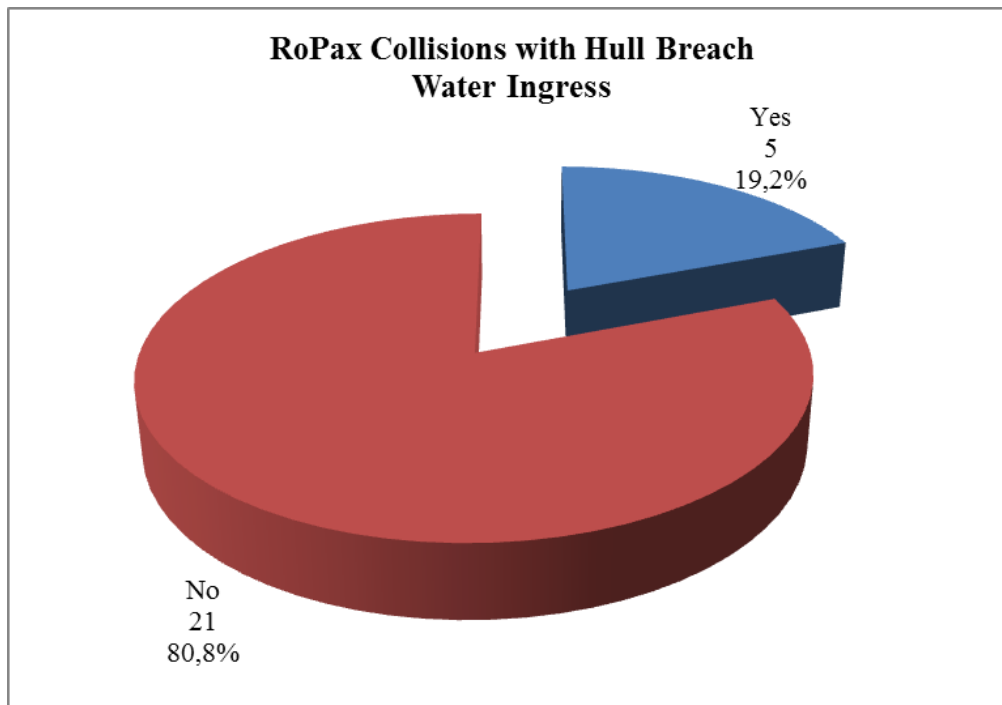
- Side: 86,7% (13 περιπτώσεις)
- Stern: 13,3% (2 περιπτώσεις).

- **Εισροή υδάτων (Water Ingress)**

Υπενθυμίζεται ότι σε 49 από τα συνολικά 106 ατυχήματα σύγκρουσης πλοίων RoPax δημιουργήθηκε ρήγμα στο εξωτερικό περίβλημα του πλοίου. Για τα ατυχήματα αυτά, κρίνεται σκόπιμο να εξεταστεί αν υπήρξε εισροή υδάτων μετά το συμβάν.

**Πίνακας 3.22: Εισροή υδάτων σε συγκρούσεις RoPax με δημιουργία ρήγματος**

<b>RoPax Collisions with Hull Breach- Water Ingress</b>	<b># of incidents</b>
Yes	5
No	21
Unknown	23
<b>Total</b>	<b>49</b>



**Διάγραμμα 3.22: Εισροή υδάτων σε συγκρούσεις RoPax με δημιουργία ρήγματος**

Παρατηρείται ότι, μόνο στο 19,2% των ατυχημάτων σύγκρουσης με δημιουργία ρήγματος υπήρξε εισροή υδάτων. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι, όπως και σε όλα τα προηγούμενα διαγράμματα, τα ατυχήματα για τα οποία δεν υπάρχει η πληροφορία (Unknown) αγνοούνται κατά τον υπολογισμό των ποσοστών.

Αν λάβουμε υπόψη μόνο τις σοβαρές συγκρούσεις πλοίων RoPax (Serious incidents), κατά τις οποίες δημιουργήθηκε ρήγμα, τα ποσοστά του παραπάνω διαγράμματος διαμορφώνονται ως εξής:

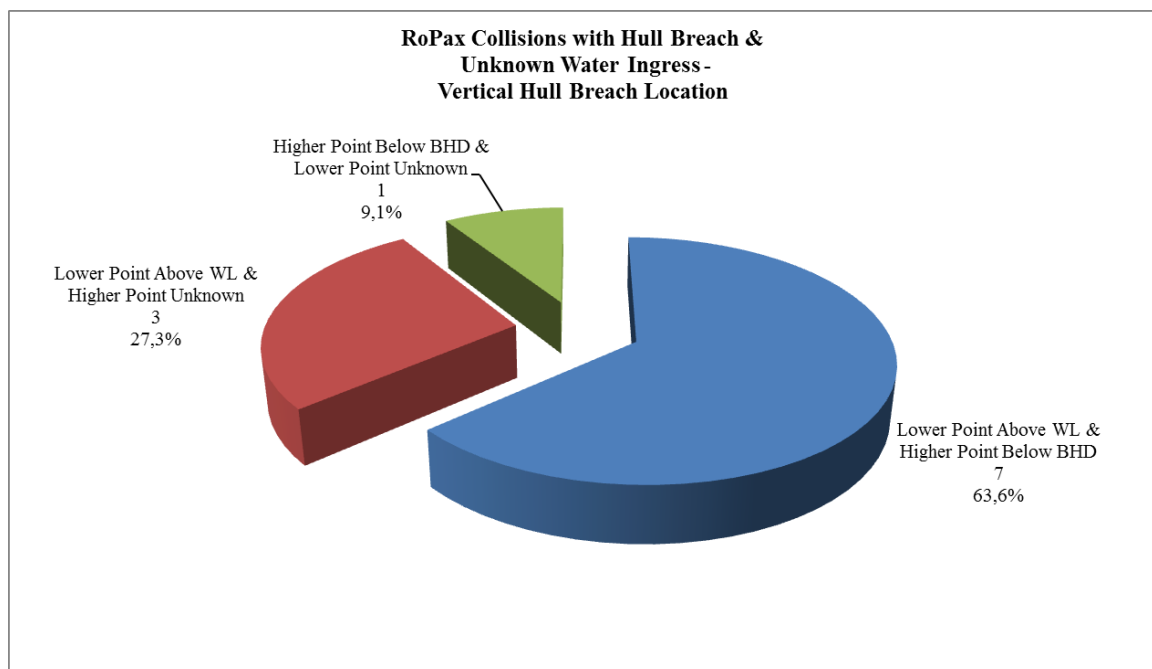
- Yes: 20,8% (5 ατυχήματα)
- No: 79,2% (19 ατυχήματα).

- Η καθ' ύψος θέση του ρήγματος στις περιπτώσεις που είναι άγνωστη η πληροφορία για την εισροή υδάτων (Vertical Hull Breach Location in case of unknown Water Ingress)

Κρίνεται σκόπιμο να μελετήσουμε την καθ' ύψος θέση του ρήγματος όταν δεν γνωρίζουμε αν υπήρξε εισροή υδάτων κατά το ατύχημα. Πιο συγκεκριμένα, εξετάζεται η θέση του κατώτερου σημείου του ρήγματος σε σχέση με την ίσαλο γραμμή (Above WL or Unknown WL) και η θέση του ανώτερου σημείου του ρήγματος σε σχέση με το bulkhead deck (Above BHD, Below BHD or Unknown BHD).

Πίνακας 3.23: Η καθ' ύψος θέση του ρήγματος σε συγκρούσεις RoPax με άγνωστη την εισροή υδάτων

RoPax Collisions with Hull Breach & Unknown Water Ingress – Vertical Hull Breach Location	# of incidents
Higher Point Above BHD	0
Lower Point Above WL & Higher Point Below BHD	7
Lower Point Above WL & Higher Point Unknown	3
Higher Point Below BHD & Lower Point Unknown	1
Both Points Unknown	12
<b>Total</b>	<b>23</b>



Διάγραμμα 3.23: Η καθ' ύψος θέση του ρήγματος σε συγκρούσεις RoPax με άγνωστη την εισροή υδάτων

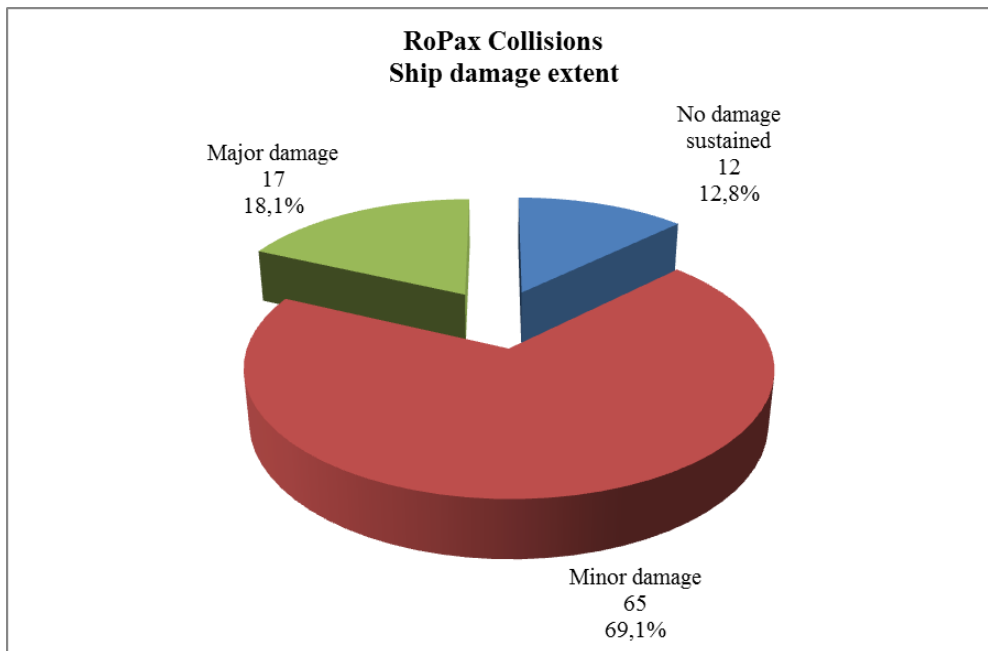
- **Η έκταση της βλάβης (Ship damage extent)**

Σύμφωνα με τις πρωτογενείς πληροφορίες που περιέχονται στη βάση για κάθε ατύχημα, χαρακτηρίζεται η έκταση της βλάβης που προκλήθηκε στο πλοίο. Οι εκφράσεις που περιέχονται στον πίνακα 3.24 έχουν διατηρηθεί ακέραιες από το κείμενο που περιγράφει το ατύχημα στη βάση και προέρχεται από τη Seaweb (IHS Fairplay). Σε αυτό το σημείο κρίνεται σκόπιμη η σύντομη επεξήγηση των εν λόγω εκφράσεων:

- “No damage sustained”: Όταν, στην περιγραφή του ατυχήματος, αναφέρεται ότι δεν εντοπίστηκαν βλάβες κατά την επιθεώρηση.
- “Minor damage”: Όταν, στην περιγραφή του ατυχήματος, αναφέρεται ότι το πλοίο υπέστη μικρής έκτασης βλάβη, η οποία μπορεί να περιλαμβάνει βαθουλώματα, επιφανειακές ζημιές, cracks ή μικρά ρήγματα, που δεν καθιστούν το πλοίο μη αξιόπλοο. Σε αυτές τις περιπτώσεις το πλοίο επιθεωρείται και, συνήθως, συνεχίζει το ταξίδι του.
- “Major damage”: Όταν, στην περιγραφή του ατυχήματος, αναφέρεται ότι το πλοίο υπέστη σημαντικής έκτασης βλάβη. Χαρακτηριστικά παραδείγματα αποτελούν οι βλάβες στην προπέλα ή το πηδάλιο, καθώς και τα ρήγματα μεγάλου μήκους ή επιφάνειας, με αποτέλεσμα την εισροή υδάτων. Σε αυτές τις περιπτώσεις το πλοίο τίθεται εκτός υπηρεσίας και επισκευάζεται άμεσα.
- “Total loss”: Σε περίπτωση ολικής απώλειας του πλοίου.
- “Break up”: Όταν η εκτεταμένη βλάβη του πλοίου επιβάλλει τη διάλυσή του (scrap) μετά το ατύχημα.
- “Unknown”: Σε περιπτώσεις που δεν αναφέρεται η έκταση της βλάβης που υπέστη το πλοίο, ούτε υπάρχουν επαρκή στοιχεία για να την υποθέσουμε.

**Πίνακας 3.24: Η έκταση της βλάβης στις συγκρούσεις των RoPax**

<b>RoPax Collisions Ship damage extent</b>	<b># of incidents</b>
No damage sustained	12
Minor damage	65
Major damage	17
Total Loss	0
Break up	0
Unknown	12
<b>Total</b>	<b>106</b>



Διάγραμμα 3.24: Η έκταση της βλάβης στις συγκρούσεις των RoPax

- **Ολικές απώλειες πλοίων και ανθρώπινες απώλειες (Total losses & Fatalities)**

Στα 106 υπό μελέτη ατυχήματα σύγκρουσης πλοίων RoPax δεν υπήρξε καμία ολική απώλεια πλοίου, αλλά ούτε και ανθρώπινες απώλειες (συμπεριλαμβανομένων και των αγνοουμένων).

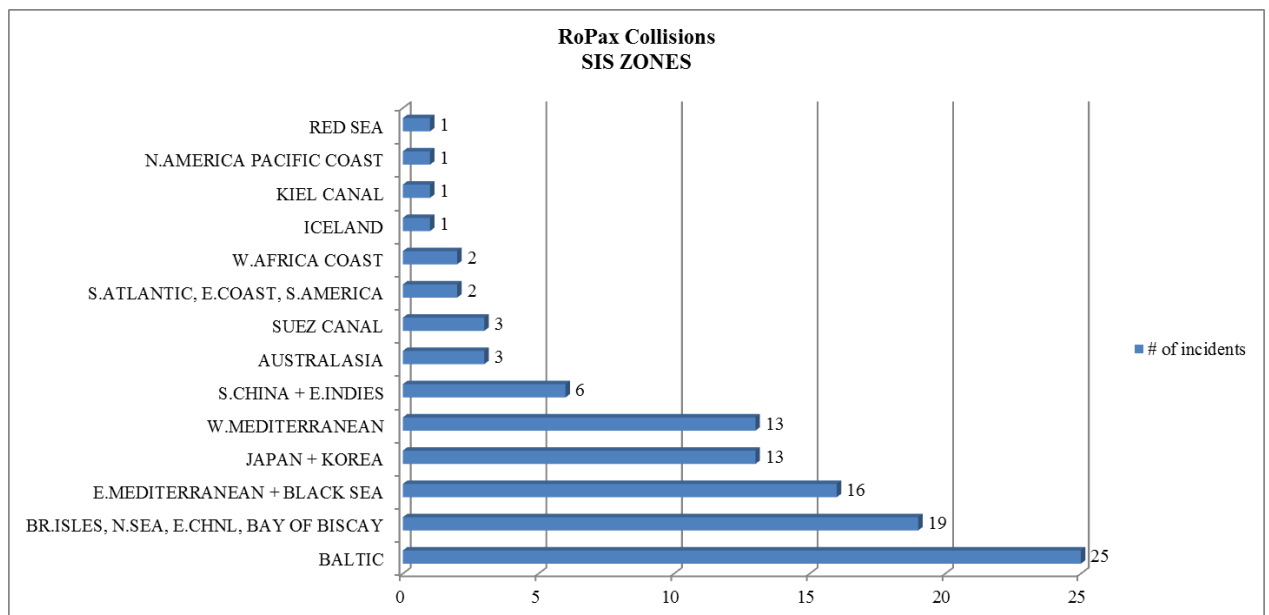
Στο σύνολο των ατυχημάτων εντοπίζεται μόνο ένα ανθρώπινο θύμα, όταν κατά τη σύγκρουση ενός Επιβατηγού-Οχηματαγωγού με αλιευτικό σκάφος, το πλήρωμα του αλιευτικού αναγκάστηκε να προβεί σε εσπευσμένη εγκατάλειψη του σκάφους, με αποτέλεσμα τον τραγικό θάνατο ενός ατόμου.

- Τοποθεσία των ατυχημάτων (SIS ZONES)

Στη συνέχεια εξετάζεται η τοποθεσία όλων των ατυχημάτων σύγκρουσης πλοίων RoPax.

Πίνακας 3.25: Οι SIS Zones όπου συνέβησαν οι συγκρούσεις των πλοίων RoPax

RoPax Collisions SIS ZONES	# of incidents	percentage
BALTIC	25	23,6%
BR.ISLES, N.SEA, E.CHNL, BAY OF BISCAY	19	17,9%
E.MEDITERRANEAN + BLACK SEA	16	15,1%
JAPAN + KOREA	13	12,3%
W.MEDITERRANEAN	13	12,3%
S.CHINA + E.INDIES	6	5,7%
AUSTRALASIA	3	2,8%
SUEZ CANAL	3	2,8%
S.ATLANTIC, E.COAST, S.AMERICA	2	1,9%
W.AFRICA COAST	2	1,9%
ICELAND	1	0,9%
KIEL CANAL	1	0,9%
N.AMERICA PACIFIC COAST	1	0,9%
RED SEA	1	0,9%
<b>Total</b>	<b>106</b>	<b>100,0%</b>



Διάγραμμα 3.25: Οι SIS Zones όπου συνέβησαν οι συγκρούσεις των πλοίων RoPax

Σύμφωνα με τα παραπάνω στοιχεία, μέγιστο πλήθος ατυχημάτων σύγκρουσης πλοίων RoPax παρατηρείται στην περιοχή της Βαλτικής. Αν αθροίσουμε βέβαια τα ατυχήματα της Δυτικής και Ανατολικής Μεσογείου και του Εύξεινου Πόντου ανέρχονται σε 29 που αντιστοιχεί στο 27,4%

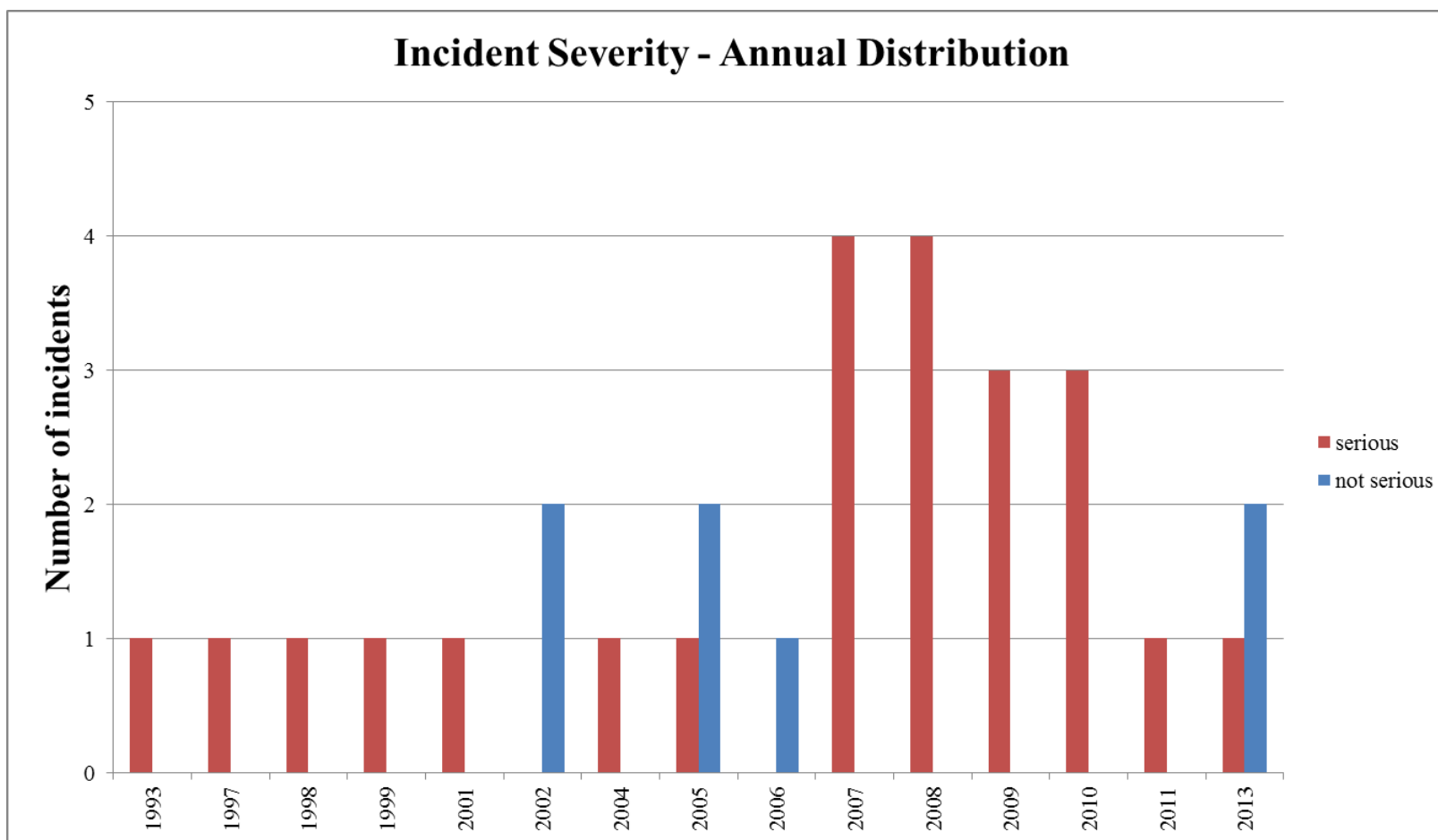
### 3.2 Ανάλυση ατυχημάτων σύγκρουσης κρουαζιερόπλοιων (Cruise Collisions)

Στη βάση δεδομένων που αναπτύχθηκε για την παρούσα εργασία, περιλαμβάνονται συνολικά 136 ατυχήματα σύγκρουσης, εκ των οποίων τα 30 έχουν συμβεί σε κρουαζιερόπλοια. Πιο συγκεκριμένα, τα 27 έχουν συμβεί σε κρουαζιερόπλοια και τα υπόλοιπα 3 σε επιβατηγά, παρ' όλα αυτά στη συνέχεια θα αναφερόμαστε στο σύνολο αυτών των ατυχημάτων θεωρώντας ότι ο όρος κρουαζιερόπλοια περιλαμβάνει και τα δύο είδη πλοίων. Τα ατυχήματα αυτά χρονολογούνται από το 1993 έως το 2013 και στον πίνακα που ακολουθεί μπορούμε να παρατηρήσουμε το πλήθος αλλά και το ποσοστό σοβαρών και μη σοβαρών καταγεγραμμένων ατυχημάτων ανά έτος.

Πίνακας 3.26: Το πλήθος σοβαρών και μη σοβαρών ατυχημάτων σύγκρουσης κρουαζιερόπλοιων ανά έτος

Incident Severity- Annual Distribution	# of incidents		percentage	
	serious	not serious	serious	not serious
1993	1	0	100,0%	0,0%
1997	1	0	100,0%	0,0%
1998	1	0	100,0%	0,0%
1999	1	0	100,0%	0,0%
2001	1	0	100,0%	0,0%
2002	0	2	0,0%	100,0%
2004	1	0	100,0%	0,0%
2005	1	2	33,3%	66,7%
2006	0	1	0,0%	100,0%
2007	4	0	100,0%	0,0%
2008	4	0	100,0%	0,0%
2009	3	0	100,0%	0,0%
2010	3	0	100,0%	0,0%
2011	1	0	100,0%	0,0%
2013	1	2	33,3%	66,7%
<b>Total</b>	<b>23</b>	<b>7</b>	<b>76,7%</b>	<b>23,3%</b>

Υπενθυμίζεται ότι στην παρούσα στατιστική ανάλυση δεν έχουν συμπεριληφθεί ατυχήματα πλοίων χτισμένων πριν το 1980. Επιπλέον, υπάρχει πιθανότητα να μην είναι συστηματική η καταγραφή των μη σοβαρών περιστατικών. Συνεπώς, οδηγούμαστε στο συμπέρασμα ότι ο συνολικός αριθμός ατυχημάτων σύγκρουσης κρουαζιερόπλοιων ανά έτος ενδέχεται να είναι μεγαλύτερος.



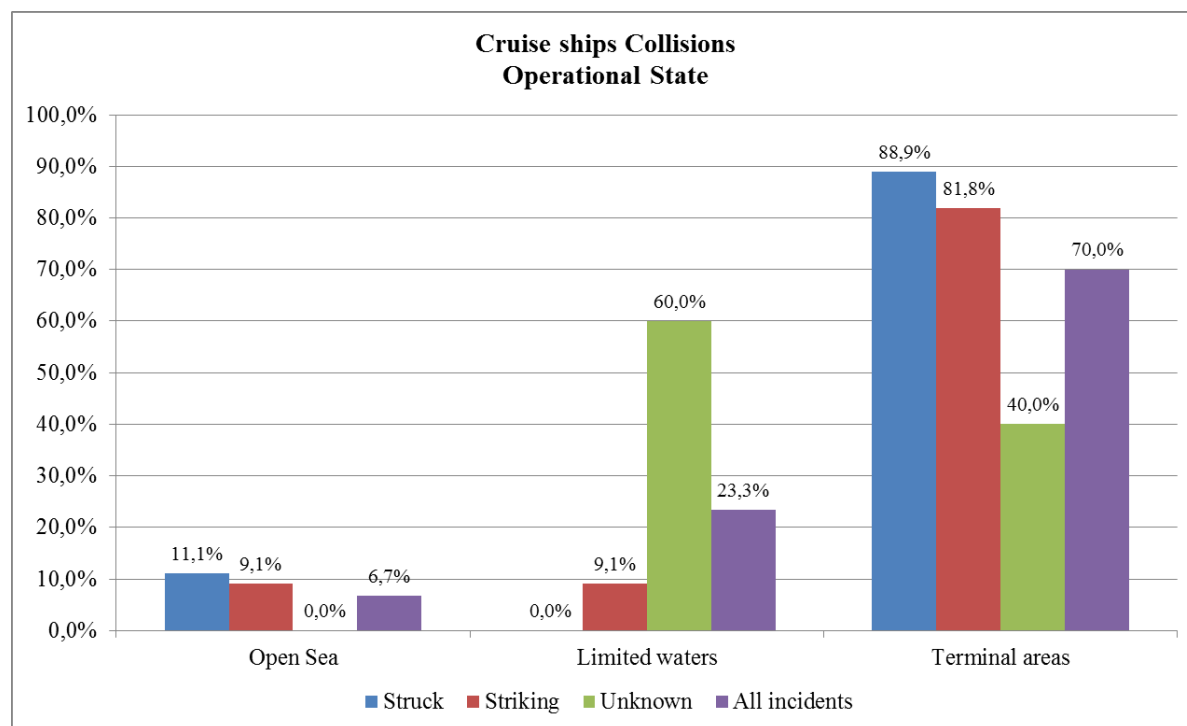
Διάγραμμα 3.26: Το πλήθος σοβαρών και μη σοβαρών ατυχημάτων σύγκρουσης κρουαζιερόπλοιων ανά έτος



- Η περιοχή λειτουργίας των πλοίων κατά τη διάρκεια των ατυχημάτων (Operational state of the ship)

Πίνακας 3.27: Η περιοχή λειτουργίας κατά τις συγκρούσεις των κρουαζιερόπλοιων

Cruise ships Collisions Operational State	Cruise ships under investigation			
	Struck	Striking	Unknown	All incidents
Open Sea	1	1	0	2
Limited waters	0	1	6	7
Terminal areas	8	9	4	21
Unknown	0	0	0	0
<b>Total</b>	<b>9</b>	<b>11</b>	<b>10</b>	<b>30</b>



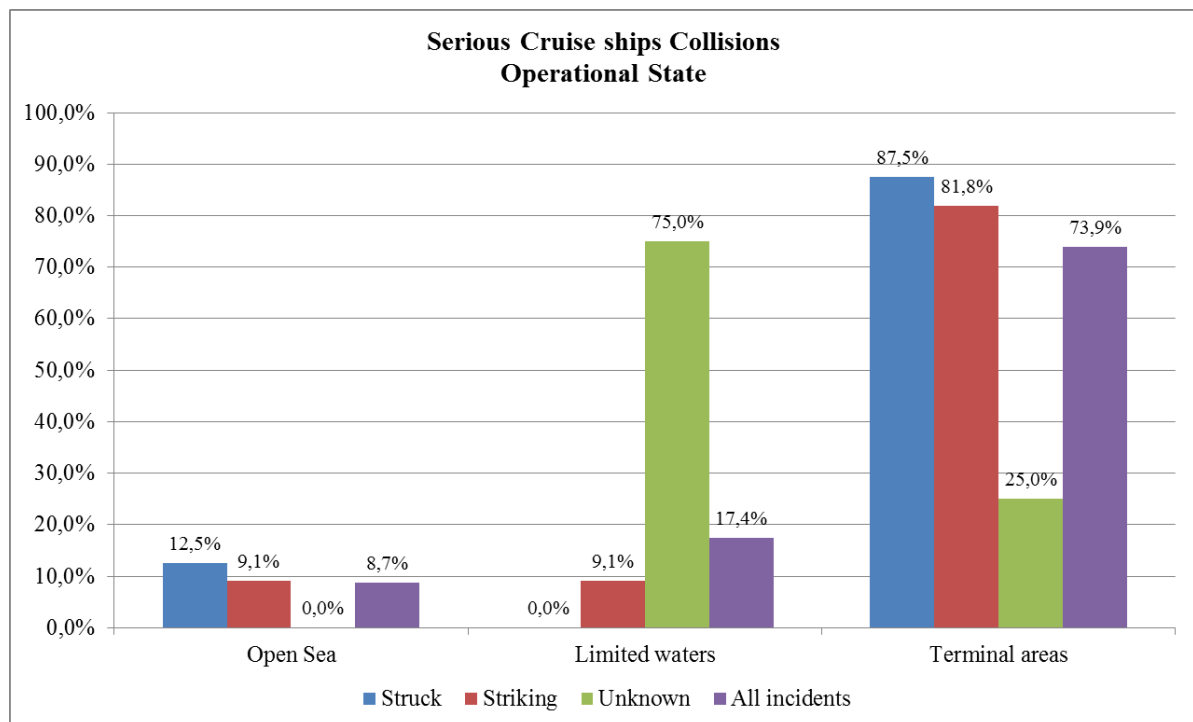
Διάγραμμα 3.27: Η περιοχή λειτουργίας κατά τις συγκρούσεις των κρουαζιερόπλοιων

Παρατηρείται ότι το 70% των συγκρούσεων κρουαζιερόπλοιων λαμβάνει χώρα σε τερματικές περιοχές, ακολουθούν τα ατυχήματα σε περιορισμένα ύδατα (23,3%), ενώ μόλις το 6,7% των συμβάντων έλαβε χώρα ενώ το πλοίο βρισκόταν εν πλω στην ανοιχτή θάλασσα (απόσταση μεγαλύτερη των 12 ναυτικών μιλίων από τη στεριά).

Στον πίνακα και το διάγραμμα 3.28 παρουσιάζονται τα στατιστικά της περιοχής λειτουργίας μόνο για τις σοβαρές συγκρούσεις των κρουαζιερόπλοιων.

**Πίνακας 3.28: Η περιοχή λειτουργίας κατά τις σοβαρές συγκρούσεις των κρουαζιερόπλοιων**

<b>Serious Cruise ships Collisions Operational State</b>	<b>Struck</b>	<b>Striking</b>	<b>Unknown</b>	<b>All incidents</b>
Open Sea	1	1	0	2
Limited waters	0	1	3	4
Terminal areas	7	9	1	17
Unknown	0	0	0	0
<b>Total</b>	<b>8</b>	<b>11</b>	<b>4</b>	<b>23</b>



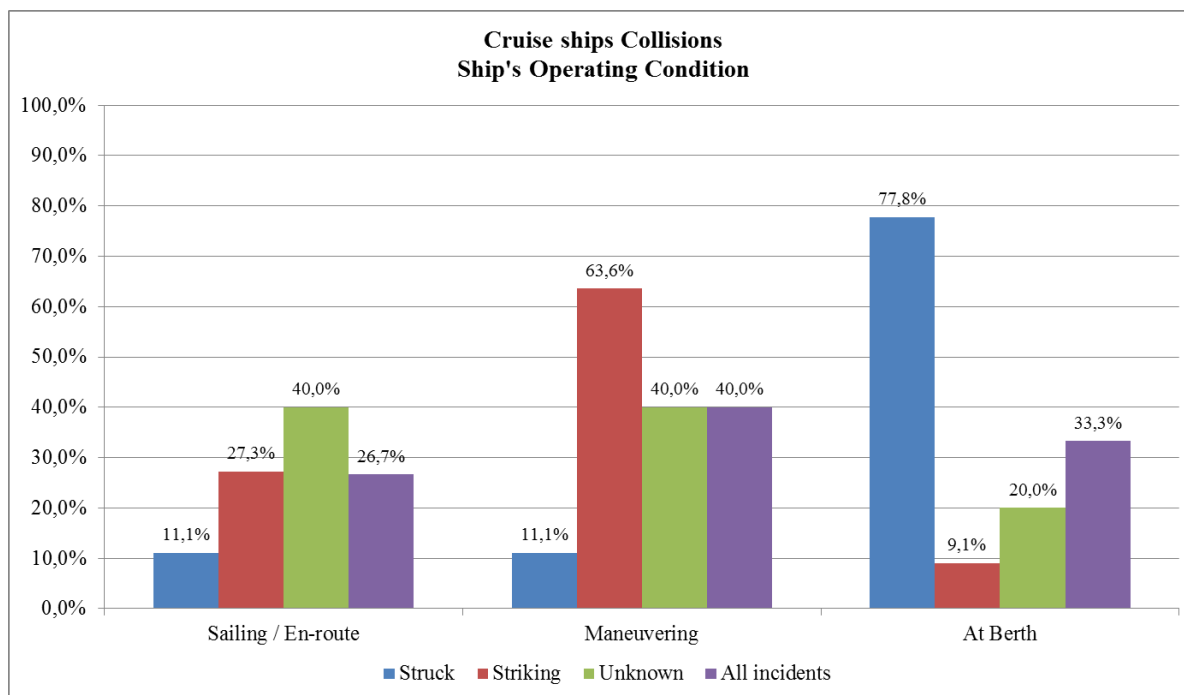
**Διάγραμμα 3.28: Η περιοχή λειτουργίας κατά τις σοβαρές συγκρούσεις των κρουαζιερόπλοιων**

Παρατηρώντας το σύνολο των σοβαρών ατυχημάτων (All incidents), το 91,3% (21 ατυχήματα) των συγκρούσεων έλαβε χώρα σε τερματικούς σταθμούς και περιοχές περιορισμένων υδάτων και μόλις το 8,7% (2 ατυχήματα) σε ανοιχτή θάλασσα.

- Κατάσταση λειτουργίας των πλοίων κατά τη διάρκεια των ατυχημάτων (Operating Condition)

Πίνακας 3.29: Η κατάσταση λειτουργίας κατά τις συγκρούσεις των κρουαζιερόπλοιων

Cruise ships Collisions Ship's Operating Condition	Cruise ships under investigation			
	Struck	Striking	Unknown	All incidents
Sailing / En-route	1	3	4	8
Maneuvering	1	7	4	12
At Berth	7	1	2	10
Unknown	0	0	0	0
<b>Total</b>	<b>9</b>	<b>11</b>	<b>10</b>	<b>30</b>



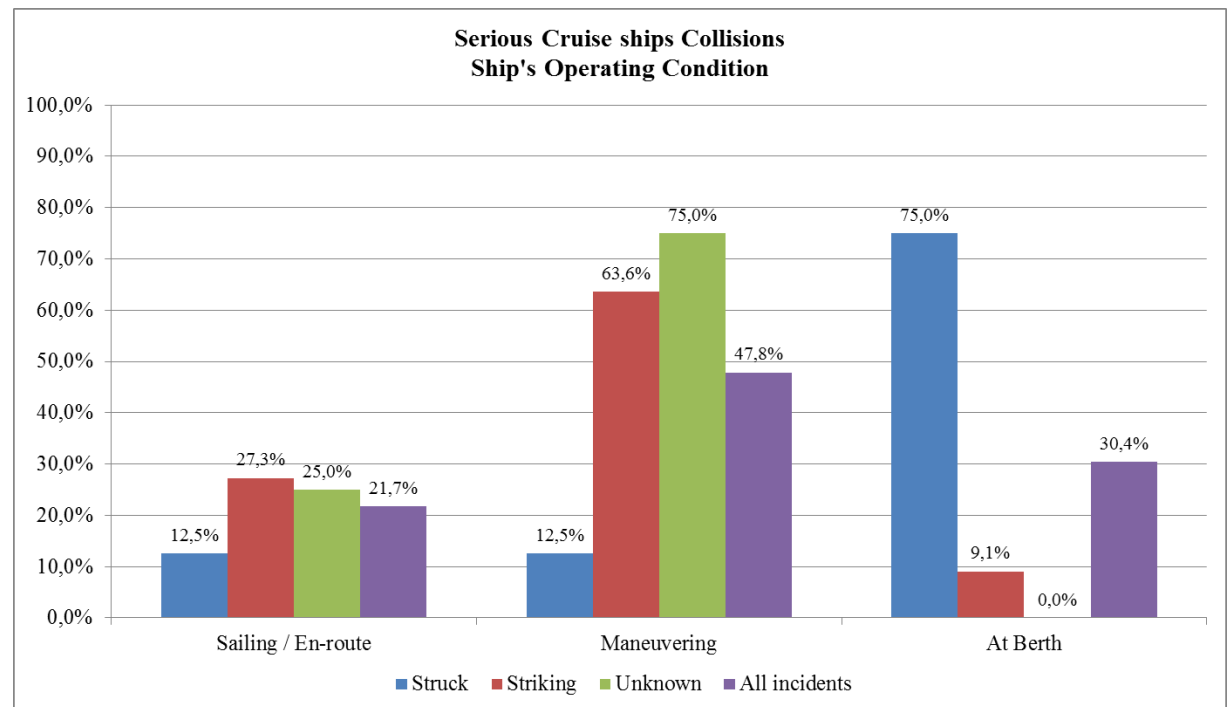
Διάγραμμα 3.29: Η κατάσταση λειτουργίας κατά τις συγκρούσεις των κρουαζιερόπλοιων

Εστιάζοντας στο σύνολο των ατυχημάτων (All incidents), διαπιστώνουμε ότι τα περισσότερα ατυχήματα σύγκρουσης κρουαζιερόπλοιων συνέβησαν κατά τις διαδικασίες μανουβραρίσματος (40%) και ενώ τα πλοία βρίσκονταν αγκυροβολημένα (33,3%). Τα ποσοστά που παρουσιάζονται για την κατάσταση λειτουργίας των πλοίων επιβεβαιώνουν και τα στοιχεία που παρουσιάστηκαν για την περιοχή λειτουργίας (Διάγραμμα 3.27), καθώς τα ατυχήματα σύγκρουσης έλαβαν χώρα κυρίως εντός των τερματικών σταθμών (Terminal areas – 70%).

Ο πίνακας και το διάγραμμα που ακολουθούν περιγράφουν την κατάσταση λειτουργίας των κρουαζιερόπλοιων μόνο για τα σοβαρά ατυχήματα σύγκρουσης.

**Πίνακας 3.30: Η κατάσταση λειτουργίας κατά τις σοβαρές συγκρούσεις των κρουαζιερόπλοιων**

Serious Cruise ships Collisions Ship's Operating Condition	Cruise ships under investigation			
	Struck	Striking	Unknown	All incidents
Sailing / En-route	1	3	1	5
Maneuvering	1	7	3	11
At Berth	6	1	0	7
Unknown	0	0	0	0
<b>Total</b>	<b>8</b>	<b>11</b>	<b>4</b>	<b>23</b>

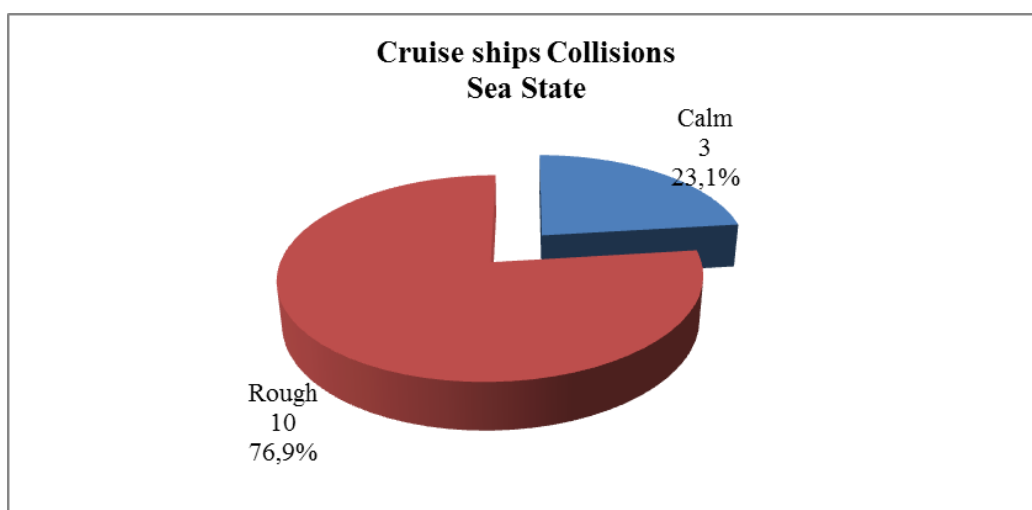


**Διάγραμμα 3.30: Η κατάσταση λειτουργίας κατά τις σοβαρές συγκρούσεις των κρουαζιερόπλοιων**

- Η κατάσταση της θάλασσας κατά τη διάρκεια των ατυχημάτων (Sea state)

Πίνακας 3.31: Η κατάσταση της θάλασσας κατά τις συγκρούσεις των κρουαζιερόπλοιων

Cruise ships Collisions Sea State	# of incidents
Calm	3
Rough	10
Unknown	17
<b>Total</b>	<b>30</b>

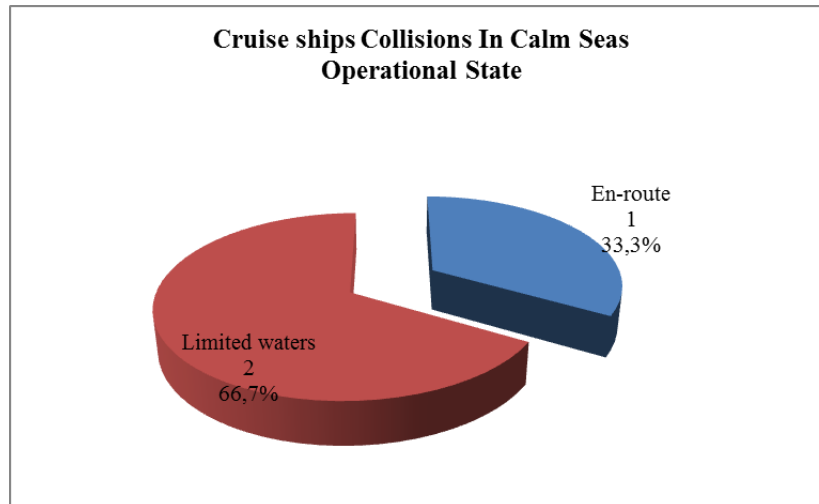


Διάγραμμα 3.31: Η κατάσταση της θάλασσας κατά τις συγκρούσεις των κρουαζιερόπλοιων

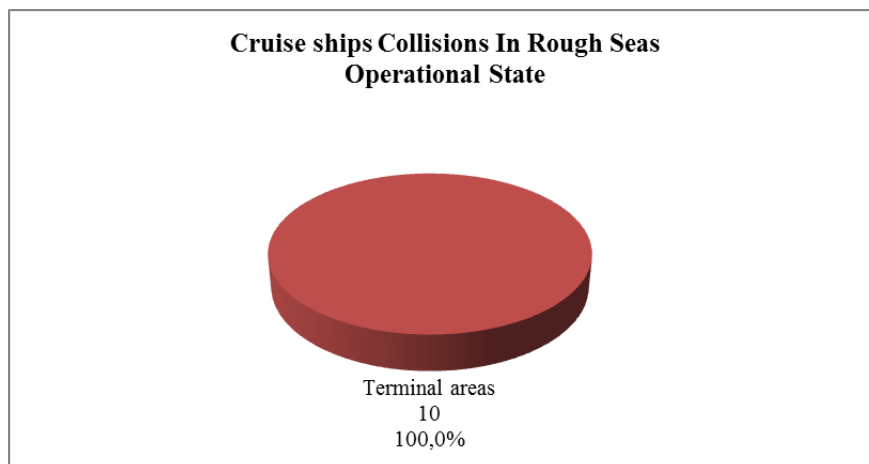
Παρατηρείται ότι τα περισσότερα ατυχήματα σύγκρουσης κρουαζιερόπλοιων (από τις περιπτώσεις για τις οποίες έχουμε σχετική πληροφόρηση) έλαβαν χώρα ενώ επικρατούσαν άσχημες καιρικές συνθήκες, ενώ σε περισσότερα από τα μισά ατυχήματα, παραμένει άγνωστη η κατάσταση της θάλασσας.

- Η κατάσταση της θάλασσας σε συνδυασμό με την περιοχή λειτουργίας των πλοίων κατά τη διάρκεια των ατυχημάτων (Sea state & Operational State)

Στα διαγράμματα που ακολουθούν εξετάζεται η κατάσταση της θάλασσας σε συνδυασμό με την περιοχή λειτουργίας των κρουαζιερόπλοιων κατά τη διάρκεια των ατυχημάτων σύγκρουσης.



Διάγραμμα 3.32: Η περιοχή λειτουργίας κατά τις συγκρούσεις των κρουαζιερόπλοιων σε ήρεμη θάλασσα



Διάγραμμα 3.33: Η περιοχή λειτουργίας κατά τις συγκρούσεις των κρουαζιερόπλοιων σε κυματώδη θάλασσα

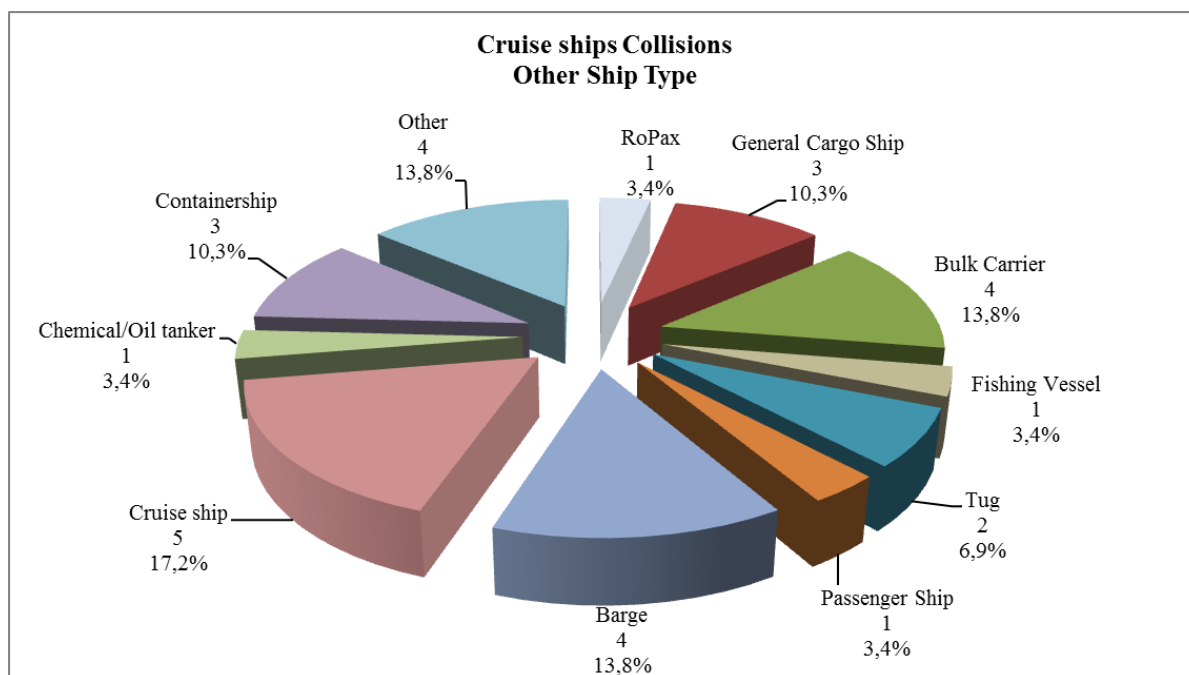
Παρατηρείται ότι το 100% των ατυχημάτων που συνέβησαν εν ώρα κακοκαιρίας, έλαβε χώρα σε τερματικούς σταθμούς. Συμπεραίνουμε, λοιπόν, πως όταν ένα κρουαζιερόπλοιο βρίσκεται στο λιμάνι, οι δυσμενείς καιρικές συνθήκες αυξάνουν κατά πολύ την πιθανότητα σύγκρουσης με άλλα πλοία.

- Ο τύπος του έτερου πλοίου που ενεπλάκη στη σύγκρουση (Other Ship Type)

Στον πίνακα και το διάγραμμα που ακολουθούν παρουσιάζονται οι τύποι πλοίων που συγκρούστηκαν με τα Cruise ships στα 30 συνολικά, υπό μελέτη ατυχήματα.

Πίνακας 3.34: Ο τύπος του έτερου πλοίου στις συγκρούσεις των κρουαζιερόπλοιων

Cruise ships Collisions Other Ship Type	Cruise ships under investigation			
	Struck	Striking	Unknown	All incidents
RoPax	1	0	0	1
General Cargo Ship	1	1	1	3
Bulk Carrier	2	0	2	4
Fishing Vessel	0	0	1	1
Tug	0	0	2	2
Passenger Ship	0	1	0	1
Barge	1	1	2	4
Cruise ship	2	3	0	5
Chemical/Oil tanker	1	0	0	1
Containership	1	2	0	3
Other <sup>6</sup>	0	3	1	4
Unknown	0	0	1	1
<b>Total</b>	<b>9</b>	<b>11</b>	<b>10</b>	<b>30</b>



Διάγραμμα 3.34: Ο τύπος του έτερου πλοίου στις συγκρούσεις των κρουαζιερόπλοιων (All incidents)

<sup>6</sup> Η κατηγορία Other περιλαμβάνει 1 yacht, 1 pollution control vessel, 1 dredger και 1 sludge carrier.

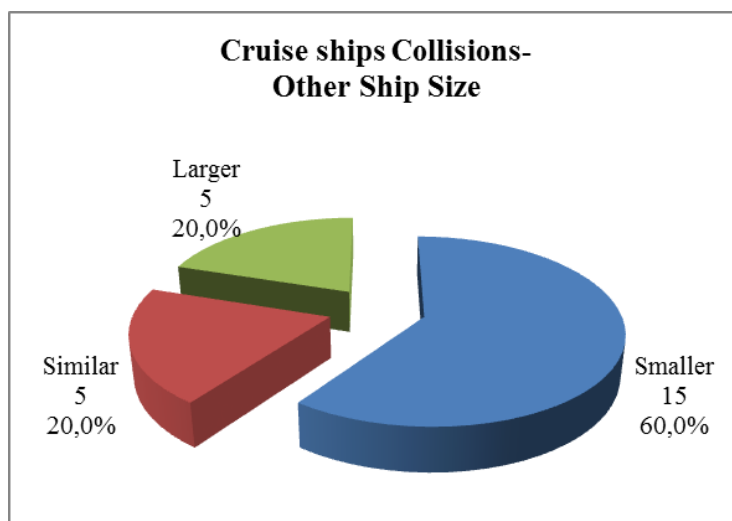
- Το μέγεθος και η κατάσταση λειτουργίας του έτερου πλοίου (**Other Ship's Size & Other Ship's Operating Condition**)

Υπενθυμίζεται ότι η σύγκριση του μεγέθους των πλοίων που συγκρούστηκαν μεταξύ τους έγινε με βάση το ολικό μήκος. Πιο αναλυτικά, έστω ότι το κρουαζιερόπλοιο, του οποίου το ατύχημα μελετάμε, έχει ολικό μήκος  $L_A$ , τότε το έτερο πλοίο με ολικό μήκος  $L_B$  θα χαρακτηρίζεται:

- Μικρότερο όταν  $L_B \leq 0,8 L_A$
- Παρόμοιου μεγέθους όταν  $0,8 L_A \leq L_B \leq 1,2 L_A$
- Μεγαλύτερο όταν  $1,2 L_A \leq L_B$

Πίνακας 3.35: Το μέγεθος του έτερου πλοίου στις συγκρούσεις των κρουαζιερόπλοιων

Cruise ships Collisions- Other Ship's Size	Cruise ships under investigation			
	Struck	Striking	Unknown	All incidents
Smaller	2	8	5	15
Similar	3	1	1	5
Larger	3	1	1	5
Unknown	1	1	3	5
<b>Total</b>	<b>9</b>	<b>11</b>	<b>10</b>	<b>30</b>



Διάγραμμα 3.35: Το μέγεθος του έτερου πλοίου στις συγκρούσεις των κρουαζιερόπλοιων (**All incidents**)

Διαπιστώνουμε ότι στο 60% του συνόλου των ατυχημάτων σύγκρουσης, τα κρουαζιερόπλοια συγκρούστηκαν με μικρότερα πλοία. Το συμπέρασμα αυτό είναι λογικό αν λάβουμε υπόψη τους τύπους των άλλων πλοίων που ενεπλάκησαν στο ατύχημα, καθώς και το γεγονός ότι το 80% των κρουαζιερόπλοιων που μελετώνται έχουν ολικό μήκος πάνω από 150 μέτρα.

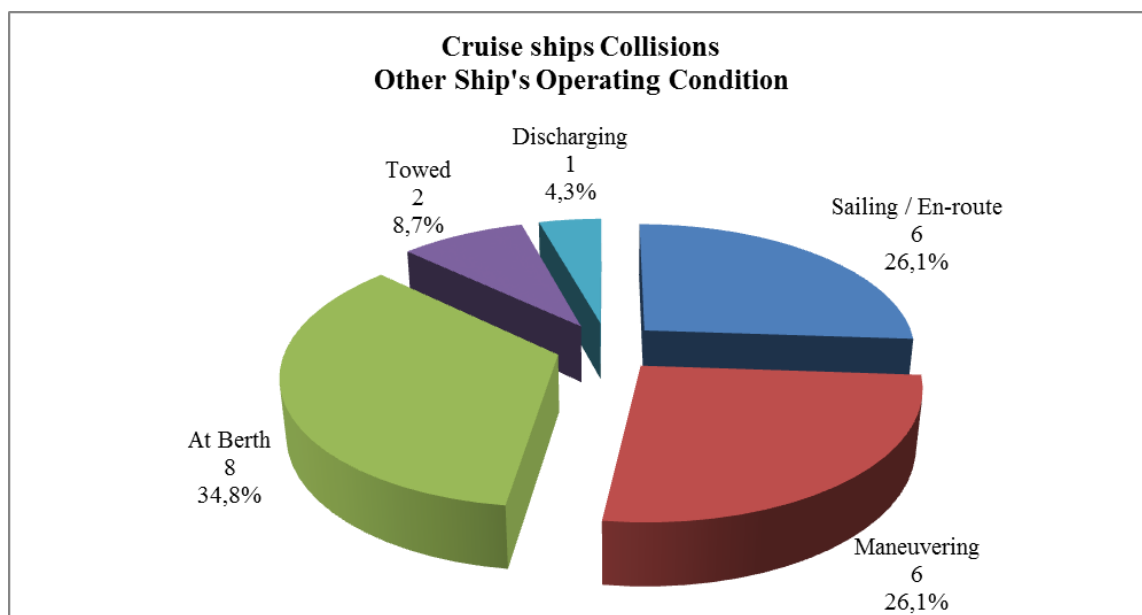


Στον πίνακα και το διάγραμμα 3.36 παρουσιάζεται η κατάσταση λειτουργίας των έτερων πλοίων που ενεπλάκησαν στα ατυχήματα σύγκρουσης των cruise ships.

**Πίνακας 3.36: Η κατάσταση λειτουργίας του έτερου πλοίου στις συγκρούσεις των κρουαζιερόπλοιων**

Cruise ships Collisions Other Ship's Operating Condition	Cruise ships under investigation			
	Struck	Striking	Unknown	All incidents
Sailing / En-route	1	2	3	6
Maneuvering	5	0	1	6
At Berth	2 <sup>7</sup>	6	0	8
Towed	1	1	0	2
Discharging	0	1	0	1
Unknown	0	1	6	7
<b>Total</b>	<b>9</b>	<b>11</b>	<b>10</b>	<b>30</b>

Στο διάγραμμα που ακολουθεί παρουσιάζονται τα αντίστοιχα ποσοστά για το σύνολο των ατυχημάτων (All incidents). Για τον υπολογισμό των ποσοστών δε λαμβάνονται υπόψη τα 7 ατυχήματα για τα οποία παραμένει άγνωστη η κατάσταση λειτουργίας του έτερου πλοίου κατά τη σύγκρουση.



**Διάγραμμα 3.36: Η κατάσταση λειτουργίας του έτερου πλοίου στις συγκρούσεις των κρουαζιερόπλοιων (All incidents)**

<sup>7</sup> Δύο πλοία είναι striking κατά τη σύγκρουση (αφού τα υπό εξέταση κρουαζιερόπλοια είναι struck) ενώ βρίσκονται αγκυροβολημένα. Τα ατυχήματα αυτά συνέβησαν μετά από σπάσιμο των κάβων που συγκρατούσαν τα πλοία λόγω δυσμενών καιρικών συνθηκών.

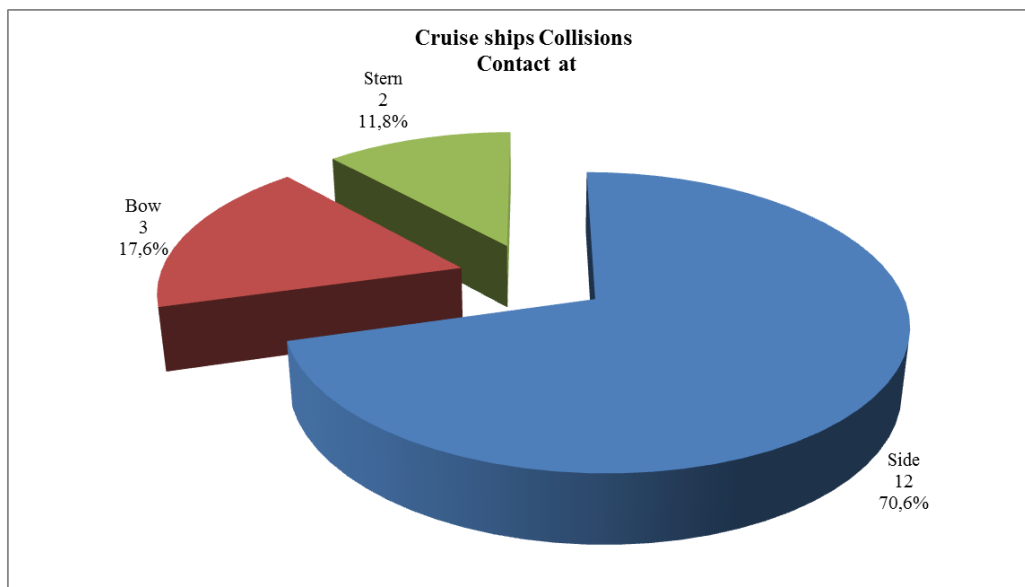
- Το σημείο της γάστρας του πλοίου όπου υπήρξε επαφή κατά το ατύχημα (Hull area in contact with the other vessel)

Στον πίνακα και το διάγραμμα που ακολουθούν εξετάζεται το σημείο του κρουαζιερόπλοιου το οποίο ήρθε σε επαφή με το έτερο πλοίο κατά το ατύχημα της σύγκρουσης. Η επαφή ενδέχεται να εντοπίζεται στην πλευρά, στον πυθμένα, στην πλώρη, στην πρύμνη ή στον εξοπλισμό (πηδάλιο, έλικες).

Πίνακας 3.37: Η περιοχή της γάστρας που ήρθε σε επαφή κατά τις συγκρούσεις των κρουαζιερόπλοιων

Cruise ships Collisions Contact at	Cruise ships under investigation			
	Struck	Striking	Unknown	All incidents
Side	6	2	4	12
Bottom	0	0	0	0
Bow	0	3	0	3
Stern	1	0	1	2
Outfitting	0	0	0	0
Unclear	2	6	5	13
<b>Total</b>	<b>9</b>	<b>11</b>	<b>10</b>	<b>30</b>

Στο διάγραμμα που ακολουθεί παρουσιάζονται τα αντίστοιχα ποσοστά για το σύνολο των ατυχημάτων (All incidents), για τον υπολογισμό των οποίων δε λαμβάνονται υπόψη τα ατυχήματα για τα οποία παραμένει ασαφής η πληροφορία για το σημείο επαφής (Unclear).



Διάγραμμα 3.37: Η περιοχή της γάστρας που ήρθε σε επαφή κατά τις συγκρούσεις των κρουαζιερόπλοιων (All incidents)

Όταν το κρουαζιερόπλοιο δέχεται τη σύγκρουση (struck), υπάρχει πιθανότητα 85,7% η επαφή να είναι στην πλευρά, ενώ όταν το κρουαζιερόπλοιο προκαλεί τη σύγκρουση (striking), η επαφή είναι στην πλώρη με πιθανότητα 60% (υπενθυμίζεται, ωστόσο ότι το δείγμα είναι σχετικά μικρό).

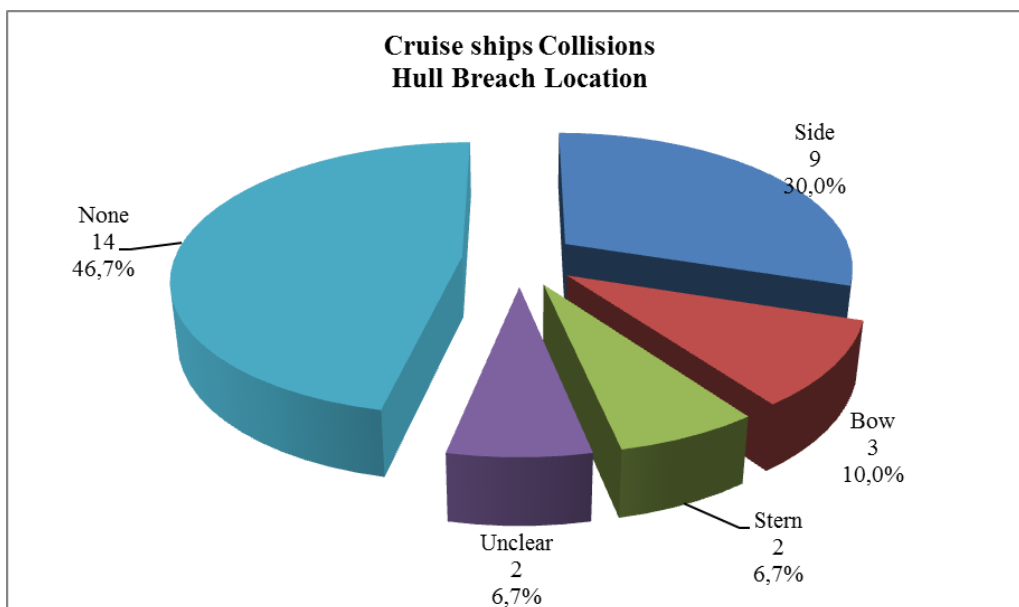
- **Η δημιουργία και η θέση του ρήγματος (Hull Breach Location)**

Μία σύγκρουση επιφέρει, συνήθως, τη δημιουργία ρηγμάτων στη γάστρα του πλοίου ή, σε περίπτωση ήπιων περιστατικών, βαθουλώματα, εκδορές και επιφανειακές ζημιές, βλάβες τις οποίες θεωρούμε μικρότερης σημασίας καθώς δεν απειλούν την υδατοστεγή ακεραιότητα του πλοίου. Στον πίνακα 3.38 και τα διαγράμματα 3.38 και 3.39 εξετάζεται η θέση των ρηγμάτων που προκλήθηκαν στα κρουαζιερόπλοια κατά τη διάρκεια των ατυχημάτων σύγκρουσης.

**Πίνακας 3.38: Η θέση του ρήγματος κατά τις συγκρούσεις των κρουαζιερόπλοιων**

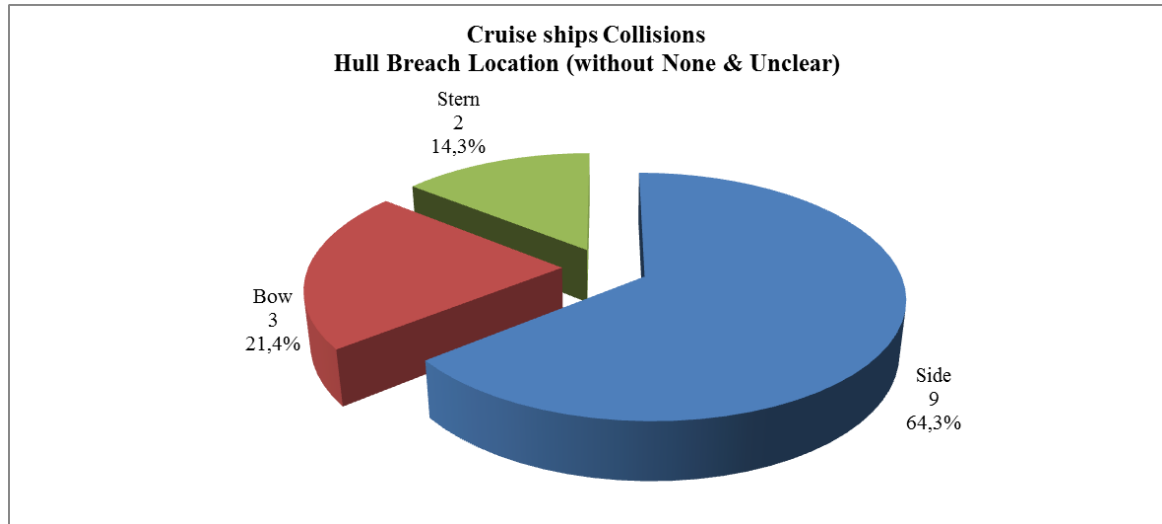
<b>Cruise ships Collisions Hull Breach Location</b>	<b>Serious incidents</b>	<b>All incidents</b>
Side	9	9
Bottom	0	0
Bow	3	3
Stern	2	2
Outfitting	0	0
Unclear	2	2
None	7	14
<b>Total</b>	<b>23</b>	<b>30</b>

Σύμφωνα με τον παραπάνω πίνακα, ως “Not serious” έχουν χαρακτηριστεί 7 ατυχήματα, κατά τα οποία δε δημιουργήθηκε ρήγμα στη γάστρα του πλοίου.



**Διάγραμμα 3.38: Η θέση του ρήγματος κατά τις συγκρούσεις των κρουαζιερόπλοιων (All incidents)**

Παρατηρούμε ότι στα μισά περίπου ατυχήματα (46,7%) δεν υπήρξε ρήγμα στη γάστρα του πλοίου ως συνέπεια της σύγκρουσης, ενώ αδιευκρίνιστη παραμένει η θέση του ρήγματος για 2 περιστατικά (6,7%).



**Διάγραμμα 3.39: Η θέση του ρήγματος κατά τις συγκρούσεις των κρουαζιερόπλοιων (All incidents)**

Δεδομένου ότι υπήρξε ρήγμα ως αποτέλεσμα της σύγκρουσης και είναι γνωστή η θέση αυτού, πλευρικά ρήγματα εμφανίζονται με πιθανότητα 64,3% και ακολουθούν τα ρήγματα στην πλώρη (21,4%) και στην πρύμνη (14,3%).

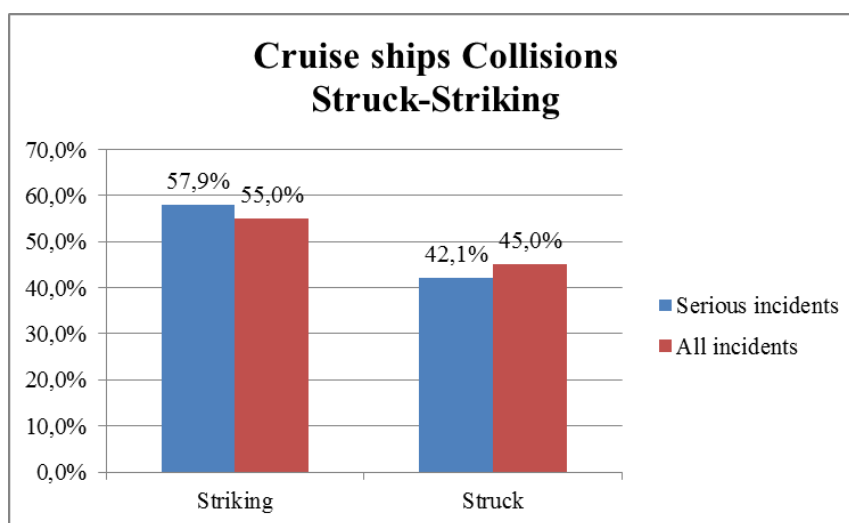
- **Η θέση του ρήγματος σε συνδυασμό με το αν το πλοίο «χτύπησε» ή «χτυπήθηκε» κατά τη σύγκρουση (Struck-Striking information & Hull Breach Location)**

Από τις 30 συνολικά περιπτώσεις σύγκρουσης που εξετάζουμε για τα κρουαζιερόπλοια, μόλις στις 20 γνωρίζουμε με βεβαιότητα αν το πλοίο «χτύπησε» ή «χτυπήθηκε» κατά τη διάρκεια του ατυχήματος, ενώ στα 10 ατυχήματα που υπολείπονται, η πληροφορία αυτή παραμένει άγνωστη.

Στον πίνακα και το διάγραμμα που ακολουθούν, κρίνεται σκόπιμο να παρουσιαστεί η ίδια πληροφορία και για τα σοβαρά ατυχήματα σύγκρουσης.

Διάγραμμα 3.40: Struck-Striking κρουαζιερόπλοια κατά τη σύγκρουση

Cruise ships Collisions Struck-Striking	Serious incidents	All incidents
Striking	11	11
Struck	8	9
Unknown	4	10
<b>Total</b>	<b>23</b>	<b>30</b>



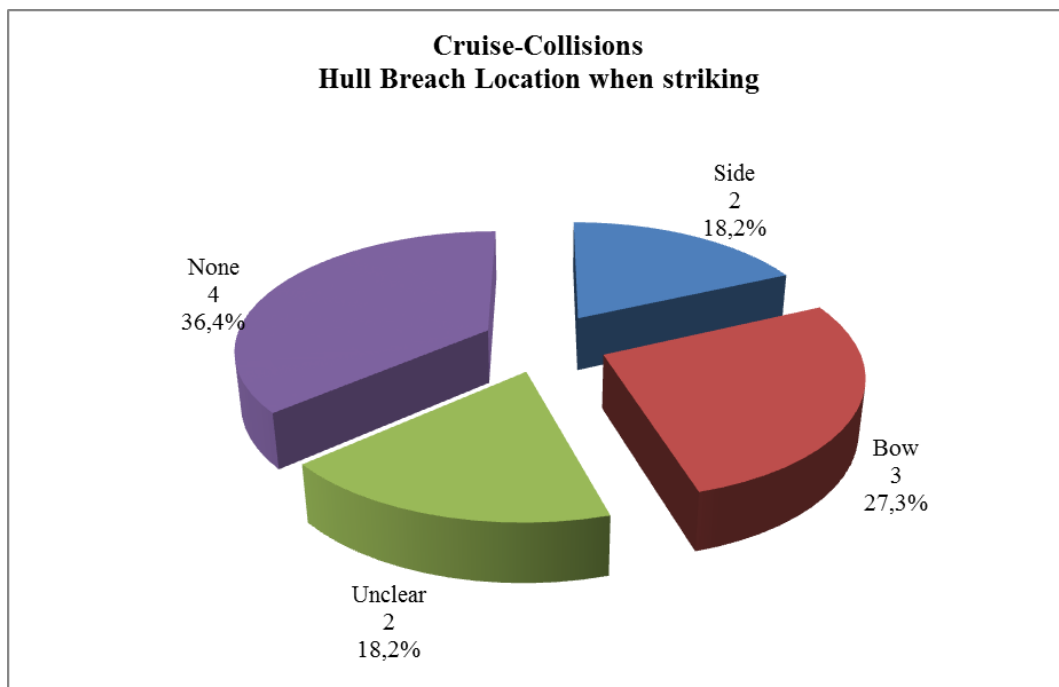
Διάγραμμα 3.40: Struck-Striking κρουαζιερόπλοια κατά τη σύγκρουση

Στο σημείο αυτό, έχει ενδιαφέρον να συνδέσουμε την παραπάνω πληροφορία (Striking or Struck) με τη θέση του ρήγματος (Hull Breach Location), δηλαδή να εξετάσουμε πού εντοπίζεται το ρήγμα στην περίπτωση των πλοίων που είναι striking και ακολούθως, struck κατά τη σύγκρουση.

**Πίνακας 3.41: Η θέση του ρήγματος για κρουαζιερόπλοια που είναι striking κατά τη σύγκρουση**

<b>Cruise ships Collisions Hull Breach Location when striking</b>	<b>Serious incidents</b>	<b>All incidents</b>
Side	2	2 <sup>8</sup>
Bottom	0	0
Bow	3	3
Stern	0	0
Outfitting	0	0
Unclear	2	2
None	4	4
<b>Total</b>	<b>11</b>	<b>11</b>

Παρατηρείται ότι όλα τα ατυχήματα στα οποία το κρουαζιερόπλοιο είναι Striking έχουν χαρακτηριστεί ως Serious.

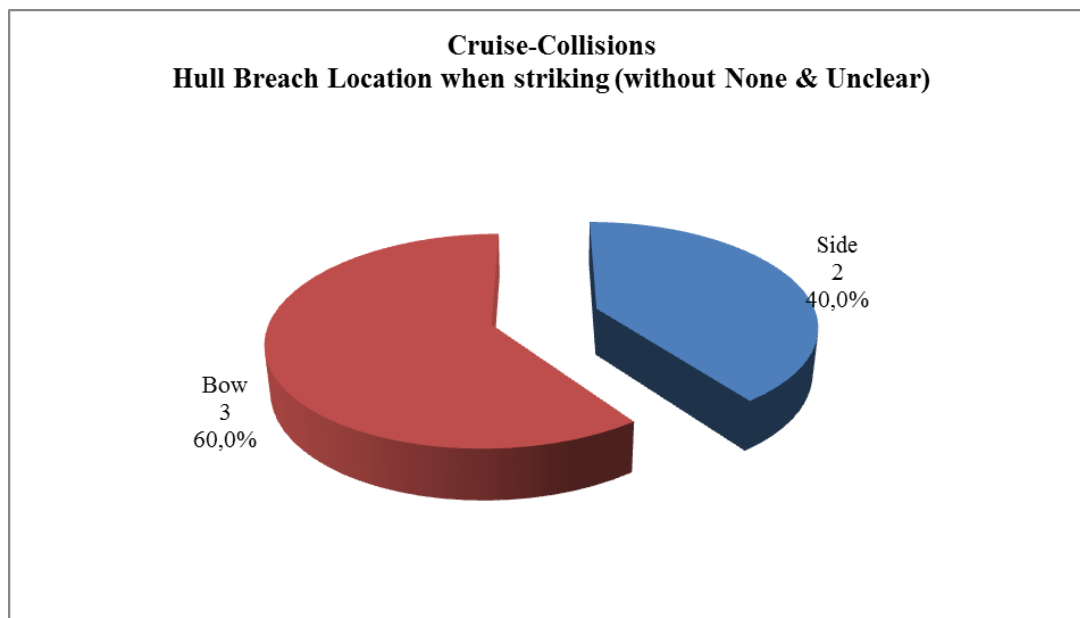


**Διάγραμμα 3.41: Η θέση του ρήγματος για κρουαζιερόπλοια που είναι striking κατά τη σύγκρουση**

<sup>8</sup> Από τα δύο ατυχήματα τα οποία είχαν ως αποτέλεσμα τη δημιουργία πλευρικών ρηγμάτων, το ένα συνέβη κατά τη διάρκεια ελιγμών και το άλλο μετά από σπάσιμο των κάβων του κρουαζιερόπλοιου, δηλαδή ενώ αυτό βρισκόταν αγκυροβολημένο.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται στον πίνακα και στο διάγραμμα 3.41, όταν το κρουαζιερόπλοιο προκαλέσει τη σύγκρουση (striking) και δημιουργηθεί ρήγμα σε αυτό, πιθανότατα θα εντοπιστεί στην περιοχή της πλώρης.

Αν αγνοήσουμε τις 4 περιπτώσεις στις οποίες δε δημιουργήθηκε ρήγμα (None), καθώς και τα 2 αδιευκρίνιστα ρήγματα (Unclear), το ποσοστό των πρωραίων ρηγμάτων (bow damages) προκύπτει 60%, όπως φαίνεται στο διάγραμμα 3.42.

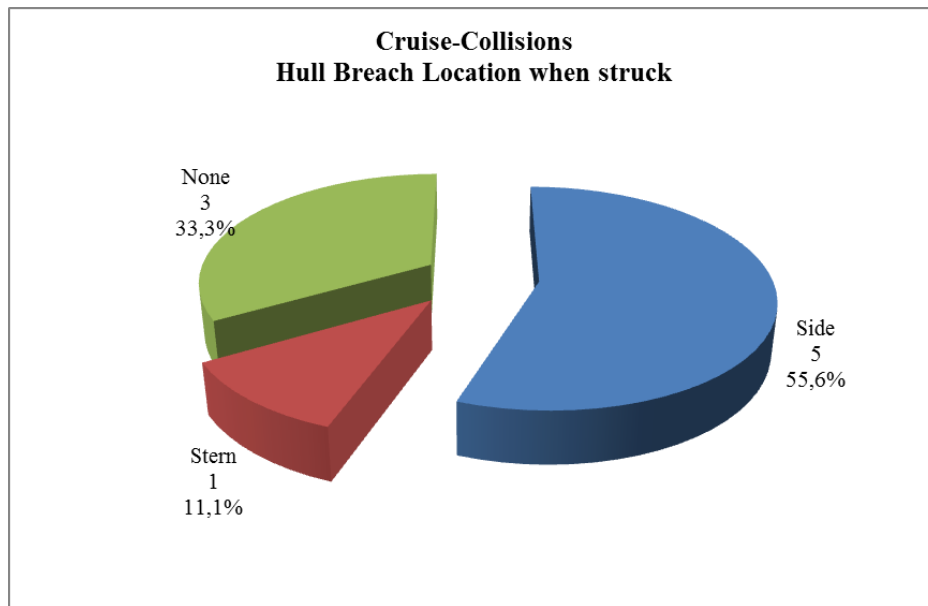


Διάγραμμα 3.42: Η θέση του ρήγματος για κρουαζιερόπλοια που είναι striking κατά τη σύγκρουση

Θα εξεταστεί τώρα η θέση του ρήγματος στην περίπτωση των πλοίων που «χτυπήθηκαν», δηλαδή δέχτηκαν τη σύγκρουση κατά το συμβάν. Υπενθυμίζεται ότι, σύμφωνα με το διάγραμμα 3.40, έχουμε 9 πλοία που είναι struck και τα στοιχεία που διαθέτουμε για τα ρήγματά τους συνοψίζονται στον πίνακα και το διάγραμμα 3.43.

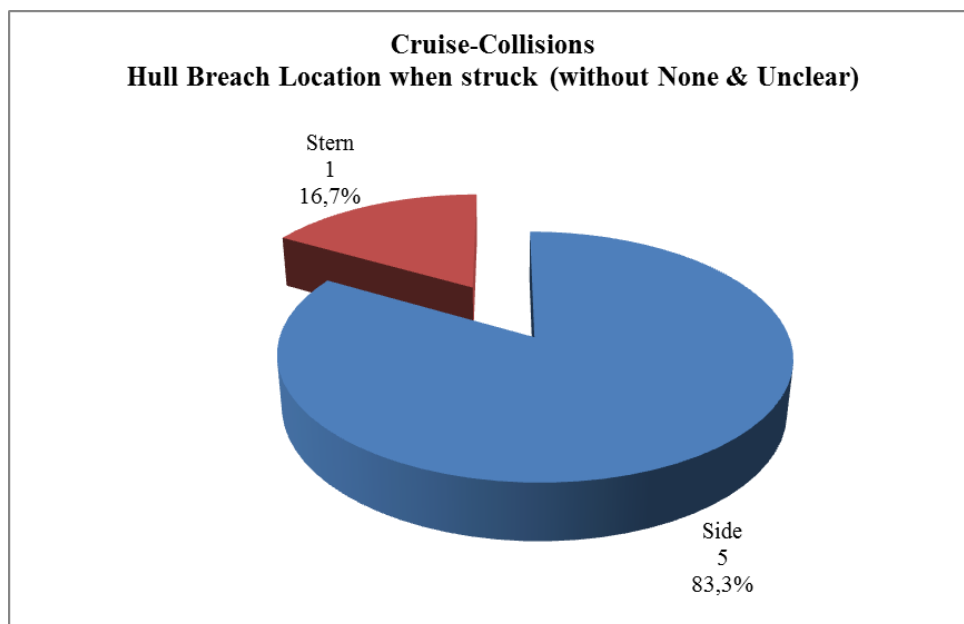
Πίνακας 3.43: Η θέση του ρήγματος για κρουαζιερόπλοια που είναι struck κατά τη σύγκρουση

Cruise ships Collisions Hull Breach Location when struck	Serious incidents	All incidents
Side	5	5
Bottom	0	0
Bow	0	0
Stern	1	1
Outfitting	0	0
Unclear	0	0
None	2	3
<b>Total</b>	<b>8</b>	<b>9</b>



**Διάγραμμα 3.43:** Η θέση του ρήγματος για κρουαζιερόπλοια που είναι struck κατά τη σύγκρουση (All incidents)

Τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται στον πίνακα και στο διάγραμμα 3.43 επιβεβαιώνουν ότι, όταν ένα πλοίο είναι δεχτεί τη σύγκρουση (struck) και δημιουργηθεί ρήγμα σε αυτό, αυτό είναι πιθανότερο να είναι πλευρικό.



**Διάγραμμα 3.44:** Η θέση του ρήγματος για κρουαζιερόπλοια που είναι struck κατά τη σύγκρουση (All incidents)

Αν αγνοήσουμε τις 3 περιπτώσεις στις οποίες δε δημιουργήθηκε ρήγμα (None), το ποσοστό των πλευρικών ρηγμάτων ανέρχεται στο 83,3%, όπως φαίνεται στο διάγραμμα 3.44. Τα ποσοστά του διαγράμματος 3.44 παραμένουν ίδια σε περίπτωση που μελετήσουμε μόνο τα σοβαρά ατυχήματα.



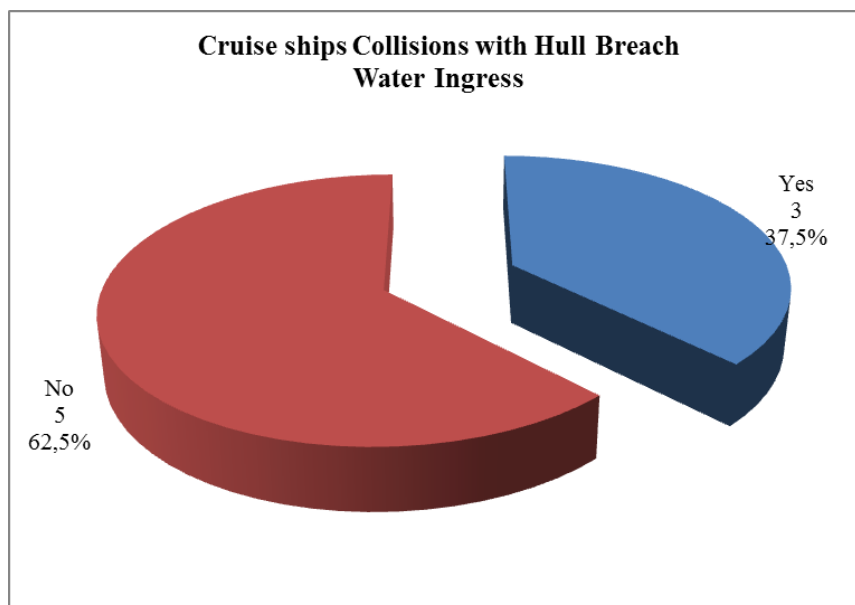
- **Εισροή υδάτων (Water Ingress)**

Υπενθυμίζεται ότι στα 14 από τα 30 ατυχήματα σύγκρουσης κρουαζιερόπλοιων, δημιουργήθηκε ρήγμα στη γάστρα του πλοίου. Για τα ατυχήματα αυτά, κρίνεται σκόπιμο να εξεταστεί αν υπήρξε εισροή υδάτων κατά το συμβάν.

**Πίνακας 3.45: Εισροή υδάτων σε συγκρούσεις κρουαζιερόπλοιων με δημιουργία ρήγματος**

<b>Cruise ships Collisions with Hull Breach Water Ingress</b>	<b># of incidents</b>
Yes	3
No	5
Unknown	6
<b>Total</b>	<b>14</b>

Στο διάγραμμα που ακολουθεί παρουσιάζονται τα αντίστοιχα ποσοστά, χωρίς να λαμβάνονται υπόψη τα 6 ατυχήματα για τα οποία παραμένει άγνωστη η πληροφορία για την εισροή υδάτων.



**Διάγραμμα 3.45: Εισροή υδάτων σε συγκρούσεις κρουαζιερόπλοιων με δημιουργία ρήγματος**

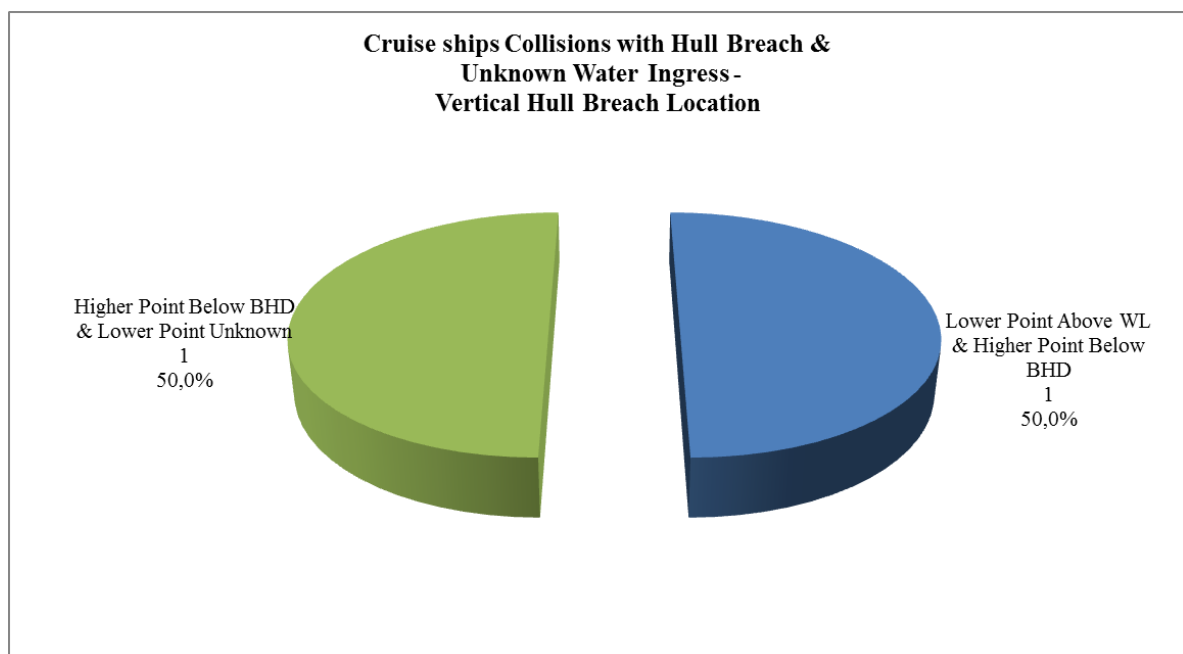
Παρατηρείται ότι, μόνο για το 37,5% των ατυχημάτων σύγκρουσης με δημιουργία ρήγματος υπήρξε εισροή υδάτων.

- Η καθ' ύψος θέση του ρήγματος στις περιπτώσεις που είναι άγνωστη η πληροφορία για την εισροή υδάτων (Damage Location in case of unknown Water Ingress)

Κρίνεται σκόπιμο να μελετήσουμε την καθ' ύψος θέση του ρήγματος όταν δεν γνωρίζουμε αν υπήρξε εισροή υδάτων κατά το ατύχημα. Πιο συγκεκριμένα, εξετάζεται η θέση του κατώτερου σημείου του ρήγματος σε σχέση με την ίσαλο γραμμή (Above WL or Unknown WL) και η θέση του ανώτερου σημείου του ρήγματος σε σχέση με το bulkhead deck (Above BHD, Below BHD or Unknown BHD).

Πίνακας 3.46: Η καθ' ύψος θέση του ρήγματος σε συγκρούσεις κρουαζιερόπλοιων με άγνωστη την εισροή υδάτων

<b>Cruise ships Collisions with Hull Breach &amp; Unknown Water Ingress – Vertical Hull Breach Location</b>	<b># of incidents</b>
Higher Point Above BHD	0
Lower Point Above WL & Higher Point Below BHD	1
Lower Point Above WL & Higher Point Unknown	0
Higher Point Below BHD & Lower Point Unknown	1
Both Points Unknown	4
<b>Total</b>	<b>6</b>



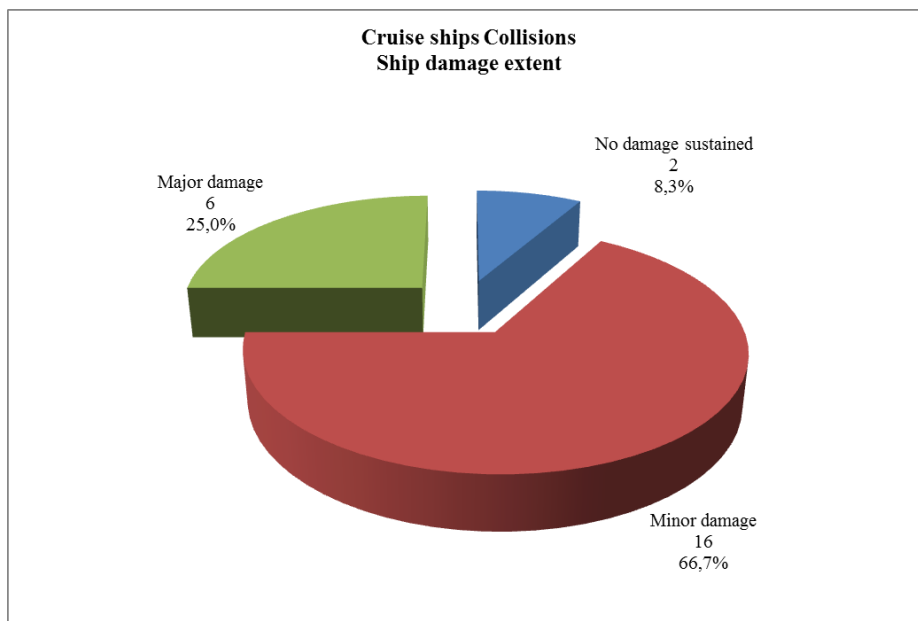
Διάγραμμα 3.46: Η καθ' ύψος θέση του ρήγματος σε συγκρούσεις κρουαζιερόπλοιων με άγνωστη την εισροή υδάτων

- **Η έκταση της βλάβης (Ship damage extent)**

Σύμφωνα με τις πρωτογενείς πληροφορίες που περιέχονται στη βάση για κάθε ατύχημα, χαρακτηρίζεται η έκταση της βλάβης που προκλήθηκε στο πλοίο. Οι εκφράσεις που περιέχονται στον πίνακα 3.47 έχουν διατηρηθεί ακέραιες από το κείμενο που περιγράφει το ατύχημα στη βάση και προέρχεται από τη Seaweb (IHS Fairplay).

**Πίνακας 3.47: Η έκταση της βλάβης στις συγκρούσεις των κρουαζιερόπλοιων**

<b>Cruise ships Collisions Ship damage extent</b>	<b># of incidents</b>
No damage sustained	2
Minor damage	16
Major damage	6
Total Loss	0
Break up	0
Unknown	6
<b>Total</b>	<b>30</b>



**Διάγραμμα 3.47: Η έκταση της βλάβης στις συγκρούσεις των κρουαζιερόπλοιων**

- **Ολικές απώλειες πλοίων και ανθρώπινες απώλειες (Total losses & Fatalities)**

Στα 30 υπό μελέτη ατυχήματα σύγκρουσης κρουαζιερόπλοιων, δεν υπήρξε καμία ολική απώλεια πλοίου αλλά χάθηκαν 4 ανθρώπινες ζωές σε μία σοβαρή σύγκρουση επιβατηγού πλοίου με bulk carrier, που συνέβη το 1998. Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζονται ορισμένα βασικά στοιχεία του ατυχήματος.

<b>ID</b>	<b>Operational State</b>	<b>POB (Person On Board)</b>	<b>Struck - Striking</b>	<b>Water Ingress</b>	<b>Fatalities</b>
42	Open Sea	2063	Struck	Yes	4

Το ποσοστό θνησιμότητας προκύπτει:

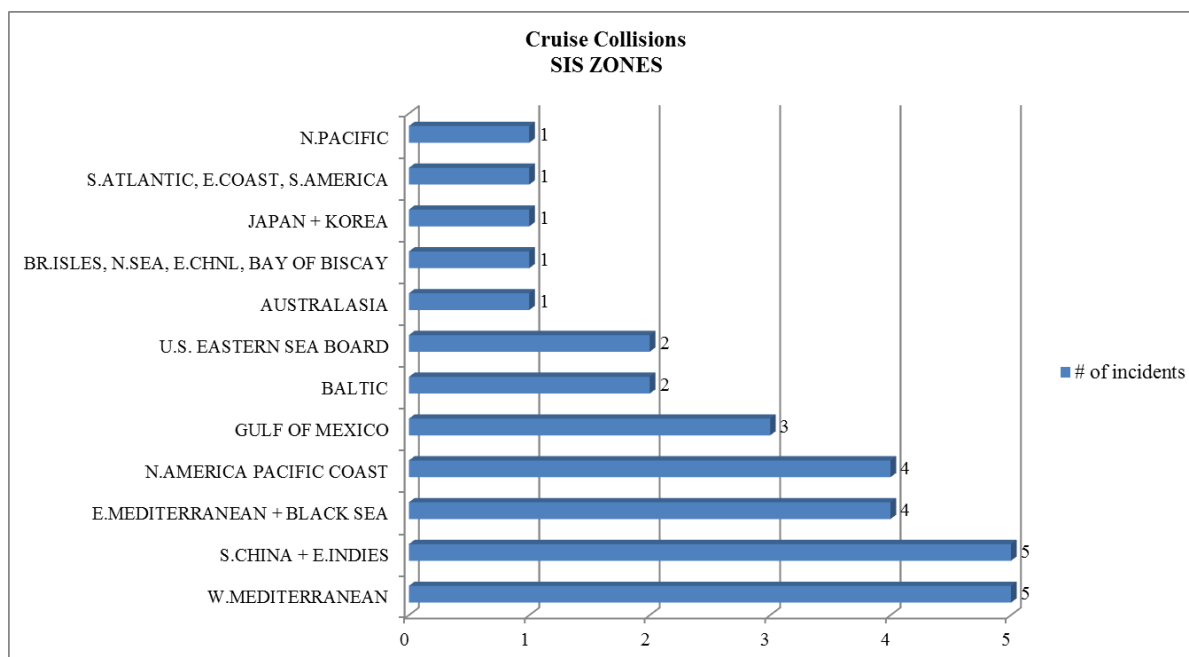
**Fatality rate** = Fatalities/POB = 0,194%

- Τοποθεσία των ατυχημάτων (SIS ZONES)

Στη συνέχεια εξετάζεται η τοποθεσία όλων των ατυχημάτων σύγκρουσης κρουαζιερόπλοιων.

Πίνακας 3.48: Οι SIS Zones όπου συνέβησαν οι συγκρούσεις των κρουαζιερόπλοιων

Cruise Collisions SIS ZONES	# of incidents	percentage
W.MEDITERRANEAN	5	16,7%
S.CHINA + E.INDIES	5	16,7%
E.MEDITERRANEAN + BLACK SEA	4	13,3%
N.AMERICA PACIFIC COAST	4	13,3%
GULF OF MEXICO	3	10,0%
BALTIC	2	6,7%
U.S. EASTERN SEA BOARD	2	6,7%
AUSTRALASIA	1	3,3%
BR.ISLES, N.SEA, E.CHNL, BAY OF BISCAY	1	3,3%
JAPAN + KOREA	1	3,3%
S.ATLANTIC, E.COAST, S.AMERICA	1	3,3%
N.PACIFIC	1	3,3%
<b>Total</b>	<b>30</b>	<b>100%</b>



Διάγραμμα 3.48: Οι SIS Zones όπου συνέβησαν οι συγκρούσεις των κρουαζιερόπλοιων

Σύμφωνα με τα παραπάνω στοιχεία, μέγιστο πλήθος ατυχημάτων σύγκρουσης κρουαζιερόπλοιων παρατηρείται στην περιοχή της Δυτικής Μεσογείου, καθώς και σε αυτή της Νότιας Κίνας και Ανατολικής Ινδίας. Αθροίζοντας τα ατυχήματα που συνέβησαν στη Δυτική και Ανατολική Μεσόγειο και τον Εύξεινο Πόντο προκύπτουν 9 ατυχήματα που αντιστοιχούν στο 30% του συνόλου.

#### 4. ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ ΕΠΑΦΗΣ (Contact accidents)

Σύμφωνα με τη μελέτη, 168 από τα συνολικά 430 καταγεγραμμένα ατυχήματα είναι ατυχήματα επαφής. Σε 159 από αυτά τα ατυχήματα η επαφή πραγματοποιήθηκε με σταθερή εγκατάσταση, σε μόλις 4 από αυτά υπήρξε επαφή με επιπλέοντα αντικείμενα, ενώ για τα 5 ατυχήματα που απομένουν η πληροφορία αυτή παραμένει άγνωστη.

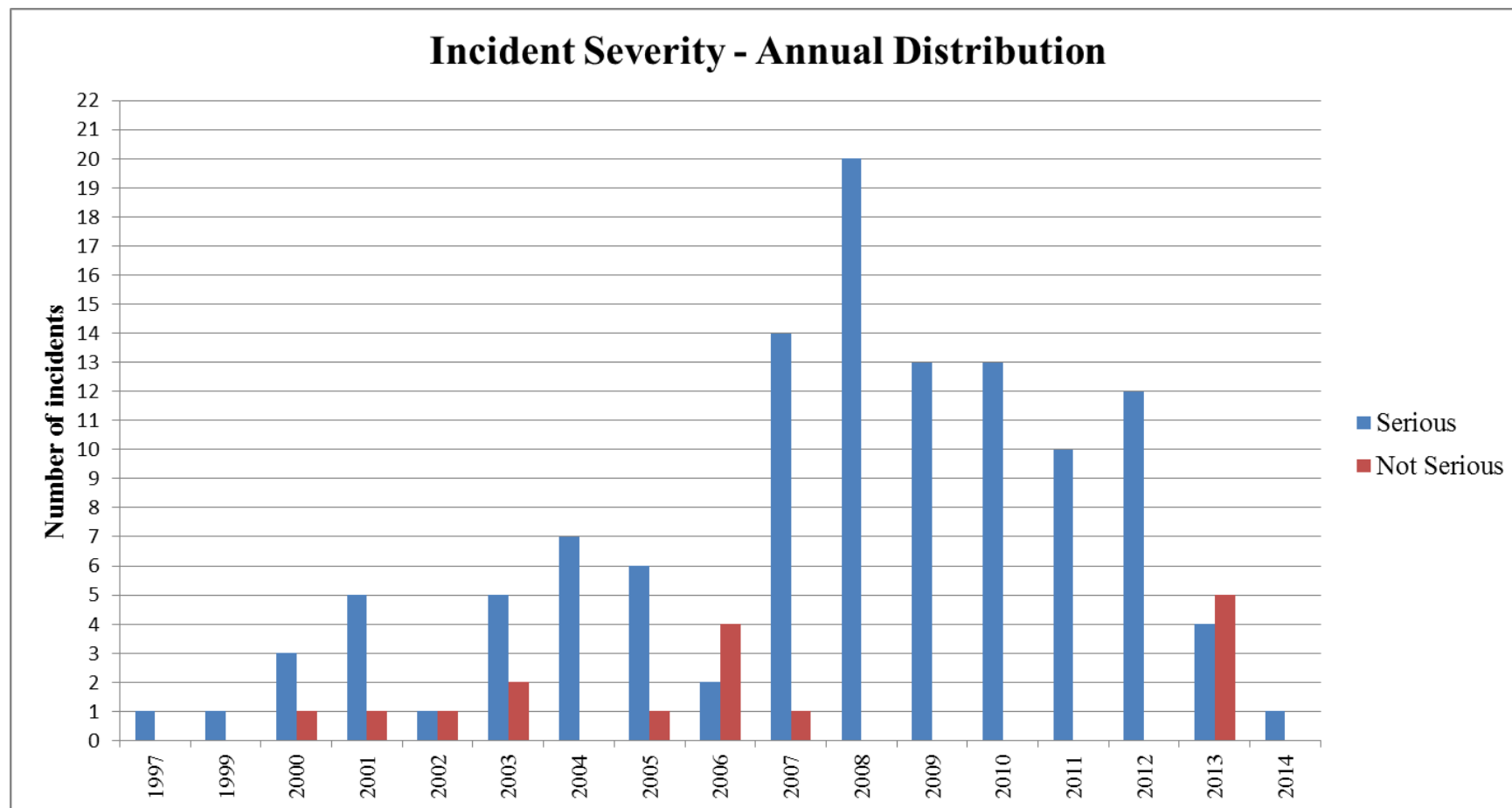
Αξίζει επίσης να σημειωθεί ότι καμία ολική απώλεια πλοίου δεν εντοπίζεται ως αποτέλεσμα των ατυχημάτων επαφής που μελετάμε.

##### 4.1 Ανάλυση ατυχημάτων επαφής Ε/Γ-Ο/Γ πλοίων (RoPax Contacts)

Στη βάση δεδομένων που αναπτύχθηκε για την παρούσα εργασία, περιλαμβάνονται συνολικά 168 ατυχήματα επαφής, εκ των οποίων τα 134 έχουν συμβεί σε Ε/Γ-Ο/Γ πλοία. Τα ατυχήματα αυτά χρονολογούνται από το 1997 έως το 2014 και στον πίνακα που ακολουθεί μπορούμε να παρατηρήσουμε το πλήθος, αλλά και το ποσοστό σοβαρών και μη σοβαρών καταγεγραμμένων ατυχημάτων ανά έτος. Η πληροφορία για τη σοβαρότητα των συμβάντων ανά έτος δίνεται και γραφικά στο διάγραμμα 4.1.

Πίνακας 4.1: Το πλήθος σοβαρών και μη σοβαρών ατυχημάτων επαφής πλοίων RoPax ανά έτος

Incident Severity- Annual Distribution	# of incidents		percentage	
	Serious	Not Serious	Serious	Not Serious
1997	1	0	100,0%	0,0%
1999	1	0	100,0%	0,0%
2000	3	1	75,0%	25,0%
2001	5	1	83,3%	16,7%
2002	1	1	50,0%	50,0%
2003	5	2	71,4%	28,6%
2004	7	0	100,0%	0,0%
2005	6	1	85,7%	14,3%
2006	2	4	33,3%	66,7%
2007	14	1	93,3%	6,7%
2008	20	0	100,0%	0,0%
2009	13	0	100,0%	0,0%
2010	13	0	100,0%	0,0%
2011	10	0	100,0%	0,0%
2012	12	0	100,0%	0,0%
2013	4	5	44,4%	55,6%
2014	1	0	100,0%	0,0%
<b>Total</b>	<b>118</b>	<b>16</b>	<b>88,1%</b>	<b>11,9%</b>

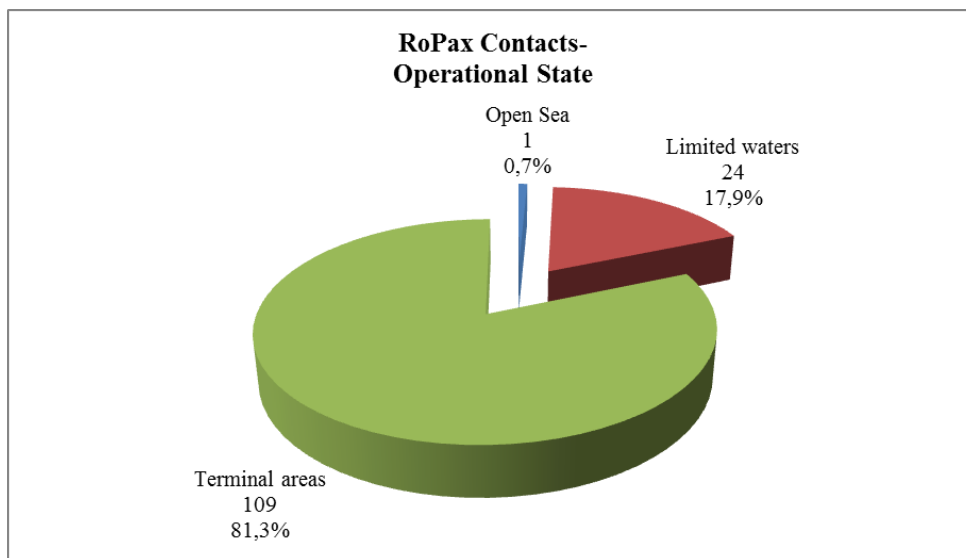


Διάγραμμα 4.1: Το πλήθος σοβαρών και μη σοβαρών ατυχημάτων επαφής πλοίων RoPax ανά έτος

- Η περιοχή λειτουργίας των πλοίων κατά τη διάρκεια των ατυχημάτων (Operational state of the ship)

Πίνακας 4.2: Η περιοχή λειτουργίας κατά τα ατυχήματα επαφής των πλοίων RoPax

RoPax Contacts-Operational State	# of incidents
Open Sea	1 <sup>9</sup>
Limited waters	24
Terminal areas	109
Unknown	0
<b>Total</b>	<b>134</b>



Πίνακας 4.2: Η περιοχή λειτουργίας κατά τα ατυχήματα επαφής των πλοίων RoPax

Παρατηρείται ότι το μεγαλύτερο ποσοστό ατυχημάτων επαφής πλοίων RoPax έλαβε χώρα σε τερματικούς σταθμούς και ακολούθως σε περιοχές περιορισμένων υδάτων. Μόλις ένα ατύχημα πραγματοποιήθηκε στην ανοιχτή θάλασσα (σε απόσταση μεγαλύτερη των 12 ναυτικών μιλίων από τη στεριά). Συμπεραίνουμε λοιπόν, ότι τα περισσότερα ατυχήματα επαφής πραγματοποιούνται κατά τη διάρκεια των χειρισμών ή κατά τις διαδικασίες πρόσδεσης και απόδεσης στα λιμάνια, οι οποίες απαιτούν λεπτούς χειρισμούς και δυσχεραίνονται ιδιαίτερα σε περιπτώσεις κακοκαιρίας (υψηλών ανέμων). Αυτό το πρώτο συμπέρασμα, το οποίο εξήχθη σύμφωνα με την περιοχή λειτουργίας, αναμένεται να επιβεβαιωθεί από την κατάσταση λειτουργίας των πλοίων αλλά και από την κατάσταση της θάλασσας κατά τη διάρκεια των ατυχημάτων.

Αξίζει να σημειωθεί ότι τα ποσοστά παραμένουν σχεδόν αμετάβλητα ( $\pm 1\%$ ) σε περίπτωση που ληφθούν υπόψη μόνο τα 118 σοβαρά περιστατικά.

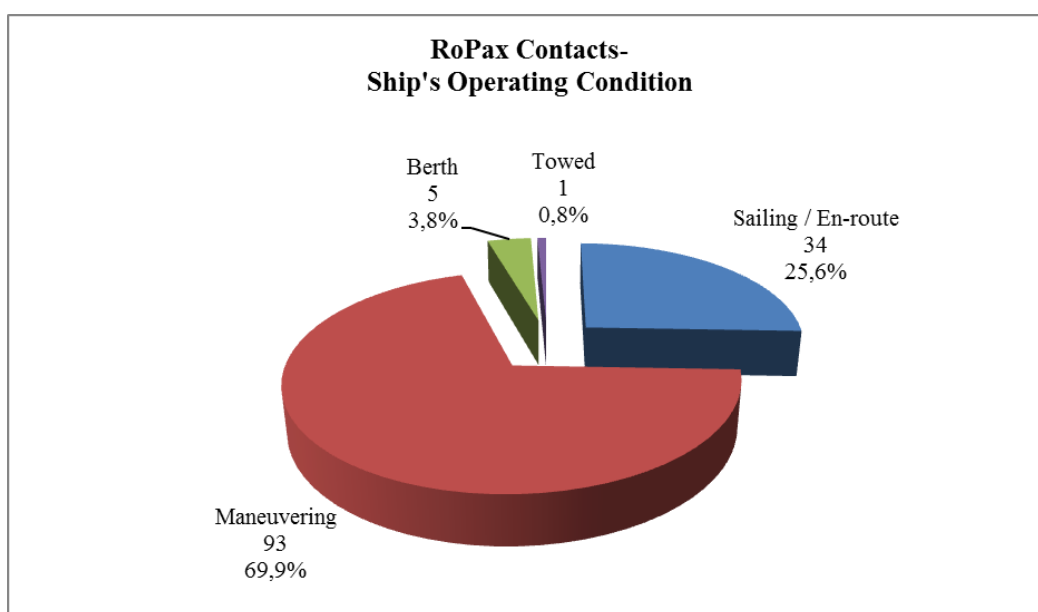
<sup>9</sup> Το ατύχημα έλαβε χώρα στην Ανταρκτική και το πλοίο προσέκρουσε σε πάγο (floating object).



- Κατάσταση λειτουργίας των πλοίων κατά τη διάρκεια των ατυχημάτων (Operating Condition)

Πίνακας 4.3: Η κατάσταση λειτουργίας κατά τα ατυχήματα επαφής των πλοίων RoPax

RoPax Contacts- Ship's Operating Condition	# of incidents
Sailing / En-route	34
Maneuvering	93
At Berth	5
Towed	1
Unknown	1
<b>Total</b>	<b>134</b>



Διάγραμμα 4.3: Η κατάσταση λειτουργίας κατά τα ατυχήματα επαφής των πλοίων RoPax

Σύμφωνα με το διάγραμμα 4.3, το 69,9% των ατυχημάτων επαφής πλοίων RoPax συνέβη κατά τις διαδικασίες ελιγμών, το 25,6% κατά την πλεύση, το 3,8% στο αγκυροβόλιο, ενώ παρατηρείται και ένα ατύχημα (0,8%) κατά το οποίο το πλοίο βρισκόταν υπό ρυμούλκηση. Σύμφωνα με όσα προαναφέρθηκαν, επιβεβαιώνονται τα αποτελέσματα που παρουσιάστηκαν για την περιοχή λειτουργίας (Πίνακας και Διάγραμμα 4.2), σύμφωνα με τα οποία το 81,3% των ατυχημάτων έλαβε χώρα σε τερματικούς σταθμούς.

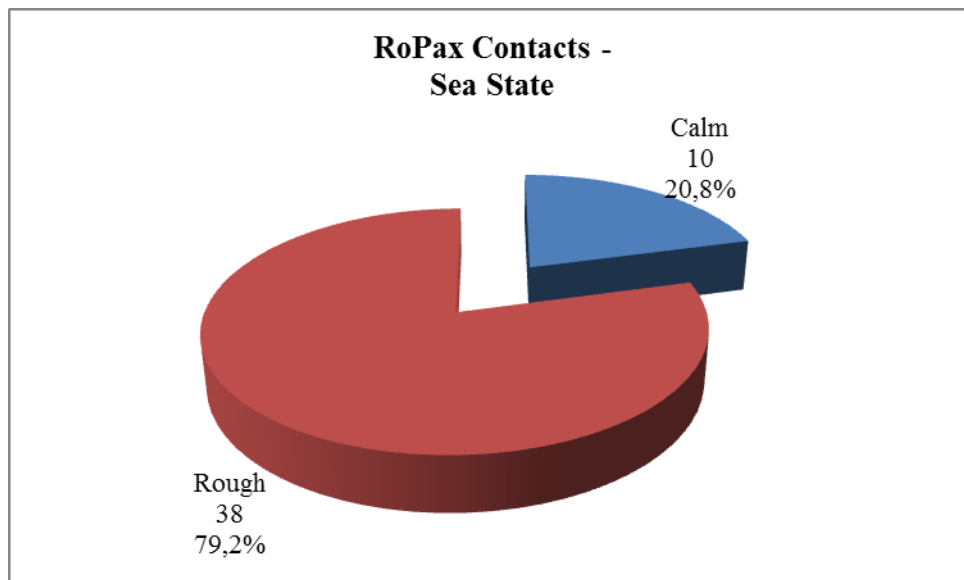
Σε περίπτωση που εστιάσουμε στα 118 σοβαρά ατυχήματα επαφής πλοίων RoPax, τα ποσοστά του παραπάνω διαγράμματος διαμορφώνονται ως εξής:

- Maneuvering 72,9% (86 ατυχήματα)
- Sailing/En-route 23,7% (28 ατυχήματα)
- At Berth 2,5% (3 ατυχήματα)
- Towed 0,8% (1 ατύχημα)

- Η κατάσταση της θάλασσας κατά τη διάρκεια των ατυχημάτων (Sea state)

Πίνακας 4.4: Η κατάσταση της θάλασσας κατά τα ατυχήματα επαφής των πλοίων RoPax

RoPax Contacts - Sea State	# of incidents
Calm	10
Rough	38
Unknown	86
<b>Total</b>	<b>134</b>



Πίνακας 4.4: Η κατάσταση της θάλασσας κατά τα ατυχήματα επαφής των πλοίων RoPax

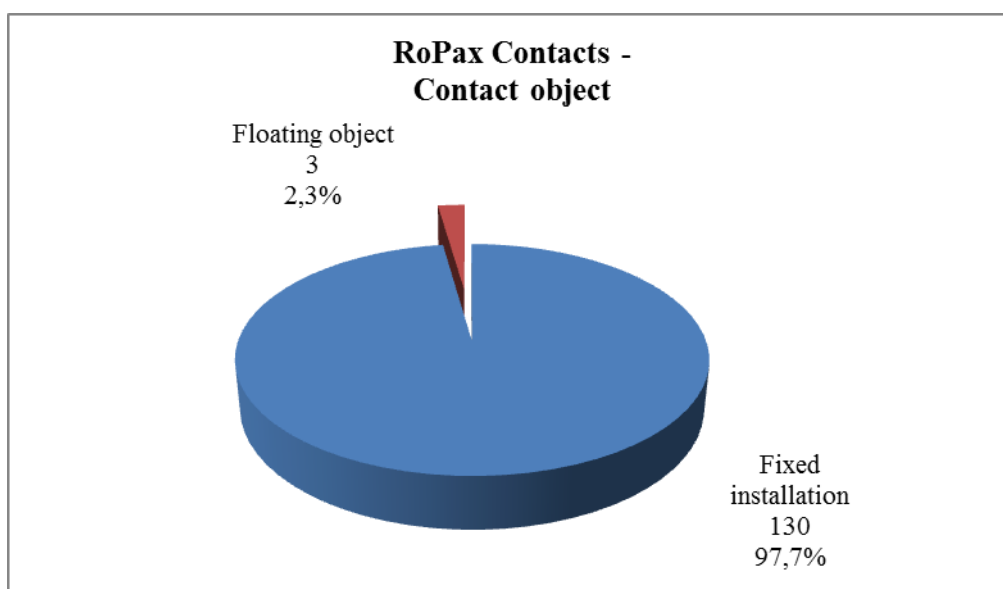
Παρατηρείται ότι το μεγαλύτερο ποσοστό (79,2%) ατυχημάτων επαφής πλοίων RoPax για τα οποία διαθέτουμε σχετική πληροφόρηση πραγματοποιήθηκε σε συνθήκες κυματισμών. Συνεπώς, οι δυσμενείς θαλάσσιες συνθήκες αυξάνουν την πιθανότητα εμφάνισης ατυχημάτων επαφής.

- Το είδος του αντικειμένου με το οποίο πραγματοποιήθηκε η επαφή (Contact object)

Υπενθυμίζεται ότι κατά τα ατυχήματα επαφής, ένα πλοίο μπορεί να έρθει σε επαφή με επιπλέοντα αντικείμενα ή σταθερές εγκαταστάσεις.

**Πίνακας 4.5: Το αντικείμενο με το οποίο πραγματοποιήθηκε η επαφή κατά τα ατυχήματα επαφής των πλοίων RoPax**

<b>RoPax Contacts - Contact object</b>	<b># of incidents</b>
Fixed installation	130
Floating object	3 <sup>10</sup>
Unknown	1
<b>Total</b>	<b>134</b>



**Διάγραμμα 4.5: Το αντικείμενο με το οποίο πραγματοποιήθηκε η επαφή κατά τα ατυχήματα επαφής των πλοίων RoPax**

Παρατηρείται ότι το 97,7% των ατυχημάτων επαφής των πλοίων RoPax αφορά συγκρούσεις των πλοίων με σταθερές εγκαταστάσεις. Επίσης, από τα στοιχεία της βάσης δεδομένων, γνωρίζουμε ότι τα 108 από τα 130 ατυχήματα επαφής με σταθερές εγκαταστάσεις έλαβαν χώρα σε τερματικούς σταθμούς. Δηλαδή, το 83% των σταθερών εγκαταστάσεων αναφέρεται σε προβλήτες λιμένων, ράμπες φόρτωσης και κυματοθραύστες.

<sup>10</sup> Από τα 3 ατυχήματα επαφής με floating object, τα 2 είναι Serious και το 1 Not serious.

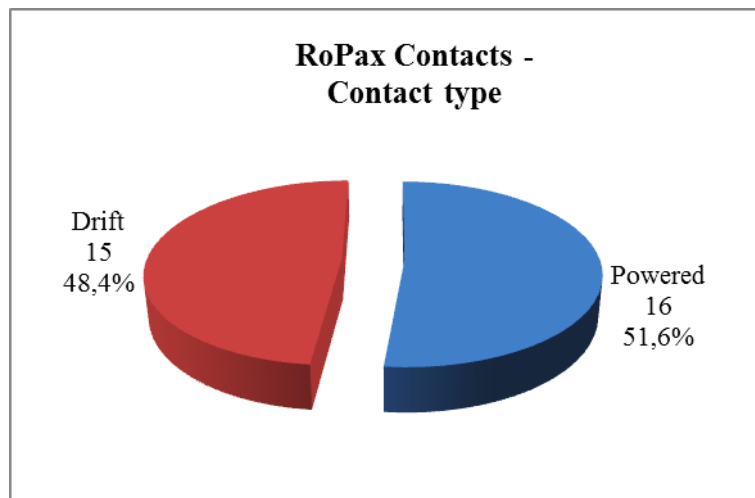
- Το είδος της επαφής με κριτήριο την κατάσταση πρόωσης του πλοίου (**Contact Type – Drift or Powered**)

Στο σημείο αυτό εξετάζεται το είδος της επαφής, ανάλογα με την κατάσταση πρόωσης του πλοίου. Όταν το πλοίο αντιμετωπίσει κάποιο μηχανολογικό πρόβλημα, με αποτέλεσμα την απώλεια της πρόωσης, ή όταν για οποιοδήποτε άλλο λόγο η προωστήρια εγκατάσταση βρίσκεται εκτός λειτουργίας το ατύχημα χαρακτηρίζεται ως “Drift Contact”. Σε κάθε άλλη περίπτωση, το ατύχημα χαρακτηρίζεται ως “Powered Contact” και συχνά, σε αυτού του είδους τα ατυχήματα επαφής, το πλοίο προσκρούει με ταχύτητα στις σταθερές εγκαταστάσεις ή τα επιπλέοντα αντικείμενα.

**Πίνακας 4.6: Το είδος της επαφής (Drift or Powered) στα ατυχήματα επαφής πλοίων RoPax**

<b>RoPax Contacts - Contact type</b>	<b># of incidents</b>
Powered	16
Drift	15
Unknown	103
<b>Total</b>	<b>134</b>

Στο διάγραμμα 4.6, το οποίο ακολουθεί, παρουσιάζονται τα αντίστοιχα ποσοστά, χωρίς να λαμβάνονται υπόψη τα Unknown accidents.



**Διάγραμμα 4.6: Το είδος της επαφής (Drift or Powered) στα ατυχήματα επαφής πλοίων RoPax**

Αν εστιάσουμε στα 118 σοβαρά ατυχήματα επαφής, η εν λόγω πληροφορία είναι διαθέσιμη για 27 περιπτώσεις και τα αντίστοιχα ποσοστά διαμορφώνονται ως εξής:

- Drift 51,9% (14 ατυχήματα)
- Powered 48,1% (13 ατυχήματα)

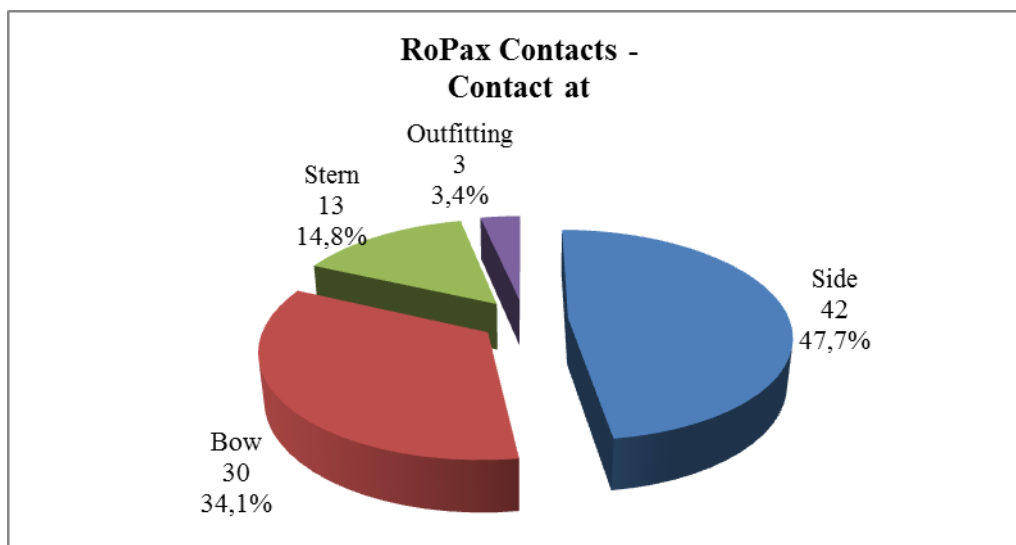
Λόγω του περιορισμένου αριθμού ατυχημάτων για τα οποία διαθέτουμε την εν λόγω πληροφορία, μπορούμε να θεωρήσουμε τελικά ότι η κατανομή Drift-Powered τείνει στο 50%-50%.

- Το σημείο της γάστρας του πλοίου όπου υπήρξε επαφή κατά το ατύχημα (Hull area in contact with the object)

Στον πίνακα 4.7 και το αντίστοιχο διάγραμμα, εξετάζεται το σημείο του Ε/Γ-Ο/Γ πλοίου το οποίο ήρθε σε επαφή με τη σταθερή εγκατάσταση ή το επιπλέον αντικείμενο κατά το ατύχημα. Η επαφή ενδέχεται να εντοπίζεται στην πλευρά, στον πυθμένα, στην πλώρη, στην πρύμνη ή στον εξοπλισμό (πηδάλιο, προπέλες).

Πίνακας 4.7: Η περιοχή της γάστρας που ήρθε σε επαφή κατά τα ατυχήματα επαφής των πλοίων RoPax

RoPax Contacts- Contact at	# of incidents
Side	42
Bottom	0
Bow	30
Stern	13
Outfitting	3
Unclear	46
<b>Total</b>	<b>134</b>



Διάγραμμα 4.7: Η περιοχή της γάστρας που ήρθε σε επαφή κατά τα ατυχήματα επαφής των πλοίων RoPax

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της μελέτης, στο 47,7% του συνόλου των ατυχημάτων επαφής πλοίων RoPax η επαφή σημειώθηκε στην πλευρά του πλοίου, ενώ ακολουθεί η περιοχή της πλώρης με ποσοστό 34,1%. Λιγότερο πιθανά σημεία επαφής για το πλοίο αποτελούν η πρύμνη (14,8%) και ο εξοπλισμός (3,4%).

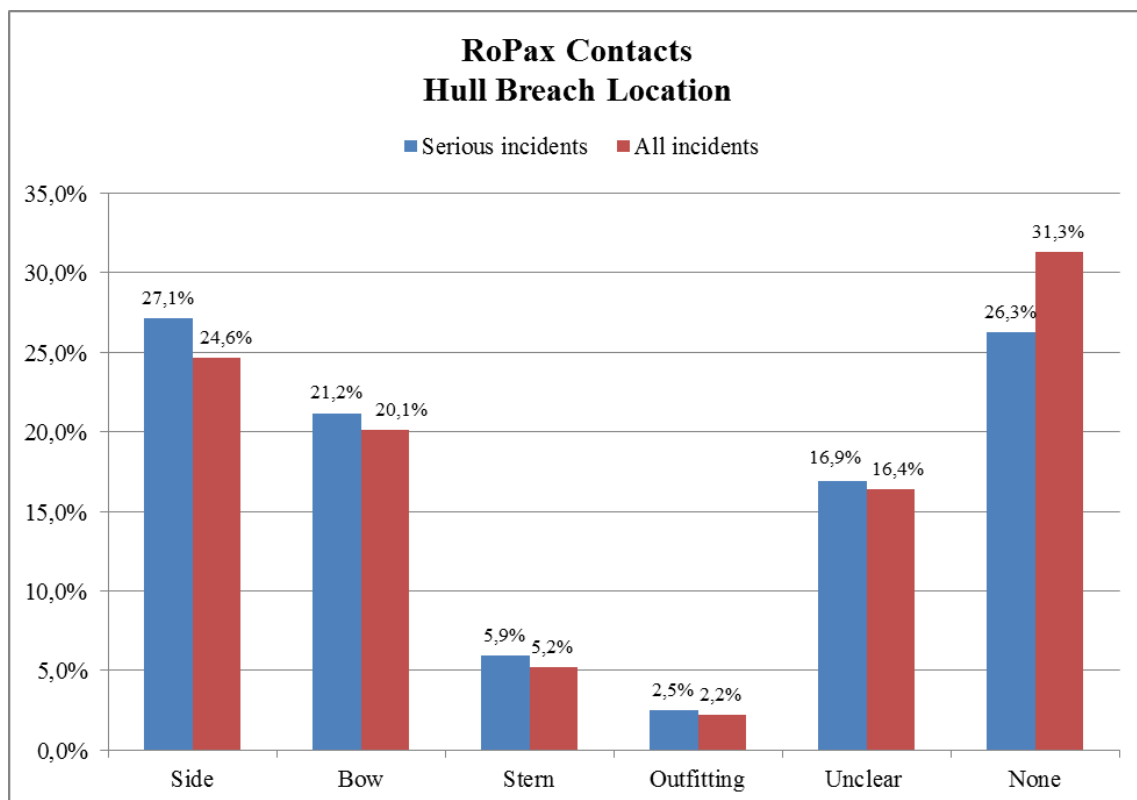
Αξίζει να σημειωθεί ότι τα ποσοστά παραμένουν σχεδόν αμετάβλητα ( $\pm 1,5\%$ ) σε περίπτωση που ληφθούν υπόψη μόνο τα 118 σοβαρά ατυχήματα επαφής.

- **Η δημιουργία και η θέση του ρήγματος (Hull Breach Location)**

Στον πίνακα 4.8 και το αντίστοιχο διάγραμμα, τα οποία ακολουθούν, εξετάζεται η θέση των ρηγματών που προκλήθηκαν στα πλοία RoPax από τα ατυχήματα επαφής.

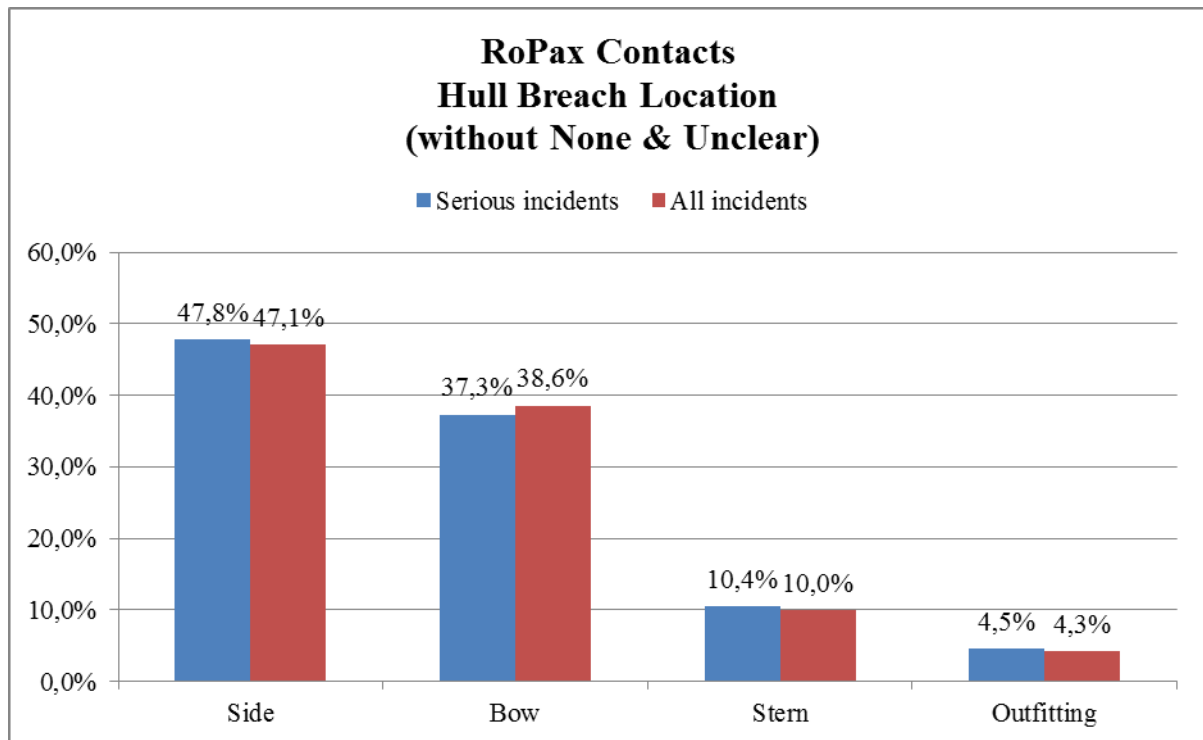
**Πίνακας 4.8: Η θέση του ρήγματος κατά τα ατυχήματα επαφής των πλοίων RoPax**

<b>RoPax Contacts – Hull Breach Location</b>	<b>Serious incidents</b>	<b>All incidents</b>
Side	32	33
Bottom	0	0
Bow	25	27
Stern	7	7
Outfitting	3	3
Unclear	20	22
None	31	42
<b>Total</b>	<b>118</b>	<b>134</b>



**Διάγραμμα 4.8: Η θέση του ρήγματος κατά τα ατυχήματα επαφής των πλοίων RoPax (All incidents)**

Παρατηρούμε ότι σε σημαντικό ποσοστό ατυχημάτων (31,3%) δεν υπήρξε ρήγμα στη γάστρα του πλοίου ως αποτέλεσμα του ατυχήματος. Στη συνέχεια παρουσιάζονται τα στατιστικά της θέσης των ρηγματών, χωρίς τις αδιευκρίνιστες περιπτώσεις (Unclear) καθώς και αυτές στις οποίες δεν υπήρξε ρήγμα (None).



Διάγραμμα 4.9: Η θέση του ρήγματος κατά τα ατυχήματα επαφής των πλοίων RoPax

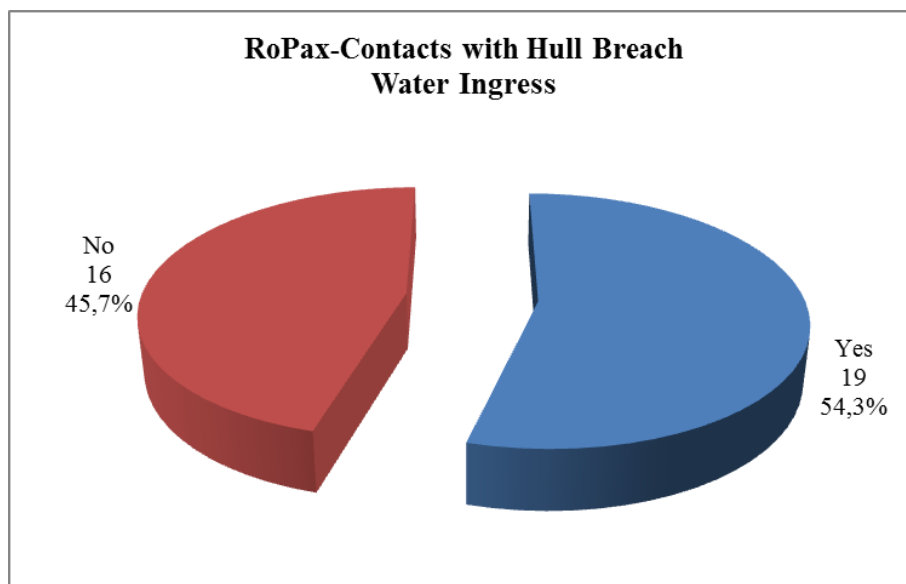
Στο διάγραμμα 4.9 παρουσιάζονται τα στατιστικά για τα ατυχήματα επαφής, στα οποία η θέση των ρηγμάτων είναι γνωστή. Παρατηρώντας το σύνολο των ατυχημάτων (All incidents), το 47,1% των ρηγμάτων εμφανίζεται στην πλευρά του πλοίου και, ακολούθως, το 38,6% στην πλώρη. Λιγότερο πιθανά σημεία εμφάνισης ρηγμάτων αποτελούν η περιοχή της πρύμνης και ο εξοπλισμός (πηδάλιο, προπέλες), με πιθανότητες 10% και 4,3% αντίστοιχα.

- **Εισροή υδάτων (Water Ingress)**

Υπενθυμίζεται ότι στα 70 από τα 134 ατυχήματα επαφής πλοίων RoPax δημιουργήθηκε ρήγμα στο εξωτερικό περίβλημα του πλοίου. Για τα ατυχήματα αυτά, κρίνεται σκόπιμο να εξεταστεί αν υπήρξε εισροή υδάτων μετά το συμβάν.

**Πίνακας 4.10: Εισροή υδάτων σε ατυχήματα επαφής πλοίων RoPax με δημιουργία ρήγματος**

<b>RoPax-Contacts with Hull Breach Water Ingress</b>	<b># of incidents</b>
Yes	19
No	16
Unknown	35
<b>Total</b>	<b>70</b>



**Διάγραμμα 4.10: Εισροή υδάτων σε ατυχήματα επαφής πλοίων RoPax με δημιουργία ρήγματος**

Σύμφωνα με τον πίνακα 4.10 και το αντίστοιχο διάγραμμα, εισροή υδάτων παρατηρείται στο 54,3% των ατυχημάτων επαφής πλοίων RoPax με δημιουργία ρήγματος.

Αξίζει να σημειωθεί ότι τα ποσοστά δεν μεταβάλλονται σε περίπτωση που μελετήσουμε μόνο τα σοβαρά ατυχήματα επαφής.

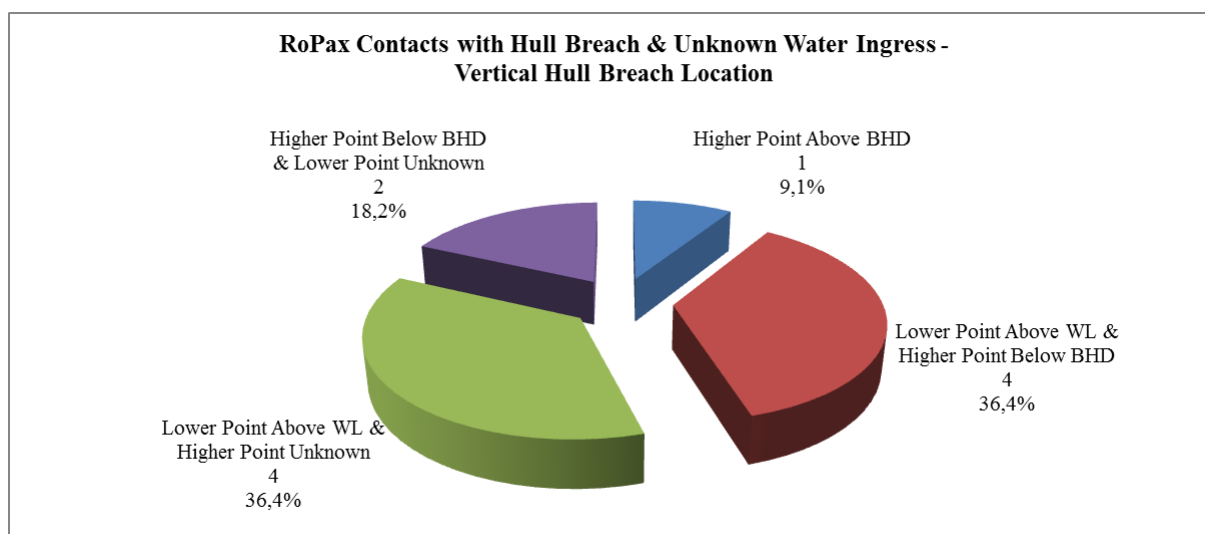


- Η καθ' ύψος θέση του ρήγματος στις περιπτώσεις που είναι άγνωστη η πληροφορία για την εισροή υδάτων (Vertical Hull Breach Location in case of unknown Water Ingress)

Κρίνεται σκόπιμο να μελετήσουμε την καθ' ύψος θέση του ρήγματος όταν δεν γνωρίζουμε αν υπήρξε εισροή υδάτων κατά το ατύχημα. Πιο συγκεκριμένα, εξετάζεται η θέση του κατώτερου σημείου του ρήγματος σε σχέση με την ίσαλο γραμμή (Above WL or Unknown WL) και η θέση του ανώτερου σημείου του ρήγματος σε σχέση με το bulkhead deck (Above BHD, Below BHD or Unknown BHD).

Πίνακας 4.11: Η καθ' ύψος θέση του ρήγματος σε ατυχήματα επαφής RoPax με άγνωστη την εισροή υδάτων

RoPax Contacts with Hull Breach & Unknown Water Ingress – Vertical Hull Breach Location	# of incidents
Higher Point Above BHD	1
Lower Point Above WL & Higher Point Below BHD	4
Lower Point Above WL & Higher Point Unknown	4
Higher Point Below BHD & Lower Point Unknown	2
Both Points Unknown	24
<b>Total</b>	<b>35</b>



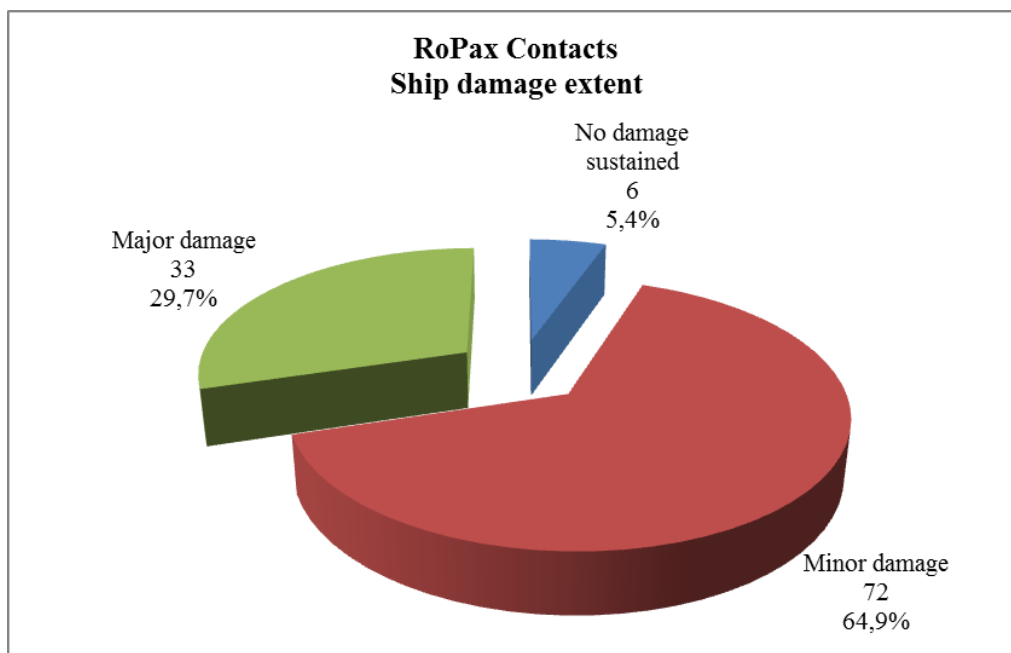
Διάγραμμα 4.11: Η καθ' ύψος θέση του ρήγματος σε ατυχήματα επαφής RoPax με άγνωστη την εισροή υδάτων

- **Η έκταση της βλάβης (Ship damage extent)**

Σύμφωνα με τις πρωτογενείς πληροφορίες που περιέχονται στη βάση για κάθε ατύχημα, χαρακτηρίζεται η έκταση της βλάβης που προκλήθηκε στο πλοίο. Οι εκφράσεις που περιέχονται στον πίνακα 4.12 έχουν διατηρηθεί ακέραιες από το κείμενο που περιγράφει το ατύχημα στη βάση και προέρχεται από τη Seaweb (IHS Fairplay).

**Πίνακας 4.12: Η έκταση της βλάβης στα ατυχήματα επαφής των RoPax**

<b>RoPax Contacts Ship damage extent</b>	<b># of incidents</b>
No damage sustained	6
Minor damage	72
Major damage	33
Total Loss	0
Break up	0
Unknown	23
<b>Total</b>	<b>134</b>



**Διάγραμμα 4.12: Η έκταση της βλάβης στα ατυχήματα επαφής των RoPax**

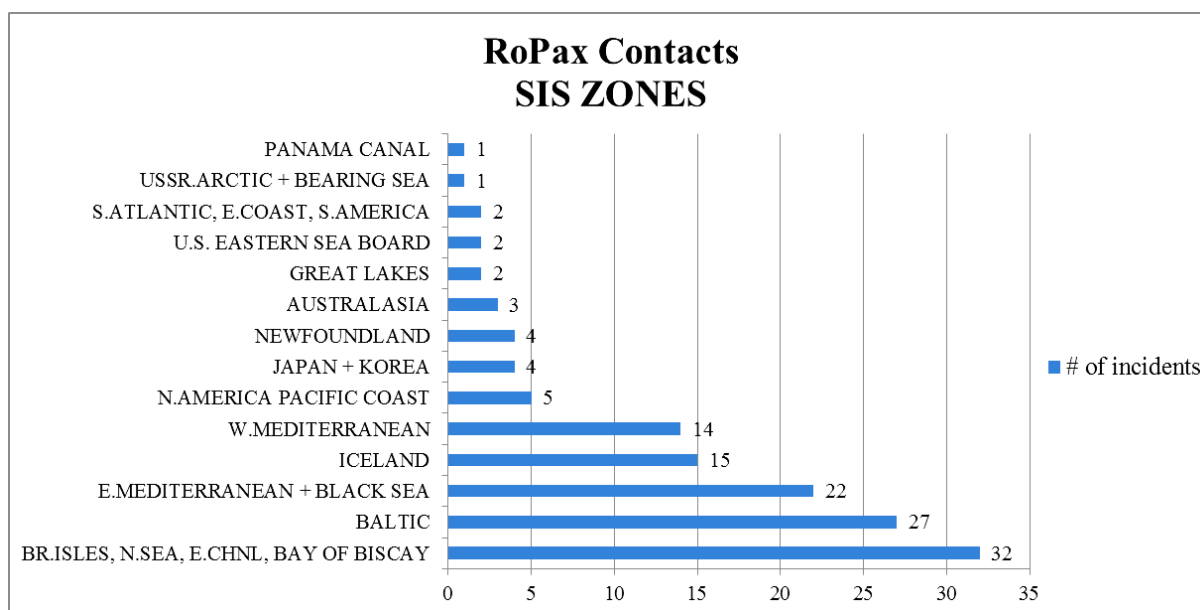
- **Ολικές απώλειες πλοίων και ανθρώπινες απώλειες (Total losses & Fatalities)**

Στα 134 υπό μελέτη ατυχήματα επαφής πλοίων RoPax δεν εντοπίζεται καμία ολική απώλεια πλοίου και κανένα ανθρώπινο θύμα.

- Τοποθεσία των ατυχημάτων (SIS ZONES)

Πίνακας 4.13: Οι SIS Zones όπου συνέβησαν τα ατυχήματα επαφής των πλοίων RoPax

RoPax Contacts SIS ZONES	# of incidents	percentage
BR.ISLES, N.SEA, E.CHNL, BAY OF BISCAY	32	23,9%
BALTIC	27	20,1%
E.MEDITERRANEAN + BLACK SEA	22	16,4%
ICELAND	15	11,2%
W.MEDITERRANEAN	14	10,4%
N.AMERICA PACIFIC COAST	5	3,7%
JAPAN + KOREA	4	3,0%
NEWFOUNDLAND	4	3,0%
AUSTRALASIA	3	2,2%
GREAT LAKES	2	1,5%
U.S. EASTERN SEA BOARD	2	1,5%
S.ATLANTIC, E.COAST, S.AMERICA	2	1,5%
USSR.ARCTIC + BEARING SEA	1	0,7%
PANAMA CANAL	1	0,7%
<b>Total</b>	<b>134</b>	<b>100,0%</b>



Διάγραμμα 4.13: Οι SIS Zones όπου συνέβησαν τα ατυχήματα επαφής των πλοίων RoPax

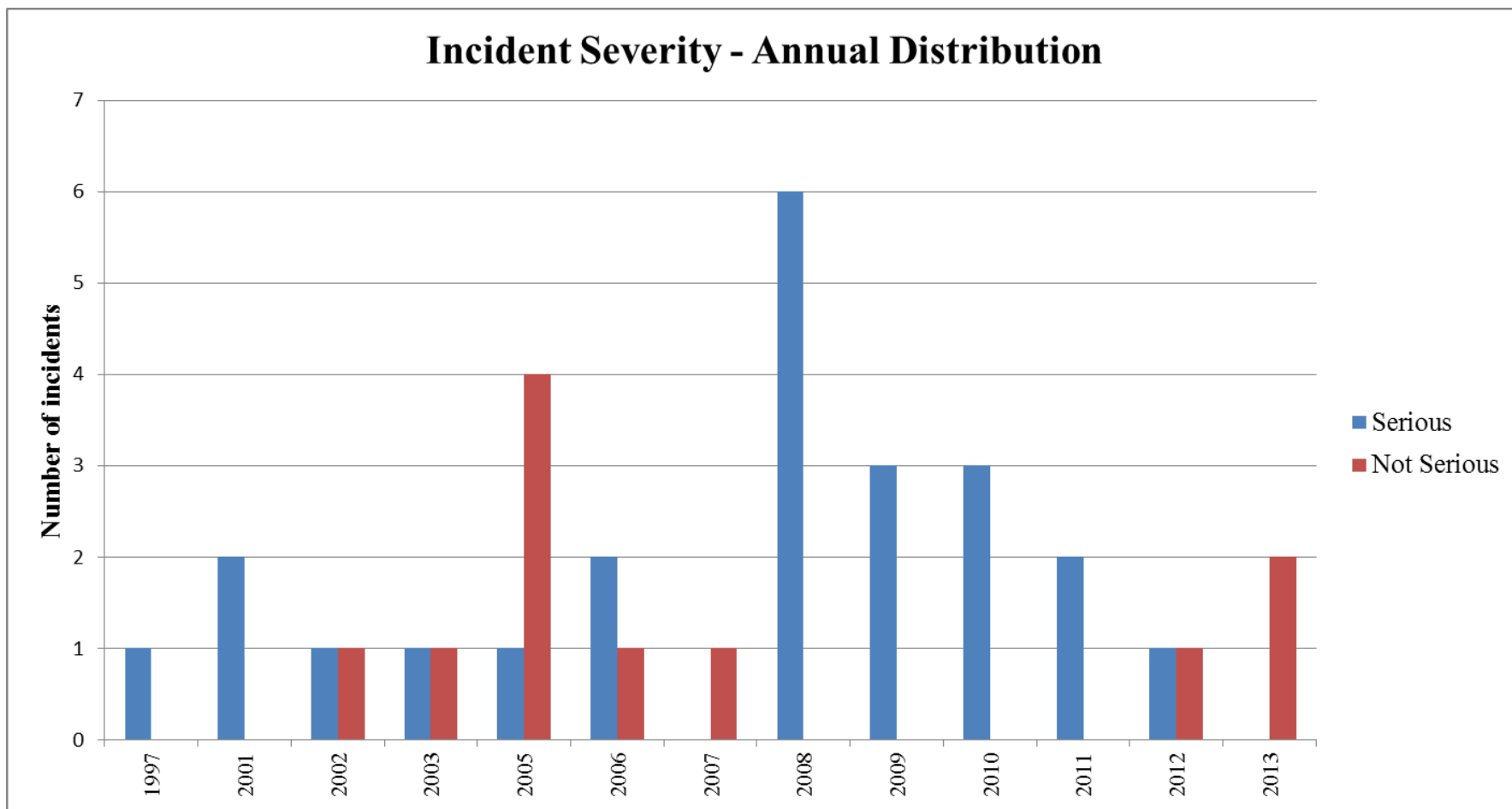
Η SIS zone στην οποία συγκεντρώνονται τα περισσότερα ατυχήματα περιλαμβάνει τα Βρετανικά νησιά, τη Βόρειο Θάλασσα, τη Θάλασσα της Μάγχης και το Βισκαϊκό κόλπο. Αξίζει, ωστόσο, να παρατηρήσουμε ότι αθροίζοντας τα ατυχήματα που συνέβησαν στη Δυτική και Ανατολική Μεσόγειο και τον Εύξεινο Πόντο προκύπτουν 36 ατυχήματα που αντιστοιχούν στο 26,8% του συνόλου.

#### 4.2 Ανάλυση ατυχημάτων επαφής κρουαζιερόπλοιων (Cruise Contacts)

Στη βάση δεδομένων που αναπτύχθηκε για την παρούσα εργασία, περιλαμβάνονται συνολικά 168 ατυχήματα επαφής, εκ των οποίων τα 34 έχουν συμβεί σε κρουαζιερόπλοια. Τα ατυχήματα αυτά χρονολογούνται από το 1997 έως το 2013 και στον πίνακα που ακολουθεί μπορούμε να παρατηρήσουμε το πλήθος, αλλά και το ποσοστό σοβαρών και μη σοβαρών καταγεγραμμένων ατυχημάτων ανά έτος. Η πληροφορία για τη σοβαρότητα των συμβάντων ανά έτος δίνεται και γραφικά στο διάγραμμα 4.14.

Πίνακας 4.14: Το πλήθος σοβαρών και μη σοβαρών ατυχημάτων επαφής κρουαζιερόπλοιων ανά έτος

Incident Severity- Annual Distribution	# of incidents		percentage	
	Serious	Not Serious	Serious	Not Serious
1997	1	0	100,0%	0,0%
2001	2	0	100,0%	0,0%
2002	1	1	50,0%	50,0%
2003	1	1	50,0%	50,0%
2005	1	4	20,0%	80,0%
2006	2	1	66,7%	33,3%
2007	0	1	0,0%	100,0%
2008	6	0	100,0%	0,0%
2009	3	0	100,0%	0,0%
2010	3	0	100,0%	0,0%
2011	2	0	100,0%	0,0%
2012	1	1	50,0%	50,0%
2013	0	2	0,0%	100,0%
<b>Total</b>	<b>23</b>	<b>11</b>	<b>67,6%</b>	<b>32,4%</b>

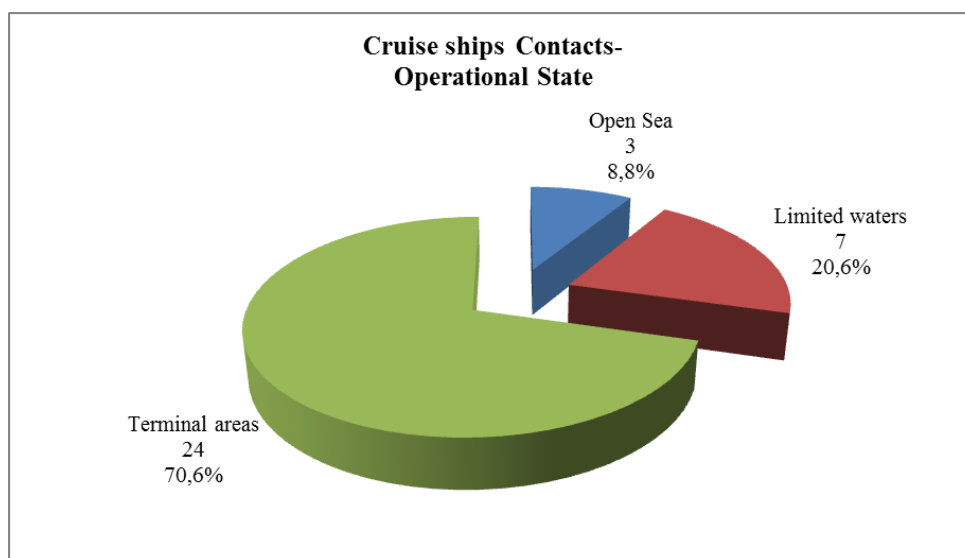


Διάγραμμα 4.14: Το πλήθος σοβαρών και μη σοβαρών ατυχημάτων επαφής κρουαζιερόπλοιων ανά έτος

- Η περιοχή λειτουργίας των πλοίων κατά τη διάρκεια των ατυχημάτων (Operational state of the ship)

Πίνακας 4.15: Η περιοχή λειτουργίας κατά τα ατυχήματα επαφής των κρουαζιερόπλοιων

Cruise ships Contacts- Operational State	# of incidents
Open Sea	3 <sup>11</sup>
Limited waters	7
Terminal areas	24
Unknown	0
<b>Total</b>	<b>34</b>



Διάγραμμα 4.15: Η περιοχή λειτουργίας κατά τα ατυχήματα επαφής των κρουαζιερόπλοιων

Παρατηρείται ότι τα περισσότερα ατυχήματα επαφής κρουαζιερόπλοιων έλαβαν χώρα σε τερματικές περιοχές και, ακολούθως, σε περιοχές περιορισμένων υδάτων. Μόλις 3 ατυχήματα εντοπίζονται στην ανοιχτή θάλασσα.

Μελετώντας μόνο τα 23 σοβαρά ατυχήματα επαφής, τα ποσοστά του διαγράμματος 4.15 διαμορφώνονται ως εξής:

- Terminal areas 65,2% (15 ατυχήματα)
- Limited waters 21,7% (5 ατυχήματα)
- Open Sea 13% (3 ατυχήματα)

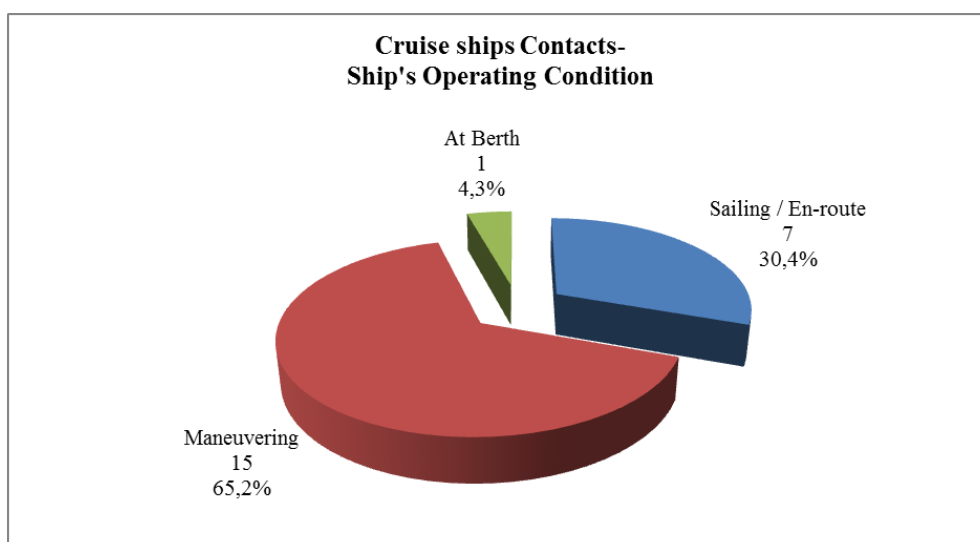
<sup>11</sup> Για τα τρία αυτά ατυχήματα παραμένει άγνωστο αν το πλοίο ήρθε σε επαφή με σταθερή εγκατάσταση ή κάποιο αντικείμενο.

- Κατάσταση λειτουργίας των πλοίων κατά τη διάρκεια των ατυχημάτων (Operating Condition)

Πίνακας 4.16: Η κατάσταση λειτουργίας κατά τα ατυχήματα επαφής των κρουαζιερόπλοιων

Cruise ships Contacts – Ship's Operating Condition	# of incidents
Sailing / En-route	9
Maneuvering	23
At Berth	1
Unknown	1
<b>Total</b>	<b>34</b>

Στο διάγραμμα που ακολουθεί παρουσιάζονται τα αντίστοιχα ποσοστά, για τον υπολογισμό των οποίων δε λαμβάνεται υπόψη το ένα ατύχημα κατά το οποίο είναι άγνωστη η κατάσταση λειτουργίας του πλοίου.



Διάγραμμα 4.16: Η κατάσταση λειτουργίας κατά τα ατυχήματα επαφής των κρουαζιερόπλοιων

Παρατηρείται ότι η πλειονότητα των ατυχημάτων έλαβε χώρα κατά τη διάρκεια ελιγμών, ακολουθούν 9 ατυχήματα κατά την πλεύση και μόλις 1 συνέβη ενώ το πλοίο βρισκόταν αγκυροβολημένο (έπειτα από σπάσιμο των κάβων).

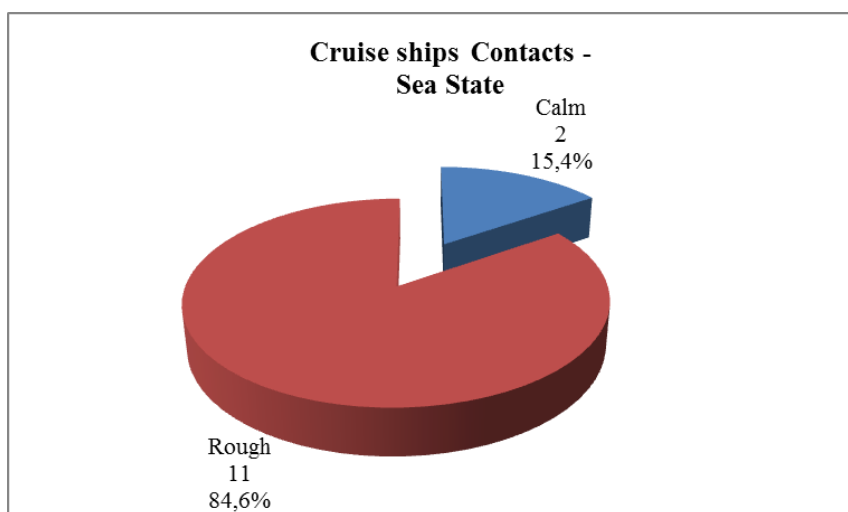
Αν εξετάσουμε μόνο τα 23 σοβαρά ατυχήματα των κρουαζιερόπλοιων, τα ποσοστά του διαγράμματος 4.16 διαμορφώνονται ως εξής:

- Maneuvering 65,2% (15 ατυχήματα)
- Sailing/En-route 30,5% (7 ατυχήματα)
- At berth 4,3% (1 ατύχημα)

- Η κατάσταση της θάλασσας κατά τη διάρκεια των ατυχημάτων (Sea state)

Πίνακας 4.17: Η κατάσταση της θάλασσας κατά τα ατυχήματα επαφής των κρουαζιερόπλοιων

Cruise ships Contacts - Sea State	# of incidents
Calm	2
Rough	11
Unknown	21
<b>Total</b>	<b>34</b>



Διάγραμμα 4.17: Η κατάσταση της θάλασσας κατά τα ατυχήματα επαφής των κρουαζιερόπλοιων

Στο σημείο αυτό, υπενθυμίζεται ότι με τον όρο Rough Seas εννοούμε τις γενικότερα δυσμενείς καιρικές συνθήκες και κυρίως τους υψηλής έντασης ανέμους, οι οποίοι μπορούν να καταστήσουν ιδιαίτερα δύσκολες τις διαδικασίες πρόσδεσης και απόδεσης στα λιμάνια. Παρατηρείται ότι το 84,6% των ατυχημάτων έλαβε χώρα κάτω από τέτοιες συνθήκες.

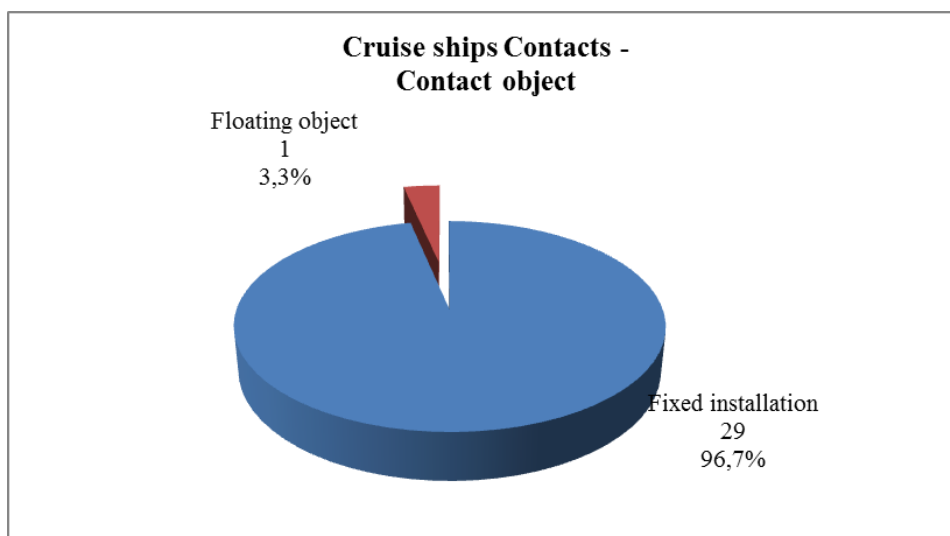


- Το είδος του αντικειμένου με το οποίο πραγματοποιήθηκε η επαφή (**Contact object**)

Κατά τα ατυχήματα επαφής, ένα πλοίο μπορεί να έρθει σε επαφή με επιπλέοντα αντικείμενα ή σταθερές εγκαταστάσεις.

**Πίνακας 4.18:** Το αντικείμενο με το οποίο πραγματοποιήθηκε η επαφή κατά τα ατυχήματα επαφής των κρουαζιερόπλοιων

<b>Cruise ships Contacts - Contact object</b>	<b># of incidents</b>
Fixed installation	29
Floating object	1
Unknown	4
<b>Total</b>	<b>34</b>



**Διάγραμμα 4.18:** Το αντικείμενο με το οποίο πραγματοποιήθηκε η επαφή κατά τα ατυχήματα επαφής των κρουαζιερόπλοιων

Παρατηρούμε μόνο ένα ατύχημα επαφής με επιπλέον αντικείμενο και, πιο συγκεκριμένα, η επαφή του κρουαζιερόπλοιου έγινε με σημαδόυρα εντός τερματικού σταθμού. Το ατύχημα αυτό χαρακτηρίζεται ως Serious, όχι λόγω των αποτελεσμάτων της πρόσκρουσης, τα οποία ήταν αμελητέα αλλά γιατί η αλυσίδα που συγκρατούσε τη σημαδόυρα προκάλεσε σοβαρή βλάβη στις προπέλες του σκάφους.

- Το είδος της επαφής με κριτήριο την κατάσταση πρόωσης του πλοίου (Contact Type – Drift or Powered)

Πίνακας 4.19: Το είδος της επαφής (Drift or Powered) στα ατυχήματα επαφής των κρουαζιερόπλοιων

Cruise ships Contacts – Contact type	# of incidents
Powered	2
Drift	0
Unknown	32
<b>Total</b>	<b>34</b>



Διάγραμμα 4.19: Το είδος της επαφής (Drift or Powered) στα ατυχήματα επαφής των κρουαζιερόπλοιων

Η πληροφορία αυτή είναι γνωστή για δύο μόνο ατυχήματα, τα οποία έχουν χαρακτηριστεί ως Powered Contacts. Αυτό σημαίνει ότι, κατά τη διάρκεια των ατυχημάτων η προωστήρια εγκατάσταση των πλοίων βρισκόταν κανονικά σε λειτουργία.

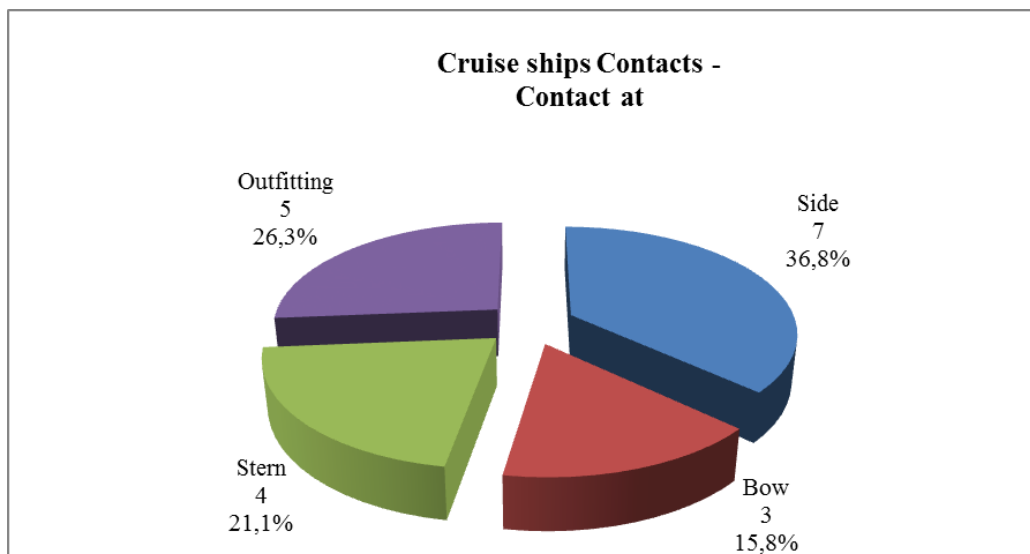
Αξίζει να σημειωθεί ότι στο ένα από τα δύο αυτά ατυχήματα δεν δημιουργήθηκε ρήγμα στο πλοίο, ενώ στη δεύτερη περίπτωση προκλήθηκε πλευρικό ρήγμα μήκους 1,3 m.

- Το σημείο της γάστρας του πλοίου όπου υπήρξε επαφή κατά το ατύχημα (Hull area in contact with the object)

Στον πίνακα 4.20 και το αντίστοιχο διάγραμμα, εξετάζεται το σημείο της γάστρας του κρουαζιερόπλοιου το οποίο ήρθε σε επαφή με τη σταθερή εγκατάσταση ή το επιπλέον αντικείμενο κατά το ατύχημα. Η επαφή ενδέχεται να εντοπίζεται στην πλευρά, στον πυθμένα, στην πλώρη, στην πρύμνη ή στον εξοπλισμό (πηδάλιο, προπέλες).

Πίνακας 4.20: Η περιοχή της γάστρας που ήρθε σε επαφή κατά τα ατυχήματα επαφής των κρουαζιερόπλοιων

Cruise ships Contacts-Contact at	Serious incidents	All incidents
Side	3	7
Bottom	0	0
Bow	3	3
Stern	4	4
Outfitting	5	5
Unclear	8	15
<b>Total</b>	<b>23</b>	<b>34</b>



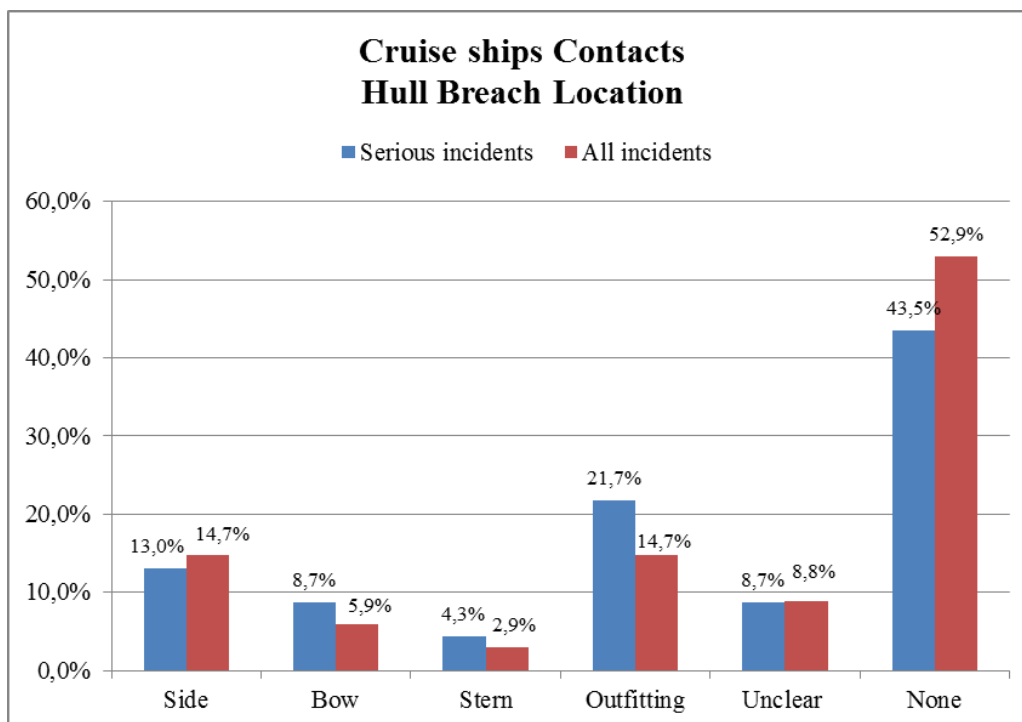
Πίνακας 4.20: Η περιοχή της γάστρας που ήρθε σε επαφή κατά τα ατυχήματα επαφής των κρουαζιερόπλοιων (All incidents)

- **Η δημιουργία και η θέση του ρήγματος (Hull Breach Location)**

Στον πίνακα 4.21 και το αντίστοιχο διάγραμμα εξετάζεται η θέση των ρηγμάτων που προκλήθηκαν στα κρουαζιερόπλοια από τα ατυχήματα επαφής.

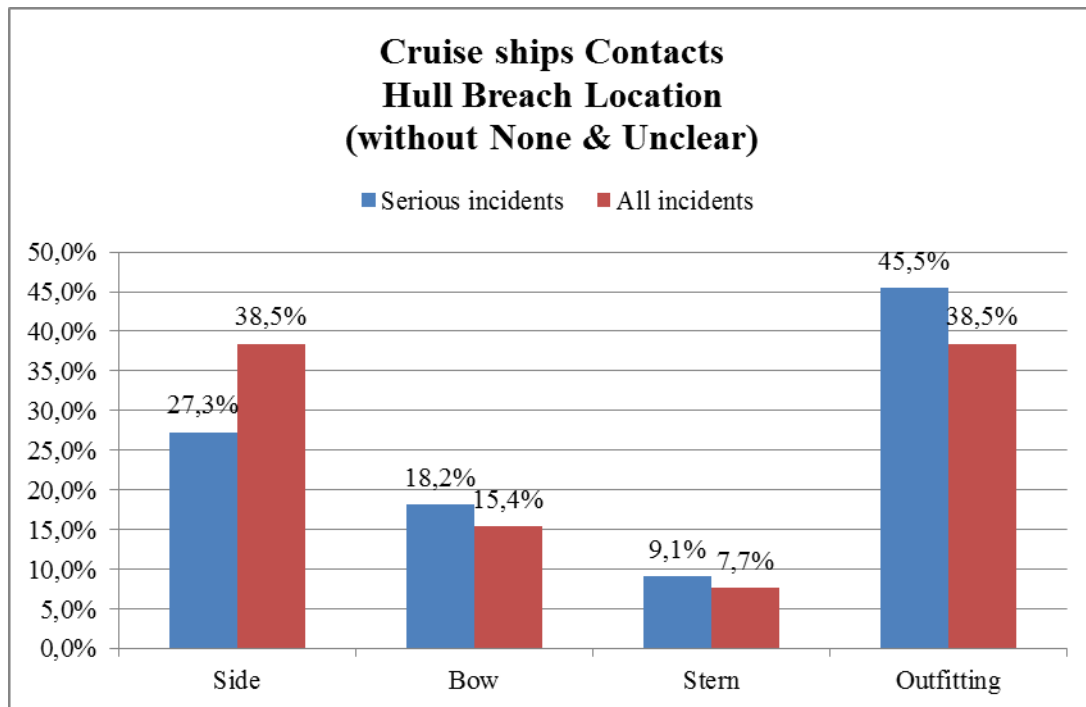
**Πίνακας 4.21: Η θέση του ρήγματος κατά τα ατυχήματα επαφής των κρουαζιερόπλοιων**

<b>Cruise ships Contacts - Hull Breach Location</b>	<b>Serious incidents</b>	<b>All incidents</b>
Side	3	5
Bottom	0	0
Bow	2	2
Stern	1	1
Outfitting	5	5
Unclear	2	3
None	10	18
<b>Total</b>	<b>23</b>	<b>34</b>



**Διάγραμμα 4.21: Η θέση του ρήγματος κατά τα ατυχήματα επαφής των κρουαζιερόπλοιων**

Σύμφωνα με τα στοιχεία του διαγράμματος, σε περισσότερα από τα μισά ατυχήματα επαφής κρουαζιερόπλοιων δεν παρατηρείται ρήγμα στη γάστρα του πλοίου.



Διάγραμμα 4.22: Η θέση του ρήγματος κατά τα ατυχήματα επαφής των κρουαζιερόπλοιων

Για την κατασκευή του διαγράμματος 4.22, αμελήθηκαν τα ατυχήματα επαφής που δεν προκάλεσαν ρήγμα στο κρουαζιερόπλοιο (None) καθώς και αυτά για τα οποία η πληροφορία για τη δημιουργία ρήγματος παραμένει άγνωστη (Unclear).

Σύμφωνα με το παραπάνω διάγραμμα, κύρια αποτελέσματα των ατυχημάτων επαφής κρουαζιερόπλοιων αποτελούν οι βλάβες στον εξοπλισμό (πηδάλιο, προπέλες) και τα πλευρικά ρήγματα.

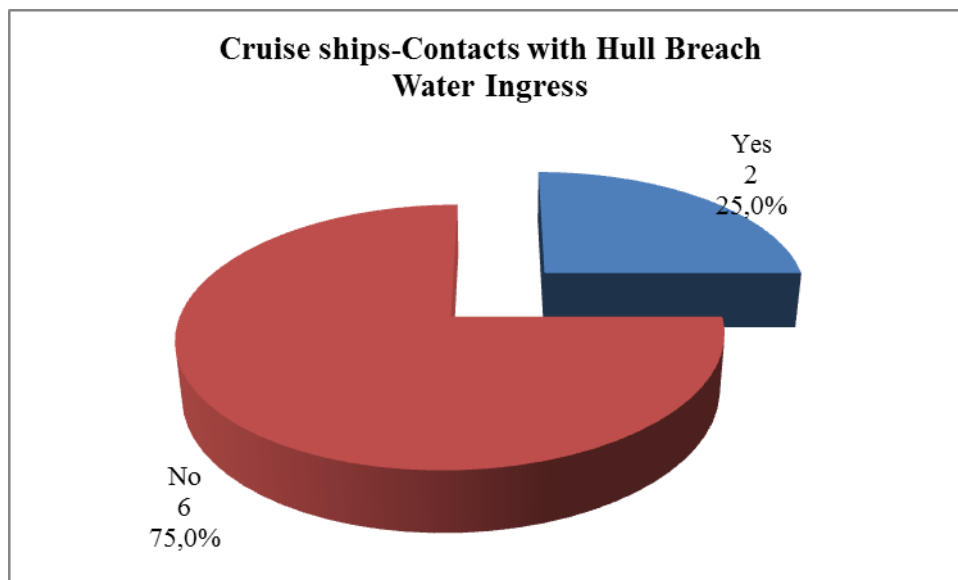
- **Εισροή υδάτων (Water Ingress)**

Υπενθυμίζεται ότι στα 13 από τα 34 ατυχήματα επαφής κρουαζιερόπλοιων δημιουργήθηκε ρήγμα στο εξωτερικό περίβλημα του πλοίου. Για τα ατυχήματα αυτά, κρίνεται σκόπιμο να εξεταστεί αν υπήρξε εισροή υδάτων μετά το συμβάν.

**Πίνακας 4.23: Εισροή υδάτων σε ατυχήματα επαφής κρουαζιερόπλοιων με δημιουργία ρήγματος**

<b>Cruise ships Contacts with Hull Breach Water Ingress</b>	<b># of incidents</b>
Yes	2
No	6
Unknown	5
<b>Total</b>	<b>13</b>

Η πληροφορία για την εισροή υδάτων είναι γνωστή σε 8 μόνο ατυχήματα και τα αντίστοιχα ποσοστά, χωρίς να λαμβάνονται υπόψη τα Unknown accidents, παρουσιάζονται στο ακόλουθο διάγραμμα.



**Διάγραμμα 4.23: Εισροή υδάτων σε ατυχήματα επαφής κρουαζιερόπλοιων με δημιουργία ρήγματος**

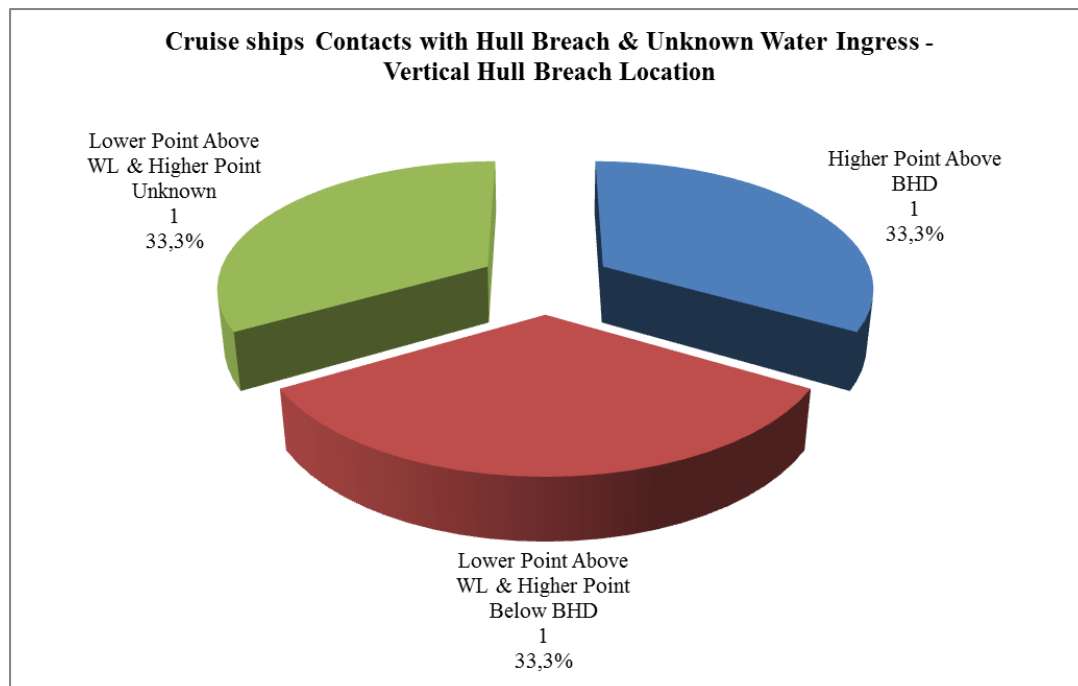
Εισροή υδάτων παρατηρήθηκε στο 25% των ατυχημάτων με δημιουργία ρήγματος. Το χαμηλό αυτό ποσοστό ήταν αναμενόμενο, δεδομένου ότι τα περισσότερα ατυχήματα επαφής έλαβαν χώρα εντός τερματικών περιοχών. Αν μία πρόσκρουση σε προβλήτα ή ράμπα επιβίβασης προκαλέσει ρήγμα στο πλοίο, αυτό αναμένεται να είναι πάνω από την ίσαλο.

- Η καθ' ύψος θέση του ρήγματος στις περιπτώσεις που είναι άγνωστη η πληροφορία για την εισροή υδάτων (Vertical Hull Breach Location in case of unknown Water Ingress)

Κρίνεται σκόπιμο να μελετήσουμε την καθ' ύψος θέση του ρήγματος όταν δεν γνωρίζουμε αν υπήρξε εισροή υδάτων κατά το ατύχημα. Πιο συγκεκριμένα, εξετάζεται η θέση του κατώτερου σημείου του ρήγματος σε σχέση με την ίσαλο γραμμή (Above WL or Unknown WL) και η θέση του ανώτερου σημείου του ρήγματος σε σχέση με το bulkhead deck (Above BHD, Below BHD or Unknown BHD).

Πίνακας 4.24: Η καθ' ύψος θέση του ρήγματος σε ατυχήματα επαφής κρουαζιερόπλοιων με άγνωστη την εισροή υδάτων

Cruise ships Contacts with Hull Breach & Unknown Water Ingress - Vertical Hull Breach Location	# of incidents
Higher Point Above BHD	1
Lower Point Above WL & Higher Point Below BHD	1
Lower Point Above WL & Higher Point Unknown	1
Higher Point Below BHD & Lower Point Unknown	0
Both Points Unknown	2
<b>Total</b>	<b>5</b>



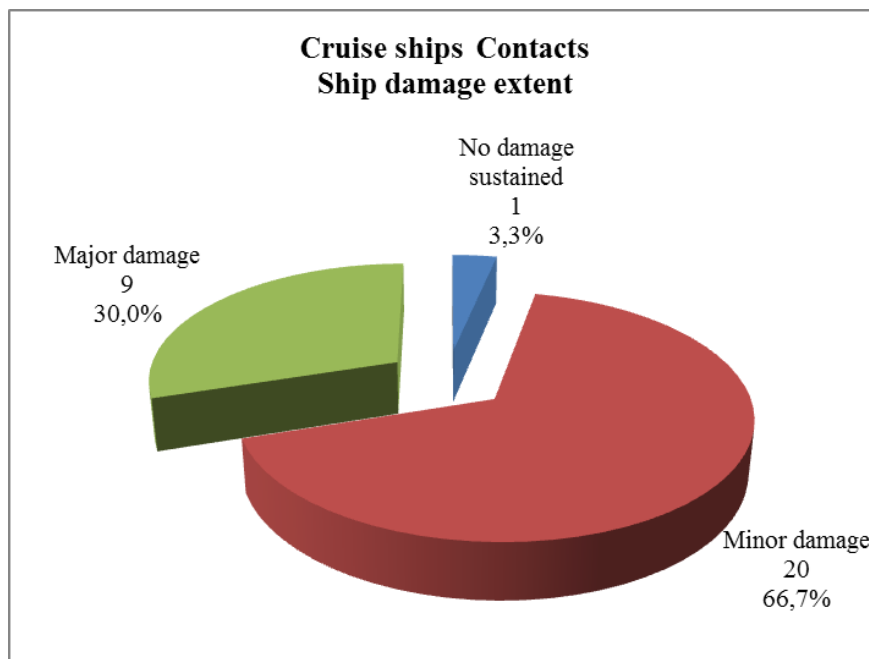
Διάγραμμα 4.24: Η καθ' ύψος θέση του ρήγματος σε ατυχήματα επαφής κρουαζιερόπλοιων με άγνωστη την εισροή υδάτων

- Η έκταση της βλάβης (Ship damage extent)

Σύμφωνα με τις πρωτογενείς πληροφορίες που περιέχονται στη βάση για κάθε ατύχημα, χαρακτηρίζεται η έκταση της βλάβης που προκλήθηκε στο πλοίο. Οι εκφράσεις που περιέχονται στον πίνακα 4.25 έχουν διατηρηθεί ακέραιες από το κείμενο που περιγράφει το ατύχημα στη βάση και προέρχεται από τη Seaweb (IHS Fairplay).

Πίνακας 4.25: Η έκταση της βλάβης στα ατυχήματα επαφής των κρουαζιερόπλοιων

Cruise ships Contacts Ship damage extent	# of incidents
No damage sustained	1
Minor damage	20
Major damage	9
Total Loss	0
Break up	0
Unknown	4
<b>Total</b>	<b>34</b>



Διάγραμμα 4.25: Η έκταση της βλάβης στα ατυχήματα επαφής των κρουαζιερόπλοιων

Σύμφωνα με τα παραπάνω στοιχεία, σημαντικής έκτασης βλάβες παρατηρούνται μόλις στο 30% των ατυχημάτων επαφής των κρουαζιερόπλοιων.



- **Ολικές απώλειες πλοίων και ανθρώπινες απώλειες (Total losses & Fatalities)**

Στα 34 υπό μελέτη ατυχήματα επαφής κρουαζιερόπλοιων δεν εντοπίζεται καμία ολική απώλεια πλοίου. Ωστόσο, υπάρχουν 3 ανθρώπινες απώλειες κατά τη διάρκεια σοβαρής πρόσκρουσης κρουαζιερόπλοιου σε προβλήτα λιμανιού το 2010.

ID	Operational State	POB (Person On Board)	Contact with	Water Ingress	Fatalities
424	Terminal areas	-	Fixed installation	Yes	3

Δεν γνωρίζουμε πόσοι επιβάτες επέβαιναν στο πλοίο την ώρα του ατυχήματος, ωστόσο είναι γνωστή η μεταφορική ικανότητα του πλοίου σε επιβάτες:

Number of Passengers=1744

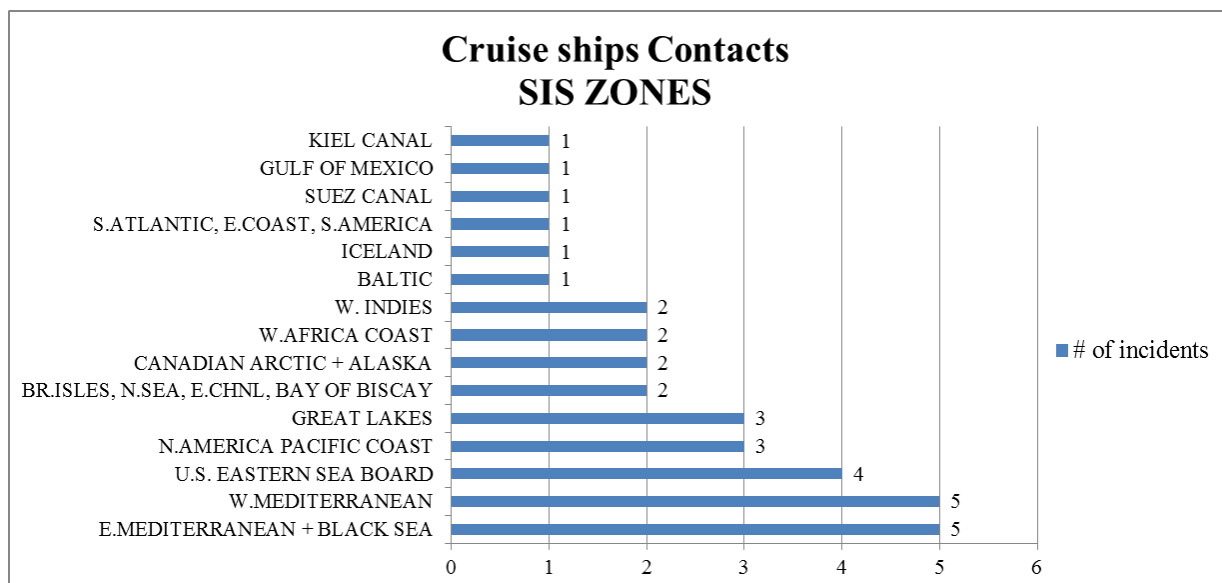
Συνεπώς, μπορεί να γίνει μία εκτίμηση του ποσοστού θνησιμότητας:

**Fatality rate** = Fatalities/Number of Passengers = 0,172%

- Τοποθεσία των ατυχημάτων (SIS ZONES)

Πίνακας 4.26: Οι SIS Zones όπου συνέβησαν τα ατυχήματα επαφής των κρουαζιερόπλοιων

Cruise ships Contacts SIS ZONES	# of incidents	percentage
E.MEDITERRANEAN + BLACK SEA	5	14,7%
W.MEDITERRANEAN	5	14,7%
U.S. EASTERN SEA BOARD	4	11,8%
N.AMERICA PACIFIC COAST	3	8,8%
GREAT LAKES	3	8,8%
BR.ISLES, N.SEA, E.CHNL, BAY OF BISCAY	2	5,9%
CANADIAN ARCTIC + ALASKA	2	5,9%
W.AFRICA COAST	2	5,9%
W. INDIES	2	5,9%
BALTIC	1	2,9%
ICELAND	1	2,9%
S.ATLANTIC, E.COAST, S.AMERICA	1	2,9%
SUEZ CANAL	1	2,9%
GULF OF MEXICO	1	2,9%
KIEL CANAL	1	2,9%
<b>Total</b>	<b>34</b>	<b>100,0%</b>



Διάγραμμα 4.26: Οι SIS Zones όπου συνέβησαν τα ατυχήματα επαφής των κρουαζιερόπλοιων

Το άθροισμα των ατυχημάτων της Δυτικής Μεσογείου με αυτά της Ανατολικής και του Εύξεινου Πόντου δίνουν το 29,4% του συνόλου των καταγεγραμμένων στη βάση ατυχημάτων επαφής κρουαζιερόπλοιων.



## 5. ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ ΠΡΟΣΑΡΑΞΗΣ (Grounding accidents)

Σύμφωνα με τη μελέτη, 126 από τα συνολικά 430 καταγεγραμμένα στη βάση δεδομένων ατυχήματα είναι προσαράξεις.

Αξίζει να σημειωθεί ότι σε αυτή την κατηγορία ατυχημάτων συναντάμε 4 ολικές απώλειες πλοίων, μεταξύ των οποίων και μία από τις σοβαρότερες προσαράξεις της τελευταίας πενταετίας, αυτή του κρουαζιερόπλοιου Costa Concordia. Υπενθυμίζεται ότι το Costa Concordia προσέκρουσε σε ύφαλο κοντά στο νησί Τζίλιο, στην Ιταλία, το βράδυ της 13<sup>ης</sup> Ιανουαρίου 2012. Το ατύχημα αυτό στοίχισε τη ζωή σε 32 ανθρώπους (25 νεκροί και 7 αγνοούμενοι) ενώ το πλοίο παρέμεινε ημιβυθισμένο στα παράκτια ύδατα του νησιού για 18 περίπου μήνες. Το Σεπτέμβριο του 2013 ξεκίνησε η διαδικασία ανέλκυσής του με στόχο να μεταφερθεί τελικά σε κάποιο διαλυτήριο.



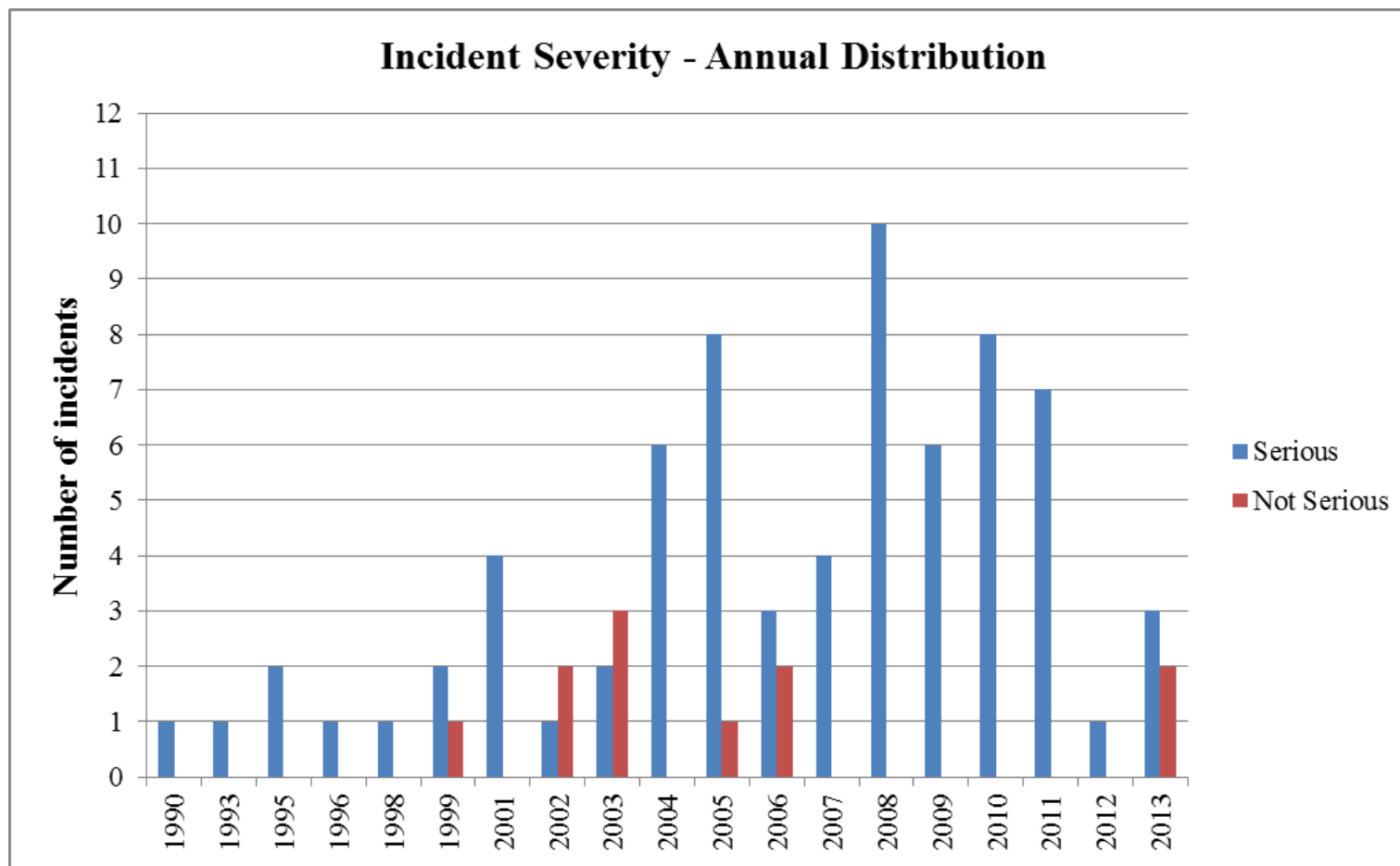
Εικόνα 5.1: Το ναύαγιο του Costa Concordia

### 5.1 Ανάλυση ατυχημάτων προσάραξης Ε/Γ-Ο/Γ πλοίων (RoPax Groundings)

Στη βάση δεδομένων που αναπτύχθηκε για την παρούσα εργασία, περιλαμβάνονται συνολικά 126 ατυχήματα προσάραξης, εκ των οποίων τα 82 έχουν συμβεί σε Ε/Γ-Ο/Γ πλοία. Τα ατυχήματα αυτά χρονολογούνται από το 1990 έως το 2013 και στον πίνακα που ακολουθεί μπορούμε να παρατηρήσουμε το πλήθος, αλλά και το ποσοστό σοβαρών και μη σοβαρών καταγεγραμμένων ατυχημάτων ανά έτος. Η πληροφορία για τη σοβαρότητα των συμβάντων ανά έτος δίνεται και γραφικά στο διάγραμμα 5.1.

Πίνακας 5.1: Το πλήθος σοβαρών και μη σοβαρών ατυχημάτων προσάραξης πλοίων RoPax ανά έτος

Incident Severity- Annual Distribution	# of incidents		percentage	
	Serious	Not Serious	Serious	Not Serious
1990	1	0	100,0%	0,0%
1993	1	0	100,0%	0,0%
1995	2	0	100,0%	0,0%
1996	1	0	100,0%	0,0%
1998	1	0	100,0%	0,0%
1999	2	1	66,7%	33,3%
2001	4	0	100,0%	0,0%
2002	1	2	33,3%	66,7%
2003	2	3	40,0%	60,0%
2004	6	0	100,0%	0,0%
2005	8	1	88,9%	11,1%
2006	3	2	60,0%	40,0%
2007	4	0	100,0%	0,0%
2008	10	0	100,0%	0,0%
2009	6	0	100,0%	0,0%
2010	8	0	100,0%	0,0%
2011	7	0	100,0%	0,0%
2012	1	0	100,0%	0,0%
2013	3	2	60,0%	40,0%
<b>Total</b>	<b>71</b>	<b>11</b>	<b>86,6%</b>	<b>13,4%</b>

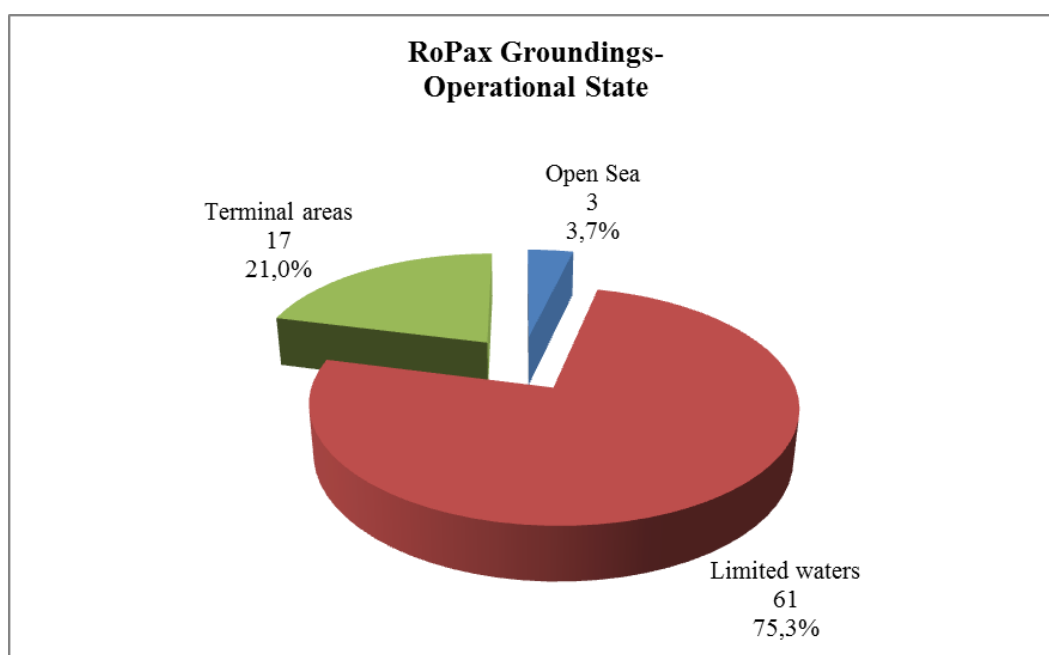


Διάγραμμα 5.1: Το πλήθος σοβαρών και μη σοβαρών ατυχημάτων προσάραξης πλοίων RoPax ανά έτος

- Η περιοχή λειτουργίας των πλοίων κατά τη διάρκεια των ατυχημάτων (Operational state of the ship)

Πίνακας 5.2: Η περιοχή λειτουργίας κατά τις προσαράξεις των πλοίων RoPax

RoPax Groundings-Operational State	# of incidents
Open Sea	3
Limited waters	61
Terminal areas	17
Unknown	1
<b>Total</b>	<b>82</b>



Διάγραμμα 5.2: Η περιοχή λειτουργίας κατά τις προσαράξεις των πλοίων RoPax

Παρατηρείται ότι το 96,3% του συνόλου των ατυχημάτων προσάραξης πλοίων RoPax έλαβε χώρα σε περιοχές περιορισμένων υδάτων και τερματικούς σταθμούς. Μόλις 3 ατυχήματα συνέβησαν σε ανοιχτή θάλασσα.

Αν εξετάσουμε αποκλειστικά τα 71 σοβαρά ατυχήματα προσάραξης, τα ποσοστά του παραπάνω διαγράμματος διαμορφώνονται ως εξής:

- Limited waters 72,9% (51 ατυχήματα)
- Terminal areas 22,9% (16 ατυχήματα)
- Open Sea 4,3% (3 ατυχήματα)

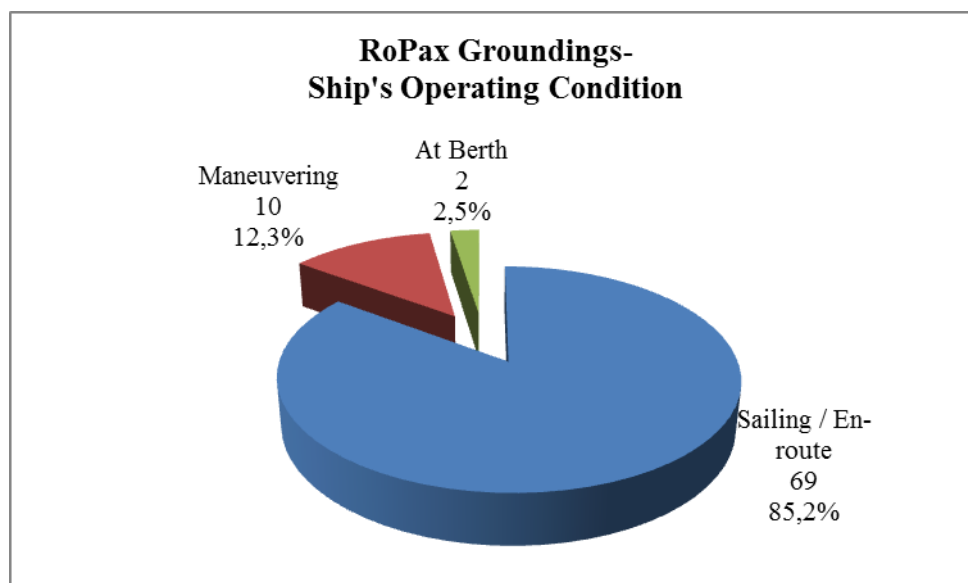
Σε ένα σοβαρό ατύχημα παραμένει άγνωστη η περιοχή λειτουργίας, όμως αυτό δε λαμβάνεται υπόψη στον υπολογισμό των ποσοστών.

- Κατάσταση λειτουργίας των πλοίων κατά τη διάρκεια των ατυχημάτων (Operating Condition)

Πίνακας 5.3: Η περιοχή λειτουργίας κατά τα ατυχήματα προσάραξης των πλοίων RoPax

RoPax Groundings-Ship's Operating Condition	# of incidents
Sailing / En-route	69
Maneuvering	10
At Berth	2 <sup>12</sup>
Unknown	1
<b>Total</b>	<b>82</b>

Στο διάγραμμα που ακολουθεί παρουσιάζονται τα αντίστοιχα ποσοστά χωρίς να λαμβάνεται υπόψη το ατύχημα για το οποίο παραμένει αδιευκρίνιστη η κατάσταση λειτουργίας του πλοίου.



Διάγραμμα 5.3: Η περιοχή λειτουργίας κατά τα ατυχήματα προσάραξης των πλοίων RoPax

Παρατηρείται ότι το 85,2% των προσαράξεων των πλοίων RoPax συνέβησαν εν ώρα πλεύσης, ενώ το 14,8% των ατυχημάτων πραγματοποιήθηκε είτε κατά τις διαδικασίες ελιγμών είτε ενώ το πλοίο βρισκόταν αγκυροβολημένο.

Αξίζει να σημειωθεί ότι τα ποσοστά του διαγράμματος 5.3 δεν παρουσιάζουν αξιόλογες μεταβολές ( $\pm 0,9\%$ ) σε περίπτωση που εξεταστούν μόνο τα σοβαρά περιστατικά.

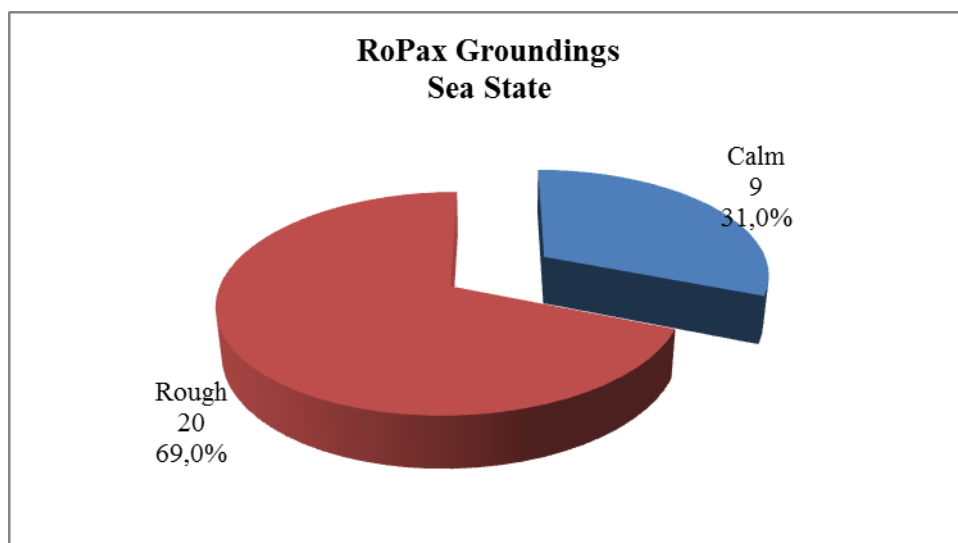
<sup>12</sup> Αυτά τα ατυχήματα συνέβησαν μετά από σπάσιμο των κάβων που συγκρατούσαν τα πλοία, λόγω έντονων καιρικών συνθηκών.



- Η κατάσταση της θάλασσας κατά τη διάρκεια των ατυχημάτων (Sea state)

Πίνακας 5.4: Η κατάσταση της θάλασσας κατά τα ατυχήματα προσάραξης των πλοίων RoPax

RoPax Groundings - Sea State	# of incidents
Calm	9
Rough	20
Unknown	53
<b>Total</b>	<b>82</b>



Διάγραμμα 5.4: Η κατάσταση της θάλασσας κατά τα ατυχήματα προσάραξης των πλοίων RoPax

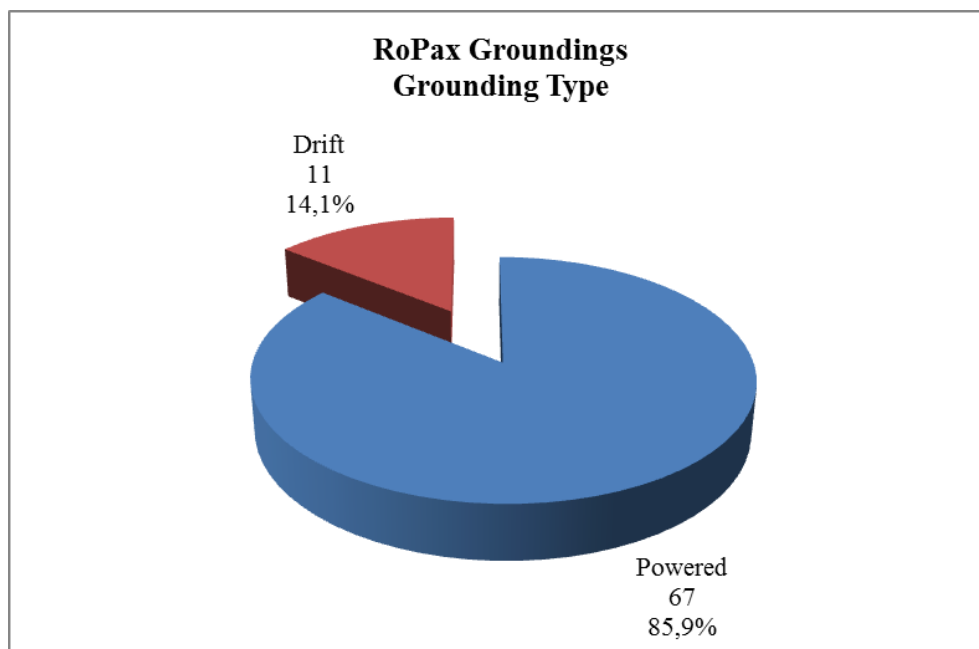
Αξίζει να σημειωθεί ότι το 75% των ατυχημάτων προσάραξης, τα οποία συνέβησαν παρουσία δυσμενών καιρικών συνθηκών, έλαβε χώρα σε περιορισμένα ύδατα και στην ανοιχτή θάλασσα.

- Το είδος της επαφής με κριτήριο την κατάσταση πρόωσης του πλοίου (Grounding Type – Drift or Powered)

Υπενθυμίζεται πως, όταν το πλοίο αντιμετωπίσει κάποιο μηχανολογικό πρόβλημα, με αποτέλεσμα την απώλεια της πρόωσης, ή όταν για οποιοδήποτε άλλο λόγο η προωστήρια εγκατάσταση βρίσκεται εκτός λειτουργίας το ατύχημα χαρακτηρίζεται ως “Drift Grounding”. Σε κάθε άλλη περίπτωση, το ατύχημα προσάραξης χαρακτηρίζεται ως “Powered Grounding”.

Πίνακας 5.5: Το είδος της επαφής (Drift or Powered) στα ατυχήματα προσάραξης των πλοίων RoPax

RoPax Groundings Grounding Type	# of incidents
Powered	67
Drift	11
Unknown	4
<b>Total</b>	<b>82</b>



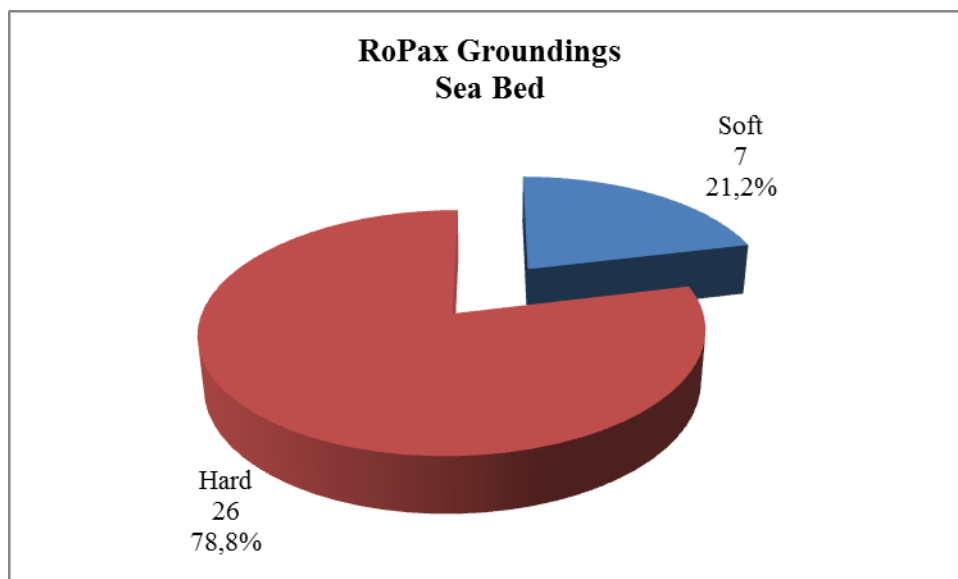
Διάγραμμα 5.5: Το είδος της επαφής (Drift or Powered) στα ατυχήματα προσάραξης των πλοίων RoPax

Αξίζει να αναφερθεί ότι, σύμφωνα με τις πληροφορίες που συγκεντρώθηκαν, 51 από τα 67 Powered Groundings (το 76%) έλαβαν χώρα σε περιοχές περιορισμένων υδάτων.

- Η πληροφορία για τον πυθμένα της θάλασσας στο σημείο της προσάραξης (Sea bed information)

Πίνακας 5.6: Ο πυθμένας της θάλασσας στα ατυχήματα προσάραξης των πλοίων RoPax

RoPax Groundings Sea Bed	# of incidents
Soft	7
Hard	26
Unknown	49
<b>Total</b>	<b>82</b>



Διάγραμμα 5.6: Ο πυθμένας της θάλασσας στα ατυχήματα προσάραξης των πλοίων RoPax

Για το 78,8% των ατυχημάτων γνωρίζουμε ότι ο πυθμένας της θάλασσας ήταν τραχύς, δηλαδή όχι λείος και, πιθανώς, πετρώδης ή βραχώδης.

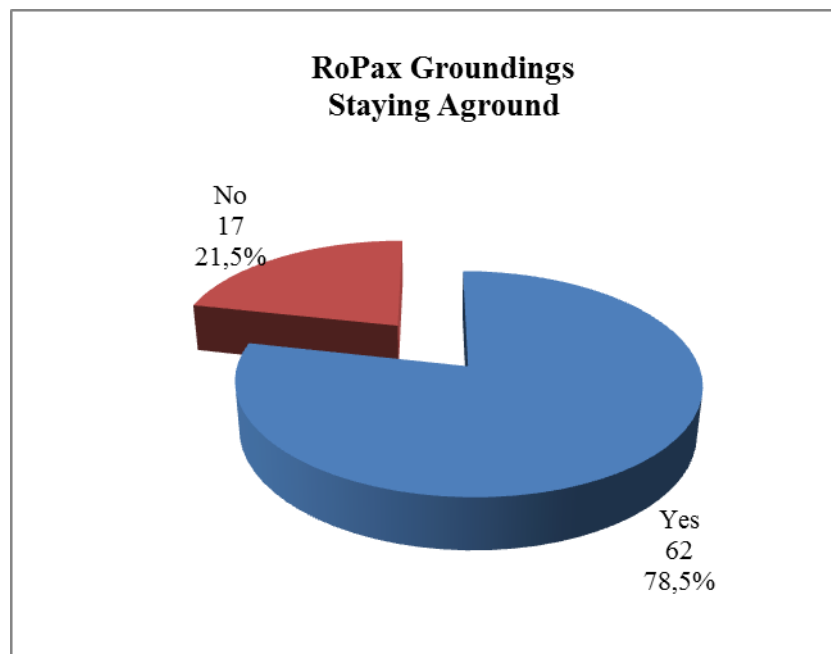
Σε 17 από τα 26 ατυχήματα προσάραξης σε τραχύ πυθμένα παρατηρήθηκε εισροή υδάτων. Σε ακόμα 3 ατυχήματα προκλήθηκαν σοβαρές βλάβες στον προωστήριο εξοπλισμό (outfitting damage).

- Η πληροφορία για το αν το πλοίο παρέμεινε προσαραγμένο στο σημείο του ατυχήματος (Staying aground information)

Πίνακας 5.7: Staying aground information

RoPax Groundings Staying Aground	# of incidents
Yes	62
No	17
Unknown	3
<b>Total</b>	<b>82</b>

Στο διάγραμμα που ακολουθεί παρουσιάζονται τα αντίστοιχα ποσοστά, χωρίς να λαμβάνονται υπόψη τα 3 Unknown ατυχήματα.



Διάγραμμα 5.7: Staying aground information

Παρατηρείται ότι στο 78,5% των ατυχημάτων το πλοίο RoPax παρέμεινε προσαραγμένο, δηλαδή προσκολλημένο, στο σημείο του συμβάντος. Για 14 από τα 62 αυτά ατυχήματα είμαστε βέβαιοι για την τραχύτητα του πυθμένα της θάλασσας στο σημείο του συμβάντος, μόλις σε 7 ατυχήματα ο πυθμένας ήταν λείος, ενώ για τις υπόλοιπες 41 προσαράξεις η πληροφορία αυτή παραμένει άγνωστη.

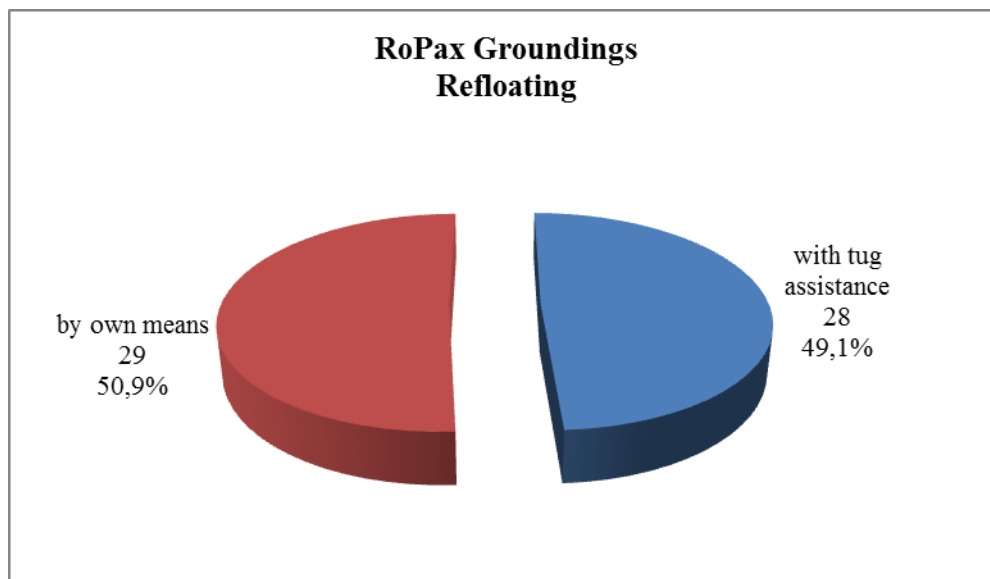
Επιπλέον, εξετάζοντας την περιοχή λειτουργίας, αξίζει να αναφερθεί ότι μόνο σε ένα από τα 62 ατυχήματα το πλοίο έπλεε στην ανοιχτή θάλασσα, 15 από αυτά έλαβαν χώρα σε τερματικούς σταθμούς, 45 σε περιορισμένα ύδατα, ενώ για ένα ατύχημα παραμένει άγνωστη αυτή η πληροφορία.

- Ο τρόπος ανέλκυσης (αποκόλλησης) των πλοίων που παρέμειναν προσαραγμένα μετά το ατύχημα (Refloating information)

Υπενθυμίζεται ότι σε 62 από τα συνολικά 82 ατυχήματα προσάραξης πλοίων RoPax, τα πλοία παρέμειναν προσαραγμένα στο σημείο του συμβάντος. Για τα πλοία αυτά κρίθηκε σκόπιμο να εξεταστεί αν η ανέλκυσή τους πραγματοποιήθηκε με τη βοήθεια ρυμουλκών ή με αποκλειστικά δικές τους ενέργειες.

Πίνακας 5.8: Refloating information

RoPax Groundings Refloating	# of incidents
with tug assistance	28
by own means	29
unknown	5
<b>Total</b>	<b>62</b>



Διάγραμμα 5.8: Refloating information

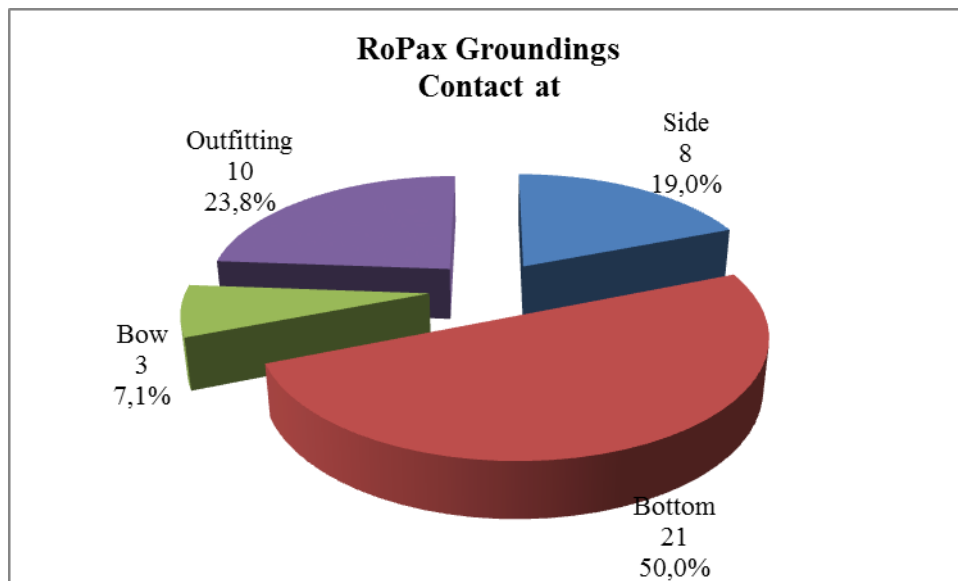
Διαπιστώνουμε ότι στα μισά περίπου ατυχήματα ήταν απαραίτητη η συνδρομή των ρυμουλκών για την αποκόλληση των πλοίων RoPax από τον πυθμένα.

- Το σημείο της γάστρας του πλοίου όπου υπήρξε επαφή κατά το ατύχημα (**Hull area in contact with the object**)

Στον πίνακα 5.9 και το αντίστοιχο διάγραμμα, εξετάζεται το σημείο της γάστρας του πλοίου RoPax το οποίο ήρθε σε επαφή με τον πυθμένα της θάλασσας ή το πλήρως βυθισμένο αντικείμενο κατά το ατύχημα της προσάραξης. Η επαφή ενδέχεται να εντοπίζεται στην πλευρά, στον πυθμένα, στην πλώρη, στην πρύμνη ή στον εξοπλισμό (πηδάλιο, προπέλες).

**Πίνακας 5.9: Η περιοχή της γάστρας που ήρθε σε επαφή κατά τα ατυχήματα προσάραξης των πλοίων RoPax**

RoPax Groundings Contact at	Serious incidents	All incidents
Side	8	8
Bottom	19	21
Bow	2	3
Stern	0	0
Outfitting	10	10
Unclear	32	40
<b>Total</b>	<b>71</b>	<b>82</b>



**Πίνακας 5.9: Η περιοχή της γάστρας που ήρθε σε επαφή κατά τα ατυχήματα προσάραξης των πλοίων RoPax (All incidents)**

Συνεπώς, στο 50% των ατυχημάτων προσάραξης η επαφή εντοπίζεται στον πυθμένα του πλοίου, όπως ήταν αναμενόμενο.

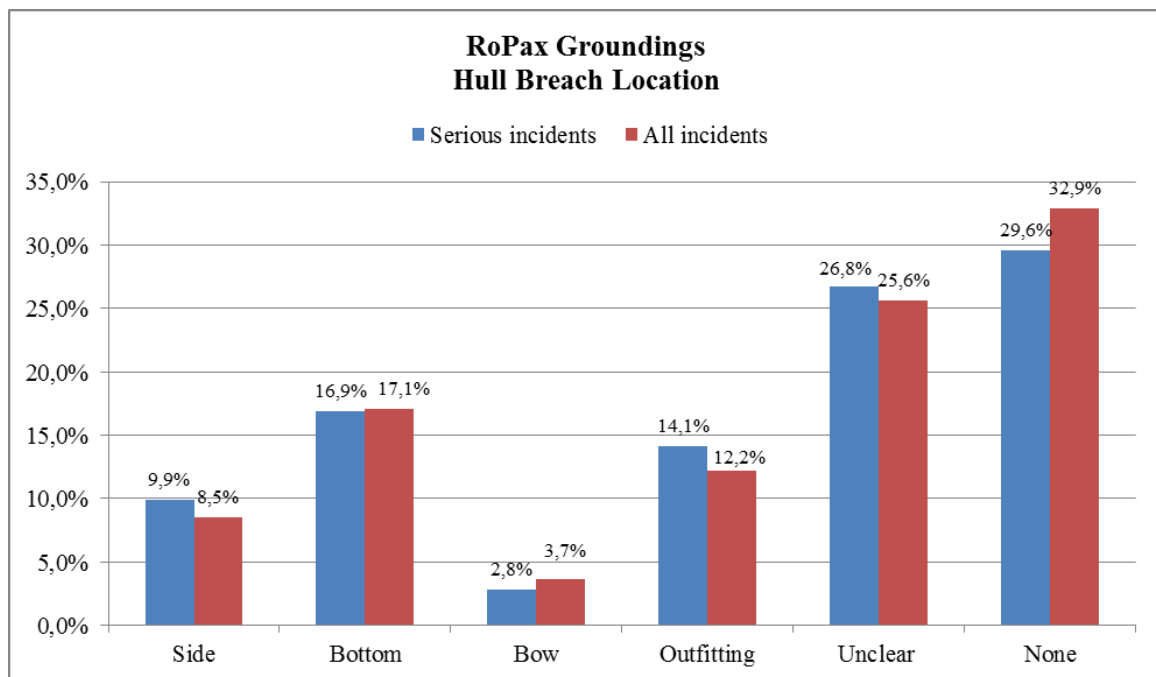
Αξίζει να σημειωθεί ότι τα ποσοστά του παραπάνω διαγράμματος δε μεταβάλλονται σημαντικά αν εστιάσουμε στα σοβαρά ατυχήματα.

- **Η δημιουργία και η θέση του ρήγματος (Hull Breach Location)**

Στον πίνακα 5.10 και το αντίστοιχο διάγραμμα εξετάζεται η θέση των ρηγμάτων που προκλήθηκαν στα πλοία RoPax από τα ατυχήματα προσάραξης.

**Πίνακας 5.10: Η θέση του ρήγματος κατά τα ατυχήματα προσάραξης των πλοίων RoPax**

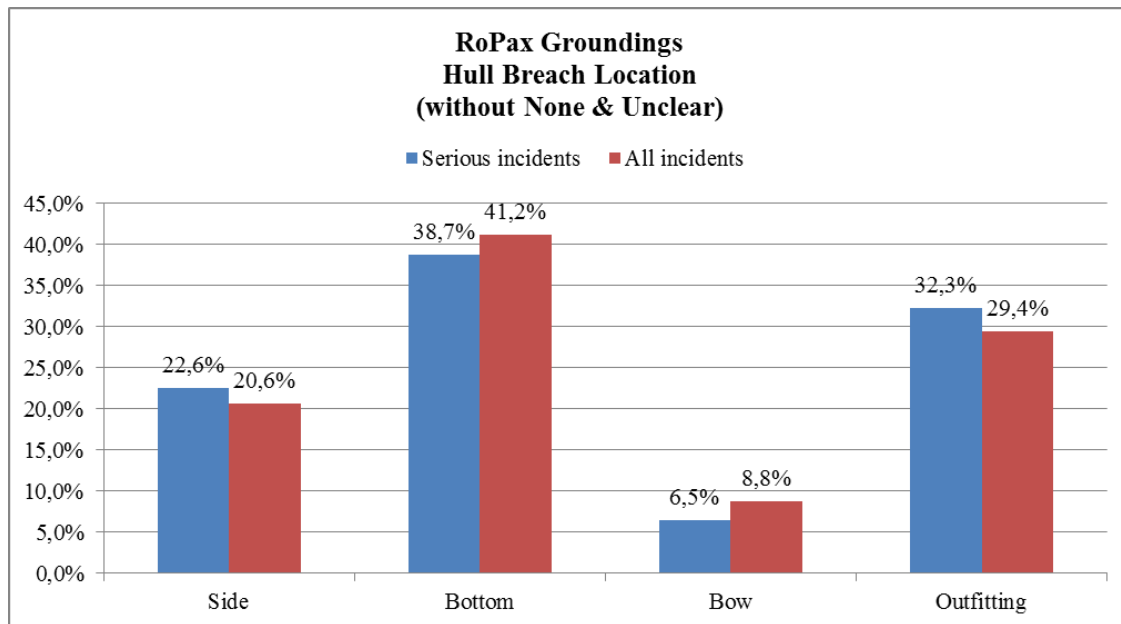
RoPax Groundings Hull Breach Location	Serious incidents	All incidents
Side	7	7
Bottom	12	14
Bow	2	3
Stern	0	0
Outfitting	10	10
Unclear	19	21 <sup>13</sup>
None	21	27
<b>Total</b>	<b>71</b>	<b>82</b>



**Πίνακας 5.10: Η θέση του ρήγματος κατά τα ατυχήματα προσάραξης των πλοίων RoPax**

Παρατηρείται ότι σε σημαντικό ποσοστό των ατυχημάτων προσάραξης δε δημιουργήθηκε ρήγμα στη γάστρα του πλοίου.

<sup>13</sup> Από τα 21 Unclear accidents, σε 3 γνωρίζουμε ότι υπήρξε ρήγμα αλλά παραμένει άγνωστη η θέση. Για τα υπόλοιπα 18 παραμένει αδιευκρίνιστη η ύπαρξη ή μη ρήγματος καθώς και η θέση της βλάβης.



**Πίνακας 5.11: Η θέση του ρήγματος κατά τα ατυχήματα προσάραξης των πλοίων RoPax**

Αν αγνοήσουμε τα ατυχήματα κατά τα οποία δε δημιουργήθηκε ρήγμα (None), καθώς και τα Unclear, παρατηρούμε ότι ο πυθμένας του πλοίου αποτελεί το πιθανότερο σημείο εμφάνισης ρήγματος κατά τα ατυχήματα προσάραξης, με πιθανότητα 41,2%, αν μελετήσουμε όλα τα ατυχήματα, και 38,7% αν εστιάσουμε στα σοβαρά περιστατικά.

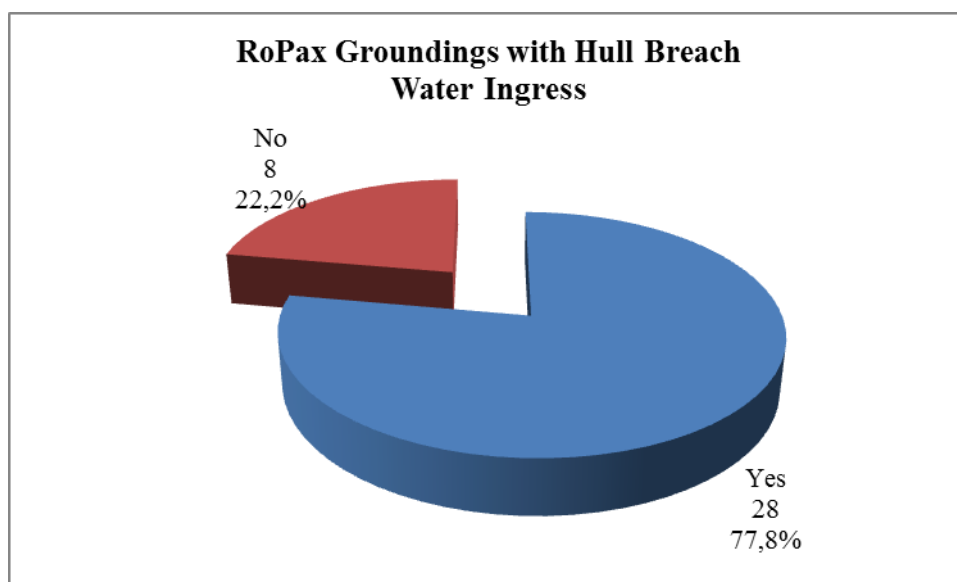


- **Εισροή υδάτων (Water Ingress)**

Υπενθυμίζεται ότι στα 37 από τα συνολικά 82 ατυχήματα προσάραξης πλοίων RoPax δημιουργήθηκε ρήγμα στο εξωτερικό περίβλημα του πλοίου. Για τα ατυχήματα αυτά, κρίνεται σκόπιμο να εξεταστεί αν υπήρξε εισροή υδάτων μετά το συμβάν.

**Πίνακας 5.12: Εισροή υδάτων σε ατυχήματα προσάραξης των πλοίων RoPax με δημιουργία ρήγματος**

<b>RoPax Groundings with Hull Breach Water Ingress</b>	<b># of incidents</b>
Yes	28
No	8
Unknown	1
<b>Total</b>	<b>37</b>



**Διάγραμμα 5.12: Εισροή υδάτων σε ατυχήματα προσάραξης των πλοίων RoPax με δημιουργία ρήγματος**

Σύμφωνα με τον πίνακα 5.12 και το αντίστοιχο διάγραμμα, εισροή υδάτων παρατηρείται στο 77,8% των ατυχημάτων προσάραξης πλοίων RoPax με δημιουργία ρήγματος.

- **Η έκταση της κατάκλυσης (Extent of flooding)**

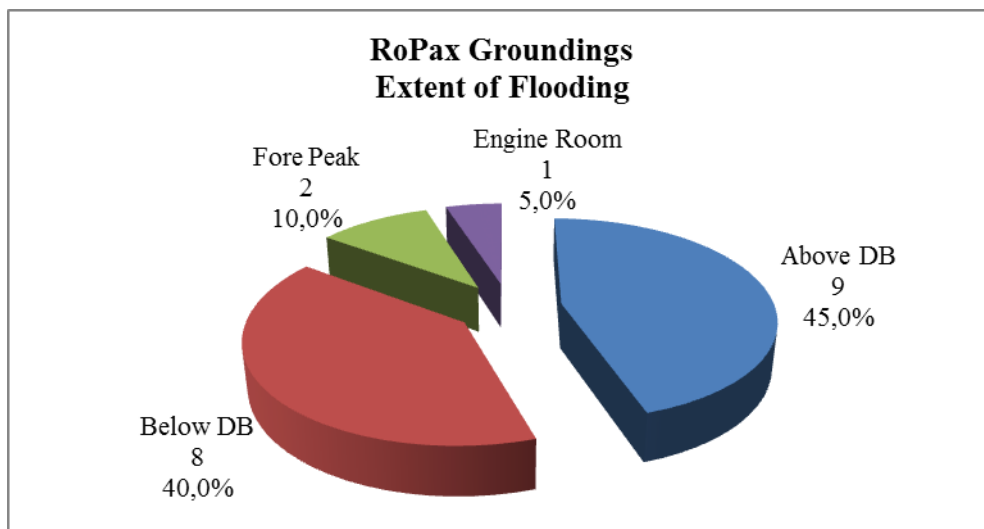
Σε περίπτωση εισροής υδάτων, κρίθηκε σκόπιμο να εξεταστεί η έκταση της κατάκλυσης, επιλέγοντας στο αντίστοιχο πεδίο της βάσης δεδομένων:

- *Above Double Bottom (DB)*: Όταν η εισροή υδάτων εντοπίζεται πάνω από το διπύθμενο
- *Below Double Bottom (DB)*: Όταν η εισροή υδάτων περιορίζεται κάτω από το διπύθμενο
- *Fore Peak*: Όταν πραγματοποιείται εισροή υδάτων στη Fore Peak Tank (προφανώς για ρήγματα πλώραθεν της πρωραίας φρακτής σύγκρουσης)
- *Engine Room*: Όταν πραγματοποιείται εισροή υδάτων στο μηχανοστάσιο (προφανώς για ρήγματα που εντοπίζονται μεταξύ πρωραίας και πυρμναίας φρακτής μηχανοστασίου)
- *Unknown*: Όταν η πληροφορία για την έκταση της κατάκλυσης παραμένει άγνωστη.

Υπενθυμίζεται ότι εισροή υδάτων παρατηρήθηκε σε 28 ατυχήματα προσάραξης πλοίων RoPax.

**Πίνακας 5.13: Η έκταση της κατάκλυσης σε ατυχήματα προσάραξης των πλοίων RoPax με εισροή υδάτων**

<b>RoPax Groundings Extent of Flooding</b>	<b># of incidents</b>
Above DB	9
Below DB	8
Fore Peak	2
Engine Room	1
Unknown	8
<b>Total</b>	<b>28</b>



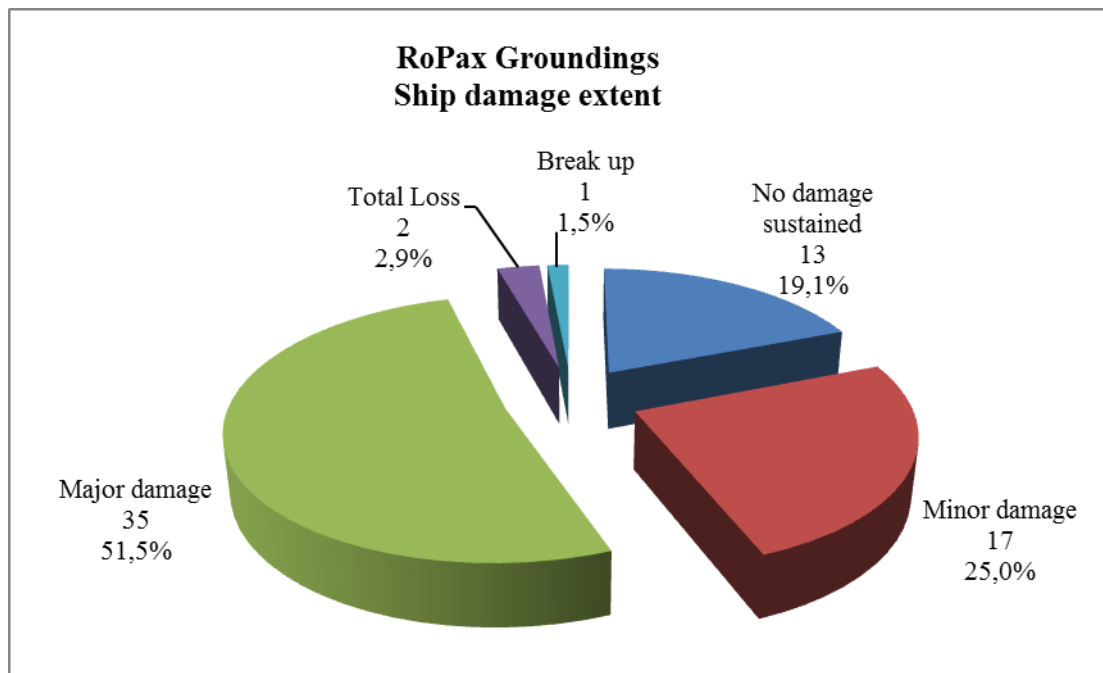
**Διάγραμμα 5.13: Η έκταση της κατάκλυσης σε ατυχήματα προσάραξης των πλοίων RoPax με εισροή υδάτων**

- Η έκταση της βλάβης (Ship damage extent)

Σύμφωνα με τις πρωτογενείς πληροφορίες που περιέχονται στη βάση για κάθε ατύχημα, χαρακτηρίζεται η έκταση της βλάβης που προκλήθηκε στο πλοίο. Οι εκφράσεις που περιέχονται στον πίνακα 5.14 έχουν διατηρηθεί ακέραιες από το κείμενο που περιγράφει το ατύχημα στη βάση και προέρχεται από τη Seaweb (IHS Fairplay).

Πίνακας 5.14: Η έκταση της βλάβης στα ατυχήματα προσάραξης των πλοίων RoPax

RoPax Groundings Ship damage extent	# of incidents
No damage sustained	13
Minor damage	17
Major damage	35
Total Loss	2
Break up	1
Unknown	14
<b>Total</b>	<b>82</b>



Διάγραμμα 5.14: Η έκταση της βλάβης στα ατυχήματα προσάραξης των πλοίων RoPax

- **Ολικές απώλειες πλοίων και ανθρώπινες απώλειες (Total losses & Fatalities)**

Μεταξύ των 82 ατυχημάτων προσάραξης πλοίων RoPax εντοπίζονται 2 ολικές απώλειες. Ανθρώπινα θύματα συναντάμε μόνο στο ένα από τα δύο ατυχήματα. Βασικές πληροφορίες του πολύνεκρου αυτού ναυτικού ατυχήματος παρουσιάζονται παρακάτω:

<b>ID</b>	<b>Operational State</b>	<b>POB (Person On Board)</b>	<b>Type of Grounding</b>	<b>Sea Bed</b>	<b>Water Ingress</b>	<b>Fatalities</b>
67	Limited waters	2113	Drift	Hard	Yes	831

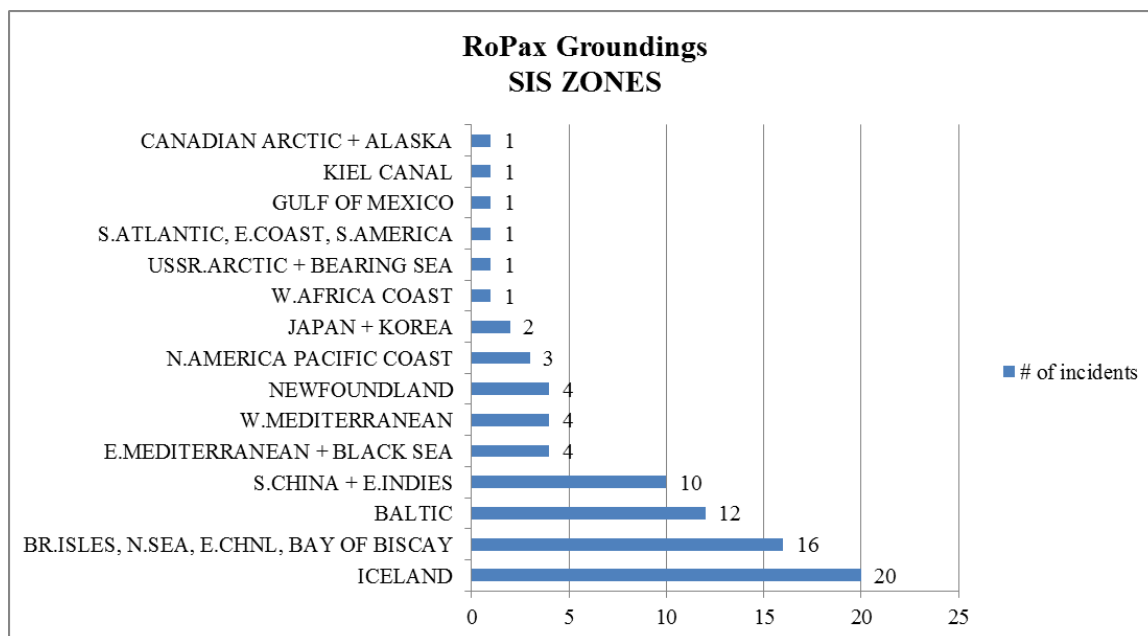
Συνεπώς, το ποσοστό θνησιμότητας υπολογίζεται:

$$\text{Fatality rate} = \text{Fatalities/POB} = 39,33\%$$

- Τοποθεσία των ατυχημάτων (SIS ZONES)

Πίνακας 5.15: Οι SIS Zones όπου συνέβησαν τα ατυχήματα προσάραξης των πλοίων RoPax

RoPax Groundings SIS ZONES	# of incidents	percentage
ICELAND	20	24,4%
BR.ISLES, N.SEA, E.CHNL, BAY OF BISCAY	16	19,5%
BALTIC	12	14,6%
S.CHINA + E.INDIES	10	12,2%
E.MEDITERRANEAN + BLACK SEA	4	4,9%
W.MEDITERRANEAN	4	4,9%
NEWFOUNDLAND	4	4,9%
N.AMERICA PACIFIC COAST	3	3,7%
JAPAN + KOREA	2	2,4%
W.AFRICA COAST	1	1,2%
USSR.ARCTIC + BEARING SEA	1	1,2%
S.ATLANTIC, E.COAST, S.AMERICA	1	1,2%
GULF OF MEXICO	1	1,2%
KIEL CANAL	1	1,2%
CANADIAN ARCTIC + ALASKA	1	1,2%
UNKNOWN	1	1,2%
<b>Total</b>	<b>82</b>	<b>100,0%</b>



Διάγραμμα 5.15: Οι SIS Zones όπου συνέβησαν τα ατυχήματα προσάραξης των πλοίων RoPax

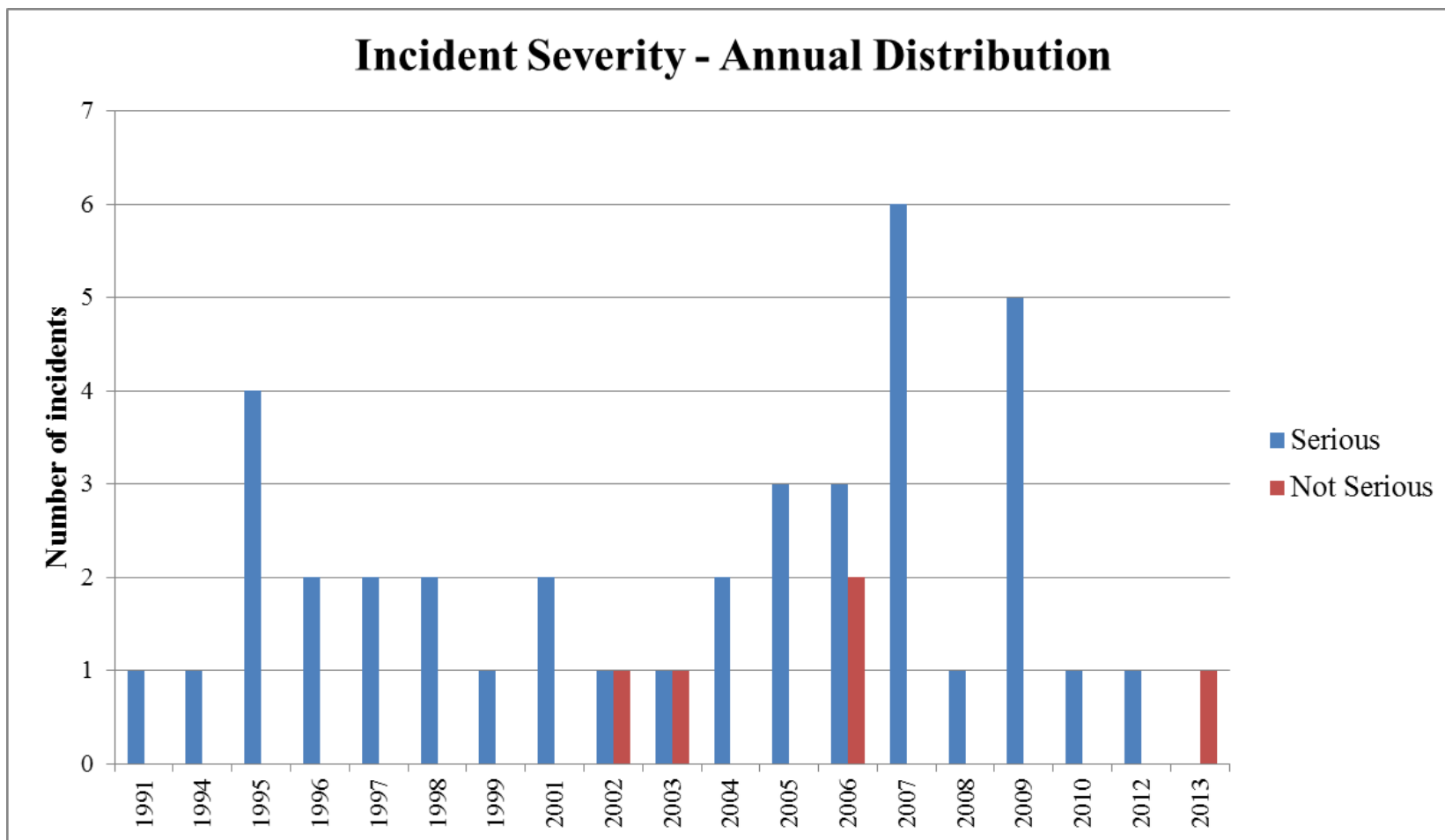
Παρατηρείται ότι περίπου το ένα τέταρτο των ατυχημάτων προσάραξης έλαβε χώρα στην Ισλανδία.

## 5.2 Ανάλυση ατυχημάτων προσάραξης κρουαζιερόπλοιων (Cruise Groundings)

Στη βάση δεδομένων περιλαμβάνονται συνολικά 126 ατυχήματα προσάραξης, εκ των οποίων τα 44 έχουν συμβεί σε κρουαζιερόπλοια. Τα ατυχήματα αυτά χρονολογούνται από το 1991 έως το 2013 και στον πίνακα που ακολουθεί μπορούμε να παρατηρήσουμε το πλήθος, αλλά και το ποσοστό σοβαρών και μη σοβαρών καταγεγραμμένων ατυχημάτων ανά έτος. Η πληροφορία για τη σοβαρότητα των συμβάντων ανά έτος δίνεται και γραφικά στο διάγραμμα 5.16.

Πίνακας 5.16: Το πλήθος σοβαρών και μη σοβαρών ατυχημάτων προσάραξης κρουαζιερόπλοιων ανά έτος

Incident Severity- Annual Distribution	# of incidents		percentage	
	Serious	Not Serious	Serious	Not Serious
1991	1	0	100,0%	0,0%
1994	1	0	100,0%	0,0%
1995	4	0	100,0%	0,0%
1996	2	0	100,0%	0,0%
1997	2	0	100,0%	0,0%
1998	2	0	100,0%	0,0%
1999	1	0	100,0%	0,0%
2001	2	0	100,0%	0,0%
2002	1	1	50,0%	50,0%
2003	1	1	50,0%	50,0%
2004	2	0	100,0%	0,0%
2005	3	0	100,0%	0,0%
2006	3	2	60,0%	40,0%
2007	6	0	100,0%	0,0%
2008	1	0	100,0%	0,0%
2009	5	0	100,0%	0,0%
2010	1	0	100,0%	0,0%
2012	1	0	100,0%	0,0%
2013	0	1	0,0%	100,0%
<b>Total</b>	<b>39</b>	<b>5</b>	<b>88,6%</b>	<b>11,4%</b>

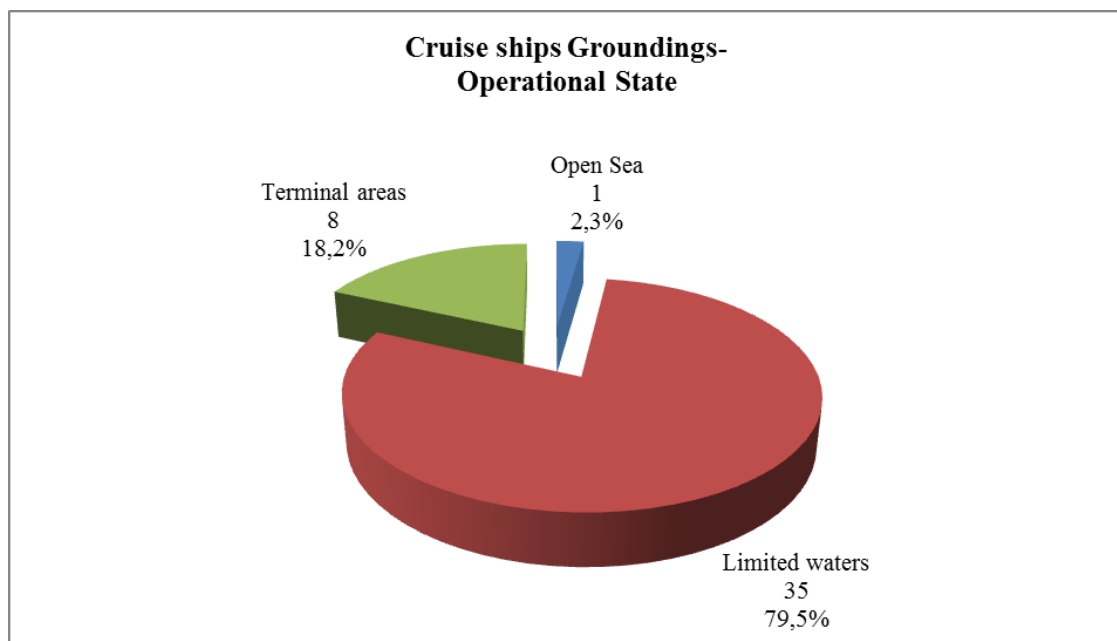


Διάγραμμα 5.16: Το πλήθος σοβαρών και μη σοβαρών ατυχημάτων προσάραξης κρουαζιερόπλοιων ανά έτος

- Η περιοχή λειτουργίας των πλοίων κατά τη διάρκεια των ατυχημάτων (Operational state of the ship)

Πίνακας 5.17: Η περιοχή λειτουργίας κατά τις προσαράξεις των κρουαζιερόπλοιων

Cruise ships Groundings- Operational State	# of incidents
Open Sea	1
Limited waters	35
Terminal areas	8
Unknown	0
<b>Total</b>	<b>44</b>



Διάγραμμα 5.17: Η περιοχή λειτουργίας κατά τις προσαράξεις των κρουαζιερόπλοιων

Παρατηρείται ότι το 97,7% των ατυχημάτων έλαβε χώρα σε περιοχές περιορισμένων υδάτων και τερματικούς σταθμούς.

Αν λάβουμε υπόψη μόνο τα 39 σοβαρά ατυχήματα προσάραξης, τα ποσοστά του διαγράμματος 5.17 διαμορφώνονται ως εξής:

- Limited waters 76,9% (30 ατυχήματα)
- Terminal areas 20,5% (8 ατυχήματα)
- Open Sea 2,6% (1 ατύχημα)

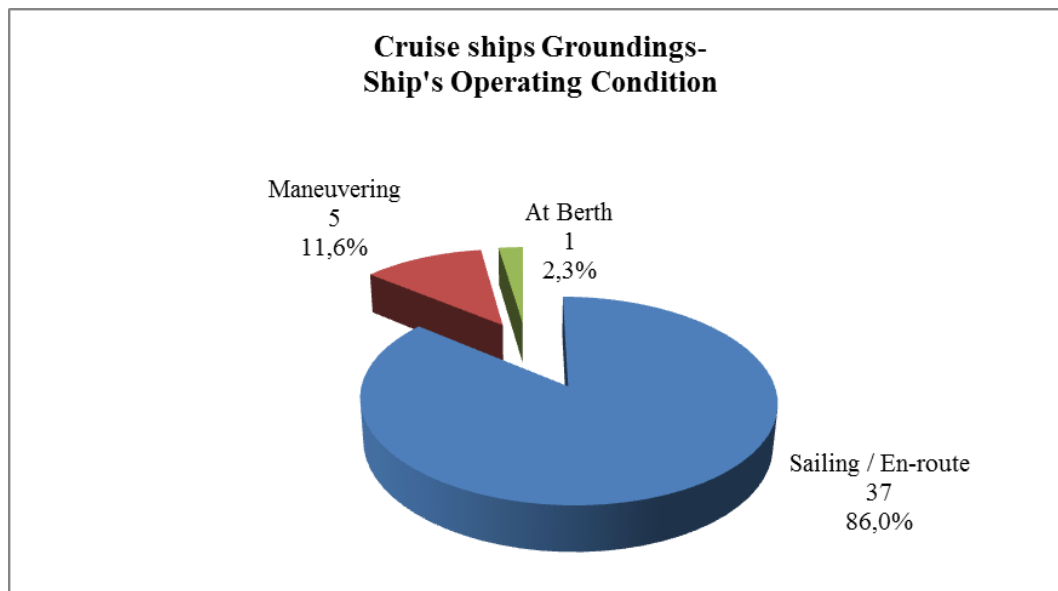


- Κατάσταση λειτουργίας των πλοίων κατά τη διάρκεια των ατυχημάτων (Operating Condition)

Πίνακας 5.18: Η περιοχή λειτουργίας κατά τα ατυχήματα προσάραξης των κρουαζιερόπλοιων

Cruise ships Groundings- Ship's Operating Condition	# of incidents
Sailing / En-route	37
Maneuvering	5
At Berth	1
Unknown	1
<b>Total</b>	<b>44</b>

Στο διάγραμμα που ακολουθεί παρουσιάζονται τα αντίστοιχα ποσοστά χωρίς να λαμβάνεται υπόψη το ατύχημα για το οποίο παραμένει αδιευκρίνιστη η κατάσταση λειτουργίας του πλοίου.



Διάγραμμα 5.18: Η περιοχή λειτουργίας κατά τα ατυχήματα προσάραξης των κρουαζιερόπλοιων

Αν εξετάσουμε αποκλειστικά τα 39 σοβαρά ατυχήματα προσάραξης, τα ποσοστά του παραπάνω διαγράμματος διαμορφώνονται ως εξής:

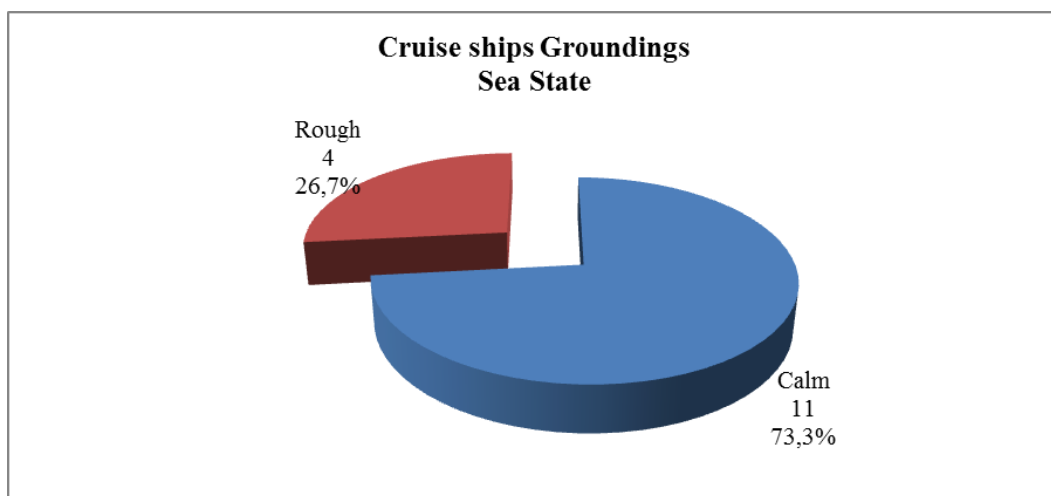
- Sailing / En-route 84,2% (32 ατυχήματα)
- Maneuvering 13,2% (5 ατυχήματα)
- At Berth 2,6% (1 ατύχημα)

Σε ένα σοβαρό ατύχημα παραμένει άγνωστη η κατάσταση λειτουργίας του πλοίου, όμως αυτό δε λαμβάνεται υπόψη στον υπολογισμό των ποσοστών.

- Η κατάσταση της θάλασσας κατά τη διάρκεια των ατυχημάτων (Sea state)

Πίνακας 5.19: Η κατάσταση της θάλασσας κατά τα ατυχήματα προσάραξης των κρουαζιερόπλοιων

Cruise ships Groundings - Sea State	# of incidents
Calm	11
Rough	4
Unknown	29
<b>Total</b>	<b>44</b>



Διάγραμμα 5.19: Η κατάσταση της θάλασσας κατά τα ατυχήματα προσάραξης των κρουαζιερόπλοιων

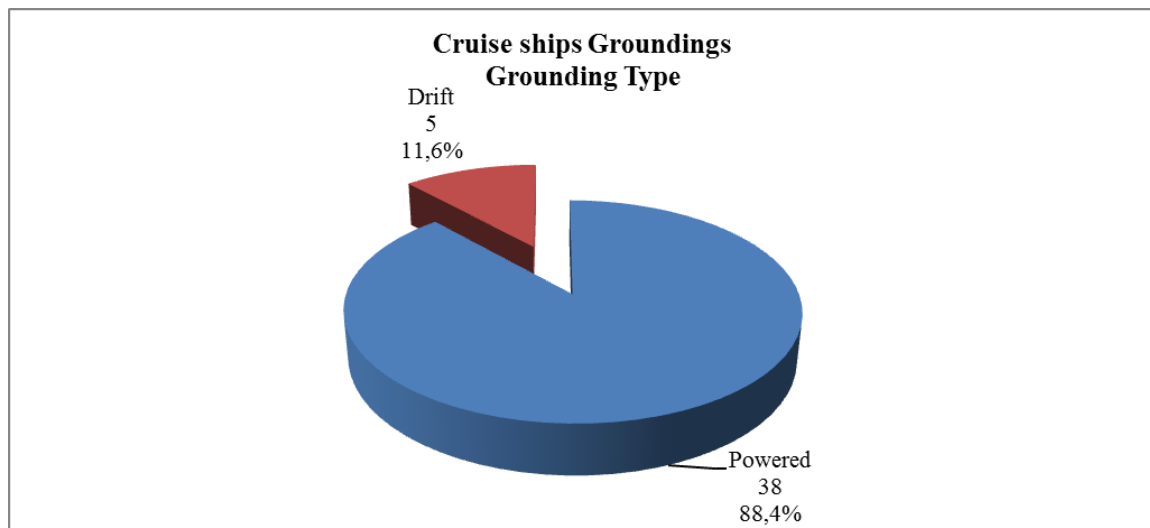
Αξίζει να σημειωθεί ότι τα ποσοστά του παραπάνω διαγράμματος δε μεταβάλλονται αν εστιάσουμε στη μελέτη των σοβαρών ατυχημάτων προσάραξης.

- Το είδος της επαφής με κριτήριο την κατάσταση πρόωσης του πλοίου (Grounding Type – Drift or Powered)

Υπενθυμίζεται πως, όταν το πλοίο αντιμετωπίσει κάποιο μηχανολογικό πρόβλημα, με αποτέλεσμα την απώλεια της πρόωσης, ή όταν για οποιοδήποτε άλλο λόγο η προωστήρια εγκατάσταση βρίσκεται εκτός λειτουργίας το ατύχημα χαρακτηρίζεται ως “Drift Grounding”. Σε κάθε άλλη περίπτωση, το ατύχημα προσάραξης χαρακτηρίζεται ως “Powered Grounding”.

Πίνακας 5.20: Το είδος της επαφής (Drift or Powered) στα ατυχήματα προσάραξης των κρουαζιερόπλοιων

Cruise ships Groundings Grounding Type	# of incidents
Powered	38
Drift	5
Unknown	1
<b>Total</b>	<b>44</b>

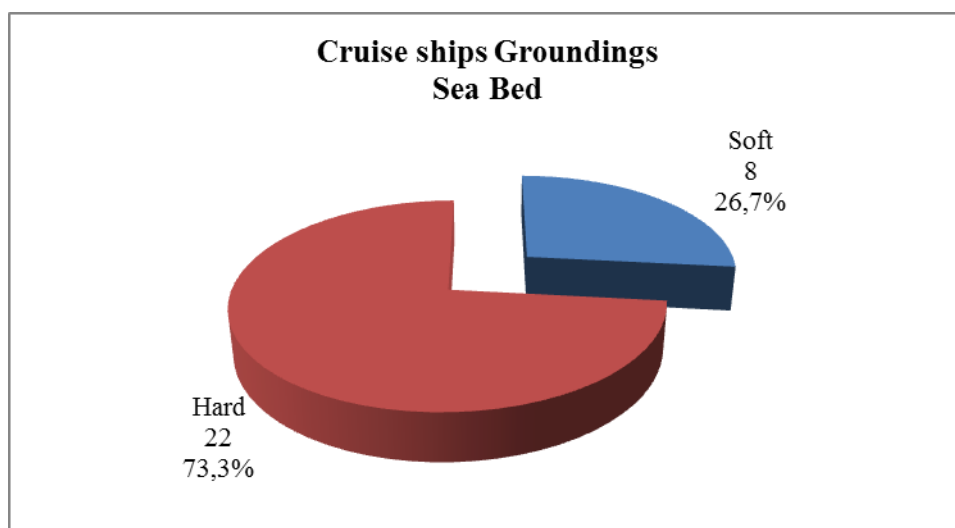


Διάγραμμα 5.20: Το είδος της επαφής (Drift or Powered) στα ατυχήματα προσάραξης των κρουαζιερόπλοιων

- Η πληροφορία για τον πυθμένα της θάλασσας στο σημείο της προσάραξης (Sea bed information)

Πίνακας 5.21: Ο πυθμένας της θάλασσας στα ατυχήματα προσάραξης των κρουαζιερόπλοιων

Cruise ships Groundings Sea Bed	# of incidents
Soft	8
Hard	22
Unknown	14
<b>Total</b>	<b>44</b>



Διάγραμμα 5.21: Ο πυθμένας της θάλασσας στα ατυχήματα προσάραξης των κρουαζιερόπλοιων

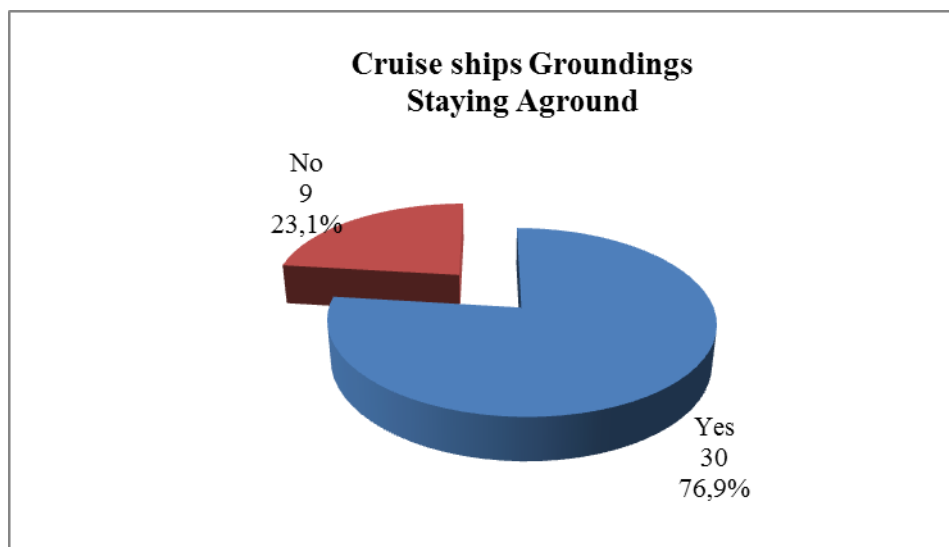
Στο 73,3% των ατυχημάτων παρατηρείται τραχύτητα του πυθμένα της θάλασσας στο σημείο του ατυχήματος. Αξίζει να σημειωθεί ότι σε 15 από τα 22 αυτά ατυχήματα παρατηρήθηκε εισροή υδάτων, σε 6 ατυχήματα το πλοίο διατήρησε την υδατοστεγή του ακεραιότητα ενώ για μία προσάραξη σε τραχύ πυθμένα παραμένει άγνωστο η πληροφορία για την εισροή ύδατος.

- Η πληροφορία για το αν το πλοίο παρέμεινε προσαραγμένο στο σημείο του ατυχήματος (Staying aground information)

Πίνακας 5.22: Staying aground information

Cruise ships Groundings Staying Aground	# of incidents
Yes	30
No	9
Unknown	5
<b>Total</b>	<b>44</b>

Στο διάγραμμα που ακολουθεί παρουσιάζονται τα αντίστοιχα ποσοστά, χωρίς να λαμβάνονται υπόψη τα 5 Unknown ατυχήματα.



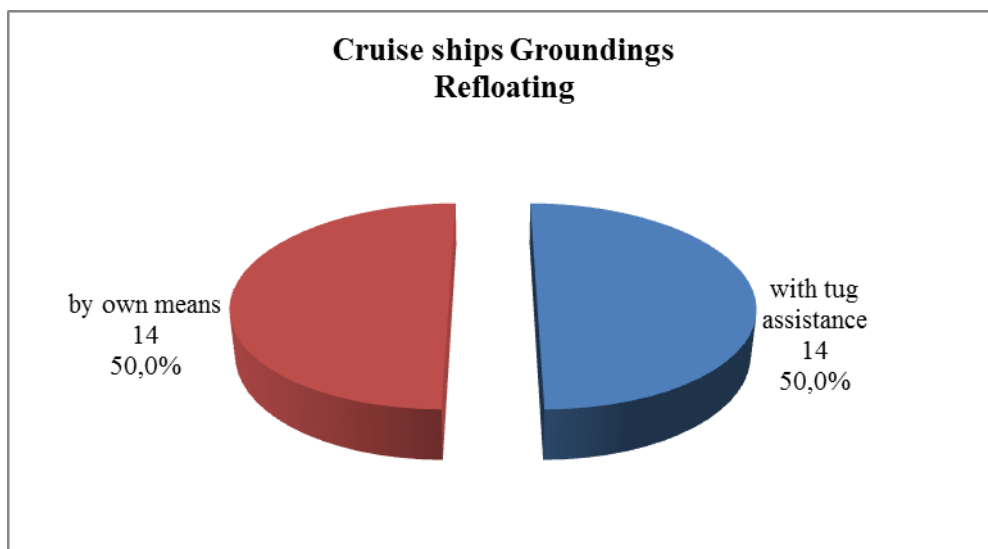
Διάγραμμα 5.22: Staying aground information

- Ο τρόπος ανέλκυσης (αποκόλλησης) των πλοίων που παρέμειναν προσαραγμένα μετά το ατύχημα (Refloating information)

Υπενθυμίζεται ότι σε 30 από τα συνολικά 44 ατυχήματα προσάραξης κρουαζιερόπλοιων, τα πλοία παρέμειναν προσαραγμένα στο σημείο του συμβάντος. Για τα πλοία αυτά κρίθηκε σκόπιμο να εξεταστεί αν η ανέλκυσή τους πραγματοποιήθηκε με τη βοήθεια ρυμουλκών ή με αποκλειστικά δικές τους ενέργειες.

Πίνακας 5.23: Refloating information

Cruise ships Groundings Refloating	# of incidents
with tug assistance	14
by own means	14
unknown	2
<b>Total</b>	<b>30</b>



Διάγραμμα 5.23: Refloating information

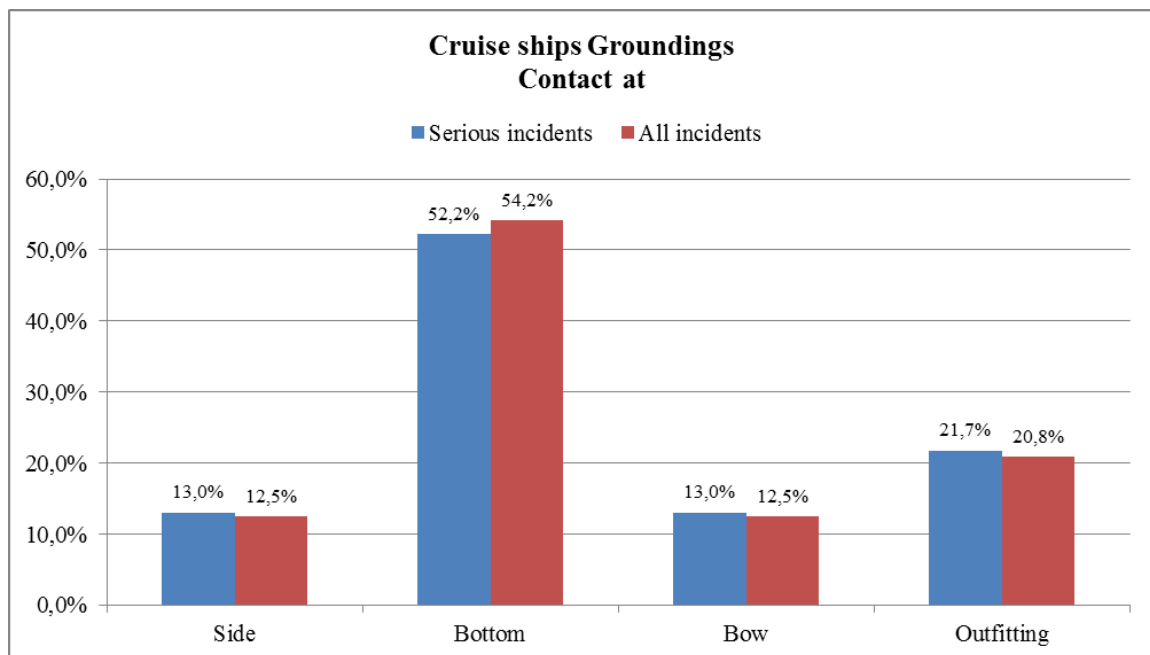
Υπενθυμίζεται ότι κατά τη μελέτη των προσαράξεων πλοίων RoPax, η κατανομή by own means/ with tug assistance επίσης προσέγγιζε το 50-50.

- Το σημείο της γάστρας του πλοίου όπου υπήρξε επαφή κατά το ατύχημα (Hull area in contact with the object)

Στον πίνακα 5.24 και το αντίστοιχο διάγραμμα, εξετάζεται το σημείο της γάστρας του κρουαζιερόπλοιου το οποίο ήρθε σε επαφή με τον πυθμένα της θάλασσας ή το πλήρως βυθισμένο αντικείμενο κατά το ατύχημα της προσάραξης. Η επαφή ενδέχεται να εντοπίζεται στην πλευρά, στον πυθμένα, στην πλώρη, στην πρύμνη ή στον εξοπλισμό (πηδάλιο, προπέλες).

Πίνακας 5.24: Η περιοχή της γάστρας που ήρθε σε επαφή κατά τα ατυχήματα προσάραξης των κρουαζιερόπλοιων

Cruise ships Groundings Contact at	Serious incidents	All incidents
Side	3	3
Bottom	12	13
Bow	3	3
Stern	0	0
Outfitting	5	5
Unclear	16	20
<b>Total</b>	<b>39</b>	<b>44</b>



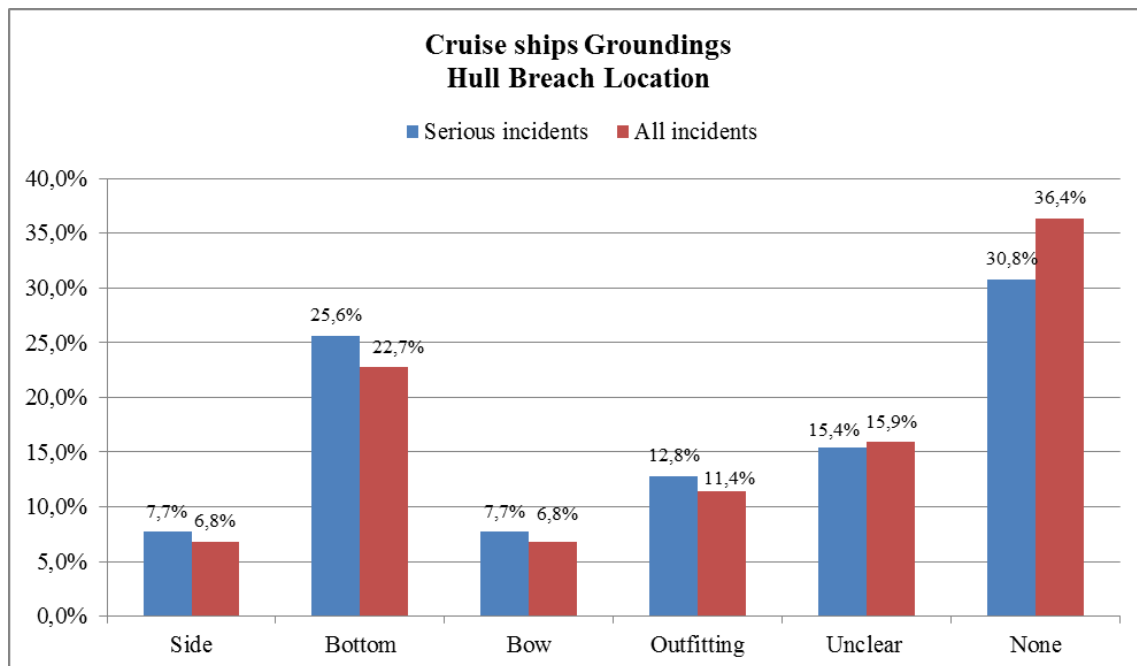
Διάγραμμα 5.24: Η περιοχή της γάστρας που ήρθε σε επαφή κατά τα ατυχήματα προσάραξης των κρουαζιερόπλοιων

- **Η δημιουργία και η θέση του ρήγματος (Hull Breach Location)**

Στον πίνακα 5.25 και το αντίστοιχο διάγραμμα εξετάζεται η θέση των ρηγμάτων που προκλήθηκαν στα κρουαζιερόπλοια από τα ατυχήματα προσάραξης.

Πίνακας 5.25: Η θέση του ρήγματος κατά τα ατυχήματα προσάραξης των κρουαζιερόπλοιων

Cruise ships Groundings Hull Breach Location	Serious incidents	All incidents
Side	3	3
Bottom	10	10
Bow	3	3
Outfitting	5	5
Unclear	6	7 <sup>14</sup>
None	12	16
<b>Total</b>	<b>39</b>	<b>44</b>

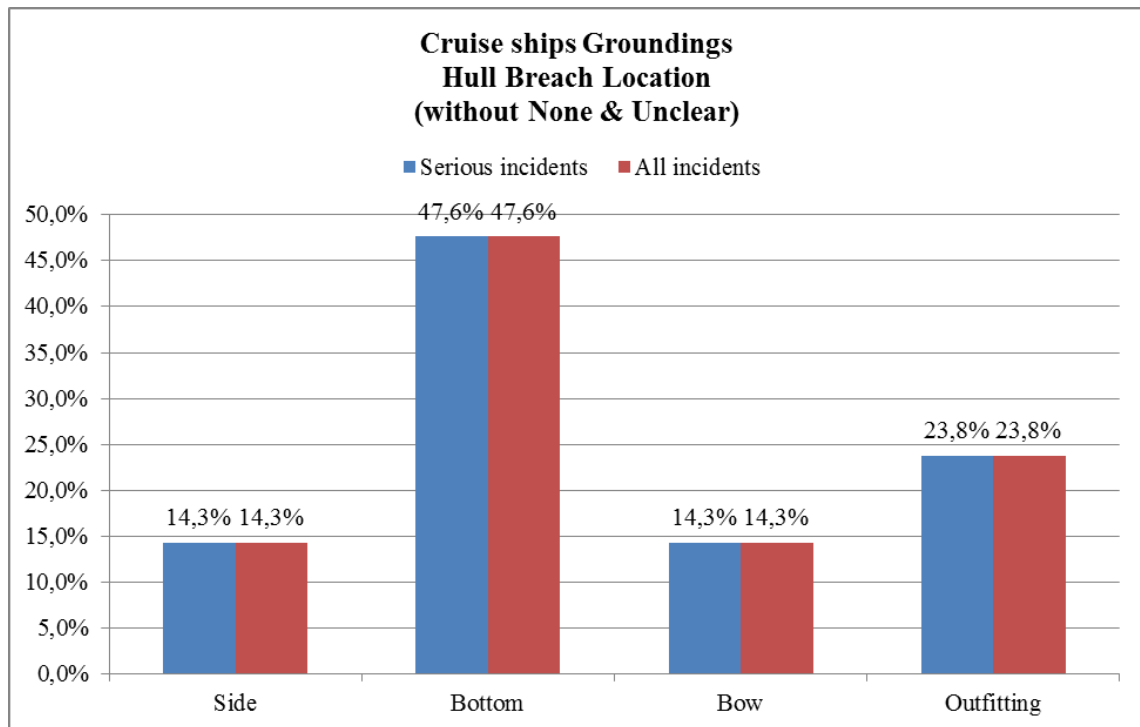


Διάγραμμα 5.25: Η θέση του ρήγματος κατά τα ατυχήματα προσάραξης των κρουαζιερόπλοιων

Σε σημαντικό ποσοστό των ατυχημάτων προσάραξης κρουαζιερόπλοιων δε δημιουργήθηκε ρήγμα στη γάστρα του πλοίου.

<sup>14</sup> Από τα 7 Unclear incidents, σε 3 είναι βέβαιη η δημιουργία του ρήγματος αλλά αγνοείται η θέση αυτού.





Διάγραμμα 5.26: Η θέση του ρήγματος κατά τα ατυχήματα προσάραξης των κρουαζιερόπλοιων

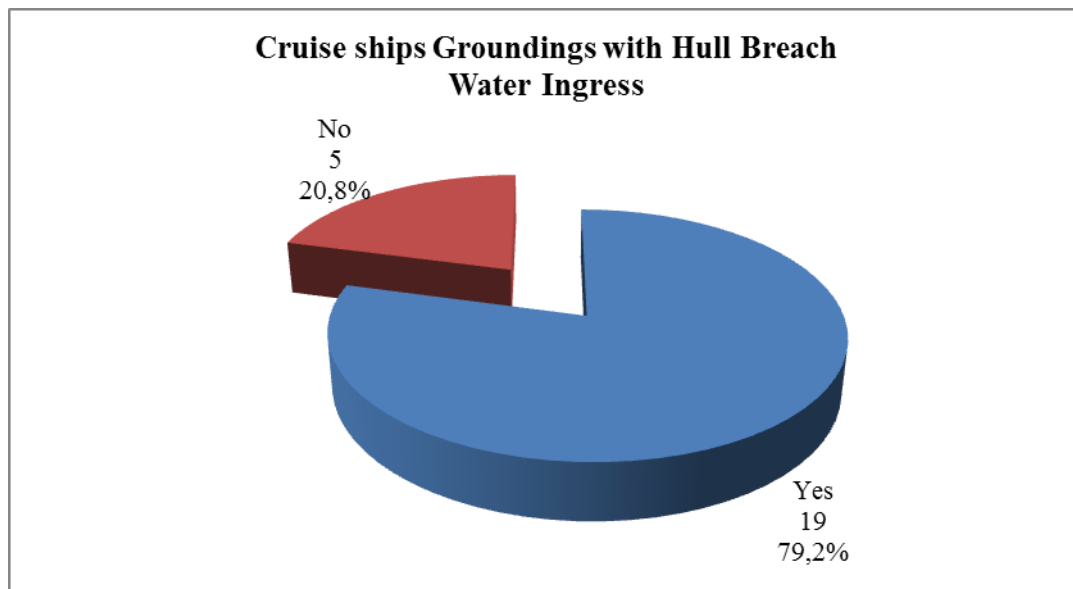
Αν αγνοήσουμε τα ατυχήματα κατά τα οποία δε δημιουργήθηκε ρήγμα (None), καθώς και τα Unclear, παρατηρούμε ότι ταυτίζονται τα ποσοστά του συνολικού δείγματος με αυτά των σοβαρών ατυχημάτων. Ο πυθμένας του πλοίου αποτελεί το πιθανότερο σημείο εμφάνισης ρήγματος κατά τα ατυχήματα προσάραξης, με πιθανότητα 47,6%, και ακολουθούν οι βλάβες του προωστήριου εξοπλισμού (πηδάλιο, προπέλες) με πιθανότητα 23,8%.

- **Εισροή υδάτων (Water Ingress)**

Υπενθυμίζεται ότι στα 24 από τα συνολικά 44 ατυχήματα προσάραξης κρουαζιερόπλοιων δημιουργήθηκε ρήγμα στο εξωτερικό περίβλημα του πλοίου. Για τα ατυχήματα αυτά, κρίνεται σκόπιμο να εξεταστεί αν υπήρξε εισροή υδάτων μετά το συμβάν.

**Πίνακας 5.27: Εισροή υδάτων σε ατυχήματα προσάραξης των κρουαζιερόπλοιων με δημιουργία ρήγματος**

<b>Cruise ships Groundings with Hull Breach Water Ingress</b>	<b># of incidents</b>
Yes	19
No	5
Unknown	0
<b>Total</b>	<b>24</b>



**Διάγραμμα 5.27: Εισροή υδάτων σε ατυχήματα προσάραξης των κρουαζιερόπλοιων με δημιουργία ρήγματος**

Σύμφωνα με τον πίνακα 5.27 και το αντίστοιχο διάγραμμα, εισροή υδάτων παρατηρείται στο 79,2% των ατυχημάτων προσάραξης κρουαζιερόπλοιων με δημιουργία ρήγματος.

- **Η έκταση της κατάκλυσης (Extent of flooding)**

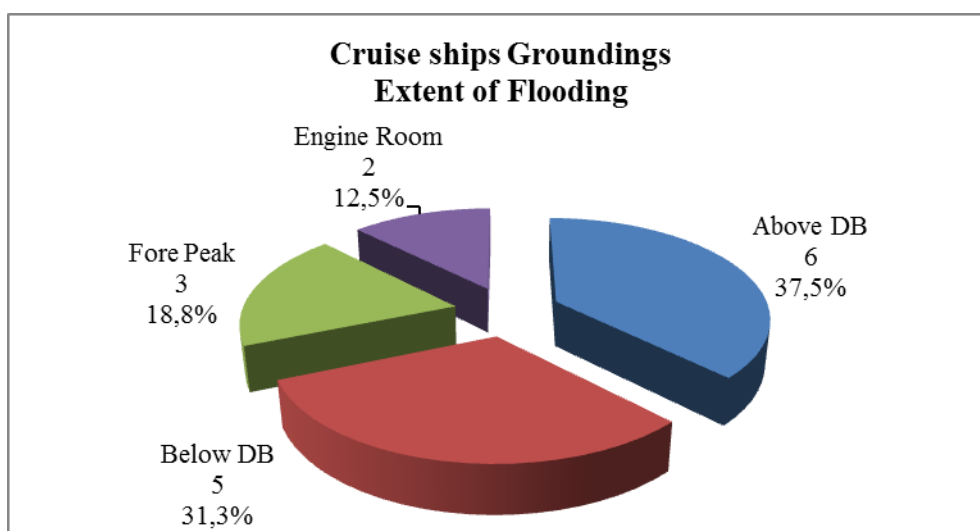
Σε περίπτωση εισροής υδάτων, κρίθηκε σκόπιμο να εξεταστεί η έκταση της κατάκλυσης, επιλέγοντας στο αντίστοιχο πεδίο της βάσης δεδομένων:

- Above Double Bottom (DB): Όταν η εισροή υδάτων εντοπίζεται πάνω από το διπύθμενο
- Below Double Bottom (DB): Όταν η εισροή υδάτων περιορίζεται κάτω από το διπύθμενο
- Fore Peak: Όταν πραγματοποιείται εισροή υδάτων στη Fore Peak Tank (προφανώς για ρήγματα πλώραθεν της πρωραίας φρακτής σύγκρουσης)
- Engine Room: Όταν πραγματοποιείται εισροή υδάτων στο μηχανοστάσιο (προφανώς για ρήγματα που εντοπίζονται μεταξύ πρωραίας και πυρμναίας φρακτής μηχανοστασίου)
- Unknown: Όταν η πληροφορία για την έκταση της κατάκλυσης παραμένει άγνωστη.

Υπενθυμίζεται ότι εισροή υδάτων παρατηρήθηκε σε 19 ατυχήματα προσάραξης των κρουαζιερόπλοιων.

**Πίνακας 5.28: Η έκταση της κατάκλυσης σε ατυχήματα προσάραξης των κρουαζιερόπλοιων με εισροή υδάτων**

<b>Cruise ships Groundings Extent of Flooding</b>	<b># of incidents</b>
Above DB	6
Below DB	5
Fore Peak	3
Engine Room	2
Unknown	3
<b>Total</b>	<b>19</b>



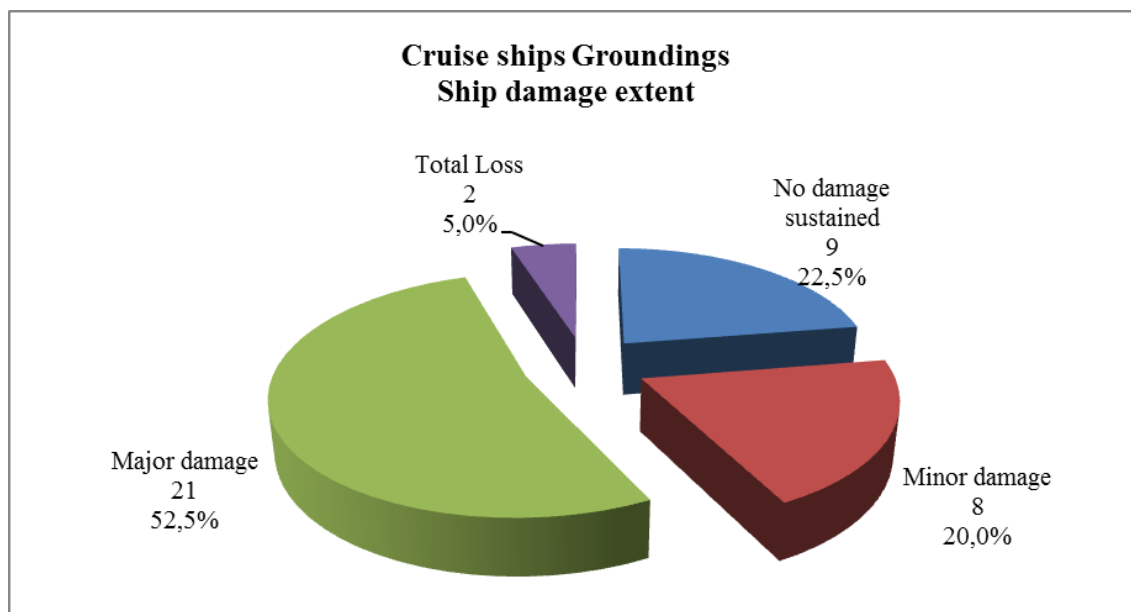
**Διάγραμμα 5.28: Η έκταση της κατάκλυσης σε ατυχήματα προσάραξης των κρουαζιερόπλοιων με εισροή υδάτων**

- Η έκταση της βλάβης (Ship damage extent)

Σύμφωνα με τις πρωτογενείς πληροφορίες που περιέχονται στη βάση για κάθε ατύχημα, χαρακτηρίζεται η έκταση της βλάβης που προκλήθηκε στο πλοίο. Οι εκφράσεις που περιέχονται στον πίνακα 5.29 έχουν διατηρηθεί ακέραιες από το κείμενο που περιγράφει το ατύχημα στη βάση και προέρχεται από τη Seaweb (IHS Fairplay).

Πίνακας 5.29: Η έκταση της βλάβης στα ατυχήματα προσάραξης των κρουαζιερόπλοιων

Cruise ships Groundings Ship damage extent	# of incidents
No damage sustained	9
Minor damage	8
Major damage	21
Total Loss	2
Break up	0
Unknown	4
<b>Total</b>	<b>44</b>



Διάγραμμα 5.29: Η έκταση της βλάβης στα ατυχήματα προσάραξης των κρουαζιερόπλοιων

- **Ολικές απώλειες πλοίων και ανθρώπινες απώλειες (Total losses & Fatalities)**

Μεταξύ των 44 ατυχημάτων προσάραξης κρουαζιερόπλοιων εντοπίζονται 2 ολικές απώλειες πλοίων και 34 συνολικά ανθρώπινα θύματα. Βασικές πληροφορίες των δύο ατυχημάτων παρουσιάζονται παρακάτω:

ID	Operational State	POB (Person On Board)	Type of Grounding	Sea Bed	Water Ingress	Fatalities
68	Limited waters	1687	Powered	Hard	Yes	2

Το ποσοστό θνησιμότητας για το ατύχημα ID 68 προκύπτει:

**Fatality rate** = Fatalities/POB = 0,119%

ID	Operational State	POB (Person On Board)	Type of Grounding	Sea Bed	Water Ingress	Fatalities
425	Limited waters	3800	Powered	Hard	Yes	32

Το ποσοστό θνησιμότητας για το ατύχημα ID 425 προκύπτει:

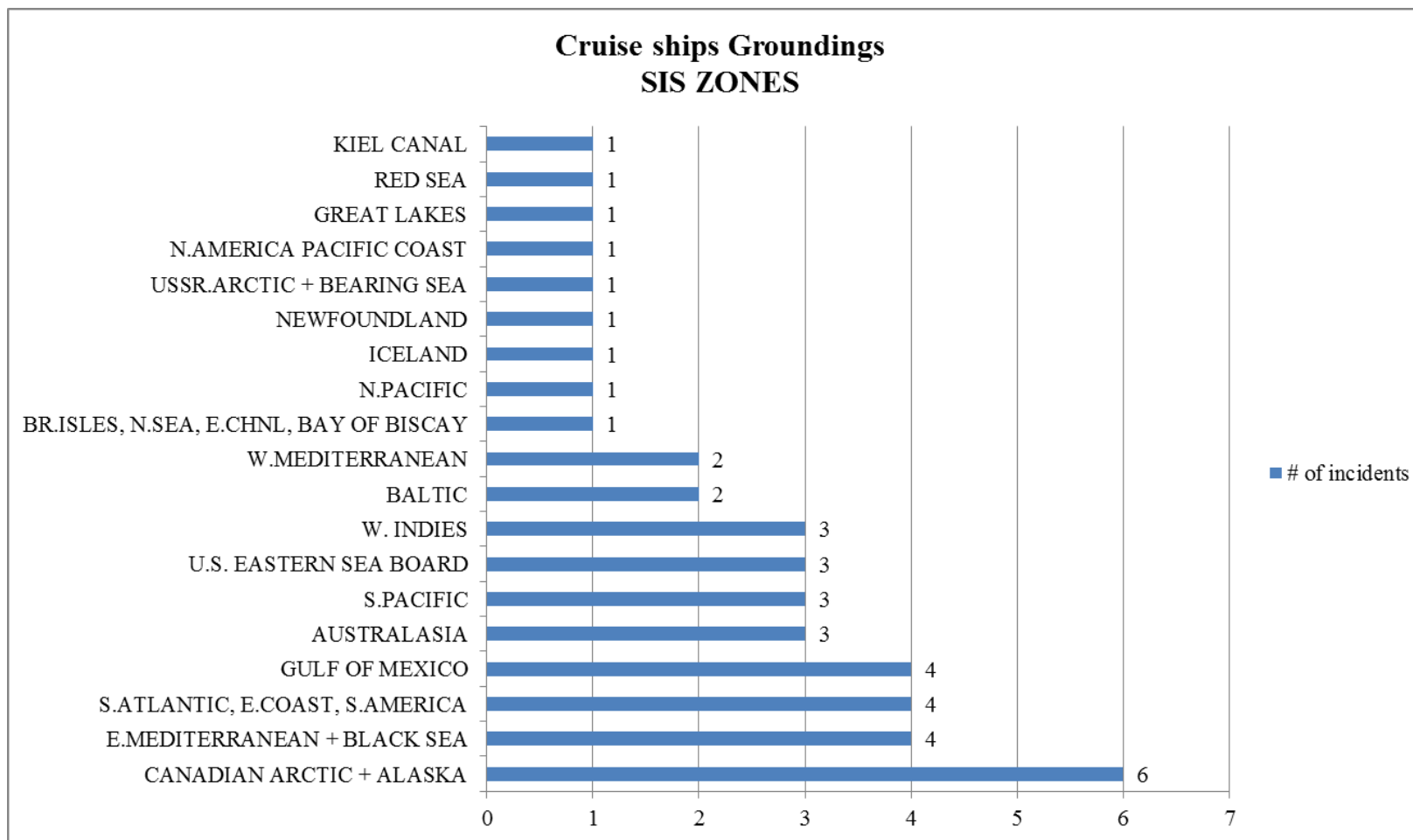
**Fatality rate** = Fatalities/POB = 0,842%

- Τοποθεσία των ατυχημάτων (SIS ZONES)

Πίνακας 5.30: Οι SIS Zones όπου συνέβησαν τα ατυχήματα προσάραξης των κρουαζιερόπλοιων

<b>Cruise ships Groundings SIS ZONES</b>	<b># of incidents</b>	<b>percentage</b>
CANADIAN ARCTIC + ALASKA	6	13,6%
E.MEDITERRANEAN + BLACK SEA	4	9,1%
S.ATLANTIC, E.COAST, S.AMERICA	4	9,1%
GULF OF MEXICO	4	9,1%
AUSTRALASIA	3	6,8%
S.PACIFIC	3	6,8%
U.S. EASTERN SEA BOARD	3	6,8%
W. INDIES	3	6,8%
BALTIC	2	4,5%
W.MEDITERRANEAN	2	4,5%
BR.ISLES, N.SEA, E.CHNL, BAY OF BISCAY	1	2,3%
N.PACIFIC	1	2,3%
ICELAND	1	2,3%
NEWFOUNDLAND	1	2,3%
USSR.ARCTIC + BEARING SEA	1	2,3%
N.AMERICA PACIFIC COAST	1	2,3%
GREAT LAKES	1	2,3%
RED SEA	1	2,3%
KIEL CANAL	1	2,3%
UNKNOWN	1	2,3%
<b>Total</b>	<b>44</b>	<b>100,0%</b>

Τα περισσότερα ατυχήματα προσάραξης κρουαζιερόπλοιων σημειώθηκαν στην περιοχή της Καναδικής Αρκτικής και της Αλάσκας, με ποσοστό 13,6%. Αξίζει να σημειωθεί ότι το ίδιο πλήθος ατυχημάτων προκύπτει αν αθροίσουμε τα ατυχήματα Δυτικής και Ανατολικής Μεσογείου και Εύξεινου Πόντου.



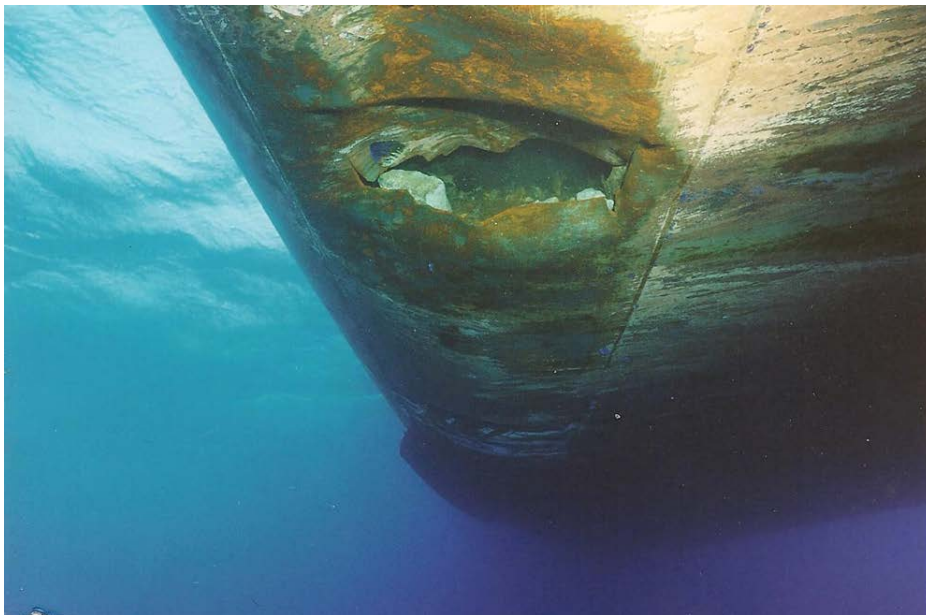
Διάγραμμα 5.30: Οι SIS Zones όπου συνέβησαν τα ατυχήματα προσάραξης των κρουαζιερόπλοιων

## 6. ΑΝΑΛΥΣΗ ΡΗΓΜΑΤΩΝ

Μελετώντας τα ρήγματα που προκλήθηκαν από τα υπό εξέταση ατυχήματα στα πλαίσια της παρούσας εργασίας, ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν τα πλευρικά ρήγματα από ατυχήματα επαφής και προσάραξης, τα οποία δεν περιλαμβάνονται στον Κανονισμό Ευστάθειας κατόπιν βλάβης (SOLAS 2009) και για τα οποία δεν είχε πραγματοποιηθεί ως τώρα στατιστική ανάλυση που να αφορά τη θέση και την έκτασή τους. Υπενθυμίζεται ότι στατιστική ανάλυση ρηγμάτων πυθμένα έχει πραγματοποιηθεί στα πλαίσια του προγράμματος GOALDS.



Εικόνα 6.1: Πλευρικό ρήγμα από ατύχημα προσάραξης



Εικόνα 6.2: Ρήγμα πυθμένα από ατύχημα προσάραξης



### 6.1 Ανάλυση ρηγμάτων πλευράς και πυθμένα από ατυχήματα επαφής και προσάραξης

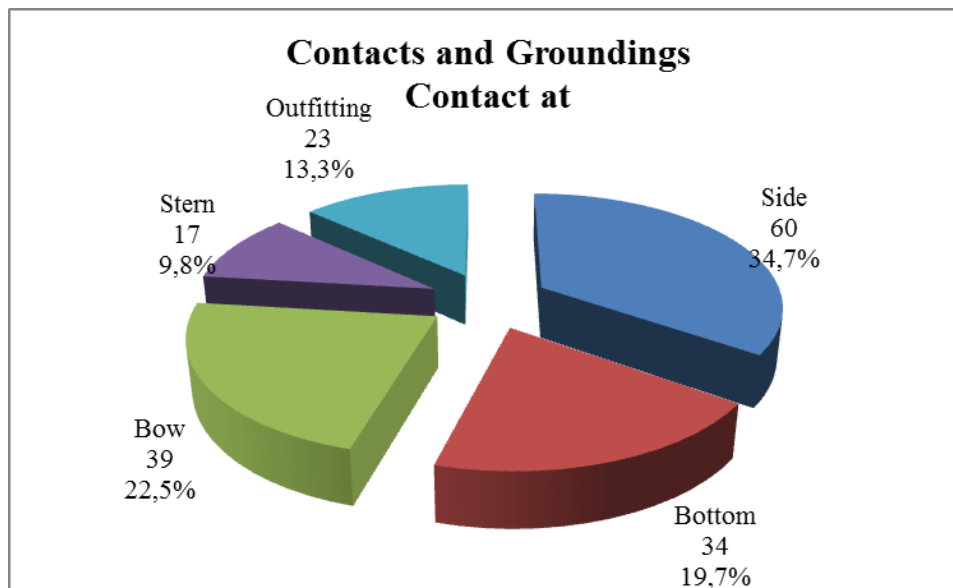
Υπενθυμίζεται ότι στη βάση δεδομένων που αναπτύχθηκε για τις ανάγκες της παρούσας εργασίας έχουν καταγραφεί 294 συνολικά ατυχήματα επαφής και προσάραξης (168 επαφές και 126 προσαράξεις). Τα 294 αυτά ατυχήματα αφορούν όλες τις κατηγορίες επιβατηγών πλοίων της βάσης (RoPax, RoPaxRail, Cruise ships, Passenger ships).

Στον πίνακα και το διάγραμμα που ακολουθούν εξετάζεται η περιοχή της γάστρας του πλοίου (Side/Bottom/Bow/Stern/Outfitting), στην οποία εντοπίζεται η επαφή κατά το ατύχημα.

**Πίνακας 6.1: Η περιοχή της γάστρας που ήρθε σε επαφή κατά τα ατυχήματα επαφής και προσάραξης των πλοίων**

<b>Contacts and Groundings Contact at</b>	<b># of incidents</b>
Side	60
Bottom	34
Bow	39
Stern	17
Outfitting	23
Unclear	121
<b>Total</b>	<b>294</b>

Παρατηρούμε ότι σε 94 ατυχήματα η επαφή εντοπίζεται στην πλευρά ή στον πυθμένα. Στο διάγραμμα που ακολουθεί παρουσιάζονται τα αντίστοιχα ποσοστά, χωρίς να λαμβάνονται υπόψη τα Unclear incidents.



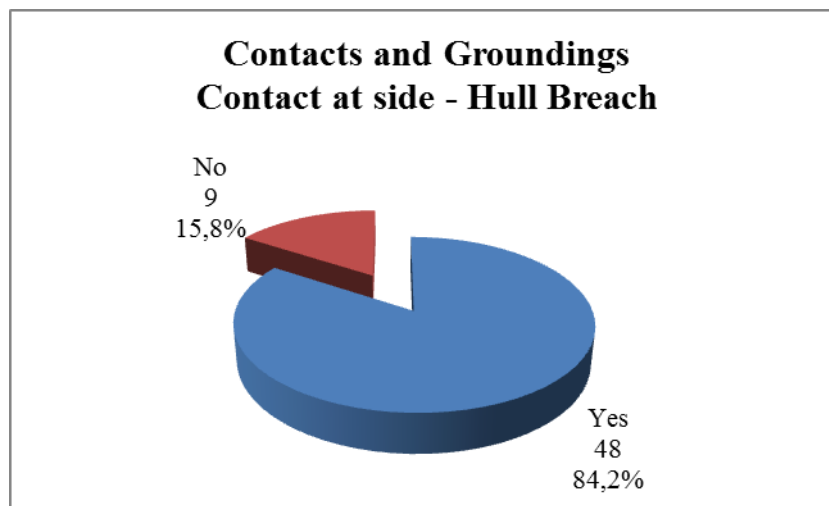
**Διάγραμμα 6.1: Η περιοχή της γάστρας που ήρθε σε επαφή κατά τα ατυχήματα επαφής και προσάραξης των πλοίων**

Στη συνέχεια, εστιάζοντας στα ατυχήματα με επαφή της γάστρας στην πλευρά ή στον πυθμένα, θα εξετάσουμε σε πόσες περιπτώσεις δημιουργήθηκε τελικά ρήγμα στη γάστρα του πλοίου.

**Πίνακας 6.2: Η δημιουργία ρήγματος για ατυχήματα επαφής και προσάραξης με επαφή στην πλευρά**

<b>Contacts and Groundings Contact at side - Hull Breach</b>	<b># of incidents</b>
Yes	48
No	9
Unclear	3
<b>Total</b>	<b>60</b>

Παρατηρείται ότι στα περισσότερα ατυχήματα με επαφή στην πλευρά του πλοίου υπήρξε τελικά δημιουργία ρήγματος. Η πληροφορία παραμένει άγνωστη 3 μόλις ατυχήματα, τα οποία δεν συνυπολογίζονται στην εξαγωγή των ποσοστών του διαγράμματος που ακολουθεί.



**Διάγραμμα 6.2: Η δημιουργία ρήγματος για ατυχήματα επαφής και προσάραξης με επαφή στην πλευρά**

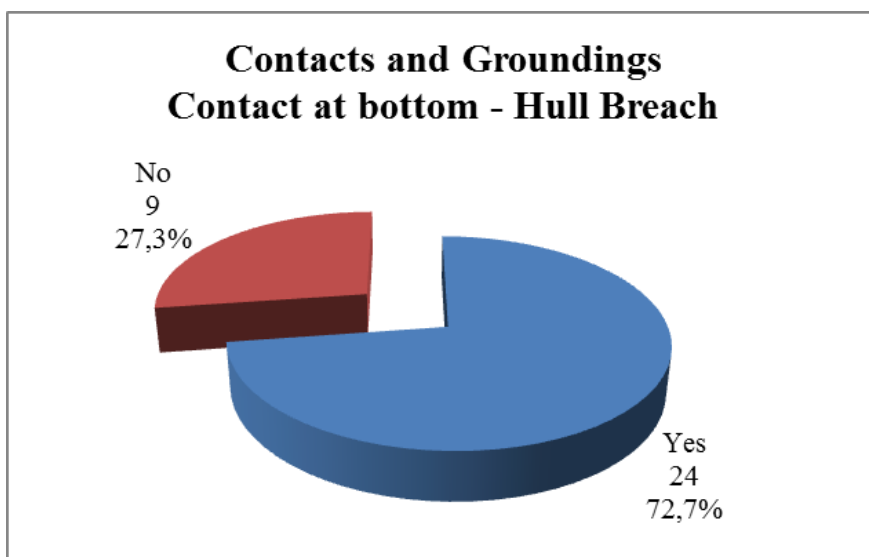
Αξίζει να διευκρινιστεί ότι, σύμφωνα με τα στοιχεία της βάσης δεδομένων, τα πλευρικά ρήγματα ενδέχεται να έχουν προκληθεί τόσο από ατυχήματα επαφής όσο και από ατυχήματα προσάραξης. Ωστόσο, τα ρήγματα πυθμένα οφείλονται εξ' ολοκλήρου σε προσάραξεις. Τα στοιχεία αυτά θα παρουσιαστούν αναλυτικότερα στη συνέχεια.

Παρά το γεγονός ότι δεν θα μελετήσουμε τις κατανομές θέσης και έκτασης των ρηγμάτων πυθμένα, αξίζει να παρατηρήσουμε σε πόσες από τις περιπτώσεις ατυχημάτων με επαφή στον πυθμένα προκλήθηκε τελικά ρήγμα.

**Πίνακας 6.3: Η δημιουργία ρήγματος για ατυχήματα επαφής και προσάραξης με επαφή στον πυθμένα**

<b>Contacts and Groundings Contact at bottom - Hull Breach</b>	<b># of incidents</b>
Yes	24
No	9
Unclear	1
<b>Total</b>	<b>34</b>

Παρατηρούμε τη δημιουργία ρήγματος σε 24 από τις 34 περιπτώσεις επαφής στον πυθμένα του πλοίου. Για ένα μόνο ατύχημα παραμένει άγνωστη η πληροφορία για την ύπαρξη ρήγματος.

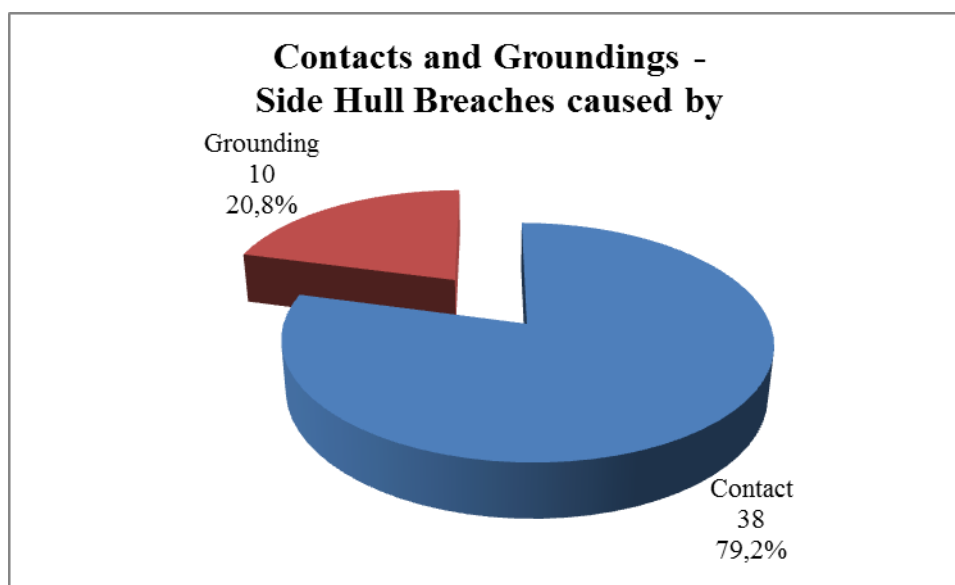


**Διάγραμμα 6.3: Η δημιουργία ρήγματος για ατυχήματα επαφής και προσάραξης με επαφή στον πυθμένα**

Σε αυτό το σημείο κρίνεται σκόπιμο να μελετήσουμε το είδος των ατυχημάτων (επαφές ή προσaráξεις) από τα οποία προκλήθηκαν τα 48 πλευρικά ρήγματα καθώς και τα 24 ρήγματα πυθμένα.

**Πίνακας 6.4:** Το είδος των ατυχημάτων από τα οποία προκλήθηκαν τα πλευρικά ρήγματα

<b>Contacts and Groundings – Side Hull Breaches caused by</b>	<b># of incidents</b>
Contact	38
Grounding	10
<b>Total</b>	<b>48</b>



**Διάγραμμα 6.4:** Το είδος των ατυχημάτων από τα οποία προκλήθηκαν τα πλευρικά ρήγματα

Παρατηρούμε ότι τα πλευρικά ρήγματα προκλήθηκαν κυρίως από ατυχήματα επαφής, με ποσοστό 79,2%.

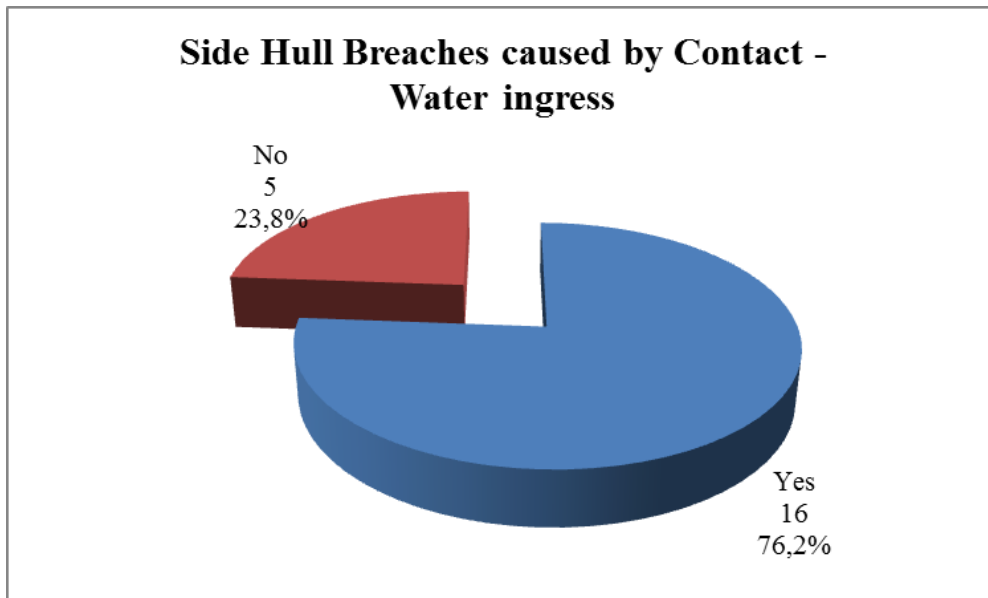
Τα 24 ρήγματα πυθμένα, όπως έχει ήδη αναφερθεί, οφείλονται αποκλειστικά (100%) σε ατυχήματα προσάραξης, συνεπώς δεν έχει καμία χρησιμότητα η παρουσίαση αντίστοιχου πίνακα και διαγράμματος.

Δεδομένης της ύπαρξης ενός ρήγματος, η αμέσως σημαντικότερη πληροφορία που επιθυμεί να κατέχει ο μελετητής είναι αυτή της εισροής υδάτων. Η εισροή υδάτων εξαρτάται από την καθ' ύψος θέση του ρήγματος και, προφανώς, για τα ρήγματα πυθμένα αναμένουμε εισροή υδάτων στο 100% των περιπτώσεων. Αντίθετα, για τα πλευρικά ρήγματα η εισροή υδάτων ενδέχεται να ποικίλει.

**Πίνακας 6.5: Η εισροή υδάτων για πλευρικά ρήγματα από ατυχήματα επαφής**

<b>Side Hull Breaches caused by Contact - Water ingress</b>	<b># of incidents</b>
Yes	16
No	5
Unknown	17
<b>Total</b>	<b>38</b>

Στο διάγραμμα που ακολουθεί παρουσιάζονται τα αντίστοιχα ποσοστά, χωρίς να λαμβάνονται υπόψη τα 17 ατυχήματα για τα οποία δεν υπάρχει η πληροφορία (Unknown).



**Διάγραμμα 6.5: Η εισροή υδάτων για πλευρικά ρήγματα από ατυχήματα επαφής**

Μελετώντας τα πλευρικά ρήγματα που προκλήθηκαν από ατυχήματα επαφής, παρατηρούμε ότι στο 76,2% των περιπτώσεων υπήρξε εισροή υδάτων. Στα 16 αυτά ατυχήματα, το κατώτερο σημείο του προκληθέντος ρήγματος βρίσκεται κάτω από την ίσαλο γραμμή.

Πίνακας 6.6: Η εισροή υδάτων για πλευρικά ρήγματα από ατυχήματα προσάραξης

<b>Side damages caused by Grounding – Water ingress</b>	<b># of incidents</b>
Yes	10
No	0
Unknown	0
<b>Total</b>	<b>10</b>

Σύμφωνα με τον πίνακα 6.6, εισροή υδάτων παρατηρήθηκε από το 100% των πλευρικών ρηγμάτων που προκλήθηκαν από ατυχήματα προσάραξης. Το συμπέρασμα αυτό ήταν αναμενόμενο, αφού οι προσαράξεις προκαλούν ρήγματα κάτω από την ίσαλο.

Πίνακας 6.7: Η εισροή υδάτων για ρήγματα πυθμένα από ατυχήματα προσάραξης

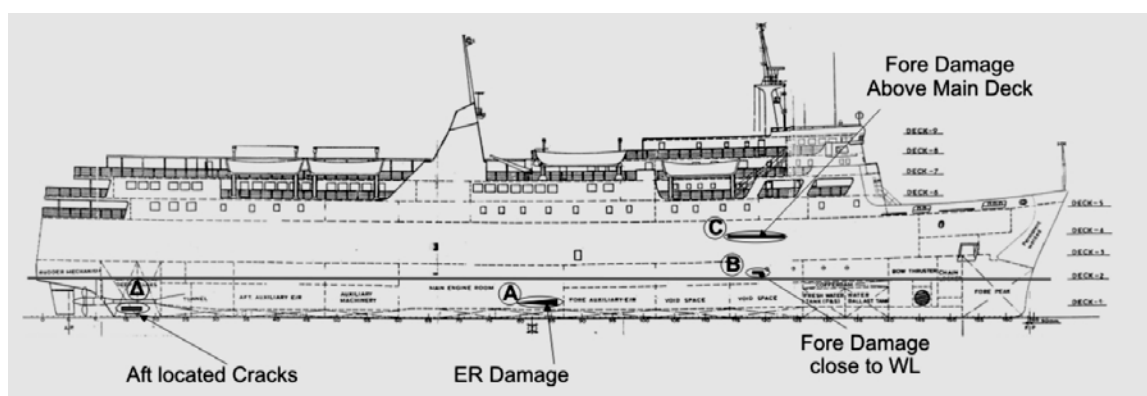
<b>Bottom damages caused by Grounding - Water ingress</b>	<b># of incidents</b>
Yes	24
No	0
Unknown	0
<b>Total</b>	<b>24</b>

Όπως ήδη ειπώθηκε, εισροή υδάτων αναμενόταν να υπάρχει στο 100% των περιπτώσεων με ρήγματα πυθμένα, τα οποία υπενθυμίζεται ότι προκλήθηκαν αποκλειστικά από ατυχήματα προσάραξης.

## 6.2 Κατανομές πλευρικών ρηγμάτων

Η στατιστική ανάλυση που παρουσιάστηκε στα προηγούμενα κεφάλαια αφορούσε 430 συνολικά ατυχήματα σύγκρουσης, επαφής και προσάραξης επιβατηγών πλοίων, χτισμένων από το 1980 και μετά. Όπως έχει ήδη αναφερθεί, ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν τα ρήγματα από ατυχήματα επαφής και προσάραξης, τα οποία όχι μόνο δεν έχουν συμπεριληφθεί στον Κανονισμό Ευστάθειας κατόπιν Βλάβης (SOLAS 2009), αλλά ούτε έχουν μελετηθεί στα πλαίσια άλλου ερευνητικού προγράμματος ή διπλωματικής εργασίας. Με στόχο την εξαγωγή αδιάστατων κατανομών θέσης και έκτασης των εν λόγω ρηγμάτων και στην προσπάθεια για συγκέντρωση στοιχείων όσο το δυνατόν περισσότερων ατυχημάτων, κρίθηκε απαραίτητη η άρση του περιορισμού date of build  $\geq 1980$ , με αποτέλεσμα η βάση να περιέχει στην τελική της μορφή 444 ατυχήματα.

Μετά την άρση του περιορισμού για την ημερομηνία κατασκευής των πλοίων, δόθηκε η ευκαιρία να συμπεριληφθούν στη μελέτη σοβαρά ατυχήματα, κατά τα οποία προκλήθηκαν σημαντικής έκτασης πλευρικά ρήγματα. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί το ατύχημα επαφής του Ε/Γ-Ο/Γ Express Samina, το οποίο προσέκρουσε σε προεξέχοντες βράχους στις νησίδες Πόρτες, λίγο έξω από την Πάρο, στις 26 Σεπτεμβρίου 2000.



Εικόνα 6.3: Τα ρήγματα του Express Samina [Papanikolaou et al. 2003]

Τα επιθυμητά στοιχεία γύρω από τη θέση και την έκταση των πλευρικών ρηγμάτων είναι:

- ✓ Το μήκος του ρήγματος
- ✓ Το πλάτος του ρήγματος
- ✓ Η εισχώρηση/ το βάθος του ρήγματος
- ✓ Η διαμήκης θέση του ρήγματος από την Α.Ρ. (μετρώντας από το πιο προωαίο σημείο του ρήγματος)
- ✓ Η απόσταση του κατώτερου σημείου του ρήγματος από την baseline.

Περισσότερες πληροφορίες γύρω από τις παραδοχές και τον τρόπο υπολογισμού των παραπάνω διαστάσεων και αποστάσεων παρατίθενται στο Παράρτημα, όπου διασαφηνίζεται, επίσης, ο τρόπος υπολογισμού των εν λόγω μεγεθών σε περίπτωση ύπαρξης πολλαπλών ρηγμάτων.

Συγκεντρώθηκαν στοιχεία για 36 συνολικά ρηγματα από ατυχήματα επαφής και προσάραξης, ωστόσο, για ελάχιστα από αυτά ήταν διαθέσιμες όλες οι πληροφορίες που προαναφέρθηκαν. Στους πίνακες που ακολουθούν δίνεται μια ποσοτική εικόνα των διαθέσιμων στοιχείων.

Ο πίνακας 6.8 αναφέρεται στα ατυχήματα για τα οποία διαθέτουμε τις πραγματικές τιμές των διαστάσεων των ρηγμάτων, δηλαδή τιμές που αναφέρονται στις επίσημες αναφορές των Διερευνητικών Αρχών.

**Πίνακας 6.8: Οι διαστάσεις των ρηγμάτων και ο αριθμός των ατυχημάτων για τα οποία είναι γνωστές οι πραγματικές τιμές τους**

Breach information	Number of accidents with the breach information known (Actual values)		
	Contacts	Groundings	Total
Length	20	4	24
Width	5	3	8
Penetration	0	1	1
Longitudinal Position from A.P. <sup>15</sup>	1	3	4
Vertical Lower Starting Point from BL	1	1	2

Ο πίνακας 6.9 αναφέρεται στα ατυχήματα για τα οποία έχει γίνει εκτίμηση των διαστάσεων και της θέσης των ρηγμάτων, κυρίως με χρήση φωτογραφιών ή κατασκευαστικών σχεδίων. Σχετικές πληροφορίες για την εκτίμηση των εν λόγω στοιχείων περιέχονται στο Παράρτημα.

**Πίνακας 6.9: Οι διαστάσεις των ρηγμάτων και ο αριθμός των ατυχημάτων για τα οποία έγινε εκτίμηση των τιμών τους**

Breach information	Number of accidents with the breach information known (Estimated values)		
	Contacts	Groundings	Total
Length	9	1	10
Width	8	1	9
Penetration <sup>16</sup>	18	1	19
Longitudinal Position from A.P.	9	1	10
Vertical Lower Starting Point from BL	12	3	15

<sup>15</sup> Πρόκειται για την απόσταση του πιο προωραίου σημείου του ρηγματος από την πρυμναία κάθετο.

<sup>16</sup> Η εκτίμηση της εισχώρησης των ρηγμάτων στα περισσότερα ατυχήματα έγινε θεωρώντας ότι τα “gashes” και “cracks” δεν μπορούν να έχουν σημαντικό βάθος, με αποτέλεσμα να λαμβάνουμε το penetration ίσο με την ενδεικτική τιμή 0,3m.



Όπως επιβεβαιώνεται από τους παραπάνω πίνακες, η εύρεση του μήκους των ρηγμάτων παρουσίασε το μικρότερο βαθμό δυσκολίας κατά την έρευνα (γνωστό σε 34 συνολικά περιπτώσεις), σε σύγκριση με τις υπόλοιπες διαστάσεις.

Στη συνέχεια έγινε χρήση των κυρίων διαστάσεων των πλοίων προκειμένου να αδιαστατοποιηθούν τα παραπάνω μεγέθη. Πιο συγκεκριμένα:

- ✓ Με χρήση του μήκους μεταξύ καθέτων  $L_{BP}$  έγινε η αδιαστατοποίηση του μήκους (Breach Length) και της διαμήκουσ θέσης του ρήγματος (Longitudinal Starting Point from A.P).
- ✓ Με χρήση του καθαρού πλάτους  $B_{MOULDED}$  (δεν περιλαμβάνει τα πάχη των πλευρικών ελασμάτων) αδιαστατοποιήθηκε η εισχώρηση του ρήγματος (Breach Penetration).
- ✓ Με χρήση του βυθίσματος  $T$  μετατράπηκαν σε αδιάστατα μεγέθη το πλάτος του ρήγματος (Breach Width) καθώς και η απόσταση του κατώτερου σημείου του ρήγματος από το βασικό επίπεδο αναφοράς (Vertical Lower Starting Point from BL).

Στον πίνακα 6.10, ο οποίος ακολουθεί, παρατίθενται όλα τα στοιχεία που συγκεντρώθηκαν γύρω από τη θέση και την έκταση των πλευρικών ρηγμάτων, σε αδιάστατη μορφή.

Πίνακας 6.10: Αδιάστατα στοιχεία θέσης και έκτασης πλευρικών ρηγμάτων

<b>Nondimensionalized quantities</b>						
<b>Accident ID</b>	<b>Longitudinal Position</b>	<b>Breach Length</b>	<b>Breach Penetration</b>	<b>Breach Width</b>	<b>Lower Breach Point from BL</b>	<b>Higher Breach Point from BL</b>
6	0,566	0,148	0,014	0,490	0,002	0,492
68	0,756	0,204		1,000	0,083	1,083
84		0,047				
174	0,235	0,057			1,081	
175		0,097	0,011			
184	0,657	0,152	0,011	0,644	0,110	0,754
196	0,932	0,632		0,344	0,841	1,186
249		0,011	0,011			
271		0,018	0,009			
278		0,016	0,008	0,084		
283	0,744	0,010		0,444	1,056	1,500
297		0,017	0,011			
313	0,915	0,063	0,013	0,526	1,386	1,912
332		0,084	0,011			
347		0,019	0,012			
356	1,034	0,090		1,184	0,905	2,089
358		0,012	0,011			
359	0,128	0,012	0,033	0,189	0,660	0,849
361		0,010	0,011			
380		0,270		0,301	0,986	1,288
413		0,055	0,009	0,194	1,195	1,389
424		0,009	0,010			
425	0,365	0,214	0,082	0,880	0,560	1,440
426	0,775	0,261	0,017	1,719	0,367	2,086
427		0,138				
429		0,005	0,013		0,521	
430		0,147				
431		0,026		0,070		
433		0,016	0,011			
434		0,036	0,012			
435		0,048				
437	0,555	0,055				
438	0,994	0,204		0,480	0,002	0,482
441	0,799	0,005		0,038	1,255	1,293
442				0,306	1,102	1,408

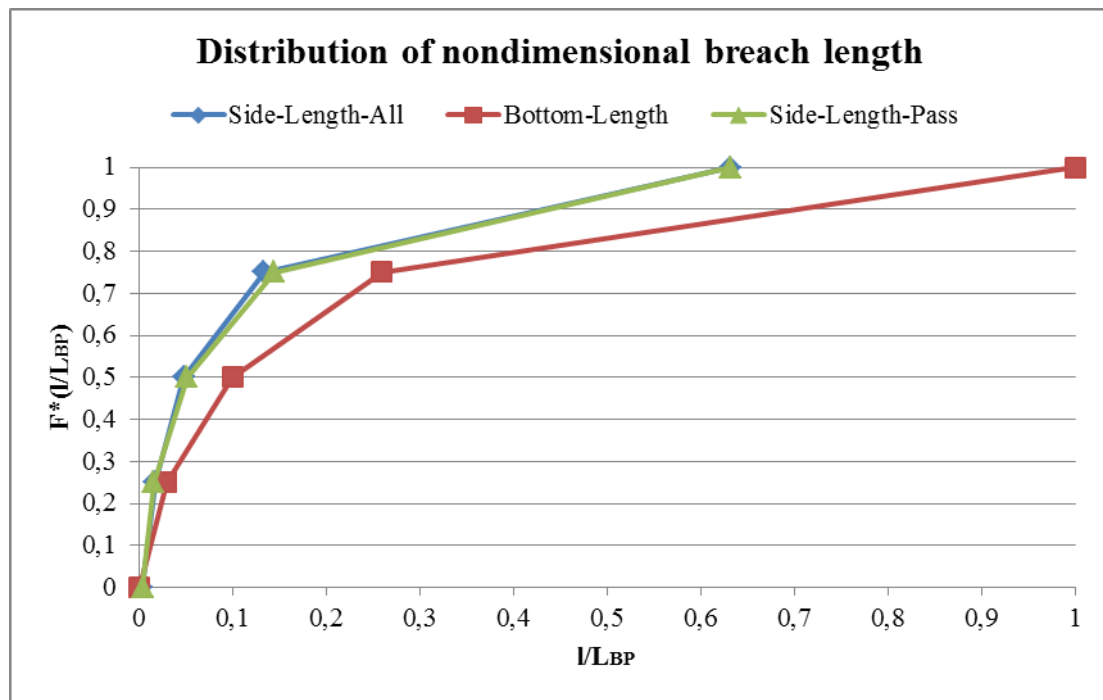
Πίνακας 6.11: Χαρακτηριστικά σημεία των Διαγραμμάτων Αδιάστατων Κατανομών Πλευρικών Ρηγμάτων

Βασικά Σημεία των Διαγραμμάτων Αδιάστατων Κατανομών	
Άξονας τεταγμένων	Άξονας τετμημένων
0	Ελάχιστη τιμή του δείγματος
0,25	Η τιμή στο 25 <sup>ο</sup> εκατοστημόριο
0,5	Διάμεσος <sup>17</sup>
0,75	Η τιμή στο 75 <sup>ο</sup> εκατοστημόριο
1	Μέγιστη τιμή του δείγματος

Στα διαγράμματα που ακολουθούν παρουσιάζονται οι αδιάστατες κατανομές της θέσης αλλά και της έκτασης (μήκους, πλάτους, εισχώρησης) των πλευρικών ρηγμάτων. Αντίστοιχη έρευνα αυτής που περιλαμβάνεται στην παρούσα εργασία για τα πλευρικά ρήγματα Επιβατηγών πλοίων έχει πραγματοποιηθεί για Containerships, από τη συνάδελφο Ε. Μαλιάγκα στα πλαίσια της δικής της διπλωματικής εργασίας. Υπενθυμίζεται ότι στα πλαίσια του ερευνητικού προγράμματος GOALDS μελετήθηκαν η θέση και η έκταση των ρηγμάτων πυθμένα. Για την κατανόηση των διαγραμμάτων που παρατίθενται στη συνέχεια, δίνονται οι παρακάτω διευκρινίσεις:

- Side-All: Οι κατανομές αφορούν πλευρικά ρήγματα Επιβατηγών πλοίων και Containerships.
- Side-Pass: Οι κατανομές αφορούν πλευρικά ρήγματα Επιβατηγών πλοίων.
- Bottom: Οι κατανομές αφορούν ρήγματα πυθμένα Επιβατηγών πλοίων.

<sup>17</sup> Η διάμεσος (median), σύμφωνα με τη στατιστική, είναι η τιμή που διαιρεί την κατανομή των τιμών της μεταβλητής σε δύο ίσα μέρη, όταν οι τιμές που λαμβάνει η μεταβλητή τοποθετηθούν σε αύξουσα σειρά.



Διάγραμμα 6.6: Συνάρτηση κατανομής των αδιάστατων διαμήκων εκτάσεων

Αρχικά, παρατηρείται ότι η κατανομή των αδιάστατων διαμήκων εκτάσεων πλευρικών ρηγμάτων Επιβατηγών πλοίων (Side-Length-Pass) δεν παρουσιάζει αξιόλογη μεταβολή, αν συνυπολογιστούν τα πλευρικά ρήγματα των Containerships (Side-Length-All).

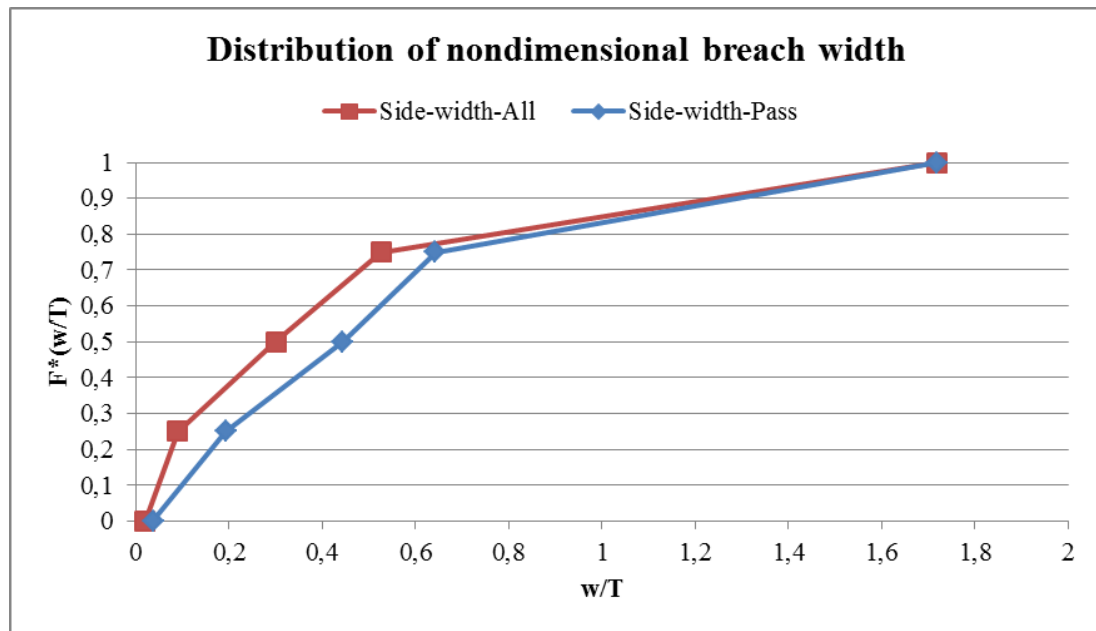
Επιπλέον, το μέγιστο της αδιάστατης βλάβης έχει τιμή 0,632 που σημαίνει ότι για τα μήκη όλων των πλευρικών ρηγμάτων που μελετήθηκαν, ισχύει:

$$l \leq 0,632 L_{BP}$$

Όπου

$L_{BP}$ , το μήκος μεταξύ καθέτων του πλοίου που έχει υποστεί το πλευρικό ρήγμα μήκους  $l$ .

Υπενθυμίζεται ότι η κατανομή του αδιάστατου μήκους των ρηγμάτων πυθμένα (καμπύλη με κόκκινο χρώμα) προέρχεται από τα αποτελέσματα του ερευνητικού προγράμματος GOALDS.



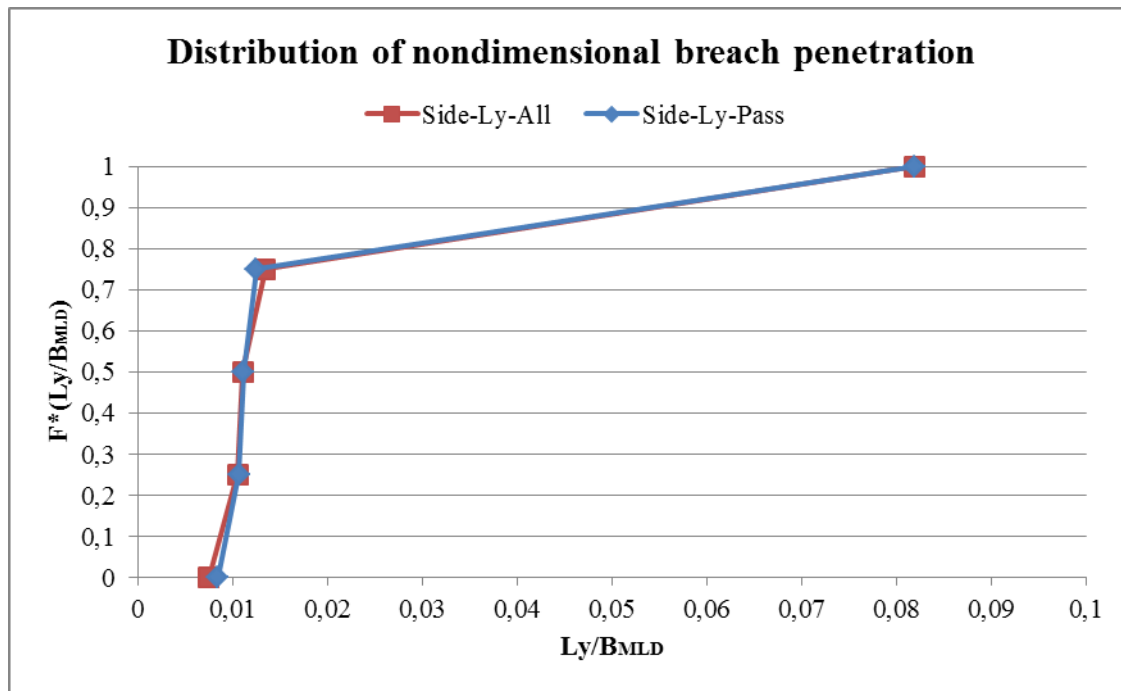
Διάγραμμα 6.7: Συνάρτηση κατανομής των αδιάστατων κατακόρυφων εκτάσεων

Παρατηρώντας τις δύο καμπύλες συμπεραίνουμε ότι τα ρήγματα των Containerships παρουσιάζουν μικρότερες τιμές  $w/T$ , αφού αν τα συνυπολογίσουμε στη μελέτη, η καμπύλη που προκύπτει (Side-width-All) είναι μετατοπισμένη προς τα αριστερά.

Η μέγιστη τιμή του αδιάστατου πλάτους των ρηγμάτων είναι 1,719. Αυτό σημαίνει ότι για τα πλάτη όλων των πλευρικών ρηγμάτων που μελετήθηκαν, ισχύει:

$$w \leq 1,719 T$$

Όπου  $T$ , το βύθισμα του πλοίου που έχει υποστεί το πλευρικό ρήγμα πλάτους  $w$ .



Διάγραμμα 6.8: Συνάρτηση κατανομής των αδιάστατων εγκάρσιων εκτάσεων

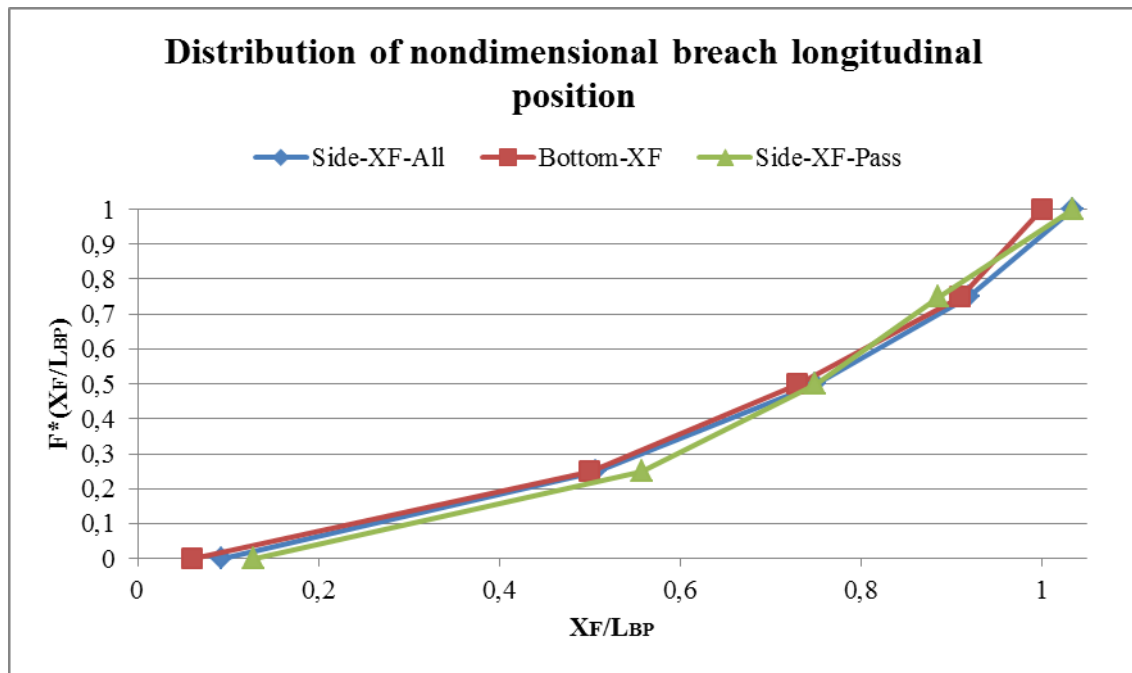
Σύμφωνα με το διάγραμμα 6.8, ούτε στην περίπτωση μελέτης της αδιάστατης εισχώρησης πλευρικών ρηγμάτων παρατηρείται ουσιαστική μεταβολή μεταξύ της καμπύλης των Επιβατηγών πλοίων (Side-Ly-Pass) και αυτής των ρηγμάτων Επιβατηγών και Containerships (Side-Ly-All).

Η ελάχιστη τιμή της κατανομής (Side-Ly-Pass) είναι 0,0085 ενώ η μέγιστη 0,082. Αυτό πρακτικά σημαίνει ότι η εισχώρηση όλων των υπό εξέταση πλευρικών ρηγμάτων, κινείται μεταξύ των ορίων:

$$0,0085 B_{MLD} \leq Ly \leq 0,082 B_{MLD}$$

Όπου  $B_{MLD}$ , το πλάτος του πλοίου που έχει υποστεί το πλευρικό ρήγμα εισχώρησης  $Ly$ .

Υπενθυμίζεται ότι για σημαντικό αριθμό ατυχημάτων, κατά τα οποία τα πλοία υπέστησαν “gashes” ή “cracks” θεωρήθηκε penetration=0,3m, αφού αυτού του είδους οι βλάβες δεν παρουσιάζουν συνήθως αυξημένο βάθος.



Διάγραμμα 6.9: Συνάρτηση κατανομής των αδιάστατων διαμήκων θέσεων<sup>18</sup>

Μελετώντας την αδιάστατη διαμήκη θέση των ρηγμάτων, οι 3 καμπύλες του διαγράμματος παρουσιάζουν περίπου την ίδια κατανομή. Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι η διαμήκης θέση δεν διαφοροποιείται ανάλογα με το αν το ρήγμα είναι πλευρικό ή πυθμένα.

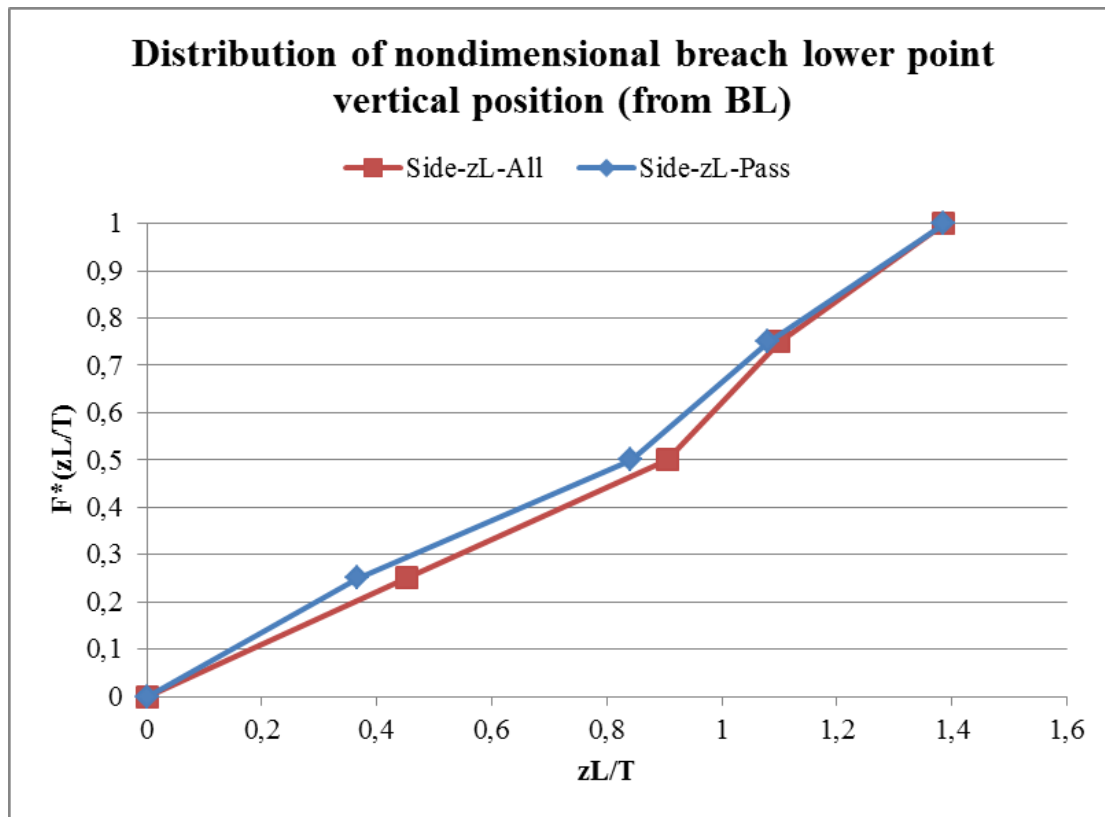
Η μέγιστη τιμή της αδιάστατης διαμήκους θέσης είναι 1,034 (Side- $X_F$ -Pass) και η ελάχιστη 0,093, δηλαδή για τη διαμήκη θέση  $X_F$  του πιο πρωραίου σημείου των ρηγμάτων επιβατηγών πλοίων που μελετήθηκαν, ισχύει:

$$0,093 L_{BP} \leq X_F \leq 1,034 L_{BP}$$

Όπου  $L_{BP}$ , το μήκος μεταξύ καθέτων του πλοίου που έχει υποστεί το πλευρικό ρήγμα.

Υπενθυμίζεται ότι η κατανομή της αδιάστατης διαμήκους θέσης των ρηγμάτων πυθμένα (καμπύλη με κόκκινο χρώμα) προέρχεται από τα αποτελέσματα του ερευνητικού προγράμματος GOALDS.

<sup>18</sup> Υπενθυμίζεται ότι η διαμήκης θέση αντιστοιχεί στην απόσταση του πιο πρωραίου σημείου του ρηγματος από την πρυμναία κάθετο.



Διάγραμμα 6.10: Συνάρτηση κατανομής της αδιάστατης θέσης του κατώτερου σημείου του ρήγματος

Το παραπάνω διάγραμμα παρουσιάζει την αδιάστατη κατανομή της κατακόρυφης θέσης των κατώτερων σημείων των πλευρικών ρηγμάτων, μετρούμενης από το βασικό επίπεδο αναφοράς (baseline).

Μικρές διαφορές παρατηρούνται μεταξύ της αδιάστατης κατανομής των ρηγμάτων Επιβατηγών (Side-zL-Pass) και της αντίστοιχης των ρηγμάτων όλων των πλοίων (Side-zL-All). Η αδιάστατη κατακόρυφη θέση των κατώτερων σημείων των ρηγμάτων των Containerships εμφανίζεται ελαφρώς υψηλότερη από την αντίστοιχη των Επιβατηγών πλοίων.

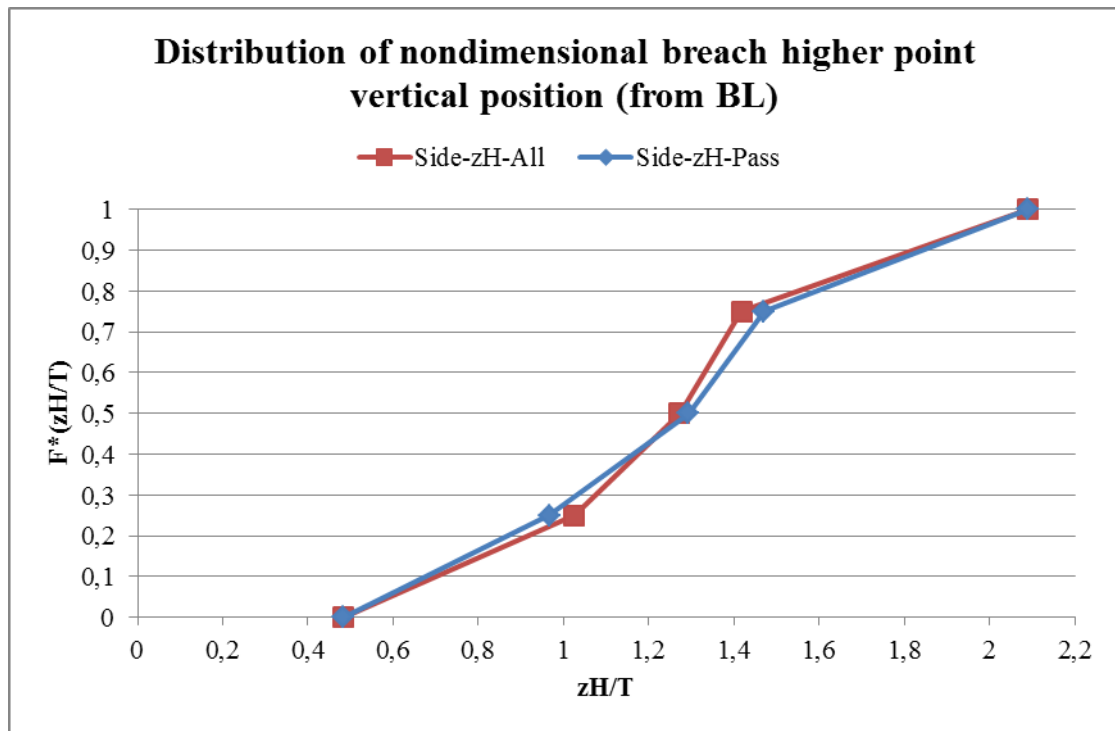
Ελάχιστη τιμή των κατανομών αποτελεί το μηδέν, αυτό σημαίνει ότι μέσα στο δείγμα εντοπίζονται πλευρικά ρήγματα που ξεκινούν από τον πυθμένα.

Η μέγιστη τιμή της αδιάστατης θέσης του κατώτερου σημείου των ρηγμάτων είναι 1,386, δηλαδή για όλα τα υπό εξέταση πλευρικά ρήγματα, ισχύει:

$$zL \leq 1,386 T$$

Όπου T, το βύθισμα του πλοίου που έχει υποστεί το πλευρικό ρήγμα.





Διάγραμμα 6.11: Συνάρτηση κατανομής της αδιάστατης θέσης του ανώτερου σημείου του ρήγματος

Η καθ' ύψος θέση του ανώτερου σημείου του ρήγματος προκύπτει αν στην καθ' ύψος θέση του κατώτερου σημείου προστεθεί το πλάτος του ρήγματος. Η αδιαστατοποίηση και σε αυτή την περίπτωση γίνεται με χρήση του βυθίσματος του πλοίου,  $T$ .

Η καμπύλη της αδιάστατης κατανομής του εν λόγω μεγέθους για τα Επιβατηγά πλοία πρακτικά ταυτίζεται με την αντίστοιχη για το σύνολο Επιβατηγών και Containerships.

Τελικά, σύμφωνα με το παραπάνω διάγραμμα, για την αδιάστατη θέση του ανώτερου σημείου των ρηγμάτων ισχύει:

$$0,482 T \leq zH \leq 2,089 T$$

Όπου  $T$ , το βύθισμα του πλοίου που έχει υποστεί το πλευρικό ρήγμα.

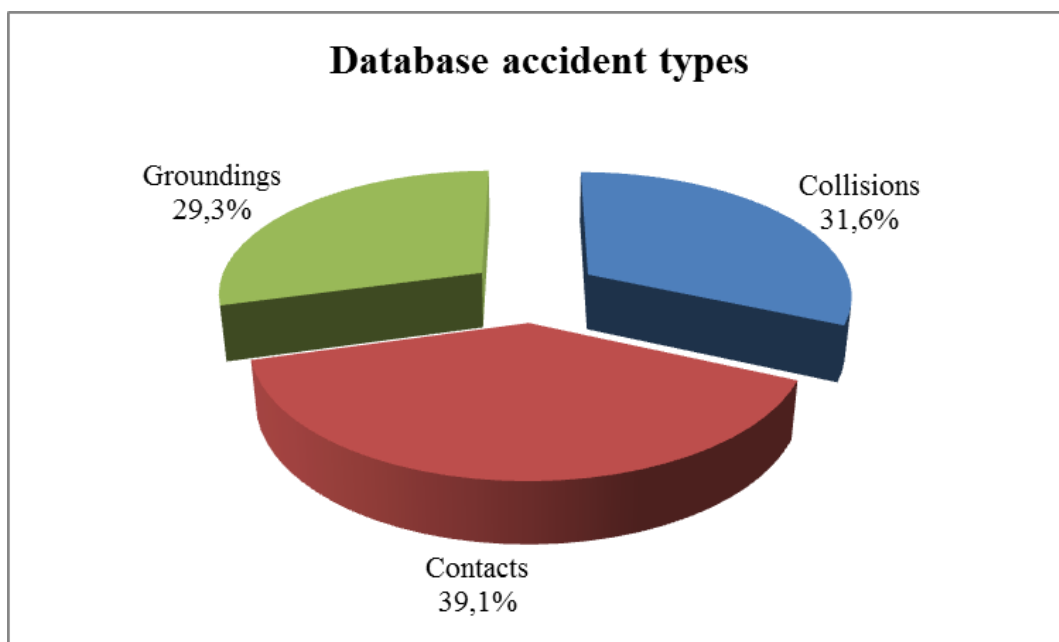
## 7. ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

- Τα ατυχήματα της βάσης δεδομένων

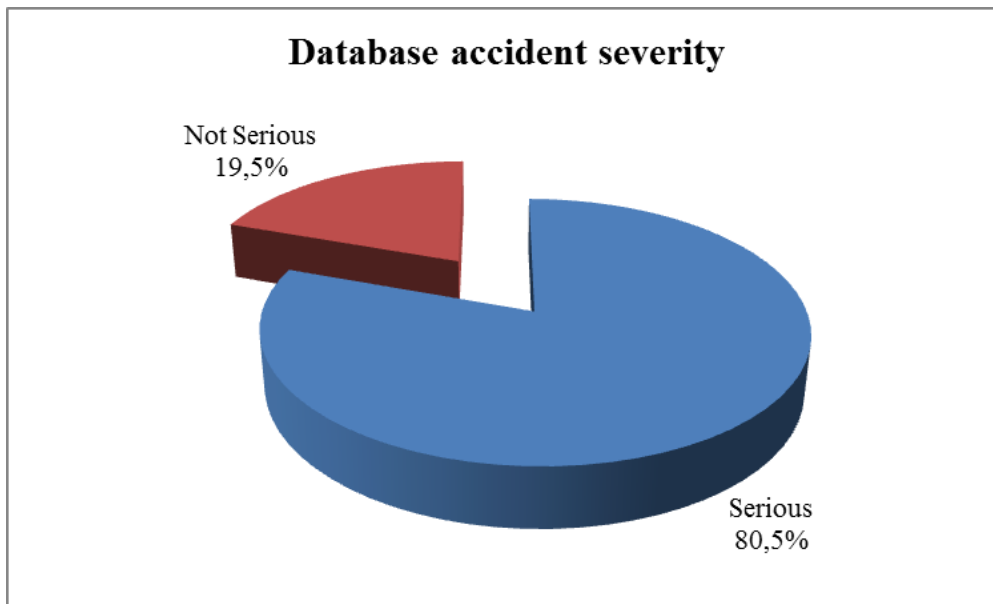
Για τη στατιστική ανάλυση των ατυχημάτων σύγκρουσης, επαφής και προσάραξης (κεφάλαια 3,4 και 5, αντίστοιχα) χρησιμοποιήθηκαν 430 ατυχήματα της βάσης δεδομένων, επιβατηγών πλοίων χτισμένων από το έτος 1980 και μετά. Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζεται η δομή της βάσης ανά είδος ατυχήματος, ενώ αναφέρεται επίσης το πλήθος σοβαρών και μη σοβαρών ατυχημάτων.

Πίνακας 7.1: Τα είδη και η σοβαρότητα των ατυχημάτων της βάσης δεδομένων

Database accidents			
	Serious	Not Serious	Total
<b>Collisions</b>	95	41	136
<b>Contacts</b>	141	27	168
<b>Groundings</b>	110	16	126
<b>Total</b>	<b>346</b>	<b>84</b>	<b>430</b>



Διάγραμμα 7.1.1: Τα είδη των ατυχημάτων της βάσης δεδομένων



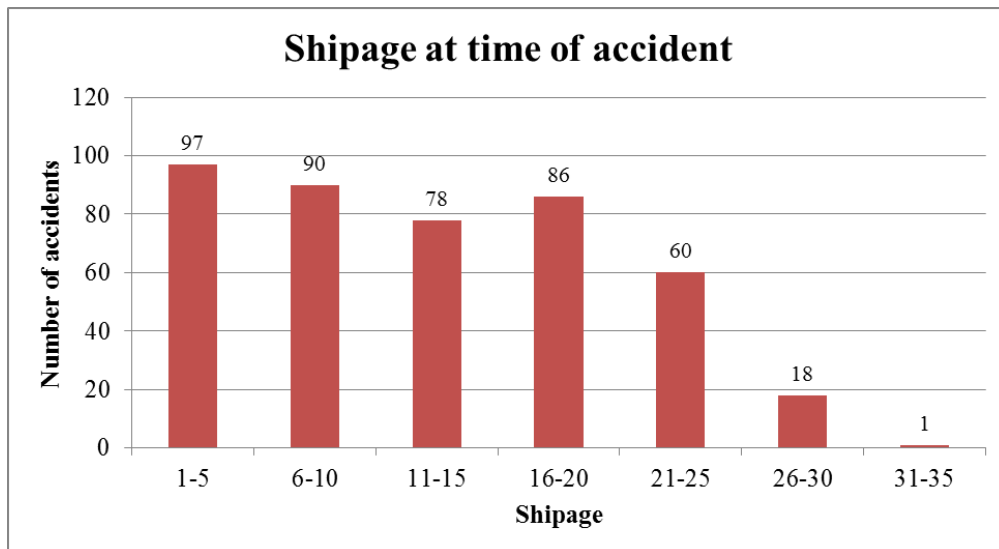
Διάγραμμα 7.1.2: Η σοβαρότητα των ατυχημάτων της βάσης δεδομένων

- **Η ηλικία των πλοίων όταν συνέβησαν τα ατυχήματα**

Στον πίνακα και το διάγραμμα που ακολουθούν εξετάζεται η ηλικία των πλοίων τη χρονική στιγμή που έλαβαν χώρα τα ατυχήματα (το σύνολο των 430 ατυχημάτων της βάσης δεδομένων).

Πίνακας 7.2: Η κατανομή των 430 ατυχημάτων της βάσης δεδομένων ανά ηλικία πλοίου

Shipage at time of accident	# of accidents
1-5	97
6-10	90
11-15	78
16-20	86
21-25	60
26-30	18
31-35	1
<b>Total</b>	<b>430</b>



Διάγραμμα 7.2: Η κατανομή των 430 ατυχημάτων της βάσης δεδομένων ανά ηλικία πλοίου

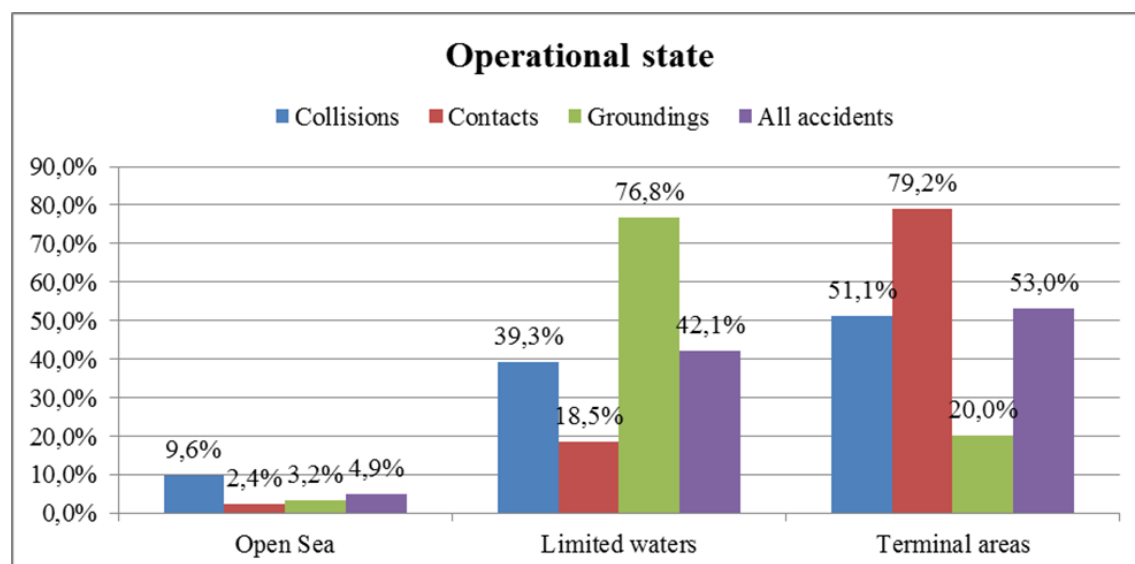
Παρατηρούμε ότι τα περισσότερα ατυχήματα συνέβησαν κατά τη διάρκεια της πρώτης πενταετίας της ζωής των υπό εξέταση πλοίων, σταθερή διατηρείται η κατανομή από το 6<sup>ο</sup> έως το 20<sup>ο</sup> έτος, ενώ μετά την εικοσαετία παρατηρείται μια σταδιακή πτώση του πλήθους των ατυχημάτων.

Η απόσυρση των πλοίων μετά το πέρας μιας συγκεκριμένης ηλικίας μερικώς εξηγεί το ελάχιστο πλήθος συμβάντων μεταξύ των ετών 26-35. Το παραπάνω διάγραμμα αναφέρεται στο πλήθος και όχι στη συχνότητα εμφάνισης ατυχημάτων, ωστόσο, αποτελεί μια ένδειξη ότι τα πλοία παρουσιάζονται επιρρεπή σε ατυχήματα ναυσιπλοΐας (σύγκρουσης, επαφής και προσάραξης) κατά την πρώτη πενταετία της ζωής τους.

- Η περιοχή λειτουργίας των πλοίων κατά τη διάρκεια των ατυχημάτων (Operational State)

Πίνακας 7.3: Η περιοχή λειτουργίας των πλοίων ανά είδος ατυχήματος

Operational State				
	Collisions	Groundings	Contacts	All accidents
Open Sea	13	4	4	21
Limited waters	53	96	31	180
Terminal areas	69	25	133	227
Unknown	1	1	0	2
<b>TOTAL</b>	<b>136</b>	<b>126</b>	<b>168</b>	<b>430</b>



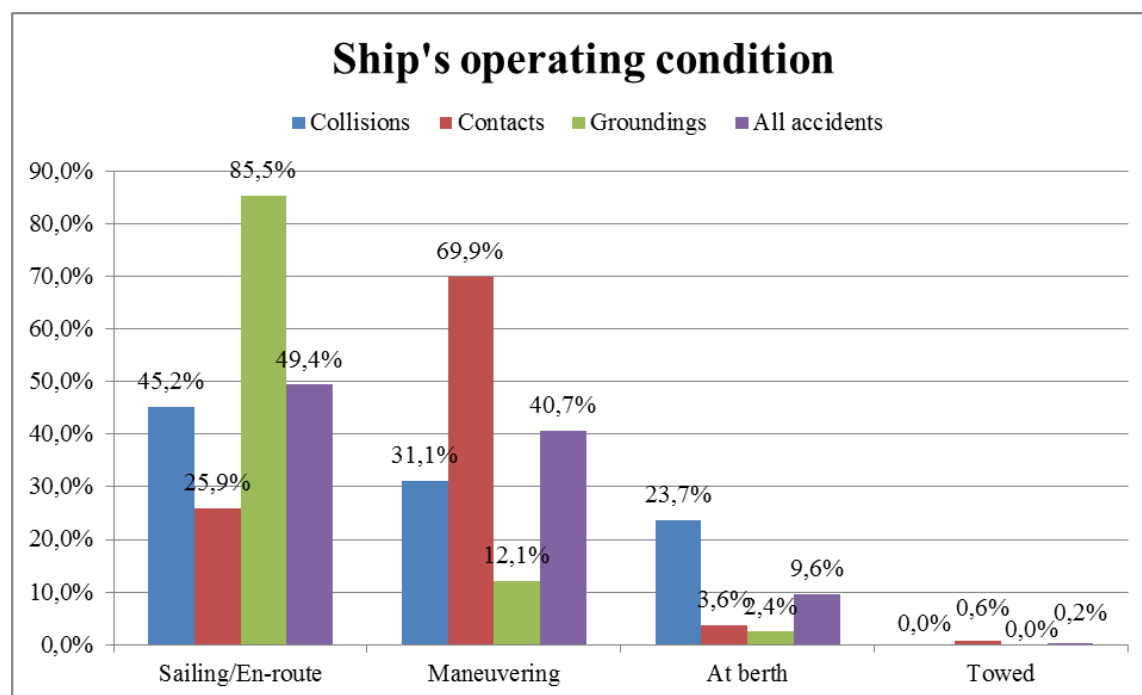
Διάγραμμα 7.3: Η περιοχή λειτουργίας των πλοίων ανά είδος ατυχήματος

Σχετικά με την περιοχή λειτουργίας των πλοίων κατά τη διάρκεια των ατυχημάτων, οι προσαράξεις λαμβάνουν χώρα κυρίως σε περιοχές περιορισμένων υδάτων (76,8%), το μεγαλύτερο μέρος (79,2%) των ατυχημάτων επαφής εντοπίζεται σε τερματικούς σταθμούς, ενώ οι περισσότερες συγκρούσεις (90,4%) πραγματοποιούνται και στις δύο περιοχές λειτουργίας που προαναφέρθηκαν. Ελάχιστα ατυχήματα και από τις τρεις κατηγορίες εντοπίζονται στην ανοιχτή θάλασσα.

- Η κατάσταση λειτουργίας των πλοίων κατά τη διάρκεια των ατυχημάτων (Ship's Operating Condition)

Πίνακας 7.4: Η κατάσταση λειτουργίας των πλοίων ανά είδος ατυχήματος

Ship's Operating Condition				
	Collisions	Contacts	Groundings	All accidents
Sailing/En-route	61	43	106	210
Maneuvering	42	116	15	173
At berth	32	6	3	41
Towed	0	1	0	1
Unknown	1	2	2	5
<b>TOTAL</b>	<b>136</b>	<b>168</b>	<b>126</b>	<b>430</b>



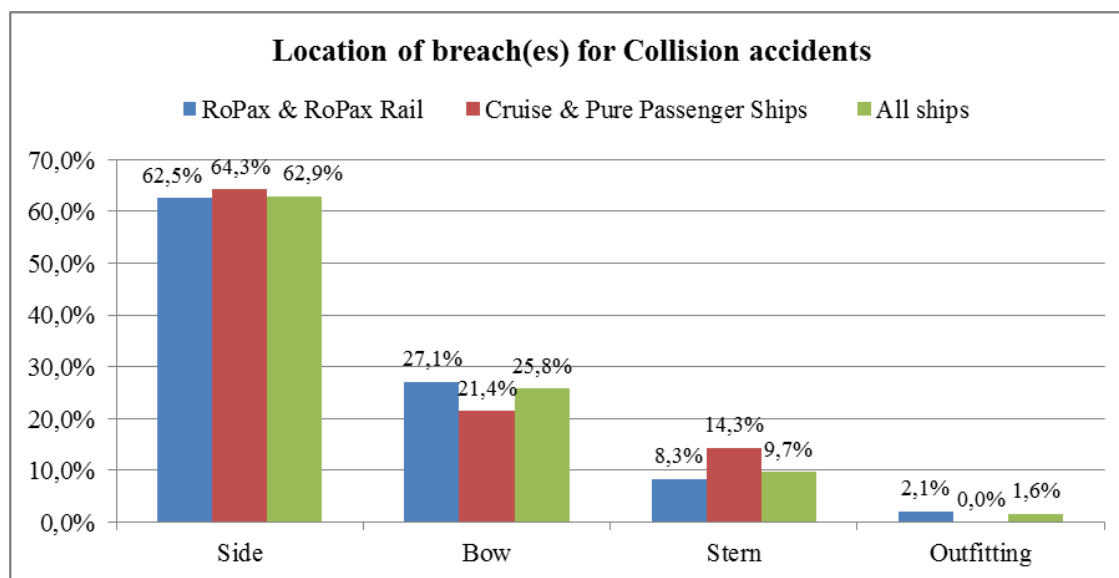
Διάγραμμα 7.4: Η κατάσταση λειτουργίας των πλοίων ανά είδος ατυχήματος

Μελετώντας την κατάσταση λειτουργίας των πλοίων, οι περισσότερες προσαράξεις (85,5%) έλαβαν χώρα κατά την πλεύση, το 69,9% των επαφών κατά τις διαδικασίες ελιγμών και οι περισσότερες συγκρούσεις (76,3%) κατά την πλεύση ή τις διαδικασίες ελιγμών.

- Η θέση των ρηγμάτων ανά τύπο πλοίου για τα ατυχήματα σύγκρουσης

Πίνακας 7.5: Η θέση των ρηγμάτων από ατυχήματα σύγκρουσης

Location of breach(es) for Collision accidents			
Hull Breach Location	RoPax & RoPax Rail	Cruise & Pure Passenger Ships	All ships
Side	30	9	39
Bottom	0	0	0
Bow	13	3	16
Stern	4	2	6
Outfitting	1	0	1
Unclear	15	2	17
None	43	14	57
<b>Total</b>	<b>106</b>	<b>30</b>	<b>136</b>



Διάγραμμα 7.5: Η θέση των ρηγμάτων από ατυχήματα σύγκρουσης

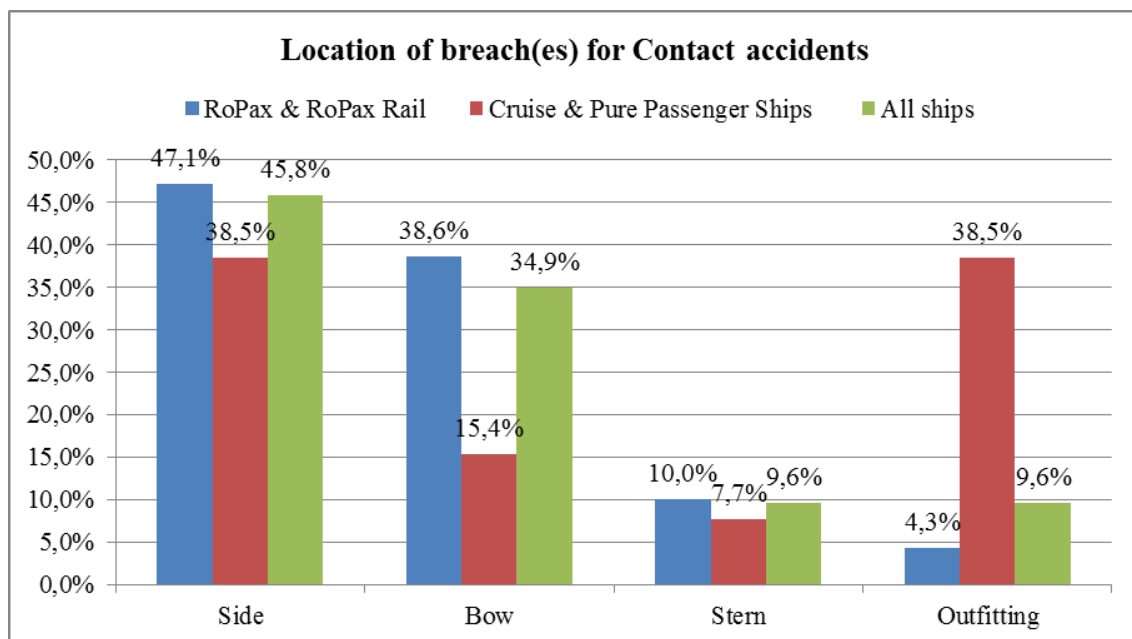
Κατά τα ατυχήματα σύγκρουσης, ως πιθανότερο σημείο εμφάνισης ρήγματος αναδεικνύεται η πλευρά για όλους τους τύπους των υπό εξέταση επιβατηγών πλοίων. Βεβαίως, ανατρέχοντας στο αντίστοιχο κεφάλαιο της ανάλυσης και εστιάζοντας στα πλοία που προκαλούν τη σύγκρουση (Striking), η πλήρη συγκεντρώνει της περισσότερες πιθανότητες εμφάνισης ρήγματος.

Αξίζει, επίσης, να αναφερθεί ότι ελάχιστες βλάβες παρατηρούνται στον προωστήριο εξοπλισμό από ατυχήματα σύγκρουσης.

- Η θέση των ρηγμάτων ανά τύπο πλοίου για τα ατυχήματα επαφής

Πίνακας 7.6: Η θέση των ρηγμάτων από ατυχήματα επαφής

Location of breach(es) for Contact accidents			
Hull Breach Location	RoPax & RoPax Rail	Cruise & Pure Passenger Ships	All ships
Side	33	5	38
Bottom	0	0	0
Bow	27	2	29
Stern	7	1	8
Outfitting	3	5	8
Unclear	22	3	25
None	42	18	60
<b>Total</b>	<b>134</b>	<b>34</b>	<b>168</b>



Διάγραμμα 7.6: Η θέση των ρηγμάτων από ατυχήματα επαφής

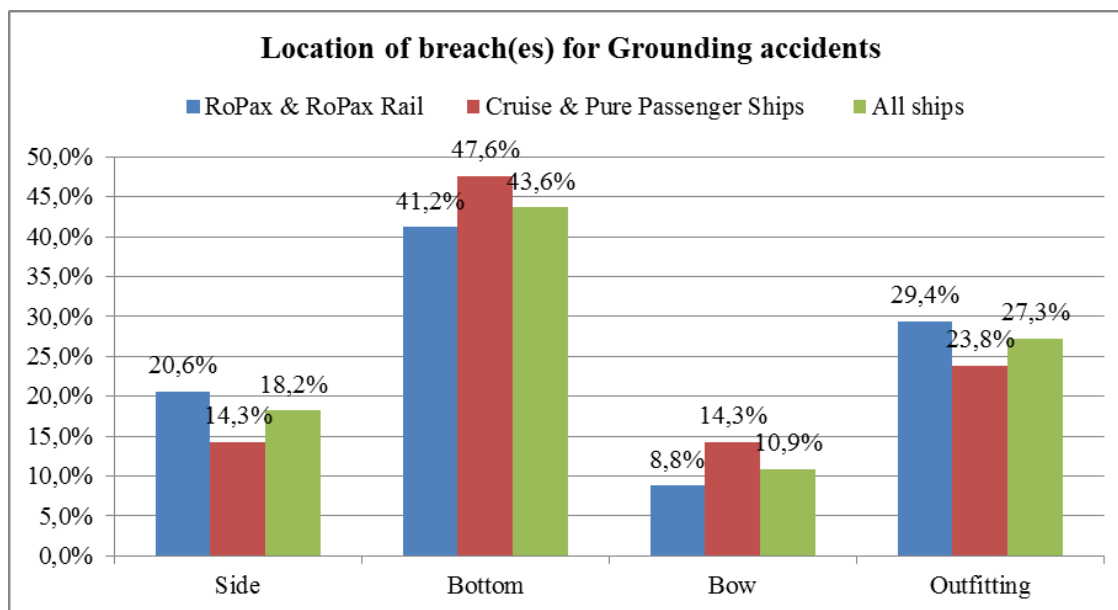
Κατά τα ατυχήματα επαφής, τα πλοία RoPax υπέστησαν ρήγματα κυρίως στην πλευρά (47,1%) και ακολούθως στην πλώρη (38,6%), ενώ τα κρουαζιερόπλοια στην πλευρά και στον προωστήριο μηχανισμό (και στα δύο με ποσοστό 38,5%).



- Η θέση των ρηγμάτων ανά τύπο πλοίου για τα ατυχήματα προσάραξης

Πίνακας 7.7: Η θέση των ρηγμάτων από ατυχήματα προσάραξης

Location of breach(es) for Grounding accidents			
Hull Breach Location	RoPax & RoPax Rail	Cruise & Pure Passenger Ships	All ships
Side	7	3	10
Bottom	14	10	24
Bow	3	3	6
Stern	0	0	0
Outfitting	10	5	15
Unclear	21	7	28
None	27	16	43
<b>Total</b>	<b>82</b>	<b>44</b>	<b>126</b>



Διάγραμμα 7.7: Η θέση των ρηγμάτων από ατυχήματα προσάραξης

Όσον αφορά τις προσαράξεις, για όλους τους τύπους πλοίων που μελετήθηκαν, τα ρήγματα δημιουργήθηκαν κυρίως στον πυθμένα (43,6%), ενώ σημαντικό ποσοστό (27,3%) αποτελούν και οι βλάβες του εξοπλισμού (πηδάλιο, προπέλες).

- Η έκταση της βλάβης ανά είδος ατυχήματος (Ship damage extent)

Πίνακας 7.8: Η έκταση της βλάβης των πλοίων RoPax και RoPaxRail ανά είδος ατυχήματος

RoPax & RoPaxRail ships				
	Collisions	Groundings	Contacts	All accidents
No damage sustained	12	13	6	31
Minor damage	65	17	72	154
Major damage	17	35	33	85
Total Loss	0	2	0	2
Break up	0	1	0	1
Unknown	12	14	23	49
<b>Total</b>	<b>106</b>	<b>82</b>	<b>134</b>	<b>322</b>

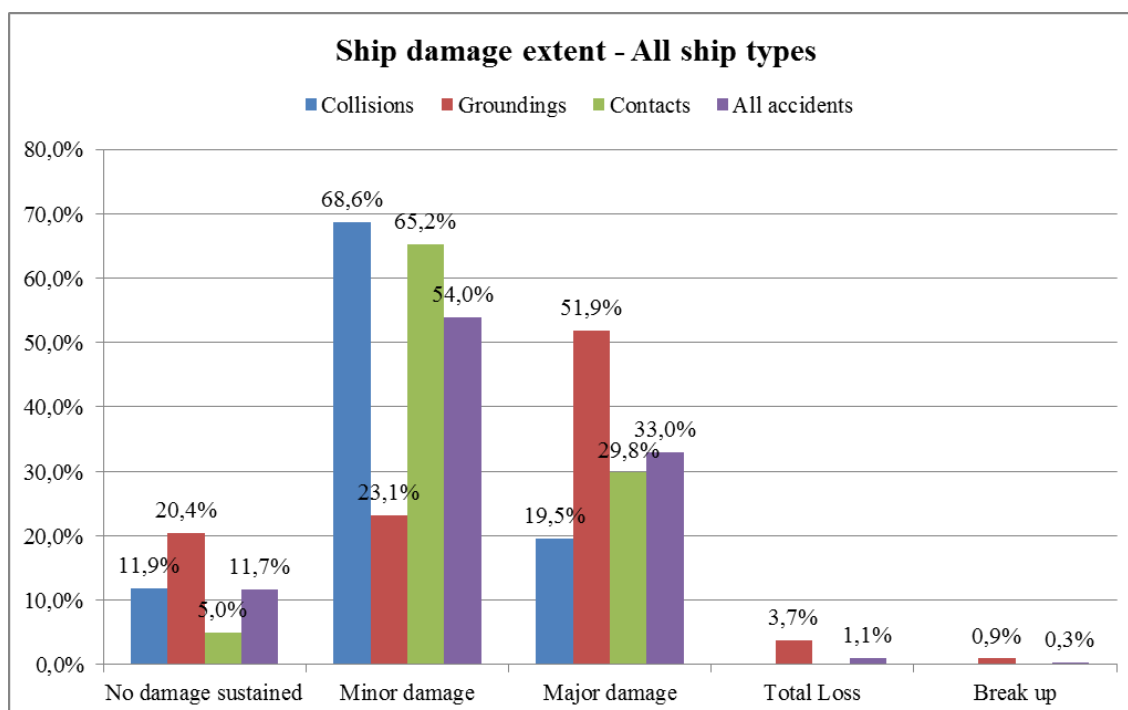
Πίνακας 7.9: Η έκταση της βλάβης των κρουαζιερόπλοιων και επιβατηγών πλοίων ανά είδος ατυχήματος

Cruise and Pure Passenger ships				
	Collisions	Groundings	Contacts	All accidents
No damage sustained	2	9	1	12
Minor damage	16	8	20	44
Major damage	6	21	9	36
Total Loss	0	2	0	2
Break up	0	0	0	0
Unknown	6	4	4	14
<b>Total</b>	<b>30</b>	<b>44</b>	<b>34</b>	<b>108</b>

Μελετώντας την έκταση της βλάβης που προκάλεσαν τα υπό εξέταση ατυχήματα, παρατηρούμε το μικρό πλήθος ολικών απωλειών (4 συνολικά), οι οποίες αποτελούν μόλις το 0,9% του συνόλου των ατυχημάτων. Άξιο προσοχής κρίνεται επίσης το γεγονός ότι οι εν λόγω ολικές απώλειες είναι αποτέλεσμα προσαράξεων. Τέλος, παρατηρείται ένα ακόμη ατύχημα προσάραξης κατά το οποίο το πλοίο υπέστη τόσο σημαντικές βλάβες, με αποτέλεσμα μετά το συμβάν να διαλυθεί (scrap).

Πίνακας 7.10: Η έκταση της βλάβης των πλοίων ανά είδος ατυχήματος

All ship types				
	Collisions	Groundings	Contacts	All accidents
No damage sustained	14	22	7	43
Minor damage	81	25	92	198
Major damage	23	56	42	121
Total Loss	0	4	0	4
Break up	0	1	0	1
Unknown	18	18	27	63
<b>Total</b>	<b>136</b>	<b>126</b>	<b>168</b>	<b>430</b>



Διάγραμμα 7.10: Η έκταση της βλάβης των πλοίων ανά είδος ατυχήματος

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι δεν υπάρχουν ολικές απώλειες από ατυχήματα σύγκρουσης και επαφής, τα οποία αποτελούν το 70,1% των ατυχημάτων της βάσης δεδομένων.

Επιπλέον, το 80,5% των συγκρούσεων και το 70,2% των επαφών έχουν ως αποτέλεσμα ανύπαρκτες ή μικρής έκτασης βλάβες (No damage sustained or Minor damage).

Το 51,9% των ατυχημάτων προσάραξης έχει ως αποτέλεσμα σημαντικής έκτασης βλάβης και το 3,7% οδηγεί σε ολική απώλεια. Συνεπώς, οι προσαράξεις κρίνονται τελικά ως το πιο επίφοβο είδος ατυχήματος για την ακεραιότητα των πλοίων.

- **Οι ανθρώπινες απώλειες ανά είδος ατυχήματος και ανά τύπο πλοίου**

Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζονται οι ανθρώπινες απώλειες ανά τύπο πλοίου και ανά είδος ατυχήματος, για τα 430 ατυχήματα επιβατηγών πλοίων με ημερομηνία κατασκευής από το έτος 1980 και μετά.

**Πίνακας 7.11: Οι ανθρώπινες απώλειες**

<b>Impact on human life</b>				
	Collisions	Groundings	Contacts	Total
RoPax	0	831	0	831
RoPax-Rail	0	0	0	0
Cruise	0	34	3	37
Passenger	4	0	0	4
<b>TOTAL</b>	<b>4</b>	<b>865</b>	<b>3</b>	<b>872</b>

Αξίζει να αναφερθεί ότι οι 4 απώλειες που καταγράφονται στις συγκρούσεις είναι θύματα ενός ατυχήματος, συνεπώς, μόνο σε ένα από τα συνολικά 136 καταγεγραμμένα ατυχήματα σύγκρουσης υπήρξαν ανθρώπινα θύματα. Οι 865 απώλειες από προσάραξεις προέρχονται από 3 διαφορετικά ατυχήματα, ενώ ένα ατύχημα επαφής έγινε η αιτία για το θάνατο 3 επιβαινόντων.

Διαπιστώνουμε ότι οι ανθρώπινες απώλειες από τα ατυχήματα σύγκρουσης και επαφής είναι κατά πολύ μικρότερες από τις αντίστοιχες των ατυχημάτων προσάραξης. Το γεγονός αυτό οφείλεται στην πολύνεκρη προσάραξη του Ε/Γ-Ο/Γ πλοίου “Princess of the Stars”, το οποίο παρασύρθηκε από τον τυφώνα “Fengshen”, προσάραξε σε βραχώδη περιοχή, ανατράπηκε και βυθίστηκε λίγο έξω από τις Φιλιππίνες στις 21 Ιουνίου 2008. Τραγικός απολογισμός αυτού του δυστυχήματος 523 νεκροί και 308 αγνοούμενοι.

Αξίζει να διευκρινιστεί ότι στην έρευνά μας δεν περιλαμβάνεται το ναυάγιο του Κορεάτικου ferry MV Sewol που συνέβη στις 16 Απριλίου 2014, με πάνω από 300 ανθρώπινες απώλειες, καθώς δεν υπάρχουν ακόμα επίσημα στοιχεία για τα αίτια του δυστυχήματος.



**Εικόνα 7.1: Το Ε/Γ-Ο/Γ “Princess of the Stars” μετά την ανατροπή του**

- **Ο στόλος σε λειτουργία (Fleet at risk)**

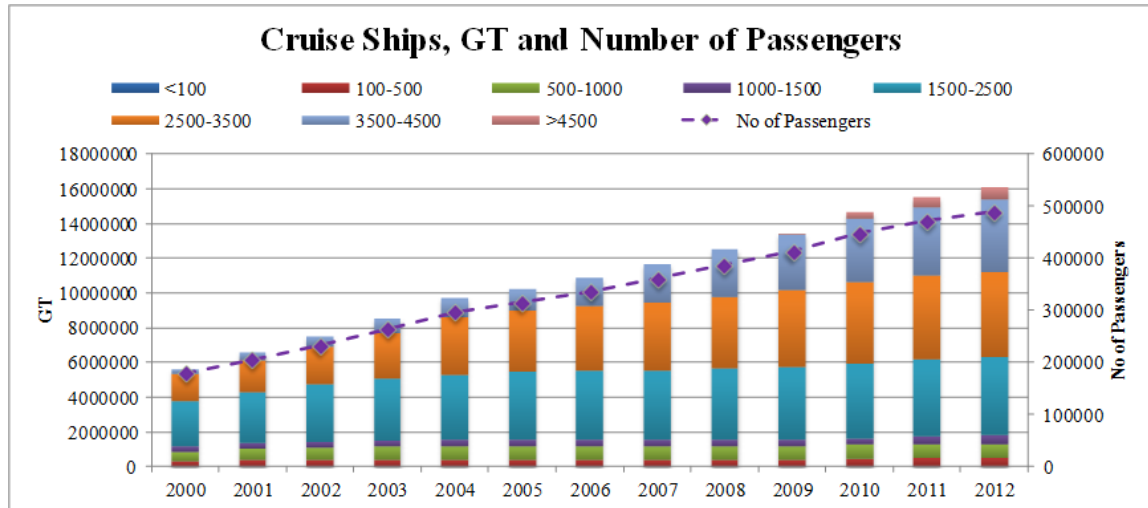
Στον πίνακα που ακολουθεί παρατίθεται ο στόλος σε λειτουργία για την περίοδο 1990-2012, ανά έτος και ανά τύπο πλοίου. Τα συγκεκριμένα στοιχεία αναφέρονται σε πλοία IACS<sup>19</sup>.

Πίνακας 7.12: Ο στόλος σε λειτουργία

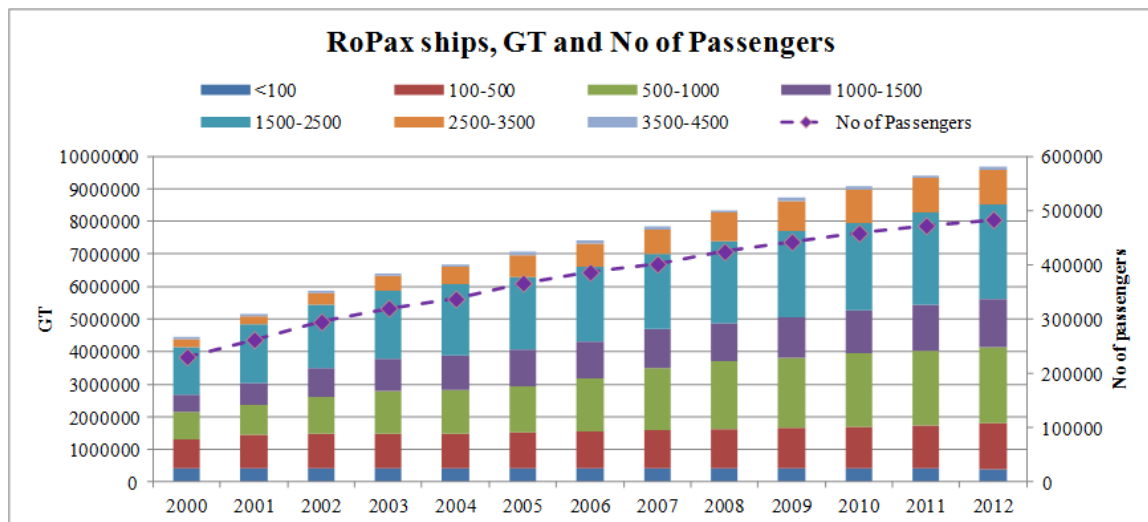
Years	Ship years				Total
	IACS Cruise ships	IACS Passenger ships	IACS Ropax	IACS Ropax-Rail	
1990	39,8	2,0	94,1	24,0	<b>159,8</b>
1991	46,4	2,0	112,4	24,3	<b>185,2</b>
1992	55,0	2,0	128,8	26,2	<b>212,0</b>
1993	62,1	2,0	149,8	27,0	<b>240,9</b>
1994	66,8	2,0	167,7	27,0	<b>263,6</b>
1995	72,2	2,0	182,4	27,7	<b>284,2</b>
1996	79,8	2,0	197,8	28,7	<b>308,3</b>
1997	87,1	2,0	210,8	31,8	<b>331,7</b>
1998	97,1	2,0	227,7	34,7	<b>361,4</b>
1999	107,6	2,0	238,3	36,0	<b>383,9</b>
2000	122,3	2,0	249,2	36,0	<b>409,6</b>
2001	138,1	2,0	275,5	36,0	<b>451,6</b>
2002	149,7	2,0	301,6	36,1	<b>489,4</b>
2003	161,6	2,0	322,2	38,6	<b>524,3</b>
2004	174,1	2,0	334,3	39,0	<b>549,4</b>
2005	181,3	2,6	352,9	39,0	<b>575,8</b>
2006	187,5	3,0	370,9	39,2	<b>600,7</b>
2007	194,7	3,0	392,2	41,0	<b>630,9</b>
2008	202,9	3,0	411,4	41,5	<b>658,8</b>
2009	211,5	3,0	426,0	42,0	<b>682,5</b>
2010	223,8	3,0	443,1	42,0	<b>711,9</b>
2011	233,3	3,0	459,0	43,7	<b>738,9</b>
2012	238,7	3,0	471,4	44,0	<b>757,1</b>
<b>Total</b>	<b>3133,4</b>	<b>53,6</b>	<b>6519,7</b>	<b>805,3</b>	<b>10512,0</b>

<sup>19</sup> Τη Διεθνή Ένωση Νηογνώμωνων (IACS) απαρτίζουν 13 νηογνώμονες: Lloyd's Register (LR), American Bureau of Shipping (ABS), Det Norske Veritas (DNV), Bureau Veritas (BV), Germanischer Lloyd (GL), Nippon Kaiji Kyokai (Class NK), Indian Register of Shipping (IRCLASS), Registro Italiano Navale (RINA), China Classification Society (CCS), Korean Register of Shipping (KR), Croatian Register of Shipping (CRS), Polish Register of Shipping (PRS) και Russian Register of Shipping (RS).

Στα διαγράμματα που ακολουθούν μπορούμε να παρατηρήσουμε τη μεταβολή της ολικής χωρητικότητας (gross tonnage) αλλά και του αριθμού των επιβατών του στόλου σε λειτουργία κρουαζιερόπλοιων και πλοίων RoPax ανά έτος, για την περίοδο 2000-2012.



Διάγραμμα 7.12.1: Η ολική χωρητικότητα και ο αριθμός επιβατών του στόλου σε λειτουργία κρουαζιερόπλοιων ανά έτος



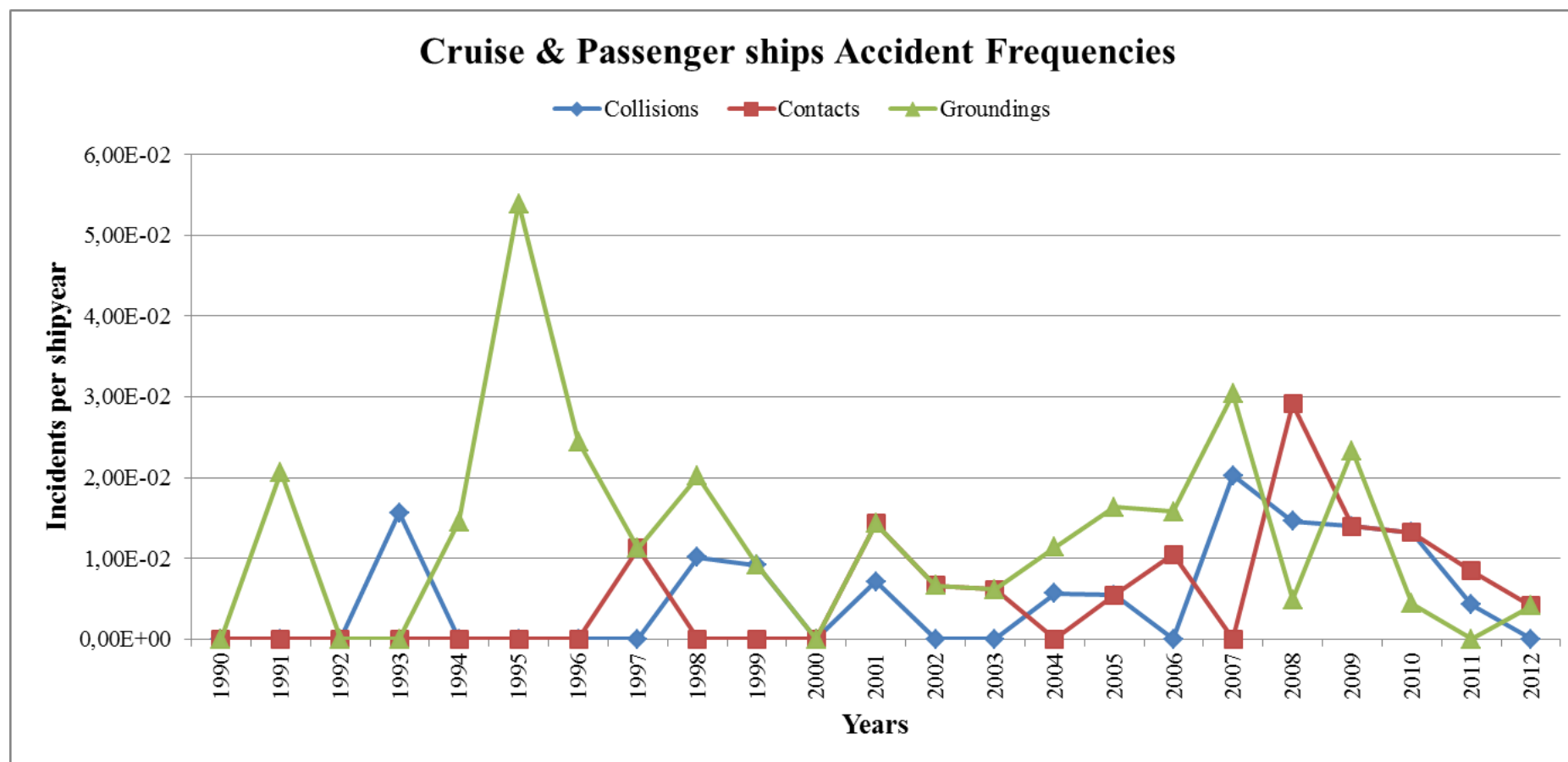
Διάγραμμα 7.12.2: Η ολική χωρητικότητα και ο αριθμός επιβατών του στόλου σε λειτουργία των πλοίων RoPax ανά έτος

- Συχνότητες εμφάνισης σοβαρών ατυχημάτων κρουαζιερόπλοιων και αμιγώς επιβατηγών πλοίων

Πίνακας 7.13: Συχνότητες εμφάνισης σοβαρών ατυχημάτων σύγκρουσης, επαφής και προσάραξης κρουαζιερόπλοιων και επιβατηγών πλοίων IACS

<b>IACS Cruise &amp; Passenger Ships Accident Frequencies</b>						
Years	Collisions		Contacts		Groundings	
	# of incidents	frequency (incidents per shipyear)	# of incidents	frequency (incidents per shipyear)	# of incidents	frequency (incidents per shipyear)
1990	0	0,00E+00	0	0,00E+00	0	0,00E+00
1991	0	0,00E+00	0	0,00E+00	1	2,07E-02
1992	0	0,00E+00	0	0,00E+00	0	0,00E+00
1993	1	1,56E-02	0	0,00E+00	0	0,00E+00
1994	0	0,00E+00	0	0,00E+00	1	1,45E-02
1995	0	0,00E+00	0	0,00E+00	4	5,39E-02
1996	0	0,00E+00	0	0,00E+00	2	2,44E-02
1997	0	0,00E+00	1	1,12E-02	1	1,12E-02
1998	1	1,01E-02	0	0,00E+00	2	2,02E-02
1999	1	9,13E-03	0	0,00E+00	1	9,13E-03
2000	0	0,00E+00	0	0,00E+00	0	0,00E+00
2001	1	7,14E-03	2	1,43E-02	2	1,43E-02
2002	0	0,00E+00	1	6,59E-03	1	6,59E-03
2003	0	0,00E+00	1	6,11E-03	1	6,11E-03
2004	1	5,68E-03	0	0,00E+00	2	1,14E-02
2005	1	5,44E-03	1	5,44E-03	3	1,63E-02
2006	0	0,00E+00	2	1,05E-02	3	1,57E-02
2007	4	2,02E-02	0	0,00E+00	6	3,04E-02
2008	3	1,46E-02	6	2,91E-02	1	4,86E-03
2009	3	1,40E-02	3	1,40E-02	5	2,33E-02
2010	3	1,32E-02	3	1,32E-02	1	4,41E-03
2011	1	4,23E-03	2	8,47E-03	0	0,00E+00
2012	0	0,00E+00	1	4,14E-03	1	4,14E-03
<b>Total</b>	<b>20</b>	<b>6,28E-03</b>	<b>23</b>	<b>7,22E-03</b>	<b>38</b>	<b>1,19E-02</b>

Το πλήθος των ατυχημάτων ανά έτος που αναφέρεται στον παραπάνω πίνακα αφορά μόνο τα σοβαρά ατυχήματα των πλοίων IACS που καταγράφονται στη βάση. Εστιάζοντας λοιπόν στη μελέτη κρουαζιερόπλοιων και αμιγώς επιβατηγών πλοίων, μεγαλύτερη συχνότητα εμφάνισης σύγκρουσης παρατηρείται το 2007, επαφής το 2008 ενώ προσάραξης το έτος 1995.



Διάγραμμα 7.13: Συχνότητες εμφάνισης σοβαρών ατυχημάτων σύγκρουσης, επαφής και προσάραξης κρουαζιερόπλοιων και επιβατηγών πλοίων IACS

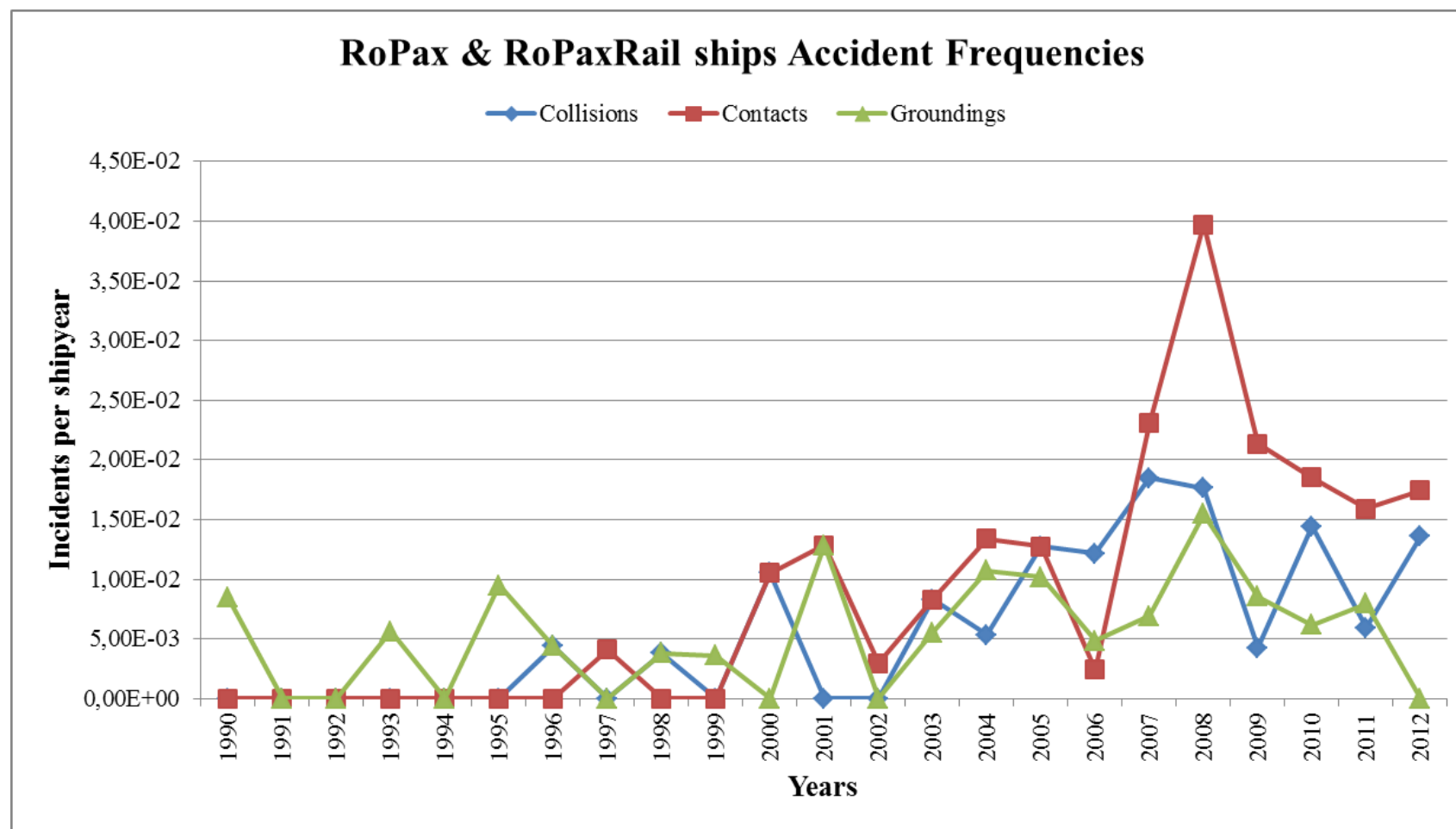


- Συχνότητες εμφάνισης σοβαρών ατυχημάτων πλοίων RoPax και RoPaxRail

Πίνακας 7.14: Συχνότητες εμφάνισης σοβαρών ατυχημάτων σύγκρουσης, επαφής και προσάραξης πλοίων RoPax και RoPaxRail κλάσης IACS

<b>IACS RoPax &amp; RoPaxRail Accident Frequencies</b>						
Years	Collisions		Contacts		Groundings	
	# of incidents	frequency (incidents per shipyear)	# of incidents	frequency (incidents per shipyear)	# of incidents	frequency (incidents per shipyear)
1990	0	0,00E+00	0	0,00E+00	1	8,47E-03
1991	0	0,00E+00	0	0,00E+00	0	0,00E+00
1992	0	0,00E+00	0	0,00E+00	0	0,00E+00
1993	0	0,00E+00	0	0,00E+00	1	5,66E-03
1994	0	0,00E+00	0	0,00E+00	0	0,00E+00
1995	0	0,00E+00	0	0,00E+00	2	9,52E-03
1996	1	4,41E-03	0	0,00E+00	1	4,41E-03
1997	0	0,00E+00	1	4,12E-03	0	0,00E+00
1998	1	3,81E-03	0	0,00E+00	1	3,81E-03
1999	0	0,00E+00	0	0,00E+00	1	3,65E-03
2000	3	1,05E-02	3	1,05E-02	0	0,00E+00
2001	0	0,00E+00	4	1,28E-02	4	1,28E-02
2002	0	0,00E+00	1	2,96E-03	0	0,00E+00
2003	3	8,32E-03	3	8,32E-03	2	5,54E-03
2004	2	5,36E-03	5	1,34E-02	4	1,07E-02
2005	5	1,28E-02	5	1,28E-02	4	1,02E-02
2006	5	1,22E-02	1	2,44E-03	2	4,88E-03
2007	8	1,85E-02	10	2,31E-02	3	6,92E-03
2008	8	1,77E-02	18	3,97E-02	7	1,55E-02
2009	2	4,27E-03	10	2,14E-02	4	8,55E-03
2010	7	1,44E-02	9	1,86E-02	3	6,18E-03
2011	3	5,97E-03	8	1,59E-02	4	7,96E-03
2012	7	1,36E-02	9	1,75E-02	0	0,00E+00
<b>Total</b>	<b>55</b>	<b>7,51E-03</b>	<b>87</b>	<b>1,19E-02</b>	<b>44</b>	<b>6,01E-03</b>

Το πλήθος ατυχημάτων που παρατίθεται στον παραπάνω πίνακα αφορά μόνο τα σοβαρά ατυχήματα των πλοίων IACS (RoPax & RoPaxRail) της βάσης δεδομένων. Μεγαλύτερη συχνότητα εμφάνισης ατυχημάτων σύγκρουσης παρατηρείται το έτος 2007, επαφής το 2008 και προσάραξης, επίσης, το 2008.



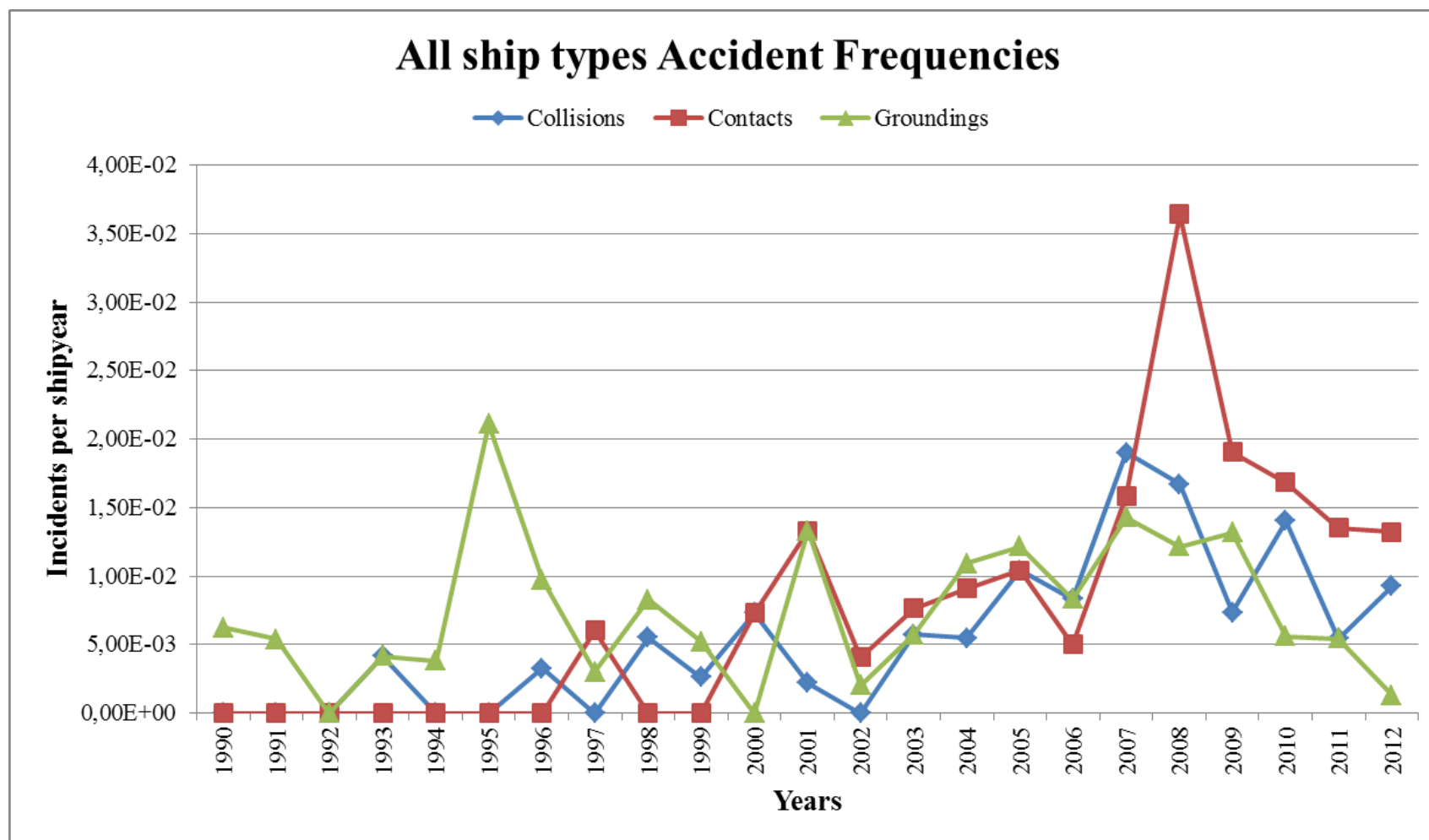
Διάγραμμα 7.14: Συχνότητες εμφάνισης σοβαρών ατυχημάτων σύγκρουσης, επαφής και προσάραξης πλοίων RoPax και RoPaxRail κλάσης IACS

- Συχνότητες εμφάνισης σοβαρών ατυχημάτων όλων των τύπων Επιβατηγών πλοίων

Πίνακας 7.15: Συχνότητες εμφάνισης σοβαρών ατυχημάτων σύγκρουσης, επαφής και προσάραξης όλων των τύπων Επιβατηγών πλοίων IACS

<b>IACS All ships types Accident Frequencies</b>						
	Collisions		Contacts		Groundings	
Years	# of incidents	frequency (shipyear)	# of incidents	frequency (shipyear)	# of incidents	frequency (shipyear)
1990	0	0,00E+00	0	0,00E+00	1	6,26E-03
1991	0	0,00E+00	0	0,00E+00	1	5,40E-03
1992	0	0,00E+00	0	0,00E+00	0	0,00E+00
1993	1	4,15E-03	0	0,00E+00	1	4,15E-03
1994	0	0,00E+00	0	0,00E+00	1	3,79E-03
1995	0	0,00E+00	0	0,00E+00	6	2,11E-02
1996	1	3,24E-03	0	0,00E+00	3	9,73E-03
1997	0	0,00E+00	2	6,03E-03	1	3,02E-03
1998	2	5,53E-03	0	0,00E+00	3	8,30E-03
1999	1	2,60E-03	0	0,00E+00	2	5,21E-03
2000	3	7,32E-03	3	7,32E-03	0	0,00E+00
2001	1	2,21E-03	6	1,33E-02	6	1,33E-02
2002	0	0,00E+00	2	4,09E-03	1	2,04E-03
2003	3	5,72E-03	4	7,63E-03	3	5,72E-03
2004	3	5,46E-03	5	9,10E-03	6	1,09E-02
2005	6	1,04E-02	6	1,04E-02	7	1,22E-02
2006	5	8,32E-03	3	4,99E-03	5	8,32E-03
2007	12	1,90E-02	10	1,59E-02	9	1,43E-02
2008	11	1,67E-02	24	3,64E-02	8	1,21E-02
2009	5	7,33E-03	13	1,90E-02	9	1,32E-02
2010	10	1,40E-02	12	1,69E-02	4	5,62E-03
2011	4	5,41E-03	10	1,35E-02	4	5,41E-03
2012	7	9,25E-03	10	1,32E-02	1	1,32E-03
<b>Total</b>	<b>75</b>	<b>7,13E-03</b>	<b>110</b>	<b>1,05E-02</b>	<b>82</b>	<b>7,80E-03</b>

Μελετώντας τα σοβαρά ατυχήματα όλων των τύπων πλοίων IACS της βάσης δεδομένων, μεγαλύτερη συχνότητα εμφάνισης ατυχημάτων σύγκρουσης παρατηρείται το έτος 2007, επαφής το 2008 και προσάραξης, επίσης, το 1995.



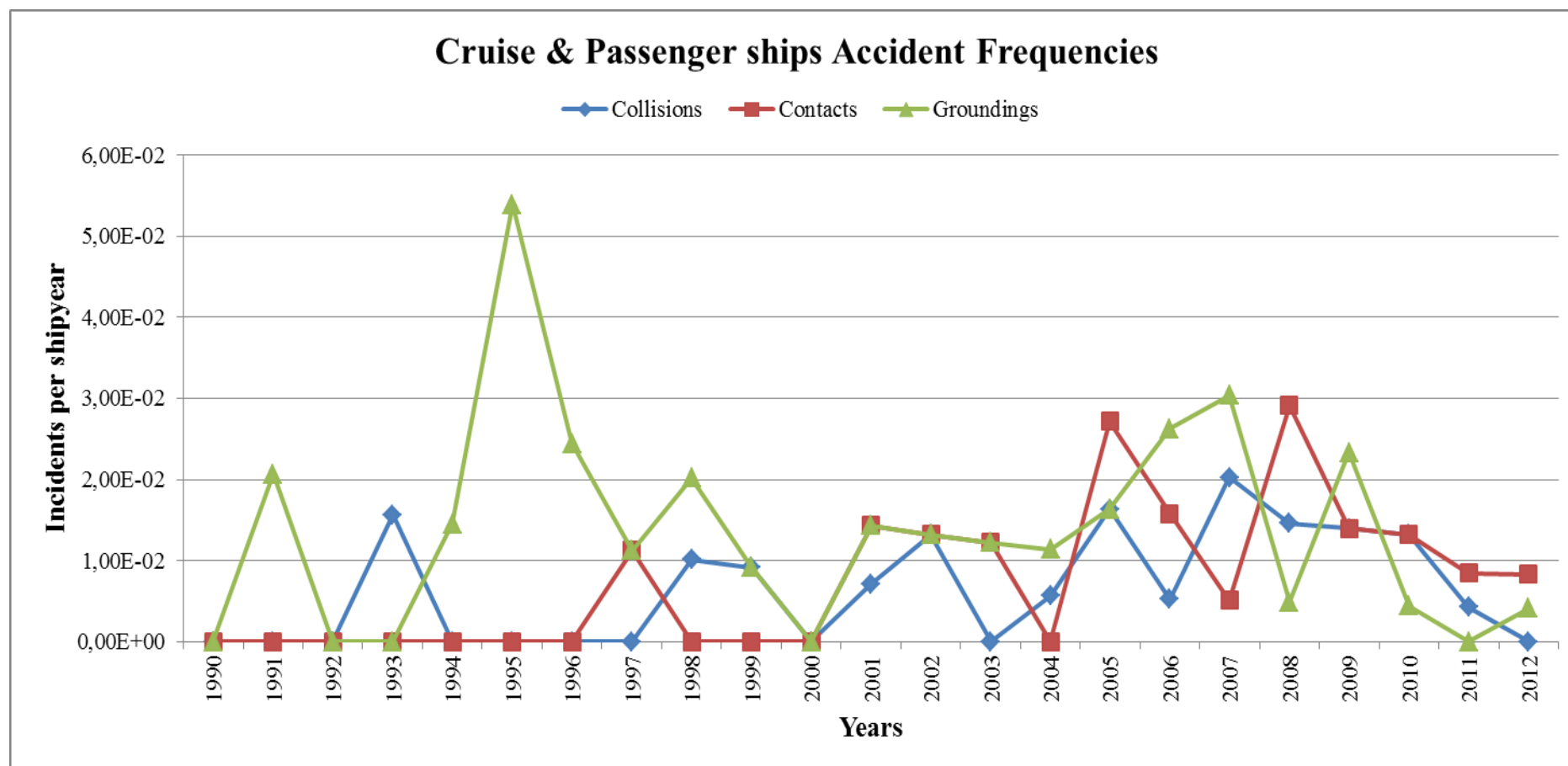
Διάγραμμα 7.15: Συχνότητες εμφάνισης σοβαρών ατυχημάτων σύγκρουσης, επαφής και προσάραξης όλων των τύπων Επιβατηγών πλοίων IACS

- Συχνότητες εμφάνισης ατυχημάτων (“Serious” και “not serious”) κρουαζιερόπλοιων και αμιγώς επιβατηγών πλοίων

Πίνακας 7.16: Συχνότητες εμφάνισης ατυχημάτων σύγκρουσης, επαφής και προσάραξης κρουαζιερόπλοιων και επιβατηγών πλοίων IACS

IACS Cruise & Passenger Ships Accident Frequencies						
Years	Collisions		Contacts		Groundings	
	# of incidents	frequency (shipyear)	# of incidents	frequency (shipyear)	# of incidents	frequency (shipyear)
1990	0	0,00E+00	0	0,00E+00	0	0,00E+00
1991	0	0,00E+00	0	0,00E+00	1	2,07E-02
1992	0	0,00E+00	0	0,00E+00	0	0,00E+00
1993	1	1,56E-02	0	0,00E+00	0	0,00E+00
1994	0	0,00E+00	0	0,00E+00	1	1,45E-02
1995	0	0,00E+00	0	0,00E+00	4	5,39E-02
1996	0	0,00E+00	0	0,00E+00	2	2,44E-02
1997	0	0,00E+00	1	1,12E-02	1	1,12E-02
1998	1	1,01E-02	0	0,00E+00	2	2,02E-02
1999	1	9,13E-03	0	0,00E+00	1	9,13E-03
2000	0	0,00E+00	0	0,00E+00	0	0,00E+00
2001	1	7,14E-03	2	1,43E-02	2	1,43E-02
2002	2	1,32E-02	2	1,32E-02	2	1,32E-02
2003	0	0,00E+00	2	1,22E-02	2	1,22E-02
2004	1	5,68E-03	0	0,00E+00	2	1,14E-02
2005	3	1,63E-02	5	2,72E-02	3	1,63E-02
2006	1	5,25E-03	3	1,57E-02	5	2,62E-02
2007	4	2,02E-02	1	5,06E-03	6	3,04E-02
2008	3	1,46E-02	6	2,91E-02	1	4,86E-03
2009	3	1,40E-02	3	1,40E-02	5	2,33E-02
2010	3	1,32E-02	3	1,32E-02	1	4,41E-03
2011	1	4,23E-03	2	8,47E-03	0	0,00E+00
2012	0	0,00E+00	2	8,27E-03	1	4,14E-03
<b>Total</b>	<b>25</b>	<b>7,84E-03</b>	<b>32</b>	<b>1,00E-02</b>	<b>42</b>	<b>1,32E-02</b>

Το πλήθος των ατυχημάτων ανά έτος που αναφέρεται στον παραπάνω πίνακα αφορά όλα τα ατυχήματα (serious και not serious) των πλοίων IACS που καταγράφονται στη βάση. Εστιάζοντας λοιπόν στη μελέτη κρουαζιερόπλοιων και αμιγώς επιβατηγών πλοίων, μεγαλύτερη συχνότητα εμφάνισης σύγκρουσης παρατηρείται το 2007, επαφής το 2008 ενώ προσάραξης το έτος 1995. Τα έτη εμφάνισης των μέγιστων συχνοτήτων παραμένουν ίδια, όπως προέκυψαν και από τη μελέτη μόνο των σοβαρών ατυχημάτων.



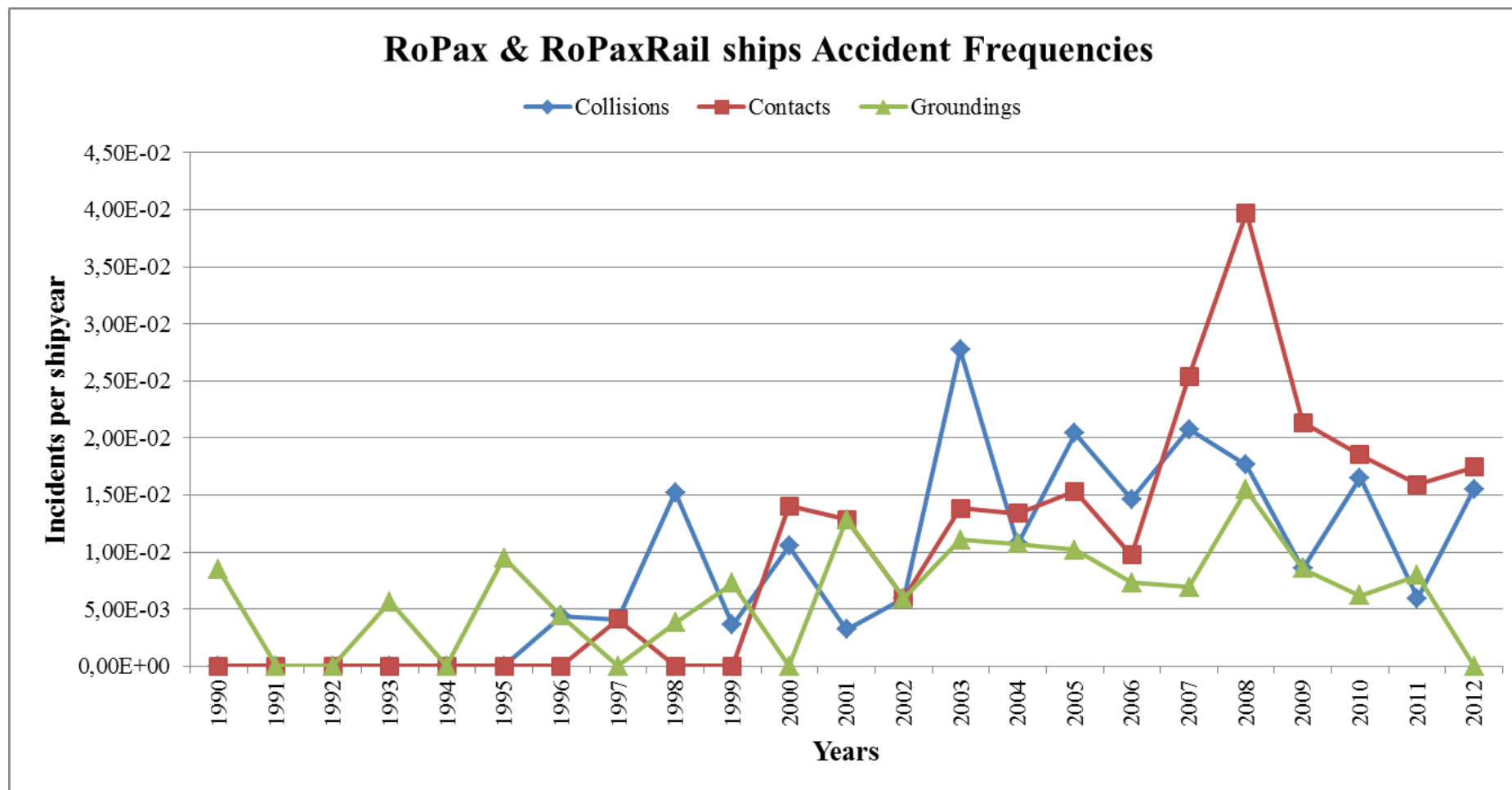
Διάγραμμα 7.16: Συχνότητες εμφάνισης ατυχημάτων σύγκρουσης, επαφής και προσάραξης κρουαζιερόπλοιων και επιβατηγών πλοίων IACS

- Συχνότητες εμφάνισης ατυχημάτων (“Serious” και “not serious”) πλοίων RoPax και RoPaxRail

Πίνακας 7.17: Συχνότητες εμφάνισης ατυχημάτων σύγκρουσης, επαφής και προσάραξης πλοίων RoPax και RoPaxRail κλάσης IACS

<b>IACS RoPax &amp; RoPaxRail Accident Frequencies</b>						
	Collisions		Contacts		Groundings	
Years	# of incidents	frequency (shipyear)	# of incidents	frequency (shipyear)	# of incidents	frequency (shipyear)
1990	0	0,00E+00	0	0,00E+00	1	8,47E-03
1991	0	0,00E+00	0	0,00E+00	0	0,00E+00
1992	0	0,00E+00	0	0,00E+00	0	0,00E+00
1993	0	0,00E+00	0	0,00E+00	1	5,66E-03
1994	0	0,00E+00	0	0,00E+00	0	0,00E+00
1995	0	0,00E+00	0	0,00E+00	2	9,52E-03
1996	1	4,41E-03	0	0,00E+00	1	4,41E-03
1997	1	4,12E-03	1	4,12E-03	0	0,00E+00
1998	4	1,52E-02	0	0,00E+00	1	3,81E-03
1999	1	3,65E-03	0	0,00E+00	2	7,29E-03
2000	3	1,05E-02	4	1,40E-02	0	0,00E+00
2001	1	3,21E-03	4	1,28E-02	4	1,28E-02
2002	2	5,92E-03	2	5,92E-03	2	5,92E-03
2003	10	2,77E-02	5	1,39E-02	4	1,11E-02
2004	4	1,07E-02	5	1,34E-02	4	1,07E-02
2005	8	2,04E-02	6	1,53E-02	4	1,02E-02
2006	6	1,46E-02	4	9,75E-03	3	7,31E-03
2007	9	2,08E-02	11	2,54E-02	3	6,92E-03
2008	8	1,77E-02	18	3,97E-02	7	1,55E-02
2009	4	8,55E-03	10	2,14E-02	4	8,55E-03
2010	8	1,65E-02	9	1,86E-02	3	6,18E-03
2011	3	5,97E-03	8	1,59E-02	4	7,96E-03
2012	8	1,55E-02	9	1,75E-02	0	0,00E+00
<b>Total</b>	<b>81</b>	<b>1,11E-02</b>	<b>96</b>	<b>1,31E-02</b>	<b>50</b>	<b>6,83E-03</b>

Το πλήθος ατυχημάτων που παρατίθεται στον παραπάνω πίνακα αφορά σοβαρά και μη σοβαρά ατυχήματα των πλοίων IACS (RoPax & RoPaxRail) της βάσης δεδομένων. Μεγαλύτερη συχνότητα εμφάνισης ατυχημάτων σύγκρουσης παρατηρείται το έτος 2003, επαφής το 2008 και προσάραξης, επίσης, το 2008.



Διάγραμμα 7.17: Συχνότητες εμφάνισης ατυχημάτων σύγκρουσης, επαφής και προσάραξης πλοίων RoPax και RoPaxRail κλάσης IACS

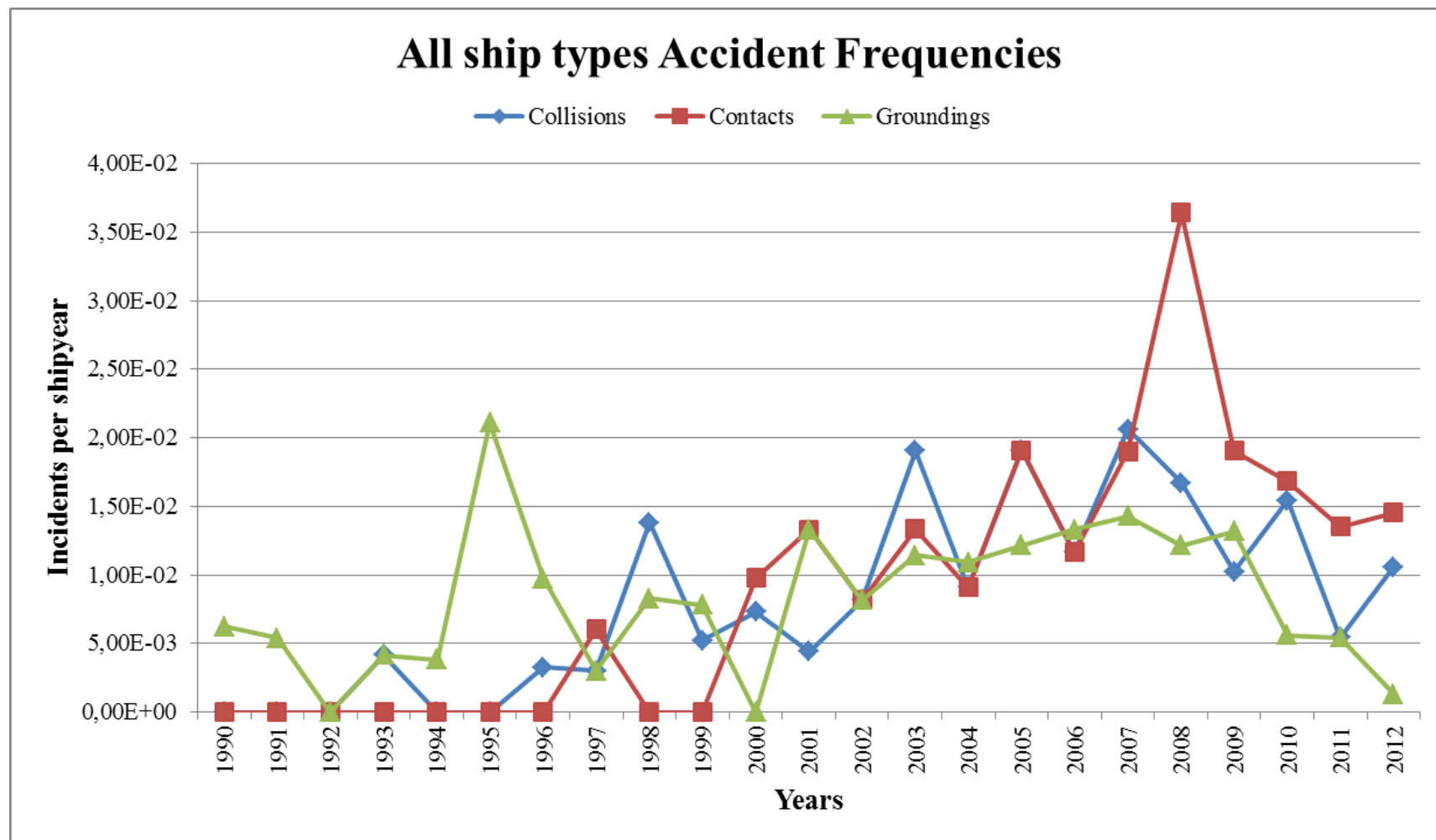


- Συχνότητες εμφάνισης ατυχημάτων (“Serious” και “not serious”) όλων των τύπων Επιβατηγών πλοίων

Πίνακας 7.18: Συχνότητες εμφάνισης ατυχημάτων σύγκρουσης, επαφής και προσάραξης όλων των τύπων Επιβατηγών πλοίων IACS

<b>IACS All ships types Accident Frequencies</b>						
Years	Collisions		Contacts		Groundings	
	# of incidents	frequency (shipyear)	# of incidents	frequency (shipyear)	# of incidents	frequency (shipyear)
1990	0	0,00E+00	0	0,00E+00	1	6,26E-03
1991	0	0,00E+00	0	0,00E+00	1	5,40E-03
1992	0	0,00E+00	0	0,00E+00	0	0,00E+00
1993	1	4,15E-03	0	0,00E+00	1	4,15E-03
1994	0	0,00E+00	0	0,00E+00	1	3,79E-03
1995	0	0,00E+00	0	0,00E+00	6	2,11E-02
1996	1	3,24E-03	0	0,00E+00	3	9,73E-03
1997	1	3,02E-03	2	6,03E-03	1	3,02E-03
1998	5	1,38E-02	0	0,00E+00	3	8,30E-03
1999	2	5,21E-03	0	0,00E+00	3	7,81E-03
2000	3	7,32E-03	4	9,77E-03	0	0,00E+00
2001	2	4,43E-03	6	1,33E-02	6	1,33E-02
2002	4	8,17E-03	4	8,17E-03	4	8,17E-03
2003	10	1,91E-02	7	1,34E-02	6	1,14E-02
2004	5	9,10E-03	5	9,10E-03	6	1,09E-02
2005	11	1,91E-02	11	1,91E-02	7	1,22E-02
2006	7	1,17E-02	7	1,17E-02	8	1,33E-02
2007	13	2,06E-02	12	1,90E-02	9	1,43E-02
2008	11	1,67E-02	24	3,64E-02	8	1,21E-02
2009	7	1,03E-02	13	1,90E-02	9	1,32E-02
2010	11	1,55E-02	12	1,69E-02	4	5,62E-03
2011	4	5,41E-03	10	1,35E-02	4	5,41E-03
2012	8	1,06E-02	11	1,45E-02	1	1,32E-03
<b>Total</b>	<b>106</b>	<b>1,01E-02</b>	<b>128</b>	<b>1,22E-02</b>	<b>92</b>	<b>8,75E-03</b>

Μελετώντας όλα τα ατυχήματα (σοβαρά και μη σοβαρά) όλων των τύπων πλοίων IACS της βάσης δεδομένων, μεγαλύτερη συχνότητα εμφάνισης ατυχημάτων σύγκρουσης παρατηρείται το έτος 2007, επαφής το 2008 και προσάραξης, επίσης, το 1995.



Πίνακας 7.18: Συχνότητες εμφάνισης ατυχημάτων σύγκρουσης, επαφής και προσάραξης όλων των τύπων Επιβατηγών πλοίων IACS



## 8. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΠΕΡΑΙΤΕΡΩ ΕΡΕΥΝΑ

Η ολοκλήρωση της ανάλυσης στα πλαίσια της παρούσας εργασίας συνέβαλε στη διαμόρφωση μιας καλύτερης εικόνας γύρω από τα ατυχήματα σύγκρουσης, επαφής και προσάραξης επιβατηγών πλοίων (RoPax, RoPaxRail, Cruise ships, Passenger ships), χτισμένων από το 1980 και μετά, τα οποία χρονολογούνται από το 1990 έως το 2014. Επιπλέον, πραγματοποιήθηκε για πρώτη φορά συγκέντρωση στοιχείων για πλευρικά ρήγματα από ατυχήματα επαφής και προσάραξης και εξήχθησαν οι αδιάστατες κατανομές θέσης και έκτασης των εν λόγω ρηγμάτων.

Ως πιθανότερες περιοχές εμφάνισης ατυχημάτων ναυσιπλοΐας (συγκρούσεων, επαφών, προσάραξεων) αναδεικνύονται, μέσα από την ανάλυση, οι τερματικοί σταθμοί και οι περιοχές περιορισμένων υδάτων (ποτάμια, κανάλια, θαλάσσιες περιοχές που απέχουν λιγότερο από 12 ν.μ. από τη στεριά). Μόλις το 5% του συνόλου των υπό εξέταση ατυχημάτων έλαβε χώρα στην ανοιχτή θάλασσα. Οι συνθήκες εντός των λιμένων είναι φαινομενικά ασφαλέστερες από την θάλασσα, ωστόσο, υπάρχουν αυξημένοι κίνδυνοι λόγω του συνωστισμού πλοίων και των ειδικών χειρισμών που απαιτούνται από το πλοίο και τους ναυτικούς. Βέβαια, ακόμη και σε περίπτωση σοβαρού ατυχήματος εντός τερματικού σταθμού, δεν αναμένουμε ανθρώπινες απώλειες λόγω του μικρού βάθους αλλά και της άμεσης βοήθειας που θα λάβουν οι επιβαίνοντες. Εξαιρέση αποτελεί το ναυάγιο του κρουαζιερόπλοιου Sea Diamond που συνέβη στις 5 Απριλίου 2007, μετά από πρόσκρουση σε ύφαλο στον όρμο των Φηρών της Σαντορίνης. Το ατύχημα αυτό, αν και έλαβε χώρα στα παράκτια ύδατα του νησιού, λόγω μεγάλου βάθους, είχε ως αποτέλεσμα την ολική απώλεια του πλοίου καθώς και το θάνατο δύο επιβαινόντων.

Μελετώντας όλους τους τύπους πλοίων της βάσης δεδομένων, τόσο κατά τις συγκρούσεις όσο και κατά τις επαφές, παρατηρούμε ότι τα προκληθέντα ρήγματα εμφανίζονται στην πλευρά και ακολούθως στην περιοχή της πλώρης. Στην περίπτωση των προσαράξεων, περίπου ένα στα δύο ατυχήματα θα προκαλέσει ρήγμα στον πυθμένα, ενώ ένα στα τέσσερα ατυχήματα θα γίνει αιτία βλάβης του προωστήριου εξοπλισμού.

Εστιάζοντας στην έκταση της βλάβης που προκαλείται στα πλοία από τα ατυχήματα, υπενθυμίζεται ότι ολικές απώλειες, καθώς και ένα scrap, προκλήθηκαν μόνο από προσαράξεις. Συνεπώς, τα ατυχήματα προσάραξης συγκεντρώνουν το μεγαλύτερο ενδιαφέρον λόγω των καταστροφικών συνεπειών τους προς τα πλοία και, όπως αναφέρεται στη συνέχεια, λόγω του μεγάλου αριθμού ανθρώπινων απωλειών.

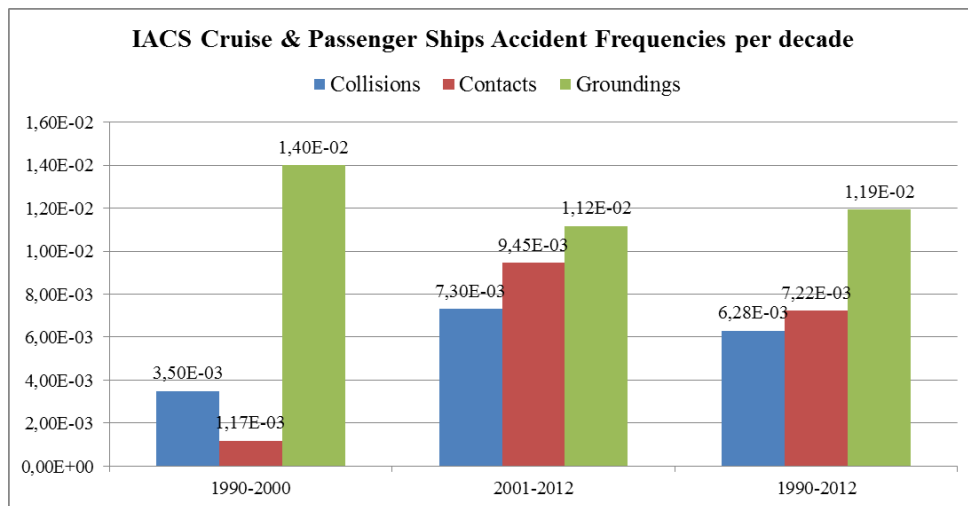
Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζονται οι συχνότητες απώλειας ζωής για την περίοδο 1990-2012, ανά είδος ατυχήματος και ανά τύπο πλοίου. Υπενθυμίζεται ότι ο στόλος σε λειτουργία (fleet at risk) καθώς και το πλήθος ανθρώπινων απωλειών, για την ίδια χρονική περίοδο, παρουσιάστηκαν στο Κεφάλαιο 7.

**Πίνακας 8.1: Loss of Life Frequency**

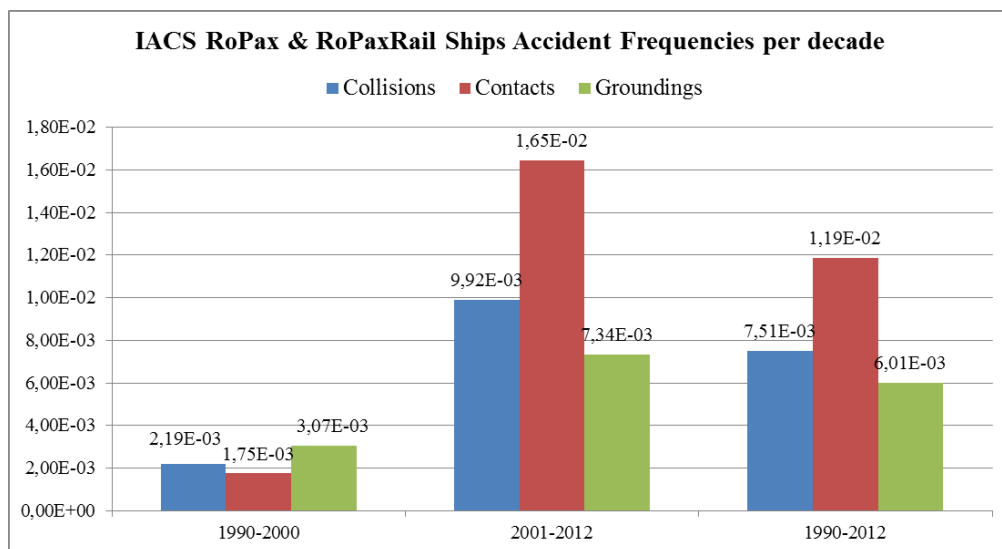
<b>Loss of life frequency (persons per shipyear)</b>				
	Collisions	Groundings	Contacts	Total
RoPax	0,00E+00	1,27E-01	0,00E+00	1,27E-01
RoPax-Rail	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Cruise	0,00E+00	1,09E-02	9,57E-04	1,18E-02
Passenger	7,46E-02	0,00E+00	0,00E+00	7,46E-02

Σύμφωνα με τον πίνακα 8.1, μεγαλύτερη επικινδυνότητα για τη ζωή των επιβατών παρουσιάζουν τα ατυχήματα προσάραξης των πλοίων RoPax και ακολούθως τα ατυχήματα σύγκρουσης των αμιγώς επιβατηγών πλοίων. Υπενθυμίζεται ότι μόλις 3 ατυχήματα προσαράξεων είχαν ως αποτέλεσμα ανθρώπινες απώλειες, ωστόσο, μεταξύ αυτών εντοπίζεται το ναυάγιο του “Princess of the stars” με 831 θύματα, με αποτέλεσμα την αυξημένη συχνότητα θνησιμότητας στον παραπάνω πίνακα. Σχετικά με τα πλοία RoPaxRail, τα οποία παρουσιάζουν μηδενικές συχνότητες απώλειας ζωής για όλα τα είδη ατυχημάτων, αξίζει να αναφερθεί ότι τα ατυχήματά τους αποτελούν μόλις το 3,7% του συνόλου της βάσης δεδομένων.

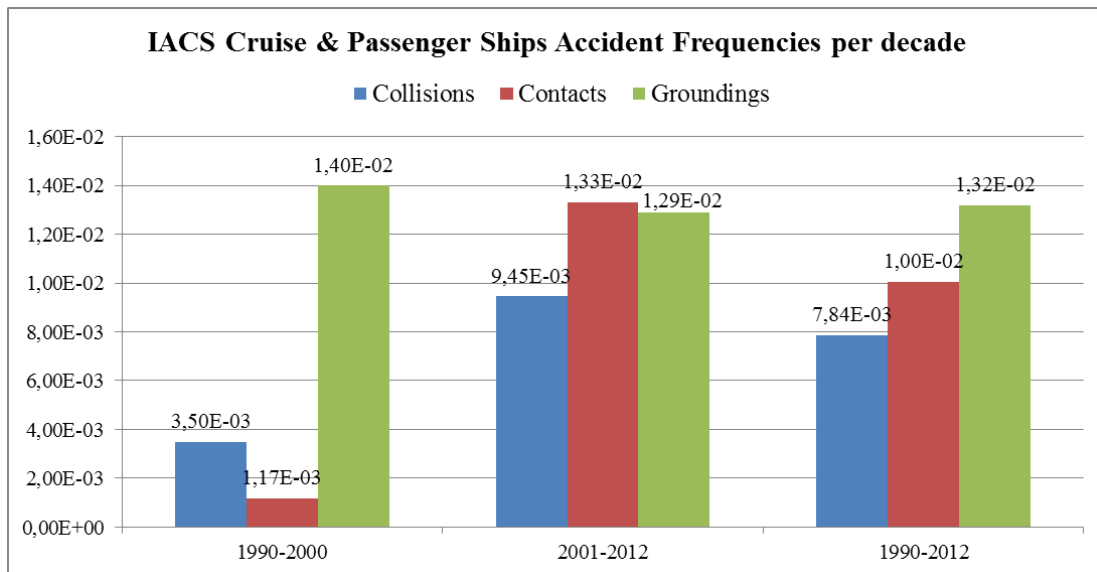
Στα διαγράμματα που ακολουθούν παρουσιάζονται οι συχνότητες εμφάνισης ατυχημάτων για τους υπό εξέταση τύπους επιβατηγών πλοίων ανά δεκαετία, αλλά και συνολικά για την περίοδο 1990-2012. Στα διαγράμματα 8.1 και 8.2 παρουσιάζονται οι συχνότητες εμφάνισης σοβαρών ατυχημάτων, ενώ στα διαγράμματα 8.3 και 8.4 οι συχνότητες αντιστοιχούν στο σύνολο των ατυχημάτων (σοβαρών και μη σοβαρών).



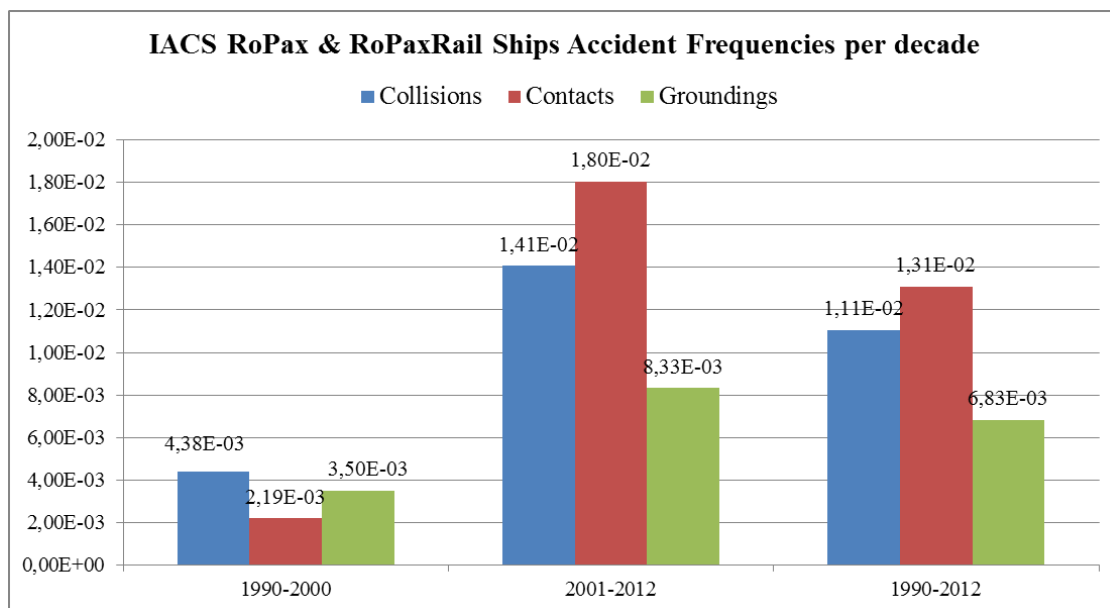
**Διάγραμμα 8.1:** Συχνότητες εμφάνισης σοβαρών ατυχημάτων κρουαζιερόπλοιων και επιβατηγών πλοίων (IACS) ανά δεκαετία



**Διάγραμμα 8.2:** Συχνότητες εμφάνισης σοβαρών ατυχημάτων πλοίων RoPax και RoPaxRail (IACS) ανά δεκαετία



**Διάγραμμα 8.3:** Συχνότητες εμφάνισης (σοβαρών και μη σοβαρών) ατυχημάτων κρουαζιερόπλοιων και επιβατηγών πλοίων (IACS) ανά δεκαετία



**Διάγραμμα 8.4:** Συχνότητες εμφάνισης (σοβαρών και μη σοβαρών) ατυχημάτων πλοίων RoPax και RoPaxRail (IACS) ανά δεκαετία

Παρατηρώντας τα παραπάνω διαγράμματα, είναι εμφανής η αύξηση των συχνοτήτων των ατυχημάτων τη δεύτερη δεκαετία (2001-2012), με εξαίρεση τα ατυχήματα προσάραξης κρουαζιερόπλοιων και αμιγώς επιβατηγών πλοίων, τα οποία παρουσιάζουν μικρή πτώση.

Στην προσπάθεια να εξηγήσουμε την άνοδο των συχνοτήτων κατά την περίοδο 2001-2012, κρίνεται σκόπιμο να παρατεθούν κάποια σχόλια, λαμβάνοντας υπόψη το στόλο λειτουργίας, ο οποίος παρουσιάστηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο (Πίνακας 7.12).

Εστιάζοντας στα κρουαζιερόπλοια και τα αμιγώς επιβατηγά πλοία, μεταβαίνοντας από την πρώτη δεκαετία (1990-2001) στη δεύτερη (2001-2012) ο στόλος σε λειτουργία περίπου τριπλασιάζεται (για την ακρίβεια είναι κατά 2,7 φορές αυξημένος), αλλά το σύνολο των ατυχημάτων (σοβαρών και μη σοβαρών) παρουσιάζει σφοδρότερη άνοδο, έχοντας πενταπλασιαστεί. Σχετικά με τα πλοία RoPax και RoPaxRail, ο στόλος σε λειτουργία έχει διπλασιαστεί κατά τη δεύτερη περίοδο, αλλά το σύνολο των ατυχημάτων (σοβαρών και μη σοβαρών) έχει περίπου εννεαπλασιαστεί. Συνεπώς, ο ταχύτερος ρυθμός αύξησης των ατυχημάτων σε σύγκριση με το στόλο σε λειτουργία δικαιολογεί εν μέρει την ανοδική τάση των συχνοτήτων. Προς αυτή την κατεύθυνση, είναι πολύ πιθανό να έχουν συμβάλει επίσης, οι αυστηρότερες διαδικασίες και η εντατικότερη καταγραφή των συμβάντων τα τελευταία χρόνια.

Ολοκληρώνοντας τα συμπεράσματα, κρίνεται σκόπιμο να δοθεί και πάλι έμφαση στη στατιστική ανάλυση των πλευρικών ρηγμάτων. Η εξαγωγή αδιάστατων κατανομών θέσης και έκτασης των εν λόγω ρηγμάτων ήταν μία από τις πιο ενδιαφέρουσες αλλά και επίπονες διαδικασίες που πραγματοποιήθηκαν στα πλαίσια της παρούσας διπλωματικής, λόγω της δυσκολίας συγκέντρωσης επαρκών στοιχείων. Παρ' όλα αυτά, τα αποτελέσματα που παρουσιάστηκαν μπορούν να θέσουν τις βάσεις για τη δημιουργία ενός νέου πιθανοθεωρητικού μοντέλου για την εκτίμηση της ευστάθειας κατόπιν βλάβης και τη θέσπιση νέων Κανονισμών για την προστασία των πλοίων από χαμηλά πλευρικά ρήγματα που προκαλούνται από ατυχήματα επαφής ή προσάραξης.

Τέλος, προτάσεις για περαιτέρω έρευνα, στις βάσεις που έθεσε η παρούσα διπλωματική εργασία, αποτελούν:

- Η εκτενέστερη μελέτη της θέσης και της έκτασης των πλευρικών ρηγμάτων Επιβατηγών πλοίων, σε διεθνές επίπεδο και με τη συμβολή νηογνομώνων αλλά και ναυτιλιακών εταιριών για τη συγκέντρωση περισσότερων στοιχείων και τη διαμόρφωση μιας πληρέστερης εικόνας γύρω από τα ρήγματα.
- Η πραγματοποίηση της ίδιας μελέτης, δηλαδή η στατιστική ανάλυση ατυχημάτων και κυρίως η συγκέντρωση στοιχείων ρηγμάτων για άλλους τύπους πλοίων, όπως δεξαμενόπλοια, πλοία χημικών φορτίων, φορτηγά ξηρού φορτίου, πλοία μεταφοράς οχημάτων (Ro-Ro) και άλλα.

## 9. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Ηλιοπούλου Ε, 2006 “Μεθοδολογία ανάπτυξης νέων κανονισμών ευστάθειας πλοίων κατόπιν βλάβης και επιδράσεις στη μελέτη και σχεδίαση”, Διδακτορική διατριβή, Εργαστήριο μελέτης πλοίου, ΕΜΠ.
2. Ζαραφονίτης Γ. (2005), «ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗ ΝΑΥΠΗΓΙΚΗ ΚΑΙ ΘΑΛΑΣΣΙΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ».
3. Μπίθα Κ . (2014), «ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΝΑΥΤΙΚΩΝ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΠΕΡΙΟΔΟ 1990-2012» , Διπλωματική εργασία 2014, Εργαστήριο Μελέτης Πλοίου, ΕΜΠ.
4. Τζαμπίρας Γ, Δαμάλα Δ και Πέρρας Π (2008), «ΥΔΡΟΣΤΑΤΙΚΗ ΚΑΙ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑ ΠΛΟΙΟΥ ΙΙ, ΕΥΣΤΑΘΕΙΑ ΠΛΟΙΟΥ ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΒΛΑΒΗ».
5. Allan T. 1997 “The 1995 SOLAS diplomatic conference on Ro-Ro Passenger ferries”, Transactions of The Royal Institution of Naval Architects, pp 37-69, 1997.
6. Brown D. 1996 “The development of subdivision in merchant ships”, RINA International Conference on Watertight Integrity and Ship Survivability, pap. No 1, 1996.
7. Dand I. 1988 “Hydrodynamic aspects of the sinking of the ferry ‘Herald of Free Enterprise’”, Transactions of The Royal Institution of Naval Architects, pp 145-165, 1988.
8. Directive/25 2003 “Amending Council Directive 98/18/EC on safety rules and standards for passenger ships”, European Parliament and the Council, 14 April 2003.
9. GOALDS, “Goal-based Damage Stability”, Project funded by the European Commission, FP7- DG Research, Grant Agreement 233876, (2009-2012). <http://www.goalds.org>. IHS Sea-web® database, [http://www.sea-web.com/seaweb\\_welcome.aspx](http://www.sea-web.com/seaweb_welcome.aspx)
10. Hackett C. and Bedford J. 1996 “The sinking of S.S. Titanic - Investigated by modern techniques”, Transactions of The Royal Institution of Naval Architects, pp 166-238, 1996.
11. HARDER 1999-2003 “Harmonization of Rules and Design Rationale”, Project funded by the European Community, CN G3RD-CT-1999-00028.
12. IMPACT ASSESSMENT OF STOCKHOLM AGREEMENT 2000, Project funded by the European Community, SSRC & NTUA-SDL Partnership, CN B99-B2702010-S12.144738.
13. IMO 1974 “Regulation on subdivision and stability of passenger ships as an equivalent to part B of chapter II of the 1960 SOLAS Convention” IMO. The



publication contains IMO Resolutions A.265 (VIII), A.266 (VIII) and explanatory notes.

14. IMO Resolution 14 1995 “Regional Agreements on Specific Stability Requirements for Ro-Ro Passenger Ships”, adopted on 29 November 1995.
15. MSC/Circ.953 2000 «REPORTS ON MARINE CASUALTIES AND INCIDENTS», 14 December 2000.
16. SLF42/3/3 IMO 1999 “Development of revised SOLAS Chapter II-1 Parts A, B and B-1”, Report of the Intersessional Corresponding Group.
17. SLF46/3/3 IMO 2003 “Final Recommendations from the research project HARDER”, submitted by Norway and the United Kingdom.
18. SLF47/3/1 IMO 2004 “Development of revised SOLAS Chapter II-1 Parts A, B & B-1”, Report of the Intersessional Corresponding Group submitted by Sweden and the United States.
19. Spouge J. 1986 “The technical investigation of the sinking of the Ro-Ro ferry ‘European Gateway’”, Transactions of The Royal Institution of Naval Architects, Vol. 128, pp 49-72.
20. Wendel K. 1960 “Die Wahrscheinlichkeit des Ueberstehens von Verletzungen” (The probability of surviving damages), *Schiffstechnik*, Vol. 7, paper No 36, pp. 47-61, April 1960.

#### Διαδίκτυο

1. <http://en.wikipedia.org>
2. <http://www.sea-web.com>
3. <http://www.imo.org>
4. <http://gisis.imo.org/>
5. <http://www.maib.gov.uk/>
6. <http://www.hbmci.gov.gr/>
7. <http://www.bsu-bund.de/>

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ: ΒΑΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Στα πλαίσια της παρούσας διπλωματικής εργασίας έγινε χρήση της βάσης δεδομένων ναυτικών ατυχημάτων Ε/Γ και Ε/Γ – Ο/Γ πλοίων του Εργαστηρίου Μελέτης Πλοίου του ΕΜΠ.

Τα αρχικά, πρωτογενή στοιχεία των ατυχημάτων, τα οποία προέρχονται από την IHS Fairplay, καταχωρούνται στη βάση χωρίς καμία τροποποίηση, ενώ τα υπόλοιπα πεδία συμπληρώνονται σύμφωνα με την κρίση του μελετητή και τις περαιτέρω πληροφορίες που έχουν συγκεντρωθεί από τις πηγές που έχουν ήδη αναφερθεί.

The screenshot displays a complex data entry form for a ship collision incident. Key fields include:

- Ship Information:** IMO, Vessel Name (Det Norske Veritas), Class (DNV), Status (Delivered), Due or Delivered Year (1983), Scrap or Loss Year, Class Society (NV).
- Dimensions & Capacity:** Loa (m) 154.9, DWT 2850, GT 28727, Vs (kn) 21, Number of Passengers (2370), Persons On Board (2510), Crew Number (140), Lorries/Trailers (82), Cars (550), TEU (0).
- Incident Details:** Incident Number (9814235), Incident Date (2006), Incident Severity (S), Location (At Terminal), Weather (Unknown/Not Reported).
- Collision Information:** Collide with (Chemical/Oil Tanker), Other Ship Size (similar), Other Ship Operating Condition (Manoeuvring).
- Damage & Status:** Water Ingress (Unknown), Damage Location (Below bulkhead deck), Damage WL (Above WL), Ship's Operating Condition (Berth), Status of ship after the casualty (Remains Afloat), Ship damage extent (Minor damage).
- Personal notes:** Analyst's Severity (Serious).

Σχήμα Π.1

### Χαρακτηριστικά στοιχεία του πλοίου:

Στο πρώτο μέρος της βάσης περιέχονται χαρακτηριστικά στοιχεία του πλοίου, τα οποία είναι απαραίτητα να γνωρίζουμε για την παρούσα μελέτη, όπως:

- ✓ Ο αριθμός καταχώρησης του ατυχήματος στη βάση δεδομένων (ID).
- ✓ Ο αριθμός IMO.
- ✓ Το όνομα του πλοίου (Vessel Name).
- ✓ Ο τύπος του πλοίου (Passenger, RoPax, RoPax-Rail ή Cruise).
- ✓ Το έτος παράδοσης του πλοίου (Due or Delivered Year).
- ✓ Η τρέχουσα κατάσταση (Status) του πλοίου (Delivered, Lost ή Scrapped).
- ✓ Το έτος διάλυσης ή ολικής απώλειας του πλοίου (Scrap or Loss Year), αν το πλοίο έχει υποστεί διάλυση ή έχει χαθεί.
- ✓ Κύριες διαστάσεις (LOA, LBP, B, T, D<sub>bhd</sub>, D<sub>upd</sub>).
- ✓ Ταχύτητα υπηρεσίας Vs.

- ✓ Ο αριθμός Froude.
- ✓ Η μεταφορική ικανότητα (DWT) και η ολική χωρητικότητα (GT) του πλοίου.
- ✓ Ο αριθμός επιβατών (Number of Passengers) και οχημάτων (Cars, Lorries/Trailers) που δύναται να μεταφέρει το πλοίο.
- ✓ Το πλήθος των μελών του πληρώματος (Crew Number).
- ✓ Ο Νηογνώμονας του πλοίου την τρέχουσα περίοδο (Classed By), αλλά και την περίοδο του ατυχήματος (Class At Time of Incident).
- ✓ Επισημαίνεται, επίσης, αν ο Νηογνώμονας ανήκει στη Διεθνή Ένωση Νηογνομόνων (Classes IACS).

Σχήμα Π.2

### Πρωτογενή στοιχεία του ατυχήματος:

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, πρόκειται για τα πρώτα στοιχεία που καταχωρήθηκαν στη βάση δεδομένων, προέρχονται από την επίσημη πηγή IHS Fairplay και ο μελετητής δεν τα τροποποιεί, ακόμα και αν, σύμφωνα με την έρευνά του, αποδειχθούν αναληθή.

Σε αυτό το κομμάτι της βάσης περιέχεται μια σύντομη περιγραφή του ατυχήματος, καθώς και στοιχεία όπως:

- ✓ Το είδος του ατυχήματος (Casualty Type) και το έτος του ατυχήματος (Incident Date).
- ✓ Η σοβαρότητα του ατυχήματος (Incident Severity), η οποία χαρακτηρίζεται ως Serious ή Not serious.
- ✓ Η ολική απώλεια (Total Loss). Αν το πλοίο έχει χαθεί, στο πεδίο συμπληρώνεται "Yes", σε κάθε άλλη περίπτωση "No".
- ✓ Ο αριθμός θυμάτων και αγνοουμένων (Number of Killed, Number of Missing).
- ✓ Πληροφορίες για την τοποθεσία του ατυχήματος, οι οποίες περιλαμβάνουν και το Marsden Grid, το γεωγραφικό μήκος και πλάτος (Location Type Info, Marsden Grid, Start Latitude, Start Longitude).
- ✓ Η πληροφορία για τις καιρικές συνθήκες (Weather At Time Of Incident).
- ✓ Άλλες πληροφορίες (Struck/Striking info, Water Ingress info, Sinking info, Fire info, Navigation info, Sea bottom info, Staying Aground info).

Incident Number	<input type="text"/>	Casualty Type	<input type="text"/>	Presic Text 1	<input type="text"/>
Incident Date	<input type="text"/>	Marsden Grid	<input type="text"/>	Presic Text 2	<input type="text"/>
Incident Severity	<input type="text"/>	Start Latitude	<input type="text"/>	Compl. text 1	<input type="text"/>
Total Loss	<input type="text"/>	Start Longitude	<input type="text"/>	Compl. text 2	<input type="text"/>
Number of Killed	<input type="text"/>	Location Type Info	<input type="text"/>		
Number of Missing	<input type="text"/>	Weather At Time Of Incident	<input type="text"/>		
Struck/Striking Info	<input type="text"/>	Water Ingress Info	<input type="text"/>		
		Sinking Info	<input type="text"/>		
		Fire Info	<input type="text"/>		
Navigation Info	<input type="text"/>	Sea bottom Info	<input type="text"/>		
		Staying Aground Info	<input type="text"/>		

Σχήμα Π.3

### Το είδος του ατυχήματος:

Η συγκεκριμένη βάση δεδομένων ναυτικών ατυχημάτων δημιουργήθηκε προκειμένου να μελετηθούν ατυχήματα σύγκρουσης (collisions), επαφής (contacts) και προσάραξης (groundings). Υπενθυμίζεται ότι οι ορισμοί των ατυχημάτων αυτών έχουν αναφερθεί στην ενότητα 1.3.

Για κάθε είδος ατυχήματος διαφέρουν οι πληροφορίες οι οποίες ενδιαφέρουν το μελετητή. Έτσι διακρίνουμε τα παρακάτω τρία τμήματα στη βάση:

- Ατυχήματα σύγκρουσης (Collision accidents):

<input checked="" type="checkbox"/> Collision	In case of collision	<input type="text"/>	<input checked="" type="checkbox"/> Fire After Collision
Collide with:	<input type="text"/>	Other Ship Size:	<input type="text"/>
Other Ship Operating Condition:	<input type="text"/>		

Σχήμα Π.4

1. Αν πρόκειται για ατύχημα σύγκρουσης, αρχικά σημειώνεται με ✓ η επιλογή collision.
2. Στη συνέχεια, μας ενδιαφέρει αν το πλοίο “χτύπησε” ή “χτυπήθηκε”. Με αυτή την πληροφορία συμπληρώνεται το πεδίο **In case of collision** με μία από τις επιλογές:
  - Struck
  - Striking
  - Unknown
3. Αν προκλήθηκε πυρκαγιά από τη σύγκρουση, σημειώνεται με ✓ το πεδίο **Fire After Collision**.

4. Στο πεδίο **Collide with** συμπληρώνεται ο τύπος του έτερου πλοίου που εμπλέκεται στο συμβάν. Η επιλογή γίνεται από την παρακάτω λίστα:
- Bulk Carrier
  - Oil Tanker
  - Chemical/Oil Tanker
  - Containership
  - Fishing Vessel
  - Passenger Ship
  - OBO Tanker
  - Tug
  - Motor Vessel
  - Submarine
  - Crew Boat
  - Command Ship
  - Sailboat-Yacht
  - Trawler
  - Supply Vessel
  - LPG/LNG Carrier
  - Sloop
  - FPSO (Floating Production Storage & Offloading)
  - Ro-Ro Ship
  - Refrigerated Cargo Ship
  - Barge
  - General Cargo Ship
  - Dredger
  - Workboat
  - Jack-Up Rig
  - Drilling Vessel
  - Passenger/Ro-Ro Ship
  - Cruise Ship
  - Floating Crane
  - Bridgedecker
  - Pollution Control Vessel
  - Sludge Carrier
  - Pallets Carrier
5. Το μέγεθος του έτερου πλοίου (**Other Ship Size**) χαρακτηρίζεται ως:
- Larger
  - Smaller or
  - Similar

Στο σημείο αυτό χρειάστηκε να γίνει μια σύμβαση. Ως μέτρο σύγκρισης χρησιμοποιήθηκε το ολικό μήκος και θεωρήσαμε παρόμοιου μεγέθους, τα πλοία τα οποία έχουν ολικό μήκος  $L$ , τέτοιο ώστε:

$$L_A - 20\%L_A \leq L \leq L_A + 20\%L_A$$

Όπου  $L_A$  : το ολικό μήκος του υπό μελέτη Ε/Γ πλοίου.

6. Ακολούθως, συμπληρώνεται και η κατάσταση λειτουργίας (**Other Ship Operating Condition**) στην οποία βρισκόταν το έτερο πλοίο τη στιγμή του ατυχήματος. Επιλέγουμε ανάμεσα στις παρακάτω επιλογές:

- Under repair
- Berth
- Port
- Discharging
- Sailing/En-route
- Anchoring
- Ballasting
- Bunkering
- Loading
- Maneuvering
- Towed
- Mooring
- Under Construction
- Unknown

- Ατυχήματα επαφής (Contact accidents):

[Σχήμα Π.5](#)

1. Αν πρόκειται για ατύχημα επαφής, αρχικά σημειώνεται με ✓ η επιλογή contact.
2. Βασικό στοιχείο για τη μελέτη αποτελεί το πού προσέκρουσε το πλοίο. Στο πεδίο **Contact info**, ο μελετητής επιλέγει ανάμεσα σε μια από τις επόμενες υποκατηγορίες:
  - Floating object
  - Fixed installation
  - Unknown
3. Ένα ατύχημα επαφής μπορεί να συμβεί ενώ το πλοίο κινείται κανονικά (powered contact) ή όταν το πλοίο αντιμετωπίσει κάποια μηχανολογική βλάβη, με αποτέλεσμα να χάσει την πρόωσή του και να παρασυρθεί από ρεύματα ή ανέμους (drift contact). Η πληροφορία αυτή συμπληρώνεται στο πεδίο **Contact Type** με μία από τις επιλογές:
  - Powered
  - Drift
  - Unknown

- Ατυχήματα προσάραξης (Grounding accidents):

The screenshot shows a form titled "Grounding" with a checkbox. Below the checkbox are five dropdown menus: "Type of Grounding", "Sea Bottom Info", "Extent of flooding", "Staying Aground:", and "Refloating info".

Σχήμα Π.6

1. Αν πρόκειται για ατύχημα προσάραξης, αρχικά σημειώνεται με  η επιλογή **grounding**.
2. Στο πεδίο **Type of Grounding**, σύμφωνα με τους ορισμούς που έχουν ήδη δοθεί, ο μελετητής επιλέγει μεταξύ των:
  - Powered
  - Drift
  - Unknown
3. Ακολούθως, συμπληρώνεται η πληροφορία για τον πυθμένα της θάλασσας στο σημείο του ατυχήματος (**Sea Bottom Info**) με έναν από τους χαρακτηρισμούς:
  - Hard
  - Soft
  - Unknown
4. Εφόσον υπάρχει εισροή υδάτων, συμπληρώνεται το πεδίο **Extent of flooding** με μία από τις επιλογές:
  - Above DB (Double bottom)
  - Below DB (Double bottom)
  - Fore Peak
  - Engine Room
  - Unknown
5. Στο πεδίο **Staying Aground** δίνεται η πληροφορία για το αν το πλοίο παρέμεινε προσαραγμένο στον τόπο του συμβάντος. Συμπληρώνεται με:
  - Yes
  - No
  - Unknown
6. Αν στο πεδίο **Staying Aground** επιλέξουμε Yes, καλούμαστε να δώσουμε και την πληροφορία για τον τρόπο ανέλκυσης του σκάφους (με τη βοήθεια ρυμουλκού ή με δικά του μέσα) συμπληρώνοντας το πεδίο **Refloating info**, με μία από τις επιλογές:
  - With tug assistance
  - By own means
  - Unknown

**Πληροφορίες για την περιοχή της βλάβης:**

Σχήμα Π.7

Στο σχήμα Π.7 φαίνεται το τμήμα της βάσης δεδομένων, στο οποίο καταγράφονται όλες οι πληροφορίες σχετικά με τη βλάβη.

1. Το σημείο στο οποίο δημιουργήθηκε ρήγμα κατά το ατύχημα συμπληρώνεται στο πεδίο **Damage Reference**, με μία από τις επιλογές:
  - Bottom damage (στον πυθμένα)
  - Side damage (στην πλευρά, διαμήκως πρύμνηθεν της προραίας φρακτής σύγκρουσης και πώραθεν της πιο πρυμναίας φρακτής)
  - Outfitting damage (στον προωστήριο εξοπλισμό, δηλαδή βλάβη στο πηδάλιο ή στις προπέλες)
  - Bow damage (πώραθεν της προραίας φρακτής σύγκρουσης)
  - Stern damage (πρύμνηθεν της πιο πρυμναίας φρακτής του πλοίου)
  - Unclear damage (σε περίπτωση που παραμένει άγνωστη η ύπαρξη ή/και η θέση του ρήγματος)
  - None (σε περίπτωση που δε δημιουργήθηκε άνοιγμα στη γάστρα)
  
2. Το πεδίο **DAM location contact** συμπληρώνεται σε κάθε περίπτωση αλλά έχει ιδιαίτερη σημασία όταν δεν υπάρχει ρήγμα ως συνέπεια του ατυχήματος. Αφορά στο σημείο του πλοίου, το οποίο προσέκρουσε. Οι πιθανές επιλογές είναι:
  - Bottom
  - Side
  - Appendage
  - Bow
  - Stern
  - Unclear
  - None

### Πληροφορίες για το ρήγμα:



Τα υπόλοιπα πεδία του σχήματος Π.7 συμπληρώνονται μόνο στην περίπτωση που υπάρχει ρήγμα, δηλαδή άνοιγμα στη γάστρα του πλοίου.

1. Στο πεδίο **Penetration No** συμπληρώνεται ο αριθμός των οπών που δημιουργήθηκαν στη γάστρα του πλοίου.
2. Στο πεδίο **Damage Zones Affected** συμπληρώνεται το πλήθος των ζωνών υποδιαίρεσης στις οποίες εκτείνεται το ρήγμα.
3. Στο πεδίο **Inner Hull Penetration** επιλέγουμε Yes, No ή Unknown, ανάλογα με το αν υπήρξε εισχώρηση στο εσωτερικό τοίχωμα.
4. Στο πεδίο **Inner Bottom Penetration** επιλέγουμε Yes, No ή Unknown, ανάλογα με το αν υπήρξε εισχώρηση στον εσωτερικό πυθμένα.
5. Η θέση του ρήγματος προσδιορίζεται αρχικά ποιοτικά, σημειώνοντας με ✓ μία από τις παρακάτω επιλογές:
  - DamLocation AFT
  - DamLocation ER
  - DamLocation MID
  - DamLocation FWD
  - DamLocation BOW
  - DamLocation Unknown

Όπου:

- AFT: Η περιοχή πρύμνηθεν της πρυμναίας φρακτής του μηχανοστασίου
  - ER: Η περιοχή του μηχανοστασίου
  - MID: Η περιοχή που εκτείνεται πλώραθεν της πωραίας φρακτής μηχανοστασίου και έχει μήκος  $0,5L_M$ , όπου  $L_M$  το μήκος μεταξύ της πωραίας φρακτής μηχανοστασίου και της πωραίας φρακτής σύγκρουσης.
  - FWD: Η περιοχή που εκτείνεται πρύμνηθεν της πωραίας φρακτής σύγκρουσης και έχει μήκος  $0,5L_M$ , όπου  $L_M$  το μήκος μεταξύ της πωραίας φρακτής μηχανοστασίου και της πωραίας φρακτής σύγκρουσης.
  - BOW: Η περιοχή πλώραθεν της πωραίας φρακτής σύγκρουσης
6. Σε περίπτωση που το ρήγμα εκτείνεται στο κατάστρωμα οχημάτων (για πλοία RoPax, RoPax-Rail), τότε σημειώνεται με ✓ και το πεδίο **CarDeck-Affected**.

### Πληροφορίες για τις διαστάσεις του ρήγματος:

Τα πεδία τα οποία θα επεξηγηθούν στη συνέχεια, συμπληρώνονται από το μελετητή, με ακέραιους ή δεκαδικούς αριθμούς, των οποίων την ακρίβεια (δεκαδικά ψηφία) επιλέγει ο ίδιος, σύμφωνα με τις πληροφορίες που έχει συλλέξει. Όλες οι διαστάσεις δίνονται σε μέτρα (ή τετραγωνικά μέτρα, για τα πεδία που αναφέρονται σε επιφάνεια).

1. **DamLength:** Αντιστοιχεί στο πραγματικό μήκος της βλάβης. Η πληροφορία για τη συμπλήρωση του συγκεκριμένου πεδίου θα πρέπει να προέρχεται από απόλυτα έγκυρη και επίσημη πηγή.
  - Όταν υπάρχει ένα ρήγμα (**Penetration No=1**), τότε στο πεδίο αυτό συμπληρώνεται το πραγματικό μήκος του ρήγματος.

— Όταν υπάρχουν περισσότερα από ένα ρήγματα (**Penetration No**>1), τότε στο πεδίο αυτό συμπληρώνεται η ελάχιστη απόσταση κατά μήκος του πλοίου, η οποία περικλείει όλα τα ρήγματα.

2. **DamLength Assumption:** Αντιστοιχεί στο μήκος της βλάβης, όπως αυτό έχει οριστεί και στο πεδίο **DamLength**, είτε πρόκειται για ένα είτε για περισσότερα ρήγματα.

Το πεδίο αυτό συμπληρώνεται αντί του **DamLength**, όταν η πληροφορία για το μήκος δεν δίνεται άμεσα, αλλά έχει προκύψει από κάποιον υπολογισμό, ο οποίος εμπεριέχει και μία υπόθεση του μελετητή. Ακολουθούν κάποια χαρακτηριστικά παραδείγματα εκτίμησης του μήκους της βλάβης:

- Το μήκος του ρήματος μπορεί να περιγράφεται με το πλήθος των κατασκευαστικών νομέων (frames) στους οποίους αυτό εκτείνεται, αλλά να μην είναι γνωστή η ισαπόσταση των νομέων (frame spacing). Σε τέτοιες περιπτώσεις, γίνεται μία υπόθεση για το frame spacing, συνήθως με βάση άλλα πλοία, παρόμοιου μήκους.
- Το μήκος του ρήματος μπορεί να εκτιμηθεί από φωτογραφίες, γνωρίζοντας το συνολικό μήκος ( $L_{OA}$ ) και το μήκος μεταξύ καθέτων ( $L_{BP}$ ) του πλοίου, και πραγματοποιώντας σχετικές μετρήσεις και υπολογισμούς.

3. **Sum of Actual DamLength:** Αντιστοιχεί στο άθροισμα των πραγματικών μηκών των ρηγμάτων. Η συμπλήρωση του εν λόγω πεδίου έχει ιδιαίτερο νόημα όταν υπάρχουν περισσότερα από ένα ανοίγματα στη γάστρα του πλοίου, διαφορετικά, το μέγεθος αυτό ταυτίζεται με το **DamLength**.

4. **DamPenetration:** Αντιστοιχεί στο πραγματικό βάθος (εισχώρηση) της βλάβης. Η πληροφορία για τη συμπλήρωση του συγκεκριμένου πεδίου θα πρέπει να προέρχεται από απόλυτα έγκυρη και επίσημη πηγή.

5. **DamPenetration Assumption:** Αντιστοιχεί στο βάθος (εισχώρηση) της βλάβης. Το πεδίο αυτό συμπληρώνεται αντί του **DamPenetration**, όταν η πληροφορία για το βάθος δεν αναφέρεται άμεσα σε κάποια έγκυρη πηγή, με αποτέλεσμα να γίνεται μία εκτίμηση από το μελετητή, σύμφωνα με τα στοιχεία που έχει συλλέξει.

6. **DamWidth:** Αντιστοιχεί στο πραγματικό πλάτος της βλάβης. Στο σημείο αυτό θα πρέπει να διευκρινιστεί ότι, στην περίπτωση πλευρικού ρήματος, το **DamWidth** μετριέται στην κατεύθυνση του άξονα z του σωματοπαγούς συστήματος αναφοράς του πλοίου (άρα, πρόκειται ουσιαστικά για το ύψος της βλάβης), ενώ στην περίπτωση ρήματος του πυθμένα, μετριέται στην κατεύθυνση του άξονα y. Επιπλέον:

- Όταν υπάρχει ένα ρήγμα (**Penetration No**=1), τότε στο πεδίο αυτό συμπληρώνεται το πραγματικό πλάτος του ρήματος.
- Όταν υπάρχουν περισσότερα από ένα ρήγματα (**Penetration No**>1), τότε στο πεδίο αυτό συμπληρώνεται η ελάχιστη απόσταση καθ' ύψος (για πλευρικά ρήματα) ή κατά πλάτος

του πλοίου (για ρήγματα πυθμένα), η οποία περικλείει όλα τα ρήγματα.

7. **DamWidth Assumption:** Αντιστοιχεί στο πλάτος της βλάβης όπως αυτό έχει οριστεί και στο πεδίο **DamWidth**, είτε πρόκειται για ένα είτε για περισσότερα ρήγματα.

Το πεδίο αυτό συμπληρώνεται αντί του **DamWidth**, όταν η πληροφορία για το πλάτος δεν αναφέρεται άμεσα σε κάποια έγκυρη πηγή, με αποτέλεσμα να γίνεται μία εκτίμηση από το μελετητή, σύμφωνα με τα στοιχεία που αυτός διαθέτει.

8. **Sum of Actual DamWidth:** Αντιστοιχεί στο άθροισμα των πραγματικών πλατών των ρηγμάτων. Η συμπλήρωση του εν λόγω πεδίου έχει νόημα όταν υπάρχουν περισσότερα από ένα ανοίγματα στη γάστρα του πλοίου, διαφορετικά, το μέγεθος αυτό ταυτίζεται με το **DamWidth**.

9. **DamArea:** Αντιστοιχεί στην πραγματική τιμή της επιφάνειας του ρήματος. Η συμπλήρωση του εν λόγω πεδίου γίνεται μόνο όταν η επιφάνεια περιέχεται στις πληροφορίες της βάσης.

10. **LongPosition:** Αντιστοιχεί στην πραγματική τιμή της διαμήκου θέσης του ρήματος. Πιο συγκεκριμένα, πρόκειται για την απόσταση του πιο πλωριού σημείου του ρήματος από την πυρναία κάθετο (AP) του πλοίου. Η συμπλήρωση του εν λόγω πεδίου πραγματοποιείται τόσο στα πλευρικά ρήγματα, όσο και στα ρήγματα πυθμένα.

11. **LongPosition Assumption:** Αντιστοιχεί στη διαμήκη θέση του ρήματος, όπως αυτή έχει οριστεί και στο πεδίο **LongPosition** και το πεδίο αυτό συμπληρώνεται αντί του **LongPosition**, όταν δεν είναι ακριβής η πληροφορία για τη διαμήκη θέση και, συνεπώς, έχει γίνει κάποια εκτίμηση από το μελετητή.

12. **LowerStartPointVert:** Αντιστοιχεί στην πραγματική τιμή της κάθετης απόστασης του κατώτερου σημείου του ρήματος από το επίπεδο αναφοράς (baseline) του πλοίου. Η συμπλήρωση του συγκεκριμένου πεδίου έχει νόημα μόνο στην περίπτωση πλευρικών ρηγμάτων, καθώς στην περίπτωση των ρηγμάτων στον πυθμένα ισχύει LowerStartPointVert=0.

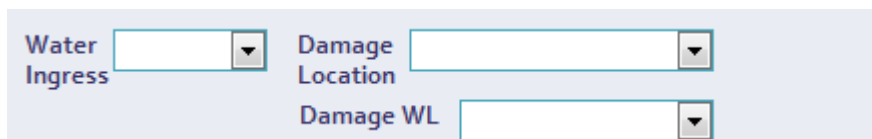
13. **LowerStartPointVert Assumption:** Αντιστοιχεί στην κάθετη απόσταση του κατώτερου σημείου του ρήματος από το επίπεδο αναφοράς (baseline) του πλοίου, την οποία έχει εκτιμήσει ο μελετητής, στηριζόμενος στα στοιχεία που έχει συγκεντρώσει.

14. **TransversePosition:** Αντιστοιχεί στην πραγματική τιμή της εγκάρσιας θέσης του ρήματος. Πρόκειται για την ελάχιστη απόσταση του εσωτερικού άκρου του ρήματος από το διάμηκες επίπεδο συμμετρίας (centerline). Η συμπλήρωση του συγκεκριμένου πεδίου έχει νόημα μόνο στην περίπτωση ρηγμάτων πυθμένα, καθώς στην περίπτωση των πλευρικών ρηγμάτων ισχύει TransversePosition=B/2, όπου B το πλάτος του πλοίου.

15. **TransversePoint Assumption:** Αντιστοιχεί στην τιμή της εγκάρσιας θέσης του ρήγματος, όπως αυτή ορίστηκε και στο πεδίο **TransversePosition**, την οποία έχει εκτιμήσει ο μελετητής.

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι τα πεδία **DamLength**, **DamPenetration**, **DamWidth** και **DamArea** υπάρχουν εις διπλούν στη βάση, μία φορά ακολουθούμενα από τη λέξη **SIDE** και μία ακολουθούμενα από τη λέξη **BOTTOM**. Προφανώς, όσα πεδία επισημαίνονται με **SIDE**, συμπληρώνονται σε περίπτωση πλευρικού ρήγματος, ενώ όσα επισημαίνονται με **BOTTOM**, συμπληρώνονται σε περίπτωση ρήγματος στον πυθμένα.

#### Εισροή υδάτων και καθ' ύψος θέση του ρήγματος:



The image shows a light blue rectangular panel containing three dropdown menus. The first menu is labeled 'Water Ingress' and has a small downward arrow icon. The second menu is labeled 'Damage Location' and also has a small downward arrow icon. The third menu is labeled 'Damage WL' and has a small downward arrow icon. All three menus are currently empty, indicating they have not been selected.

Σχήμα Π.8

Η συμπλήρωση των πεδίων του σχήματος Π.8 έχει νόημα μόνο όταν, ως αποτέλεσμα του ατυχήματος, υπάρχει ρήγμα στη γάστρα του πλοίου. Δηλαδή όταν το πεδίο **Damage Reference** έχει συμπληρωθεί με οποιαδήποτε απάντηση **εκτός από το None**.

1. Το πεδίο **Water Ingress** περιέχει την πληροφορία για το αν υπήρξε εισροή υδάτων. Συμπληρώνεται με:
  - Yes
  - No
  - Unknown
2. Το πεδίο **Damage Location** περιέχει την πληροφορία για την καθ' ύψος θέση του ανώτερου σημείου του ρήγματος, σε σχέση με το κατάστρωμα στεγανών διαφραγμάτων. Συμπληρώνεται με μία από τις επιλογές:
  - Above bulkhead deck
  - Below bulkhead deck
  - Unknown
3. Το πεδίο **Damage WL** περιέχει την πληροφορία για την καθ' ύψος θέση του κατώτερου σημείου του ρήγματος, σε σχέση με την ίσαλο γραμμή. Συμπληρώνεται με μία από τις επιλογές:
  - Above waterline
  - Below waterline
  - Unknown

**Πληροφορίες σχετικά με την τοποθεσία του ατυχήματος, τις καιρικές συνθήκες, την κατάσταση και την περιοχή λειτουργίας του πλοίου και την κατάστασή του μετά το ατύχημα:**

Σχήμα Π.9

Τα πεδία του σχήματος Π.9 συμπληρώνονται από το μελετητή για όλα τα ατυχήματα της βάσης, σύμφωνα με τις οδηγίες που ακολουθούν.

1. Σχετικά με την τοποθεσία του ατυχήματος, γνωρίζοντας το Marsden Grid από τις αρχικές πληροφορίες της βάσης (Sea-web), μπορούμε να βρούμε και την αντίστοιχη γεωγραφική ζώνη (SIS-Zone), με χρήση του παρακάτω πίνακα.

SIS ZONE VALUE	VALID MARSDEN GRID VALUES (1 <sup>ST</sup> 3 DIGITS)
1 (BR.ISLES, N.SEA, E.CHNL, BAY OF BISCAVY)	000, 1 000, 145, 146, 180, 181, 182, 216
2 (BALTIC)	000, 2 000, 213, 214, 215, 250, 251
3 (KIEL CANAL)	000, 2 000, 215, 216
4 (E.MEDITERRANEAN + BLACK SEA)	140, 1 000, 140, 141, 142, 176, 177, 178
5 (W.MEDITERRANEAN)	109, 1 000, 109, 143, 144, 179, 180
6 (SUEZ CANAL)	000, 1 000, 105, 141
7 (RED SEA)	000, 68, 69, 104, 105
8 (GULF)	000, 29, 30, 65-67, 101-104, 139, 140
9 (E.AFRICAN COAST)	000, 31, 32, 330-332, 366-368, 402-404, 438-441
10 (INDIAN OCEAN + ANTARCTIC)	000, 000, 326-329, 362-365, 398-401, 434-437, 470-479, 498-515 53 534-551
11 (BAY OF BENGAL)	000 000, 27, 28, 63, 64, 99, 100
12 (S.CHINA + E.INDIES)	000, 2 000, 21-26, 57-63, 93-98, 320-325
13 (JAPAN + KOREA)	000, 1 000, 129-133, 165-169
14 (N.PACIFIC)	000, 1 000, 14-20, 50-56, 86-92, 122-128, 158-164
15 (S.PACIFIC)	000, 3 000, 309-319, 345-355, 381-391, 417-424, 453-460, 488-497.

16 (AUSTRALASIA)	523-5 523-533
17 (CAPE HORN)	000, 3 000, 356-361, 392, 393, 396, 397, 425-433, 461-469 000, 486, 487

#### SIS Zones – Marsden Grid Values

SIS ZONE VALUE	VALID MARSDEN GRID VALUES (1 <sup>ST</sup> 3 DIGITS)
18 (S.ATLANTIC, E.COAST, S.AMERICA)	300-3 000, 300-306, 336-340, 372-378, 408-414, 444-450, 480-485, 516- 516-522
19 (W.AFRICA COAST)	000, 1 000,1, 2, 35, 36, 38, 73, 74, 109-110, 334-335, 370, 371,
20 (W.COAST, S.AMERICA)	406, 4 406, 407, 442, 443
21 (N.AMERICA PACIFIC COAST)	000, 3 000,307, 308, 343, 344, 379, 380, 415, 416, 451, 452
22 (PANAMA CANAL)	000, 8 000,8-13, 45-49, 83-85, 120-121, 157
23 (W. INDIES)	000, 8
24 (U.S. EASTERN SEA BOARD)	000, 7, 8, 43-45
25 (GULF OF MEXICO)	000, 78-81, 114-117, 152
26 (GREAT LAKES)	000, 4 000, 46, 81, 82, 117, 118
27 (CANADIAN ARCTIC + ALASKA)	000, 1 000,17, 152, 153, 154
28 (NEWFOUNDLAND)	000, 188-190, 193-197, 222-233, 258-269
29 (ICELAND)	000, 150-151, 186-187
30 (USSR.ARCTIC + BEARING SEA)	000, 185, 217-221, 251-255, 287, 288
31 (N.ATLANTIC)	000, 1 000,139, 198-203, 234-237, 244-250, 270-286
32 NORTH OF MAP (NORTH POLE)	00 000, 3-6, 39-42, 75-77, 111-113, 147-149, 183-185
33 SOUTH OF MAP (SOUTH POLE)	000

#### SIS Zones – Marsden Grid Values

2. Στο πεδίο **Ship's Operating Condition** ο μελετητής καλείται να συμπληρώσει την κατάσταση στην οποία βρισκόταν το πλοίο κατά τη διάρκεια του ατυχήματος. Οι προκαθορισμένες επιλογές του εν λόγω πεδίου είναι:

- Under Repair
- Berth
- Port
- Discharging
- Sailing/En-route
- Anchoring

- Ballasting
- Bunkering
- Loading
- Maneuvering
- Towed
- Mooring
- Under Construction
- Unknown

3. Η περιοχή λειτουργίας των πλοίων (**Operational State**) διακρίνεται στις εξής πέντε κατηγορίες:

- **En route (Open Sea)**: σε περίπτωση λειτουργίας σε ανοικτή θάλασσα, δηλαδή σε απόσταση μεγαλύτερη των 12 ναυτικών μιλίων από την ακτή
- **Limited waters**: σε περίπτωση πλεύσης σε απόσταση μικρότερη των 12 ναυτικών μιλίων από την πλησιέστερη ακτή, ή σε νερά περιορισμένου βάθους, ποταμούς ή κανάλια
- **Terminal areas**: σε περίπτωση προσέγγισης ή λειτουργίας σε τερματικούς σταθμούς (σε λιμένα ή σε αγκυροβόλιο)
- **Shipyard/Drydock**: σε περίπτωση που το πλοίο βρίσκεται σε ναυπηγείο ή σε δεξαμενή (για επιθεώρηση, επισκευές κ.ο.κ)
- **Unknown**: όταν είναι άγνωστο το καθεστώς λειτουργίας

4. Το πεδίο **Sea State** συμπληρώνεται από το μελετητή, ώστε να περιγραφεί η κατάσταση της θάλασσας κατά τη διάρκεια του ατύχηματος, με μία από τις ακόλουθες επιλογές:

- **Calm**: Όταν προκύπτει από τις πληροφορίες του μελετητή (investigation reports, websites) ότι επικρατούσε ήρεμη θάλασσα ή όταν οι πληροφορίες της βάσης Sea-web αναφέρουν, περιγράφοντας τον καιρό, τις φράσεις “Calm weather/seas”, “Good visibility & Good weather”, “Moderate weather”, “Freezing Conditions & Good weather”, “Fog/Mist/Poor Visibility”
- **Rough**: Όταν προκύπτει από τις πληροφορίες του μελετητή (investigation reports, websites) ότι η θάλασσα ήταν κυματώδης ή όταν οι πληροφορίες της βάσης Sea-web αναφέρουν, περιγράφοντας τον καιρό, τις φράσεις “Heavy weather”, “High winds”, “Typhoon”, “Hurricane”, “Snow & Hurricane”
- **Unknown**: Όταν οι πληροφορίες της Sea-web αναφέρουν “Unknown/Not reported” και ο μελετητής δε διαθέτει σχετικές πληροφορίες.

5. Η κατάσταση του πλοίου μετά το ατύχημα περιγράφεται στο πεδίο **Status of ship after the casualty**, το οποίο συμπληρώνεται με μία από τις επιλογές:

- Remains Afloat
- Sink Slowly
- Fast Sinking
- Unknown

6. Για την ποιοτική περιγραφή της έκτασης της ζημιάς που έχει υποστεί το πλοίο (είτε πρόκειται για ρήγμα, είτε όχι) συμπληρώνεται, επίσης, το πεδίο **Ship damage extent**, με μία από τις επιλογές:

- No damage sustained
- Minor damage
- Major damage
- Break up
- Total loss
- Unknown

### Σημειώσεις του μελετητή:

Στο τμήμα της βάσης που φαίνεται στο σχήμα Π.10, ο μελετητής έχει την ευκαιρία να κρατήσει κάποιες τελευταίες αλλά σημαντικές σημειώσεις σε σχέση με τα ατυχήματα.

Σχήμα Π.10

1. Μικρός χώρος διατίθεται για προσωπικές σημειώσεις του μελετητή (**Personal notes**), μετά τη συμπλήρωση όλων των πεδίων του ατυχήματος.
2. Αν υπάρχουν διαθέσιμα σχέδια για ένα ατύχημα, όπως σκαριφήματα ή κατασκευαστικά σχέδια, σημειώνεται με ✓ η επιλογή **Drawings**.
3. Αν υπάρχουν διαθέσιμες φωτογραφίες του πλοίου μετά το ατύχημα, στις οποίες είναι εμφανής η βλάβη που προκλήθηκε από αυτό, σημειώνεται με ✓ η επιλογή **Image**.
4. Αν ο μελετητής διαθέτει κάποια επίσημη έκθεση για το ατύχημα (investigation report), σημειώνεται με ✓ η επιλογή **Report**.
5. Στο πεδίο **Analyst's Severity**, οι διαθέσιμες επιλογές είναι:
  - Serious
  - Non-serious
  - Unclear

Στο πεδίο αυτό, το οποίο περιέχει την πληροφορία για τη σοβαρότητα του ατυχήματος, διατηρείται ακέραια η ένδειξη του πεδίου **Incident Severity** (Sea-web), με εξαίρεση 3 ατυχήματα, τα οποία χαρακτηρίστηκαν ως Not serious από τον αναλυτή:

- ID 44: Σύγκρουση RoPax με σκάφος αναψυχής μικρότερο των 100 κόρων. Επιφανειακές βλάβες στο βολβό και στην περιοχή της πλώρης για το RoPax.
- ID 316: Σύγκρουση RoPax με αλιευτικό σκάφος 48 κόρων. Καμία βλάβη για το RoPax.



- ID 423: Σύγκρουση RoPax με αλιευτικό σκάφος 23 κόρων. Καμία βλάβη για το RoPax.
  
- 6. Σε περίπτωση που κριθεί ότι το ατύχημα ανήκει σε κάποια άλλη κατηγορία, πέρα των collisions, contacts ή groundings, στα οποία αφορά η παρούσα μελέτη, σημειώνεται με ✓ η επιλογή **Other Incident Type**.