



ΤΕΙ Κρήτης
Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Κρήτης

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΘΕΜΑ

ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΘΑΛΑΜΗΓΟΥ

ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ: ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ ΜΠΕΚΡΗΣ ΑΜ:5843

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: ΠΕΤΟΥΣΗΣ ΜΑΡΚΟΣ

ΚΡΗΤΗ, 2018



Contents

Η ΝΑΥΤΙΚΗ ΟΡΟΛΟΓΙΑ.....	5
Πρόλογος.....	9
Abstract	10
Εισαγωγή.....	11
Κεφάλαιο 1 ^ο	13
Η έννοια του σκάφους αναψυχής	13
1.1 Ο κλάδος των σκαφών αναψυχής στην Ελλάδα	13
1.2 Η νομοθεσία για τα σκάφη αναψυχής.....	14
1.3 Ο κώδικας HSC	15
1.4 Ο κώδικας DSC για τα δυναμικά υποστηριζόμενα σκάφη.....	18
1.5 Οι έλεγχοι από τον Ελληνικό Νηογνώμονα	21
1.6 Οι κατηγορίες των σκαφών αναψυχής	22
Κεφάλαιο 2 ^ο	26
Η αρχιτεκτονική του πλοίου	26
2.1 Ο ρόλος του ναυπηγού	26
2.2 Η περιγραφή του πλοίου	28
Κεφάλαιο 3 ^ο	31
Η επιλογή του τύπου του πλοίου	31
3.1 Η γενική εικόνα	31
3.2 Τα βασικά κριτήρια	31
3.3 Το πλοίο αναφοράς.....	35
3.4 Ο υπολογισμός του εκτοπίσματος	37
3.5 Ο υπολογισμός του βάρους της θαλαμηγού	38
3.6 Η σχεδίαση των χώρων	40
Κεφάλαιο 4 ^ο	43
Οι διάφορες κινήσεις των πλοίων	43
4.1 Η μελέτη της ευστάθειας του πλοίου	43
4.2 Ο πρισματικός συντελεστής.....	48
4.3 Ο αριθμός Froude για το σκάφος	49
4.4 Ο σχεδιασμός της καρένας	50
Κεφάλαιο 5 ^ο	53
Η σχεδίαση της γάστρας ενός σκάφους	53
5.1 Οι διάφοροι τύποι γαστρών.....	53

5.2 Τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα κάθε τύπου γάστρας.....	55
5.3 Η επίδραση του κυματισμού	57
Κεφάλαιο 6°	61
Ο σχεδιασμός του υπόλοιπου σκάφους.....	61
6.1 Η μεθοδολογία του σχεδιασμού.....	61
Κεφάλαιο 7°	68
Η σχεδίαση του σκάφους : το πρακτικό μέρος.....	68
7.1 Η σχεδίαση βάσει υπολογιστή (Computer Aided Design)	68
7.2 Η σχεδίαση της γάστρας του σκάφους.....	69
7.3 Η διαμόρφωση των εσωτερικών χώρων για τους ορόφους	72
7.3.1 Ο κάτω όροφος του σκάφους.....	72
7.3.2 Η σχεδίαση του πρώτου ορόφου.....	74
7.3.3 Ο σχεδιασμός του δεύτερου ορόφου.....	76
7.4 Η σχεδίαση του πίσω τμήματος και εξαρτημάτων του σκάφους.....	78
7.5 Η σχεδίαση της προπέλας.....	80
Κεφάλαιο 8ο.....	82
Οι λεπτομέρειες της σχεδίασης	82
8.1 Ο κάτω όροφος του σκάφους	82
8.2 Ο πρώτος όροφος του σκάφους	88
8.3 Ο δεύτερος όροφος του σκάφους	88
8.4 Η τελειοποίηση του σχεδίου.....	88
Συμπεράσματα.....	90
Βιβλιογραφία	91
Παραρτήματα.....	93

Η ΝΑΥΤΙΚΗ ΟΡΟΛΟΓΙΑ

Η αναφορά των όρων γίνεται μόνο για διευκρινιστικούς λόγους και για τη κατανόηση της εργασίας " κατασκευής ταχύπλοης θαλαμηγού" η οποία απαιτεί τη γνώση κάποιων βασικών ναυπηγικών όρων. Η γλώσσα των ανθρώπων της θάλασσας χρησιμοποιεί λέξεις, που έχουν τις ρίζες της στη ναυτική παράδοση αιώνων, αν και τις τελευταίες δεκαετίες έχει εμπλουτισθεί με νέες λέξεις, κυρίως ακολουθώντας την εξέλιξη της σύγχρονης τεχνολογίας ιδιαίτερα για τα νέου τύπου μικρά σκάφη. Σήμερα, υπάρχουν λέξεις, που αναφέρονται σε τύπους πλοίων όργανα ελέγχου και πορείας, που δεν έχουν ελληνική απόδοση, με αποτέλεσμα να χρησιμοποιείται η ιταλική ή η αγγλική ονομασία τους ή να αναφέρονται περιφραστικά.

Άνωση (ή Δυναμική Άνωση): Είναι η δύναμη που δέχεται ένα σώμα από το υγρό μέσα στο οποίο βρίσκεται. Η ενέργεια αυτής της κατακόρυφης δύναμης, είναι η συνισταμένη των υδροστατικών πιέσεων του υγρού, που είναι ίση και αντίθετη προς το βάρος του υγρού, το οποίο εκτοπίζεται από το σώμα. Μαθηματικά η δυναμική άνωση εκφράζεται ως:

$$W = \frac{1}{2} \times CL \times \rho \times A \times U^2$$

CL : συντελεστής άνωσης (Lift coefficient)

ρ : πυκνότητα ρευστού

A: επιφάνεια σώματος κάθετη στη ροή

U: ταχύτητα σώματος ως προς το ρευστό

Βύθισμα (Draft): Είναι το μέτρο, που δείχνει πόσο βυθίζεται ένα σκάφος μέσα στο νερό. Εμπρυμνο λέγεται το σκάφος που έχει μεγαλύτερο βύθισμα στην πρύμη, παρά στην πλώρη, ενώ στην αντίθετη περίπτωση λέγεται έμπωρο. Στο βύθισμα περιλαμβάνεται και το ύψος της καρένας. Στη ναυπηγική είναι η απόσταση της εμφόρτου ισάλου γραμμής από τη βασική γραμμή.

Γάστρα: Είναι η μορφή και ο όγκος των υφάλων του σκάφους. Υπάρχουν γάστρες με "πλατύ πυθμένα", γάστρες τύπου "V", γάστρες διπλού, τριπλού ή πολλαπλού "V", γάστρες "στρογγυλές", καθώς και συνδυασμός αυτών. Συνήθως στον όρο αυτό περιλαμβάνεται το σύνολο τού σκαριού, εκτός καταστρώματος και εξοπλισμού.

Διαγωγή σκάφους : Είναι η διαφορά μεταξύ πρυμναίου και πρωραίου βυθίσματος.

Εκτόπισμα (Displacement): Είναι το βάρος του νερού, που εκτοπίζει το σκάφος, όταν πλέει. Εκτός από το πραγματικό εκτόπισμα υπάρχει και το θεωρητικό, που

αντιπροσωπεύει το βάρος που αναφέρεται στη μελέτη του σκάφους, μαζί με τα απαραίτητα φορτία., τους επιβάτες, τη μηχανή, τις δεξαμενές νερού και καυσίμων μισογεμάτες, κλπ. Το εκτόπισμα είναι πάντοτε μεγαλύτερο από το βάρος της κύριας κατασκευής ενός σκάφους καθώς μεταξύ άλλων περιλαμβάνει και το βάρος του έρματος. Ο όγκος εκτοπίσματος είναι ο όγκος του νερού, που εκτοπίζει το σκάφος, όταν πλέει.

Έξαλα (Freeboard): Είναι το τμήμα του σκάφους, που βρίσκεται πάνω από την ίσαλο γραμμή. Υπάρχουν τα έξαλα πλώρης, τα έξαλα πρύμης και το μέσον ύψος εξάλων.

Έρμα (Ballast, Σαβούρα): Είναι τα διάφορα βάρη (μολύβι ή χυτοσίδηρος), που τοποθετούνται στην περιοχή του πυθμένα, για να κατέβει το κέντρο βάρους χαμηλότερα και να εξασφαλισθεί ή απαιτούμενη ευστάθεια στο σκάφος.

Εφεδρική Άντωση (Εφεδρική Πλευστότητα): Είναι η λήψη όλων εκείνων των απαραίτητων μέτρων, για την αποφυγή της βύθισης ενός σκάφους, σε περίπτωση σύγκρουσης ή κατάκλισής του με νερά, λόγω άσχημων καιρικών συνθηκών ή και για άλλες αιτίες.

Ευθεία καταστρώματος : είναι εκείνη που ενώνει τα δύο συμμετρικά σημεία που προκύπτουν από τη τομή των επιφανειών του νομέως, της εσωτερικής όψης του περιβλήματος και επίσης της εσωτερικής όψης του καταστρώματος.

Ευστάθεια: Είναι η ιδιότητα ενός σκάφους να αντιστέκεται στην κλίση, καθώς και να επανέρχεται στην αρχική θέση ισορροπίας. Η τάση να αντιστέκεται στην κλίση λέγεται αρχική ευστάθεια, ενώ αυτή της επαναφοράς στην οριζόντια θέση λέγεται ευστάθεια κλίσης. Υπάρχει και η δυναμική ευστάθεια, που είναι το μηχανικό έργο το οποίο πρέπει να καταβληθεί για να πάρει το σκάφος μια ορισμένη γωνία κλίσης ή για να επανέλθει από μια κεκλιμένη κλίση στην οριζόντια.

Ίσαλος Γραμμή (Load Waterline): Είναι η γραμμή της θάλασσας, που βρέχει τις πλευρές ενός σκάφους, όταν η θάλασσα είναι ήρεμη και το σκάφος είναι σε κατακόρυφη θέση. Υπάρχει η έμφορτος και η άφορτος ίσαλος.

Κεντρική Γραμμή (Centerline, Διαμήκης Άξονας): Είναι ο διαμήκης νοητός άξονας του σκάφους από την πλώρη μέχρι την πρύμη και χωρίζει απόλυτα συμμετρικά ένα σκάφος, δεξιά και αριστερά.

Κοίλον (Depth, Βάθος): Είναι το ύψος του σκάφους στις πλευρές του, που μετριέται στο μέσον του σκάφους, από το κατάστρωμα μέχρι τον πυθμένα, χωρίς να

συμπεριλαμβάνεται το ύψος της καρένας, το πάχος του πετσώματος και του καταστρώματός του. Στη ναυπηγική ορίζεται ως η απόσταση της βασικής γραμμής από την ευθεία του κυρίου καταστρώματος.

Κύτος (Hull): Είναι το κυρίως σώμα ενός πλεούμενου, δηλαδή ο χώρος ανάμεσα στο κατάστρωμα και τα ύφαλα τού πλοίου χωρίς κανένα άλλο επιπλέον βάρος. Γενικότερα, είναι ο εσωτερικός χώρος τού σκάφους που προορίζεται για την φόρτωση.

Μάσκα: Είναι το πλωριό τμήμα των πλευρών, που ορίζεται στις 45° από την πλώρη, δεξιά και αριστερά.

Μήκος εμφόρτου Ισάλου (Load waterline Length): Είναι το μήκος του ίχνους της στάθμης της θάλασσας στην πλευρά του σκάφους ή πιο απλά το μήκος του σκάφους στην ίσαλο γραμμή. Είναι επομένως η απόσταση μεταξύ της προραίας και της ακραίας πρυμναίας καθέτου.

Μήκος μεταξύ Καθέτων (Length between perpendiculars) συμβολ. με το **L** με δείκτη **BP**, (ως **L_{BP}** ή **LBP**). Είναι η απόσταση μεταξύ της "προραίας" και της "πρυμναίας καθέτου". Η διάσταση αυτή λαμβάνεται σοβαρά στους υπολογισμούς του σκάφους και γι' αυτό θεωρείται ως "μήκος κατασκευής".

Μήκος Ολικό (Length Overall): Είναι το μήκος του σκάφους, που μετριέται από τη μια άκρη της πλώρης μέχρι την άλλη άκρη της πρύμης και που συμπεριλαμβάνει όλα όσα εξέχουν από το κύτος, όπως την πλατφόρμα πρύμης, κ.α.

Νομείς (Frames) : είναι διαχωριστικά δοκάρια με διατομή συνήθως σχήματος Τα ή L τα οποία τοποθετούνται κατακόρυφα στις πλευρές του πλοίου, παράλληλα μεταξύ τους σε μια απόσταση 40 μέχρι 60 εκ. και εκτείνονται σε όλο το μήκος του πλοίου. Οι νομείς μαζί με τα ενισχυτικά δοκάρια του πυθμένα αποτελούν το σκελετό του σκάφους πάνω στον οποίο τοποθετούνται τα φύλλα του εξωτερικού περιβλήματος του πλοίου.

Πλανάρισμα (Υδρολίσθηση): Είναι η ιδιότητα ενός σκάφους, να σηκώνει ένα μεγάλο μέρος της πλώρης του έξω από την επιφάνεια της θαλάσσης σε μεγάλες ταχύτητες.

Πλάτος Ισάλου (Breadth Waterline): Είναι το μέγιστο πλάτος του σκάφους στο επίπεδο της ισάλου.

Πλάτος Μέγιστο (Breadth Maximum): Είναι το μεγαλύτερο πλάτος του σκάφους, στην περιοχή καταστρώματος ή κουπαστής, συμπεριλαμβανομένου του πετσώματος και των προστατευτικών ζωναριών.

Πλάτος Νομέως (Load water line Beam, B_{LWL}) : Είναι η απόσταση των δύο συμμετρικών σημείων του μέγιστου νομέα στην ίσαλο γραμμή θέρους εσωτερικά του περιβλήματος. Επειδή το πλάτος νομέως χρησιμεύει στους υπολογισμούς, ονομάζεται και πλάτος κατασκευής του σκάφους.

Πλευστότητα: Είναι η ιδιότητα ενός σκάφους να στέκεται στην επιφάνεια του νερού.

Πλευστότητα (εφεδρική): είναι η λήψη όλων εκείνων των απαραίτητων μέτρων, για την αποφυγή της βύθισης ενός σκάφους, σε περίπτωση σύγκρουσης ή κατάκλισής του με νερά, λόγω άσχημων καιρικών συνθηκών ή και για άλλες αιτίες.

Πλώρη (Πρώρα): Είναι το μπροστινό μέρος ενός σκάφους.

Πρύμη (Πρύμα): Είναι το πίσω μέρος ενός σκάφους.

Συντελεστές Σχήματος Σκάφους: Για τη σύγκριση του σχήματος κάτω από την ίσαλο των σκαφών έχει καθιερωθεί αριθμός συντελεστών, που είναι χρήσιμοι για την εξέταση των διαφόρων χαρακτηριστικών ενός σκάφους με παρόμοιους τύπους σκαφών, όπως η αντίσταση στην πρόωση, η χωρητικότητα, κ.α. Αυτοί είναι: Ο συντελεστής εκτοπίσματος ή γάστρας (C_b), ο πρισματικός συντελεστής (C_p), ο συντελεστής ισάλου (C_w) και ο συντελεστής μέσης τομής (C_m).

Ύφαλα: Είναι το μέρος του σκάφους, που βρίσκεται κάτω από την ίσαλο γραμμή.

Πρόλογος

Η θάλασσα από τους ιστορικούς ακόμη χρόνους ασκούσε μια ακαταμάχητη έλξη στον άνθρωπο, ο οποίος γρήγορα θέλησε να την κατακτήσει να χρησιμοποιήσει τα οφέλη της και να χαρεί τις χάρες της. Δημιούργησε λοιπόν τους διάφορους τύπους πλοίων που του διασφαλίζουν χρόνο και ασφάλεια για τις θαλάσσιες δραστηριότητες του.

Βασικός παράγοντας ασφαλείας στη θάλασσα είναι το σκάφος. Ο άνθρωπος διαπλέει τη θάλασσα με διάφορα σκάφη και για διάφορους σκοπούς, επαγγελματικούς (αλιεία), εμπορικούς (μεταφορές), αλλά και για αναψυχή. Εκατοντάδες τύποι σκαφών κατασκευάζονται στον κόσμο με σκοπό την αναψυχή, είτε για προσωπική, είτε για επαγγελματική χρήση.

Η εργασία αυτή έχει δύο κύριους στόχους. Ο πρώτος στόχος είναι να αναδείξει κάποιες γενικές κατευθύνσεις που προέρχονται από μια βασική βιβλιογραφική έρευνα σχετικά με τη ναυτική αρχιτεκτονική και όσα συνδέονται με αυτό το πεδίο και ο δεύτερος στόχος είναι η εφαρμογή κάποιων από τις αρχές που εντοπίστηκαν στον σχεδιασμό και τη μελέτη ενός ταχύπλοου σκάφους αναψυχής.

Το πρώτο μέρος περιλαμβάνει περιγραφή για τα βασικά χαρακτηριστικά του σκάφους, τους υπολογισμούς που γίνονται για να βρεθούν τα κατάλληλα για κάθε χρήση, και κάποια από τα συστήματα που χρησιμοποιούνται στη σχεδίαση των σκαφών. Η εργασία επιδιώκει να παρουσιάσει μια απλή και πρακτική περίληψη, που θα βοηθήσει με τη σειρά της κάποιους που ενδιαφέρονται να κατανοήσουν τα κύρια σημεία στη κατασκευή ενός σκάφους.

Για το δεύτερο μέρος της κατασκευής μιας θαλαμηγού έχει δοθεί πίνακας με τα βασικά χαρακτηριστικά. Η επεξεργασία του πίνακα αυτού γίνεται η αφετηρία για τη παρουσίαση των υπολογισμών για τα βασικά χαρακτηριστικά του σκάφους που θα επηρεάσουν τη σχεδίαση του. Για τη σχεδίαση χρησιμοποιήθηκε το πακέτο τρισδιάστατης σχεδίασης Creo Parametric 2.0, ένα λογισμικό τρισδιάστατης και παραμετρικής σχεδίασης, εύχρηστο και ιδανικό για τη περίπτωση που παρουσιάζεται. Στην εργασία παρουσιάζεται η πρακτική της σχεδίασης βάσει του προγράμματος αυτού. Στηρίζεται στη παρουσίαση των διαφόρων σταδίων σχεδίασης του σκάφους και της σκοπιμότητας επιλογής των κατάλληλων διαστάσεων για τους χώρους που παρουσιάζονται, έτσι ώστε να διασφαλίζεται η εργονομική διάταξη που είναι απαραίτητη για τη παραμονή και τις δραστηριότητες μέσα στο σκάφος.

Abstract

The sea, already from the historical times was an irresistible attraction for all societies, Men very fast wanted to conquer it to use its benefits and enjoy its favors. Therefore, they invented the various types of ships that enable them to pursuit their maritime activities gaining time and travelling with safety.

A key safety component at sea is the boat. Man navigates, using various vessels and for various purposes, professional (fishing), commercial (transport), but also for recreation. Today, hundreds of different types of ships used for leisure are manufactured in the world.

This study has two main objectives. The first objective is a presentation of the principles of shipbuilding architecture and all issues related to it, such as legislation, and the second one is the design, base don some basic characteristics, of a yacht.

The first part contains a description of the basic characteristics of the vessel, the calculations made to find the appropriate values and sizes for each use, and some of the systems used in the design of the vessels. The paper aims to present a simple and practical summary that will help in the future, those people who are interested for, to understand the main points in the construction of a boat.

For the second part of the study a prepared table with the yacht's basic features has been provided. The processing of this table is the starting point for presenting calculations of the vessel's basic characteristics that will affect its design. For the practical design, the three-dimensional design package Creo Parametric 2.0 was used. It is a parametric design software, easy to use and ideal for the case of ship's construction. The study is based on the presentation of the various stages of the vessel's design and the feasibility of selecting the appropriate dimensions for the ship's areas presented so as to ensure the ergonomic layout that is necessary for the comfortable stay and the activities in the boat.

Εισαγωγή

Ο σχεδιασμός και η μελέτη ενός ταχύπλου σκάφους αναψυχής είναι μια πρακτική εφαρμογή που χρησιμεύει στην κατανόηση του πως εφαρμόζονται οι διάφοροι υπολογισμοί στα διάφορα στάδια δημιουργίας ενός σκάφους και εξηγεί πώς γίνεται η επιλογή του μηχανικού εξοπλισμού και του υλικού κατασκευής απαραίτητη για αυτόν τον τύπο και το μέγεθος των σκαφών. Σε ένα τελευταίο στάδιο ελέγχεται ο σχεδιασμός με χρήση διαφόρων μεθόδων που χρησιμεύουν για την εύρεση των ορίων σταθερότητας σε όλες τις συνθήκες και τις καταπονήσεις που δέχεται το σώμα του σκάφους.

Τα διάφορα θεωρητικά μέρη αυτής της έρευνας προέρχονται από σημαντικές δημοσιεύσεις στον τομέα της ναυτικής τεχνολογίας και περιλαμβάνουν τις διάφορες μεθόδους σχεδιασμού και υπολογισμού καθώς και τα διαφορετικά συστήματα που χρησιμοποιούνται στη ναυτική τεχνολογία. Η έρευνα δεν φιλοδοξεί να αναπτύξει αναλυτικά όλη τη μεθοδολογία υπολογισμού που χρησιμοποιεί προχωρημένες εξισώσεις και τύπους, αλλά περισσότερο ενδιαφέρεται να χρησιμοποιήσει παραδοχές και απλουστεύσεις, στη προσπάθεια της να βοηθήσει όσους ενδιαφέρονται να κατανοήσουν τις αρχές και τις κύριες μεθόδους που χρησιμοποιούνται στη ναυτική αρχιτεκτονική.

Τα σκάφη, τόσο τα εμπορικά όσο και τα πολεμικά συνοδεύουν τον άνθρωπο από την εμφάνιση του και σε όλη την ιστορία της ανθρωπότητας υπάρχουν πολυάριθμες αναφορές στο ρόλο που έπαιζαν σε κρίσιμες περιστάσεις. Στη σημερινή εποχή, η εικόνα τους έχει αλλάξει εντελώς εξακολουθούν όμως να αποτελούν πλέον αναπόσπαστο μέρος των σύγχρονων εμπορικών και στρατιωτικών συστημάτων.

Όποιο και αν είναι το μέγεθός ή ο ρόλος του, ένα σκάφος αποτελείται πάντα από διάφορα συγκεκριμένα συστατικά μέρη. Υπάρχει

- ένα κλειστό και στεγανό κέλυφος, που αποτελείται κυρίως από το κύτος και πιθανόν μια γέφυρα που το επικαλύπτει.
- ένα σύστημα πρόωσης, συχνά συνδεδεμένο με ένα όργανο κατεύθυνσης του πλοίου (τιμόνι)
- ανάλογα με τη χρήση του σκάφους, υπάρχουν στη συνέχεια διάφοροι χώροι μηχανημάτων και εξοπλισμού για τη διασφάλιση της λειτουργίας του.

Η ολοκλήρωση ενός σκάφους περνάει από πολλά στάδια με κυριότερα από αυτά τα στάδια της σύλληψης, της σχεδίασης και της κατασκευής.

Το στάδιο του σχεδιασμού περνά από διαφορετικές φάσεις: ξεκινώντας από ένα πρόγραμμα ή τις απαραίτητες προδιαγραφές, ο ναυπηγός ακολουθεί μια σπειροειδή εργασία που συνίσταται στη δημιουργία ενός πρώτου πρόχειρου δείγματος, στο οποίο αξιολογούνται τα κύρια στοιχεία, δηλαδή οι διαστάσεις, οι χώροι, η ταχύτητα μετατόπισης του και η ικανότητα πλεύσης. Το ίδιο συμβαίνει κάθε φορά που γίνεται κάποια διόρθωση σε μια από τις παραμέτρους σχεδίασης. Είναι προφανές επομένως ότι η χρήση του υπολογιστή μπορεί να βελτιστοποιήσει και να επιταχύνει αποτελεσματικά τις διαδικασίες σχεδιασμού.

Κεφάλαιο 1^ο

Η έννοια του σκάφους αναψυχής

1.1 Ο κλάδος των σκαφών αναψυχής στην Ελλάδα

Ο κλάδος των σκαφών αναψυχής αποτελεί ένα μικρό μόνο κομμάτι της Ελληνικής ναυτιλίας, αλλά για τις Ελληνικές ιδιαιτερότητες, πρόκειται για ένα κομμάτι που παρουσιάζει μεγάλο ενδιαφέρον τόσο ιστορικά όσο και οικονομικά. Ο κλάδος είναι ζωτικός για την ελληνική οικονομία, ως συνυφασμένος άμεσα με τον εγχώριο και κυρίως τον διεθνή τουρισμό και συγκεκριμένα με το θαλάσσιο τουρισμό. Η Ελλάδα διαθέτει περίπου 15.000 χλμ. ακτών με αμέτρητες φυσικές ομορφιές στην ηπειρωτική χώρα και στα νησιά της. Το γεγονός αυτό, σε συνδυασμό με τις κατάλληλες κλιματολογικές συνθήκες (ευνοϊκό κλίμα και μεγάλη ετήσια ηλιοφάνεια), αποτελεί το σημαντικότερο πλεονέκτημα για την ανάπτυξη θαλάσσιου τουρισμού και κατ' επέκταση τις πολυάριθμες δραστηριότητες στον κλάδο των σκαφών αναψυχής.

Ο κίνδυνος που υπάρχει σήμερα, λόγω των τελευταίων κινήσεων της πολιτείας όπως η επιβολή του φόρου πολυτελούς διαβίωσης και η ενδεχόμενη επιβολή τέλους παραμονής, είναι να γενικευθεί η απαξίωση των σκαφών αναψυχής, και να γίνει η αιτία και αφορμή μαζικής αναχώρησης των πλοίων προς μαρίνες γειτονικών χωρών οι οποίες έχουν ήδη αναγνωρίσει τα οφέλη του θαλάσσιου τουρισμού.

Η μεγάλη ποικιλία σκαφών και η πλούσια ναυπηγική παράδοση στην Ελλάδα είναι κάτι το ξεχωριστό, συγκρίνοντάς την με τις αντίστοιχες ναυπηγικές παραδόσεις άλλων χωρών. Ιδιαίτερα η ναυπηγοξυλουργική τέχνη αποτελεί έναν από τους κατ' εξοχήν παραδοσιακούς κατασκευαστικούς κλάδους της χώρας. Στην εποχή ακόμη που δεν υπήρχαν μηχανές και τα σκάφη χρησιμοποιούσαν ως κύριο τρόπο κίνησης τους τα πανιά η σημασία της σχεδίασης και των λεπτών ναυπηγικών παρεμβάσεων στο σχήμα του σκάφους ήταν μεγάλη ώστε τα σκάφη να αποδίδουν περισσότερο.

Σε όλες λοιπόν τις πόλεις της Ελλάδος, όπου από τους ιστορικούς χρόνους ανθούσε η ναυτιλία, είχαν αναπτυχθεί και άκμαζαν μικρές ναυπηγοεπισκευαστικές μονάδες με κύριο εργαλείο τους τη γνώση, την αισθητική και τις εμπειρίες όσων ασχολούνταν με τη κατασκευή ξύλινων σκαφών. Σήμερα, με τη βοήθεια της τεχνολογίας κατασκευάζονται

πιο χοντροκομμένα, και με μια μεγαλύτερη απ' ό,τι χρειάζεται, μηχανή σε ιπποδύναμη χωρίς να έχει πλέον τόση σημασία η αισθητική του σκάφους. Η αισθητική παραμένει στη σφαίρα της προσωπικής επιλογής και των οικονομικών δυνατοτήτων καθενός.

1.2 Η νομοθεσία για τα σκάφη αναψυχής

Η Ελληνική νομοθεσία για τα σκάφη αναψυχής έχει εναρμονιστεί, με την σχετική Κοινοτική Οδηγία της Ευρωπαϊκής Ένωσης με αριθμό 94/25/EK τού Συμβουλίου της 16ης Ιουνίου 1994, σχετικά με την προσέγγιση των νομοθετικών, κανονιστικών και διοικητικών διατάξεων, οι οποίες αφορούν στα σκάφη αναψυχής (L 164/30-06-1994 επίσημη Εφημερίδα των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων). Η κοινοτική οδηγία 94/25/EK τροποποιήθηκε στη πορεία με την οδηγία 2003/44/EK ενώ στη συνέχεια διαμορφώνεται ένα νέο πλαίσιο εφαρμογής βάσει του νέου κανονιστικού καθεστώτος που δημιουργείται από τη νέα Ευρωπαϊκή Οδηγία 2013/53/ΕΕ για τη πιστοποίηση των σκαφών αναψυχής με CE.

Η εναρμόνιση της Ελληνικής νομοθεσίας έγινε με την ΚΥΑ Αριθ. 4841/Φ7β/52 (ΦΕΚ 111/Β/26.02.1997), η οποία τροποποιήθηκε από την ΚΥΑ Αριθ. 4113.183/01/2004 (ΦΕΚ 1613/Β/29.10.2004) και εφαρμόστηκε ολοκληρωτικά με τον νόμο 4256/2014 (ΦΕΚ αρ. φύλλου 92/14 Απριλίου 2014).

Αρχικά, μένει να διασαφηνισθεί η έννοια του σκάφους αναψυχής, η κατηγορία στην οποία αυτό ανήκει και οι υποχρεώσεις που μια παρόμοια κατηγοριοποίηση συνεπάγεται. Ως σκάφος αναψυχής, κατ' αρχάς, νοείται κάθε σκάφος ολικού μήκους άνω των επτά (7) μέτρων ιστιοφόρο ή μηχανοκίνητο, το οποίο μπορεί από τη γενική κατασκευή του να χρησιμοποιείται για την εκτέλεση ταξιδιών αναψυχής (ΦΕΚ αρ. φύλλου 92.,14 Απριλίου 2014).

Σύμφωνα με τον επικρατούντα ορισμό ως “σκάφος αναψυχής” ορίζεται κάθε σκάφος, από 2,5 έως 24 μέτρα, που προορίζεται για αθλητικούς σκοπούς ή σκοπούς αναψυχής, ανεξάρτητα από το μέσο πρόωσης που χρησιμοποιεί.

Για πριν τη κυκλοφορία του σκάφους υπεύθυνος για όλες τις ενέργειες και τα θέματα τα σχετικά με ένα σκάφος αναψυχής που προβλέπονται στον νόμο 4256/2014 είναι ο κατασκευαστής του σκάφους ή ο εγκατεστημένος στην Ελλάδα εντολοδόχος του. Μετά όμως τη κυκλοφορία του σκάφους υπεύθυνος για το σκάφος μπορεί να θεωρηθεί κάθε φυσικό ή νομικό πρόσωπο που είναι εγκατεστημένο στην Ε.Ε., το οποίο διαθέτει το προϊόν στην αγορά.

Κάθε πλοίο αναψυχής εγγράφεται στο «Μητρώο τουριστικών πλοίων και μικρών σκαφών» που βρίσκεται στη Γενική Γραμματεία Δημοσίων Εσόδων του Υπ.Οικονομικών με ευθύνη του ιδιοκτήτη και ο οποίος είναι υπεύθυνος και για τη δήλωση οποιασδήποτε μεταβολής των στοιχείων του σκάφους στο εν λόγω Μητρώο.

Για την εκμετάλλευση πλοίου αναψυχής ανεξαρτήτως σημαίας, απαιτείται:

- βεβαίωση της αρμόδιας υπηρεσίας της Φορολογικής Διοίκησης και
- καταχώριση των στοιχείων του πλοίου στο Μητρώο τουριστικών πλοίων και μικρών σκαφών

Στο άρθρο 10 του Ν. 4256/2014 αναφέρεται ότι “ Τα ιδιωτικά πλοία αναψυχής υπό ελληνική σημαία ή σημαία των άλλων κρατών – μελών της Ε.Ε. εφοδιάζονται με Δελτίο Κίνησης Πλοίου Αναψυχής (ΔΕ.Κ.Π.Α.), το οποίο χορηγείται από οποιαδήποτε Λιμενική Αρχή, ανεξαρτήτως του τόπου ελλιμενισμού ή από τη Λιμενική Αρχή του λιμένα στον οποίο καταπλέουν για πρώτη φορά στην Ελλάδα. Η διάρκεια ισχύος του ΔΕ.Κ.Π.Α. είναι αορίστου χρόνου. Το ΔΕ.Κ.Π.Α. υπόκειται σε ετήσια θεώρηση από τη Λιμενική Αρχή”.

Στο άρθρο 13 κεφ. Στ’ ο νόμος 4256/2014 επιτάσσει το ότι τα σκάφη αναψυχής οφείλουν να ακολουθούν τους ισχύοντες κανονισμούς λιμένα, και επομένως η μετακίνηση και κυκλοφορία τους επιτρέπεται μόνον αν αυτά είναι ασφαλισμένα.

1.3 Ο κώδικας HSC

Οι κανονισμοί που αφορούν τα ταχύπλοα σκάφη (High Speed Crafts) διέπονται από τη φιλοσοφία της διαχείρισης με στόχο τη μείωση των κινδύνων παράλληλα με τη διασφάλιση των αναγκαίων μέτρων παθητικής προστασίας.

Ο οργανισμός International Maritime Organization (IMO) είναι σήμερα ο μόνος υπεύθυνος όσον αφορά τον καθορισμό του σχεδιασμού των σκαφών και τις αναγκαίες κατασκευαστικές απαιτήσεις ώστε να εξασφαλίζεται υψηλό επίπεδο ασφάλειας στη θάλασσα. Ένα κομμάτι της ευθύνης του είναι η διατήρηση και η επικαιροποίηση των διεθνών ναυτιλιακών συμβάσεων, καθώς η ανάπτυξη στο τομέα της τεχνολογίας και των κατασκευών και στον τομέα της ναυτιλίας οδήγησε στην ανάγκη νέων συμπληρωματικών συστάσεων που απαιτούν περισσότερες και γρήγορες αλλαγές, ιδίως όσον αφορά τη λειτουργία των νέων ταχύπλοων σκαφών φτιαγμένων με νέα υλικά και νέες πρακτικές πλεύσης. Ο IMO χρησιμοποιεί έναν συνδυασμό συμβάσεων, ψηφισμάτων και κωδίκων σε μια προσπάθεια βελτίωσης των κανονισμών πρόληψης της ρύπανσης και

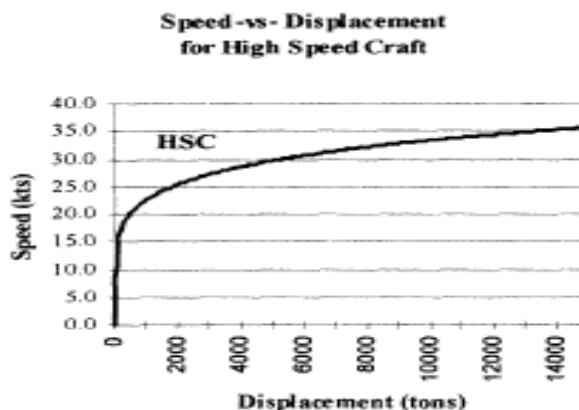
των κανονισμών πρόληψης και ασφάλειας στη θάλασσα. Πρόδρομος όλων των σχετικών με την ασφάλεια κανονισμών είναι ο κανονισμός SOLAS από τα αρχικά των λέξεων Safety of Life at Sea που έχει ως αφετηρία το ναυάγιο του Τιτανικού το 1912. Μέχρι σήμερα ο κανονισμός επικαιροποιήθηκε πολλές φορές με τη τελευταία επικαιροποίηση να έχει γίνει το 1974. Ο IMO σχεδιάστηκε ως ένας διεθνής κανονιστικός φορέας ωστόσο δεν έχει κανένα μέσο επιβολής για οποιαδήποτε από τις συμβάσεις που έχουν υπογραφεί μέχρι σήμερα καθώς αυτό παραμένει στην ευθύνη των χωρών που έχουν υπογράψει τις συμβάσεις.

Το 1996 στη νομοθεσία των ΗΠΑ περιλήφθηκε για πρώτη φορά ο Κώδικας HSC που αφορά όλα τα ταχύπλοα σκάφη (High Speed Crafts) που κυκλοφορούν στη χώρα. Ο κώδικας γράφτηκε για να ενσωματώσει τις απαιτήσεις του Κώδικα Ασφάλειας για τα Δυναμικά Υποστηριζόμενα σκάφη (κώδικας DSC) που εγκρίθηκε από την IMO το 1977 με τη μορφή ενός ψηφίσματος. Όσα σκάφη HSC κατασκευάστηκαν βάσει του κώδικα αυτού δεν είχαν πλέον την υποχρέωση συμμόρφωσης με τις υποδείξεις του SOLAS (Benggaard, 1997). Ο κώδικας HSC ισχύει πλέον διεθνώς για όλα τα σκάφη υψηλής ταχύτητας που κατασκευάστηκαν μετά το 1996 και καθορίζει ως ταχύπλοα όλα τα σκάφη με μέγιστη ταχύτητα

$$V = 3.7 \times V^{0.1667} \quad (1.1)$$

όπου η ταχύτητα μετριέται σε m/s και V είναι ο όγκος εκτοπίσματος (σε m³) (Cummings, 1996)

Η σχέση αυτή παρίσταται γραφικά στο πιο κάτω διάγραμμα



Εικόνα 1.1 η σχέση μεταξύ ταχύτητας ενός ταχύπλοου και εκτοπίσματος (πηγή Cummings, 1996)

Ο Κώδικας HSC αναπτύχθηκε ως απάντηση στη διαρκώς κλιμακούμενη αύξηση μεγέθους, ταχύτητας και τύπων ταχύπλων σκαφών και έχει για στόχο την αύξηση του επιπέδου ασφάλειας για τα ταχύπλοα σκάφη σε ένα πρότυπο αντίστοιχο με αυτό που έχει καθοριστεί για τα συμβατικά σκάφη με τις συνθήκες από τη SOLAS, την ColRegs και τη International Convention on Load Lines του 1996. Σήμερα συμπεριλαμβάνει όλους τους τύπους ταχυπλόων και Δυναμικά Υποστηριζόμενων σκαφών.

Η πρόθεση του Κώδικα HSC είναι να εξασφαλίσει υψηλό επίπεδο ασφάλειας για τα ταχύπλοα σκάφη. Η πρώτη από τις γενικές βασικές απαιτήσεις είναι ότι πρέπει να εφαρμόζεται ο κώδικας στο σύνολο του. Αυτή η απαίτηση χρησιμεύει για να υπάρχει η εγγύηση ότι δεν θα υπάρξουν περιπτώσεις κρατών που χαλαρώνουν κάποιες από τις απαιτήσεις ασφαλείας του Κώδικα. Η δεύτερη γενική απαίτηση είναι ότι ένα σκάφος που κατασκευάζεται σύμφωνα με τις απαιτήσεις του κώδικα πρέπει να λειτουργεί με τις προδιαγραφές που ορίζονται από ένα αυστηρό σύστημα διαχείρισης ποιότητας.

Η IMO αναγνώρισε την ανάγκη που υπάρχει ο κώδικας αυτός να διατηρείται συνεχώς ενημερωμένος και για το λόγο αυτό αναγράφεται στις υποχρεώσεις, η ανάγκη να αναθεωρείται ο κώδικας σε διαστήματα που δεν θα υπερβαίνουν τα τέσσερα χρόνια. Κάθε σκάφος που κατασκευάζεται σύμφωνα με τον Κώδικα HSC πρέπει να ακολουθεί ένα συγκεκριμένο πρόγραμμα περιοδικών ελέγχων, με συχνότητα σύμφωνα με τους εξής περιορισμούς:

- Διεξοδική επιθεώρηση πριν από την έναρξη λειτουργίας του σκάφους,
- Τακτικοί έλεγχοι σε διαστήματα όχι μεγαλύτερα των 5 ετών
- Δεν θα υπάρχει καθυστέρηση μεγαλύτερη των τριών (3) μηνών από την ημερομηνία επετείου,
- Ο κώδικας δεν υποκαθιστά το κανονιστικό πλαίσιο της κάθε χώρας.

Ειδικότερα, όσον αφορά την αρχική έρευνα θα περιλαμβάνεται μια κριτική θεώρηση πάνω στη σύνοψη όλων των παραδοχών που έγιναν κατά τη φάση σχεδιασμού, συμπεριλαμβανομένων των υποθέσεων για τις αναμενόμενες συνθήκες λειτουργίας, ταχύτητα, φορτία και αναμενόμενους περιορισμούς εξοπλισμού. Θα γίνεται επίσης επιθεώρηση για να διαπιστωθεί η καταλληλότητα των υπαρχόντων εγχειριδίων, όπως και των υλικών που χρησιμοποιήθηκαν και οι δομές που υπάρχουν και κυρίως όσες αφορούν και υποστηρίζουν την ασφάλεια του σχεδιασμού. (Cumplings,1996)

1.4 Ο κώδικας DSC για τα δυναμικά υποστηριζόμενα σκάφη

Ένα σκάφος που μπορεί και μετακινείται τόσο βυθισμένο όσο και πάνω από το νερό και το οποίο έχει χαρακτηριστικά διαφορετικά από εκείνα που έχουν τα συμβατικά σκάφη εκτοπίσματος, αν και είναι ένα ταχύπλοο σκάφος θεωρείται ότι ανήκει στη κατηγορία των Δυναμικά Υποστηριζόμενων σκαφών (Dynamically Supported Crafts, DSCs). Συγκεκριμένα, ένα σκάφος θεωρείται ότι ανήκει στη κατηγορία των DSC όταν

- το βάρος του σκάφους, ή τουλάχιστον σημαντικό μέρος αυτού, κατά τη κίνηση του αντισταθμίζεται από άλλες, εκτός των υδροστατικών, δυνάμεις.
- το σκάφος είναι σε θέση να κινείται σε ταχύτητες τόσο υψηλές ώστε ο αριθμός Froude να είναι ίσος ή μεγαλύτερος από 0,9.

Ο κώδικας ισχύει κάτω από ορισμένες γενικές προϋποθέσεις, όπως :

- οι καλυπτόμενες αποστάσεις κάτω από τις “χειρότερες προβλεπόμενες περιβαλλοντικές συνθήκες” στις οποίες επιτρέπονται οι πλόες του σκάφους θα είναι περιορισμένες. Ο όρος “χειρότερες προβλεπόμενες περιβαλλοντικές συνθήκες” σημαίνει τις καθορισμένες, κατά την πιστοποίηση του σκάφους, οριακές περιβαλλοντικές συνθήκες εντός των οποίων προβλέπεται η ενσυνείδητη λειτουργία του σκάφους. Χρειάζεται λοιπόν να λαμβάνονται υπόψη παράμετροι όπως οι ακραίες συνθήκες της δύναμης του ανέμου, το επιτρεπόμενο ύψος κύματος (συμπεριλαμβανομένων των δυσμενών συνδυασμών μήκους και κατεύθυνσης των κυμάτων), η ελάχιστη θερμοκρασία του αέρα, η ορατότητα και το βάθος του νερού για ασφαλή λειτουργία και όσες άλλες παράμετροι κρίνονται απαραίτητοι για την ασφαλή λειτουργία του σκάφους.
- το σκάφος θα βρίσκεται ανά πάσα στιγμή σε κατάλληλη απόσταση από καταφύγιο. Ως "καταφύγιο" νοείται κάθε προστατευόμενη φυσική ή τεχνητή περιοχή η οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως καταφύγιο από σκάφος υπό απρόοπτες συνθήκες που ενδέχεται να υπάρξουν και μπορεί να θέσουν σε κίνδυνο την ασφάλειά του σκάφους. Στο καταφύγιο θα πρέπει να υπάρχουν κατάλληλες εγκαταστάσεις επικοινωνίας και μεταφοράς.
- όταν το σκάφος θα βρίσκεται ελλιμενισμένο στο “λιμάνι βάσης” στο οποίο πρέπει να υπάρχουν όλες οι αναγκαίες εγκαταστάσεις επικοινωνίας, πληροφόρησης, και ανεφοδιασμού.
- υπάρχει η δυνατότητα των Λιμενικών Αρχών να ασκεί αυστηρό έλεγχο στη λειτουργία του σκάφους

- θα υπάρχει ταχεία διαθεσιμότητα των εγκαταστάσεων διάσωσης σε όλη τη διάρκεια του ταξιδιού
- όλοι οι επιβάτες διαθέτουν καθίσματα και δεν υπάρχουν θέσεις για ύπνο
- προβλέπεται εξοπλισμός για ταχεία εκκένωση των ατόμων που βρίσκονται στο σκάφος σε κατάλληλα σωστικά σκάφη
- τα ταχύπλοα σκάφη δεν ακολουθούν πάντα τις διαδρομές των μεγάλων πλοίων αλλά διάφορους δρόμους που βρίσκονται μεταξύ δύο τερματικών σταθμών

Στις απαιτήσεις του κώδικα DSC περιλαμβάνονται και οι εξής γενικές δεσμεύσεις :

- το σκάφος μεταφέρει περισσότερους από 12 επιβάτες αλλά όχι πάνω από 450 επιβάτες με καθίσματα για όλους τους επιβάτες.
- δεν απομακρύνεται κατά τη διάρκεια του ταξιδιού του περισσότερα από 100 ναυτικά μίλια από έναν διαμορφωμένο τόπο καταφυγής ·
- Το σκάφος θα πρέπει να έχει ένα σχεδιασμένο απόθεμα ανύψωσης (reserve of buoyancy) όταν επιπλέει σε θαλασσινό νερό που να μην είναι μικρότερο από το 100 τοις εκατό του μέγιστου λειτουργικού βάρους. Το απόθεμα ανύψωσης μπορεί να οριστεί ως ο όγκος των κλειστών χώρων πάνω από τη γραμμή θαλάσσης και περιλαμβάνει μόνο τα διαμερίσματα εκείνα που είναι στεγανά.
- Η σταθερότητα ενός σκάφους σε συνθήκες μετατόπισης, θα πρέπει να είναι τέτοια ώστε, όταν βρίσκεται μέσα στη θάλασσα, η κλίση του σκάφους από την οριζόντια να μην υπερβαίνει τις 8 μοίρες προς οποιαδήποτε κατεύθυνση σε όλες τις επιτρεπόμενες περιπτώσεις φόρτωσης και τις ανεξέλεγκτες κινήσεις επιβατών, όταν συμβαίνουν. Ως εκ τούτου πρέπει στη πρώτη επιθεώρηση να παρουσιασθεί ο υπολογισμός της δυναμικής σταθερότητας, που έχει γίνει, σε σχέση με τις κρίσιμες συνθήκες σχεδιασμού.
- Σε περιπτώσεις ζημιών, του τύπου που περιγράφονται σε παράρτημα του κώδικα, η τελική ίσαλος γραμμή είναι τουλάχιστον 76 χιλιοστά κάτω από το επίπεδο οποιουδήποτε ανοίγματος όπου θα μπορούσε να λάβει χώρα μια εισροή νερού στ σκάφος
- η τελική γωνία κλίσης του σκάφους από την οριζόντια θα εξακολουθεί να μην υπερβαίνει τους 8 μοίρες προς οποιαδήποτε κατεύθυνση για όλες τις επιτρεπόμενες περιπτώσεις φόρτωσης και για ανεξέλεγκτες κινήσεις επιβατών, όπως αυτές είναι πιθανές σε περιπτώσεις έκτακτης ανάγκης αλλά μπορεί να

επιτρέπει γωνίες κλίσης έως και 16 μοίρες αμέσως μετά τη ζημία, υπό την προϋπόθεση ότι η γωνία μειώνεται γρήγορα σε 12 μοίρες.

- Η κατασκευή θα πρέπει να είναι ικανή να αντέχει τα στατικά και δυναμικά φορτία που μπορούν να επενεργήσουν στο σκάφος κάτω από όλες τις συνθήκες λειτουργίας, χωρίς να προκαλείται ανεπίτρεπτη παραμόρφωση και απώλεια υδατοστεγανότητας ή παρεμπόδιση της ασφαλούς λειτουργίας του σκάφους.
- Τα κυκλικά φορτία κυρίως λόγω κυματισμών, συμπεριλαμβανομένων εκείνων που οφείλονται σε κραδασμούς που μπορεί να εμφανιστούν στο σκάφος, δεν πρέπει σε καμία περίπτωση να εξασθενούν την ακεραιότητα της δομής κατά τη διάρκεια της προβλεπόμενης διάρκειας ζωής του σκάφους ή να εμποδίζουν την κανονική λειτουργία των μηχανημάτων και του εξοπλισμού ή ακόμη και να βλάπτουν την ικανότητα του πληρώματος να ασκεί τα καθήκοντά του.
- Ο σχεδιασμός των σκαφών πρέπει να είναι τέτοιος ώστε όλοι οι επιβάτες να μπορούν να εκκενώσουν με ασφάλεια το σκάφος με ασφαλή σωστικά σκάφη με την ελάχιστη πρακτική καθυστέρηση σε μία και μόνη ενέργεια κάτω από τις αναμενόμενες συνθήκες έκτακτης ανάγκης την ημέρα ή τη νύχτα. Οι θέσεις όλων των εξόδων που μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης και όλων των σωστικών μέσων, η πρακτικότητα της διαδικασίας εκκένωσης και ο εκπρόσωπος του πληρώματος και των επιβατών, πρέπει να αποδεικνύονται κατά τρόπο ικανοποιητικό κατά την επιθεώρηση.
- Οι χώροι διαμονής, οι διαδρομές εκκένωσης, οι έξοδοι, η αποθήκευση σωσίβιων σωμάτων και η στοιβάση των σωστικών σκαφών και τα σημεία επιβίβασης θα πρέπει να επισημαίνονται με σαφήνεια και να είναι μόνιμα φωτισμένα.
- Το κύτος πρέπει να είναι κατασκευασμένο από εγκεκριμένα μη εύφλεκτα υλικά με επαρκείς δομικές ιδιότητες. Ως «πρότυπη δοκιμή πυρκαϊάς» νοείται μια δοκιμή όπου τα δείγματα των σχετικών υλικών (από τα διαφράγματα ή το κατάστρωμα) του σκάφους καίγονται σε δοκιμαστικό κλίβανο σε θερμοκρασίες που αντιστοιχούν περίπου στην τυπική καμπύλη χρόνου-θερμοκρασίας.
- Είναι απαραίτητο να διασφαλιστεί ότι η προσπάθεια που απαιτείται για τη λειτουργία των χειριστηρίων στις χειρότερες προβλεπόμενες συνθήκες δεν είναι τέτοια που το πρόσωπο που βρίσκεται υπό τον έλεγχο θα κουράζεται αδικαιολόγητα ή θα αποσπάται από την προσπάθεια που απαιτείται για τη διατήρηση της ασφαλούς λειτουργίας του σκάφους.

- Κατά τον καθορισμό της ασφάλειας ενός σκάφους όσον αφορά τους χειρισμούς, τη δυνατότητα ελέγχου και τις επιδόσεις, η επιθεώρηση που γίνεται πρέπει να δώσει ιδιαίτερη προσοχή στις ακόλουθες πτυχές κατά τη διάρκεια της κανονικής πλοήγησης καθώς και κατά τη πλοήγηση μετά από ζημιές:
 - στροφή και περιστροφή του πλοίου
 - σταμάτημα σε συνθήκες κανονικής και έκτακτης ανάγκης
 - σταθερότητα στη λειτουργία μη μετατόπισης γύρω από τους τρεις άξονες
 - σταθερή μείωση της ταχύτητας
 - αύξηση της οπισθέλκουσας δύναμης ενός σκάφους με αερόστρωμα σε ταχύτητες που συνήθως συνδέονται με μερική κατάρρευση του συστήματος μαξιλαριών ανύψωσης
 - περιορισμοί ισχύος ανύψωσης για τον εξοπλισμό που δημιουργεί τη δύναμη ανύψωσης.

Οι περισσότερες από τις παραπάνω δεσμεύσεις καθώς και μια σειρά από άλλες που εξακολουθούν να ισχύουν βρίσκονται μέσα στον κώδικα HSC. Ο κώδικας DSC δεσμεύει τα ταχύπλοα πλοία που κατασκευάστηκαν από την 1 Ιουλίου του 2000 και αργότερα, με την προοπτική να διασφαλίσει στον μέγιστο βαθμό την ασφάλεια στα σκάφη υψηλής τεχνολογίας και πρωτοποριακού σχεδιασμού, και τα σαφώς μεγαλύτερα και ταχύτερα σκάφη που κατασκευάζονται σήμερα.

1.5 Οι έλεγχοι από τον Ελληνικό Νηογνώμονα

Ο Ελληνικός Νηογνώμονας (Hellenic Register of Shipping, HRS) είναι ένας ναυτιλιακός τεχνικός οργανισμός που βασισμένος στη χρήση και τις μετακινήσεις κάθε σκάφους καταρτίζει κανονισμούς ασφαλείας, τόσο επί της ναυπήγησης των πλοίων όσο και επί του εξοπλισμού τους, κατατάσσοντας αυτά σε ομάδες (classification), ενώ στη συνέχεια με ειδικούς εμπειρογνώμονες (surveyors) τα παρακολουθεί καθ' όλη τη διάρκεια της ζωής τους, είτε με περιοδικές είτε με έκτακτες επιθεωρήσεις.

Ο Ελληνικός Νηογνώμονας περιορίζει την έννοια του πλοίου αναψυχής, όπως θεωρείται από τον νόμο Ν. 4256/2014 προσθέτοντας δύο ακόμη προϋποθέσεις-διευκρινήσεις.

- Τα σκάφη αναψυχής δεν μεταφέρουν φορτία
- Ο μέγιστος αριθμός επιβατών σε ένα πλοίο αναψυχής είναι 12

Για τα σκάφη που καλύπτουν επομένως όλες πλέον τις προϋποθέσεις υπάρχει μια λίστα κανόνων οι οποίοι προέρχονται από τους Βρετανικούς κανονισμούς Large Commercial Yacht Code (LY3) (παράρτημα Α') και οι οποίοι ελέγχονται από τον Ελληνικό νηογνώμονα για να εκδοθεί το αναγκαίο πιστοποιητικό ναυσιπλοΐας (Θεμελής, 2017).

Κάθε σκάφος αναψυχής συνοδεύεται από ένα πιστοποιητικό που εκδίδει ο κατασκευαστής και το οποίο πιστοποιεί σε ποια κατηγορία ανήκει το σκάφος. Βάσει του πιστοποιητικού αυτού ο HRS ετοιμάζει ένα πρόγραμμα ελέγχων στο πλαίσιο της εφαρμογής της νομοθεσίας για τα σκάφη αναψυχής.

Παράλληλα ο HRS ενημερώνει τους ιδιοκτήτες των σκαφών αναψυχής για τις ανάγκες που προκύπτουν για εναρμόνιση με συγκεκριμένες αλλαγές που προκύπτουν από νέες ρυθμίσεις και καινούριο κανονιστικό πλαίσιο που προωθεί η Ευρωπαϊκή Ένωση για το χώρο.

Η ύπαρξη του Ελληνικού Νηογνώμονα επιτρέπει στους ιδιοκτήτες των σκαφών αναψυχής να έχουν την επιθυμητή τεχνική υποστήριξη με ένα λογικό κόστος. Πράγματι, ενώ η εγγραφή στον Γερμανικό Νηογνώμονα, που είναι αισθητά απλούστερος, κοστίζει από 45 έως 140 χιλιάδες ευρώ, η εγγραφή στον Ελληνικό Νηογνώμονα κοστίζει μόνο 25 έως 40 χιλιάδες ευρώ

1.6 Οι κατηγορίες των σκαφών αναψυχής

Ένα σκάφος αναψυχής μπορεί να είναι ένα απλό σκάφος που εκτελεί θαλάσσιες μετακινήσεις, για αναψυχή ή και για επαγγελματική χρήση, από τη μια παραλία στην άλλη μέχρι ένα πλωτό ανάκτορο το οποίο έχει την ικανότητα να ταξιδέψει σε όλη τη Γη. Ένας πρώτος λοιπόν τρόπος κατάταξης είναι ανάλογα με τη χρήση που τους κάνει ο ιδιοκτήτης τους.

Στην πρώτη κατηγορία συμπεριλαμβάνονται τα σκάφη που προορίζονται για βοηθητική χρήση εξυπηρετώντας τις ανάγκες των κυρίως σκαφών αναψυχής, τόσο των ιστιοπλοϊκών όσο και των μηχανοκίνητων. Πρόκειται για μικρά σκάφη, μήκους έως 6 μέτρα, που χρησιμοποιούν ως μηχανές προώθησης εξωλέμβιες μηχανές.

Στην δεύτερη κατηγορία ανήκουν τα σκάφη που προορίζονται για όσους επιθυμούν να κάνουν μικρά παράκτια ταξίδια. Στην προκειμένη περίπτωση τα βασικά χαρακτηριστικά που πρέπει να έχει το σκάφος είναι η ευκολία μεταφοράς και φύλαξης του. Πρόκειται συνήθως για φουσκωτά ή πολυεστερικά σκάφη μήκους 2,5 έως 4,0 μέτρα που

χρησιμοποιούν για τη κίνηση τους εξωλέμβιες μηχανές μικρής ισχύος και μπορούν να μεταφέρουν έως 6 άτομα.

Στην τρίτη κατηγορία ανήκουν τα σκάφη των οποίων ο ιδιοκτήτης έχει μεγαλύτερες απαιτήσεις έχοντας ήδη καλύψει απ' όσες του προσέφερε η προηγούμενη κατηγορία. Αυτές μπορεί να αφορούν είτε τη διάνυση μεγαλύτερων αποστάσεων, ή η μεταφορά περισσότερων ατόμων ή εξόδους σε πιο δύσκολες θάλασσες. Το μήκος των σκαφών αυτών κυμαίνεται συνήθως από τα 3.80 έως τα 6 μέτρα ενώ απαιτούνται μεγαλύτερες ιπποδυνάμεις κινητήρων που ανάλογα με τις ανάγκες μπορεί να φθάνουν και τους 80 ίππους.

Στην τέταρτη κατηγορία, κατατάσσονται τα σκάφη των οποίων οι ιδιοκτήτες είναι εξοικειωμένοι με τα θαλάσσια ταξίδια και είναι και απαιτητικοί σχετικά με τον εξοπλισμό που θα έχει το σκάφος. Συνήθως τα σκάφη αυτά διαθέτουν και μια μικρή καμπίνα που προσφέρει ξεκούραση και προστασία από τον ήλιο αλλά δεν είναι ιδιαίτερα βολικά για διανυκτερεύσεις. Το μήκος τους κυμαίνεται από 5 μέτρα έως 8 περίπου μέτρα, ενώ για την πρόωσή τους μπορούν να χρησιμοποιηθούν εξωλέμβιοι κινητήρες μεγάλης ισχύος (μεγαλύτερης των 130 ίππων) ή εσωεξωλέμβιοι κινητήρες. Στην Ελλάδα η κατηγορία αυτή των σκαφών αναψυχής είναι η πιο διαδεδομένη.

Στην πέμπτη κατηγορία διατίθενται σκάφη με μεγαλύτερες ανέσεις και μπορεί να χρησιμοποιηθεί οποιοσδήποτε τύπος κινητήρα (εξωλέμβιος, εσωεξωλέμβιος, εσωλέμβιος) με πιο συνηθισμένο καύσιμο το πετρέλαιο για λόγους οικονομίας. Τα σκάφη αυτά διαθέτουν υπερκατασκευή με σχετικά άνετους εσωτερικούς χώρους που περιλαμβάνουν καμπίνες σαλονάκι κουζίνα και λουτρο /w.c. Το μήκος τους κυμαίνεται από τα 9 περίπου μέτρα και καταλήγει στα 15 μέτρα.

Στην έκτη κατηγορία κατατάσσονται τα σκάφη με μήκος επάνω από 15 μέτρα και απευθύνονται στο αγοραστικό κοινό που ενδιαφέρεται να έχει μια μικρή κατοικία με ανέσεις στη θάλασσα. Τα σκάφη αυτά, γνωστά και ως θαλαμηγοί, πέρα από τους μεγάλους χώρους διαθέτουν πολύ καλές επιδόσεις πλευσης και, αυτονομίας αφού είναι εξοπλισμένα με μεγάλες δεξαμενές καυσίμων και νερού. Επιμέρους ομάδες σκαφών στη κατηγορία αυτή είναι τα super yachts που είναι σκάφη με μήκος μέχρι 30 μέτρα και τα mega yachts για σκάφη με μήκος επάνω από 30 μέτρα.

Ένας άλλος τρόπος κατάταξης τους είναι βάσει των δύο παραμέτρων, ισχύς ανέμου και ύψος κυμάτων που χαρακτηρίζουν ένα ταξίδι με σκάφος. Με βάση αυτές τις

παραμέτρους διακρίνονται τέσσερις κατηγορίες σκαφών τόσο αναψυχής όσο και γενικότερα (Παπαδόπουλος, 2009).

Στην κατηγορία Α εντάσσονται τα σκάφη που είναι εν γένει σχεδιασμένα για να πραγματοποιούν ποντοπόρα ταξίδια, στα οποία μπορεί να επικρατούν συνθήκες ανέμου ισχύος ακόμη και πάνω από 8 μποφόρ και σημαντικό ύψος κύματος άνω των τεσσάρων μέτρων.

Στη κατηγορία Β εντάσσονται τα σκάφη που είναι σχεδιασμένα για ταξίδια ανοικτού πελάγους, όπου μπορεί να υπάρξουν συνθήκες ανέμου ισχύος έως και 8 μποφόρ και σημαντικό ύψος κύματος έως και τεσσάρων μέτρων.

Στη κατηγορία Γ εντάσσονται τα σκάφη που είναι σχεδιασμένα για παράκτια ταξίδια, όπου μπορούν να εμφανιστούν συνθήκες ανέμου ισχύος έως και 6 μποφόρ και σημαντικού ύψος κύματος έως και 0,5 μέτρα.

Στη τέταρτη κατηγορία Δ εντάσσονται τα σκάφη που είναι σχεδιασμένα για ταξίδια σε μικρές λίμνες και ποτάμια, όπου μπορεί να εμφανισθούν συνθήκες ανέμου ισχύος έως και 4 μποφόρ και σημαντικό ύψος κύματος έως και 0,5 μέτρα.

Το σκεπτικό αυτής της μορφής κατηγοριοποίησης είναι ότι κάθε σκάφος πρέπει να είναι σχεδιασμένο και κατασκευασμένο με τέτοιο τρόπο ώστε να μπορούν να αντιμετωπίζουν τις προαναφερόμενες παραμέτρους, όσον αφορά τα διάφορα φυσικά φαινόμενα που μπορούν να εμφανισθούν ξαφνικά κατά τη διάρκεια του ταξιδιού.

Η σημασία όμως αυτής της κατηγοριοποίησης είναι μεγάλη καθώς η κατηγορία στην οποία εμπίπτει ένα σκάφος αναψυχής καθορίζει και μια σειρά από άλλες ιδιότητες, όπως για παράδειγμα η ταχύτητα αποστράγγισης τού καταστρώματος σε ένα σκάφος κατηγορίας Β πρέπει να είναι μεγαλύτερη από τη ταχύτητα αποστράγγισης σε ένα σκάφος κατηγορίας Γ που έχει τις ίδιες βασικές διαστάσεις μήκους και πλάτους, αλλά και τον ίδιο όγκο που μπορεί να κατακλυστεί με νερό. Η κατάταξη του σκάφους σε μια κατηγορία προσδιορίζει επομένως και μια σειρά από χαρακτηριστικά που πρέπει να έχει το σκάφος για να είναι σύνομο.

Υπάρχει όμως και η δυνατότητα κατηγοριοποίησης των σκαφών αναψυχής ανάλογα με τη σχεδίαση της γάστρας τους (Πέππα και Γρηγορόπουλος, 2008). Με βάση την ταξινόμηση αυτή έχουμε

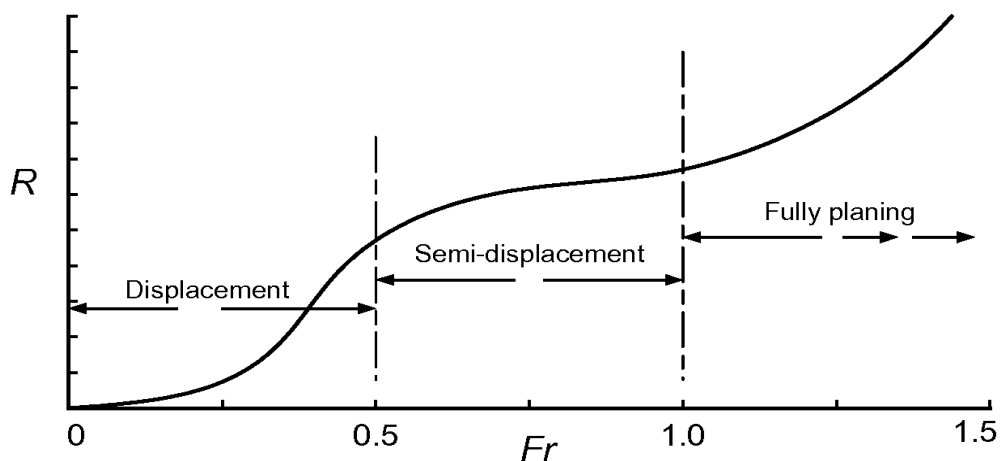
- Τα σκάφη με συμβατικές γάστρες εκτοπίσματος οι οποίες λειτουργούν σε περιοχές ταχυτήτων με αριθμό Froude, $Fn < 0.5$
- Τις γάστρες ημι-εκτοπίσματος που λειτουργούν σε περιοχές ταχυτήτων $0.5 \leq Fn \leq 1.3$ και
- Τις γάστρες ολίσθησης που λειτουργούν αποτελεσματικά μετά από $Fn=1$.

Όπως παρατηρούμε για τη ταξινόμηση των σκαφών αναψυχής χρησιμοποιείται ένας χαρακτηριστικός δείκτης, ο αριθμός Froude που είναι ένας αδιάστατος αριθμός ο οποίος ορίζεται ως το πηλίκο της μέσης ταχύτητας της ροής, V , προς την ταχύτητα μεταδόσεως των μικρών κυμάτων, c , όπου $c = \sqrt{gE/B}$, E = υγρή διατομή και B = πλάτος διατομής στην επιφάνεια του νερού. Στη περίπτωση ενός σκάφους έχουμε τη σχέση

$$Fn = \frac{V}{\sqrt{gL}}$$

Όπου:
 V = ταχύτητα πλοίου
 g = επιτάχυνση της βαρύτητας
 L = μήκος πλοίου στην ίσαλο

Όπως θα φανεί και στη συνέχεια ανάλογα με τη τιμή του αριθμού Froude διακρίνεται ο τύπος εκτοπίσματος της γάστρας



Εικόνα 1.2 η κατάταξη των διαφόρων τύπων γάστρας ανάλογα με την τιμή του αριθμού Froude (πηγή: Cambridge University Press)

Κεφάλαιο 2^ο

Η αρχιτεκτονική του πλοίου

2.1 Ο ρόλος του ναυπηγού

Η ναυπηγική είναι το τμήμα της μηχανικής που ασχολείται με την κατασκευή δομών πλοήγησης. Το επάγγελμα του ναυπηγού είναι ένα επάγγελμα κατασκευαστή που ομαδοποιεί όμως πολλές και διαφορετικές δραστηριότητες που συχνά όμως συγχέονται μεταξύ τους. Ο ναυπηγός είναι ταυτόχρονα δημιουργός, αρχιτέκτονας, μηχανικός, στυλίστας, και διακοσμητής, χωρίς όμως αυτοί οι ρόλοι να είναι πάντοτε διακριτοί ούτε κατοχυρωμένοι.

Το έργο του ναυπηγού είναι ουσιαστικά έργο σχεδιασμού που το βασικό περιεχόμενο του συνήθως καθορίζεται από τις ανάγκες που δημιουργούνται για

- τον γενικό σχεδιασμό του σκάφους ·
- την επιλογή των χαρακτηριστικών στοιχείων που καθορίζουν τις ναυτικές του ιδιότητες ·
- τον καθορισμό της δομής που θα έχει το σκάφος σύμφωνα με τους κανόνες του HRS
- την επιλογή του "στυλ" που θα καθορίσει την αισθητική του.

Αυτή η βασική αποστολή μπορεί να χωριστεί σε πολλές επιμέρους δραστηριότητες που κάποιοι άλλοι συνεργάτες καλούνται να εκτελέσουν κάτω από τον συντονισμό του ναυπηγού. Μερικές από τις δραστηριότητες αυτές αναφέρονται ενδεικτικά

- Ο σχεδιασμός της καρίνας του σκάφους και όλων των τμημάτων που καθορίζουν την ομαλή πλεύση και πλοήγηση του σκάφους
- Ο σχεδιασμός της δομής της κατασκευής που είναι έργο καθαρά μηχανικής
- Ο ορισμός του εξωτερικού "στυλ" του σκάφους ή του "σώματος" δηλαδή η γέφυρα και η υπερκατασκευή που είναι μια εργασία παρόμοια με εκείνη που κάνουν οι σχεδιαστές
- Η διάταξη των χώρων διαμονής και η επιλογή εσωτερικής διακόσμησης.

Μια τέτοια κατανομή ρόλων προφανώς απαιτεί καλό συντονισμό και επιμελή καθορισμό των υπευθυνοτήτων που υπάρχουν και για το λόγο αυτό ο ρόλος του ναυπηγού είναι σημαντικός. Ο συντονισμός αυτός των ρόλων έρχεται και συμπληρώνει τις αρμοδιότητες

που έχει αποκλειστικά ο ναυπηγός και στο σύνολο τους ο ναυπηγός είναι αρμόδιος για όλες τις παρακάτω καταστάσεις

Η σωστή λειτουργία του σκάφους σύμφωνα με τη χρήση για την οποία είναι προορισμένο, ειδικότερα:

- Η εγκάρσια σταθερότητα.
- Η ευελιξία.
- Η απόδοση, η οποία στη πραγματικότητα εξαρτάται από πολλούς επιμέρους παράγοντες όπως : το πραγματικό βάρος του σκάφους, η απόδοση κινητήρα, οι ιδιότητες της έλικας.

Ο καθορισμός της γενικής εικόνας που έχει το πλοίο. Ο ναυπηγός καθορίζει το πλαίσιο για να εκτελέσουν το κομμάτι του έργου τους ή να παρέχουν τον απαιτούμενο εξοπλισμό οι επιμέρους συνεργάτες κυρίως όσον αφορά

Το σχήμα του πλοίου και τον σχεδιασμό της γάστρας, των εξάλων και των βοηθητικών εξαρτημάτων. Ο ναυπηγός είναι υποχρεωμένος να συντάξει και να παραδώσει στον ιδιοκτήτη και τον κατασκευαστή το τετράδιο φορτίων και το σχεδιασμό της γάστρας τα οποία χρειάζονται για να υπολογισθούν ώστε να μπορούν να χρησιμοποιηθούν στη κατασκευή (παράρτημα Β')

- η ολική μετατόπιση που αντιστοιχεί στις γραμμές του σχήματος με την αποδεκτή βύθιση
- η προβλεπόμενη εκτίμηση βάρους η οποία καθορίζει το βάρος του σκάφους στις βασικές θέσεις και το αποδεκτό βύθισμα που προκύπτει
- η αντίστοιχη θέση του κέντρου βάρους (διαμήκης και κατακόρυφη θέση) υπό τις ίδιες συνθήκες.

Τις μορφές της γέφυρας και των υπερκατασκευών.

Τη δομική διάταξη του σκάφους, δηλαδή όχι μόνο επιλέγει τα χαρακτηριστικά των υλικών που θα χρησιμοποιηθούν αλλά καθορίζει και τις συνολικές δυνάμεις που ασκούνται στο σκάφος και πως αυτές αντιμετωπίζονται σχεδιάζοντας της επιμέρους δομές (στηρίξεις, μπαλόνια, κλπ.).

Το σύστημα πρόωσης του πλοίου καθώς ο ναυπηγός θα επιλέξει τον κινητήρα βάσει των στοιχείων που θα του δώσουν ο κατασκευαστής του πλοίου και ο κατασκευαστής του

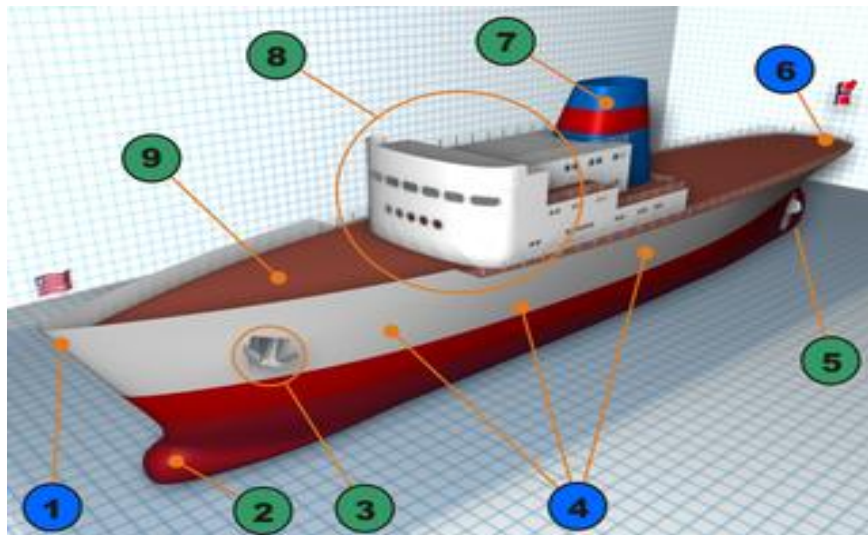
κινητήρα, ώστε να τον ταιριάζει με το όλο σύστημα πλοήγησης του σκάφους (κινητήρας, άτρακτος, έλικα)

Η διάταξη του εξοπλισμού και η επαλήθευση των στοιχείων βάρους που παρέχονται από τον κατασκευαστή βάσει των οποίων γίνεται μια προκαταρκτική εκτίμηση του συνολικού βάρους ώστε να συγκριθεί με ότι χρησιμοποιήθηκε προκαταρκτικά.

Η εσωτερική διάταξη και τα εξαρτήματα ώστε να επιβεβαιωθεί ότι η διάταξη και η διέλευση των καλωδίων και των σωληνώσεων που αντιστοιχεί στη γενική διάταξη του σκάφους ταιριάζουν με τα επιμέρους βοηθητικά σχέδια που φτιάχνονται από ειδικά μελετητικά γραφεία και αφορούν τα ηλεκτρικά κυκλώματα, τις σωληνώσεις νερού και αέρα.

2.2 Η περιγραφή του πλοίου

Ένα πλοίο είναι μια κατασκευή των ανθρώπων ικανή να επιπλέει στο νερό και να κινείται μέσα σε αυτό, κατευθυνόμενη ή όχι από τους επιβαίνοντες. Ανταποκρίνεται στις ανάγκες της θαλάσσιας ή εσωτερικής ναυσιπλοΐας, για την κάλυψη διαφόρων δραστηριοτήτων όπως η μεταφορά προσώπων ή εμπορευμάτων, οι πολεμικές δράσεις, οι επιτηρήσεις θαλασσιών περιοχών, η αλιεία, ή άλλες υπηρεσίες όπως η ασφάλεια άλλων σκαφών.



Εικόνα 2.1 τα βασικά μέρη του πλοίου (γενικό σχέδιο) 1:Πλώρη, 2:Βολβοειδής πλώρη, 3:άγκυρα, 4:Έξαλα πλοίου, 5:Έλικας και Πηδάλιο, 6:Πρύμνη, 7:Καπνοδόχος, 8:Μεσόστεγο ή Γέφυρα πλοίου, και 9:Κατάστρωμα (πηγή: Wikipedia)

Όποιο και αν είναι όμως το μέγεθός του, ή η χρήση του, σε ένα πλοίο περιλαμβάνονται πάντα κάποια συστατικά στοιχεία. Αυτά τα κύρια, όπως λέγονται, μέρη ενός σκάφους είναι σταθερά καθορισμένα και είναι

- Το σκάφος ή η γάστρα (Hull) που είναι το σώμα του πλοίου.
- Η πλώρα είναι το μπροστινό μέρος του πλοίου.
- Η πρύμνη είναι το τελευταίο πίσω τμήμα του πλοίου.
- Η έλικα είναι η μονάδα πρόωσης του πλοίου

Το σύστημα προώθησης του πλοίου

Η θαλάσσια προώθηση αναφέρεται σε όλα τα συστήματα που επιτρέπουν στα σκάφη να προχωράνε. Δημιουργείται από ένα προωθητικό μέσο (έλικα) που το κινεί ένας κινητήρας. Ένα σύστημα προώθησης πρέπει να παρέχει μια ώθηση στο πλοίο με την καλύτερη απόδοση ώστε να καταναλώνει λιγότερα καύσιμα με δεδομένη ταχύτητα. Η απόδοση της πρόωσης είναι το γινόμενο τριών επιμέρους παραγόντων και εξαρτάται από την απόδοση καυσίμου του κινητήρα (ειδική κατανάλωση), τη μηχανική απόδοση της μετάδοσης και την υδροδυναμική απόδοση του προωθητικού μέσου (έλικα).

Παράλληλα όμως υπάρχει η δυνατότητα προώθησης του πλοίου με τον αέρα (ιστιοφόρα σκάφη). Στη περίπτωση αυτή έχει ιδιαίτερη σημασία ο σχεδιασμός του σκάφους καθώς η αρχή προώθησης βασίζεται στη γωνία που σχηματίζει κάθε φορά το σκάφος και το πανί του με τον αέρα.

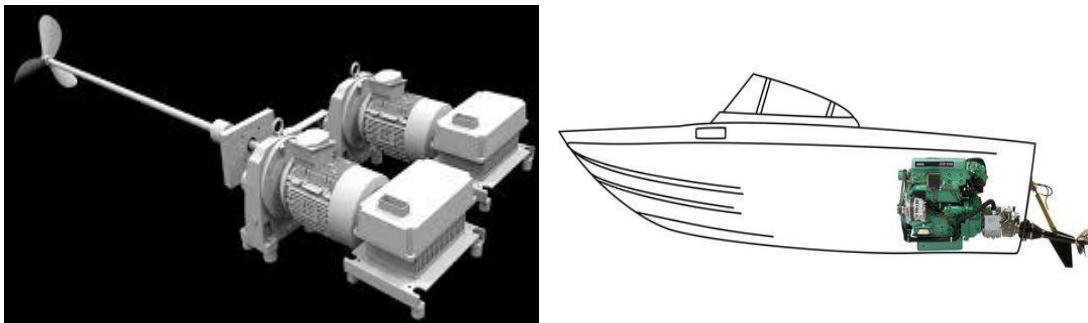
Όταν το πλοίο έχει παρόμοια διεύθυνση με τον αέρα (η γωνία κλίσης του πλοίου / ανέμου μειώνεται), η ροή του αέρα κατά μήκος του πανιού δημιουργεί μια διαφορά πίεσης μεταξύ των δύο πλευρών του πανιού: δημιουργείται μια κατάθλιψη από την πλευρά του ελαφρού ανέμου που σπρώχνει το πλοίο και του επιτρέπει να προχωράει.

Το σύστημα προώθησης με υδραύλακες (hydrojet) είναι ένα ακόμη σύστημα πρόωσης θαλάσσιων σκαφών. Στα σκάφη αυτά η έλικα τοποθετείται σε αγωγό, το νερό αντλείται κάτω από τη γάστρα του πλοίου και εκτοξεύεται, υπό μορφή πίδακα, από το πίσω μέρος του σκάφους στον ανοικτό αέρα. Ο καθορισμός του προσανατολισμού του πίδακα καθορίζει την κατεύθυνση που ακολουθεί το σκάφος. Στη κάθετη θέση, η αντιστροφή της κατεύθυνσης ώθησης επιτρέπει και την αντίστροφη κίνηση του σκάφους. Σ αυτά τα σκάφη ο πίδακας αντικαθιστά όλα μαζί το ηδάλιο και το μετατροπέα. Αυτός ο τύπος προώθησης χρησιμοποιήθηκε αρχικά σε μικρά σκάφη που χρειάζεται να κάνουν πολλούς ελιγμούς σε κλειστούς χώρους



Εικόνα 2.2 η κίνηση ενός σκάφους Hydrojet (πηγή: www.uptravel.com)

Η πιο διαδεδομένη όμως μορφή πρόωσης είναι η μηχανοκίνηση. Σε αυτήν υπάρχει ένα εξάρτημα πρόωσης που είναι συνδεδεμένο με ένα κινητήρα.



Εικόνα 2.3 το μηχανοκίνητο σύστημα πρόωσης ενός σκάφους (πηγή : www.bateaux.com)

Ο κινητήρας είναι εκείνος που μετατρέπει την πρωτογενή ενέργεια του καυσίμου σε μηχανική. Συνδέεται με μία ή περισσότερες έλικες, ή άλλες συσκευές πρόωσης. Το σύστημα προχωράει κάθετα προς το επίπεδο περιστροφής των ελίκων χάρη στα περύγια που προσανατολίζονται μέσα στο νερό στη βέλτιστη γωνία κατεύθυνσης.

Κεφάλαιο 3^ο

Η επιλογή του τύπου του πλοίου

3.1 Η γενική εικόνα

Ως θαλαμηγοί, (Θ/Γ) ή γιοτ εκ του αγγλικού «yacht», χαρακτηρίζονται κυρίως πλοία πολυτελούς κατασκευής, αυξημένων μέσων διάσωσης και ναυτιλιακών οργάνων που χρησιμοποιούνται ιδιωτικά και περισσότερο για ψυχαγωγικούς σκοπούς (Wikipedia).

Η λέξη yacht προέρχεται στην πραγματικότητα από την ολλανδική λέξη jacht, που σημαίνει κυνήγι. Καθώς τα πρώτα γιοτ ήταν πραγματικά ελαφρά και γρήγορα ιστιοφόρα πλοία που χρησιμοποιούνταν μέχρι τότε από το ολλανδικό ναυτικό κάποιοι Ολλανδοί έμποροι άρχισαν να τα χρησιμοποιούν ως ιδιωτικά σκάφη για να ταξιδεύουν τον ελεύθερο χρόνο τους. Στις αρχές του 17^{ου} αι. ο όρος jacht χρησιμοποιείται κυρίως για τα σκάφη που συμμετέχουν σε αγώνες (speel-jachts) και τα σκάφη που χρησιμοποιούνται για ψάρεμα, ταξίδια και κυνήγι (oorlog-jachts). Ακόμη και σήμερα ο όρος είναι αρκετά ασαφής, και για καλύτερη προσέγγιση έχει χωριστεί σε περισσότερα τμήματα ανάλογα με το χαρακτηριστικό που ενδιαφέρει. Για παράδειγμα, ανάλογα με το μέγεθος ενός σκάφους υπάρχει μια ταξινόμηση σε τρεις υποκατηγορίες. Τα “πολυτελή σκάφη” που δεν υπερβαίνουν τα 40 πόδια είναι αυτά που συνήθως αναφέρονται ως πλοία κρουαζιέρας. Ως “μεγάλα σκάφη” αναφέρονται συνήθως τα σκάφη τύπου γιοτ με πανί και κινητήρα που είναι μεγαλύτερα από 100 πόδια ή 34 μέτρα. Τα μεγαλύτερα σκάφη ονομάζονται “σούπερ σκάφη” και είναι μεγαλύτερα από 200 πόδια ή 70 μέτρα.

3.2 Τα βασικά κριτήρια

Οι φανατικοί των ταξιδιών με σκάφη θα συμφωνούσαν ότι ένα πλοίο αναψυχής, για να παρουσιάζει ενδιαφέρον και να είναι ελκυστικό, χρειάζεται να συγκεντρώνει τα εξής κριτήρια

- Να είναι εύκολα διαχειρίσιμο από ένα ολιγομελές πλήρωμα.
- Να επιτρέπει την άνετη διακίνηση και διαβίωση στο σκάφος κατά την εξέλιξη του ταξιδιού.
- Να έχει καλή απόδοση με το πανί (αν έχει πανί)
- Να έχει υψηλή ευστάθεια και ικανότητα πλεύσης
- Να είναι ανθεκτικό και εύκολο στη συντήρηση.

➤ Να είναι οικονομικά προσιτό τόσο στην αγορά του όσο και στη λειτουργία του

Αν και προφανώς δεν είναι δυνατόν οποιαδήποτε θαλαμηγός να διαθέτει όλα τα παραπάνω χαρακτηριστικά είναι αποδεκτό η αναζήτηση τύπου και ο υπολογισμός της θαλαμηγού που θα σχεδιασθεί χρειάζεται να εστιάσει να εστιάσει σε τέσσερις κατευθύνσεις.

- Καλή θαλάσσια συμπεριφορά
- Ευκολία χειρισμών και άνεση χώρων
- Αξιοπιστία στα ταξίδια
- Συνολικό οικονομικό κόστος

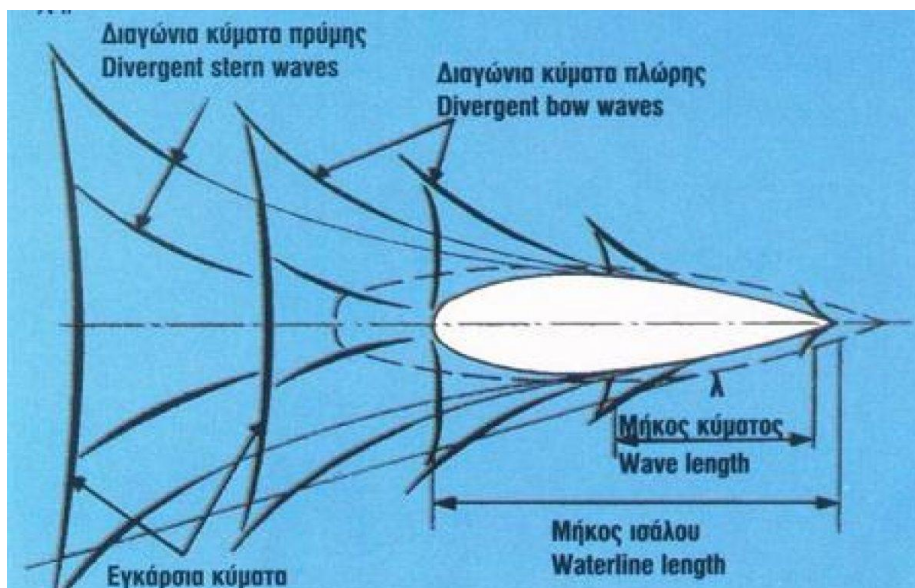
Με αυτές τις παραδοχές και μετά από εκτεταμένη έρευνα για όμοια σκάφη και συνδυάζοντας την εξίσωση μελέτης με τους αντίστοιχους λόγους των κύριων διαστάσεων των ομοίων σκαφών, διαμορφώθηκε ο ακόλουθος πίνακας βασικών τεχνικών χαρακτηριστικών του υπό μελέτη σκάφους:

ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	ΜΟΤΟΡ YACHT "ΝΕΦΕΛΗ"
Μήκος Μεταξύ Καθέτων <u>Lbp</u> [m]	20.0
Πλάτος B [m]	6.1
Βύθισμα T[m]	1.6
Κοίλο D [m]	3.0
Gross Tonnage GT (Ολική Χωρητικότητα)	135
Εκτόπισμα Δ [ton]	80
Όγκος Εκτοπίσματος ∇ [m³]	78
Αριθμός Froude	0.9
Μέγιστη Ταχύτητα [knots]	25
Ταχύτητα Υπηρεσίας [knots]	22
Μηχανή	Κατασκευαστής: MAN Μοντέλο: D2842LXE Τύπο: Diesel Ποσότητα: 2
Ολική Χωρητικότητα Δεξαμενών Καυσίμων [l]	8000
Ολική Χωρητικότητα Δεξαμενών Νερού [l]	1300
Αριθμός Μελών Πληρώματος	3
Αριθμός Επιβατών	8
Διάρκεια ταξιδιού	2 ημ
Υλικά Κατασκευής	Γάστρα - Hull:GRP Υπερκατασκευή - Superstructure:GRP Κατάστρωμα - Deck:Teak

Ο λόγος για τον οποίο το σκάφος πρέπει να έχει μήκος μέχρι 25 μέτρα είναι ένας συμβιβασμός μεταξύ της αγοράς για αυτή τη κατηγορία των πολυτελών γιότ και της ανάγκης να μην είναι το σκάφος πολύ μεγάλο και είναι επομένως πολύ λίγοι οι άνθρωποι εκείνοι που έχουν την ικανότητα και το ποσό των χρημάτων για να αγοράσουν και να συντηρήσουν ένα τέτοιο πλοίο. Η διαμονή για 10-12 άτομα αποτελεί κριτήριο που επιλέγεται με βάση τον αριθμό των επιβατών που είναι χαρακτηριστικό για όλα τα γιοτ στην ίδια κατηγορία μεγέθους. Με χώρο για δέκα άτομα είναι δυνατό για το ιδιοκτήτη και την οικογένειά του να φέρει μερικούς επισκέπτες (για παράδειγμα δύο ζευγάρια) για το Σαββατοκύριακο στη θάλασσα. Επίσης, με αυτό το κριτήριο υπάρχει το περιθώριο για ένα μισθωμένο πλήρωμα 2-3 ατόμων το οποίο να μπορεί να φροντίσει για όλη τη δουλειά που χρειάζεται το γιοτ.

Η διάρκεια ενός πλήρους Σαββατοκύριακου έχει οριστεί για να αποφευχθεί ο υπερβολικός όγκος αποθήκευσης καυσίμων και νερού αλλά από την άλλη πλευρά να μπορεί ο κάτοχος του σκάφους να προγραμματίσει το ταξίδι του εκεί όπου θα ήθελε να πάει, και όχι απαραίτητα στον τόπο όπου βρίσκεται ο πλησιέστερος σταθμός πλήρωσης καυσίμων και πόσιμου νερού.

Θα δούμε στη συνέχεια ότι το μήκος των 25 μέτρων του πλοίου περιορίζει τη μέγιστη ταχύτητα για το σκάφος, μέχρι ένα μέγεθος που ονομάζεται ταχύτητα γάστρας. Μια πληρέστερη περιγραφή του φαινομένου δίνεται στη συνέχεια:



Εικόνα 3.1 ο σχηματισμός κυμάτων από ένα σκάφος που ταξιδεύει με ταχύτητα γάστρας, $\frac{1}{2}$ της μέγιστης (πηγή: ortsa.gr)

Καθώς το σκάφος κινείται μέσα στο νερό, η γάστρα του δημιουργεί κύματα, που ταξιδεύουν και αυτά μαζί του, με την ίδια σχεδόν ταχύτητα. Όσο πιο γρήγορα «ταξιδεύει» το κύμα, τόσο πιο μεγάλη είναι η απόσταση μεταξύ των κορυφών δύο συνεχόμενων κυμάτων (η περίοδος του κύματος). Έτσι, καθώς η ταχύτητα του σκάφους μεγαλώνει, σχηματίζονται λιγότερα αφού η περίοδός τους μεγαλώνει. Σε ένα σημείο αυτά τα κύματα θα ταιριάζουν κατά τέτοιο τρόπο ώστε το πλοίο θα επιπλέει στη κοίλωμα ενός μεγάλου κύματος του οποίου η μια κορυφή βρίσκεται στην πλώρη και η άλλη στην πρύμη. Υπολογίσθηκε ότι στη περίπτωση αυτή η ταχύτητα του κύματος είναι η ρίζα της απόστασης μεταξύ δύο κορυφών σε μέτρα, πολλαπλασιασμένη επί 2,43. Η αντίσταση στο νερό αυξάνεται ουσιαστικά σε αυτό το σημείο και απαιτεί υπερβολικά μεγάλη ισχύ μηχανής για να αυξήσει ταχύτητα το πλοίο. Ουσιαστικά λοιπόν στη περίπτωση αυτή συναντάται η μεγίστη τιμή της ταχύτητας του πλοίου, η οποία προσδιορίζεται από τον ίδιο τύπο, εφόσον αντί για το μήκος κύματος έχουμε το μήκος της ισάλου και αντί για τη ταχύτητα κύματος έχουμε τη ταχύτητα του σκάφους. Στη περίπτωση που εξετάζεται

$$\text{Ταχύτητα γάστρας} = 2,43 \times \sqrt{\text{μήκος ισάλου}} = 10,95 \text{ knots} \quad (3.1)$$

Με τα σημερινά σκάφη η τιμή που βρέθηκε θεωρείται συντηρητική και συνήθως δέχεται ένα συντελεστή διόρθωσης 1,15, οπότε η ταχύτητα του σκάφους αναμένεται να είναι 12,2 knots. Με αυτή τη ταχύτητα και ταξιδεύοντας 8 ώρες την ημέρα το πλοίο μπορεί να διανύσει μια απόσταση $12,2 \times 8 \times 1852 = 180$ χιλιόμετρα (απόσταση Ραφήνα-Πάρος) ικανοποιητική για μια εκδρομή του Σ/Κ.

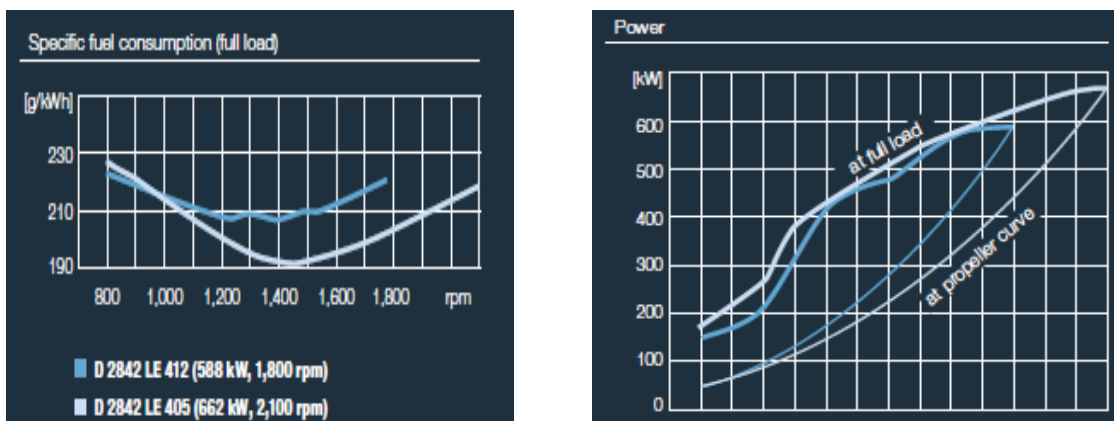
Καθώς όμως έχει προταθεί μια ταχύτητα 25 knots *χρειάζεται να διερευνηθεί η διαφορετική σχεδίαση με έναν άλλο, τύπο γάστρας.*

Στη συνέχεια εξετάζεται αν η παραδοχή για δεξαμενές με καύσιμα 8000λίτρα είναι ρεαλιστική. Από το φυλλάδιο με τα χαρακτηριστικά των μηχανών MAN ξεχωρίζουν οι ακόλουθες πληροφορίες



Εικόνα 3.2 κινητήρας ντήζελ MAN 2842 (πηγή : φυλλάδιο μηχανών MAN)

Οι μηχανές ντήζελ MAN 2842 LXE βγαίνουν σε τρεις τύπους, από 440 έως 662 kw ο καθένας. Από τη σύγκριση με το πλοίο αναφοράς, όπως θα φανεί στη συνέχεια, φαίνεται ότι ταιριάζει ο τύπος LE 405 με τα ακόλουθα χαρακτηριστικά



Εικόνα 3.3 τα χαρακτηριστικά του κινητήρα MAN 2842 LE 405 (πηγή : φυλλάδιο μηχανών MAN)

Από τη καμπύλη κατανάλωσης καυσίμου υπολογίζεται μια κατανάλωση καυσίμου 172 λίτρα/ ώρα, που σημαίνει ότι για 8 ώρες ταξίδι η κατανάλωση θα είναι 1376 λίτρα, και συνολικά με την επιστροφή

3.3 Το πλοίο αναφοράς

Κατά το σχεδιασμό ενός νέου πλοίου, είναι πολύ πιο αποτελεσματικό να εξετασθεί αν υπάρχει ήδη κατασκευασμένο κάποιο παρόμοιο που κυκλοφορεί ήδη. Ένα γιοτ που ταιριάζει με τα κριτήρια για αυτή την εργασία είναι το Azimut 66 Fly (Wood, 2016). Έ

Το Azimut 66 Fly έχει μήκος συνολικά 68'3''(22,1 μέτρα) και πλάτος 17'2''(5,6 μέτρα) ενώ το βύθισμα του είναι 1,75 μέτρα.



Εικόνα 3.4 το νέο γιοτ Azimut 66 Fly (πηγή :<http://www.powerandmotoryacht.com>)

Η υπερκατασκευή του γιοτ είναι κατασκευασμένη με Fiber Carbon για μικρότερο βάρος και για να βελτιωθεί η τελική του ταχύτητα, αλλά και για να δοθεί ύψος στο πλοίο λόγω της αντοχής του υλικού σε πιέσεις ανέμων. Συνδυάζεται με ένα κέλυφος από Fiberglass κατασκευασμένο αποκλειστικά με ρητίνη βινυλεστέρα που προστέθηκε εν κενώ για καλύτερες ιδιότητες αντοχής αλλά και εμφάνισης του βασικού Fiberglass ενώ παράλληλα είναι και πιο ελαφρύ.

Για τη κίνηση του έχει δυο μηχανές 1,150 ίππων Caterpillar C18 ACERTs που συνδέονται με μια συμβατική άτρακτο μέσω ενός μειωτή ZF 500-1A με σχέση γραναζιών 1964:1 που επιτρέπει μια γρήγορη κρουαζιέρα με ταχύτητα 27 κόμβων, αλλά έχει τη δυνατότητα να φθάσει σε μια μέγιστη ταχύτητα 33 κόμβων αλλά με επίπεδο ήχου 83 ντεσιμπέλ, ενοχλητικό για τη γαλήνη της κρουαζιέρας. Στη περίπτωση του πλοίου που σχεδιάζεται, καθώς οι ταχύτητες θα είναι μικρότερες κατά 20% περίπου, οι κινητήρες που θα χρησιμοποιηθούν μπορούν να είναι μικρότεροι αντίστοιχα κατά 20%.

Οι δεξαμενές του για τα καύσιμα έχουν χωρητικότητα 3900 λίτρα και για το πόσιμο νερό 1000 λίτρα, πολύ μικρότερες από αυτές που είχαμε αρχικά υπ' όψη για το προς σχεδίαση σκάφος.

3.4 Ο υπολογισμός του εκτόπισματος

Έχοντας όλες τις εξωτερικές απαιτήσεις και τις κύριες διαστάσεις, τον απαραίτητο χώρο για τις δεξαμενές, τα δωμάτια και το συνολικό εκτόπισμα, μπορεί κάποιος να υπολογίσει την ολική χωρητικότητα του πλοίου. Το εκτόπισμα (deadweight) του πλοίου είναι το μέγιστο φορτίο που μπορεί να μεταφέρει ένα πλοίο εξακολουθώντας να βρίσκεται στη λεγόμενη γραμμή φόρτωσης. Στο γιοτ που σχεδιάζεται, το εκτόπισμα θα αποτελείται από τα καύσιμα, το πόσιμο νερό, τα λιπαντικά, τα τρόφιμα, το βάρος των ανθρώπων που βρίσκονται στο σκάφος και το βάρος των αποσκευών τους.

Το καύσιμο είναι απαραίτητο για ένα πλοίο, δεδομένου ότι όλα τα συστήματα προώθησης πλοίων εξαρτώνται από την παροχή της αναγκαίας ισχύος από τους κινητήρες του πλοίου.

Για ένα σκάφος αναψυχής αυτού του μεγέθους οι δεξαμενές καυσίμων θα παίζουν σημαντικό ρόλο στον προσδιορισμό του τελικού μεγέθους του πλοίου

Η ειδική κατανάλωση καυσίμου ντήζελ για πλοία γενικά είναι κατά κανόνα λίγο μικρότερη από 200 g / kWh και στη περίπτωση που εξετάζεται από τους πίνακες δίνεται 190 g / kWh (ή 172 λιτ / ώρα)

Για να υπολογιστεί η συνολική ανάγκη για καύσιμα απαιτείται να υπολογισθεί η επάρκεια του πλοίου για ένα ταξίδι. Κατά τη διάρκεια του Σαββατοκύριακου στη θάλασσα οι μηχανές του γιοτ θα λειτουργούν πλήρως για περίπου 8-10 ώρες την ημέρα. Για ένα ταξίδι λοιπόν το Σαββατοκύριακο το γιοτ χρειάζεται περίπου $20 \times 2 \times 640 = 25600$ kWh και αντίστοιχη χωρητικότητα 5,5 τόνων καυσίμου. Με πυκνότητα καυσίμου $940 \text{ kg} / \text{m}^3$ ο απαραίτητος όγκος των δεξαμενών καυσίμων θα πρέπει να είναι για ασφάλεια 7 m^3 . Η ανάγκη για λίπανση είναι τυπικά περίπου $1,5 \text{ g} / \text{kWh}$ (Fugkerud, 2003). Για αυτό το σκάφος θα υπάρξει ανάγκη για 37 kg λιπαντικού, που θα αποθηκευθεί σε μια δεξαμενή λιπαντικού αμελητέου όγκου (με πυκνότητα $860 \text{ kg} / \text{m}^3$ απαιτείται όγκος $0,05 \text{ m}^3$).

Το βάρος των ατόμων υπολογίζεται από τον αριθμό και το συνολικό βάρος ανά άτομο μαζί με τις αποσκευές του, που συνήθως λαμβάνεται ως 150 κιλά. Καθώς υπάρχουν 8+3 άτομα το συνολικό βάρος θα είναι 1,650 kg.

Η κανονική κατανάλωση πόσιμου νερού ανά 24 ώρες είναι περίπου 120 λίτρα. Αυτή η κατανάλωση περιλαμβάνει εκτός από το πόσιμο, νερό για ανάγκες στο μαγείρεμα, για ντους και άλλες ανάγκες. Για 11 άτομα η συνολική ανάγκη θα είναι περίπου 3000 kg

νερού ή 3 m^3 . Δεδομένου ότι το νερό είναι πολύ απαραίτητο για την ευχάριστη διαβίωση στο πλοίο υπολογίζεται μια κατανάλωση 4000 λίτρων και θα υπάρχει επομένως μια δεξαμενή γλυκού νερού όγκου 4 m^3 .

Υπολογίζοντας $2,5 \text{ kg}$ ανά άτομο για καθημερινή τροφή υπάρχουν 55 kg αποθηκευμένη τροφή, ποσότητα που μπορούν να περιληφθούν στα είδη καθημερινής φροντίδας υπολογίζοντας ένα συνολικό βάρος 800 kg περίπου.

Σύμφωνα με όλους αυτούς τους υπολογισμούς **το συνολικό εκτόπισμα του πλοίου αναμένεται να είναι στη περιοχή των 20 τόνων.**

Θεωρώντας τον όγκο εκτοπίσματος Δ , σύμφωνα με τον ορισμό του ως τον όγκο νερού που απομακρύνεται, όταν το σκάφος βυθίζεται και τη συνολική χωρητικότητα του σκάφους (πάλι εκφρασμένη σε όγκο) η διαφορά τους δίνει τον όγκο των μπαλονιών προστασίας που χρειάζεται να έχει το πλοίο, στοιχείο που θα χρησιμεύσει στη σχεδίαση των χώρων στη συνέχεια.

3.5 Ο υπολογισμός του βάρους της θαλαμηγού

Έχοντας υπολογίσει το βάρος όλων των επιμέρους φορτίων για τον υπολογισμό του βάρους της θαλαμηγού χρειάζεται να υπολογισθεί το βάρος του ίδιου του σκάφους. Από τα ημερολόγια του πλοίου υπάρχει το ανάπτυγμα του από το οποίο εύκολα υπολογίζεται το συνολικό εμβαδόν. Γνωρίζοντας το ειδικό βάρος του υλικού από το οποίο είναι φτιαγμένο το σκάφος, υπολογίζεται το βάρος του κύτους εφόσον είναι γνωστές όλες οι διαστάσεις.

Στη περίπτωση της θαλαμηγού που εξετάζεται έχουμε :

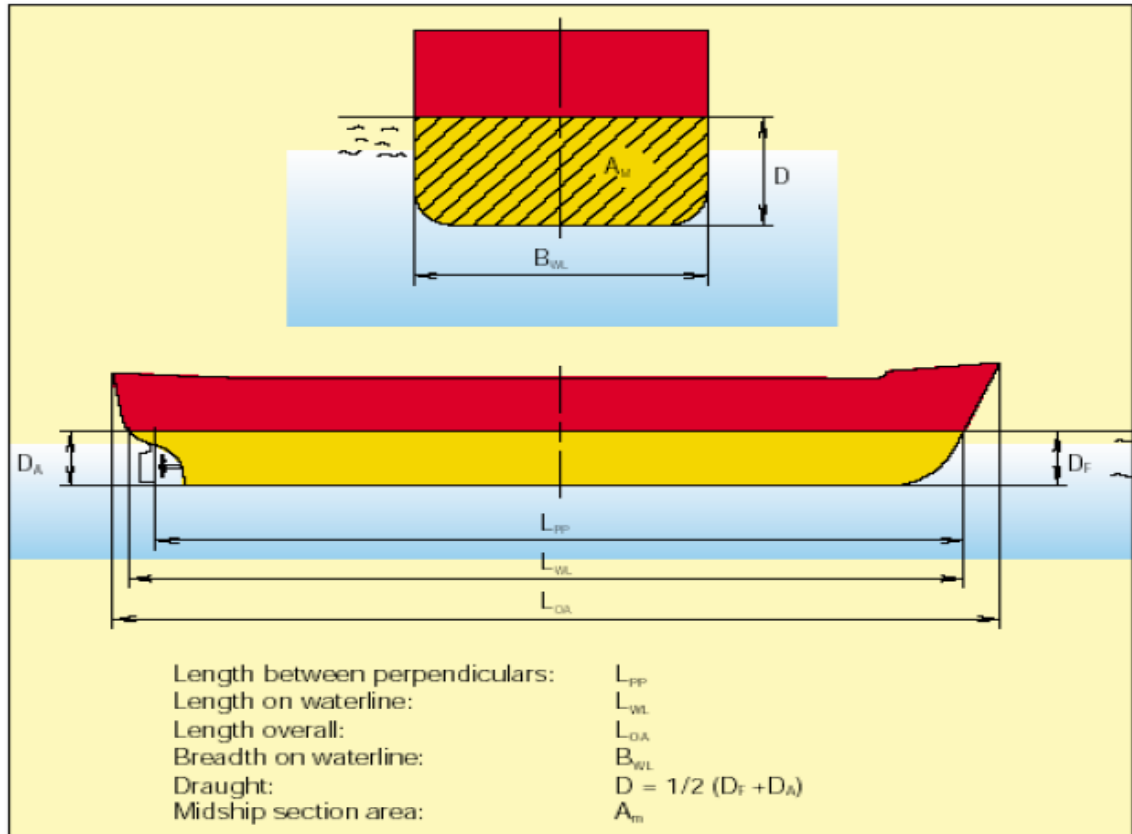
Μήκος πλοίου μεταξύ των καθέτων (L_{pp}) : $22,1 \text{ m}$ (ως πλοίο αναφοράς)

Πλάτος του πλοίου (B_{WL}) : $5,6 \text{ m}$ (ως πλοίο αναφοράς)

Ύψος της πλώρης του πλοίου (G) (αρχικά $5,8 \text{ m} + 1,7 \text{ m}$ βύθισμα για το πλοίο αναφοράς)

Επιφάνεια πλοίου στο μέσο (A_m) : $21,2 \text{ m}$

Πάχος τοιχώματος κύτους (β): $2,5 - 5,0 \text{ m}$



Εικόνα 3.5 οι κύριες διαστάσεις του πλοίου (πηγή: <http://www.lme.ntua.gr>)

Για τους αρχικούς υπολογισμούς χρησιμοποιούνται οι διαστάσεις από το πλοίο αναφοράς.

Το εμβαδόν του αναπτύγματος υπολογίζεται τουλάχιστον ως

$$E_{av} = 2S_{\pi\lambda} + S_{\pi\rho} - 2S_{\tau\rho} = 2 \times (F+D) \times A + (F+D) \times C - ((A-B)^2 + G^2)^{1/2} \times G$$

Το υλικό GRP είναι περισσότερο γνωστό ως “πλαστικό ενισχυμένο με ίνες γυαλιού”. Είναι ένα σύνθετο υλικό που προκύπτει από τη μείξη ινών γυαλιού και πολυεστερικών ρητινών.

Το βάρος του αναπτύγματος είναι, όπου ϵ_{GRP} είναι το ειδικό βάρος του υλικού GRP, ($\epsilon_{GRP} = 1,2 \text{ τον}/\text{m}^3$)

$$W_{av} = \epsilon_{GRP} \times \beta \times E_{av}$$

Από το φυλλάδιο της MAN για τις μηχανές τύπου 4842 XLE αναφέρεται ότι το βάρος κάθε μηχανής είναι 1840 kg, κάτι που σημαίνει συνολικό βάρος 3,7 τόνοι.

Καθώς υπάρχουν δύο επιμέρους επίπεδα, και με την υπόθεση ότι όλα τα επίπεδα μαζί έχουν την επιφάνεια που υπολογίστηκε στη προηγούμενη ενότητα (170 τετρ. μέτρα)

$$W_{\text{πλατ}} = 2 \times 170 \times \beta \times \varepsilon_{\text{GRP}} + 170 \times \beta \times \varepsilon_{\text{teak}} \quad (\varepsilon_{\text{teak}} = 0,63 \text{ τον/m}^3)$$

Όπως είπαμε για τους αρχικούς υπολογισμούς χρησιμοποιούνται διαστάσεις από το πλοίο αναφοράς. Με βάση τις διαστάσεις αυτές $E_{\text{av}} = 305 + 39 + 8,4 \times 7,5 = 407$ τετρ. μέτρα και επομένως $W_{\text{av}} = 1,2 \times 0,005 \times 407 = 2,45$ τόνους.

Υπολογίζεται επίσης ότι $W_{\text{πλατ}} = 2,04 + 0,53 = 2,6$ τόνοι

Στο βάρος αυτό χρειάζεται να προστεθεί το βάρος των νομέων και των ενισχυτικών στο πυθμένα του κύτους

Το συνολικό επομένως βάρος του άδειου σκάφους θα είναι 8,75 τόνοι συν το βάρος των προσθέτων αντίστασης συν το βάρος της υπερκατασκευής του πλοίου. Αν θεωρηθεί αυθαίρετα ότι το βάρος αυτό της υπερκατασκευής είναι 2,0 τόνοι το **συνολικό βάρος άδειου σκάφους είναι περίπου 22 τόνους.**

3.6 Η σχεδίαση των χώρων

Η ανάγκη για την ύπαρξη των δεξαμενών καυσίμων και πόσιμου νερού είναι, όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, ιδιαίτερα σημαντική για το μέγεθος του πλοίου, και αυτές είναι οι δύο δεξαμενές που πρέπει να τοποθετηθούν πρώτα. Οι άλλες δεξαμενές που χρειάζονται είναι η δεξαμενή λιπαντικού, οι δεξαμενές με το απαραίτητο νερό για έρμα, τις δεξαμενές “γκρίζου νερού” και τις δεξαμενές “μαύρου νερού”.

Το “γκρίζο νερό” είναι τα απόβλητα από οικιακές εργασίες όπως πλυντήριο, πλύσιμο πιάτων και μπάνιο. Αυτό το νερό θεωρητικά μπορεί ακόμη και να ανακυκλωθεί και στη συνέχεια να χρησιμοποιηθεί σαν κανονικό νερό για κάποιες χρήσεις, αλλά για αυτό το μικρού μεγέθους πλοίο είναι απλούστερο να αποθηκεύεται το νερό για να το αδειάζει το γιοτ όταν φθάνει στην ακτή. Το “γκρίζο νερό” είναι συνήθως το 50-80% της συνολικής ποσότητας πόσιμου νερού που χρησιμοποιείται από το γιοτ. Για αυτό το πλοίο με συνολική ποσότητα 4000 λίτρων πόσιμου νερού, αυτό ισοδυναμεί με περίπου 3000 λίτρα και έναν απαιτούμενο όγκο δεξαμενής 3 m^3

Το “μαύρο νερό” ή τα λύματα είναι απόβλητα που περιέχουν ανθρώπινη ύλη και προέρχονται από τις τουαλέτες. Αυτό το νερό χρειάζεται αυστηρές διαδικασίες φιλτραρίσματος και καθαρισμού και οι περισσότερες χώρες έχουν αυστηρούς κανονισμούς που απαγορεύουν την απόρριψη αυτού του νερού και ως εκ τούτου το

σκάφος θα έχει δεξαμενές για την αποθήκευση του μαύρου νερού έτσι ώστε να αδειάζουν μόνο όταν επιστρέψει στο λιμάνι. Γίνεται η παραδοχή ότι οι δεξαμενές “μαύρου νερού” θα καταναλώνουν το υπόλοιπο νερό που δεν είναι “γκρίζο νερό” και συνεπώς απαιτούν όγκο 1 m^3 .

Σύμφωνα με τον διεθνή κανονισμό SOLAS 2009 όλα τα πλοία ξηρού φορτίου καθώς και τα επιβατηγά κάθε είδους θα πρέπει να έχουν πυθμένες διπλού τοιχώματος και αυτό ισχύει και στη περίπτωση αυτή.

Ο αριθμός των δωματίων καθορίζεται βάσει της αρχής ότι δύο άτομα μοιράζονται κάθε δωμάτιο. Κάθε δωμάτιο θα έχει και το αντίστοιχο μπάνιο. Το μέγεθος κάθε δωματίου πρέπει να είναι αρκετά μεγάλο για να χωράει τα κρεβάτια και τις απαραίτητες αποσκευές και να υπάρχει ταυτόχρονα άνεση κινήσεων. Σε κάποιες από τις κρεβατοκάμαρες μπορεί να υπάρχουν κουκέτες για να κερδηθεί χώρος αλλά τουλάχιστον το master και το guest δωμάτιο θα έχουν χώρο για διπλά κρεβάτια ως επιπλέον πολυτέλεια. Τα μπάνια θα είναι διαμορφωμένα έτσι ώστε να έχουν όλα τα δωμάτια τη δικιά τους τουαλέτα, ντους και νιπτήρα. Αυτό απαιτεί μια ελάχιστη επιφάνεια 8 m^2 για κάθε δωμάτιο κρεβατιού και 4 m^2 για κάθε μπάνιο.

Το μέγεθος του μηχανοστασίου εξαρτάται από τον απαιτούμενο χώρο από τους δύο κινητήρες των 670 kW ο καθένας. Από τις διαστάσεις που δίνονται στο prospectus του οίκου φαίνεται ότι απαιτείται χώρος με ελάχιστη επιφάνεια 15 m^2 .

Ένας χώρος απαραίτητος είναι ο χώρος που θα χρειαστεί η αλυσίδα για την άγκυρα, το σύρμα για την αλυσίδα και η άγκυρα που απαιτούνται για την αγκύρωση σε βάθος περίπου 20 μέτρα. Οι κατευθυντήριες γραμμές για το μήκος των αγκυρών αναφέρουν ότι το μήκος της αλυσίδας πρέπει να είναι τουλάχιστον ίσο με το μήκος του πλοίου, το οποίο στην περίπτωση αυτή θα είναι τουλάχιστον 25 μέτρα. (Nielsen, 2007). Το συνολικό μήκος της αλυσίδας μαζί με το σύρμα θα πρέπει να είναι 7 φορές το βάθος του νερού. Αυτό είναι για να αποφευχθεί η υπερβολική ένταση στο σύρμα, καθώς το επιπλέον μήκος θα λειτουργήσει σαν ελατήριο λόγω της αλλαγής στη γεωμετρία της αλυσίδας και το σύρμα. (Nielsen, 2007). Συνολικά, αυτές οι παραδοχές θα δώσουν 35 μέτρα αλυσίδα, και περίπου 100 μέτρα σύρμα. Η διάμετρος του καλωδίου πρέπει να έχει τουλάχιστον 3 εκατοστά πάχος. Ο απαιτούμενος όγκος μπορεί να υπολογιστεί ως συνάρτηση του μήκους και της διαμέτρου του σύρματος.

$$(\pi \times d^2/4) \times L \text{ σε } \text{m}^3$$

όπου d είναι η διάμετρος του σύρματος και L είναι το μήκος του σύρματος

Ο συνολικός όγκος του καλωδίου θα είναι $0,09 \text{ m}^3$. Με τον ίδιο τρόπο υπολογίζουμε και τον όγκο για την αλυσίδα 35 μέτρων, που είναι $0,175 \text{ m}^3$, και το χώρο για το απαραίτητο τύμπανο-βαρούλκο. Ο συνολικός απαιτούμενος χώρος υπολογίζεται ότι πρέπει να είναι 2 m^3

Το σκάφος θα έχει τουλάχιστον δύο σκάλες ανά κατάστρωμα και με άνοιγμα κάθε σκάλας τουλάχιστον $1,5 \text{ m}^2$ που σημαίνει 3 m^2 σε κάθε επίπεδο.

Επομένως, ο ελάχιστος απαιτούμενος χώρος για τους διάφορους τύπους θαλάμων θα είναι όπως περιγράφεται στον πίνακα 1

Περιγραφή	min επιφάνεια (m ²)
Κρεβατοκάμαρες	40
Μπάνια	20
Μηχανοστάσιο	15
Δωμάτιο ελέγχου	3
Χώροι αποθηκών	6
Χώρος άγκυρας	2
Χώροι κλιματιστικών	4
Σκάλες	12
Εστιατόριο	40
Διάδρομοι(10% συνόλου)	16
Γέφυρα	5
Διάφοροι χώροι (επισκευές, πλυντήριο, κλπ.)	7
ΣΥΝΟΛΟ	170

Κεφάλαιο 4^ο

Οι διάφορες κινήσεις των πλοίων

4.1 Η μελέτη της ευστάθειας του πλοίου

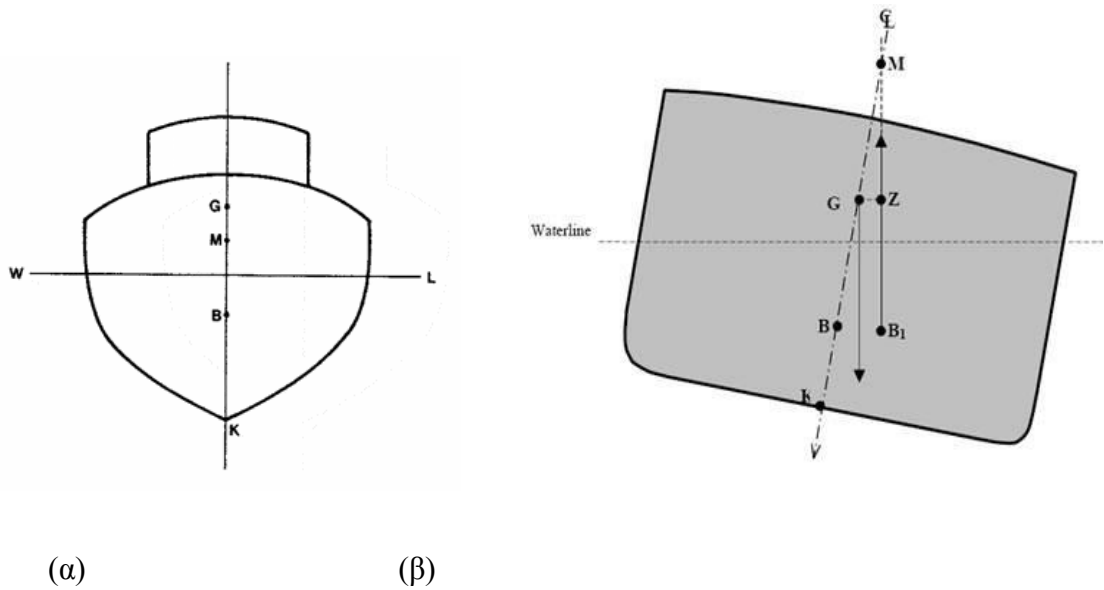
Ευστάθεια πλοίου (stability), ονομάζεται η τάση που παρουσιάζει ένα πλοίο ν' ανθίσταται σε οποιαδήποτε δύναμη το αναγκάζει να πάρει μια κλίση, *εγκάρσια* ή *διαμήκη*, καθώς επίσης και η τάση επαναφοράς του στην αρχική θέση ισορροπίας του (κατακόρυφη θέση).

Η μόνη φορά που ένα σκάφος μπορεί να θεωρηθεί ότι είναι ακίνητο και σε εντελώς κατακόρυφη θέση είναι όταν βρίσκεται σε ελλειμενισμό ή πριν πέσει στη θάλασσα. Μόλις βρεθεί στη θάλασσα, το πλοίο αρχίζει να δέχεται δράσεις λόγω της αλλαγής των περιβαλλοντικών συνθηκών, μαζί με τις επιδράσεις διαφόρων εξωτερικών και εσωτερικών μεταβολών που συμβαίνουν.

Σ' ένα πλοίο ασκούνται πάντοτε πολλές δυνάμεις από παράγοντες όπως το θαλασσινό νερό, ο άνεμος, το εσωτερικό βάρος του, τα κύματα κλπ. Έτσι, είναι εξαιρετικά σημαντικό για ένα σκάφος να παραμένει πάντα σταθερό και να επιπλέει σε όλες τις συνθήκες, ακόμα και τις πιο δύσκολες (Δήμου, 2004).

Η σταθερότητα του πλοίου μπορεί να οριστεί πολύ απλά ως το χαρακτηριστικό ή η τάση του πλοίου να επιστρέψει στην αρχική του κατάσταση ή σε κατακόρυφη κατάσταση, όταν εφαρμόζεται ή αφαιρείται κάποια εξωτερική δύναμη από αυτό.

Ένα πλοίο βρίσκεται σε ισορροπία όταν το βάρος του πλοίου που το πιέζει προς τα κάτω από το κέντρο βάρους του πλοίου είναι ίσο με την ανυψωτική δύναμη του νερού που δρα μέσω του κέντρου πλευστότητας και όταν και οι δύο αυτές δυνάμεις βρίσκονται στην ίδια κατακόρυφη γραμμή (α).



Εικόνα 4.1 η δημιουργία ροπής σε μια εγκάρσια θέση του πλοίου (πηγή: Δήμου)

Το B είναι το κέντρο της πλευστότητας (σημείο άντωσης) και το G είναι το κέντρο βάρους

Στη πραγματικότητα ένα πλοίο είναι αξιόπλοο αν πληροί δύο σημαντικά κριτήρια σταθερότητας: σταθερότητα στην άθικτη κατάσταση (ανέπαφη) και σταθερότητα μετά βλάβη (IMO)

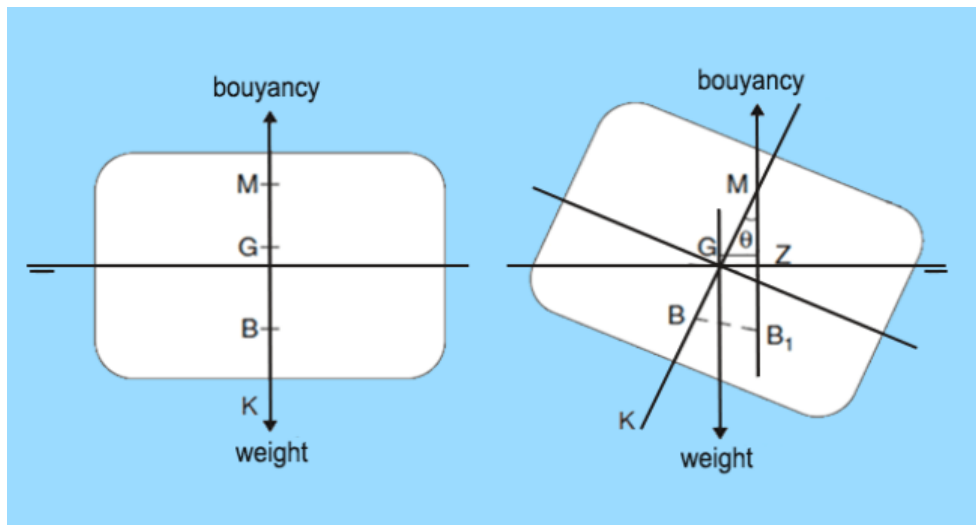
Στη πρώτη περίπτωση ο τομέας μελέτης ασχολείται με τη σταθερότητα ενός επιφανειακού πλοίου όταν διατηρείται η ακέραια κατάσταση της γάστρας του και κανένας θάλαμος δεν είναι κατεστραμμένος ή έχει γεμίσει με θαλασσινό νερό.

Η μελέτη της σταθερότητας του πλοίου μετά από ζημιά περιλαμβάνει την ταυτοποίηση των διαμερισμάτων ή των δεξαμενών που υποβάλλονται σε ζημιές και πλημμυρίζουν από το θαλασσινό νερό, ακολουθούμενη από την πρόβλεψη των επακόλουθων συνθηκών ρύθμισης της κατάστασης και έλξης του πλοίου. Η σταθερότητα σε ζημιά, ωστόσο, δεν μπορεί να γίνει κατανοητή χωρίς μια σαφή κατανόηση της ανέπαφης σταθερότητας και τα σχετικά σενάρια που σχετίζονται με αυτήν. Ως εκ τούτου, η εστίαση της έρευνας θα γίνει πρώτα στην άθικτη σταθερότητα και σε μια συζήτηση των περιπτώσεων όπου η εφαρμογή της έννοιας της άθικτης σταθερότητας έρχεται σε χρήση, και στη συνέχεια θα προχωρήσει σε σταθερότητα κάτω από ζημιές.

Η θεμελιώδης ιδέα πίσω από την κατανόηση της έννοιας της άθικτης σταθερότητας ενός πλωτού σώματος είναι αυτή της ισορροπίας. Υπάρχουν τρεις τύποι συνθηκών ισορροπίας

που μπορούν να εμφανιστούν σε ένα πλωτό πλοίο, ανάλογα με τη σχέση μεταξύ των θέσεων του κέντρου βάρους και του κέντρου πλευστότητας.

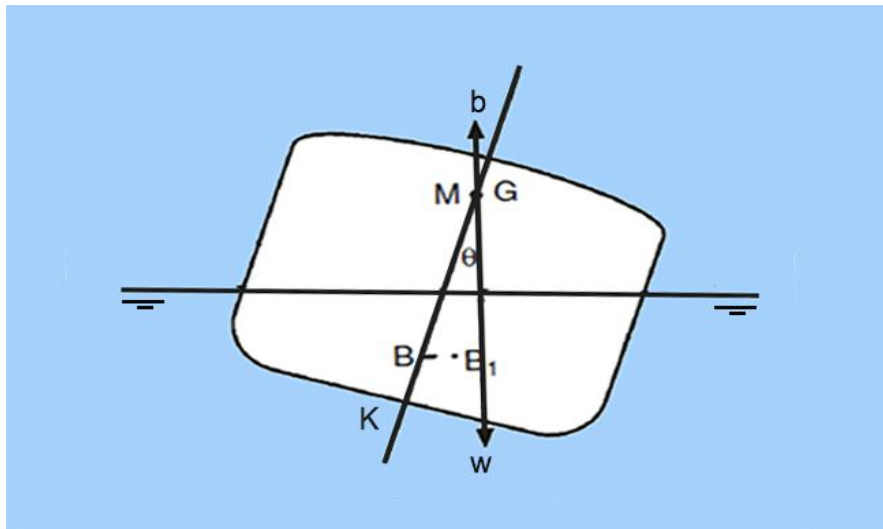
Μια σταθερή ισορροπία επιτυγχάνεται όταν η κάθετη θέση του G είναι χαμηλότερη από τη θέση του εγκάρσιου μετακέντρου (M). Έτσι, όταν το πλοίο κλίνει σε γωνία (ας πούμε θ), το κέντρο της πλευστότητας (B) μετατοπίζεται τώρα στο B₁. Η πλευρική απόσταση ή ο μοχλός μεταξύ του βάρους και της πλευστότητας σε αυτή την κατάσταση οδηγεί σε μια κατάσταση που φέρνει το πλοίο πίσω στην αρχική του όρθια θέση.



Εικόνα 4.2 του πλοίου σε κατάσταση σταθερής ισορροπίας (πηγή: <http://www.marineinsight.com>)

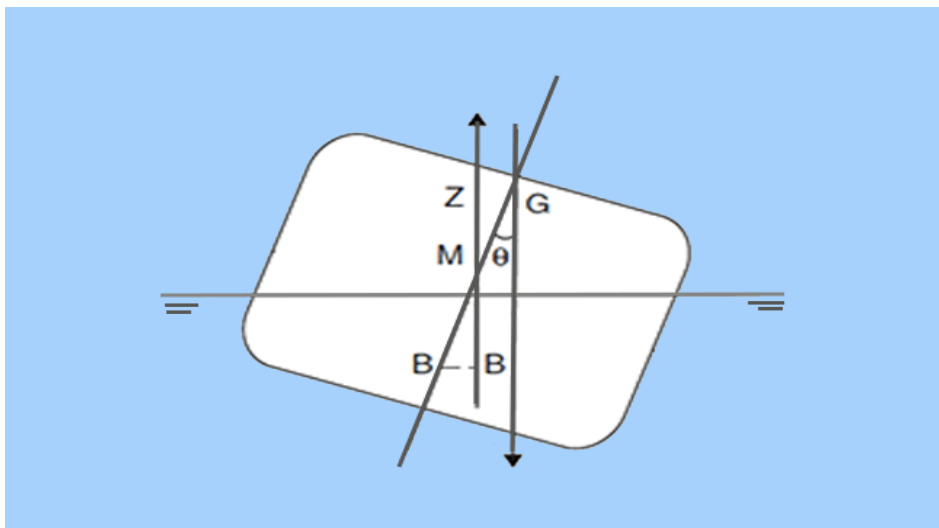
Η ροπή που οδηγεί πίσω, στην όρθια θέση, το πλοίο και στον αρχικό του προσανατολισμό ονομάζεται ροπή στρέψης. Ο μοχλός που προκαλεί την εκκαθάριση ενός πλοίου είναι ανάλογος της απόστασης μεταξύ των κάθετων γραμμών που διέρχονται από το G και το B₁. Αυτό ονομάζεται μοχλός ανύψωσης και συντομογραφείται, όπως φαίνεται και στο σχήμα ως GZ (Chakraborty, 2017)

Μια όμως σημαντική σχέση μεταξύ μετακεντρικού ύψους (GM) και μοχλοβραχίονα (GZ) μπορεί επίσης να ληφθεί από το παραπάνω σχήμα. Διαπιστώνουμε ότι, όσο πιο χαμηλά βρίσκεται το κέντρο βάρους (G) το πλοίου από το εγκάρσιο μετάκεντρο (M), τόσο μεγαλύτερη είναι η εγκάρσια ροπή επαναφοράς του πλοίου, άρα και η ευστάθειά του. Όταν λοιπόν εφαρμοστεί ή αφαιρεθεί μια εξωτερική δύναμη, αν το κέντρο βάρους παραμείνει στην ίδια θέση πολύ κάτω από το εγκάρσιο μετάκεντρο του πλοίου το πλοίο παραμένει σταθερό (Chakraborty, 2017).



Εικόνα 4.3 του πλοίου σε κατάσταση ουδέτερης ισορροπίας (πηγή: <http://www.marineinsight.com>)

Η κατάσταση που παρουσιάζεται στην εικόνα είναι η πιο επικίνδυνη κατάσταση, για οποιοδήποτε επιφανειακό πλοίο, και πρέπει να ληφθούν όλες οι προφυλάξεις για να αποφευχθεί. Εμφανίζεται όταν η κάθετη θέση του CG συμπίπτει με το εγκάρσιο μετακεντρικό κέντρο (M). Όπως φαίνεται στην εικόνα, σε μια τέτοια κατάσταση, δεν υπάρχει μοχλός αποκατάστασης σε οποιαδήποτε γωνία κλίσης. Ως αποτέλεσμα, οποιαδήποτε ροπή λόγω κλίσης δεν θα μπορούσε να δημιουργήσει μια ροπή ανύψωσης και το πλοίο, όσο παραμένει αυτή η ουδέτερη ισορροπία, θα παραμείνει στη θέση του με κλίση. Ο κίνδυνος εδώ είναι, σε μεγαλύτερη γωνία κλίσης σε μια ουδέτερη σταθερή μετατόπιση, μια ανεπιθύμητη μετατόπιση βάρους, λόγω μετατόπισης φορτίου, μπορεί να οδηγήσει σε μια κατάσταση ασταθούς ισορροπίας και το πλοίο να βουλιάξει (Chakraborty, 2017).



Εικόνα 4.4 του πλοίου σε κατάσταση ασταθούς ισορροπίας (πηγή: <http://www.marineinsight.com>)

Μια ασταθής ισορροπία προκαλείται όταν η κάθετη θέση του G βρεθεί πιο ψηλά από τη θέση του εγκάρσιου μετακέντρου (M). Έτσι, όταν το πλοίο πάρει κλίση υπό γωνία (ας πούμε θ), το κέντρο της πλευστότητας (B) μετατοπίζεται τώρα στο B1.

Αλλά ο μοχλοβραχίονας αποκατάστασης είναι τώρα αρνητικός, ή με άλλα λόγια, η δημιουργηθείσα ροπή θα είχε ως αποτέλεσμα τη δημιουργία μεγαλύτερης τάσης μέχρι να επιτευχθεί μια κατάσταση σταθερής ισορροπίας. Εάν η κατάσταση της σταθερής ισορροπίας δεν επιτευχθεί από τη στιγμή που το κατάστρωμα δεν βυθίζεται, λέγεται ότι το πλοίο έχει ανατραπεί.

Ενδεικτικά, για ένα πλοίο μεταφοράς φορτίων οι προϋποθέσεις ανέπαφης σταθερότητας ορίζονται ως εξής (Stokoe, 2004)

- η αρχική απόσταση GM (το ύψος του μετάκεντρου) δεν πρέπει να είναι μικρότερο από 0,15 μ.
- Ο μοχλοβραχίονας GZ πρέπει να είναι τουλάχιστον 0,2 m και να έχει γωνία κλίσης $\Theta \geq 30^\circ$.
- Ο μέγιστος μοχλοβραχίονας ανύψωσης πρέπει να εμφανίζεται σε κλίση $>30^\circ$ κατά προτίμηση αλλά σε καμία περίπτωση μικρότερη από 25° .
- Η περιοχή της καμπύλης GZ πρέπει να είναι τουλάχιστον:
 - α) ακτίνα 0,055 m rad με γωνία $\Theta = 30^\circ$
 - β) 0,090 m rad από $\Theta = 40^\circ$ και πάνω
 - γ) 0,03 m rad μεταξύ 30° και 40° ή μεταξύ 30° και γωνίας κατακλύσεως του πλοίου (θέση του πλοίου που το κατάστρωμα γεμίζει με θαλάσσιο νερό).

Το κριτήριο σταθερότητας μετά από ζημιά αλλάζει από πλοίο σε πλοίο και οι απαιτήσεις που υπάρχουν φαίνονται όλες στο κεφάλαιο II-1 της SOLAS (eur-lex.europa.eu). Μπορεί το πλοίο να πρέπει να έχει γάστρα ενός θαλάμου ή γάστρα πολλών θαλάμων η στεγανοποιημένο θάλαμο μηχανών, κ.ο.κ. Σύμφωνα όμως με όλα τα κριτήρια που ισχύουν, η γραμμή περιθωρίου σκάφους δεν πρέπει να βρίσκεται κάτω από το νερό μετά τη ζημιά. Η γραμμή περιθωρίου σκάφους είναι μια φανταστική γραμμή που βρίσκεται 75mm κάτω από το ελεύθερο κατάστρωμα.

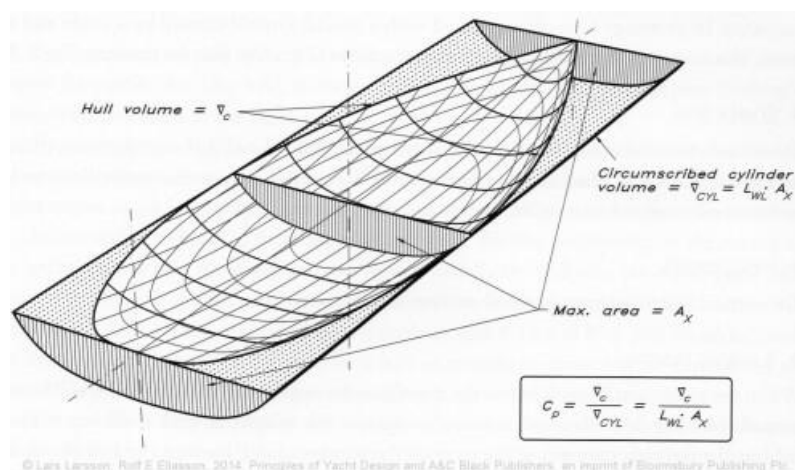
Για την εξέταση της ευστάθειας του πλοίου σε μεγάλες κλίσεις πρέπει να είναι γνωστό το αρχικό μετακεντρικό ύψος GM, όπως το εκτόπισμα και τις γεωμετρικές ιδιότητες της γάστρας του πλοίου.

Η ανέπαφη σταθερότητα και η σταθερότητα μετά από ζημιά αποτελούν πολύ σημαντικούς παράγοντες που καθορίζουν τη συνολική σταθερότητα του πλοίου.

4.2 Ο πρισματικός συντελεστής

Ο πρισματικός συντελεστής (P.C.) είναι ένας τεχνικός όρος που χρησιμοποιείται για τον ορισμό του τρόπου κατανομής του εκτοπίσματος κατά μήκος ενός κύτους ή για το πόσο περιορισμένα ή άδεια είναι τα άκρα του κύτους. Τα τυπικά ιστιοπλοϊκά σκάφη έχουν για τις τιμές του P.C. ένα εύρος 0,45-0,60 ενώ για τα μηχανοκίνητα, ανάλογα με το είδος της γάστρας το εύρος της περιοχής τιμών είναι 0,4 έως 0,8. Η μέγιστη θεωρητική τιμή 1,00 είναι δυνατή μόνο για έναν βυθισμένο κύλινδρο (όπως π.χ. μια φορτηγίδα) με ίση κατανομή όγκου σε όλο το μήκος του. (The Friendship Yacht Company)

Ο πρισματικός συντελεστής είναι ο λόγος του πραγματικού όγκου του υπογαστρίου του σκάφους προς τον όγκο ενός πρίσματος που έχει μήκος ίσο με τη γραμμή θαλάσσης του πλοίου (DWL) και βάση που ισούται με τη μέγιστη τομή του σκάφους. Όπως είπαμε ο πρισματικός συντελεστής παρέχει μια ένδειξη της κατανομής της μετατόπισης, μια ένδειξη της κατάστασης των άκρων σε σχέση με το μεσαίο τμήμα του σκάφους. Μια χαμηλή τιμή του πρισματικού συντελεστή σημαίνει ότι υπάρχουν στενά ή αφόρτιστα άκρα και μεγάλο εκτόπισμα από το μέσο σώμα. Μια υψηλή τιμή του πρισματικού συντελεστή σημαίνει ότι υπάρχει περισσότερη κατανομή φορτίου στα ακραία τμήματα του πλοίου



© Lars Larsson, Rolf E. Elsson, 2014. Principles of Yacht Design and A&C Black Publishers, an imprint of Bloomsbury Publishing Plc.

Εικόνα 4.5 τα βασικά μεγέθη στον ορισμό του πρισματικού συντελεστή (πηγή : www.morganscloud.com)

Η κατανομή της μετατόπισης, ή P.C., έχει μεγάλη επίδραση στο μέγεθος της αντίστασης στο, κύμα ενός κύτους και κάθε σκάφος έχει ένα βέλτιστο P.C. για μια δεδομένη

ταχύτητα κύτους. Για παράδειγμα, ένα μηχανοκίνητο σκάφος που έχει σχεδιαστεί για υψηλές ταχύτητες έχει ένα P.C. γύρω στο 0,75. Ωστόσο, όταν αυτό το σκάφος λειτουργεί σε χαμηλότερες ταχύτητες (κάτω από τη ταχύτητα για πλανάρισμα), αναπτύσσεται ένα μεγάλο κύμα και το σκάφος λειτουργεί πολύ λιγότερο αποτελεσματικά λόγω της αυξημένης οπισθέλκουσας που δημιουργείται.

Για κάθε σκάφος για οποιαδήποτε τιμή του λόγου της ταχύτητας προς το μήκος ισάλου (SLR) υπάρχει ένας ιδανικός πρισματικός συντελεστής. Καθώς η ταχύτητα αυξάνεται, για δεδομένο μήκος, ανασηκώνονται τα άκρα και υπάρχει πρόσθετη πλευστότητα καθώς μειώνεται η συμμετοχή του μεγάλου κύματος στην αντίσταση.

Μέχρι την τιμή SLR=1 η ελάχιστη αντίσταση είναι με πρισματικό συντελεστή 0,53.

Για SLR= 1.2 ο ιδανικός πρισματικός συντελεστής είναι 0,58.

Για SLR= 1.4 ο ιδανικός πρισματικός συντελεστής είναι 0,62.

Για SLR>1,7 ο ιδανικός πρισματικός συντελεστής είναι 0,73

4.3 Ο αριθμός Froude για το σκάφος

Ο αριθμός Froude (Froude Number) είναι ο λόγος ταχύτητας του πλοίου προς την τετραγωνική ρίζα του γινομένου του μήκους ισάλου (δηλαδή το μήκος της γάστρας που βρέχεται) επί την επιτάχυνση της βαρύτητας g ($9,81\text{m/sec}^2$). Πρόκειται για ένα αδιάστατο μέγεθος που υπολογίζεται από τον τύπο $Fr = V/(g \times L)^{1/2}$

Ανάλογα με τη τιμή που υπολογίζεται για τον αριθμό Froude καθορίζεται και το είδος της ανοικτής ροής που δημιουργείται από τη κίνηση του πλοίου. Για τιμές

$Fr = 1$ κρίσιμη ροή

$Fr > 1$ υπερκρίσιμη ροή (γρήγορη κίνηση)

$Fr < 1$ υποκρίσιμη ροή (αργή κίνηση)

Ο αριθμός Froude είναι μια μέτρηση των χαρακτηριστικών ροής στη υδάτινη ζώνη γύρω από το σκάφος. Ο παρονομαστής αντιπροσωπεύει την ταχύτητα ενός μικρού κύματος στην επιφάνεια του νερού σε σχέση με την ταχύτητα του νερού, που ονομάζεται ταχύτητα κύματος.

Στην ταχύτητα της κρίσιμης ροής η ταχύτητα ροής, που είναι η ταχύτητα του σκάφους, είναι ίση με την ταχύτητα του κύματος. Σε μεγάλες ταχύτητες του σκάφους, σε μια

υπερκρίσιμη δηλαδή ροή, η ελέγχεται προς τα ανάντη του πλοίου και οι διαταραχές μεταδίδονται προς τα κατάντη του πλοίου, δημιουργώντας αυξημένες αντιστάσεις. Αντίθετα, στη κατάσταση της υποκρίσιμης ροής υπάρχει μεγαλύτερο βάθος πλεύσης και η αντίσταση μοιράζεται σε μεγαλύτερη επιφάνεια. (Bengston, 2010)

Κατά τον Froude η αντίσταση τριβής ενός πλοίου με βρεχόμενη επιφάνεια S αντιστοιχεί στην αντίσταση μιας επίπεδης πλάκας ίδιου μήκους και εμβαδού. Αυτή η παρατήρηση σημαίνει ότι καθώς ο αριθμός Froude συνδέεται με το κρίσιμο σκέλος της αντίστασης του σκάφους στο νερό, την αντίσταση κυματισμού, και έχει επομένως σχέση με την ενέργεια που δαπανά το πλοίο για να φτιάξει κύματα-απόνερα στην επιφάνεια του νερού, όσο μικρότερος είναι ο Froude τόσο μικρότερη θα είναι η ενέργεια που δαπανά το πλοίο στη δημιουργία κυμάτων. Στη περίπτωση αυτή φαίνεται ότι σε γενικές γραμμές η ταχύτητα που θα μπορεί να αναπτύξει το σκάφος θα είναι μεγαλύτερη. Ένας εύκολος τρόπος για να γίνει πιο μικρός ο Froude είναι η αύξηση του μήκους του πλοίου.

4.4 Ο σχεδιασμός της καρένας

Η καρένα ή τρόπιδα (keel) ενός σκάφους ονομάζεται το κατώτερο τμήμα του σκάφους που εκτείνεται σε όλο το μήκος του. Με την τοποθέτηση της τρόπιδας στο ναυπηγείο αρχίζει ουσιαστικά η ναυπήγηση του κάθε πλοίου.

Η μελέτη των δυνάμεων αντίστασης που ασκούνται στο κύτος ενός πλοίου καθιστά δυνατή την αξιολόγηση της προωθητικής δύναμης η οποία θα χρησιμοποιηθεί για να προχωρήσει στην επιλεγμένη ταχύτητα. Η δύναμη της αντίστασης στην προώθηση (σε Newton) είναι αντίθετη στη κατεύθυνση της διαδρομής του πλοίου. Για να διατηρηθεί η ταχύτητα του σκάφους, παρέχεται μια ισότιμη και αντίθετη δύναμη προώθησης από το σύστημα προώθησης. Ο υπολογισμός της, με πρακτικές μεθόδους, είναι απαραίτητος για το σχεδιασμό του σκάφους καθώς βέβαια δεν μπορεί να μετρηθεί.

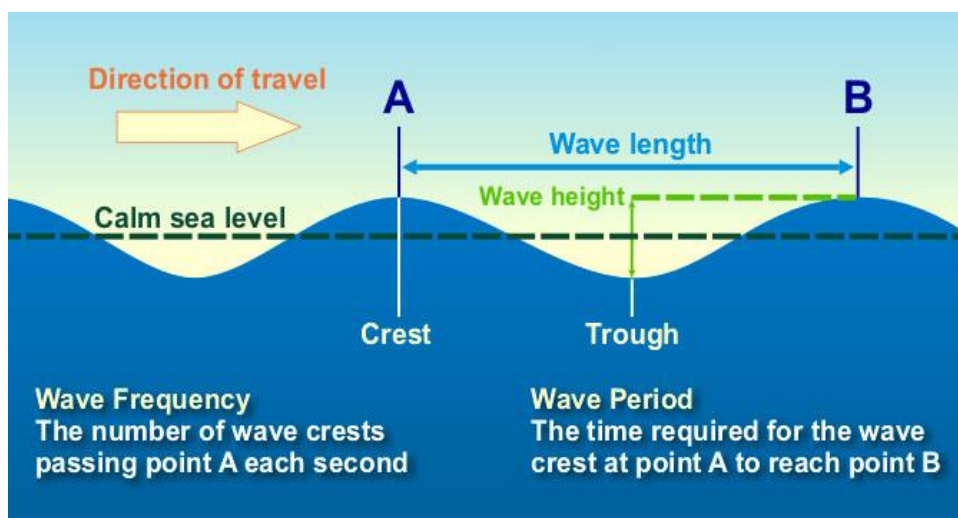
Είναι πρακτικό να υπολογισθεί η συνολική υδροδυναμική ισχύς (R_h) διαχωρίζοντας τέσσερις κύριες αντιστάσεις που συμμετέχουν στη συνολική αντίσταση που χρειάζεται να υπερνικήσει κάθε φορά το σκάφος για να κινηθεί:

- Την αντίσταση λόγω του ιξώδους (R_v) που υπολογίζεται ως το άθροισμα της αντίστασης τριβής που εξαρτάται από την διαβρεγμένη επιφάνεια και την τραχύτητά της, και
- Την αντίσταση σε πιέσεις που προκαλούνται ανάλογα με το σχήμα της καρένας και τις δονήσεις που αυτή δημιουργεί. Η R_v , σε χαμηλούς αριθμούς Froude

μπορεί να αντιπροσωπεύει μέχρι και το 90% της συνολικής αντίστασης στη κίνηση του σκάφους.

- Την αντίσταση κύματος (R_w) που εξαρτάται από την ταχύτητα του πλοίου και το μήκος του.
- Την αεροδυναμική αντίσταση (R_a) των υπερκατασκευών που εκτίθενται στον άνεμο που εν γένει θεωρείται αμελητέα.

Αυτή η ιδέα του ξεχωριστού υπολογισμού της αντίστασης λόγω ιξώδους (R_v), της αντίστασης των κυμάτων (R_w) και των αεροδυναμικών αντιστάσεων (R_a) οφείλεται στον Froude. Ο διαχωρισμός των δυνάμεων που συνθέτουν τη συνολική αντίσταση μπορεί μερικές φορές να φαίνεται απλουστευμένος, διότι αυτές πολλές φορές αλληλεπιδρούν μεταξύ τους (για παράδειγμα ο σχηματισμός ενός κύματος κατά μήκος της καρένας τροποποιεί την διαβρεγμένη επιφάνεια και κατά συνέπεια την αντίσταση τριβής). Αν όμως ληφθεί μέριμνα για την αξιολόγηση αυτής της αλληλεπίδρασης με τη διάκριση των διαφορετικών κυμάτων, προσφέρει τις δυνατότητες αξιολόγησης και υπολογισμού που χρειάζονται για τον σχεδιασμό μιας καρένας ικανής να φθάσει το σκάφος την επιθυμητή ταχύτητα..



Εικόνα 4.6 σχηματική αναπαράσταση των χαρακτηριστικών ενός κυματισμού (www.heliciel.com)

Υπάρχει μια σχέση μεταξύ του μήκους μεταξύ δύο κορυφών ενός κύματος (L μέτρα) και της ταχύτητας (V m / sec) που δίνεται από τη σχέση

$$V/\sqrt{(9.81 \times L)}=0.4 \text{ ή } (V/0.4)^2 / 9.81=L \text{ και επομένως } L = (2\pi/9.81) \times V^2 \quad (4.1)$$

Τα κύματα που δημιουργούνται από το σκάφος έχουν την ίδια ταχύτητα με αυτό, είναι επομένως δυνατόν να προσδιορισθεί μέσα από τον τύπο $L = 2\pi / 9.81) \times V^2$ η απόσταση μεταξύ δύο κορυφών των κυμάτων που παράγονται από το σκάφος αν αντικατασταθεί η

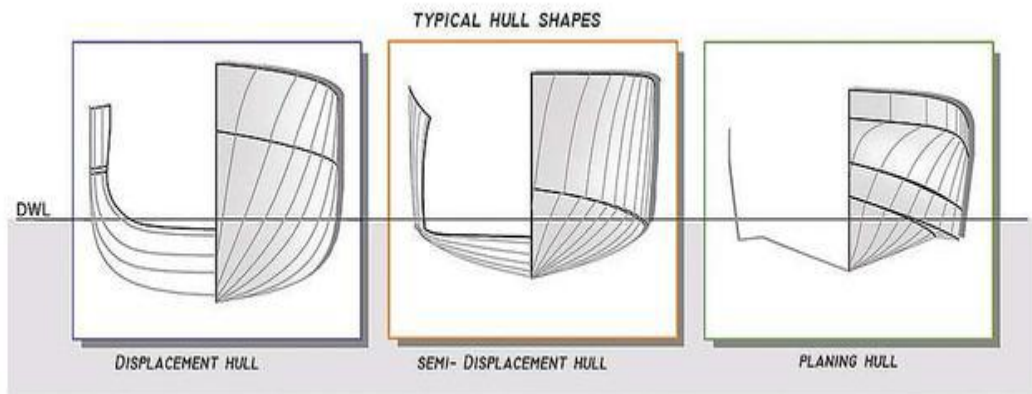
ταχύτητα κύματος V με την ταχύτητα v του σκάφους. Με την αντικατάσταση στη σχέση $V / \sqrt{9.81 \times L} = 0.4$, του μήκους του κύματος L από το μήκος της επίπλευσης L_f (το μήκος ισάλου ή μήκος της γραμμής θαλάσσης) ο Froude υπολογίζει το σημαντικό μέγεθος της επίδρασης των κυμάτων στην αντίσταση που δημιουργείται στην πρόθηση των πλοίων βάσει του τύπου $v / \sqrt{9.81 \times L_f}$ που είναι ο αριθμός Froude (με $v =$ ταχύτητα σκάφους και μήκος L_f της γραμμής θαλάσσης). Ο αριθμός του Froude F_n επιτρέπει να γίνει η αξιολόγηση της εξέλιξης της συγκεκριμένης αντίστασης και το σχήμα των κυμάτων που συνοδεύουν το πλοίο.

Κεφάλαιο 5^ο

Η σχεδίαση της γάστρας ενός σκάφους

5.1 Οι διάφοροι τύποι γαστρών

Τα κύτη των πλοίων, διακρίνονται ανάλογα με το σχήμα της γάστρας κάτω από τη γραμμή ύδατος σε τρεις κατηγορίες : πλοία με γάστρα εκτοπίσματος (displacement hull), πλοία με γάστρα τύπου ημι-εκτοπίσματος (semi-planing hull) και ολισθάκατοι δηλαδή πλοία με γάστρα τύπου πλαναρίσματος (planing hulls). Το σχήμα της γάστρας σε συνδυασμό με τα χαρακτηριστικά της μηχανής που επιλέγεται καθορίζουν και τη συμπεριφορά του κάθε σκάφους.



Εικόνα 5.1 τα διάφορα είδη γάστρας πλοίων (πηγή : Thomas, 2015)

Εξετάζοντας το θέμα εμπειρικά, η πιο εύκολη κίνηση σκάφους είναι εκείνη που συναντά τις λιγότερες αντιστάσεις, ένα σκάφος λοιπόν που έχει την ελάχιστη μετωπική επιφάνεια και παράγει ελάχιστη αντίσταση στο νερό. Όμως για παράδειγμα, αν χρειασθεί η μεταφορά περισσότερων ατόμων χρειάζεται επομένως επάρκεια χώρου, άρα σκάφος συγκεκριμένου πλάτους. Έτσι, η προφανής λύση για να διασχίσει το νερό με τη μέγιστη άνεση και παράλληλα να μπορεί να μεταφέρει φορτία είναι να συνδυασθούν τα δύο σχήματα, ένα σκάφος με κύτος κιβωτιόσχημο με μια αιχμηρή πρόρη. Με μια τέτοια σχεδίαση το σκάφος θα μπορούσε επίσης να επιτύχει σχετικά υψηλές ταχύτητες επειδή ο επίπεδος του πυθμένας θα ωθείται προς τα πάνω από το νερό καθώς η ταχύτητα του σκάφους και συνεπώς η δύναμη άνωσης του νερού αυξάνεται. Ένα σκάφος με αυτό το σχήμα είναι όμως δύσκολο να ελεγχθεί, ειδικότερα όταν υπάρχει κυματισμός στη

θάλασσα, καθώς θα πηγαίνει πότε προς τη μια πλευρά και πότε προς την άλλη και θα χρειάζεται συνεχώς αλλαγή πορείας με το τιμόνι.

Το σκάφος με γάστρα εκτοπίσματος είναι κατάλληλο για μετακινήσεις χαμηλής ταχύτητας. Το πλοίο αυτού του τύπου ταξιδεύει κυρίως με την επίδραση της υδροστατικής πίεσης και ο πυθμένας του είναι σχετικά βυθισμένος πολύ βαθιά κάτω από τη γραμμή νερού του πλοίου, επειδή όμως έχει στρογγυλεμένες κορίνες δεν έχει μεγάλη αντίσταση στις πιέσεις που παράγονται από τα κύματα.

Επειδή αυτή η σχεδίαση βοηθάει στην ολίσθηση του σκάφους, καθώς παράγει σχετικά μικρή αντίσταση, τα σκάφη αυτού του τύπου είναι συνήθως πιο αποδοτικά από πλευράς καυσίμων, αλλά αυτή η ολίσθηση σημαίνει επίσης ότι δεν θα υπάρχει μεγάλη ώθηση και για τον λόγο αυτό κάθε σκάφος αυτού του τύπου έχει επίσης μια προεξέχουσα καρίνα που το κρατά προσαρμοσμένο σε μια ευθεία γραμμή.

Όπως αναφέρθηκε ήδη οι μέγιστες ταχύτητες για τα κύτη με γάστρα εκτοπίσματος καθορίζονται από τον ακόλουθο τύπο: η ταχύτητα ισούται με τη τετραγωνική ρίζα του μήκους της γραμμής νερού, εκφρασμένο σε πόδια, πολλαπλασιασμένη επί 1,34. Σε γενικές γραμμές, το μέγεθος που προκύπτει είναι η ταχύτητα σε κόμβους που μπορεί να φτάσει μια γάστρα μετατόπισης, ανεξάρτητα από την ποσότητα ιπποδύναμης που εφαρμόζεται σε αυτό. Έτσι, για ένα κύτος με γάστρα εκτοπίσματος με μήκος γραμμής νερού ίσο με 64 πόδια, η μέγιστη ταχύτητα είναι 10,72 κόμβοι. ($8 \times 1.34 = 10,72$). Ακόμη και να αυξηθεί η ιπποδύναμη το μόνο που συμβαίνει είναι να αυξηθεί η πίεση στις μάζες νερού μπροστά από το σκάφος. Όταν αυξάνεται το μήκος της γραμμής νερού, αυξάνεται επομένως η μέγιστη τελική ταχύτητα, γι' αυτό και τα σκάφη με βολβοειδή πρύμνη είναι σε θέση να κινηθούν ταχύτερα από τα απλά σκάφη (Thiel, 2016).

Σε μια προσπάθεια να μειωθεί η αντίσταση στην τριβή και τα κύματα, ο πυθμένας της γάστρας είναι συχνά διαμορφωμένος σε τρόπο ώστε να διασφαλίζεται ότι η μέγιστη εγκάρσια διατομή βρίσκεται στο μέσον του κύτους και σταδιακά μειώνεται από το μέσο προς το τέλος της πρύμνης. Αντίθετα, ο πυθμένας της γάστρας είναι καμπυλωτός και ανέρχεται από το μέσον του κύτους προς τη πλώρη και την πρύμνη αντίστοιχα. Όταν το σκάφος με γάστρα εκτοπίσματος φθάνει σε υψηλές ταχύτητες, δέχεται μια δυναμική πίεση νερού που τείνει να ανυψώσει το εμπρόσθιο μισό τμήμα του κύτους προς τα πάνω, ενώ παράλληλα υπόκειται σε ανάλογη δυναμική πίεση νερού που τείνει να τραβήξει το πίσω ήμισυ του κύτους προς τα κάτω. Το κύτος, επομένως, εμφανίζει μεγαλύτερη

επιφάνεια προσβολής, καθώς ταυτόχρονα η πλήρη ανυψώνεται και η πρύμνη τραβιέται προς τα κάτω, αυξάνοντας την αντίσταση του νερού στο κύτος και καθιστώντας πολύ δύσκολη την πραγματοποίηση ταξιδιών υψηλής ταχύτητας. Για να αποφευχθεί μια τέτοια κατάσταση γίνεται προσπάθεια, για παράδειγμα, να μετακινηθούν κινούμενα φορτία (επιβάτες, πλήρωμα, αποσκευές) προς τη πλώρη του πλοίου, μεταβάλλοντας έτσι το κέντρο βάρους του πλοίου. (Thomas, 2015).

Τα σκάφη με γάστρες τύπου πλαναρίσματος (ολισθάκατοι) είναι κατάλληλα για ταξίδια υψηλής ταχύτητας, με αριθμό Froude δηλαδή μεγαλύτερο από 1,0. Η πλευρική διατομή, κάτω από την επίδραση των δυνάμεων υδροδυναμικής διατηρείται συνεχώς στο οπίσθιο ήμισυ του κύτους κάτω από τη γραμμή θαλάσσης του κύτους, ενώ ο πυθμένας ανυψώνεται έντονα στη περιοχή της πλώρας σε μια προσπάθεια να παρασχεθεί μια κατάλληλη γωνία μειωμένων αντιστάσεων όταν το πλοίο ταξιδεύει σε υψηλές ταχύτητες. Όταν ένα σκάφος αυτού του τύπου ταξιδεύει με χαμηλές ταχύτητες, το νερό που ρέει κατά μήκος κάθε πλευράς της γάστρας στρέφεται προς τα μέσα πίσω από το τραβέρσα, δημιουργώντας μια δύνη. Η δύνη αυτή δημιουργεί μια επιπλέον αντίσταση τραβώντας προς τα πίσω το κύτος και για τον λόγο αυτό, υφίσταται κατά τη διάρκεια ταξιδιού σε χαμηλές ταχύτητες μεγαλύτερη απώλεια πρόωσης από ένα σκάφος με γάστρα εκτοπίσματος.

5.2 Τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα κάθε τύπου γάστρας

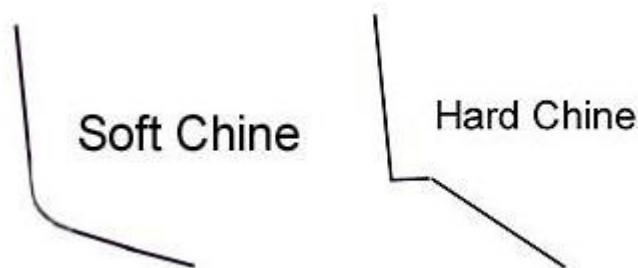
Από την περιγραφή που έγινε για τα διάφορα είδη γάστρας πλοίου φάνηκε ότι κάθε τύπος γάστρας έχει ξεχωριστά πλεονεκτήματα αλλά και αδυναμίες. Τα πλεονεκτήματα για τα σκάφη με γάστρες εκτοπίσματος είναι οι αδυναμίες των ολισθακάτων και το αντίθετο. Μόνο για τα σκάφη με γάστρες ημι-εκτοπίσματος μπορούμε να πούμε ότι έχουν πάρει πλεονεκτήματα αλλά και αδυναμίες και από τα δύο άλλα είδη.

Για τις γάστρες εκτοπίσματος τα πλεονεκτήματα είναι

- Η σχεδίαση τους μπορεί εύκολα να βελτιστοποιηθεί για να έχει τη μικρότερη αντίσταση στον κυματισμό.
- Η επίπτωση στην απόδοση από το επιπλέον φορτίο είναι μικρή. Έχει λιγότερη αρχική σταθερότητα, αλλά πιο δυναμική σταθερότητα και ελεγχόμενη πλοήγηση, που πρακτικά ισοδυναμεί με περισσότερη άνεση.
- Μπορεί να μεταφέρει περισσότερα καύσιμα και να χρησιμοποιεί λιγότερα, κάτι που ισοδυναμεί με μεγαλύτερη εμβέλεια.

- Προσφέρει μεγαλύτερο διαθέσιμο όγκο για τις εσωτερικές του διαστάσεις
- Έχει μικρότερο μηχανοστάσιο καθώς ο λόγος ισχύς : βάρος είναι μικρότερος, άρα χρειάζεται μικρότερες μηχανές
- Μπορεί εύκολα να αυξηθεί η σταθερότητα του μειώνοντας το βάρος (αν το κέντρο βάρους παραμείνει το ίδιο) καθώς ένα βαρύ σκάφος δεν είναι απαραίτητα πιο σταθερό
- Τα εσωτερικά υλικά δεν χρειάζεται να είναι ελαφριά καθώς μπορεί και δέχεται επιπλέον φορτία.

Εάν όμως χρειάζεται να αυξηθεί η ταχύτητα, πρέπει οπωσδήποτε να αυξηθεί το μήκος. Το συμπέρασμα είναι ότι οι περισσότεροι σχεδιαστές προσπαθούν να αποφύγουν τους περιορισμούς που επιβάλλουν τα διάφορα είδη γάστρας και προσπαθούν να συνδυάσουν τα καλύτερα χαρακτηριστικά μιας ολισθακάτου και ενός σκάφους με γάστρα εκτοπίσματος δημιουργώντας ένα σκάφος που να μπορεί να ξεπεράσει την θεωρητική ταχύτητα του κύτους εκτοπίσματος, παρέχοντας όμως παράλληλα το είδος της σταθερής, μαλακής πορείας σε κύματα για την οποία το σκάφος εκτοπίσματος διακρίνεται. Το αποτέλεσμα της προσπάθειάς τους είναι η δημιουργία ενός σκάφους ημι-μετατόπισης που έχει μία ή περισσότερες σκληρές αιχμές (ως σχήμα)



Εικόνα 5.2 η σχεδίαση των αιχμών της γάστρας (πηγή : www.ellisboat.com)

είτε άλλες σχετικά επίπεδες επιφάνειες κύτους στο μεταγενέστερο τμήμα του σκάφους που δημιουργούν κάποια ανύψωση του σκάφους καθώς αυτό κινείται μέσα στο νερό. Το μυστικό ενός καλού κύτους ημι-μετατόπισης είναι ο τρόπος με τον οποίο κατά τον σχεδιασμό ισορροπείται η άνωση που προκαλείται από την μεγαλύτερη ταχύτητα ώστε να μην φθάσει σε τέτοιες τιμές που θα κάνουν το σκάφος να περιστρέφεται ανεξέλεγκτα. (Thiel, 2016)

Στο σχεδιασμό του κάθε κύτους, όπως και στα περισσότερα θέματα της ζωής, η προσθήκη ή η βελτίωση ενός χαρακτηριστικού, της ταχύτητας ας πούμε, προϋποθέτει την αφαίρεση ή τη μείωση κάποιου άλλου ίσως της σταθερότητας ή ομαλής πορείας ή της κατανάλωσης. Τα πάντα έχουν την τιμή τους και τελικά εξαρτάται από τον σχεδιαστή να αποφασίσει τι πρέπει να έχει τελικά και τι είναι πρόθυμος να δώσει για να το αποκτήσει.

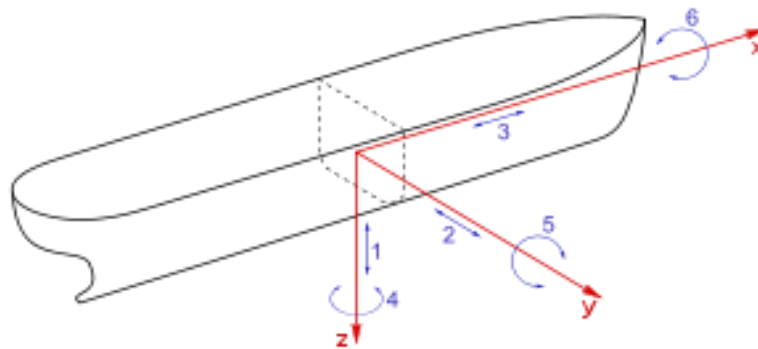
Στον σχεδιασμό της θαλαμηγού οι δύο βασικές δεσμεύσεις είναι, η άνεση στο ταξίδι παράλληλα με τη δυνατότητα για μια σχετικά υψηλή ταχύτητα ταξιδιού, μέχρι 25 knots. Φαίνεται λοιπόν ότι **η κατασκευή ενός σκάφους με γάστρα ημι-μετατόπισης είναι η αναγκαία απόφαση για να συνδυασθούν οι απαιτήσεις αυτές.**

5.3 Η επίδραση του κυματισμού

Τα πλοία επηρεάζονται από τη κατάσταση κυματισμού που επικρατεί στη θάλασσα και η επίδραση αυτή οφείλεται σε δύο διαφορετικές δράσεις. Η πρώτη είναι η δημιουργία μιας συνεχούς ταλαντώσεως, που έχει σποραδικά ένα κάποιο είδος τυχαίου συντονισμού με τα κύματα, κατά την οποία οι δυνάμεις διεγέρσεως επενεργούν σε όλο το μήκος του πλοίου. Το φαινόμενο αυτό χαρακτηρίζεται σαν ταλάντωση κυματισμού (springing). Το επίπεδο ταλαντώσεως ενός πλοίου από κυματισμό εξαρτάται κατά πολύ από την κατάσταση της θάλασσας και του πλοίου. Η δεύτερη είναι συνεχή σφυροκοπήματα της πλώρης και του πυθμένος του σκάφους που συμβαίνουν σε πολύ ταραγμένες θάλασσες και μπορούν να προκαλέσουν παροδικές ταλαντώσεις που αρχίζουν απότομα και σιγά-σιγά σβήνουν. Το φαινόμενο αυτό ονομάζεται ταλάντωση χτυπήματος (whipping). Τα δύο αυτά είδη ταλαντώσεως συμβαίνουν συνήθως μαζί και είναι δύσκολο να τα διακρίνει κανείς στην πράξη (Καραβάς, 2009).

Το φαινόμενο της ταλάντωσης ορίζεται ως το φαινόμενο εκείνο που δημιουργούν οι παλινδρομικές κινήσεις ενός σώματος γύρω από τη θέση ισορροπίας του. Στη περίπτωση του πλοίου η ταλάντωση πλοίου είναι μια κατάσταση που παρατηρείται συνήθως σε κυματισμό και μπορεί να δημιουργηθεί από τρεις διαφορετικές παλινδρομικές κινήσεις οι οποίες είναι (Wikipedia):

- ο Προνευστασμός, (pitching), κοινώς λεγόμενο σκαμπανεύασμα,
- η Διατοίχιση, (rolling), κοινώς λεγόμενο μπότζι ή μποτζάρισμα, και
- η Ανάπαση ή ταλάντωση καθ' ύψος, (vertical), κοινώς λεγόμενο ανεβοκατέβασμα



Εικόνα 5.3 σχεδιάγραμμα που εμφανίζει τα τρία είδη ταλαντώσεων σε ένα πλοίο (πηγή :
Wikipedia)

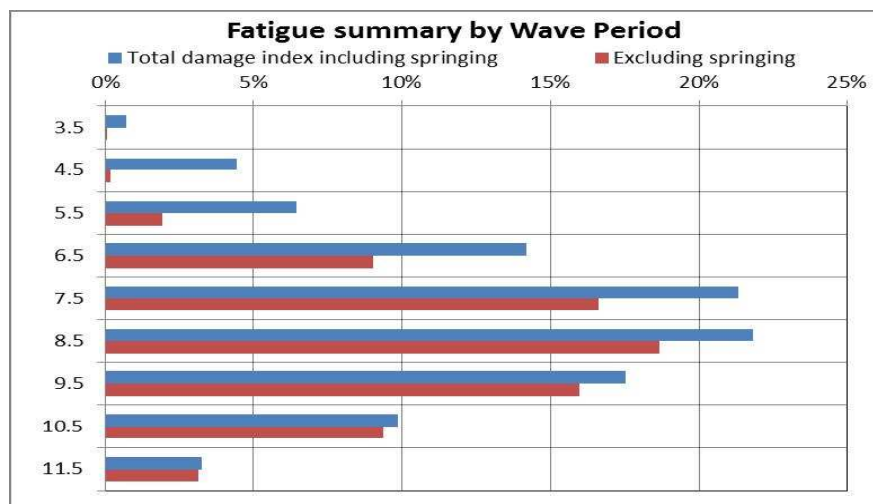
Οι δύο πρώτες μορφές ταλάντωσης αφορούν κλίση πλοίου, ενώ η τρίτη είναι ταλάντωση κατακόρυφη, χωρίς απαραίτητα να δημιουργεί γωνία κλίσης.

Στο σχεδιάγραμμα που παρατίθεται διαφαίνονται οι άξονες x , y και z , των τριών ταλαντώσεων που παρουσιάζει το πλοίο (και όχι οι διευθύνσεις κλίσεων). Ο άξονας x είναι ο άξονας του διατοίχισμού, ο άξονας y είναι ο άξονας του προνευστασμού και z ο άξονας της ανάπαλσης. Έτσι **1** είναι η διεύθυνση της ανάπαλσης ως προς τη θέση ισορροπίας, **2** η διεύθυνση του προνευστασμού και **3** της διατοίχισης. Για κάθε μια από αυτές τώρα **4** είναι η ταλάντωση της ανάπαλσης κατά κάθετη διεύθυνση και στροφή δεξιά αριστερά του διαμήκους άξονα του πλοίου, **5** η ταλάντωση του προνευστασμού, εγκάρσια ταλάντωση του πλοίου κατά πλώρη - πρύμνη και **6** η ταλάντωση της διατοίχισης, διαμήκης ταλάντωση του πλοίου δεξιά - αριστερά,.

Τις περισσότερες φορές όμως και ιδιαίτερα όταν υπάρχει θαλασσοταραχή υπάρχει ταυτόχρονος συνδυασμός και των τριών παραπάνω μορφών ταλάντωσης, δίνοντας την εντύπωση ότι το πλοίο εκτελεί μια σύνθετη κίνηση μορφής του αριθμού "οκτώ",

Σχετικά με τη δημιουργία ταλαντώσεων κυματισμού, που οδηγούν σε καταπόνηση του πλοίου οι μελέτες που έχουν γίνει έδειξαν ότι ακολουθούν κάποιες αρχές, όπως

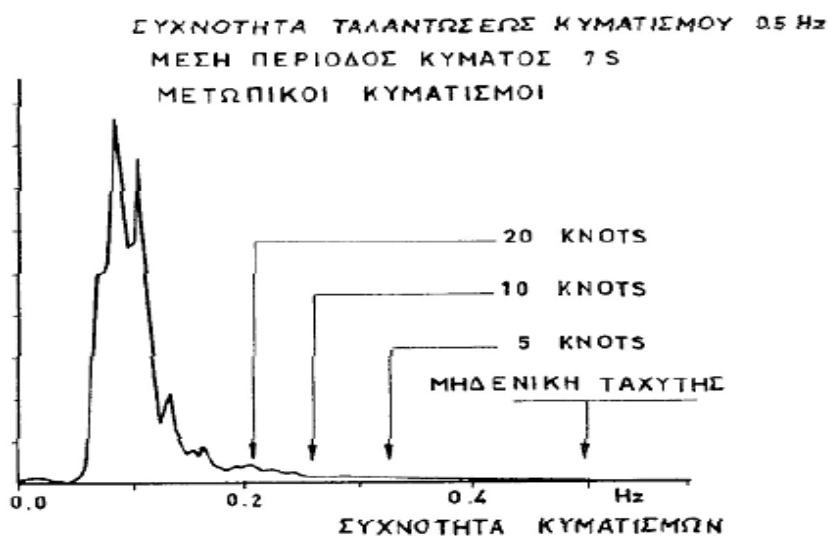
Η ταλάντωση κυματισμού αυξάνεται με αύξηση της φυσικής συχνότητας των κυμάτων



Εικόνα 5.4 η επίδραση της συχνότητας των κυμάτων στη καταπόνηση του πλοίου (πηγή: www.researchgate.net)

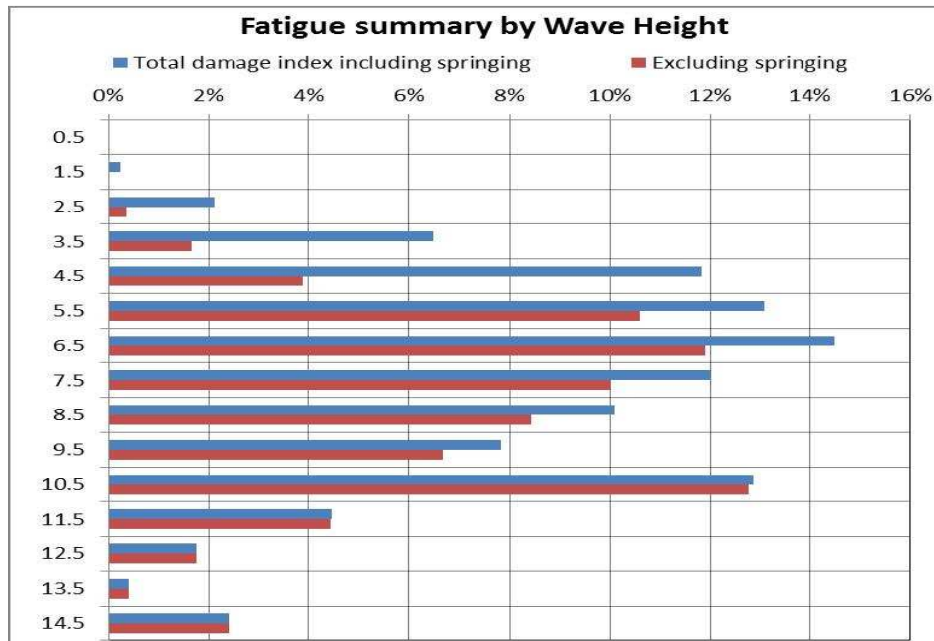
Η ταλάντωση κυματισμού μειώνεται με την αύξηση του βυθίσματος του πλοίου. Πρόκειται για μια εύκολα κατανοητή παρατήρηση καθώς η πίεση από τον κυματισμό απομειώνεται αμέσως κάτω από την επιφάνεια της θάλασσας.

Η ταλάντωση κυματισμού αυξάνεται με την ταχύτητα του πλοίου. Εάν το πλοίο επιταχύνεται μέσα σε μετωπικούς κυματισμούς, τα κύματα που είναι σε συντονισμό με τις ταλαντώσεις κυματισμού θα έχουν, λόγω του φαινομένου Doppler, όλο και μικρότερη συχνότητα και όλο και μεγαλύτερο μήκος κύματος. Στη περίπτωση αυτή οι ταλαντώσεις θα αυξηθούν καθώς θα μετακινηθούν τα κύματα συντονισμού στην περιοχή με περισσότερη ενέργεια του φάσματος κυματισμών όπως φαίνεται στο πιο κάτω σχήμα.



Εικόνα 5.5 η επίδραση της συχνότητας των κυμάτων στη καταπόνηση του πλοίου (πηγή: διπλωματική εργασία, Καραβάς Ν.,2012)

Η ταλάντωση κυματισμού αυξάνεται με το ύψος των κυμάτων καθώς στη πραγματικότητα το πλοίο αναγκάζεται να απομακρύνεται περισσότερο από τη θέση σταθερής ισορροπίας του αυξάνοντας την τιμή του μοχλοβραχίονα.



Εικόνα 5.6 η επίδραση του ύψους των κυμάτων στη καταπόνηση του πλοίου (πηγή: www.researchgate.net)

Κεφάλαιο 6^ο

Ο σχεδιασμός του υπόλοιπου σκάφους

6.1 Η μεθοδολογία του σχεδιασμού

Για το ξεκίνημα του σχεδιασμού, χρειάστηκε να ληφθούν αποφάσεις, με βάση όσα θεωρητικά αναφέρθηκαν στις προηγούμενες ενότητες, τι τύπου γάστρα θα χρησιμοποιηθεί, πώς θα διασφαλισθεί η αντοχή του κύτους στις πιέσεις που δημιουργούνται κατά τη διάρκεια της πλεύσης του σκάφους, και ποιο θα είναι το ολικό βάρος της κατασκευής. Για το ξεκίνημα της εργασίας έχει δοθεί ένας πίνακας με τα χαρακτηριστικά που θα πρέπει να έχει το σκάφος όταν κατασκευασθεί.

ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	MOTOR YACHT
Μήκος Μεταξύ Καθέτων L_{bp} [m]	20.0
Πλάτος B [m]	6.1
Βύθισμα T [m]	1.6
Κοίλο D [m]	3.0
Gross Tonnage GT (Ολική Χωρητικότητα)	135
Εκτόπισμα Δ [ton]	80
Όγκος Εκτοπίσματος ∇ [m ³]	78
Αριθμός Froude	0.9
Μέγιστη Ταχύτητα [knots]	25
Ταχύτητα Υπηρεσίας [knots]	22
Μηχανή	Κατασκευαστής: MAN Μοντέλο: D2842LXE Τύπο: Diesel Ποσότητα: 2
Ολική Χωρητικότητα Δεξαμενών Καυσίμων [l]	8000
Ολική Χωρητικότητα Δεξαμενών Νερού [l]	1300
Αριθμός Μελών Πληρώματος	3
Αριθμός Επιβατών	8
Διάρκεια ταξιδιού	2 ημ
Υλικά Κατασκευής	Γάστρα - Hull:GRP Υπερκατασκευή - Superstructure:GRP Κατάστρωμα - Deck:Teak

Από έρευνα που έγινε στο Διαδίκτυο φάνηκε ότι υπάρχουν αρκετά γιότ που ήδη έχουν κατασκευασθεί και κυκλοφορούν στις θάλασσες. Μια διαδικτυακή αναζήτηση των χαρακτηριστικών τους θα μπορούσε να δώσει τις απαραίτητες κατευθύνσεις σχετικά με τους χαρακτηριστικούς λόγους σχεδίασης που χρησιμοποιούνται σε σκάφη αυτού του τύπου.

Συγκεκριμένα, από την αναζήτηση δημιουργήθηκε ο πίνακας που ακολουθεί και μπορεί να χρησιμεύσει για την αρχική προμελέτη της σχεδίασης

ΟΝΟΜΑ ΣΚΑΦΟΥ Σ	Μήκος μεταξύ καθέτων (L_{BP}) σε μέτρα	Πλάτος στο μέσον (B) σε μέτρα	Βύθισμα D (σε μέτρα)	Βάρος κύτος / εκτόπισμα	Ταχύτητα (σε knots) ταξιδ/max	Τύπος μηχανής
Regency P65	20,1	5,56	1,58	39634/43,315	16,8 / 21,9	2X CAT 12.9L 1000 hp
Regal 3300	10,41	3,15	0,53	5,171/5,688	14,1/32,1	2X Volvo Penta 380 hp
Riviera 575 SUV	18,5	5,13	1,55	27,4/30,443	19,6/ 29,6	2X CAT 12.9L 1000 hp
Azimut 77S	23,6	5,55	1,64	52,617/ 57,984	25,2/ 33,0	3X Volvo Penta IPS1200 900 hp

Η σύγκριση μεταξύ των δύο πινάκων οδηγεί στις εξής παρατηρήσεις

Ο λόγος των διαστάσεων του σκάφους είναι $L_{BP} / B = 3,05$. Η τιμή αυτή είναι σχετικά χαμηλή καθώς όλα τα άλλα σκάφη με παρόμοια χαρακτηριστικά έχουν ένα λόγο L_{BP} / B και συνεπάγεται μεγαλύτερο, και πιο ευρύχωρο εσωτερικό και αυξημένη φέρουσα ικανότητα. Αν όμως ο δείκτης μεγαλώσει θα υπάρχει μείωση της ευστάθειας και της ικανότητας για μανούβρες. Καθώς όμως σε γενικές γραμμές, για ένα δεδομένο μήκος πλοίου και βύθισμα και βάθος (ελεύθερο σκάφος και βύθισμα), τα πιο πλατιά σκάφη (χαμηλή τιμή L / B) θα είναι πιο αργά (μεγαλύτερη αντίσταση κυμάτων), και θα είναι πιο δύσκολο να κατευθυνθούν θα χρειασθεί να μετριασθεί η κατάσταση αυτή επιλέγοντας μηχανές για τη κίνηση του σκάφους που θα είναι ένα μέγεθος πιο πάνω από την ισχύ που δίνουν οι υπολογισμοί.

Ο λόγος L_{BP} / D είναι 12,5. Ο ίδιος λόγος για το μικρό Regal 3300 είναι 19,6 και για το Azimut 77S 14,4 ενώ για όλα τα άλλα βρίσκεται στη περιοχή 12,0 -13,0. Η πραγματικότητα δείχνει ότι όταν ο λόγος L_{BP} / D αυξάνει, τότε χρειάζεται να αυξηθεί το

βάρος των ενισχύσεων, για να διατηρηθεί η ίδια αντοχή στο μέσο του πλοίου, και μειώνεται η κατανάλωση για την ίδια ταχύτητα καθώς χρειαζόμαστε λιγότερη ισχύ. Στο σχήμα που ακολουθεί φαίνεται το παράδειγμα του Regal 3300 σε σχέση με τα σκάφη της σειράς 2 (L_{BP} / D στη περιοχή 12,0-14,0) χωρίς βέβαια να αποδίδεται όλη η διαφορά μόνο στον λόγο L_{BP} / D .



Εικόνα 6.1 η σύγκριση της απόδοσης ενός σκάφους με μεγάλο L_{BP} / D με τα πλοία σειράς 2 (πηγή: motorboat.com)

Ο λόγος B / D για το προς κατασκευή σκάφος είναι 3,8, όταν για όλα τα άλλα σκάφη με εξαίρεση το μικρό Regal 3300 η τιμή του λόγου είναι 3,3-3,4. Αυξημένη τιμή του λόγου B / D σημαίνει πιο σταθερό σκάφος και πιο εύκολο στη κυβερνησιμότητα του και τους ελιγμούς αλλά και μεγαλύτερη κατανάλωση για την ίδια ταχύτητα.

Το βάρος του σκάφους είναι εντυπωσιακά μεγαλύτερο από όλα τα άλλα, καθώς το εκτόπισμα είναι 80 τόνοι όταν όλα τα άλλα σχεδόν όμοια σκάφη έχουν ένα εκτόπισμα στη περιοχή των 27 έως 52,5 τόνων, δηλαδή 50% περίπου περισσότερο από το μεγαλύτερο από τα άλλα. Επίσης το φορτίο που υπολογίζεται είναι σχεδόν διπλάσιο από εκείνο των άλλων σκαφών καθώς είναι, με ένα πρόχειρο υπολογισμό, γύρω στους 12 τόνους ενώ για τα άλλα σκάφη είναι γύρω στους 4-5 τόνους με περίπου ανάλογο αριθμό επιβαινόντων. Ένα μέρος από το υπερβολικό φορτίο οφείλεται στη μεγάλη ποσότητα καυσίμων, διπλάσια των άλλων, και επίσης τη μεγάλη ποσότητα πόσιμου νερού σε σχέση με τα άλλα σκάφη.

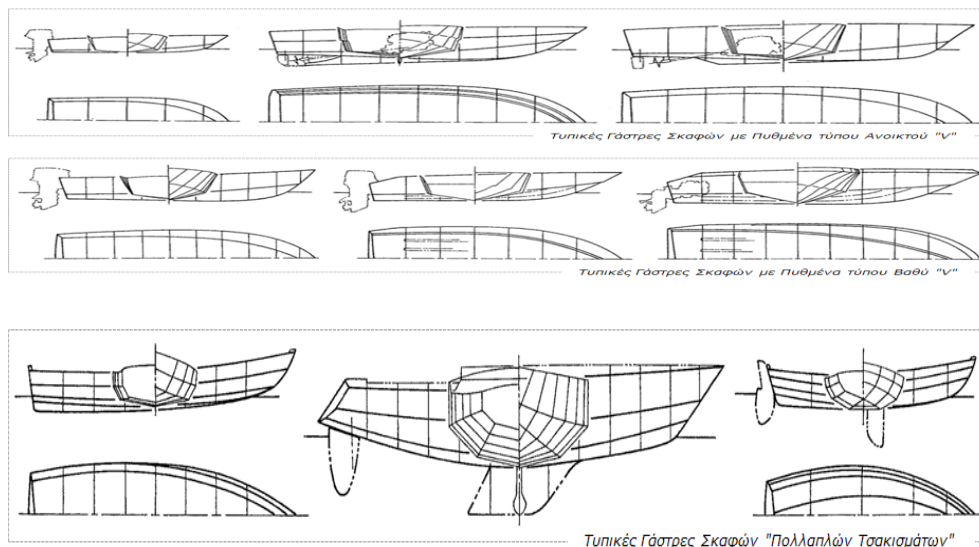
Αφού επιβεβαιώθηκαν οι διαστάσεις του σκάφους θα χρησιμοποιηθούν για να γίνει ένας υδροστατικός υπολογισμός βάσει του διαθέσιμου προγράμματος σχεδίασης.

Ο υπολογισμός της γάστρας

Η προμελέτη για τη σχεδίαση του πλοίου περιλαμβάνει αρχικά τη σχεδίαση της γάστρας με τους αναγκαίους νομείς και τις ενισχύσεις της. Ως εκ τούτου στη συνέχεια παρουσιάζονται

- Ο υπολογισμός των υδροστατικών στοιχείων του σκάφους
- Ο υπολογισμός της αντοχής των βασικών στοιχείων του πλοίου (πάχη, ενισχυτικά)

Η σειρά των γραμμών της γάστρας που χρησιμοποιήθηκαν προέρχονται από το ΕΜΠ και χαρακτηρίζουν τις γάστρες ημι-πλαναρίσματος (βλέπε σχήμα)



Εικόνα 6.2 οι διάφοροι τύποι γαστρών (πηγή: [www. sites.google.com](http://www.sites.google.com))

Χαρακτηριστικά των γραμμών αυτών, είναι:

- Οι δύο ακμές ή διπλά τσακίσματα (double chine)
- Η γωνία ανύψωσης πυθμένα (deadrise) είναι 20 μοίρες από τη πρύμνη ως το μέσο του σκάφους.
- Έχουν πρύμνη καθρέπτη.

Σε αυτό το σχήμα της γάστρας το πρώτο βήμα είναι ο υπολογισμός των εμβαδών για τα διάφορα τμήματα του σκάφους.

Έχοντας τις βασικές διαστάσεις του σκάφους, δημιουργείται το σχέδιο εγκαρσίων τομών για το σκάφος, βασισμένο πάνω στα επίπεδα διαχωρισμού των διαφόρων ορόφων. Το πακέτο σχεδίασης με το πρόγραμμα ναυπήγησης σκάφους υπολογίζει στη συνέχεια τα διάφορα χαρακτηριστικά μεγέθη, όπως: το κέντρο πλευστότητας (L_{CB}), το κέντρο βάρους του σκάφους (L_C), το ειδικό βάρος για κάθε εκατ. βυθίσματος (T_{imm}), και τη ροπή διόρθωσης (T_{trim}).

Βάσει των αποτελεσμάτων υπολογίζεται το υδροστατικό διάγραμμα του σκάφους

Τα διάφορα κομμάτια στα οποία χωρίζεται το σκάφος για τους υπολογισμούς είναι:

- Ο πυθμένας (bottom):εκτείνεται από τη καρένα μέχρι την ανώτερη ακμή (chine)
- Η πλευρά (side) : εκτείνεται από την ανώτερη ακμή μέχρι το κατάστρωμα.
- Το κατάστρωμα (deck)
- Οι φρακτές (bulkheads)

Τα αποτελέσματα των υπολογισμών βοηθάνε να υπολογισθούν και τα εμβαδά των διαφόρων κομματιών. Για την προκαταρκτική μελέτη από γεωμετρικούς υπολογισμούς εξάγονται τα εξής αποτελέσματα

$$S_{\text{πυθμ}} = 102,3 \text{ m}^2$$

$$S_{\text{πλευρών}} = 85,84 \text{ m}^2$$

$$S_{\text{κατ}} = 82,3 \text{ m}^2$$

Μένει για να υπολογισθεί η επιφάνεια των φρακτών ώστε να ευρεθεί το πραγματικό βάρος του κύτους.

Το θεωρητικό βύθισμα υπολογίζεται βάσει του ΠΔ 399 /1980 "Περί Γραμμών φορτώσεως των πλοίων" καθώς το υπό μελέτη σκάφος δεν υπόκειται στη Γραμμή Φορτώσεως 1966 επειδή το μήκος είναι μικρότερο από 24,0 μέτρα. Από το Π.Δ. 300/1980 ισχύουν μόνο τα μέρη I και IV σύμφωνα με τα οποία η ροπή αντιστάσεως για τη διαμήκη αντοχή δίνεται από τον τύπο

$$\frac{L}{DS}$$

27	1,5
13,5	1
10	1

$$R_{\text{διαμ}} = 1,2 \times \alpha \times F \times D \times B$$

όπου α είναι συντελεστής λαμβανόμενος από τον πίνακα

για ενδιάμεσες τιμές του λόγου L/DS (όπου DS η τιμή για το κοίλο του σκάφους) η τιμή του συντελεστή α προκύπτει από αναγωγή. Το ίδιο ισχύει και για τον συντελεστή F που προκύπτει από τον πίνακα

L (μέτρα)	F
30,48	3810
36,58	4233
42,67	4974
48,77	5715
54,86	6667
60,96	7620
67,06	8890
73,15	10180
79,25	11535
85,34	13123
91,44	14710

Για το προς κατασκευή σκάφος επομένως η $R_{\delta_{\alpha\mu}} = 1,2 \times 0,93 \times 3146 \times 1,6 \times 6,1 = 34267 \text{ m}^3$

Για τα πλοία που μεταφέρουν επιβάτες, ανεξάρτητα του υλικού από το οποίο είναι κατασκευασμένα, το ίδιο Π.Δ. προβλέπει (Άρθρο 54 παρ.1) ότι το ελάχιστο ύψος εξάλων υπολογίζεται σε σχέση με το μήκος του πλοίου βάσει των τιμών που προκύπτουν από τον πίνακα

Μήκος καταστρώματος (μέτρα)	Ύψος εξάλων (χιλιοστάμετρα)
6	380
7	410
8	440
9	470
10	500
11	530
12 και άνω	560

Επομένως το βυθιζόμενο μέρος του πλοίου σε πλήρες φορτίο θα είναι

$$D_{\text{strol}} = 3,0 - 0,56 = 2,44 \text{ m}$$

Αυτό το μέγεθος είναι το μέγιστο θεωρητικό βύθισμα και χρησιμοποιείται μόνο για τον υπολογισμό όπου χρησιμεύει για να υπολογισθούν το θεωρητικό βύθισμα και χρησιμοποιείται μόνο για τον υπολογισμό της αντοχής των τοιχωμάτων του σκάφους. Μόνο από τη μελέτη ευστάθειας θα προκύψει το πραγματικό βύθισμα που το πλοίο μπορεί να έχει.

Καθώς ο σχεδιασμός γίνεται για ένα σκάφος με πρύμνη καθρέφτη το μήκος για τον υπολογισμό είναι το $L_{\text{υπολ}} = 1,043 \times L_{\text{bp}}$ και επομένως $L_{\text{υπολ}} = 20,86 \text{ m}$

Βάσει των κανονισμών του Αμερικανικού Νηογώμονα (Χατζηκωνσταντής, 2015) η ελάχιστη ροπή αντιστάσεως της μέσης τομής, υπολογίζεται από την παρακάτω σχέση :

$$SM = C_1 \times C_2 \times (L_{\text{υπολ}})^2 \times B \times (C_B + 0,7) \text{ (σε m x cm}^2\text{)}$$

Η σχέση αυτή ισχύει για όλα τα πλοία όπου : $B < 2 \times D_{\text{ολ}}$. Στη περίπτωση της θαλαμηγού είναι $5,84 < 2 \times (3,0 + 1,6) = 9,2$ μέτρα

όπου : $C_1 = 22,40 - 0,52 L$ για μήκος $18 \text{ m} < L_{\text{υπολ}} < 24 \text{ m}$

$C_2 = 0,01$ και

$C_B =$ συντελεστής εκτοπίσματος υπολογιζόμενος στον όγκο εκτοπίσματος Δ χωρίς να είναι μικρότερος από 0,60. Στη περίπτωση της θαλαμηγού

$$C_B = \Delta / 1,025 \times 5,84 \times 20,86 = 78 / 128,2 = 0,608$$

Καθώς $C_1 = 22,40 - 0,52 L = 22,4 - 0,52 \times 20,86 = 11,55$ και $C_2 = 0,01$, υπολογίζεται

$$SM = 11,55 \times 0,01 \times (20,86)^2 \times 5,84 \times (0,608 + 0,7) = 383,91 \text{ (m x cm}^2\text{)} \text{ ή } SM = 38391 \text{ cm}^3$$

Έχοντας τα διάφορα εμβαδά, υπολογίζεται στη συνέχεια η επιφάνεια των επιμέρους νομέων, οι οποίοι θεωρούνται από την αρχή ισομοιρασμένοι ανά 0,40 μέτρα. Θα υπάρχουν επομένως συνολικά 48 νομείς των οποίων τα εμβαδά υπολογίζονται στη συνέχεια.

Στη συνέχεια υπολογίζονται εφαρμόζοντας τους κανονισμούς του Αμερικάνικου Νηογώμονα τα πάχη των ελασμάτων, η αντοχή των ενισχυτικών και η συνολική διαμήκης αντοχή τους.

Κεφάλαιο 7^ο

Η σχεδίαση του σκάφους : το πρακτικό μέρος

7.1 Η σχεδίαση βάσει υπολογιστή (Computer Aided Design)

Σήμερα έχουν αναπτυχθεί υπολογιστικά προγράμματα που χρησιμοποιούν τον υπολογιστή για να βοηθήσουν στη δημιουργία ή τη βελτιστοποίηση του σχεδιασμού ενός σκάφους με βάση τα επιθυμητά χαρακτηριστικά του. Με τη χρήση του κατάλληλου λογισμικού CAD υπάρχει η δυνατότητα πραγματοποίησης συγκριτικών σχεδιασμών ώστε να επιλεγεί ο καταλληλότερος και παράλληλα δημιουργείται μια βάση δεδομένων με τα στοιχεία της κατασκευής. Τα στάδια που ακολουθούνται είναι τρία.

Δημιουργείται ένα πρώτο τρισδιάστατο μοντέλο στον υπολογιστή

Το μοντέλο αυτό αναλύεται και συμπληρώνεται με τη χρήση των κατάλληλων προγραμμάτων εφαρμογών, βάσει των απαιτήσεων που υπάρχουν

Το μοντέλο καταλήγει στη τελική του μορφή αφού επιλεγούν τα επιθυμητά υλικά και διαμορφωθεί το υπάρχον σχήμα βάσει των ειδικών απαιτήσεων από τα υλικά αυτά.

Στη παρούσα εργασία η σχεδίαση του σκάφους έγινε σε τρισδιάστατη μορφή με την χρήση του προγράμματος Creo Parametric. Με αυτό το λογισμικό όποιος το χρησιμοποιεί δεν βλέπει αναλυτικά τη μεθοδολογία της μοντελοποίησης αλλά χρησιμοποιεί τα εργαλεία της εφαρμογής (εντολές) για τη δημιουργία των διαφόρων αντικειμένων ή μονάδων αντικειμένων. Αυτό το λογισμικό CAD αποτελείται από 31 τμήματα που συνδέονται όλα μαζί για να διαμορφώσουν το τελικό αποτέλεσμα με τη μορφή ενός τρισδιάστατου σχεδίου με τα επιθυμητά μορφολογικά χαρακτηριστικά (a solid parametric and featurebased model). Για να επιτευχθεί το αποτέλεσμα αυτό θα αναφερθούν στη συνέχεια οι πιο βασικές από τις εντολές που χρησιμοποιήθηκαν και οι παράμετροι στις οποίες βασίστηκε η μοντελοποίηση αυτή.

Υπάρχουν εντολές με τις οποίες μπορεί κάποιος να αναπαραστήσει με πολύ μεγάλη ακρίβεια κάθε μορφής αντικείμενο. Κάποιες από αυτές είναι εντολές σχεδιασμού (π.χ. εντολή **Sketch**), ενώ κάποιες άλλες είναι εντολές δημιουργίας κελύφους (π.χ. **Extrude**)

7.2 Η σχεδίαση της γάστρας του σκάφους

Ο σχεδιασμός έγινε μέσα από μια αλληλουχία εντολών στον **Sketcher**. Στον **Sketcher** υπάρχει μια σειρά εντολών που χρησιμοποιούνται για τη διαμόρφωση σχημάτων και παράλληλα κάποια έτοιμα σχήματα (ανάλογα με την εντολή “εισαγωγή σχήματος” στο Word).

Για την σχεδίαση της γάστρας, την διακόσμηση της και το σχεδιασμό του εσωτερικού της χρησιμοποιήθηκαν πολλές εντολές από τις οποίες ξεχωρίζουν οι εξής τέσσερις.

- **165 Extrude** (όπου μέσω της εντολής αποδίδονται τρισδιάστατες μορφές). Με την εντολή αυτή προβάλλεται στο χώρο το σχήμα που έχει σχηματισθεί στον **Sketcher**, ανάλογη με τη τιμή που δόθηκε στην εντολή.
- **119 Sketch** (για την σχεδίαση των διαφόρων κομματιών του σκάφους). Η εντολή αυτή δημιουργεί ένα σχήμα και παράλληλα συνοδεύεται από την εντολή **Remove material** με την οποία διαμορφώνεται ένα σχήμα στις λεπτομέρειες του.
- **36 Round** (για την δημιουργία των κοίλων μερών του σκάφους).
- **13 Planes** (για την επιμέρους σχεδίαση σε διάφορα σημεία).

Επίσης για τη σχεδίαση έχουν ληφθεί υπ’ όψη όλα τα επιθυμητά χαρακτηριστικά του σκάφους, όπως αυτά αποτυπώνονται στη θεωρητική μελέτη της κατασκευής του σκάφους που προηγήθηκε (παράρτημα Β’). Από τις παραμέτρους αυτές οι βασικότερες για την σχεδίαση ήταν το μήκος που είναι 20 m, το πλάτος που είναι στο μέγιστο 6,1 m, το βυθισμένο μέρος του σκάφους που είναι 1,6 m και το ύψος των κοίλων που είναι 3m.

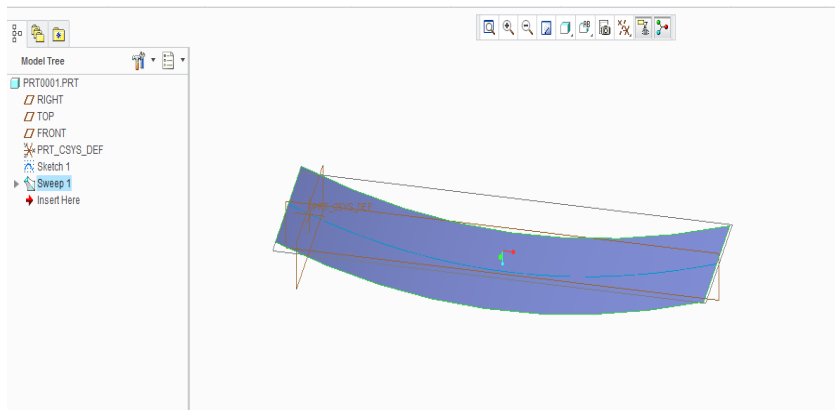
Η εντολή που σηματοδοτεί το ξεκίνημα της σχεδίασης είναι η εντολή σχεδίασης, η εντολή **sketch**.

Καθώς θεωρούμε ότι το σκάφος είναι συμμετρικό αρκεί να σχεδιάσουμε στον **Sketcher** μόνο το μισό και στη συνέχεια με την εντολή **mirror** σχεδιάζεται η άλλη μισή.

Στη συνέχεια έχουμε τις εξής εντολές

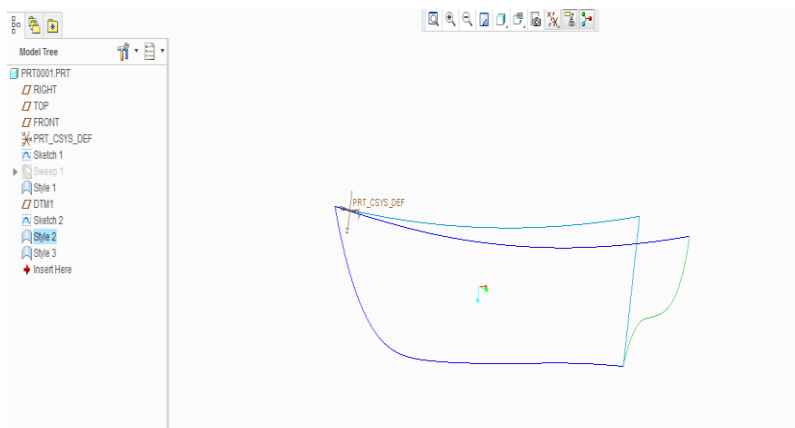
Η εντολή **sweep blend** όπου μέσω αυτής οριοθετείται η κλίση αλλά και το μήκος του σκάφους. Με την εντολή αυτή ενώνονται ακμές και ορίζεται μια διαδρομή (τροχιά).

Από την αρχή χρειάζεται να καθορισθεί το επίπεδο του σκάφους που σχεδιάζεται ώστε να μπορούν εύκολα να βρεθούν οι τιμές βάσει των οποίων θα ζητηθεί από το **extrude** να δημιουργήσει το τελικό σχήμα.



Εικόνα 7.1: το αποτέλεσμα της χρήσης της εντολής sweep.

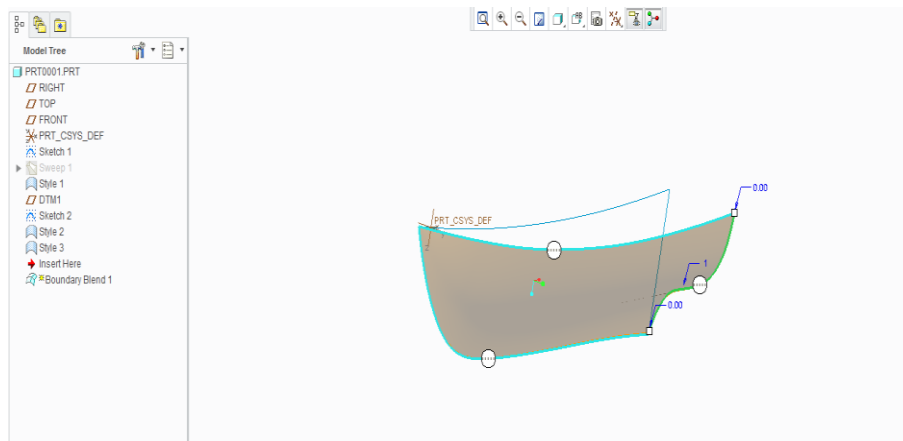
Με την εντολή **style** όπου μέσω αυτής γίνεται η σχηματοποίηση και εν γένει η σχεδίαση αλλά και η οριοθέτηση του σκάφους.. Στο style αφού φτιάξουμε το επίπεδο που θα εργαστούμε, μπορούμε εύκολα να ορίσουμε τα άκρα ώστε να εφάπτονται με το υπόλοιπο σχέδιο. Η εντολή αυτή δημιουργεί το κλειστό σχήμα που χρειάζεται η επόμενη εντολή **boundary blend**



Εικόνα 7.2 η χρήση της εντολής style.

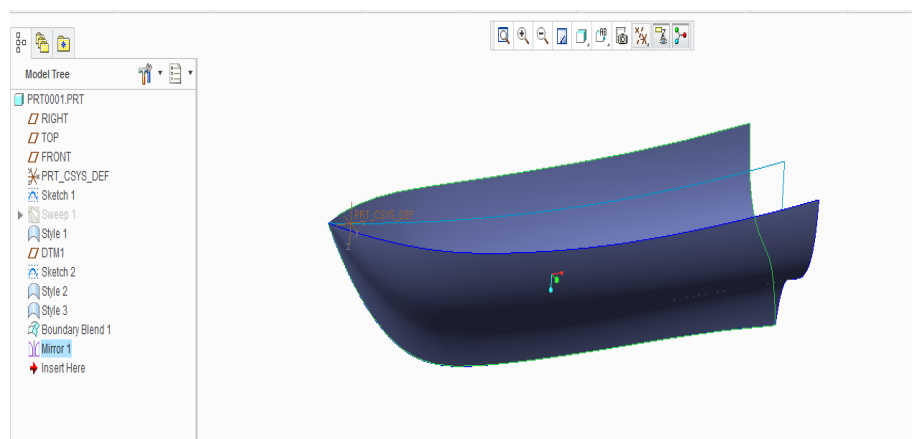
Η εντολή **boundary blend** που μέσω αυτής ενώνονται τα όρια που δημιουργούνται από την εντολή style ώστε να δημιουργηθεί η μια πλευρά του σκάφους.

Με την εντολή **trim** περιορίζουμε το μέγεθος της επιφάνειας που σχεδιάζεται στο επιθυμητό μέγεθος



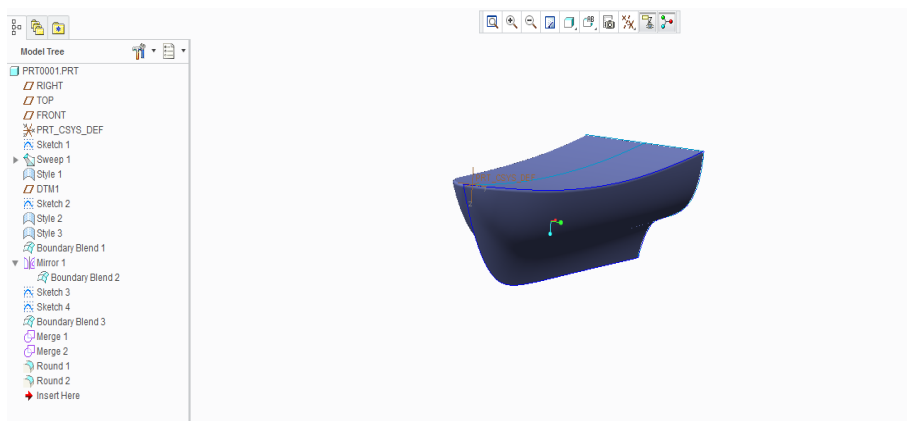
Εικόνα 7.3 τι συμβαίνει με τη χρήση της εντολής Boundary Blend.

Η εντολή **mirror** που συντελεί στην δημιουργία ενός κατοπτρικού αντιγράφου της πλευράς του σκάφους.



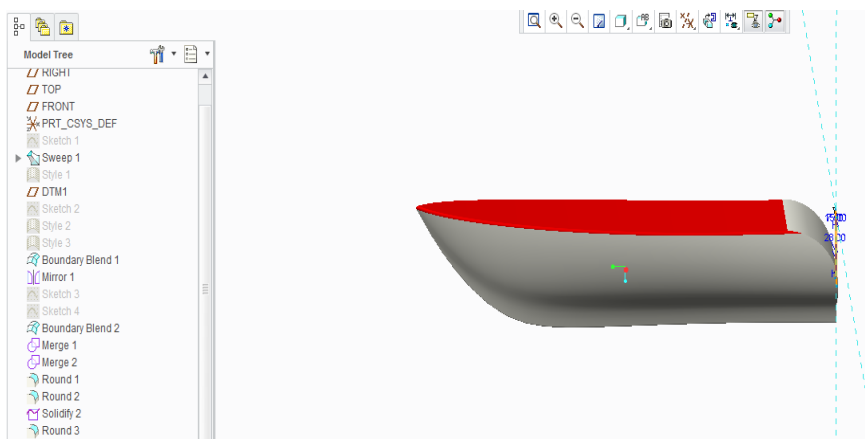
Εικόνα 7.4 Χρήση της εντολής Mirror.

Η εντολή **merge** όπου μέσω αυτής έγινε η συγχώνευση και ενοποίηση όλων των τμημάτων του σκάφους.



Εικόνα 7.5 Χρήση της εντολής Merge

Τέλος υπάρχει η εντολή **round** για την δημιουργία των κοίλων μερών του σκάφους.

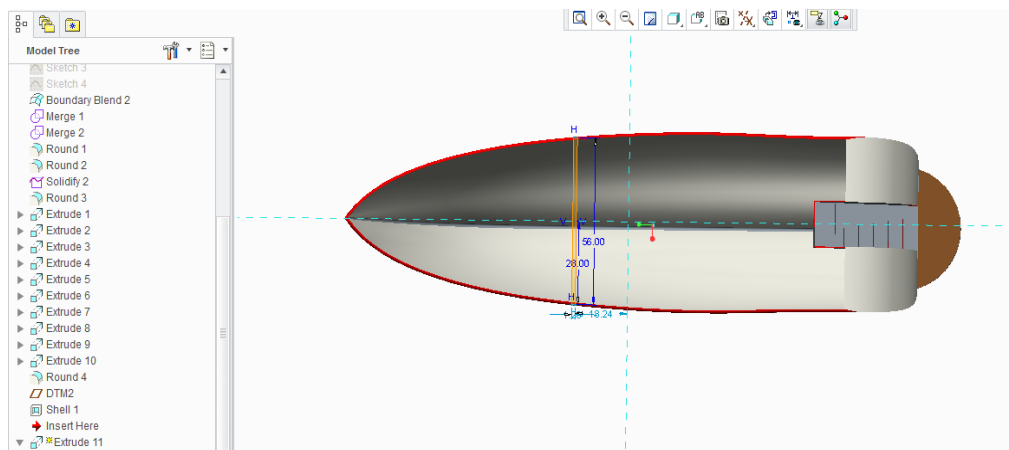


Εικόνα 7.6: Χρήση της εντολής Merge και Round.

Με εντελώς ανάλογη αλληλουχία εντολών ολοκληρώνεται και η σχεδίαση του πίσω μέρους της γάστρας.

Με την εντολή **boundary blend** ενώνονται τα δύο μέρη μεταξύ τους

Η αναπαράσταση της γάστρας του σκάφους ολοκληρώνεται με την εντολή **shell**



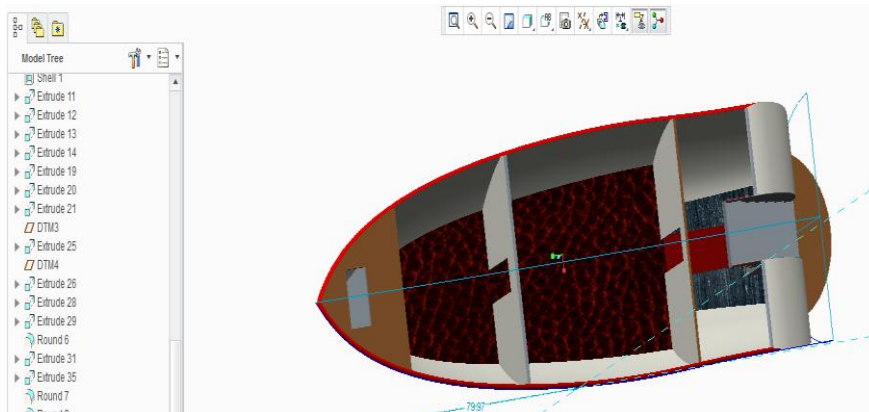
Εικόνα 7.7 η τελική διαμόρφωση της γάστρας με την εντολή shell.

7.3 Η διαμόρφωση των εσωτερικών χώρων για τους ορόφους

7.3.1 Ο κάτω όροφος του σκάφους

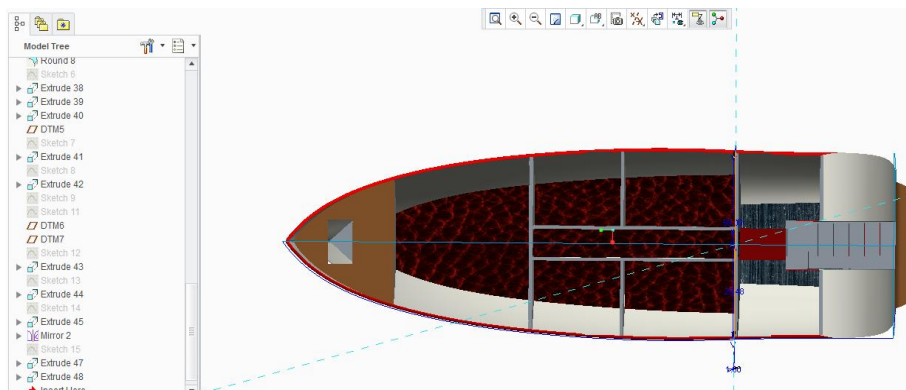
Μετά την τελειοποίηση της γάστρας, έγινε στη συνέχεια η τοποθέτηση πατώματος αλλά και η διαμόρφωση των χώρων που θα υπάρχουν στο κάτω μέρος του σκάφους. Ο κάτω

όροφος του σκάφους αποτελείται από τρία βασικά τμήματα (εικόνα 7.8). Στο πρώτο τμήμα, που έχει 5 μέτρα μήκος, βρίσκονται η κουζίνα και η τραπέζα του πληρώματος.



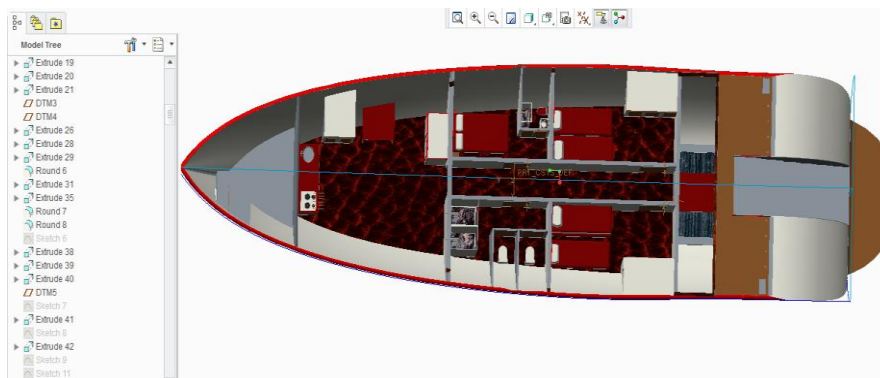
Εικόνα 7.8 τα τρία τμήματα του σκάφους.

Το δεύτερο τμήμα είναι ένας πολυχώρος όπου υπάρχουν τρία δωμάτια (ένα δίκλινο, δύο τρίκλινα) καθώς ένα κοινό μπάνιο και έχει μήκος 6 m (εικόνα 9). Τέλος το τρίτο τμήμα είναι το μηχανοστάσιο και έχει μήκος 5m.



Εικόνα 7.9 η σχεδίαση του πολυχώρου

Στην επόμενη εικόνα παρουσιάζεται η τελική διαμόρφωση του κάτω ορόφου του σκάφους



**

Εικόνα 7. 10 η διακόσμηση των εσωτερικών χώρων.

7.3.2 Η σχεδίαση του πρώτου ορόφου

Για την σχεδίαση του πρώτου ορόφου χρησιμοποιήθηκαν κάποιες παράμετροι που επιλέχθηκαν βάσει μελετών για άλλα παρόμοια σκάφη. Το design όμως του σκάφους είναι πρωτότυπο, είναι καθαρά ιδέα του σχεδιαστή και δεν είναι αντιγραφή από άλλο, δεν υπάρχει δηλαδή ήδη κάτι παρόμοιο. Οι παράμετροι που χρησιμοποιήθηκαν είναι: μήκος 11,6 m, πλάτος 5,8 m και ύψος 2 m. Οι εντολές οι οποίες χρησιμοποιήθηκαν είναι οι τρεις ήδη γνωστές

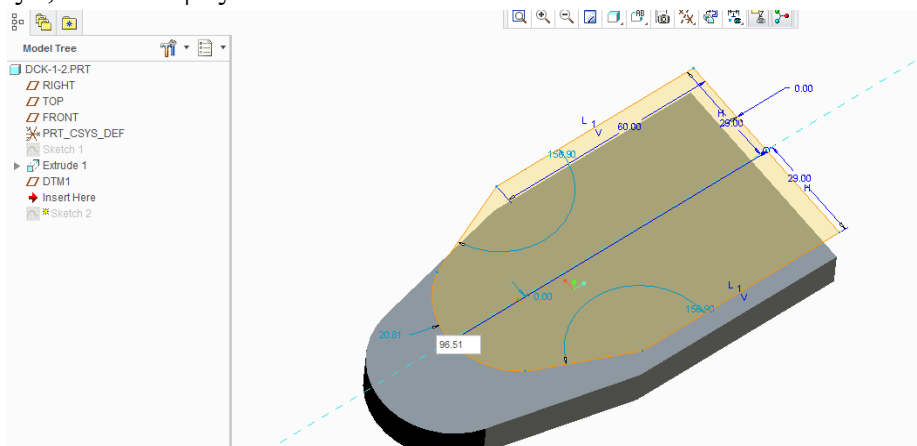
- **Shell**
- **Extrude**
- **Round**

στις οποίες προστέθηκαν, επιπλέον οι

- **Chamfer** για την δημιουργία των γωνιών του ορόφου.
- **Sweep** με την οποία δημιουργήθηκαν τα δύο μπροστινά παράθυρα

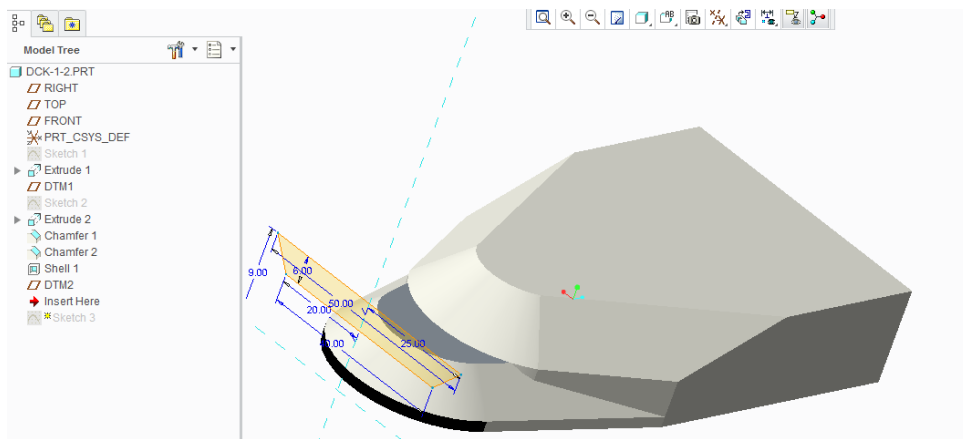
Το ξεκίνημα του σχεδίου έγινε με την δημιουργία ενός επιπέδου που είναι μια οριζόντια τομή του σκάφους. Αρχικά δημιουργούμε το επίπεδο και στη συνέχεια με την εντολή **trim** το προσαρμόζουμε στις επιθυμητές διαστάσεις.

Με τις δύο εντολές **extrude** σχηματίζουμε την τρισδιάστατη απεικόνιση. Η πρώτη από τις εντολές είχε βάση τις παραπάνω παραμέτρους ως προς το μήκος και πλάτος, ενώ είχε για ύψος 1 m. Η δεύτερη που τοποθετήθηκε ακριβώς από επάνω είχε μήκος 9,6 m, πλάτος 5,8 m και ύψος 1 m.

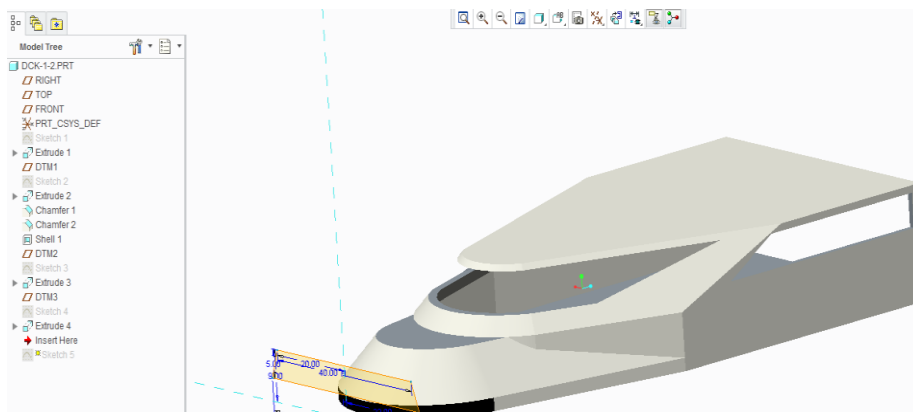


Εικόνα 7.11 η σχεδίαση με τη χρήση των δύο εντολών extrude.

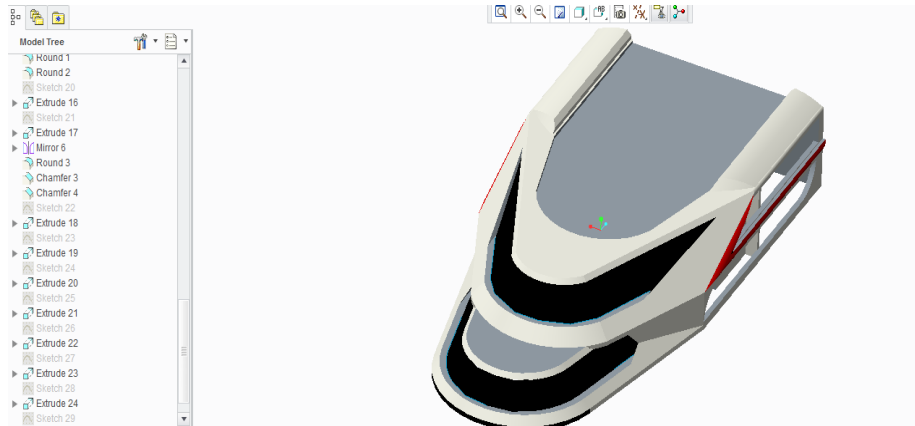
Μετά την δημιουργία των extrude το επόμενο βήμα ήταν η διαμόρφωση του ορόφου εξωτερικά αλλά και εσωτερικά. Αυτό έγινε με βάση τις εντολές που αναφέρθηκαν παραπάνω.



Εικόνα 7.12 η χρήση της εντολής chamfer για την δημιουργία γωνιών.

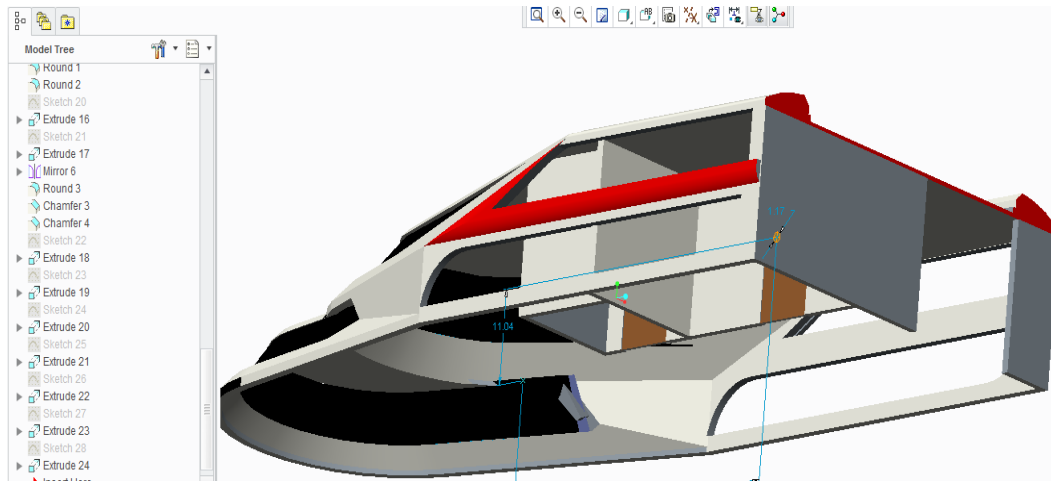


Εικόνα 7.13 Δημιουργία παράθυρων με την εντολή extrude και σχεδίαση εσωτερικού με την εντολή shell.



Εικόνα 7.14: Χρήση εντολής sweep για την σχεδίαση των δύο μπροστινών παραθύρων.

Για να ολοκληρωθεί η πλήρης σχεδίαση του πρώτου ορόφου, αφού έγιναν οι εξωτερικές αλλά και οι εσωτερικές διαμορφώσεις, σχεδιάστηκαν επίσης δύο εσωτερικοί χώροι. Οι χρήσεις των χώρων αυτών είναι μια καμπίνα πληρώματος και ένα μπάνιο. Οι παράμετροι για την καμπίνα είναι ύψος 2 m, πλάτος 2 m και μήκος 3m. Οι παράμετροι για την δημιουργία της τουαλέτας είναι ύψος 2 m, πλάτος 1.9 m και μήκος 1,3 m.

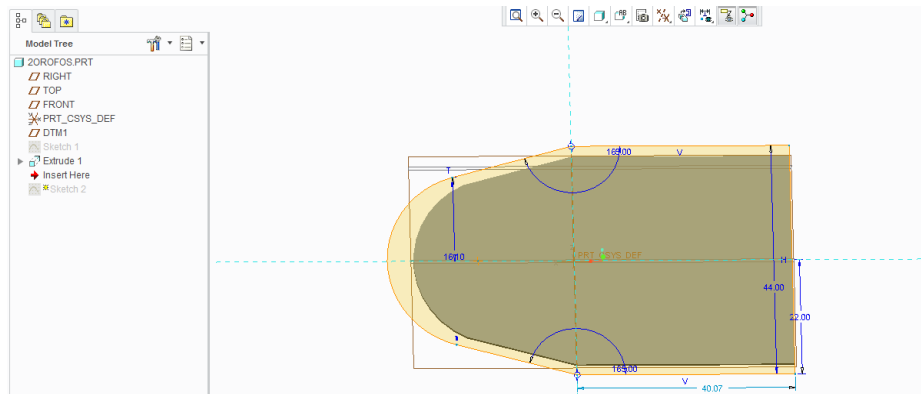


Εικόνα 7.15 Δημιουργία εσωτερικών χώρων.

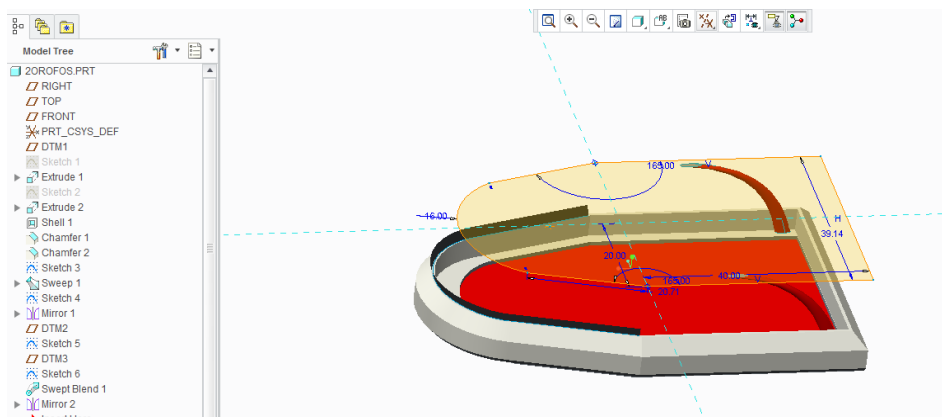
7.3.3 Ο σχεδιασμός του δεύτερου ορόφου

Ο δεύτερος όροφος του σκάφους είναι εξωτερικός. Αποτελείται από ένα στέγαστρο και επάνω σε αυτόν έχει τοποθετηθεί επιπλέον μια δεύτερη γέφυρα. Οι παράμετροι που έχουν ληφθεί είναι το μήκος 7.5 m, το πλάτος όπου είναι 4.4 m και το ύψος χωρίς το στέγαστρο όπου είναι 0.7 m

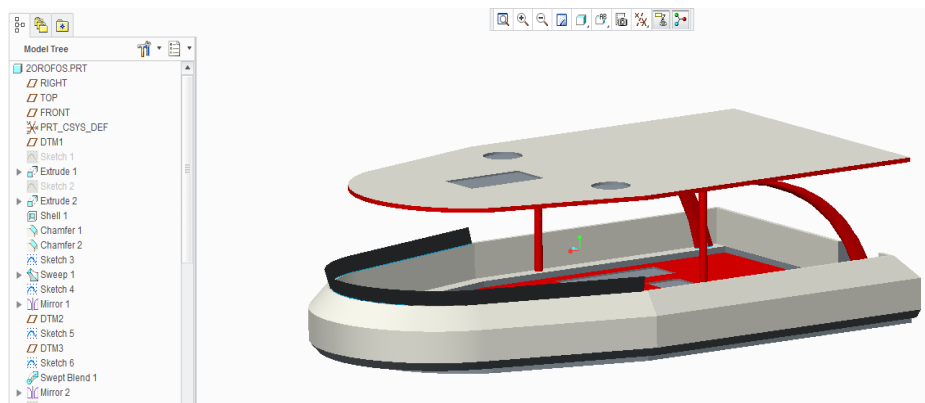
Το στέγαστρο του δεύτερου ορόφου καλύπτει ολόκληρο τον ανοικτό χώρο. Οι παράμετροι που χρησιμοποιήθηκαν είναι μήκος 6,9m, πλάτος 4 m και πάχος 0.3 m. Η απόσταση μεταξύ του πατώματος και του στέγαστρου είναι 1.95 m και συνδέονται μεταξύ τους με τέσσερις κολώνες. Οι εντολές που χρησιμοποιήθηκαν και εδώ είναι οι ίδιες με προηγουμένως: Extrude, Chamfer, Sweep, Swept blend, Shell, και Mirror.



Εικόνα 7.16 Σχεδίαση κάτω μέρος ορόφου με την εντολή extrude.



Εικόνα 7.17 : Σχεδίαση στεγάστρου και χρήση των εντολών shell, chamfer και sweep για τη διαμόρφωση του κάτω τμήματος.



Εικόνα 18: Ένωση στέγαστρου και κάτω τμήματος με κολώνες και χρήση εντολής swept blend.

7.4 Η σχεδίαση του πίσω τμήματος και εξαρτημάτων του σκάφους

Για το πίσω τμήμα του σκάφους σχεδιάστηκε ένα ακόμα στέγαστρο, μια εξωτερική σκάλα και κάγκελα περιμετρικά του σκάφους. Το πίσω στέγαστρο του σκάφους καλύπτει ολόκληρο το μέρος. Επιλέχθηκαν οι εξής παράμετροι : ύψος 2m, πλάτος 5,8 m, μήκος και πάχος 0.3 m. Η σκάλα έχει ύψος 2 m και πλάτος 0.8 m ενώ τα κάγκελα υψος 0.7 m.

Οι εντολές που χρησιμοποιήθηκαν είναι :

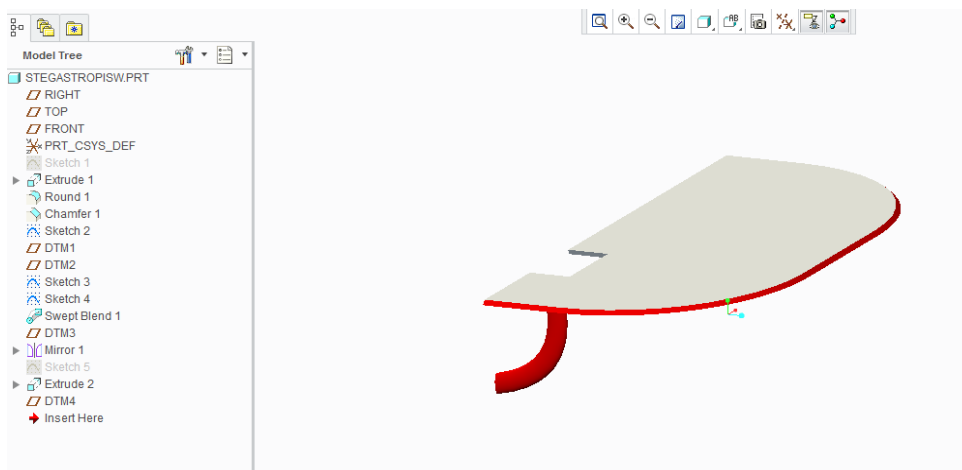
Extrude

Mirror

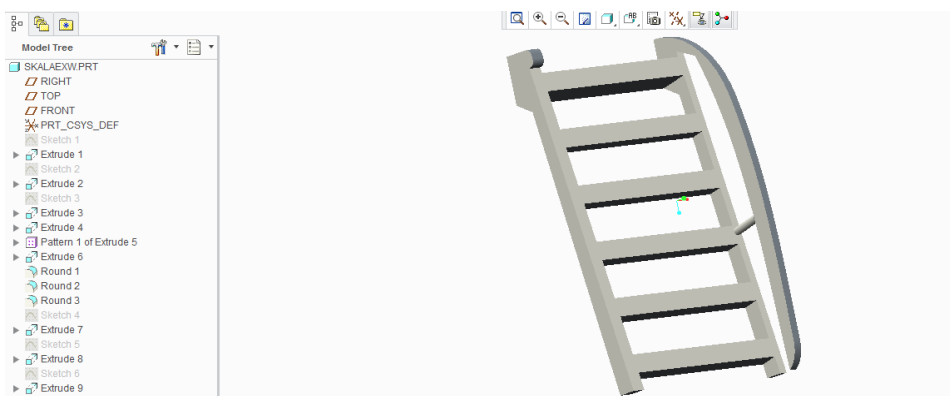
Swept blend

Pattern για την δημιουργία αντιγράφων σε ένα επίπεδο.

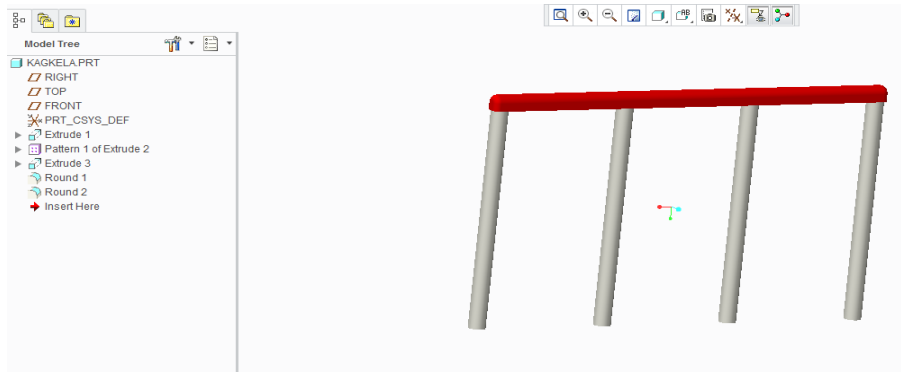
Round



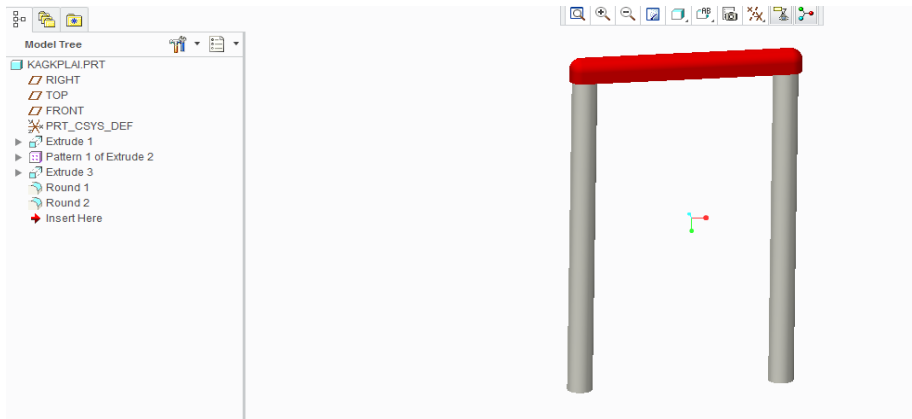
Εικόνα 7.19: Στέγαστρο πίσω μέρους.



Εικόνα 7.20 : Εξωτερική σκάλα που ενώνει το πίσω μέρος με τον επάνω όροφο και χρήση εντολής pattern.

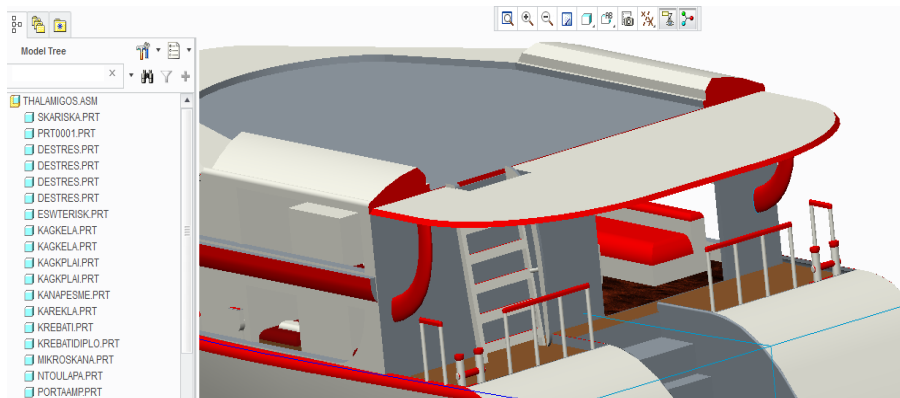


Εικόνα 7.21 : η σχεδίαση για τα πίσω κάγκελα προστασίας



Εικόνα 7.22 : η σχεδίαση για τα πλαϊνά κάγκελα.

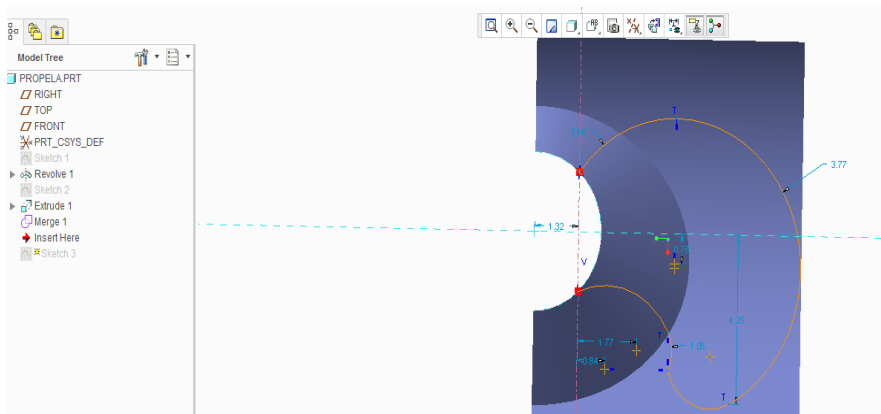
Η ενοποίηση των επιμέρους εξαρτημάτων με την εντολή sweep blend



Εικόνα 7.23 : η συνολική εικόνα από το πίσω τμήμα του σκάφους

7.5 Η σχεδίαση της προπέλας

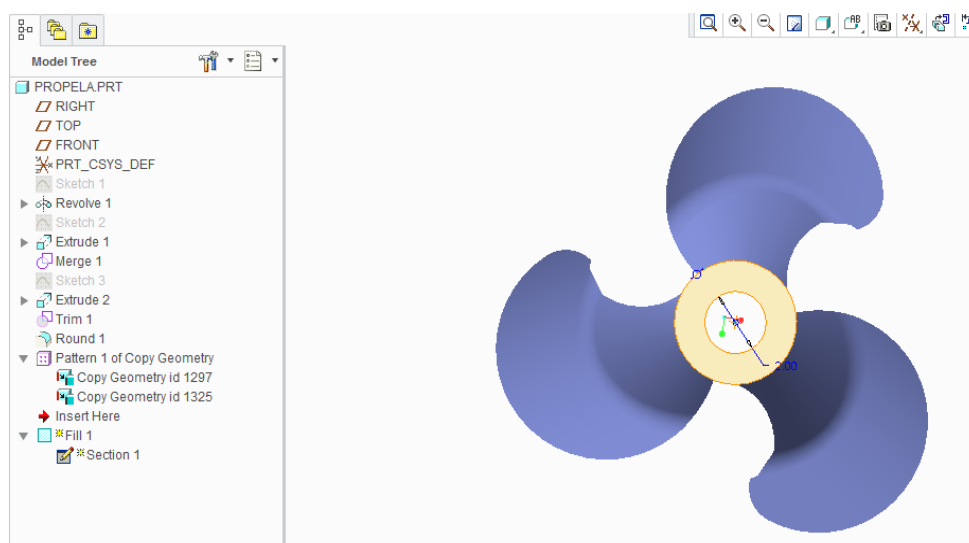
Στην αρχική μορφή χρησιμοποιούμε την εντολή **revolve**. Με την εντολή αυτή μπορούμε να περιστρέψουμε ένα σχέδιο (sketch) γύρω από ένα άξονα. Με αυτό τον τρόπο σχεδιάστηκε και δημιουργήθηκε η προπέλα ξεκινώντας αρχικά από ένα κώνο ο οποίος αναδεικνύεται με δύο φορές την εντολή **revolve**.



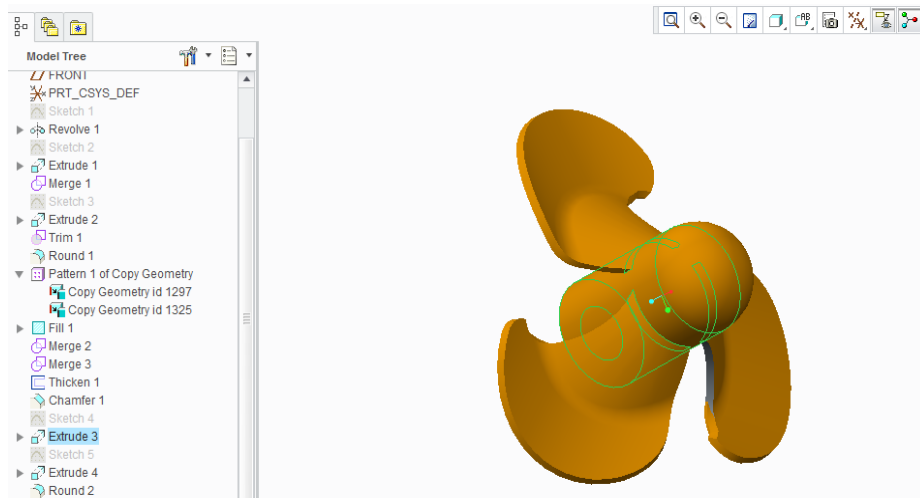
Εικόνα 7.24 η χρήση της εντολής Revolve.

Οι παράμετροι που χρησιμοποιήθηκαν για την προπέλα είναι το πλάτος του περυγίου που είναι 0.7 m και το μήκος στα 0.5 m. Αρχικά, όπως και για τη γάστρα, σχηματίζεται μια καμπύλη ενώνοντας τα δυο συμμετρικά άκρα μεταξύ τους. Έπειτα δουλεύοντας σε δυο επίπεδα σχηματίζεται το περίγραμμα του περυγίου δημιουργώντας ένα κλειστό σχήμα.

Με την εντολή **surface** δημιουργείται η επιφάνεια του περυγίου και αυτή γίνεται πιο παχιά με την εντολή **thicken**.



Εικόνα 7.25 Χρήση της εντολής Pattern για την δημιουργία 2 ακόμα ίδιων περυγίων.



Εικόνα 7.25 Χρήση της εντολής Thicken για να δοθεί πάχος στα περύγια και να τελειοποιηθεί η προπέλα

Κεφάλαιο 8ο

Οι λεπτομέρειες της σχεδίασης

8.1 Ο κάτω όροφος του σκάφους

Όπως αναφέρθηκε οι διαστάσεις του χώρου, όπως αυτός σχεδιάσθηκε, είναι:

Συνολικό μήκος 17 μέτρα, πλάτος 5,8 μέτρα και ύψος 2 μέτρα

Ο σχεδιασμός του μηχανοστασίου

Η θέση του μηχανοστασίου προσδιορίζεται με βάση τρεις παραμέτρους:

- Τον διαθέσιμο χώρο, που πρέπει να έχει βέβαια πάντα σε σχέση με το μέγεθος των μηχανών
- Το κατάλληλο Lay-out ώστε να μπορούν να μεταφέρονται οι μηχανές σε περίπτωση επισκευών
- Τη δυνατότητα που υπάρχει για να έχουν οι μηχανές τον αναγκαίο για την ιπποδύναμη τους εξαερισμό.

Χρειάζεται επίσης να ληφθεί υπόψη είναι ότι οι κινητήρες είναι πολύ πίσω, έτσι ώστε να προσθέτουν βάρος στην πρύμνη, θυμηθείτε επίσης ότι οι δεξαμενές καυσίμων θα μειώνουν το βάρος τους (ανάλογα με το καύσιμο που χρησιμοποιείται όταν το σκάφος κινείται).

Ενώ όμως οι δύο πρώτες παράμετροι είναι εύκολο να προσδιορισθούν, για τη τρίτη παράμετρο χρειάζεται να αναλυθούν ε λίγο περισσότερο τα στοιχεία.

Ο καθαρός αέρας που εισέρχεται στο μηχανοστάσιο διακινείται φθάνοντας στη μηχανή του πλοίου, όπου ένα μέρος του καταναλώνεται ως ο στοιχειομετρικά απαιτούμενος για τη λειτουργία της αέρας, ενώ παράλληλα ένα άλλο μέρος του διατηρεί τη θερμοκρασία του μηχανοστασίου χαμηλή και απομακρύνει πιθανόν άκαυστο καύσιμο ή καυσαέρια. Η υψηλή θερμοκρασία του χώρου μειώνει την ιπποδύναμη της μηχανής σε μεγάλο ποσοστό. Όσο πιο χαμηλή είναι επομένως η φυσική θερμοκρασία του μηχανοστασίου, τόσο πιο μεγάλη απόδοση της ισχύος της θα έχει η μηχανή. Γενικά μπορούμε να πούμε πως η διαφορά της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος του μηχανοστασίου και της εξωτερικής θερμοκρασίας δεν πρέπει να ξεπερνά τους 20° C, για να έχουμε το μέγιστο της απόδοσης σε ισχύ (www.ortsa.gr)

Πρακτικά έχει προσδιορισθεί ότι αυτή η αναγκαία ποσότητα του φρέσκου αέρα είναι η διπλάσια ποσότητα της στοιχειομετρικής, εκείνης δηλαδή που χρειάζεται η μηχανή για τη καύση του καυσίμου. Οι υπολογισμοί που έγιναν έδωσαν **μια τιμή για τη ποσότητα αέρα η οποία υπολογίσθηκε σε 4,5 κυβ. μέτρα ανά ίππο και ώρα.**

Για τη μηχανή τύπου MAN 2842 LXE της θαλαμηγού με ισχύ 662 kw (911hp) χρειάζεται επομένως μια ποσότητα αέρα ίση με 4100 κυβ. μέτρα την ώρα ή $68 \text{ m}^3 / \text{min}$. Για το 50% της ποσότητας αυτής (για το 100% ο φυσητήρας θα ήταν πολύ μεγάλος και θα απαιτούσε πολύ χώρο) υπάρχει εγκατεστημένος ένας φυσητήρας εξαερισμού που προορίζεται για να συμπληρώνει με φρέσκο αέρα όταν η κυκλοφορία του αέρα στο μηχανοστάσιο με φυσικό τρόπο δεν είναι επαρκής και οι συνθήκες του ταξιδιού το απαιτούν. Συνήθως ο φυσητήρας αυτός δεν βρίσκεται σε λειτουργία και ο εξαερισμός γίνεται μέσω ενός αεραγωγού εισόδου και ενός αεραγωγού εξόδου.

Όπως είναι κατανοητό ο αέρας που εισέρχεται είναι κατά 1,25-2,50 φορές μεγαλύτερος από τον όγκο αέρα που εξέρχεται και ο λόγος είναι ότι ένα μέρος του εισερχόμενου αέρα καταναλώνεται στη καύση. Οι αεραγωγοί εισαγωγής του αέρα θα πρέπει επομένως να είναι αντίστοιχα μεγαλύτεροι, ίσως και διπλάσιοι, από αυτούς της εξαγωγής, αν δεν υπάρχει φυσητήρας. Στη περίπτωση της θαλαμηγού που σχεδιάζεται η διάμετρος του αεραγωγού εισαγωγής θα πρέπει να είναι τουλάχιστον 100 cm x 160 cm. (Σ.Ε.Μ.ΕΞ, 2014)

Έχοντας λοιπόν από το prospectus με τη περιγραφή των μηχανών τις διαστάσεις τους

Dimensions D2842		LE419/412/405	
A-Overall width of engine	mm	1,230	
B-Overall length of engine	mm	1,751	
C-Overall height of engine	- flat oil pan	mm	1,105
	- deep oil pan	mm	1,216
D-Top of engine to crankshaft centre	mm	685	
E-Length front end to edge of flywheel housing	mm	1,491	
Average weight of engine ready for installation (dry)	kg	1,790	

μπορεί να υπολογισθεί ο χώρος που καταλαμβάνουν στο μηχανοστάσιο (με 0,7 μέτρα διάδρομους πρόσβασης). Ο υπολογισμός δίνει με διαστάσεις

(μήκος) $2 \times 1751 + 3 \times 700 = 5,6 \text{ μέτρα}$ και (πλάτος) $1,23 + 2 \times 700 = 2,63 \text{ μέτρα}$

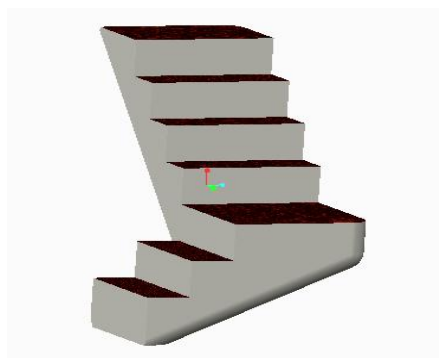
μια κάλυψη $E_{μηχ} = 14,7 \text{ τετρ. μέτρα}$

Στο μηχανοστάσιο θα υπάρχει επίσης η δεξαμενή καυσίμου και μια δεξαμενή λιπαντικού τοποθετημένα έτσι ώστε να διευκολύνεται η τροφοδότηση των μηχανών με καύσιμο. Οι όγκοι των δεξαμενών αυτών έχουν υπολογισθεί προηγουμένως και βρέθηκαν να είναι 7 κυβ. μέτρα και 0,05 κυβ. μέτρα αντίστοιχα. Ως εκ τούτου με 1,2 ύψος η επιφάνεια που θα καλύπτουν οι δεξαμενές θα είναι 5,4 τετρ. μέτρα. Για την αποφυγή κρουστικών σοκ από την επιφάνεια του υγρού, τόσο η δεξαμενή καυσίμου όσο και η αντίστοιχη του πόσιμου νερού θα έχουν σχήμα επίμηκες (συνήθως το πλάτος είναι το $\frac{1}{3}$ έως το $\frac{1}{2}$ του μήκους), ως το σχήμα



Εικόνα 8.1 η σχεδίαση της δεξαμενής νερού

Επίσης χρειάζεται να προστεθεί και η προβολή της σκάλας καθόδου που είναι 2 τετρ. μέτρο. Η σχεδίαση της σκάλας αποδίδεται με το παρακάτω σχήμα



Εικόνα 8.2 η σκάλα ανόδου

Με 5 μέτρα μήκος και 5,4 μέτρα πλάτος το συνολικό εμβαδόν του μηχανοστασίου είναι 29 τετρ. μέτρα και επομένως ο ελεύθερος χώρος που είναι διαθέσιμος θα είναι 4,9 τετρ. μέτρα, ή το 18% της επιφάνειας του μηχανοστασίου. Ο χώρος αυτός είναι διαθέσιμος για τα σύνεργα επισκευών και τους χώρους πρόσβασης.

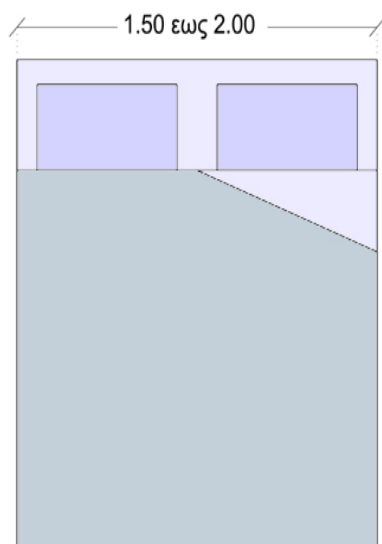
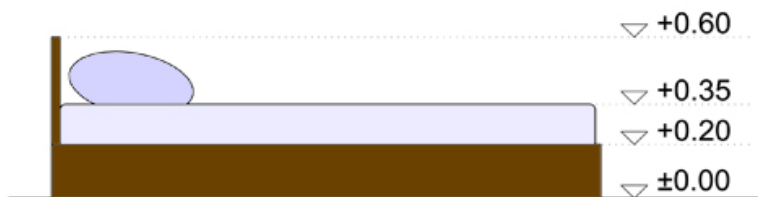
Επομένως ο διαχωρισμός του μηχανοστασίου θα γίνει στα 5 μέτρα μήκος.

Ο υπολογισμός του πολυχώρου

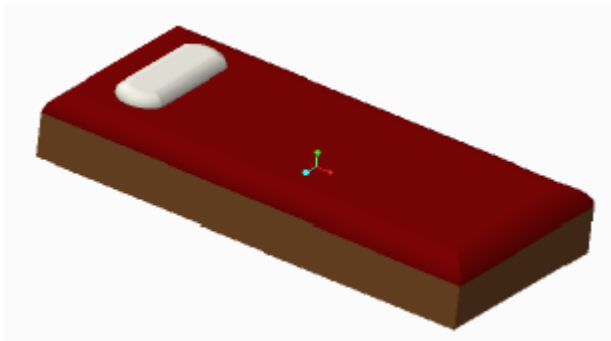
Στον πολυχώρο υπάρχουν τρία δωμάτια (ένα δίκλινο και δύο τρίκλινα) και ένα κοινό μπάνιο, ενώ, ανάμεσα στα δύο μέρη του υπάρχει ένας διάδρομος διόδου πλάτους 0,8 μέτρα.

Το κοινό μπάνιο έχει διαστάσεις 2,9 πλάτος και το ίδιο μήκος και εκτός από τα απαραίτητα είδη υγιεινής έχει μέσα, σε ξεχωριστό χώρο, τις δεξαμενές : ποσίμου νερού με επιφάνεια 1 τετρ. μέτρα (1,5 x 0,65), αποβλήτων (grey water) και ακαθάρτων (black water). Να σημειωθεί ότι οι δεξαμενές ποσίμου νερού αδειάζουν στη διάρκεια ενός ταξιδιού, ενώ αντίθετα, προστίθεται νερό στις γκριζες και μαύρες δεξαμενές αποβλήτων και ακαθάρτου νερού. Όλες όμως οι αυξομειώσεις όγκων νερού θα πρέπει να οδηγούν στη διατήρηση του κέντρου βάρους και επομένως οι θέσεις αυτών των δεξαμενών μέσα στο σκάφος θα πρέπει να είναι κατάλληλα επιλεγμένες ώστε τα διανύσματα των δυνάμεων που δημιουργούνται να αλληλοεξουδετερώνονται. Αυτός είναι και ο λόγος που όλες οι δεξαμενές βρίσκονται στο ίδιο επίπεδο μέσα στο σκάφος.

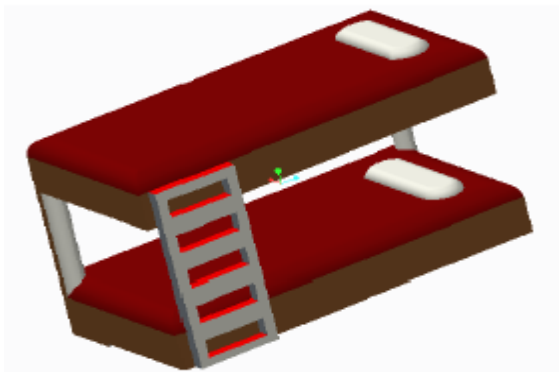
Τα δίκλινα δωμάτια θα έχουν διαστάσεις 2,9 πλάτος και 3,1 μήκος, ώστε να υπάρχει ενιαία διαμήκης στήριξη σε όλο τον πολυχώρο. Στο δίκλινο δωμάτιο υπάρχει ένα διπλό κρεβάτι πλάτους 1,6 και μήκους 1,9μέτρα το καθένα (σχήμα α) και μια ντουλάπα με διαστάσεις 1,4 x 0,7 x 1, 8, ενώ στα τρίκλινα δωμάτια υπάρχει ένα κρεβάτι 0,9 μ πλάτος (σχήμα β) και μια κουκέτα με δύο κρεβάτια, πλάτους 18'' (σχήματα γ και δ)



(Σχήμα α)



(Σχήμα β)



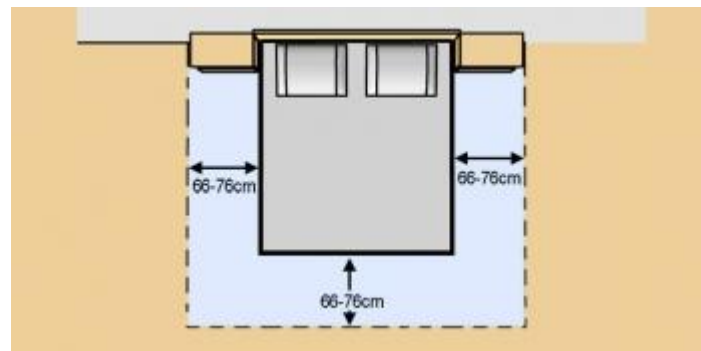
(Σχήμα γ)



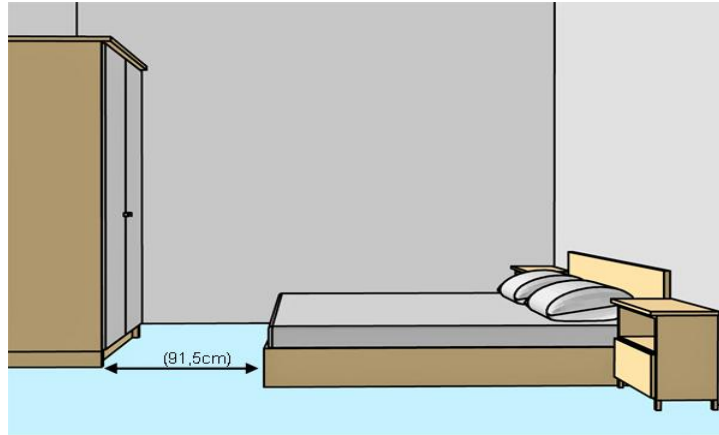
(Σχήμα δ)

Εικόνα 8.3 σχέδια για τις κρεβατοκάμαρες

Περιμετρικά του κρεβατιού πρέπει να μένει ελεύθερος χώρος περίπου 66-76 εκατοστά. Ο χώρος αυτός εξασφαλίζει την άνετη κίνηση και το στρώσιμο του κρεβατιού.



Στο δίκλινο που υπάρχει η ντουλάπα θα πρέπει για να μπορεί να ανοίγει να υπάρχει ένας ελεύθερος χώρος 91 εκ. από το κάτω μέρος ή το πλαϊνό του κρεβατιού (ανάλογα με τη θέση της ντουλάπας)



Για το δίκλινο δωμάτιο έχουμε επομένως συνολικό πλάτος που καλύπτεται από τον χώρο $0,68 + 2,0 + 0,91 + 0,7 = 4,30$ μέτρα $< 5,70$ μέτρα πλάτος σκάφους.

Με αυτή τη διανομή των χώρων **το συνολικό μήκος του πολυχώρου θα είναι 6 μέτρα.**

Ο υπολογισμός του πρώτου χώρου στον κάτω όροφο

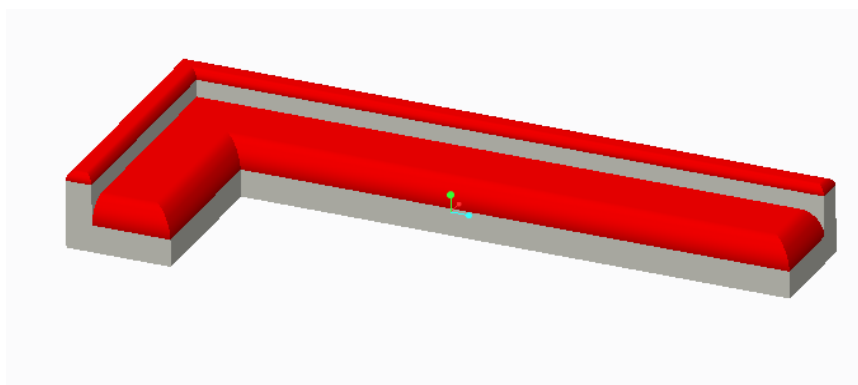
Στο χώρο αυτόν υπάρχει η κουζίνα, ένας χώρος αποθήκευσης και η τραπεζαρία του πληρώματος

Η διάταξη στον χώρο αυτό επιβάλλει τις πιο κάτω παραδοχές

Ο χώρος αποθήκευσης καλύπτει την σε σχήμα V πλευρά του σκάφους προς τη πλώρη καθώς είναι ένας νεκρός για δραστηριότητες χώρος.

Οι εγκαταστάσεις μαγειρέματος και η τραπεζαρία βρίσκονται απέναντι η μια στην άλλη με τον ενδιάμεσο χώρο να παραμένει κενός

Στη μια πλευρά του σκάφους υπάρχει ένας καναπές τύπου



Με βάση αυτά τα δεδομένα ο χώρος αυτός σχεδιάζεται για να έχει μήκος 5 μέτρα.

8.2 Ο πρώτος όροφος του σκάφους

Ο όροφος αυτός είναι ο όροφος εισόδου στο σκάφος. Όπως είδαμε κατά τη σχεδίαση στον όροφο αυτό υπάρχει μια καμπίνα επισκεπτών και ένα μπάνιο (WC). Ο υπόλοιπος διαθέσιμος χώρος είναι ο χώρος της καθημερινής φυσικής παραμονής των ιδιοκτητών και των επισκεπτών του σκάφους. Καθώς οι παράμετροι για την καμπίνα είναι ύψος 2m, πλάτος 2 m και μήκος 3m, και οι παράμετροι για την δημιουργία του WC είναι ύψος 2m, πλάτος 1.9 m και μήκος 1,3 m υπάρχουν ελεύθεροι χώροι οι οποίοι διαμορφώνονται κατάλληλα. Υπάρχει βέβαια μια σκάλα ανόδου στον 2^ο όροφο αλλά παραμένει ένας χώρος περίπου έξι μέτρα επί έξι ως χώρος παραμονής και τραπεζαρίας.

Στον όροφο αυτό, καθώς βρίσκεται πιο ψηλά από το επίπεδο της θάλασσας έχει μεγάλη σημασία η σχεδίαση των παραθύρων τόσο στη τραπεζαρία όσο και στη καμπίνα επισκεπτών.

8.3 Ο δεύτερος όροφος του σκάφους

Στον δεύτερο όροφο του σκάφους πρακτικά υπάρχει μόνο η αίθουσα ελέγχου. Υπάρχει όμως ένα άνοιγμα που καλύπτεται με σκέπαστρο και μπορεί να χρησιμοποιηθεί και ως χώρος παραμονής.

Η σχεδίαση του πάνελ ελέγχου απαιτεί να υπάρχουν οι εξής προϋποθέσεις :

Άνεση χώρου και ευκολία κινήσεων και άπλετος φωτισμός

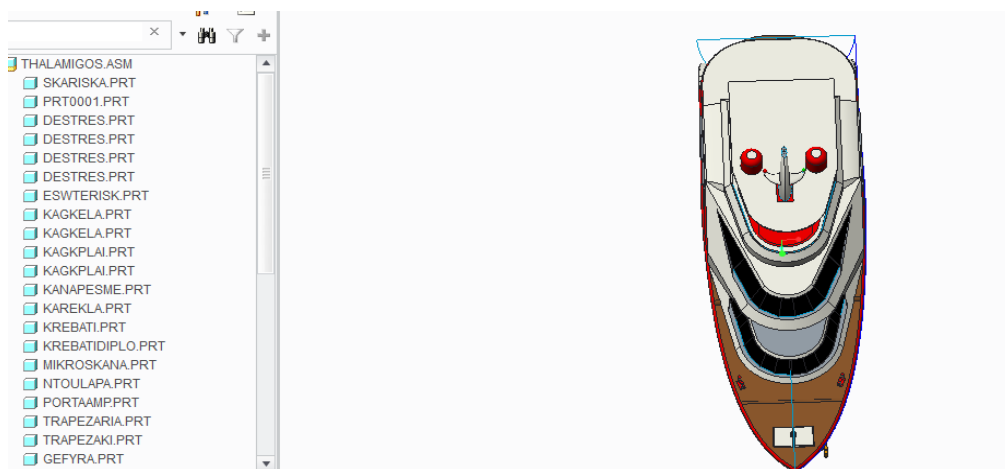
Για το λόγο αυτό ο χώρος ελέγχου επίσης τον φωτισμό, με έξι προκαθορισμένες "οπτικές διαθέσεις" διαθέσιμες. Η αίσθηση του ανοίγματος ενισχύεται στα δωμάτια με τη χρήση θολωτών ανοιγμάτων. Οι εξωτερικοί χώροι δεν έχουν παραβλεφθεί. Το σκέπαστρο είναι πτυσσόμενο ώστε όταν δεν υπάρχει ήλιος να μπορεί κάποιος να το ανοίγει.

8.4 Η τελειοποίηση του σχεδίου

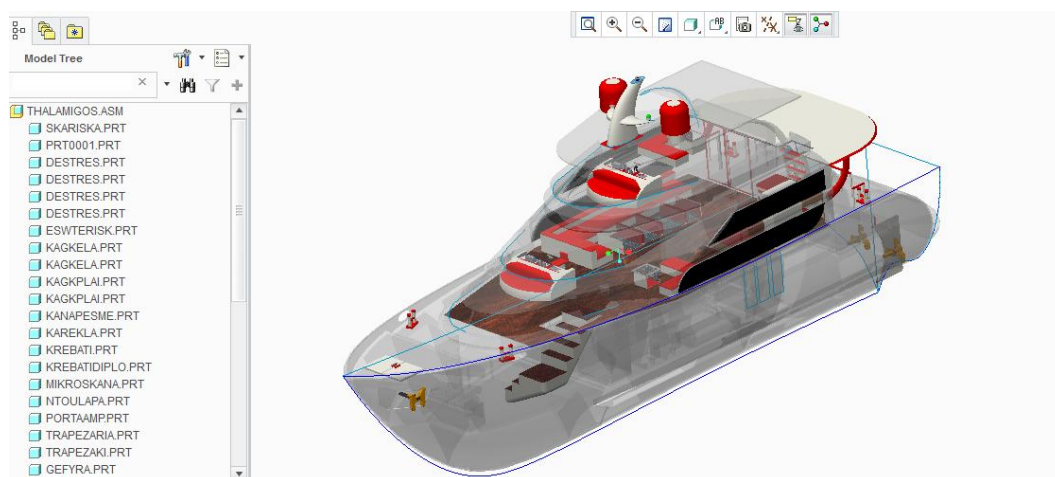
Μετά την ανάλυση του τρόπου σχεδίασης των πιο σημαντικών τμημάτων του σκάφους, παρουσιάζεται ολοκληρωμένη η σχεδίαση της θαλαμηγού στην τελική της μορφή.



Εικόνα 8.4 η πλαϊνή όψη της ολοκληρωμένης θαλαμηγού



Εικόνα 8.5 η όψη όλου του σκάφους από ψηλά



Εικόνα 8.6 Χρήση του χρώματος glass για την εμφάνιση του εσωτερικού

Συμπεράσματα

Η παρούσα εργασία είχε ως σκοπό να περιγράψει τον κλάδο των σκαφών αναψυχής όσον αφορά τους κανονισμούς που υπάρχουν, τα είδη των σκαφών που καλύπτουν τις διάφορες ανάγκες αναψυχής και τους οργανισμούς εκείνους που καθορίζουν τις βασικές απαιτήσεις και ελέγχους που πρέπει να γίνονται ώστε να διασφαλίζεται το αξιόπλοο και η ασφάλεια των σκαφών.

Περιγράφηκαν τα βασικά χαρακτηριστικά που χρειάζονται για τη σύλληψη και τον σχεδιασμό ενός σκάφους αναψυχής. Καθώς δεν μπορούν όλα τα σκάφη να καλύπτουν όλες τις απαιτήσεις γίνεται πάντοτε μια συμβιβαστική επιλογή ώστε η σχεδίαση να είναι εφικτή μέσα σε λογικό κόστος. Τις περισσότερες φορές η αρχική σχεδίαση βασίζεται πάνω στα χαρακτηριστικά του πλοίου αναφοράς και σιγά –σιγά εξελίσσεται.

Η κατασκευή του σκάφους ξεκινάει πάντοτε από τη κατασκευή της γάστρας. Επιλέγεται ο τύπος της γάστρας σύμφωνα με τη χρήση που προβλέπεται να γίνει στο σκάφος γνωρίζοντας από την αρχή ότι κανένας τύπος γάστρας δεν έχει μόνο πλεονεκτήματα.

Στη περίπτωση που αναπτύχθηκε έχει ζητηθεί η κατασκευή μιας θαλαμηγού, μήκους περίπου 20 μέτρων που μπορεί να αναπτύξει ταχύτητα μέχρι 25 κόμβους. Για τη κατασκευή του σκάφους χρησιμοποιήθηκε το τρισδιάστατο πρόγραμμα γραφικής αναπαράστασης Creo Parametric το οποίο επιτρέπει την αναπαράσταση των διαφόρων τμημάτων του σκάφους και στη συνέχεια την συναρμολόγηση τους.

Το πρόγραμμα, ενώ μπορεί και συνθέτει σε μεγάλο βαθμό λεπτομέρειας, π.χ. μπορεί να σχεδιασθεί ένας σκαρμός για κουπί δεν μπορεί εύκολα να αποτυπώσει τις λεπτομέρειες κάποιων συστημάτων (π.χ το σύστημα προώθησης) τα οποία με τον τρόπο αυτό δεν εμφανίζονται στην εργασία.

Βιβλιογραφία

Αλατίνης, Αλέξανδρος. (2012), *Συστήματα σταθεροποίησης πλοίων*. Πτυχιακή εργασία μηχανικών εμπορικού ναυτικού, Μακεδονίας, 28 Ιουνίου 2012.

Δήμου Ι., (2004), *Εγκάρσια Αρχική Ευστάθεια Πλοίου*. Διάλεξη 9^η, σχολή Ναυτικών Δοκίμων, τομέας Ναυπηγικής.

Θεμελής Νίκος, (2017), *Ελληνικός νηογνώμων*. Ναυτικός Όμιλος Ελλάδος 27 Μαρτίου 2017

Καραβάς, Νικόλαος. (2009), *Έλεγχος ευστάθειας και σταθεροποίηση πλοίου με την βοήθεια της μη γραμμικής διαφορικής εξίσωσης Mathieu*. Διπλωματική εργασία, Παν/μείο Πατρών, 2009.

Λουκάκη, Θ.Α. και Γρηγορόπουλου, Γ.Ι. (1996), *Υδροδυναμική Σχεδίαση Μικρών Σκαφών*. Εκδόσεις Ε.Μ.Π., Αθήνα 1996

Παπαδόπουλος Ιωσήφ, (2009) *Κατηγοριοποίηση σκαφών*, (online), Rib and sea, 19 Φεβρουαρίου 2009. <http://www.ribandsea.com/law/38-qceq.html>

Πέππα Σοφία και Γρηγορόπουλος Γρηγόρης, (2008), *Τεχνολογία μικρών σκαφών*. Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα ΤΕΙ Αθήνας

Υπουργείο ΑΝ. ΥΠ, (2012), *Σκάφη Ανάπτυξης, οδηγός νομοθεσίας*. 1^η Γενική Διεύθυνση Βιομηχανικής Πολιτικής

Χατζηκωνσταντής, Γεώργιος, (2015) *Τεχνολογία πλοίου, τεχνική νομοθεσία*. Σημειώσεις μαθήματος Ζ' εξάμηνο, Αθήνα.

Benggaard, Joar, (1997), *The International Code of Safety for High-Speed Craft - the IMO HSC Code: History, Philosophy, and Application on A Modern US Built Passenger Catamaran*. MarineLog Ferries '97, November 1997.

Bengston, Harlan, (2010), *Open channel flow Basics*, (online) 28/07/2010, Bright Hub Engineering. <http://www.brighthubengineering.com/>

Chakraborty, Soumya, (2017), *Ship Stability : Understanding Intact Stability of Ships*, (online) In: Naval Architecture on March 22, 2017

Cummings, Thomas R. and Roden, Paul J., (1996), *A summary of the IMO High-Speed Code*. Marine Technology, vol. 35 No 3 July 1996

Det Norske Veritas: *Rules for Classification of High-Speed Light Craft*, 1997.

Fuglerud, G., TMR4100 - Marin Teknikk 1. Vol. 3. 2003: Marin Teknisk Senter, NTNU.

Grgic Massimo Gregori, (2015), *Yacht Design Handbook*. Edizioni Digitali FrancoAngeli

Lottret, Chloe, (2016), *La carène semi-planante, le compromis vitesse/confort*, (online)

07-01-2016 Bateaux.com Magazine du nautisme.

<https://www.bateaux.com/article/22131/savoir-carene-semi-planante>

Misra C.,Suresh, (2016), *Design Principles of Ships and Marine Structures*. CRC Press, 2016 by the Taylor &Francis Group,

Nielsen, F.G., *Lecture Notes in Marine Operations*. 2007.

Παράρτηματα

Παράρτημα Α' Τα βασικά σημεία του LY3

LY3 item	Objective and references	Indicative subjects	HRS Rules
Construction and Strength	<ul style="list-style-type: none"> • Ensure that all vessels are constructed to a consistent standard • Refer to Rules of a Classification Society 	<ul style="list-style-type: none"> • Structural Strength • Watertight Bulkheads • Enclosed Compartments within the Hull and below the Freeboard Deck • Rigging of sailing vessels 	Part 3
Weathertight Integrity	<ul style="list-style-type: none"> • Standards to achieve weathertight integrity • Refer to the International Convention on Load Lines (ICLL 1966) 	<ul style="list-style-type: none"> • Hatchways and Skylight Hatches • Doorways and Companionways • Windows • Ventilators and Exhausts • Air Pipes • Scuppers, Sea Inlets and Discharges • Materials for Valves and Associated Piping 	Part 3 Part 5
Water freeing arrangements	Consideration of the risks of green water being shipped aboard	Requirements at least equivalent to the standard of ICLL.	Part 3

LY3 item	Objective and references	Indicative subjects	HRS Rules
Machinery*	<ul style="list-style-type: none"> • Set minimum requirements • Rules of a Classification Society • SOLAS Chapters II-1/Part C & E 	<ul style="list-style-type: none"> • Machinery installation • Unattended machinery spaces 	Part 5
Electrical Installations*	<ul style="list-style-type: none"> • Set minimum requirements • Rules of a Classification Society • SOLAS Chapter II-1/Part D & E 	<ul style="list-style-type: none"> • Installation • Lighting • Batteries • Emergency Power 	Part 6
Steering Gear*	<ul style="list-style-type: none"> • Set minimum requirements • Rules of a Classification Society • SOLAS Chapter II-1/Part C 		Part 5

Παράρτημα Β' χαρακτηριστικά του προς σχεδίαση σκάφους

ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	MOTOR YACHT
Μήκος Μεταξύ Καθέτων <u>Lbp</u> [m]	20.0
Πλάτος B [m]	6.1
Βύθισμα T[m]	1.6
Κοίλο D [m]	3.0
Gross Tonnage GT (Ολική Χωρητικότητα)	135
Εκτόπισμα Δ [ton]	80
Όγκος Εκτοπίσματος ∇ [m ³]	78
Αριθμός Froude	0.9
Μέγιστη Ταχύτητα [knots]	25
Ταχύτητα Υπηρεσίας [knots]	22
Μηχανή	Κατασκευαστής: 2X MAN Μοντέλο: D2842LXE Diesel
Ολική Χωρητικότητα Δεξαμενών Καυσίμων [l]	8000
Ολική Χωρητικότητα Δεξαμενών Νερού [l]	1300
Αριθμός Μελών Πληρώματος	3
Αριθμός Επιβατών	8
Διάρκεια ταξιδιού	2 ημ
Υλικά Κατασκευής	Γάστρα - Hull:GRP Υπερκατασκευή - Superstructure:GRP Κατάστρωμα - Deck:Teak