



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΛΕΤΗΣ ΠΛΟΙΟΥ ΚΑΙ ΘΑΛΑΣΣΙΩΝ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

«ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΟΥ ΝΑΥΑΓΙΟΥ ΤΟΥ Φ/Γ ΔΥΣΤΟΣ»

Αργυριάδης Γεώργιος

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: Απ. ΠΑΠΑΝΙΚΟΛΑΟΥ

ΑΘΗΝΑ 2015

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	5
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	7
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	9
1. ΤΑ ΣΗΜΑΝΤΙΚΟΤΕΡΑ ΝΑΥΑΓΙΑ ΣΤΙΣ ΕΛΛΗΝΙΚΕΣ ΘΑΛΑΣΣΕΣ	11
2. ΟΡΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΓΙΑ ΤΑ ΝΑΥΑΓΙΑ	33
3. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΝΑΥΑΓΙΟΥ ΤΟΥ ΠΛΟΙΟΥ «ΔΥΣΤΟΣ»	41
4. ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΑΣ ΜΕΙΩΣΗΣ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ ΛΟΓΩ ΑΚΟΛΟΥΘΟΥΝΤΩΝ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ	49
ΕΠΙΛΟΓΟΣ	79
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	81
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΜΟΝΤΕΛΟΥ	85
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β ΠΟΡΕΙΑ ΤΟΥ ΠΛΟΙΟΥ ΚΑΤΑ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ	94
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ ΠΙΝΑΚΕΣ ΑΠΟ ΑΤΛΑΝΤΕΣ ΑΝΕΜΟΥ - ΚΥΜΑΤΟΣ	95
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Δ ΑΝΑΛΥΤΙΚΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ ΜΕΤΑΚΕΝΤΡΙΚΟΥ ΥΨΟΥΣ ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΗΝ ΠΕΡΙΟΔΟ ΚΑΙ ΤΟ ΥΨΟΣ ΤΩΝ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ	100
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ε ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΟ ΥΛΙΚΟ ΚΑΙ ΥΛΙΚΟ ΑΡΧΕΙΟΥ	106

Θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές μου ευχαριστίες προς τον επιβλέποντα καθηγητή κ. Απ. Παπανικολάου για τις πολύτιμες συμβουλές και την καθοδήγησή του κατά την εκπόνηση της παρούσας διπλωματικής εργασίας.

Ακόμα θα ήθελα να ευχαριστήσω την κ. Αιμ. Αλησαφάκη για την υποστήριξη που μου παρείχε, χωρίς την οποία δεν θα ήταν δυνατή η ολοκλήρωση της συγκεκριμένης μελέτης.

Ιδιαίτερες ευχαριστίες οφείλω στον συμφοιτητή μου Αρσένο Δημήτριο για την βοήθειά του, τη διαρκή του ενθάρρυνση και την υποστήριξή του σε όλη τη διάρκεια της φοίτησής μου.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το βράδυ της 28^{ης} Δεκεμβρίου 1996 το Υπουργείο Εμπορικής Ναυτιλίας έλαβε σήμα κινδύνου από το Φ/Γ «ΔΥΣΤΟΣ» και το πρωί το ανατραπέν πλοίο εντοπίστηκε από αλιευτικά σκάφη. Αμέσως ξεκίνησε μια διαδικασία έρευνας και διάσωσης που κράτησε 4 ημέρες και απασχόλησε και τα Μέσα Μαζικής Ενημέρωσης.

Τα στοιχεία που βρήκαμε για το ναυάγιο ήταν κυρίως η πραγματογνωμοσύνη του Α.Σ.Ν.Α. και μερικά σχέδια του πλοίου. Τα έγγραφα αυτά ήταν αρκετά για να έχουμε μια επαρκή εικόνα για την κατάσταση στην οποία βρισκόταν το πλοίο και τις συνθήκες που αντιμετώπισε. Εάν είχαμε βρει περισσότερα (όπως για παράδειγμα οι ποσότητες των μεταφερόμενων καυσίμων) θα μπορούσαμε να μοντελοποιήσουμε με πιο μεγάλη ακρίβεια αυτές τις συνθήκες. Στο πλαίσιο, όμως, της παρούσας διπλωματικής εργασίας τα διαθέσιμα στοιχεία κρίνονται επαρκή για την εξαγωγή συμπερασμάτων.

Το συγκεκριμένο ατύχημα απασχόλησε την κοινή γνώμη της εποχής αρκετά λόγω της μεγάλης προβολής που είχε πάρει από τα Μέσα Ενημέρωσης, αλλά και λόγω της χρονικής συγκυρίας κατά την οποία αυτό συνέβη (εορταστική περίοδο Χριστουγέννων - Πρωτοχρονιάς). Ακούστηκαν τότε πολλές απόψεις για τα πιθανά αίτια, ανάμεσα στις οποίες ήταν η μετακίνηση φορτίου, η ελλιπής συντήρηση, η κακοκαιρία κ.ά. Εμείς επομένως επιχειρήσαμε μέσω της μελέτης και της ανάλυσης του ναυαγίου να καταλήξουμε σε κάποιο συμπέρασμα ως προς το ποια ήταν η κυριότερη αιτία που προκάλεσε την ανατροπή του «ΔΥΣΤΟΣ» και κατά πόσο συνέβαλλαν οι διάφοροι παράγοντες σε αυτήν.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Για την εκπόνηση της παρούσας διπλωματικής εργασίας χρησιμοποιήσαμε την έκθεση του Ανακριτικού Συμβουλίου Ναυτικών Ατυχημάτων (ΑΣΝΑ) που αναφέρεται στο ναυάγιο του Φ/Γ «ΔΥΣΤΟΣ», τα σχέδια και τα διάφορα έγγραφα που αφορούν στην ευστάθεια (Stability Booklet, Inclining Experiment) που μπορέσαμε να βρούμε στο αρχείο του συμβουλίου.

Στη συνέχεια χρησιμοποιώντας τα offsets που βρήκαμε στο έγγραφο με τίτλο “Tonnage Measurement” κατασκευάσαμε το μοντέλο του πλοίου στο πρόγραμμα AVEVA. Εφόσον τα χαρακτηριστικά της γάστρας συμφωνούσαν με αυτά από τα έγγραφα του πλοίου, οριοθετήσαμε τις διάφορες δεξαμενές και χώρους φορτίου, έχοντας ως βάση τα σχέδια μετά τη μετασκευή που υπέστη το πλοίο. Ακολούθως ελέγξαμε ότι τα υδροστατικά αποτελέσματα και η επιμέρους διάταξη των διαφόρων ομάδων βαρών που έδινε το πρόγραμμα για το μοντέλο συμφωνούσαν με τα πραγματικά. Για να επιτευχθεί αυτό ήταν απαραίτητη μια κυκλική διαδικασία ελέγχου και μικροδιορθώσεων, κυρίως όσον αφορά στον πυθμένα που κατασκευάστηκε στους χώρους φορτίου, καθώς τα σχέδια που είχαμε διαθέσιμα δεν είχαν μεγάλη ακρίβεια στο συγκεκριμένο στοιχείο.

Με τη βοήθεια της οδηγίας του IMO, MSC.1/Circ1228 εξετάσαμε το ενδεχόμενο το πλοίο να βρέθηκε σε δυσμενή κατάσταση λόγω ακολουθούντων κυματισμών. Στο συγκεκριμένο στάδιο πολύ χρήσιμοι φάνηκαν δυο άτλαντες ανέμου - κύματος για την περιοχή του Αιγαίου που είχαμε στη διάθεσή μας και το δελτίο καιρού για τη συγκεκριμένη μέρα που περιέχεται στην έκθεση του ΑΣΝΑ. Έτσι έγινε μια εκτίμηση σχετικά με την κατάσταση της θάλασσας που είναι πιθανό να συνάντησε το «ΔΥΣΤΟΣ» κατά την πορεία του. Χρησιμοποιώντας το πρόγραμμα AVEVA υπολογίσαμε τα υδροστατικά μεγέθη του πλοίου, όταν συναντάει τους συγκεκριμένους κυματισμούς, κατά περίπτωση όταν το πλοίο είναι στην κορυφή και όταν είναι στη κοιλάδα του κύματος.

Το πόρισμα του ΑΣΝΑ δίνει βαρύτητα στην πλημμελή συντήρηση από την εταιρία και σε παραλείψεις από τον Ελληνικό Νηογνώμονα ως προς τις επιθεωρήσεις που αυτός έκανε στο πλοίο και στην μετασκευή του. Τα στοιχεία για την μετασκευή που είχαμε στη διάθεσή μας δεν ήταν πολλά, πέρα από το εγχειρίδιο ευστάθειας στο οποίο το ΑΣΝΑ έχει διατυπώσει κάποιες παρατηρήσεις (μικρό αριθμητικό λάθος στο Lightship), οι οποίες όμως κατά την εκτίμησή μας δεν αλλάζουν πολύ τα δεδομένα.

Από τα αποτελέσματα της μελέτης, λοιπόν, διαπιστώνουμε ότι το κύριο αίτιο της τραγωδίας ήταν οι πολύ δυσμενείς καιρικές συνθήκες που επικρατούσαν στη περιοχή. Το ενδεχόμενο να υπήρξε μετατόπιση φορτίου, δεν έχει αποκλειστεί και πιθανόν να επιδείνωσε την κατάσταση, αλλά δεν ήταν προαπαιτούμενο για την ανατροπή του πλοίου. Τέλος, δεν θεωρείται πιθανή η εισροή υδάτων που επικαλείται το ΑΣΝΑ, με δεδομένο ότι το πλοίο έμεινε στην επιφάνεια χωρίς παροχή αέρα για περίπου τρεις ημέρες.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΤΑ ΣΗΜΑΝΤΙΚΟΤΕΡΑ ΝΑΥΑΓΙΑ ΣΤΙΣ ΕΛΛΗΝΙΚΕΣ ΘΑΛΑΣΣΕΣ

ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

Η Ελλάδα από τα αρχαία χρόνια της ιστορίας της βασιζόταν στις θαλάσσιες μεταφορές και όλη η δομή της κοινωνίας και της οικονομίας βασίζεται στη χρήση του πλοίου για το εμπόριο, την οικονομία και την επικοινωνία των ανθρώπων.

Οι ελληνικές θάλασσες παρουσιάζουν ιδιαιτερότητες κυρίως όχι τόσο για τις επικίνδυνες καιρικές συνθήκες – δεν υπάρχουν ανεμοθύελλες και θηριώδεις κυματισμοί όπως σε ωκεανούς και τις ασιατικές θάλασσες, ούτε ομίχλες και κακή ορατότητα – όσο για τη στενότητα, την ύπαρξη βραχώδους ακτογραμμής με επικίνδυνους υφάλους και αβαθή καθώς και τη μεγάλη κινητικότητα των πλοίων.

Η πλεύση απαιτεί ιδιαίτερη προσοχή από τα πληρώματα και τους πλοιάρχους λόγω των παραπάνω ειδικών συνθηκών. Βέβαια οι αιτίες των ναυαγίων αλλάζουν από εποχή σε εποχή καθώς τα πλοία εξελίσσονται και παρέχουν άλλες δυνατότητες ελέγχου και ελιγμών για την αποφυγή των ατυχημάτων, οι χάρτες και τα συστήματα πλοήγησης παρέχουν σαφή εικόνα για τις ακτές και το βυθό και η εκπαίδευση των ναυτικών είναι η καλύτερη δυνατή.

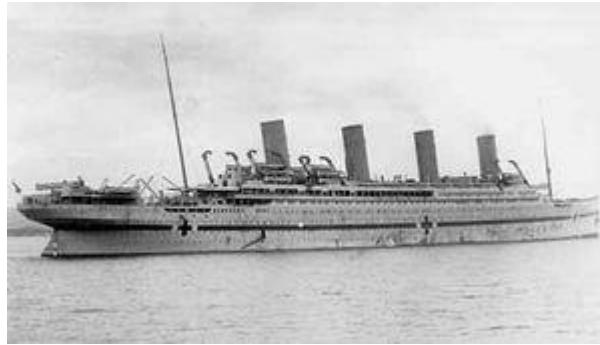
Ιστορικό των σημαντικότερων ελληνικών ναυαγίων.

Δυστυχώς η χώρα μας έχει πλούσια ιστορία σε ναυάγια. Πότε από τραγικά ανθρώπινα λάθη και πότε από ατυχία έχουμε θρηνήσει εκατοντάδες θύματα στις ελληνικές θάλασσες τις τελευταίες δεκαετίες.

Βρετανικός, Στενό της Κέας, 1916 : 30 νεκροί

Ήταν το "μεγάλο αδελφάκι" του Τιτανικού, κατασκευασμένο και αυτό, σε ναυπηγείο του Μπέλφαστ το 1914 -1915.

Ο Βρετανικός επρόκειτο να νηολογηθεί στη γραμμή Νέα Υόρκη – Σαουθάμπτον, αλλά τον πρόλαβε ο Α΄ Παγκόσμιος Πόλεμος. Το πλοίο επιτάχθηκε από το βρετανικό ναυτικό και από τις 13 Νοεμβρίου 1915 ανέλαβε καθήκοντα πλωτού νοσοκομείου.



Εικόνα 1

Άρχισε τη δράση του στην περιοχή του ανατολικού Αιγαίου και της Μέσης Ανατολής, από όπου παραλάμβανε και μετέφερε ασθενείς στη Μεγάλη Βρετανία. Κατόρθωσε ασφαλώς πέντε ταξίδια, πριν το μοιραίο έκτο.

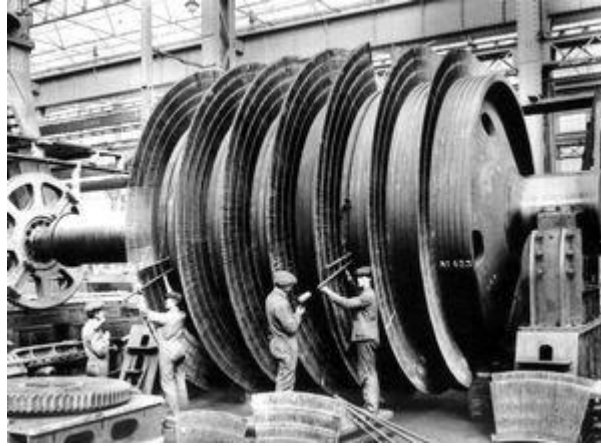
Στις 21 Νοεμβρίου 1916 στην περιοχή μεταξύ Σουνίου και Κέας, οι επιβαίνοντες αισθάνθηκαν το πλοίο να χτυπά κάπου – ακούστηκε ένας δυνατός θόρυβος αλλά θεώρησαν ότι μάλλον επρόκειτο για κάποια μικρή βάρκα.



Εικόνα 2

Η αυτοψία έδειξε ότι τα πράγματα ήταν πολύ χειρότερα. Τα τέσσερα πρώτα στεγανά και το λεβητοστάσιο είχαν γεμίσει με νερό μέσα σε ελάχιστο χρόνο.

Στις 8.35 δόθηκε η εντολή για την εκκένωση, αλλά ήδη κάποιοι είχαν βιαστεί να εγκαταλείψουν το πλοίο.



Εικόνα 3

Το βρετανικό πολεμικό Ηρωικός μάζεψε περί τους 500 ενώ 150 κατόρθωσαν να κολυπήσουν μέχρι την ακτή.



Εικόνα 4

Διεσώθησαν 1.036 άνθρωποι. Χάθηκαν 30 ζωές. Το κουφάρι του Βρετανικού ανακάλυψε κι εξερεύνησε η ομάδα του Ζακ Υβ Κουστό το 1975.



Εικόνα 5



Εικόνα 6

Έρευνες στο δεύτερο μισό του 20ου αιώνα κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η αιτία της βύθισης ήταν η πρόσκρουσή σε νάρκη που είχε ποντίσει στην περιοχή το γερμανικό υποβρύχιο U-73 λίγες εβδομάδες πριν.

Χειμάρα , Νότιος Ευβοϊκός, 1947 : Τουλάχιστον 383 νεκροί

"Ο Τιτανικός της Ελληνικής Ακτοπλοΐας"

Υπήρξε το χειρότερο και πιο πολύνεκρο δυστύχημα στην ιστορία της χώρας μας. Απέπλευσε στις 8:30 το πρωί της 18ης Ιανουαρίου 1947, από τη Θεσσαλονίκη για τον Πειραιά, με 544 επιβάτες και 86 άνδρες πλήρωμα.



Εικόνα 7

Στις 4:10 τα ξημερώματα της 19ης Ιανουαρίου έπλεε στον Νότιο Ευβοϊκό προσέκρουσε λόγω της πυκνής ομίχλης στις βραχονησίδες Βερδούγια, μεταξύ Νέων Στύρων και Αγίας Μαρίνας.



Εικόνα 8

Η σφοδρή πρόσκρουση προκάλεσε εισροή υδάτων και σοβαρό πρόβλημα στο πηδάλιο του πλοίου, με αποτέλεσμα να παραμείνει ακυβέρνητο. Το πλήρωμα του Χειμάρα δεν φρόντισε να διατηρήσει την τάξη κατά την εγκατάλειψη του σκάφους, που έγινε τελείως ανεξέλεγκτα.



Εικόνα 9

Αν και το επιβατηγό βυθίστηκε μιάμιση ώρα αργότερα και σε απόσταση μόλις ενός μιλίου από την Αγία Μαρίνα, ο πανικός που επικράτησε κατά την εγκατάλειψη του πλοίου, το φοβερό ψύχος και τα ισχυρά θαλάσσια ρεύματα της περιοχής, είχαν ως αποτέλεσμα να χάσουν τη ζωή τους τουλάχιστον 383 άνθρωποι. Ανάμεσά τους πολλά γυνακόπαιδα, πολιτικοί κρατούμενοι και χωροφύλακες συνοδοί.



Εικόνα 10

Στη δίκη που ακολούθησε, ο δεύτερος πλοίαρχος Μπέρτολς, που ήταν βάρδια την ώρα του ναυαγίου, καταδικάστηκε σε φυλάκιση 20 μηνών και ο πλοίαρχος Μπελέσης σε φυλάκιση 15 μηνών με αναστολή.



Εικόνα 11

Υπάρχουν και άλλες εκδοχές για το ναυάγιο, όπως ότι προσέκρουσε σε μαγνητική θαλάσσια νάρκη ή ότι έγινε σαμποτάζ.

Ηράκλειον, 1966 : θαλάσσια περιοχή της Φαλκονέρας στο Μυρτώο Πέλαγος : 217 νεκροί

"SOS, από Ηράκλειον, στίγμα μας 36° 52' Β., 24° 08 Α., Βυθιζόμεθα".

Ήταν 02.06 το πρωί της 8ης Δεκεμβρίου 1966 όταν το επιβατηγό - οχηματαγωγό Ηράκλειον βυθίστηκε στη θαλάσσια περιοχή της Φαλκονέρας στο Μυρτώο Πέλαγος.



Εικόνα 12

Το μοιραίο βράδυ οι καιρικές συνθήκες ήταν πολύ άσχημες, με τους ανέμους 9 μποφόρ. Στις 8.00 μμ απέπλευσε από την Σούδα της Κρήτης για Πειραιά.



Εικόνα 13

Μέσα σε υψηλό κυματισμό με συνεχείς διατοιχισμούς το τελευταίο όχημα φορτηγό ψυγείο 5 τόνων με φορτίο πορτοκάλια άρχισε να κινείται και να προσκρούει στους πλευρικούς καταπέλτες εκ των οποίων ο ένας, είτε γιατί δεν είχε ασφαλισθεί με τους πείρους είτε γιατί αυτό είχε γίνει πλημμελώς άνοιξε.



Εικόνα 14

Από τον πλευρικό καταπέλτη που υποχώρησε, το φορτηγό ψυγείο έπεσε στη θάλασσα η οποία και κατέκλυσε στη συνέχεια όλο τον χώρο των οχημάτων. Μετά την έξοδο του φορτηγού ψυγείου στην θάλασσα, το πλοίο ήλθε πάλι στην θέση του και αιωρείτο στην επιφάνεια της θάλασσας με μόνο τις ηλεκτρογεννήτριες ασφαλείας σε ενεργεία για περίπου 15-20 λεπτά και κατόπιν λόγω της μεγάλης πλέον ελεύθερης επιφάνειας υδάτων που είχαν κατακλύσει το γκαράζ, το πλοίο άρχισε να παίρνει πολύ μεγάλες κλίσεις που στο τέλος οδήγησαν στη βύθιση του. Το πλοίο βυθίστηκε πρώτα με την πλώρη.



Εικόνα 15

Από τους 73 ναυτικούς (πλήρωμα) του πλοίου και τους 191 επιβάτες σώθηκαν μόνο 46, (16 από το πλήρωμα και 30 επιβάτες), οι υπόλοιποι 217 πνίγηκαν.

Πλοίαρχος του πλοίου ήταν ο Εμμ. Βερνίκος που αν και ήταν ο πρώτος που έπεσε στην θάλασσα φέροντας σωσίβιο, όπως είπαν οι διασωθέντες αξιωματικοί, ποτέ δεν βρέθηκε ο ίδιος ή το πτώμα του.

Παναγιώτης, Παραλία Αγίου Γεωργίου, Ζάκυνθος 1982

"Ναυάγιο"

Το ναυάγιο συνέβη το 1982, όταν το πλοίο Παναγιώτης μετέφερε παράνομα τσιγάρα, από την Τουρκία σε διεθνή ύδατα, οπού θα τα πουλούσε σε προσυμφωνημένο σημείο. Το πλοίο, ωστόσο, λόγω εξαιρετικά δυσμενών καιρικών συνθηκών και χαλασμένης μηχανής, βρέθηκε εκτός πορείας και σύντομα έπεσε στα βράχια της βορειοδυτικής πλευράς της Ζακύνθου.



Εικόνα 16



Εικόνα 17



Εικόνα 18



Εικόνα 19



Εικόνα 20

Σήμερα είναι το πιο πολύ - φωτογραφημένο αξιοθέατο του νησιού και σήμα κατατεθέν του. Φιγουράρισε στα εξώφυλλα τουριστικών οδηγιών και οδικών χαρτών. Έγινε πόστερ, και αναρτήθηκε στις εισόδους εισδοχής επισκεπτών: αεροδρόμια, λιμεναρχεία, σταθμούς λεωφορείων και τρένων ολόκληρης της χώρας, αλλά και ταξίδεψε σε όλον τον πλανήτη.

Χρυσή Αυγή, Ανοιχτά της Καρύστου, 1983 : 26 νεκροί

Το οχηματαγωγό Χρυσή αυγή βυθίστηκε στα ανοιχτά της Καρύστου έπειτα από έκρηξη και ανατροπή, με αποτέλεσμα 26 άτομα να θαφτούν στο υγρό κοιμητήριο του ακρωτηρίου Μαντήλι της Εύβοιας.



Εικόνα 21

Είχε αποπλεύσει από το λιμένα Ραφήνας με προορισμό τα νησιά Άνδρο, Τήνο, Πάρο και Νάξο, μεταφέροντας 9 βυτιοφόρα, 4 φορτηγά, με πλήρωμα 23 ατόμων και 14 οδηγούς αυτοκινήτων. Στις 6.35 μ.μ. και ενώ βρισκόταν σε απόσταση 4 ν.μ. από το ακρωτήριο Μαντήλι έστειλε σήμα κινδύνου. Ο εφιάλτης για τους 47 ανθρώπους είχε μόλις αρχίσει.

Ο ισχυρός κρότος της έκρηξης σήμανε τον κίνδυνο. Με σπαρακτικές κραυγές οι επιβάτες της Χρυσής αυγής καλούσαν σε βοήθεια. Στη συνέχεια έπεσαν στο νερό για να σωθούν. Άλλοι τα κατάφεραν, άλλοι όμως χάθηκαν για πάντα, αφού την ώρα της τραγωδίας στην περιοχή φυσούσαν άνεμοι έντασης 8 Μποφόρ.



Εικόνα 22

Το γεγονός ότι κοντά στο Μαντήλι, την ώρα του ναυαγίου, έπλεε το σοβιετικό φορτηγό Γιέκος Κασίλι στάθηκε σωτήριο για πολλούς από τους

διασωθέντες. Ο πλοίαρχος, ρισκάροντας, πλησίασε πολύ κοντά στο μισοβυθισμένο, την ώρα εκείνη, οχηματαγωγό και άρχισε αμέσως να ρίχνει τις σκάλες του στο νερό, με αποτέλεσμα να σωθούν μερικοί ναυαγοί.

Δύστος, 3,5 ναυτικά μίλια ανατολικά από την Κύμη, 1996 : 20 νεκροί

Αναλυτικά λεπτομέρειες για το ναυάγιο του Δύστος παρουσιάζονται στη συνέχεια της παρούσας εργασίας που αφορά καθαρά αυτή τη ναυτική τραγωδία.

Ήταν ελληνικό εμπορικό φορτηγό πλοίο, τύπου "Bulk Carrier", που βυθίστηκε στις 29 Δεκεμβρίου του 1996. Είχε ναυπηγηθεί το 1970 και το προηγούμενο όνομά του πριν να αγορασθεί ήταν "MINA ENTREGO". Ήταν χρονοναυλομένο από την ΑΓΕΤ - Ηρακλής για μεταφορικές ανάγκες της με ειδική διασκευή μεταφοράς "χύμα" τσιμέντου.



Εικόνα 23

Στο ναυάγιο αυτό έχασαν την ζωή τους 20 επιβαίνοντες. Από την έρευνα των πραγματογνωμόνων ως αιτία του ναυαγίου θεωρήθηκε αναμφίβολα η μετατόπιση φορτίου η οποία και επέφερε την άτανδρη ανατροπή του πλοίου



Εικόνα 24

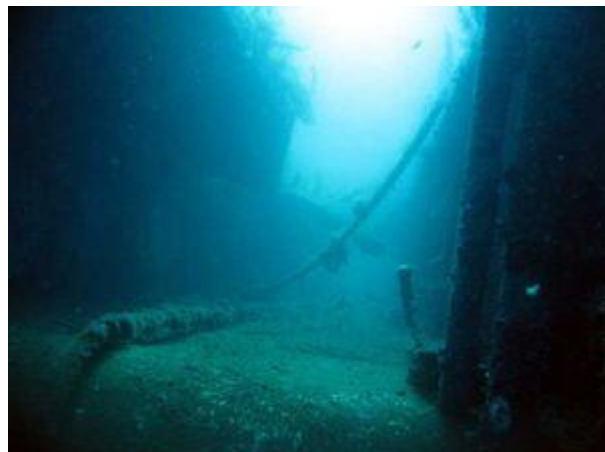


Εικόνα 25

Με πλοίαρχο τον Ιωάννη Τσιτσιρίκη και πλήρωμα 21 Έλληνες ναυτικούς, απέπλευσε από τις εγκαταστάσεις της ΑΓΕΤ-Ηρακλής Βόλου στις 26 Δεκεμβρίου του 1996, φορτωμένο με 5.300 τόνους τσιμέντο. Το πλοίο είχε προορισμό τις εγκαταστάσεις λιμένος Δραπετσώνας, όμως, εξαιτίας των ιδιαίτερα κακών καιρικών συνθηκών, το φορτηγό-πλοίο προσέγγισε σε νότιο όρμο της νήσου Σκιάθου.



Εικόνα 26



Εικόνα 27

Το Δύστος παρέμεινε εκεί για 2 ημέρες, αφού οι θυελλώδεις άνεμοι και η φουρτούνα δεν κόπαζαν. Τελικά, ο Πλοίαρχος, πιθανόν κατόπιν και παρότρυνσης του πληρώματος για να επιστρέψουν σπίτι τους για την Πρωτοχρονιά, αποφάσισε να αποπλεύσει και να συνεχιστεί το ταξίδι προς τον Πειραιά. Η τελευταία φορά που καταγράφηκε επικοινωνία του Φ/Γ Δύστος, ήταν στις 20.00 όταν επικοινωνήσε με το εμπορικό motorship Λένα.



Εικόνα 28

Την επόμενη μέρα, γύρω στις 05.15, το αλιευτικό Σαρωνικός εντόπισε το Δύστος να πλέει ανεστραμμένο 3,5 ανατολικά της Κύμης, ενώ εντόπισε και έσωσε τον δόκιμο πλοίαρχο Χρήστο Αναγνώστου.

Πυραυλακάτος Κωστάκος, Σάμος, 2000 : 4 νεκροί

Αραγμένο σε έναν όρμο λίγο έξω από το λιμάνι της Σάμου με τα φώτα του κλειστά, όπως όριζε η άσκηση του Πολεμικού Ναυτικού "Παρμενίων", βρισκόταν η πυραυλάκατος του Ελληνικού Πολεμικού Ναυτικού Κωστάκος.



Εικόνα 29

Το επιβατηγό Σάμαινα που σύμφωνα με την κατάθεση του καπετάνιου του δεν γνώριζε ότι η πυραυλάκατος βρισκόταν στη θαλάσσια περιοχή το αντιλήφθηκε λίγο πριν από τη σφοδρή σύγκρουση. Το αποτέλεσμα ήταν η βύθιση του Κωστάκος, στις 6.45 το απόγευμα, λίγα μέτρα από το ακρωτήριο Αυλάκια. Το Σάμαινα δεν έπαθε απολύτως τίποτα.

Ο πλοίαρχος του επιβατηγού διέταξε το πλοίο να περισυλλέξει τους ναυαγούς, ενώ ειδοποιήθηκε το λιμεναρχείο της Σάμου, άντρες του οποίου κατέφθασαν με πλωτά σκάφη. Από τα 38 μέλη του πληρώματος του Κωστάκος τέσσερις άνδρες του Πολεμικού Ναυτικού έχασαν τη ζωή τους.

Εξπρές Σαμίνα , νησιδες "Πόρτες", Πάρος, 2000 : 81 νεκροί

Το Εξπρές Σάμινα ήταν πλοίο που εκτελούσε την ακτοπλοϊκή γραμμή Πειραιάς - Πάρος - Νάξος - Ικαρία - Σάμος - Πάτμος με τελικό προορισμό τους Λειψούς.



Εικόνα 30

Το δρομολόγιο που εκτελέστηκε στις 26 Σεπτεμβρίου του 2000, είχε ως κατάληξη μία από τις μεγαλύτερες ναυτικές τραγωδίες στην Ελλάδα με 81 νεκρούς, την δεύτερη μεγαλύτερη μετά το ναύαγιο του οχηματαγωγού Ηράκλειον.



Εικόνα 31

Το βράδυ της 26ης Σεπτεμβρίου του 2000 το Εξπρές Σάμινα σαλπάρει από το λιμάνι του Πειραιά με 533 άτομα, από τα οποία τα 472 ήταν επιβάτες και τα υπόλοιποι 61 το πλήρωμα.



Εικόνα 32

Λίγο πριν τις 22.00, ενώ το πλοίο ετοιμάζεται για τον κατάπλου του στο λιμάνι της Παροικιάς της Πάρου, προσκρούει στις 22.12 με ανέμους 8 μποφόρ, 2 μίλια ανοικτά της Πάρου, με ταχύτητα 18 μιλίων, στις χαρτογραφημένες νησίδες "Πόρτες".

Αυτό είχε ως αποτέλεσμα τα βράχια να σχίσουν τα ύφαλα του πλοίου προκαλώντας του ρήγμα περίπου τριών μέτρων στη βάση του πτερύγιου εξισορρόπησης με το νερό να εισβάλλει στο μηχανοστάσιο του πλοίου παίρνοντας γρήγορα κλίση προς τα δεξιά και βυθίζοντάς το σε 25 λεπτά.

Ο λιμενάρχης Πάρου, Δημήτρης Μάλαμας, έχασε τη ζωή του το ίδιο βράδυ από το άγχος και την πίεση κατά τη διάρκεια της επιχείρησης για τη διάσωση των ναυαγών.

Sea Diamond, Σαντορίνη, 2007 : 2 αγνοούμενοι (γάλλοι Ζαν Κριστόφ Αλέν 45 ετών και η κόρη του Μοντ 16 ετών).

Τη Μεγάλη Πέμπτη, 5 Απριλίου του 2007, το κρουαζιερόπλοιο Sea Diamond της εταιρείας Louis Hellenic-Cruises ξεκίνησε από το λιμάνι του Ηρακλείου περίπου στις 12 το μεσημέρι με προορισμό τη Σαντορίνη, όπου και θα παρέμενε για 4-5 ώρες.



Εικόνα 33

Μια ώρα μετά την αναχώρηση συνέβη βλάβη στη μία από τις τέσσερις κύριες μηχανές του πλοίου σε αντλία πετρελαίου και η μηχανή βγήκε εκτός λειτουργίας.



Εικόνα 34

Μετά από περίπου τρεις ώρες ταξιδιού, με τις τρεις μόνο μηχανές, και ταυτόχρονες επισκευές εν πλω, η μηχανή μπήκε σε λειτουργία, 15 λεπτά πριν την πρόσκρουση.



Εικόνα 35

Αντί να ευθυγραμμιστεί μεταξύ της σηματοδούρας Νο4 και της «γλώσσας» που έβγαζε στη στεριά, βρέθηκε δύο ναυτικά στάδια νοτιότερα, προς το ακρωτήριο Αλωνάκι. Στο σημείο εκείνο το πλοίο προσέκρουσε σε ξέρα κοντά στην πλώρη του, με τη δεξιά του πλευρά, στις 15:30, και άρχισε να βάζει νερά.



Εικόνα 36



Εικόνα 37

Το λιμεναρχείο ενημερώθηκε 17 λεπτά μετά την πρόσκρουση από τον πλοίαρχο, όπως λέει ο ίδιος, ενώ στη συνέχεια ο πλοίαρχος δεν απαντούσε για μισή ώρα «στις επανειλημμένες προσπάθειες που έγιναν από πλευράς λιμεναρχείου για επικοινωνία μέσω VHF». Στις 15:40 το πλοίο είχε πάρει μεγάλη κλίση και ζητήθηκε από τους ιδιώτες λεμβούχους της περιοχής να σπεύσουν σε βοήθεια κοντά στο Sea Diamond και στις 16:10 ανακοινώνεται από το λιμεναρχείο πως έχει δοθεί εντολή εγκατάλειψης του πλοίου.



Εικόνα 38

Αρχικά ο κόσμος κατέβαινε μέσα στις βάρκες που αφήνονταν στο νερό αργά με τη βαρύτητα καθώς τα ηλεκτρικά βίντσια δε λειτουργούσαν.



Εικόνα 39

Η διαδικασία ήταν αργή και οι βάρκες δε μπορούσαν να τραβηχτούν πάλι στο πλοίο για να μεταφέρουν και τους υπόλοιπους στα παραπλέοντα σκάφη. Επίσης δύσκολα οι ιδιώτες λεμβούχοι περισυνέλεξαν τον κόσμο από τις ανεμόσκαλες, και έπειτα μόνο από αυτές όταν όλες οι βάρκες είχαν πια κατέβει στο νερό.

Η πρύμνη του πλοίου ήταν δεμένη στη στεριά ενώ την πλώρη την κρατούσε το ανοιχτού τύπου Νήσος Θηρασία που είχε βοηθήσει στην αποκόλληση του S.D. όταν οι μηχανές του είχαν σταματήσει. Στη συνέχεια ανέλαβε να συγκρατεί το πλοίο το ρυμουλκό Λέων 1 και το Νήσος Θηρασία έσπευσε στην αριστερή του πλευρά που βρισκόταν ο μικρός καταπέλτης, από όπου και συνεχίστηκε με πιο γρήγορους ρυθμούς η εκκένωση του πλοίου και συνέλεξε και τους υπόλοιπους επιβάτες και πλήρωμα, περί τα 500 άτομα.



Εικόνα 40

Στις 18:30 η διαδικασία της εκκένωσης είχε ολοκληρωθεί, και παρέμεναν εντός του πλοίου 27 άτομα του πληρώματος.

Οι δύο Γάλλοι, πατέρας και κόρη, κηρύχθηκαν «σε αφάνεια» από γαλλικό δικαστήριο, καθώς με τη σύγκρουση το δεύτερο κατάστρωμα ήταν απροσπέλαστο από την εισροή των υδάτων σε αυτό και στο βυθισμένο πλέον πλοίο, παρόλο που έσπευσαν δύτες λίγες μέρες μετά για τον εντοπισμό τους, δε βρέθηκαν ποτέ οι σοροί τους.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΟΡΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΓΙΑ ΤΑ ΝΑΥΑΓΙΑ

Κεφάλαιο 2: Ορισμός και βασικές έννοιες για τα ναυάγια

Ορισμοί με βάση το Ναυτικό Δίκαιο:

1. Ναυτικό ατύχημα ή θαλάσσιο ατύχημα (casualty)

Πρόκειται για κάθε θαλάσσιο συμβάν με συνέπεια την απώλεια ή βλάβη του πλοίου ή του φορτίου του. Τα ναυτικά ατυχήματα διακρίνονται σε τυχαία, υπαίτια και δόλια. Είδη ναυτικών ατυχημάτων: ζημίες από κακοκαιρία, αβαρίες, βυθίσεις, προσαράξεις, συγκρούσεις, προσκρούσεις, πυρκαγιές, εκρήξεις, εσωτερικές ζημίες (π.χ. διαρροή, απώλεια αγκύρων).

Διαδικασία κατά το ελληνικό Δίκαιο

- Διερεύνηση των αιτιών από τη χώρα της οποίας τη σημαία φέρει το πλοίο.
- Διοικητικός έλεγχος του ναυτικού ατυχήματος (ν.δ. 712/1970, ΦΕΚ Α'237/1970):

επιμέρους προανάκριση, τακτική ανάκριση, διαβίβαση της δικογραφίας στο Ανακριτικό Συμβούλιο Ναυτικών Ατυχημάτων που γνωμοδοτεί για πειθαρχικές ή ποινικές ευθύνες ή παράλληλα εισαγωγή της υπόθεσης στα ποινικά δικαστήρια του τόπου νηολόγησης του πλοίου ή της έδρας της εταιρείας που το διαχειρίζεται.

2. Κοινή αβαρία (ΚΙΝΑ, άρθρ. 219-234)

Κοινές αβαρίες αποτελούν οι ζημίες και οι έκτακτες δαπάνες που γίνονται εκούσια και κατ' εύλογη κρίση με σκοπό τη σωτηρία του πλοίου ή του φορτίου από κοινό θαλάσσιο κίνδυνο, εφόσον επήλθε το επιδιωκόμενο αποτέλεσμα.

Κοινή αβαρία αποτελεί και η δαπάνη για αποφυγή άλλης δαπάνης η οποία θα είχε τον χαρακτήρα κοινής αβαρίας, αλλά μόνο μέχρι του ποσού της τελευταίας. Κοινή αβαρία υπάρχει και στην περίπτωση κατά την οποία το γεγονός που δημιούργησε τον κίνδυνο οφείλεται σε ελάττωμα του πλοίου ή του φορτίου ή σε πταίσμα του πλοιάρχου ή του δικαιούχου του φορτίου. Ο ωφελούμενος από την αβαρία θα στραφεί αναγωγικά κατά του υπαίτιου.

Κοινή αβαρία συνιστούν επίσης α) ο μισθός και τα έξοδα τροφοδοσίας του πληρώματος και οι λοιπές δαπάνες λόγω του ότι εμποδίστηκε ο πλους μετά

από διαταγή της Πολιτείας, ή επειδή το πλοίο αναγκάστηκε να παραμείνει σε κάποιο λιμάνι εξαιτίας πολέμου ή άλλης παρεμφερούς αιτίας, β) ο μισθός και τα έξοδα τροφοδοσίας του πληρώματος στον λιμένα προσόρμισης του πλοίου για την εκτέλεση των απαραίτητων επισκευών για τη συνέχιση του πλου, εφόσον αυτές αποτελούν κοινή αβαρία.

Το μέγεθος της ζημίας μπορεί να φθάνει έως τη θυσία όλου του πλοίου για χάρη του φορτίου ή και αντίστροφα. Ο θεσμός αυτός δίνει αξίωση στον υφιστάμενο τη θυσία και υποχρέωση στον ωφεληθέντα από την αποτροπή του κινδύνου για επιμερισμό της ωφέλειας και της θυσίας. Ο πλοίαρχος υποχρεούται να συντάξει έγγραφη έκθεση, αμέσως μόλις αυτό καταστεί δυνατόν, σχετικά με τις αποφάσεις που έχουν ληφθεί και τις αιτιολογίες τους, με τις ενέργειες που έκανε για την κοινή αβαρία και για τα πράγματα που διασώθηκαν ή έπαθαν ζημία. Η έκθεση αυτή υπογράφεται από τους επιστήμονες του πληρώματος και αντιγράφεται στο ημερολόγιο της γέφυρας.

Οι αξιώσεις και υποχρεώσεις από κάθε συγκεκριμένο κίνδυνο εκκαθαρίζονται συνολικά και η εκκαθάριση αποτυπώνεται λογιστικά στον λογαριασμό διακανονισμού αβαρίας (Average Adjustment). Ο διακανονισμός της αβαρίας γίνεται στον τελικό λιμένα της εκφόρτωσης ή σε εκείνον όπου διακόπηκε το ταξίδι, με επιμέλεια του πλοίαρχου από τους διακανονιστές αβαριών. Οι διακανονιστές (Average Adjuster) είναι ελεύθεροι επαγγελματίες και νομικά τεχνικά μέλη του Association of Average Adjusters και του Lloyd's. Διορίζονται από τον Πρόεδρο των Πρωτοδικών ή τον Ειρηνοδίκη και στο εξωτερικό από την Προξενική ή επιτόπια Αρχή. Οι διακανονιστές καταγράφουν λεπτομερώς όλα τα στοιχεία που συνθέτουν την απαίτηση κατά των ασφαλιστών σε ειδικό πίνακα (Adjustment), ο οποίος υποβάλλεται στους ασφαλειομεσίτες για μελέτη και διευθέτηση. Ο διακανονισμός στη συνέχεια επικυρώνεται από το Πρωτοδικείο και στο εξωτερικό από την Προξενική ή επιτόπια αρχή.

3. Σύγκρουση πλοίων (ΚΙΝΔ, άρθρ. 235-245)

Ως σύγκρουση πλοίων μπορεί να θεωρηθεί η βίαιη υλική επαφή των πλοίων στον θαλάσσιο χώρο, αποτέλεσμα είτε ανθρώπινου παράγοντα είτε τυχαίου γεγονότος. Στην πρώτη περίπτωση οι ζημίες βαρύνουν το υπαίτιο πλοίο. Σε περίπτωση κοινής υπαιτιότητας κάθε πλοίο βαρύνεται ανάλογα με την μερίδιο ευθύνης του. Σε κάθε άλλη (ανωτέρα βία, τυχαίο γεγονός, αμφιβολίες για τα αίτια της σύγκρουσης) οι ζημίες βαρύνουν τα πλοία που τις υπέστησαν. Η ως

άνω ευθύνη των πλοίων είναι όμως ανεξάρτητη από την ευθύνη των υπαίτιων προσώπων ως προς τους ζημιωθέντες και τους πλοιοκτήτες.

Μετά τη σύγκρουση ο πλοίαρχος κάθε πλοίου που συγκρούστηκε οφείλει α) να βοηθήσει το άλλο πλοίο, το πλήρωμα και τους επιβάτες του, εφόσον δεν υπάρχει σοβαρός κίνδυνος για το δικό του πλοίο και τους επιβαίνοντες σε αυτό και β) να γνωρίσει, εάν το επιτρέπουν οι συνθήκες, στο άλλο πλοίο τα στοιχεία του πλοίου του (όνομα, λιμένας νηολόγησης, λιμένας απόπλου και προορισμού). Η μη παροχή βοήθειας στο άλλο πλοίο και η παράβαση του Κανονισμού αποφυγής συγκρούσεων συνιστούν ειδικά ναυτικά εγκλήματα για τον πλοίαρχο (ΚΔΝΔ, άρθρ. 224, 225).

Τέλος, για την εξακρίβωση των αιτίων της σύγκρουσης διενεργείται διοικητικός έλεγχος από το Ανακριτικό Συμβούλιο Ναυτικών Ατυχημάτων και οι αγωγές για την αποκατάσταση των ζημιών εκδικάζονται από τα ελληνικά δικαστήρια όταν α) ο υπαίτιος της σύγκρουσης κατοικεί ή διαμένει στην Ελλάδα, β) το πλοίο έχει ελληνική ιθαγένεια, γ) η σύγκρουση έγινε στα ελληνικά χωρικά ύδατα, δ) η Ελλάδα είναι ο τόπος κατάσχεσης του πλοίου, έστω και εάν η κατάσχεση ήρθε πριν από την έγερση της αγωγής.

4. Ναυάγιο (ΚΔΝΔ, άρθρ. 134, 195-201)

Ως ναυάγιο νοείται η καταστροφή του σκάφους λόγω ατυχήματος (π.χ. κακοκαιρία, προσάραξη, σύγκρουση, δολιοφθορά, πολεμικές επιχειρήσεις), όπως και το ίδιο το σκάφος μετά την καταστροφή. Κατά τον ΚΔΝΔ, η Λιμενική Αρχή, μόλις λάβει σχετική γνώση κινητοποιεί κάθε δυνατό μέσο για παροχή βοήθειας και διάσωσης των επιβαινόντων. Για τον σκοπό αυτό η ως άνω αρχή κινητοποιεί όλα τα μέσα που διαθέτει και κάθε κατάλληλο ιδιωτικό μέσο, το πλήρωμα του οποίου υποχρεούται να συμμορφωθεί με τις υποδείξεις της και να προσφέρει βοήθεια στους ναυαγούς. Επίσης η Λιμενική Αρχή υποχρεούται να προσφέρει βοήθεια για τη διάσωση του πλοίου, του φορτίου και να λάβει τα απαραίτητα μέτρα για τη φύλαξη των πραγμάτων που διασώθηκαν. Τα διασωθέντα πράγματα μεταφέρονται και φυλάσσονται σε τελωνιακές αποθήκες για λογαριασμό του ιδιοκτήτη τους. Οι ενδιαφερόμενοι ή οι νόμιμοι αντιπρόσωποί τους καλούνται να υποβάλουν τις αξιώσεις τους εντός 6 μηνών. Σε περίπτωση που υπάρξει αμφισβήτηση, η υπόθεση κρίνεται σε πρώτο και τελευταίο βαθμό από τον Ειρηνοδίκη της αρμόδιας περιφέρειας. Έφεση ενώπιον του Μονομελούς Πρωτοδικείου επιτρέπεται μόνο για πράγματα ιδιαίτερης μεγάλης αξίας. Εάν παρέλθει άπρακτη η ως άνω

προθεσμία ή απορριφθούν οι αιτήσεις τα πράγματα εκπλειστηριάζονται. Το ποσό από τον πλειστηριασμό αποτελεί έσοδο του ΝΑΤ.

Όταν βρεθεί ναυάγιο στον βυθό των χωρικών υδάτων της χώρας, η Λιμενική Αρχή υποχρεούται εντός 6 μηνών με δημοσίευση να καλέσει κάθε ενδιαφερόμενο να υποβάλει στο Μονομελές Πρωτοδικείο του τόπου ανεύρεσης αίτηση για αναγνώριση της κυριότητας του. Εάν αυτή απορριφθεί ή δεν υποβληθεί, το ναυάγιο περιέρχεται στο Δημόσιο με απόφαση του δικαστηρίου. Ομοίως σε περίπτωση που ο κύριός του δεν το ανελκύσει εντός 3 ετών. Τέλος, όποιος βρίσκει εγκαταλελειμμένο πλοίο ή λείψανο πλοίου ή φορτίου υποχρεούται εντός 24 ωρών να το δηλώσει στη Λιμενική Αρχή, η οποία συντάσσει σχετικό πρωτόκολλο και αναλαμβάνει τη φύλαξη.

4. Ναυαγιαίρεση (wrecking)

Ο όρος αυτός καλύπτει: α) την ανάληψη διάσωσης του ναυαγήσαντος πλοίου ή φορτίου, β) την ανάληψη διάσωσης των υπολειμμάτων αυτών, γ) τη δόλια ή ηθελημένη (αναγκαστική) καταστροφή, μερική ή ολική, του πλοίου. Οι ως άνω ορισμοί δεν καλύπτουν τη διάσωση των επιβαινόντων, καθώς αυτή αποτελεί νομική υποχρέωση του δυνάμενου να συνδράμει αρωγή.

Η έννοια της επιθαλάσσιας αρωγής αντικατέστησε την άλλοτε ταυτόσημη ως άνω υπό β) περίπτωση της ναυαγιαίρεσης.

5. Επιθαλάσσια αρωγή και ρυμούλκηση (ΚΙΝΔ άρθρ. 246-256, ΚΑΝΔ, άρθρ. 188-189)

Η επιθαλάσσια αρωγή συνίσταται στην παροχή βοήθειας επί παντός είδους κινδύνου που μπορεί να διατρέξει ένα πλοίο με κύριο σκοπό τη διάσωση των ανθρώπων, του πλοίου ή του φορτίου και του ναύλου που είχε καταβληθεί ή συμφωνηθεί. Σώστρα καλείται η αμοιβή που θα λάβει το πλοίο που προστρέχει σε βοήθεια από εκείνο που κινδυνεύει, όταν και εφόσον το πρώτο φέρει το ωφέλιμο αποτέλεσμα (ρήτρα no cure no pay). Δεν δικαιούνται αμοιβή ούτε απόδοση των δαπανών τα πρόσωπα τα οποία συμμετείχαν στην αρωγή παρά τη ρητή και εύλογη απαγόρευση του πλοιάρχου του πλοίου που κινδύνευσε. Επίσης, δεν δικαιούνται αμοιβή ο πλοίαρχος και το πλήρωμα του πλοίου που κινδυνεύει. Τέλος, ο ρυμουλκών δικαιούται αμοιβή μόνο εφόσον παρείχε εξαιρετικές υπηρεσίες τις οποίες δεν υποχρεούνταν από τη σύμβαση ρυμούλκησης.

Η σύμβαση για την αρωγή ή τη διάσωση (τυποποιημένο συμφωνητικό από τους νηογνώμονες, κυρίως τον αγγλικό Lloyd) που συνάφθηκε εν καιρώ κινδύνου και υπό την επίδρασή του μπορεί να ακυρωθεί ή να τροποποιηθεί από

το δικαστήριο μετά από σχετική αίτηση όποιου έχει έννομο συμφέρον, εφόσον το περιεχόμενό της αντίκειται στην επιείκεια, ιδίως εάν η συμφωνηθείσα αμοιβή είναι προδήλως υπερβολική ή δυσανάλογη προς την υπηρεσία που προσφέρθηκε. Εάν δεν επιτευχθεί συμφωνία, το ποσό της αμοιβής ορίζεται από το δικαστήριο.

Δεν καταβάλλεται αμοιβή για τη διάσωση των ανθρώπων, σε αντίθεση με τις αποσκευές τους. Η επαγγελματική ρυμούλκηση γίνεται από ειδικά πλοία, εφοδιασμένα με σχετική άδεια από την αρμόδια Λιμενική Αρχή, μετά από σύμφωνη γνώμη της Διεύθυνσης Ελέγχου Εμπορικών Πλοίων. Επίσης, απαιτείται ο εφοδιασμός του πλοίου με τα απαραίτητα ναυτιλιακά έγγραφα και πιστοποιητικά αξιοπλοΐας. Με Π.Δ. καθορίζονται η έκταση του δικαιώματος της ρυμούλκησης, η διενέργειά της ευκαιριακά ή έκτακτα από άλλα πλοία και τα αντίστοιχα δικαιώματα ρυμουλκών ή άλλων πλοίων με ξένη σημαία.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΝΑΥΑΓΙΟΥ ΤΟΥ ΠΛΟΙΟΥ «ΔΥΣΤΟΣ»

Το ναυάγιο του φορτηγού πλοίου τύπου bulk carrier «Δύστος», συγκλόνισε την Ελληνική κοινωνία τα Χριστούγεννα του 1996. Ακούστηκαν και γράφτηκαν πάρα πολλά για το ίδιο το πλοίο, τις συνθήκες του ναυαγίου, θεωρίες συνομοσίας και κατηγορίες για τον πλοίαρχο και την εταιρεία. Δυστυχώς μόνο ένας επιβίωσε του τραγικού ναυαγίου, ο δόκιμος πλοίαρχος Χρήστος Αναγνώστου που ήταν και ο μοναδικός που κατέθεσε τη μαρτυρία του από το εσωτερικό του πλοίου.

Το πλοίο

Το πλοίο ναυπηγήθηκε το 1970 ως πλοίο μεταφοράς ξηρού φορτίου (bulk carrier) και είχε υποστεί ειδική μετασκευή (λεπτομέρειες αναφέρονται στην κυρίως μελέτη της παρούσας εργασίας) για τη μεταφορά φορτίου τσιμέντου.

Ταξίδευε με ελληνική σημαία και πλήρωμα 21 ατόμων με πλοίαρχο τον Ιωάννη Τσιτσιρίκη. Είχε ολικό μήκος 100 μέτρα, χωρητικότητα ολική 4.045 κόρους και καθαρά 2.205 κόρους και μεταφορική ικανότητα 5.600 τόνων "χύδην φορτίου".

Το χρονικό του ναυαγίου.

Το Φ/Γ «Δύστος», με Πλοίαρχο τον Ιωάννη Τσιτσιρίκη και πλήρωμα 21 Έλληνες ναυτικούς, απέπλευσε από τις εγκαταστάσεις της ΑΓΕΤ-Ηρακλής Βόλου στις 26 Δεκεμβρίου του 1996, φορτωμένο με 5.300 τόνους τσιμέντο.

Το πλοίο είχε προορισμό τις εγκαταστάσεις λιμένος Δραπετσώνας, όμως, εξαιτίας των ιδιαίτερα κακών καιρικών συνθηκών, το φορτηγό-πλοίο προσέγγισε σε νότιο όρμο της νήσου Σκιάθου.

Το «Δύστος» παρέμεινε εκεί για 2 ημέρες, αφού οι θυελλώδεις άνεμοι και η φουρτούνα δεν κόπαζαν. Τελικά, ο Πλοίαρχος, πιθανόν κατόπιν και παρότρυνσης του πληρώματος για να επιστρέψουν σπίτι τους για την Πρωτοχρονιά, αποφάσισε να αποπλεύσει και να συνεχιστεί το ταξίδι προς τον Πειραιά.

Η τελευταία φορά που καταγράφηκε επικοινωνία του Φ/Γ «Δύστος», ήταν στις 20.00 όταν επικοινωνήσε με το εμπορικό motorship «Λένα».

Την επόμενη μέρα, γύρω στις 05.15, το αλιευτικό Α/Κ «Σαρωνικός» εντόπισε το «Δύστος» να πλέει ανεστραμμένο 3,5 ανατολικά της Κύμης, ενώ εντόπισε και έσωσε τον δόκιμο πλοίαρχο Χρήστο Αναγνώστου.

Η σαφής μαρτυρία του δοκίμου Χρήστου Αναγνώστου ήταν καθοριστική: το πλοίο έφερε για μεγάλο χρονικό διάστημα μεγάλη κλίση, λόγω της πίεσης

των κυματισμών, προς τη μία πλευρά και τα προβλήματα ευστάθειας που δημιουργούσαν οι ελλείψεις και οι κακοτεχνίες οδήγησαν στην ανατροπή και στη βύθιση.

Στο ναυάγιο του «Δύστος» έχασαν την ζωή τους 20 επιβαίνοντες, οι οποίοι εντοπίστηκαν πνιγμένοι μέσα στο πλοίο. Στα πτώματα αναγνωρίστηκαν ο Πλοίαρχος, ο Υποπλοίαρχος, ο Ανθυποπλοίαρχος, ο Ραδιοτηλεγραφετής, οι Α΄, Β΄ και Γ΄ Μηχανικοί, 9 ναύτες, 1 Λιπαντής, ο Μάγειρας, ο βοηθός θαλαμηπόλου, η σύζυγος και η κόρη του Α΄ Μηχανικού, η σύζυγος του Β΄ Μηχανικού ενώ, αργότερα, το Ρ/Κ Μανωλάκης που είχε σπεύσει στη περιοχή για βοήθεια στις έρευνες εντόπισε τα πτώματα ενός ακόμα ναύτη, ένας λιπαντής και του έτερου Γ΄ Μηχανικού.

Πιθανά αίτια του ναυαγίου

Από την έρευνα των πραγματογνωμόνων ως αιτία του ναυαγίου θεωρήθηκε αναμφίβολα η μετατόπιση φορτίου η οποία και επέφερε την άτακτη ανατροπή του πλοίου.

Πιθανοί λόγοι που εξετάστηκαν και θεωρήθηκαν ως υπαίτιοι της μετατόπισης του φορτίου ήταν:

1. Να συνέβη σβήσιμο της μηχανής, κοινώς λεγόμενο μπλακ-άουτ (Black-out) με συνέπεια να "διπλαρώσει" κοινώς το πλοίο στον υφιστάμενο κυματισμό με επακόλουθο τον μεγάλο διατοιχισμό.
2. Να συνέβη απώλεια πρόωσης, δηλαδή να προκλήθηκε κοινώς ξενέρισμα της προπέλας λόγω μεγάλου προνευστασμού και να βρέθηκε το πλοίο έρμαιο των πλευρικών κυμάτων.
3. Να συνέβη απώλεια χειρισμού πηδαλίου, που σημαίνει ότι μπορεί να κόλλησε κοινώς το τιμόνι, γεγονός που συμβαίνει τακτικά σε πλοία κυρίως σε γρήγορες και απότομες αλλαγές κλίσης του πηδαλίου.

4. Να συνέβη λάθος στροφή (κλίση πηδαλίου) και κατά διεύθυνση και κατά μέγεθος αριστερά αντί δεξιά, στραβοτιμονιά κοινώς, λαμβάνοντας υπ' όψη την πορεία του πλοίου και την διεύθυνση του υφιστάμενου στη περιοχή κυματισμού που να επέφερε τον μοιραίο διατοιχισμό.



Εικόνα 41

Στο πλοίο από την πρώτη στιγμή της βύθισης του ανέβηκαν μέλη του λιμενικού και επί πολλές ώρες προσπαθούσαν να "ακούσουν" αν υπήρχαν επιζώντες σε κάποιο από τα τμήματα του ναυαγίου χωρίς όμως τελικά να καταφέρουν κάτι. Το πλοίο τελικά ρυμουλκήθηκε λίγο έξω από το λιμάνι της Κύμης όπου και τελικά βυθίστηκε.

Σήμερα, το κουφάρι του «Δύστος» κείται στο λασπώδη βυθό του κόλπου Κεφαλά, 2.5 μίλια μακριά από το λιμάνι της Κύμης, ενώ πάνω του έχει αναπτυχθεί έντονη υποθαλάσσια βλάστηση.

Το επίσημο πόρισμα για το ναυάγιο του «Δύστος»

Στη μετατόπιση φορτίου λόγω των μετασκευών που υπήρξαν στο «Δύστος», στην προβληματική φόρτωση του πλοίου από το λιμάνι του Βόλου αλλά και σε ορισμένα «κενά» της νομοθεσίας από τα οποία επωφελούνται οι πλοιοκτήτριες εταιρείες αποδίδεται το τραγικό ναυάγιο στις 29 Δεκεμβρίου 1996. Αυτό είναι το βασικό συμπέρασμα των Λιμενικών Αρχών και της Εισαγγελίας Πρωτοδικών Χαλκίδας, οι οποίες έχουν την αρωγή τεσσάρων ειδικών πραγματογνωμόνων στην έρευνα που διεξάγουν για τις αιτίες που προκάλεσαν το πολύνεκρο περιστατικό στα ανοιχτά της Κύμης. Ταυτόχρονα, στην έρευνα των τεχνικών δεδομένων και των όσων συνέβησαν πριν από την ανατροπή του «Δύστος», φαίνεται σύμφωνα με τα μέχρι στιγμής ισχύοντα ότι δεν θα επιρρίπτεται ουδεμία ευθύνη στον δόκιμο ανθυποπλοίαρχο Χρήστο Αναγνώστου, του οποίου οι κινήσεις απεγκλωβισμού του και αποφυγής του μοιραίου προκάλεσαν σειρά ερωτημάτων και απασχόλησαν επί μακρόν τους αρμοδίους.

Η προανάκριση του Λιμενικού μετά από σχετική εντολή του προϊσταμένου Εισαγγελίας Πρωτοδικών Χαλκίδας κ. Ι. Αγγελή, που διεξήχθη εκτός των άλλων σε διαρκή συνεργασία με τους πραγματογνώμονες κκ. Η. Στεφανάκο, Αχ. Κακκαραντζα, Κ. Βούτο και Δ. Πετρόγγονα, αλλά και οι περαιτέρω έρευνες κατατείνουν στη διαπίστωση ότι η ύπαρξη ελεύθερων επιφανειών λόγω ακριβώς αυτών των μετασκευών στον χώρο φόρτωσης του πλοίου και η ύπαρξη ενός μετακινούμενου προεξέχοντος «όγκου» τσιμέντου, δημιούργημα πιθανόν της κακής, πρόχειρης φόρτωσης του πλοίου και της επακόλουθης ανισοκατανομής του φορτίου, στάθηκαν σύμφωνα με τις μέχρι στιγμής έρευνες οι κυριότερες αιτίες του ναυαγίου.

Όπως φαίνεται να καταλήγουν οι ερευνητές, τα τεχνικά προβλήματα σε συνδυασμό με την πλημμυλή, βιαστική φόρτωση του πλοίου εμπόδισαν το «Δύστος» να αποκτήσει εν μέσω θαλασσοταραχής «επαρκή ροπή επαναφοράς». Το «Δύστος» άρχισε προοδευτικά να προχωρεί με κλίση προς τη μία κατεύθυνση από 30 ως 90 μοίρες και ακολούθως ανετράπη. Μεσολάβησε, όπως διαπιστώνεται, το «μπλακ άουτ», όχι λόγω της εισροής των υδάτων, όπως είχε αναφερθεί αρχικά, αλλά λόγω της έλλειψης λαδιών και της διάλυσης των αντλιών στη μηχανή και στην ηλεκτρογεννήτρια του πλοίου, που προήλθε από τη μεγάλη κλίση που είχε αποκτήσει πλέον το «Δύστος». Όλα συνέβησαν εντός μερικών δευτερολέπτων.

Οι ερευνητές της υπόθεσης, που επιχείρησαν να «αναπαραστήσουν» την τελική φάση της πορείας του μοιραίου πλοίου και να εντοπίσουν τα ακριβή προβλήματα ευστάθειας προ της βύθισής του, ανέλυσαν καρέ καρέ το φιλμ

που τράβηξαν οι δύτες του Λιμενικού από το κουφάρι του «Δύστος» και εντόπισαν σημαντικά ευρήματα.

Από την έρευνα, πάντως, και την αναζήτηση στοιχείων από τους αρμοδίους διαπιστώθηκε ότι, παρά τις αρχικές αναφορές των υπευθύνων της ΑΓΕΤ «περί εορταστικής χαλαρότητας στους ρυθμούς μεταφοράς των φορτίων τσιμεντών», όλα τα διαθέσιμα πλοία της τσιμεντοβιομηχανίας μετέφεραν εκείνο το χρονικό διάστημα 10.000 τόνους τσιμέντου, σχεδόν δηλαδή την ανώτερη ποσότητα που μπορούν να μεταφέρουν.

Ακόμη, παρ' ότι οι υπεύθυνοι της εταιρείας υποστήριζαν αρχικά ότι το πλοίο είχε μόνο 30 τόνους καύσιμα, το συνολικό ποσό που αντλήθηκε από τις δεξαμενές του πλοίου ήταν 140 τόνοι πετρελαίου.

Όσον αφορά τον ρόλο του δόκιμου ανθυποπλοίαρχου κ. Χρήστου Αναγνώστου, οι τεχνικοί και οι υπεύθυνοι της προανάκρισης δεν προσδιόρισαν σημαντικές αντιφάσεις στις καταθέσεις του για τις κινήσεις του προ της βύθισης του πλοίου, οι οποίες φαίνεται ότι επαληθεύονται από τα μέχρι στιγμής ευρήματα. Οι ειδικοί φαίνεται να αποκλείουν το ενδεχόμενο ο δόκιμος να έπεσε στη θάλασσα και η βύθιση του πλοίου να συνέβη στη διάρκεια ελιγμού για την περισυλλογή του. Από κανένα στοιχείο δεν προκύπτει η περίπτωση της «θανατηφόρου μανούβρας».

Ο τρόπος και το σημείο κοπής του σκοινιού που έδενε τη σωσίβια λέμβο με το πλοίο φαίνεται ότι επιβεβαιώνει τελικά τους ισχυρισμούς του νεαρού και απορρίπτει τη σεναριογραφία για πτώση του στη θάλασσα προ του ναυαγίου.

Ορισμένες άλλες αναφορές του νεαρού ναυτικού για την έκπληξη του υποπλοίαρχου για την κλίση μιας μοίρας του «Δύστος» ή για την εκτίμηση της γωνίας πλεύσης που είχε το πλοίο προτού βυθιστεί θεωρούνται μειωμένης σημασίας που ουδεμία σχέση έχουν με τα αίτια του ναυαγίου.

51 χρόνια φυλακή για το πολύνεκρο ναυάγιο

Έπειτα από τέσσερις μήνες πολύωρων συνεδριάσεων, το 2001, αλλά και αντεγκλήσεων των συνηγόρων υπεράσπισης με τους συγγενείς των θυμάτων, το δικαστήριο επέβαλε για το ναυάγιο του «Δύστος»:

Επταετείς καθείρξεις στους Διονύση Μελισσινό, τεχνικό διευθυντή του «Ελληνικού Νηογνώμονα», Νίκο Μαύρο, αρχιπλοίαρχο της ΑΓΕΤ, Τριαντάφυλλο Λυσιμάχου, πρώην πρόεδρο του «Ε.Ν.» και νυν διευθύνοντα σύμβουλο στις θυγατρικές εταιρείες της Αγροτικής Τράπεζας, «Αγροτική Ασφαλιστική» και «Αγροτική Ζωής».

Σε 5ετή φυλάκιση καταδικάσθηκαν οι Κ. Ριτσώνας, Σ. Παπασπηλιωτόπουλος, Γ. Νικολόπουλος, Κ. Σιαβέρης, Δ. Τόλης και Χ. Μετζελόπουλος, ανώτερα διοικητικά στελέχη της ναυτιλιακής εταιρείας της ΑΓΕΤ, πλοιοκτήτριας του «Δύστος».

Η καταδίκη των εννέα κατηγορουμένων είχε διαφανεί από την αγόρευση του εισαγγελέα της έδρας, Λεωνίδα Νικολόπουλου, ο οποίος -με βάση το πόρισμα του Ανώτατου Συμβουλίου Ναυτικών Ατυχημάτων (ΑΣΝΑ)- ζήτησε την ενοχή τους, τονίζοντας ότι τα μέλη της διοίκησης της ΑΓΕΤ είχαν επιλέξει να μην προβαίνουν στις προβλεπόμενες από το νόμο συντηρήσεις στο «Δύστος» λόγω υψηλού κόστους.

Για τα δύο ανώτερα στελέχη του «Ελληνικού Νηογνώμονα», Δ. Μελισσινό και Τριαντάφυλλο Λυσιμάχου, ο εισαγγελέας εκτίμησε ότι με τη στάση τους «βοηθούσαν» στη χορήγηση πιστοποιητικών κλάσης του πλοίου, χωρίς να έχουν πραγματοποιηθεί οι αντίστοιχες επιθεωρήσεις.

Μεταξύ των κατηγορουμένων ήταν και ο τότε πρόεδρος του «Ελληνικού Νηογνώμονα», Περικλής Παναγόπουλος, για ηθική αυτουργία στην έκδοση ψευδών βεβαιώσεων και αφορά τα πιστοποιητικά αξιοπλοΐας που χορήγησε ο Ελληνικός Νηογνώμονας στο πλοίο ένα χρόνο πριν από το ναύαγιο της 28ης Δεκεμβρίου του 1996. Ο κ. Παναγόπουλος απαλλάχθηκε αφού είχε παραιτηθεί από τη θέση του στον Ελληνικό Νηογνώμονα ένα χρόνο νωρίτερα.

Μετά την ανάγνωση των ποινών, οι εννέα καταδικασθέντες, που δέχθηκαν σιωπηλά την καταδίκη τους, άσκησαν έφεση και αφέθηκαν ελεύθεροι.

Το Μάρτιο του 2003 απορρίφθηκαν στον Άρειο Πάγο οι αιτήσεις των τριών κατηγορουμένων με τις οποίες ζητούσαν να αναιρεθεί η απόφαση του Εφετείου που τους καταδίκασε σε φυλάκιση 5 ετών με αναστολή.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΑΣ ΜΕΙΩΣΗΣ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ
ΛΟΓΩ ΑΚΟΛΟΥΘΟΥΝΤΩΝ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ




ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΗΣ ΘΑΛΑΣΣΑΣ ΤΗ ΝΥΧΤΑ ΤΟΥ ΝΑΥΑΓΙΟΥ







Το απόγευμα του Σαββάτου 28 Δεκεμβρίου 1996 το «ΔΥΣΤΟΣ» απέπλευσε από το αγκυροβόλιο της Σκιάθου. Η ΕΜΥ είχε εκδώσει μετεωρολογικό δελτίο για την περιοχή του Κεντρικού Αιγαίου (28-12-96/11.00 UTC) σύμφωνα με το οποίο θα επικρατούσαν Βορειοανατολικοί άνεμοι, πολύ θυελλώδεις έντασης 9 BF, κατάσταση θάλασσας τρικυμιώδης. Ακόμα, σε επικοινωνία που είχε ο Πλοίαρχος του «ΔΥΣΤΟΣ» με το Φ/Γ «ΛΕΝΑ» κατά την ώρα 20.00 ανέφερε ότι ο καιρός έχει ένταση 7 BF. Σύμφωνα με το πόρισμα του ΑΣΝΑ, η πρόβλεψη του καιρού επιβεβαιώνεται από το πιστοποιητικό υπ' αριθμό 94 της ΕΜΥ που εκδόθηκε την 21-1-1997 και αναφέρει ότι:

«Οι καιρικές συνθήκες που επικρατούσαν γενικά στην θαλάσσια περιοχή του ατυχήματος μέχρι την 20.00 ώρα περίπου ήταν οι εξής: Άνεμοι Βορειοανατολικοί σχεδόν θυελλώδεις, έντασης 7 μποφόρ και κατά διαστήματα (ριπές) θυελλώδεις, έντασης 8 μποφόρ και πιθανώς τοπικά πολύ θυελλώδεις έντασης 9 μποφόρ. Θάλασσα τρικυμιώδης με πιθανό ύψος κύματος 5,5 μέτρα και με πιθανό μέγιστο κύμα που μπορούσε να εμφανιστεί στην περιοχή ύψους μέχρι 8,80 μέτρα. Μετά την 20.00 ώρα περίπου, οι άνεμοι ήταν ισχυροί έντασης 9 μποφόρ και κατά διαστήματα (ριπές) σχεδόν θυελλώδεις έντασης 7 μποφόρ. Θάλασσα βαθμηδόν κυματώδης μέχρι πολύ κυματώδης με πιθανό ύψος κύματος 3-4 μέτρα και με πιθανό κύμα που μπορούσε να εμφανιστεί στην περιοχή ύψους μέχρι 6,40 μέτρα».

Στο πιστοποιητικό αυτό αναφέρονται πιθανά ύψη κύματος. Τέτοιες αντιστοιχίες ταχύτητας ανέμου με ύψη κύματος συναντώνται σε ανοιχτές θάλασσες και σε πλήρως ανεπτυγμένους κυματισμούς, που δεν είναι δυνατό να υπάρξουν στο Αιγαίο πέλαγος, λόγω της μορφολογίας της περιοχής.

Παρακάτω παραθέτουμε έναν πίνακα της κλίμακας Beaufort όπου αναφέρονται οι ταχύτητες του ανέμου, τα ύψη κύματος που σχηματίζονται σε ανοιχτή θάλασσα (ωκεανοί) και υπάρχει και μια φωτογραφία που δείχνει την αντίστοιχη κατάσταση της θάλασσας.

Beaufort number	Description	Wind speed	Wave height (m)	Sea conditions	Sea state photo
1	Light air	1.1–5.5 km/h 0.3–1.5 m/s	0–0.2	Ripples without crests.	
2	Light breeze	5.6–11 km/h 1.6–3.4 m/s	0.2–0.5	Small wavelets. Crests of glassy appearance, not breaking	
3	Gentle breeze	12–19 km/h 3.5–5.4 m/s	0.5–1	Large wavelets. Crests begin to break; scattered whitecaps	
4	Moderate breeze	20–28 km/h 5.5–7.9 m/s	1–2	Small waves with breaking crests. Fairly frequent whitecaps.	
5	Fresh breeze	29–38 km/h 8.0–10.7 m/s	2–3	Moderate waves of some length. Many whitecaps. Small amounts of spray.	
6	Strong breeze	39–49 km/h 10.8–13.8 m/s	3–4	Long waves begin to form. White foam crests are very frequent. Some airborne spray is present.	

7	High wind, moderate gale, near gale	50–61 km/h 13.9–17.1 m/s	4–5.5	Sea heaps up. Some foam from breaking waves is blown into streaks along wind direction. Moderate amounts of airborne spray.	
8	Gale, fresh gale	62–74 km/h 17.2–20.7 m/s	5.5–7.5	Moderately high waves with breaking crests forming spindrift. Well-marked streaks of foam are blown along wind direction. Considerable airborne spray.	
9	Strong gale	75–88 km/h 20.8–24.4 m/s	7–10	High waves whose crests sometimes roll over. Dense foam is blown along wind direction. Large amounts of airborne spray may begin to reduce visibility.	
10	Storm, whole gale	89–102 km/h 24.5–28.4 m/s	9–12.5	Very high waves with overhanging crests. Large patches of foam from wave crests give the sea a white appearance. Considerable tumbling of waves with heavy impact. Large amounts of airborne spray reduce visibility.	
11	Violent storm	103–117 km/h 28.5–32.6 m/s	11.5–16	Exceptionally high waves. Very large patches of foam, driven before the wind, cover much of the sea surface. Very large amounts of airborne spray severely reduce visibility.	
12	Hurricane force	≥ 118 km/h ≥ 32.7 m/s	≥ 14	Huge waves. Sea is completely white with foam and spray. Air is filled with driving spray, greatly reducing visibility.	

Πίνακας 1. Κλίμακα Beaufort

Το συμπέρασμα που μπορούμε να εξάγουμε από τα παραπάνω δεδομένα είναι:

- Ο άνεμος είχε ένταση 7-8 Μποφόρ και ειδικά μετά τις 20.00 δυνάμωσε έως και τα 9 Μποφόρ.
- Επειδή αυτές οι συνθήκες επικρατούσαν για δυο και πλέον μέρες, ο κυματισμός ήταν πλήρως ανεπτυγμένος.
- Το σημείο στο οποίο εντοπίστηκε το πλοίο είναι πολύ «ανοικτό» σε Β - ΒΑ ανέμους, καθώς είναι ανάμεσα στην Σκύρο και την Αλόνησο και δεν υπάρχει στεριά για να κόψει την πορεία του αέρα και την ανάπτυξη του κύματος.
- Λόγω της πορείας του πλοίου, δεχόταν τον καιρό πρύμα και ταξίδευε μαζί με το κύμα.

Στη συνέχεια θα επιχειρήσουμε να υπολογίσουμε τα πιθανά ύψη και μήκη κύματος που μπορεί να δημιουργήσει αυτός ο άνεμος στην συγκεκριμένη περιοχή.

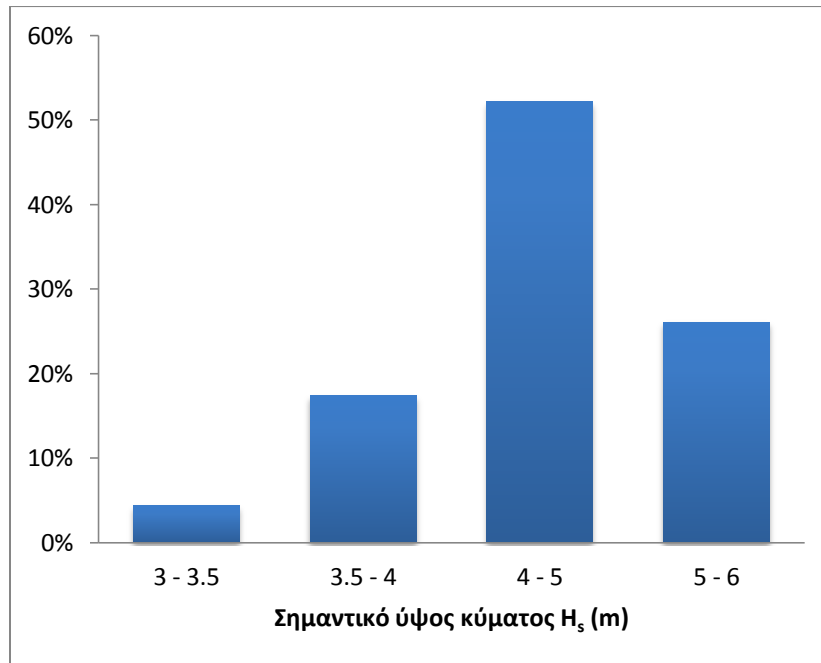
ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΠΙΘΑΝΩΝ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ

Για τη μελέτη των πιθανών κυματισμών που μπορεί να βρήκε στην πορεία του το ΔΥΣΤΟΣ έχουμε στη διάθεση μας δυο άτλαντες κυμάτων για την περιοχή του Αιγαίου, τον «Άτλαντα Ανέμου και Κύματος Βορειοανατολικής Μεσογείου Θαλάσσης» των Αθανασούλη, Σκαρσουλή (1992) και τον «Άτλαντα Ανέμου και Κύματος των Ελληνικών Θαλασσών» από το ΕΛΚΕΘΕ (2007). Τα δεδομένα του «Άτλαντα Ανέμου και Κύματος Βορειοανατολικής Μεσογείου Θαλάσσης», σύμφωνα με τους συγγραφείς, προέρχονται από οπτικές παρατηρήσεις από πλοία (Εθελοντικής Παρατηρήσεως) στα πλαίσια των συνήθων πλόων τους. Επειδή, όμως, τα πλοία αποφεύγουν όσο είναι δυνατό τις πολύ κακές καιρικές συνθήκες, τα στοιχεία που έχουν καταγραφεί δεν περιέχουν τα πολύ μεγάλα ύψη κύματος και τις πολύ μεγάλες ταχύτητες ανέμου.

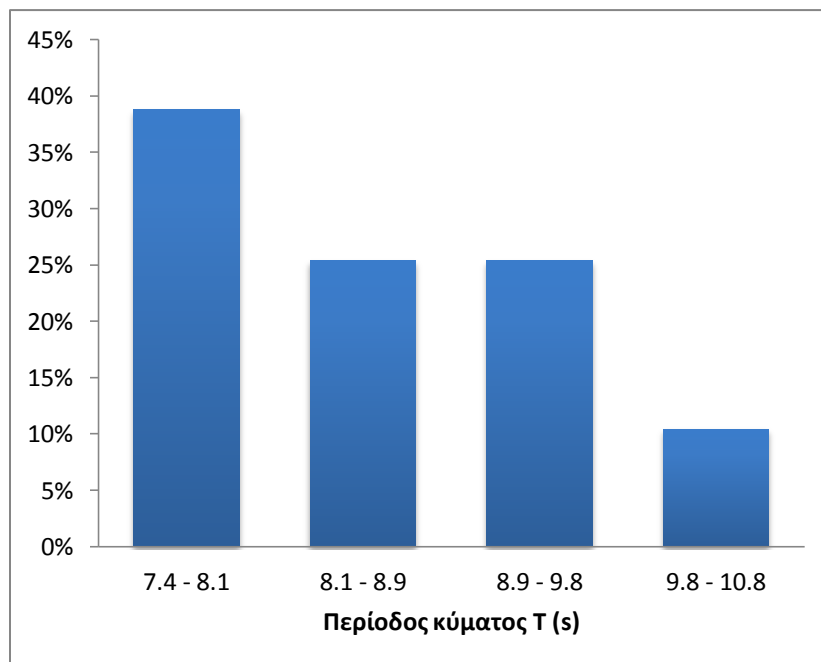
Αντίθετα, ο «Άτλαντας Ανέμου και Κύματος των Ελληνικών Θαλασσών», περιέχει αποτελέσματα μετρήσεων που έχουν ληφθεί από σταθμούς του δικτύου ΠΟΣΕΙΔΩΝ από το 1999 μέχρι το 2006. Τα αποτελέσματα αριθμητικής ανασύνθεσης έχουν παραχθεί από αριθμητικά μοντέλα υψηλής διακριτοποίησης ώστε να προσεγγίζουν την πραγματικότητα με μεγαλύτερη ακρίβεια. Τα αποτελέσματα αυτά αναπαριστούν τη μέση (από στατιστική πλευρά) κατάσταση των θαλασσών σε ότι αφορά τα ανεμολογικά και κυματικά χαρακτηριστικά.

Στην παρούσα μελέτη μας ενδιαφέρουν οι μεγάλες ταχύτητες ανέμου, όπως επικρατούσαν στην περιοχή τις ημέρες του ναυαγίου, και τα μεγάλα ύψη κύματος που δυσχεραίνουν την ευστάθεια του πλοίου. Όπως αναφέρει το δελτίο καιρού της ΕΜΥ οι επικρατούντες άνεμοι είχαν ένταση από 7 μέχρι 9 Μποφόρ, δηλαδή 15-23 m/s. Σύμφωνα λοιπόν με τους πίνακες του ΕΛΚΕΘΕ (παράρτημα) για ταχύτητες πάνω από 16 m/s τα κύματα στην περιοχή ενδιαφέροντος έχουν ύψος 3-6 m. Ακόμα, η περίοδος των κυματισμών που έχουν τα ύψη αυτά κινείται από 7.4 μέχρι 10.8s. Από την άλλη πλευρά ο άτλαντας του Αθανασούλη (παράρτημα) στα ύψη 3-6 m αντιστοιχεί περιόδους κύματος 0-17s με πιο πιθανό το εύρος 0-9s. Ένα σημαντικό στοιχείο όμως είναι ότι στη μελέτη του Αθανασούλη καταγράφεται και κυματισμός με ύψος 7 m. Αυτό αποκτά μεγαλύτερη βαρύτητα από το γεγονός ότι τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν στον άτλαντα αυτό, κατά κανόνα δεν περιέχουν ακραίες καιρικές καταστάσεις.

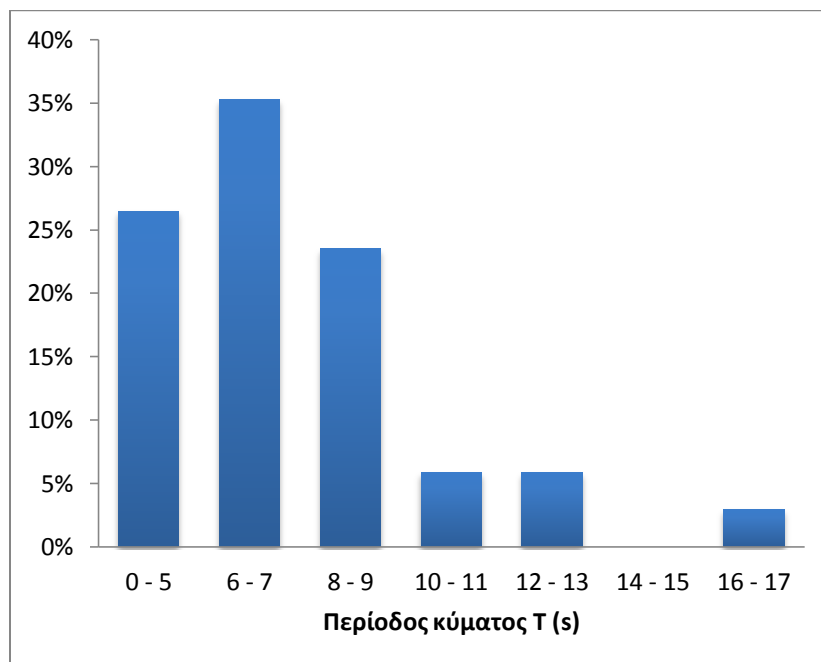
Παρακάτω παρατίθενται τα διαγράμματα κατανομής που προκύπτουν από τους πίνακες που περιέχονται στους δυο άτλαντες.



Διάγραμμα 1. Κατανομή κυματισμών ανά σημαντικό ύψος κύματος για ταχύτητα ανέμου πάνω από 16 m/s (Άτλαντας ΕΛΚΕΘΕ).



Διάγραμμα 2. Κατανομή κυματισμών ανά περίοδο κύματος (Άτλαντας ΕΛΚΕΘΕ).



Διάγραμμα 3. Κατανομή κυματισμών ανά περίοδο κύματος για σημαντικό ύψος κύματος 3-6m (Ατλαντάς Αθασασούλη).

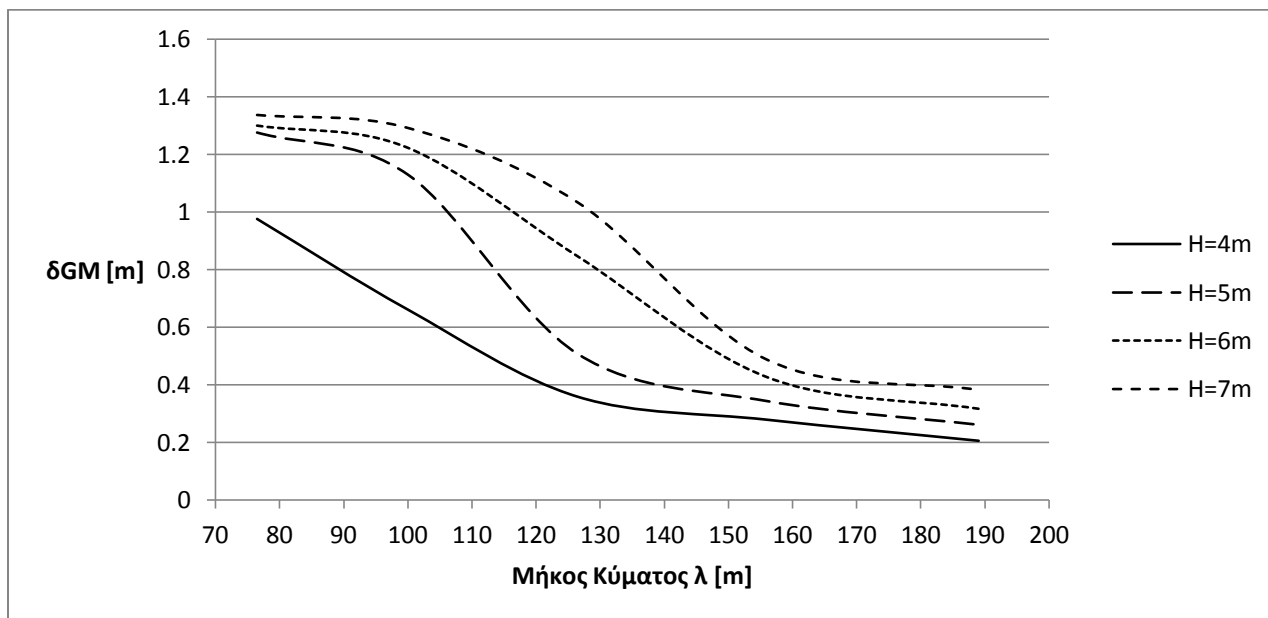
Στη συνέχεια θα εξετάσουμε πέντε διαφορετικά μήκη κύματος με ύψη από 4m έως 7m το καθένα. Έχοντας ως δεδομένο ότι η ταχύτητα ενός κύματος σε βαθύ νερό είναι ίση με $v = \sqrt{g\lambda/2\pi}$ και $v = \lambda/T$ προκύπτει ο πίνακας:

T (sec)	7	8	9	10	11
λ (m)	76.5	100	126.5	156.1	189

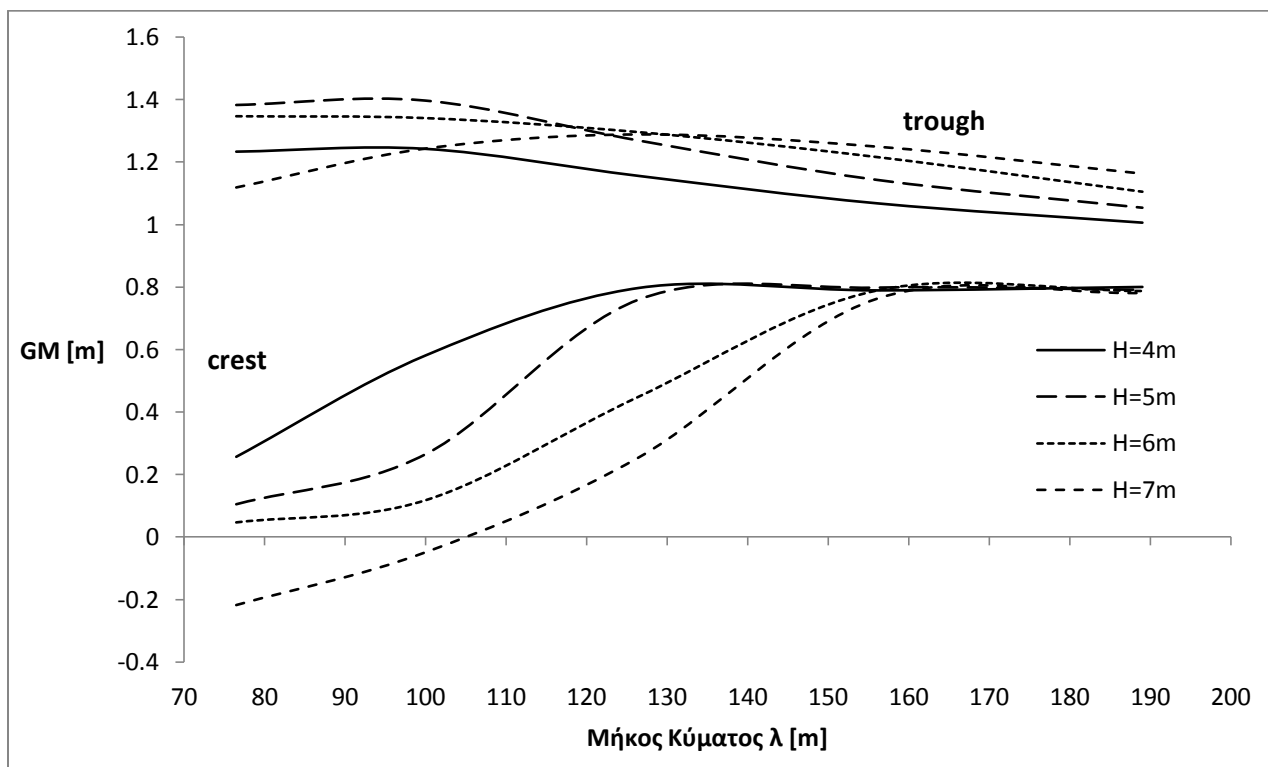
Καταλήγουμε σε ένα εύρος τιμών $H/\lambda=0.021$ μέχρι $H/\lambda=0.091$. Ο σκοπός είναι να διακρίνουμε κατά πόσο μεταβάλλονται ο μοχλοβραχίονας επαναφοράς και το μετακεντρικό ύψος του πλοίου, όταν βρίσκεται στην κοιλάδα ή την κορυφή ενός κύματος. Οι πίνακες και ο αναλυτικός υπολογισμός των διαγραμμάτων βρίσκονται στο παράρτημα.

Τα κυριότερα συμπεράσματα που εξάγονται από τα αποτελέσματα των δοκιμών στο μοντέλο μέσω του προγράμματος AVEVA και από τα δυο διαγράμματα που παρατίθενται παρακάτω είναι τα εξής:

- Όσο μεγαλύτερο το ύψος κύματος, τόσο μεγαλύτερη η μεταβολή του GM ανάμεσα σε κορυφή και κοιλάδα.
- Η μέγιστη μεταβολή του GM είναι για $H=7\text{m}$ και $\lambda=76.5\text{m}$ όπου $GM_{\text{crest}} = -0.218\text{m}$ και $GM_{\text{trough}} = 1.119\text{m}$.
- Η ελάχιστη τιμή του GM σε κορυφή είναι $GM_{\text{crestMIN}} = -0.218\text{m}$ για $H=7\text{m}$ και $\lambda=76.5\text{m}$. Εάν θεωρήσουμε το κύμα αυτό υπερβολικό, τότε το ελάχιστο GM εμφανίζεται στο αντίστοιχο κύμα με $H=6\text{m}$ και $\lambda=76.5\text{m}$ και είναι $GM_{\text{crestMIN}}=0.047\text{m}$
- Στα μεγαλύτερα ύψη κύματος το GM μεταβάλλεται πιο έντονα.
- Το GM_{crest} μεταβάλλεται σε σχέση με το ύψος και μήκος κύματος μέχρι 156.1m και από εκεί και μετά σταθεροποιείται γύρω στα 0.80m , σύμφωνα με το Διάγραμμα 5.
- Το GM_{trough} δεν έχει έντονες μεταβολές ως συνάρτηση του ύψους και του μήκους κύματος.



Διάγραμμα 4. Μεταβολή του GM ανάμεσα σε κορυφή (crest) και κοιλάδα (trough) ως συνάρτηση του μήκους κύματος για ύψη κύματος 4 - 7m.



Διάγραμμα 5. Μεταβολή του GM_{trough} και GM_{crest} ως συνάρτηση του μήκους κύματος για ύψη κύματος 4 - 7m.

ΤΡΟΠΟΙ ΑΝΑΤΡΟΠΗΣ ΤΟΥ ΠΛΟΙΟΥ

Οι τρόποι ανατροπής ενός πλοίου λόγω δυναμικής αστάθειας όσον αφορά τους κυματισμούς που ακολουθούν το πλοίο είναι κυρίως οι παρακάτω:

- Broaching και surf-riding
- Παραμετρική αστάθεια
- Συντονισμός
- Συγκέντρωση ενέργειας σε πλάγιους κυματισμούς

Αυτές οι συνθήκες θα μπορούσαν υπό κατάλληλες προϋποθέσεις να δημιουργήσουν ροπές ανατροπής του πλοίου μέσω:

- Ξαφνικών αλλαγών κατεύθυνσης
- Μετατόπιση φορτίου
- Φορτίσεις από τα κύματα και τον αέρα
- Παραμονή νερού επί του πλοίου
- Συνδυασμός των παραπάνω καταστάσεων

ΟΔΗΓΙΑ IMO MSC.1/Circ1228

Λόγω της πολύ μεγάλης επίδρασης που έχουν οι ακολουθούντες κυματισμοί στην ευστάθεια και την ασφάλεια ενός πλοίου ο Διεθνής Ναυτιλιακός Οργανισμός (IMO) έχει εκδώσει οδηγίες προς τους πλοίαρχους ώστε να αποφεύγουν επικίνδυνες καταστάσεις σε δυσμενείς καιρούς. (IMO MSC.1/Circ.1228 - Revised Guidance to the Master for Avoiding Dangerous Situations in Adverse Weather and Sea Conditions).

Σύμφωνα με την οδηγία, κάποιοι συνδυασμοί μήκους και ύψους κύματος κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες λειτουργίας μπορούν να δημιουργήσουν επικίνδυνες καταστάσεις για πλοία που η αρχική τους ευστάθεια είναι επαρκής σύμφωνα με τους κανονισμούς. Γι' αυτό το λόγο επισημαίνει ότι ο πλοίαρχος θα πρέπει να παρακολουθεί συχνά τους κυματισμούς. Ακόμα δίνει και μια σχέση συσχέτισης μεταξύ της περιόδου και του μήκους κύματος:

$$\lambda = 1.56 T_w^2 [m] \quad \text{ή} \quad T_w = 0.8\sqrt{\lambda} [s]$$

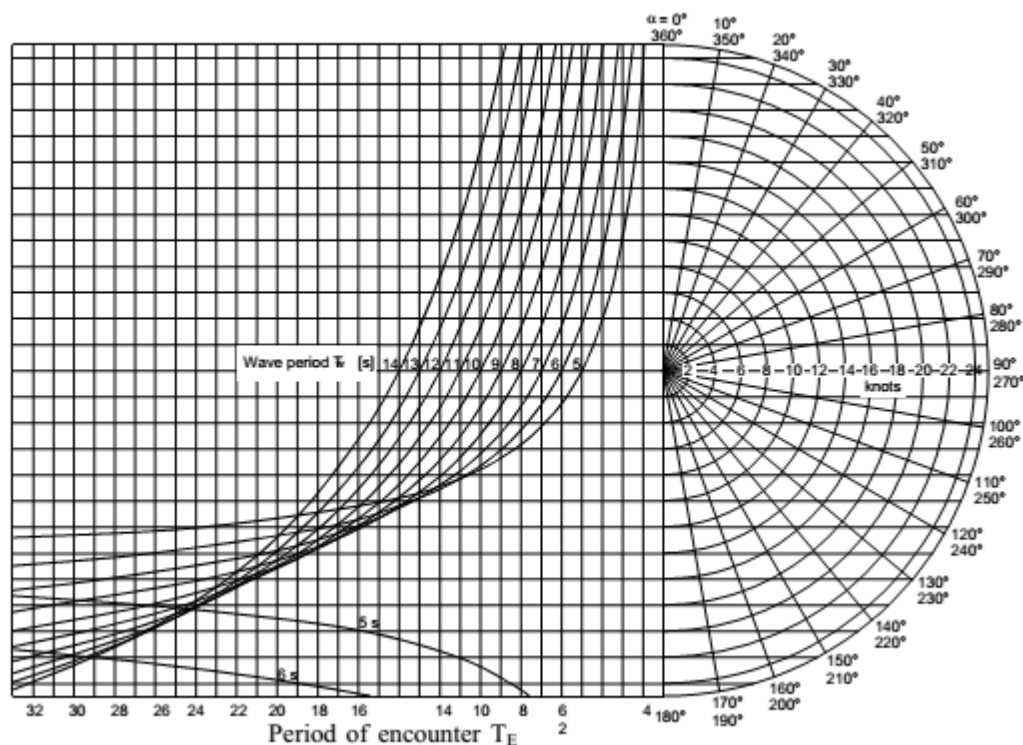
Επίσης η περίοδος συνάντησης T_E του κύματος με το πλοίο υπολογίζεται από την παρακάτω εξίσωση:

$$T_E = \frac{3T_w^2}{3T_w + V \cos(\alpha)} [s]$$

Όπου V : η ταχύτητα του πλοίου

α : η γωνία συνάντησης με το κύμα

Ακόμα η περίοδος συνάντησης είναι δυνατό να προσδιοριστεί από το παρακάτω διάγραμμα:

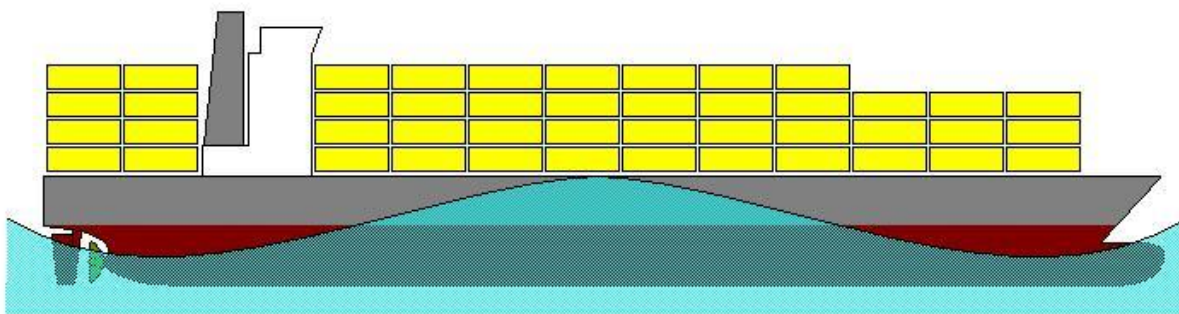


Διάγραμμα 6. Προσδιορισμός της περιόδου συνάντησης T_E

Η οδηγία επισημαίνει ότι επειδή έχει ως σκοπό να αφορά όλους τους τύπους των εμπορικών πλοίων περιέχει κάποιους περιορισμούς που για άλλα πλοία είναι πολύ αυστηροί και για άλλα αρκετά πιο χαλαροί. Επίσης κάνει σαφές ότι ένα πλοίο μπορεί να κινδυνεύσει ακόμα και αν βρίσκεται εκτός των ζωνών που θεωρούνται επικίνδυνες αν η αρχική του ευστάθεια δεν είναι επαρκής. Παρακάτω αναφέρει τα επικίνδυνα φαινόμενα που μπορεί να αντιμετωπίσει το πλοίο και δίνει κάποιες κατευθύνσεις στους πλοιάρχους, για να αποφύγουν αυτές τις καταστάσεις.

ΑΥΘΕΝΤΙΚΗ ΑΠΩΛΕΙΑ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ

Έχει παρατηρηθεί από πολλούς ερευνητές από τον 19^ο αιώνα ακόμα ότι η ευστάθεια ενός πλοίου αλλάζει ανάλογα με το αν αυτό πλέει σε ήρεμη θάλασσα ή σε μεγάλους κυματισμούς. Πιο συγκεκριμένα, αν το μέσο του πλοίου βρίσκεται στην κορυφή ενός κύματος, ο μοχλοβραχίονας επαναφοράς μειώνεται και αν βρίσκεται σε κοιλάδα αυξάνεται. Μια εξήγηση του φαινομένου αυτού δίνεται στην παρακάτω εικόνα, αφού η ίσαλος γραμμή για την οποία υπολογίζεται το GM είναι αρκετά διαφορετική ανάλογα με τη φάση του κύματος.



Εικόνα 42. Ίσαλος γραμμή όταν το πλοίο βρίσκεται σε κορυφή κύματος



Εικόνα 43. Ίσαλος γραμμή όταν το πλοίο βρίσκεται σε κοιλάδα κύματος

Όπως είδαμε και στην δική μας μελέτη, ο μοχλοβραχίονας επαναφοράς ήταν αρκετά μειωμένος στην κορυφή του κύματος από αυτόν σε ήρεμη θάλασσα. Σε μερικές περιπτώσεις τα πλοία χάνουν τελείως την ευστάθεια τους όταν το μέσο τους βρίσκεται στην κορυφή ενός κύματος το οποίο έχει μήκος που προσεγγίζει το μήκος του πλοίου. Αυτό δε σημαίνει ότι το πλοίο θα ανατραπεί οπωσδήποτε. Αυτό εξαρτάται από τον χρόνο που θα διατηρηθεί σε αυτήν την κατάσταση. Επομένως τα κύματα που ακολουθούν το πλοίο και έχουν παραπλήσιες ταχύτητες με αυτό είναι τα πιο επικίνδυνα. Αυτή η κατάσταση είναι η «αυθεντική απώλεια ευστάθειας».

Η ανατροπή ενός πλοίου που θα βρεθεί σε αυτές τις συνθήκες είναι πολύ γρήγορη και μπορεί να συμβεί σε μισό μήκος κύματος, σε αντίθεση με την παραμετρική αστάθεια που συνήθως απαιτεί πολλά μήκη κύματος για να προκύψει ανατροπή.

Σύμφωνα με την οδηγία του IMO, η απώλεια ευστάθειας μπορεί να αυξηθεί σε κρίσιμα επίπεδα για μήκη κύματος από $0.6L$ μέχρι $2.3L$, με L το μήκος του πλοίου. Η μείωση της ευστάθειας μέσα στο εύρος αυτό είναι ανάλογη με το ύψος κύματος. Η κατάσταση αυτή είναι ιδιαίτερα επικίνδυνη σε ακολουθούντες κυματισμούς, διότι η διάρκεια που παραμένει το πλοίο στην κορυφή του κύματος είναι μεγαλύτερη.

ΣΥΓΧΡΟΝΙΣΜΕΝΟΣ ΔΙΑΤΟΙΧΙΣΜΟΣ

Εντονότερος διατοίχισμός μπορεί να δημιουργηθεί όταν η ιδιοπερίοδος διατοίχισμού του πλοίου συμπίπτει με την περίοδο συνάντησης του κυματισμού. Σε περίπτωση που υπάρχουν ακολουθούντες κυματισμοί αυτό μπορεί να παρατηρηθεί όταν η ευστάθεια του πλοίου είναι σε οριακά επίπεδα και έτσι η ιδιοπερίοδος είναι μεγαλύτερη.

ΠΑΡΑΜΕΤΡΙΚΟΣ ΔΙΑΤΟΙΧΙΣΜΟΣ

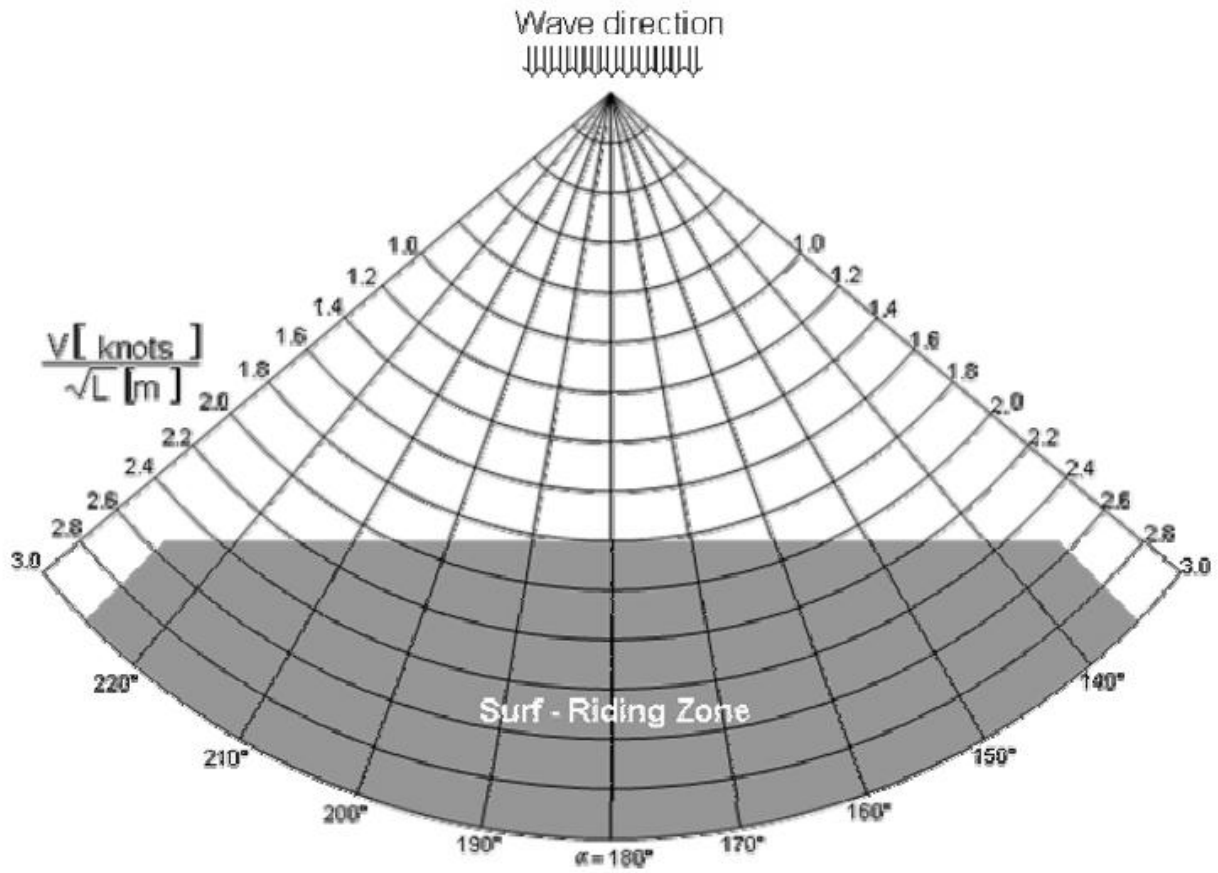
Ο παραμετρικός διατοίχισμός οφείλεται στη μεταβολή της ευστάθειας ανάμεσα στη θέση του πλοίου στην κορυφή και στην κοιλάδα του κύματος. Παραμετρικός διατοίχισμός μπορεί να συμβεί στις παρακάτω περιπτώσεις:

- Η περίοδος συνάντησης είναι περίπου ίση με την ιδιοπερίοδο διατοιχισμού του πλοίου (λόγος συνάντησης 1:1). Η ελάχιστη τιμή της ευστάθειας παρατηρείται μια φορά σε κάθε περίοδο διατοιχισμού. Η κατάσταση αυτή χαρακτηρίζεται από ασύμμετρο διατοιχισμό, δηλαδή η κίνηση είναι εντονότερη στην κορυφή του κύματος από ότι στην κοιλάδα.
- Η περίοδος συνάντησης είναι περίπου η μισή από την ιδιοπερίοδο διατοιχισμού του πλοίου (λόγος συνάντησης 1:2). Η ελάχιστη τιμή της ευστάθειας παρατηρείται δυο φορές σε κάθε περίοδο διατοιχισμού. Σε ακολουθούντες κυματισμούς, όπου η περίοδος συνάντησης γίνεται μεγαλύτερη από την περίοδο του κυματισμού, αυτή η κατάσταση μπορεί να δημιουργηθεί σε πολύ μεγάλες ιδιοπεριόδους, όπου η ευστάθεια είναι οριακή. Το αποτέλεσμα είναι συγχρονισμένος διατοιχισμός με μεγάλα πλάτη.

SURF RIDING - BROACHING

Broaching ονομάζεται η μη επιθυμητή απότομη αλλαγή πορείας που προκαλείται από τα κύματα. Broaching μπορεί να εμφανιστεί σε χαμηλές ταχύτητες όταν πολύ απότομα κύματα προσπερνούν διαδοχικά το πλοίο. Ακόμα, το φαινόμενο αυτό μπορεί να οφείλεται σε βαθμιαία μεταβολή της κίνησης yaw του πλοίου όταν τα κύματα βρίσκουν συνεχόμενα το πλοίο από την πρύμνη. Στις περισσότερες περιπτώσεις ένα πλοίο είναι πιθανό να εμφανίσει broaching εάν έχει μεγάλη ταχύτητα και τα κύματα το προσπερνούν αργά. Τέλος, μπορεί το broaching να δημιουργηθεί σε ένα μόνο μήκος κύματος (surf-riding), όταν το μέσο του πλοίου βρίσκεται στην κατωφέρεια του κύματος και κοντά στην κοιλάδα. Σε αυτήν τη περίπτωση παρατηρούμε ότι το πλοίο παραμένει περισσότερο διάστημα στην περιοχή αυτή του κύματος, όπου επιταχύνεται και ύστερα είναι πιο πιθανό να συμβεί ξαφνική αλλαγή πορείας και να εμφανίσει μεγάλες κλίσεις.

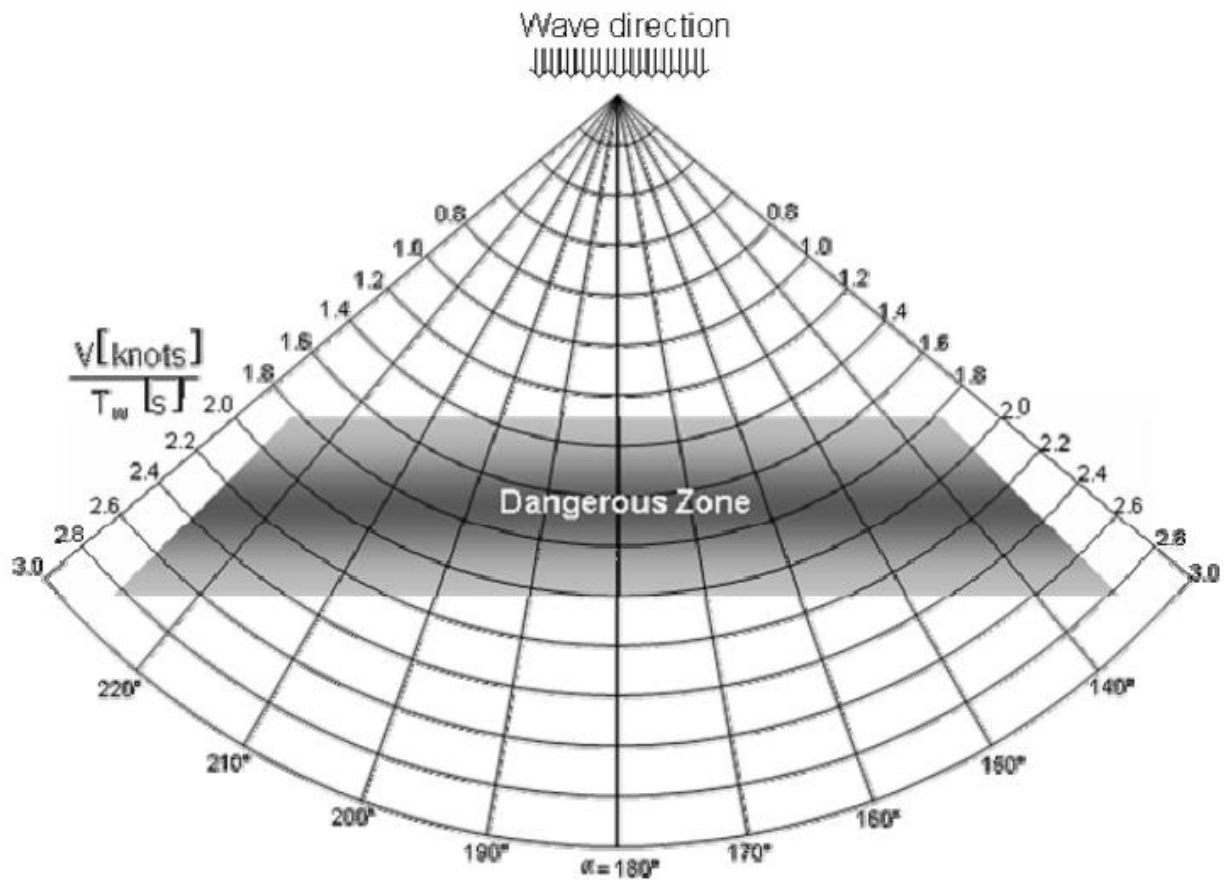
Σύμφωνα με τον IMO, surf-riding και broaching μπορεί να συμβεί όταν η γωνία συνάντησης είναι μεταξύ 135° και 225° και η ταχύτητα του είναι μεγαλύτερη από $(1.8\sqrt{L}) / \cos(180 - a)$ (knots). Για να αποφύγουμε το φαινόμενο αυτό θα πρέπει η ταχύτητα ή η πορεία του πλοίου ή και τα δύο να βρίσκονται έξω από την επικίνδυνη περιοχή που ορίζεται από το Διάγραμμα 7.



Διάγραμμα 7. Επικίνδυνη περιοχή για εκδήλωση surf-riding και broaching

ΕΠΙΘΕΣΗ ΑΠΟ ΥΨΗΛΑ ΚΥΜΑΤΑ

Όταν το σημαντικό ύψος κύματος είναι μεγαλύτερο από $0.4L$ και το μήκος κύματος είναι μεγαλύτερο από $0.8L$, και ταυτόχρονα υπάρχουν ενδείξεις επικίνδυνης συμπεριφοράς του πλοίου, ο πλοίαρχος θα πρέπει να προσέξει να μην εισέλθει στην επικίνδυνη περιοχή που ορίζει το Διάγραμμα 8. Όταν το πλοίο βρεθεί σε αυτήν την ζώνη θα πρέπει να μειωθεί η ταχύτητα του ή να αλλάξει πορεία ώστε να αποτρέψει την επίθεση από υψηλά κύματα, πράγμα όμως που μπορεί να δημιουργήσει κινδύνους εμφάνισης άλλων φαινομένων, όπως παραμετρικό διατοιχισμό, μείωση ευστάθειας, κ.ά. ή συνδυασμό τους.



Διάγραμμα 8. Επικίνδυνη περιοχή για εκδήλωση επίθεσης από υψηλά κύματα

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

SURF RIDING - BROACHING

Από τα δεδομένα που έχουμε στη διάθεση μας, η μέγιστη ταχύτητα του ΔΥΣΤΟΣ ήταν 12.5kn (6.43m/s). Στις συγκεκριμένες καιρικές συνθήκες υποθέτουμε ότι η ταχύτητα του πλοίου ήταν 10kn (5.14m/s). Οπότε σύμφωνα με την οδηγία του IMO για να υπάρξει κίνδυνος broaching η ταχύτητα του πλοίου θα πρέπει να είναι μεγαλύτερη από $(1.8\sqrt{L}) / \cos(180 - a)$ (knots). Ο τύπος αυτός μας δίνει ένα εύρος 18-25.46 kn. Επομένως το ΔΥΣΤΟΣ δεν ήταν δυνατό να κινδύνευσε από broaching.

ΑΥΘΕΝΤΙΚΗ ΑΠΩΛΕΙΑ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ

Όπως προκύπτει από τη μελέτη που κάναμε παραπάνω, το ελάχιστο GM είναι $GM_{crestMIN}=0.047m$ για κύμα με $H=6m$ και $\lambda=76.5m$. Η ταχύτητα ενός τέτοιου κύματος είναι 10.92 m/s και προσπερνούν το πλοίο με ταχύτητα $V=V_{κυμ} \cos\theta - V_{πλοίου}$, με θ από -45° έως 45° η γωνία του κύματος με το πλοίο. Άρα η ταχύτητα προσπέρασης κυμαίνεται από 2.58 - 5.78 m/s. Επομένως, ο χρόνος που το πλοίο παρουσιάζει χαμηλό GM είναι:

$$t = \frac{\lambda/2}{V_{προσπ}} = \frac{38.25}{2.58 \div 5.78} = 6.62 \div 14.82 \text{ (sec)}$$

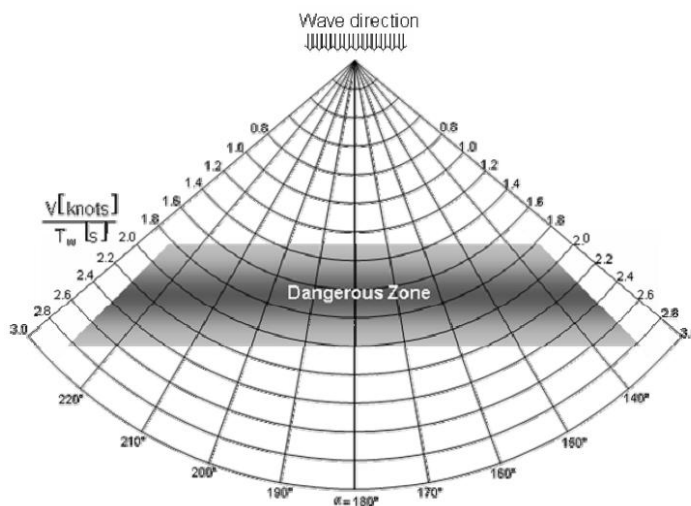
Ο IMO προειδοποιεί ότι η απώλεια ευστάθειας μπορεί να γίνει επικίνδυνη για μήκη κύματος που βρίσκονται στην περιοχή 0.6L έως 2.3L, που σημαίνει 60m έως 230m. Τα κύματα που υπολογίσαμε βρίσκονται όλα μέσα σε αυτό το εύρος.

ΕΠΙΘΕΣΗ ΑΠΟ ΥΨΗΛΑ ΚΥΜΑΤΑ

Σύμφωνα με τον IMO, όταν το σημαντικό ύψος κύματος είναι μεγαλύτερο από $0.4L$ και το μήκος κύματος είναι μεγαλύτερο από $0.8L$ το πλοίο είναι πιθανό να βρεθεί στην επικίνδυνη ζώνη που ορίζει το Διάγραμμα 8. Αυτό σημαίνει κύματα μεγαλύτερα από 80m μήκος και 4m ύψος.

Για τα πέντε κύματα που μελετήσαμε προκύπτει ο παρακάτω πίνακας:

Περίοδος (s)	7	8	9	10	11
V/T_w	1.429	1.250	1.111	1.000	0.909



Διάγραμμα 9

Συμπεραίνουμε, λοιπόν, ότι μόνο το κύμα με περίοδο 7s τοποθετεί το πλοίο στην επικίνδυνη ζώνη και μάλιστα για πολύ μικρό εύρος γωνιών συνάντησης ($200^\circ - 160^\circ$), οπότε η κατάσταση αυτή δεν είναι πολύ πιθανό να συνέβη.

ΣΥΝΤΟΝΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΠΑΡΑΜΕΤΡΙΚΟΣ ΔΙΑΤΟΙΧΙΣΜΟΣ

Όπως αναφέρει η οδηγία του IMO, για να συμβεί παραμετρικός διατοίχισμός πρέπει η ιδιοσυχνότητα διατοίχισμού του πλοίου να είναι ίση ή διπλάσια από την περίοδο συνάντησης του κυματισμού. Επομένως πρέπει να υπολογίσουμε την ιδιοσυχνότητα του πλοίου. Χρησιμοποιώντας τον τύπο του Weiss μπορούμε να την προσεγγίσουμε σε ικανοποιητικό βαθμό για τη μελέτη μας. Έχουμε, λοιπόν:

$$T_R = \frac{2CB}{\sqrt{GM}} = \frac{2 \cdot 0.375 \cdot 15.8}{\sqrt{0.869}} = 12.71 \text{ sec}$$

Όπου $C=0.373+0.023B/D-0.043L/100 = 0.375$ και

$B=15.8\text{m}$ το πλάτος του πλοίου.

Ο IMO δίνει τον παρακάτω τύπο για τον υπολογισμό της περιόδου συνάντησης:

$$T_E = \frac{3T_w^2}{3T_w + V \cos(\alpha)} \text{ [s]}. \quad \text{Επομένως υποθέτοντας γωνία συνάντησης από } 0$$

μέχρι 45 μοίρες προκύπτει ο παρακάτω πίνακας:

Περίοδος Συνάντησης (T_E) [sec]					
Περίοδος κύματος [sec]	7	8	9	10	11
Γωνία συνάντησης (α)					
0°	5,624	6,589	7,561	8,537	9,518
5°	5,628	6,593	7,565	8,542	9,522
10°	5,640	6,607	7,579	8,556	9,537
15°	5,661	6,629	7,602	8,580	9,561
20°	5,691	6,660	7,634	8,613	9,596
25°	5,729	6,699	7,676	8,656	9,639
30°	5,776	6,748	7,726	8,708	9,693
35°	5,831	6,806	7,786	8,769	9,755
40°	5,895	6,872	7,855	8,840	9,827
45°	5,967	6,948	7,932	8,919	9,909

Πίνακας 2

Όπως αναφέραμε προηγουμένως, για να έχουμε συντονισμό πρέπει η ιδιοπερίοδος διατοιχισμού και η περίοδος συνάντησης να είναι παραπλήσιες, δηλαδή $0.8 < T_R / T_E < 1.1$ που σημαίνει $15.888 > T_E > 11.555$. Ο παραπάνω πίνακας δεν περιέχει αυτές τις τιμές, οπότε συμπεραίνουμε ότι δεν υπήρξε συντονισμός.

Όμως παραμετρικός διατοιχισμός μπορεί να εμφανιστεί ακόμα και αν $1.8 < T_R / T_E < 2.1$, δηλαδή $7.061 > T_E > 6.052$. Τα κύματα με περίοδο 8 sec, σύμφωνα με τον πίνακα, ικανοποιούν αυτό το κριτήριο, επομένως πιθανώς να επιφέρουν παραμετρικό διατοιχισμό.

Τελικά:

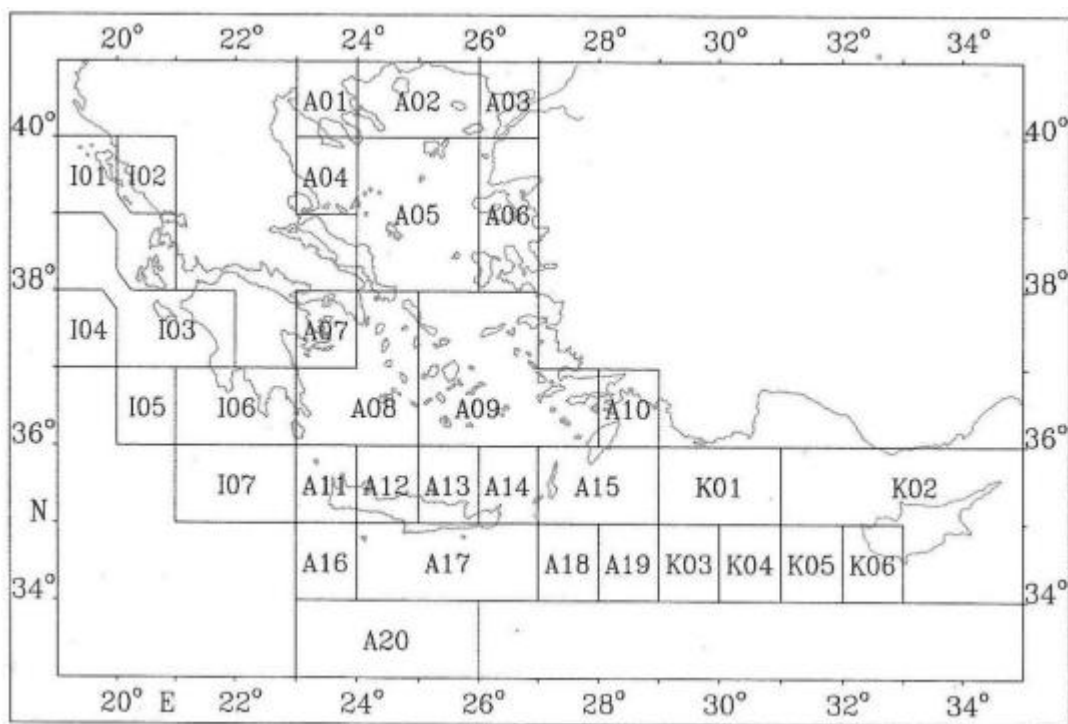
ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ	ΚΡΙΤΗΡΙΑ	ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΚΡΙΤΗΡΙΩΝ	ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΓΙΑ ΤΟ ΔΥΣΤΟΣ	ΕΚΤΙΜΗΣΗ
Surf Riding	$V=1.8\sqrt{L} / \cos(180 - \alpha)$	$V=18\text{kn} - 25.46\text{kn}$	$V=10\text{kn}$ (μέγιστη 12.5kn)	Απίθανο
Αυθεντική απώλεια ευστάθειας	$\lambda=0.6L - 2.3L$	$\lambda= 60\text{m} - 230\text{m}$	$\lambda=75.6\text{m} - 189\text{m}$	Πολύ πιθανό
Υψηλά κύματα	$\lambda>0.8L$ και $H>0.04L$	$\lambda>80\text{m}$ και $H>4\text{m}$	$\lambda=76\text{m} - 189\text{m}$ και $H=4\text{m} - 7\text{m}$	Πολύ πιθανό
Συντονισμός & παραμετρικός διατοιχισμός	1)Ιδιοπερίοδος/περίοδος συνάντησης=1 2)Ιδιοπερίοδος/περίοδος συνάντησης=2	1) $5.624 < T_R < 9.909$ 2) $11.248 < T_R < 19.818$	$T_R=12.71\text{s}$	1) απίθανο 2) πιθανό

Πίνακας 3

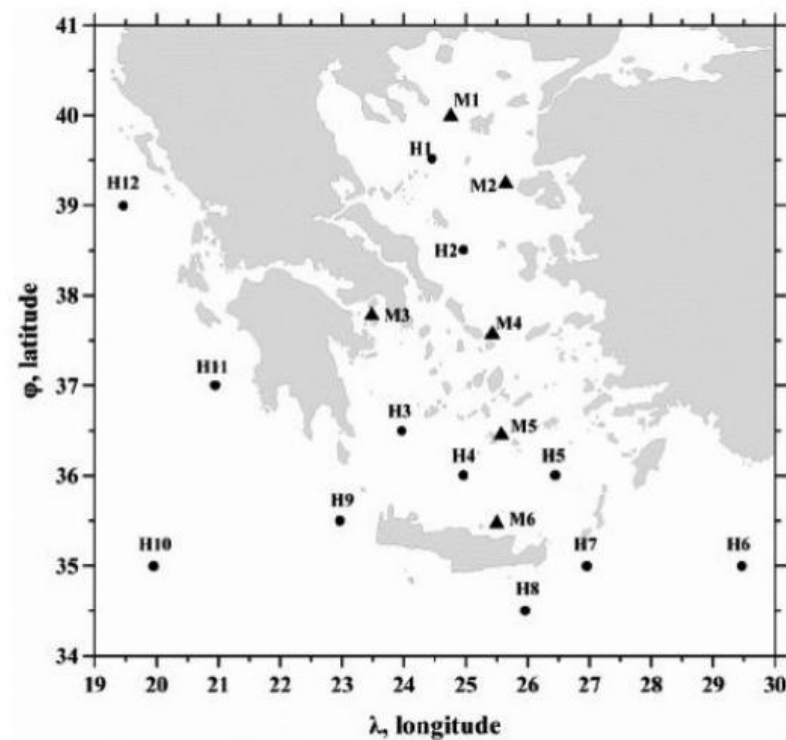
Παρατηρούμε ότι η ανατροπή του πλοίου είναι πολύ πιθανό να προκλήθηκε από έντονο διατοιχισμό που οφειλόταν σε επίθεση από υψηλά κύματα που επιδεινώθηκε από αυθεντική απώλεια ευστάθειας. Την ταλάντωση που παρουσίασε το ΔΥΣΤΟΣ σίγουρα ενίσχυσε ο παραμετρικός διατοιχισμός όταν βρισκόταν στην κορυφή των κυμάτων.

ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΑ ΕΜΦΑΝΙΣΗΣ ΤΩΝ ΚΥΜΑΤΩΝ ΠΟΥ ΕΞΕΤΑΣΤΗΚΑΝ

Με τη βοήθεια από τους δυο άτλαντες που χρησιμοποιήσαμε θα επιχειρήσουμε να κάνουμε μια εκτίμηση της πιθανότητας δημιουργίας των κυμάτων που θα μπορούσαν να προκαλέσουν τα φαινόμενα που μελετήσαμε στο προηγούμενο κεφάλαιο. Οι άτλαντες μας δίνουν διαφορετικά δεδομένα ο καθένας, διότι βασίζονται σε διαφορετικές μεθόδους (οπτικές παρατηρήσεις και μαθηματικό μοντέλο) αλλά και γιατί η ομαδοποίηση αυτών ποικίλει (κατά μήνα ο Αθανασούλης, κατά εποχή το ΕΛΚΕΘΕ). Οι άνεμοι που έπνεαν εκείνη τη μέρα, σύμφωνα με το δελτίο της ΕΜΥ, ήταν της τάξης των 15-23m/s και οι κυματισμοί που μελετήσαμε είχαν ύψη 4,5,6 και 7m και περιόδους 7,8,9,10 και 11sec.



Εικόνα 44. Κυματικά ομοιογενείς περιοχές από τον άτλαντα του Αθανασούλη. Μας ενδιαφέρει η περιοχή Α05.



Εικόνα 45. Περιοχές για τις οποίες έχουμε στοιχεία από τον άτλαντα του ΕΛΚΕΘΕ. Στις περιοχές «Μ» έχουν γίνει μετρήσεις, ενώ στις «Η» τα στοιχεία εξάχθηκαν από μαθηματικά μοντέλα. Μας ενδιαφέρει η περιοχή Η2.

Σύμφωνα με τα στοιχεία που έχουμε από τον άτλαντα του ΕΛΚΕΘΕ, για την περιοχή Η2 το χειμώνα (Πίνακας 4) η πιθανότητα εμφάνισης κυματισμών με ύψος πάνω από 4 μέτρα και περίοδο μεγαλύτερη από 7 sec είναι 25.13%, ενώ στον άτλαντα του Αθανασούλη για την περιοχή Α05 (Πίνακας 5) είναι 15.71%.

Location H2 (38.55⁰N, 25.00⁰E)

T_p [s]	H_s [m]															Total
	0.00 0.25	0.25 0.50	0.50 0.75	0.75 1.00	1.00 1.25	1.25 1.50	1.50 1.75	1.75 2.00	2.00 2.50	2.50 3.00	3.00 3.50	3.50 4.00	4.00 5.00	5.00 6.00	6.00 7.50	
0.0-1.9	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
1.9-2.6	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
2.6-3.1	14	22	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	39
3.1-3.8	20	40	46	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	108
3.8-4.6	5	47	96	43	7	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	199
4.6-5.0	0	8	20	33	35	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100
5.0-5.5	0	3	12	21	38	23	3	0	0	0	0	0	0	0	0	100
5.5-6.1	1	1	4	14	20	31	23	6	1	0	0	0	0	0	0	101
6.1-6.7	0	1	2	6	10	15	24	24	14	1	0	0	0	0	0	97
6.7-7.4	0	0	1	2	6	5	7	17	40	7	0	0	0	0	0	85
7.4-8.1	0	0	1	4	2	4	3	3	18	22	6	0	0	0	0	63
8.1-8.9	0	0	0	1	2	3	2	2	4	8	15	9	2	0	0	48
8.9-9.8	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2	4	8	11	1	0	29
9.8-10.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	4	6	0	0	11
10.8-11.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
11.9-13.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13.0-14.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14.4-17.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
>17.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	47	129	185	126	120	86	63	53	78	40	26	17	17	7	1	995

Πίνακας 4. Άτλαντας ΕΛΚΕΘΕ (σημαντικό ύψος - περίοδος κύματος) για την περιοχή Η2.

ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΚΥΜΑΤΟΣ (δευτερό- λεπτα)	ΥΨΟΣ ΚΥΜΑΤΟΣ (μέτρα)										ΣΥΝΟ- ΛΟ	WAVE PERIOD (seconds)
	0 0.5	0.5 1.0	1.0 1.5	1.5 2.0	2.0 2.5	2.5 3.0	3.0 4.0	4.0 5.0	5.0 6.0	6.0 ∞		
0—5	172	110	67	38	10	11	8	1	0	0	417	0—5
6—7	2	19	29	20	15	5	8	3	1	0	102	6—7
8—9	1	8	8	3	3	4	4	4	0	0	35	8—9
10—11	0	0	4	0	1	1	2	0	0	1	9	10—11
12—13	0	1	0	2	3	0	2	0	0	0	8	12—13
14—15	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	14—15
16—17	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	16—17
18—∞	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18—∞
ΣΥΝΟΛΟ	175	138	109	63	32	21	25	8	1	1	573	TOTAL
A05	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	4.0	5.0	6.0	∞	TOTAL	A05
	0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	4.0	5.0	6.0		
	WAVE HEIGHT (metres)											

Πίνακας 5. Άτλαντας Αθανασούλη (σημαντικό ύψος - περίοδος κύματος) για την περιοχή Α05

Ακόμα όσον αφορά στους ανέμους, ο άτλαντας του Αθανασούλη δίνει πιθανότητα για ανέμους ταχύτητας $U_w > 27$ kn (δηλαδή $50 \text{ km/h} = 14 \text{ m/s}$) με κατεύθυνση Β-ΒΑ περίπου 58.9% (Πίνακας 6) ενώ τα από τα δεδομένα του άτλαντα του ΕΛΚΕΘΕ, η αντίστοιχη πιθανότητα είναι στο 49.9% (Πίνακας 4).

ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΑΣ ΜΕΙΩΣΗΣ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ ΛΟΓΩ ΑΚΟΛΟΥΘΟΥΝΤΩΝ
ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ

ΚΑΤΕΥ- ΘΥΝΣΗ ΑΝΕΜΟΥ	ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΑΝΕΜΟΥ (κόμβοι)										ΣΥΝΟ- ΛΟ	WIND DIREC- TION
	0	1	4	7	11	17	22	28	34	41		
B	0	4	20	32	27	42	24	10	10	2	171	N
BA	0	3	12	24	31	27	32	19	9	1	158	NE
A	0	2	9	11	8	9	1	1	0	0	41	E
NA	0	1	5	15	9	10	8	3	3	1	55	SE
N	0	3	11	37	42	51	32	20	12	2	210	S
NΔ	0	1	11	22	30	30	11	3	1	0	109	SW
Δ	0	2	4	11	11	11	2	5	1	0	47	W
BΔ	0	1	7	6	15	10	2	2	0	0	43	NW
ΑΚΑΘ.	25	4	2	0	1	0	0	0	0	0	32	IND.
ΣΥΝΟΛΟ	25	21	81	158	174	190	112	63	36	6	866	TOTAL
A05	0	3	6	10	16	21	27	33	40	∞	TOTAL	A05
		1	4	7	11	17	22	28	34	41		
		WIND SPEED (knots)										

Πίνακας 6. Άτλαντας Αθνασούλη (ταχύτητα - διεύθυνση ανέμου) για την περιοχή Α05.

Location H2 (38.55⁰N, 25.00⁰E)

Θ _{wind} [deg]	U _w [m/s]															Total
	0.00	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00	7.00	8.00	9.00	10.00	12.00	14.00	16.00	>	
	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00	7.00	8.00	9.00	10.00	12.00	14.00	16.00	18.00	18.00	
0	1	2	3	3	6	9	13	15	20	20	38	25	10	6	3	174
15	0	2	3	3	6	7	10	6	9	15	32	21	14	8	3	139
30	1	2	4	2	2	3	3	3	4	4	7	3	2	2	0	42
45	1	3	2	2	2	2	1	2	1	1	1	1	1	0	0	20
60	1	2	1	2	1	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	11
75	0	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	6
90	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
105	0	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	5
120	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	10
135	1	1	2	2	2	2	1	2	1	1	4	1	0	0	0	20
150	0	2	3	2	4	4	5	6	6	5	11	8	6	2	0	64
165	0	1	2	6	7	12	15	15	13	9	15	5	2	0	0	102
180	0	2	4	6	7	8	11	10	13	10	9	5	1	1	0	87
195	1	1	3	5	6	8	6	8	6	4	5	2	0	0	0	55
210	0	2	3	5	3	5	4	2	4	1	1	1	0	0	0	31
225	1	1	3	2	3	3	2	1	2	1	1	0	0	0	0	20
240	1	1	2	3	2	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	14
255	1	2	2	2	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	12
270	1	2	3	2	1	2	1	1	1	0	0	0	0	0	0	14
285	1	2	2	2	0	1	2	0	1	1	1	0	0	0	0	13
300	0	2	3	3	2	2	2	2	1	1	1	1	1	0	0	20
315	0	2	3	3	3	4	2	2	1	1	1	1	1	0	0	24
330	0	2	5	4	5	3	4	4	3	1	2	1	0	0	0	34
345	0	2	3	3	9	11	12	12	10	7	7	3	1	1	0	81
Total	13	39	60	66	74	93	99	94	100	83	139	77	38	20	6	1001

Πίνακας 7. Άτλαντας ΕΛΚΕΘΕ (ταχύτητα - διεύθυνση ανέμου) για την περιοχή Η2.

Από το δελτίο της ΕΜΥ, όμως έχουμε δεδομένη την ένταση και τη διεύθυνση του ανέμου, επομένως απομένει να εξετάσουμε το ύψος του κύματος που δημιουργούνται. Με τη βοήθεια του άτλαντα του ΕΛΚΕΘΕ (Πίνακας 8) βλέπουμε ότι για άνεμο ταχύτητας $U > 14 \text{ m/s}$ τα κύματα αποκτούν ύψος πάνω από 2 μέτρα και μάλιστα αυτά που είναι πάνω από 4 μέτρα έχουν ποσοστό 36.7%.

Location H2 (38.55⁰N, 25.00⁰E)

U_w [m/s]	H_s [m]														Total	
	0.00 0.25	0.25 0.50	0.50 0.75	0.75 1.00	1.00 1.25	1.25 1.50	1.50 1.75	1.75 2.00	2.00 2.50	2.50 3.00	3.00 3.50	3.50 4.00	4.00 5.00	5.00 6.00		6.00 7.50
0.0-1.0	7	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13
1.0-2.0	14	20	3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	39
2.0-3.0	13	33	11	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60	
3.0-4.0	8	31	20	4	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	66	
4.0-5.0	3	21	33	8	3	2	1	1	0	0	0	0	0	0	72	
5.0-6.0	1	12	53	16	4	2	1	0	0	0	0	0	0	0	89	
6.0-7.0	1	5	44	33	12	3	1	0	0	0	0	0	0	0	99	
7.0-8.0	0	1	18	38	27	9	3	1	1	0	0	0	0	0	98	
8.0-9.0	0	0	2	21	44	20	7	2	1	1	0	0	0	0	98	
9.0-10.0	0	0	0	3	20	30	19	6	4	0	0	0	0	0	82	
10.0-12.0	0	0	0	1	6	18	30	35	37	8	3	0	0	0	138	
12.0-14.0	0	0	0	0	0	1	2	7	33	22	9	2	0	0	76	
14.0-16.0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	9	12	10	4	0	37	
16.0-18.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	10	2	17	
>18.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4	6	
Total	47	128	185	127	120	86	64	52	78	40	25	16	16	6	0	990

Πίνακας 8. Άτλαντας ΕΛΚΕΘΕ (σημαντικό ύψος κύματος - ταχύτητα ανέμου) για την περιοχή Η2.

Αυθεντική απώλεια ευστάθειας

Αν θεωρήσουμε τον κυματισμό με ύψος 7m ως εξαιρετικά απίθανο να εμφανιστεί, το κύμα στην κορυφή του οποίου υπολογίσαμε το μικρότερο GM έχει ύψος 6m και μήκος 76,5m (T=7s). Αντίστοιχα μικρές τιμές υπολογίσαμε και στα κύματα με ίδιο μήκος και ύψος 5m και 7m. Η πιθανότητα να εμφανιστούν αυτοί οι κυματισμοί είναι 2.6‰ σύμφωνα με τον Αθανασούλη και 0‰ σύμφωνα με το ΕΛΚΕΘΕ.

Επίθεση από υψηλά κύματα

Κατά τους υπολογισμούς μας παραπάνω καταλήξαμε ότι χρειάζονται κύματα τουλάχιστον 80m (T=7.15s) και ύψους 4m. Η πιθανότητα να εμφανιστούν αυτοί οι

κυματισμοί είναι 15.7% σύμφωνα με τον Αθανασούλη και 25.13% σύμφωνα με το ΕΛΚΕΘΕ.

Συντονισμός, παραμετρικός διατοιχισμός

Η οδηγία του IMO παρουσιάζει ως πιο επικίνδυνα κύματα για παραμετρικό διατοιχισμό αυτά με περίοδο $T=8s$. Η πιθανότητα να εμφανιστούν αυτοί οι κυματισμοί και το ύψος τους να βρίσκεται μεταξύ 4m και 7m είναι 8.25% σύμφωνα με τον Αθανασούλη και 1% σύμφωνα με το ΕΛΚΕΘΕ.

Συμπεράσματα:

- Εκ πρώτης όψεως φαίνεται ότι τα στοιχεία του ΕΛΚΕΘΕ είναι πιο συντηρητικά από αυτά του άτλαντα του Αθανασούλη. Αν λάβουμε υπόψη ότι στα δεδομένα του Αθανασούλη δεν περιλαμβάνονται οι πολύ κακές θάλασσες, η διαφορά αυτή είναι ακόμα πιο αξιοσημείωτη.
- Οι περισσότεροι κυματισμοί που μελετήσαμε δεν εμφανίζονται πολύ συχνά, με εξαίρεση αυτούς που απαιτούνται για την περίπτωση της επίθεσης από υψηλά κύματα, οι οποίοι έχουν πιο αυξημένη πιθανότητα.
- Οι πιθανότητες που μελετήσαμε, όμως, δεν λαμβάνουν υπόψη τις δεδομένες καιρικές συνθήκες της ημέρας του ναυαγίου, επομένως τα ποσοστά που υπολογίσαμε αυξάνονται σε μεγάλο βαθμό.
- Από τη μελέτη αυτή φαίνεται ως πιο πιθανό σενάριο αυτό της επίθεσης από υψηλά κύματα.

ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Το ατύχημα του «ΔΥΣΤΟΣ» ήταν μια περίπτωση όπου υπήρχαν αρκετά ερωτήματα σχετικά με τα αίτια του και τις μέρες που ακολούθησαν της τραγωδίας ακούστηκαν πολλές απόψεις, από τις οποίες μερικές ήταν υπερβολικές.

Το πλοίο ήταν κατά γενική ομολογία σε άσχημη κατάσταση καθώς από την πλευρά της εταιρίας γίνονταν μόνο οι απολύτως απαραίτητες εργασίες συντήρησης οι οποίες, σύμφωνα με το ΑΣΝΑ, πολλές φορές ήταν ελλιπείς. Ακόμα, μετά τη μετασκευή είχε ανέβει το κέντρο βάρους του φορτίου εξαιτίας της κατασκευής νέου πυθμένα για το τσιμέντο και της τοποθέτησης διάφορων διατάξεων στο κατάστρωμα για τη φορτοεκφόρτωση. Αυτό είχε σαν αποτέλεσμα τη μείωση της ευστάθειας σε σχέση με τα αρχικά σχέδια.

Εξετάστηκε το ενδεχόμενο να υπήρξε μείωση ευστάθειας λόγω ακολουθούντων κυματισμών. Εφαρμόζοντας τα κριτήρια του IMO, MSC.1/Circ1228, προκύπτει ότι είναι πολύ πιθανό να υπήρξε επίθεση από υψηλά κύματα ή να είχε έντονο παραμετρικό διατοιχισμό εάν ο λόγος ιδιοπεριόδου προς την περίοδο συνάντησης με τα κύματα προσέγγιζε το 2. Τα κύματα που θα προκαλούσαν αυτά τα φαινόμενα έχουν μικρή συχνότητα εμφάνισης στην περιοχή, αλλά με δεδομένες τις πολύ δυσμενείς καιρικές συνθήκες δεν είναι απίθανο να τα συνάντησε το πλοίο.

Στο πόρισμα του ΑΣΝΑ αναφέρεται ότι είναι πιθανό να υπήρξε εισροή υδάτων από ένα άνοιγμα στο καπάκι του κύτους Νο.1, αλλά αυτό το ενδεχόμενο δεν είναι πολύ πιθανό, καθώς τότε το πλοίο θα είχε βυθιστεί πολύ πριν το εντοπίσουν τα παραπλέοντα πλοία στις 07.00 το πρωί. Ακόμα είναι άξιο παρατήρησης ότι οι πρώτες ενέργειες για παροχή αέρα στο ανατραπέν πλοίο έγιναν την 01-01-97, δηλαδή μετά από τρεις ημέρες.

Είναι πολύ πιθανό η μείωση της ευστάθειας να επιδεινώθηκε και από μια μετατόπιση φορτίου λόγω του πολύ έντονου διατοιχισμού, αλλά από τη μελέτη που προηγήθηκε, απορρέει το συμπέρασμα ότι δεν ήταν απαραίτητη προϋπόθεση για την ανατροπή, καθώς σε συγκεκριμένα κύματα από αυτά που μελετήθηκαν παρουσιάζεται αρνητικό μετακεντρικό ύψος όταν το μέσο του πλοίου βρεθεί στην κορυφή του ακολουθούντος κυματισμού. Επομένως το πλοίο εξαρχής δεν ήταν σε θέση να ανταπεξέλθει στις συγκεκριμένες συνθήκες και θα έπρεπε ο πλοίαρχος να περιμένει στο αγκυροβόλιο μέχρι να ηρεμήσει ο καιρός. Στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας δεν εξετάζονται οι λόγοι για τους οποίους αυτό δε συνέβη.

Η διεθνής ναυτική κοινότητα προσπαθεί συνεχώς να μειώσει την πιθανότητα κάποιου ατυχήματος, χωρίς όμως να είναι δυνατή η κατασκευή ενός πλήρως αβύθιστου σκάφους. Παρόλα αυτά καθήκον όλων είναι να κινούνται προς αυτήν την κατεύθυνση με σκοπό να μην σημειώνονται ατυχήματα που θα μπορούσαν με λίγο περισσότερη προσοχή να έχουν αποφευχθεί. Ένας από τους τρόπους που μπορεί να γίνει αυτό είναι η μελέτη των υπαρχόντων στοιχείων από τα ατυχήματα που έχουν ήδη συμβεί.

Βέβαια, είναι καλύτερο να λαμβάνουμε προληπτικά μέτρα, παρά να προσπαθούμε εκ των υστέρων να διορθώσουμε τα κακώς κείμενα και τις διάφορες παραλείψεις των κατά περίπτωση υπευθύνων. Προς αυτή την κατεύθυνση κινούνται και οι οδηγίες του IMO, όπως η IMO, MSC.1/Circ1228. Οι οδηγίες αυτές δεν είναι ικανές από μόνες τους να αποτρέψουν ένα ατύχημα, δείχνουν την κατεύθυνση που θα πρέπει να ακολουθήσουν στο μέλλον όσοι προσπαθούν να καθορίσουν τους σημαντικότερους παράγοντες που προκαλούν παρόμοιες ναυτικές τραγωδίες, με σκοπό να αυξηθούν τα επίπεδα ασφάλειας στις θαλάσσιες μεταφορές.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Αναφορές

Α.Σ.Ν.Α.: «Αριθμός Έκθεσης 83/98 (Έκθεση για το ατύχημα του Δύστος) [1998]

ΑΘΑΝΑΣΟΥΛΗΣ Γ.Α., ΣΚΑΡΣΟΥΛΗΣ Ε.Κ.: «Άτλας Ανέμου και Κύματος Βορειοανατολικής Μεσογείου Θαλάσσης», [1992]

ΑΝΤΩΝΙΟΥ Α., ΠΕΡΡΑΣ Π.: «Ειδικά Κεφάλαια Μελέτης Πλοίου», Εκδ. Σελλούντος [1985]

ΠΑΠΑΝΙΚΟΛΑΟΥ Απ.: «Μελέτη Πλοίου Μεθοδολογίες Προμελέτης», Τεύχος 1, Εκδ. Συμείων [2009]

ΠΑΠΑΝΙΚΟΛΑΟΥ Απ.: «Μελέτη Πλοίου Μεθοδολογίες Προμελέτης», Τεύχος 2, Εκδ. Συμείων [2009]

ΠΑΠΑΝΙΚΟΛΑΟΥ Απ., ΑΝΑΣΤΑΣΟΠΟΥΛΟΣ Κ.: «Μελέτη και Εξοπλισμός Πλοίου I, (Μεθοδολογία Προμελέτης), Συλλογή Βοηθημάτων», Εκδόσεις ΕΜΠ [2007]

ΠΑΠΑΝΙΚΟΛΑΟΥ Απ., ΑΝΑΣΤΑΣΟΠΟΥΛΟΣ Κ.: «Μελέτη και Εξοπλισμός Πλοίου II, (Γενική Διάταξη, Ενδιάιτηση και Εξοπλισμός), Συλλογή Βοηθημάτων», Εκδόσεις ΕΜΠ [2006]

ΣΟΥΚΙΣΙΑΝ Τ., ΧΑΤΖΗΝΑΚΗ Μ., ΚΟΡΡΕΣ Γ., ΠΑΠΑΔΟΠΟΥΛΟΣ Α., ΚΑΛΛΟΣ Γ., ΑΝΑΔΡΑΝΙΣΤΑΚΗΣ Ε.: «Άτλας Ανέμου και Κύματος των Ελληνικών Θαλασσών», Εκδ. Ελληνικό Κέντρο Θαλασσίων Ερευνών [2007]

ΣΠΥΡΟΥ Κ.: «Ευστάθεια Διατοιχισμού Πλοίου και Υπόβαθρο Κανονισμών», Εκδ. ΕΜΠ [2008]

ΣΧΟΙΝΑ Χ.: «Ναυάγια και η περίπτωση του Sea Diamond», Πα.Πει. [2013]

ΦΡΑΓΚΟΥΛΗΣ Β.: «Τεχνική του Πλοίου», Τόμος 1 [1966]

Κανονισμοί

Εφημερίδα της Κυβερνήσεως, ΦΕΚ 125Α / 4.6.1968, Περί Κυρώσεως της Διεθνούς Συμβάσεως περί γραμμών φορτώσεως [1968]

International Conference on Safety of Life at Sea (SOLAS) [1974]

Rules and Regulations for Bulk Grain Cargoes, Guidance for Preparing Documents for Approval Under 1969 Equivalent to Subchapter M, by E. H. Middleton and S. F. Sammis [1970]

IMO Res.A.562, Recommendation on a severe wind and rolling criterion (weather criterion) for the intact stability of passenger and cargo ships of 24 metres in length and over [1985]

IMO MSC/Circ. 707, Guidance to the master for avoiding dangerous situations in following and quartering seas [1995]

IMO MSC.1/Circ. 1228, Revised guidance to the master for avoiding dangerous situations in following and quartering seas [2007]

Διαδικτυακοί Τόποι

Υπουργείο Εμπορικής Ναυτιλίας

Met Office (UK's National Weather Service)

<http://www.wrecksite.eu/wreck.aspx?98910>

<http://www.shipspotting.com/>

<http://www.workboatsinternational.com>

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΜΟΝΤΕΛΟΥ

Στο κεφάλαιο αυτό θα γίνει μια περιγραφή του μοντέλου του «ΔΥΣΤΟΣ» στον Η/Υ που χρησιμοποιήσαμε για τους υπολογισμούς της ευστάθειας. Τα offsets που περιγράφουν τη γάστρα και το προφίλ του πλοίου βρέθηκαν στα έγγραφα του πλοίου και συγκεκριμένα στη μελέτη “Tonnage Measurement”.

ΔΥΣΤΟΣ	
ΚΥΡΙΕΣ ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ	
L _{OA} [m]	108.17
L _{BP} [m]	100.00
B [m]	15.80
D [m]	8.10
T [m]	6.610
ΜΗΧΑΝΗ	
Ισχύς [HP]	6000
Είδος καυσίμου	DIESEL
ΥΔΡΟΣΤΑΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ	
Εκτόπισμα [t]	8144.1
Ωφέλιμο φορτίο (deadweight) [t]	5706.1
Βάρος άφορτου πλοίου (lightship) [t]	2438.0
ΛΟΙΠΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ	
Τύπος πλοίου	Cement Carrier
Έτος ναυπήγησης	1972
Εταιρία ναυπήγησης	S.A. Juliana Constructora Gijonesa
Τόπος	Ισπανία
Έτος μετασκευής σε τσιμεντοφόρο	1985
Αριθμός νηολογίου	ΠΕΙΡΑΙΩΣ 8204

Πίνακας 9

ΣΧΕΔΙΟ ΓΡΑΜΜΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗ

Έχοντας ως βάση τα δεδομένα offsets που βρήκαμε στα έγγραφα του πλοίου σχεδιάσαμε τη γάστρα με τη βοήθεια του σχεδιαστικού πακέτου AVEVA MARINE του εργαστηρίου υπολογιστών της σχολής Ναυπηγών του ΕΜΠ. Αρχικά χρησιμοποιώντας το πρόγραμμα LINES δημιουργήσαμε το σχέδιο γραμμών. Μετά από μερικούς κύκλους εξομάλυνσης των νομέων και των ισάλων, ολοκληρώθηκε η τελική μορφή της γάστρας.

Έπειτα, με το πρόγραμμα Surfaces & Compartments έγινε η εσωτερική διαμόρφωση του πλοίου. Στη φάση αυτή οριοθετήθηκαν οι διάφορες δεξαμενές του πλοίου και οι χώροι φορτίου. Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζονται αναλυτικά τα στοιχεία αυτά.

Category DO - DIESEL OIL (SG = 0.880 tonnes/cu.m 98 % full)

Compartment	Frames	Volume (m ³)	Weight (t)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)	IT (m ⁴)
D.O.5C : D.O. TANK No5C	54-74	117.000	100.901	40.000	0.000	0.750	274
D.O.6C : D.O. TANK No6C	33-54	122.850	105.946	27.188	0.000	0.750	288
D.O.7P : D.O. TANK No7P	19-33	47.826	41.245	16.846	-2.081	0.918	58
D.O.7S : D.O. TANK No7S	19-33	33.546	28.930	17.099	2.635	0.947	29
D.O.DLY16 : D.O. SRV/DAILY No16	25-26	5.134	4.428	15.785	6.155	7.589	0
D.O.DLY17 : D.O. SRV/DAILY No17	23-25	4.889	4.217	14.848	6.105	7.622	0
D.O.DR10 : D.O.DRAIN No 10	16-19	12.354	10.654	10.978	0.000	0.923	18
D.O.S.15P : D.O. SETTLING No15P	25-33	31.882	27.495	18.187	-6.194	7.516	6
D.O.S.15S : D.O. SETTLING No15S	25-33	31.882	27.495	18.187	6.194	7.516	6
Total		407.360	351.311	26.630	0.124	2.019	

Category LO - LUB. OIL (SG = 0.900 tonnes/cu.m 98 % full)

Compartment	Frames	Volume (m ³)	Weight (t)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)	IT (m ⁴)
L.O.8 : L.O. S. TANK No8C	24-28	6.365	5.614	16.250	0.500	0.850	0
L.O.9 : L.O. S. TANK No9C	19-24	7.956	7.017	13.438	0.500	0.850	0
L.O.DRT : DIRTY OIL TANK	28-33	7.956	7.017	19.063	0.500	0.850	0
Total		22.280	19.648	16.250	0.500	0.850	

Category FW - FRESH WATER (SG = 1.000 tonnes/cu.m 100 % full)

Compartment	Frames	Volume (m ³)	Weight (t)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)	IT (m ⁴)
F.W.18P : F.W. DEEP TANK No18P	8-12	43.152	43.152	6.267	-2.785	7.736	51
F.W.18S : F.W. DEEP TANK No18S	8-12	43.152	43.152	6.267	2.785	7.736	51
Total		86.300	86.304	6.267	0.000	7.736	

Category BW - BALLAST WATER (SG = 1.026 tonnes/cu.m 100 % full)

Compartment	Frames	Volume (m ³)	Weight (t)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)	IT (m ⁴)
AP : AFTER PEAK	-5-8	140.544	144.198	2.734	0.000	6.810	308
BW1 : B.W. TANK No1	134-149	93.865	96.306	87.617	0.000	0.804	480
BW14P : DEEP BALLAST W.T. No14 P	86-94	256.224	262.885	56.261	-3.950	4.879	197
BW14S : DEEP BALLAST W.T. No14 S	86-94	256.224	262.885	56.261	3.950	4.879	197
BW2P : B.W. TANK No2P	114-134	116.762	119.798	77.161	-3.287	0.777	356
BW2S : B.W. TANK No2S	114-134	116.762	119.798	77.161	3.287	0.777	356
BW3P : B.W. TANK No3P	94-114	135.398	138.918	64.975	-3.769	0.768	487
BW3S : B.W. TANK No3S	94-114	135.398	138.918	64.975	3.769	0.768	487
BW4P : B.W. TANK No4P	74-94	136.144	139.684	52.500	-3.790	0.768	492
BW4S : B.W. TANK No4S	74-94	136.144	139.684	52.500	3.790	0.768	492
BW5C : B.W. TANK No5C	54-74	117.000	120.042	40.000	0.000	0.750	274
BW5P : B.W. TANK No5P	54-74	77.332	79.343	40.020	-5.412	0.782	99
BW5S : B.W. TANK No5S	54-74	77.332	79.343	40.020	5.412	0.782	99
BW6P : B.W. TANK No6P	33-54	60.089	61.651	28.072	-4.967	0.814	65
BW6S : B.W. TANK No6S	33-54	60.089	61.651	28.072	4.967	0.814	65
FP : FORE PEAK	149-163	226.637	232.529	95.858	0.000	6.695	308
Total		2.141.930	2.197.634	57.572	0.000	2.780	

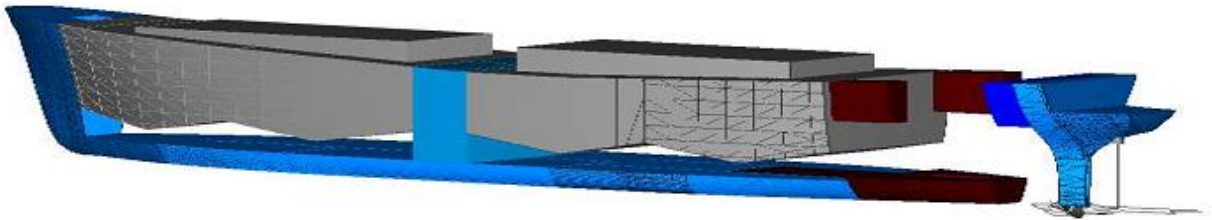
Category C(P-35) - CEMENT (P-35) (SG = 1.250 tonnes/cu.m 100 % full)

Compartment	Frames	Volume (m ³)	Weight (t)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)
HOLD1 : CARGO HOLD 1	94-149	3.036.521	3.795.652	75.122	0.000	6.399
Total		3.036.520	3.795.652	75.122	0.000	6.399

Category C(PYA-2000) - CEMENT (PYA-2000) (SG = 1.250 tonnes/cu.m 100 % full)

Compartment	Frames	Volume (m ³)	Weight (t)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)
HOLD2 : CARGO HOLD 2	34-86	2.979.467	3.724.333	37.501	0.000	6.210
Total		2.979.470	3.724.333	37.501	0.000	6.210

Πίνακας 10



Εικόνα 46. Μοντελοποιημένα διαμερίσματα του πλοίου.

Στην παραπάνω εικόνα παρουσιάζονται τα διαμερίσματα που μοντελοποιήσαμε στο πρόγραμμα του H/Y:

- Με γαλάζιο είναι τα Water Ballast Tanks,
- Με σκούρο κόκκινο τα Diesel Oil Tanks στο επίπεδο του μηχανοστασίου και τα Lub. Oil Tanks κάτω από το διπύθμενο, - Με μπλε τα Fresh Water Tanks.
- Τέλος, με γκρι χρώμα φαίνονται οι δύο χώροι για τη μεταφορά του τσιμέντου με την κατάλληλη διάταξη του πυθμένα τους.

ΥΔΡΟΣΤΑΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΗΣ ΓΑΣΤΡΑΣ ΤΟΥ ΠΛΟΙΟΥ

Draft (m)	Displt (t)	TPC (t/cm)	MTC (t-m/cm)	LCF (m)	LCB (m)	VCB (m)	KMT (m)	WPA (m ²)	KML (m)	WSA (m ²)	CB
2.20	2438.80	11.93	59.55	51.630	51.792	1.141	9.608	1163.42	245.329	1429.72	0.684
2.40	2678.04	12.00	60.46	51.582	51.776	1.244	9.028	1170.56	227.003	1470.28	0.689
2.60	2918.71	12.07	61.36	51.534	51.758	1.348	8.554	1177.48	211.573	1510.85	0.693
2.80	3160.80	12.14	62.26	51.483	51.739	1.451	8.161	1184.26	198.442	1551.44	0.697
3.00	3404.25	12.21	63.19	51.428	51.718	1.555	7.833	1190.90	187.166	1592.07	0.701
3.20	3649.12	12.28	64.18	51.360	51.697	1.659	7.566	1198.04	177.534	1632.93	0.704
3.40	3895.45	12.35	65.20	51.287	51.673	1.762	7.341	1205.21	169.150	1673.90	0.707
3.60	4143.26	12.43	66.28	51.205	51.648	1.866	7.153	1212.54	161.843	1715.03	0.711
3.80	4392.61	12.51	67.43	51.110	51.620	1.970	6.997	1220.12	155.473	1756.36	0.714
4.00	4643.52	12.59	68.62	51.008	51.590	2.075	6.866	1227.81	149.850	1797.89	0.717
4.20	4896.13	12.68	70.03	50.887	51.556	2.179	6.764	1236.77	145.211	1840.13	0.720
4.40	5150.61	12.77	71.53	50.750	51.520	2.284	6.680	1245.96	141.155	1882.77	0.723
4.60	5407.00	12.87	73.14	50.595	51.480	2.389	6.612	1255.54	137.652	1925.90	0.726
4.80	5665.40	12.97	74.84	50.427	51.436	2.495	6.559	1265.45	134.590	1969.48	0.729
5.00	5925.84	13.07	76.61	50.251	51.388	2.600	6.519	1275.49	131.878	2013.43	0.732
5.20	6188.48	13.19	78.64	50.047	51.335	2.706	6.495	1286.90	129.786	2058.42	0.735
5.40	6453.49	13.31	80.80	49.830	51.278	2.813	6.479	1298.54	128.022	2103.97	0.738
5.60	6720.94	13.44	83.21	49.580	51.215	2.920	6.472	1311.05	126.732	2150.57	0.741
5.80	6991.10	13.58	85.91	49.293	51.147	3.027	6.474	1324.51	125.909	2198.38	0.744
6.00	7263.88	13.70	88.30	49.055	51.072	3.135	6.483	1336.65	124.692	2245.38	0.748
6.20	7539.13	13.82	90.60	48.849	50.995	3.243	6.501	1348.61	123.421	2292.14	0.751
6.40	7816.75	13.94	92.76	48.668	50.915	3.352	6.523	1359.77	122.026	2338.55	0.754
6.60	8096.59	14.05	94.82	48.505	50.835	3.461	6.551	1370.32	120.566	2384.74	0.757
6.61	8110.64	14.05	94.92	48.497	50.831	3.466	6.552	1370.84	120.493	2387.05	0.758
6.80	8378.55	14.15	96.76	48.359	50.754	3.570	6.583	1380.32	119.053	2430.76	0.761
7.00	8662.48	14.24	98.57	48.232	50.673	3.679	6.619	1389.68	117.473	2476.57	0.764

Πίνακας 11

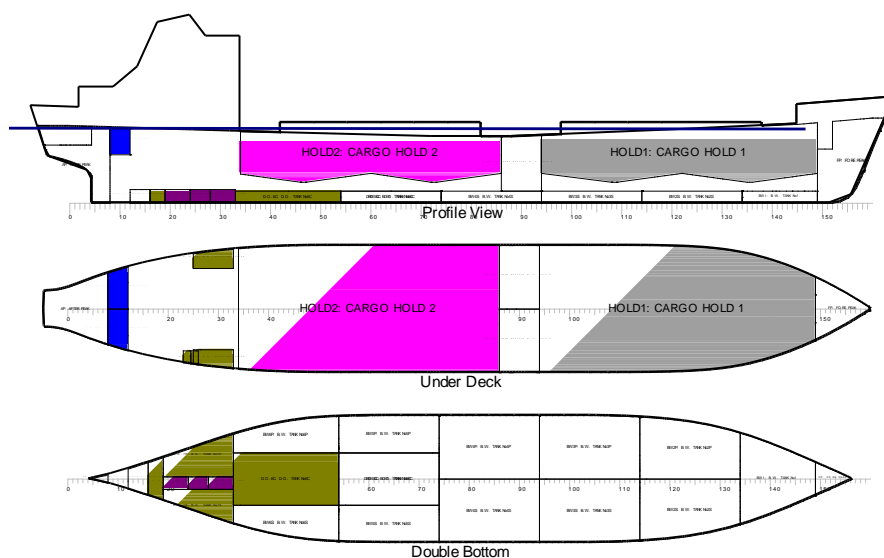
ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΦΟΡΤΩΣΗΣ

Για τη μοντελοποίηση των καταστάσεων φόρτωσης χρησιμοποιήσαμε το πρόγραμμα HYDROSTATICS του AVEVA. Στο στάδιο αυτό θα γίνουν όλοι οι υπολογισμοί που αφορούν στην ευστάθεια του μοντέλου με τις διάφορες συνθήκες κυματισμών που μελετήσαμε.

Για τους υπολογισμούς χρειάστηκε η εισαγωγή των σημείων της ακμής του καταστρώματος και τα σημεία του προφίλ του πλοίου, τα οποία βρίσκονταν στα έγγραφα που είχαμε στη διάθεσή μας.

Στο αρχικό στάδιο προσπαθήσαμε να προσομοιάσουμε όσο το δυνατόν πιο πιστά την κατάσταση Full Load Departure που αναφέρει το Stability booklet του πλοίου. Αυτό επετεύχθη σε πολύ ικανοποιητική ακρίβεια, επομένως αυτό που απέμενε ήταν να «τρέξουμε» την κατάσταση φόρτωσης του τελευταίου ταξιδιού στους διάφορους κυματισμούς που θέλαμε να μελετήσουμε.

Full Load Departure



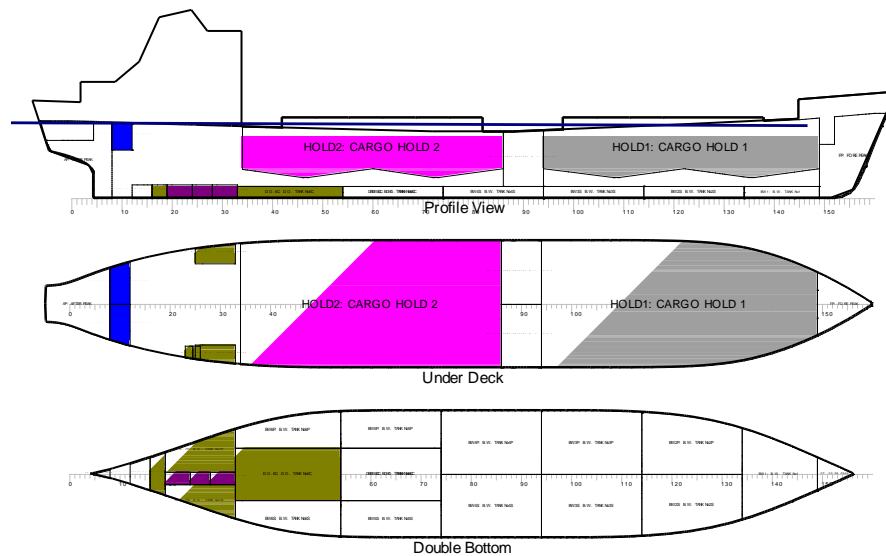
Title	Frames	Cargo	% full	SG (t/m ³)	Weight (t)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)	FSM (t-m)	S M
<i>DIESEL OIL</i>										
D.O.6C: D.O. TANK No6C	33-54	DO	99.1	0.880	107.2	27.19	0.00	0.74	248.6	M
D.O.7P: D.O. TANK No7P	19-33	DO	83.3	0.880	35.1	16.86	-2.03	0.79	47.6	M
D.O.7S: D.O. TANK No7S	19-33	DO	79.5	0.880	23.5	17.13	2.57	0.79	20.7	M
D.O.DLY16: D.O. SRV/DAILY No16	25-26	DO	90.5	0.880	4.1	15.79	6.14	7.45	0.6	M
D.O.DLY17: D.O. SRV/DAILY No17	23-25	DO	86.5	0.880	3.7	14.85	6.08	7.43	0.5	M
D.O.DR10: D.O.DRAIN No 10	16-19	DO	78.2	0.880	8.5	10.98	0.00	0.75	14.0	M
D.O.S.15P: D.O. SETTLING No15P	25-33	DO	97.8	0.880	27.4	18.21	-6.19	7.48	4.8	M
D.O.S.15S: D.O. SETTLING No15S	25-33	DO	97.8	0.880	27.4	18.21	6.19	7.48	4.8	M
Total DIESEL OIL					236.9	21.61	0.16	2.54	341.6	

Title	Frames	Cargo	% full	SG (t/m3)	Weight (t)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)	FSM (t-m)	S M
<i>LUB. OIL</i>										
L.O.8: L.O. S. TANK No8C	24-28	LO	83.8	0.900	4.8	16.25	0.50	0.71	0.7	M
L.O.9: L.O. S. TANK No9C	19-24	LO	78.3	0.900	5.6	13.44	0.50	0.67	0.8	M
L.O.DRT: DIRTY OIL TANK	28-33	LO	84.6	0.900	6.1	19.06	0.50	0.72	0.8	M
Total LUB. OIL					16.5	16.33	0.50	0.70	2.3	
<i>FRESH WATER</i>										
F.W.18P: F.W. DEEP TANK No18P	8-12	FW	100.0	1.000	43.2	6.27	-2.79	7.74	41.7	M
F.W.18S: F.W. DEEP TANK No18S	8-12	FW	100.0	1.000	43.2	6.27	2.79	7.74	41.7	M
Total FRESH WATER					86.4	6.27	0.00	7.74	83.4	
<i>CEMENT (P-35)</i>										
HOLD1: CARGO HOLD 1	94-149	C(P-35)	70.7	1.250	2681.9	74.58	0.00	5.44	[5088.3]	
Total CEMENT (P-35)					2681.9	74.58	0.00	5.44	0.0	
<i>CEMENT (PYA-2000)</i>										
HOLD2: CARGO HOLD 2	34-86	C(PYA-200)	72.0	1.250	2681.9	37.58	0.00	5.31	[5250.4]	
Total CEMENT (PYA-2000)					2681.9	37.58	0.00	5.31	0.0	
<i>CREW PROV. & STORES</i>										
CONSTANTS					10.0	12.50	0.00	9.50	0.0	
Total CREW PROV. & STORES					10.0	12.50	0.00	9.50	0.0	
Lightweight					2438.0	43.65	0.00	6.59	0.0	
Deadweight					5713.4	53.71	0.01	5.29	427.3	
Total Displacement					8151.4	50.70	0.01	5.68	427.3	
Buoyancy					8151.4	50.70	0.02	3.48	25086.4	

Πίνακας 12

Departure of 26/12/1996

Το πόρισμα του ΑΣΝΑ αναφέρει ότι το πλοίο είχε φορτώσει συνολικά 5300 τόνους τσιμέντο χύδην που κατανεμήθησαν σε 2600 μετρικούς τόνους τύπου Π-35 στο κύτος No.1 και σε 2700 μετρικούς τόνους τσιμέντου τύπου ΠΥΑ-2000 στο κύτος No.2



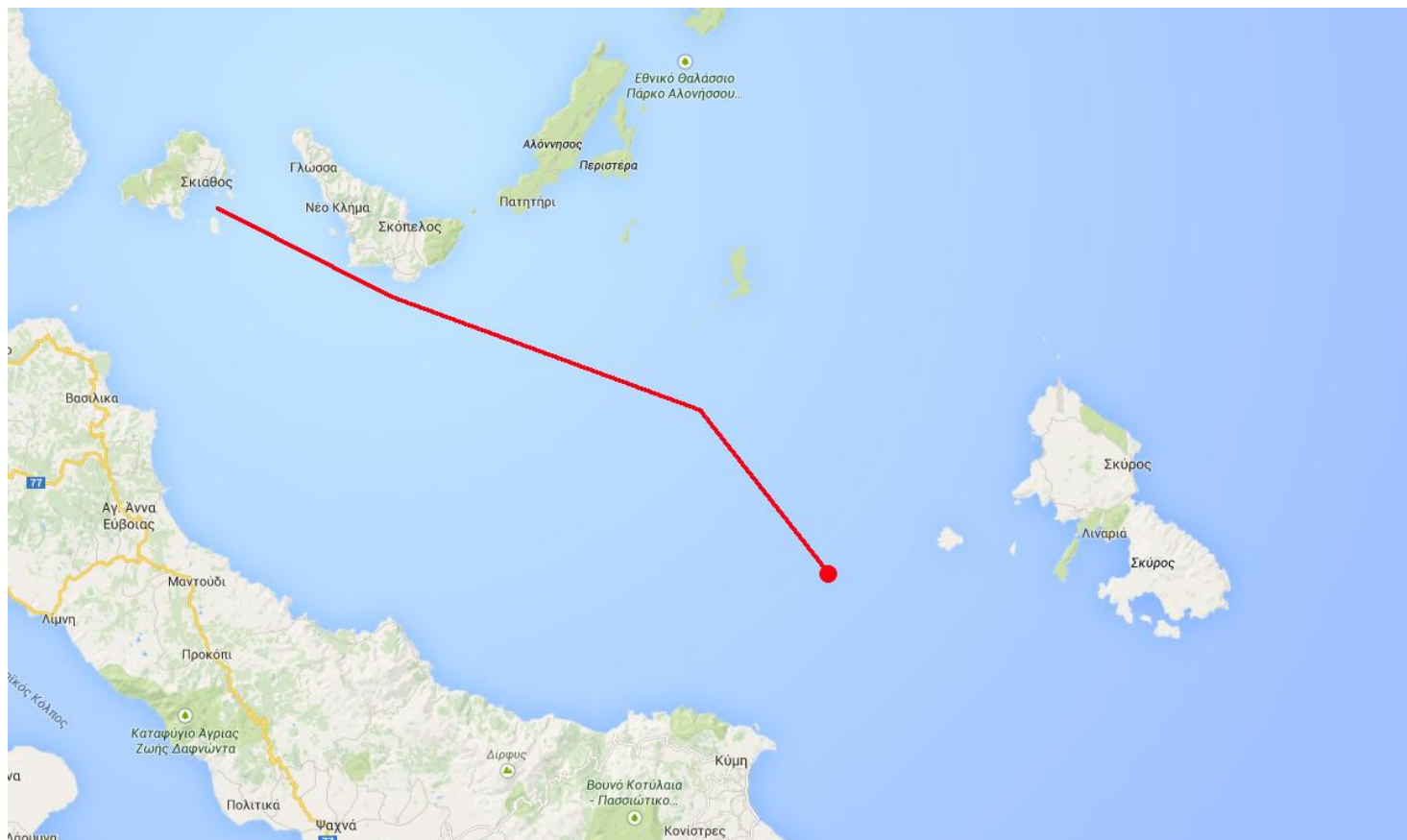
Title	Frames	Cargo	% full	SG (t/m3)	Weight (t)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)	FSM (t-m)	S M
DIESEL OIL										
D.O.6C: D.O. TANK No6C	33-54	DO	99.1	0.880	107.2	27.19	0.00	0.74	248.6	M
D.O.7P: D.O. TANK No7P	19-33	DO	83.3	0.880	35.1	16.86	-2.03	0.79	47.6	M
D.O.7S: D.O. TANK No7S	19-33	DO	79.5	0.880	23.5	17.13	2.57	0.79	20.7	M
D.O.DLY16: D.O. SRV/DAILY No16	25-26	DO	90.5	0.880	4.1	15.79	6.14	7.45	0.6	M
D.O.DLY17: D.O. SRV/DAILY No17	23-25	DO	86.5	0.880	3.7	14.85	6.08	7.43	0.5	M
D.O.DR10: D.O.DRAIN No 10	16-19	DO	78.2	0.880	8.5	10.98	0.00	0.75	14.0	M
D.O.S.15P: D.O. SETTLING No15P	25-33	DO	97.8	0.880	27.4	18.21	-6.19	7.48	4.8	M
D.O.S.15S: D.O. SETTLING No15S	25-33	DO	97.8	0.880	27.4	18.21	6.19	7.48	4.8	M
Total DIESEL OIL					236.9	21.61	0.16	2.54	341.6	
LUB. OIL										
L.O.8: L.O. S. TANK No8C	24-28	LO	83.8	0.900	4.8	16.25	0.50	0.71	0.7	M
L.O.9: L.O. S. TANK No9C	19-24	LO	78.3	0.900	5.6	13.44	0.50	0.67	0.8	M
L.O.DRT: DIRTY OIL TANK	28-33	LO	84.6	0.900	6.1	19.06	0.50	0.72	0.8	M
Total LUB. OIL					16.5	16.33	0.50	0.70	2.3	

Title	Frames	Cargo	% full	SG (t/m3)	Weight (t)	LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)	FSM (t-m)	S M
<i>FRESH WATER</i>										
F.W.18P: F.W. DEEP TANK No18P	8-12	FW	100.0	1.000	43.2	6.27	-2.79	7.74	41.7	M
F.W.18S: F.W. DEEP TANK No18S	8-12	FW	100.0	1.000	43.2	6.27	2.79	7.74	41.7	M
Total FRESH WATER					86.4	6.27	0.00	7.74	83.4	
<i>CEMENT (P-35)</i>										
HOLD1: CARGO HOLD 1	94-149	C(P-35)	68.5	1.250	2600.0	74.57	0.00	5.37	[5305.4]	
Total CEMENT (P-35)					2600.0	74.57	0.00	5.37	0.0	
<i>CEMENT (PYA-2000)</i>										
HOLD2: CARGO HOLD 2	34-86	C(PYA-200)	72.5	1.250	2700.0	37.58	0.00	5.32	[5187.5]	
Total CEMENT (PYA-2000)					2700.0	37.58	0.00	5.32	0.0	
<i>CREW PROV. & STORES</i>										
CONSTANTS					10.0	12.50	0.00	9.50	0.0	
Total CREW PROV. & STORES					10.0	12.50	0.00	9.50	0.0	
Lightweight					2438.0	43.65	0.00	6.59	0.0	
Deadweight					5649.6	53.35	0.01	5.26	427.3	
Total Displacement					8087.6	50.42	0.01	5.66	427.3	
Grain heeling moment										[10492.9]
Permissible grain moment										[1495.9]
Buoyancy					8087.6	50.42	0.02	3.46	25083.9	

Πίνακας 13

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β

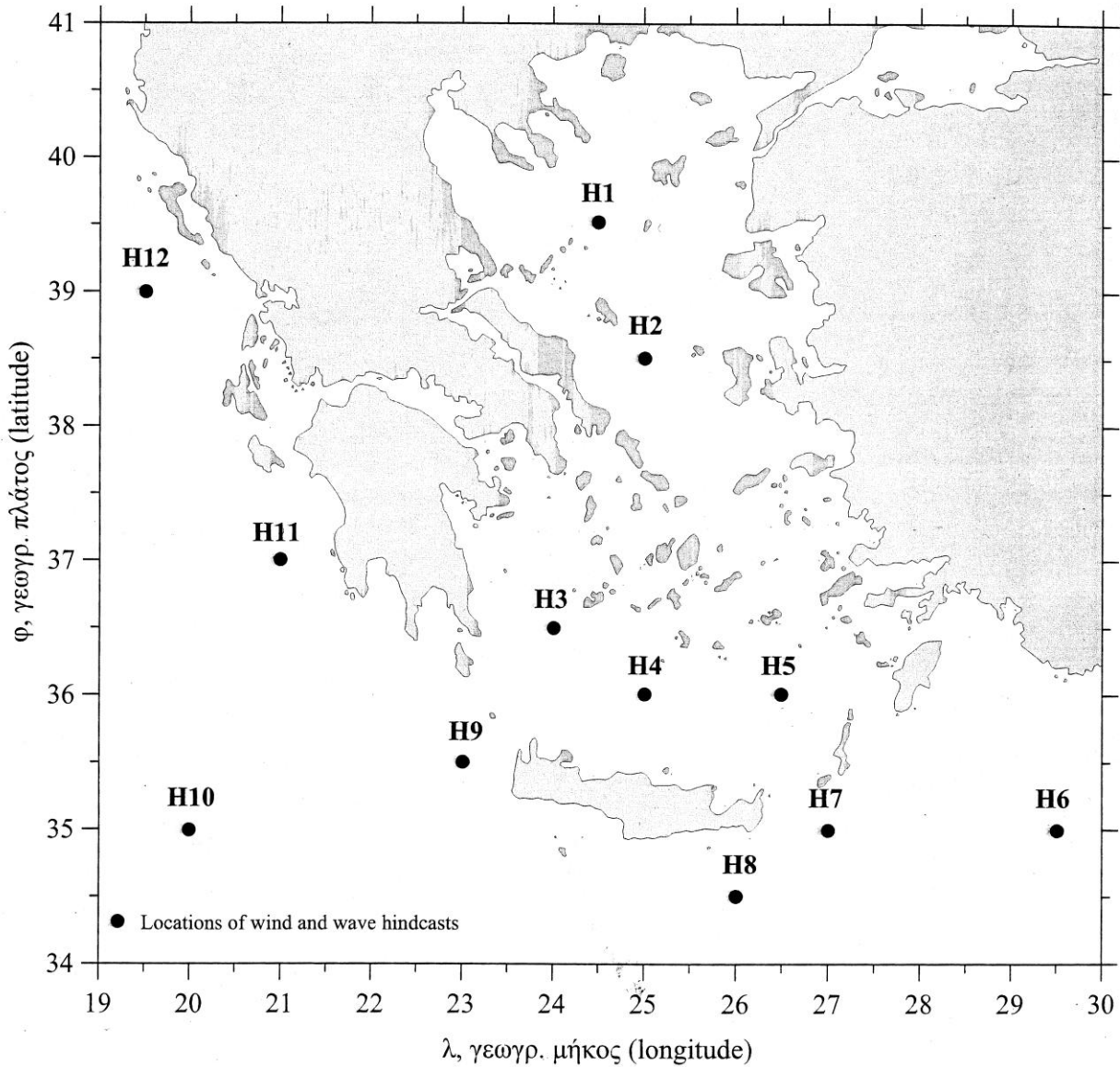
ΠΟΡΕΙΑ ΤΟΥ ΠΛΟΙΟΥ ΚΑΤΑ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ



ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ

ΠΙΝΑΚΕΣ ΑΠΟ ΑΤΛΑΝΤΕΣ ΑΝΕΜΟΥ - ΚΥΜΑΤΟΣ

ΑΤΛΑΣ ΕΛΚΕΘΕ



Εικόνα 47. Κυματολογικά ομοιογενείς περιοχές στον άτλαντα του ΕΛΚΕΘΕ. Η περιοχή που μας ενδιαφέρει είναι η περιοχή H2 (38.55°N, 25.00°E).

Location H2 (38.55⁰N, 25.00⁰E)

Θ_{WIND} [deg]	U_W [m/s]															Total
	0.00 1.00	1.00 2.00	2.00 3.00	3.00 4.00	4.00 5.00	5.00 6.00	6.00 7.00	7.00 8.00	8.00 9.00	9.00 10.00	10.00 12.00	12.00 14.00	14.00 16.00	16.00 18.00	> 18.00	
0	1	2	3	3	6	9	13	15	20	20	38	25	10	6	3	174
15	0	2	3	3	6	7	10	6	9	15	32	21	14	8	3	139
30	1	2	4	2	2	3	3	3	4	4	7	3	2	2	0	42
45	1	3	2	2	2	2	1	2	1	1	1	1	1	0	0	20
60	1	2	1	2	1	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	11
75	0	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	6
90	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
105	0	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	5
120	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	10
135	1	1	2	2	2	2	1	2	1	1	4	1	0	0	0	20
150	0	2	3	2	4	4	5	6	6	5	11	8	6	2	0	64
165	0	1	2	6	7	12	15	15	13	9	15	5	2	0	0	102
180	0	2	4	6	7	8	11	10	13	10	9	5	1	1	0	87
195	1	1	3	5	6	8	6	8	6	4	5	2	0	0	0	55
210	0	2	3	5	3	5	4	2	4	1	1	1	0	0	0	31
225	1	1	3	2	3	3	2	1	2	1	1	0	0	0	0	20
240	1	1	2	3	2	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	14
255	1	2	2	2	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	12
270	1	2	3	2	1	2	1	1	1	0	0	0	0	0	0	14
285	1	2	2	2	0	1	2	0	1	1	1	0	0	0	0	13
300	0	2	3	3	2	2	2	2	1	1	2	0	0	0	0	20
315	0	2	3	3	3	4	2	2	1	1	1	1	1	0	0	24
330	0	2	5	4	5	3	4	4	3	1	2	1	0	0	0	34
345	0	2	3	3	9	11	12	12	10	7	7	3	1	1	0	81
Total	13	39	60	66	74	93	99	94	100	83	139	77	38	20	6	1001

Πίνακας 14. Ιστογράμμο ταχύτητας - κατεύθυνσης ανέμου από προσομοίωση για την περιοχή H2 την περίοδο του χειμώνα σύμφωνα με τον άτλαντα του ΕΛΚΕΘΕ.

Location H2 (38.55⁰N, 25.00⁰E)

T_p [s]	H_s [m]															Total
	0.00 0.25	0.25 0.50	0.50 0.75	0.75 1.00	1.00 1.25	1.25 1.50	1.50 1.75	1.75 2.00	2.00 2.50	2.50 3.00	3.00 3.50	3.50 4.00	4.00 5.00	5.00 6.00	6.00 7.50	
0.0-1.9	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
1.9-2.6	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
2.6-3.1	14	22	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	39
3.1-3.8	20	40	46	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	108
3.8-4.6	5	47	96	43	7	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	199
4.6-5.0	0	8	20	33	35	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100
5.0-5.5	0	3	12	21	38	23	3	0	0	0	0	0	0	0	0	100
5.5-6.1	1	1	4	14	20	31	23	6	1	0	0	0	0	0	0	101
6.1-6.7	0	1	2	6	10	15	24	24	14	1	0	0	0	0	0	97
6.7-7.4	0	0	1	2	6	5	7	17	40	7	0	0	0	0	0	85
7.4-8.1	0	0	1	4	2	4	3	3	18	22	6	0	0	0	0	63
8.1-8.9	0	0	0	1	2	3	2	2	4	8	15	9	2	0	0	48
8.9-9.8	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2	4	8	11	1	0	29
9.8-10.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	4	6	0	11
10.8-11.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
11.9-13.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13.0-14.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14.4-17.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
>17.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	47	129	185	126	120	86	63	53	78	40	26	17	17	7	1	995

Πίνακας 15. Ιστογράμμο σημαντικού ύψους - περιόδου κύματος από προσομοίωση για την περιοχή H2 την περίοδο του χειμώνα σύμφωνα με τον άτλαντα του ΕΛΚΕΘΕ.

Location H2 (38.55⁰N, 25.00⁰E)

Θ_{wave} [deg]	H_s [m]															Total
	0.00 0.25	0.25 0.50	0.50 0.75	0.75 1.00	1.00 1.25	1.25 1.50	1.50 1.75	1.75 2.00	2.00 2.50	2.50 3.00	3.00 3.50	3.50 4.00	4.00 5.00	5.00 6.00	6.00 7.50	
0	7	12	21	18	13	7	5	2	3	1	1	1	1	0	0	92
15	6	14	27	21	26	28	26	28	46	25	16	12	15	7	2	299
30	7	11	11	8	8	6	5	3	5	3	1	2	0	0	70	
45	1	2	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	
60	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
75	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
90	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	
105	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	
120	0	2	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	6	
135	2	7	6	5	6	4	3	3	5	2	1	0	0	0	44	
150	2	11	29	24	20	17	10	9	9	6	4	2	1	0	144	
165	1	10	16	11	13	6	4	3	2	1	1	0	0	0	68	
180	2	6	12	9	10	5	3	1	4	1	0	0	0	0	53	
195	2	8	11	7	4	3	2	1	1	0	0	0	0	0	39	
210	1	5	6	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	18	
225	1	4	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	
240	0	4	3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	
255	1	2	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	
270	1	2	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	
285	1	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	
300	2	4	3	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	12	
315	4	6	7	4	3	2	1	1	1	0	1	0	0	0	30	
330	2	7	8	3	4	1	1	1	1	0	0	0	0	0	28	
345	3	8	11	5	3	2	2	1	1	0	0	0	0	0	36	
Total	49	131	187	127	119	84	62	53	78	39	25	17	17	7	2	997

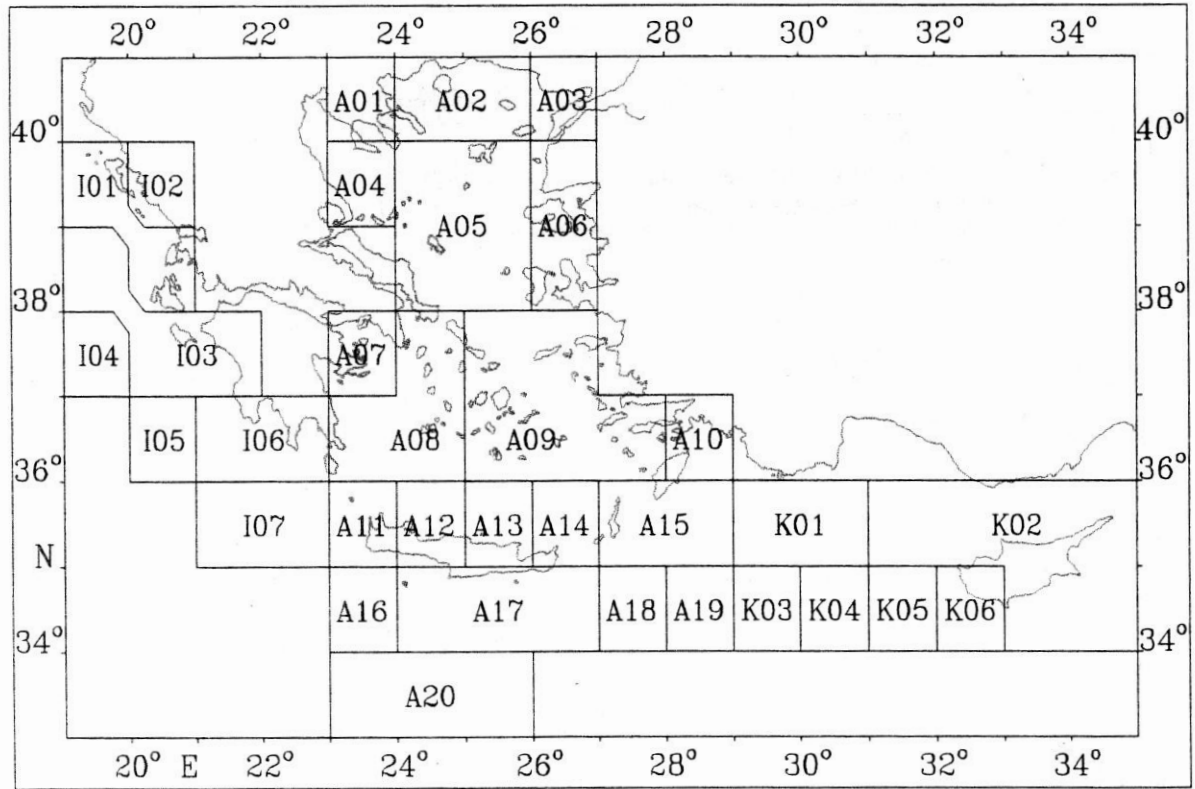
Πίνακας 16. Ιστογράμμα σημαντικού ύψους - κατεύθυνσης κύματος από προσομοίωση για την περιοχή H2 την περίοδο του χειμώνα σύμφωνα με τον άτλαντα του ΕΛΚΕΘΕ

Location H2 (38.55⁰N, 25.00⁰E)

U_w [m/s]	H_s [m]															Total
	0.00 0.25	0.25 0.50	0.50 0.75	0.75 1.00	1.00 1.25	1.25 1.50	1.50 1.75	1.75 2.00	2.00 2.50	2.50 3.00	3.00 3.50	3.50 4.00	4.00 5.00	5.00 6.00	6.00 7.50	
0.0-1.0	7	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13
1.0-2.0	14	20	3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	39
2.0-3.0	13	33	11	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60	
3.0-4.0	8	31	20	4	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	66	
4.0-5.0	3	21	33	8	3	2	1	1	0	0	0	0	0	0	72	
5.0-6.0	1	12	53	16	4	2	1	0	0	0	0	0	0	0	89	
6.0-7.0	1	5	44	33	12	3	1	0	0	0	0	0	0	0	99	
7.0-8.0	0	1	18	38	27	9	3	1	1	0	0	0	0	0	98	
8.0-9.0	0	0	2	21	44	20	7	2	1	1	0	0	0	0	98	
9.0-10.0	0	0	0	3	20	30	19	6	4	0	0	0	0	0	82	
10.0-12.0	0	0	0	1	6	18	30	35	37	8	3	0	0	0	138	
12.0-14.0	0	0	0	0	0	1	2	7	33	22	9	2	0	0	76	
14.0-16.0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	9	12	10	4	0	37	
16.0-18.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	10	2	17	
>18.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4	0	6	
Total	47	128	185	127	120	86	64	52	78	40	25	16	16	6	0	990

Πίνακας 17. Ιστογράμμα σημαντικού ύψους κύματος - ταχύτητας ανέμου από προσομοίωση για την περιοχή H2 την περίοδο του χειμώνα σύμφωνα με τον άτλαντα του ΕΛΚΕΘΕ

ΑΤΛΑΣ ΑΘΑΝΑΣΟΥΛΗ



Εικόνα 48. Κυματολογικά ομοιογενείς περιοχές στον άτλαντα του Αθανασούλη. Η περιοχή που μας ενδιαφέρει είναι η Α05.

ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΚΥΜΑΤΟΣ (δευτερό- λεπτα)	ΥΨΟΣ ΚΥΜΑΤΟΣ (μέτρα)										ΣΥΝΟ- ΛΟ	WAVE PERIOD (seconds)
	0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	4.0	5.0	6.0		
	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	4.0	5.0	6.0	∞		
0—5	172	110	67	38	10	11	8	1	0	0	417	0—5
6—7	2	19	29	20	15	5	8	3	1	0	102	6—7
8—9	1	8	8	3	3	4	4	4	0	0	35	8—9
10—11	0	0	4	0	1	1	2	0	0	1	9	10—11
12—13	0	1	0	2	3	0	2	0	0	0	8	12—13
14—15	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	14—15
16—17	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	16—17
18—∞	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18—∞
ΣΥΝΟΛΟ	175	138	109	63	32	21	25	8	1	1	573	TOTAL
A05	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	4.0	5.0	6.0	∞	TOTAL	A05
	0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	4.0	5.0	6.0		
	WAVE HEIGHT (metres)											

Πίνακας 1. Ιστογράμμο σημαντικού ύψους - περιόδου κύματος για την περιοχή Α05 το μήνα Δεκέμβριο σύμφωνα με τον άτλαντα του Αθανασούλη

ΚΑΤΕΥ- ΘΥΝΣΗ ΑΝΕΜΟΥ	ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΑΝΕΜΟΥ (κόμβοι)										ΣΥΝΟ- ΛΟ	WIND DIREC- TION
	1	4	7	11	17	22	28	34	41			
	0	3	6	10	16	21	27	33	40	∞		
B	0	4	20	32	27	42	24	10	10	2	171	N
BA	0	3	12	24	31	27	32	19	9	1	158	NE
A	0	2	9	11	8	9	1	1	0	0	41	E
NA	0	1	5	15	9	10	8	3	3	1	55	SE
N	0	3	11	37	42	51	32	20	12	2	210	S
NΔ	0	1	11	22	30	30	11	3	1	0	109	SW
Δ	0	2	4	11	11	11	2	5	1	0	47	W
BΔ	0	1	7	6	15	10	2	2	0	0	43	NW
ΑΚΑΘ.	25	4	2	0	1	0	0	0	0	0	32	IND.
ΣΥΝΟΛΟ	25	21	81	158	174	190	112	63	36	6	866	TOTAL
A05	0	3	6	10	16	21	27	33	40	∞	TOTAL	A05
		1	4	7	11	17	22	28	34	41		
	WIND SPEED (knots)											

Πίνακας 2. Ιστογράμμο ταχύτητας - κατεύθυνσης ανέμου για την περιοχή Α05 το μήνα Δεκέμβριο σύμφωνα με τον άτλαντα του Αθανασούλη

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Δ

ΑΝΑΛΥΤΙΚΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ
ΜΕΤΑΚΕΝΤΡΙΚΟΥ ΥΨΟΥΣ ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΗΝ ΠΕΡΙΟΔΟ ΚΑΙ ΤΟ ΥΨΟΣ ΤΩΝ
ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ

Για τη συγκεκριμένη μελέτη έπρεπε να υπολογίσουμε τους πιθανούς κυματισμούς που μπορεί να συνάντησε το πλοίο κατά τη διάρκεια της πορείας του. Οι άνεμοι που έπνεαν είχαν ένταση 8-9 Μποφόρ, δηλαδή ένα εύρος ταχύτητας 15-23 m/s. Από τους άτλαντες ανέμου - κύματος προκύπτει ότι τα κύματα που παράγονται έχουν ύψος 3-6m στην συγκεκριμένη θαλάσσια περιοχή. Επίσης παρατηρούμε ότι η περίοδος κυματισμών έχει εύρος 7.4 - 10.8s. Ο άτλαντας του Αθανασούλη για κύματα 3-6m ύψος δίνει περιόδους μέχρι 17s με πιο πιθανές τις 0-9s. Επομένως επιλέγουμε να μελετήσουμε κύματα που έχουν περίοδο 7, 8, 9, 10 και 11s. Με τη βοήθεια των παρακάτω τύπων προκύπτουν τα εξής μήκη κύματος:

$$v = \sqrt{\frac{g\lambda}{2\pi}} \quad \text{και} \quad v = \frac{\lambda}{T}$$

T (sec)	7	8	9	10	11
λ (m)	76.5	100	126.5	156.1	189

Για κάθε ένα από αυτά τα μήκη κύματος επιλέξαμε 4 διαφορετικά ύψη 4, 5, 6 και 7m, θεωρώντας ότι τα 7 μέτρα είναι πολύ ακραία τιμή και παρουσιάζονται πολύ σπάνια στο Αιγαίο. Με τη βοήθεια του Η/Υ και πιο συγκεκριμένα του προγράμματος HYDROSTATICS του πακέτου AVEVA δοκιμάσαμε τους παραπάνω κυματισμούς στο πλοίο «ΔΥΣΤΟΣ» και προέκυψαν τα παρακάτω υδροστατικά μεγέθη.

Για ήρεμο νερό:

GM = 0.854		φ	GZ (m)
φ	GZ (m)	35	0.124
0	-0.0056	40	0.1149
5	0.0179	45	0.0953
10	0.0473	50	0.0696
15	0.0723	55	0.0312
20	0.0914	60	-0.0243
25	0.1066	65	-0.0968
30	0.1185	70	-0.1841

Πίνακας 20

Για ύψος κύματος H=4m

λ(m):	76.5 m (= 7 sec)		100 m (= 8 sec)		126.5 m (= 9 sec)		156.1 (= 10 sec)		189 (= 11 sec)	
στο μέσο:	κορυφή	κοιλάδα	κορυφή	κοιλάδα	κορυφή	κοιλάδα	κορυφή	κοιλάδα	κορυφή	κοιλάδα
GM:	0.257	1.234	0.581	1.243	0.797	1.156	0.789	1.068	0.8	1.006
φ	GZ (m)									
0	-0.0056	-0.0056	-0.0056	-0.0056	-0.0056	-0.0056	-0.0056	-0.0056	-0.0056	-0.0056
5	0.0179	0.1064	0.0423	0.1073	0.062	0.0995	0.0666	0.0917	0.0675	0.0861
10	0.0473	0.2167	0.0743	0.2235	0.105	0.2106	0.1262	0.1954	0.1389	0.1838
15	0.0723	0.3065	0.0967	0.3283	0.132	0.3224	0.1619	0.3086	0.1846	0.2939
20	0.0914	0.3787	0.1136	0.4151	0.1503	0.4187	0.1835	0.4094	0.2109	0.3917
25	0.1066	0.4391	0.1227	0.4822	0.1633	0.4744	0.1987	0.4496	0.2272	0.4227
30	0.1185	0.4779	0.1228	0.5174	0.1664	0.4992	0.2069	0.4662	0.2391	0.4362
35	0.124	0.4897	0.1122	0.5321	0.1567	0.5181	0.2016	0.4884	0.2386	0.4592
40	0.1149	0.4783	0.0919	0.5302	0.1364	0.5246	0.1851	0.4992	0.2268	0.4704
45	0.0953	0.445	0.0644	0.5033	0.1086	0.502	0.1617	0.4792	0.2069	0.452
50	0.0696	0.3892	0.0332	0.4473	0.0762	0.4473	0.1293	0.4273	0.1734	0.4032
55	0.0312	0.3117	-0.0076	0.3677	0.0314	0.3678	0.0804	0.3498	0.1208	0.3283
60	-0.0243	0.2175	-0.0642	0.2703	-0.0312	0.27	0.0115	0.2533	0.047	0.2337
65	-0.0968	0.111	-0.1377	0.1601	-0.1117	0.1589	-0.0754	0.143	-0.0443	0.1249
70	-0.1841	-0.0041	-0.2259	0.0411	-0.2063	0.0386	-0.1755	0.0232	-0.1482	0.0061

Για ύψος κύματος H=5m

H = 5m										
λ(m):	76.5 m (= 7 sec)		100 m (= 8 sec)		126.5 m (= 9 sec)		156.1 (= 10 sec)		189 (= 11 sec)	
στο μέσο:	κορυφή	κοιλάδα	κορυφή	κοιλάδα	κορυφή	κοιλάδα	κορυφή	κοιλάδα	κορυφή	κοιλάδα
GM:	0.105	1.382	0.265	1.396	0.76	1.268	0.798	1.142	0.791	1.053
φ	GZ (m)									
0	-0.0056	-0.0056	-0.0056	-0.0056	-0.0056	-0.0056	-0.0056	-0.0056	-0.0056	-0.0056
5	0.0021	0.1159	0.0187	0.1184	0.0504	0.1083	0.065	0.0982	0.0669	0.0903
10	0.0127	0.2186	0.0447	0.2307	0.0841	0.2214	0.1128	0.2074	0.1309	0.1924
15	0.0271	0.3017	0.0637	0.3287	0.1057	0.3292	0.1416	0.3197	0.1693	0.3051
20	0.039	0.3736	0.0743	0.4158	0.1211	0.4237	0.1597	0.4199	0.1917	0.4062
25	0.0477	0.4367	0.0768	0.4928	0.1289	0.4955	0.1726	0.4727	0.2066	0.4439
30	0.0543	0.485	0.0708	0.5417	0.1263	0.5314	0.1761	0.4957	0.2155	0.4595
35	0.0578	0.4994	0.0552	0.5573	0.1116	0.5475	0.1663	0.5163	0.211	0.4826
40	0.0512	0.4834	0.0309	0.5482	0.087	0.5489	0.1455	0.5251	0.1951	0.4941
45	0.0308	-4.2971	-0.0009	0.5166	0.0546	0.5238	0.1171	0.5035	0.172	0.4747
50	0.0042		-0.0377	0.4606	0.0178	0.4674	0.0833	0.4493	0.1391	0.4237
55	-0.0319		-0.0771	0.3813	-0.0257	0.3867	0.0371	0.3699	0.0891	0.3468
60	-0.0818		-0.128	0.2845	-0.083	0.288	-0.027	0.2719	0.0188	0.2506
65	-0.1465		-0.1935	0.1751	-0.1572	0.1764	-0.1092	0.1605	-0.0694	0.1405
70	-0.225		-0.2733	0.057	-0.2455	0.0558	-0.2051	0.0398	-0.1706	0.0208

Πίνακας 21

Για ύψος κύματος H=6m

H = 6m										
H	76.5 m (= 7 sec)		100 m (= 8 sec)		126.5 m (= 9 sec)		156.1 (= 10 sec)		189 (= 11 sec)	
στο μέσο:	κορυφή	κοιλιάδα	κορυφή	κοιλιάδα	κορυφή	κοιλιάδα	κορυφή	κοιλιάδα	κορυφή	κοιλιάδα
GM:	0.047	1.347	0.118	1.341	0.45	1.296	0.79	1.216	0.788	1.105
φ	GZ (m)									
0	0.0056	-0.0056	-0.0056	-0.0056	-0.0056	-0.0056	-0.0056	-0.0056	-0.0056	-0.0056
5	0.0019	0.1114	0.0028	0.1138	0.0347	0.1105	0.0593	0.1042	0.0664	0.095
10	-0.0019	0.2074	0.0179	0.2228	0.0628	0.224	0.0985	0.2154	0.1218	0.2015
15	-0.0036	0.2899	0.0312	0.3213	0.0816	0.3294	0.1222	0.3261	0.1544	0.3141
20	-0.0013	0.3632	0.0361	0.4121	0.0934	0.4251	0.1379	0.4249	0.1737	0.4164
25	0.0008	0.4278	0.0331	0.4926	0.0961	0.5087	0.1476	0.4916	0.1873	0.4625
30	0.0019	0.4757	0.0222	0.5511	0.0884	0.5548	0.1466	0.5226	0.1928	0.4822
35	0.0018	0.4939	0.0025	0.5702	0.0694	0.5702	0.1327	0.5409	0.1847	0.5045
40	-0.0036	0.4784	-0.0252	0.5571	0.0412	0.5662	0.1084	0.5464	0.1653	0.5152
45	-0.0232	0.4381	-0.0599	0.5214	0.0054	0.5377	0.0762	0.5231	0.1384	0.4947
50	-0.0519	0.3792	-0.1008	0.4651	-0.0358	0.481	0.0392	0.4672	0.1047	0.4417
55	-0.0873	0.3053	-0.1443	0.3876	-0.0806	0.4001	-0.0065	0.3865	0.0569	0.3631
60	-0.1348	0.2169	-0.1921	0.2926	-0.1352	0.3014	-0.0666	0.2875	-0.0098	0.2657
65	-0.1942	0.1164	-0.2507	0.1848	-0.2032	0.1899	-0.1443	0.1754	-0.0947	0.1546
70	-0.2654	0.0074	-0.3217	0.0683	-0.2844	0.0696	-0.2351	0.0542	-0.1929	0.0341

Για ύψος κύματος H=7m

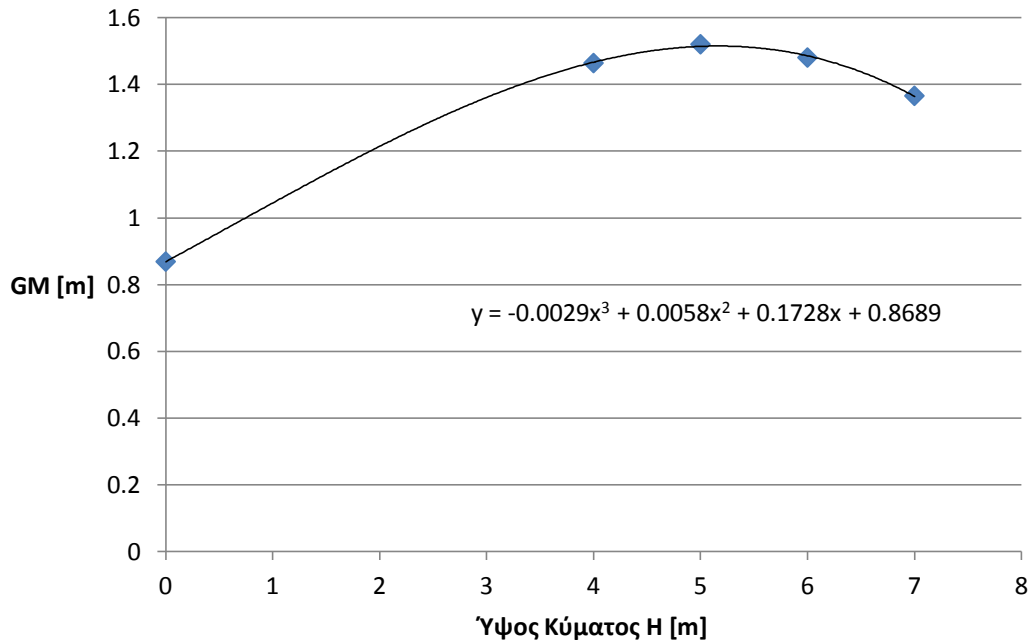
H = 7m										
λ(m):	76.5 m (= 7 sec)		100 m (= 8 sec)		126.5 m (= 9 sec)		156.1 (= 10 sec)		189 (= 11 sec)	
στο μέσο:	κορυφή	κοιλιάδα	κορυφή	κοιλιάδα	κορυφή	κοιλιάδα	κορυφή	κοιλιάδα	κορυφή	κοιλιάδα
GM:	-0.218	1.119	-0.049	1.243	0.255	1.288	0.763	1.249	0.781	1.163
φ	GZ (m)									
0	0.0056	-0.0056	0.0056	-0.0056	-0.0056	-0.0056	-0.0056	-0.0056	-0.0051	-0.0056
5	-0.0086	0.0941	0.0065	0.1049	0.0176	0.1098	0.0506	0.1068	0.0663	0.0997
10	-0.0217	0.1879	0.0069	0.2105	0.0421	0.2214	0.0836	0.2195	0.1198	0.2087
15	-0.0333	0.2724	0.01	0.3105	0.059	0.3262	0.1039	0.3285	0.1517	0.3208
20	-0.0434	0.3482	0.0097	0.4043	0.0666	0.4249	0.1177	0.4276	0.1715	0.4226
25	-0.0502	0.4116	0.0021	0.4849	0.0646	0.5127	0.1236	0.5065	0.1865	0.4789
30	-0.0548	0.455	-0.0131	0.5463	0.0527	0.5684	0.1184	0.5454	0.1952	0.5039
35	-0.0592	0.4741	-0.0365	0.5703	0.0302	0.5856	0.1008	0.5617	0.1912	0.5247
40	-0.0652	0.463	-0.0674	0.5573	-0.001	0.5766	0.0735	0.5631	0.1754	0.5336
45	-0.082	0.425	-0.105	0.5192	-0.0394	0.5448	0.0382	0.5378	0.1511	0.512
50	-0.1115	0.3669	-0.149	0.4623	-0.084	0.4883	-0.0019	0.4809	0.1191	0.4574
55	-0.1459	0.2941	-0.1975	0.3872	-0.1313	0.4082	-0.0481	0.3994	0.0731	0.3775
60	-0.1906	0.2095	-0.2477	0.2949	-0.1852	0.3103	-0.1067	0.3		0.279
65	-0.2463	0.1136	-0.3031	0.1897	-0.2488	0.1996	-0.179	0.1876		0.1671
70	-0.3112	0.0092	-0.3668	0.0756	-0.3234	0.0801	-0.2654	0.0663		0.046

Από την επεξεργασία των παραπάνω στοιχείων προέκυψαν οι γραφικές παραστάσεις που παρατίθενται στη συνέχεια.

Ύψος Κύματος	λ [m]	GM_{TROUGH} [m]	GM_{CREST} [m]	δGM
H=4m	76.5	1.234	0.257	0.977
	100	1.243	0.581	0.662
	126.5	1.156	0.797	0.359
	156.1	1.068	0.789	0.279
	189	1.006	0.8	0.206
H=5m	76.5	1.382	0.105	1.277
	100	1.396	0.265	1.131
	126.5	1.268	0.76	0.508
	156.1	1.142	0.798	0.344
	189	1.053	0.791	0.262
H=6m	76.5	1.347	0.047	1.3
	100	1.341	0.118	1.223
	126.5	1.296	0.45	0.846
	156.1	1.216	0.79	0.426
	189	1.105	0.788	0.317
H=7m	76.5	1.119	-0.218	1.337
	100	1.243	-0.049	1.292
	126.5	1.288	0.255	1.033
	156.1	1.249	0.763	0.486
	189	1.163	0.781	0.382

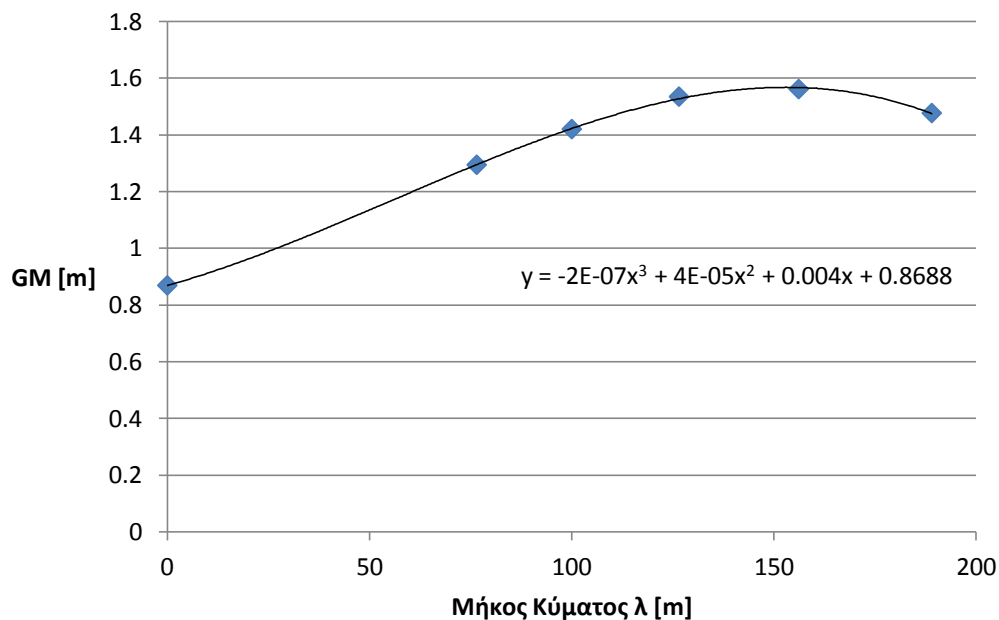
Πίνακας 23. Συγκεντρωτικός πίνακας μετακεντρικών υψών για όλες τις περιπτώσεις που μελετήθηκαν

Στο διάγραμμα που παρουσιάζεται παρακάτω παρατηρούμε τη μεταβολή του μετακεντρικού ύψους σε συνάρτηση με το ύψος κύματος. Η διαδικασία που ακολουθήσαμε για την κατασκευή του διαγράμματος αυτή ήταν η ακόλουθη. Στην αρχή υπολογίσαμε το μέσο GM για κάθε κύμα από τις δύο περιπτώσεις, δηλαδή όταν το μέσο του πλοίου βρισκόταν στην κορυφή και στην κοιλάδα του αντίστοιχου κύματος. Ακολούθως υπολογίσαμε το μέσο GM για κάθε ύψος κύματος από τα μέσα μετακεντρικά ύψη που αντιστοιχούν σε κάθε μήκος κύματος. Έτσι προκύπτουν οι τιμές για GM - ύψος κύματος που φαίνονται στο παρακάτω διάγραμμα.



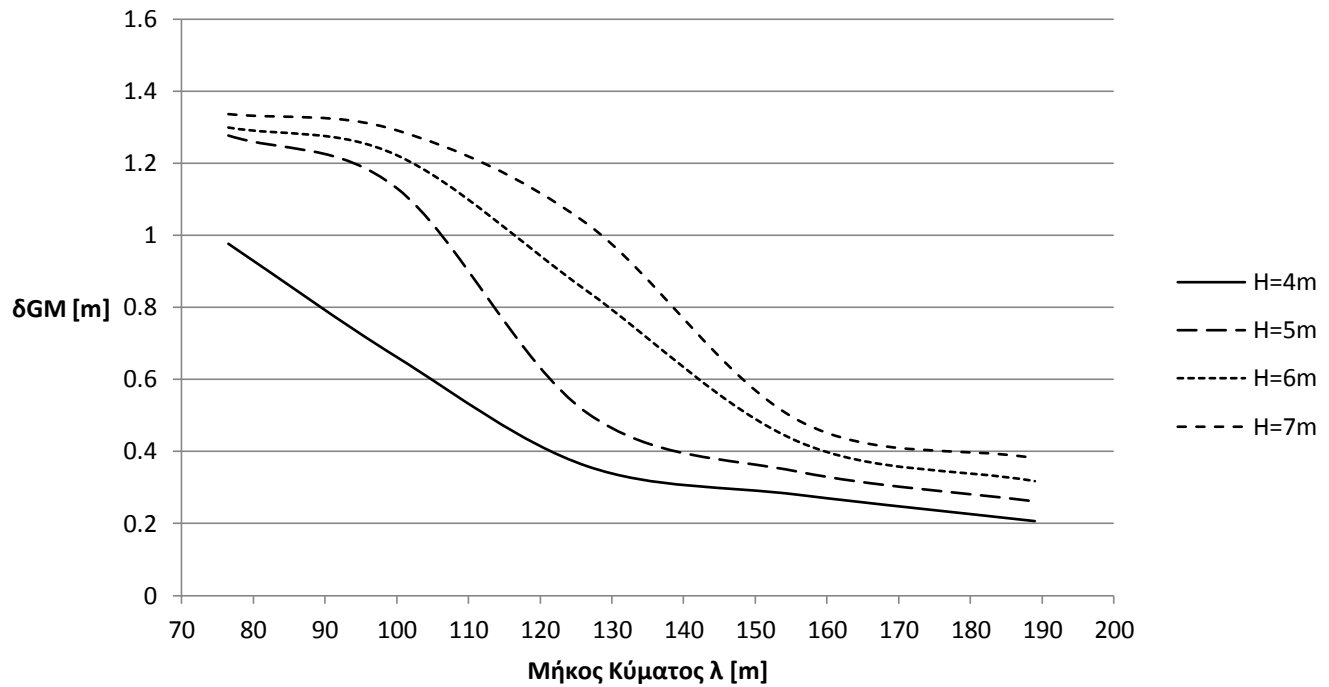
Διάγραμμα 10. Μεταβολή του μετακεντρικού ύψους σε συνάρτηση του ύψους κύματος

Στο επόμενο διάγραμμα παρατηρούμε τη μεταβολή του μετακεντρικού ύψους σε συνάρτηση με το ύψος κύματος. Η διαδικασία είναι ίδια με προηγουμένως με τη διαφορά ότι τώρα υπολογίσαμε για κάθε μήκος κύματος το μέσο GM από τα τέσσερα μέσα μετακεντρικά ύψη από κάθε ύψος κύματος. Έτσι προκύπτουν οι τιμές για GM - μήκος κύματος που φαίνονται στο παρακάτω διάγραμμα.



Διάγραμμα 11. Μεταβολή του μετακεντρικού ύψους σε συνάρτηση με το μήκος κύματος

Τέλος, παρουσιάζουμε σε ένα γράφημα τη μεταβολή του μετακεντρικού ύψους όταν το πλοίο βρίσκεται στην κορυφή και όταν βρίσκεται στην κοιλάδα του κυματισμού ως προς το ύψος και το μήκος του κύματος. Αυτό μας βοηθάει να δούμε σε ποιον κυματισμό υπάρχει η μεγαλύτερη μεταβολή.



Διάγραμμα 12

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ε

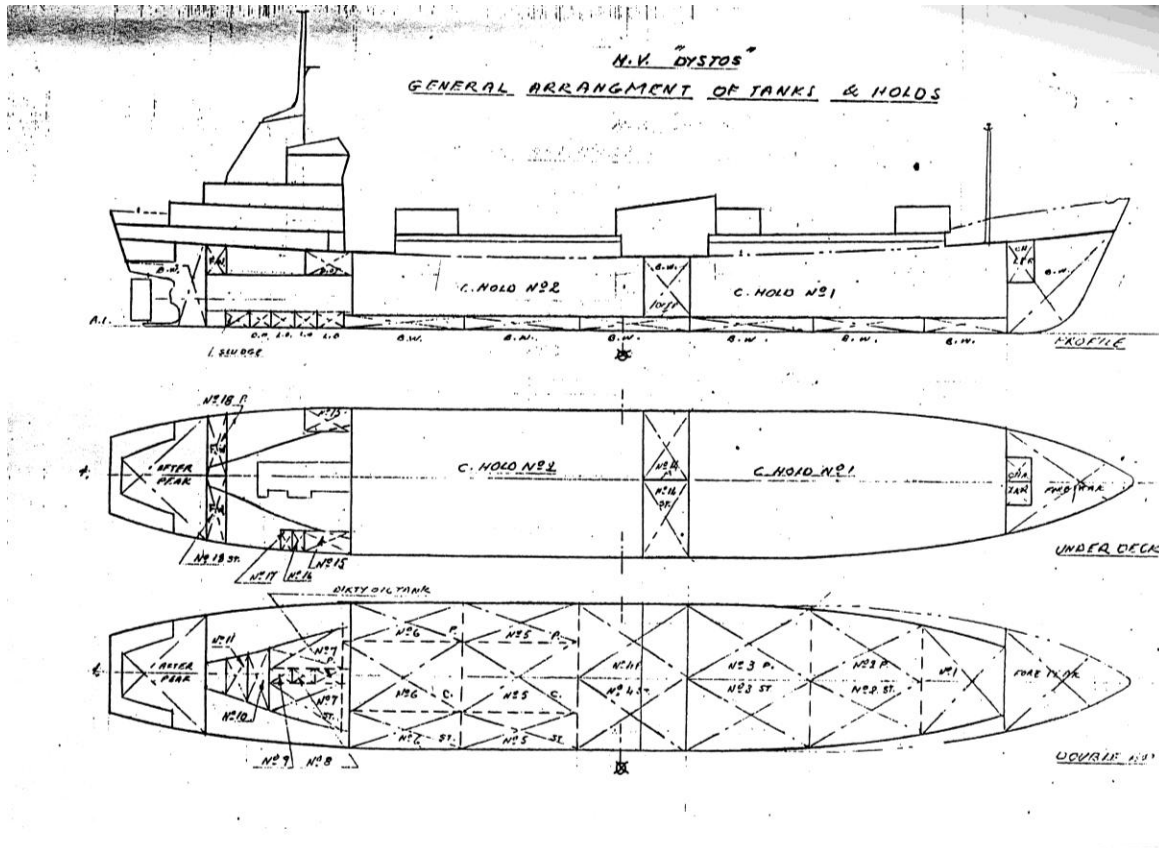
ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΟ ΥΛΙΚΟ ΚΑΙ ΥΛΙΚΟ ΑΡΧΕΙΟΥ



Εικόνες 49, 20 Το «ΔΥΣΤΟΣ» ως Mina Entrego



Εικόνες 51,52 Φωτογραφίες από την επιχείρηση έρευνας για επιζώντες. Διακρίνεται το μισοβυθισμένο πλοίο



Εικόνα 53. Σκαρίφημα της γενικής διάταξης του πλοίου

" DYSTOS "

DESCRIPTION OF OUTER PROFILE

DIST. FROM F.P	HEIGHT ABOVE B.L
-2.750	13.100
-1.700	10.600
-.450	7.700
.880	4.400
1.850	2.200
2.580	1.100
3.200	.550
4.100	.150
5.350	.000
97.200	.000
97.200	2.200
97.250	3.300
97.650	3.950
98.350	4.400
100.000	5.070
102.750	5.800
104.600	11.950

Εικόνα 54. Σημεία του προφίλ που χρησιμοποιήθηκαν για τους υπολογισμούς των υδροστατικών μεγεθών

HULL COORDINATES							

.000		2.500		5.000		7.500	
.000	6.600	.000	1.200	.000	.000	.000	.000
.400	7.700	.320	2.200	.400	.200	.500	.000
1.050	9.100	.800	4.400	.750	.550	1.300	.100
2.250	11.000	1.500	6.600	1.000	1.100	1.750	.550
.000	.000	2.150	8.000	1.700	3.300	2.100	1.100
.000	.000	3.100	9.500	2.400	5.500	2.550	2.200
.000	.000	4.050	11.000	3.600	8.000	3.250	4.400
.000	.000	.000	.000	5.350	11.000	4.150	6.600
.000	.000	.000	.000	.000	.000	4.800	8.000
.000	.000	.000	.000	.000	.000	6.200	11.000
10.000		12.500		15.000		20.000	
.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000
1.600	.000	2.700	.000	3.600	.000	4.800	.000
2.300	.150	3.300	.200	4.150	.200	5.600	.250
2.750	.550	3.750	.550	4.620	.550	6.000	.550
3.200	1.100	4.200	1.100	5.100	1.100	6.450	1.100
3.650	2.200	4.700	2.200	5.350	1.500	6.670	1.500
4.800	5.500	5.450	4.400	5.600	2.200	6.900	2.200
6.800	11.000	6.500	8.000	6.500	5.500	7.130	3.300
.000	.000	7.250	11.000	7.500	11.000	7.450	5.500
.000	.000	.000	.000	.000	.000	7.800	11.000
25.000		30.000		35.000		40.000	
.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000
5.800	.000	6.100	.000	6.500	.000	6.500	.000
6.500	.300	6.800	.200	7.180	.250	7.180	.250
6.900	.550	7.300	.550	7.500	.550	7.500	.550
7.300	1.100	7.620	1.100	7.800	1.100	7.800	1.100
7.450	1.500	7.750	1.500	7.900	1.800	7.900	1.800
7.570	2.200	7.820	2.200	7.900	11.000	7.900	11.000
7.750	4.400	7.900	5.500	.000	.000	.000	.000
7.900	11.000	7.900	11.000	.000	.000	.000	.000
45.000		50.000		55.000		60.000	
.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000
6.500	.000	6.500	.000	6.500	.000	6.500	.000
7.180	.250	7.180	.250	7.180	.250	7.180	.250
7.500	.550	7.500	.550	7.500	.550	7.500	.550
7.800	1.100	7.800	1.100	7.800	1.100	7.800	1.100
7.900	1.800	7.900	1.800	7.900	1.800	7.900	1.800
7.900	11.000	7.900	11.000	7.900	11.000	7.900	11.000

Εικόνα 55. Offsets της γάστρας του πλοίου που χρησιμοποιήθηκαν για την κατασκευή του μοντέλου στο σχεδιαστικό πρόγραμμα AVEVA

HULL COORDINATES							
65.000		70.000		75.000		80.000	
.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000
6.200	.000	5.400	.000	4.500	.000	3.450	.000
7.150	.220	6.400	.170	5.300	.200	4.000	.250
7.500	.550	7.020	.550	5.950	.550	4.480	.550
7.750	1.100	7.400	1.100	6.500	1.100	5.100	1.100
7.900	1.850	7.720	2.200	7.030	2.200	5.850	2.200
7.900	11.000	7.800	3.300	7.350	3.300	6.400	3.300
.000	.000	7.900	8.450	7.650	5.500	7.150	5.500
.000	.000	7.900	11.000	7.820	8.250	7.520	7.700
.000	.000	.000	.000	7.900	11.000	7.800	11.000
85.000		90.000		95.000		97.500	
.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	3.800
2.100	.000	1.100	.000	.320	.000	.400	4.400
2.550	.200	1.600	.550	.510	1.100	2.050	5.500
2.950	.550	2.320	2.200	.620	2.200	3.650	6.600
3.870	1.700	2.850	3.300	.850	3.300	5.080	8.250
4.850	3.300	3.850	4.400	1.150	3.950	5.800	9.500
5.600	4.400	4.900	5.500	1.650	4.400	6.450	11.000
6.250	5.500	5.750	6.600	3.080	5.500	.000	.000
6.750	6.600	6.550	8.250	4.450	6.600	.000	.000
7.200	8.250	7.320	11.000	5.650	8.250	.000	.000
7.600	11.000	.000	.000	6.250	9.500	.000	.000
.000	.000	.000	.000	6.800	11.000	.000	.000
100.000							
.000	5.050						
.850	5.500						
2.700	6.600						
3.700	7.500						
4.350	8.250						
5.250	9.500						
5.980	11.000						

Εικόνα 56. Offsets της γάστρας του πλοίου που χρησιμοποιήθηκαν για την κατασκευή του μοντέλου στο σχεδιαστικό πρόγραμμα AVEVA (συνέχεια)