



Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης

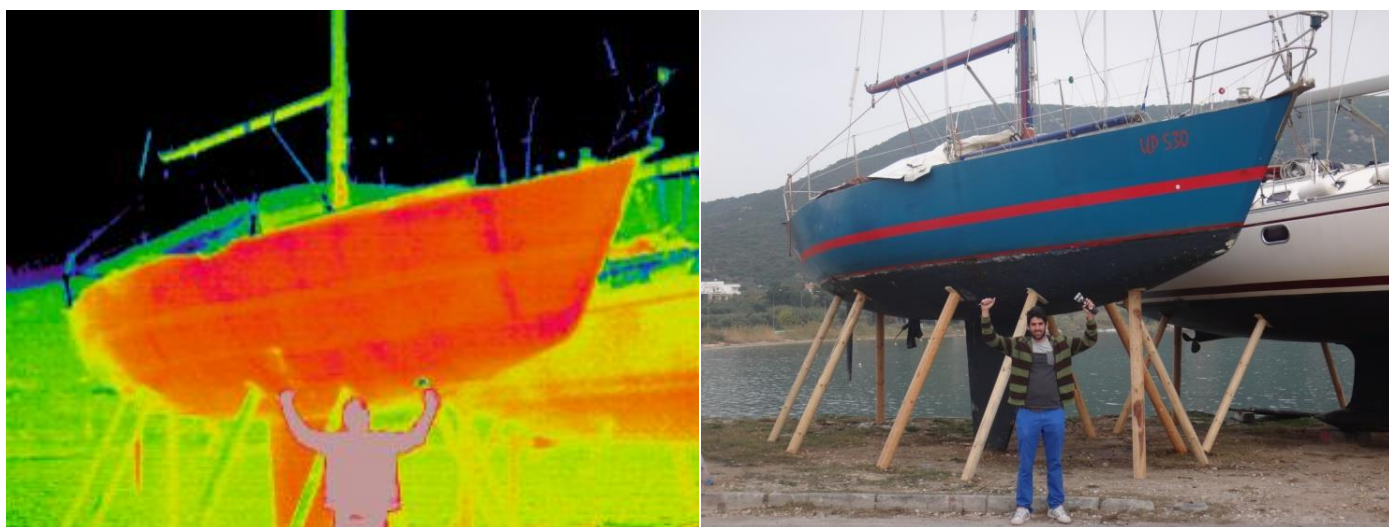
Πολυτεχνική Σχολή

Τμήμα Μηχανικών Παραγωγής και Διοίκησης

Τομέας Υλικών, Διεργασιών και Μηχανολογίας

Επιβλέπων Καθηγητής: Παντελής Ν. Μπότσαρης

Χρήση της υπέρυθρης θερμογραφίας ως μεθόδου μη καταστροφικού ελέγχου για την πρόληψη και τη διάγνωση βλαβών σε ιστιοπλοϊκά σκάφη και πρωτόκολλα ασφαλείας στη θάλασσα



Διπλωματική Εργασία

Μπαφούνης - Κοττάς Εμμανουήλ
Α.Μ.: 91061

Ξάνθη, Ιανουάριος 2016



Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης

Πολυτεχνική Σχολή

Τμήμα Μηχανικών Παραγωγής και Διοίκησης

Τομέας Υλικών, Διεργασιών και Μηχανολογίας

Επιβλέπων Καθηγητής: Παντελής Ν. Μπότσαρης

Χρήση της υπέρυθρης θερμογραφίας ως μεθόδου μη καταστροφικού
ελέγχου για την πρόληψη και τη διάγνωση βλαβών σε ιστιοπλοϊκά
σκάφη και πρωτόκολλα ασφαλείας στη θάλασσα

Διπλωματική Εργασία

Μπαφούνης - Κοττάς Εμμανουήλ

A.M.: 91061

Διπλωματική εργασία που υποβλήθηκε τον Ιανουάριο του 2016 για την απόκτηση του
διπλώματος Μηχανικού Παραγωγής και Διοίκησης

Εμμανουήλ Μπαφούνης - Κοττάς
Υποψήφιος Μηχανικός Παραγωγής και Διοίκησης Δ.Π.Θ.



Copyright © Εμμανουήλ Μπαφούνης - Κοττάς, 2015.

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τον συγγραφέα.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Δημοκρίτειου Πανεπιστημίου Θράκης.

"Είναι προτιμότερο να προλαμβάνεις παρά να θεραπεύεις"

Ιπποκράτης, 4ος αιώνας π.Χ.

Αφιερωμένο

στην αδελφή μου, Αναστασία

Πρόλογος

Με την αλματώδη εξέλιξη της τεχνολογίας τις τελευταίες δεκαετίες, οι κατασκευές τείνουν να γίνονται ολοένα και πιο πολύπλοκες, με αποτέλεσμα να υπόκεινται σε αντίστοιχα σύνθετες βλάβες ή αστοχίες που επηρεάζουν αρνητικά την αξιοπιστία, την διαθεσιμότητα και την ασφαλή λειτουργία τους. Τέτοιες κατασκευές συναντάμε σε ιδιαίτερα κρίσιμους – οικονομικά και τεχνικά – τομείς, όπως οι μηχανουργικές κατεργασίες, τα συστήματα παραγωγής και μεταφορών, ο ηλεκτρικός και ηλεκτρονικός εξοπλισμός, τα συστήματα παραγωγής ενέργειας, αλλά και η ναυτιλία. Η λειτουργικότητα και η διαθεσιμότητα τους ανά πάσα στιγμή, λοιπόν, είναι καταλυτικής σημασίας. Για να επιτευχθεί αυτό χρειάζεται προληπτική συντήρηση και επιθεώρηση. Ιδιαίτερα δε όταν αναφερόμαστε στον τομέα της ναυτιλίας, όπου η κακή συντήρηση ενός σκάφους μπορεί να φέρει σε κίνδυνο τη ζωή ενός ανθρώπου, η ανάγκη αυτή γίνεται ακόμα πιο επιτακτική.

Η υπέρυθρη απεικόνιση (infrared (IR) thermal imaging) αποτελεί ένα πολύτιμο εργαλείο μη καταστροφικού ελέγχου και διάγνωσης βλαβών με ευρύτατο πεδίο εφαρμογών.

Σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η διερεύνηση και η αποτίμηση της αποτελεσματικότητας της υπέρυθρης θερμογράφησης ως μέθοδο εντοπισμού και διάγνωσης βλαβών σε ιστιοπλοϊκά σκάφη και η σύγκρισή της με τις υφιστάμενες συμβατικές μεθόδους επιθεώρησης.

Στο 1^ο Κεφάλαιο, αποσαφηνίζονται βασικές έννοιες και καταγράφεται το θεωρητικό υπόβαθρο της θερμογραφίας, που θα χρησιμοποιηθεί στη συνέχεια της διπλωματικής. Πιο συγκεκριμένα, εξετάζονται σύντομα και περιεκτικά θέματα μεταφοράς θερμότητας, αλληλεπίδρασης της θερμικής ακτινοβολίας με την ύλη και ικανότητας εκπομπής, ως προς τη σημασία τους στην σωστή προετοιμασία μιας υπέρυθρης θερμογράφησης και στην κατανόηση της θερμικής απόκρισης ενός υλικού. Επίσης, αναλύονται θέματα του εξοπλισμού που θα χρησιμοποιηθεί, καθώς και προσεγγίσεων, παραμέτρων, συνθηκών και εφαρμογών της υπέρυθρης θερμογράφησης. Τέλος, παρουσιάζονται οι συνηθέστερες πρακτικές επεξεργασίας θερμικών εικόνων και ταξινόμησης θερμικών αποτυπωμάτων των βλαβών.

Στο 2^ο Κεφάλαιο, τα ιστιοπλοϊκά σκάφη κατατάσσονται σε κατηγορίες και επισημαίνονται όλα τα απαραίτητα έγγραφα και τα προαπαιτούμενα με τα οποία οφείλουν να είναι εφοδιασμένα για να έχουν τη δυνατότητα απόπλου. Τα ιστιοπλοϊκά σκάφη χωρίζονται σε κατηγορίες ανάλογα με την χρήση τους, το είδος πλεύσης, τους επιβάτες που μεταφέρουν και το μήκος τους. Να επισημανθεί ότι, παρόλο που υπάρχουν ειδικά τμήματα του λιμενικού που ασχολούνται με τις επιθεωρήσεις σκαφών, η επίσημη σύνοψη αυτών των δεδομένων γίνεται για πρώτη φορά στην παρούσα εργασία. Η συγγραφή αυτού του Κεφαλαίου ήταν μια ιδιαίτερα ενδεδειγμένη διαδικασία, κατά την οποία αντλήθηκαν πληροφορίες από Φ.Ε.Κ., Β.Δ., καθώς και από συζητήσεις με ανθρώπους του λιμενικού σώματος.

Στο 3^ο Κεφάλαιο καταγράφηκαν, μέσα από ερωτηματολόγια που καταρτίστηκαν, τα συνηθέστερα προβλήματα που αντιμετωπίζουν τα ιστιοπλοϊκά σκάφη, ο συνήθης τρόπος εντοπισμού και αντιμετώπισης τους, η συχνότητα εμφάνισης τους και η σοβαρότητα κάθε βλάβης. Τα εν λόγω προβλήματα παρουσιάζονται μέσα από γραφήματα και εξάγονται κάποια πρώτα συμπεράσματα σχετικά με τις βλάβες των ιστιοπλοϊκών σκαφών. Το συγκεκριμένο κεφάλαιο αποτελεί ένα κομβικό σημείο της διπλωματικής, αφού τα αποτελέσματα που εξήχθησαν έδωσαν κατεύθυνση στην εστίαση των επικείμενων μετρήσεων.

Το 4^ο Κεφάλαιο αποτελεί την καρδιά της παρούσας διπλωματικής εργασίας. Σε αυτό το κεφάλαιο παρουσιάζονται οι θερμογραφίες που έγιναν στα ηλεκτρολογικά και μηχανολογικά μέρη, καθώς και στη γάστρα του σκάφους. Όλες οι θερμογραφίες συγκρίθηκαν με τις υφιστάμενες μεθόδους επιθεώρησης.

Την ολοκλήρωση των προαναφερθέντων Κεφαλαίων οριοθετεί ξεχωριστή, σύντομη ενότητα, στην οποία παρατίθενται τα συμπεράσματα και οι παρατηρήσεις που προέκυψαν από την παρούσα διπλωματική εργασία. Επίσης, εξετάζεται το επίπεδο επίτευξης του σκοπού και των βασικών στόχων που είχαν τεθεί στην αρχή της συγγραφής της. Τέλος, γίνονται προτάσεις για μελλοντική αναζήτηση και έρευνα πάνω στο συγκεκριμένο αντικείμενο.

Μπαφούνης - Κοττάς Εμμανουήλ



Ευχαριστίες

Οφείλω να ευχαριστήσω θερμά για τη βοήθεια που μου προσέφεραν στα πλαίσια της εκπόνησης της παρούσας διπλωματικής εργασίας:

Τον επιβλέποντα καθηγητή, κ. Παντελή Ν. Μπότσαρη, Αναπληρωτή καθηγητή του τμήματος Μηχανικών Παραγωγής και Διοίκησης της Πολυτεχνικής Σχολής του Δημοκρίτειου Πανεπιστημίου Θράκης και Αναπληρωτή Πρύτανη Έρευνας και Καινοτομίας του Δημοκρίτειου Πανεπιστημίου Θράκης, για τη συνεργασία του, καθ' όλη τη διάρκεια της συγγραφής της εργασίας.

Τον κ. Ιωάννη Τσανάκα, Μεταδιδακτορικό Ερευνητή του Commissariat à l' Energie Atomique et aux Energies Alternatives (CEA) και του Institut National de l'Energie Solaire (INES) της Γαλλίας, για το χρόνο που αφιέρωσε (παρόλο που βρισκόταν σε όλα τα μέρη του κόσμου), αλλά και τις ιδιαίτερα εποικοδομητικές και καίριες συζητήσεις που είχαμε μέσω τηλεφώνου.

Τον κ. Κωνσταντίνο Λυμπερόπουλο, Υποψήφιο Διδάκτορα του τμήματος Μηχανικών Παραγωγής και Διοίκησης του Δημοκρίτειου Πανεπιστημίου Θράκης, για τη βοήθειά του.

Τους α) κ. Χαράλαμπο Γεωργάτο, πλωτάρχη, προϊστάμενο του Τομέα Επιθεώρησης Πλοίων και Ασφάλειας Ναυσιπλοΐας και β) κ. Δημήτρη Κάτσαρη, επικελευστή, του ίδιου τομέα του Λιμεναρχείου Πατρών για τη βοήθεια τους στη συλλογή πληροφοριών για τη συγγραφή του 2^{ου} Κεφαλαίου.

Τον κ. Θανάση Ραβάνογλου, Ναυπηγό Μηχανολόγο Μηχανικό και Marine and New Building Manager της εταιρείας Cyprus Sea Lines Co Ltd, για τη βοήθεια του στην κατάρτιση των ερωτηματολογίων.

Τον κ. Παναγιώτη Πολυχρόνη, Ηλεκτρολόγο Μηχανικό και Πιστοποιημένο Θερμογράφο της εταιρείας InfraSpec Engineering, για τις σημαντικότερες πληροφορίες που μου διέθεσε.

Τους γονείς μου, Νίκο και Καλλιόπη για την αμέριστη αγάπη και υποστήριξη τους όλα αυτά τα χρόνια.

Την αδελφή μου, Αναστασία, επειδή υπάρχει είναι αρκετό.

Τους φίλους μου, για τα αξέχαστα αυτά χρόνια στην Ξάνθη, για όλες τις χαρές και τις λύπες που περάσαμε.

Την Ίλια, για την υπομονή και τη στήριξη.



Περιεχόμενα

Πρόλογος	i
Ευχαριστίες	iii
Περιεχόμενα	iv
Πίνακας Σχημάτων	viii
Κατάλογος Πινάκων	xi
Περίληψη	xii
Abstract	xiii

Κεφάλαιο 1: Υπέρυθρη Θερμογραφία

1.1 Εισαγωγή	1
1.2 Θερμογραφία	2
1.3 Θερμική ακτινοβολία και αλληλεπίδραση με την ύλη	3
1.3.1 Μέλαν σώμα	3
1.3.2 Συντελεστής ικανότητας εκπομπής	5
1.3.3 Απορρόφηση, Ανάκλαση, Μεταφορά	6
1.4 Υπέρυθρη Θερμογράφιση	8
1.4.1 Παθητική Προσέγγιση	10
1.4.2 Ενεργητική Προσέγγιση	10
1.5 Παράμετροι και Συνθήκες Υπέρυθρης Θερμογράφισης	11
1.5.1 Συντελεστής Ικανότητας Εκπομπής	11
1.5.2 Αντιστάθμιση Φόντου	13
1.5.3 Αντιστάθμιση της Ατμόσφαιρας	13
1.5.4 Γεωμετρική Διακριτική Ικανότητα	14
1.6 Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα της Υπέρυθρης Θερμογραφίας	15
1.7 Ανάλυση Θερμικών Εικόνων	15
1.7.1 Ανάλυση Περιοχών Ενδιαφέροντος (ROI Analysis)	16
1.7.2 Ανάλυση Γραμμικών Προφίλ (LPA Analysis)	16



1.7.3 Στατιστική Ανάλυση Ιστογραμμάτων	16
1.7.4 Αξιολόγηση και Ταξινόμηση Ηλεκτρομηχανολογικών Βλαβών.....	18
1.8 Σύνοψη.....	19
Αναφορές	20
Κεφάλαιο 2: Έγγραφα και Πρωτόκολλα Ασφαλείας Ιστιοπλοϊκών Σκαφών	
2.1 Εισαγωγή	24
2.2 Έγγραφα Ιστιοπλοϊκών Σκαφών	25
2.2.1 Πιστοποιητικό Καταμέτρησης	26
2.2.2 Έγγραφο Εθνικότητας.....	28
2.2.3 Πρωτόκολλο Γενικής Επιθεώρησης (Π.Γ.Ε.)	29
2.2.4 Άδεια Τηλεπικοινωνιακού Σταθμού	31
2.2.5 Ναυτολόγιο	33
2.2.6 Ημερολόγιο	34
2.2.7 Άδεια Εκτέλεσης Πλόων (Α.Ε.Π.).....	34
2.3 Επιθεώρηση Ιστιοπλοϊκών Σκαφών.....	35
2.4 Επαγγελματικά Ιστιοπλοϊκά Σκάφη.....	39
2.4.1 Κατηγορίες Επαγγελματικών Ιστιοπλοϊκών Σκαφών I και II.....	39
2.4.2 Κατηγορίες Επαγγελματικών Ιστιοπλοϊκών Σκαφών III και IV.....	42
2.4.3 Φαρμακευτικό και Υγειονομικό Υλικό.....	44
2.4.4 Τηλεπικοινωνιακά Μέσα	46
2.4.5 Μηχανολογική Εγκατάσταση	47
2.4.6 Υπολογισμός αριθμού επιβατών επαγγελματικών ιστιοπλοϊκών σκαφών	47
2.4.7 Γενικές απαιτήσεις χώρων διαμονής.....	48
2.4.8 Μέσα Προστασίας.....	48
2.4.9 Χώροι Υγιεινής	48
2.4.10 Ψυγεία	49
2.4.11 Θάλαμοι και Αίθουσες παραμονής	49
2.4.12 Καθαριότητα και Εμφάνιση	50
2.5 Ιστιοπλοϊκά Σκάφη Αναψυχής.....	50
2.5.1 Κατηγορία Ιστιοπλοϊκών Σκαφών Αναψυχής I	50
2.5.2 Κατηγορίες Ιστιοπλοϊκών Σκαφών Αναψυχής II, III και IV	51
2.5.3 Τηλεπικοινωνιακά Μέσα	53
2.5.4 Υπολογισμός αριθμού επιβατών	53



2.5.5 Φαρμακευτικό και Υγειονομικό υλικό.....	53
2.6 Σχετικά με τη χρήση υγραερίου.....	54
2.7 Υποχρεώσεις Κυβερνήτη Ιστιοπλοϊκού Σκάφους	55
2.8 Σύνοψη Κεφαλαίου.....	56
Αναφορές	57
Κεφάλαιο 3: Βλάβες στα Ιστιοπλοϊκά Σκάφη	
3.1 Εισαγωγή	59
3.2 Στόχος	60
3.3 Μέθοδος.....	60
3.4 Κατηγορίες Επιθεώρησης.....	61
3.5 Συχνότητα Βλαβών	62
3.6 Αξιολόγηση Σημαντικότητας Βλαβών	66
3.6.1 Θεωρία Αξιολόγησης Σημαντικότητας Κινδύνου.....	67
3.6.2 Αξιολόγηση Σημαντικότητας Βλαβών σε Ιστιοπλοϊκά Σκάφη.....	68
3.7 Σύνοψη.....	70
Αναφορές	71
Κεφάλαιο 4: Μετρήσεις και Αποτελέσματα	
4.1 Εισαγωγή	73
4.2 Σχέδια Ιστιοπλοϊκού Σκάφους	74
4.3 Εξοπλισμός Μετρήσεων	76
4.4 Ρύθμιση Παραμέτρων Μέτρησης	76
4.4.1 Αντιστάθμιση της Ατμόσφαιρας	76
4.4.2 Αντιστάθμιση Φόντου.....	77
4.4.3 Συντελεστής Ικανότητας Εκπομπής.....	77
4.5 Συνθήκες Θερμογράφησης	78
4.6 Γάστρα	79
4.6.1 Περίπτωση 1: Πρύμνη.....	80
4.6.2 Περίπτωση 2: Μέση δεξιάς πλευράς.....	84
4.7 Ηλεκτρονικά και Ηλεκτρολογικά	88
4.8 Μηχανολογικά	91
4.9 Σύνοψη.....	96
Αναφορές	97
Συμπεράσματα	99



Συμπεράσματα για τη Γάστρα.....	99
Συμπεράσματα για τα Ηλεκτρολογικά.....	99
Συμπεράσματα για τα Μηχανολογικά.....	100
Γενικά Συμπεράσματα.....	100
Προτάσεις.....	101
Παράρτημα Α:.....	105
Παράρτημα Β:.....	109
Παράρτημα Γ:	115



Πίνακας Σχημάτων

Σχήμα 1.1-α: Φωτογραφία 2 ποτηριών με νερό.	2
Σχήμα 1.1-β: Θερμογραφία των ίδιων ποτηριών.	2
Σχήμα 1.2: Σχηματική απεικόνιση ενός μέλανος σώματος	3
Σχήμα 1.3: Φασματική κατανομή εκπομπής του μέλανος σώματος για διαφορετικές τιμές θερμοκρασίας.....	4
Σχήμα 1.4: Συντελεστές ικανότητας εκπομπής για τρία βασικά είδη πηγών ακτινοβολίας συναρτήσει του μήκους κύματος αυτής	6
Σχήμα 1.5: Αλληλεπίδραση μια προσπίπτουσας θερμικής ακτινοβολίας Q με τυχαία επιφάνεια υλικού.....	7
Σχήμα 1.6: Η Θερμοκάμερα Mikron™/Impac™ IVN 780-P.....	9
Σχήμα 1.7: Προσεγγίσεις και τεχνικές υπέρυθρης θερμογραφίας.....	10
Σχήμα 1.8: Επίδραση της διαφορετικής IFOV στην ακρίβεια της υπέρυθρης θερμογράφησης.....	14
Σχήμα 2.1: Παράδειγμα Μπροστά Όψης Πιστοποιητικού Ανα-καταμέτρησης.	26
Σχήμα 2.2: Παράδειγμα Πίσω Όψης Πιστοποιητικού Ανα-καταμέτρησης.....	27
Σχήμα 2.3: Παράδειγμα Εγγράφου Εθνικότητας.....	28
Σχήμα 2.4: Παράδειγμα Μπροστά Όψης Πρωτοκόλλου Γενικής Επιθεώρησης.	29
Σχήμα 2.5: Παράδειγμα Πίσω Όψης Πρωτοκόλλου Γενικής Επιθεώρησης.	30
Σχήμα 2.6: Παράδειγμα Άδειας Τηλεπικοινωνιακού Σταθμού	31
Σχήμα 2.7: Παράδειγμα Πίσω Όψης Άδειας Τηλεπικοινωνιακού Σταθμού	32
Σχήμα 2.8: Παράδειγμα Προσωρινής Άδειας Τηλεπικοινωνιακού Σταθμού	33
Σχήμα 2.9: Παράδειγμα Άδειας Εκτέλεσης Πλόων.....	35
Σχήμα 2.10: Κατηγορίες Ιστιοπλοϊκών Σκαφών.	37
Σχήμα 3.1: Μέρη, πρόβλημα, μέθοδος εντοπισμού και τρόπος αντιμετώπισης βλαβών σε ιστιοπλοϊκά σκάφη.	62
Σχήμα 3.2: Συχνότητα εμφάνισης ηλεκτρολογικών βλαβών.....	63
Σχήμα 3.3: Συχνότητα εμφάνισης μηχανολογικών βλαβών.	63
Σχήμα 3.4: Συχνότητα εμφάνισης βλαβών στη γάστρα.....	64
Σχήμα 3.5: Συχνότητα εμφάνισης βλαβών στα λοιπά μέρη του σκάφους.....	64
Σχήμα 3.6: Συχνότητα εμφάνισης βλαβών σε ιστιοπλοϊκά σκάφη.....	65



Σχήμα 3.7: Συχνότητα εμφάνισης στο σύνολο των βλαβών.	66
Σχήμα 3.8: Σειρά σημαντικότητας βλαβών.	69
Σχήμα 4.1: Προοπτική απεικόνιση Beneteau Oceanis 39.3.	74
Σχήμα 4.2: Κάτοψη εσωτερικού χώρου Beneteau Oceanis 39.3.....	75
Σχήμα 4.3: Γραμμική ανάλυση περιοχών ενδιαφέροντος (ROI) για την πρύμνη του Beneteau Oceanis 39.3.....	80
Σχήμα 4.4: Ανάλυση γραμμικών προφίλ θερμοκρασίας (LPA) για την πρύμνη του Beneteau Oceanis 39.3.....	81
Σχήμα 4.5: Ελλειπτική ανάλυση περιοχών ενδιαφέροντος (ROI) για την πρύμνη του Beneteau Oceanis 39.3.....	83
Σχήμα 4.6: Κατανομή ιστογράμματος της ROI 3 για την πρύμνη του Beneteau Oceanis 39.3.....	83
Σχήμα 4.7: Κατανομή ιστογράμματος της ROI 4 για την πρύμνη του Beneteau Oceanis 39.3.....	84
Σχήμα 4.8: Γραμμική ανάλυση περιοχών ενδιαφέροντος (ROI) για τη μέση της δεξιάς πλευράς του Beneteau Oceanis 39.3.....	84
Σχήμα 4.9: Ανάλυση γραμμικών προφίλ θερμοκρασίας (LPA) για τη μέση της δεξιάς πλευράς του Beneteau Oceanis 39.3.....	85
Σχήμα 4.10: Ελλειπτική ανάλυση περιοχών ενδιαφέροντος (ROI) για τη μέση της δεξιάς πλευράς του Beneteau Oceanis 39.3.....	87
Σχήμα 4.11: Κατανομή ιστογράμματος της ROI 3 για τη μέση της δεξιάς πλευράς του Beneteau Oceanis 39.3.	87
Σχήμα 4.12: Κατανομή ιστογράμματος της ROI 4 για τη μέση της δεξιάς πλευράς του Beneteau Oceanis 39.3.	88
Σχήμα 4.13: Σχεδιάγραμμα φώτων και συσκευών 12 V.	89
Σχήμα 4.14: Σχεδιάγραμμα ρευματοδοτών και συσκευών 110/220 V.....	89
Σχήμα 4.15: Σχεδιάγραμμα καλωδιώσεων εσωτερικά του σκάφους.....	89
Σχήμα 4.16: Θερμογραφία και φωτογραφία του πίνακα συνεχούς ρεύματος του Beneteau Oceanis 39.3.....	91
Σχήμα 4.17: Κάτοψη μηχανολογικής εγκατάστασης Beneteau Oceanis 39.3.....	92
Σχήμα 4.18: Δεξιά πλάγια όψη μηχανολογικής εγκατάστασης Beneteau Oceanis 39.3.....	93
Σχήμα 4.19: Αριστερή πλάγια όψη μηχανολογικής εγκατάστασης Beneteau Oceanis 39.3.....	93



Σχήμα 4.20: Operation Side μηχανής Yanmar 4JH3E.	94
Σχήμα 4.21: Non Operation Side μηχανής Yanmar 4JH3E.....	95
Σχήμα 4.22: Θερμογραφία και φωτογραφία της μηχανής του Beneteau Oceanis 39.3.	96
Σχήμα ΠΒ.1: Φύλλο τεχνικών προδιαγραφών ιστιοπλοϊκού σκάφους Beneteau 39.3.	109
Σχήμα ΠΒ.2: Φύλλο τεχνικών προδιαγραφών ιστιοπλοϊκού σκάφους Beneteau 39.3.	110
Σχήμα ΠΒ.3: Φύλλο τεχνικών προδιαγραφών μηχανής Yanmar 4JH3E.	111
Σχήμα ΠΓ.1: Υγρασιόμετρο επαφής Testo 616.	116
Σχήμα ΠΓ.2: Ανεμόμετρο Technoline EA 3010.	117
Σχήμα ΠΓ.3: Υγρασιόμετρο και θερμόμετρο Testo 610.....	118



Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 1.1: Ενδεικτικές τιμές (%) συντελεστή ικανότητας εκπομπής βασικών υλικών.	12
Πίνακας 1.2: Κυριότερα πλεονεκτήματα (+) και μειονεκτήματα (-) της μεθόδου της υπέρυθρης θερμογραφίας, ανεξαρτήτως πεδίου εφαρμογής	15
Πίνακας 1.3: Ταξινόμηση θερμικών αποτυπωμάτων βλαβών ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού.....	19
Πίνακας 2.1: Φαρμακευτικό και υγειονομικό υλικό επαγγελματικών ιστιοπλοϊκών σκαφών Κατηγορίας I, II και III.	44
Πίνακας 4.1: Βασικά χαρακτηριστικά του ιστιοπλοϊκού σκάφους.	75
Πίνακας 4.2: Περιβαλλοντικές συνθήκες κατά τη διάρκεια της υπέρυθρης θερμογράφησης.....	79
Πίνακας 4.3: Στατιστικά αποτελέσματα SPSS για την περίπτωση 1.	82
Πίνακας 4.4: Στατιστικά αποτελέσματα SPSS για την περίπτωση 2.	86
Πίνακας 4.5: Βασικά Μέρη Μηχανής.	93
Πίνακας ΠΒ. 1: Πίνακας καλωδιώσεων ιστιοπλοϊκού σκάφους Beneteau39.3.	112
Πίνακας ΠΒ. 2: Πίνακας φώτων και συσκευών 12 V.....	113
Πίνακας ΠΒ. 3: Πίνακας ρευματοδοτών και συσκευών 110/220 V.	114
Πίνακας ΠΓ. 1: Φύλλο τεχνικών προδιαγραφών υγρασιόμετρου επαφής Testo 616.	115
Πίνακας ΠΓ. 2: Φύλλο τεχνικών προδιαγραφών υγρασιόμετρου και θερμόμετρου Testo 610.....	117



Περίληψη

Σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας της υπέρυθρης θερμογραφίας ως μεθόδου μη καταστροφικού ελέγχου για την πρόληψη και τη διάγνωση βλαβών σε ιστιοπλοϊκά σκάφη.

Αρχικά, παρουσιάζεται το βασικό θεωρητικό υπόβαθρο που είναι αναγκαίο για την ευκολότερη κατανόηση του περιεχομένου της παρούσας διπλωματικής εργασίας.

Στη συνέχεια, στα πλαίσια της καθολικής διερεύνησης της απαιτούμενης επιθεώρησης ενός ιστιοπλοϊκού σκάφους, ακολουθεί ένα βιβλιογραφικό κεφάλαιο, το οποίο παρουσιάζει όλα τα απαραίτητα ναυτιλιακά έγγραφα με τα οποία οφείλει να είναι εφοδιασμένο ένα ελληνικό ιστιοπλοϊκό σκάφος.

Πριν τη διαδικασία της επιθεώρησης κατεγράφησαν τα συνηθέστερα προβλήματα, η μέθοδος εντοπισμού τους, ο τρόπος αντιμετώπισης τους, η συχνότητα εμφάνισής τους και η σοβαρότητά τους, μέσα από ερωτηματολόγια που καταρτίστηκαν. Τα αποτελέσματα των ερωτηματολογίων παρουσιάστηκαν μέσα από γραφήματα και έδωσαν την κατεύθυνση και την στόχευση της επιθεώρησης που θα ακολουθήσει.

Η επιθεώρηση χωρίστηκε σε τρεις επιμέρους περιοχές ενδιαφέροντος. Στη γάστρα, όπου οι προσκτηθείσες από κάθε υπέρυθρη θερμογράφιση θερμικές εικόνες, υποβλήθηκαν σε ανάλυση Περιοχών Ενδιαφέροντος (ROI), Γραμμικών Προφίλ Θερμοκρασίας (LPA) και Στατιστική Ανάλυση Ιστογραμμάτων, ενώ συγκρίθηκαν και με τις μετρήσεις που έγιναν με υγρασιόμετρο επαφής. Στα ηλεκτρολογικά μέρη του σκάφους, όπου οι θερμικές εικόνες συγκρίθηκαν με μετρήσεις που έγιναν με τη χρήση πολυμέτρου. Και στα μηχανολογικά μέρη, όπου οι θερμοκρασίες που προέκυψαν από τη θερμογράφιση συγκρίθηκαν με τις προσδοκώμενες θερμοκρασίες λειτουργίας της μηχανής, με βάση το εγχειρίδιο χρήσης του σκάφους.

Τα αποτελέσματα της έρευνας είναι εξαιρετικά ενθαρρυντικά, αφού στην περίπτωση της γάστρας εντοπίστηκε υγρασία στο εσωτερικό του πολυεστέρα που οπτικά δεν διακρινόταν. Επίσης, στην περίπτωση των μηχανολογικών και ηλεκτρολογικών μερών τα θερμικά αποτυπώματα επιβεβαιώθηκαν και από τις συμβατικές μεθόδους επιθεώρησης.

Λέξεις Κλειδιά: Θερμογραφία, Ιστιοπλοϊκά, Γάστρα, Μηχανή, Ηλεκτρολογικά.



Abstract

Scope of this Diploma Thesis is the effectiveness assessment of the use of infrared thermography (IRT), as a non-destructive testing method for fault diagnosis and prognosis in sailing boats.

The inspection of the sailing boats was divided in three inspection categories. The electrical equipment, the mechanical equipment and the glass reinforced plastic (GRP) parts of the boat. The use of the infrared thermography was assessed through comparison with the current methods of inspection, which include inspection with a moisture meter, a multimeter or optically and acoustically, depending on the inspected part. Further, analysis in the thermal images was conducted through Region Of Interest Analysis (ROI), Line Profile Analysis (LPA) and histogram analysis. Specifically, a complete thermography inspection was conducted in a Beneteau Oceanis 39.3, three cabin edition sailing boat.

From the results of the inspection, it was concluded that infrared thermography comprises a fairly promising and valuable method of fault diagnosis and prognosis on sailing boats. It is able to detect faults in their primary stage and prevent future enlargement of the fault that could lead to dangerous consequences. Moreover, IRT provides inspection in every part of the boat, even in those that are difficult to access.

The ultimate goal of this Diploma Thesis is the extensive use of infrared thermography in the market, so it will increase the safety of the passengers through a safer boat and decrease the cost of an inspection.

Key Words: Thermography, Sailing, Non-Destructive Testing, Vessel, GRP, Engine, Electrical, Mechanical.



Κεφάλαιο 1

Υπέρυθρη Θερμογραφία

Περιεχόμενα

1.1 Εισαγωγή	1
1.2 Θερμογραφία	2
1.3 Θερμική ακτινοβολία και αλληλεπίδραση με την ύλη	3
1.3.1 Μέλαν σώμα.....	3
1.3.2 Συντελεστής ικανότητας εκπομπής.....	5
1.3.3 Απορρόφηση, Ανάκλαση, Μεταφορά.....	6
1.4 Υπέρυθρη Θερμογράφιση.....	8
1.4.1 Παθητική Προσέγγιση	10
1.4.2 Ενεργητική Προσέγγιση.....	10
1.5 Παράμετροι και Συνθήκες Υπέρυθρης Θερμογράφισης	11
1.5.1 Συντελεστής Ικανότητας Εκπομπής.....	11
1.5.2 Αντιστάθμιση Φόντου.....	13
1.5.3 Αντιστάθμιση της Ατμόσφαιρας	13
1.5.4 Γεωμετρική Διακριτική Ικανότητα	14
1.6 Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα της Υπέρυθρης Θερμογραφίας	15
1.7 Ανάλυση Θερμικών Εικόνων.....	15
1.7.1 Ανάλυση Περιοχών Ενδιαφέροντος (ROI Analysis)	16
1.7.2 Ανάλυση Γραμμικών Προφίλ (LPA Analysis)	16
1.7.3 Στατιστική Ανάλυση Ιστογραμμάτων	16
1.7.4 Αξιολόγηση και Ταξινόμηση Ηλεκτρομηχανολογικών Βλαβών.....	18
1.8 Σύνοψη.....	19
Αναφορές	20

1.1 Εισαγωγή

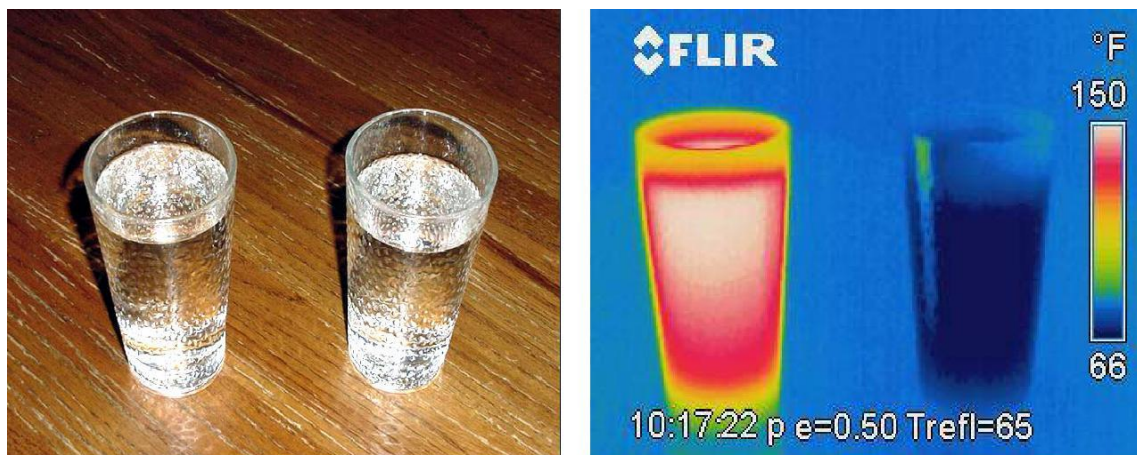
Το παρόν Κεφάλαιο πραγματεύεται το βασικό θεωρητικό και πρακτικό

υπόβαθρο που είναι αναγκαίο για την ευκολότερη κατανόηση του περιεχομένου της παρούσας διπλωματικής εργασίας. Συγκεκριμένα, εξετάζονται σύντομα και περιεκτικά θέματα μεταφοράς θερμότητας, αλληλεπίδρασης της θερμικής ακτινοβολίας με την ύλη και ικανότητας εκπομπής, ως προς τη σημασία τους στην σωστή προετοιμασία μιας υπέρυθρης θερμογράφησης και στην κατανόηση της θερμικής απόκρισης ενός υλικού. Επίσης, αναλύονται θέματα του εξοπλισμού που θα χρησιμοποιηθεί, καθώς και προσεγγίσεων, παραμέτρων, συνθηκών και εφαρμογών της υπέρυθρης θερμογράφησης. Τέλος, παρουσιάζονται οι συνηθέστερες πρακτικές επεξεργασίας θερμικών εικόνων και ταξινόμησης θερμικών αποτυπωμάτων των βλαβών.

1.2 Θερμογραφία

Ο όρος θερμογραφία αναφέρεται στο σύνολο των τεχνικών καταγραφής της επιφανειακής θερμοκρασίας ενός αντικειμένου, ανεξάρτητα από το φυσικό φαινόμενο στο οποίο βασίζονται. Ειδικότερα, όμως, ο όρος υπέρυθρη θερμογραφία (IR thermography, IRT) αφορά:

- στην ανίχνευση της υπέρυθρης ακτινοβολίας που εκπέμπεται από ένα αντικείμενο και η οποία είναι ανάλογη της θερμοκρασίας του, και
- στην “αποτύπωσή” της σε θερμική εικόνα (μέσω συστημάτων υπέρυθρης απεικόνισης).



Σχήμα 1.1-α: Φωτογραφία 2 ποτηριών με νερό. **Σχήμα 1.1-β:** Θερμογραφία των ίδιων ποτηριών.

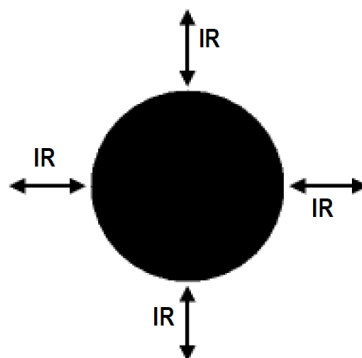
Για να γίνει άμεσα κατανοητή η έννοια της υπέρυθρης θερμογραφίας, μπορεί κανείς να σκεφτεί ότι η φωτογραφία αποτελεί “απεικόνιση του φωτός” (**Σχήμα 1.1-α**) ενώ η υπέρυθρη θερμογραφία “απεικόνιση της θερμότητας” (**Σχήμα 1.1-β**). Ουσιαστικά, η υπέρυθρη θερμογραφία “αποκαλύπτει” τη διαφορά μεταξύ δύο φαινομενικά όμοιων (βάσει φωτογραφίας) ποτηριών [1,2].

Η υπέρυθρη θερμογραφία βασίζεται στην ανίχνευση της υπέρυθρης ακτινοβολίας. Η υπέρυθρη ακτινοβολία αποτελεί συνέχεια της ερυθρής ορατής ακτινοβολίας στο ηλεκτρομαγνητικό φάσμα και εκτείνεται στην περιοχή μηκών κύματος από 0.75 μm έως 1 mm.

1.3 Θερμική ακτινοβολία και αλληλεπίδραση με την ύλη

1.3.1 Μέλαν σώμα

Ως μέλαν σώμα ορίζεται εκείνο το σώμα το οποίο σε συγκεκριμένη θερμοκρασία T απορροφά όλη την προσπίπτουσα σε αυτό θερμική ακτινοβολία. Επιπλέον, για δεδομένη θερμοκρασία και μήκος κύματος, κανένα άλλο σώμα δεν μπορεί να εκπέμψει περισσότερη θερμική ακτινοβολία σε σύγκριση με το μέλαν σώμα [1,2,3,5,6]. Με άλλα λόγια, το μέλαν σώμα θεωρείται ότι απορροφά και εκπέμπει το μεγαλύτερο δυνατό πόσο θερμικής ακτινοβολίας. Επισημαίνεται ότι στην πράξη δεν υπάρχουν μέλανα σώματα, είναι δηλαδή ιδεατά και χρησιμοποιούνται στους υπολογισμούς της εκπεμπόμενης θερμικής ακτινοβολίας και στη σύγκριση των πραγματικών σωμάτων ως προς αυτήν. Στο **Σχήμα 1.2** παρουσιάζεται ένα απλό μοντέλο μέλανος σώματος.



Σχήμα 1.2: Σχηματική απεικόνιση ενός μέλανος σώματος [1,2].

Ο Max Planck (1858-1947) κατάφερε να περιγράψει τη φασματική κατανομή της ακτινοβολίας ενός μέλανος σώματος για διαφορετικές τιμές θερμοκρασίας. Η εν λόγω κατανομή, που αποτελεί το Νόμο του Planck αποτυπώνεται στη Σχέση

1.1[1,3,5,6]:

$$S_{\lambda}(T) = \frac{2\pi \cdot hc^2}{\lambda^5 \cdot (e^{\frac{hc}{\lambda kT}} - 1)} \quad (1.1)$$

όπου, $h = 6.6 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$, η σταθερά του Plank.

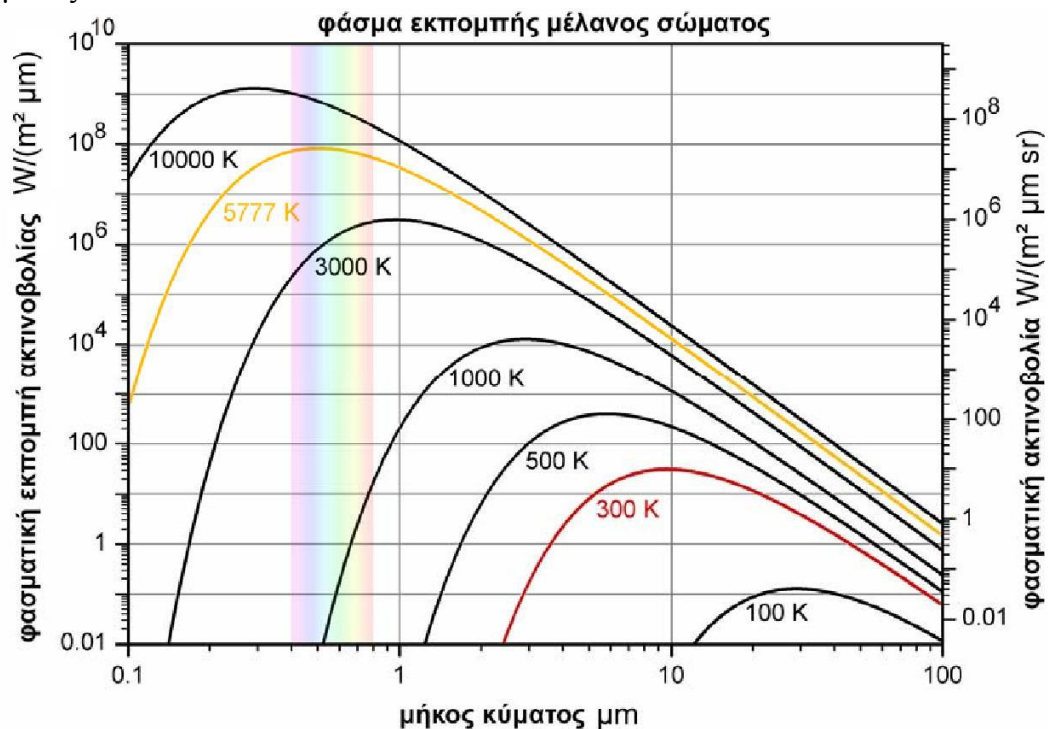
$c = 3 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$, η ταχύτητα του φωτός.

$k = 1.4 \cdot 10^{-23} \frac{\text{J}}{\text{K}}$, η σταθερά του Boltzmann.

λ , ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας σε $\frac{\text{W}}{\text{m} \cdot \text{K}}$.

T , η θερμοκρασία σε K .

Ο Νόμος του Planck για την ακτινοβολία αποτελεί τη βασική σχέση για τις μετρήσεις θερμοκρασίας χωρίς επαφή, όπως η υπέρυθρη θερμογράφηση, και συνδέει την ένταση της φασματικής ακτινοβολίας του μέλανος σώματος με το μήκος κύματος και τη θερμοκρασία. Για διαφορετικές τιμές θερμοκρασίας T η Σχέση 1.1 παράγει μια οικογένεια καμπυλών. Όπως προκύπτει από το **Σχήμα 1.3**, ένα μέλαν σώμα σε υψηλότερη θερμοκρασία εκπέμπει μεγαλύτερο ποσό θερμικής ακτινοβολίας σε σύγκριση με το αντίστοιχο σε χαμηλότερη θερμοκρασία, ανεξάρτητα από το μήκος κύματος.



Σχήμα 1.3: Φασματική κατανομή εκπομπής του μέλανος σώματος για διαφορετικές τιμές θερμοκρασίας [5,6].



1.3.2 Συντελεστής ικανότητας εκπομπής

Αν η Σχέση 1.1 ολοκληρωθεί στο διάστημα από $\lambda=0$ έως $\lambda=\infty$, λαμβάνεται η συνολική τιμή εκπεμπόμενης ακτινοβολίας Q_B ενός μελανός σώματος [1,3].

$$Q_B = \sigma \cdot T^4 \left(\text{σε } \frac{W}{m^2} \right) \quad (1.2)$$

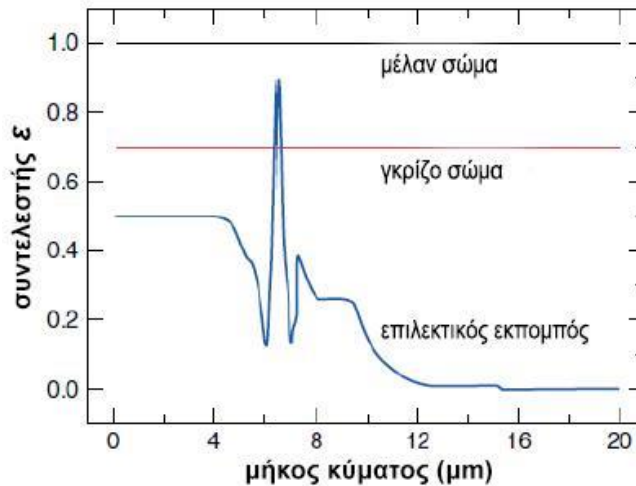
Η Σχέση 1.2 συνιστά τον Νόμο των Stefan-Boltzmann, σύμφωνα με τον οποίο η συνολική ισχύς ακτινοβολήσης ενός μέλανος σώματος είναι ανάλογη της 4^{ης} δύναμης της απόλυτης θερμοκρασίας του. Ο συντελεστής αναλογίας (σ) ονομάζεται σταθερά Stefan-Boltzmann και θεωρείται κατά προσέγγιση ίση με $\sigma = 5.67 \cdot 10^{-8} \frac{W}{m^2 K^4}$.

Κατ' αναλογία, η εκπεμπόμενη ακτινοβολία Q ενός πραγματικού σώματος, σε μία απόλυτη θερμοκρασία T είναι πάντα εξ' ορισμού μικρότερη – κατά έναν συντελεστή – από αυτήν του μέλανος σώματος. Με βάση τον Νόμο των Stefan-Boltzmann η εκπεμπόμενη ακτινοβολία Q δίνεται από τη Σχέση 1.3 [1,2,3,5,6].

$$Q = \varepsilon \cdot Q_B = \varepsilon \cdot \sigma \cdot T^4 \left(\text{σε } \frac{W}{m^2} \right) \quad (1.3)$$

Ο συντελεστής ε ονομάζεται συντελεστής ικανότητας εκπομπής (emissivity factor ή απλά emissivity) και ορίζεται ως το πηλίκο της εκπεμπόμενης ακτινοβολίας από ένα πραγματικό σώμα θερμοκρασίας T προς την εκπεμπόμενη ακτινοβολία του μέλανος σώματος στην ίδια θερμοκρασία [1,2]. Ο συντελεστής ικανότητας εκπομπής είναι αδιάστατο μέγεθος, λαμβάνει τιμές από 0 έως 1 και δείχνει κατά πόσο η συμπεριφορά ενός πραγματικού σώματος (ως προς την εκπομπή και την απορρόφηση της θερμικής ακτινοβολίας) “προσεγγίζει” την συμπεριφορά του μέλανος σώματος, για το οποίο εξ' ορισμού ισχύει ότι $\varepsilon=1$. Με βάση τον συντελεστή ικανότητας εκπομπής ορίζονται τρία είδη σωμάτων – πηγών ακτινοβολίας (Σχήμα 1.4) [1,3]:

- Το μέλαν σώμα, για το οποίο ισχύει πάντα ότι $\varepsilon = 1$.
- Το τεφρό (γκρίζο) σώμα, για το οποίο ισχύει, ότι $\varepsilon < 1$ (σταθερό).
- Ο επιλεκτικός εκπομπός, για τον οποίο το ε μεταβάλλεται συναρτήσει του μήκους κύματος της ακτινοβολίας.



Σχήμα 1.4: Συντελεστές ικανότητας εκπομπής για τρία βασικά είδη πηγών ακτινοβολίας συναρτήσει του μήκους κύματος αυτής [1,3].

Τα μη αγωγιμα υλικά (όπως πλαστικό, ξύλο κ.λπ.) εμφανίζουν αρκετά υψηλό συντελεστή ε , συνήθως μεγαλύτερο από 0.6. Ιδιαίτερα σε ματ, σκουρόχρωμες επιφάνειες το ε πλησιάζει σε τιμές κοντά στη μονάδα. Από την άλλη πλευρά, στα περισσότερα αγωγιμα υλικά (όπως τα μέταλλα) ο συντελεστής ε λαμβάνει τιμές μικρότερες του 0.4, αλλά αυξάνεται με την αύξηση της θερμοκρασίας του υλικού. Ιδιαίτερα σε λείες (στιλπνές) και καθαρές μεταλλικές επιφάνειες το ε λαμβάνει πολύ μικρές τιμές, κοντά στο 0, ενώ μεταβάλλεται με τη φυσική κατάσταση και τη χημική σύσταση της επιφάνειας (λ.χ. οξείδωση σε μεταλλικές επιφάνειες). Επιπρόσθετοι παράγοντες που επηρεάζουν την τιμή του συντελεστή ικανότητας εκπομπής, εκτός από το υλικό και την επιφάνεια ενός σώματος, είναι η γωνία παρατήρησης, το μήκος κύματος και η θερμοκρασία του σώματος [1,2,3,5,6]. Αξίζει να υπογραμμιστεί ότι σε κάθε υπέρυθρη θερμογράφιση ενός σώματος, όπως θα διευκρινιστεί και στην υποενότητα 4.4.3, πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η ακριβής τιμή του συντελεστή ε του σώματος-στόχου, ούτως ώστε να επιτυγχάνεται ικανοποιητική ακρίβεια και αξιοπιστία μέτρησης της θερμοκρασίας του.

1.3.3 Απορρόφηση, Ανάκλαση, Μεταφορά

Έστω ότι ένα σώμα εκπέμπει ένα ποσό Q θερμικής ακτινοβολίας. Όπως συμβαίνει με κάθε ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία, προσπίπτοντας στην επιφάνεια ενός υλικού (στερεού ή ρευστού), η θερμική ακτινοβολία θα απορροφηθεί κατά ένα μέρος Q_a , θα ανακλαστεί κατά ένα μέρος Q_r , ενώ η υπόλοιπη Q_t θα περάσει μέσα από το υλικό (Σχήμα 1.5)[1,2]



Σχήμα 1.5: Αλληλεπίδραση μια προσπίπτουσας θερμικής ακτινοβολίας Q με τυχαία επιφάνεια υλικού [1,2].

Αν θεωρηθούν οι αντίστοιχοι συντελεστές απορρόφησης ε_A , ανάκλασης ε_R , και μεταφοράς ε_T τότε θα ισχύει [1,2]:

$$\varepsilon_A + \varepsilon_R + \varepsilon_T = 1 \quad (1.4)$$

Επειδή τα περισσότερα υλικά στη φύση είναι αδιαφανή ή, στην καλύτερη περίπτωση, ημιδιαπερατά στη θερμική ακτινοβολία, μπορεί να θεωρηθεί ότι $\varepsilon_T = 0$, οπότε η σχέση 1.4 γίνεται:

$$\varepsilon_A + \varepsilon_R = 1 \quad (1.5)$$

Σύμφωνα, όμως, με τον ορισμό του μέλανος σώματος (υποενότητα 1.3.1) το μέλαν σώμα απορροφά όλη την προσπίπτουσα σε αυτό θερμική ακτινοβολία, δηλαδή δεν υπάρχει ανάκλαση. Άρα $\varepsilon_R = 0$. Οπότε η σχέση 1.5 γράφεται:

$$\varepsilon_A = 1 \quad (1.6)$$

Και επειδή ο συντελεστής ικανότητας εκπομπής του μέλανος σώματος είναι $\varepsilon = 1$, σύμφωνα με τη σχέση 1.6 θα ισχύει:

$$\varepsilon_A = \varepsilon = 1 \quad (1.7)$$

Το συμπέρασμα είναι ότι υλικά με μεγάλο συντελεστή ικανότητας εκπομπής χαρακτηρίζονται και από υψηλό συντελεστή απορρόφησης και συνεπώς από χαμηλό



συντελεστή ανάκλασης της θερμικής ακτινοβολίας. Αντίθετα, υλικά με χαμηλό συντελεστή ικανότητας εκπομπής εμφανίζουν χαμηλή απορροφητικότητα αλλά υψηλή ανακλαστικότητα στη θερμική ακτινοβολία. [1,2,6]

1.4 Υπέρυθρη Θερμογράφιση

Η θερμική εικόνα είναι ουσιαστικά το αποτέλεσμα της μετατροπής της υπέρυθρης ακτινοβολίας σε ηλεκτρονικό σήμα, συνήθως με την βοήθεια ενός αισθητήρα-ανιχνευτή τύπου Focal Plane Array.

Η επιλογή της κατάλληλης θερμοκάμερας είναι ιδιαίτερα δύσκολη διαδικασία, καθώς στην αγορά υπάρχουν διάφορες κατασκευάστριες εταιρείες και διαφορετικοί τύποι θερμοκαμερών, κάθε ένας από τους οποίους εξυπηρετεί διαφορετικές εφαρμογές. Τα σημαντικότερα κριτήρια στα οποία πρέπει να επικεντρώνεται κανείς κατά την επιλογή της κατάλληλης θερμοκάμερας είναι:

- Η φορητότητα
- Η ευχρηστία
- Η ποιότητα της θερμοκάμερας
- Ο απομακρυσμένος έλεγχος
- Η αυτονομία
- Το κόστος

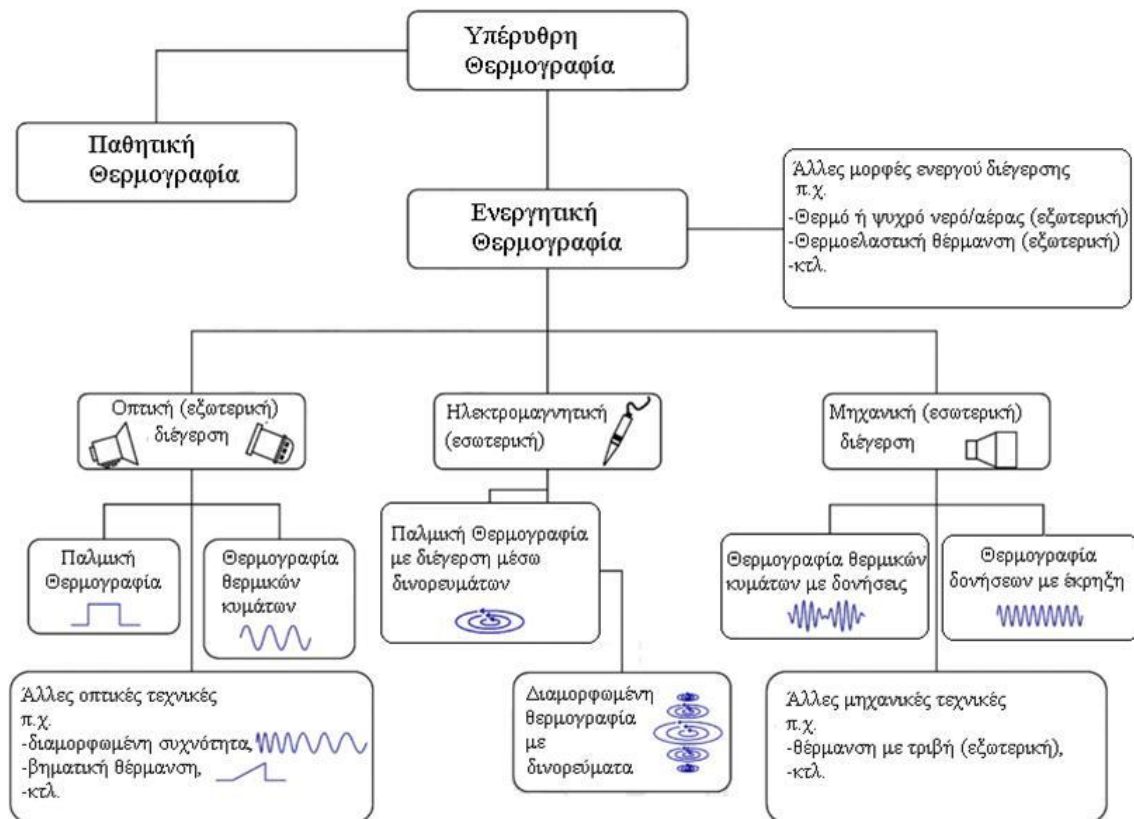
Η θερμοκάμερα που χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα διπλωματική εργασία καθώς και τα βασικά εξωτερικά χαρακτηριστικά της παρουσιάζονται στο **Σχήμα 1.6**. Η συγκεκριμένη θερμοκάμερα είναι της εταιρείας Mikron™/Impac™, μοντέλο IVN 780-P, το οποίο φέρει έναν μικροβολομετρικό ανιχνευτή μη ψυχόμενης 320×240 συστοιχίας εστιακού επιπέδου (uncooledfocalplanearray, UFPA). Το εύρος μετρούμενων θερμοκρασιών του συγκεκριμένου μοντέλου κυμαίνεται από -40 έως +1000 °C, με θερμοκρασιακή ανάλυση της τάξεως των 0.1 °C, ανάλυση θερμικής εικόνας 320×240 εικονοστοιχείων, IFOV στα 1.5 mrad (σε οπτικό πεδίο 27°×20°) και φασματικό εύρος υπέρυθρης ακτινοβολίας από 8 έως 14 μm.



Σχήμα 1.6: Η Θερμοκάμερα Mikron™/Impac™ IVN 780-P.

Η διεξαγωγή της καταλληλότερης δυνατής μέτρησης υπέρυθρης θερμογραφίας αποτελεί ίσως την βασικότερη προϋπόθεση για την υλοποίηση ενός ακριβή και αξιόπιστου θερμογραφικού ελέγχου. Σε αυτό το πλαίσιο είναι πρωτεύουσας σημασίας η ουσιαστική γνώση των κυριότερων προσεγγίσεων και παραμέτρων ρύθμισης μιας υπέρυθρης θερμογράφησης, βάσει των συνθηκών μέτρησης και της ζητούμενης εφαρμογής. Στο Σχήμα 1.7 παρουσιάζονται στο σύνολό τους οι βασικότερες τεχνικές υπέρυθρης θερμογράφησης που απαντώνται στην διεθνή βιβλιογραφία, στην οποία κυριαρχούν δύο προσεγγίσεις υπέρυθρης θερμογραφίας, ανεξάρτητα από την εφαρμογή τους. Σύμφωνα με αυτές τις προσεγγίσεις ομαδοποιούνται όλες οι παρακάτω τεχνικές: [7,8].

- i. η παθητική προσέγγιση (παθητική θερμογραφία)
- ii. η ενεργητική προσέγγιση (ενεργητική θερμογραφία)



Σχήμα 1.7: Προσεγγίσεις και τεχνικές υπέρυθρης θερμογραφίας [1,2,8].

1.4.1 Παθητική Προσέγγιση

Κατά την παθητική προσέγγιση το εξεταζόμενο αντικείμενο θερμογραφείται ως έχει, δηλαδή στη φυσική του θέση και λειτουργία, χωρίς την επιβολή εξωτερικής πηγής διέγερσης (θερμότητας). Με άλλα λόγια, η παθητική θερμογραφία εξετάζει υλικά και δομές, τα οποία βρίσκονται είτε κατά τη λειτουργία τους είτε εν γένει σε διαφορετική (συντά υψηλότερη) θερμοκρασία από την περιβάλλουσα [9].

1.4.2 Ενεργητική Προσέγγιση

Σε αντίθεση με την παθητική προσέγγιση στην ενεργητική προσέγγιση, απαιτείται ένα εξωτερικό ερέθισμα για να παραγάγει τις σχετικές διαφορές θερμοκρασίας, που αλλιώς δε θα εμφανίζονταν. Το εξωτερικό ερέθισμα μπορεί να επιλεχθεί από μία μεγάλη ποικιλία εξωτερικών πηγών, οι οποίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να προκαλέσουν θερμική αντίθεση ανάμεσα στις ελαττωματικές και τις μη ελαττωματικές ζώνες. Οι ζώνες αυτές διαχωρίζονται σε εξωτερικές, αν η ενέργεια μεταφέρεται στην επιφάνεια και έπειτα διαδίδεται μέσα στο υλικό μέχρι την προσμέτρηση μιας ατέλειας και σε εσωτερικές, αν η ενέργεια εγχέεται μέσα στο



δείγμα για να διεγείρει αποκλειστικά τα ελαττώματα. Διάφορες τεχνικές ενεργητικής θερμογραφίας είναι η Θερμογραφία παλμού (PT), η Θερμογραφία βηματικής θέρμανσης (SH), η Θερμογραφία ασφαλείας (LT) και η Θερμογραφία ταλαντώσεων (VT) [14].

1.5 Παράμετροι και Συνθήκες Υπέρυθρης Θερμογράφησης

Πριν από την εφαρμογή κάθε υπέρυθρης θερμογράφησης και ιδιαίτερα σε πραγματικές συνθήκες πεδίου, όπου οι περιβαλλοντικές παράμετροι και η ηλιακή ακτινοβολία επηρεάζουν σημαντικά το φάσμα και την ένταση της ανιχνευόμενης υπέρυθρης ακτινοβολίας, επιβάλλεται να ακολουθείται μια διαδικασία ρυθμίσεων των παραμέτρων του θερμογραφικού εξοπλισμού. Οι ρυθμίσεις αυτές επικεντρώνονται κυρίως στις ακόλουθες παραμέτρους [1,2,6,7,11] :

- i. συντελεστή ικανότητας εκπομπής (emissivity factor).
- ii. αντιστάθμιση του φόντου (back ground compensation).
- iii. αντιστάθμιση της ατμόσφαιρας (ambient compensation).
- iv. γεωμετρική διακριτική ικανότητα (instantaneous field of view, IFOV).

1.5.1 Συντελεστής Ικανότητας Εκπομπής

Ο συντελεστής emissivity, ο οποίος μελετήθηκε διεξοδικά στην υποενότητα 1.3.2, αποτελεί την σημαντικότερη ίσως παράμετρο ρύθμισης σε μία υπέρυθρη θερμογράφηση, καθώς επηρεάζει στον μεγαλύτερο βαθμό την ακρίβεια και την επαναληψιμότητα μιας μέτρησης. Επιφάνειες με χαμηλό emissivity (συνήθως λείες, μεταλλικές) συμπεριφέρονται ως “καθρέπτες” υπέρυθρης ακτινοβολίας και καθιστούν μια θερμογράφηση ιδιαίτερα δύσκολη. Σε αυτές τις περιπτώσεις το ποσό της εκπεμπόμενης από το αντικείμενο-στόχο υπέρυθρης ακτινοβολίας μεταβάλλεται από την παρεμβαλλόμενη υπέρυθρη ακτινοβολία άλλων σωμάτων πλησίον του στόχου (συνήθως εμπρός και εκατέρωθεν), λόγω έντονων ανακλάσεων. Η επίδραση του συντελεστή ικανότητας εκπομπής του αντικειμένου μπορεί να αντισταθμιστεί με την εκ των προτέρων ρύθμιση της πραγματικής τιμής του για το υλικό της επιφάνειας-στόχου που μετράται, δυνατότητα που προσφέρεται στην συντριπτική πλειοψηφία των σύγχρονων θερμοκαμερών [1,2,3,7].

Ωστόσο, η γνώση του emissivity κάθε υλικού, πριν αυτό θερμογραφηθεί, συνοδεύεται συχνά από μια μάλλον έντονη αβεβαιότητα (emissivity uncertainty). Αυτό οφείλεται στο ότι η συγκεκριμένη παράμετρος δεν εξαρτάται αποκλειστικά και



μόνο από το κάθε υλικό, αλλά θεωρητικά είναι ασταθής και έντονα μεταβαλλόμενη συναρτήσει της θερμοκρασίας και της ποιότητας της μετρούμενης επιφάνειας, του σχήματος του αντικείμενου-στόχου καθώς και της γωνίας μέτρησης. Ως εκ τούτου, για την εύρεση του emissivity του υπό μέτρηση υλικού σε τυχαίες συνθήκες μέτρησης η χρήση πινάκων τιμών, όπως ο **Πίνακας 1.1**, έχει μεν “συμβουλευτικό” χαρακτήρα, δεν θεωρείται ωστόσο “ασφαλής” πρακτική [1,2,3,7].

Πίνακας 1.1: Ενδεικτικές τιμές (%) συντελεστή ικανότητας εκπομπής βασικών υλικών [1,2].

Αντικείμενο	Emissivity factor %	Αντικείμενο	Emissivity factor %
Αλουμίνιο (λείο)	2...15	Πορσελάνη	85...95
Αλουμίνιο (οξειδωμένο)	25	Κεραμικά	85...95
Χάλυβας (λείος)	10...30	Γυαλί / γυαλί χαλαζία	72...87
Χάλυβας (οξειδωμένος)	60...80	Βερνίκι	85...95
Χαλκός (εμπορικός)	7	Ξύλο	80...92
Χαλκός (οξειδωμένος)	65...88	Νερό	95
Πλαστικό PVC	85...95	Χαρτί	92...95
Κασοτσούκι	85...95	Ύφασμα	75...95

Εφόσον λοιπόν, η ρύθμιση της σωστής τιμής emissivity πριν από κάθε θερμογράφιση, όπως προαναφέρθηκε, είναι καθοριστικής σημασίας για την ακρίβεια της μετρούμενης θερμοκρασίας, ο υπολογισμός του emissivity γίνεται με βάση δύο εμπειρικές τεχνικές.

Κατά την πρώτη τεχνική, τοποθετείται μαύρη ειδική ταινία (με γνωστό $\varepsilon \approx 1$) στην επιφάνεια του υπό θερμογράφιση σώματος και μετράται με την θερμοκάμερα η θερμοκρασία T_{film} της επιφάνειας του σώματος στο σημείο όπου έχει τοποθετηθεί η ταινία. Στη συνέχεια, θερμογραφείται ένα γειτονικό σημείο “καθαρής” επιφάνειας (ακάλυπτης από την ταινία) στο ίδιο σώμα και, ρυθμίζεται σταδιακά ο συντελεστής από την θερμοκάμερα, έως ότου αυτή να μετρά θερμοκρασία $T = T_{film}$. Έτσι, ο συντελεστής ε , για τον οποίο η νέα μετρούμενη θερμοκρασία T ισούται με την T_{film} , είναι ο ζητούμενος συντελεστής emissivity του αντικείμενου-στόχου [1,3]. Κατά την δεύτερη τεχνική, χρησιμοποιείται ένα ακριβές θερμόμετρο επαφής (έστω $T_{contact}$) για την μέτρηση της θερμοκρασίας επιφάνειας του υπό θερμογράφιση σώματος. Η μέτρηση αυτή με το θερμόμετρο επαφής, απαλλαγμένη από την αβεβαιότητα του emissivity, θεωρείται αξιόπιστη και ακριβής. Στη συνέχεια με χρήση θερμοκάμερας μετράται η θερμοκρασία επιφάνειας (έστω T_{IR}) του ίδιου σώματος και ρυθμίζεται σταδιακά ο συντελεστής ε από την θερμοκάμερα, έως ότου $T_{IR} = T_{contact}$. Προφανώς, ο συντελεστής ε , για τον οποίο επέρχεται η συγκεκριμένη



ισότητα, είναι ο ζητούμενος συντελεστής emissivity του αντικείμενου-στόχου [1,2,7].

1.5.2 Αντιστάθμιση Φόντου

Η αντιστάθμιση του φόντου μπορεί να έχει σημαντική επίδραση στην υπέρυθρη θερμογράφιση. Οι σύγχρονες θερμοκάμερες διαθέτουν ενσωματωμένο (built-in) αλγόριθμο, ο οποίος παρέχει τη δυνατότητα κατάλληλης διόρθωσης του σφάλματος φόντου, ώστε να αντισταθμίζεται η επίδραση αντικειμένων που βρίσκονται κοντά στο αντικείμενο-στόχο. Η δυνατότητα αυτή αποκαλείται αντιστάθμιση ανακλώμενης θερμοκρασίας (reflected temperature compensation, RTC) [1,2,12].

Αν τα αντικείμενα που βρίσκονται στο φόντο εκπέμπουν μεγαλύτερες ποσότητες υπέρυθρης ακτινοβολίας σε σύγκριση με το υλικό του στόχου είτε λόγω της μεγαλύτερης θερμοκρασίας τους είτε λόγω μεγαλύτερου συντελεστή, η προερχόμενη από το φόντο υπέρυθρη ακτινοβολία προστίθεται στην ανιχνευόμενη από την θερμοκάμερα ακτινοβολία, προκαλώντας σφάλμα στη μέτρηση. Με άλλα λόγια, λοιπόν, η RTC χρησιμοποιείται για την επίτευξη υψηλής ακρίβειας σε υπέρυθρες θερμογραφήσεις στις οποίες, λόγω της ύπαρξης πολύ υψηλής θερμοκρασίας φόντου (ομοιόμορφα κατανεμημένης), ανακλάται επιπλέον θερμική ενέργεια από το υλικό του στόχου.

1.5.3 Αντιστάθμιση της Ατμόσφαιρας

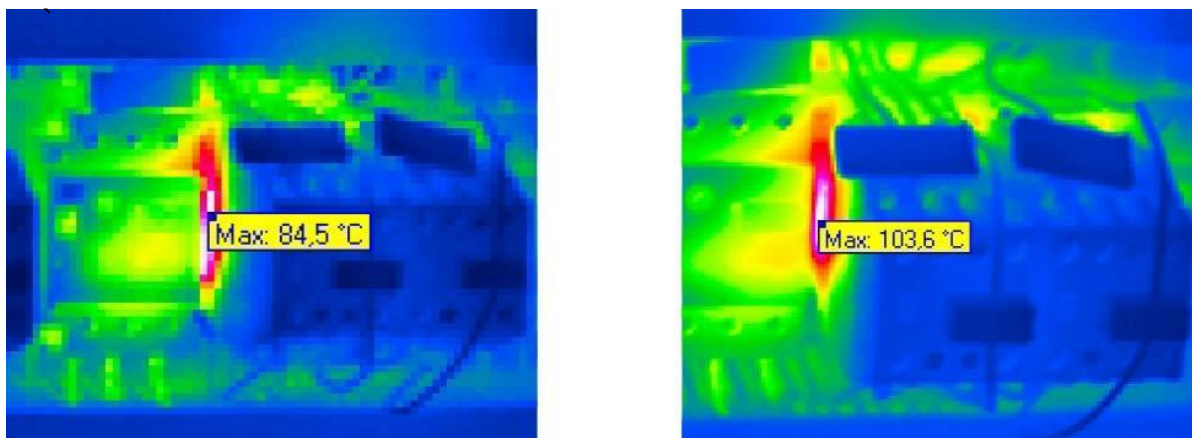
Την ακρίβεια της θερμογράφισης ενδέχεται να επηρεάσουν εκτός από τις συνθήκες του φόντου, τα χαρακτηριστικά της ατμόσφαιρας που παρεμβάλλεται μεταξύ της θερμοκάμερας και του υπό μέτρηση αντικειμένου. Συγκεκριμένα, αν η απόσταση θερμοκάμερας-στόχου (lens-target ratio) είναι μεγάλη και το υπό θερμογράφιση αντικείμενο βρίσκεται σε θερμοκρασία κοντά στη θερμοκρασία περιβάλλοντος, τότε η υπέρυθρη ακτινοβολία των αντικειμένων που περιβάλλουν τον στόχο, καθώς και η ίδια η ατμόσφαιρα, θα αντανakλώνται από το αντικείμενο προς τον αισθητήρα της θερμοκάμερας και θα μετρώνται σαν επιπλέον εκπεμπόμενη ακτινοβολία, προκαλώντας, όπως είναι φυσικό, ανακρίβεια στην τελική μέτρηση.

Όπως και στην περίπτωση της αντιστάθμισης φόντου (RTC), οι σύγχρονες θερμοκάμερες διαθέτουν ενσωματωμένο αλγόριθμο, ο οποίος παρέχει την δυνατότητα κατάλληλης αντιστάθμισης της ατμόσφαιρας. Η τιμή της αντιστάθμισης (ambient compensation value, ACV) υπολογίζεται αυτόματα βάσει των τιμών-

εισόδων (inputs) της θερμοκρασίας του αέρα, της σχετικής υγρασίας και της απόστασης από το αντικείμενο [1,2,12]. Συνεπώς, σε περιπτώσεις όπου απαιτείται υψηλή ακρίβεια θερμογράφησης και χρήσης της ACV, ο χειριστής είναι απαραίτητο να γνωρίζει και να ρυθμίζει στη θερμοκάμερα τις παραπάνω παραμέτρους.

1.5.4 Γεωμετρική Διακριτική Ικανότητα

Γεωμετρική διακριτική ικανότητα αποκαλείται το ελάχιστο μέγεθος αντικειμένου που, για συγκεκριμένη απόσταση θερμοκάμερας-στόχου, προβάλλεται σε ένα εικονοστοιχείο (pixel) του αισθητηρίου. Συνήθως εκφράζεται με τον όρο IFOV (instantaneous field of view) και μετράται σε mrad. Γενικά, για μια αξιόπιστη υπέρυθρη θερμογράφηση, το ελάχιστο μετρούμενο μέγεθος αντικειμένου σε συγκεκριμένη απόσταση είναι αυτό που καλύπτει την επιφάνεια δύο έως τεσσάρων pixels. Κατά συνέπεια, για την καλύτερη δυνατή επαναληψιμότητα και αξιοπιστία μιας μέτρησης, θα πρέπει η απόσταση της θερμοκάμερας-στόχου να διατηρείται σταθερή και να χρησιμοποιούνται θερμοκάμερες που έχουν την ίδια ανάλυση αισθητήρα και την ίδια IFOV [1,2].



Σχήμα 1.8: Επίδραση της διαφορετικής IFOV στην ακρίβεια της υπέρυθρης θερμογράφησης [1,2].

1.6 Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα της Υπέρυθρης Θερμογραφίας

Κάθε μία από τις τεχνικές μη καταστροφικού ελέγχου έχει πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα. Στην περίπτωση της υπέρυθρης θερμογραφίας αυτά παρουσιάζονται στον Πίνακα 1.2.

Πίνακας 1.2: Κυριότερα πλεονεκτήματα (+) και μειονεκτήματα (-) της μεθόδου της υπέρυθρης θερμογραφίας, ανεξαρτήτως πεδίου εφαρμογής [1,2,4,7,11,3].

1. Ταχύς ρυθμός ελέγχου. 2. Μη καταστροφική μέθοδος. 3. Δεν απαιτείται επαφή με το προς μέτρηση αντικείμενο. 4. Ασφάλεια προσωπικού. 5. Μια θερμική εικόνα είναι σχετικά εύκολο να “μεταφραστεί” ακόμη και από μη εξειδικευμένο προσωπικό. 6. Απαιτούνται σχετικά απλές τεχνικές επεξεργασίας των θερμικών εικόνων. 7. Μεγάλο εύρος εφαρμογών. 8. Δυνατότητα πρόληψης ή/και πρόγνωσης σε ορισμένες περιπτώσεις πρώιμων βλαβών.	1. Υψηλό κόστος και πολυπλοκότητα των διατάξεων θερμικής διέγερσης. 2. Κίνδυνος εμφάνισης ψευδών ενδείξεων λόγω επίδρασης του φόντου ή της ατμόσφαιρας. 3. Υψηλό κόστος εξοπλισμού. 4. Ανιχνεύονται μόνο βλάβες που σχετίζονται με μεταβολή του θερμικού αποτυπώματος του εξοπλισμού. 5. Περιορισμένη δυνατότητα διάγνωσης υποπιφανειακών βλαβών σε μεγάλο βάθος. 6. Αβεβαιότητες σχετικά με τον συντελεστή ικανότητας εκπομπής.

1.7 Ανάλυση Θερμικών Εικόνων

Η ανάλυση των θερμικών εικόνων που λαμβάνονται σε κάθε υπέρυθρη θερμογράφιση παρέχει χρήσιμες πληροφορίες σχετικά με την επιφανειακή θερμοκρασιακή κατανομή σε ένα αντικείμενο. Περαιτέρω επεξεργασία των θερμικών εικόνων μπορεί να “αποκαλύψει” πολλές φορές πιθανές ανωμαλίες στην θερμική υπογραφή του υπό εξέταση αντικειμένου, οι οποίες στην πρωτογενή μορφή της θερμικής εικόνας (raw thermal images) ήταν συγκεχυμένες ή μη ορατές. Οι προκύπτουσες από αυτήν την επεξεργασία πληροφορίες, σε συνδυασμό με δεδομένα σχετικά με την φυσική δομή και την θερμοδυναμική κατάσταση του εξοπλισμού, χρησιμοποιούνται για την τελική εκτίμηση του επιπέδου φθοράς και τον χαρακτηρισμό ή/και την ταξινόμηση της βλάβης ή της αστοχίας.



Η πλειονηφία των τεχνικών επεξεργασίας που έχουν καταγραφεί και εφαρμόζονται στην ανάλυση θερμικών εικόνων αφορούν σε δημοφιλείς μεθόδους και αλγορίθμους, των οποίων η αποτελεσματικότητα σε εφαρμογές υπολογιστικής όρασης και επεξεργασίας συμβατικής εικόνας θεωρείται αποδεδειγμένη κατά τη διάρκεια των τελευταίων δεκαετιών. Τέτοιες μέθοδοι είναι η ανάλυση περιοχών ενδιαφέροντος (Regions Of Interest, ROI analysis), η ανάλυση γραμμικών προφίλ (Line Profile Analysis), η στατιστική ανάλυση ιστογραμμάτων (histogram statistical analysis), το φιλτράρισμα (filtering), η εξαγωγή χαρακτηριστικών (feature extraction), κ.α.

Η παρούσα διπλωματική ασχολείται με 3 μεθόδους ανάλυσης θερμικών εικόνων. Την ανάλυση περιοχών ενδιαφέροντος, την ανάλυση γραμμικών προφίλ και τη στατιστική ανάλυση ιστογραμμάτων.

1.7.1 Ανάλυση Περιοχών Ενδιαφέροντος (ROI Analysis)

Μια Περιοχή Ενδιαφέροντος (ROI) είναι μια ειδικά καθορισμένη περιοχή πάνω σε μια θερμική εικόνα που παρακολουθείται. Οι περιοχές ενδιαφέροντος μπορούν να προσδιοριστούν με μια ποικιλία σχημάτων, στα οποία συμπεριλαμβάνονται σημεία, γραμμές και δισδιάστατες περιοχές όπως τα οβάλ και τα ορθογώνια. Στο πρόγραμμα ανάλυσης θερμικών εικόνων που θα χρησιμοποιηθεί στην παρούσα διπλωματική μπορούν να καθοριστούν έως 32 ROI ταυτόχρονα σε μια εικόνα. Μπορεί, επίσης, να γίνει αποθήκευση μιας συλλογής αποθηκευμένων ROI ως Φόρμα Περιοχών Ενδιαφέροντος (ROI Template) και να φορτωθεί αυτή η Φόρμα για χρήση σε κάποια άλλη εικόνα. Αυτό είναι ιδιαίτερα χρήσιμο όταν ο χρήστης εξετάζει παρόμοια σενάρια κατ' επανάληψη και θέλει να εφαρμόσει τις ίδιες ROI σε πολλές θερμικές εικόνες [14].

1.7.2 Ανάλυση Γραμμικών Προφίλ (LPA Analysis)

Η ανάλυση γραμμικών προφίλ θερμοκρασίας (LPA) παράγει γραφήματα, τα οποία παρουσιάζουν τη διακύμανση της τιμής της θερμοκρασίας (άξονας Y) κατά μήκος κάθε γραμμικής ROI, σε κλίμακα μήκους ή εικονοστοιχείων (άξονας X).

1.7.3 Στατιστική Ανάλυση Ιστογραμμάτων

Πρακτικά, ένα ιστόγραμμα εικόνας λειτουργεί ως μια γραφική αναπαράσταση της τονικής ή της χρωματικής κατανομής της. Από την στιγμή, όμως, που μια τέτοια κατανομή, στην περίπτωση μιας θερμικής εικόνας, αντιστοιχεί σε διακριτές τιμές



θερμοκρασίας, η στατιστική ανάλυση συγκεκριμένων χαρακτηριστικών ενός θερμικού ιστογράμματος συνιστά ένα πρακτικό και συνάμα δυναμικό εργαλείο εντοπισμού και διάγνωσης “ανώμαλων” θερμοκρασιακών κατανομών και συνεπώς βλαβών ή αστοχιών. Μεταξύ άλλων, ο αριθμητικός μέσος, η διακύμανση, η τυπική απόκλιση και η κλίση αποτελούν ίσως τις πιο κοινές στατιστικές παραμέτρους χαρακτηρισμού μιας τονικής ή χρωματικής κατανομής. Διευκρινίζεται εδώ ότι η τονική κατανομή αναφέρεται σε εικόνες στην κλίμακα του γκρι (κατανομή του τόνου, δηλαδή της έντασης), ενώ η χρωματική κατανομή αναφέρεται σε εικόνες πολυχρωματικής κλίμακας (κατανομή χρωματικών συνδυασμών κόκκινου-πράσινου-μπλε (red-green-blue, RGB)). Στην παρούσα μελέτη, συνεπώς, εξετάζεται η τονική κατανομή των θερμικών εικόνων. Για κάθε εικόνα γκρι κλίμακας η κατανομή πιθανότητας $P(g)$ ιστογράμματος πρώτης τάξης δίνεται από μια συνάρτηση της μορφής της Σχέσης 1.7 [1]:

$$P(g) = \frac{L(g)}{M} \quad (1.7)$$

όπου, $L(g)$: το πλήθος των επιπέδων g του γκρι.

και M : ο συνολικός αριθμός των εικονοστοιχείων στην εικόνα.

Ενώ σε μια συμβατική εικόνα σε κλίμακα του γκρι ο συνολικός αριθμός των διαθέσιμων επιπέδων $L(g)$ λαμβάνει τιμές από 0 έως 256, σε μια αντίστοιχη θερμική εικόνα το εύρος αυτό εκτείνεται από μια ελάχιστη έως μια μέγιστη θερμοκρασία. Καθώς, λοιπόν, η τονική κατανομή διαφοροποιείται σε αντιστοιχία με την θερμοκρασία, μια θερμική εικόνα μπορεί να ταξινομηθεί με κριτήριο την ένταση του γκρι τόνου της. Ως αριθμητικός μέσος $\bar{g}$ ορίζεται η μέση τιμή που παρέχει συγκεκριμένη πληροφορία σχετικά με την ένταση της φωτεινότητας μιας εικόνας και μπορεί, επομένως, να εκφραστεί με την Σχέση 1.8:

$$\bar{g} = \sum_{g=0}^{L-1} g \cdot P(g) \quad (1.8)$$

Για την ίδια κατανομή η διακύμανση σ_g^2 αποτελεί μέτρο της διασποράς μιας σειράς δεδομένων σημείων γύρω από την τιμή του αριθμητικού τους μέσου και δίνεται από την Σχέση 1.9:

$$\sigma_g^2 = \sum_{g=0}^{L-1} (g - \bar{g})^2 \cdot P(g) \quad (1.9)$$



Η τετραγωνική ρίζα της διακύμανσης ορίζει την τυπική απόκλιση σ_g , η οποία εκφράζει πληροφορία σχετικά με την αντίθεση μιας εικόνας. Με άλλα λόγια, εκφράζει την “έκταση” της πληροφορίας της εικόνας. Έτσι, μια θερμική εικόνα υψηλής αντίθεσης εμφανίζει και μεγάλη θερμοκρασιακή κατανομή. Λόγω αυτής της ιδιότητάς της, η τυπική απόκλιση συνιστά δείκτη-κλειδί σε εφαρμογές διάγνωσης θερμικών εικόνων. Τέλος, η κλίση (skew) S μετρά την ασυμμετρία γύρω από τον αριθμητικό μέσο μιας κατανομής γκρι επιπέδων και ορίζεται από την Σχέση 1.10.

$$S = \frac{1}{\sigma_g^3} \sqrt{\sum_{g=0}^{L-1} (g - \bar{g})^3 \cdot P(g)} \quad (1.10)$$

1.7.4 Αξιολόγηση και Ταξινόμηση Ηλεκτρομηχανολογικών Βλαβών

Η χρήση μια κλίμακας ταξινόμησης των θερμικών αποτυπωμάτων βλαβών επιλέγεται σε συνάρτηση με μια σειρά παραγόντων, όπως το εκάστοτε πεδίο εφαρμογής μιας υπέρυθρης θερμογράφησης, οι συνθήκες μέτρησης, το επίπεδο φόρτισης και κρισιμότητας του εξοπλισμού κ.α. Στην κλίμακα αυτή καθορίζεται το εύρος του ΔT κάθε επιπέδου ταξινόμησης και ορίζονται αντίστοιχες προτεραιότητες επιδιόρθωσής των βλαβών, στα πλαίσια ενός προγράμματος συντήρησης. Ένα ενδεικτικό παράδειγμα ταξινόμησης βλαβών και προτεραιοτήτων σε υπέρυθρες θερμογραφήσεις ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού παρουσιάζεται στον **Πίνακα 1.3** [1,2,3].



Πίνακας 1.3: Ταξινόμηση θερμικών αποτυπωμάτων βλαβών
ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού

Ταξινόμηση	Επίπεδο ΔT	Σχόλιο – Προτεινόμενη δράση
ΠΡΟΤΕΡΑΙΟΤΗΤΑ 0	$\Delta T \leq 5^\circ \text{C}$	Δεν απαιτείται διορθωτική επισκευή αυτή τη χρονική στιγμή.
ΠΡΟΤΕΡΑΙΟΤΗΤΑ 1	$5^\circ \text{C} \leq \Delta T \leq 10^\circ \text{C}$	Στην επόμενη συντήρηση, απαιτείται διορθωτική επισκευή.
ΠΡΟΤΕΡΑΙΟΤΗΤΑ 2	$10^\circ \text{C} \leq \Delta T \leq 15^\circ \text{C}$	Απαιτείται να προγραμματιστεί σύντομα διορθωτική επισκευή.
ΠΡΟΤΕΡΑΙΟΤΗΤΑ 3	$15^\circ \text{C} \leq \Delta T \leq 50^\circ \text{C}$	Απαιτείται διορθωτική επισκευή, όσο πιο σύντομα γίνεται.
ΠΡΟΤΕΡΑΙΟΤΗΤΑ 4	$\Delta T \geq 50^\circ \text{C}$	Κίνδυνος ασφαλείας. Απαιτείται άμεση διορθωτική επισκευή.

1.8 Σύνοψη

Στο Κεφάλαιο αυτό παρουσιάστηκε το θεωρητικό κομμάτι της παρούσας διπλωματικής εργασίας. Πιο συγκεκριμένα, ορίστηκε η έννοια της θερμογραφίας και του μέλανος σώματος. Επίσης, έγινε αναφορά στην αλληλεπίδραση της ακτινοβολίας με την ύλη και αναλύθηκε ο εξοπλισμός που χρησιμοποιήθηκε, οι τρόποι θερμογράφησης καθώς και οι παράμετροι που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη όταν πραγματοποιείται ένας θερμογραφικός έλεγχος. Ακόμα, αναλύθηκαν τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα της υπέρυθρης θερμογραφίας. Τέλος, παρουσιάστηκαν οι τρεις τρόποι ανάλυσης που θα πραγματοποιηθούν στο Κεφάλαιο 4 και ταξινομήθηκαν οι ηλεκτρομηχανολογικές βλάβες ανάλογα με το θερμικό αποτύπωμα που εμφανίζουν.

Στο επόμενο Κεφάλαιο θα παρουσιαστούν τα απαραίτητα έγγραφα, με τα οποία οφείλουν να είναι εφοδιασμένα τα ελληνικά ιστιοπλοϊκά καθώς και τι προβλέπουν αυτά.

Αναφορές

[1] Τσανάκας, Ι.Α., «Προηγμένες τεχνολογίες διάγνωσης-πρόγνωσης βλαβών σε μηχανολογικές κατασκευές με χρήση εποπτικών μεθόδων: περίπτωση υπέρυθρης θερμογραφίας», Διδακτορική Διατριβή, Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, Τμήμα Μηχανικών Παραγωγής και Διοίκησης, Τομέας Υλικών Διεργασιών και Μηχανολογίας, Ξάνθη, Φεβρουάριος 2013.

[2] Μπότσαρης, Π.Ν., και Τσανάκας, Ι. Α., «Θερμογραφία και εφαρμογές της στην επιστήμη του Μηχανικού», Εκπαιδευτικό υλικό σεμιναρίου, στα πλαίσια της δράσης του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας «e-Μηχανικοί: Εκπαίδευση Μηχανικών στις τεχνολογίες πληροφορικής και επικοινωνιών», ΙΕΚΕΜ-ΤΕΕ, Αθήνα, Ελλάδα, 2009.

[3] Βούλγαρη, Ε., «Μη-καταστροφικές Διαγνωστικές Μέθοδοι Εντοπισμού Σφαλμάτων σε Υποσταθμούς Μέσης και Υψηλής Τάσης», Διπλωματική Εργασία, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών, Τομέας Συστημάτων Μετάδοσης Πληροφορίας και Τεχνολογίας Υλικών, Αθήνα, 2011.

[4] Vollmer, M., and Mollmann, K.-P. ,«Infrared Thermal Imaging: Fundamentals, Research and Applications», Chap. 3, Wiley-VCH Verlag, Weinheim, Germany, 2010.

[5] Κατάρτιση Ενεργειακών Επιθεωρητών, Θεματική Ενότητα: ΔΚ2 «Θερμομονωτική Επάρκεια Κτηριακού Κελύφους», Εκπαιδευτικό Υλικό Σεμιναρίου, ΙΕΚΕΜ-ΤΕΕ, Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας, Αθήνα, 2011.

[6] Cengel,H.A,«Heat Transfer: A Practical Approach», 2nd edition, Mcgraw-Hill, New York, U.S.A., 2002.

[7] Maldague, X. P. V., «Theory and Practice of Infrared Technology for Nondestructive Testing», 1st edition, Wiley-Interscience, New York, U.S.A., 2001.

[8] Canada Research Chair in Multipolar Infrared Vision – MiViM,



[<http://mivim.gel.ulaval.ca/index.php>], προσπελάστηκε: 8/2010.

[9] Μπότσαρης, Π. Ν., «Προληπτική Συντήρηση και Υπέρυθρη Θερμογραφία», Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, Τμήμα Μηχανικών Παραγωγής και Διοίκησης, Τομέας Υλικών Διεργασιών και Μηχανολογίας, Ξάνθη.

[10] Τσόκλας, Β. Κ., και Τυρέκογλου, Σ.Α., «Μετρήσεις της θερμοκρασίας λειτουργίας των μετασχηματιστών του δικτύου διανομής», Διπλωματική Εργασία, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών, Τομέας Ηλεκτρικών Βιομηχανιών Διατάξεων και Συστημάτων Αποφάσεων, Αθήνα, Σεπτέμβριος 2008.

[11] Tsanakas, J. A., and Botsaris, P. N., «Non-Destructive in Situ Evaluation of a PV Module Performance Using Infrared Thermography», Proceedings of The 6th International Conference on Condition Monitoring and Machinery Failure Prevention Technologies - CM and MFPT, Dublin, Republic of Ireland, 2009.

[12] Tsanakas, J. A., and Botsaris, P.N., «On the Detection of Hot Spots in Operating Photovoltaic Arrays through Thermal Image Analysis and a Simulation Model», Materials Evaluation, (in press – 2013).

[13] Botsaris, P. N., and Tsanakas, J.A., «Infrared Thermography as an Estimator Technique of a Photovoltaic Module Performance via Operating Temperature Measurements», Proceeding of The 10th European Conference on NDT, Moscow, Russia, 2010.

[14] Πλαστήρα, Ελένη, «Διαγνωστικός Έλεγχος Βλαβών Μηχανολογικών Συστημάτων με βάση την Αρχή της Υπέρυθρης Θερμογραφίας», Διπλωματική Εργασία, Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, Τμήμα Μηχανικών Παραγωγής και Διοίκησης, Τομέας Υλικών Διεργασιών και Μηχανολογίας, Ξάνθη, Οκτώβριος 2008.



Κεφάλαιο 2

Έγγραφα και Πρωτόκολλα Ασφαλείας Ιστιοπλοϊκών Σκαφών

Περιεχόμενα

2.1 Εισαγωγή	24
2.2 Έγγραφα Ιστιοπλοϊκών Σκαφών	25
2.2.1 Πιστοποιητικό Καταμέτρησης	26
2.2.2 Έγγραφο Εθνικότητας	28
2.2.3 Πρωτόκολλο Γενικής Επιθεώρησης (Π.Γ.Ε.)	29
2.2.4 Άδεια Τηλεπικοινωνιακού Σταθμού	31
2.2.5 Ναυτολόγιο	33
2.2.6 Ημερολόγιο	34
2.2.7 Άδεια Εκτέλεσης Πλόων (Α.Ε.Π.)	34
2.3 Επιθεώρηση Ιστιοπλοϊκών Σκαφών	35
2.4 Επαγγελματικά Ιστιοπλοϊκά Σκάφη	39
2.4.1 Κατηγορίες Επαγγελματικών Ιστιοπλοϊκών Σκαφών I και II	39
2.4.2 Κατηγορίες Επαγγελματικών Ιστιοπλοϊκών Σκαφών III και IV	42
2.4.3 Φαρμακευτικό και Υγειονομικό Υλικό	44
2.4.4 Τηλεπικοινωνιακά Μέσα	46
2.4.5 Μηχανολογική Εγκατάσταση	47
2.4.6 Υπολογισμός αριθμού επιβατών επαγγελματικών ιστιοπλοϊκών σκαφών	47
2.4.7 Γενικές απαιτήσεις χώρων διαμονής	48
2.4.8 Μέσα Προστασίας	48
2.4.9 Χώροι Υγιεινής	48
2.4.10 Ψυγεία	49
2.4.11 Θάλαμοι και Αίθουσες παραμονής	49
2.4.12 Καθαριότητα και Εμφάνιση	50



2.5 Ιστιοπλοϊκά Σκάφη Αναψυχής.....	50
2.5.1 Κατηγορία Ιστιοπλοϊκών Σκαφών Αναψυχής I	50
2.5.2 Κατηγορίες Ιστιοπλοϊκών Σκαφών Αναψυχής II, III και IV	51
2.5.3 Τηλεπικοινωνιακά Μέσα	53
2.5.4 Υπολογισμός αριθμού επιβατών	53
2.5.5 Φαρμακευτικό και Υγειονομικό υλικό.....	53
2.6 Σχετικά με τη χρήση υγραερίου.....	54
2.7 Υποχρεώσεις Κυβερνήτη Ιστιοπλοϊκού Σκάφους	55
2.8 Σύνοψη Κεφαλαίου.....	56
Αναφορές	57

2.1 Εισαγωγή

Η Ελλάδα, με μήκος ακτογραμμών 16.300 km και ποσοστό 92.9% κατέχει την 9η θέση παγκοσμίως στον σχετικό κατάλογο των χωρών ανά μήκος ακτογραμμής. Όπως είναι λοιπόν λογικό, οι κάτοικοί της ασχολήθηκαν, ήδη από την Αρχαία Ελλάδα, με τη θάλασσα και τη ναυτιλία. Η Ελλάδα φιλοξενεί περίπου 17.700 σκάφη αναψυχής όλων των τύπων και σημαιών, εκ των οποίων περίπου 8.000 είναι άνω των 12 m [1,5]. Γίνεται λοιπόν κατανοητό ότι για την ασφάλεια και διαχείριση όλου αυτού του στόλου σκαφών πρέπει να ακολουθούνται κάποιοι νόμοι και υποχρεώσεις. Αυτοί ορίζονται από τον Κώδικα Δημοσίου Ναυτικού Δικαίου (Κ.Δ.Ν.Δ.), τον Κώδικα Ιδιωτικού Ναυτικού Δικαίου (Κ.Ι.Ν.Δ.) και από τα Φύλλα Εφημερίδος της Κυβέρνησης (Φ.Ε.Κ.), ενώ αναγράφονται στα έγγραφα που οφείλουν να φέρουν μαζί τους τα σκάφη. Υπεύθυνοι για την τήρηση των παραπάνω νόμων είναι η ελληνική ακτοφυλακή και το λιμενικό σώμα.

Γύρω από τα πρωτόκολλα ασφαλείας στη θάλασσα έχει αναπτυχθεί μια τεράστια βιβλιογραφία. Η παρούσα, όμως, διπλωματική εστιάζει συγκεκριμένα στα ιστιοπλοϊκά σκάφη. Συνεπώς, σε αυτό το κεφάλαιο θα αναφερθούν τα απαραίτητα έγγραφα, με τα οποία οφείλουν να είναι εφοδιασμένα τα ελληνικά ιστιοπλοϊκά, καθώς και τι προβλέπουν αυτά. Για την αποφυγή τυχόν σύγχυσης κρίνεται σκόπιμο να επισημανθεί ότι τα εν λόγω ιστιοπλοϊκά σκάφη, αναφέρονται στους διάφορους νόμους ως τουριστικά πλοία.



Η συγγραφή του Κεφαλαίου 2 αποσκοπεί στην καθολική παρουσίαση της απαιτούμενης επιθεώρησης ενός ιστιοπλοϊκού σκάφους. Αν και δεν αποτελεί τεχνικό κομμάτι, αλλά ουσιαστικά εφαρμογή των υφιστάμενων νομοθεσιών, είναι κομβικής σημασίας για την επιθεώρηση ενός σκάφους και της δυνατότητας απόπλου του.

Να σημειωθεί σε αυτό το σημείο ότι η συλλογή αυτών των πληροφοριών ήταν ιδιαίτερα χρονοβόρα και δύσκολη, αφού υπάρχουν σε ισχύ διάσπαρτοι νόμοι σε διάφορα Φ.Ε.Κ., ακόμα και βασιλικά διατάγματα (Β.Δ.) του 1968. Καταλυτική ήταν η βοήθεια του πλωτάρχη κ. Γεωργάτου Χαράλαμπου, προϊστάμενου του Τομέα Επιθεώρησης Πλοίων και Ασφάλειας Ναυσιπλοΐας, και του επικελευστή κ. Κάτσαρη Δημήτρη του ίδιου τομέα του Λιμεναρχείου Πατρών.

2.2 Έγγραφα Ιστιοπλοϊκών Σκαφών

Πρώτα από όλα τα σκάφη πρέπει να περάσουν από τη διαδικασία της νηολόγησης. Κάθε πλοίο καταχωρείται σε βιβλίο που κρατά η Λιμενική αρχή και η πράξη αυτή της καταχώρησης ονομάζεται νηολόγηση. Τα πλοία καθαρής χωρητικότητας μικρότερης των 10 κόρων* καταχωρούνται στο νηολόγιο πλοιαρίων, ενώ τα μεγαλύτερα στα νηολόγια Α' κλάσης. Οι αρχές που κρατούν τέτοια νηολόγια είναι τα Λιμεναρχεία του κράτους [2,3,4].

**Κόρος: είναι μονάδα μέτρησης όγκου με την οποία γίνεται η μέτρηση της χωρητικότητας ενός πλοίου. Ένας κόρος αντιστοιχεί σε 100 κυβικά πόδια ή 2,83 κυβικά μέτρα.*

Απαιτούμενα δικαιολογητικά για τη νηολόγηση ενός σκάφους είναι:

- i. Αίτηση.
- ii. Τίτλος κυριότητας.
- iii. Υπεύθυνη δήλωση για πλοιοκτησία και για μη εγγραφή του σκάφους σε νηολόγια άλλου Ελληνικού Λιμένα.
- iv. Πιστοποιητικό καταμέτρησης.
- v. Πιστοποιητικό διαγραφής από ξένα νηολόγια (εάν υπάρχει τέτοια περίπτωση).
- vi. Διασάφηση από το Τελωνείο, εάν το σκάφος προέρχεται από χώρα εκτός Ε.Ε., αλλιώς πιστοποιητικό C.E.
- vii. Ιδιωτικό συμφωνητικό, Bill of Sale.

Τα ναυτιλιακά έγγραφα με τα οποία πρέπει να είναι εφοδιασμένα τα ελληνικά ιστιοπλοϊκά σκάφη για να μπορούν να πάρουν απόπλου από ένα λιμάνι είναι τα



ακόλουθα [2,3,4]:

2.2.1 Πιστοποιητικό Καταμέτρησης

Εκδίδεται από την επιθεώρηση εμπορικών πλοίων του Υπουργείου Εμπορικής Ναυτιλίας ή από τις Λιμενικές Αρχές. Σε αυτό υπολογίζεται η χωρητικότητα του σκάφους, δηλαδή ο όγκος του σκάφους και των χωρών του. Μονάδα μέτρησης της χωρητικότητάς είναι ο κόρος, που ισούται με 2.83 κυβικά μέτρα. Στο πιστοποιητικό αναγράφονται οι διαστάσεις του σκάφους, το έτος και το υλικό κατασκευής, η μηχανή του, ο κατασκευαστής κτλ. Σε περίπτωση μετασκευής του σκάφους ή αλλαγής της μηχανής εκδίδεται νέο πιστοποιητικό ανα-καταμέτρησης. (Σχήμα 2.1, Σχήμα 2.2)

ΔΙΔΙΤΙΜΗΤΟ

Αριθ. πρωτ.:/...../.....



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΝΑΥΤΙΑΣ ΚΑΙ ΑΙΓΑΙΟΥ
ΑΡΧΗΓΕΙΟ ΛΙΜΕΝΙΚΟΥ ΣΩΜΑΤΟΣ –
ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΑΚΤΟΦΥΛΑΚΗΣ
ΚΕΝΤΡΙΚΟ ΛΙΜΕΝΑΡΧΕΙΟ ΠΑΤΡΑΣ ⁽¹⁾

ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΑΝΑ-ΚΑΤΑΜΕΤΡΗΣΗΣ ⁽²⁾

Με το παρόν πιστοποιείται, ότι η χωρητικότητα του σκάφους “.....” ⁽³⁾ **Νηολογίου Πάτρας** ⁽⁴⁾ καταμετρήθηκε κατά τον ΚΑΝΟΝΑ II, όπως με λεπτομέρεια φαίνεται στην πίσω σελίδα και βρέθηκε να έχει όπως κατωτέρω:

ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑ ΣΕ ΚΟΡΟΥΣ		ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑ ΣΕ ΚΥΒ. ΜΕΤΡΑ	
ΟΛΙΚΗ	ΚΑΘΑΡΗ	ΟΛΙΚΗ	ΚΑΘΑΡΗ
11,73	10,11	33,219	28,622

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΕΣ ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΚΑΙ ΛΟΙΠΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΣΚΑΦΟΥΣ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΗΣ

Μήκος ολικό ⁽⁵⁾ :	09,90 μ.	Κατασκευαστές:	W.M. CONSTRUCTION LIMITED
Μήκος νηολόγησης ⁽⁶⁾ :	08,40 μ.	Σχήμα πρόρας ⁽¹⁰⁾ :	ΠΡΟΚΑΙΝΟ
Πλάτος νηολόγησης ⁽⁷⁾ :	02,90 μ.	Σχήμα πρύμνης:	ΚΑΘΕΤΟ
Βάθος νηολόγησης ⁽⁸⁾ :	01,10 μ.		
Είδος σκάφους ⁽⁹⁾ :	E/T-A/Ψ		
Υλικό σκάφους:	ΕΝΙΣΧ. ΠΛΑΣΤΙΚΟ		
Τόπος ναυπήγησης:	ΑΙΓΙΔΙΑ		
Έτος καθέλκυσης:	1977		
AMYEN : GRC.....		Ελικοκίνητο ή Ιστιοκίνητο ή Ρημοβλκούμενο ⁽¹¹⁾	
		Αριθμός και είδος μηχανών ⁽¹²⁾ :	MIA (01) DIESEL
		Κατασκευαστές μηχανών:	SOLE
		S/N:	
		Ιπποδύναμη ⁽¹³⁾ :	 KW στις 3000 RPM

Πάτρα Νοεμβρίου
Ο Κεντρικός Λιμενάρχης

Για το πιστοποιητικό ανα-καταμέτρησης κατεβλήθησαν:
Το αριθ. /23-10-..... αποδεικτικό εισπραξής υπέρ Μ.Τ.Ν. ποσού 30 €.
Το αριθ., παράβολο χαρτοσήμου ποσού 30 €.
Το αριθ. /23-10-..... διπλότυπο εισπραξής ποσού 05.32 € για τέλη καταμέτρησης.
Το αριθ. /23-10-..... αποδεικτικό εισπραξής υπέρ Ε.Κ.Ο.Ε.Μ.Ν. ποσού 10 €.

Σχήμα 2.1: Παράδειγμα Μπροστά Όψης Πιστοποιητικού Ανα-καταμέτρησης.



ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑΣ	ΚΥΒ. ΜΕΤΡΑ	ΚΟΡΟΙ
ΧΩΡΟΙ ΠΟΥ ΕΧΟΥΝ ΠΕΡΙΛΗΦΘΕΙ		
Κάτω από το ανώτερο κατάστρωμα	25,281	08,93
Υπερκατασκευές	07,938	02,80
Φωταγωγοί και αεραγωγοί μηχανοστασίου		
Λουποί χώροι		
Υπέρβαση στομίων κυτών		
Ολική χωρητικότητα	33,219	11,73
ΧΩΡΟΙ ΠΟΥ ΕΧΟΥΝ ΕΚΠΕΣΘΕΙ		
Διαμερίσματα Πλοιάρχου		
Διαμερίσματα Πληρώματος		
Αποθήκη Υλικών		
Λουποί χώροι		
Χωρητικότητα μηχανοστασίου που έχει εκπεσθεί (Πραγματική χωρητικότητα μηχανοστασίου 0,66 κόροι X32/13)	04,597	01,62
Σύνολο χώρων που έχουν εκπεσθεί	04,597	01,62
Καθαρή χωρητικότητα	28,622	10,11
ΧΩΡΟΙ ΠΟΥ ΕΧΟΥΝ ΕΞΑΙΡΕΘΕΙ		
Φωταγωγοί και αεραγωγοί μηχανοστασίου		
Χώρος Πηδαλιουχίας		
Αποχωρητήρια		
Λουποί χώροι		

ΣΗΜΕΙΩΣΗ

1. Τίτλος της Υπηρεσίας ή Λιμενικής Αρχής που εκδίδει το πιστοποιητικό.
2. Σε περίπτωση ανακαταμέτρησης τίθεται η πρόθεση ΑΝΑ.
3. Ονομα σκάφους.
4. Αναγράφεται το λιμάνι και ο αριθμός νηολογίου ή βιβλίου φορηγίδων. Σε περίπτωση μη εγγραφής εισέτι του σκάφους στο νηολόγιο ή στο βιβλίο φορηγίδων αναγράφεται μια εκ των εξής ενδείξεων αναλόγως της περιπτώσεως: α) υπό νηολόγηση σε λιμένα ή β) υπό εγγραφή σε βιβλίο φορηγίδων λιμένος ή γ) υπό προσωρινά ναυτικά έγγραφα.
5. Μήκος μεταξύ των πλέον εξωτερικών άκρων της πλώρας και πρόμνης μη λαμβανομένου υπ' όψη του τυχόν εξεχόντος πηδαλίου, προβόλου ή περιζώματος. Μετρείται επί ευθείας παράλληλου προς την τρόπιδα.
6. Μήκος μεταξύ του πλέον εξωτερικού άκρου της πλώρας και της πρυμναίας όψης του ποδοστήματος ή της νοητής προεκτάσεως αυτού. Μετρείται επί ευθείας παράλληλου προς την τρόπιδα. Εάν δεν υπάρχει ποδόστημα λαμβάνεται η προωραία όψη του κορμού (άξονας) του πηδαλίου ή της νοητής προεκτάσεως αυτού.
7. Πλάτος μέγιστο. Μετρείται εξωτερικώς του περιβλήματος και στο πλατύτερο μέρος του πλοίου, μη λαμβανομένου υπ' όψη του περιζώματος.
8. Βάθος από της κάτω όψης του ανωτέρου καταστρώματος μέχρι της άνω όψης του εσωτερικού πυθμένος των διπυθμένων ή των εδρών των νομένων ή της εσωτερικής επένδυσης, ανάλογα της περίπτωσης. Μετρείται κατά το κεντρικόν διάμηκος του πλοίου και στο μέσο του μήκους νηολόγησης.
9. Π.χ. φορηγίδ, φορηγίς, πλωτός γερανός κ.λ.π.
10. Π.χ. προκλινόν, κάθετον, τρεχαντήρι κ.λ.π.
11. Διαγράφονται οι λέξεις που δεν αφορούν στο σκάφος.
12. Ατμομηχανή ή Μ.Ε.Κ.
13. Π.χ. 2 (μηχανές) x 100 = 200 HP σε 1500 στροφές ανά λεπτό

Σχήμα 2.2: Παράδειγμα Πίσω Όψης Πιστοποιητικού Ανα-καταμέτρησης.



2.2.2 Έγγραφο Εθνικότητας

Εκδίδεται από τη Λιμενική Αρχή, στο νηολόγιο της οποίας εγγράφεται το σκάφος. Το έγγραφο εθνικότητας εκδίδεται μετά το πιστοποιητικό καταμέτρησης και περιλαμβάνει τα κύρια χαρακτηριστικά του σκάφους (όνομα, χωρητικότητα, αριθμό και λιμάνι νηολόγησης, διεθνές διακριτικό σήμα κλπ), καθώς και τα στοιχεία του πλοιοκτήτη. Επίσης, επιτρέπεται και η έκδοση προσωρινού εγγράφου εθνικότητας στα σκάφη που δεν είναι άμεσα δυνατή η αναγνώρισή τους ως Ελληνικά. Σε αυτό ορίζεται και η διάρκεια ισχύος του. (Σχήμα 2.3)

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΕΜΠΟΡΙΚΗΣ ΝΑΥΤΙΑΣ, ΑΙΓΑΙΟΥ & ΝΗΣΙΩΤΙΚΗΣ ΠΟΛΙΤΙΚΗΣ MINISTRY OF MERCANTILE MARINE, THE AEGEAN & ISLAND POLICY ΕΓΓΡΑΦΟ ΕΘΝΙΚΟΤΗΤΑΣ CERTIFICATE OF NATIONALITY ΒΕΒΑΙΩΝΕΤΑΙ THIS IS TO CERTIFY					
με το παρόν ότι το εμπορικό πλοίο, που περιγράφεται πιο κάτω: That the merchant vessel described below:					
ΟΝΟΜΑ NAME	(α) Δ.Δ.Σ. INTERNATIONAL CALL LETTERS ΚΑΙ/ΑΝΔ (β) Δ.Σ.Π. M.M.S.I.	ΑΡΙΘΜΟΣ IMO IMO NUMBER	ΛΙΜΑΝΙ ΝΗΟΛΟΓΗΣΗΣ PORT OF REGISTRY	ΑΡΙΘ. ΝΗΟΛΟΓΙΟΥ REGISTER NUMBER	ΤΥΠΟΣ ΠΛΟΙΟΥ TYPE OF SHIP
	(a) SY 4714 (β) 237769200	-	ΚΕΡΚΥΡΑ CORFU	1666	Θ/Γ - Α/Ψ PRIVATE PLEASURE YACHT
ΜΑΤΕΡΙΑΛ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΣΚΑΦΟΥΣ MATERIAL OF CONSTRUCTION	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΑΙ ΤΥΠΟΣ ΠΡΩΣΤΗΡΙΩΝ ΜΗΧΑΝΩΝ NUMBER AND TYPE OF PROPULSION MACHINERY				ΙΠΠΟΔΥΝΑΜΗ HORSEPOWER
ΜΙΣΧΥΜΕΝΟ ΜΑΣΤΙΚΟ (G.R.P.)	ΜΙΑ (ΟΙ) Μ.Ε.Ε. ΝΤΗΖΕΛ } VOLVO PENTA ΟΝΕ (ΟΙ) I. C. E. DIESEL }				19 HP 65x3600cm³
Έχει καταμετρηθεί σύμφωνα με τους κανόνες και τις ισχύουσες διατάξεις για has been measured in accordance with the Rules and Regulations regarding την καταμέτρηση της χωρητικότητας των εμπορικών πλοίων, όπως προκύπτει από tonnage measurement of merchant ships, as per certificate of measurement το πιστοποιητικό καταμέτρησης που εκδόθηκε από τον Κ.Λ. ΚΕΡΚΥΡΑΣ την 17 ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΥ 2004 Issued by C.P.A. OF CORFU on the 17 th day of FEBRUARY 2004 και έχει τα ακόλουθα στοιχεία: and has the following particulars:					
ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑ TONNAGE	Ολική (KOX) gross (g.r.t.)	09,31			
	Καθαρή (KKX) Net (n.r.t.)	08,31			
ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ DIMENSIONS	Μήκος ολικό: Length Overall:	09,54 M			
	Μήκος νηολόγησης: Register Length:	08,60 M			
	Πλάτος νηολόγησης: Register Breadth:	03,23 M			
	Βάθος νηολόγησης: Register depth:	01,32 M			
ΠΛΟΙΟΚΤΗΤΗΣ OWNER	ΟΝΟΜΑ - ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ NAME - ADDRESS				
απαράνο πλοίο που καταχωρήθηκε στα Ελληνικά Νηολόγια επιτρέπεται να φέρει την Ελληνική Σημαία. vessel has been registered in the Greek Registry and is permitted to fly the Greek Flag.					
ΚΕΡΚΥΡΑ 18 ΙΟΥΝΙΟΥ 2010 Dated at CORFU on the 18 th day of JUNE 2010 Ο Νηολόγος - The Registrar ΘΑΝΑΣΗΣ Α. ΜΕΤΑΛΛΗΝΟΣ					

Σχήμα 2.3: Παράδειγμα Εγγράφου Εθνικότητας.



2.2.3 Πρωτόκολλο Γενικής Επιθεώρησης (Π.Γ.Ε.)

Εκδίδεται για σκάφη άνω των 5 κ.ο.χ. (κόβοι ολικής χωρητικότητας) και μήκους άνω των 6 μέτρων από την Επιθεώρηση Εμπορικών Πλοίων, τις Λιμενικές Αρχές και τον Ελληνικό Νηογνώμονα. Το έγγραφο αυτό πιστοποιεί ότι το σκάφος είναι αξιόπλοο και διαθέτει όλο τον απαραίτητο εξοπλισμό. Πριν το σκάφος αρχίσει να ταξιδεύει γίνεται γενική επιθεώρηση και εξετάζεται από όλες τις απόψεις, (π.χ. ναυπηγική, μηχανολογική, ηλεκτρολογική, ναυτιλιακή, τηλεπικοινωνιακή, ασφαλείας και ενδιαίτησης). Η ισχύς του Π.Γ.Ε. είναι 2 χρόνια για τα τουριστικά επαγγελματικά σκάφη και 4 χρόνια για τα σκάφη αναψυχής μέχρι 12 επιβάτες. Στο Π.Γ.Ε. γράφονται, επίσης, οι πλόες που μπορεί να εκτελεί το σκάφος, ο αριθμός των επιβαινόντων και ο εξοπλισμός του σκάφους σε σωστικά και πυροσβεστικά μέσα. (Σχήμα 2.4, Σχήμα 2.5)

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ, ΥΠΟΔΟΜΩΝ, ΝΑΥΤΙΛΙΑΣ ΚΑΙ ΤΟΥΡΙΣΜΟΥ ΑΡΧΗΓΕΙΟ ΛΙΜΕΝΙΚΟΥ ΣΩΜΑΤΟΣ – ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΑΚΤΟΦΥΛΑΚΗΣ ΚΕΝΤΡΙΚΟ ΛΙΜΕΝΑΡΧΕΙΟ ΠΑΤΡΑΣ ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗΣ ΠΛΟΙΩΝ		Αριθμός πιστοποιητικού:/2015			
Είδος πλοίου:		Όνομα πλοίου:		Νηολόγιο:	
Κωδικός:		ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑ		ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ	
ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΕΙΣ		Διεθνής:		Μήκος ολικό: 10,80 μ	
Επάρξ:		Ολική: 10,43 κόβοι		Πλάτος: 03,10 μ	
Θάλασσα:		Καβαρή: 10,18 κόβοι		Μήκος νηολ.: 10,50 μ	
		D.W.:		Βάθος νηολ.: 01,00 μ	
		ΝΑΥΠΗΓΗΣΗ		ΝΑΥΠΗΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	
		Έτος: 1985		Έτος εξόδων: 900 χιλ.	
		Τόπος: ΓΑΛΛΙΑ		Βύθισμα θέρους:	
		Υλικό: G.R.P.			
		Έτος μετασκ: 2009			
ΠΡΟΣΤΗΡΗΣΕΙΣ ΜΗΧΑΝΕΣ					
Θέση	Είδος καυσίμου	Κατασκευαστής - τύπος	Χώρα κατασκευής	Έτος κατασκευής	Ιπποδύναμη
ΑΡ:					
ΜΕ:	DIESEL OIL	MITSUBISHI SOLE TYPE: MINI 29	ΙΣΠΑΝΙΑ	2008	20 KW / 26,82 BHP
ΔΕ:					
ΣΩΣΤΙΚΑ ΜΕΣΑ					
Πνευστές σωστικές σχεδίες ρίψης:	αριθ.	ότομα	ΚΥΡΙΟ ΜΕΣΟ ΠΡΟΣΩΣΗΣ: ΙΣΤΙΑ	ΒΟΗΘΗΤΙΚΟ ΜΕΣΟ ΠΡΟΣΩΣΗΣ: Μ.Ε.Κ.	
Πνευστικές συσκευές:	02	08	ΠΥΡΟΣΒΕΣΤΙΚΑ ΜΕΣΑ	αριθ.	ΦΩΤΙΣΤΙΚΑ ΜΕΣΑ ΚΙΝΔΥΝΟΥ
Κοινές λέμβοι:	---	---	Πυροσβεστήρες σκόνης:	02	Φωτοβολίδες αλεξίπτωτου
Σωστικές ζώνες (ενήλικων):	10	---	Πυροσβεστήρες αφρού:	---	03
Σωστικές ζώνες (παιδικές):	02	---	Πυροσβεστήρες CO2:	---	Βεγγαλικά χειρός
Κυκλικά σωστίδια:	---	---	Πυροσβεστήρες Hallon:	---	03
Πεταλοειδή σωστίδια:	02	---	Μόνιμο σύστημα: ---	---	Καταγόνια
ΑΡΙΘΜΟΣ ΕΠΙΒΑΤΩΝ ΚΑΤΑ ΠΛΟΕΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΟΔΟΥΣ ΧΕΙΜΩΝΑ - ΘΕΡΟΥΣ					
ΠΛΟΥΣ (α)	ΠΛΟΥΣ (β)	ΠΛΟΥΣ (γ)	ΠΛΟΥΣ (δ)		
ΝΥΧΤΕΡΙΝΟΙ ΤΟΠΙΚΟΙ ΚΑΙ ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΕΝΗΣ ΕΚΤΑΣΗΣ (ΚΑΤ. IV, Π.Δ. 917/79)	ΗΜΕΡΙΝΟΙ ΤΟΠΙΚΟΙ ΚΑΙ ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΕΝΗΣ ΕΚΤΑΣΗΣ (ΚΑΤ. IV, Π.Δ. 917/79)				
Χειμώνα: 06	Θέρους: 06	Χειμώνα: 08	Θέρους: 08	Χειμώνα:	Θέρους:
ΜΕΣΑ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ: ΦΕΡΕΙ VHF/DSC & EPIRB -				ΠΛΗΡΩΜΑ: ΑΝΕΥ (0)	
Το παρόν εκδίδεται ύστερα από επιθεώρηση του παραπάνω πλοίου που έγινε στο λιμάνι της Πάτρας την 28/07/2015 κατά την οποία διαπιστώθηκε ότι το σκάφος, οι μηχανές και τα μηχανήματα, τα μέσα επικοινωνίας, τα ναυτιλιακά όργανα και βιβλία, τα πλοϊκά φώτα και σήματα, τα μέσα εκπαίδευσης πληκτικών σημείων, τα φωτιστικά σήματα κινδύνου, τα σωστικά και πυροσβεστικά μέσα, ως και οι εν γένει χώροι ενδιαίτησης επιβατών και πληρώματος, πληρούν τις απαιτήσεις των κανονισμών και διατάξεων που ισχύουν, διατηρούνται δε σε ικανοποιητική κατάσταση.					
Το παρόν ισχύει κατά το διάστημα που το πλοίο εξοικονομεί να συμμορφώνεται με τους κανονισμούς ασφαλείας και όχι πέραν της 26 Μαΐου 2017.					
Εκδόθηκε στην Πάτρα την Ιουλίου 2015 Ο Κεντρικός Λιμενάρχης					
ΚΑΤΑΒΛΗΘΗΚΑΝ ΤΑ ΝΟΜΜΑ ΤΕ/Η ΕΚ ΦΕΡ. 45/Ε ΚΑΙ ΚΑΤΑΤΕΘΗΚΕ ΤΟ ΑΡΙΘ. ΔΙΠΛΟΤΥΠΟ ΕΙΣΠΡΑΞΗΣ Γ.Δ.Ο.Υ. ΠΑΤΡΩΝ					

Σχήμα 2.4: Παράδειγμα Μπροστά Όψης Πρωτοκόλλου Γενικής Επιθεώρησης.



ΕΝΤΟΛΕΣ – ΟΔΗΓΙΕΣ

- 1.ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ:ΤΟ ΠΛΟΙΟ ΠΡΕΠΕΙ ΝΑ ΕΙΝΑΙ ΕΦΟΔΙΑΣΜΕΝΟ ΑΝΑΛΟΓΑ ΜΕ ΤΗΝ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΤΟΥ ΜΕ ΤΑ ΛΟΙΠΑ ΠΡΟΒΛΕΠΟΜΕΝΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΙΣΧΥΟΥΣΑ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΑ, ΑΝΑΛΩΣΙΜΑ ΕΦΟΔΙΑ ΣΩΣΙΒΙΩΝ ΛΕΜΒΩΝ, ΚΑΠΝΟΓΟΝΑ ΚΥΚΛΙΚΩΝ ΣΩΣΙΒΙΩΝ ΣΕ ΙΣΧΥ ΚΑΙ, ΕΥΘΥΝΗ ΠΛΟΙΑΡΧΟΥ, ΣΕ ΚΑΛΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ. Η ΙΣΧΥΣ ΤΩΝ ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΩΝ ΕΛΕΓΧΟΥ ΠΥΡΟΣΒΕΣΤΗΡΩΝ, ΠΝΕΥΣΤΩΝ ΣΩΣΙΒΙΩΝ ΣΧΕΔΙΩΝ, ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΩΝ ΣΥΣΚΕΥΩΝ, ΑΦΡΟΥ (ΠΛΗΝ ΝΕΟΥ ΠΟΥ ΕΙΝΑΙ ΤΡΙΕΤΗΣ) ΚΛΠ ΕΙΝΑΙ 12ΜΗΝΟΣ. Η ΚΑΤΑΛΛΗΛΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΦΩΤΙΣΤΙΚΩΝ ΣΗΜΑΤΩΝ (ΦΩΤΟΒΟΛΙΔΩΝ, ΒΕΓΓΑΛΙΚΩΝ, ΚΑΠΝΟΓΟΝΩΝ) ΕΙΝΑΙ ΤΡΙΕΤΗΣ. ΘΑ ΠΡΕΠΕΙ ΟΛΑ ΝΑ ΑΝΑΝΕΩΝΟΝΤΑΙ ΕΓΚΑΙΡΩΣ ΠΡΙΝ ΤΗΝ ΛΗΞΗ ΤΟΥΣ.
- 2.ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ: ΟΙ ΠΛΕΥΣΤΙΚΕΣ ΣΥΣΚΕΥΕΣ ΝΑ ΕΙΝΑΙ ΤΟΠΟΘΕΤΗΜΕΝΕΣ ΣΕ ΑΝΟΙΧΤΟ ΧΩΡΟ ΩΣΤΕ ΝΑ ΔΥΝΑΤΑΙ ΝΑ ΕΛΕΥΘΕΡΩΘΟΥΝ ΑΥΤΟΜΑΤΑ ΣΕ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΒΥΘΙΣΗΣ ΤΟΥ ΠΛΟΙΟΥ.
- 3.ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ-ΕΚΕ:Ο ΑΡΙΘΜΟΣ ΠΛΗΡΩΜΑΤΟΣ ΕΙΝΑΙ ΑΥΤΟΣ ΠΟΥ ΔΗΛΩΘΗΚΕ ΑΠΟ ΤΟΝ ΠΛΟΙΟΚΤΗΤΗ ΚΑΙ ΔΕΝ ΕΧΕΙ ΚΑΜΙΑ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΟΝ ΚΑΘΟΡΙΖΟΜΕΝΟ ΑΠΟ ΠΛΕΥΡΑΣ ΟΡΓΑΝΙΚΗΣ ΣΥΝΘΕΣΗΣ.
- 4.ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ-ΕΚΕ:ΣΕ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΠΟΥ Ο ΑΡΙΘΜΟΣ ΠΛΗΡΩΜΑΤΟΣ ΕΙΝΑΙ ΜΕΓΑΛΥΤΕΡΟΣ ΑΠΟ ΤΟΝ ΑΝΑΓΡΑΦΟΜΕΝΟ ΣΤΟ ΠΑΡΟΝ Π.Γ.Ε. ΘΑ ΠΡΕΠΕΙ ΝΑ ΓΙΝΕΤΑΙ ΑΝΑΛΟΓΗ ΜΕΙΩΣΗ ΤΟΥ ΑΡΙΘΜΟΥ ΕΠΙΒΑΤΩΝ.
- 5.ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ:Ο ΑΡΙΘΜΟΣ ΤΩΝ ΕΠΙΒΑΙΝΟΝΤΩΝ ΕΠΙ ΤΟΥ ΣΚΑΦΟΥΣ ΔΕΝ ΕΠΙΤΡΕΠΕΤΑΙ ΝΑ ΥΠΕΡΒΑΙΝΕΙ ΤΟΝ ΑΝΑΓΡΑΦΟΜΕΝΟ ΣΤΟ ΠΑΡΟΝ Π.Γ.Ε. ΑΡΙΘΜΟ ΠΛΗΡΩΜΑΤΟΣ.
- 6.ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ:ΕΝΑ (01) ΜΕΛΟΣ ΤΟΥ ΠΛΗΡΩΜΑΤΟΣ ΝΑ ΕΙΝΑΙ ΕΦΟΔΙΑΣΜΕΝΟ ΜΕ ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΜΕΝΟΥ ΑΤΟΜΟΥ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΟ Π.Δ. 38/2011 (ΦΕΚ 96Α').
- 7.ΕΚΕ:ΤΟ ΠΛΟΙΟ ΜΠΟΡΕΙ ΝΑ ΠΑΡΑΛΑΜΒΑΝΕΙ ΕΠΙΒΑΤΕΣ ΚΑΤΑ ΤΗ ΧΕΙΜΕΡΙΝΗ ΠΕΡΙΟΔΟ ΕΦΟΣΟΝ ΟΙ ΧΩΡΟΙ ΕΝΔΙΑΙΤΗΣΗΣ ΘΕΡΜΑΙΝΟΝΤΑΙ ΕΠΑΡΚΩΣ ΜΕ ΚΑΤΑΛΛΗΛΑ ΘΕΡΜΑΝΤΙΚΑ ΜΕΣΑ.
- 8.ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ:ΤΟ ΠΡΟΣΩΠΙΚΟ ΡΑΔΙΟΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ ΝΑ ΕΙΝΑΙ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΟ ΑΡΘΡΟ 55 ΤΟΥ Π.Δ.28/2000 (ΦΕΚ 22Α').
- 9.ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ:ΜΕ ΕΥΘΥΝΗ ΠΛΟΙΑΡΧΟΥ ΘΑ ΠΡΕΠΕΙ ΝΑ ΑΝΑΝΕΩΝΟΝΤΑΙ ΕΓΚΑΙΡΩΣ ΠΡΙΝ ΤΗΝ ΛΗΞΗ ΤΟΥΣ ΟΛΑ ΤΑ ΠΡΟΒΛΕΠΟΜΕΝΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΙΣΧΥΟΥΣΑ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΑ (ΣΥΜΒΑΣΗ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ ΞΗΡΑΣ, ΕΚΘΕΣΗ ΕΤΗΣΙΑΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΟΔΙΚΗΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΟΥ ΕΡΙΒ, ΣΥΜΒΑΣΗ ΜΕ ΕΚΚΑΘΑΡΙΣΤΡΙΑ ΕΤΑΙΡΕΙΑ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΚΩΝ ΤΕΛΩΝ) ΚΑΙ ΝΑ ΑΝΤΙΚΑΘΙΣΤΑΤΑΙ ΕΓΚΑΙΡΩΣ ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΛΗΞΗ ΤΟΥ Ο ΣΥΣΣΩΡΕΥΤΗΣ ΤΗΣ ΣΥΣΚΕΥΗΣ ΕΡΙΒ.
- 10.ΜΕΜΣ:Η ΕΠΟΜΕΝΗ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗ ΤΟΥ ΕΛΙΚΟΦΟΡΟΥ ΑΞΟΝΑ ΜΕ ΑΦΑΙΡΕΣΗ ΤΗΣ ΕΛΙΚΑΣ ΚΑΙ ΕΞΑΓΩΓΗ ΑΠΟ ΤΗΝ ΧΟΑΝΗ ΘΑ ΠΡΕΠΕΙ ΝΑ ΓΙΝΕΙ ΜΕΧΡΙ:

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ ΠΟΥ ΠΡΕΠΕΙ ΝΑ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΘΟΥΝ

-ΟΥΔΕΜΙΑ-

ΧΑΡΤΟΣΗΜΑΝΣΗ
ΚΑΤΑΒΛΗΘΗΚΑΝ ΤΑ ΑΡΙΘ.
Α 366765 & 2964697
ΠΑΡΑΒΟΛΑ ΤΕΛΩΝ ΧΑΡΤΟΣΗΜΟΥ &
ΔΗΜΟΣΙΟΥ ΚΑΘΩΣ ΚΑΙ Η ΑΡΙΘ.
656/11-06-15 ΑΠΟΔΕΙΞΗ ΕΙΣΠΡΑΞΗΣ
Κ.Λ. ΠΑΤΡΑΣ ΥΠΕΡ ΕΚΟΕΜΝ
ΣΥΝΟΛΙΚΟΥ ΠΟΣΟΥ#85,00 €#
ΠΑΤΡΑ 01/07/2015
Η ΛΙΜΕΝΙΚΗ ΑΡΧΗ

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΩΝ									
Α/Α	Ημερομηνία παράτασης	Στοιχεία σημειώματος	Υπογραφή Σφραγίδα	Ημερομηνία παράτασης	Στοιχεία σημειώματος	Υπογραφή Σφραγίδα	Ημερομηνία αποκατάστασης	Στοιχεία σημειώματος	Υπογραφή Σφραγίδα
1.									
2.									
3.									

Σχήμα 2.5: Παράδειγμα Πίσω Όψης Πρωτοκόλλου Γενικής Επιθεώρησης.

2.2.4 Άδεια Τηλεπικοινωνιακού Σταθμού

Σύμφωνα με τον κανονισμό Τηλεπικοινωνιών των Ελληνικών Εμπορικών Πλοίων και τον Διεθνή Κανονισμό Ραδιοεπικοινωνιών εκδίδεται άδεια εγκατάστασης και λειτουργίας σταθμού VHF από την Επιθεώρηση Εμπορικών Πλοίων. Σε αυτή αναγράφονται τα τεχνικά χαρακτηριστικά του VHF, οι περιοχές συχνοτήτων, κτλ.(Σχήμα 2.6, Σχήμα 2.7, Σχήμα 2.8)[8].

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ, ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΝΑΥΤΙΛΙΑΣ ΓΕΝΙΚΗ ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ ΝΑΥΤΙΛΙΑΚΗΣ ΠΟΛΙΤΙΚΗΣ ΚΛΑΔΟΣ Δ'				HELLENIC REPUBLIC MINISTRY OF ECONOMY, COMPETITIVENESS AND SHIPPING GENERAL SECRETARIAT OF NAUTICAL POLICY BRANCH D'	
ΑΔΕΙΑ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΚΑΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΚΟΥ ΣΤΑΘΜΟΥ ΠΛΟΙΟΥ LICENCE FOR INSTALLATION AND OPERATION OF SHIP'S TELECOMMUNICATION STATION					
αριθμός πλοίου No					
Σύμφωνα με την Απόφαση ΥΕΝ 1218.83/195 όπως τροποποιήθηκε και τον Διεθνή Κανονισμό Ραδιοεπικοινωνιών που είναι προσροτημένος στη Διεθνή Σύμβαση Τηλεπικοινωνιών, που ισχύει, εκδίδεται η άδεια εγκατάστασης και λειτουργίας σταθμού τηλεπικοινωνιών του πιο κάτω πλοίου:					
In accordance with ministerial decision 1218.83/195 as amended and the Radio Regulations annexed to the International Telecommunication Convention now in force, this authorization is here with issued for the installation and the use of the radio communication station of the following ship:					
Όνομα πλοίου Name of ship	Λίμνη και αριθμός εγγραφής port and number of registry	ΔΙΑΚΡΙΤΙΚΟ ΣΤΑΘΜΟΥ ΠΛΟΙΟΥ I.M.S.I	ΔΙΕΘΝΕΣ ΔΙΑΚΡΙΤΙΚΟ ΣΗΜΑ International Call Sign	Παρόχος Ship Owner	Κατηγορία Διεύθυνσης Ανταγωνιστικής Public communication category CP
Εκκαθαριστική σειρά A.A.I.C. ΥΠΟΚΕΥΕΣ DEVICES	IMO number Κατασκευαστής - Τύπος Manufacturer - type	Ισχύς power	τάξη εγκατάστασης installation class	Συνεχ ορρονημα εσφρημα υποση	
Πειραιάς Piraeus		Για την Εκδόσεως Αρχή for the issuing authority			

Σχήμα 2.6: Παράδειγμα Άδειας Τηλεπικοινωνιακού Σταθμού [8].



ΠΙΝΑΚΑΣ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

ΕΙΔΟΣ ΣΥΣΚΕΥΗΣ	ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΗΣ ΚΑΙ ΤΥΠΟΣ
Πομποδέκτης VHF	
Κωδικοποιητής VHF/DSC	
Δέκτης φυλακής VHF/DSC	
Πομποδέκτης VHF (Πρόσθετος)	
Κωδικοποιητής VHF/DSC (Πρόσθετος)	
Πομποδέκτης MF ή MF/HF	
Κωδικοποιητής MF ή MF/HF DSC	
Δέκτης φυλακής MF ή MF/HF DSC	
Μονάδα ραδιοτηλετυπίας	
E.Σ.Π. Inmarsat	
E.Σ.Π. Inmarsat (Πρόσθετος)	
Δέκτης NAVTEX	
DISTRESS ALARM PANEL	
Π/Δ VHF AIRBAND	
EPIRB (Αυτόματης ενεργοποίησης)	
EPIRB (Χειροκίνητης ενεργοποίησης)	
Αναμεταδότης RADAR (SART) 9 GHZ	
Αναμεταδότης RADAR (SART) 9 GHZ	
Φορητός Π/Δ VHF σωστ.μέσων	
Φορητός Π/Δ VHF σωστ.μέσων	
Φορητός Π/Δ VHF σωστ.μέσων	
Radar 9 GHZ (X-BAND)	
Radar	
A.I.S.	
S.S.A.S.	
LRIT	
V.M.S.	
Άλλες συσκευές	

Ο ΔΗΛΩΝ



».

Σχήμα 2.7: Παράδειγμα Πίσω Όψης Άδειας Τηλεπικοινωνιακού Σταθμού [8].



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ, ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ
ΚΑΙ ΝΑΥΤΙΛΙΑΣ
ΛΙΜΕΝΙΚΗ ΑΡΧΗ:.....

HELLENIC REPUBLIC
MINISTRY OF ECONOMY, COMPETITIVENESS
AND SHIPPING
H.C.G. PORT AUTHORITY:.....

ΠΡΟΣΩΡΙΝΗ ΑΔΕΙΑ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΚΑΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ
ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΚΟΥ ΣΤΑΘΜΟΥ ΠΛΟΙΟΥ

PROVISIONAL LICENCE FOR INSTALLATION AND OPERATION
OF SHIP'S TELECOMMUNICATIONS STATION

Όνομα πλοίου :

Ship's name:

Κ.Ο.Χ.: G.R.T.:

Διεθνές Διακριτικό Σήμα: Call Sign:

Διακριτικό Σταθμού πλοίου:..... M.M.S.I.:

Επιτρέπουμε στον Πλοιοκτήτη:
και στον Πλοίαρχο:
τη λειτουργία τηλεπικοινωνιακού σταθμού του πιο πάνω
πλοίου μέχρι :
πριν από τη λήξη της αδείας, αυτή πρέπει να αντικατασταθεί με μόνιμη
άδεια εγκατάστασης και λειτουργίας τηλεπικοινωνιακού σταθμού πλοίου.

We hereby authorize the Owner:
and the Master:
for the operation of the telecommunications station
of the above vessel until
This provisional licence must be replaced by a permanent licence
before the installation and operation of ship telecommunication station
before it's expiration.

Ημερομηνία έκδοσης
Date issued

Ο ΛΙΜΕΝΑΡΧΗΣ
HARBOUR MASTER

.....

».

Σχήμα 2.8: Παράδειγμα Προσωρινής Άδειας Τηλεπικοινωνιακού Σταθμού [8].

2.2.5 Ναυτολόγιο

Σε αυτό αναγράφονται όλα τα μέλη του πληρώματος και είναι υποχρεωτικό για τα μεγαλύτερα σκάφη αναψυχής άνω των 100 κ.ο.χ. (κόροι ολικής



χωρητικότητας) και για επαγγελματικά ιστιοπλοϊκά σκάφη άνω των 16 μέτρων. Σε αυτές τις περιπτώσεις εφαρμόζεται υποχρεωτικά από το ναυτολογημένο κυβερνήτη του σκάφους και η τήρηση του ημερολογίου, το οποίο προσκομίζεται για θεώρηση μαζί με το ναυτολόγιο κατά τον απόπλου και κατάπλου του σκάφους.

2.2.6 Ημερολόγιο

Σε αυτό καταγράφονται όλα τα γεγονότα του 24ώρου, όπως π.χ. η ώρα αναχώρησης και άφιξης στο λιμάνι, η κατάσταση του ανέμου και της θάλασσας κατά τη διάρκεια του ταξιδιού, οι πορείες που ακολούθησε το σκάφος, τυχόν στίγματα, τραυματισμοί, ασθένειες, προσαράξεις, συγκρούσεις, έκτακτα περιστατικά κλπ.

2.2.7 Άδεια Εκτέλεσης Πλόων (Α.Ε.Π.)

Εκδίδεται από τις Λιμενικές Αρχές. Η ανανέωση/θεώρηση της άδειας εκτελέσεως πλόων γίνεται κάθε τέσσερα (4) έτη μετά από υποβολή αίτησης και εντός του τελευταίου εξαμήνου πριν τη λήξη ισχύος της υπάρχουσας άδειας. Νέα άδεια, επίσης, εκδίδεται:

- α) εφόσον προσκομιθεί στη Λιμενική Αρχή βεβαίωση κατασκευαστή, στην περίπτωση μετασκευής του σκάφους και
- β) όταν παρέλθει ο χρόνος ισχύος της άδειας εκτελέσεως πλόων του ερασιτεχνικού σκάφους, χωρίς να έχει γίνει ανανέωση / θεώρηση. **(Σχήμα 2.9)**

ΑΔΕΙΑ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΠΛΟΥΣ ΕΡΑΣΙΤΕΧΝΙΚΟΥ ΣΚΑΦΟΥΣ		ΛΙΣΕΝΣ ΦΟΡΜΑΤΟΥ ΜΟΝΟ ΓΙΑ ΣΚΑΦΗ ΠΡΟΣΑΓΡΑΦΗΣ ΑΙΘΗΣΩΝ ΠΛΟΥΣ LICENSE FOR PERFORMANCE OF VOYAGES FOR NON PROFESSIONAL CRAFT	
Υποδείξτε που εκδίδει την άδεια:	ΚΑΤΑΡΤΙΣΤΗΣ	Service issuing the license:	
Όνομα σκάφους:	DK1666	Craft name:	
Λιμένας και αριθμός εγγραφής:		Registration Port and Number:	
Διεθνές Διακριτικό Σήμα (ΔΔΣ):		International Call Sign (I.C.S.):	
ή Διακριτικό Σταθμού Πλοίου (ΔΣΠ):		or Port Boat Sign (P.B.S.):	
Ημερομηνία αρχικής εγγραφής σε Μηρόλογο	21-05-2004	Initial date of registration to boat Registry:	
ή Διεθνή αεροπορική εγγραφής σε Νηολόγιο		Length overall (LOA):	
ή Διεθνή αεροπορική εγγραφής σε Νηολόγιο		Greatest Width:	
Όλοιο Μήκος:	9.84	Freeboard:	
Μέγιστο πλάτος:	3.23	Color:	
Ύψος εξέλκων:	1.12	Construction material:	
Χρόνια σκάφους:	1196	Constructor:	
Υλικό κατασκευής:	PLASTIC	Type of craft:	
Κατασκευαστής σκάφους:		Propulsion Means (rowing boat, sailing boat or motor boat):	
Τύπος σκάφους:	25-A4	Type - category of engine:	
Μέσο πρόωσης: (κατάρκτη, μηχανοκίνητο, ιστιοφόρο):	157104020	Model:	
Τύπος - είδος μηχανής:	ΕΡΑΣΙΤΕΧΝΙΚΗ ΠΕΡΙΜΑΝΩΣΗ	Serial number:	
Κατασκευαστής μηχανής:		Maximum continuous power in HP or in Kw:	
Πρότυπο σειράς (MODEL):		Fast boat or not:	
Αριθμός σειράς παραγωγής μηχανής	5103226438	Telecommunication equipment:	(a) Category: (b) Constructor: (c) Type: (d)
(SERIAL NUMBER):	1919		
Μέγιστη συνεχής ισχύς σε HP ή Kw:	0X1		
Ταχύτητα (ναυ - όχη):			
Τηλεπικοινωνιακός εξοπλισμός: (α) Είδος:			
(β) Κατασκευαστής:			
(γ) Τύπος:			
(δ)	06		
Ανώτατος αριθμός επιβαίνοντων:		Maximum number of passengers:	
Μέγιστο βάρος φορτίου και επιβαίνοντων:		Maximum allowed weight of cargo and passengers:	
Διεύθυνση (ΑΜΥΝ):	GR 106101308	MMM Record Number:	
Αριθμός της άδειας:	6-106101308	Local limits of license validity:	
για ιδιοκτήτη:		Owner's full name:	
α:		Father's name:	
του ταυτότητας:		Identity Card Number:	
λογισμικού Μητρώου:		Taxpayer's identification number:	
Υ:		Owner's address:	
κατοίκους ιδιοκτήτη:		Owner's telephone number:	
φύλων ιδιοκτήτη:		Date of issuance:	
αίτησης:			
Η παρούσα ισχύει μέχρι:	30/01/2020	The present is valid until:	
Ο Προϊστάμενος της Λιμ. Αρχής:		The Head of Port Authority	
α.α. 10069/3211/2019		Public Financial Service Double receipt no.	
			was submitted

Σχήμα 2.9: Παράδειγμα Άδειας Εκτέλεσης Πλόων.

Τα ναυτιλιακά έγγραφα πρέπει να είναι σε ισχύ και να βρίσκονται πάντοτε στο σκάφος, γιατί έτσι αποδεικνύεται:

- Ποιος είναι ο πλοιοκτήτης και η εθνικότητα του σκάφους.
- Ότι το σκάφος είναι αξιόπλοο.

2.3 Επιθεώρηση Ιστιοπλοϊκών Σκαφών

Τα ιστιοπλοϊκά σκάφη υπόκεινται σε διαφορετικές υποχρεώσεις ανάλογα με:

1. τη χρήση τους (αναψυχής ή επαγγελματικά).
2. τη δυνατότητα πλεύσης τους.
3. τους επιβάτες που μεταφέρουν (αν είναι άνω ή κάτω των 12).
4. το μήκος τους (αν είναι άνω ή κάτω των 15 μέτρων).

Μεγάλος μέρος των υποχρεώσεων στις οποίες υπόκεινται τα ιστιοπλοϊκά σκάφη αναφέρεται στο Π.Δ. 917 της 5/19.11.1979 : «Περί εγκρίσεως και θέσεως εις εφαρμογήν Κανονισμού περί επιθεωρήσεως των τουριστικών πλοίων (Α' 257)»[6,7].

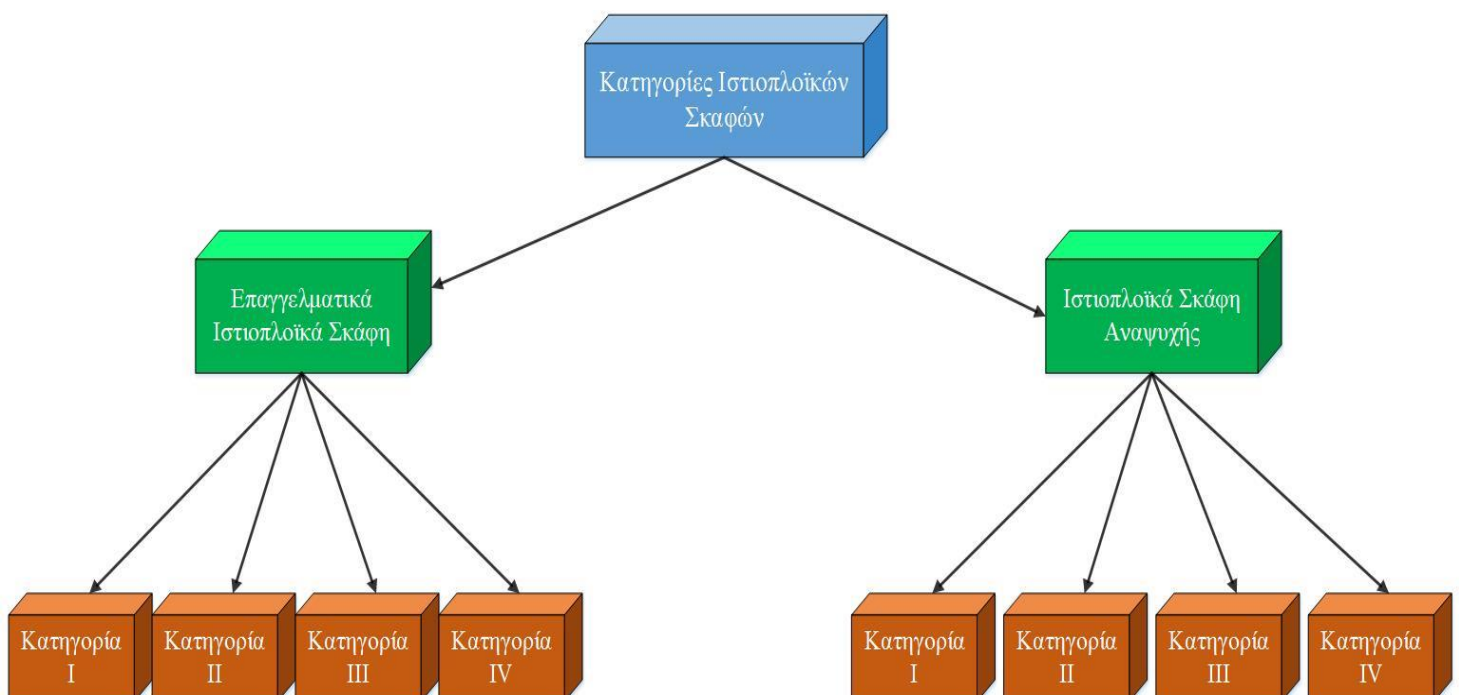


Αρχικά θα οριστούν κάποιες έννοιες, όπως αυτές αναφέρονται στο Π.Δ.:

1. **Ε.Ε.Π.:** Η Επιθεώρηση Εμπορικών Πλοίων που εδρεύει στον Πειραιά.
2. **Τουριστικό πλοίο:** Κάθε πλοίο που απασχολείται στο να εκτελεί κυκλικές πλεύσεις για θαλάσσιες περιηγήσεις και αναψυχή και έχει την ικανότητα να μεταφέρει μέχρι 25 επιβάτες.
3. **Επαγγελματικό τουριστικό πλοίο:** Κάθε τουριστικό πλοίο που χρησιμοποιείται για την μεταφορά επιβατών με ναύλο (επί πληρωμή).
4. **Τουριστικό πλοίο αναψυχής :** Κάθε τουριστικό πλοίο που δεν είναι επαγγελματικό.
5. **Πλοίαρχος :** Ο εντεταλμένος ή αυτός που πραγματικά ασκεί την διακυβέρνηση του πλοίου.
6. **Πλήρωμα:** Το σύνολο των προσώπων που είναι ναυτολογημένοι στο πλοίο ή οπωσδήποτε αυτοί που χρησιμοποιούνται ή απασχολούνται με οποιαδήποτε ιδιότητα στο πλοίο προς εξυπηρέτηση αναγκών αυτού εκτός του Πλοιάρχου.
7. **Επιβάτης:** Κάθε πρόσωπο που επιβαίνει στο πλοίο εκτός:
 - i. του πλοιάρχου και των μελών του πληρώματος
 - ii. των παιδιών κάτω του ενός έτους
8. **Επιβαίνοντες:** Ο πλοίαρχος, το πλήρωμα και οι επιβάτες.
9. **Διεθνής Πλεύση:** Η πλεύση από κάθε ελληνικό λιμάνι προς κάθε λιμάνι της αλλοδαπής και αντίστροφα, καθώς και η πλεύση μεταξύ λιμανιών της αλλοδαπής.
10. **Πλεύση Μεγάλης Ακτοπλοΐας:** Η μη σύντομη εσωτερική πλεύση μεταξύ των λιμανιών του εσωτερικού. Στην κατηγορία αυτή περιλαμβάνονται ενδεικτικά οι πλεύσεις από Πειραιά προς Κέρκυρα-Βόρεια Ελλάδα – Μυτιλήνη - Κρήτη και Δωδεκάνησα.
11. **Πλεύση Μικρής Ακτοπλοΐας:** Η σύντομη εσωτερική πλεύση, κατά την διάρκεια της οποίας το πλοίο δεν απομακρύνεται πέρα από τα 20 ναυτικά μίλια της πλησιέστερης ακτής. Στην κατηγορία αυτή περιλαμβάνονται οι πλεύσεις από Πειραιά προς Κυκλάδες, Β. Σποράδες, Ζάκυνθο, Κεφαλονιά, λιμάνια Ακαρνανίας και Αμβρακικού, με προέκταση έστω μέχρι Κέρκυρα ή Πελοποννήσο, ανατολικά του Ταΐναρου.
12. **Πλεύση Περιορισμένης έκτασης:** Η σύντομη πλεύση εντός ενός ή άλλου συνεχόμενου προς αυτόν κόλπου, ως και σε προασπισμένες εντός ή εκτός

κόλπων θαλάσσιες περιοχές, η οποία διενεργείται συνήθως κατά την διάρκεια της ημέρας. Στην κατηγορία αυτή περιλαμβάνονται, ενδεικτικά, οι πλεύσεις από Πειραιά προς λιμάνια Σαρωνικού και Αργολικού από λιμάνια εντός του Ν. ή Β. Ευβοϊκού προς λιμάνια Ν. ή Β. Ευβοϊκού μέχρι Βόλου, από λιμάνια εντός Κορινθιακού προς λιμάνια Κορινθιακού μέχρι Πατρών.

13. **Τοπική πλεύση:** Η πλεύση μεταξύ λιμανιών ή όρμων που βρίσκονται από αλλήλους, σε απόσταση που δεν υπερβαίνει τα 6 μίλια.
14. **Ημερήσια πλεύση:** Η πλεύση που εκτελείται μεταξύ των ωρών 6.00 έως 22.00 κατά την χειμερινή περίοδο και 5.00 έως 23.00 κατά την καλοκαιρινή περίοδο και της οποίας η συνολική διάρκεια δεν υπερβαίνει τις 12 ώρες.
15. **Π.Α.Ζ.Ε.Θ.:** Η Διεθνής Σύμβαση που ισχύει κάθε φορά ‘‘περί ασφάλειας της ανθρώπινης ζωής εν θαλάσση’’.
16. **Νέο τουριστικό πλοίο:** Το τουριστικό πλοίο του οποίου η εγγραφή στα Ελληνικά Νηολόγια ή η κατασκευή ή μετασκευή του σε τουριστικό πλοίο θα αρχίσει μετά τη δημοσίευση του παρόντος Κανονισμού.
17. **Υπάρχον τουριστικό πλοίο:** Το τουριστικό πλοίο το οποίο δεν είναι νέο.



Σχήμα 2.10: Κατηγορίες Ιστιοπλοϊκών Σκαφών.



Σύμφωνα με το Π.Δ. 917/1979 τα ιστιοπλοϊκά σκάφη κατατάσσονται στις ακόλουθες κατηγορίες (**Σχήμα 2.10**).

1. **Κατηγορία I:** Ιστιοπλοϊκά σκάφη που εκτελούν Διεθνείς πλεύσεις.
2. **Κατηγορία II:** Ιστιοπλοϊκά σκάφη που εκτελούν από Τοπικές μέχρι Μεγάλης Ακτοπλοΐας πλεύσεις.
3. **Κατηγορία III:** Ιστιοπλοϊκά σκάφη που εκτελούν από Τοπικές μέχρι Μικρής Ακτοπλοΐας πλεύσεις.
4. **Κατηγορία IV:** Ιστιοπλοϊκά σκάφη που εκτελούν Τοπικές και Περιορισμένης Έκτασης πλεύσεις.

Όλα τα ιστιοπλοϊκά σκάφη υπόκεινται σε επιθεωρήσεις για να διαπιστωθεί εάν συμμορφώνονται με τις απαιτήσεις της κατηγορίας στην οποία ανήκουν:

- α) Σε αρχική επιθεώρηση, πριν από την θέση τους σε υπηρεσία.
- β) Σε περιοδική επιθεώρηση.
- γ) Σε έκτακτες επιθεωρήσεις, όποτε αυτό κρίνεται αναγκαίο.

Κατά τη διαδικασία της επιθεώρησης τα ιστιοπλοϊκά σκάφη επιθεωρούνται στη θάλασσα και στη ξηρά, τόσο εσωτερικά όσο και εξωτερικά. Πιο συγκεκριμένα επιθεωρούνται:

- i. **Το σκάφος:** εσωτερικά και εξωτερικά, το κατάστρωμα, τα ανοίγματα πάνω και κάτω από την ίσαλο γραμμή, οι στεγανές θύρες, οι φράκτες, η υπερκατασκευή, οι ιστοί, τα ιστία, οι άγκυρες, οι αλυσίδες και οι διατάξεις της αποχέτευσης και της εξαγωγής.
- ii. **Οι κύριες μηχανές:** οι μηχανές προώσεως δοκιμάζονται σε κατάσταση λειτουργίας πρόσω, ανάποδα και κράτει και ελέγχονται τα βοηθητικά μηχανήματα, τα συστήματα ψύξης και λίπανσης, οι χοάνες και οι έλικες.
- iii. **Το σύστημα εκκινήσεως:** δοκιμάζεται σε λειτουργία.
- iv. **Ο μηχανισμός ελέγχου:** ελέγχεται οπτικά και κατά τη διάρκεια λειτουργίας των μηχανών.
- v. **Τα βοηθητικά μηχανήματα:** δοκιμάζονται σε λειτουργία.
- vi. **Τα συστήματα καυσίμου:** οι δεξαμενές καυσίμου, τα εξαεριστικά, οι σωληνώσεις και τα επιστόμιά τους, καθώς και οι δείκτες της στάθμης καυσίμων.
- vii. **Οι βαλβίδες θαλάσσης και φρακτών:** ελέγχονται οπτικά και σε λειτουργία.



- viii. **Οι υδροσυλλέκτες και τα συστήματα στραγγίσεως, τα φίλτρα, οι σωληνώσεις και η λειτουργία των αντλιών.**
- ix. **Οι ηλεκτρικές εγκαταστάσεις:** οι αγωγοί ηλεκτρικού ρεύματος, οι μονώσεις, οι διακόπτες, οι ασφάλειες, οι γεννήτριες, οι κινητήρες και οι συσσωρευτές.
- x. **Τα μέσα ασφαλείας:** ελέγχονται λεπτομερώς τα σωστικά, τα πυροσβεστικά και τα λοιπά μέσα ασφαλείας του πλοίου.
- xi. **Οι συσκευές, τα όργανα και τα άλλα μέσα ναυσιπλοΐας του πλοίου:** ελέγχεται σε λειτουργία.
- xii. **Το πηδάλιο:** ελέγχεται σε λειτουργία.
- xiii. **Οι χώροι ενδιαιτήσεως:** ελέγχονται λεπτομερώς όλοι οι χώροι ενδιαιτήσεως και υγιεινής, τα μαγειρεία και τα κυλικεία.
- xiv. **Τα τηλεπικοινωνιακά μέσα:** ελέγχονται σε λειτουργία.

Μετά το τέλος της επιθεώρησης και εφόσον το πλοίο συμμορφώνεται με τις προβλεπόμενες απαιτήσεις της κατηγορίας στην οποία ανήκει, εκδίδεται το κατά περίπτωση πιστοποιητικό αξιοπλοΐας[6].

2.4 Επαγγελματικά Ιστιοπλοϊκά Σκάφη

2.4.1 Κατηγορίες Επαγγελματικών Ιστιοπλοϊκών Σκαφών I και II

Τα επαγγελματικά ιστιοπλοϊκά σκάφη που ανήκουν στην κατηγορία I και II πρέπει να φέρουν μαζί τους [6]:

1. Σωστικά μέσα

- α) Αριθμός Επιβατών > 12

Τα σωστικά μέσα που ορίζονται από τις προβλεπόμενες διατάξεις της ΔΣ ΠΑΖΕΘ και των εσωτερικών κανονισμών ανάλογα με την κατηγορία στην οποία ανήκουν.

- β) Αριθμός Επιβατών < 12

- i. Σωσίβιες λέμβους κρεμασμένες σε κατάλληλα μέρη για όλους τους επιβάτες.
- ii. 2 κυκλικά σωσίβια τοποθετημένα στη γέφυρα του σκάφους, το ένα από τα οποία πρέπει να είναι εφοδιασμένο με σχοινί τουλάχιστον 15 μέτρων και να διαθέτει αυτόματη συσκευή φωτισμού.



- iii. Ατομικές σωσίβιες ζώνες για όλους τους επιβάτες, συν 10% του αριθμού των επιβατών.
- iv. Παιδικές σωσίβιες ζώνες σε ποσοστό 10% του αριθμού των επιβατών.

2. Φωτιστικά σήματα κινδύνου, φυλασσόμενα μέσα σε υδατοστεγές κιβώτιο

- i. 3 φωτοβολίδες αλεξιπτώτου κόκκινου χρώματος
- ii. 3 βεγγαλικά χειρός
- iii. 2 συσκευές παραγωγής καπνού

3. Ναυτιλιακά όργανα - Χάρτες

- i. 1 ζεύγος κιάλια
- ii. κοινή βολίδα ή ηχοβολιστική συσκευή
- iii. μαγνητική πυξίδα
- iv. πίνακας σημάτων διάσωσης
- v. κοινός προβολέας σημάτων χειρός ή περίβλεπτο φανό στην κεραία με χειριστήριο
- vi. 2 ελληνικές σημαίες
- vii. φανός θυέλλης
- viii. χάρτης της περιοχής πλεύσης με διπαράλληλο και διαβήτη

Σύμφωνα με τους κανονισμούς περί ναυτιλιακού εξοπλισμού των πλοίων τα ναυτιλιακά όργανα - χάρτες πρέπει να ενημερώνονται και να γίνονται τυχόν διορθώσεις τους.

4. Πυροσβεστικά μέσα**α) Μήκος πλοίου > 15 μέτρα**

- i. Μόνιμη μηχανοκίνητη αντλία πυρκαγιάς, έστω και εξαρτημένη ή χειροκίνητη, ή φορητή αντλία πυρκαγιάς που κινείται με οποιοδήποτε από τους παραπάνω τρόπους και μπορεί να παρέχει πίδακα νερού τουλάχιστον 5 μέτρων. Η αντλία αυτή μπορεί να είναι της εξάντλησης κυτών (αμπάρι, το κάτω κοίλο μέρος του πλοίου), εφόσον εξασφαλίζεται η περίπτωση αναρρόφησης από την θάλασσα και κατάθλιψης στον οθόνινο (= πάνινο, λινός) σωλήνα.



- ii. Εύκαμπτο σωλήνα πυρκαγιάς με επαρκές μήκος μαζί με ένα κοινό ακροσωλήνιο και ένα ακροσωλήνιο ραντισμού ή με ένα ακροσωλήνιο μικτού τύπου, με τα οποία θα μπορεί να δοθεί νερό σε οποιοδήποτε σημείο του πλοίου.
- iii. 2 φορητούς πυροσβεστήρες νερού ή ισάριθμα πυράντλια με αναδέτη (είδος σχοινιού).
- iv. 2 φορητούς πυροσβεστήρες κατάλληλους για πυρκαγιά υγρών καυσίμων και ένα φορητό πυροσβεστήρα κατάλληλο για πυρκαγιά που προέρχεται από ηλεκτρικό ρεύμα.

β) Μήκος πλοίου < 15 μέτρα

- i. 1 φορητό πυροσβεστήρα κατάλληλο για πυρκαγιά υγρών καυσίμων.
- ii. 1 φορητό πυροσβεστήρα κατάλληλο για πυρκαγιά που προέρχεται από ηλεκτρικό ρεύμα.
- iii. 2 φορητούς πυροσβεστήρες νερού ή ισάριθμα πυράντλια με αναδέτη (είδος σχοινιού)

5. Πυρίμαχη προστασία

α) Αριθμός Επιβατών > 12

Υποχρεούνται να συμμορφώνονται με τις διατάξεις τους μέρους Δ' του Κεφαλαίου II της ΔΣ ΠΑΖΕΘ, που αναφέρεται σε επιβατηγά (Ε/Γ) πλοία κάτω των 36 επιβατών.

β) Αριθμός Επιβατών < 12

Εφόσον έχουν μήκος μεγαλύτερο των 15 μέτρων, υποχρεούνται να διαθέτουν μόνωση στα οριακά χωρίσματα (διαφράγματα - καταστρώματα) του μηχανοστασίου, ανάλογα με το είδος των παρακείμενων χώρων.

6. Τα προβλεπόμενα, από τους Διεθνείς Κανονισμούς, σχήματα, φανούς και υπόλοιπα μέσα για την αποφυγή σύγκρουσης.

Τα επαγγελματικά ιστιοπλοϊκά σκάφη της Κατηγορίας I που μεταφέρουν άνω των 12 επιβατών πρέπει να συμμορφώνονται με τις απαιτήσεις της Διεθνής Σύμβασης "σχετικά με την ασφάλεια της ανθρώπινης ζωής στη θάλασσα"



2.4.2 Κατηγορίες Επαγγελματικών Ιστιοπλοϊκών Σκαφών III και IV

Τα επαγγελματικά ιστιοπλοϊκά σκάφη που ανήκουν στην κατηγορία III και IV πρέπει να φέρουν:

1. Σωστικά μέσα

- i.
 - A. Τα σκάφη που ανήκουν στην Κατηγορία IV πρέπει να φέρουν σωσίβιες λέμβους κρεμασμένες σε κατάλληλα μέρη για όλους τους επιβαίνοντες ή σωσίβιες σχεδίες ή κοινές λέμβους (κλασσικού ή πνευστού τύπου) ή πλευστικές συσκευές ισοδύναμης χωρητικότητας.
 - B. Τα σκάφη που ανήκουν στην Κατηγορία III πρέπει να φέρουν σωσίβιες λέμβους κρεμασμένες σε κατάλληλα μέρη για όλους τους επιβαίνοντες ή σωσίβιες σχεδίες ή κοινές λέμβους (κλασσικού ή πνευστού τύπου) ή πλευστικές συσκευές ισοδύναμης χωρητικότητας.
- ii. 2 κυκλικά σωσίβια τοποθετημένα στη γέφυρα του σκάφους, το ένα από τα οποία πρέπει να είναι εφοδιασμένο με σχοινί τουλάχιστον 15 μέτρων και να διαθέτει αυτόματη συσκευή φωτισμού.
- iii. Ατομικές σωσίβιες ζώνες για όλους τους επιβαίνοντες συν 10%, του αριθμού των επιβατών.
- iv. Παιδικές σωσίβιες ζώνες σε ποσοστό 10% του αριθμού των επιβατών.

2. Φωτιστικά σήματα κινδύνου, φυλασσόμενα μέσα σε υδατοστεγές κιβώτιο

- i. 3 φωτοβολίδες αλεξιπτώτου κόκκινου χρώματος
- ii. 3 βεγγαλικά χειρός
- iii. 2 συσκευές παραγωγής καπνού

3. Ναυτιλιακά όργανα - Χάρτες

- i. 1 ζεύγος κιάλια (για τα πλοία Κατηγορίας III)
- ii. κοινή βολίδα
- iii. μαγνητική πυξίδα
- iv. πίνακας σημάτων διάσωσης
- v. κοινός προβολέας σημάτων χειρός εάν δεν έχουν περίβλεπτο φανό στην κεραία



- vi. 2 ελληνικές σημαίες
- vii. φανός θυέλλης
- viii. χάρτης της περιοχής πλεύσης με διπαράλληλο και διαβήτη

Σύμφωνα με τους κανονισμούς περί ναυτιλιακού εξοπλισμού των πλοίων τα ναυτιλιακά όργανα - χάρτες πρέπει να ενημερώνονται και να γίνονται τυχόν διορθώσεις τους.

4. Πυροσβεστικά μέσα

α) Μήκος πλοίου > 15 μέτρα

- i. Μόνιμη ή φορητή αντλία πυρκαγιάς, με τη δυνατότητα να φτάνει σε οποιοδήποτε σημείο του πλοίου.
- ii. 1 τουλάχιστον οθόνινο (= πάνινος σωλήνας) ή άλλου κατάλληλου υλικού σωλήνα πυρκαγιάς, με επαρκές μήκος μαζί με ένα κοινό ακροσωλήνιο και ένα ακροσωλήνιο ραντισμού και με ένα ακροσωλήνιο μικτού τύπου, με τα οποία θα μπορεί να δοθεί νερό σε οποιοδήποτε σημείο του πλοίου. 2 φορητούς πυροσβεστήρες νερού ή ισάριθμα πυράντλια με αναδέτη (είδος σχοινιού).
- iii. 2 πυράντλια με αναδέτη (είδος σχοινιού)
- iv. 1 φορητό πυροσβεστήρα κατάλληλο για πυρκαγιά υγρών καυσίμων
- v. 1 φορητό πυροσβεστήρα κατάλληλο για πυρκαγιά που προέρχεται από ηλεκτρικό ρεύμα.

β) Μήκος πλοίου < 15 μέτρα

- iv. 1 φορητό πυροσβεστήρα κατάλληλο για πυρκαγιά υγρών καυσίμων.
- v. 1 φορητό πυροσβεστήρα κατάλληλο για πυρκαγιά που προέρχεται από ηλεκτρικό ρεύμα.
- vi. 2 πυράντλια με αναδέτη (είδος σχοινιού)

5. Πυρίμαχη προστασία

α) Αριθμός Επιβατών > 12

Υποχρεούνται να συμμορφώνονται με τις διατάξεις τους μέρους Δ' του Κεφαλαίου II



της ΔΣ ΠΑΖΕΘ, που αναφέρεται σε επιβατηγά (Ε/Γ) πλοία κάτω των 36 επιβατών.

β) Αριθμός Επιβατών < 12

Εφόσον έχουν μήκος μεγαλύτερο των 15 μέτρων, υποχρεούνται να διαθέτουν μόνωση στα οριακά χωρίσματα (διαφράγματα - καταστρώματα) του μηχανοστασίου, ανάλογα με το είδος των παρακείμενων χώρων.

6. Τα προβλεπόμενα, από τους Διεθνείς Κανονισμούς, σχήματα, φανούς και υπόλοιπα μέσα για την αποφυγή σύγκρουσης.

Όλα τα επαγγελματικά ιστιοπλοϊκά σκάφη ανεξαρτήτως μήκους, πρέπει να συμμορφώνονται με τις απαιτήσεις της ισχύουσας εσωτερικής νομοθεσίας σχετικά με τη στεγανή υποδιαίρεση και την ευστάθεια των πλοίων.

2.4.3 Φαρμακευτικό και Υγειονομικό Υλικό

Τα επαγγελματικά ιστιοπλοϊκά σκάφη Κατηγορίας I, II και III πρέπει να έχουν το φαρμακευτικό και υγειονομικό υλικό που παρουσιάζεται στον **Πίνακα 2.1**.

Πίνακας 2.1: Φαρμακευτικό και υγειονομικό υλικό επαγγελματικών ιστιοπλοϊκών σκαφών Κατηγορίας I, II και III [10,11].

Μερκιουροχρώμ	200 γραμμάρια
Λευκό οινόπνευμα	500 γραμμάρια
Οξυζενέ	1000 γραμμάρια
Αλοιφή εγκαυμάτων	3 σωληνάρια
Δισκία αναλγητικά, αντιπυρετικά	50
Δισκία αναλγητικά, παυσίπονα	1 κουτί (κοινά παυσίπονα)
Δισκία αντιόξινα	1 κουτί
Δισκία σπασμολυτικά	1 κουτί (για έλκος ή κολικό)
Δισκία για ζάλη, ναυτία, ίλιγγο, εμετό	50
Δισκία αντιδιαρροϊκά	50 χαπάκια (για διάρροια και εντερική διαταραχή)
Περιφερικά, αναληπτικά-καρδιοτονωτικά (σταγόνες)	2 φιαλίδια SO-Lucortez (για λιποθυμικές καταστάσεις, σοκ και καρδιακές



	διαταραχές)
Αντιβιοτικά Tetracycline των 250 mg	30 κάψουλες
Κεντρικά καρδιοτονωτικά (Trinitrine)	30 δισκία
Χανζαπλάστ ή τραυμαπλάστ	50 τεμάχια διάφορων μεγεθών
Λευκοπλάστ	1 κουτί πλάτους 7,5 cm
Επίδεσμοι διάφορων μεγεθών	20
Ελαστικοί επίδεσμοι	6 (3 μικρού και 3 μεσαίου μεγέθους)
Αποστειρωμένες γάζες	5 πακέτα των 10 κουτιών
Βαμβάκι	250 γραμμάρια
Χειρουργικό ψαλίδι	1
Χειρουργική λαβίδα	1
Βελονοκάτοχο	1
Βελόνες ραφής δέρματος	5 (διαφορετικών μεγεθών)
Παγοκύστες	1
Θερμοφόρα	1
Θερμόμετρα	2
Ταινία Asmar	1
Σύριγγες για κάθε χρήση	10 (5 των 5 cc και 5 των 10 cc)
Ιατρικός οδηγός	1
Μερκιουροχρώμ	100 γραμμάρια
Λευκό οινόπνευμα	200 γραμμάρια
Οξυζενέ	300 γραμμάρια
Αλοιφή εγκαυμάτων	1 σωληνάριο
Δισκία αναλγητικά, αντιπυρετικά	50
Δισκία αναλγητικά, παυσίπονα	1 κουτί (κοινά παυσίπονα)
Δισκία σπασμολυτικά	1 κουτί (για έλκος ή κολικό)
Δισκία για ζάλη, ναυτία, ίλιγγο, εμετό	50
Δισκία αντιδιαρροϊκά	30 χαπάκια (για διάρροια και εντερική διαταραχή)
Περιφερικά, αναληπτικά-καρδιοτονωτικά (σταγόνες)	2 φιαλίδια SO-Lucortez (για λιποθυμικές καταστάσεις, σοκ και καρδιακές διαταραχές)



Κεντρικά καρδιοτονωτικά (Trinitrine)	30 δισκία
Χανζαπλάστ ή τραυμαπλάστ	25 τεμάχια διάφορων μεγεθών
Λευκοπλάστ	1 κουτί πλάτους 7,5 cm
Επίδεσμοι διάφορων μεγεθών	10
Ελαστικοί επίδεσμοι	2 (1 μικρού και 1 μεσαίου μεγέθους)
Αποστειρωμένες γάζες	2 πακέτα των 10 κουτιών
Βαμβάκι	250 γραμμάρια

Τα παραπάνω φάρμακα μπορούν να αντικατασταθούν με αντίστοιχα με την ίδια θεραπευτική ικανότητα.

Το παραπάνω φαρμακευτικό και υγειονομικό υλικό πρέπει να φυλάσσεται μέσα σε κατάλληλο κουτί. Κάθε φιάλη, σωληνάριο ή φάρμακο, πρέπει να αναφέρει το είδος του φαρμάκου, τις οδηγίες χρήσης και τις πιθανές περιπτώσεις χρήσης του.

Σύμφωνα με τους κανονισμούς για τον εφοδιασμό των σκαφών με φάρμακα και υγειονομικό υλικό πρέπει:

1. Να ελέγχεται πάντα εάν το φαρμακείο είναι πλήρες και σε καλή κατάσταση.
2. Τα φάρμακα να φυλάσσονται σε μέρος προσιτό σε περίπτωση ανάγκης, σύμφωνα με τις οδηγίες φύλαξης και διατήρησής τους, και να ελέγχεται η ημερομηνία λήξης τους [10][11].

2.4.4 Τηλεπικοινωνιακά Μέσα

Όλα τα επαγγελματικά ιστιοπλοϊκά σκάφη, ανάλογα με την Κατηγορία στην οποία ανήκουν, πρέπει να διαθέτουν όλα τα προβλεπόμενα τηλεπικοινωνιακά μέσα σύμφωνα με τον ισχύον Κανονισμό για τα τηλεπικοινωνιακά μέσα των ελληνικών πλοίων. Σύμφωνα με τους κανονισμούς περί Τηλεπικοινωνιών των πλοίων πρέπει:

1. Να χρησιμοποιείται το VHF του σκάφους για τις απαραίτητες μόνο επικοινωνίες και στα σωστά κανάλια.
2. Να μην χρησιμοποιείται άλλο διακριτικό κλήσης εκτός από αυτό που αναγράφεται στην άδεια εγκατάστασης.
3. Να πραγματοποιείται συνεχής ακρόαση στο διάυλο 16 του VHF, όπως άλλωστε έχει υποχρέωση να κάνει κάθε πλοίο, όταν αυτό ταξιδεύει στον Ελληνικό ή Διεθνή θαλάσσιο χώρο[8,9].



Λεπτομερώς αναφέρονται στο Π.Δ. 362 της 29.8.1984: «Θέση σ' εφαρμογή Κανονισμού Τηλεπικοινωνιών των Ελληνικών Εμπορικών Πλοίων (Α' 124)».

2.4.5 Μηχανολογική Εγκατάσταση

Τα νέα επαγγελματικά ιστιοπλοϊκά σκάφη Κατηγορίας I, II και III πρέπει να διαθέτουν μια προωστήρια μηχανή, εφόσον μπορούν να κινηθούν με πλήρη ή μερική ιστιοφορία ή διαθέτουν βοηθητική μηχανή, με την οποία μπορούν να αναπτύξουν ταχύτητα 4 κόμβων.

Τα νέα επαγγελματικά ιστιοπλοϊκά σκάφη Κατηγορίας IV, ανεξάρτητα εάν μπορούν να κινηθούν με ιστιοφορία, μπορούν να έχουν μία προωστήρια μηχανή.

Όλα τα νέα επαγγελματικά ιστιοπλοϊκά σκάφη απαγορεύεται να χρησιμοποιούν καύσιμο που να έχει βαθμό ανάφλεξης κάτω των 65 °C. Εάν χρησιμοποιούν τέτοιου είδους καύσιμο πρέπει να λαμβάνουν όλα τα απαραίτητα μέτρα ασφαλείας και να συμμορφώνονται με τις σχετικές οδηγίες της Ε.Ε.Π.

Όλα τα επαγγελματικά ιστιοπλοϊκά σκάφη πρέπει να διαθέτουν αντλία εξάντλησης, ανεξάρτητη ή εξαρτημένη της προωστήριας μηχανής ή της ηλεκτρομηχανής και συστοιχία συσσωρευτών επαρκούς χωρητικότητας, με σύστημα φόρτισής τους για τη λειτουργία του αναγκαίου φωτισμού ανάγκης και της τηλεπικοινωνιακής εγκατάστασης. Επίσης, πρέπει να διαθέτουν και κατάλληλο σύστημα φυσικού και τεχνητού αερισμού του μηχανοστασίου.

2.4.6 Υπολογισμός αριθμού επιβατών επαγγελματικών ιστιοπλοϊκών σκαφών

Ο αριθμός των επιβατών σε ένα επαγγελματικό ιστιοπλοϊκό σκάφος εξαρτάται κυρίως από το εάν κάνει:

- i. Νυχτερινές πλεύσεις.
- ii. Ημερήσιες πλεύσεις.
- iii. Χειμερινές πλεύσεις.
- iv. Καλοκαιρινές πλεύσεις.

Για χειμερινές και καλοκαιρινές νυχτερινές πλεύσεις ο αριθμός των επιβατών που επιτρέπεται να διαθέτει ένα επαγγελματικό ιστιοπλοϊκό σκάφος είναι ίσος με τον αριθμό των κρεβατιών και των ανακλίντρων που διαθέτει .



Για χειμερινές και καλοκαιρινές ημερήσιες πλεύσεις, ο αριθμός των επιβατών που επιτρέπεται να διαθέτει ένα επαγγελματικό ιστιοπλοϊκό σκάφος καθορίζεται βάσει των τετραγωνικών μέτρων των αιθουσών παραμονής που διαθέτει:

- i. Για πλεύσεις Κατηγορίας I και II ορίζεται 1,10 τ.μ. ανά επιβάτη.
- ii. Για πλεύσεις Κατηγορίας III ορίζεται 0,90 τ.μ. ανά επιβάτη.
- iii. Για πλεύσεις Κατηγορίας IV ορίζεται 0,70 τ.μ. ανά επιβάτη.

Για καλοκαιρινές ημερήσιες πλεύσεις στην επιφάνεια συνυπολογίζεται και το ανοιχτό κατάστρωμα του σκάφους.

Για τους επιβάτες που δεν έχουν κρεβάτι πρέπει να διατίθενται:

- i. Αναπαυτικά καθίσματα σε αυτούς που βρίσκονται στις αίθουσες παραμονής.
- ii. Απλά καθίσματα ή πάγκοι για αυτούς που βρίσκονται στο κατάστρωμα.

2.4.7 Γενικές απαιτήσεις χώρων διαμονής

Όλοι οι χώροι των επαγγελματικών ιστιοπλοϊκών σκαφών που προορίζονται για διαμονή επιβατών πρέπει να θερμαίνονται επαρκώς, εκτός από εκείνα που εκτελούν πλεύσεις μόνο τη θερινή περίοδο. Επίσης, πρέπει να φωτίζονται και να αερίζονται επαρκώς, είτε φυσικά είτε τεχνητά. Ακόμα, οι τοίχοι των χώρων διαμονής πρέπει να είναι επενδυμένοι με κατάλληλο υλικό και να είναι χρωματισμένοι. Οποιοσδήποτε σωληνώσεις και αεραγωγοί περνάνε από αυτούς τους χώρους πρέπει να είναι κατάλληλα επενδυμένοι. Τέλος, τα πατώματα του χώρου των επιβατών πρέπει να είναι φτιαγμένα από αδιαπότιστο υλικό, να διατηρούνται καθαρά και να μην παρουσιάζουν ανωμαλίες.

2.4.8 Μέσα Προστασίας

Τα καταστρώματα πρέπει να είναι επενδυμένα με ξύλο ή κατάλληλο αντιολισθητικό υλικό και στις πλευρές του σκάφους να υπάρχει κατάλληλο κάγκελο για την παροχή επαρκούς προστασίας.

2.4.9 Χώροι Υγιεινής

Σε κάθε επαγγελματικό ιστιοπλοϊκό σκάφος πρέπει να υπάρχουν κλειστοί, ευπρόσιτοι, καλά αεριζόμενοι και φωτισμένοι χώροι, οι οποίοι να είναι επιστρωμένοι με κατάλληλο αντιολισθητικό, αδιάβροχο και εύκολο στο πλύσιμο υλικό. Αυτοί οι χώροι πρέπει να περιλαμβάνουν:



- i. κατάλληλη πορσελάνινη ή άλλου υλικού λεκάνη εκκένωσης, με εύχρηστο σύστημα παροχής ή νερού θαλάσσιου νερού και αποχέτευση.
- ii. κατάλληλο νιπτήρα με καθρέπτη από πάνω του και εύχρηστο σύστημα παροχής γλυκού νερού και αποχέτευση.

Μέσα ή έξω από τους χώρους υγιεινής, αλλά σε κλειστό χώρο στο σκάφος, πρέπει να υπάρχει λουτρό με εύχρηστο σύστημα παροχής γλυκού νερού και αποχέτευση. Ο ελάχιστος αριθμός των παραπάνω χώρων εξαρτάται από την Κατηγορία στην οποία ανήκει το κάθε σκάφος και διαμορφώνεται ως εξής:

- i. Πλοία Κατηγορίας I και II: 2 τουλάχιστον αποχωρητήρια και 2 λουτρά. Εάν μεταφέρουν μέχρι 12 επιβάτες μπορούν να διαθέτουν 1 αποχωρητήριο και 1 λουτρό.
- ii. Πλοία Κατηγορίας III: 2 τουλάχιστον αποχωρητήρια και ένα λουτρό. Εάν μεταφέρουν μέχρι 12 επιβάτες μπορούν να διαθέτουν 1 αποχωρητήριο με λουτρό.
- iii. Πλοία Κατηγορίας IV: 1 τουλάχιστον αποχωρητήριο ανεξαρτήτως επιβατών. Εάν η διάρκεια της διαδρομής δεν υπερβαίνει τη μία ώρα δεν υποχρεούται να διαθέτει χώρους υγιεινής.

2.4.10 Ψυγεία

Τα επαγγελματικά ιστιοπλοϊκά σκάφη πρέπει να είναι εφοδιασμένα με κατάλληλο ψυγείο επαρκούς κατηγορίας.

2.4.11 Θάλαμοι και Αίθουσες παραμονής

Οι θάλαμοι πρέπει να διαθέτουν τουλάχιστον 4 κρεβάτια διαστάσεων τουλάχιστον 1,90 x 0,70, εφοδιασμένα με στρώμα. Εάν υπάρχουν παράλληλα κρεβάτια η απόσταση μεταξύ τους να είναι τουλάχιστον 0,70 μέτρα. Εάν σε ένα θάλαμο υπάρχει ένα μόνο κρεβάτι πλάτους τουλάχιστον 1,20 μέτρα μπορεί να θεωρηθεί ότι εξυπηρετεί 2 επιβάτες. Σε κάθε επιβάτη μέσα στο θάλαμο πρέπει να αντιστοιχούν τουλάχιστον 1,50 τ.μ.. Οι υποχρεώσεις αυτές ισχύουν για επαγγελματικά ιστιοπλοϊκά σκάφη άνω των 15 μέτρων.



2.4.12 Καθαριότητα και Εμφάνιση

Όλοι οι χώροι κάθε επαγγελματικού ιστιοπλοϊκού σκάφους πρέπει να είναι καθαροί, ενώ οι κοινόχρηστοι χώροι, τα μαγειρεία και τα κύτη πρέπει να απολυμαίνονται συστηματικά και τακτικά με κατάλληλα χημικά και απορρυπαντικά.

2.5 Ιστιοπλοϊκά Σκάφη Αναψυχής

2.5.1 Κατηγορία Ιστιοπλοϊκών Σκαφών Αναψυχής I

Τα ιστιοπλοϊκά σκάφη αναψυχής που ανήκουν στην κατηγορία I πρέπει να φέρουν:

1. Σωστικά μέσα

- i. Σωσίβιες λέμβους ή σχεδίες για όλους τους επιβάτες.
- ii. 2 κυκλικά σωσίβια από τα οποία, το ένα πρέπει να έχει αυτόματη συσκευή φωτισμού, τοποθετημένα στη γέφυρα τους σκάφους.
- iii. Ατομικές σωσίβιες ζώνες για όλους τους επιβάτες, συν 10% του αριθμού των επιβατών.
- iv. Παιδικές σωσίβιες ζώνες σε περίπτωση που υπάρχουν παιδιά.

2. Φωτιστικά σήματα κινδύνου

- i. 5 βεγγαλικά χειρός
- ii. 2 καπνογόνα

3. Ναυτιλιακά όργανα - Χάρτες

- i. 1 ζεύγος κιάλια
- ii. μαγνητική πυξίδα
- iii. πίνακας σημάτων διάσωσης
- iv. κοινός προβολέας σημάτων χειρός
- v. ελληνική σημαία
- vi. φανός θυέλλης

Σύμφωνα με τους κανονισμούς περί ναυτιλιακού εξοπλισμού των πλοίων τα ναυτιλιακά όργανα - χάρτες πρέπει να ενημερώνονται και να γίνονται τυχόν διορθώσεις τους.



4. Πυροσβεστικά μέσα

α) Μήκος πλοίου > 15 μέτρα

- i. Μόνιμη ή φορητή αντλία πυρκαγιάς, με τη δυνατότητα να φτάνει σε οποιοδήποτε σημείο του πλοίου.
- ii. 1 τουλάχιστον οθόνινο (πάνινος σωλήνας) ή άλλου κατάλληλου υλικού σωλήνα πυρκαγιάς, με επαρκές μήκος μαζί με ένα κοινό ακροσωλήνιο και ένα ακροσωλήνιο ραντισμού και με ένα ακροσωλήνιο μικτού τύπου, με τα οποία θα μπορεί να δοθεί νερό σε οποιοδήποτε σημείο του πλοίου.
- iii. 2 φορητούς πυροσβεστήρες νερού ή πυράντλια με αναδέτη (είδος σχοινιού)
- iv. 1 φορητό πυροσβεστήρα κατάλληλο για πυρκαγιά υγρών καυσίμων και 1 φορητό πυροσβεστήρα κατάλληλο για πυρκαγιά που προέρχεται από ηλεκτρικό ρεύμα.

β) Μήκος πλοίου < 15 μέτρα

- i. 1 φορητό πυροσβεστήρα κατάλληλο για πυρκαγιά υγρών καυσίμων.
- ii. 1 φορητό πυροσβεστήρα κατάλληλο για πυρκαγιά που προέρχεται από ηλεκτρικό ρεύμα
- iii. 1 φορητό πυροσβεστήρα νερού ή πυράντλιο με αναδέτη

5. Τα προβλεπόμενα, από τους Διεθνείς Κανονισμούς, σχήματα, φανούς και υπόλοιπα μέσα για την αποφυγή σύγκρουσης.

2.5.2 Κατηγορίες Ιστιοπλοϊκών Σκαφών Αναψυχής II, III και IV

Τα ιστιοπλοϊκά σκάφη αναψυχής που ανήκουν στις Κατηγορίες II, III και IV πρέπει να φέρουν:

1. Σωστικά μέσα

- i. Σωσίβιες λέμβους ή σχεδίες για όλους τους επιβάτες. Ειδικά για τις Κατηγορίες III και IV αντί για σωσίβιες λέμβους ή σχεδίες, μπορούν να έχουν απλές λέμβους (κλασσικού ή πνευστού τύπου) ή πλαστικές συσκευές για όλους τους επιβάτες.



- ii. 1 κυκλικό σωσίβιο με αυτόματη συσκευή φωτισμού, τοποθετημένο στη γέφυρα τους σκάφους.
- iii. Ατομικές σωσίβιες ζώνες για όλους τους επιβάτες, συν 10% του αριθμού των επιβατών.
- iv. Παιδικές σωσίβιες ζώνες σε περίπτωση που υπάρχουν παιδιά.

2. Φωτιστικά σήματα κινδύνου

- i. 4 βεγγαλικά χειρός
- ii. 2 καπνογόνα

3. Ναυτιλιακά όργανα - Χάρτες

- i. μαγνητική πυξίδα
- ii. ηλεκτρικό φανό χειρός
- iii. ελληνική σημαία
- iv. φανός θυέλλης

Σύμφωνα με τους κανονισμούς περί ναυτιλιακού εξοπλισμού των πλοίων τα ναυτιλιακά όργανα - χάρτες πρέπει να ενημερώνονται και να γίνονται τυχόν διορθώσεις τους.

4. Πυροσβεστικά μέσα

- i. Μόνιμη ή φορητή αντλία πυρκαγιάς με 1 οθόνινο (πάνινος σωλήνας) ή άλλου κατάλληλου υλικού σωλήνα πυρκαγιάς, με επαρκές μήκος, ώστε να μπορεί να φτάσει σε οποιοδήποτε σημείο του πλοίου. Ειδικότερα, για τις Κατηγορίες II, III, IV και μήκος σκάφους μικρότερο των 15 μέτρων, αντί για αυτήν την αντλία, μπορούν να έχουν 2 πυράντλια με αναδέτη.
- ii. 1 φορητό πυροσβεστήρα κατάλληλο για πυρκαγιά υγρών καυσίμων.
- iii. 1 φορητό πυροσβεστήρα κατάλληλο για πυρκαγιά που προέρχεται από ηλεκτρικό ρεύμα
- iv. 2 φορητούς πυροσβεστήρες νερού ή ισάριθμα πυράντλια μετά αναδεύτου

5. Τα προβλεπόμενα, από τους Διεθνείς Κανονισμούς, σχήματα, φανούς και υπόλοιπα μέσα για την αποφυγή σύγκρουσης.



2.5.3 Τηλεπικοινωνιακά Μέσα

Όλα τα ιστιοπλοϊκά σκάφη αναψυχής, ανάλογα με την Κατηγορία στην οποία ανήκουν, πρέπει να διαθέτουν όλα τα προβλεπόμενα τηλεπικοινωνιακά μέσα σύμφωνα με τον ισχύον Κανονισμό για τα τηλεπικοινωνιακά μέσα των ελληνικών πλοίων. Σύμφωνα με τους κανονισμούς περί Τηλεπικοινωνιών των πλοίων πρέπει:

1. Να χρησιμοποιείται το VHF του σκάφους για τις απαραίτητες μόνο επικοινωνίες και στα σωστά κανάλια.
2. Να μην χρησιμοποιείται άλλο διακριτικό κλήσης εκτός από αυτό που αναγράφεται στην άδεια εγκατάστασης.
3. Να πραγματοποιείται συνεχής ακρόαση στο διάυλο 16 του VHF, όπως άλλωστε έχει υποχρέωση να κάνει κάθε πλοίο, όταν αυτό ταξιδεύει στον Ελληνικό ή Διεθνή θαλάσσιο χώρο [8][9].

Λεπτομερώς, αναφέρονται στο Π.Δ. 362 της 29.8.1984: «Θέση σ' εφαρμογή Κανονισμού Τηλεπικοινωνιών των Ελληνικών Εμπορικών Πλοίων (Α' 124)».

2.5.4 Υπολογισμός αριθμού επιβατών

Ο αριθμός των επιβατών των ιστιοπλοϊκών σκαφών αναψυχής υπολογίζεται ως εξής:

- i. για τα σκάφη που εκτελούν νυχτερινές πλεύσεις, βάσει των κρεβατιών και των ανακλίντρων που διαθέτουν.
- ii. για τα σκάφη που εκτελούν ημερήσιες πλεύσεις, βάσει των σωστικών μέσων που διαθέτουν.

2.5.5 Φαρμακευτικό και Υγειονομικό υλικό

Τα ιστιοπλοϊκά σκάφη αναψυχής, ανεξάρτητα από την Κατηγορία στην οποία ανήκουν, πρέπει να είναι εφοδιασμένα με κατάλληλο φαρμακευτικό κουτί, το οποίο περιέχει τα αναγκαία φαρμακευτικό και υγειονομικό υλικό για την παροχή Α'



Βοηθειών, ανάλογα με τους επιβάτες που μεταφέρει. Σύμφωνα με τους κανονισμούς για τον εφοδιασμό των σκαφών με φάρμακα και υγειονομικό υλικό πρέπει:

1. Να ελέγχεται πάντα εάν το φαρμακείο είναι πλήρες και σε καλή κατάσταση.
2. Τα φάρμακα να φυλάσσονται σε μέρος προσιτό σε περίπτωση ανάγκης, σύμφωνα με τις οδηγίες φύλαξης και διατήρησής τους και να ελέγχεται η ημερομηνία λήξης τους.
3. Να υπάρχει στο σκάφος ιατρικός οδηγός [10][11].

2.6 Σχετικά με τη χρήση υγραερίου

Όσα ιστιοπλοϊκά σκάφη χρησιμοποιούν υγραέριο πρέπει να πληρούν τους παρακάτω όρους:

1. Οι φιάλες υγραερίου να κατασκευάζονται, γεμίζονται και ελέγχονται από αναγνωρισμένες εταιρείες σύμφωνα με τους εγκεκριμένες προδιαγραφές. Οι συγκεκριμένες φιάλες να φέρουν ασφαλιστικές διατάξεις εγκεκριμένου τύπου, οι οποίες θα ελέγχονται με την ευθύνη των παραπάνω εταιρειών.
2. Η χρήση βαλβίδας για απ' ευθείας λήψη απαγορεύεται. Η κάθε φιάλη ή η συστοιχία των φιαλών πρέπει να έχει μειωτήρα πίεσης με βαλβίδα ταχείας απομόνωσης.
3. Η τοποθέτηση των φιαλών στο κατάστρωμα ή σε κλειστούς χώρους απαγορεύεται. Οι φιάλες πρέπει:
 - i. να τοποθετούνται σε ανοικτούς χώρους και μακριά από θερμικές πηγές ή σημεία που εκπέμπουν θερμότητα.
 - ii. να ασφαρίζονται κατάλληλα με μεταλλική στεφάνη.
 - iii. να προστατεύονται από την ηλιακή ακτινοβολία.
4. Η σύνδεση των φιαλών με τις συσκευές χρήσης πρέπει να είναι ισχυρής κατασκευής και επαρκούς αντοχής, ώστε να αποκλείεται οποιαδήποτε διαρροή ή κίνδυνος ανάφλεξης του αερίου. Απαγορεύεται η χρήση πλαστικών ή ελαστικών σωλήνων. Συγκεκριμένα οι σωλήνες που τροφοδοτούν τις συσκευές πρέπει:
 - i. να είναι κατασκευασμένοι από εύκαμπτο χάλκινο σωλήνα, επαρκούς πάχους και διαμέτρου, χωρίς συνδέσεις, που και τα δύο του άκρα να καταλήγουν σε σπείρωμα και τα προσιτά σημεία να προστατεύονται από κατάλληλο προφυλακτήρα.



- ii. να είναι κατάλληλα και ανθεκτικά τοποθετημένοι, σε όλο το μήκος τους, και να μην διέρχονται από κλειστούς χώρους εκτός από εκείνους που βρίσκεται η τελική συσκευή.
- iii. στον χώρο τοποθέτησής των φιαλών να υπάρχει πινακίδα που να επισημαίνει ότι απαγορεύεται το κάπνισμα καθώς και ο κίνδυνος έκρηξης.
- iv. μετά τη χρήση η συσκευή πρέπει να απομονώνεται και πάνω από τη συσκευή να υπάρχει πινακίδα που να το επισημαίνει.
- v. κοντά στη συσκευή απαγορεύεται η τοποθέτηση εύφλεκτων υλικών που μπορούν να πάρουν φωτιά με τη φλόγα. Σε περίπτωση που υπάρχουν τυχόν λάδια ή άλλα υγρά και εύφλεκτα κατάλοιπα πρέπει να καθαρίζονται επιμελώς.
- vi. σε κοντινή απόσταση από τη συσκευή πρέπει να υπάρχει πυροσβεστήρας που να έχει τη δυνατότητα να χρησιμοποιηθεί αμέσως σε περίπτωση πυρκαγιάς.

2.7 Υποχρεώσεις Κυβερνήτη Ιστιοπλοϊκού Σκάφους

Σύμφωνα με τον Κώδικα Δημοσίου Ναυτικού Δικαίου οι κυριότερες υποχρεώσεις ενός κυβερνήτη ιστιοπλοϊκού σκάφους είναι:

- 1. Να έχει τα ναυτιλιακά έγγραφα σε ισχύ.
- 2. Να συντηρεί και να διατηρεί το σκάφος του σε καλή κατάσταση σύμφωνα με το Π.Γ.Ε. Σε περίπτωση βλάβης (ακυβερνησίας, προσάραξης κλπ) θα πρέπει το γεγονός να δηλώνεται και το σκάφος να επιθεωρείται εκ νέου για να διαπιστώνεται η αποκατάσταση τυχόν ζημιών και η αξιοπλοΐα του.
- 3. Να φροντίζει ώστε να επιβαίνουν στο σκάφος τόσα άτομα όσα επιτρέπονται από το Π.Γ.Ε. και το ταξίδι να είναι μέσα στα όρια των πλόων του.
- 4. Να παρέχει κάθε δυνατή βοήθεια σε πλοία ή άτομα που κινδυνεύουν στη θάλασσα εφόσον δεν εκθέτει το σκάφος του σε κίνδυνο.
- 5. Να δηλώνει τον απόπλου και κατάπλου του σκάφους στη Λιμενική Αρχή.



2.8 Σύνοψη Κεφαλαίου

Στο Κεφάλαιο αυτό παρουσιάστηκαν λεπτομερώς όλα τα ναυτιλιακά έγγραφα που οφείλουν να φέρουν τα ιστιοπλοϊκά σκάφη, είτε έχουν επαγγελματική χρήση είτε χρησιμοποιούνται για αναψυχή. Επίσης, αναφέρθηκαν όλες οι διαδικασίες που πραγματοποιούνται από τις Λιμενικές Αρχές για να εκδοθούν αυτά τα έγγραφα, αλλά και τα μέτρα ασφαλείας που πρέπει να τηρούνται για την διασφάλιση της ασφάλειας στη θάλασσα. Να επισημανθεί ότι ακόμα και στα Λιμεναρχεία που είναι υπεύθυνα για την τήρηση των παραπάνω νόμων δεν υπάρχει σύνοψη όλων αυτών, με αποτέλεσμα οι κατά τόπους λιμενικοί να τα συνοψίζουν και τα αποσαφηνίζουν μόνοι τους.

Θα ακολουθήσει το Κεφάλαιο 3, στο οποίο με τη βοήθεια ερωτηματολογίων που καταρτίστηκαν έγινε μια έρευνα σχετικά με τη συχνότητα και τη σοβαρότητα των βλαβών που εμφανίζονται στα ιστιοπλοϊκά σκάφη.



Αναφορές

- [1] World Resources Institute, «Coastal and Marine Ecosystems – Marine Jurisdictions: Coastline Length», 19 Απριλίου 2012.
- [2] Σπαρτιώτης, Γ. Ε., Πλοίαρχος Λ.Σ., και Μαργέτης, Γ. Δ., Πτυχιούχος Νομικής - ΠΑΣΠΕ, «Στοιχεία Ναυτικού Δικαίου», Ίδρυμα Ευγενίδου Βιβλιοθήκη του Ναυτικού, Αθήνα, 1982.
- [3] Δεληγιάννης, Χ. Α., «Εγχειρίδιο Ναυτολογίας, Ποινικό και Πειθαρχικό Δίκαιο στη Ναυτική Εργασία», mgbooks, Αθήνα, Νοέμβριος 2007.
- [4] Μαλερμπάς, Μιχαήλ, Υποναύαρχος Λ.Σ., «Ναυτιλιακά Έγγραφα Πλοίων κατά Κώδικα Δημοσίου Ναυτικού Δικαίου και Διεθνείς Συμβάσεις - Οδηγίες Ε.Κ. Σ.τ.Ε. », Αθ. Σταμούλης, Αθήνα, 1999.
- [5] Δρ. Γράτσος, Γεώργιος Α., Πρόεδρος Ναυτικού Επιμελητηρίου Ελλάδος, «Αναπτυξιακή Ναυτιλιακή Στρατηγική», Ναυτικό Επιμελητήριο Ελλάδος, Αθήνα, Σεπτέμβριος 2013.
- [6] Φύλλο Εφημερίδας της Κυβερνήσεως 257, Τεύχος Πρώτο, Προεδρικό Διάταγμα 917, «Περί εγκρίσεως και θέσεως εις εφαρμογήν Κανονισμού περί επιθεωρήσεως των τουριστικών πλοίων» Αθήνα, 19 Νοεμβρίου 1979.
- [7] Φύλλο Εφημερίδας της Κυβερνήσεως 181, Τεύχος Πρώτο, Βασιλικό Διάταγμα 542, "Περί εφαρμογής του Νόμου 4473/1965 περί ελέγχου της ναυσιπλοΐας, Επιθεωρήσεως Εμπορικών Πλοίων και άλλων τινών διατάξεων» Αθήνα, 20 Αυγούστου 1968.
- [8] Φύλλο Εφημερίδας της Κυβερνήσεως 158, Τεύχος Δεύτερο, Υπουργική Απόφαση 4113.265/01/2009, «Τροποποίηση διατάξεων Υπουργικών Αποφάσεων 1218.83/18-09-1995 (Β' 835/05-10-1995) Έκδοση αδειών εγκατάστασης και λειτουργίας σταθμών τηλεπικοινωνιών των εμπορικών πλοίων» Αθήνα, 18 Φεβρουαρίου 2010.
- [9] Φύλλο Εφημερίδας της Κυβερνήσεως 124, Τεύχος Πρώτο, Προεδρικό Διάταγμα 362, «Κανονισμός Τηλεπικοινωνιών των Ελληνικών εμπορικών πλοίων», Αθήνα, 29 Αυγούστου 1984.
- [10] Φύλλο Εφημερίδας της Κυβερνήσεως 206, Τεύχος Πρώτο, Προεδρικό Διάταγμα 376, «Ελάχιστες προδιαγραφές ασφαλείας και υγείας για την προώθηση βελτιωμένης



ιατρικής περίθαλψης στα πλοία, σύμφωνα με την οδηγία 92/29ΕΟΚ του Συμβουλίου της 31ης Μαρτίου 1992», Αθήνα, 5 Οκτωβρίου 1995.

[11] Φύλλο Εφημερίδας της Κυβερνήσεως 197, Τεύχος Πρώτο, Προεδρικό Διάταγμα 277, Τροποποίηση Διατάξεων του Π.Δ. 376/1995 «Ελάχιστες προδιαγραφές ασφαλείας και υγείας για την προώθηση βελτιωμένης ιατρικής περίθαλψης στα πλοία, σύμφωνα με την οδηγία 92/29ΕΟΚ του Συμβουλίου της 31ης Μαρτίου 1992», Αθήνα, 2 Οκτωβρίου 1997.

Κεφάλαιο 3

Βλάβες στα Ιστιοπλοϊκά Σκάφη

Περιεχόμενα

3.1 Εισαγωγή	59
3.2 Στόχος	60
3.3 Μέθοδος.....	60
3.4 Κατηγορίες Επιθεώρησης	61
3.5 Συχνότητα Βλαβών	62
3.6 Αξιολόγηση Σημαντικότητας Βλαβών	66
3.6.1 Θεωρία Αξιολόγησης Σημαντικότητας Κινδύνου.....	67
3.6.2 Αξιολόγηση Σημαντικότητας Βλαβών σε Ιστιοπλοϊκά Σκάφη.....	68
3.7 Σύνοψη.....	70
Αναφορές	71

3.1 Εισαγωγή

Στο παρόν Κεφάλαιο πραγματοποιήθηκε μια ποσοτική έρευνα με τη χρήση ερωτηματολογίων. Με αυτόν τον τρόπο ανιχνεύθηκαν τα συνηθέστερα προβλήματα που αντιμετωπίζουν τα ιστιοπλοϊκά σκάφη, ο συνήθης τρόπος εντοπισμού και αντιμετώπισης τους, καθώς και η συχνότητα (frequency) εμφάνισης τους. Στη συνέχεια, με βάση την εμπειρία που αποκτήθηκε από την επεξεργασία των ερωτηματολογίων, τη συζήτηση με τους μηχανικούς και την προσωπική βιβλιογραφική αναζήτηση, αξιολογήθηκε η σημαντικότητα (severity) των βλαβών. Το συγκεκριμένο κεφάλαιο αποτελεί ένα κομβικό σημείο της διπλωματικής, αφού τα αποτελέσματα που εξήχθησαν έδωσαν κατεύθυνση στην εστίαση των μετρήσεων που παρουσιάζονται στο Κεφάλαιο 4. Μέσα από γραφήματα παρουσιάζονται όλα τα προβλήματα και βγαίνουν κάποια πρώτα συμπεράσματα σχετικά με τις βλάβες των ιστιοπλοϊκών σκαφών.



3.2 Στόχος

Βασικός στόχος της έρευνας που παρουσιάζεται στο παρόν Κεφάλαιο, είναι η ανεύρεση των συχνότερων προβλημάτων που αντιμετωπίζουν τα ιστιοπλοϊκά σκάφη, ο συνήθης τρόπος εντοπισμού και αντιμετώπισης τους, τα μέρη στα οποία εμφανίζονται, καθώς και η σοβαρότητα καθενός από αυτά. Απώτερος στόχος είναι η αξιολόγηση στη συνέχεια της χρήσης της θερμογραφίας στην πρόγνωση και τη διάγνωση αυτών των βλαβών, αλλά και η σύγκριση των συμβατικών μεθόδων με τη θερμογραφία.

3.3 Μέθοδος

Για να επιτευχθεί ο συγκεκριμένος στόχος έπρεπε να συλλεχθούν τα κατάλληλα δεδομένα. Οι μέθοδοι συλλογής δεδομένων χωρίζονται στις εξής κατηγορίες:

- Συνεντεύξεις (προσωπικές, τηλεφωνικές και σε βάθος).
- Ερωτηματολόγια.
- Ομάδες Εστίασης.
- Παρατήρηση.

Στην παρούσα έρευνα η συλλογή των δεδομένων συνδύασε τρεις μεθόδους. Τα ερωτηματολόγια, τις προσωπικές συνεντεύξεις και την παρατήρηση. Πιο συγκεκριμένα, όσον αφορά στα ερωτηματολόγια η δομή τους βασίστηκε στις αρχές και τους κανόνες που διέπουν ένα ερωτηματολόγιο [1,2,3,4].

Ακόμα, ανάλογα με το είδος της έρευνας που θέλει κάποιος να πραγματοποιήσει, αυτές χωρίζονται σε:

- Ποσοτικές
- Ποιοτικές
- Μεικτές [5,6,7]

Η συγκεκριμένη έρευνα ανήκει στην κατηγορία των ποσοτικών. Μια ποσοτική έρευνα χαρακτηρίζεται από την επιδίωξη του ερευνητή να συλλέξει αντικειμενικά και γενικά δεδομένα για κάποιο φαινόμενο και στη συνέχεια να μετατρέψει αυτά τα δεδομένα σε αριθμητικά ή στατιστικά στοιχεία, ώστε να προβεί

σε συγκρίσεις μεταξύ των διαφόρων μεταβλητών και να παράσχει αντικειμενικές επεξηγήσεις για τα αίτια ή τις σχέσεις μεταξύ των μεταβλητών, που θα αποτελούν μια αντικειμενική και γενική θεωρία για το φαινόμενο της έρευνας [8,9].

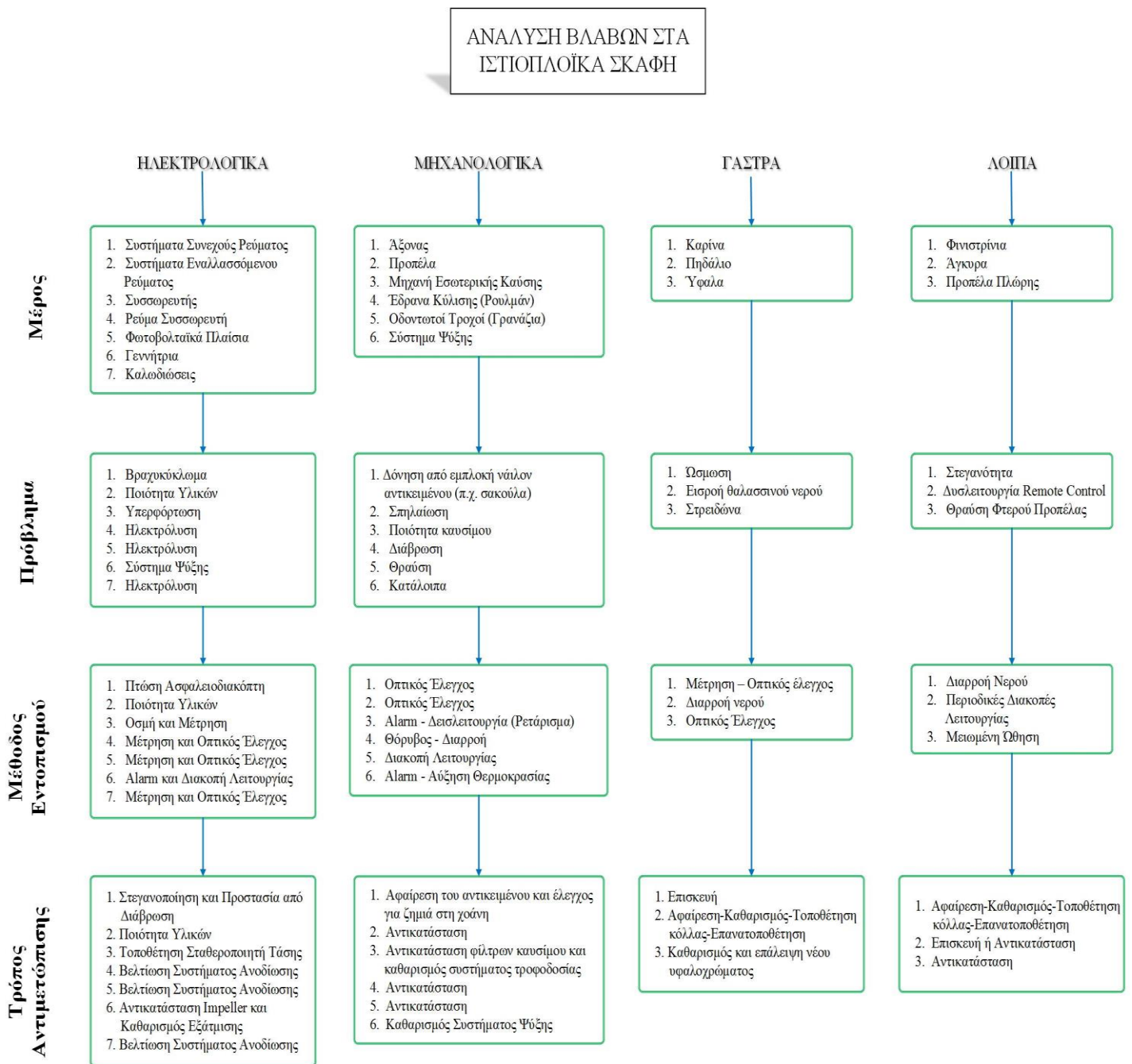
Τα ερωτηματολόγια καταρτίστηκαν σε ηλεκτρονική και σε χειρόγραφη μορφή. Το περιεχόμενό τους βασίστηκε τόσο στην εγχώρια, όσο και στην διεθνή βιβλιογραφία, σε συζητήσεις που έγιναν με τον κ. Ραβάνογλου, Ναυπηγό Μηχανολόγο Μηχανικό και Marine and New Building Manager της εταιρείας Cyprus Sea Lines Co Ltd, καθώς και από προσωπική κρίση και εμπειρία.

Στην παρούσα έρευνα, το δείγμα αποτελείται από μηχανικούς που εργάζονται στον τομέα των ιστιοπλοϊκών. Συγκεκριμένα, απαντήθηκαν 5 ερωτηματολόγια από τα 25 που στάλθηκαν, τα οποία έτυχαν επεξεργασίας και από τα οποία εν συνεχεία εξήχθησαν τα αποτελέσματα. Η συλλογή του δείγματος αποτέλεσε μια ιδιαίτερα δύσκολη διαδικασία, για αυτό το λόγο είναι και σχετικά μικρό, αφού στον ελληνικό χώρο υπάρχουν ελάχιστα οργανωμένα συνεργεία με την κατάλληλη επαγγελματική κατάρτιση σε αυτόν τον τομέα. Επίσης, οι περισσότερες ξένες εταιρείες κατασκευής σκαφών δεν κοινοποιούν δεδομένα σχετικά με τις βλάβες στα ιστιοπλοϊκά σκάφη τους. Ωστόσο, τόσο το μέγεθος των καρνάγιων (800 σκάφη κατά μέσο όρο επισκευάζονται το χρόνο), όσο και η προσωπική αναζήτηση και εμπειρία αποδεικνύουν ότι τα αποτελέσματα είναι ιδιαιτέρως αντιπροσωπευτικά. Η διεύρυνση του δείγματος θα μπορούσε να αποτελέσει αντικείμενο μελλοντικής εργασίας.

3.4 Κατηγορίες Επιθεώρησης

Το σκάφος χωρίστηκε σε 4 κατηγορίες επιθεώρησης, τα ηλεκτρολογικά μέρη, τα μηχανολογικά μέρη, τη γάστρα και τα λοιπά μέρη (**Σχήμα 3.1**). Με την ίδια λογική καταρτίστηκε και το ερωτηματολόγιο, το οποίο υπάρχει στο Παράρτημα Α. Για κάθε κατηγορία ξεχωριστά καταγράφηκαν:

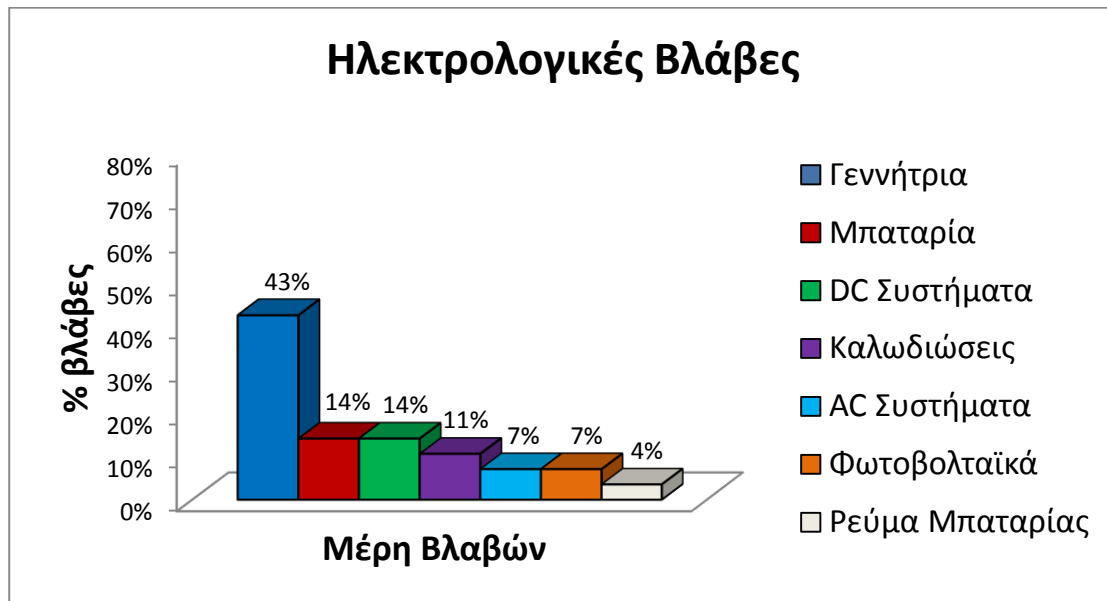
- τα μέρη στα οποία παρουσιάζονται βλάβες.
- το πρόβλημα το οποίο δημιουργείται.
- η μέθοδος εντοπισμού του προβλήματος.
- ο τρόπος αντιμετώπισης του προβλήματος.



Σχήμα 3.1: Μέρη, πρόβλημα, μέθοδος εντοπισμού και τρόπος αντιμετώπισης βλαβών σε ιστιοπλοϊκά σκάφη.

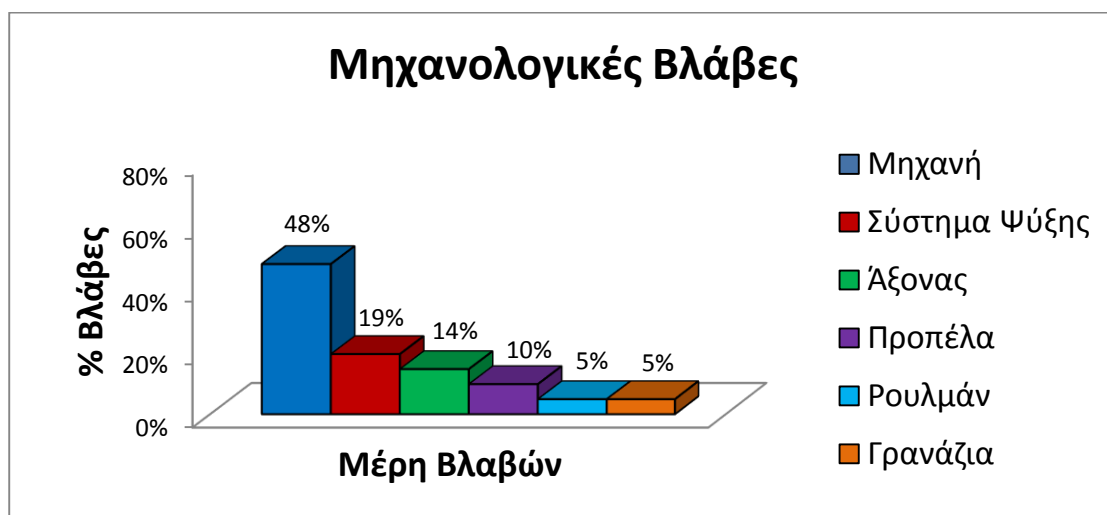
3.5 Συχνότητα Βλαβών

Στη συνέχεια τα δεδομένα των ερωτηματολογίων ποσοτικοποιήθηκαν και ακολούθησε η επεξεργασία τους. Το **Σχήμα 3.2** παρουσιάζει το ποσοστό των βλαβών των διάφορων ηλεκτρολογικών μερών σε σχέση με το σύνολο των ηλεκτρολογικών βλαβών. Τα περισσότερα προβλήματα εντοπίζονται στη γεννήτρια του σκάφους, στη μπαταρία και στα συστήματα συνεχούς ρεύματος.



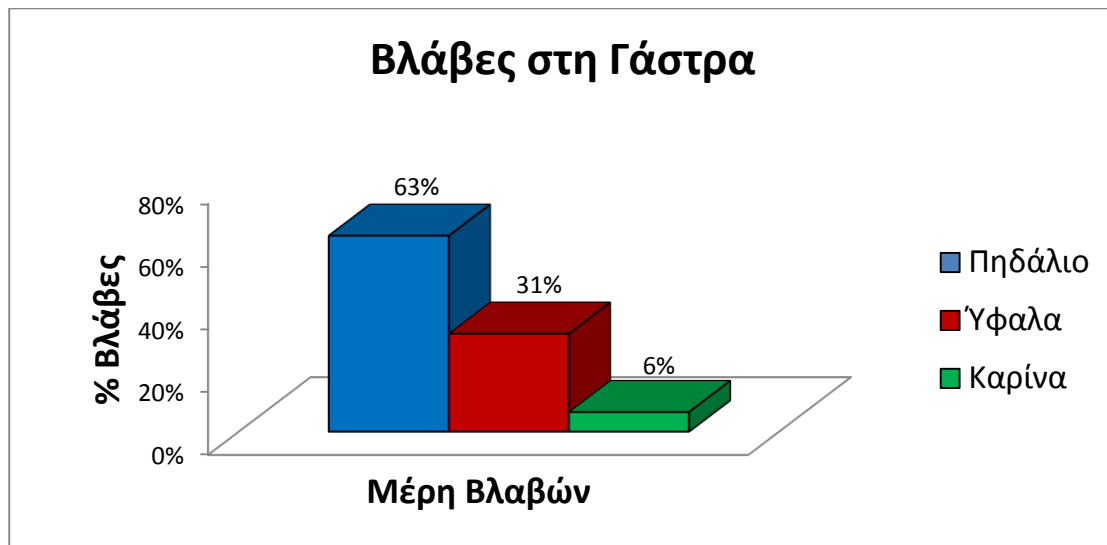
Σχήμα 3.2: Συχνότητα εμφάνισης ηλεκτρολογικών βλαβών.

Η ίδια διαδικασία ακολουθήθηκε και για τις μηχανολογικές βλάβες. Το Σχήμα 3.3 παρουσιάζει το ποσοστό των βλαβών των διάφορων μηχανολογικών μερών σε σχέση με το σύνολο των μηχανολογικών βλαβών. Σε αυτήν την περίπτωση τα συχνότερα προβλήματα παρουσιάζονται στη μηχανή και εν συνεχεία στο σύστημα ψύξης και στον άξονα.



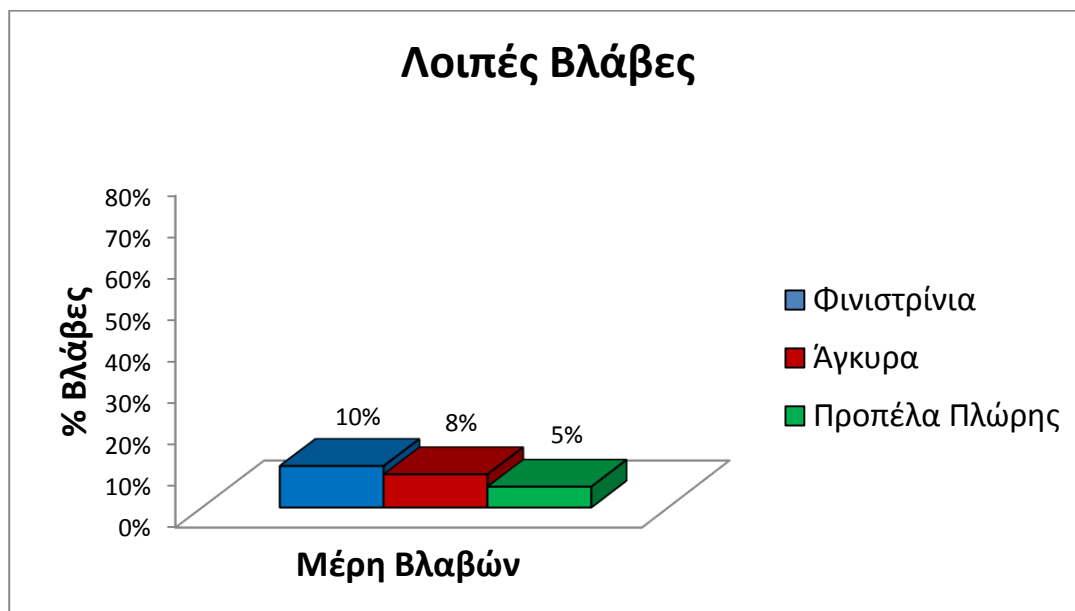
Σχήμα 3.3: Συχνότητα εμφάνισης μηχανολογικών βλαβών.

Το **Σχήμα 3.4** παρουσιάζει το ποσοστό των βλαβών των διάφορων μερών στη γάστρα σε σχέση με το σύνολο των βλαβών στη γάστρα. Οι περισσότερες βλάβες παρουσιάζονται στο πηδάλιο και τα ύφαλα.



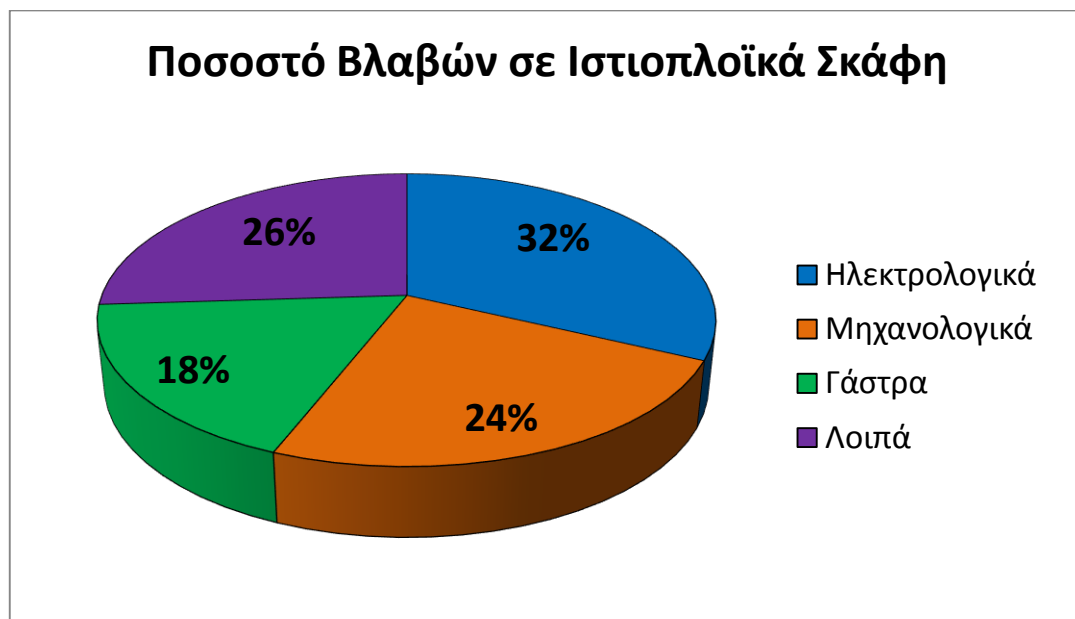
Σχήμα 3.4: Συχνότητα εμφάνισης βλαβών στη γάστρα.

Το **Σχήμα 3.5** παρουσιάζει το ποσοστό των βλαβών των λοιπών μερών σε σχέση με το σύνολο των λοιπών βλαβών. Οι περισσότερες βλάβες παρουσιάζονται στα φινιστρίνια και στην άγκυρα.



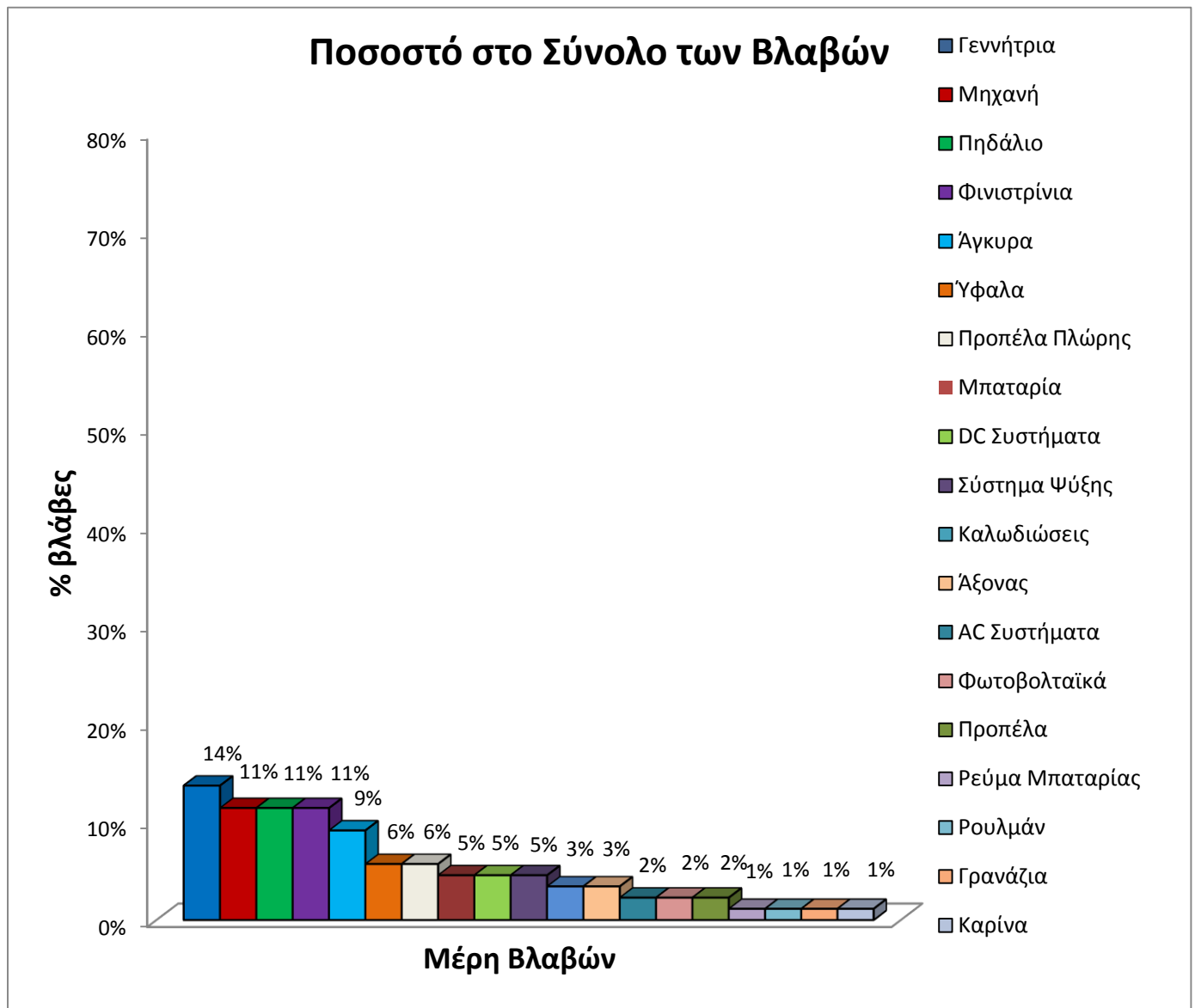
Σχήμα 3.5: Συχνότητα εμφάνισης βλαβών στα λοιπά μέρη του σκάφους.

Στη συνέχεια έγινε μια ποσοτική αποτίμηση ανάμεσα στις 4 κατηγορίες βλαβών, ώστε να φανεί αν κάποια κατηγορία εμφανίζει μεγαλύτερη συχνότητα. Η γάστρα παρουσιάζει το μικρότερο ποσοστό εμφάνισης βλαβών και η μεγαλύτερη διαφορά (14%) παρουσιάζεται ανάμεσα στα ηλεκτρολογικά μέρη και τη γάστρα. Τα αποτελέσματα είναι λογικά, αφού η γάστρα είναι κατασκευασμένη ώστε να έχει μεγαλύτερη διάρκεια ζωής από τα υπόλοιπα μέρη (Σχήμα 3.6).



Σχήμα 3.6: Συχνότητα εμφάνισης βλαβών σε ιστιοπλοϊκά σκάφη.

Τέλος, η πιο σημαντική ανάλυση που έγινε ήταν να βρεθεί το ποσοστό κάθε βλάβης σε σχέση με το σύνολο το βλαβών. Στο **Σχήμα 3.7** φαίνεται ότι η γεννήτρια, η μηχανή, το πηδάλιο, τα φινιστρίνια και η άγκυρα είναι τα μέρη του σκάφους στα οποία πρέπει να επικεντρωθεί περισσότερο η προσοχή και οι μετρήσεις μας, αφού παρουσιάζουν τη συχνότερη εμφάνιση βλαβών.



Σχήμα 3.7: Συχνότητα εμφάνισης στο σύνολο των βλαβών.

3.6 Αξιολόγηση Σημαντικότητας Βλαβών

Η αξιολόγηση της σημαντικότητας μιας βλάβης ή ενός κινδύνου θα μπορούσε να αποτελέσει μια ξεχωριστή διπλωματική εργασία. Πολλές έρευνες έχουν πραγματοποιηθεί πάνω στο συγκεκριμένο γνωστικό αντικείμενο, ενώ υπάρχουν και πολλές μέθοδοι λήψης αποφάσεων (π.χ. AHP, PROMETHEE, ELECTRE, TOPSIS κα.). Στα πλαίσια των ορίων που είχαν τεθεί στην αρχή της συγγραφής αυτής της διπλωματικής δε θα γίνει ενδελεχής αξιολόγηση της σημαντικότητας των βλαβών, αλλά μία πρώιμη (raw) προσωπική εκτίμηση, με βάση την εμπειρία που αποκτήθηκε από την επεξεργασία των ερωτηματολογίων, τη συζήτηση με τους μηχανικούς και τη βιβλιογραφική αναζήτηση.

3.6.1 Θεωρία Αξιολόγησης Σημαντικότητας Κινδύνου

Η αξιολόγηση του κινδύνου είναι η συστηματική διαδικασία για την περιγραφή, την πιθανότητα και το μέγεθος ενός κινδύνου συσχετισμένου με μια κατάσταση, ενέργεια ή συμβάν, που συμπεριλαμβάνει και την εκτίμηση της σχετικής αβεβαιότητας. Η αξιολόγηση κινδύνου μπορεί να είναι ποιοτική, ποσοτική ή συνδυασμός αυτών των δύο [10,11]. Η αξιολόγηση κινδύνου απαντά στις ακόλουθες ερωτήσεις:

- Τι μπορεί να πάει στραβά;
- Πώς μπορεί να συμβεί;
- Ποιες θα είναι οι επιπτώσεις;
- Πόσο πιθανό είναι να συμβεί;

Το σημαντικότερο σημείο της αξιολόγησης του κινδύνου είναι η απόφαση αν ο εκάστοτε κίνδυνος είναι αποδεκτός ή όχι. Αυτή η διαδικασία απαιτεί να γίνει σαφής διαχωρισμός μεταξύ δύο εννοιών. Του αποδεκτού κινδύνου και του ανεκτού κινδύνου. Αποδεκτός κίνδυνος αποκαλείται ο κίνδυνος του οποίου η πιθανότητα εμφάνισης είναι πολύ μικρή και τα συμπτώματά του αμελητέα, με συνέπεια ο κίνδυνος να γίνεται αποδεκτός ως έχει. Όταν ένας κίνδυνος χαρακτηρίζεται αποδεκτός δεν απαιτεί διαχείριση. Αντιθέτως, ένας κίνδυνος που καλείται μη αποδεκτός απαιτεί διαχείριση.

Τα επίπεδα σημαντικότητας ενός κινδύνου μπορούν να είναι τρία: αποδεκτό, μη αποδεκτό και ανεκτό. Θεωρητικά είναι δυνατό να εφαρμοστούν οι κατάλληλες διαδικασίες που θα οδηγήσουν έναν κίνδυνο από μη αποδεκτά επίπεδα σε αποδεκτά. Παρόλα αυτά, τις περισσότερες φορές υπό πραγματικές συνθήκες η διαχείριση κινδύνου οδηγεί από μη αποδεκτά επίπεδα σε ανεκτά. Ανεκτός κίνδυνος αποκαλείται ένας κίνδυνος ο οποίος είναι μη αμελητέος και δεν έχει μειωθεί ακόμα σε ανεκτά επίπεδα. Ένας κίνδυνος αποκαλείται ανεκτός για τους εξής λόγους: Μπορεί να μην είμαστε σε θέση να μειώσουμε περαιτέρω το επίπεδο σημαντικότητάς του ή τα κόστη για να επιτευχθεί κάτι τέτοιο θεωρούνται απαγορευτικά. Ένα ανεκτός κίνδυνος δεν είναι αποδεκτός, αλλά το επίπεδο σημαντικότητας του πιθανού αντίκτυπου του έχει μειωθεί σε επίπεδα τα οποία είναι ανεκτά. Η απόφαση του αν ένας κίνδυνος είναι αποδεκτός ή όχι έγκειται τις περισσότερες φορές στην υποκειμενική κρίση.



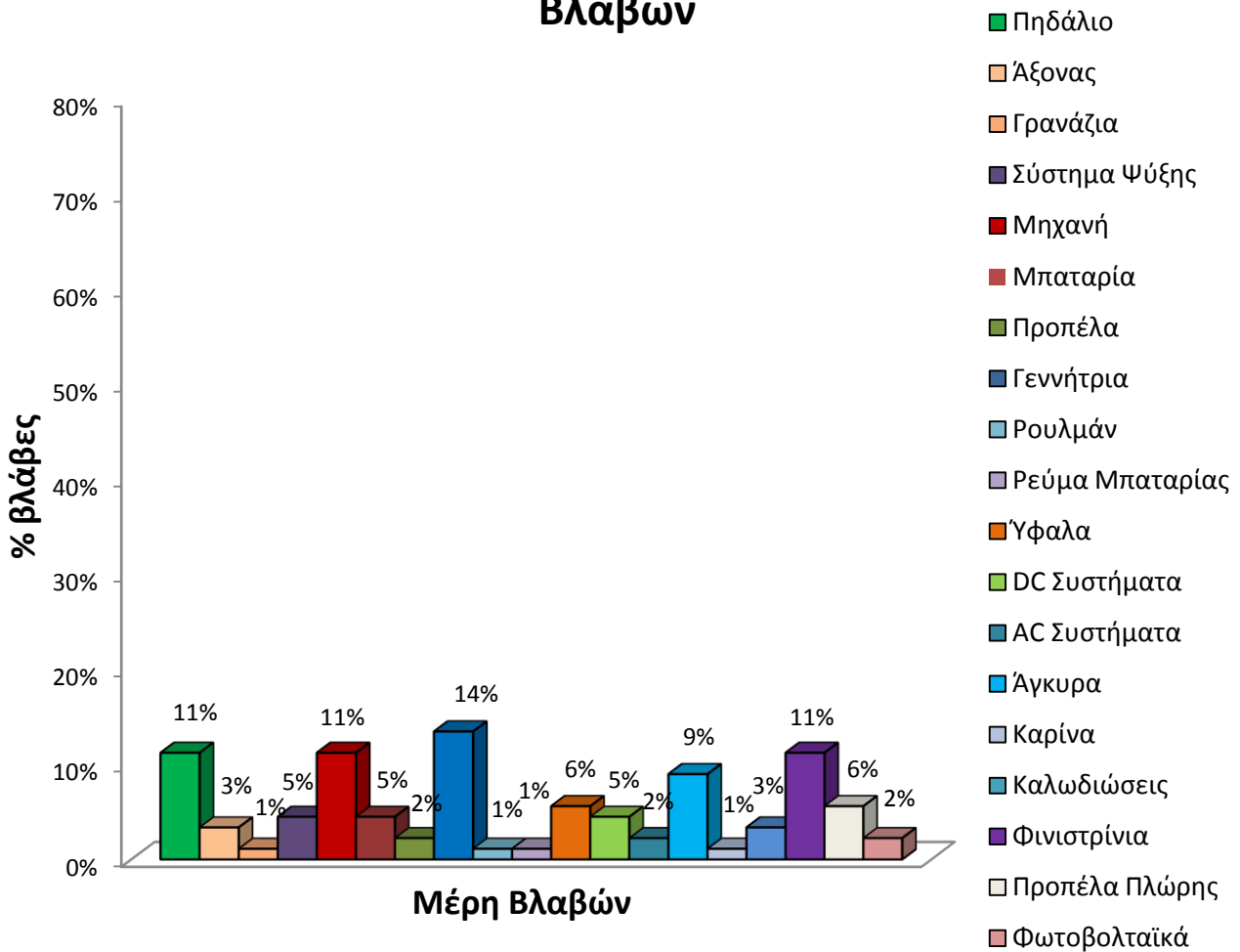
Οι μη αποδεκτοί κίνδυνοι πρέπει πάντοτε να ελέγχονται. Το ιδανικό και ο αρχικός μας στόχος είναι να μειώσουμε τη σημαντικότητά τους από μη αποδεκτά επίπεδα σε αποδεκτά. Παρόλα αυτά, επειδή, όπως ήδη αναφέρθηκε, κάτι τέτοιο υπό πραγματικές συνθήκες πολλές φορές είναι ακατόρθωτο, τότε προσαρμόζουμε τις ενέργειές μας έτσι ώστε να κάνουμε τον κίνδυνο απλά ανεκτό. Οι έξι βασικότερες στρατηγικές διαχείρισης και ελέγχου του κινδύνου είναι οι ακόλουθες [10,11]:

- Ανάλυση κινδύνου.
- Αποφυγή κινδύνου.
- Μείωση της πιθανότητας εμφάνισης του γεγονότος όταν μιλάμε για κίνδυνο.
- Αύξηση της πιθανότητας εμφάνισης του γεγονότος όταν μιλάμε για ευκαιρία.
- Μείωση του μεγέθους του αντίκτυπου του γεγονότος όταν μιλάμε για κίνδυνο.
- Αύξηση του μεγέθους του αντίκτυπου του γεγονότος όταν μιλάμε για ευκαιρία.
- Ασφάλιση.
- Διατήρηση κινδύνου.

3.6.2 Αξιολόγηση Σημαντικότητας Βλαβών σε Ιστιοπλοϊκά Σκάφη

Στην περίπτωση ενός ιστιοπλοϊκού σκάφους ελάχιστες ζημιές μπορούν να θεωρηθούν αποδεκτές ή ανεκτές. Κάθε κομμάτι πάνω σε αυτό έχει τη λειτουργία και τη σημασία του. Ωστόσο, οι βλάβες μπορούν να καταταχθούν λαμβάνοντας υπόψη τη συχνότητα εμφάνισής τους, τα συμπτώματα που θα έχουν σε άλλα μέρη του σκάφους, το κόστος και το χρόνο επισκευής τους, τη δυνατότητα επιτόπιας επισκευής, την επίδραση στην ασφάλεια των επιβατών και στη λειτουργικότητα του σκάφους.

Σημαντικότητα και Συχνότητα στο Σύνολο των Βλαβών



Σχήμα 3.8: Σειρά σημαντικότητας βλαβών.

Σύμφωνα με αυτά, μία ενδεχόμενη ζημιά στο πηδάλιο κατατάσσεται ως νούμερο ένα προτεραιότητα, αφού θα οδηγούσε σε ακυβερνησία του σκάφους θέτοντας σε κίνδυνο την ασφάλεια των επιβατών. Στη συνέχεια ακολουθεί ο άξονας. Στη συγκεκριμένη περίπτωση, η δυνατότητα επισκευής του όταν το σκάφος βρίσκεται στο νερό είναι σχεδόν αδύνατη. Επίσης, το κόστος επισκευής μπορεί να θεωρηθεί ιδιαίτερα υψηλό, ενώ και η δυνατότητα μηχανοκίνητης πλεύσης του είναι ανέφικτη. Σχετικά με τους οδοντωτούς τροχούς, τα οποία συναντάμε στην τρίτη θέση, αν και η συχνότητα εμφάνισής τους είναι ιδιαίτερα μικρή, το κόστος της ζημιάς που μπορούν να προξενήσουν είναι τεράστιο, ακόμα και ολική καταστροφή της μηχανής. Με την ίδια λογική, κατατάχθηκαν σε σειρά και τα υπόλοιπα μέρη του σκάφους.



3.7 Σύνοψη

Στο Κεφάλαιο αυτό μέσω ερωτηματολογίων ποσοτικοποιήθηκαν οι συχνότερες βλάβες που εμφανίζονται στα ιστιοπλοϊκά σκάφη. Επίσης, διαπιστώθηκαν τα προβλήματα που δημιουργούν αυτές τις βλάβες, καθώς και ο συνήθης τρόπος εντοπισμού και αντιμετώπισής τους. Τέλος, αξιολογήθηκε η σημαντικότητα των βλαβών που προέκυψαν από τη συλλογή των ερωτηματολογίων. Μέσω των ερωτηματολογίων εξήχθησαν ιδιαίτερα χρήσιμες πληροφορίες. Παρατηρώντας τα προβλήματα που συνήθως παρουσιάζονται σε ένα ιστιοπλοϊκό σκάφος αντιλαμβάνεται κανείς ότι η προληπτική επιθεώρηση θα μπορούσε σε μεγάλο βαθμό να τα περιορίσει ή ακόμα και να τα αποτρέψει. Για παράδειγμα, η όσμωση, η σπηλαιώση, η ηλεκτρόλυση είναι προβλήματα τα οποία με τους κατάλληλους προληπτικούς ελέγχους μπορούν να αποφευχθούν. Επίσης, παρατηρείται ότι η κύρια μέθοδος εντοπισμού των βλαβών είναι ο οπτικός έλεγχος ή η δυσλειτουργία ενός μέρους. Οπότε, νέες επιστημονικές μέθοδοι πρόγνωσης βλαβών, όπως είναι η υπέρυθη θερμογράφηση φαίνεται να έχουν χώρο εφαρμογής. Βασιζόμενοι στην έρευνα που πραγματοποιήθηκε στο παρόν Κεφάλαιο, θα εστιάσουν οι μετρήσεις που παρουσιάζονται στο Κεφάλαιο 4.



Αναφορές

- [1] Παπαϊωάννου, Α., Θεοδωράκης, Ι., & Γούδας, Μ., «Για μια καλύτερη φυσική αγωγή», Εκδόσεις Χριστοδουλίδη, Θεσσαλονίκη, 2003, Κεφάλαιο 16, 341-364.
- [2] Office of Planning and Institutional Assessment, «Using Surveys for Data Collection in Continuous Improvement», Innovation Insights, Innovation Insights Series Number 14, August 2006.
- [3] Scheuren, Fritz, «What is a Survey?», American Statistical Association, 2004.
- [4] Edith, D. de Leeuw, Jop, J. Hox, & Don, A. Dillman, International Handbook of Survey Methodology, European Association of Methodology/Lawrence Erlbaum Associates, New York, 2008.
- [5] Rajasekar, S., Philominathan, P., Chinnathambi, V., «Research Methodology», The Journal of Mathematical Behavior, 2006.
- [6] Johnson, B., Chirstensen, L. «Quantitative, Qualitative and Mixed Research», Educational Research: Quantitative, Qualitative, and Mixed Approaches, 2003.
- [7] Godfred, Darko, «Research Methods», Ghana, 2015, 91-186.
- [8] Balvanes, M., Caputi, P., «Introduction to quantitative research», SAGE publication Ltd, 2001.
- [9] Ματζούκας, Σ., «Ποιοτική έρευνα σε έξι εύκολα βήματα Η επιστημολογία, οι μέθοδοι και η παρουσίαση», 2007, 88-98.
- [10] Charles, Yoe, «Primer on Risk Analysis», Decision making under uncertainty, Taylor & Francis Group, 6000 Broken Sound Parkway NW, 2012.
- [11] Σημαδόπουλος, Αντώνιος, «Εφαρμογή της μεθόδου DSM στην Ανάλυση και Διαχείριση Κινδύνων σε Ανεμογεννήτριες Οριζοντίου Άξονα», Διπλωματική Εργασία, Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, Τμήμα Μηχανικών Παραγωγής και Διοίκησης, Ξάνθη, Νοέμβριος 2015.



Κεφάλαιο 4

Μετρήσεις και Αποτελέσματα

Περιεχόμενα

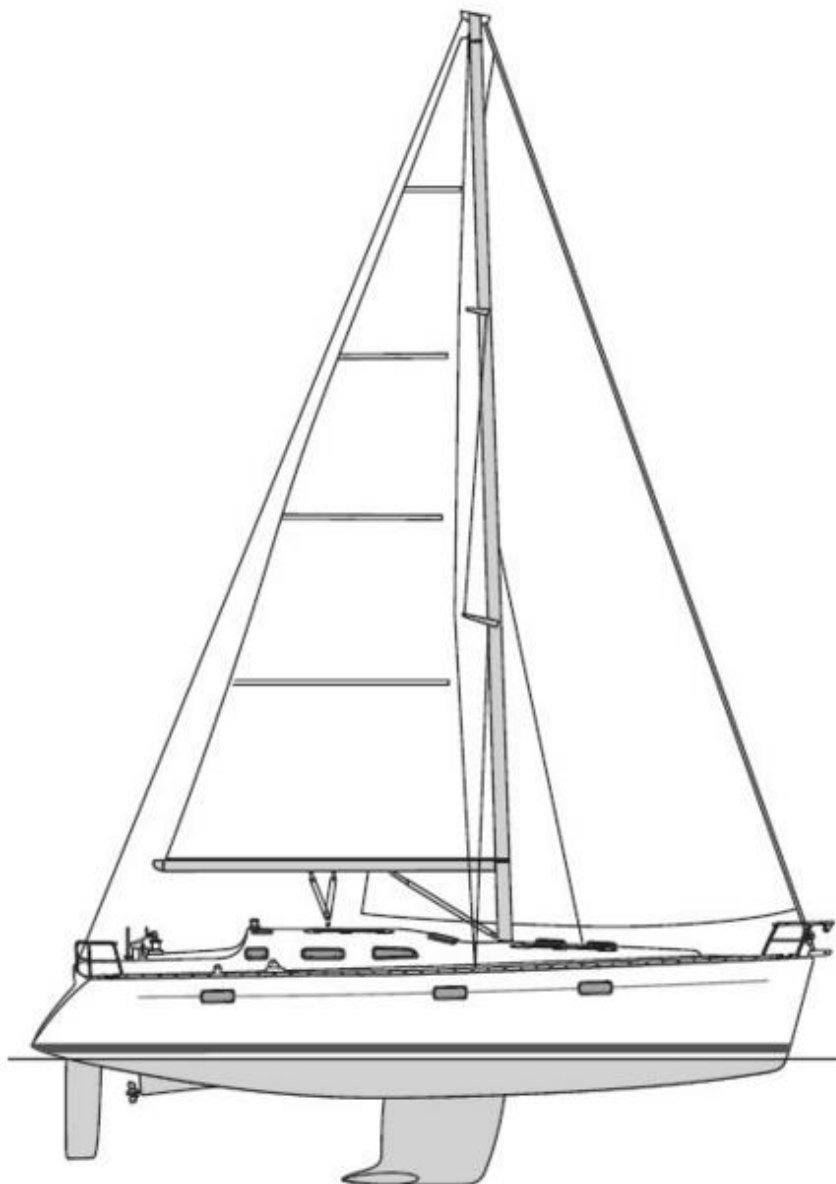
4.1 Εισαγωγή	73
4.2 Σχέδια Ιστιοπλοϊκού Σκάφους	74
4.3 Εξοπλισμός Μετρήσεων	76
4.4 Ρύθμιση Παραμέτρων Μέτρησης	76
4.4.1 Αντιστάθμιση της Ατμόσφαιρας	76
4.4.2 Αντιστάθμιση Φόντου	77
4.4.3 Συντελεστής Ικανότητας Εκπομπής	77
4.5 Συνθήκες Θερμογράφησης	78
4.6 Γάστρα	79
4.6.1 Περίπτωση 1: Πρύμνη	80
4.6.2 Περίπτωση 2: Μέση δεξιάς πλευράς	84
4.7 Ηλεκτρονικά και Ηλεκτρολογικά	88
4.8 Μηχανολογικά	91
4.9 Σύνοψη	96
Αναφορές	97

4.1 Εισαγωγή

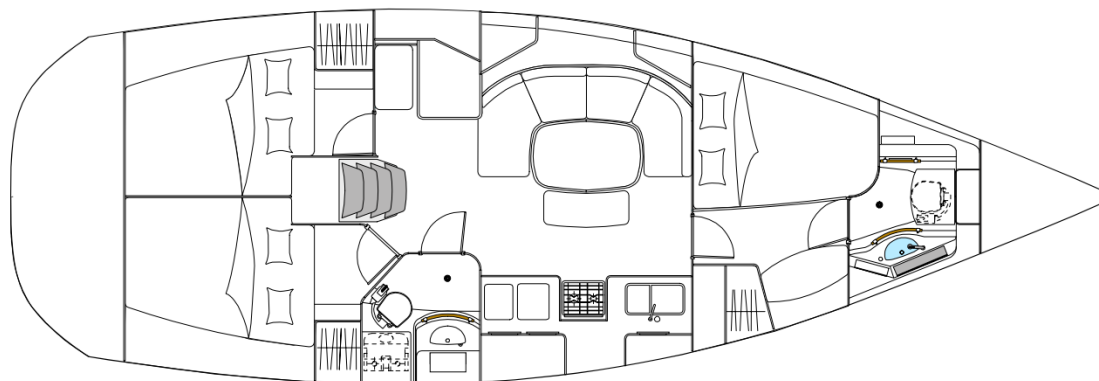
Το Κεφάλαιο 4 αποτελεί το πρακτικό μέρος της παρούσας διπλωματικής εργασίας με μετρήσεις στο πεδίο. Σε αυτό παρουσιάζεται ένας πλήρης θερμογραφικός έλεγχος του ιστιοπλοϊκού σκάφους Aeolian Too. Το συγκεκριμένο σκάφος είναι μάρκας Beneteau, μοντέλο Oceanis και έχει μήκος 39.3 πόδια. Στόχος της συγκεκριμένης μελέτης ήταν η διερεύνηση και η αποτίμηση της αποτελεσματικότητας της υπέρυθρης θερμογράφησης ως μέθοδο εντοπισμού και διάγνωσης βλαβών σε ιστιοπλοϊκά σκάφη και η σύγκρισή της με τις υφιστάμενες παραδοσιακές μεθόδους. Προς αυτήν την κατεύθυνση έγιναν μετρήσεις στη γάστρα

του σκάφους και στα ηλεκτρολογικά και μηχανολογικά του μέρη. Για τη γάστρα, οι προσκτηθείσες θερμικές εικόνες από κάθε υπέρυθη θερμογράφηση υποβλήθηκαν σε ανάλυση Περιοχών Ενδιαφέροντος (ROI), Ανάλυση Γραμμικών Προφίλ Θερμοκρασίας (LPA) και Στατιστική Ανάλυση Ιστογραμμάτων. Στα ηλεκτρολογικά μέρη του σκάφους οι θερμικές εικόνες συγκρίθηκαν με μετρήσεις που έγιναν με τη χρήση πολύμετρου. Τέλος, για τα μηχανολογικά μέρη, οι θερμοκρασίες που προέκυψαν από τη θερμογράφηση συγκρίθηκαν με τις προσδοκώμενες θερμοκρασίες λειτουργίας της μηχανής με βάση το εγχειρίδιο χρήσης του σκάφους.

4.2 Σχέδια Ιστιοπλοϊκού Σκάφους



Σχήμα 4.1: Προοπτική απεικόνιση Beneteau Oceanis 39.3.



Σχήμα 4.2: Κάτοψη εσωτερικού χώρου Beneteau Oceanis 39.3.

Το σκάφος που επιθεωρήθηκε είναι της εταιρείας Beneteau, μοντέλο Oceanis και μήκους 39.3 ft (πόδια). Το συγκεκριμένο σκάφος κατασκευάζεται σε δύο εκδόσεις, με 2 ή με 3 καμπίνες. Το σκάφος της παρούσας διπλωματικής ανήκει στην δεύτερη κατηγορία με τις 3 καμπίνες. Στο **Σχήμα 4.1** παρουσιάζεται το σκάφος προοπτικά, ενώ στο **Σχήμα 4.2** παρουσιάζεται η κάτοψη του εσωτερικού του μέρους. Τα βασικά χαρακτηριστικά του σκάφους παρουσιάζονται στον **Πίνακα 4.1**. Λεπτομερώς, οι προδιαγραφές (specifications) του σκάφους υπάρχουν στο Παράρτημα Β.

Πίνακας 4.1: Βασικά χαρακτηριστικά του ιστιοπλοϊκού σκάφους.

Βασικά Στοιχεία Ιστιοπλοϊκού Σκάφους		
Τύπος	Beneteau 39.3	
Όνομα Κατασκευαστή	Beneteau USA Inc.	
Κατηγορία Πλεύσης	A	
Αριθμός Αναγνωρισμένου Οργανισμού	CE 0607	
Μήκος	11.62 m	38.12 ft
Πλάτος	3.96 m	12.99 ft
Βύθισμα	1.90 m	6.23 ft
Καθαρό Ύψος	15.65 m	51.35 ft
Χωρητικότητα Καυσίμου	135 l	
Χωρητικότητα Νερού	500 l	

4.3 Εξοπλισμός Μετρήσεων

Όλες οι υπέρυθρες θερμογραφίες πραγματοποιήθηκαν με την χρήση ενός φορητού θερμικού αναλυτή (θερμοκάμερας) Mikron™/Impac™ (ενότητα 1.4), μοντέλο IVN 780-P, το οποίο φέρει έναν μικροβολομετρικό ανιχνευτή μη ψυχόμενης 320×240 συστοιχίας εστιακού επιπέδου (uncooled focal plane array, UFPA). Το εύρος μετρούμενων θερμοκρασιών του συγκεκριμένου μοντέλου εκτείνεται από -40 έως +1000 °C, με θερμοκρασιακή ανάλυση της τάξεως των 0.1 °C, ανάλυση θερμικής εικόνας 320×240 εικονοστοιχείων, IFOV στα 1.5 mrad (σε οπτικό πεδίο 27°×20°) και φασματικό εύρος υπέρυθρης ακτινοβολίας από 8 έως 14 μm.

Επίσης, για την μέτρηση της έντασης του ανέμου χρησιμοποιήθηκε ένα ανεμόμετρο της εταιρείας Technoline, μοντέλο EA-3010. Για την μέτρηση της θερμοκρασίας και της σχετικής υγρασίας του αέρα χρησιμοποιήθηκε το όργανο της εταιρείας Testo, μοντέλο 610. Για την μέτρηση της υγρασίας στη γάστρα χρησιμοποιήθηκε ένα υγρασιόμετρο επαφής της εταιρείας Testo, μοντέλο 616. Τέλος, για την μέτρηση της τάσης και της αντίστασης των ηλεκτρολογικών μερών του σκάφους χρησιμοποιήθηκε ένα πολύμετρο της εταιρείας Range, μοντέλο RE69. Οι τεχνικές προδιαγραφές όλων των οργάνων υπάρχουν στο Παράρτημα Γ.

4.4 Ρύθμιση Παραμέτρων Μέτρησης

Κατά κανόνα, η ακρίβεια μιας υπέρυθρης θερμογράφησης πεδίου καθορίζεται άμεσα από συγκεκριμένες παραμέτρους που σχετίζονται με τις περιβαλλοντικές (ατμοσφαιρικές) συνθήκες, τις οπτικές ιδιότητες του υλικού του υπό μέτρηση στόχου και την πιθανή παρουσία όμορων αντικειμένων. Για την επίτευξη, λοιπόν, καλύτερης ακρίβειας, στα πλαίσια της σειράς μετρήσεων αυτής της μελέτης περίπτωσης, πραγματοποιήθηκε η αντιστάθμιση των παραπάνω παραμέτρων.

4.4.1 Αντιστάθμιση της Ατμόσφαιρας

Έτσι, λοιπόν, οι τιμές της θερμοκρασίας αέρα (T_a), της υγρασίας (H_r) και της ταχύτητας του αέρα (V_f), για κάθε χρονική στιγμή μέτρησης, χρησιμοποιούνται ως παράμετροι εισόδου (inputs) για την αρχική ρύθμιση της τιμής αντιστάθμισης ατμόσφαιρας (ambient compensation value, ACV) της θερμοκάμερας IVN 780-P. Η ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας (G_T) δεν μετρήθηκε λόγω έλλειψης εξοπλισμού (πυρανόμετρο), αλλά και λόγω μη ανάγκης, αφού στην συγκεκριμένη μελέτη δεν



επηρεάζει τις μετρήσεις. Αναλυτικά, η αντιστάθμιση της ατμόσφαιρας αναφέρεται στην υποενότητα 1.5.3 του 1ου Κεφαλαίου.

4.4.2 Αντιστάθμιση Φόντου

Με αντίστοιχη αλγοριθμική διαδικασία, η θερμοκάμερα υπολογίζει την απαραίτητη διόρθωση φόντου κάθε θερμογράφησης, έτσι ώστε να αντισταθμίζεται η επίδραση όμορων αντικειμένων δεδομένης θερμοκρασίας στη τελική ανιχνευόμενη υπέρυθρη ακτινοβολία. Η συγκεκριμένη διόρθωση ονομάζεται αντιστάθμιση ανακλώμενης θερμοκρασίας (Reflected Temperature Compensation, RTC). Όπως έχει εξηγηθεί και στην υποενότητα 1.5.2 του 1ου Κεφαλαίου, η RTC χρησιμοποιείται για την επίτευξη υψηλής ακρίβειας σε υπέρυθρες θερμογραφήσεις, στις οποίες, λόγω της ύπαρξης όμορων αντικειμένων στο φόντο με σημαντικά υψηλή θερμοκρασία (ομοιόμορφα κατανεμημένη), επιπλέον θερμική ενέργεια ανακλάται από το υλικό του στόχου. Φυσικά, αυτή η φαινομενική μεταβολή της μετρούμενης θερμοκρασίας δεν συνιστά αποτέλεσμα πραγματικής μεταβολής της επιφανειακής θερμοκρασίας του αντικειμένου και πρακτικά συμβαίνει μόνο όταν το υλικό του στόχου χαρακτηρίζεται από σημαντικά χαμηλό συντελεστή ικανότητας εκπομπής (π.χ. σε λείες, μεταλλικές επιφάνειες). Για την ενίσχυση της ακρίβειας της μέτρησης επιλέχθηκε να εφαρμοστεί και η αντιστάθμιση RTC, για την ενεργοποίηση της οποίας ορίζεται, μέσω ενσωματωμένου αλγορίθμου της θερμοκάμερας μια τιμή-εισόδου C αντίστοιχη της θερμοκρασίας φόντου. Η συγκεκριμένη τιμή θερμοκρασίας φόντου υπολογίστηκε από την μέση τιμή θερμοκρασίας $T_{b,mean}$ όμορων, θερμών αντικειμένων στο σημείο διεξαγωγής των υπέρυθρων θερμογραφήσεων.

4.4.3 Συντελεστής Ικανότητας Εκπομπής

Τέλος, για την ακριβέστερη δυνατή θερμογράφιση λήφθηκαν υπόψη και οι οπτικές ιδιότητες των υλικών που μετρήθηκαν. Σύμφωνα με τις οπτικές τους ιδιότητες, όλα τα αντικείμενα αντανακλούν, μεταφέρουν και απορροφούν/εκπέμπουν θερμική ενέργεια υπό μορφή ακτινοβολίας. Ωστόσο, μόνο η εκπεμπόμενη θερμική ακτινοβολία είναι ενδεικτική της θερμοκρασίας ενός σώματος (Κεφάλαιο 1, υποενότητα 1.3.2 και 1.5.1). Από την άλλη πλευρά, η θερμοκάμερα ανιχνεύει και μετρά το άθροισμα της Εκπεμπόμενης (W_E), της Ανακλώμενης (W_R) και της Μεταφερόμενης (W_T) θερμικής ενέργειας που προέρχονται από την επιφάνεια του στόχου. (Κεφάλαιο 1, υποενότητα 1.3.3) Το άθροισμα $R = W_E + W_R + W_T$



καλείται ακτινοβολήση (radiosity ή exitance). Κατά συνέπεια, πριν από κάθε θερμογράφιση, η θερμοκάμερα πρέπει να ρυθμίζεται στην ακριβή τιμή του συντελεστή emissivity για κάθε υπό θερμογράφιση αντικείμενο, έτσι ώστε να «διαβάζει» μόνο την εκπεμπόμενη θερμική ενέργεια του στόχου και, συνεπώς, την πραγματική του θερμοκρασία. Φυσικά, αν ο συντελεστής ικανότητας εκπομπής της επιφάνειας του στόχου μεταβληθεί ή επιλεγθεί λανθασμένη τιμή στην ρύθμιση της θερμοκάμερας, τότε η “ανάγνωση” της φαινομενικής θερμοκρασίας του στόχου θα εμπεριέχει σφάλμα και φυσικά θα διαφέρει από την πραγματική του θερμοκρασία.

4.5 Συνθήκες Θερμογράφισης

Η υπέρυθρη θερμογράφιση πεδίου (παθητική προσέγγιση) του ιστιοπλοϊκού σκάφους διενεργήθηκε σε δύο φάσεις. Η πρώτη φάση περιελάμβανε την επιθεώρηση του ηλεκτρολογικού και μηχανολογικού εξοπλισμού και πραγματοποιήθηκε όταν το σκάφος βρισκόταν στη θάλασσα. Η δεύτερη φάση περιελάμβανε την επιθεώρηση της γάστρας και πραγματοποιήθηκε όταν το σκάφος είχε βγει από τη θάλασσα για το χειμώνα. Έγινε σε ιδιωτικό καρνάγιο στην Νέα Πέραμο Καβάλας (συντεταγμένες: 40°85' N, 24°31' E, μέσο υψόμετρο: 2 m), στις 21 Νοεμβρίου 2015 στις 12 μμ. Για την περίπτωση της γάστρας, καταγράφηκαν τόσο από τοπικό μετεωρολογικό σταθμό όσο και επί τόπου συγκεκριμένα δεδομένα περιβαλλοντικών συνθηκών όπως η θερμοκρασία περιβάλλοντος αέρα, η σχετική υγρασία, η ταχύτητα ανέμου. Για τις ηλεκτρομηχανολογικές μετρήσεις οι περιβαλλοντικές συνθήκες δεν ενδέχεται να επηρεάσουν τη θερμογράφιση, οπότε δεν παρουσιάζονται. Οι συγκεκριμένες παράμετροι χρησιμοποιήθηκαν στην αρχική ρύθμιση της θερμοκάμερας για την αντιστάθμιση της ατμόσφαιρας

Όλες οι μετρήσεις έγιναν ύστερα από μελέτη της βιβλιογραφίας σχετικά με τον τρόπο που γίνεται μια θερμογράφιση, αλλά και σύμφωνα με δύο νόρμες. Η πρώτη σχετίζεται με τους κανόνες που πρέπει να ακολουθούνται κατά τη διεξαγωγή μιας θερμογράφισης σε φωτοβολταϊκά πάνελ. Η συγκεκριμένη νόρμα δεν έχει δημοσιευτεί ακόμα, αλλά βρίσκεται στο τελικό στάδιο διαμόρφωσής της. Όταν εκδοθεί θα ονομάζεται κατά πάσα πιθανότητα, «Infrared Thermography of Photovoltaic Modules» [1]. Η δεύτερη νόρμα, η οποία είναι σχετική με το αντικείμενο της επιθεώρησης, ονομάζεται «Standard for IR Inspection of



Recreational Yachts & Small Craft Constructed of Fiberglass Reinforced Plastic and Composite Materials» [2].

4.6 Γάστρα

Το πρώτο κομμάτι που επιθεωρήθηκε ήταν η γάστρα. Η επιθεώρηση έγινε θερμογραφικά, αλλά και με τη χρήση υγρασιόμετρου επαφής, οι προδιαγραφές του οποίου αναφέρονται στο Παράρτημα Γ. Η θερμομέτρηση έγινε στις 21 Νοεμβρίου 2015 και ώρα 12μμ. Σε αυτή τη φάση της θερμογράφησης επιθεωρήθηκαν ο πολυεστέρας της γάστρας, το πηδάλιο του σκάφους και ο άξονας της μηχανής. Οι περιβαλλοντικές συνθήκες κατά τη διάρκεια της μέτρησης καταγράφηκαν τόσο με θερμόμετρο, υγρασιόμετρο και ανεμόμετρο, όσο και με δεδομένα που πάρθηκαν από τοπικό μετεωρολογικό σταθμό. Όλα τα δεδομένα παρουσιάζονται στον **Πίνακα 4.2** και παρατηρείται ότι οι αποκλίσεις στις τιμές είναι μικρές, που οφείλονται στη θέση λήψης των μετρήσεων. Για την ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας δεν βρέθηκαν δεδομένα, ωστόσο τη μέρα που έγινε η μέτρηση ο ουρανός ήταν ιδιαίτερα νεφελώδης, οπότε δεν ενδέχεται να επηρεάσει την μέτρηση. Τέλος, η απόσταση ανάμεσα στη θερμοκάμερα και τη γάστρα καθορίστηκε στα 2 m.

Πίνακας 4.2: Περιβαλλοντικές συνθήκες κατά τη διάρκεια της υπέρυθρης θερμογράφησης.

	Όργανα	Σταθμός
Ημερομηνία	21-Νοε-15	
Ώρα	12:00 μμ	
Θερμοκρασία Αέρα (°C)	20,9	20,6
Σχετική Υγρασία (%)	67,7	65,3
Ταχύτητα Ανέμου (m/s)	0,84	1,4

Οι παράμετροι θερμογράφησης για τη γάστρα είναι:

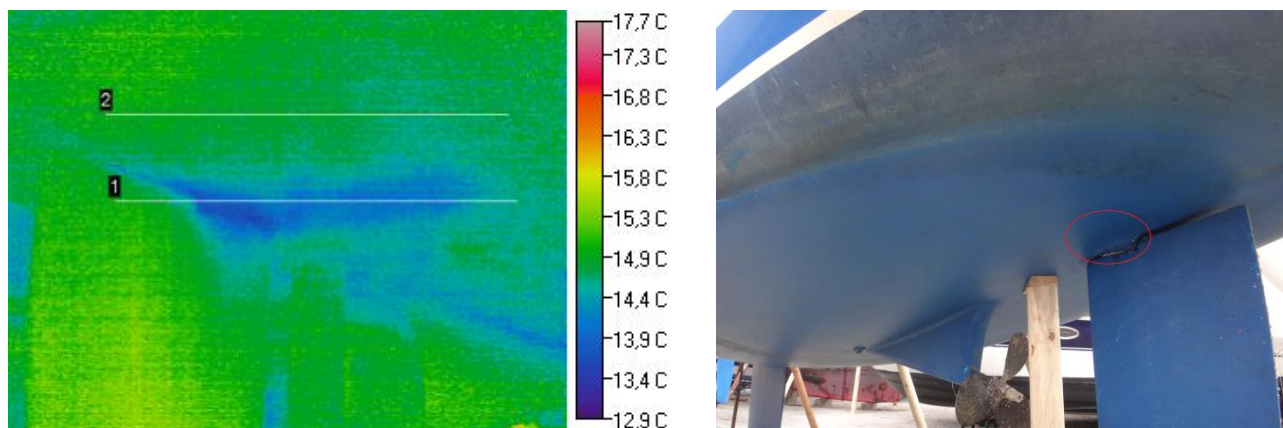
Αντιστάθμιση της Ατμόσφαιρας	ACV = 0,99
Αντιστάθμιση Φόντου	RTC = 23,5 °C
Συντελεστής Ικανότητας Εκπομπής	$\varepsilon = 0,85$

Το λογισμικό που χρησιμοποιήθηκε για την ανάλυση των θερμικών εικόνων κάθε υπέρυθρης θερμογράφησης, είναι το MikroSpec®, έκδοση 4.0 PRO, της

εταιρείας Mikron™/Impac™. Η δε ανάλυση περιελάμβανε την χρήση τριών εργαλείων του συγκεκριμένου λογισμικού, την ανάλυση Περιοχών Ενδιαφέροντος (ROI), την ανάλυση Γραμμικών Προφίλ Θερμοκρασίας (LPA) και τη Στατιστική Ανάλυση Ιστογραμμάτων, τα οποία αναλύθηκαν στην ενότητα 1.7.

Μια πρωτογενής διάγνωση της κατάστασης της γάστρας του σκάφους μπορεί να προκύψει με την ανάλυση Region Of Interest (ROI) των θερμικών εικόνων που προσκτήθηκαν κατά τη διάρκεια των υπέρυθρων θερμογραφήσεων. Προς αυτή την κατεύθυνση, με την εφαρμογή της ανάλυσης ποσοτικοποιήθηκαν και συγκρίθηκαν οι θερμικές εικόνες υπό μορφή γραμμικών και ελλειπτικών ROI. Επίσης, τα αποτελέσματα συγκρίθηκαν και με τις μετρήσεις του υγρασιόμετρου επαφής. Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία το ποσοστό υγρασίας που πρέπει να εμφανίζεται στην γάστρα του σκάφους θα πρέπει είναι μικρότερο του 20% [3].

4.6.1 Περίπτωση 1: Πρύμνη

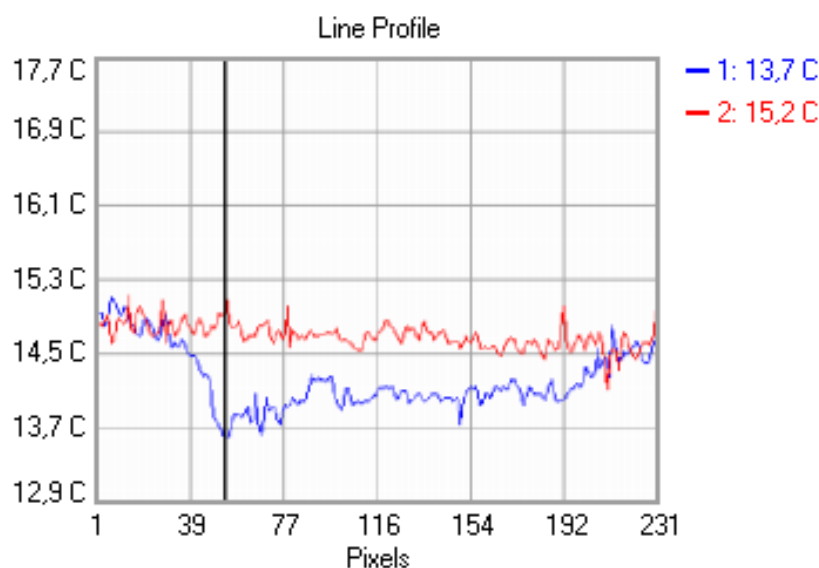


Σχήμα 4.3: Γραμμική ανάλυση περιοχών ενδιαφέροντος (ROI) για την πρύμνη του Beneteau Oceanis 39.3.

Συγκεκριμένα, το **Σχήμα 4.3** παρουσιάζει τη γραμμική ROI της θερμικής εικόνας στην πρύμνη του σκάφους, καθώς και την κανονική εικόνα του ίδιου σημείου. Ενώ, οπτικά δεν φαίνεται κάποια αλλοίωση στον πολυεστέρα της γάστρας, το θερμικό αποτύπωμα παρουσιάζει ανομοιομορφία, η οποία οφείλεται σε συγκέντρωση υγρασίας. Τη θερμική μέτρηση επιβεβαίωσε και το υγρασιόμετρο επαφής, το οποίο έδειξε τιμή υγρασίας 35%.

Για την περαιτέρω ανάλυση της θερμικής εικόνας εφαρμόστηκε η Ανάλυση Γραμμικών Προφίλ Θερμοκρασίας (LPA Analysis), η οποία παρουσιάζεται στο

Σχήμα 4.4. Σύμφωνα με αυτήν, η ROI 1 αντιστοιχεί στο προβληματικό κομμάτι του πολυεστέρα, ενώ η ROI 2 στο υγιές. Στο **Σχήμα 4.4** παρατηρείται μερική σύμπτωση των δύο καμπυλών στις περιοχές/εικονοστοιχεία (pixel) από 1 μέχρι 41 και από 200 μέχρι 231, ενώ παρατηρείται μια μέση απόκλιση $\Delta T = 0.8\text{ }^{\circ}\text{C}$ στα εικονοστοιχεία από 42 μέχρι 199 με μέγιστη απόκλιση στο εικονοστοιχείο 53, όπου $\Delta T = 1.5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Τα αποτελέσματα της ανάλυσης LPA επιβεβαιώνουν ότι υπάρχει συγκέντρωση υγρασίας στην πρύμνη του σκάφους.



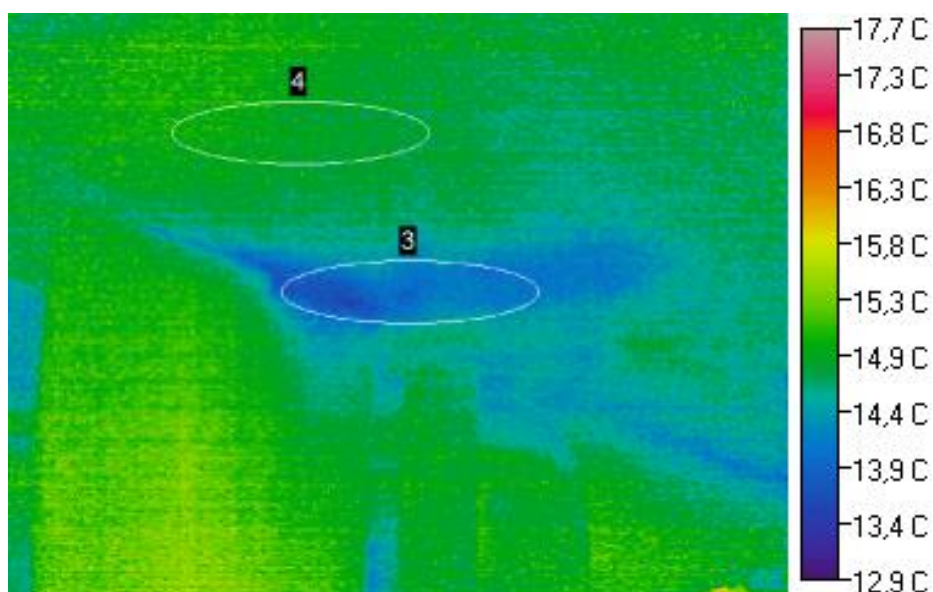
Σχήμα 4.4: Ανάλυση γραμμικών προφίλ θερμοκρασίας (LPA) για την πρύμνη του Beneteau Oceanis 39.3.

Για την περαιτέρω επιβεβαίωση και αξιολόγηση των αποτελεσμάτων μία ακόμα ανάλυση εφαρμόστηκε, η στατιστική ανάλυση ιστογραμμάτων. Στην ίδια θερμική εικόνα του **Σχήματος 4.3** εφαρμόστηκαν δύο ελλειπτικές ROI (**Σχήμα 4.5**). Από το λογισμικό MikroSpec® προέκυψαν τα ιστογράμματα για κάθε μία ROI. Το **Σχήμα 4.6** παρουσιάζει το ιστόγραμμα της προβληματικής περιοχής, ενώ το **Σχήμα 4.7** της υγιούς. Με τη βοήθεια του λογισμικού IBM SPSS Statistics 22 και εφαρμόζοντας τις **Σχέσεις 1.8** και **1.9** προκύπτει ότι η μέση τιμή (mean) και η διακύμανση (variance) για τη ROI 3 είναι 14,029 και 0,038, ενώ για τη ROI 4 είναι 14,927 και 0,017 (**Πίνακας 4.3**). Παρατηρείται μια σημαντική διαφορά ανάμεσα στις τιμές, που επιβεβαιώνει την ύπαρξη υγρασίας.

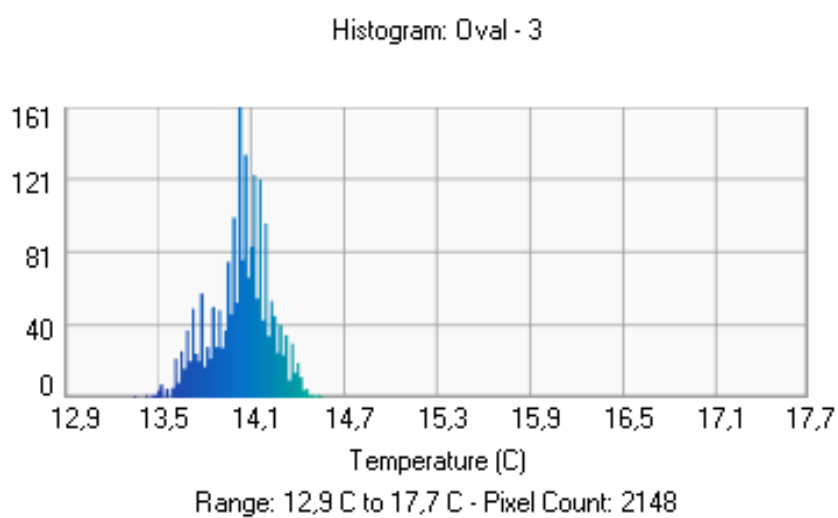


Πίνακας 4.3: Στατιστικά αποτελέσματα SPSS για την περίπτωση 1.

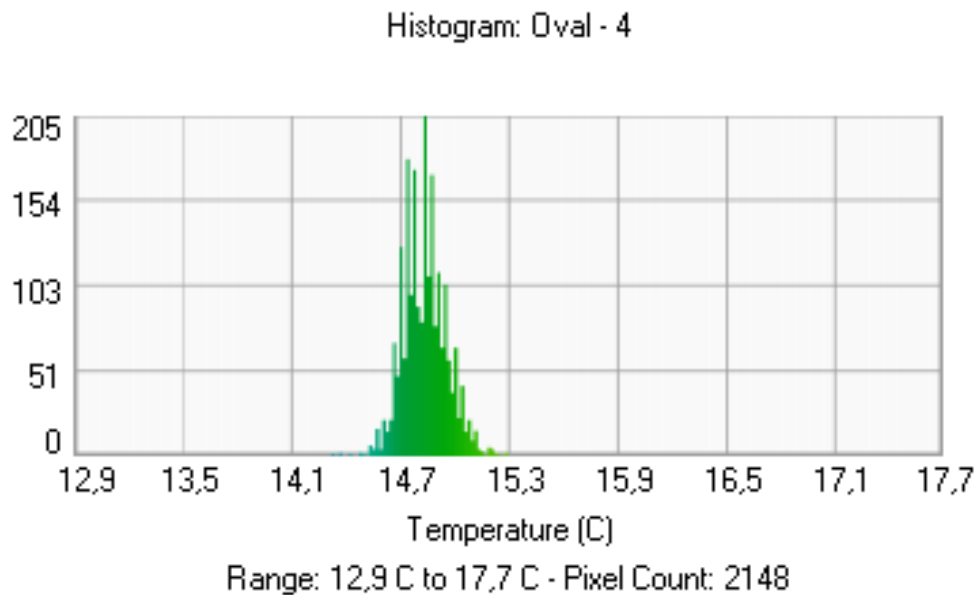
Descriptives			Statistic	Std. Error
Περίπτωση 1 Ελλατωματικό Κομμάτι	Mean		14,0294	0,00503
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	14,0196	
		Upper Bound	14,0393	
	5% Trimmed Mean		14,0314	
	Median		14,1000	
	Variance		0,038	
	Std. Deviation		0,19529	
	Minimum		13,40	
	Maximum		14,50	
	Range		1,10	
	Interquartile Range		0,30	
	Skewness		-0,244	0,063
	Kurtosis		-0,438	0,126
Περίπτωση 1 Υγιές Κομμάτι	Mean		14,9268	0,00332
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	14,9203	
		Upper Bound	14,9333	
	5% Trimmed Mean		14,9268	
	Median		14,9000	
	Variance		0,017	
	Std. Deviation		0,12901	
	Minimum		14,40	
	Maximum		15,30	
	Range		0,90	
	Interquartile Range		0,10	
	Skewness		0,040	0,063
	Kurtosis		0,389	0,126



Σχήμα 4.5: Ελλειπτική ανάλυση περιοχών ενδιαφέροντος (ROI) για την πρύμνη του Beneteau Oceanis 39.3.



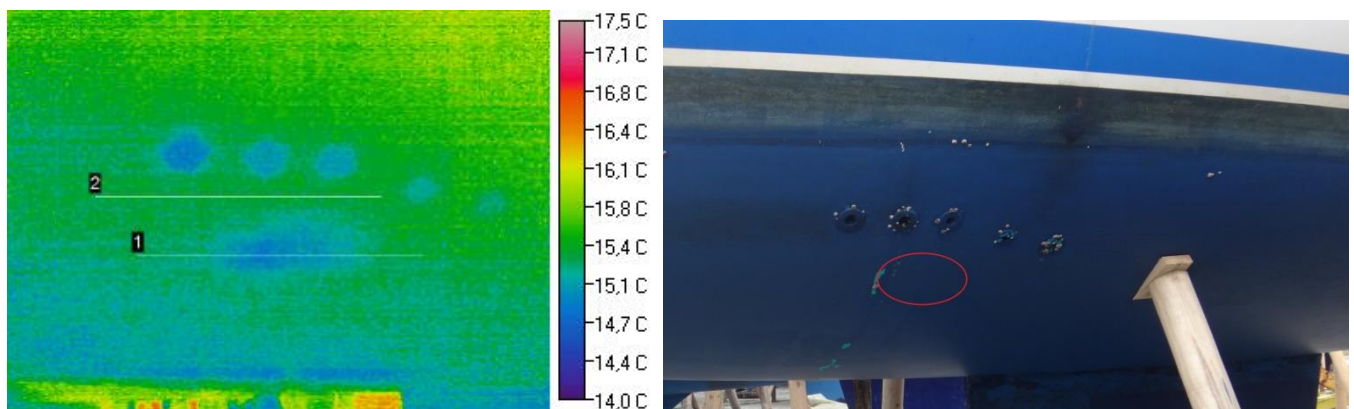
Σχήμα 4.6: Κατανομή ιστογράμματος της ROI 3 για την πρύμνη του Beneteau Oceanis 39.3.



Σχήμα 4.7: Κατανομή ιστογράμματος της ROI 4 για την πρύμνη του Beneteau Oceanis 39.3.

4.6.2 Περίπτωση 2: Μέση δεξιάς πλευράς

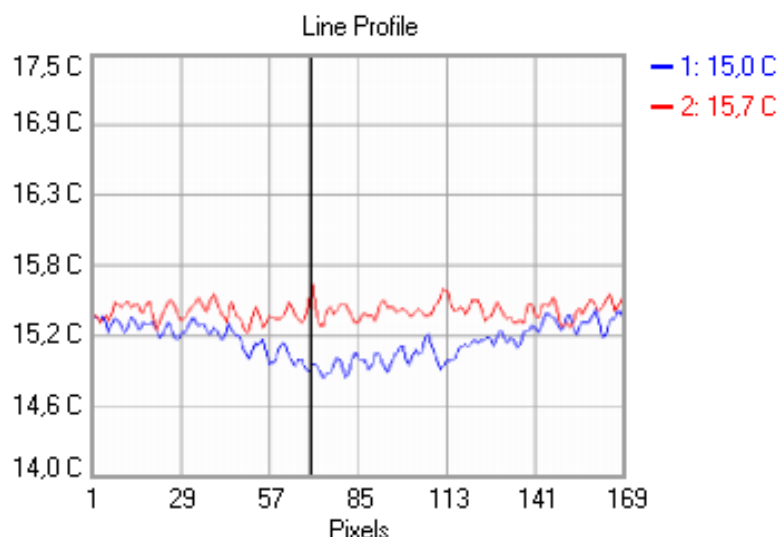
Ύστερα από επιθεώρηση όλης της γάστρας του σκάφους, τόσο θερμογραφικά όσο και με το υγρασιόμετρο επαφής, μια ακόμα ελαττωματική περιοχή εντοπίστηκε. Η περιοχή αυτή βρίσκεται στη μέση της δεξιάς πλευράς του σκάφους. Για την αξιολόγηση της περιοχής ακολουθήθηκε η ίδια διαδικασία. Αρχικά, έγινε μια γραμμική ανάλυση ROI, η οποία παρουσιάζεται στο **Σχήμα 4.8**. Η ROI 1 αντιστοιχεί στο προβληματικό κομμάτι του πολυεστέρα, ενώ η ROI 2 στο υγιές κομμάτι.



Σχήμα 4.8: Γραμμική ανάλυση περιοχών ενδιαφέροντος (ROI) για τη μέση της δεξιάς πλευράς του Beneteau Oceanis 39.3.

Οι κυκλικές ανομοιομορφίες, δεν αποτελούν κάποια βλάβη, αφού όπως φαίνεται και στην φωτογραφία είναι οι εξοδοί του νερού και της τουαλέτας, οπότε είναι λογικό να είναι πιο ψυχρές.

Στη συνέχεια, εφαρμόστηκε η Ανάλυση Γραμμικών Προφίλ Θερμοκρασίας (LPA Analysis), η οποία παρουσιάζεται στο **Σχήμα 4.9**. Σύμφωνα με αυτήν, η ROI 3 αντιστοιχεί στο προβληματικό κομμάτι του πολυεστέρα, ενώ η ROI 4 σε υγίες. Στο **Σχήμα 4.9** παρατηρείται μερική σύμπτωση των δύο καμπυλών στις περιοχές/εικονοστοιχεία (pixel) από 1 μέχρι 55 και από 123 μέχρι 169, ενώ παρατηρείται μια μέση απόκλιση $\Delta T = 0.4\text{ }^{\circ}\text{C}$ στα εικονοστοιχεία από 56 μέχρι 122 με μέγιστη απόκλιση στο εικονοστοιχείο 69, όπου $\Delta T = 0.7\text{ }^{\circ}\text{C}$. Τα αποτελέσματα της ανάλυσης LPA επιβεβαιώνουν ότι υπάρχει συγκέντρωση υγρασίας στην πρύμνη του σκάφους.



Σχήμα 4.9: Ανάλυση γραμμικών προφίλ θερμοκρασίας (LPA) για τη μέση της δεξιάς πλευράς του Beneteau Oceanis 39.3.

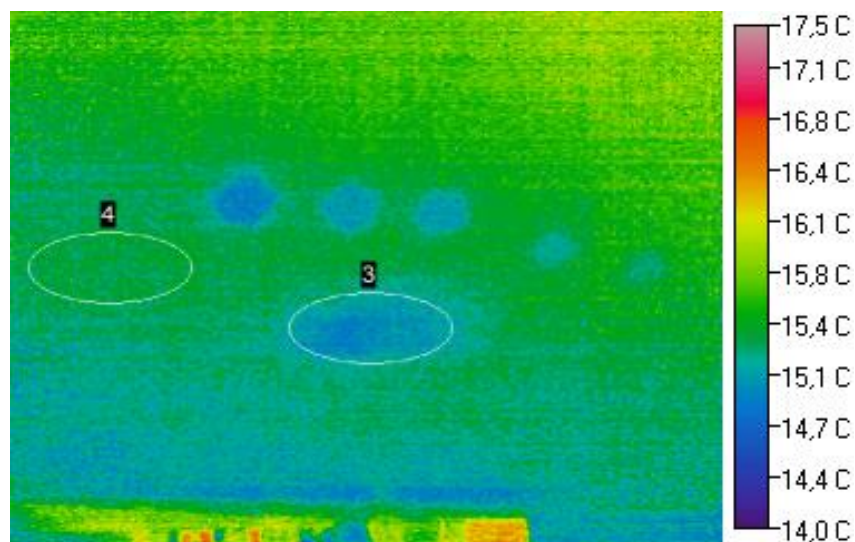
Τέλος, όπως και στην προηγούμενη περίπτωση, για την περαιτέρω επιβεβαίωση και αξιολόγηση των αποτελεσμάτων μία ακόμα ανάλυση εφαρμόστηκε, η στατιστική ανάλυση ιστογραμμάτων. Στην ίδια θερμική εικόνα του **Σχήματος 4.8**, εφαρμόστηκαν δύο ελλειπτικές ROI (**Σχήμα 4.10**). Από το λογισμικό MikroSpec® προέκυψαν τα ιστογράμματα για κάθε μία ROI. Το **Σχήμα 4.11** παρουσιάζει το ιστόγραμμα της προβληματικής περιοχής, ενώ το **Σχήμα 4.12** της υγιούς. Με τη βοήθεια του λογισμικού IBM SPSS Statistics 22 και εφαρμόζοντας τις **Σχέσεις 1.8** και **1.9** προκύπτει ότι η μέση τιμή (mean) και η διακύμανση (variance) για τη ROI 3 είναι 14,173 και 0,015, ενώ για τη ROI 4 είναι 14,526 και 0,015 (**Πίνακας 4.4**). Η



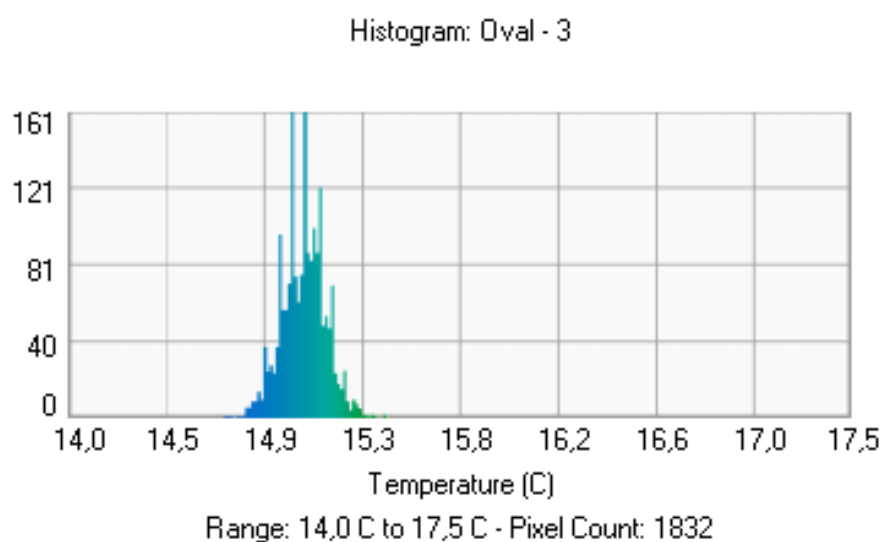
διαφορά ανάμεσα στις τιμές είναι μικρή, αλλά είναι λογικό αφού και οι θερμοκρασίες που επεξεργάστηκαν ήταν παραπλήσιες.

Πίνακας 4.4: Στατιστικά αποτελέσματα SPSS για την περίπτωση 2.

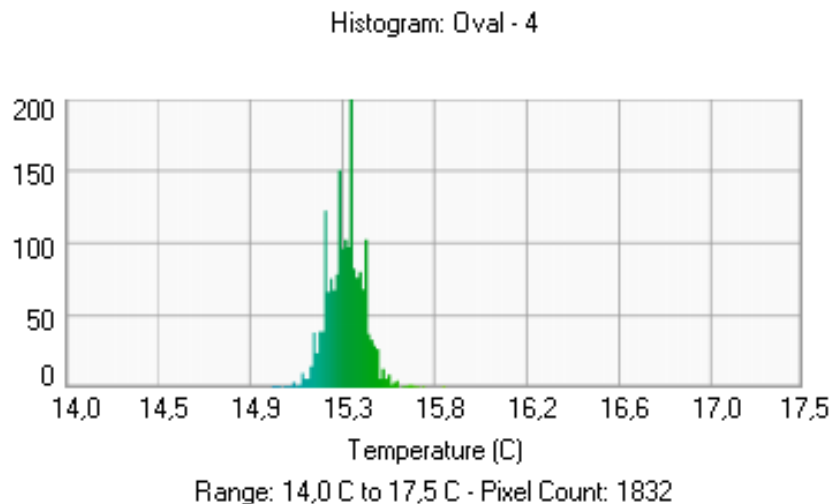
Descriptives			Statistic	Std. Error
Περίπτωση 2 Ελλατωματικό Κομμάτι	Mean		14,1733	0,00285
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	14,1677	
		Upper Bound	14,1789	
	5% Trimmed Mean		14,1726	
	Median		14,2000	
	Variance		0,015	
	Std. Deviation		0,12093	
	Minimum		13,80	
	Maximum		14,50	
	Range		0,70	
	Interquartile Range		0,10	
	Skewness		0,132	0,058
	Kurtosis		-0,021	0,115
Περίπτωση 2 Υγιές Κομμάτι	Mean		14,5258	0,00292
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	14,5201	
		Upper Bound	14,5315	
	5% Trimmed Mean		14,5237	
	Median		14,5000	
	Variance		0,015	
	Std. Deviation		0,12362	
	Minimum		14,10	
	Maximum		15,00	
	Range		0,90	
	Interquartile Range		0,10	
	Skewness		0,400	0,058
	Kurtosis		0,338	0,115



Σχήμα 4.10: Ελλειπτική ανάλυση περιοχών ενδιαφέροντος (ROI) για τη μέση της δεξιάς πλευράς του Beneteau Oceanis 39.3.



Σχήμα 4.11: Κατανομή ιστογράμματος της ROI 3 για τη μέση της δεξιάς πλευράς του Beneteau Oceanis 39.3.



Σχήμα 4.12: Κατανομή ιστογράμματος της ROI 4 για τη μέση της δεξιάς πλευράς του Beneteau Oceanis 39.3.

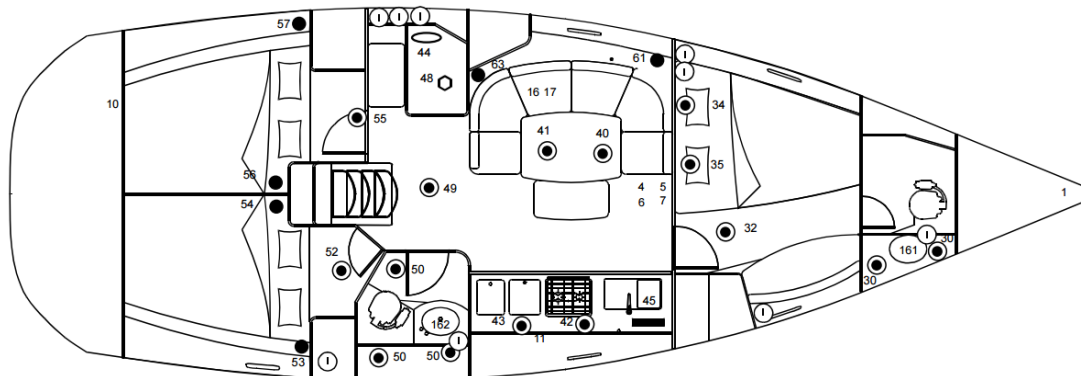
Συνοψίζοντας αυτό το κομμάτι, η εποπτική μέθοδος της θερμογραφίας φαίνεται να είναι ιδιαίτερα αποτελεσματική στο κομμάτι της γάστρας για τον εντοπισμό υγρασίας, ρωγμών ή χτυπημάτων στον πολυεστέρα, εντοπίζοντας βλάβες που αδυνατεί να δει κανείς με γυμνό μάτι.

4.7 Ηλεκτρονικά και Ηλεκτρολογικά

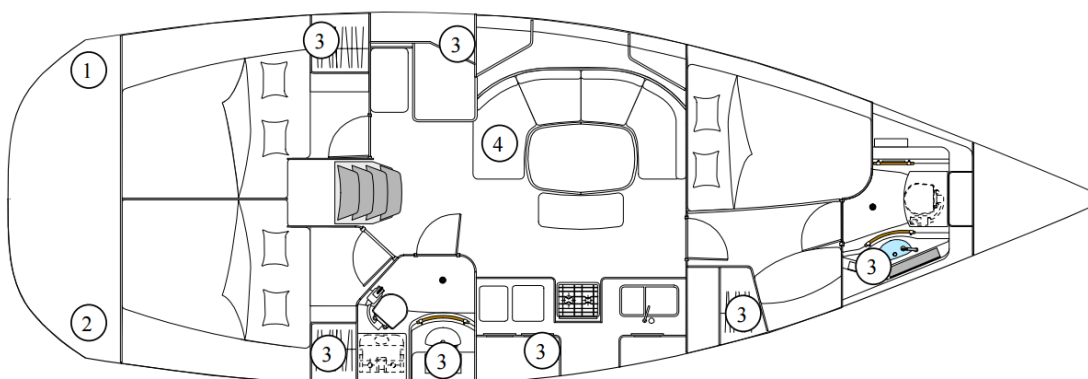
Για την επιθεώρηση των ηλεκτρολογικών μερών του σκάφους χρησιμοποιήθηκε το πολύμετρο της εταιρείας Range, μοντέλο RE69, καθώς και η θερμοκάμερα IVN 780-P. Τα μέρη που επιθεωρήθηκαν ήταν οι καλωδιώσεις, τα συστήματα εναλλασσόμενου ρεύματος (AC), ο συσσωρευτής, οι ρευματοδότες και ο πίνακας συνεχούς ρεύματος (DC). Στην παρούσα υποενότητα θα παρουσιαστούν τα αποτελέσματα για τον πίνακα συνεχούς ρεύματος (DC). Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν στις 3 Οκτωβρίου 2015 στις 12:00 μμ.. Η θερμοκρασία του αέρα ήταν 20 °C, η σχετική υγρασία 60%, ενώ η ένταση του ανέμου και η ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας δεν επηρεάζουν τη θερμογράφιση, αφού αυτή πραγματοποιήθηκε σε κλειστό χώρο. Η διάταξη των ρευματοδοτών, των ηλεκτρικών συσκευών, των φώτων και των καλωδιώσεων του σκάφους, παρουσιάζονται στα **Σχήμα 4.13**, **Σχήμα 4.14** και **Σχήμα 4.15**.

Οι παράμετροι θερμογράφισης για τον πίνακα συνεχούς ρεύματος είναι:

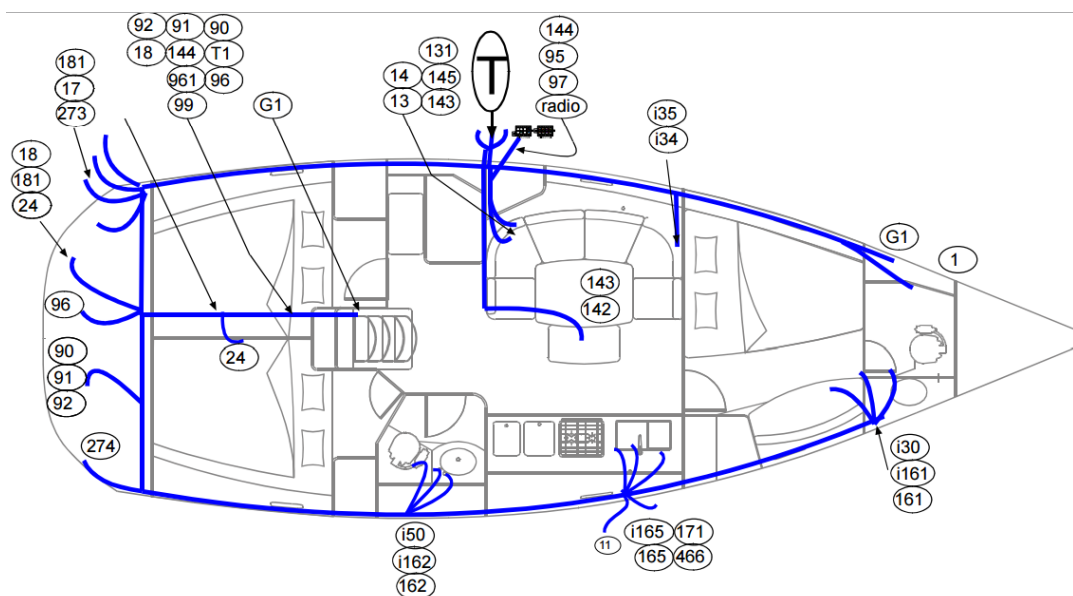
Αντιστάθμιση της Ατμόσφαιρας	ACV = 0,99
Αντιστάθμιση Φόντου	RTC = 35 °C
Συντελεστής Ικανότητας Εκπομπής	$\varepsilon = 0,7$



Σχήμα 4.13: Σχεδιάγραμμα φώτων και συσκευών 12 V.



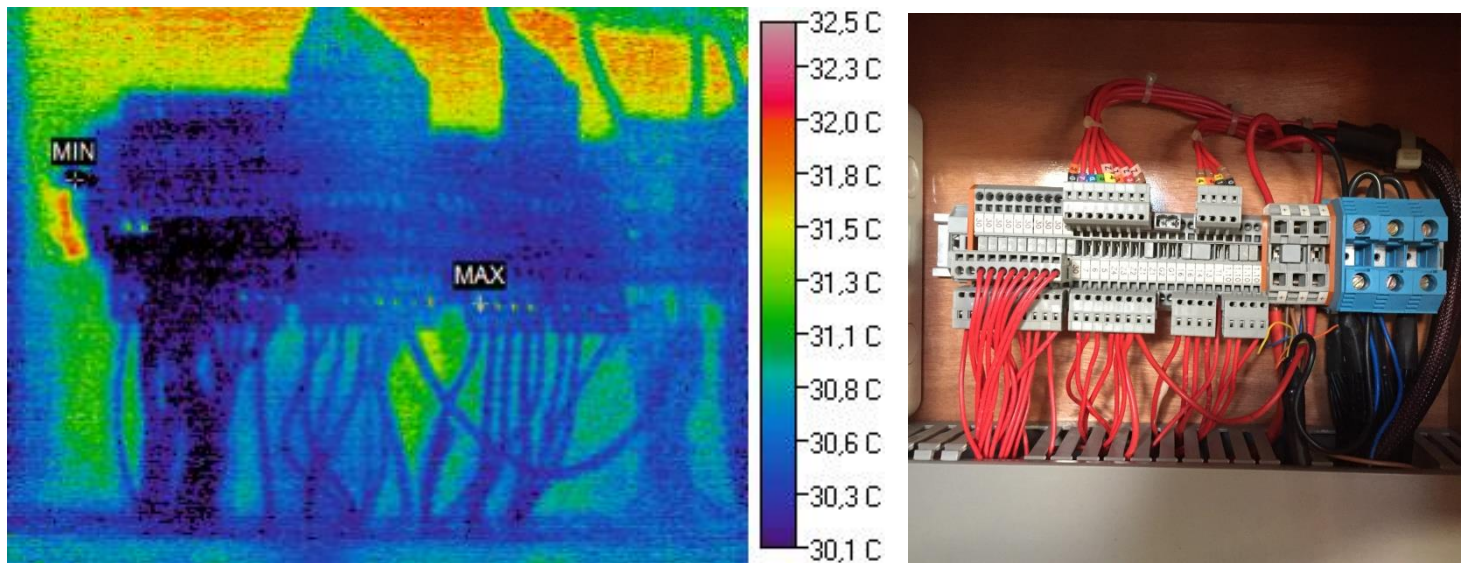
Σχήμα 4.14: Σχεδιάγραμμα ρευματοδοτών και συσκευών 110/220 V.



Σχήμα 4.15: Σχεδιάγραμμα καλωδιώσεων εσωτερικά του σκάφους.



Το μέρος που εξετάζεται στην παρούσα υποενότητα είναι ο πίνακας συνεχούς τάσης του σκάφους. Πιο συγκεκριμένα, επιθεωρήθηκαν οι ασφάλειες και οι συνδέσεις του πίνακα για κακή επαφή. Η επιθεώρηση περιελάμβανε θερμογράφηση αλλά και συμβατικές μετρήσεις με τη χρήση ενός πολύμετρου. Αρχικά, η θερμική εικόνα παρουσίασε ομοιόμορφο θερμικό αποτύπωμα, χωρίς την ένδειξη υπερθέρμανσης σε κάποιο σημείο. Η μέγιστη θερμοκρασία ήταν 32.5 °C, η ελάχιστη ήταν 29 °C, ενώ η μέση ήταν 31 °C. Στη συνέχεια, για την επαλήθευση των αποτελεσμάτων πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις με πολύμετρο, οι οποίες έγιναν με δύο τρόπους. Πρώτον, χρησιμοποιώντας το πολύμετρο ως βολτόμετρο στη θέση συνεχούς τάσης (DC) 24 V και δεύτερον, ως ωμόμετρο. Στην πρώτη περίπτωση, ο αρνητικός ακροδέκτης (μαύρος) τοποθετήθηκε στην είσοδο της τάσης (-) και με το θετικό ακροδέκτη (κόκκινος) ελέγχθηκαν μία μία όλες οι ασφάλειες στην είσοδο και την έξοδο τους (+). Η ένδειξη του βολτόμετρου για όλες τις ασφάλειες ήταν 12.5 V, τιμή που δείχνει ότι καμία ασφάλεια δεν ήταν καμένη. Το συμπέρασμα της ορθότητας της μέτρησης οφείλεται στο γεγονός ότι η τάση του σκάφους σύμφωνα με το εγχειρίδιο χρήσης (manual) είναι στα 12 V, ενώ, επειδή όλοι οι διακόπτες είναι κλειστοί, δεν καταναλώνεται φορτίο από κάποιο στοιχείο (π.χ. λάμπα), οπότε υπάρχει μια αύξηση τάσης των 0.5 V. Στην δεύτερη περίπτωση το πολύμετρο χρησιμοποιήθηκε ως ωμόμετρο. Ο γενικός διακόπτης ήταν κλειστός, δεν τροφοδοτούσε με τάση τις ασφάλειες και κάθε μία ασφάλεια μετρήθηκε ξεχωριστά. Ο ένας ακροδέκτης τοποθετήθηκε στο πάνω μέρος κάθε ασφάλειας, ενώ ο άλλος ακροδέκτης στο κάτω μέρος. Η ένδειξη ήταν 0 που σημαίνει ότι έχουμε κλειστό κύκλωμα. Σε περίπτωση που είχαμε κάποια βλάβη (π.χ. καμένη ασφάλεια), η ένδειξη του ωμόμετρου θα έπρεπε να ήταν άπειρο (∞).



Σχήμα 4.16: Θερμογραφία και φωτογραφία του πίνακα συνεχούς ρεύματος του Beneteau Oceanis 39.3.

Τα υπόλοιπα μέρη που επιθεωρήθηκαν δεν παρουσίασαν κάποια ανωμαλία ή δυσλειτουργία, ούτε θερμικά, ούτε με τη χρήση του πολύμετρου.

Συμπερασματικά, παρατηρούμε ότι, δυστυχώς για τη έρευνα που πραγματοποιήθηκε, δεν βρέθηκε κάποια βλάβη και τα αποτελέσματα που πήραμε επαληθεύτηκαν και με τις συμβατικές μεθόδους ελέγχου. Συνεπώς, η χρήση της θερμογράφησης για τον εντοπισμό βλαβών στα ηλεκτρολογικά μέρη φαίνεται να είναι αποτελεσματική.

4.8 Μηχανολογικά

Το ιστιοπλοϊκό σκάφος Beneteau Oceanis 39.3 είναι εφοδιασμένο με μηχανή μάρκας Yanmar, μοντέλο 4JH4E. Ο συγκεκριμένος πετρελαιοκινητήρας είναι τετράχρονος και υδρόψυκτος. Έχει 4 κυλίνδρους και η διάταξη τους είναι κατακόρυφη. Είναι κινητήρας άμεσου ψεκασμού, η διάμετρος x διατομή είναι 84 x 90 mm και έχει κυβισμό 1995 l. Αναλυτικά, το φύλλο των τεχνικών προδιαγραφών του κινητήρα βρίσκεται στο Παράρτημα Β. Τα μηχανολογικά μέρη του σκάφους επιθεωρήθηκαν στις 4 Οκτωβρίου 2015 στις 15:00 μμ. και ενώ η μηχανή του σκάφους βρισκόταν σε λειτουργία για τουλάχιστον 2 ώρες. Η θερμοκρασία του αέρα ήταν 23 °C, η σχετική υγρασία 50%, ενώ η ένταση του ανέμου και η ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας δεν επηρεάζουν τη θερμογράφηση, αφού αυτή πραγματοποιήθηκε σε κλειστό χώρο. Η διάταξη της μηχανής και τα βασικά της μέρη

παρουσιάζονται στα Σχήμα 4.17, Σχήμα 4.18, Σχήμα 4.19, Σχήμα 4.20 και Σχήμα 4.21.

Οι παράμετροι θερμογράφησης για τη μηχανή είναι:

Αντιστάθμιση της Ατμόσφαιρας

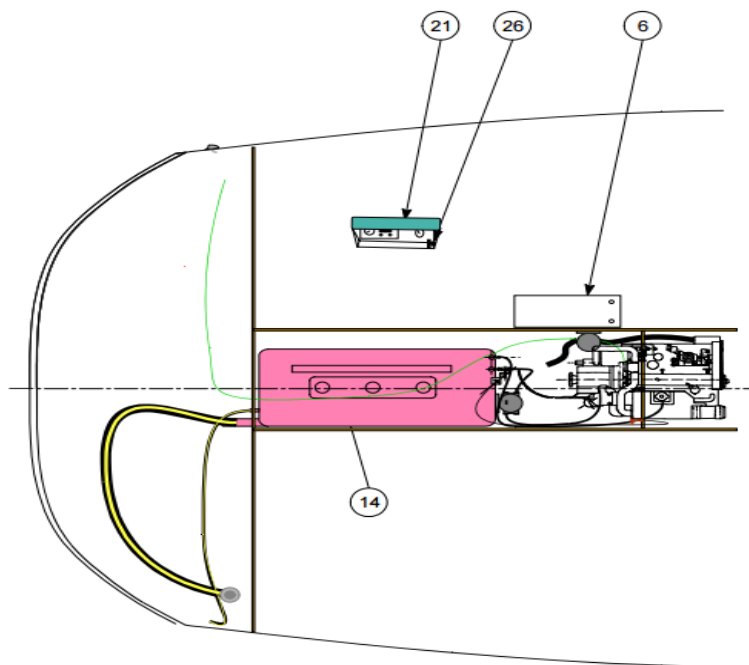
ACV = 0,99

Αντιστάθμιση Φόντου

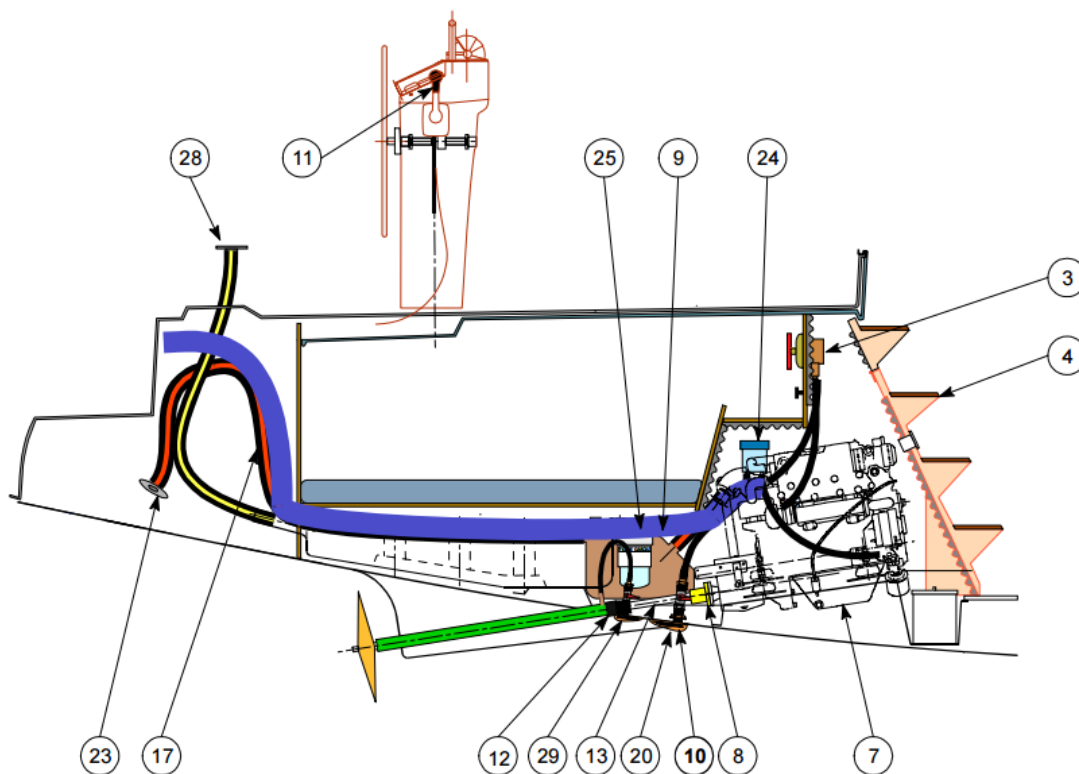
RTC = 55 °C

Συντελεστής Ικανότητας Εκπομπής

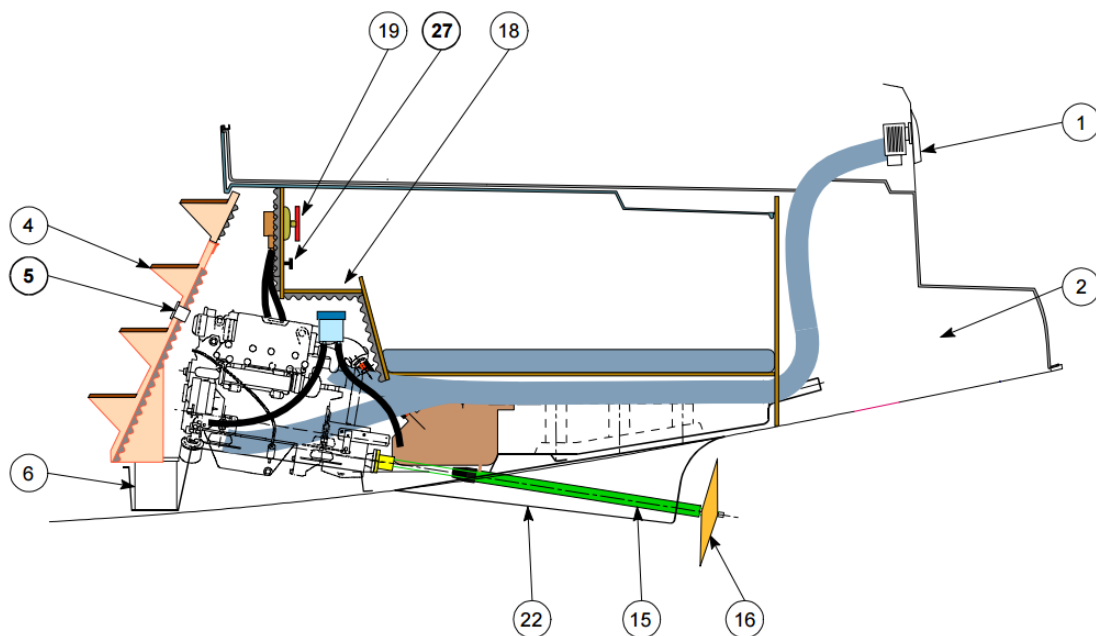
$\varepsilon = 0,45$



Σχήμα 4.17: Κάτοψη μηχανολογικής εγκατάστασης Beneteau Oceanis 39.3.



Σχήμα 4.18: Δεξιά πλάγια όψη μηχανολογικής εγκατάστασης Beneteau Oceanis 39.3.

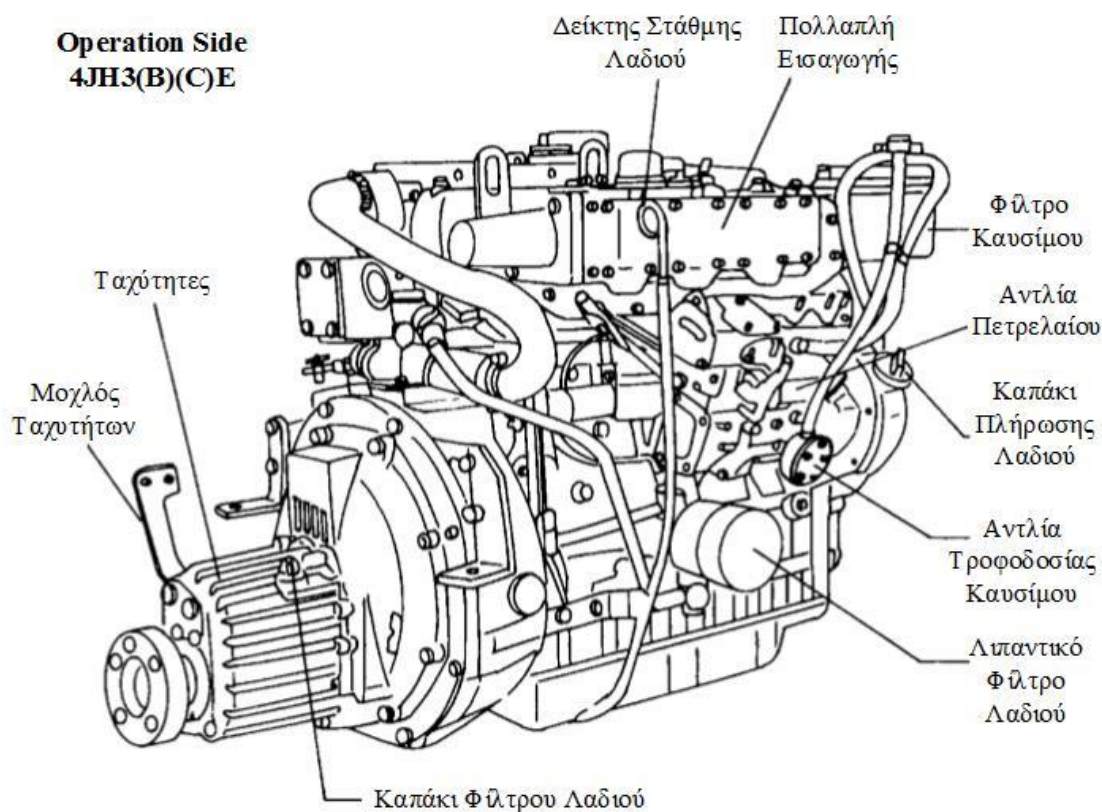


Σχήμα 4.19: Αριστερή πλάγια όψη μηχανολογικής εγκατάστασης Beneteau Oceanis 39.3.

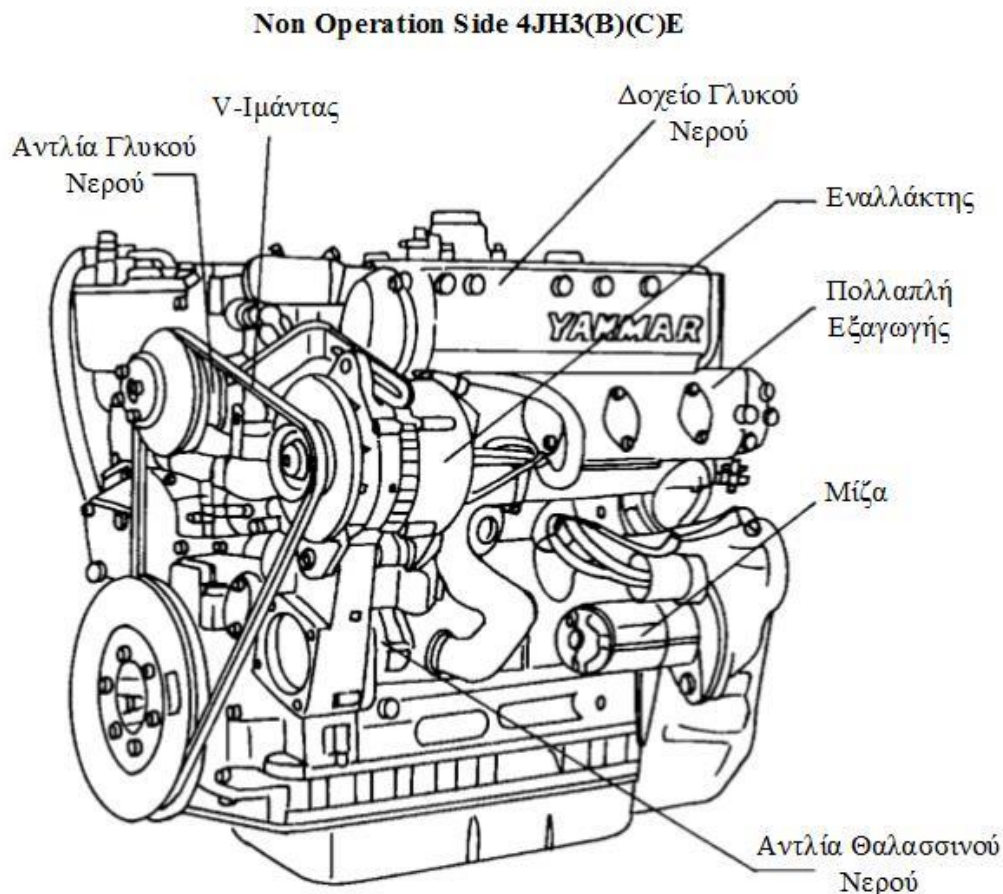
Πίνακας 4.5: Βασικά Μέρη Μηχανής.



Βασικά Μέρη Μηχανής			
1	Κάλυμμα Εξαερισμού Μηχανής	16	Προπέλα
2	Σωλήνας Εξαερισμού Μηχανής	17	Σωλήνας Εξάτμισης
3	Αντισιφωνική Βαλβίδα	18	Άνοιγμα για Πρόσβαση στη Μηχανή
4	Σκαλιά	19	Διακόπτες Μπαταρίας
5	Άνοιγμα Πυροσβεστήρα	20	Φίλτρο Αναρρόφησης
6	Μπαταρία Σκάφους	21	Ταμπλό Μηχανής
7	Μηχανή	22	Προστατευτικό Προπέλας (skeg)
8	Πλάκα Σύζευξης	23	Έξοδος Καυσαερίων
9	Σιγαστήρας	24	Φίλτρο Θαλασσινού Νερού
10	Είσοδος Νερού Κινητήρα	25	Φίλτρο Καυσίμου
11	Λεβιές Χειρισμού	26	Διακόπτης Διακοπής Λειτουργίας Μηχανής
12	Τσιμούχα Άξονα	27	Διακόπτης Ελέγχου Καυσίμου
13	Άξονας Προπέλας	28	Είσοδος Καυσίμου
14	Δεξαμενή Καυσίμου	29	Βαλβίδα Σωλήνα Προπέλας
15	Σωλήνας Προπέλας	30	Μπαταρία Μηχανής

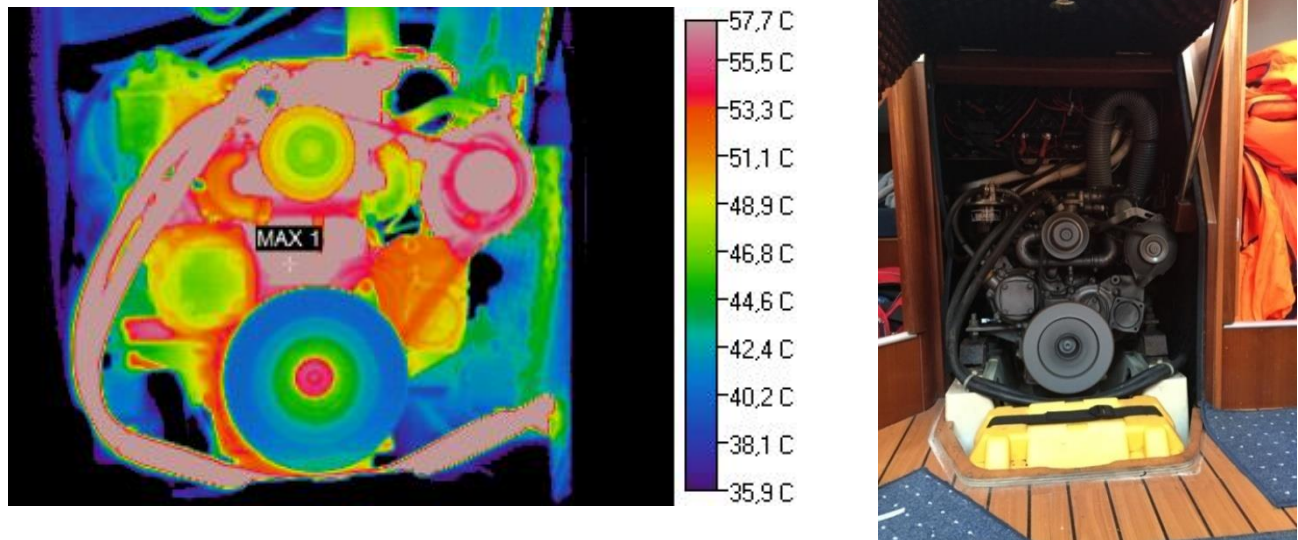


Σχήμα 4.20: Operation Side μηχανής Yanmar 4JH3E.



Σχήμα 4.21: Non Operation Side μηχανής Yanmar 4JH3E.

Στα πλαίσια των μετρήσεων θερμογραφήθηκε η μηχανή του σκάφους. Η θερμική εικόνα και η φωτογραφία της μηχανής παρουσιάζονται στο **Σχήμα 4.22**. Σύμφωνα με το εγχειρίδιο χρήσης (manual) της μηχανής, η θερμοκρασία λειτουργίας του κινητήρα κυμαίνεται από τους 70°C μέχρι τους 80 °C. Οι τιμές που προκύπτουν από τη θερμογράφιση συνάδουν με τη θερμοκρασία λειτουργίας. Επίσης, το θερμικό αποτύπωμα του κινητήρα είναι ομοιόμορφο. Συνεπώς, καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι η μηχανή είναι σε ιδιαίτερα καλή κατάσταση και δεν χρήζει κάποιας επισκευής



Σχήμα 4.22: Θερμογραφία και φωτογραφία της μηχανής του Beneteau Oceanis 39.3.

4.9 Σύνοψη

Στο Κεφάλαιο 4 παρουσιάστηκε ένας πλήρης θερμογραφικός έλεγχος του ιστιοπλοϊκού σκάφους Aeolian Too. Πιο συγκεκριμένα, πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις στη γάστρα του σκάφους και στα ηλεκτρολογικά και μηχανολογικά του μέρη. Για τη γάστρα, οι προσκτηθείσες θερμικές εικόνες από κάθε υπέρυθρη θερμογράφηση υποβλήθηκαν σε ανάλυση Περιοχών Ενδιαφέροντος (ROI), Ανάλυση Γραμμικών Προφίλ Θερμοκρασίας (LPA) και Στατιστική Ανάλυση Ιστογραμμάτων. Στα ηλεκτρολογικά μέρη του σκάφους οι θερμικές εικόνες συγκρίθηκαν με μετρήσεις που έγιναν με τη χρήση πολύμετρου. Τέλος, για τα μηχανολογικά μέρη, οι θερμοκρασίες που προέκυψαν από τη θερμογράφηση συγκρίθηκαν με τις προσδοκώμενες θερμοκρασίες λειτουργίας της μηχανής με βάση το εγχειρίδιο χρήσης του σκάφους.

Στη συνέχεια θα παρουσιαστούν τα αποτελέσματα της διπλωματικής εργασίας και θα γίνουν κάποιες προτάσεις για μελλοντικές έρευνες σχετικές με το αντικείμενο ή την εξέλιξη της παρούσας διπλωματικής εργασίας.



Αναφορές

- [1] International Electrotechnical Commission, «Infrared Thermography of Photovoltaic Modules», International Electrotechnical Commission, 2016.
- [2] Infraspexion Institute, «Standard for IR Inspection of Recreational Yachts & Small Craft Constructed of Fiberglass Reinforced Plastic and Composite Materials», Infraspexion Institute, 2011.
- [3] Sea Fish, «GRP Contruction», Sea Fish Industry Authority, Part 6, September 2012.

Συμπεράσματα

Σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας ήταν η διερεύνηση και η αποτίμηση της αποτελεσματικότητας της υπέρυθρης θερμογράφησης ως μέθοδο εντοπισμού και διάγνωσης βλαβών σε ιστιοπλοϊκά σκάφη και η σύγκρισή της με τις υφιστάμενες παραδοσιακές μεθόδους. Η επιλογή της συγκεκριμένου αντικειμένου μελέτης αποφασίστηκε ύστερα από ενδελεχή βιβλιογραφική αναζήτηση και καταλήγοντας στο συμπέρασμα ότι, ενώ η θερμογραφία εφαρμόζεται από διάφορες εταιρείες ανά τον κόσμο, η επιστημονική ανάλυση και τεκμηρίωση της είναι ελλιπής.

Για την πληρέστερη δυνατή υλοποίηση του παραπάνω σκοπού πραγματοποιήθηκαν θερμογραφήσεις στα μηχανολογικά και ηλεκτρολογικά μέρη και στη γάστρα ενός ιστιοπλοϊκού σκάφους. Η αξιολόγηση των θερμογραφικών μετρήσεων στηρίχτηκε στη σύγκριση που έγινε με συμβατικές μεθόδους διάγνωσης βλαβών, αλλά και σε εργαλεία ανάλυσης μιας θερμικής εικόνας, όπως είναι η Ανάλυση Περιοχών Ενδιαφέροντος (ROI Analysis), η Ανάλυση Γραμμικών Προφίλ Θερμοκρασίας (LPA Analysis) και η Στατιστική Ανάλυση Ιστογραμμάτων. Τα συμπεράσματα που εξήχθησαν αφορούν τις τρεις επιμέρους κατηγορίες που έγιναν οι μετρήσεις.

Συμπεράσματα για τη Γάστρα

Στο κομμάτι της γάστρας τα αποτελέσματα ήταν ιδιαίτερος ενθαρρυντικά. Αν και το σκάφος που επιθεωρήθηκε βρισκόταν σε καλή κατάσταση, διαπιστώθηκαν δύο σημεία στα οποία εντοπίστηκε αυξημένη υγρασία. Οι μετρήσεις επιβεβαιώθηκαν και με ένα υγρασιόμετρο επαφής. Ωστόσο, πρέπει να επισημανθεί, ότι η εμφάνιση μια θερμικής ανομοιογένειας ή υψηλών ενδείξεων υγρασίας στο υγρασιόμετρο δεν συνεπάγεται και την ύπαρξη βλάβης. Ο επιθεωρητής οφείλει να λάβει υπόψη του και το εσωτερικό του σκάφους σε εκείνο το σημείο, πριν προβεί σε συμπεράσματα. Ιδιαίτερα δε αν σε εκείνο το σημείο εσωτερικά είναι η τουαλέτα του σκάφους, η καδένα της άγκυρας ή η δεξαμενή του νερού.

Συμπεράσματα για τα Ηλεκτρολογικά

Η θερμογραφική και η συμβατική επιθεώρηση που έγινε στα ηλεκτρολογικά μέρη του σκάφους δεν έδειξε κάποια βλάβη, ωστόσο τα θερμικά αποτυπώματα επιβεβαίωσαν τις συμβατικές μετρήσεις. Συνεπώς, λαμβάνοντας υπόψη και την



υφιστάμενη χρήση της θερμογραφίας σε ηλεκτρολογικό εξοπλισμό στη βιομηχανία, η χρήση της στα ηλεκτρολογικά μέρη του σκάφους φαίνεται να είναι πολλά υποσχόμενη.

Συμπεράσματα για τα Μηχανολογικά

Και σε αυτό το κομμάτι της επιθεώρησης δεν προέκυψε κάποια βλάβη, ούτε θερμογραφικά, ούτε βάση των θερμοκρασιών λειτουργίας που έπρεπε να έχει η μηχανή με βάση το εγχειρίδιο χρήσης. Ωστόσο, οι θερμοκρασίες που προέκυψαν από τη θερμογράφιση επαληθεύουν τις προσδοκώμενες θερμοκρασίες με βάση το εγχειρίδιο χρήσης. Επίσης, η θερμογραφία χρησιμοποιείται συχνά στην επιθεώρηση μηχανολογικού εξοπλισμού σε βιομηχανίες, ακόμα και σε παρακολούθηση της κατάστασης του εξοπλισμού σε πραγματικό χρόνο. Συνεπώς, η αποτελεσματικότητα της έχει ήδη διαπιστωθεί, ενώ η δυσκολία επιθεώρησης όλων των σημείων της μηχανής του σκάφους με συμβατικές μεθόδους, λόγω του τρόπου που είναι τοποθετημένη, ενισχύουν τη προσπάθεια για χρήση της θερμογραφίας σε αυτόν το τομέα.

Γενικά Συμπεράσματα

Το μεγαλύτερο μέρος των βλαβών ενός ιστιοπλοϊκού σκάφους εντοπίζεται οπτικά, ακουστικά ή εφόσον έχει ήδη προκληθεί η ζημιά. Ενώ, είναι πιθανό όταν θα συμβεί η ζημιά το σκάφος να βρίσκεται δεκάδες μίλια μακριά από την ακτή και την πλησιέστερη βοήθεια. Επίσης, κάποιες από τις βλάβες που μπορεί να προκληθούν ίσως να είναι κρίσιμες για την αξιοπλοΐα του σκάφους ή την ασφάλεια των επιβατών. Επομένως, η προληπτική και αποτελεσματική συντήρηση, όπως η υπέρυθρη θερμογράφιση, τείνει να είναι ύψιστης σημασίας και τα αποτελέσματα της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι ιδιαίτερα ενθαρρυντικά για τη χρήση της.

Προτάσεις

Κατά τη διάρκεια συγγραφής της παρούσας διπλωματικής εργασίας υπήρξαν ιδέες και σκέψεις για την πραγματοποίηση περισσότερων πραγμάτων. Ωστόσο, λόγω των χρονικών περιθωρίων και των ορίων που είχαν τεθεί από τον συγγραφέα και τον επιβλέποντα δεν πραγματοποιήθηκαν. Παρόλα αυτά, υπάρχει ήδη προγραμματισμός να γίνουν πιο ενδελεχείς μετρήσεις σε σκάφη που γνωρίζουμε ότι παρουσιάζουν κάποια βλάβη και τα πιθανά ευρήματα να αποσταλούν για κρίση σε διεθνή περιοδικά και συνέδρια.

Άλλες μελλοντικές έρευνες σχετικές με το αντικείμενο ή την εξέλιξη της παρούσας διπλωματικής εργασίας θα μπορούσαν να ήταν:

1. Εξέταση των επιθεωρούμενων μερών σε εργαστηριακό περιβάλλον. Υποβολή πολυεστερικών κομματιών, ηλεκτρικών ασφαλειών, καλωδίων, συσσωρευτών και μερών μιας μηχανής σε ελέγχους, ανάλογα με το επιθεωρούμενο μέρος. Όπως για παράδειγμα, τεστ κοπώσεως, εφελκυσμού, θλίψης, εμποτισμό σε νερό και έλεγχο σε οριακά ρεύματα.
2. Εφαρμογή της ενεργητικής θερμογραφίας και σύγκρισή της με την παθητική προσέγγιση. Χρήση ενός εξωτερικού ερεθίσματος για την παραγωγή διαφορών θερμοκρασίας και στη συνέχεια αξιολόγηση και σύγκριση των αποτελεσμάτων που προέκυψαν με τα αποτελέσματα της παρούσας διπλωματικής.
3. Αξιολόγηση σημαντικότητας βλαβών με πολυκριτήρια μέθοδο λήψης αποφάσεων (π.χ. AHP). Εντοπισμό των πιθανών κινδύνων που δυνητικά προκαλούν μια οποιαδήποτε βλάβη, αξιολόγηση των κινδύνων και εν τέλει διαχείρισή τους με μία μέθοδο λήψης αποφάσεων.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ



Παράρτημα Α: Ερωτηματολόγιο

Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης Πολυτεχνική Σχολή Τμήμα Μηχανικών Παραγωγής & Διοίκησης Τομέας Υλικών, Διεργασιών και Μηχανολογίας	 Medilab.pme.duth.gr	Democritus University of Thrace School of Engineering Department of Production Engineering & Management Faculty of Materials, Processes and Engineering
Κεντρική Πανεπιστημιούπολη, Βασ. Σοφίας 12, Κτίριο Ι, Ξάνθη 67100		Central University Campus, 12 Vas. Sofias str., Building I, Xanthi 67100, Greece

Ερωτηματολόγιο διερεύνησης βλαβών σε ιστιοπλοϊκά σκάφη

ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΟ ΠΑΡΟΝ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ

Το Ερωτηματολόγιο αυτό είναι μια πρωτοβουλία του Εργαστηρίου Μηχανολογικού Σχεδιασμού του τομέα Υλικών, Διεργασιών και Μηχανολογίας της Πολυτεχνικής Σχολής Ξάνθης του Δημοκρίτειου Πανεπιστημίου Θράκης του τμήματος Μηχανικών Παραγωγής και Διοίκησης στα πλαίσια διπλωματικής εργασίας που σκοπό έχει τη δημιουργία μιας βάσης δεδομένων σχετικά με τις πιθανές βλάβες, καθώς και τη συχνότητα εμφάνισης τους σε ένα ιστιοπλοϊκό σκάφος.

Η συμμετοχή σας είναι ανώνυμη και προαιρετική. Ωστόσο, είναι εξαιρετικά χρήσιμη, καθώς ευελπιστούμε η έρευνα αυτή να χρησιμοποιηθεί στην εφαρμογή νέων μεθόδων πρόληψης και συντήρησης των ιστιοπλοϊκών σκαφών.

Στο παρόν ερωτηματολόγιο περιλαμβάνονται κάποιες ερωτήσεις, οι οποίες αφορούν στην εργασία σας. Παρακαλώ διαβάστε με προσοχή το ερωτηματολόγιο και απαντήστε με τη μεγαλύτερη δυνατή **ειλικρίνεια**. Το ερωτηματολόγιο είναι **ανώνυμο**, οι απαντήσεις σας θα είναι **απόλυτα εμπιστευτικές** και θα χρησιμοποιηθούν μόνο για **ακαδημαϊκούς σκοπούς**.

Σας ευχαριστούμε εκ των προτέρων για τη συνεργασία σας.



Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης Πολυτεχνική Σχολή Τμήμα Μηχανικών Παραγωγής & Διοίκησης Τομέας Υλικών, Διεργασιών και Μηχανολογίας	 Medilab.pme.duth.gr	Democritus University of Thrace School of Engineering Department of Production Engineering & Management Faculty of Materials, Processes and Engineering
Κεντρική Πανεπιστημιούπολη, Βασ. Σοφίας 12, Κτίριο Ι, Ξάνθη 67100		Central University Campus, 12 Vas. Sofias str., Building I, Xanthi 67100, Greece

Προβλήματα που αντιμετωπίζετε

Ηλεκτρικά	Πρόβλημα	Συχνότητα Εμφάνισης*
1. Συστήματα Συνεχούς Ρεύματος		/100
2. Συστήματα Εναλλασσόμενου Ρεύματος		/100
3. Συσσωρευτής		/100
4. Ρεύμα Συσσωρευτή		/100
5. Φωτοβολταϊκά Πλαίσια		/100
6. Γεννήτρια		/100
7. Καλωδιώσεις		/100

Μηχανολογικά	Πρόβλημα	Συχνότητα Εμφάνισης*
1. Άξονας		/100
2. Προπέλα		/100
3. Μηχανή Εσωτερικής Καύσης		/100
4. Έδρανα Κύλισης (Ρουλμάν)		/100
5. Οδοντωτοί Τροχοί (Γρανάζια)		/100
6. Σύστημα Ψύξης		/100

Γάστρα (GRP)	Πρόβλημα	Συχνότητα Εμφάνισης*
1. Καρίνα		/100
2. Πηδάλιο		/100
3. Ύφαλα		/100

Άλλα	Πρόβλημα	Συχνότητα Εμφάνισης*
		/100
		/100
		/100



Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης Πολυτεχνική Σχολή Τμήμα Μηχανικών Παραγωγής & Διοίκησης Τομέας Υλικών, Διεργασιών και Μηχανολογίας	 Medilab.pme.duth.gr	Democritus University of Thrace School of Engineering Department of Production Engineering & Management Faculty of Materials, Processes and Engineering
Κεντρική Πανεπιστημιούπολη, Βασ. Σοφίας 12, Κτίριο Ι, Ξάνθη 67100		Central University Campus, 12 Vas. Sofias str., Building I, Xanthi 67100, Greece

**Η συχνότητα εμφάνισης αναφέρεται στο σύνολο των βλαβών που παρουσιάζονται.*

Μέθοδοι εντοπισμού και Τρόποι αντιμετώπισης των προβλημάτων

Πρόβλημα	Μέθοδος Εντοπισμού	Τρόπος Αντιμετώπισης



Παράρτημα Β:

Τεχνικές Προδιαγραφές Beneteau Oceanis 39.3

X) SPECIFICATIONS OF THE BOAT

Type..... BENETEAU 393
 Name of Builder BENETEAU USA INC.
 Design Category A
 No. of acknowledged body..... CE 0607

Hull Length		11.62 m	38.12 ft
Hull Beam		3.96 m	12.99 ft
Draft:	Shoal	1.55 m	5.08 ft
	Deep	1.90m	6.23 ft
Clearance Height		15.65 m	51.35 ft

FOR U.S. COAST GUARD DOCUMENTATION

The "depth" from the top of hull to the bottom of hull at the midship line is 1.8m (5.9 ft)

Maximum Authorized Engine Power :	50 kW	67 hp
-----------------------------------	-------	-------

Fuel Capacity	135 L (35 US gal)
Fresh Water Capacity	500 L (132 US gal)
Battery Capacity	100A engine 200A house

DESIGN CATEGORIES

- Category A: OCEAN – Designed for extended voyages where conditions may exceed wind force 8 (Beaufort scale) and significant wave heights of 4 m and above, and vessels largely self sufficient
- Category B: OFFSHORE – Designed for offshore voyages where conditions up to, and including, wind force 8 and significant wave heights up to, and including, 4 m may be experienced.
- Category C: INSHORE – Designed for voyages in coastal waters, large bays, estuaries, lakes and rivers where conditions up to, and including, wind force 6 and significant wave heights up to, and including, 2 m may be experienced.
- Category D: SHELTERED WATERS – Designed for voyages on small lakes, rivers, and canals where conditions up to, and including, wind force 4 and significant wave heights up to, and including, 0.5 m may be experienced.

Category	Height of the Waves (ft)	Wind Force (Beaufort)
A	> 4 m (13.0 ft)	> 8
B	< 4 m (13.0 ft)	≤ 8
C	< 2 m (6.5 ft)	≤ 6
D	< .5 m (1.6 ft)	≤ 4

For additional information concerning the standard equipment, please refer to the manuals enclosed with the boat.

Maximum recommended number of persons on board by design category:

Category	Maximum Number of Persons
A	8
B	10
C	12
D	12

The C.E. Certified equipment includes: The fuel tanks, parts of the steering system, parts of the gas system and the hatches and portholes.

Σχήμα ΠΒ.1: Φύλλο τεχνικών προδιαγραφών ιστιοπλοϊκού σκάφους Beneteau 39.3.

**WEIGHT ESTIMATION**

SAILING CATEGORIES	A	B	C	D
	Kg (lbs)	Kg (lbs)	Kg (lbs)	Kg (lbs)
Light Boat :	7650 (16,866)	7650 (16,866)	7650 (16,866)	7650 (16,866)
Safety Equipment :	100 (220)	100 (220)	100 (220)	100 (220)
Sail :	30 (66)	30 (66)	30 (66)	30 (66)
Light Displacement :	7780 (17,152)	7780 (17,152)	7780 (17,152)	7780 (17,152)
Life Raft :	80 (176)	80 (176)	80 (176)	80 (176)
Crew :	600 (1,323)	750 (1,653)	900 (1,944)	900 (1,944)
Water :	480 (1,058)	480 (1,058)	480 (1,058)	480 (1,058)
Fuel :	112 (247)	112 (247)	112 (247)	112 (247)
Personal Equipment :	210 (463)	210 (463)	210 (463)	210 (463)
Optional Equipment				
Holding Tank :	90 (199)	90 (199)	90 (199)	90 (199)
Air Conditioning :	80 (176)	80 (176)	80 (176)	80 (176)
Teak Deck	140 (309)	140 (309)	140 (309)	140 (309)
Auto Pilot Gear :	20 (44)	20 (44)	20 (44)	20 (44)
Mech. Refrigeration	20 (44)	20 (44)	20 (44)	20 (44)
Spinnaker Rigging :	10 (22)	10 (22)	10 (22)	10 (22)
Microwave Oven :	5 (11)	5 (11)	5 (11)	5 (11)
Roof Sprayhood :	20 (44)	20 (44)	20 (44)	20 (44)
Bimini Top :	20 (44)	20 (44)	20 (44)	20 (44)
Davits :	40 (88)	40 (88)	40 (88)	40 (88)
SUB TOTAL (Optional Equipment)	445 (981)	445 (981)	445 (981)	445 (981)
Margin for Other Equipment	450 (992)	300 (662)	150 (331)	150 (331)

MAXIMUM LOAD DISPLACEMENT Kg (Lbs.)	10157 (22,392)	10157 (22,392)	10157 (22,392)	10157 (22,392)
--	-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------

MAXIMUM LOAD Kg (Lbs.)	2377 (5,240)	2377 (5,240)	2377 (5,240)	2377 (5,240)
-----------------------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------

MAXIMUM LOAD = MAXIMUM LOAD DISPLACEMENT – LIGHT BOAT

ANY OVERLOADING CARRIES A RISK OF FLOODING OR LOSS OF STABILITY

Σχήμα ΠΒ.2: Φύλλο τεχνικών προδιαγραφών ιστιοπλοϊκού σκάφους Beneteau 39.3.



Engine Model			4JH3E					
Type			Vertical 4-cycle water cooled diesel engine					
Combustion system			Direct injection					
Number of cylinders			4					
Bore x stroke		mm	84 x 90					
Displacement		ℓ	1.995					
Continuous rating output	Output/crankshaft speed	kW/rpm (hp/rpm)	36.8/3650 (50/3650)					
	Brake mean effective pressure	kg/cm ²	6.18					
	Piston speed	m/sec.	10.95					
One hour rating output	Output/crankshaft speed	kW/rpm (hp/rpm)	41.2/3800 (56/3800)					
	Brake mean effective pressure	kg/cm ²	6.65					
	Piston speed	m/sec.	11.4					
Compression ratio			17.7					
Fuel injection timing (b.T.D.C.)		°	12 ±1					
Fuel injection pressure		kg/cm ²	220 ±5					
Main power take off			At Flywheel side					
Front power take off			At Crankshaft V-pulley side					
Direction of rotation	Crankshaft		Counter-clockwise viewed from stern					
	Propeller shaft (Ahead)		Clockwise viewed from stern					
Cooling system			Fresh water cooling with heat exchanger					
Lubrication system			Complete enclosed forced lubrication					
Starting system	Type		Electric					
	Starting motor		DC 12V, 1.2 kW					
	AC generator		12V, 55A (12V, 80A optional)					
Marine Gear or Sail Drive	Model		KM3P					
	Type		Mechanical cone clutch with single stage for both ahead and astern					
	Reduction ratio	Forward	2.36	2.61				
		Reverse	3.16	3.16				
	Propeller speed	Forward rpm	1547	1399				
		Reverse rpm	1156	1156				
	Lubricating oil capacity	standard unit ℓ	0.35					
		long-reach unit ℓ	—					
	Weight	kg	13					
Dimensions	Overall length	mm	849.6					
	Overall width	mm	563.1					
	Overall height	mm	619.9					
Lubricating oil capacity	Total	ℓ	5.3*					
	Effective	ℓ	1.2*					
Engine weight without marine gear / sail drive		kg	210					

(Note) 1. Rating condition: ISO 3046-1. 2. 1hp=0.7355 kW.

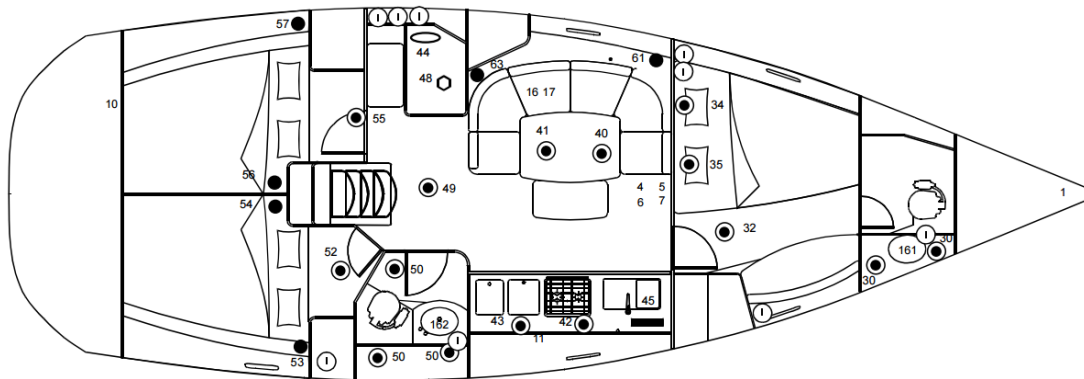
* At rake angle 8°

Σχήμα ΠΒ.3: Φύλλο τεχνικών προδιαγραφών μηχανής Yanmar 4JH3E.

[illegible]



Πίνακας ΠΒ. 2: Πίνακας φώτων και συσκευών 12 V.

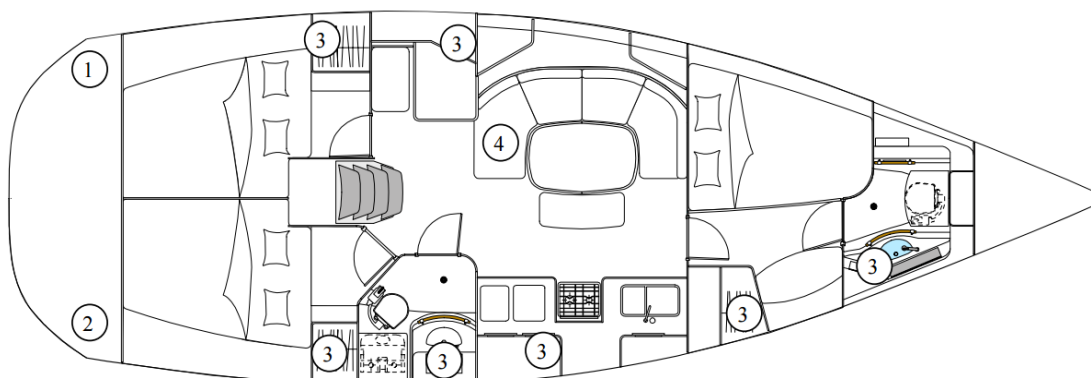


REF	DESCRIPTION	FUNCTION ON PANEL
1	Bicolor Bow Navigation Light	Navigation Lights
10	White Stern Navigation Light	Navigation Lights
4	Tri-color mast head light (on mast)	Navigation Lights
5	Anchor Light (on mast)	Anchor Light
6	Steaming Light (on mast)	Steaming Light
7	Deck Light	Deck Light
30	Ceiling Light	Cabin Lights
32	Ceiling Light	Cabin Lights
34	Ceiling Light	Cabin Lights
35	Ceiling Light	Cabin Lights
40	Ceiling Light	Salon Lights
41	Ceiling Light	Salon Lights
42	Ceiling Light	Salon Lights
43	Red Nav Light-2 cabin Ceiling Light-3 cabin	Salon Lights
44	Fluorescent Light-2 cabin Red Nav Light-3 cabin	Salon Lights
45	Ceiling Light	Salon Lights
48	Ceiling Light-2 cabin Red Nav Light-3 cabin	Cabin Lights
49	Ceiling Light	Salon Lights
50	Ceiling Light	Salon Lights
52	Ceiling Light	Salon Lights
53	Reading Light	Cabin Lights
54	Reading Light	Cabin Lights
55	Ceiling Light	Cabin Lights
56	Reading Light	Cabin Lights
57	Reading Light	Cabin Lights
59	Reading Light	Cabin Lights
61	Reading Light	Salon Lights
62	Reading Light	Cabin Lights
63	Reading Light	Cabin Lights
9	Compass Lights	Instrument Lights
13	Fresh Water Pump	Fresh Water Pump
14	Bilge Pump	Bilge Pump
11	Refrigeration	Refrigeration
161	Shower Pump – Fwd Toilet	Shower Pump
162	Shower Pump – Port Aft Toilet	Shower Pump

ⓘ = Light Switch



Πίνακας ΠΒ. 3: Πίνακας ρευματοδοτών και συσκευών 110/220 V.



REF	DESCRIPTION
1	Shore Power Inlet
2	Battery Charger
3	110/220V Outlet
4	Water Heater



Παράρτημα Γ:

Τεχνικές Προδιαγραφές Τεχνικού Εξοπλισμού

Πίνακας ΠΓ. 1: Φύλλο τεχνικών προδιαγραφών υγρασιόμετρου επαφής Testo 616.

Humiditive - Capacitive	
Measuring Range	< 50 % (wood)
	< 20 % (building materials)
Resolution	0.1
Technical Data	
Housing	ABS / TPE / Metal
Protection class	IP30
Warranty	Measuring instrument 2 years (excepting wearing parts e.g. gas sensors, etc.)
Battery type	9V block battery, 6F22
Battery life	60 h
Dimensions	3 x 2 x 9 in. / 70 x 58 x 234 mm
Display update	0.5 s
Unit	Water content in percent by weight based on dry mass (%)
Measurement Depth	up to 5 cm
Measuring Rate	0.5 sec
Operating temperature	41.0° to 104.0 °F / +5 to +40 °C
Storage Temperature	-4.0° to 158.0 °F / -20 to +70 °C
Weight	9 oz. / 260 g



Σχήμα ΠΓ.1: Υγρασιόμετρο επαφής Testo 616.

Πίνακας ΠΓ. 2: Φύλλο τεχνικών προδιαγραφών ανεμόμετρου Technoline EA 3010.

Specifications:

Recommended operating temperatures	: -29.9°C to +59°C with 0.1°C resolution ("---" displayed if outside this range)
Temperature checking interval	: every 10 seconds
Wind speed measuring range	: Minimum 0.2 m/s Maximum 30 m/s
Wind speed accuracy	: $\pm 5\%$ or $\pm$ least significant digit
Power source	: 1 x 3V lithium cell (CR2032)
Battery life	: Approximately 12 months (The battery life might be shorter than 12 months depending on the use of the backlight.)
Dimensions (L x W x H)	: 39 x 17 x 98 mm



Σχήμα ΠΓ.2: Ανεμόμετρο Technoline EA 3010.

Πίνακας ΠΓ. 2: Φύλλο τεχνικών προδιαγραφών υγρασιόμετρου και θερμομέτρου Testo 610.

Storage temperature	-40 to +70 °C
Operating temperature	-10 to +50 °C
Battery type	2 batteries Type AAA
Battery life	200 h
Weight	90 g
Dimensions	119 x 46 x 25 mm
Probe - NTC	
Meas. range	-10 to +50 °C
Accuracy	±0.5 °C
Resolution	0.1 °C
Probe - humid. sensor, cap.	
Meas. Range	0 to 100 %RH
Accuracy	±2.5 %RH (5 to 95 %RH)
Resolution	0.1 %RH



Σχήμα ΠΓ.3: Υγρασιόμετρο και θερμόμετρο Testo 610.