



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ**
Τμήμα Μηχανικών Βιομηχανικής
Σχεδίασης και Παραγωγής

&

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΑΙΓΑΙΟΥ**
Τμήμα Ναυτιλίας και
Επιχειρηματικών Υπηρεσιών



ΔΙΙΔΡΥΜΑΤΙΚΟ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

«ΝΕΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΣΤΗ ΝΑΥΤΙΛΙΑ ΚΑΙ ΤΙΣ ΜΕΤΑΦΟΡΕΣ»

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Τίτλος Διατριβής:

Η ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΓΕΦΥΡΑΣ ΕΜΠΟΡΙΚΟΥ ΠΛΟΙΟΥ

Όνοματεπώνυμο Σπουδάστριας:

Γιαννιώτη Αικατερίνη

Όνοματεπώνυμο Υπεύθυνου Καθηγητή:

Νικήτας Νικητάκος - Γεωργούλης Γεώργιος

ΑΘΗΝΑ ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2021

Μέλη Εξεταστικής Επιτροπής

Νικητάκος Νικήτας

Παπουτσιδάκης Μιχαήλ

Δρόσος Χρήστος

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η κάτωθι υπογεγραμμένη **Γιαννιώτη Αικατερίνη** του **Αθανασίου**, με αριθμό μητρώου **8056126** φοιτήτρια του Διϊδρυματικού Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών «Νέες Τεχνολογίες στη Ναυτιλία και τις Μεταφορές» του Τμήματος Μηχανικών Βιομηχανικής Σχεδίασης και Παραγωγής της Σχολής Μηχανικών Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής, δηλώνω υπεύθυνα ότι: «Είμαι συγγραφέας αυτής της μεταπτυχιακής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, οι όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε ακριβώς είτε παραφρασμένες, αναφέρονται στο σύνολό τους, με πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Επίσης, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία έχει συγγραφεί από μένα αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής μου, όσο και του Ιδρύματος. Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του διπλώματός μου».

Η δηλούσα

Γιαννιώτη Αικατερίνη

Η ολοκλήρωση της συγγραφής της διπλωματικής συμπίπτει χρονικά με την πάροδο περίπου ενός έτους από την απελευθέρωση του ανθυποπλοίαρχου Ε.Ν. Γιαννιώτη Ιωάννη, μετά από ένα μήνα ομηρίας από τους πειρατές στο Καμερούν.

Ο Γιάννης είναι ο μεγάλος μου αδελφός και του αφιερώνω την προσπάθειά μου με την ευχή ΠΟΤΕ ΞΑΝΑ ΚΑΙ ΓΙΑ ΚΑΝΕΝΑ.

Η ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΓΕΦΥΡΑΣ ΕΜΠΟΡΙΚΟΥ ΠΛΟΙΟΥ

ΓΙΑΝΝΙΩΤΗ ΑΙΚΑΤΕΡΙΝΗ

Μεταπτυχιακή Διατριβή που υποβάλλεται στο καθηγητικό σώμα για την μερική εκπλήρωση των υποχρεώσεων απόκτησης του μεταπτυχιακού τίτλου του Διϋδρυματικού Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών «Νέες Τεχνολογίες στη Ναυτιλία και τις Μεταφορές» του Τμήματος Ναυτιλίας και Επιχειρηματικών Υπηρεσιών του Πανεπιστημίου Αιγαίου και του Τμήματος Μηχανικών Βιομηχανικής Σχεδίασης και Παραγωγής του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

| | |
|--|-----------|
| ΠΕΡΙΛΗΨΗ | 9 |
| ΕΙΣΑΓΩΓΗ..... | 11 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. Η ΓΕΦΥΡΑ..... | 14 |
| 1.1 Σχεδιασμός - Αποστολή | 14 |
| 1.2 Η Χωροταξία της Γέφυρας..... | 16 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΑΠΟ ΤΑ ΜΟΝΟΕΥΛΑ ΣΤΟΥΣ ΓΙΓΑΝΤΕΣ ΤΩΝ ΘΑΛΑΣΣΩΝ | 20 |
| 2.1 Προϊστορικοί Χρόνοι | 21 |
| 2.2 Από τους Κόντορους στα Ιστία | 22 |
| 2.2.1 Αίγυπτος..... | 22 |
| 2.2.2 Πολυνησία και Μικρονησία | 24 |
| 2.2.3 Φοίνικες..... | 25 |
| 2.2.4 Μινωικό και Κυκλαδίτικο Ναυτικό | 26 |
| 2.2.5 Ο Κυρίως Ελλαδικός Χώρος..... | 28 |
| 2.2.6 Η Ναυσιπλοΐα των Ελλήνων στους Προϊστορικούς Χρόνους | 32 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. Η ΕΚΡΗΞΗ ΤΗΣ ΝΑΥΠΗΓΙΚΗΣ ΚΑΙ ΝΑΥΣΙΠΛΟΪΑΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ | 34 |
| 3.1 Οι Ιστορικοί Χρόνοι..... | 35 |
| 3.2 Ελληνιστικοί Χρόνοι | 37 |
| 3.3 Η Πρώιμη Αστρονομική Ναυτιλία | 44 |
| 3.4 Ρωμαϊκοί Χρόνοι | 45 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΜΕΣΑΙΩΝΑΣ..... | 47 |
| 4.1 Βυζαντινοί Χρόνοι..... | 47 |
| 4.2 Vikings | 52 |
| 4.3 Σύνοψη. Από την Προϊστορία στον Μεσαίωνα | 55 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. Ο ΝΑΥΤΙΚΟΣ ΧΑΡΤΗΣ..... | 58 |
| 5.1 Η Ανάγκη Αναπαράστασης του Γεωγραφικού Χώρου | 58 |
| 5.2 Πρωτογενείς Χαρτογραφήσεις..... | 59 |
| 5.3 Χάρτες Ναυσιπλοΐας της Πολυνησίας..... | 60 |
| 5.4 Χάρτες των Εσκιμών..... | 60 |
| 5.5 Χάρτες των Αζτέκων | 61 |
| 5.6 Χάρτες των Βαβυλωνίων | 61 |
| 5.7 Χάρτες των Αιγυπτίων | 62 |
| 5.8 Χάρτες των Ελλήνων..... | 62 |
| 5.9 Χάρτες των Ρωμαίων | 70 |

| | |
|--|------------|
| 5.10 Χάρτες του Μεσαίωνα..... | 71 |
| 5.11 Ισλαμική Χαρτογραφία | 72 |
| 5.12 Κινεζική Χαρτογραφία..... | 73 |
| 5.13 Πρώιμοι Ναυτικοί Χάρτες – Περίπλους και Πορτολόνοι..... | 74 |
| 5.14 Η Αναγέννηση της Χαρτογραφίας – Η εποχή των Ανακαλύψεων | 77 |
| 5.15 Σύγχρονη Χαρτογραφία..... | 78 |
| 5.16 Οι σύγχρονοι Ναυτικοί Χάρτες | 79 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6. ΑΠΟ ΤΟΝ ΑΣΤΡΟΛΑΒΟ ΣΤΟΝ ΕΞΑΝΤΑ (ΑΣΤΡΟΝΑΥΤΙΛΙΑ)..... | 82 |
| 6.1 Ο Πολομετρητής | 83 |
| 6.2 Ο Αστρολάβος..... | 83 |
| 6.3 Ο Τετράντας (quadrant) | 85 |
| 6.4 Ο Ναυτικός Σταυρός (cross – staff)..... | 86 |
| 6.5 Ο Τετράντας του DAVIS (back-staff) | 88 |
| 6.6 Ο Οκτάντας (octant) | 89 |
| 6.7 Ο Εξάντας (Sextant) | 90 |
| 6.8 Ιστορική Αναφορά (οι μηχανές βαθμονόμησης)..... | 92 |
| 6.9 Βοηθητικός εξοπλισμός γέφυρας έως τον 19ο αιώνα | 93 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7. ΠΥΞΙΔΑ ΚΑΙ ΝΑΥΤΙΚΟ ΧΡΟΝΟΜΕΤΡΟ | 95 |
| 7.1 Ναυτική Μαγνητική Πυξίδα..... | 95 |
| 7.2 Το Ανεμολόγιο του Χάρτη και της Πυξίδας | 98 |
| 7.3 Η Μέτρηση του Χρόνου..... | 100 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8. ΤΟ ΤΙΜΟΝΙ Η ΠΥΞΙΔΑ ΚΑΙ ΤΑ ΠΡΩΙΜΑ COMPUTER ΤΗΣ ΓΕΦΥΡΑΣ | 105 |
| 8.1 Το Logbook..... | 105 |
| 8.2 Traverse Board..... | 106 |
| 8.3 Το Καμπανάκι | 107 |
| 8.4 Το Τιμόνι..... | 108 |
| 8.5 Η Πυξιδοθήκη (Binnacle – Γκριζόλα) | 111 |
| 8.6 Ανακεφαλαίωση – Η Οργάνωση της Γέφυρας έως τον 19ο Αιώνα..... | 112 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9. Ο ΣΙΔΗΡΟΣ ΑΝΤΙΚΑΘΙΣΤΑ ΤΟ ΕΥΛΟ | 115 |
| 9.1 Ο Πρόγονος της Σημερινής Γέφυρας | 115 |
| 9.2 Η Βελτίωση της Γκριζόλας..... | 116 |
| 9.3 Ο Τηλέγραφος Εντολών Μηχανής | 116 |
| 9.4 Chart Room | 118 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10. ΑΠΟ ΤΙΣ ΣΗΜΑΙΕΣ ΣΤΟΝ MARCONI ΚΑΙ ΣΤΟ VHF | 120 |

| | |
|--|------------|
| 10.1 Οι Σημαίες Σήμανσης | 120 |
| 10.2 Οι Πρώτες Ασύρματες Επικοινωνίες | 121 |
| 10.3 Η Ιστορία του SOS..... | 122 |
| 10.4 Απρίλιος 14, του 1912..... | 123 |
| 10.5 Το Ραδιοτηλέφωνο και το VHF | 125 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 11. ΕΡΕΥΝΑ ΚΑΙ ΔΙΑΣΩΣΗ - GMDSS..... | 127 |
| 11.1 Η Σύμβαση SAR | 127 |
| 11.2 Δορυφορικές Επικοινωνίες | 129 |
| 11.3 Το Δορυφορικό Σύστημα INMARSAT | 130 |
| 11.4 Το δορυφορικό σύστημα COSPAS-SARSAT | 133 |
| 11.5 Το Σύστημα GMDSS..... | 138 |
| 11.5.1 Οι θαλάσσιες περιοχές του GMDSS..... | 141 |
| 11.5.2 Πληροφορίες ναυτικής ασφάλειας..... | 142 |
| 11.5.3 Ο εξοπλισμός του GMDSS | 144 |
| 11.5.4 Το σύστημα NAVTEX..... | 150 |
| 11.5.5 Το σύστημα NAVDAT | 153 |
| 11.5.6 Αναμεταδότης [Ραντάρ] Έρευνας και Διάσωσης | 154 |
| 11.5.7 Ραδιοφάροι Ένδειξης Θέσης Κινδύνου..... | 155 |
| 11.6 Οι Προεκτάσεις του GMDSS..... | 158 |
| 11.6.1 Καταγραφέας Δεδομένων Ταξιδιού | 158 |
| 11.6.2 Το σύστημα AIS..... | 161 |
| 11.7 Από τον Ραδιοτηλεγραφητή στον Χειριστή GMDSS | 167 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 12. Η ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΕΛΕΓΧΟΥ | 168 |
| 12.1 Μαγνητική και Γυροσκοπική Πυξίδα..... | 169 |
| 12.2 Πηδαλιούχηση - το Αυτόματο Πηδάλιο | 175 |
| 12.3 Το Ραντάρ | 180 |
| 12.4 RADAR –ARPA..... | 184 |
| 12.5 Το Δρομόμετρο | 186 |
| 12.6 Το Βυθόμετρο..... | 188 |
| 12.7 Ο Τηλέγραφος Εντολών Μηχανής | 190 |
| 12.8 Global Positioning System (GPS) | 191 |
| 12.9 Δυναμική Τοποθέτηση (Dynamic Positioning)..... | 195 |
| 12.10 Voyage Data Recorder (Πορειογράφος)..... | 200 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 13. Η ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΡΑΔΙΟΝΑΥΤΙΛΙΑΣ | 202 |
| 13.1 Το Ραδιογωνιόμετρο..... | 203 |

| | |
|---|------------|
| 13.2 Το Σύστημα DECCA | 205 |
| 13.3 Το Σύστημα LORAN..... | 206 |
| 13.4 Το Σύστημα Omega..... | 208 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 14. ΤΟ ΣΥΓΧΡΟΝΟ NAVIGATION | 210 |
| 14.1 Ηλεκτρονικοί Χάρτες..... | 210 |
| 14.2 Το Σύστημα ECDIS | 213 |
| 14.3 Κονσόλα Πλοήγησης (Conning Console) | 217 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 15. ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΓΕΦΥΡΑΣ..... | 219 |
| 15.1 Ολοκληρωμένο Σύστημα Διαχείρισης Πλοίου | 219 |
| 15.2 Ψηφιακό Σύστημα Γέφυρας (DBS)..... | 221 |
| 15.3 Cargo and Ballast Operation System..... | 222 |
| 15.4 Integrated Onboard Maintenance System..... | 223 |
| 15.5 Integrated Closed Circuit TeleVision | 224 |
| 15.6 Σύστημα Αυτοματισμών του Πλοίου..... | 224 |
| 15.7 SOLAS Chapter V - Safety of Navigation | 226 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 16. ΑΝΘΡΩΠΟΚΕΝΤΡΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ | 228 |
| 16.1 Ανθρώπινος Παράγοντας και Εργονομία..... | 228 |
| 16.2 Ανθρωποκεντρικός Σχεδιασμός της Γέφυρας | 230 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 17. BRIDGE TEAM MANAGEMENT..... | 233 |
| 17.1 Η Οργάνωση της Γέφυρας | 233 |
| 17.2 Κρίσιμα Στοιχεία του BRM..... | 235 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 18. ΤΟ ΜΕΛΛΟΝ | 238 |
| ΕΠΙΛΟΓΟΣ..... | 241 |
| ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΠΗΓΕΣ..... | 242 |
| ΔΙΚΤΥΑΚΕΣ ΠΗΓΕΣ | 245 |
| ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ | 249 |

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η ναυτιλία από τα πολύ πρώιμα χρόνια αποτελεί μία από τις κυριότερες εμπορικές και όχι μόνο δραστηριότητες του ανθρώπου. Από την εξέλιξη της κοινωνίας και επί το ειδικότερο της τεχνολογίας, φυσικό είναι ότι δεν θα μπορούσε να απουσιάσει και ο εν λόγω κλάδος, αν και όπως θα δούμε στην ανάπτυξη του θέματος, υπήρξαν μεγάλα χρονικά διαστήματα όπου η εξέλιξη της ναυσιπλοΐας δεν ήταν παράλληλη με τα άλματα που έκαναν άλλοι τομείς της τεχνολογίας.

Η φυσική διαμόρφωση το πλανήτη μας, από τους παλαιότερους χρόνους, έδωσε πρωτεύουσα σημασία στο θαλάσσιο μέσο μεταφοράς. Τα τρία τέταρτα της επιφάνειας της γης περίπου καλύπτονται από θάλασσες και λίμνες. Με εξαίρεση τις περιοχές των δύο γεωγραφικών πόλων, είναι δυνατή η θαλάσσια μεταφορά επιβατών και αγαθών σε οποιαδήποτε απόσταση και σε οποιοδήποτε σημείο της υδρογείου που είναι προσιτό από τη θάλασσα και επιπλέον και μέσω ποταμών, διωρύγων και λιμνών.

Τα πλοία ως γνωστόν διέσχιζαν τις θάλασσες από τους προϊστορικούς χρόνους. Αντίθετα η ανάπτυξη και η ευρεία χρήση των χερσαίων μεταφορικών μέσων άρχισε να γίνεται σημαντική για την οικονομία μόνο από την εποχή του ατμού και έπειτα. Εξάλλου ακόμα και σήμερα, μόνον χάρη στην ύπαρξη του εμπορικού πλοίου είναι τεχνικά και οικονομικά δυνατή η μαζική μεταφορά αγαθών. Ως επαλήθευση και συνέπεια των προαναφερόμενων, τουλάχιστον τα τέσσερα πέμπτα του διεθνούς εμπορίου διεξάγονται από την εμπορική ναυτιλία.

Από τους πρώτους κιόλας τολμηρούς θαλασσοπόρους μέχρι και τον σύγχρονο ναυτικό, ο σκοπός του ταξιδιού παραμένει ο ίδιος. Να μπορεί να φθάσει το σκάφος, το πλήρωμα και το εμπόρευμα που βρίσκεται στα αμπάρια, στον προσδιορισμένο προορισμό με ασφάλεια και κατά το δυνατόν με τον συντομότερο τρόπο.

Με την πάροδο των αιώνων, τα μέσα που χρησιμοποιήθηκαν για την επίτευξη αυτού του σκοπού είναι πολλά και η εξέλιξή τους εντυπωσιακή. Στην παρούσα εργασία θα ασχοληθούμε κυρίως με την διαχρονική εξέλιξη του εξοπλισμού και της επάνδρωσης του πιο νευραλγικού τμήματος του πλοίου, την γέφυρα ναυσιπλοΐας (Navigation bridge).

Η φύση του αντικειμένου είναι τέτοια, που σφαιρική της και σε βάθος αντιμετώπιση αναπόφευκτα θα πάρει μεγάλη έκταση. Γι' αυτό τον λόγο θα καταβληθεί προσπάθεια να μην υπάρχει εμβάθυνση σε αμιγώς τεχνικά θέματα και αναλύσεις του τεχνολογικού εξοπλισμού της γέφυρας.

ABSTRACT

Shipping from the very early years is one of the main commercial and not only human activities. From the evolution of society and especially of technology, it is natural that this industry could not be absent, although as we will see in the development of the subject, there have been long periods where the evolution of navigation was not parallel to the leaps made by other fields of technology.

The natural formation of our planet, since ancient times, has given primary importance to the means of maritime transport. About three quarters of the earth's surface is covered by seas and lakes. With the exception of the areas of the two geographical poles, it is possible to transport passengers and goods by sea at any distance and in any part of the globe that is accessible from the sea and in addition through rivers, canals and lakes.

Ships have been known to cross the seas since prehistoric times. On the contrary, the development and widespread use of land transport began to become important to the economy only from the steam age onwards. After all, even today, only thanks to the existence of the merchant ship is the mass transportation of goods technically and economically possible. As a verification and consequence of the above, at least four-fifths of the international trade is carried out by merchant shipping.

From the pioneers daring seafarers to the modern navy, the purpose of the voyage remains the same. To be able to reach the boat, the crew and the goods in the hold, to the designated destination safely and as quickly as possible.

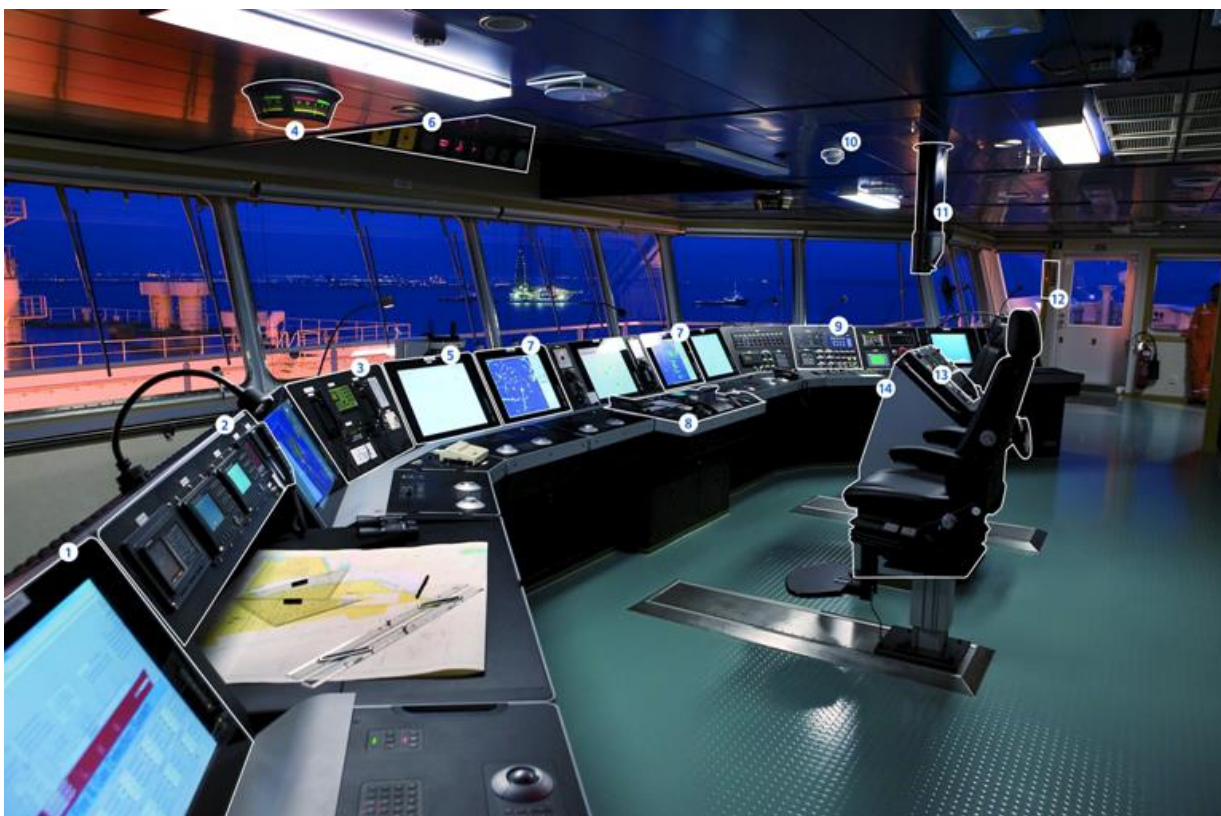
Over the centuries, the means used to achieve this goal are many and their evolution is impressive. In the present work we will deal mainly with the time evolution of the equipment and the manning of the most crucial part of the ship, the Navigation Bridge.

The nature of the object is such that its global and in-depth treatment will inevitably take on a large extent. For this reason, an effort will be made not to delve into purely technical issues and analyzes of the technological equipment of the bridge.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Σύμφωνα¹ με την σημερινή ορολογία, γέφυρα του πλοίου είναι η υπερυψωμένη κλειστή κατασκευή, από την οποία πραγματοποιείται η διακυβέρνηση του πλοίου. Αυτή μπορεί να βρίσκεται στο πρόστεγο (κοντά στην πλώρη), στο μεσόστεγο (στην μέση) ή στο επίστεγο (κοντά στην πρύμη).

Η ονομασία της έχει προέλθει από την εποχή των ιστιοφόρων, στα οποία υπήρχε μια εγκάρσια κατασκευή από την μια πλευρά έως την άλλη του πλοίου (κάτι σαν γέφυρα). Επάνω στην κατασκευή αυτή υπήρχε το τιμόνι του πλοίου (οίακας).



Εικόνα 1. Ο εξοπλισμός της γέφυρας σήμερα. **1.** Σύστημα πυρανίχνευσης **2.** GPS. AIS και οθόνη καταγραφής ταχύτητας **3.** VHFradio **4.** Δείκτης γωνίας πηδαλίου **5.** ECDIS **6.** Κλινόμετρο, Ανεμόμετρο, Ταχύμετρο, Βυθόμετρο **7.** RADAR **8.** Έλεγχος κινητήρα **9.** Πάνελ διακοπών (φωτισμός κλπ.) **10.** Συναγερμός καπνού **11.** Μαγνητική πυξίδα **12.** Αναμεταδότης έρευνας και διάσωσης **13.** Γυροσκοπική πυξίδα **14.** Βάση τιμονιού.

Μέχρι² το τέλος της δεκαετίας του 70, η γέφυρα του πλοίου ήταν εξοπλισμένη μόνο με τον απαραίτητο εξοπλισμό για να ολοκληρώσετε το ταξίδι με ασφάλεια. Το προσωπικό της γέφυρας ήταν εκπαιδευμένο να χρησιμοποιήσει αυτόν τον εξοπλισμό και τα καθήκοντά τους ήταν να γνωρίζουν όλες τις απαραίτητες ενέργειες για τη διατήρηση της ασφάλειας της πλοήγησης.

¹ <https://en.wikipedia.org/wiki/Bridge>

² N.Nikitakos, G.L.Georgoulis, 2010

Τα τελευταία χρόνια παρατηρείται μια έντονη αύξηση στα σύγχρονα πληροφοριακά συστήματα στις γέφυρες των πλοίων. Οι απλές οθόνες και τα παλαιότερα συστήματα ελέγχου συμπληρώθηκαν ή αντικαταστάθηκαν από συγκροτήματα ηλεκτρονικών συστημάτων πληροφοριών.

Στις εικόνες 1 και 2, απεικονίζονται οι εκδοχές μιας σύγχρονης και μιας παραδοσιακής γέφυρας πλοίου, καθώς και οι κατόψεις αντίστοιχων εκδοχών.

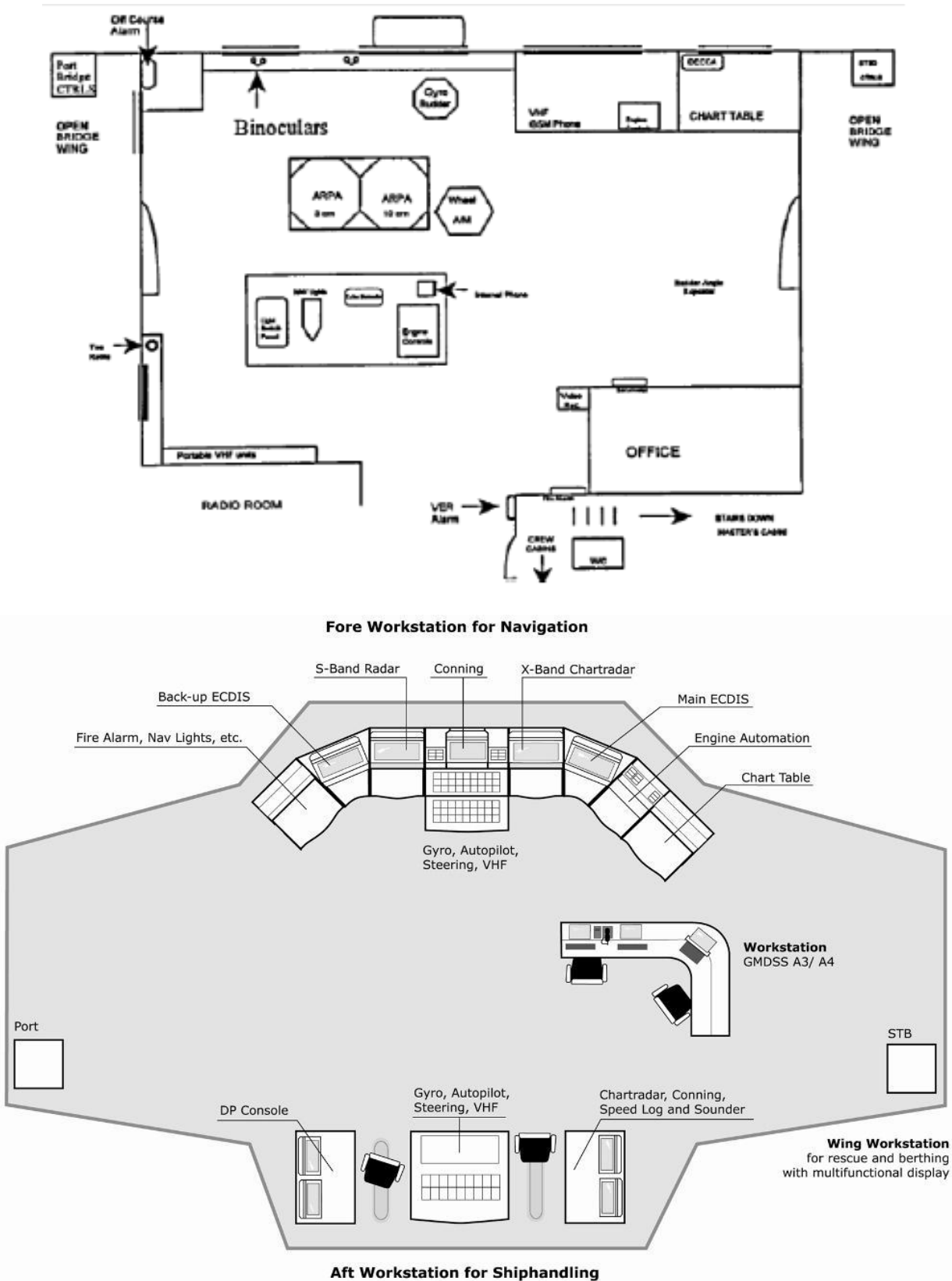


Εικόνα 2. Εξοπλισμός γέφυρας στο παρελθόν (QUEEN MARY 1934). Διακρίνονται οι Engine telegraph, steering telegraph, η μαγνητική πυξίδα, το πηδάλιο, το κλινόμετρο και οι σωλήνες επικοινωνίας.

Οι γέφυρες των πλοίων σήμερα απέχουν κατά πολύ εκείνων του πρώτου μισού του 20ου αιώνα και είναι σε μεγάλο βαθμό εξοπλισμένες με βοηθήματα ναυσιπλοΐας και ασφάλειας. Την τελευταία δε δεκαετία παρουσιάζεται σημαντική και αλματώδης αλλαγή στα συστήματα διαχείρισης πλοίων.

Για να φθάσουμε όμως στις σημερινές σχεδόν διαστημικές γέφυρες των σημερινών πλοίων, έχουν μεσολαβήσει χιλιάδες χρόνια. Η εξέλιξη της γέφυρας και η διαμόρφωσή της ακολούθησε την εξέλιξη και τον συγκερασμό πολλών επιστημών και τεχνών, η απαρίθμηση των οποίων μόνο δέος μπορεί να προκαλέσει. Ναυπηγική, μηχανική, αστρονομία, γεωγραφία, ωκεανογραφία, χαρτογραφία, μαθηματικά, ηλεκτροτεχνία – ηλεκτρονική, επικοινωνίες, πληροφορική, συστήματα

αυτομάτου ελέγχου, ακόμη και η αεροδιαστημική επιστήμη (GPS) προσφέρει τα επιτεύγματά της στην διαμόρφωση της σημερινής γέφυρας.



Εικόνα 3. Κάτοψη παραδοσιακής και σύγχρονης γέφυρας εμπορικού πλοίου

1.1 Σχεδιασμός - Αποστολή

Παρά τις συνεχείς εξελίξεις της τεχνολογίας, οι βασικές αρχές και ανάγκες της ναυσιπλοΐας παραμένουν διαχρονικά αναλλοίωτες και μπορούν να συνοψιστούν σε δύο μόνο λέξεις «**ασφάλεια παντού**». Οι μόνες αλλαγές που δημιουργούνται με την πάροδο του χρόνου, είναι ο εκσυγχρονισμός των χρησιμοποιούμενων μεθόδων και των μέσων που διατίθενται για την επίτευξη αυτού του σκοπού.

H³ γέφυρα είναι ο πλέον νευραλγικός χώρος του πλοίου. Σε αυτό τον χώρο διαδραματίζονται οι σημαντικότερες και ζωτικότερες επιχειρήσεις του πλοίου. Η παγκόσμια ναυτιλιακή κοινότητα έχει αναγνωρίσει την σπουδαιότητα της εργονομίας της γέφυρας, και έχει θεσπίσει κανονισμούς μέσα από τις διεθνείς συμβάσεις (SOLAS) που αφορούν στον εξοπλισμό και έχει εκδώσει οδηγίες για τον εργονομικό σχεδιασμό της γέφυρας με το παγκόσμιο θεσμικό της όργανο (IMO guidelines – MSC CIRC. 982).

Στο σημείο αυτό⁴ θα πρέπει να τονιστεί ότι γέφυρα δεν είναι μόνο ο περικλειστος χώρος στο υψηλότερο σημείο του accommodation και ο εξοπλισμός που περιλαμβάνει, αλλά με την ευρύτερη έννοια, είναι και το προσωπικό που την επανδρώνει. Γι' αυτό στον σχεδιασμό της σύγχρονης γέφυρας θα πρέπει να καθοριστούν με ακρίβεια οι ρόλοι και οι ευθύνες των ανθρώπων. Η αποτελεσματική διαχείριση του ανθρώπινου δυναμικού της γέφυρας του πλοίου, η λεπτομερής

ανάλυση και σωστή κατανομή των εργασιών, μπορεί να εξαλείψει τον κίνδυνο να προκληθεί κάποιο σφάλμα που μπορεί να οδηγήσει σε επικίνδυνες καταστάσεις.

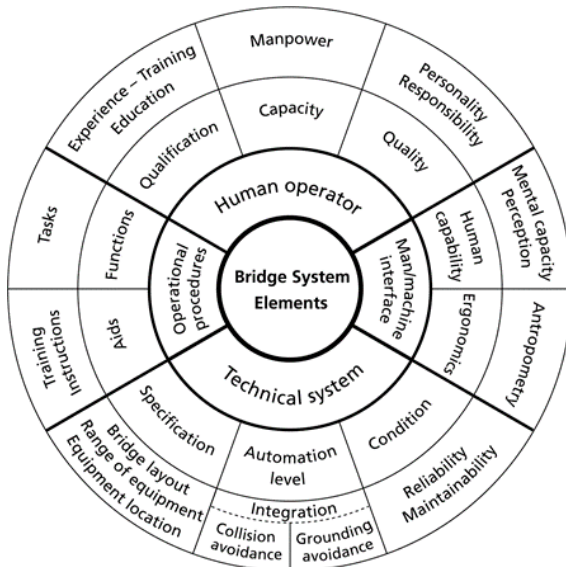
Σύμφωνα με τον Νορβηγικό νηογνώμονα, η γέφυρα του πλοίου θεωρείται σαν σύστημα, το οποίο περιλαμβάνει τέσσερα βασικά στοιχεία :

Το τεχνικό σύστημα (the technical system)

Συγκεντρώνει και παρουσιάζει πληροφορίες και επιτρέπει τον σωστό προσδιορισμό της πορείας και της ταχύτητας.

Ο ανθρώπινος παράγοντας (human operators)

Ο οποίος αξιολογεί τις διαθέσιμες πληροφορίες, και αποφασίζει για τις δράσεις που πρέπει να αναληφθούν για την εκτέλεση των αποφάσεων.



³ N.Nikitakos, G.L.Georgoulis,2010

⁴ American Bureau of Shipping 2018

Η διεπαφή ανθρώπου-μηχανής (human-machine interface) η οποία διασφαλίζει ότι το τεχνικό σύστημα σχεδιάζεται λαμβάνοντας κατά κύριο λόγο υπόψη τις ανθρωπογενείς ικανότητες.

| | |
|--|--|
| <p>Διασύνδεση με λειτουργίες καταστρώματος Αγκυροβολία, πετρέλευση, αποθήκευση φορτίου (πλάνο φόρτωσης, στοιβασίας κλπ.) Χειρισμός φορτίου Άμεση επαφή με την στεριά Πρόσδεση/απόδεση. Χειρισμός γραμμών Συντήρηση Επιβίβαση / αποβίβαση πιλότου Κατέβασμα λέμβων Λειτουργίες ρυμούλκησης</p> <p>Πλοήγηση – έλεγχος σκάφους Κατάπλους / απόπλους Οπτική επιτήρηση περιοχής Ακουστική επιτήρηση Παρακολούθηση θάλασσας (κατάσταση, παλίρροια, ρεύματα, συνθήκες βυθού, θερμοκρασίες κλπ.) Εσωτερικές επικοινωνίες Εξωτερικές επικοινωνίες Αποφυγή συγκρούσεων, δυσκολίες πλοήγησης Παρακολούθηση κυκλοφορίας Έλεγχος τιμονιού (Helm) Επιδόσεις σκάφους/Σταθμός συντήρησης Ελιγμοί σε πυκνή κυκλοφορία Διαχείριση έρματος Σήματα και φώτα κυκλοφορίας Καθορισμός θέσης Τήρηση πλάνου ταξιδιού (Voyage plan) Παρακολούθηση καιρικών συνθηκών</p> <p>Επιτήρηση εργασιών συντήρησης Ζωτικά συστήματα Πρώθηση Σκάφος Προγραμματισμός, διαθεσιμότητα εξοπλισμού Καλιμπράρισμα GPS, LORAN,</p> | <p>Διάφορα/ειδικές λειτουργίες Ακραίες καιρικές συνθήκες Φωτιές μικρές και μεγάλες Διαχείριση έρματος Σύγκρουση/προσάραξη/αποκλεισμός Εσωτερική ασφάλεια Απώλεια πρόωσης / διεύθυνσης Έρευνα και διάσωση/άνθρωπος στη θάλασσα Ασφάλεια πλοίου Διαρροές καυσίμων / Κίνδυνοι περιβάλλοντος Γέφυρα - Υπηρεσία καθαριότητας Υγειονομικά Δομική συντήρηση</p> <p>Εκτέλεση λειτουργιών που σχετίζονται με μη επιτηρούμενους χώρους μηχανοστασίου: Παρακολούθηση / έλεγχος συστημάτων πρόωσης (λειτουργία, εκκίνηση, έκτακτη διακοπή λειτουργίας, σύστημα καυσίμου, συστήματα λιπαντικών, σύστημα ψύξης, συνθήκες συναγερμού) Μηχανισμός διεύθυνσης (Steering Gear) Παρακολούθηση ηλεκτρικών συστημάτων Κύριος έλεγχος πυρκαγιάς Ενεργοποίηση καταστολής πυρκαγιάς Παρακολούθηση και διαχείριση λυμάτων Παρακολούθηση και έλεγχος της ρύπανσης</p> <p>Διοίκηση/διαχείριση Είσοδος σε λιμάνια Διατήρηση ημερολογίου Μετεωρολογικές υπηρεσίες Ωκεανογραφικές υπηρεσίες Υγειονομική περίθαλψη στο πλοίο Οικονομικά / Μισθοδοσία Χρονοδιάγραμμα, βάρδιες/ώρες ανάπαυσης Αξιολόγηση πληρώματος - ικανότητα Επιθεωρήσεις εντός του λιμένα (P & I, ελεγκτές, τελωνεία, μετανάστευση, προσωπικό συντήρησης, προμηθευτές, επιθεωρητές ελέγχου, έλεγχος του κράτους λιμένα, αρχεία καταγραφής λιμένων κλπ.) Εφοδιαστική αλυσίδα Ζητήματα προσωπικού (STCW, κλπ.)</p> |
|--|--|

Πίνακας 1. Λειτουργίες και ευθύνες στην γέφυρα του πλοίου. Πηγή : American Bureau of Shipping. Ergonomic Design of Navigation Bridges.

Τις διαδικασίες (the procedures) που εξασφαλίζουν ότι το σύστημα γέφυρας λειτουργεί ικανοποιητικά υπό διαφορετικές συνθήκες λειτουργίας⁵.

Να σημειωθεί ότι, από τις εργασίες που αναφέρονται στον πίνακα 1, δεν αφορούν όλες την κύρια αποστολή της γέφυρας.

Συμπεριλαμβάνονται όμως, με το σκεπτικό ότι το προσωπικό της γέφυρας (βάρδιες), πρέπει να γνωρίζει άριστα αυτές τις εργασίες. Οι απαιτήσεις εργασίας του προσωπικού της γέφυρας εκτείνονται πέραν εκείνων που σχετίζονται άμεσα με την πλοήγηση και τη ναυτιλία και οι απαιτήσεις εργασίας πιθανόν να αλλάξουν κατά τη διάρκεια του κύκλου ζωής ενός πλοίου.

Στο⁶ μέτρο του δυνατού, ο σχεδιασμός της γέφυρας πλοήγησης πρέπει να προβλέπει και να διευκολύνει την προγραμματισμένη ή απροσδόκητη αλλαγή και ανάπτυξη της λειτουργικότητας της γέφυρας από άποψη:

- i) Συστήματα συναγεμού και αναγγελιών
- ii) Γενικός χώρος που διατίθεται σε λειτουργικές περιοχές
- iii) Πιθανές αλλαγές στο ανθρώπινο δυναμικό γέφυρας
- iv) Σχεδιασμός συστημάτων επικοινωνιών
- v) Σχεδιασμός υπολογιστικών συστημάτων
- vi) Άτομα με φόρτο εργασίας και προσωπικό γεφύρωσης.

1.2 Η Χωροταξία της Γέφυρας

Η⁷ σύμβαση SOLAS στις διαδοχικές της μορφές θεωρείται γενικά ως η σημαντικότερη από όλες τις διεθνείς συνθήκες σχετικά με την ασφάλεια και την λειτουργικότητα των εμπορικών πλοίων. Από τους κύριους στόχους της σύμβασης SOLAS, είναι να καθοριστούν τα ελάχιστα πρότυπα για την κατασκευή, τον εξοπλισμό και τη λειτουργία των πλοίων, συμβατά με την ασφάλειά τους.

Τα κράτη σημαίας είναι υπεύθυνα για τη διασφάλιση της συμμόρφωσης των πλοίων που φέρουν τη σημαία τους με τις απαιτήσεις της σύμβασης.

Οι χώροι εργασίας και ο τεχνολογικός εξοπλισμός της γέφυρας όπου σύμφωνα με (ABS, Rulefinder Version 9.20 2013) πρέπει να διαθέτει:

Χώρο πλοήγησης και πραγματοποίησης ελιγμών: Είναι ο χώρος στον οποίο ο καπετάνιος ή ο αξιωματικός φυλακής διεκπεραιώνει όλες τις εργασίες που είναι σχετικές με την ταχύτητα και πορεία του πλοίου σε σχέση με την κίνηση στο λιμάνι και στην θάλασσα και τις

⁵ DNV rules for classification of ships 2010

⁶ American Bureau of Shipping 2018).

⁷ IMO, International Convention for the Safety of Life at Sea.1980

καιρικές συνθήκες. Ο εξοπλισμός σε αυτόν τον χώρο της γέφυρας πρέπει να επιτρέπει στον αξιωματικό φυλακής να :

- Αναλύει την κίνηση των πλοίων στην θάλασσα και στο λιμάνι.
- Ελέγχει την θέση την πορεία την διαδρομή την ταχύτητα τον προσανατολισμό την περιστροφή της προπέλας την γωνία του πηδαλίου το βάθος του πυθμένα την ταχύτητα στροφής και την ταχύτητα και πορεία του ανέμου.
- Αλλάζει ταχύτητα και κατεύθυνση.
- Διενεργεί εσωτερικές και εξωτερικές επικοινωνίες.
- Δίνει και να δέχεται ηχητικά σήματα.
- Ελέγχει τα φώτα πλοήγησης.
- Ελέγχει και να αναγνωρίζει τα σήματα κινδύνου και τις προειδοποιήσεις που αφορούν την πλοήγηση.
- Καταγράφει τα δεδομένα τα δεδομένα της πλοήγησης.

Ο εξοπλισμός και οι εγκαταστάσεις που χρησιμοποιούνται σε αυτόν τον χώρο είναι οι εξής :

- Ραντάρ
- Σύστημα απεικόνισης διόρθωσης θέσης
- Δείκτες ταχύτητας και απόστασης
- Οθόνη βυθομέτρου
- Γυροσκοπική πυξίδα
- Οθόνη μαγνητικής πυξίδας
- Δείκτες ταχύτητας και κατεύθυνσης ανέμου
- Αυτόματος πιλότος / χειροκίνητη πλοήγηση
- Δείκτες και σύστημα ελέγχου πηδαλιούχησης
- Δείκτες ποσοστού στροφής
- Δείκτες και σύστημα ελέγχου πορείας
- Δείκτες ελέγχου κύριας πρόωσης
- Παρακολούθηση συστήματος ασφαλείας και σύστημα χειροκίνητης έναρξης συστημάτων συναγερμού
- Σύστημα εσωτερικής επικοινωνίας
- Ραδιοτηλέφωνο VHF
- Δείκτες ώρας/χρόνου πλεύσης
- Κέντρο ελέγχου για καθαρή ορατότητα από παράθυρο
- Κέντρο ελέγχου φώτων πλοήγησης

- Έλεγχος φωτισμού γέφυρας
- Αυτόματα σύστημα ταυτότητας πλοίου (AIS)

Χώρος παρατήρησης : Είναι ο εξοπλισμός και ο χώρος από τον οποίο το γύρω περιβάλλον πρέπει να παρατηρείται μόνιμα από τον οπτήρα ναύτη και τα υπόλοιπα μέλη που εργάζονται στην γέφυρα. Ο χώρος είναι επίσης απαραίτητος για να παρέχεται βοήθεια στον πιλότο για να ασκηθούν τα καθήκοντα ομαλής πλοήγησης και παροχών συμβουλών στον πλοίαρχο.

Χώρος χειροκίνητου συστήματος διεύθυνσης : Είναι ο χώρος από τον οποίο, το πλοίο μπορεί να κατευθυνθεί από έναν πηδαλιούχο εάν απαιτείται από τον νόμο ή κρίνεται αναγκαίο λόγω σφάλματος ηλεκτρονικού εξοπλισμού.

Χώρος ελλιμενισμού(φτερά γέφυρας) : Ο χώρος αυτός πρέπει να επιτρέπει στον πιλότο και στον καπετάνιο να παρατηρούν όλες τις σχετικές εξωτερικές και εσωτερικές πληροφορίες και να δίνουν σωστές οδηγίες για τους ελιγμούς του πλοίου.

Χώρος τεκμηρίωσης και οργάνωσης ταξιδιού (chart room) : Είναι ο χώρος της γέφυρας όπου εξετάζονται ποιες εργασίες έχουν ολοκληρωθεί και προγραμματίζονται οι περαιτέρω εργασίες που αφορούν τον προγραμματισμό της διαδρομής και άλλες εργασίες του πλοίου. Σε αυτόν τον χώρο είναι διαθέσιμες οι απεικονίσεις ναυτικών χαρτών και πληροφορίες για τη διαδρομή του πλοίου, συστήματα για την διόρθωση της θέσης του πλοίου και δείκτες ώρας. Παρέχεται επίσης το σύστημα ECDIS και τραπέζια για την τοποθέτηση ναυτικών χαρτών.

Χώρος ασφάλειας : Στον χώρο αυτόν βρίσκονται οθόνες παρακολούθησης και λειτουργικά στοιχεία που είναι υπεύθυνα για την ασφάλεια του πλοίου.

Χώρος επικοινωνιών : Χώρος για την λειτουργία και για τον έλεγχο του εξοπλισμού επικοινωνιών κινδύνου και ασφάλειας (GMDSS) και γενικών επικοινωνιών.

Ένα⁸ συνηθισμένο πλοίο πρέπει να κινείται όλο το εικοσιτετράωρο μέσα σε διάφορα είδη υδάτων (ποτάμια, αβαθή, νερά με πυκνή κυκλοφορία), με τους περιορισμούς που του επιβάλλουν, με μεταβαλλόμενες καιρικές και θαλάσσιες συνθήκες. Η επικοινωνία πρέπει να διατηρείται κατά τη διάρκεια συνηθισμένων ταξιδιών, σε περιορισμένα ύδατα, σε καταστάσεις έκτακτης ανάγκης και σε επιχειρήσεις διάσωσης. Για την εκτέλεση αυτών των λειτουργιών παρέχονται διάφοροι εξοπλισμοί, όργανα και συσκευές.

Η γέφυρα του πλοίου λειτουργεί ως σταθμός ελέγχου και διοίκησης για όλο το πλοίο. Από εδώ μπορούμε να ελέγξουμε σχεδόν όλα τα μηχανήματα και τις συσκευές του πλοίου.

⁸ Fernandes R. 2010

Όλα τα συστήματα και ο εξοπλισμός πρέπει να πληρούν τα πρότυπα του IMO και πρέπει να εγκρίνονται από την αρμόδια ναυτική διοίκηση πριν από την εγκατάσταση στη γέφυρα. Ο ηλεκτρικός και ηλεκτρονικός εξοπλισμός εγκαθίσταται έτσι ώστε οι ηλεκτρομαγνητικές παρεμβολές να μην επηρεάζουν την καλή λειτουργία των συστημάτων και του εξοπλισμού πλοήγησης. Η ασφάλεια της ναυσιπλοΐας εξαρτάται από την ορθή, αποτελεσματική και έγκαιρη χρήση αυτών των βοηθημάτων. Όλα αυτά τα βοηθήματα πρέπει να ελέγχονται από καιρό σε καιρό για την απόδοση και την ακρίβειά τους. Πρέπει να καταγράφονται τα σφάλματα και οι αποκλίσεις και όλοι οι αξιωματικοί της γέφυρας πρέπει να είναι εξοικειωμένοι με τη χρήση τους.

Οι κύριες δραστηριότητες που πραγματοποιούνται στη γέφυρα μπορούν να ομαδοποιηθούν σε γενικές γραμμές ως εξής:

- Παρατήρηση και αποφυγή σύγκρουσης.
- Έλεγχος της ταχύτητας και της κατεύθυνσης του πλοίου.
- Πλοήγηση και καθορισμός θέσης.
- Παρακολούθηση της κατάστασης του καιρού και της θάλασσας
- Επικοινωνία - εξωτερική και εσωτερική

Σημείωση : Στο⁹ όχι πολύ μακρινό παρελθόν, το κύριο πρόβλημα του αξιωματικού της γέφυρας ήταν η έλλειψη πληροφοριών, το παρόν αφορά μια πληθώρα πληροφοριών. Σήμερα το πρόβλημα είναι να χωνέψει και να κατανοήσει έγκαιρα τον όγκο των διαθέσιμων πληροφοριών. Η πρόκληση του παρόντος είναι η πλήρης εκμετάλλευση της πληροφορίας .

Στα κεφάλαια που ακολουθούν, γίνεται προσπάθεια παρουσίασης και ιστορικής διαδρομής του εξοπλισμού της γέφυρας, ταξινομημένου σύμφωνα με τα όσα αναφέρονται στο κεφάλαιο 1.2 (Η χωροταξία της γέφυρας). Θα παρουσιαστούν μόνο τα σημαντικότερα όργανα, διότι όπως φαίνεται στο παράρτημα , ο κατάλογος του εξοπλισμού της γέφυρας είναι ατελείωτος.

Είναι επίσης προφανές ότι το αντικείμενο της εργασίας που αφορά στον εξοπλισμό της γέφυρας και τα καθήκοντα των αξιωματικών θα επικεντρωθεί στους χώρους πλοήγησης και πραγματοποίησης ελιγμών, τεκμηρίωσης και οργάνωσης ταξιδιού και στον χώρο επικοινωνιών.

Η παρουσίαση είναι κυρίως περιγραφική, που αναφέρεται στην αποστολή και χρησιμότητα του κάθε οργάνου, εμπλουτισμένη με την ιστορική του διαδρομή και ορισμένα τεχνολογικά στοιχεία.

⁹ Thomas Porathe 2012

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΑΠΟ ΤΑ ΜΟΝΟΞΥΛΑ ΣΤΟΥΣ ΓΙΓΑΝΤΕΣ ΤΩΝ ΘΑΛΑΣΣΩΝ

Τα¹⁰ πρώτα πλοία υποθέτουμε ότι επινοήθηκαν όταν οι άνθρωποι χρησιμοποίησαν τους πρώτους κορμούς δέντρων, οι οποίοι βρέθηκαν να πλέουν στην επιφάνεια των υδάτων. Ο άνθρωπος την εποχή εκείνη δε θα είχε απωλέσει ακόμη το ένστικτο της φυσικής πλεύσης του στο νερό. Όταν βρέθηκε κοντά σε κορμό που επέπλεε, αναρριχήθηκε σ' αυτόν, ώθησε το νερό με τα χέρια του και έτσι πέτυχε να κατευθύνει τον κορμό και να τον μετατρέψει σε "πλοίο". Με κλαδιά ή κορμούς δέντρων δεμένους μαζί, έφτιαξε ο άνθρωπος σχεδίες που κουβαλούσαν όχι ένα ή δύο αλλά πολλούς ανθρώπους μαζί. Με τη φωτιά και με το τσεκούρι έμαθε να κάνει κοίλα ανοίγματα στους κορμούς έτσι, ώστε να κάθετα μέσα και να μη βρέχεται και να κωπηλατεί με ευκολία. Κάποιο, τυχαίο ίσως, γεγονός έδωσε την αφορμή στον άνθρωπο να καταλάβει την αξία των πανιών στο χοντροκομμένο εκείνο πλεύμενό του. Κοντά στα κουπιά που τα κουνούσε με τα χέρια του κι έσπρωχνε προς την κατεύθυνση που ήθελε το πλεύμενο του, είχε τώρα και τα πανιά που φούσκωνε ο άνεμος και το έκανε να γλιστρά πάνω στην επιφάνεια των νερών. Για να λάβει η σχεδία τη μορφή της "διήρους" και της "τριήρους" πέρασαν πολλές εκατονταετίες.

Δεν μπορούμε να προσδιορίσουμε πότε ο άνθρωπος ξανοίχτηκε πάνω στο υγρό στοιχείο και από πότε πραγματοποιήθηκαν ταξίδια ανοιχτής θαλάσσης. Οι ειδικοί αναφέρουν χρονολογίες όπως 200.000 χρόνια από σήμερα για τον διάπλου των στενών του Γιβραλτάρ και ακόμα πιο πρώιμες χρονολογίες για τα στενά του Μπέρινγκ και ταξίδια ανάμεσα σε διάφορα νησιωτικά συμπλέγματα του Ειρηνικού και του Ατλαντικού ωκεανού. Αφήνοντας όμως αυτές τις πολύ μακρινές χρονολογίες, μπορούμε με βεβαιότητα να πούμε, ότι το αρχαιότερο ταξίδι ανοιχτής θαλάσσης στον κόσμο, για το οποίο έχουμε τεκμηριωμένη μαρτυρία, έγινε στο Αιγαίο και αφορά κάποια μεταφορά οψιδιανού από τη Μήλο στο σπήλαιο Φράχθι της Αργολίδας 11.000 χρόνια από σήμερα. Είτε το ταξίδι έγινε απευθείας από τις Κυκλάδες στην Πελοπόννησο, είτε οι μακρινοί θαλασσοπόροι των μεσολιθικών χρόνων ακολούθησαν τον συντομότερο θαλάσσιο δρόμο, που από τη Μήλο οδηγεί στην Λαυρεωτική, πρόκειται για ένα επίτευγμα της πρώιμης ναυσιπλοΐας, μια και τα πρωτόγονα λίθινα εργαλεία που διέθεταν τότε δεν επέτρεπαν την κατασκευή κάποιου πολύπλοκου ναυπηγήματος.

Δεν θα μάθουμε ποτέ εάν ο οψιδιανός που βρέθηκε στο μεσολιθικό στρώμα της ανασκαφής του σπηλαίου Φράχθι μεταφέρθηκε με μονόξυλα, με ξύλινες σχεδίες ή με παπυρένιες σχεδίες. Δεν είναι περίεργο ότι το Αιγαίο και πιο συγκεκριμένα οι Κυκλάδες, είναι η περιοχή όπου έγιναν πρώιμες προσπάθειες ταξιδιών ανοιχτής θαλάσσης. Η θάλασσα αυτή, κατάσπαρτη με νησιά και βραχονησίδες, διαθέτει μια εκτεταμένη ακτογραμμή όπου εναλλάσσονται τα ακρωτήρια με τους

¹⁰ Τζάλας Χάρης 2003

κόλπους, και σ' αυτό το περιβάλλον μπορεί ο ναυτικός να έχει συνεχώς τη σιγουριά ότι βλέπει κάποια στεριά στον ορίζοντα. Αν προσθέσουμε τις ήπιες κλιματολογικές συνθήκες, τη διαύγεια της ατμόσφαιρας για μεγάλα διαστήματα, θα κατανοήσουμε ότι αυτά τα στοιχεία ενθάρρυναν τους κατοίκους του νότιου τμήματος της χερσονήσου του Αίμου που από τη 2η χιλιετία π.Χ. είναι οι Έλληνες ικανοποιώντας την περιέργεια τους, και την δίψα να πάνε παραπέρα.

2.1 Προϊστορικοί Χρόνοι

Δεν υπάρχει σήμερα εικόνα ενός αληθινά πρωτόγονου σκάφους. Η παλαιότερες γνωστές εικόνες είναι σκαλίσματα σε πέτρες ή σχέδια σε κεραμικά. Μόνο υποθέσεις μπορούν να γίνουν όσον αφορά την αρχική τους μορφή. Μπορούμε ευκολότερα να υποθέσουμε πως είναι τα σκάφη σήμερα σε λιγότερο εξελιγμένες περιοχές του πλανήτη μας. Αφρικανοί εξακολουθούν να δένουν κορμούς δένδρων μεταξύ τους για να σχηματίσουν σχεδίες σε λίμνες και ποταμούς. Στην Νότια Αμερική ταξιδεύουν ακόμη με κορμούς σκαλισμένους με πρωτόγονα μέσα ή ξεκουφισμένους με φωτιά. Η πλέον παλιές εικόνες σκαφών που έχουμε τα δείχνουν σε μια σχετικά εξελιγμένη μορφή τους. Χρονολογούνται πριν 6000 χρόνια και έχουν μεσολαβήσει πολλές χιλιάδες χρόνια πριν εξελιχθούν όπως δείχνουν στις εικόνες αυτές. Τα σκαλίσματα σε πέτρες και τα σχέδια σε κεραμικά είναι οι παλαιότερες εικόνες που έχουμε και προέρχονται από την κοιλάδα του Νείλου. Δείχνουν γενικά ένα μακρύ στενό σκάφος με τιμόνι κουπί στην πρύμη και κωπηλάτες στο μέσο. Τα περισσότερα φτιαγμένα με πάπυρο αφού το ξύλο ήταν σπάνιο στην περιοχή του Νείλου. Υπάρχουν βέβαια και σκάφη κατασκευασμένα με κοντά σανίδια δεμένα με κομμάτια σχοινιού μεταξύ τους.

Ας μεταφερθούμε τώρα στο αντικείμενο της μελέτης μας και με το σκεπτικό ότι γέφυρα θεωρούμε τον χώρο από όπου γίνεται η διακυβέρνηση του πλοίου. Όσον αφορά τα πρώτα προϊστορικά ναυπηγήματα, τα μονόξυλα και τις σχεδίες, αβίαστα μπορούμε να συμπεράνουμε ότι ο χώρος διακυβέρνησης είναι το σημείο όπου στεκόταν ο προϊστορικός κωπηλάτης πάνω στο ναυπήγημα και τίποτε περισσότερο. Έχουμε λοιπόν μια πρώτη εποπτική εικόνα της πρώτης γέφυρας, όπου ο πλοίαρχος ήταν ταυτόχρονα και πηδαλιούχος και ναύτης και μηχανικός μέχρι και μηχανή, διότι κινητήριος δύναμη αυτών των σκαφών ήταν η μυϊκή δύναμη του επιβαίνοντος.



Εικόνα 4. Προϊστορικό μονόξυλο



Ξύλινη σχεδία



Προϊστορική λάρνακα

Στην προϊστορική Ελλάδα και σύμφωνα με τον Απολλόδωρο, αρχικά οι άνθρωποι χρησιμοποιούσαν ως πλεούμενα τις λάρνακες και μια τέτοια λάρνακα χρησιμοποίησε ο

Δευκαλίωνα, ο πατέρας του Έλληνα, για να διασωθεί με τη γυναίκα του Πύρρα από τον κατακλυσμό.(*Δευκαλίων δε εν τη λάρνακι δια της θαλάσσης φερόμενος εφ ημέρας εννέα και νύκτας τας ίσας τω Παρνασώ προσίσχει, κακεί των όμβρων παύλαν λαβόντων εκβάς θύει Δίί φυξίω.*)

2.2 Από τους Κόντορους στα Ιστιά

Τα πρώτα¹¹ τα πλοία ήταν μόνο με κουπιά και επειδή αρχικά δε τα λέγαμε κουπιά, αλλά κόντορους (από το κοντάρι = το κουπί, αλλά και κάθε μακρύ ξύλο κ.α.), γι' αυτό και τα πλοία αρχικά λέγονταν κόντοροι, που ανάλογα με την ποσότητα των κουπιών τα πλοία λέγονταν π.χ. τριαντακόντοροι (= με 30 κουπιά) ή πεντηκόντοροι (= με 50 κουπιά κ.τ.λ.) κ.α. Μάλιστα σύμφωνα με τον Απολλόδωρο η πρώτη πεντηκόντορος ναύς (= το πλοίο με 50 κουπιά) που κατασκευάστηκε ήταν η Αργώ, το πλοίο των Αργοναυτών, την οποία κατασκεύασε από ξύλο φηγός (= ή δρυς, ή βελανιδιά) της Δωδώνης ο Άργος απ' όπου πήρε και το όνομά της: << *επί τούτο πεμπόμενος Ιάσων Αργον παρεκάλεσε τον Φρίξου, κακείνος Αθηνάς υποθεμένης πεντηκόντορον ναύν κατεσκεύασε την προσαγορευθείσαν από του κατασκευάσαντος Αργώ κατα δε την πρώραν ενήρμοσεν Αθηνά φωνήεν φηγού της Δωδωνίδος ξύλον. ως δε η ναύς κατεσκευάσθη, χρωμένω ο θεός αυτώ πλειν επέτρεψε συναθροίσαντι τούς άριστους της Ελλάδος.* (Απολλόδωρος Α 9,16)>>

Μετά επινοήθηκαν τα πλοία με πανιά (ιστία), που, σύμφωνα με τον Πausανία (Βοιωτικά 11), ο Δαίδαλος ήταν εκείνος που τα ανακάλυψε προκειμένου να αποφύγει το πολεμικό ναυτικό του Μίνωα που μέχρι τότε ήταν χωρίς πανιά. Πέρα όμως από την μυθολογία, το κατάρτι και το πανί χρησιμοποιήθηκαν από τα αρχαιότερα χρόνια στα θαλάσσια σκάφη που κατασκεύασε ο άνθρωπος. Όμως μέχρι και τις αρχές του 15ου αιώνα μ.Χ. το βασικότερο μέσο πρόωσης ήταν το κουπί και όχι ο άνεμος. Οι ναυτικοί ιστορικοί δεν αναγνωρίζουν ούτε την αθηναϊκή τριήρη, αλλά ούτε και τη ρωμαϊκή γαλέρα ως ιστιοφόρα, αφού επρόκειτο για πλοία με βασική κινητήρια δύναμη τα κουπιά. Το ίδιο ισχύει και για τα σκάφη της βυζαντινής και της πρώιμης ενετικής περιόδου. Ο όρος ιστιοφόρο γεννήθηκε από τη στιγμή που τα πλοία μπόρεσαν να κινηθούν πλέοντας και με αντίθετο άνεμο. Από τον 14ο και κυρίως τον 15ο αιώνα έκαναν την εμφάνισή τους τα πανιά λατίνια, με τα οποία εξελίχθηκαν οι ενετικές γαλέρες, ενώ στην Ολλανδία, την Ισπανία και την Πορτογαλία κατασκευάστηκαν τα πρώτα αργοκίνητα ιστιοφόρα σκάφη, οι καράκες, τα γαλιόνια και οι караβέλες, που χρησιμοποιήθηκαν για τις μεγάλες εξερευνήσεις.

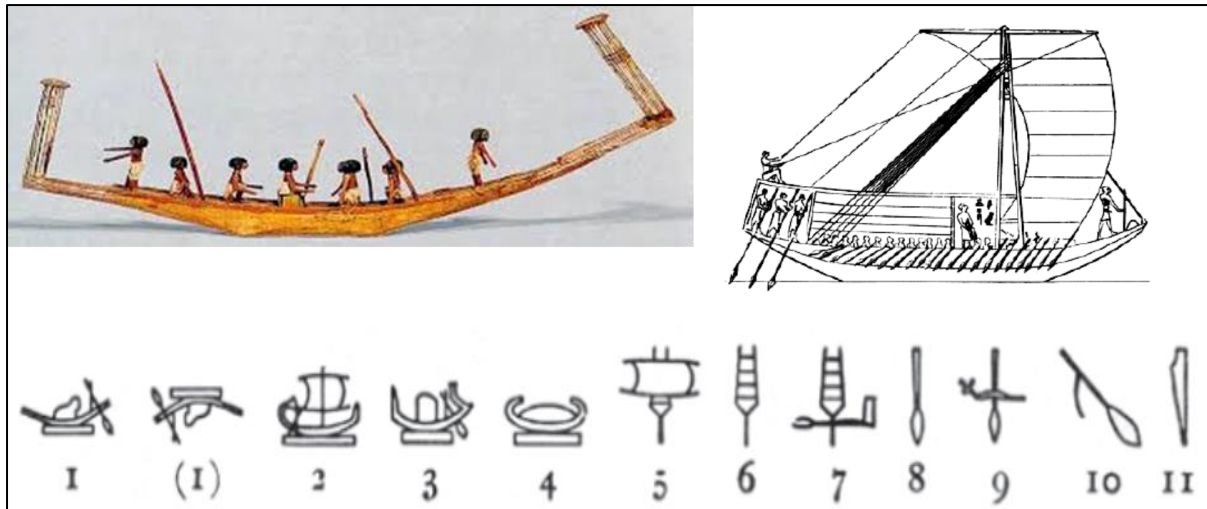
2.2.1 Αίγυπτος

Είναι¹² γνωστό ότι από το 6000 π.Χ. και εξής άρχισαν να ναυπηγούνται μεγάλα πλοία στην Ανατολική Μεσόγειο. Οι Αιγύπτιοι κατασκεύαζαν πλοία από καλάμια, των οποίων τα άκρα

¹¹ Κρασανάκης Γ. Αδαμάντιος 2008

¹² http://gym-falan.lar.sch.gr/works/year_2004-5/b-08-09/ancient.htm

έστρεφαν προς τα επάνω, ώστε να παίρνουν την μορφή της πλώρης και της πρύμνης. Το πιο παλιό πλοίο κατά πολύ μεγαλύτερο από μια βάρκα για το οποίο έχουμε αληθινή γνώση είναι το πλοίο κηδειών του Φαραώ Κρέοπα που έχτισε την περίφημη πυραμίδα της Γκίζας και πιστεύεται πως έζησε το 2600 π.Χ. Είναι ξύλινο κατασκευασμένο από 600 ξεχωριστά κομμάτια ξύλου και σημαντικά μεγαλύτερο από κάθε άλλο πλοίο της εποχής του (40.5 μ. μήκος και 7.9 μ. πλάτος). Οι κωπηλάτες χρησιμοποιούσαν τώρα κουπιά στηριγμένα στο σκάφος κι όχι σαν κανό που γινόταν πρην. Ανακάλυψαν την μεγαλύτερη απόδοση της χρησιμοποίησης υπομοχλίου.



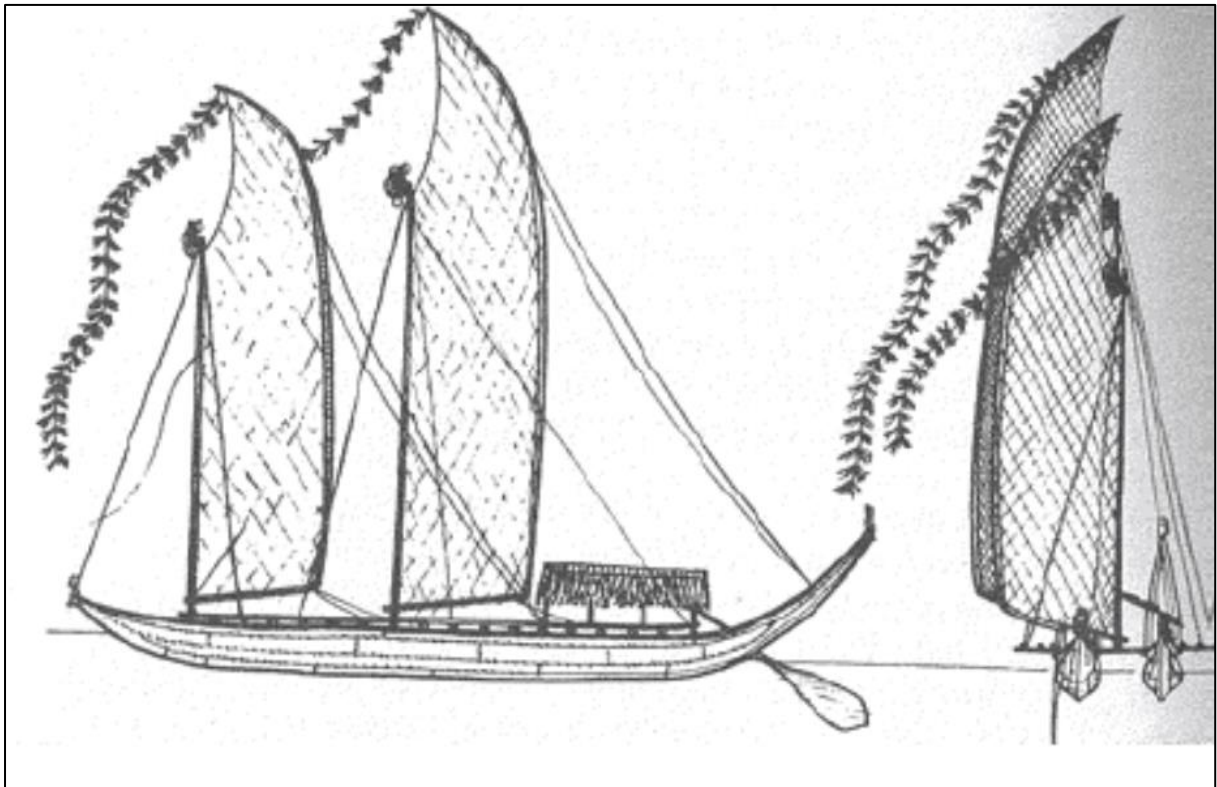
Εικόνα 5. Αρχαία Αιγυπτιακά πλοία και ιερογλυφικά που περιγράφουν πλοία, πανιά κουπιά και σχοινιά

Τα Αιγυπτιακά σκάφη έφεραν ένα τετράγωνο πανί σε ένα δίποδο στήριγμα που μπορούσε να χαμηλώσει όταν οι κωπηλάτες αναλάμβαναν. Ο ιστορικός Ηρόδοτος αναφέρει «Τὰ δὲ δὴ πλοῖα σφι τοῖσι φορτηγέουσι ἐστὶ ἐκ τῆς ἀκάνθης ποιούμενα, τῆς ἢ μορφή μὲν ἐστὶ ὁμοιοτάτη τῷ Κυρηναίῳ λωτῷ, τὸ δὲ δάκρυον κόμμι ἐστὶ ἐκ ταύτης ὧν τῆς ἀκάνθης κοψάμενοι ξύλα ὅσον τε διπήχεα πλινθηδὸν συντιθεῖσι, ναυπηγέμενοι τρόπον τοιόνδε»

Από το γεγονός ότι το δίποδο τοποθετείτο αρκετά μπρος συμπεραίνεται πως χρησιμοποιείτο με ούριους ανέμους παρ' ὅλο που σκότες δεμένες στα άκρα του πανιού, όπως δείχνουν παλαιότερες εικόνες σε βράχο και κεραμικά μπορούσαν να στρίψουν το πανί και να το ρυθμίσουν σε πλάγιους και εγγύς ανέμους. Ανέμους δηλαδή που έρχονταν από την μάσκα, το μπρος μέρος του σκάφους. Δεν υπήρχαν ακόμη νομείς που να ανεβαίνουν σαν πλευρά από την καρίνα που να στηρίζουν το πέτσωμα της γάστρας ούτε δοκάρια καταστρώματος να στηρίζουν το πέτσωμα του. Κατά μήκος στήριξη γινόταν από ένα μεγάλο σχοινί που τεντωνόταν με ένα μαδέρι με στρίψιμό όπως λειτουργεί το Ισπανικό βαρούλκο. Κατά πλάτος στήριξη γινόταν με δύο μεγάλα σχοινιά τεντωμένα γύρω από το πάνω τμήμα της γάστρας και δεμένα μεταξύ τους με ένα μικρότερο σχοινί περασμένο ζικ-ζακ. **Και στις δύο παραπάνω απεικονίσεις, παρατηρούμε ότι δεν υπάρχει ενιαίος χώρος διακυβέρνησης του πλοίου, αλλά ο προϊστορικός πλοίαρχος ευρίσκεται κάπου στο μέσον, υψηλότερα από τους κωπηλάτες και τα «χειριστήρια» στρέψης (κουπιά και πανιά) στην πρύμη του πλοίου.**

2.2.2 Πολυνησία και Μικρονησία

Αιώνες πριν από τα ταξίδια του Χριστόφορου Κολόμβου στον Ατλαντικό Ωκεανό, οι Πολυνήσιοι θαλασσοπόροι ταξίδευαν χιλιάδες χιλιόμετρα στον Ειρηνικό Ωκεανό με ξύλινα κανό, διαπλέοντας τα νησιά του πολυνησιακού τριγώνου. Οι αρχαίοι Πολυνήσιοι είχαν θαυμαστές κατασκευαστικές και πλοηγικές ικανότητες και έχουν μείνει διάσημα στην ιστορία τα ξύλινα σκάφη τους με την διπλή γάστρα που την εποχή αυτή θεωρούνταν τεχνολογία εξαιρετικά υψηλού επιπέδου. Η¹³ ναυσιπλοΐα εκτελείτο αποκλειστικά με πανιά και μπορούσαν να ταξιδεύουν στη θάλασσα επί μέρες, στο άγνωστο, έχοντας την ασφάλεια ότι αν δεν έβρισκαν τίποτα, μπορούσαν να επιστρέψουν στον τόπο τους. Ένα από τα χαρίσματα των Πολυνησίων ήταν ότι μπορούσαν να



Εικόνα 6. Πολυνησιακό κανό

"διαβάζουν" την επιφάνεια της θάλασσας, και να καταλαβαίνουν, ανάλογα με την μορφή του κύματος, το χρώμα του νερού και το βάθος πόσο κοντά ή πόσο μακριά είναι από κάποια στεριά. Σημαντικό¹⁴ ρόλο στον προσανατολισμό στους ωκεανούς έπαιξαν και τα θαλάσσια ρεύματα. Από τη στιγμή που θα μπει κάποιος μέσα σε αυτά μπορεί να ταξιδέψει πολλές χιλιάδες ναυτικά μίλια, ακολουθώντας πάντα την ίδια πορεία. Το χάρισμα όμως αυτό δεν θα μπορούσαν να το έχουν όλοι οι Πολυνήσιοι, παρά μόνο κάποια χαρισματικά άτομα μεταξύ αυτών. **Γι' αυτό στα σκάφη τους έχουν προβλέψει και έναν σκεπαστό χώρο, μια προϊστορική γέφυρα, που κατά πάσα**

¹³ <https://www.newsbeast.gr/world/arthro/640650/oi-atromittoi-nautikoi-tis-arhais-polunisiias>

¹⁴ Dimacali Timothy 2018

Λιμάνι στη Σιδονία. Είχε δύο ιστούς - ή πιθανόν ένα ιστό και ένα υψηλής κλίσης μαστούνη στην πλώρη - το κάθε ένα έφερε ένα πανί δεμένο σε ένα πίκι, το μπροστινό πανί πολύ όμοιο με το πανί



πλώρης τοποθετείτο κάτω από το μαστούνη και χρησιμοποιήθηκε από τα ιστιοφόρα μέχρι και τον 17ο μ.Χ. αιώνα. Τα δύο πίκια μπορούσαν να στρίψουν στον άνεμο και δεν υπάρχει φανερή θέση για κωπηλάτες. Φαίνεται λίγο απίθανο σε εκείνη την εποχή να έχει κατασκευασθεί οποιοδήποτε πλοίο αποκλειστικά για ιστιοφόρο,

Εικόνα 8.Τυπικό Φοινικικό πλοίο

όμως η διπλού ιστού αρματωσιά όπως φαίνεται στην χαρακτηριστική δεν το κάνει εντελώς απίθανο. Έτσι λοιπόν στον χώρο του deck που υπήρχαν τα δύο κουπιά-τιμόνια, προστέθηκαν ακόμη δύο χειριστήρια πλοήγησης, στην **προϊστορική γέφυρα**.

Η επόμενη προσφορά των Φοινίκων στην οργάνωση της διακυβέρνησης του πλοίου, οφείλεται στο γεγονός ότι η ναυσιπλοΐα που διεξήγαγαν αυτοί οι προϊστορικοί θαλασσοπόροι ήταν αποκλειστικά ακτοπλοϊκή, δεν είχαν την τόλμη των συναδέλφων τους από την Πολυνησία. Τότε λίγα σκάφη τολμούσαν να φύγουν μακριά από τις ακτές και να χάσουν την θέα της. Ακολουθούσαν την ακτογραμμή την ημέρα και αγκυροβολούσαν την νύκτα. Τότε στο τυπικό Φοινικικό **hippo** με τον μονό κεντρικό ιστό και τετράγωνο πανί και τα 12 με 15 κουπιά στην κάθε πλευρά που χρησιμοποιήθηκε στα μακρινά ταξίδια στις Καναρίους νήσους και στα νότια της Βρετανίας, τοποθετήθηκε παρατηρητήριο στον ιστό απαραίτητο για την οπτική επαφή με τις ακτές. Έχουμε λοιπόν ιστορική καταγραφή του πρώτου **οπτήρα** της ιστορίας.

2.2.4 Μινωικό και Κυκλαδίτικο Ναυτικό

Για ένα διάστημα η Φοινικική παράδοση συνεχίστηκε από την Carthage, μία πόλη-κράτος αποικία ανθρώπων από την Levant. Όμως οι αληθινοί κληρονόμοι της Φοινικικής θαλασσοκρατορίας ήταν οι Έλληνες των οποίων η θαλασσινή κυριαρχία στην Μεσόγειο ήταν έτοιμη να αρχίσει. Για ένα μεγάλο διάστημα δεν έκαναν τίποτε περισσότερο από το να ακολουθούν πιστά τις Φοινικικές μεθόδους και στο εμπόριο και στην σχεδίαση των πλοίων, παρόλο που δεν βγήκαν από την Μεσόγειο εκτός της Μαύρης Θάλασσας. Μόνο αργότερα στην ιστορία τους αποδείχθηκαν ότι είναι ακόμα καλύτεροι ναυτικοί από τους Φοίνικες.

Οι¹⁵ Κυκλαδίτες ναυπήγησαν τα πρώτα πραγματικά σκάφη στην ανθρώπινη ιστορία, αυτά που διέθεταν τρόπια, δλδ. καρίνα. Τα «τηγανόσχημα» σκεύη της Σύρου και αρκετά πήλινα

¹⁵ <http://hartis.org/blog/the-bronze-age-and-the-sophisticated-ships-of-the-minoans-el>

ομοιώματα μας επιτρέπουν να αποκαταστήσουμε σήμερα την μορφή τους. Ένας μεγάλος αριθμός σφραγίδων και δαχτυλιδιών, ιερού χαρακτήρα, από τη 2η χιλιετία π.Χ., καθώς και πλήηνα ομοιώματα πλοίων και τοιχογραφίες από την Κρήτη, ενισχύουν τη θεωρία της μινωικής θαλασσοκρατορίας. Τα καράβια που παριστάνονται δεν μπορούν σε καμία περίπτωση να χαρακτηριστούν ως πρωτόγονα αλλά, είναι το αποτέλεσμα μίας μακράς εξέλιξης που κορυφώνεται στα μέσα της 2ης π.Χ. χιλιετίας με την παράσταση του αποκαλούμενου «στόλου» στη Δυτική Οικία των τοιχογραφιών της Σαντορίνης, που χρονολογείται περίπου στο 1500 π.Χ. Πλοία αποκλειστικά κωπήλατα με ευθείες γραμμές, στενά και χαμηλά κατασκευασμένα από ξύλο που υπήρχε σε αφθονία στο Αιγαίο εκείνης της εποχής. Το ένα άκρο ήταν χαμηλό και ογκώδες ενώ το άλλο λεπτό και υπερυψωμένο. Υπάρχει διχογνωμία από τους ειδικούς για το ποιο από τα δύο άκρα ήταν η πλήρη και ποιο η πρύμη. Η άποψη που έχει επικρατήσει είναι ότι το λεπτό και υπερυψωμένο άκρο είναι η πλήρη σχεδιασμένο με τέτοιο τρόπο για να σκίζει τα ψηλά κύματα του Αιγαίου και να δίνει στο σκάφος σταθερότητα και ταχύτητα.



Εικόνα 9. Το καλύτερα διατηρημένο πλοίο της τοιχογραφίας της Θήρας

Προς το τέλος της Μινωικής περιόδου, τα ευρήματα του Κύνου, στην Κεντρική Ελλάδα (1.220 π.Χ.), επιβεβαιώνουν για πρώτη φορά τη διαφοροποίηση μεταξύ του εμπορικού και του πολεμικού πλοίου. Πριν από αυτή την περίοδο φαίνεται ότι τα εμπορικά πλοία χρησιμοποιούνταν, όταν ήταν απαραίτητο, και στον πόλεμο. Τα πλοία των ομηρικών επών πιθανότατα έμοιαζαν με τα πλοία που απεικονίζονται στα κεραμικά όστρακα που ανακαλύφθηκαν στη θέση του Κύνου (κοντά στην Αταλάντη στις αιγαιακές ακτές της Κεντρικής Ελλάδας).

Σε αυτό το σημείο πρέπει να σταθούμε προσεκτικότερα και να παρατηρήσουμε την εικόνα 9. Είναι πασιφανές ότι οι αρχαίοι μας πρόγονοι, είναι οι πρώτοι οι οποίοι πρόβλεψαν σκεπαστό και περικλειστό χώρο στην πρύμη του πλοίου. **Η λογική, μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι ο σκεπαστός αυτός χώρος προορίζεται για κάποιο σημαίνον πρόσωπο επάνω στο πλοίο που**

πιθανότατα ήταν ο προϊστορικός καπετάνιος, οι ναυτιλιακές γνώσεις του οποίου ήταν απαραίτητες για τα μακρινά ταξίδια που έκαναν. Προκειμένου να γίνουν κατανοητές οι συνθήκες εργασίας των ναυτικών και του καπετάνιου των εμπορικών πλοίων, κρίθηκε απαραίτητο να ληφθούν υπόψη οι διαδρομές και οι προορισμοί αυτών των πλοίων, αλλά και ο εξοπλισμός και τα εξαρτήματα πλοήγησης που είχαν στη διάθεσή τους ο καπετάνιος και το πλήρωμα. Αρκετοί ιστορικοί έδειξαν ενδιαφέρον στο πεδίο αυτό, και τους οφείλουμε ευγνωμοσύνη για τις εργασίες τους. Τα αποτελέσματα της έρευνας μας οδηγούν στην πεποίθηση ότι ο αρχαίος Έλληνας ναυτικός κατείχε άριστα την τέχνη της ναυσιπλοΐας και δεν δίσταζε να πλέει σε μακρινούς προορισμούς, μακριά από τη στεριά, ή τη νύχτα. Δεν είναι πιστευτό ότι η ακτοπλοΐα ήταν ο κανόνας, ούτε ότι υπήρχε μια αυστηρά καθορισμένη περίοδος πλεύσης. Είναι επίσης σαφές, με βάση τα αποτελέσματα των ερευνών, ότι οι πλοίαρχοι των αρχαίων ελληνικών πλοίων είχαν αρκετά εργαλεία πλοήγησης στη διάθεσή τους. Είχαν ικανές γνώσεις αστρονομίας και χρησιμοποιούσαν τη θέση των άστρων για τον νυχτερινό πλου. Μας το επιβεβαιώνει ο Όμηρος (*Οδύσσεια ραψωδία ε στίχοι 270-276 Μετάφραση Αρ. Εφταλιώτη*).

Ὀδυσσεύς αὐτὰρ ὁ πηδαλίῳ ἰθύνετο τεχνηέντως
ἤμενος, οὐδέ οἱ ὕπνος ἐπὶ βλεφάροισιν ἔπιπτεν
Πηλιάδδας τ' ἔσορῶντι καὶ ὀψὲ δύοντα Βοώτην
Ἄρκτον θ', ἦν καὶ ἄμαξαν ἐπὶ κλησὶν καλέουσιν,
ἢ τ' αὐτοῦ στρέφεται καὶ τ' Ὠρίωνα δοκεύει,
οἷη δ' ἄμμορός ἐστι λοετρῶν Ὠκεανοῖο·
τὴν γὰρ δὴ μιν ἄνωγε Καλυψώ, διὰ θεάων,
ποντοπορευέμεναι ἐπ' ἀριστερὰ χειρὸς ἔχοντα.

Με το τιμόνι τεχνικά κυβέρναε καθισμένος,
κι ο ύπνος δεν κατέβαινε στα μάτια του όσο 'κοίτα
την Πούλια, το Βοδοζευγά που αργεί να βασιλέψει,
και την Αρκούδα, -- κι Άμαξα τη λεν, -- που αυτού γυρίζει
και τον Ωρίωνα τηράει, και μόνη αυτή ποτές της
στα πέλαγα δε λούζεται εκείνη του 'πε η νύφη,
να τη φυλάει απ' τη ζερβή μεριά σαν αρμενίζει.

2.2.5 Ο Κυρίως Ελλαδικός Χώρος

Γύρω¹⁶ στα μέσα του 13ου αιώνα π.Χ. και λίγο μετέπειτα, οι πολιτισμοί της Ανατολικής Μεσογείου συγκλονίζονται από μαζικές εισβολές νέων πληθυσμών που σαρώνουν τους παλαιότερους. Για τον ελληνικό χώρο από τον 11ο π.Χ. αιώνα αρχίζει η περίοδος, που θεωρήθηκε των «Σκοτεινών Αιώνων», και διήρκησε έως τον 9ο π.Χ. αιώνα περίπου. Την περίοδο αυτή, ωστόσο, σημαντικές ανακατατάξεις λαμβάνουν χώρα στο Αιγαίο και διαμορφώνουν τις συνθήκες για τη

¹⁶ Τζαμτζής Αναστάσιος 2012

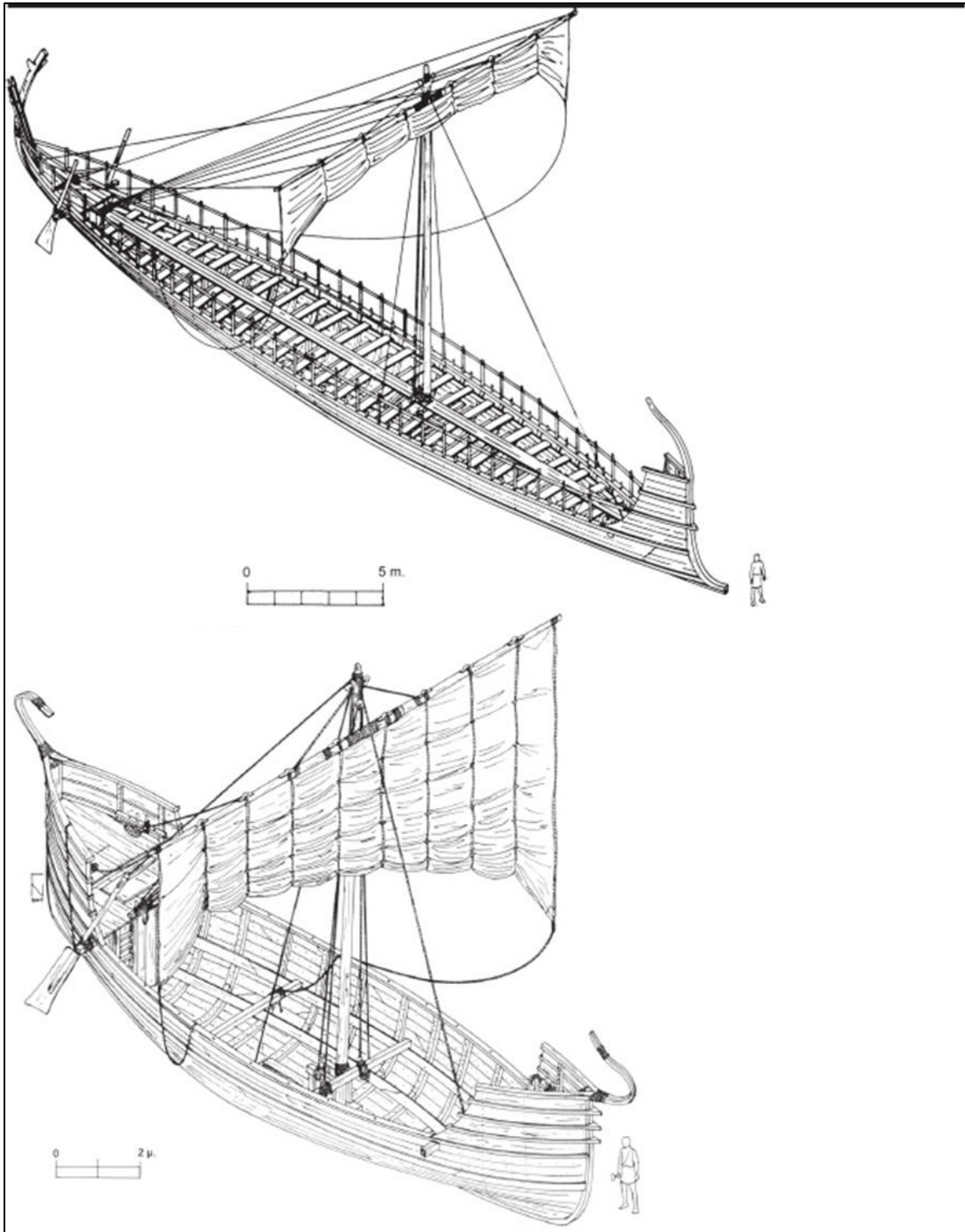
μετέπειτα ανάπτυξη του ελληνικού πολιτισμού των αρχαϊκών και κλασικών χρόνων. Αχαιοί, κάτω από την πίεση των Δωριέων και άλλων ελληνικών φύλων που ήρθαν από τα ορεινά της σημερινής Κεντρικής Ελλάδας και την Ήπειρο, μεταναστεύουν στα νησιά του Αιγαίου και στα παράλια της Μικράς Ασίας. Στην ηπειρωτική Ελλάδα, οι Αχαιοί περιορίζονται στην Αττική και την Εύβοια και θεμελιώνουν το νέο πολιτικό σύστημα των πόλεων-κρατών.

Μετά την εξαφάνιση του μυκηναϊκού πολιτισμού γύρω στο 1150 π.Χ. και κατά τη διάρκεια των τριών σχεδόν αιώνων που ακολούθησαν, « Σκοτεινοί Αιώνες», δε διαθέτουμε κάποια απεικόνιση πλοίου. Αλλά αυτή η έλλειψη στοιχείων δεν πρέπει να μας κάνει να πιστέψουμε ότι τα πλοία και οι θαλασσινές δραστηριότητες εξαφανίστηκαν εντελώς από τον ελληνικό χώρο. Η έλλειψη εικονογραφικών ναυτικών μαρτυριών δεν είναι απόδειξη χάσματος στη ναυπηγική και τη ναυσιπλοΐα. Αντιθέτως, τα καλλίγραμμα και μακρόστενα σκαριά που καταγράφονται στην περίοδο που ακολουθεί (8ος αι. π.Χ.) αποτελούν επαρκή απόδειξη της απερίσπαστης πορείας των ελληνικών ναυτικών δραστηριοτήτων. Υπάρχουν ενδείξεις μετανάστευσης από την ηπειρωτική Ελλάδα και τα νησιά του Αρχιπελάγους στις ακτές της Μικράς Ασίας και στην Κύπρο, και τα πλοία και οι τεχνικές της ναυπηγικής σίγουρα έπαιξαν σημαντικό ρόλο σε αυτή τη θαλάσσια κινητικότητα προς την Ανατολή.

Προς το τέλος της Μυκηναϊκής περιόδου, τα ευρήματα του Κύνου, στην Κεντρική Ελλάδα (1.220 π.Χ.), επιβεβαιώνουν για πρώτη φορά τη *διαφοροποίηση μεταξύ του εμπορικού και του πολεμικού πλοίου*. Πριν από αυτή την περίοδο φαίνεται ότι τα εμπορικά πλοία χρησιμοποιούνταν, όταν ήταν απαραίτητο, και στον πόλεμο.

Μπορεί κατά την περίοδο αυτή να μην έχουμε απεικονίσεις πλοίων, έχουμε όμως τα Ομηρικά έπη, από τα οποία έχουμε σήμερα την παγκόσμια λέξη **ναύς, της νηός...**, από το «νάω – άνω, άνωσις»), απ' όπου και τα: *ναυτιλία, ναυτικό, ναύτης, ναύαρχος, ναύσταθμος, ναυπηγική, αργοναύτης...* *English: navy, nautical, Ar-gonaut, ... Portuguesenau, Spanishnao*. Τα Ομηρικά Έπη περιέχουν μια πληθώρα αναφορών σε πλοία επηνεγίδες, πρυμνήσια, υπέρες, επιτόνους και προτόνους, ιστούς, πλώρα, πρύμνα, ερέτες και πολλές άλλες λεπτομέρειες που δείχνουν ότι η ναυτική τέχνη και η ναυπηγική βρίσκονταν σε υψηλό βαθμό ανάπτυξης.. Η αδυναμία όμως ασφαλούς ταύτισης των αναφορών αυτών με μια συγκεκριμένη χρονική περίοδο από τη Μυκηναϊκή εποχή μέχρι τον 8^ο αιώνα π.Χ., με άλλα λόγια η απλή διαπίστωση ότι τα Έπη είναι καθαρά ποιητικά και όχι ιστορικά κείμενα, καθιστά τα έργα αυτά ιδιαίτερα αναξιόπιστα ως πηγή ασφαλών πληροφοριών για τα πλοία των «Σκοτεινών Αιώνων». Δεν μπορούμε, ωστόσο, να τα αγνοήσουμε εντελώς. Αναφορικά με τη ναυπηγική και τη ναυσιπλοΐα, μπορεί κανείς να αντιμετωπίσει τα Έπη ως μια καταγραφή κατασκευαστικών παραδόσεων και γνώσεων που επιβιώνουν στο Αιγαίο καθ' όλη τη διάρκεια των «Σκοτεινών Αιώνων» και έπειτα και που συχνά επιβεβαιώνονται μέσα από τα αρχαιολογικά ευρήματα. Σύμφωνα με τα αρχαιολογικά και φιλολογικά στοιχεία, δυο βασικοί τύποι πλοίων χρησιμοποιούνταν στους «Σκοτεινούς Αιώνας»

στο Αιγαίο: τα μακρά κωπήλατα «πολεμικά» πλοία και τα στρογγυλά ιστιοφόρα «εμπορικά», οι δυο τύποι που ουσιαστικά κυριαρχούν στη Μεσόγειο σε όλη την αρχαιότητα. Η γάστρα, το κύτος των πλοίων, φαίνεται να είναι ιδιαίτερα χαμηλή, με μικρή ή καθόλου κύρτωση στην τρόπιδά της, ένα χαρακτηριστικό που εξυπηρετεί την ταχύτητα και την ευελιξία και είναι γενικότερα κοινό σε όλα τα κωπήλατα σκάφη της αρχαιότητας. Βασικό στοιχείο είναι επίσης το «έμβολο» στην πλώρη, που εμφανίζεται ως συνέχεια του κήτους ή της τρόπιδας.



Εικόνα 10. Υποθετική αναπαράσταση μακρού πολεμικού και κούλου εμπορικού πλοίου

Ένα ακόμα βασικό στοιχείο είναι η παρουσία ενός ή δύο μεγάλων πλατιών κουπιών-πηδαλίων στην πρύμνη, ο κύριος τρόπος διεύθυνσης του πλοίου σε όλη την αρχαία Μεσόγειο που καταγράφεται και στα Ομηρικά Έπη. Ελάχιστες υπερκατασκευές διακρίνονται πάνω στα κωπήλατα πλοία των «Σκοτεινών Αιώνων».

Αυτές, άλλωστε, θα επιβάρυναν το ιδιαίτερα ελαφρύ σκαρί, επηρεάζοντας την ταχύτητα και τη σταθερότητά του. Μόνο στην πλώρη διακρίνεται πάντα ένα είδος ισχυρών ικρίων, που πιθανότατα προστάτευαν ένα μικρό υπερυψωμένο κατάστρωμα, εμποδίζοντας παράλληλα τα κύματα να εισβάλλουν στο ανοιχτό κεντρικό τμήμα του πλοίου. Ελαφρύτερα ικρία με τη μορφή ξύλινων κιγκλιδωμάτων υψώνονται επίσης και στις πλευρές του σκάφους. Όσον αφορά στο εσωτερικό του σκαριού, δεν υπάρχουν στοιχεία που να επιβεβαιώνουν την ύπαρξη ενός συνεχούς καταστρώματος κάτω από τους πάγκους κωπηλασίας. Ο Θουκυδίδης αναφέρει ότι τα πλοία της εποχής του Ομήρου δεν είχαν κατάστρωμα, δεν ήταν δηλαδή κατάφρακτα (Θουκ. 1.10.4.1-1.10.5.4). Η¹⁷ λιτή και ελαφρά κατασκευή των πλοίων αυτών υποδεικνύει ότι δεν πρέπει να διέθεταν κατάστρωμα, πέρα από έναν κεντρικό διάδρομο από σανίδες ανάμεσα στις σειρές των κωπηλατών, με μικρές εξέδρες στην πλώρη και την πρύμνη. Οι κωπηλάτες κάθονταν σε απλούς πάγκους και ακουμπούσαν τα πόδια τους στα ζυγά, οριζόντια στοιχεία του σκαριού κάτω από τους πάγκους κωπηλασίας.

Όπως είδαμε και πριν, ο Όμηρος στα έπη του μας δίνει μια πλουσιότερη περιγραφή των πλοίων και των εξαρτημάτων των πλοίων της εποχής. Δεν αναφέρει όμως πουθενά κάποια κατασκευή που προορίζεται για τον πλοίαρχο, δηλαδή κάποια κατασκευή προϊστορικής γέφυρας. Αλλά και από τις περιγραφές της πεντηκόντορους Αργώ, του πλοίου που χρησιμοποιήθηκε για την Αργοναυτική εξστρατεία και χρονολογικά ανήκει και αυτό στους «Σκοτεινούς Αιώνες», ισχύουν τα ίδια. *Λιτή κατασκευή χωρίς κατάστρωμα και υπερκατασκευές. « επί τούτο πεμπόμενος Ιάσων Αργον παρεκάλεσε τον Φρίξου, κακείνος Αθηνάς υποθεμένης πεντηκόντορον ναύν κατεσκεύασε την προσαγορευθείσαν από του κατασκευάσαντος Αργώ. Κατα δε την πρώραν ενήρμοσεν Αθηνά φωνήεν φηγού της Δωδωνίδος ξύλον. Ως δε η ναύς κατεσκευάσθη, χρωμένω ο θεός αυτώ πλειν επέτρεψε συναθροίσαντι τούς άριστους της Ελλάδος».*

Ιδιαίτερο¹⁸ βάρος δίνεται, τέλος, στην Οδύσσεια στην τέχνη της ναυσιπλοΐας. Περιγράφονται οι ικανότητες των ναυτικών να πραγματοποιούν με ασφάλεια μεγάλα ταξίδια, ακόμα και στην ανοιχτή θάλασσα (παρά την αδυναμία τους να πλεύσουν κόντρα στον άνεμο), να εντοπίζουν ασφαλή αγκυροβόλια και τοποθεσίες, να πλέουν μέρα και νύχτα με τη βοή-θεια των άστρων, του ήλιου και της σελήνης και χωρίς τη χρήση ναυτικών. Μια μοναδική αναφορά σε λιμενικά έργα γίνεται στην Οδύσσεια, όπου αναφέρονται οι σκεπαστοί νεώσοικοι του λιμανιού των Φαιάκων (Οδ. 6, 264-265). Η καταγραφή της μεγάλης αυτής ναυτικής παράδοσης, παρότι δεν

¹⁷ https://aristomenismessinios.blogspot.com/2013/07/blog-post_1459.html

¹⁸ Samuel Mark 2005

μπορεί να συνδεθεί με ασφάλεια με κάποια συγκεκριμένη ιστορική περίοδο, δείχνει τη σημασία που η γνώση της θάλασσας είχε για τους κατοίκους του Αιγαίου κατά την Πρώιμη Εποχή του Σιδήρου. Επίσης, παρότι η ναυσιπλοΐα δε συμπεριλαμβάνεται στις βασικές ενασχολήσεις των ηρώων-προτύπων της Ομηρικής κοινωνίας, αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι της ζωής τους, απαραίτητη τόσο για το ταξίδι και το εμπόριο όσο και για τον πόλεμο και την πειρατεία

Μπορούμε¹⁹ λοιπόν να ισχυριστούμε ότι η ναυπηγική τέχνη των «Σκοτεινών Αιώνων» είναι και αυτή «Σκοτεινή». Τα στοιχεία που παρουσιάστηκαν είναι πράγματι πολύ αποσπασματικά για να δώσουν οριστικές απαντήσεις στα ερωτήματα που αφορούν στη μορφή, την τεχνολογία και τη χρήση των πλοίων αυτής της εποχής. Οι ναυπηγοί εκείνης της εποχής είχαν σαφή προτίμηση στα μακρά πλοία, τα οποία κατά βάση μπορούν να θεωρηθούν πολεμικά. Το ελαφρύ, στενόμακρο και χαμηλό σκαρί με το μεγάλο πλήρωμα κωπηλατών-πολεμιστών τα καθιστά ιδανικά για γρήγορα ταξίδια, ταχείς ελιγμούς, προσέγγιση αβαθών νερών (κόλποι, δέλτα ποταμών) και εύκολο τράβηγμα σε παραλίες, χωρίς ιδιαίτερες κατασκευές για τον πλοηγό ή τον πλοίαρχο του σκάφους, που όπως είδαμε υπήρχαν σε προγενέστερες περιόδους.

Έχει²⁰ υποστηριχθεί ότι η Πρώιμη Εποχή του Σιδήρου στο Αιγαίο ήταν μια εποχή πλήρους οπισθοδρόμησης, τόσο στις τέχνες και την τεχνολογία, όσο και στις ανταλλαγές και το εμπόριο. Η επιλογή, ωστόσο, απεικόνισης πλοίων σε μια εποχή που η εικονιστική τέχνη είναι σχεδόν ανύπαρκτη, δείχνει τη σημασία που αυτά είχαν για τους κατοίκους του Αρχιπελάγους. Παρά τις ομοιότητες με Μυκηναϊκές παραστάσεις, οι απεικονίσεις της εποχής δεν αποτελούν πιστές αντιγραφές παλαιότερων πρωτοτύπων, ενώ οι καλλιτέχνες φαίνεται να γνωρίζουν αρκετά καλά τι αναπαριστούν, έστω και με το δικό τους, αφαιρετικό τρόπο. Το γεγονός αυτό υποδεικνύει ότι απεικονίζονται υπαρκτά πλοία που οι καλλιτέχνες έβλεπαν στις θάλασσες της εποχής τους, οι ομοιότητες δε των οποίων με τους Μυκηναϊκούς προκατόχους τους οφείλονται κατά πάσα πιθανότητα στο ότι τα πρώτα αποτελούσαν τη συνέχεια και την επιβίωση τύπων της Μυκηναϊκής ναυπηγικής

Μια πιο προσεκτική μελέτη των υπαρχουσών αρχαιολογικών και γραπτών πηγών, αλλά και τα νέα ευρήματα που μπορεί να προκύψουν κυρίως από τον τομέα της ενάλιας αρχαιολογίας, μπορούν να μας κάνουν όμως να αναθεωρήσουμε τις απόψεις που διατυπώσαμε μέχρι τώρα.

2.2.6 Η Ναυσιπλοΐα των Ελλήνων στους Προϊστορικούς Χρόνους

Η εξέλιξη της ναυσιπλοΐας και της ναυπηγικής τέχνης, έχει άμεση και αμφίδρομη σχέση με την ανάπτυξη του εμπορίου, ανατροφοδοτώντας ο ένας τομέας τον άλλο. Η παράλληλη δε ανάπτυξη αυτών επιδρά θετικά στην οικονομική ζωή και επηρεάζονται από τις ανάγκες και τις παραδόσεις κάθε τόπου. Στην Ανατολική Μεσόγειο αναπτύχθηκε περισσότερο η ναυπηγική τέχνη,

¹⁹ https://perialos.blogspot.com/2012/11/blog-post_11.html

²⁰ Wedde M. 2005

λόγω της αδυναμίας προσπέλασης των δύσβατων και απρόσιτων ορεινών όγκων της βαλκανικής, αλλά και της ύπαρξης εκατοντάδων νησιών, που είχαν έντονη την ανάγκη επικοινωνίας με τα μητροπολιτικά κέντρα και τον υπόλοιπο κόσμο.

Η γνώση της πελαγοδρομίας, η ικανότητα δηλαδή της πλεύσης στην ανοικτή θάλασσα, δεν ήταν άγνωστη στους προϊστορικούς Έλληνες. Η άποψη που διατείνεται το αντίθετο, δηλ. ότι τα μόνα ταξίδια που έκαναν οι αρχαίοι Έλληνες ήταν περίπλοοι, οφείλεται σε δύο λόγους: α) την έλλειψη πληροφοριών για την ύπαρξη διαφόρων οργάνων, κατάλληλων για πελαγοδρομία, και β) από το μεγάλο αριθμό εκείνων των ναυτιλιακών εγχειριδίων που ονομάστηκαν περίπλοοι ή σταδιασμοί. Η άποψη αυτή είναι εσφαλμένη, οι αρχαίοι Έλληνες, σε αντίθεση με άλλους λαούς, κατείχαν τη γνώση της πελαγοδρομίας από πολύ παλιά, την οποία ασκούσαν με τη βοήθεια επιστημονικών οργάνων, κάνοντας χρήση παράλληλα και των αστρονομικών γνώσεων που κατείχαν. Στην απώλεια των σχετικών γραπτών πηγών πρέπει να εστιάσουμε την σημερινή αδυναμία μας για την αποδοχή της άποψης ότι οι αρχαίοι Έλληνες, με την τεράστια ναυτική πείρα εγκατέλειψαν σιγά-σιγά τις ακτές και ανοίχτηκαν στο πέλαγος.

Αυτό το εμπόδιο όμως αφορά μόνο την περίοδο μετά το 900 π.Χ. οπότε και καθιερώνεται η γραφή, χωρίς αυτό να σημαίνει ότι αυτό το γεγονός έγινε αμέσως αποδεκτό από όλους. Σχετικά με την προηγούμενη περίοδο, δηλαδή πριν το 900 π.Χ., ο αντιναύαρχος Σολιώτης αναφέρει:

Σχετικά με την 2^η π.Χ. χιλιετηρίδα γίνεται φανερό ότι η ελληνική αρχαιότητα στο προϊστορικό Αιγαίο και πριν ακόμη οι εμποροναύτες των Μυκηνών καθιερώσουν την συλλαβική γραφή για τα λογιστικά τους, πέτυχε να συστηματοποιήσει την συγκέντρωση και διανομή των ναυτιλιακών πληροφοριών χρησιμοποιώντας τον προφορικό λόγο. Αυτό κατορθώθηκε από τους Έλληνες χάρη στους Ιερομνήμονες της αμφικτιονικής οργάνωσης του Ποσειδώνα Η ιερατική οργάνωση, που φαίνεται ότι πήγασε στη Ρόδο, ήταν οι Τελχίνες, την οποία ακολούθησαν μετά οι Ορφικοί... Με την καθιέρωση αυτού του καθαρά ελληνικής επινόησης μηχανισμού, η συγκέντρωση και ανταλλαγή των γεωγραφικών πληροφοριών διενεργείτο με τις τακτικές συγκεντρώσεις του αμφικτιονικού θεσμού και οι οποίες είχαν τη μορφή πανήγυρης σε τακτές κάθε χρόνο ημερομηνίες. Οι εκπρόσωποι των διαφόρων ναών και ιερών του Ποσειδώνα που λάμβαναν μέρος σε αυτές, δηλαδή οι Ιερομνήμονες, που φυσικά ήταν και οι ίδιοι ιερείς της θεότητας, επιστρέφοντας συναπεκόμιζαν την κοινή γνώση του σεμιναρίου τους όπως θα το αποκαλούσαμε σήμερα. Ακολουθώς τη διάδοση στους ναυτιλλόμενους ανελάμβαναν και διενεργούσαν τα ίδια τα ιερά και οι ναοί του θεού Ποσειδώνα που ήταν κατάλληλα διασπαρμένα σε διάφορες πρόσφορες τοποθεσίες του ελλαδικού παράλιου χώρου, π.χ. το Σούνιο, την Επίδαυρο, τη Ρόδο, τον Πόρο κ.λπ.

Πάντως, είτε με τον ένα είτε με τον άλλο τρόπο, η γνώση αυτή παραδόθηκε στις επόμενες γενιές και δε χάθηκε. Αυτό το μαρτυρούν τα θαυμαστά ναυτικά έπη Οδύσσεια και Αργοναυτικά, που απηχούν αυτές ακριβώς τις παραδόσεις της φυλής.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. Η ΕΚΡΗΣΗ ΤΗΣ ΝΑΥΠΗΓΙΚΗΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΝΑΥΣΙΠΛΟΪΑΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Οι Αρχαίοι Έλληνες ήταν φημισμένοι θαλασσοκράτορες, και αυτό τους βοήθησε να συγκεντρώσουν πλούτο, να αντλήσουν γνώση και εμπειρία από άλλους λαούς και κράτη, να προμηθευτούν πρώτες ύλες και να εξαπλωθούν ιδρύοντας αποικίες σε ολόκληρο την Μεσόγειο. Έτσι, δημιούργησαν τον περίφημο Ελληνικό Πολιτισμό, ο οποίος δεν ξεπεράστηκε ποτέ από κανένα άλλο πολιτισμό, αντιθέτως υπήρξε πηγή έμπνευσης για την ανθρωπότητα μέχρι και σήμερα. Ξέρουμε ήδη αρκετά για τις φιλολογικές αναζητήσεις των Αρχαίων Ελλήνων, συμπεριλαμβανομένων και των Βυζαντινών, για τα καλλιτεχνικά τους δημιουργήματα.

Υπάρχει²¹ όμως μια πλευρά του πολιτισμού τους λιγότερο γνωστή, αυτή της τεχνικής και τεχνολογικής εξέλιξής τους. Και εδώ τα επιτεύγματα είναι λαμπρά και δείχνουν ότι κάποιοι κανόνες μαθηματικών, φυσικής, γεωμετρίας, χημείας, μηχανικής, στατιστικής και πολλών άλλων επιστημών δεν ήταν άγνωστοι. Με την βάση των γνώσεων αυτών, κατασκεύαζαν όργανα και εργαλεία που είχαν άμεση σχέση με την καθημερινότητά τους. Τέτοιες εντυπωσιακές εφευρέσεις είχαν να κάνουν με πολεμικές επιχειρήσεις, με την δόμηση της πόλης και των κτιρίων, με γεωργικές εργασίες αλλά κυρίως με την ναυσιπλοΐα και τη ναυπηγική. Ναυπηγικοί σχεδιασμοί που επιτρέπουν την ασφαλή ναυσιπλοΐα, την μέτρηση της ταχύτητας, τον ακριβή προσδιορισμό του στίγματος του σκάφους, της ώρας, ναυτικά εργαλεία, μετεωρολογικά όργανα κ.ά. είναι μερικά από τα συστατικά της αρχαιοελληνικής τεχνολογίας που έδωσε τις βάσεις για την ανάπτυξη της ναυτιλίας ανά τους αιώνες.

Έτσι εμφανίζονται και εξελίσσονται επιστήμες , όπως η χαρτογραφία η γεωγραφία ,η λιμενική (εγκαταστάσεις λιμένων και κατασκευές).

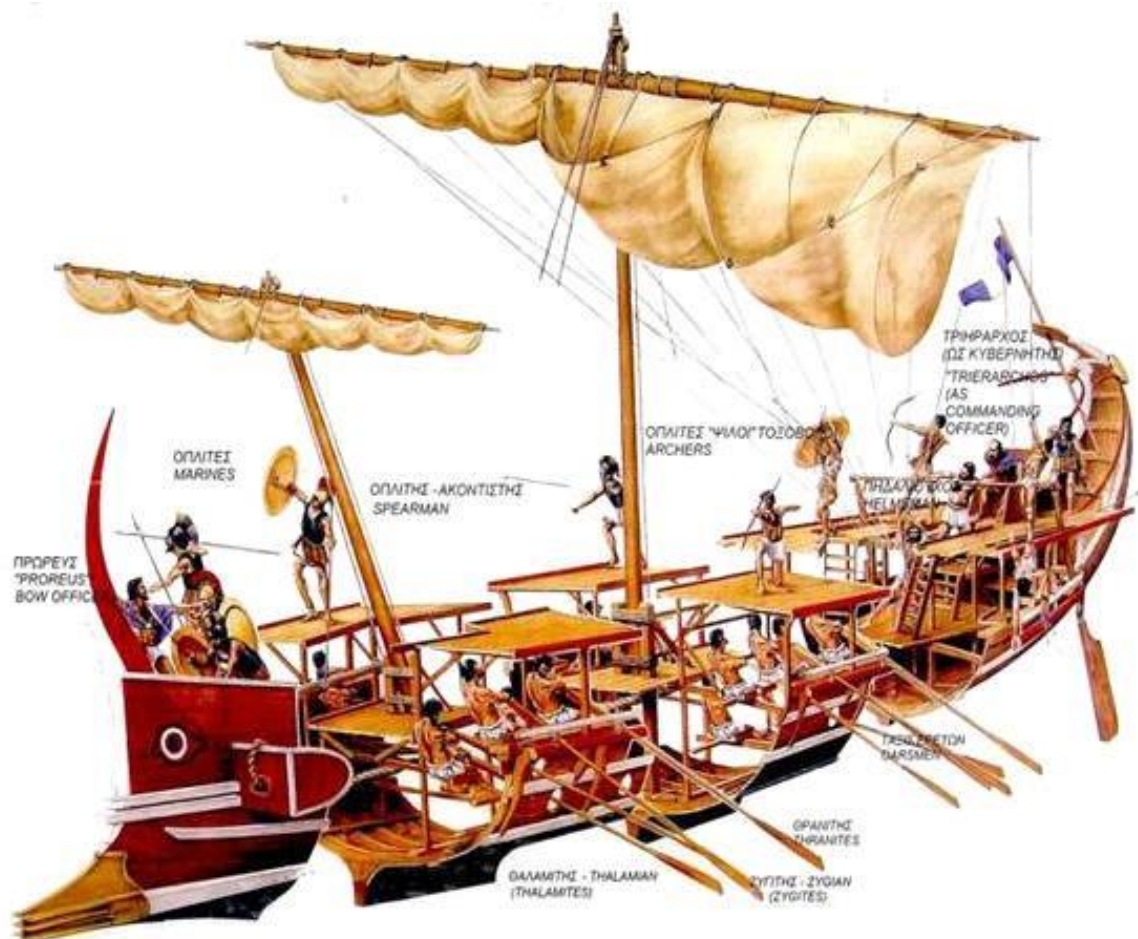
Ένα μειονέκτημα στις θαλάσσιες μεταφορές ήταν ότι τα θαλάσσια ταξίδια δεν ήταν εφικτά όλο τον χρόνο. Οι ταξιδιωτικές περίοδοι κανονικά περιορίζονταν στους καλοκαιρινούς μήνες όταν οι καιρικές συνθήκες ήταν σταθερές και οι άνεμοι που επικρατούσαν, ιδιαίτερα στην ανατολική Μεσόγειο, βόρειοι. Τους χειμερινούς μήνες τα θαλάσσια ταξίδια περιορίζονταν στο ελάχιστο. Ο Βεγέτιος, συγγραφέας ενός στρατιωτικού εγχειριδίου του 4ου μ.Χ. αιώνα, δίνει ακριβώς τις χρονικές περιόδους στις οποίες τα θαλάσσια ταξίδια ήταν εφικτά: *«Από την έκτη ημέρα πριν από τις καλένδες του Ιουνίου (27 Μαΐου) μέχρι την ανατολή του Αρκτούρου, που γίνεται την δέκατη όγδοη μέρα πριν από τις καλένδες του Οκτωβρίου (24 Σεπτεμβρίου) πιστεύεται ότι η ναυτιλία είναι ασφαλής. Από τότε και πέρα ως τη τρίτη πριν από τας είδους του Νοεμβρίου (11 Νοεμβρίου) η ναυτιλία είναι αβέβαιη. Από την τρίτη πριν από τις είδους του Νοεμβρίου μέχρι και την έκτη πριν από τας είδους του Μαρτίου (10 Μαρτίου) οι θάλασσες είναι κλειστές».*

²¹ <https://www.maritime-museum.gr/index.php/collections/ancient-naval-technology>

3.1 Οι Ιστορικοί Χρόνοι

Από τα τέλη του 6ου αιώνα μέχρι τον 4ο αιώνα π.Χ. έχουμε στη διάθεσή μας αριστουργήματα της εικονογραφίας των πλοίων, στην αγγειογραφία, το ανάγλυφο, την αγαλματοποιία, που έχει διασωθεί, παρέχοντας πολύτιμες λεπτομέρειες για την κατασκευή του πλοίου, το σκαρί του, τους μηχανισμούς διεύθυνσης, το κατάρτι, το πανί και την εξάρτηση, καθώς και τη διακόσμησή του. Θα πρέπει να θυμόμαστε επίσης ότι τα αρχαία πλοία ήταν για την εποχή τους το μεγαλύτερο, πιο σύνθετο και περίπλοκο τεχνολογικό επίτευγμα.

Τα²² πλοία, από την εποχή του Ομήρου και του Τρωικού Πολέμου είχαν ουσιαστικά τη χρήση μεταγωγικών. Οι κυρίαρχοι τύποι στο Αιγαίο Πέλαγος και γενικότερα στη Μεσόγειο Θάλασσα ήταν οι τριακόντοροι και κυρίως οι πεντηκόντοροι. Κατά τον 9ο π.Χ. αιώνα στην Ιωνία (με τη γενική έννοια της μορφής των ακτών της) ή κατ' άλλους στη Φοινίκη (αν και υπάρχει διχογνωμία για την πρωτιά, όπως και πολλά αναπάντητα ακόμη ερωτηματικά) εμφανίστηκαν πλοία με δυο σειρές κουπιά (άρα και κωπηλάτες). Αυτά αρχικά ονομάστηκαν εκατόντοροι, αλλά τελικά επικράτησε η ονομασία διήρης. Έτσι ναυπηγική εξέλιξη αυτών ήταν η τριήρης.



Εικόνα 11. Αθηναϊκή τριήρης

²² Knapp Bernard 1992

Ως πρώτος ναυπηγός που ναυπήγησε τριήρεις αναφέρεται από το Θουκυδίδη ο περίφημος Κορίνθιος ναυπηγός Αμεινοκλής²³ ο οποίος το έτος 704 π.Χ. ναυπήγησε για λογαριασμό των Σαμίων τέσσερις τριήρεις. «φαίνεται δὲ καὶ Σαμίους Ἀμεινοκλῆς Κορίνθιος ναυπηγὸς ναῦς ποιήσας τέσσαρας· ἔτη δ' ἐστὶ μάλιστα τριακόσια ἐς τὴν τελευταίαν τοῦδε τοῦ πολέμου ὅτε Ἀμεινοκλῆς Σαμίους ἤλθεν» Περί²⁴ του ακριβούς τύπου και της διάταξης ιδίως των κουπιών (κωπών) γράφτηκαν πολλοί τόμοι και έγιναν ατέλειωτες συζητήσεις μεταξύ των ναυτικών ερευνητών και αρχαιολόγων. Από αυτούς που στηρίζονταν στις μαρτυρίες που έχουν δώσει οι Διόδωρος, Στράβων, Παισανίας, Πλούταρχος, Αιλιανός ο Τακτικός κ.ά. υποστηρίζουν την άποψη ότι γενικά η κατάληξη -ήρης αναφέρεται στον αριθμό των σειρών των κωπηλατών ανά πλευρά, (διήρης, τριήρης, τετρήρης) ενώ η κατάληξη -ορος αναφέρεται στον αριθμό των κουπιών ανά πλευρά (τριακόντορος, πεντηκόντορος). Η άποψη αυτή θεμελιώνεται κυρίως στη μαρτυρία του Αιλιανού που γράφει στην "Τακτική θεωρία" του σαφώς ότι: "Η τριακόντορος και τετρακόντορος και πεντηκόντορος λέγεται κατά το πλήθος των κωπών, η μονήρης, και διήρης και τριήρης και εφεξής κατά τους στίχους, τους κατά το ύψος επαλλήλους". Η τριήρης χρησιμοποιήθηκε επί πάνω από 400 χρόνια (700-300 π.Χ., περίπου), οπότε υποσκελίστηκε από βαρύτερες γαλέρες και κυρίως από την πενήρη, η οποία αν και λιγότερο ευέλικτη, ανταποκρινόταν καλύτερα στις διαφοροποιημένες πλέον ανάγκες του ναυτικού πολέμου και όχι μόνο. Στεκόμαστε ιδιαίτερα στη περιγραφή της τριήρους διότι αν και κανονικά οι τριήρεις ήταν πολεμικά πλοία ναυμαχίας, υπήρξαν μη μόνιμες παραλλαγές τους σε μεταγωγικά και βοηθητικά σκάφη.

Η ταχύτητά της έφθανε τους 10 κόμβους, αλλά λόγω του μικρού βυθίσματος και των χαμηλών εξάλλων οι ναυτικές αρετές του τύπου αυτού ήταν περιορισμένες σε ανοικτή θάλασσα και υπό κυματισμό. Στην αρχή οι τριήρεις ναυπηγούνταν ως «κοίλα πλοία», δηλαδή ανοικτά από πάνω με δύο ακραία καταστρώματα, ένα στη πλώρη όπου στέκονταν οι πολεμιστές, οι «επιβάτες» όπως λέγονταν στην αρχαιότητα, και ένα στη πρύμνη όπου και η θέση του Τριηράρχη. Αργότερα επικράτησε ο τύπος της «κατάφρακτης» τριήρους, δηλαδή με ενιαίο κατάστρωμα σε όλο το μήκος της, την επινόηση του οποίου ο Πλίνιος την αποδίδει στους Θηβαίους.

Η τριήρης εκτός από τεχνολογικό θαύμα της εποχής της, έχει εξέχουσα θέση στην διπλωματική εργασία που υποβάλλεται, διότι εισήγαγε για πρώτη φορά στα ιστορικά χρονικά εκτός από την χωροθέτηση, την επάνδρωση και την κατανομή καθηκόντων στο πλήρωμα της γέφυρας. Με την τριήρη αποκτά ολοκληρωμένη έννοια η γέφυρα πλοίου, η οποία βέβαια τότε δεν λεγόταν έτσι.

Όλες οι υπάρχουσες αρχαίες πηγές (Ηρόδοτος, Θουκυδίδης, Δημοσθένης, κ.τ.λ.) συμφωνούν ως προς τον κανονικό αριθμό του πληρώματος της διοίκησης;

²³

ΘΟΥΚΥΔΙΔΗΣ Ιστορία (1.13.1-1.14.3)

²⁴ <https://science.fandom.com/el/wiki/%CE%A4%CF%81%CE%B9%CE%A>

Τριήραρχος: Ο²⁵ γενικός διοικητής της τριήρους, του πληρώματος και της υποστήριξης του πλοίου. Στην περίπτωση της Αθήνας ανήκε στην τάξη των «πεντακοσιομεδίμων» ο οποίος και αναλάμβανε μαζί με την εξέχουσα αυτή θέση και την υποχρέωση της καταβολής του κόστους κατασκευής της τριήρους και όλων των εξόδων μισθοδοσίας του πληρώματος και της πάσης φύσεως συντήρησης, τροφοδοσίας και εξοπλισμού του σκάφους.

Κυβερνήτης: ο οποίος ασκούσε καθήκοντα συγχρόνου πλοιάρχου, δηλαδή ήταν υπεύθυνος για την καλή διοίκηση του πλοίου και την ασφάλεια αυτού, του φορτίου, των επιβαινόντων, καθώς και για την τήρηση της τάξεως. Είχε ιδιαίτερη μόρφωση και γνώσεις ώστε να κυβερνά αυτοπροσώπως το σκάφος

Κελευστής: Ήταν ο υπεύθυνος για την εκπαίδευση των κωπηλατών. Διεύθυνε τους κωπηλάτες.

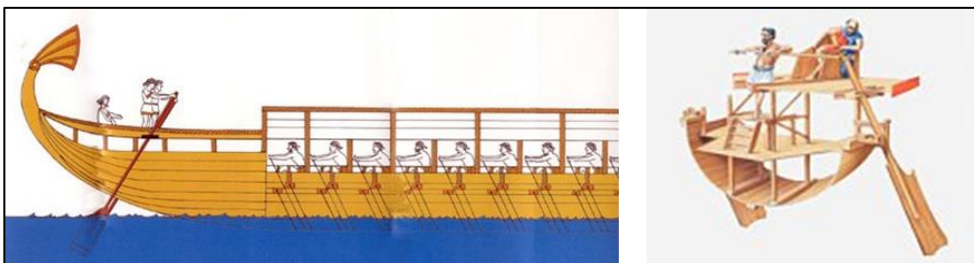
Πρωράτης: Συνήθως στέκονταν στην πλώρη, παρατηρώντας και αναφέροντας στους δυο παραπάνω ότι σημαντικό έβλεπε, **(καθήκοντα οπτήρα)**

Πεντηκόνταρχος: Το όνομα είναι απομεινάρει από την εποχή των πεντηκοντόρων, αλλά στις τριήρεις είχε καθήκοντα γραμματέα, ταμιά και φροντιστή, ήταν υπεύθυνος για τα πάσης μορφής εφόδια.

Ναυπηγός: Ήταν ο υπεύθυνος των τεχνικών θεμάτων του σκάφους που περιλάμβαναν επισκευές και επιδιορθώσεις όταν απαιτούνταν, και ο

Τριηραυλίτης: Χρησιμοποιούσε αυλό και ήταν υπεύθυνος του ρυθμού της κωπηλασίας.

Παρατήρηση : Στο σημείο αυτό, πρέπει να σημειώσουμε ότι όσον αφορά στις τεχνικές και τεχνολογικές εξελίξεις στην ναυπηγική και ειδικότερα στην ναυσιπλοΐα, από τον 6^ο π.Χ. αιώνα και μετέπειτα, συμβαίνει ότι ακριβώς και επί των ημερών μας. Τα καινούργια επιτεύγματα δοκιμάζονται και εφαρμόζονται πρώτα στα πολεμικά πλοία και κατόπιν στα εμπορικά.



Εικόνα 12.

Πλάγια δεξιά όψη
'κατάφρακτου'
τριήρους και μια
πρώιμη φυλακή
γέφυρας

3.2 Ελληνιστικοί Χρόνοι

Η Ελληνιστική Εποχή απλώνεται από το θάνατο του Μεγάλου Αλεξάνδρου το 323 π.Χ. μέχρι το 30 π.Χ., χρονιά θανάτου της Κλεοπάτρας Ζ', που σήμανε το τέλος της δυναστείας των Πτολεμαίων (μερικοί ιστορικοί, εντούτοις, θεωρούν ότι ο Ελληνιστικός Κόσμος στην Ανατολή συνεχίζεται μέχρι τον 3ο, ακόμα και τον 4ο αι. μ.Χ. και το τέλος της αρχαίας ειδωλολατρίας) ήταν

²⁵ Παπαδημητρίου Κων/νος

η εποχή του γιγαντισμού στα εμπορικά και πολεμικά πλοία. Τεράστια²⁶ εμπορικά και πολεμικά σκάφη των Ελληνιστικών χρόνων δεν έχουν επιβιώσει ή, αν πούμε καλύτερα, δεν έχουν ανακαλυφθεί ακόμα. Υπάρχει όμως η ελπίδα ότι με τη βοήθεια της νέας τεχνολογίας, η οποία επιτρέπει την έρευνα σε πολύ βαθιά νερά – με ROV (Remotely Operated Vehicle-Οχήματα Απομακρυσμένου Χειρισμού) είναι δυνατές έρευνες σε βάθος 1.500-2.000 μ., ένα τέτοιο πλοίο θα έρθει στο φως. Σύμφωνα με τις αρχαίες πηγές δεν μπορούμε να αποκλείσουμε ότι το μήκος τους έφτανε ή ακόμα και ξεπερνούσε τα 80 μ. Μερικοί τεράστιοι μολύβδινοι στύποι και δακτύλιοι συναρμογής σύνθετων αγκυρών που έχουν βρεθεί στη Μεσόγειο θάλασσα πρέπει να ανήκαν σε αυτά τα τεράστια πλοία. Γνωρίζουμε ότι τόσο μεγάλα φορτηγά χρησιμοποιούνταν για τη μεταφορά σιτηρών. Χαρακτηριστικό παράδειγμα της τάσης γιγαντισμού των πλοίων της Ελληνιστικής περιόδου, είναι η περίφημη «Συρακουσία Ναυς».

Τον 3ο αιώνα π.Χ. είχε αναπτυχθεί μεταξύ των Ελληνιστικών κρατών και πόλεων ένας ανταγωνισμός σε διάφορους τεχνολογικούς τομείς, με σημαντικότερο αυτόν που αφορούσε τη ναυπήγηση όλο και μεγαλύτερων πλοίων. Ο Βασιλιάς των Συρακουσών, Ιέρων ο Β', ανεισιόχου του



Αρχιμήδη, θέλησε να βοηθήσει τις πληγείσες από λιμό περιοχές της Ρώμης και Αλεξάνδρειας, προμηθεύοντας τις με μεγάλες ποσότητες σιτηρών. Όμως επειδή η απόσταση μεταξύ Συρακουσών και Αλεξάνδρειας ήταν μεγάλη αλλά και λόγω του "ανταγωνισμού" των Ελληνικών

Εικόνα 13. Φανταστική απόδοση της Συρακουσίας

πόλεων περί των τεχνολογικών επιτευγμάτων και καινοτομιών, θέλησε και έδωσε εντολή να κατασκευαστεί ένα πλοίο το οποίο να μην θα ήταν αρκετά μεγάλο ώστε να χωρέσει αρκετά μεγάλες ποσότητες σιτηρών, να ήταν σε θέση δε το εν λόγω πλοίο να αμυνθεί σε περίπτωση πειρατικών επιθέσεων. Αποτέλεσμα, ήταν να κατασκευαστεί και να ναυπηγηθεί ένα πλοίο εντυπωσιακό και μοναδικό για την εποχή εκείνη, το οποίο ήταν ταυτόχρονα εμπορικό, επιβατικό και πολεμικό! Η περίφημη «Συρακουσία», δλδ. η κυρία των Συρακουσών.

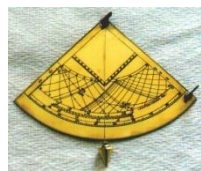
Η πρόοδος της ναυπηγικής τέχνης των αρχαίων Ελλήνων συνέβαλλε στις απαρχές της κατασκευής της σημερινής γέφυρας. Στους Ελληνιστικούς χρόνους ο χώρος της πρύμης αποκτά επίστεγο, το οποίο προορίζεται σαν θάλαμος του πλοίαρχου απ' όπου

²⁶ <http://hartis.org/blog/elthe-giants-of-the-seas-of-the-hellenistic-time-el>

μπορούσε να παρατηρεί και αναλόγως να δίδει εντολές. Θα πρέπει να αναφέρουμε ότι το επίστεγο της πρύμνης είχε από την αρχαιότητα ιερό χαρακτήρα. Εκεί στους αρχαίους χρόνους φυλάσσετο το ομοίωμα της θεότητας στην οποία ήταν αφιερωμένο το πλοίο. Ο σεβασμός αυτός έχει διατηρηθεί μέχρι σήμερα.

Την ίδια περίοδο σημαντικές είναι επίσης οι ανακαλύψεις στην αστρονομία και η δημιουργία αστρονομικών οργάνων απλής μορφής, αλλά μεγαλοφυούς συλλήψεως που συνέβαλαν τα μέγιστα στην εξέλιξη της ναυσιπλοΐας. Τα αστρονομικά πρώτα όργανα γίνονται κομμάτι του εξοπλισμού της πρώιμης γέφυρας.

Όργανα που έδωσαν πρακτικές λύσεις σε προβλήματα μετρήσεων, εντυπωσιάζοντας με την απλότητα της επινοήσεως τους. Τέτοια όργανα ήταν η **πλινθίδα**, το **γωνιόμετρο**, το **μετεωροσκόπιο** το **ανεμοσκόπιο** το **ναυτικό δρομόμετρο** ο **γνώμονας** ο **πολομετρητής** και το **φορητό ηλιακό ρολόι**.



Πλινθίδα. Πρόκειται²⁷ για ένα μετρητικό όργανο που χρησιμοποιούνταν (στην αστρονομία και τη ναυσιπλοΐα) για τον υπολογισμό αστρονομικών μεγεθών. Εφευρέτης αυτού του οργάνου πιθανότατα ήταν ο αρχαίος αστρονόμος Ίππαρχος, αν και αποδίδεται, εσφαλμένα, στον Κλαύδιο Πτολεμαίο. Πρόκειται για ένα απλό όργανο, που παρουσιάζει το ένα τέταρτο διαβαθμισμένου κύκλου, ενώ από το κέντρο (του κύκλου) κρέμεται σχοινάκι με μια σφαίρα. Το όργανο τοποθετείται κάθετα επί του μεσημβρινού του τόπου, με την κρυφή της γωνίας του στραμμένη δυτικά. Το σχοινάκι με τη σφαίρα ρίχνει τη σκιά του πάνω στο διαβαθμισμένο τεταρτημόριο και αυτός είναι ο μεσημβρινός του τόπου του παρατηρητή. Το γεωγραφικό πλάτος κάθε τόπου μπορούσε να βρεθεί άμεσα με τη σκόπευση του πολικού αστέρα (ισοδυναμούσε με τη συμπληρωματική γωνία της γωνίας που σχημάτιζε η γραμμή σκόπευσης με το νήμα) και έμμεσα από τη μέτρηση της μεσουράνησης κάποιου άλλου ουρανίου σώματος (π.χ. του ήλιου).

Αργότερα στην επιφάνεια του οργάνου χαράχθηκαν ευθύγραμμες κλίμακες για τη μετατροπή των (γήινων) γωνιών σε αναλογίες μηκών αλλά και μηνιαία τόξα με καμπύλες ωριαίες γραμμές για ένα (ή περισσότερα) γεωγραφικά πλάτη (κλίματα). Επίσης προστέθηκε ένα κινητό κουμπί που ολίσθαινε κατά μήκος του νήματος και ρυθμιζόταν ανάλογα με το μήνα που υποδείκνυε ο ζωδιακός στις ακμές του οργάνου. Το όργανο με δεδομένη οποιαδήποτε ώρα της ημέρας μπορούσε να χρησιμοποιηθεί ως εντοπιστής θέσης ενώ με δεδομένο το γεωγραφικό πλάτος του τόπου ως ηλιακό ωρολόγιο. Εξέλιξη του αποτελούν οι επίπεδοι αστρολάβοι.

Τη χρησιμοποιούσε πολύ ο Κλαύδιος Πτολεμαίος, γι' αυτό θεωρείται εφευρέτης και κατασκευαστής της.

²⁷ <http://kotsanas.com/exh.php?exhibit=1301006>

ΟΓωνιόμετρο. Το γωνιόμετρο κατά πάσα πιθανότητα χρησιμοποιήθηκε από τον



Ποσειδώνιο(135-51 π.Χ.) στον υπολογισμό της περιμέτρου της Γης. Η χρονολογία εφευρέσεως του προσδιορίζεται περίπου τον 4ο αιώνα π.Χ. Επίσης άγνωστη είναι και η τότε ονομασία του οργάνου αυτού, με τον όρο γωνιόμετρο να καθιερώνεται μεταγενέστερα για να καλύψει αυτό το κενό.

Πρόκειται για ένα υποδιαιρεμένο κυκλικό δίσκο, που τοποθετούνταν στο επίπεδο της κατακόρυφου του τόπου και του αστέρα ή του ήλιου και μετρούσε την γωνιακή τους απόσταση. Ίσως ο δίσκος αυτός να ήταν μόνιμα τοποθετημένος κατά διάμετρο πάνω στους κατακόρυφους των αστεροσκοπειών της εποχής, με δυνατότητα περιστροφής γύρω από αυτήν και από το κέντρο του. Η ακρίβεια των μετρήσεων αποδεικνύει την μέγιστη ακρίβεια του οργάνου.

Ανεμοσκόπιο. Το ανεμοσκόπιο συμπλήρωνε το ανεμολόγιο και ήταν και αυτό ναυτιλιακό



όργανο που βοηθούσε στον προσανατολισμό με βάση τους ανέμους. Ένα τέτοιο ανακαλύφθηκε στην Ιταλία. Είναι επίπεδο, στρογγυλό, μαρμάρινο τεμάχιο και έχει ρόδινο χρώμα. Μια στρογγυλή οπή υπάρχει στο κέντρο του, όπου υπήρχε

ένας επισείοντας και άλλες μικρές οπές, που δείχνουν τη διεύθυνση των ανέμων, υπάρχουν στην περιφέρεια του. Στην πάνω επιφάνεια και στο χείλος υπάρχουν ενδείξεις. Έξι ζώνες με πέντε παράλληλες γραμμές είναι ο Ανταρκτικός κύκλος, ο τροπικός του Αιγόκερου, ο Ισημερινός και ο Αρκτικός κύκλος. Ένας μεσημβρινός είναι κάθετα προς αυτές τις ζώνες και όλα τα υπόλοιπα σημεία έχουν ενωθεί με γραμμές που περνούν από το κέντρο με τον ίδιο τρόπο. Στα σημεία όπου καταλήγουν όλες οι γραμμές, στην περιφέρεια, υπάρχουν δώδεκα μικρές οπές. Εκεί τοποθετούσαν μικρά μπρούντζινα καρφιά και έδειχναν τη θέση των ανέμων. Τα ονόματά τους είναι γραμμένα στην παρυφή του κυλίνδρου. Η χρονολόγησή του είναι δύσκολη, αλλά επειδή μοιάζει από τη μία με το ανεμολόγιο του Αριστοτέλη και από την άλλη με τον αστρονομικό χάρτη του Πτολεμαίου, τοποθετείται μεταξύ 350 π.Χ. και 150 μ.Χ.

Ο γνώμονας του Αναξίμανδρου. *Εὗρεν δὲ καὶ γνώμονα πρῶτος καὶ ἔστησεν ἐπὶ τῶν σκιοθήρων ἐν Λακεδαίμονι, καθάφησι Φαβωρῖνος ἐν Παντοδαπῇ ἱστορίᾳ, τροπὰς τε καὶ ἰσημερίας*



σημαίνοντα καὶ ὠροσκόπια κατεσκεύασε. Καὶ γῆς καὶ θαλάσσης περίμετρον πρῶτος ἔγραψεν, ἀλλὰ καὶ σφαῖραν κατεσκεύασε.(Διογένης Λαέρτιος) Από τα παλαιότερα και γνωστότερα αστρονομικά όργανα είναι ο γνώμων, που αποτελεί

το βασικό πρόγονο του ηλιακού ρολογιού. Η ανακάλυψή του αποδίδεται στον Αναξίμανδρο (550 π.Χ.), ενώ γνωρίζουμε (με βεβαιότητα) ότι χρησιμοποιήθηκε ως ναυτιλιακό όργανο από τον Πυθέα τον Μασσαλιώτη (4ος π.Χ. αιώνας). Χρησίμευε για τον προσδιορισμό των οριζοντίων συντεταγμένων του Ήλιου και, μέσω αυτών, για τον προσδιορισμό της ώρας καθώς και πολλών

άλλων αστρονομικών φαινομένων και γεωγραφικών στοιχείων. Ο γνώμονας ή γνωμόνιον είχε μεγάλη σημασία στην εξέλιξη της αστρονομίας και της ναυσιπλοΐας, καθώς υπήρξε το αρχαιότερο αστρονομικό όργανο και αποτέλεσε τη βάση για την κατασκευή και άλλων απλών και σύνθετων αστρονομικών οργάνων.

Ναυτικό δρομόμετρο. Μηχανισμός για την ακριβή μέτρηση θαλασσίων αποστάσεων.



Αποτελείται από ένα κιβώτιο με συμπλεκόμενους οδοντωτούς τροχούς και έναν ατέρμονα κοχλία, ο οποίος φέρει στην άκρη του έναν πτερυγιοφόρο υδροκίνητο τροχό. Η περιφέρεια του τροχού εσωτερικά των πτερυγίων ήταν εφαπτόμενη της στάθμης της θάλασσας και το κιβώτιο ήταν τοποθετημένο, είτε πάνω σε ελκόμενο

από το πλοίο πλωτήρα, είτε στο εσωτερικό πλαϊνό του πλοίου, με τον άξονα του τροχού να διαπερνά τα τοιχώματά του. Ο τροχός περιστρέφεται ανάλογα με την ταχύτητα του πλοίου και ένας βαθμονομημένος δίσκος (επί της εξωτερικής πλευράς του κιβωτίου) ενσωματωμένος στον άξονα του τελευταίου οδοντωτού τροχού υποδεικνύει την διανυθείσα απόσταση.

Μετεωροσκόπιο. Το μετεωροσκόπιο κατασκευάστηκε τον 2ο αιώνα μ.Χ. από τον Κλαύδιο τον Πτολεμαίο, ο οποίος το αναφέρει στο έργο του «Γεωγραφικήν Υφήγησις». Μας δίνει πληροφορίες για το έξαρμα του βόρειου πόλου από το σημείο στο οποίο βρισκόμαστε, καθώς και τη διεύθυνση του μεσημβρινού κάθε ώρα και τις διευθύνσεις των πορειών σε σχέση με αυτόν, δηλαδή το μέγεθος των γωνιών τις οποίες σχηματίζει ο μέγιστος κύκλος που διαγράφει σε σχέση με το μεσημβρινό στο ζηνίθ. Επίσης, μπορούμε να υπολογίσουμε και το ορθοδρομικό τόξο του ισημερινού που βρίσκεται ανάμεσα στους μεσημβρινούς. Δυστυχώς καμιά περιγραφή του δεν είναι διαθέσιμη και έτσι η μορφή του αποτελεί ένα αίνιγμα. Το συγκεκριμένο όργανο χρησίμευε και για την πρακτική καταγραφή γεωγραφικών δεδομένων

Πολομετρητής. Ο πολομετρητής ήταν ένα ναυτιλιακό όργανο των αρχαίων ναυτικών, του



οποίου η αρκετά απλουστευμένη χρήση γρήγορα ξεπεράστηκε με την εμφάνιση εξελιγμένων αστρονομικών οργάνων. Ήταν ένα απλούστατο ναυτικό όργανο, που μετρούσε το έξαρμα του πόλου, χωρίς να χρειάζεται αλμανάκ, πένα ή χαρτί για να βγάλει το ύψος του παραλλήλου στον οποίο

ταξίδευε το πλοίο. Αποτελούνταν από ένα σανίδι όπου στη μέση μιας από τις στενές πλευρές του υπήρχε μια ημικυκλική εγκοπή διαμέτρου 2 εκατοστών, κάτω από αυτήν την εγκοπή υπήρχε μια μικρή οπή από την οποία ξεκινούσε ένας αρκετά επιμήκης και χονδρός σπάγκος. Μόλις λοιπόν, έπεφτε η νύχτα και έχει ξαστεριά, ο παρατηρητής κρατούσε με το αριστερό του χέρι το σανίδι από μια από τις μακριές πλευρές του τοποθετώντας το έτσι ώστε μέσα από την εγκοπή της πάνω

πλευράς να βλέπει τον πολικό αστέρα και με την κάτω μικρή πλευρά να αγγίζει τον ορίζοντα. Το ζύγιζε και με το δεξί χέρι τέντωνε το σπάγκο μέχρι την άκρη της μύτης του. Έκανε έναν κόμπο σε αυτό το σημείο του σπάγκου και έτσι έχει σχηματισμένη μια γωνία που έχει κέντρο την άκρη της μύτης του και οι δύο νοητές γραμμές του ορίζοντα και του πολικού αστέρα αποτελούσαν τις πλευρές της. Την άλλη νύχτα έκανε ξανά τη μέτρηση της γωνίας και αν ο κόμπος στο σπάγκο άλλαζε θέση, μεγάλωνε δηλαδή, προς τον πολικό τότε υπήρχε βόρεια διαφορά πλάτους, αν μεγάλωνε προς τον ορίζοντα τότε νότια. Η ναυτική πείρα του παρατηρητή δίδασκε κατά πόσο έπρεπε να διορθωθεί η πορεία, ούτως ώστε το πλοίο να κρατηθεί στην παράλληλό του και να φτάσει στον προορισμό του. Επειδή πληροφορίες για τον πολομετρητή πήραμε από Αραβικά συγγράμματα, (οι Άραβες το νομάζουν Ka-mal) αρκετοί μελετητές αποδίδουν λανθασμένα την ανακάλυψή του στους Άραβες.

Ηλιακό ρολοί. Τα μεταφερόμενα ηλιακά ρολόγια της αρχαιότητας χρονολογούνται από τον 2ο αιώνα π. Χ. και μετά. Αφού ο εφευρέτης αυτού του τύπου ρολογιού ήταν ο Παρμενίων στην Αλεξάνδρεια το 2ο π.Χ. αιώνα. Ο συγκεκριμένος τύπος ανακαλύφθηκε από τον αρχαιολόγο Στυλιανό Πελεκανίδη στους Φιλίππους της Μακεδονίας το 1965. Πρόκειται για πολύπλοκο όργανο αστρονομίας εκτός από τη λειτουργία του ως ηλιακού ρολογιού χρησίμευε και στη μέτρηση του γεωγραφικού πλάτους (κατά προσέγγιση), του αζιμούθιου και της απόστασης των αστέρων. Έχει χαραγμένα πάνω του τα ονόματα τεσσάρων πόλεων με τα γεωγραφικά τους πλάτη την Αλεξάνδρεια την Ρώμη την Ρόδο και την Βιέννη (= Ουιέννης). Εκτός από την αναφορά της ώρας έχει την δυνατότητα να χρησιμοποιηθεί και σαν γωνιόμετρο για την εύρεση των συντεταγμένων ενός αστέρα ή του ήλιου.



Το ηλιακό ρολοί από τους Φιλίππους αποτελείται από τρεις χάλκινους δακτυλίους. Ο εξωτερικός δακτύλιος έχει εξωτερική διάμετρο 72,5 χιλιοστά και εσωτερική 64,9 χιλιοστά, και φέρει διαμετρικά δύο κρίκους για την ανάρτηση. Ο μεσαίος δακτύλιος αποτελείται από δύο χωριστούς ημιδακτυλίους. Κάθε ημιδακτύλιος συγκρατείται από άξονα, ο οποίος αποτελεί ενιαία κατασκευή με το στέλεχος, στο οποίο περνά ο κρίκος. Οι άξονες και μαζί οι ημιδακτύλιοι έχουν δυνατότητα περιστροφής κατά 360°. Για να τεθεί το όργανο σε λειτουργία πρέπει να προσανατολιστεί πρώτα ο εξωτερικός δακτύλιος σε κάθετη θέση με το μεσημβρινό επίπεδο, ώστε να πάρει τη θέση ανατολής-δύσης. Μετά, ο εσωτερικός δακτύλιος, με την οπτομετρική οπή, τοποθετείται στο μήνα που διανύεται. Η φωτεινή κηλίδα δείχνει την ώρα πάνω στην άντυγα πριν ή μετά τη μεσουράνηση. Η μέτρηση του ύψους του ηλίου κατά τη μεσουράνησή του την ημέρα της ισημερίας δίνει το συμπλήρωμα του γεωγραφικού πλάτους. Το όργανο προσδιορίζει επίσης το αζιμούθιο και το ύψος του ήλιου ή κάποιου άλλου αστέρα.

Περίπλοι ή Σταδιασμοί.²⁸ Με την εξάπλωση του ελληνικού κόσμου και τη δημιουργία των διαφόρων αποικιών παρατηρήθηκε μια έξαρση των μετακινήσεων στη θάλασσα, αποτέλεσμα της μεγάλης ανακατανομής πληθυσμών, της έκτασης του εμπορίου που αναπτύχθηκε και των κάθε μορφής επικοινωνιακών σχέσεων που δημιουργήθηκαν. Συνέπεια αυτής της κινητικότητας στη θάλασσα ήταν η εμφάνιση κειμένων, που αφορούσαν αυτές τις μετακινήσεις, παρέχοντας κάθε δυνατή πληροφορία για την ασφαλή εκτέλεση των πλόων. Τα κείμενα αυτά έμειναν γνωστά σαν **περίπλοι ή σταδιασμοί** (αντίστοιχα των σημερινών πλοηγών). Με την πάροδο του χρόνου εξελίχθηκαν, βελτιώθηκαν και αποτέλεσαν **σημαντικότερα κείμενα της ναυτικής γνώσης για την εποχή τους και αναπόσπαστο κομμάτι της γέφυρας των αρχαίων πλοίων**.

Το πρώτο αξιόλογο κείμενο χρονολογείται από το **520 π.Χ.** και είναι ο περίφημος **περίπλους του Σκύλακα του Καρυανδέα**, με τίτλο "Γης περίοδος", ενώ το τελευταίο που γνωρίζουμε είναι αυτό του Μαρκιανού του Ηρακλειώτη, με τίτλο " Ο Περίπλους της Έξω θαλάσσης", έργο του 4ου μ.Χ. αιώνα. Στη διάρκεια των 900 χρόνων που μεσολαβούν γράφτηκαν πολλοί περίπλοι (ελάχιστοι από αυτούς έχουν διασωθεί), οι οποίοι παρέχουν πάρα πολλά στοιχεία για τις ακτές των περιοχών που γνώρισαν τη δραστηριότητα των Ελλήνων, για την επαφή τους με πρωτόγονους πολιτισμούς, για τη μακρινή και άγνωστη Θούλη, τις ακτές της μαύρης θάλασσας, της Μεσογείου, της Ερυθράς θάλασσας και του Ινδικού Ωκεανού.

Με αυτές τις ναυτιλιακές γνώσεις και βοηθήματα γράφτηκαν οι μεγαλύτερες εποποιΐες του αρχαίου Ελληνικού ναυτικού.

Στη διάρκεια του 4ου π.Χ. αιώνα πραγματοποιήθηκε από τον Πυθέα τον Μασσαλιώτη ένα μοναδικής σημασίας ταξίδι στη βόρεια Ευρώπη και ακόμη πιο πάνω, σε μέρη που έως τότε δεν είχε πατήσει ανθρώπου πόδι, στις εσχατιές του τότε γνωστού κόσμου, προς τη μακρινή και άγνωστη Θούλη. Το ταξίδι αυτό είχε διπλή υπόσταση. Αφ' ενός ήταν εμπορικό, με βασικό σκοπό να φτάσουν οι έμποροι της Μασσαλίας στις πηγές του κασσίτερου (Αγγλία, Ιρλανδία) και του κεχριμπαριού (ακτές βόρειας θάλασσας και Βαλτικής) και αφ' ετέρου επιστημονικό, καθότι ο Πυθέας (αρχηγός της αποστολής) ήταν φημισμένος γεωγράφος και μαθηματικός. Το θαυμαστό αυτό επίτευγμα, που έκανε γνωστούς στον πολιτισμένο τότε κόσμο τους τόπους και τους κατοίκους της βόρειας Ευρώπης με το πλήθος των πληροφοριών και μετρήσεων του Πυθέα,

Από τον ναύαρχο του Μ. Αλεξάνδρου, τον Νέαρχο. Ξεκινώντας ο Νέαρχος από τον Υδάσπη ποταμό, έπλευσε στις ακτές του Περσικού κόλπου και έφτασε στις εκβολές του Ευφράτη ποταμού στην Ινδία. Αποκομμένος ο στόλος, χωρίς τρόφιμα και χωρίς την υποστήριξη του στρατού, περνώντας από άγνωστα μέρη και μετά από πολλές δυσκολίες κατόρθωσε να

²⁸ <https://www.sailingschool.gr/arthra/16-etsi-gia-na-mhn-ksexname>

φτάσει στο Ευφράτη, χάρη της ικανότητας του Νέαρχου που με πραότητα, αποφασιστικότητα και θάρρος ξεπέρασε τα εμπόδια και τη δεισιδαιμονία των ναυτών του που διογκώθηκε λόγω του άγνωστου του επιχειρήματος.

3.3 Η Πρώιμη Αστρονομική Ναυτιλία

Οι²⁹ αρχαίοι Έλληνες στην προσπάθειά τους να βάλουν σε τάξη το χάος, έκαναν ουσιαστικά τη μεγαλύτερη επανάσταση στη γνώση που έχει παρουσιαστεί μέχρι σήμερα. Ανακάλυψαν το "Νόμο", αυτή την υπέρτατη αρχή της επιστήμης, που για τους ίδιους είχε θεϊκή υπόσταση και καταγωγή. Έτσι μελέτησαν τα αστέρια για να μπορέσουν να ερμηνεύσουν τους νόμους που σχετίζονταν με τις κινήσεις τους και αυτή η ουράνια παρατήρηση οδήγησε σε πολλαπλά συμπεράσματα, κυρίως στη ναυτιλία, όπου οι αστερισμοί έπαιξαν και συνέχιζαν να παίζουν μέχρι πριν λίγες δεκαετίες (που η αστρονομική ναυτιλία παραγκωνίστηκε αρχικά από την ηλεκτρονική ναυτιλία και στη συνέχεια από τη δορυφορική ναυτιλία) έναν τεράστιο ρόλο. Σύντομα τα βασικά ζωδιακά σχήματα συντρόφευαν τους ναυτικούς, η ανατολή του Αυγερινού χαιρέτιζε τον ερχομό μιας νέας ημέρας και η Πούλια (Αφροδίτη) σημάδευε τον ερχομό της νύχτας. Δεν είναι τυχαίο που όλα σχεδόν τα άστρα και οι αστερισμοί έχουν σήμερα τα ονόματα ισχυρών θεών και ηρώων της Ελληνικής μυθολογίας. Έτσι η αστρονομία αποτέλεσε τον κινητήριο άξονα που πάνω του στηρίχτηκε η ναυτιλία, ιδιαίτερα από τους κλασικούς χρόνους και μετά, για να αναπτυχθεί και να φτάσει στο σημείο που έφτασε. Χωρίς αυτή δεν θα ήταν ικανοί να πελαγοδρομήσουν οι Έλληνες και μεταγενέστερα οι άλλοι πολιτισμοί σε κάθε γωνία του γνωστού τότε κόσμου.

*Μια απόδειξη της γόνιμης σχέσης (αστρονομίας-ναυτιλίας) αποτελούν τα **συγγράμματα "ναυτικής αστρολογίας"**, όπως ονόμαζαν τότε τα διάφορα έργα αστρονομικής παρατήρησης. Ο **Όμηρος**, στον κατ' εξοχήν ναυτικό του κώδικα την Οδύσσεια αναφέρει χαρακτηριστικά πως "η σοφή θεά (Αθηνά) συμβούλεψε τον Οδυσσέα να κρατάει τη Μεγάλη Άρκτο στο αριστερό του χέρι, κατά τη διάρκεια της επιστροφής του από το νησί της Καλυψώ". Ο **Ησίοδος**, στο έργο του "Έργα και Ημέραι", γράφει απευθυνόμενος στον αδελφό του Πέραση: "Και αν σε κατέχει ο πόθος για επικίνδυνα ταξίδια θα πρέπει να γνωρίζεις πως όταν οι Πλειάδες (η γνωστή Πούλια) φεύγοντας από τον ανδρειωμένο Ωρίωνα πέφτουν στην ανταριασμένη θάλασσα, τότε πια σηκώνονται φουρτούνες από κάθε είδους ανέμους. Τότε λοιπόν να μην έχεις πια καράβια στη μαύρη θάλασσα, αλλά να καλλιεργείς τη γη όπως σε συμβούλεψα." Και ο **Φώκος ο Σάμιος(6ος π.Χ.αιώνας)** είναι ο συγγραφέας δύο αστρονομικών πραγματειών με τίτλους "Περί ναυτικής αστρολογίας" και "Περί τροπής της ισημερίας".*

²⁹ <https://www.sailingschool.gr/arthra/16-etsi-gia-na-mhn-ksexname>

Επίσης Ελληνικής επιπόησης είναι δύο ακόμη σπουδαίες ανακαλύψεις που έχουν ξεχωριστή θέση στην μελέτη που υποβάλλεται και θα μνημονευτούν αναλυτικά σε μεταγενέστερα κεφάλαια. Η χαρτογραφία και ο αστρολάβος.

3.4 Ρωμαϊκοί Χρόνοι

Για τη δημιουργία του μεγάλου εμπορικού και πολεμικού στόλου των Ρωμαίων υπόβαθρο αποτέλεσε η μεγάλη ναυτική παράδοση των αρχαιο-ελληνικών και Ελληνιστικών χρόνων. Μια παράδοση που συνέχισαν και βελτίωσαν κι απ' την οποία άντλησαν τεχνικές γνώσεις και ναυτικές εμπειρίες οι μετέπειτα διεκδικητές της Μεσογείου Άραβες, Βενετοί και Οθωμανοί. Τα³⁰ εμπορικά πλοία της ρωμαϊκής περιόδου χωρίζονται στα μικρά, που έχουν μεταφορική ικανότητα μέχρι και 3000 αμφορείς, και στα μεγάλα, τα αποκαλούμενα από τους Έλληνες μυριοφόρα, που μπορούν να μεταφέρουν 10000 αμφορείς. Μια τρίτη ειδική κατηγορία αποτελούν τα κατά πολύ μεγαλύτερα σιταγωγά, που μεταφέρουν από την Αλεξάνδρεια στη Ρώμη τους 50.000 τόνους σιτάρι που χρειάζεται κάθε χρόνο η Αυτοκρατορία. Στην αρματωσιά τους χρησιμοποιείται για πρώτη φορά ένα δεύτερο πανί σε επικλινή ιστό στην πλώρη, που εξασφαλίζει μεγαλύτερη ταχύτητα. Ουσιαστικά οι Ρωμαίοι αντέγραψαν τα πλοία των Μακεδόνων και κυρίως του Δ. Πολιορκητή για να τους συναγωνιστούν, αλλά και στη συνέχεια, για να τους κατακτήσουν. Η περίφημη Ρωμαϊκή Γαλέρα δεν έχει να προσθέσει τίποτα στα τεχνολογικά θαύματα της ναυσιπλοΐας των Ελληνιστικών χρόνων, παρά μόνο την τοποθέτηση του «τυμπανιστή» στην γέφυρα για να δίνει τον ρυθμό, με τον οποίο κωπηλατούσαν οι αλυσοδεμένοι σκλάβοι.



Εικόνα 14. Ρωμαϊκή γαλέρα

³⁰ https://blogs.sch.gr/8lyk-pat/files/2013/06/byzantio_romi.pdf

Οι γνώσεις μας για το Ρωμαϊκό ναυτικό είναι συγκριτικά περιορισμένες. Το 46 π.Χ., μετά τη μάχη της Λευκόπετρας (όπου οι Ρωμαίοι του Λεύκιου Μόμμιου νίκησαν τα Ελληνικά στρατεύματα), η υποταγή των Ελλήνων στους Ρωμαίους ολοκληρώθηκε και τυπικά. Συνέπεια του γεγονότος αυτού ήταν να πάψουν οι Ελληνικές πόλεις να πρωτοστατούν στη Μεσόγειο και ως εξ αυτού και το ναυτικό τους. Οι Έλληνες ναυτικοί συνεχίζουν τον προαιώνιο ρόλο τους στη θάλασσα και ταυτόχρονα γίνονται ποδηγέτες, εκπαιδευτές και πληρώματα του δημιουργούμενου και αργότερα ισχυρού ναυτικού της Ρωμαϊκής Αυτοκρατορίας. Οι Έλληνες ναυπηγοί, υπακούοντας στα κελεύσματα των αξιωματούχων της Ρώμης, κατασκευάζουν υπερμεγέθη και βαριά καράβια, πάνω στα οποία τοποθετούνται πολεμικές πολιορκητικές μηχανές και κατασκευές που χρησιμοποιούνται στις επιχειρήσεις της

ξηράς. Τα Ρωμαϊκά πλοία διοικούσε ένας ναύαρχος, βαθμός ισότιμος με αυτόν του εκατόνταρχου, ο οποίος συνήθως δεν ήταν Ρωμαίος πολίτης. Ιστορικοί και μελετητές της αρχαιότητας συμφωνούν στο ότι η διοίκηση και η επάνδρωση των πλοίων από μη-Ρωμαίους, οδήγησε σε μια νοοτροπία ότι ο στόλος είναι μη-Ρωμαϊκός και ήταν το αίτιο που έπεφτε σε ατροφία σε περιόδους ειρήνης.

Οι Ρωμαίοι όχι μόνο δεν υπήρξαν ναυτικός λαός, αλλά ούτε είχαν το ανήσυχο εξερευνητικό πνεύμα των Ελλήνων των Φοινίκων των Βίκιγκς και άλλων θαλασσινών λαών. Γι' αυτό και στους αιώνες της παντοκρατορίας τους, ακόμη και μέχρι τον 6^ο μ.Χ αιώνα, υπήρξε στασιμότητα όσον αφορά στην εξέλιξη των οργάνων ναυσιπλοΐας και στην διακυβέρνηση των πλοίων γενικότερα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΜΕΣΑΙΩΝΑΣ

H³¹ εξάρτηση της ναυτικής τέχνης από την αιολική και ανθρώπινη δύναμη καθ' όλη τη διάρκεια των μεσαιωνικών χρόνων είχε ως συνέπεια την υποτυπώδη πρόοδο της ναυτιλίας. Η ναυτική τεχνολογία αυτής της περιόδου απέτυχε να προσδώσει μεγαλύτερη άνεση ή ασφάλεια στα θαλασσινά ταξίδια. Όμως, τα ταξίδια αυτά συνέχισαν να έχουν ένα μεγάλο πλεονέκτημα: την ταχεία μαζική μετακίνηση. Ωστόσο, η κάλυψη μιας απόστασης με πλοίο δεν μπορούσε να υπολογιστεί με βεβαιότητα καθώς υπήρχαν αστάθμητοι παράγοντες που επηρέαζαν τη διάρκεια ή ακόμη και την επιτυχή έκβαση ενός τέτοιου ταξιδιού, όπως ο καιρός, τα θαλάσσια ρεύματα, η πειρατεία και η ανάγκη για εφόδια επισκευές.

Οι κυβερνήτες των πλοίων έπρεπε να πληρούν κάποιες απαραίτητες προϋποθέσεις και ικανότητες, για αυτό ήταν συνήθως έμπειροι ναυτικοί με γνώση και ικανότητα στην πρόγνωση των καιρικών φαινομένων και ιδιαίτερα της κατεύθυνσης των ανέμων, όχι μόνο για την αποφυγή επικίνδυνων θαλασσοταραχών αλλά και για την αποτελεσματική εκμετάλλευση του ανέμου μέσω των ιστίων. Επίσης, είχαν γνώσεις αστρονομίας ώστε να διαβάζουν την θέση του ήλιου, της σελήνης και των άστρων, όπως ενδεικτικά της πούλιας, του πολικού αστέρα ή της Μεγάλης Άρκτου. Μπορούσαν έτσι, να προσδιορίζουν τα σημεία του ορίζοντα και να καθορίζουν την πορεία του πλοίου, όπως ο υπολογισμός των αποστάσεων ανάμεσα στα λιμάνια και ο εντοπισμός των υφάλων ή των άβαθων σημείων της εκάστοτε θαλάσσιας περιοχής.

Κατά τον μεσαίωνα αλλάζει το μέγεθος των εμπορικών πλοίων, γίνονται πολύ μικρότερα από τα αντίστοιχα αρχαία ελληνικά και ρωμαϊκά, για λόγους οικονομίας και ευελιξίας, καθώς έπρεπε να ανταποκριθούν στις ανάγκες της εποχής που τα ήθελε να ταξιδεύουν: γρήγορα, σε μακρινά ταξίδια, σε δύσκολες θάλασσες, φορτωμένα με μεγάλη ποσότητα εμπορευμάτων, ενώ ταυτόχρονα ο φόβος των πειρατών βρισκόταν συνεχώς μπροστά τους. Η μείωση του μεγέθους τους δεν σημαίνει ότι είχαν πάντα και μικρότερη χωρητικότητα – από περιγραφές σε κείμενα γνωρίζουμε ότι υπήρχαν καράβια που μετέφεραν πολύ μεγάλες ποσότητες προϊόντων στα διάφορα εμπορικά κέντρα.

4.1 Βυζαντινοί Χρόνοι

Η αρχή της Βυζαντινής αυτοκρατορίας συμπίπτει με την ίδρυση της Κωνσταντινούπολης από τον Κωνσταντίνο τον Μέγα, την 11η Μαΐου του 330, με το όνομα Νέα Ρώμη. Η διαίρεση της Ρωμαϊκής Αυτοκρατορίας σε Ανατολική και Δυτική το 395 π.Χ. και η ανάδειξη της Κωνσταντινούπολης ως πρωτεύουσας της Βυζαντινής Αυτοκρατορίας, επανέφερε στο προσκήνιο

³¹ <http://carhistory.gr/load/content/pages/view/>

το Αιγαίο Πέλαγος. Την περίοδο μάλιστα μεταξύ 4ου και 7ου αιώνα μ.Χ. στη λεκάνη της Μεσογείου η Βυζαντινή θαλασσοκρατία αναβαθμίζει και πάλι το Αιγαίο σε σταυροδρόμι εμπορίου, ενώ το πλοίο που χαρακτηρίζει τη Βυζαντινή Περίοδο είναι ο Βυζαντινός **Δρόμωνας**. Για τη δημιουργία του μεγάλου εμπορικού και πολεμικού στόλου και των Βυζαντινών υπόβαθρο αποτέλεσε η μεγάλη ναυτική παράδοση των αρχαιο-ελληνικών και ελληνιστικών χρόνων. Κατά³² τη βυζαντινή περίοδο, τα εμπορικά και πολεμικά καράβια της αυτοκρατορίας ναυπηγούνται σε Αρσανάδες (ή Ταρσανάδες) που εγκαθίστανται μακριά από τα λιμάνια, σε κολπίσκους με καλή φυσική οχύρωση και κοντά σε δάση για την παροχή της ξυλείας.

Ξανατονίζεται για άλλη μια φορά ότι *γέφυρα* για την μελέτη μας είναι ότι έχει σχέση με την διακυβέρνηση, την ναυσιπλοΐα (όλες οι τεχνικές με τις οποίες επιτυγχάνεται ο γρήγορος και ασφαλής πλους) και τις επικοινωνίες του πλοίου.

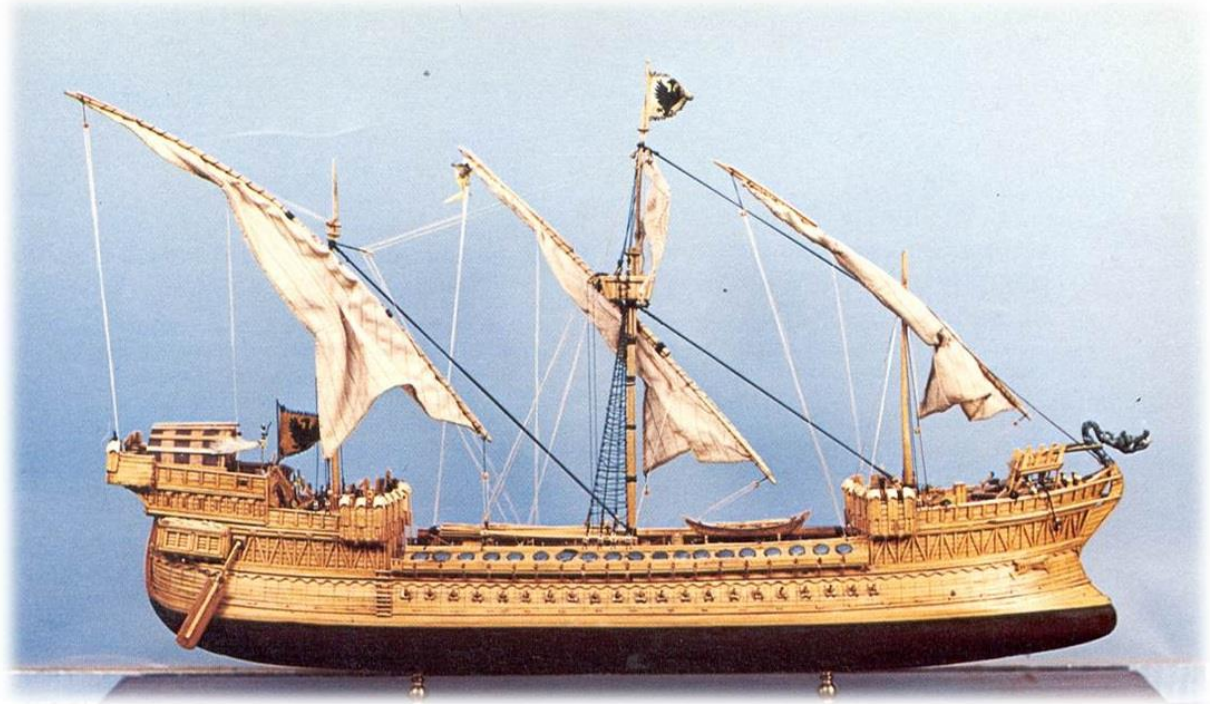
Όσον αφορά στην διακυβέρνηση και το προσωπικό της γέφυρας στους δρόμωνες, οι Βυζαντινοί σε γενικές γραμμές διατηρούν την οργάνωση της Αθηναϊκής τριήρους που έχουμε αναφέρει στο κεφάλαιο 3.1. Οι ειδικότητες που επανδρώνουν την γέφυρα των Βυζαντινών πλοίων είναι : «δ' επί των αυχένων ή πρωτοκάραβοι» δηλ. ο πηδαλιούχος (αυχένες ήσαν τα δύο κουπιά, δεξιά και αριστερά από το ποδόστημα της πρύμης, τα οποία μέχρι τον 12ον αιώνα που εφαρμόστηκε το πηδάλιο με τη σημερινή του μορφή χρησίμευαν για τη διεύθυνση του πλοίου: ο «αρμενιστής», αυτός που χειριζόταν τα άρμενα δηλ. τα ιστία, ο «βιγλεοφόρος» ή βιγλάτορας (παρατηρητής, οπτήρας), που εβίγλιζε, σκαρφαλωμένος στην κεραία ή το «ξυλόκαστρο» (θωράκιο ή κόφα), αν φαινόταν κάπου εχθρικό καράβι και εξακρίβωνε τον καιρό και τους άνεμους και γενικά κατόπτευε τον γύρω ορίζοντα. Ο «κελευστής» (αντίστοιχος προς τον αρχαίο τριηράρχη) που συντόνιζε το ρυθμό της κωπηλασίας, με τον αυλό ή με επιφωνήματα (έέέ, ώπ!). Για να συμπληρώσουμε δε τον πίνακα θα πρέπει να προσθέσουμε τον «πρωρεύς», που στεκόταν κατά το ταξίδι στη μέση του καραβιού και ενθάρρυνε του ερέτας και τους παρακινούσε. Τελευταίος προς την κορυφή μέσα στο πλοίο έρχεται ο εκατόνταρχος (Κεντυρίων - Κένταρχος) ή Κυβερνήτης. Η θέσις του είναι στην πρύμη, από όπου εποπτεύει το πλήρωμα, το καράβι, τη γύρω θάλασσα και τους άνεμους. Οι δύο πρωτοκάραβοι (κυβερνήτες) που χειρίζονταν τα πηδάλια ήταν απευθείας στην υπηρεσία του κεντάρχου. Στο επίστεγο της πρύμνης υπήρχε ο **κράβατος**, ο θάλαμος του κεντάρχου απ' όπου μπορούσε να παρατηρεί και αναλόγως να δίδει εντολές.

Στους Βυζαντινούς χρόνους εκεί υπήρχαν τα εικονίσματα των Αγίων που προστάτευαν το πλοίο και τους επιβαίνοντες.

Για τα εμπορικά πλοία της εποχής οι πληροφορίες που διαθέτουμε είναι πολύ λίγες. Ήταν στην πλειοψηφία τους μικρά πλοία με στρογγυλό κύτος ελαφριά και ευέλικτα ώστε να μανουβράρονται σχετικά εύκολα, να αποφεύγουν τις πειρατικές επιδρομές και να περνούν με

³² Σίμψας Μάριος 2014

άνεση τα στενά του Κεράτιου. Ήταν κατεξοχήν ιστιοφόρα, διέθεταν τριγωνικά ιστία, το αρχαίο λατίνι και διευθυνόταν με τη βοήθεια δύο πηδαλίων στη πρύμνη. Χρησιμοποιούσαν μερικές φορές και κουπιά. Εν τούτοις όμως οι κωπηλάτες αποφεύγονταν ως οικονομικά ασύμφορη λύση και είχαν επικουρικό ρόλο.



Εικόνα 15. Βυζαντινός δρόμων

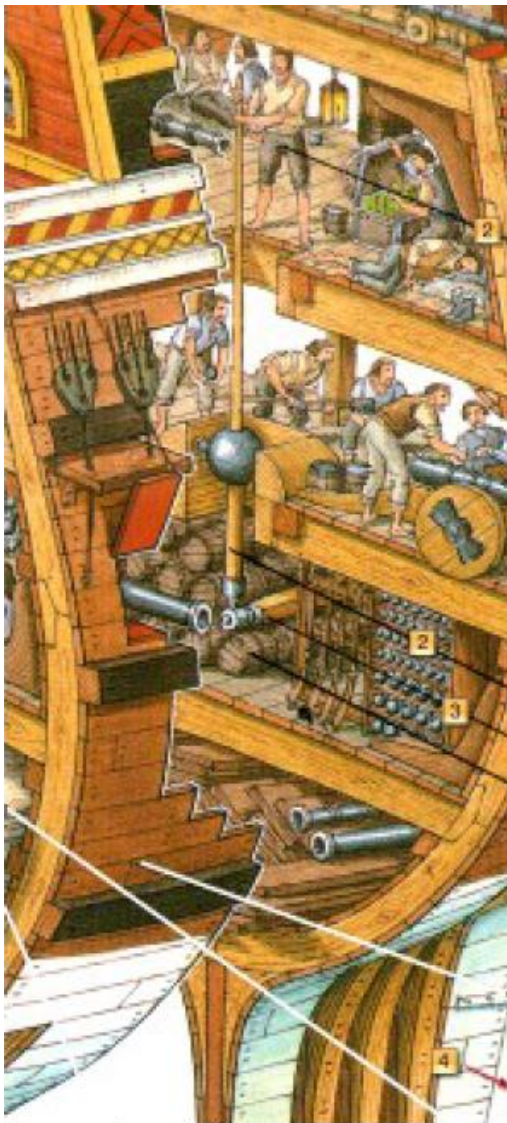
Η σημαντική πρόοδος που συντελέστηκε στη ναυπηγική, στα χρόνια του Μεσαίωνα, υπήρξε ένας από τους παράγοντες, που επηρέασαν, σε μεγάλο βαθμό, τα αποτελέσματα των θαλάσσιων εξερευνήσεων. Οι βελτιώσεις αφορούσαν τόσο τον τρόπο κατασκευής των πλοίων όσο και την αρματωσιά τους, δηλαδή τον αριθμό και το είδος των πανιών που διέθεταν.

Το λατίνι.³³ Βασική αλλαγή στην ναυσιπλοΐα του μεσαίωνα είναι η ανάπτυξη του ήδη γνωστού από παλαιότερα τριγωνικού πανιού σε μεγάλες διαστάσεις για τα αντίστοιχα μεγάλα σκαριά. Είναι διαπιστωμένο ότι το τριγωνικό πανί ήταν σε χρήση στην Μεσόγειο από τον 4^ο μ.Χ. αιώνα, διαπίστωση που γίνεται στον Βανδαλικό πόλεμο του Προκοπίου. Σαν μοναδικό πανί πάνω σε μικρά σκάφη είναι γνωστή η χρήση του από τον 9^ο αιώνα στην Μαύρη θάλασσα, την Ερυθρά και στον Ινδικό. Υπάρχει όμως βάσιμη εκδοχή πως πρώτοι οι Βυζαντινοί εκμεταλλεύτηκαν τα πλεονεκτήματα του τριγωνικού πανιού στα μεγάλα εκτοπίσματος πλοία τους. Το λατίνι δένεται σε μια αρκετά μεγάλου μήκους αντένα, η οποία τοποθετείται λοξά ως προς το άλμπουρο. Με το άλμπουρο η αντένα συνδέεται με ένα ή δύο στεφάνια έτσι ώστε το μεγαλύτερο μέρος του πανιού να βρίσκεται προς την πρύμνη, ενώ ένα πολύ μικρό μέρος να εκτείνεται από το άλμπουρο προς την

³³ Λαδάς Ηλίας 2012

πλώρη. Το άλμπουρο της πλώρης ήταν τοποθετημένο στα 2/9 του σκάφους και αυτό της πρύμης στα 5/9. Το λατίνι είχε ένα μεγάλο πλεονέκτημα σε σχέση με τα τετράγωνα, σταυρωτά πανιά: επέτρεπε στο πλοίο να ταξιδεύει σε μικρή γωνία προς τον άνεμο, αποκτώντας έτσι ευελιξία, ειδικότερα μέσα στα στενά. Επίσης, δεν χρειαζόταν να περιμένει ευνοϊκό άνεμο για να μπει ή να βγει από το λιμάνι, ενώ στην ανοιχτή θάλασσα μπορούσε να πλέει σε ίσια γραμμή χωρίς ελιγμούς. Το λατίνι με την ψηλή του αντένα πιάνει και το πιο λεπτό αεράκι. Στην παραμικρή αύξηση της ταχύτητας του ανέμου η αντένα γέρνει, αδειάζει τον αέρα, για να ξαναπάρει τη θέση της και να τον ξαναπιάσει μόλις η σπυλιάδα περάσει. Το κλασικό Βυζαντινό λατίνι, φέρει και το όνομα Yassi Ada, γιατί στο ομώνυμο μικρό νησάκι, απέναντι από την Κω, βρέθηκε σε εξαιρετική κατάσταση, ένα βυζαντινό λατίνι του 7ου αιώνα, που μετέφερε αμφορείς με κρασί και άλλα προϊόντα. Το πλοίο αυτό εκτίθεται στο μουσείο της Αρχαίας Αλικαρνασσοῦ (Bodrum) και μας προσφέρει πολλά στοιχεία για τον τρόπο κατασκευής του.

Το πηδάλιο. Η μεγαλύτερη συνεισφορά των Βυζαντινών στην ναυπηγική και ειδικότερα στον τρόπο διακυβέρνησης του πλοίου, είναι αναμφίβολα η επινοήση του πηδαλίου σαν μέσο



κατεύθυνσης του πλοίου ή σαν εξοπλισμό της γέφυρας του πλοίου (για να το εντάξουμε και στην μελέτη μας).

Τα πηδάλια των αρχαίων ιστιοφόρων ποίκιλλαν σε τύπο και αριθμό. Μερικά ιστιοφόρα είχαν ένα μόνο κουπί πηδαλιουχίας. Συνήθως, όμως, τα Ελληνικά και τα Ρωμαϊκά πλοία είχαν δύο κωπήρη πηδάλια στην πρύμνη, καθένα από τα οποία μπορούσαν πιθανότατα να το χειρίζονται ανεξάρτητα από το άλλο μέσω ενός σκαρμού (ενός ανοίγματος στην κουπαστή του πλοίου). Όταν το σκάφος αγκυροβολούσε, κρατούσαν τα πηδάλια έξω από το νερό δένοντάς τα με σχοινιά ή με μάντες.

Με το πηδάλιο τοποθετημένο ακριβώς στην πρύμνη, ο έλεγχος του σκάφους ήταν πολύ καλύτερος από όσο μπορούσε να είναι παλαιότερα γιατί ο χειρισμός του κουπιού σαν μέσου πηδαλιουχίσεως ήταν εξαιρετικά δύσκολος σε φουρτουνιασμένες θάλασσες.

Εικόνα 16. Σύστημα πηδαλιουχίας

Οι³⁴ Βυζαντινοί τον 12^ο αιώνα τοποθέτησαν το πηδάλιο κατά μήκος του πρυμίου ποδοστήματος. Ξεκινούσε από την καρίνα του σκάφους και έφτανε μέχρι το κατάστρωμα. Το πηδάλιο μπορούσε να στραφεί αριστερά και δεξιά με την βοήθεια ενός μοχλού που βρισκόταν στο επάνω μέρος, της γνωστής μας λαγουδέρας. Αυτός ο τύπος του πλοίου με μοναδικό πηδάλιο αποκαλείτο «κάραβος» και το υποκοριστικό του στις μέρες μας είναι ο όρος «καράβι».

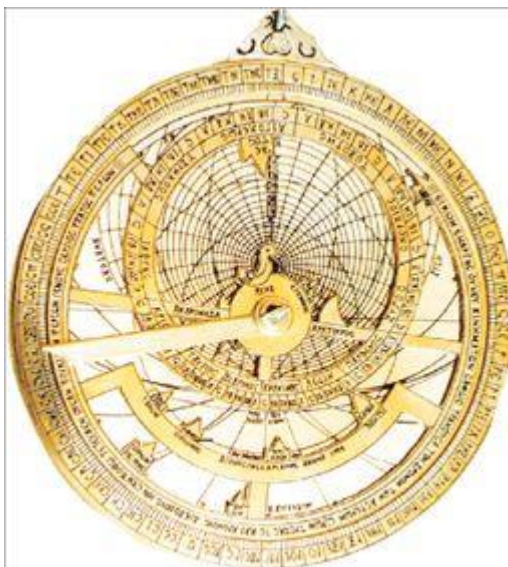
Ο κάραβος είναι ο βασικός κρίκος της εξέλιξης της Ευρωπαϊκής και κυρίως της Μεσογειακής ναυπηγικής. Θεωρείται η βάση του σχεδιασμού της Πορτογαλικής καράκας «carrack» και της διάσημης καραβέλας «karaweel».

Στα μεταγενέστερα πλεούμενα, όπως μπορείτε να δείτε από μια διατομή του γαλιονιού του 16^{ου} αιώνα (εικόνα 16) ο τιμονιέρης (1) μετακινούσε δεξιά-αριστερά ένα κατακόρυφο κοντάρι με αντίβαρο (2) που προσαρμόζονταν με σιδερένιο σύνδεσμο σε μια οριζόντια λαγουδέρα(3) που με την σειρά της μετέδιδε την κίνηση στο πηδάλιο(4). Αργότερα μπήκε το γνωστό στρογγυλό τιμόνι που είναι εγκατεστημένο στην γέφυρα του πλοίου.

Τα πρώτα χρόνια της χρήσης του πηδαλίου με την παλιά εύκαμπτη λαγουδέρα επέτρεπε να περιστρέφουν το πτερύγιο του τιμονιού των μεγάλων πλοίων μόνο 15 μοίρες από κάθε πλευρά. Επίσης, σε περίπτωση κακοκαιρίας, έπρεπε να το από-συναρμολογήσουν και να το αντικαταστήσουν με ένα ειδικό εξάρτημα ώστε να καταφέρουν να κυβερνήσουν το πλοίο.

Ο χειριστής της λαγουδέρας ανάλογα με τον τύπο και το μέγεθος του πλοίου, μπορεί να βρισκόταν στην κουβέρτα κοντά στον καπετάνιο ή ένα επίπεδο πιο κάτω αλλά σε τέτοιο σημείο ώστε να μπορεί να ακούει εύκολα τα παραγγέλματα.

Βυζαντινός αστρολάβος και περίπλους. Η³⁵ πρώτη μορφή του οργάνου, που σήμερα



γνωρίζουμε ως αστρολάβο, εφευρέθηκε από τον Εύδοξο το 360 π.Χ. Στα 1080 μ.Χ. κατασκευάστηκε ο παλαιότερος αστρολάβος που έχει βρεθεί, ο Βυζαντινός αστρολάβος της Brescia, πόλη όπου βρέθηκε και όπου μέχρι σήμερα φυλάσσεται. Φέρει Ελληνικές επιγραφές και αποτελεί τη βάση των αραβικών αστρολάβων. Στην περίοδο ακμής του Βυζαντίου, το παραπάνω όργανο τελειοποιήθηκε, ώστε μπορεί να χαρακτηριστεί ως ένας «αναλογικός μηχανικός υπολογιστής». Το παραπάνω όργανο μπορούσε να υπολογίσει τη θέση ενός αστέρα, στην

Εικόνα 17. Βυζαντινός αστρολάβος

³⁴ <https://docplayer.gr/10531414-Pidalio-synonyma-timoni-oiax-doiaki-pidalion-ayhenes-i-ayhenioi-tenontes-lagoydera-ayhin-polydeykoys-onomastikon.html>

³⁵ <https://spaceilotes.wordpress.com/2016/05/16/%CF%8D-%CE%AC-%CF%8C-ia/>

ουράνια σφαίρα. Οπότε, με τη βοήθεια του αστρολάβου, μπορούσε να υπολογιστεί η ώρα ενός τόπου, τα σημεία ανατολής και δύσης διαφόρων αστέρων, οι θέσεις των πλανητών, το γεωγραφικό πλάτος του τόπου. Για τη ναυσιπλοΐα γνωρίζουμε ότι θα πρέπει να υπήρχαν ειδικευμένοι ναυτικοί που υπολόγιζαν τις αποστάσεις από σημεία της ξηράς ή από τη θέση του ήλιου και των άστρων με τη χρήση του αστρολάβου, του αστρονομικού οργάνου.

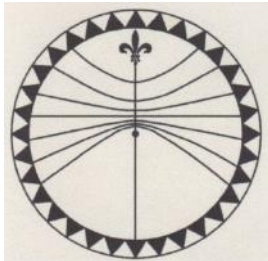
Οι Άραβες επέφεραν βελτιώσεις στο όργανο αυτό και του έδωσαν τη σημερινή γνωστή μορφή του ως ναυτιλιακού οργάνου.

Οι θαλασσοπόροι της εποχής δεν διαθέτουν ιδιαίτερα βοηθητικά μέσα σε ό,τι αφορά τη χάραξη της πορείας τους στα πελάγη. Έτσι στη βυζαντινή ναυσιπλοΐα συναντούμε κυρίως τους περίπλους, δηλαδή αρχαίους οδηγούς που περιείχαν σημειώσεις για λιμάνια, ακτογραμμές και κατά προσέγγιση αποστάσεις μεταξύ τους, αργότερα πολύ γνώρισαν και τους πορτολάνους, ένα επίτευγμα του 12ου αιώνα μ.Χ. Έχουν σωθεί μόνον ο περίπλους της Ερυθράς θάλασσας (του 3ου αιώνα) και ο περίπλους του Ευξείνου Πόντου.

Ο *Περίπλους του Ευξείνου Πόντου* (που συντάχθηκε το νωρίτερο στο α' μισό του 6ου αιώνα) ήταν από τους πιο δημοφιλείς. Πρόκειται για μια συνένωση από τρία αρχαία γεωγραφικά κείμενα. Στην πραγματικότητα αυτό είναι το πρώτο και τελευταίο δείγμα βυζαντινής πηγής που σχετίζεται αποκλειστικά με τη ναυσιπλοΐα στη Μαύρη θάλασσα. Ο περιορισμένος αριθμός των οδηγιών ναυσιπλοΐας θα μπορούσε να ερμηνευτεί από τις ναυτικές και στρατιωτικές πραγματείες που αποκαλύπτουν ότι η βυζαντινή ναυτική φιλοσοφία βασιζόταν πρωτίστως στον έμπειρο πλοηγό, παρά σε οποιουσδήποτε οδηγούς και ειδικά εργαλεία.

4.2 Vikings

Αφιερώνεται ένα ξεχωριστό κεφάλαιο στους Βίκινγκς, όχι για τα διάσημα πλοία τους, τα DRAKKAR, αλλά για μια ιδιαίτερη τεχνική ναυσιπλοΐας που ανέπτυξαν κατά την χρυσή εποχή των Βίκινγκς (μεταξύ 800 και 1050 μ.Χ.) και θα εξετάσουμε αμέσως πιο κάτω. Χάρης στην ικανότητά τους στη ναυσιπλοΐα και τον πόλεμο, στους τρεις αυτούς αιώνες εξαπλώθηκαν σε μία τεράστια έκταση που ξεκινά από τη Ρωσία, περνά από τη Σκανδιναβική χερσόνησο και διασχίζει οριζόντια

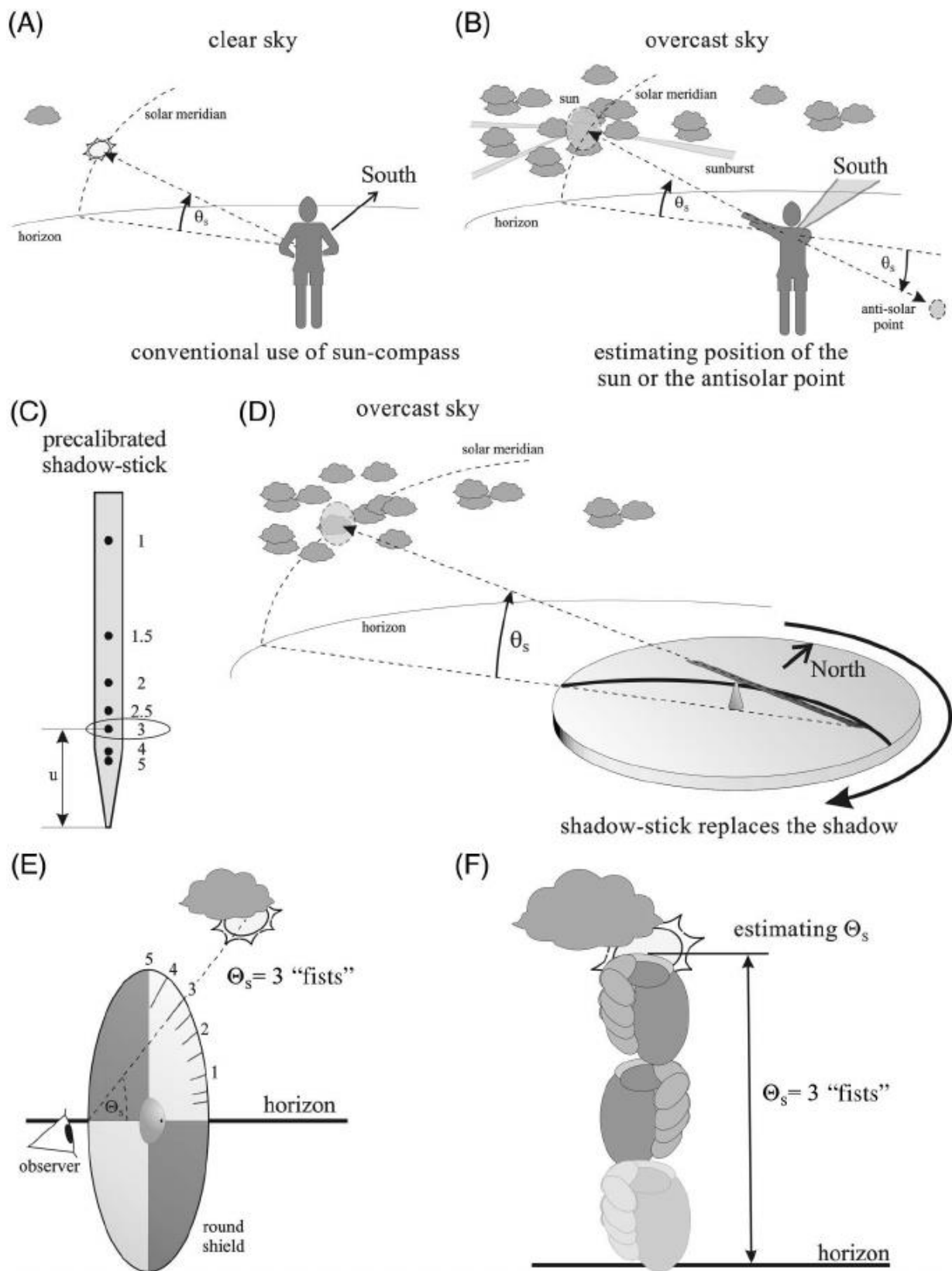


ολόκληρο το Βόρειο Ατλαντικό, από την Αγγλία και τα νησιωτικά συμπλέγματα στα βόρεια της Σκωτίας μέχρι την Ισλανδία, τη Γροιλανδία και τέλος τη Βίνλαντ στον σημερινό ανατολικό Καναδά.

Οι³⁶ χώρες προέλευσης των Βίκινγκς, οι Σκανδιναβικές χώρες, χαρακτηρίζονται από ποικιλία γεωγραφικών χαρακτηριστικών, τα

Εικόνα 18. Ηλιακή πυξίδα (replica)

³⁶ Karlsen Leif 2003



Εικόνα 19. Συμβατική και πραγματική χρήση της ηλιακής πυξίδας.

οποία επηρέασαν τόσο την πολιτιστική ανάπτυξη των λαών της όσο και τις στρατηγικές επιλογές της βασικότερης κοινωνικής δραστηριότητας, του πολέμου. Η εκτεταμένη ακτογραμμή της Νορβηγίας με τα πολυάριθμα φιόρδ, τα οποία, όμως, προστατεύονται από τα κύματα του

ωκεανού, ευνόησε την ανάπτυξη της ναυτιλίας και των θαλάσσιων εμπορικών δραστηριοτήτων. Ταυτόχρονα, όμως, κατέστησε σαφές ότι η εξάπλωση των Νορβηγών αγροτών και ναυτικών θα πραγματοποιείτο προς τη μόνη δυνατή κατεύθυνση: προς τα δυτικά, τον άγνωστο ωκεανό και τα νησιά του.

Ενώ οι ναυτικοί του Μεσαίωνα στη Μεσόγειο έμεναν κοντά στα παράλια για να μη χάνονται, οι Βίκινγκς διέσχιζαν χιλιάδες μίλια στις ανοικτές θάλασσες χωρίς την παραμικρή ένδειξη στεριάς. Επίσης, οι Βίκινγκς συχνά κινούνταν στον Αρκτικό Κύκλο, πράγμα που σημαίνει ότι δεν μπορούσαν να προσανατολίζονται βάσει των αστεριών κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού επειδή ο ήλιος δε δύει.

Είναι επίσης γνωστό ότι εάν δεν ξέρουμε με ακρίβεια την ώρα της ημέρας στο σημείο που βρισκόμαστε, είναι αδύνατο να προσδιορίσουμε το γεωγραφικό μήκος του σημείου αυτού. Έτσι οι Βίκινγκς που δεν είχαν τις γνώσεις και τα μέσα για να προσδιορίσουν την ώρα, ναυσιπλοούσαν μόνο κατά μήκος των παραλλήλων. Αυτή την τεχνική *'latitudesailing'* εφάρμοζαν οι Βίκινγκς και κατάφεραν να φθάνουν στον προορισμό που ήθελαν με θαυμαστή ακρίβεια. Το μόνο που χρειάζεται για να ναυσιπλοείς στον άξονα Ανατολή – Δύση είναι να γνωρίζεις την κατεύθυνση του γεωγραφικού βορρά. Για τους νυχτερινούς πλόες είχαν τον πολικό αστέρα. Το καλοκαίρι όμως που δεν δύει ο ήλιος υπάρχει θέμα. Αυτό το πρόβλημα το έλυσαν οι Βίκινγκς με την χρήση της ηλιακής πυξίδας «sun compass». Η ηλιακή πυξίδα των Βίκινγκς είναι στην ουσία μια ανεστραμμένη πλάκα του δίσκου του ήλιου. Αντί να ακολουθεί το άκρο της σκιάς που ρίχνει ένας γνώμονας (shadowstick) πάνω σε σταθερή πλάκα, που το ίχνος που αφήνει είναι σχήματος υπερβολής, ο δίσκος της ηλιακής πυξίδας περιστρέφεται μέχρι να συμπέσουν κάποια από τις χαραγμένες επάνω της υπερβολές με την σκιά που ρίχνει ο γνώμονας στον δίσκο. Σε αυτή την θέση ο κύριος άξονας της υπερβολής δείχνει ακριβώς τον γεωγραφικό βορρά.

Τι³⁷ γίνεται όμως τις συννεφιασμένες μέρες που στους βόρειου παραλλήλους είναι συχνές και χάνεται ο ήλιος; Σε αυτήν την περίπτωση για να βρίσκουν την θέση του ήλιου στον ορίζοντα μάλλον χρησιμοποιούσαν ένα είδος κρυστάλλου, τον καλσίτη (ή άστριο), έναν κρύσταλλο που είναι πολωμένος και μπορεί να φαίνεται σκοτεινός ή φωτεινός ανάλογα με τον προσανατολισμό του σε σχέση με τη θέση του Ήλιου. Διεθνής ομάδα ερευνητών επιβεβαιώνει ότι ο καλσίτης (calcite) διαθέτει ιδιότητες που θα μπορούσαν να βοηθήσουν στην πλοήγηση και θα μπορούσε να αποτελεί τον δομικό λίθο για τη δημιουργία μιας φυσικής πυξίδας για τους Βίκινγκς.

Σύμφωνα με τους ερευνητές, ο καλσίτης μπορεί εύκολα να τύχει επεξεργασίας ώστε να λάβει διάφορες μορφές και σχήματα, όπως αυτό ενός ρόμβου που είναι εκείνο που απαιτείται για να λειτουργήσει το φαινόμενο της πόλωσης.

³⁷ https://www.researchgate.net/figure/Deriving-true-compass-directions-with-a-Viking-sun-compass-a-shadow-stick-and-sunstones_fig1_257301232

Η έλευση της μαγνητικής πυξίδας και η ευκολία στην χρήση της δεν άφησαν να εξαπλωθεί η χρήση της ηλιακής πυξίδας και του καλσίτη των Βίκινγκς.

Την απλοϊκή 'γέφυρα' ενός τυπικού πλοίου των Βίκινγκς, συμπληρώνει ένα μονό κουπί-τιμόνι, τοποθετημένο πάντα στην δεξιά πλευρά της πρύμης και τα σχοινιά για τα 'χειριστήρια' του μεγάλου τετράγωνο πανιού.

4.3 Σύνοψη. Από την Προϊστορία στον Μεσαίωνα

Στην μέχρι τώρα διαδρομή, έχει παρουσιαστεί η χωροθέτηση και η συνεισφορά των αρχαίων ναυτικών λαών στην ανακάλυψη και την εξέλιξη διαφόρων ναυτιλιακών βοηθημάτων που αφορούν στην ναυσιπλοΐα, ή με πιο απλά λόγια στην οργάνωση της γέφυρας του πλοίου.

Ο τίτλος των πρωτοπόρων της ναυτικής τέχνης είχε αρχικά δοθεί στους Φοίνικες, λόγω των πολυάριθμων αναφορών των κλασικών Ελλήνων συγγραφέων στις μεθόδους πλοήγησης ενός σκάφους από το λαό αυτό, ωστόσο η νεότερη αρχαιολογική έρευνα απέδειξε ότι οι Αιγύπτιοι πρώτοι εφηύραν τόσο τα μονόξυλα και αργότερα τις σχεδίες από πάπυρο όσο και τα πρωτόγονα πηδάλια. Τα τελευταία δεν ήταν τίποτε άλλο παρά κουπιά στη θέση του πηδαλίου. Επίσης, στους Αιγυπτίους αποδίδεται η πατρότητα και της ιστιοκίνησης. Αμφότερα φαίνεται να τελειοποιούνται κατά τη νεολιθική περίοδο, η οποία για την Αίγυπτο κράτησε 1.000 χρόνια. Οι πρώτες λέμβοι από πάπυρο με πρωτόγονα πηδάλια αναγνωρίζονται σε νωπογραφίες της Ιερακοπόλεως και τοποθετούνται χρονικά πριν από την Α' Αιγυπτιακή Δυναστεία (5.000 π. Χ.), μεταξύ της Α' και Β' Δυναστείας εμφανίζονται τα πρώτα ιστία και κατά τη Δ' Δυναστεία συναντάμε σε βασιλικούς τάφους παραστάσεις πλοίων με τετράγωνα και ενίοτε πολύχρωμα ιστία, τοποθετημένα σε μόνιμους ιστούς, καθώς επίσης απεικονίσεις εμπορικών πλοίων μέχρι και 65 μέτρων. Η ύπαρξη αυτών των μεγάλων εμπορικών πλοίων συνεπάγεται την τάση των Αιγυπτίων να ξεφύγουν από την ποταμοπλοΐα, που ήταν ιδιαίτερα ανεπτυγμένη στο Νείλο, στον οποίο όπως έχει αναφερθεί οφείλουν αποκλειστικά την ενασχόλησή τους με τα ναυτικά ζητήματα. Ένας παραδοσιακός αιγυπτιακός ύμνος αναφέρει χαρακτηριστικά: "Χαίρε Νείλε, ξεπήδησες από τη γη για να θρέψεις την Αίγυπτο, προμηθευτή τροφής και αφθονίας, εσύ, που δημιουργείς καθετί καλό", ενώ αμέτρητα είναι τα στοιχεία που προσδίδουν ένα είδος θεοποίησης του ποταμού από τον αιγυπτιακό λαό.

Το επόμενο βήμα για τους Αιγυπτίους ήταν να επιχειρήσουν θαλάσσιες περιπλανήσεις στην Ερυθρά Θάλασσα και στη Μεσόγειο, που αποτελούν φυσικά σύνορα της χώρας. Σε νωπογραφία που ανακαλύφθηκε στα 1902 στον τάφο του Φαραώ Σαφουρά, γνωστού και ως Σέρρη, που βασίλευσε την περίοδο 3.923 - 3.913 π. Χ., παρουσιάζεται η πρώτη εξερευνητική αποστολή στις γύρω από την Ερυθρά Θάλασσα χώρες. Σε αυτή την περίπτωση, τα πλοία εκτιμάται πως είχαν μήκος περίπου 9,5 μέτρα, πλάτος 3,15 και βύθισμα 0,5 και η δυνατότητα του ημερήσιου ταξιδιού

τους δεν πρέπει να ξεπερνούσε τα εβδομήντα μίλια, με ευνοϊκές συνθήκες ανέμου και θάλασσας. Το κύριο βάρος της εξέλιξης παρατηρείται στο σχήμα του κουπιού και στη θέση των κωπηλατών.

Άξιο προσοχής είναι ότι ο Φαραώ Νεχώ Β', γνωστός για την πραγματοποίηση του περίπλου της Αφρικής διά του ακρωτηρίου της Καλής Ελπίδας - ταξίδι που μνημονεύει ο Ηρόδοτος - κάλεσε από την Ελλάδα ναυπηγούς και μηχανικούς, που επιμελήθηκαν την ίδρυση ναυπηγείων και ναυστάθμων και ταυτόχρονα εισήγαγαν την εκπληκτική τριήρη, το αριστούργημα της αρχαίας ελληνικής ναυπηγικής, στην Αίγυπτο.

Ελάχιστα στοιχεία που αφορούν στη ναυτοσύνη των λαών της Μεσοποταμίας, βρίσκονται σήμερα στη διάθεσή μας. Η αρχαιολογική σκαπάνη για τους Ασσύριους, τους Χαλδαίους, τους Σουμέριους και τους Ελαμίτες, υπήρξε ιδιαίτερα φειδωλή σε ανακαλύψεις. Ανάγλυφα που βρέθηκαν στην αρχαία Νινευή παριστάνουν δύο τύπους πλοίων, ένα είδος στρογγυλού κι ένα εμβολοφόρο πολεμικό, αλλά και το περίφημο κελέκ, φτιαγμένο από δερμάτινους ασκούς δεμένους μεταξύ τους κάτω από μία ξύλινη σχεδία, κατάλληλο για τη μεταφορά βαρύτατων λίθων. Στον Κώδικα του βασιλιά της Βαβυλωνίας, Χαμουραμί, που γράφτηκε το 2.083 π. Χ., υπήρχε μεταξύ των άλλων διατάξεων δικαίου και ναυτική νομοθεσία, σχετική με το ποτάμιο εμπόριο και τις ναυλώσεις! Παρά το μεγάλο ιστορικό κενό που παρατηρείται, είναι αποδεδειγμένο ότι οι λαοί της Μεσοποταμίας ήταν αρκετά προηγμένοι, γιατί χρησιμοποιούσαν το ναυτικό για τις κατακτήσεις τους, το εμπόριο και για εκπολιτιστικούς σκοπούς.

Οι Φοίνικες διέσχιζαν για χιλιετίες ολόκληρες τη Μεσόγειο, ενώ δεν δίστασαν, περνώντας τις Ηράκλειες Στήλες (Γιβραλτάρ), να βγουν στον ωκεανό, με σκοπό την εξερεύνηση, τη σύναψη εμπορικών σχέσεων και τη δημιουργία αποικιών. Ο ναύαρχος και βασιλιάς Άνων πραγματοποίησε τον περίπλου των αφρικανικών και μεσογειακών παραλίων, ενώ ένας άλλος Φοίνικας ναύαρχος, ο Ιμίλκων, στάλθηκε από τη γερουσία της Καρχηδόνας για να εξερευνήσει τα ευρωπαϊκά παράλια του Ατλαντικού ωκεανού και, παρόλο που δεν υπάρχουν αρχαιολογικά τεκμήρια για την εξερεύνηση αυτή, φαίνεται ότι έφτασε μέχρι τη Βόρεια θάλασσα και την Ισλανδία. Η επιθυμία του Ιμίλκωνα να κρατήσει μυστικούς, για χρήση μόνο από τους Φοίνικες, τους δρόμους για τις πλούσιες σε μόλυβδο και κασσίτερο χώρες, ήταν και ο κύριος λόγος για τον οποίο δεν υπάρχουν περιγραφές των εξερευνήσεών του. Η τακτική της μυστικοπάθειας γύρω από τη συγκρότηση του ναυτικού των Φοινίκων, που αποσκοπεί στον αποπροσανατολισμό των εν δυνάμει εχθρών, αποδεικνύεται εκ του ότι ουδέποτε άφησαν κάποιο ναυτικού περιεχομένου γραπτό κείμενο, παρότι διέθεταν ένα ολοκληρωμένο σύστημα γραφής! Εξάλλου, *Scripta Manent* (=τα γραπτά μένουν), όπως θα έλεγαν οι Λατίνοι.

Πολλοί ιστορικοί συμφωνούν ότι η (υποτυπώδης) πυξίδα χρησιμοποιήθηκε ευρέως από το λαό αυτό, αν και φαίνεται να ανακαλύφθηκε από τους Κινέζους. Οι τελευταίοι, που πολύ νωρίς κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι μία βελόνα φτιαγμένη από μαγνήτη, έστρεφε πάντα τη μύτη της προς το Βορρά, έδεσαν τον άξονα της μαγνητικής βελόνας σε έναν κυκλικό φελλό που επέπλεε σε

ένα βαρέλι με νερό. Η πρώτη πυξίδα ήταν γεγονός. Ο όρος "τζου σι" ("η πέτρα που αγαπά"), χρησιμοποιείται για να περιγράψει τους μαγνήτες ήδη από τον 3ο π. Χ. αιώνα. Η ανακάλυψη του γήινου μαγνητισμού αποτελεί κατά το σινολόγο Τζόζεφ Νήνταμ, "την κύρια συνεισφορά της Κίνας στη φυσική επιστήμη".

Στους αιώνες που θα ακολουθήσουν μετά τους πρώιμους γίγαντες των θαλασσών την σκυτάλη στην εξέλιξη της ναυσιπλοΐας παίρνει ο Ελλαδικός χώρος με τους Κυκλαδίτες, ακολουθεί ο Μινωικός πολιτισμός, ο Μυκηναϊκός, με αποκορύφωμα την Αθηναϊκή κυριαρχία και τους Αλεξανδρινούς χρόνους. Οι αρχαίοι μας πρόγονοι με τα γνωστά επιτεύγματά τους ανήγαγαν την ναυτική τέχνη σε επιστήμη. Ας μην ξεχνάμε ότι για το αντικείμενο της μελέτης μας, η πρώτη οργάνωση αρμοδιοτήτων και ιεραρχίας της γέφυρας, ανήκει στην οργάνωση της Αθηναϊκής τριήρους. Η μεταγενέστερη Ρωμαϊκή κυριαρχία δεν προσέφερε σχεδόν τίποτα στην εξέλιξη της ναυσιπλοΐας.

Επίσης σημαντική προσφορά έχουμε και από τους Έλληνες του μεσαίωνα και στην εξέλιξη των ναυτιλιακών οργάνων, αλλά και στην χωροθέτηση της πρώτης - σύμφωνα με τα σημερινά δεδομένα - γέφυρας του πλοίου, που όπως είδαμε στο κεφ. 4.1 ήταν ο «κράβατος» του κεντάρχου. Οι έντονες θρησκευτικές προκαταλήψεις και πεποιθήσεις περί του γεωκεντρικού συστήματος για το σύμπαν, στάθηκαν εμπόδιο στην εξέλιξη των οργάνων ναυσιπλοΐας (αστρονομικές παρατηρήσεις κλπ.) στην επέκταση των εξερευνήσεων και δημιούργησαν σύγχυση στην χαρτογραφία. Στο χρονικό διάστημα που εξετάστηκε έως τώρα, υπήρξαν και άλλοι θαλασσινοί λαοί, αλλά με ελάχιστη έως μηδαμινή προσφορά στην ναυσιπλοΐα. Οι Άραβες που είχαν σαν κύρια οικονομική απασχόληση το εμπόριο, αντέγραφαν την ναυτική τεχνολογία από τους βυζαντινούς και κατασκεύαζαν ως επί το πλείστον εμπορικά πλοία, τα οποία αρμένιζαν μέσα στα όρια της επικρατείας τους.

Οι Εσκιμώοι του βόρειου αρκτικού κύκλου έμειναν για αιώνες στην κατασκευή **καγιάκ** που φτιάχνουν από δέρμα φώκιας ραμμένο γύρω από κλαδιά ή οστά φάλαινας, πράγμα που οφειλόταν αφενός στην έλλειψη ξύλου στις αρκτικές περιοχές και αφετέρου στη μη ύπαρξη οργανωμένων πόλεων και ναυπηγικής τέχνης. Επίσης, οι Ινδιάνοι της Αμερικής κατασκεύαζαν πιρόγες με φλούδες από κορμούς δέντρων που έπαιρναν μορφή γύρω από κλαδιά και συγκολλούνταν με ρητίνη και τη βοήθεια φωτιάς.

*Στην μέχρι τώρα παρουσίαση της διαχρονικής εξέλιξης της γέφυρας του πλοίου, που είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με την εξέλιξη της ναυσιπλοΐας, ακολουθήθηκε όσο το δυνατόν πλησιέστερα η χρονολογική σειρά της προόδου των γεγονότων. Δύο όμως σπουδαία βοηθήματα της γέφυρας, λόγω πανσπερμίας ή και έλλειψης των ιστορικών πηγών δεν στάθηκε δυνατόν να ακολουθήσουν αυτή την χρονολογική σειρά και γι' αυτό η εξέλιξή τους παρουσιάζεται σε ξεχωριστά κεφάλαια. Τα όργανα αυτά είναι: **Ο ναυτικός χάρτης και ο αστρολάβος.***

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. Ο ΝΑΥΤΙΚΟΣ ΧΑΡΤΗΣ

Αν ρωτήσουμε έναν σημερινό ναυτίλο τι χρειάζεται για να ταξιδέψει το καράβι του, θα μας απαντήσει πως **πρέπει** απαραίτητα να έχει ένα ναυτικό χάρτη για να χαράξει την πορεία και να βρει την απόσταση, μια πυξίδα για να πλοηγεί και μερικά ακόμη εργαλεία για να προσδιορίζει την θέση του καραβιού στο ταξίδι. Η λέξη «πρέπει» δείχνει το πόσο είναι εξαρτημένος ο σύγχρονος ναυτίλος από τα εργαλεία της γέφυρας και ειδικότερα από τον ναυτικό χάρτη. Ας παρακολουθήσουμε τώρα την συναρπαστική εξέλιξη της Γεωγραφίας-Χαρτογραφίας (Geography - Cartography).

Χωρίς καμιά διάθεση εθνικής ματαιοδοξίας θα πρέπει να αναφερθεί πριν από κάθε ιστορική ανασκόπηση ότι οι δύο ανωτέρω λέξεις – κλειδιά είναι ελληνικής προέλευσης όπως εύκολα μπορούμε να δούμε από την ετυμολογία τους.

Η Ελληνική λέξη³⁸ «χάρτης», ερμηνεύεται ως η γραφική απεικόνιση του συνόλου ή τμημάτων της γης επάνω σε επίπεδη ή σφαιρική επιφάνεια, η οποία δείχνει την θέση και το σχετικό μέγεθος των χαρακτηριστικών (φυσικών και τεχνητών) υπό καθορισμένη κλίμακα και προβολή. Ο χάρτης είναι ένα επιστημονικό επίτευγμα, ένα ιστορικό έγγραφο και έργο τέχνης και καλλιτεχνικής έκφρασης. Περιγράφει την περιπλάνηση του ανθρώπου στον χώρο και στον χρόνο, μέσα από μια συνεχώς εξελισσόμενη ιστορική διεργασία.

Η ανάγκη και η χρησιμότητα των χαρτών έγινε αντιληπτή πρώτα από τους ναυσιπλόους, τους εξερευνητές και τους στρατιωτικούς. πολύ αργότερα και από τους πολιτικούς. Ίσως γι' αυτό οι χάρτες να είναι τόσο οικείοι και δημοφιλείς στους ναυτικούς, τους ταξιδιώτες, τους περιηγητές και τους στρατιωτικούς, παρά στις πολιτικές εξουσίες, τις κρατικές πολιτικές υπηρεσίες και γενικά στις παραγωγικές δραστηριότητες των πολιτών.

5.1 Η Ανάγκη Αναπαράστασης του Γεωγραφικού Χώρου

Η αδυναμία εποπτείας του γεωγραφικού χώρου οδήγησε από πολύ νωρίς, ήδη από την παλαιολιθική εποχή, στην επινόηση της αναπαράστασης του χώρου, στην αρχή μέσω απεικονίσεων του πλησιέστερου περιβάλλοντος και στη συνέχεια του ευρύτερου. Η αναπαράσταση αυτή είχε ως πρακτικό αποτέλεσμα την επινόηση των χαρτών. Η επιλογή χαρακτηριστικών του τρισδιάστατου γεωγραφικού χώρου και η παρουσίαση τους μέσω συμβόλων σε δύο διαστάσεις είναι μια αφαιρετική διαδικασία αρκετά προωθημένη για τον πρωτόγονο ανθρώπινο νου. Ωστόσο³⁹, οι πρώτοι χάρτες σύμφωνα με τον Raisz (1948), πρέπει να εμφανιστήκαν πριν από τη γραφή, έτσι όπως τουλάχιστο προκύπτει από μμαρτυρίες ταξιδιωτών

³⁸ Κούκιος μανώλης

³⁹ Bianchetti Rafael

που ήρθαν σε επαφή με πρωτόγονους λαούς που, χωρίς να έχουν ανακαλύψει τη γραφή, ζωγράφιζαν χάρτες. Ο Raisz αναφέρεται επίσης στην κοινή παρατήρηση πολλών εξερευνητών σε πολλά σημεία της γης, που όταν ζητούσαν από τους ιθαγενείς να περιγράψουν μία διαδρομή, η συνήθης αντίδραση ήταν να χαράξουν με ξύλο το σκίτσο της στο έδαφος και να προσθέσουν κλαδάκια και πετραδάκια για να δείξουν θέσεις. Φαίνεται ότι η δημιουργία του χάρτη είναι αποτέλεσμα της έμφυτης τάσης του ανθρώπου να επικοινωνήσει με τους συνανθρώπους του. Οι άνθρωποι ζώντας ως κυνηγοί και πολεμιστές μετακινούνταν πολύ στο χώρο και η γνώση για διευθύνσεις και αποστάσεις ήταν σημαντική για την επιβίωση τους, γι' αυτό, από πολύ παλιά, παρατηρείται η ανάπτυξη συστημάτων δημιουργίας χαρτών. Στη συνέχεια, η ανάγκη και η χρησιμότητα των χαρτών έγινε αντιληπτή πρώτα από τους **ναυσιπλόους**, τους εξερευνητές και τους στρατιωτικούς και πολύ αργότερα από τους πολιτικούς.

5.2 Πρωτογενείς Χαρτογραφίες

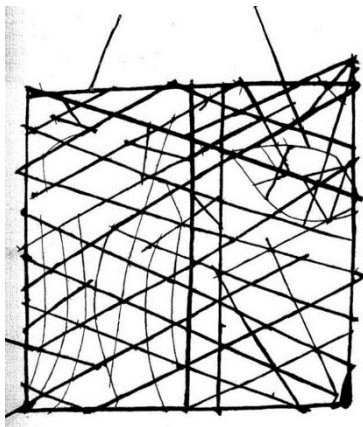
Ο χάρτης⁴⁰ είναι απαραίτητος στην επικοινωνία του ανθρώπου με το περιβάλλον, ενώ βοηθά και στην καλύτερη κατανόηση του χώρου στον οποίο αυτός κινείται και δρα. Είναι επομένως φυσικό «χάρτες» να συναντούμε ακόμη και στους λεγόμενους προϊστορικούς χρόνους. Π.χ. σε βραχογραφίες σπηλαίων της Ευρώπης και της Ασίας, γύρω στο 30.000 π.Χ., εικονίζονται τοπογραφικές με σκηνές από το περιβάλλον των δημιουργών τους. Από την τρίτη προχριστιανική χιλιετία συμβαίνει να γνωρίζουμε τις πρώτες κατόψεις πόλεων από τη Μεσοποταμία και την Αίγυπτο. Από την τελευταία μάλιστα, στα χρόνια του *Ραμσή Β'* (γύρω στο 1300 π.Χ.), έχουμε ενδείξεις μιας οργανωμένης κρατικής χαρτογράφησης, που απέβλεπε στην εκμετάλλευση κυρίως γαιών. Από την Ανατολή έχουμε και τους παλιότερους ως σήμερα χάρτες που εικονίζουν την υφήλιο ή μέρος μιας περιοχής. Στους ναυτικούς χάρτες οι ακτογραμμές ήταν τα πρώτα στοιχεία που αποτυπώθηκαν, ενώ οι παραθαλάσσιες πόλεις και τοποθεσίες υπήρξαν τα πρώτα σημεία αναφοράς.

Τα πετρογλυφικά τοπογραφήματα της παλαιολιθικής και νεολιθικής εποχής, από την τριακοστή μέχρι περίπου την τρίτη χιλιετία π.Χ., παρουσιάζουν θεματική ποικιλία και τα συναντάμε σε σπήλαια και βράχους της Ευρώπης και της Ασίας. Ο «χάρτης» της Bedolina, της βόρειας Ιταλίας, θεωρείται το παλαιότερο γνωστό πετρογλυφικό τοπογράφημα, που απεικονίζει κατοικημένη περιοχή και χρονολογείται γύρω στο 2000-1500 π.Χ. Οι κάτοικοι των νησιών του Ειρηνικού αναπαριστούσαν τις πορείες τους μεταξύ των νησιών, οι Εσκιμώοι στους χάρτες τους εστίαζαν τον ενδιαφέρον στην συλλογή πληροφοριών, ενώ στους χάρτες των Αζτέκων το βασικό αντικείμενο απόδοσης, είναι τα ιστορικά γεγονότα.

⁴⁰ Μιχαηλίδου Ευανθία

5.3 Χάρτες Ναυσιπλοΐας της Πολυνησίας

Σκορπισμένοι σε νησιά, νησάκια και υφάλους, με καθένα απ' αυτά να απέχει συχνά εκατοντάδες έως και χιλιάδες ναυτικά μίλια από το επόμενο κατοικήσιμο, οι άνθρωποι από τις τρεις μεγάλες πληθυσμιακές ομάδες του Ειρηνικού – Πολυνήσιοι, Μικρονήσιοι και Μελανήσιοι – έπρεπε με κάποιον τρόπο να βρίσκουν τον δρόμο στα ταξίδια τους. Οι κάτοικοι των νησιών του Ειρηνικού Ωκεανού, αναπαριστώντας γραφικά τις πορείες τους μεταξύ των νησιών, είχαν καταφέρει να επεκταθούν χωρικά σε μεγάλο εύρος, πριν οι Ευρωπαίοι φτάσουν στον Ειρηνικό. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον ανάμεσα στους πρωτόγονους χάρτες παρουσιάζουν τα ναυτιλιακά διαγράμματα των κατοίκων της Πολυνησίας, με τη μορφή τοπολογικά οργανωμένων πλεγμάτων ξύλινων λεπτών ράβδων (νεύρα φύλλων φοίνικα) στις οποίες εξαρτώνται κοχύλια (Raisz 1948).



Η διάταξη των ράβδων ήταν ενδεικτική των θαλασσιών κυμάτων που δημιουργούνταν από τους ανέμους, ενώ τα κοχύλια αναπαριστούσαν τα νησιά (Εικόνα 20). Για πολλά χρόνια οι περίεργες αυτές κατασκευές αποτελούσαν γρίφο για τους ανθρωπολόγους. Τα ναυτιλιακά αυτά διαγράμματα καταδεικνύουν ότι τα προϊόντα δουλειάς των πρωτόγωνων ανθρώπων δεν είναι απλοϊκά, ο δε τρόπος απεικόνισης είναι, ίσως, πιο σύνθετος από τον αντίστοιχο των σύγχρονων διαγραμμάτων.

Εικόνα 20. Παραδοσιακός χάρτης ναυσιπλοΐας από την Πολυνησία που καταγράφει νησιά, ανέμους και μοτίβα κυμάτων.

5.4 Χάρτες των Εσκιμών

Ενδιαφέρον, το οποίο επικεντρώνεται στην ακρίβεια απόδοσης της γεωμετρίας του χώρου, παρουσιάζουν οι χάρτες των Εσκιμών. Οι χάρτες αυτοί, προϊόν εντελώς αγράμματων ανθρώπων, που δε διέθεταν κανένα όργανο μέτρησης, έχουν μια εκπληκτική ομοιότητα με τους σημερινούς και ως πρόκειται για την απεικόνιση εκτάσεων αρκετών χιλιάδων στρεμμάτων (Σχήμα 3). Το ιδιαίτερο ενδιαφέρον που παρουσιάζουν οι χάρτες των Εσκιμών εστιάζεται στην επιλογή των πληροφοριών που απεικονίζουν, η οποία γίνεται με βάση τη σπουδαιότητα που είχαν για τους ανθρώπους τα χαρακτηριστικά και όχι το μέγεθος τους. Ένα δεύτερο στοιχείο αρκετά ενδιαφέρον είναι η κλίμακα των διαγραμμάτων αυτών η οποία φαίνεται να είναι υπολογισμένη με βάση το χρόνο πλοήγησης και όχι με τις πραγματικές αποστάσεις. Έτσι, το μέγεθος μιας απόστασης στο χάρτη απεικονίζει το χρόνο που χρειάστηκε για να διαλυθεί και όχι το μήκος της. Με άλλα λόγια, οι χάρτες αυτοί αποτελούν μια πρωτόγονη μορφή τοπολογικού χάρτη με μεταβλητή το χρόνο.

5.5 Χάρτες των Αζτέκων



Στους χάρτες των Αζτέκων η λεπτομέρεια απόδοσης της γεωμετρίας του γεωγραφικού χώρου περνά σε δεύτερο πλάνο και το βασικό αντικείμενο απόδοσης είναι τα ιστορικά γεγονότα που συμβαίνουν σε ένα τόπο. Οι χάρτες αυτοί είναι βασικά διακοσμητικοί και απεικονίζουν χαρακτηριστικά όπως δάση, ποτάμια, ναούς, ανθρώπινες φιγούρες κλπ. με νατουραλιστικά ή όπως λέγεται στη χαρτογραφική γλώσσα, με εικονογραφικό τρόπο (Εικόνα 21)

Εικόνα 21. Χάρτης των Αζτέκων

5.6 Χάρτες των Βαβυλωνίων

Στην ιστορία της χαρτογραφίας, θεωρώντας τα προηγούμενα προϊόντα σαν πρωτόγονη μορφή χαρτογραφικής έκφρασης, τα πρώτα γνωστά δείγματα χαρτών προέρχονται από τη Μεσοποταμία. Οι Βαβυλώνιοι θεωρούσαν τη γη σαν ένα δίσκο που επέπλεε στον ωκεανό, με τον ουράνιο θόλο από πάνω και πάνω από όλα το στερέωμα. Η άποψη αυτή επικράτησε αργότερα στους Έλληνες, τους Ρωμαίους, τους Ισραηλίτες και δια μέσου των ιερών κειμένων, στη Χριστιανική Ευρώπη το Μεσαίωνα. Από την αρχαιότητα, ο άνθρωπος επιχειρούσε να αποδώσει γραφικά τις υποθέσεις του για τη φύση της γης και τη θέση της στο σύμπαν, και μια μικρή Βαβυλωνιακή πλάκα, που τοποθετείται στο 500 π.Χ., θεωρείται ως το πιο παλιό γνωστό παράδειγμα τέτοιας προσπάθειας. Δείχνει τη γη επίπεδη, στρογγυλή, να περιβάλλεται από τον ωκεανό. Στο κέντρο του χάρτη απεικονίζεται η Βαβυλώνα, ενώ με κύκλο απεικονίζονται και άλλες πόλεις. Ο Ευφράτης ποταμός ρέει από τα βουνά της Αρμενίας, στον Περσικό κόλπο. Ο χάρτης πιθανόν να αποσκοπεί στην απόδοση της σχέσης μεταξύ του «Γήινου Ωκεανού» και των «Επτά Νησιών» (μακρινά μέρη) που συμβολίζονται με τρίγωνα και ένα μόνο από αυτά φαίνεται ανέπαφο στην πλάκα. Προφανώς, πρόκειται για μάλλον συμβολικό χάρτη, παρά για μια προσπάθεια ρεαλιστικής απεικόνισης του κόσμου. Δεν περιλαμβάνει άλλωστε τις περιοχές λαών όπως οι Πέρσες και οι Αιγύπτιοι.

Η πιο σημαντική, ωστόσο, συνεισφορά των Βαβυλωνίων στη χαρτογραφία είναι η διαίρεση του κύκλου σε μοίρες. Το αριθμητικό σύστημα μέτρησης που χρησιμοποιούσαν, με βάση το δώδεκα, αποτέλεσε την αρχή για τη μετέπειτα διαίρεση του κύκλου σε 360 μοίρες.

5.7 Χάρτες των Αιγυπτίων

Στην Αίγυπτο, από το 15^ο αιώνα π.Χ., γίνεται συστηματική ταξινόμηση της περιγραφής και αναπαράστασης του γεωγραφικού χώρου, κατά κλίμακες. Προκύπτουν έτσι περιγραφές του Ουράνιου Σύμπαντος (Κοσμογραφία), της Γης (Γεωγραφία), της Αιγύπτου (Χωρογραφία) και περιγραφές του Νείλου και των διωρύγων του (Τοπογραφία). Όλα τα παραπάνω τεκμηριώνονται σε σχέδια, πρόδρομους των χαρτών.

Η τοπογραφία, για πρώτη φορά στην ιστορία, διεξάγεται στην Αίγυπτο, στην κοιλάδα και το δέλτα του Νείλου. Ο Ραμσής Β' (1333-1300 π.Χ.) άρχισε μια συστηματική τοπογράφηση της αυτοκρατορίας. Για διευκόλυνση της επιβολής φόρων, έγιναν μετρήσεις με σκοπό τον καθορισμό των εκτάσεων και των ορίων των ιδιοκτησιών. Τα αποτελέσματα αυτών των εργασιών είχαν καταγραφεί και πιστεύεται ότι είχαν αποδοθεί και σε χάρτες, που όμως δεν έχουν σωθεί. Αιώνες αργότερα οι Έλληνες, και ιδιαίτερα ο Ερατοσθένης, χρησιμοποίησαν τις μετρήσεις των Αιγυπτίων.

5.8 Χάρτες των Ελλήνων

Βασική⁴¹ πηγή γνώσης για τη χαρτογραφία των Ελλήνων αποτελούν τα κείμενα του Ηρόδοτου (410-355 π.Χ.) και του Στράβωνα (68 π.Χ.-20 μ.Χ.). Ο Στράβων και οι Στωικοί φιλόσοφοι θεωρούν τον Όμηρο εισηγητή της γεωγραφικής επιστήμης (από τον 8ο αιώνα π.Χ.), έτσι όπως την εννοούσαν οι Έλληνες, να περιλαμβάνει κείμενα (λεκτικές περιγραφές) και χάρτες (γραφικές περιγραφές). Ο Όμηρος στην Ιλιάδα περιγράφει τη γη επίπεδη, κυκλική, να περιβάλλεται από τον ωκεανό. Κάτω από την επιφάνεια της γης βρίσκονται ο Άδης και τα Τάρταρα. Από την περιφέρεια του ωκεανού ξεκινά ο ουράνιος θόλος. Ο ήλιος, το φεγγάρι και τα αστέρια ανατέλλουν από τον ωκεανό, διαγράφουν ένα τόξο πάνω από τη γη και βυθίζονται ξανά στη θάλασσα για να ολοκληρώσουν την πορεία τους. Η ατμόσφαιρα πάνω από τη γη είναι πυκνή με σύννεφα και ομίχλη αλλά ψηλότερα βρίσκεται ο Αιθέρας. Όπως αναγνωρίζεται ευρύτατα σήμερα, η παλαιότερη γραπτή χαρτογραφική αναφορά περιέχεται στην Ιλιάδα και αφορά την περιγραφή της ασπίδας του Αχιλλέα. Η ασπίδα του Αχιλλέα χωριζόταν σε τέσσερις ομόκεντρες κυκλικές ζώνες και αυτές σε επιμέρους τομείς. Γύρω από τον κεντρικό κυκλικό πυρήνα απεικονιζόταν η γη, η θάλασσα, ο ήλιος, η σελήνη και τα άστρα. Στην πρώτη, προς τα άκρα, ζώνη και σε δύο τμήματα, απεικονιζόταν η πόλη σε ειρήνη και σε πόλεμο. Στη δεύτερη ζώνη και σε τρεις τομείς, απεικονίζονταν η σπορά, ο θερισμός και η αμπελουργία. Στην τρίτη ζώνη και σε επίσης τρεις τομείς, τα θηράματα, η βοσκή και ο χορός. Στην εξωτερική και τελευταία ζώνη, ήταν ο ποταμός και ο ωκεανός. Από τον 7ο αιώνα π.Χ., με τη συστηματική συμβολή της Ελληνικής επιστήμης, οι Έλληνες αρχίζουν μια νέα εποχή στη Χαρτογραφία. Η εποχή αυτή καλύπτει όλη την κλασική περίοδο, από τις αφετηρίες της στην

⁴¹ Λιβιεράτος Ευάγγελος 2007

Ιωνία, την ακμή της, τον 4ο αιώνα π.Χ., μέχρι την Αλεξανδρινή ολοκλήρωσή της, τους πρώτους αιώνες μ.Χ.. Στο διάστημα αυτό, η Χαρτογραφία θα πρέπει να μελετηθεί μέσα στο ευρύτερο πλαίσιο των επιστημών της γεωμετρίας, της αστρονομίας, της γεωδαισίας και της γεωγραφίας. Θα πρέπει, επίσης, να εξεταστεί η εμπειρική και πρακτική της διάσταση που αφορά το σύνολο των τότε γεωγραφικών παρατηρήσεων, που προκύπταν σχεδόν αποκλειστικά από τα ναυτικά ταξίδια και τις τότε μετρήσεις με τη χρήση κλασικών οργάνων και τη βοήθεια κατάλληλων υπολογισμών. Διευκρινίζεται, ωστόσο, ότι στο κείμενο αυτό η έμφαση δίνεται στην εξέλιξη των χαρτών. Μετά το 2ο μ.Χ., και μέχρι το τέλος του μεσαίωνα, η χαρτογραφία ξεφεύγει από την επιστημονική αντιμετώπιση, με εξαίρεση το χαρτογραφικό έργο των Αράβων. Ωστόσο, κατά το διάστημα αυτό προστίθενται άλλα στοιχεία στους χάρτες που παρουσιάζουν ενδιαφέρον από φιλοσοφική, ηθική και αισθητική άποψη. Επιστροφή στις Ελληνικές αφετηρίες της χαρτογραφίας και στον επιστημονικό τρόπο αντιμετώπισης της θα συμβεί το 16ο αιώνα.

Στη συνέχεια, αναφέρεται συνοπτικά το έργο διακεκριμένων προσώπων που συνέβαλαν άμεσα ή έμμεσα στην άνθηση της Ελληνικής Χαρτογραφίας από τον 7ο π.Χ. μέχρι το 2ο μ.Χ. αιώνα. Ο πρώτος χάρτη (πίνακας) του τότε κατοικημένου κόσμου, όπως ήταν γνωστός μέχρι τότε, κατασκευάστηκε από τον **Αναξίμανδρο το Μιλήσιο** (610-545 π.Χ.). Ο χάρτης αυτός βελτιώθηκε στη συνέχεια από τον Εκαταίο το Μιλήσιο (549-472 π.Χ.), ο οποίος θεωρούσε τη γη επίπεδο δίσκο που περιβάλλεται από τον ωκεανό.

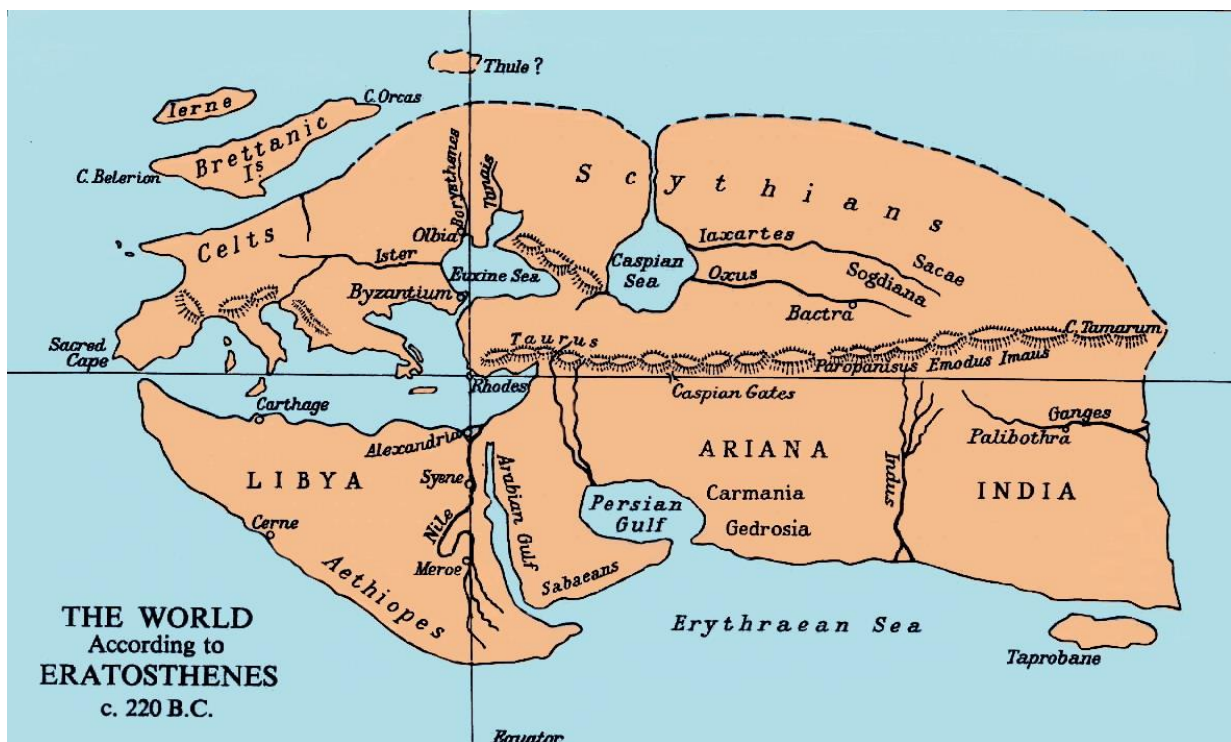
Ο **Θαλής ο Μιλήσιος** (640-546 π.Χ.) δεχόταν τη σφαιρικότητα του σύμπαντος. Αναγνώρισε τη Μικρή Άρκτο και τον Πολικό αστέρα ως κύριο και σταθερό προσανατολισμό για τους ταξιδιώτες. Ο Πυθαγόρας ο Σάμιος (580-500 π.χ.), πατέρας της θεωρητικής γεωμετρίας, δίδασκε τη σφαιρικότητα της γης και την περιστροφή της περί άξονα. Η άποψη για τη σφαιρικότητα της γης προέκυψε κυρίως από φιλοσοφική θεώρηση και όχι τόσο από αστρονομικές παρατηρήσεις. Η σφαίρα έχει το τελειότερο σχήμα και κατά συνέπεια, η γη που είναι το δημιούργημα των θεών, πρέπει να είναι σφαίρα. Ο **Αριστοτέλης** (384-322 π.Χ.) είναι αυτός που παραθέτει τέσσερα επιχειρήματα που αποδεικνύουν τη σφαιρικότητα της Γης (340 π.Χ.).

- *την καμπυλότητα της θαλάσσιας επιφάνειας, όπως πιστοποιεί η ναυσιπλοΐα,*
- *την αλλαγή του ύψους των αστερών σε διάφορα γεωγραφικά πλάτη της γης,*
- *την αλλαγή του ύψους του ήλιου σε διαφορά γεωγραφικά μήκη της γης και*
- *το στρογγυλό της σκιάς της γης κατά την έκλειψη της σελήνης.*

Στα τέλη του 4ου και αρχές του 3ου αιώνα π.Χ. δραστηριοποιούνται πολλοί ανώνυμοι κατασκευαστές πινάκων (χαρτών), που στήριζαν τις χαρτογραφήσεις τους στα στοιχεία του **Πυθέα του Μασσαλιώτη**. Ο Πυθέας έπλευσε το 330 π.Χ. στις Βρετανικές θάλασσες, φθάνοντας μέχρι τον ωκεανό του «χάους και του σκότους» αγγίζοντας τη νήσο Θούλη, πιθανόν η Νορβηγία, η

Ισλανδία, τα νησιά Σέτλαντ ή τα νησιά Ορκάδες βορείως της Σκωτίας. Για περίπου 1500 χρόνια θα απεικονίζεται στους χάρτες η νήσος Θούλη.

Το σύστημα ορθογώνιων συντεταγμένων επινοήθηκε και εισάχθηκε το 300 π.Χ. από τον **Δικαίαρχο τον Μεσσήνιο, Σικελιώτη** (340-290 π.Χ.). Ο Δικαίαρχος έθεσε ως αρχή των αξόνων στη Ρόδο, προσανατολισμένων έτσι ώστε ο ένας άξονας (διάφραγμα) να ακολουθεί τη διεύθυνση Δύση-Ανατολή (το «μήκος») και ο άλλος τη διεύθυνση Βορρά-Νότου (το «πλάτος»). Για πρώτη φορά εισάγεται η έννοια του γεωγραφικού πλέγματος (κάναβος) που αποτελεί τη βάση της επιστημονικής χαρτογραφίας. Ο χάρτης που συνέταξε ο Δικαίαρχος, χρησιμοποιώντας στοιχεία από την εκστρατεία του Αλεξάνδρου, παρέμεινε η βάση των γεωγραφικών χαρτών τους επόμενους τέσσερις αιώνες.



Εικόνα 22. Ο κόσμος κατά τον Ερατοσθένη 220π.Χ.

Εξέχουσα⁴² θέση στην ιστορία της χαρτογραφίας έχει ο **Ερατοσθένης ο Κυρηναίος** (275-195 π.Χ.), ο οποίος διεύθυνε τη βιβλιοθήκη της Αλεξάνδρειας. Ο Ερατοσθένης υπολόγισε με μετρήσεις το μέγεθος της γήινης σφαίρας. Οι μετρήσεις έγιναν στην Αλεξάνδρεια και τη Σιήνη (Ασσουάν), δύο τόποι που ο Ερατοσθένης θεωρούσε ότι βρίσκονταν στον ίδιο μεσημβρινό. Στη Σιήνη υπήρχε ένα πηγάδι στον πυθμένα του οποίου καθρεφτιζόνταν οι ακτίνες του ηλίου μόνο το μεσημέρι του θερινού ηλιοστασίου, στις 21 Ιουνίου. Πρόκυπτε, έτσι, ότι η Σιήνη βρισκόταν στον Τροπικό του Καρκίνου. Η απόσταση μεταξύ Σιήνης Αλεξάνδρειας ήταν ήδη γνωστή στον Ερατοσθένη (5000 στάδια) γιατί ήταν μετρημένη από τους Αιγυπτίους. Το 220 π.Χ., στο θερινό

⁴² <https://www.lecturesbureau.gr/1/eratosthenis/>

ηλιοστάσιο, μέτρησε στην Αλεξάνδρεια την ηλιακή ζενίθεια απόσταση (με τη βοήθεια γνώμονα), την οποία βρήκε να ισούται με το 1/50 του κύκλου, δηλαδή με 7.2 μοίρες. Με τα δεδομένα αυτά (γωνία τόξου, μήκος τόξου μεσημβρινού) υπολόγισε το μήκος τόξου μιας μοίρας μεσημβρινού (Σχήμα 10). Η μέτρηση του Ερατοσθένη αντιστοιχεί σε ακτίνα της Γης μήκους 7420 χιλιομέτρων αντί για τα 6370 χιλιόμετρα της σημερινής τιμής (16% μεγαλύτερη της πραγματικής). Η μέτρηση είναι πολύ ακριβής λαμβάνοντας υπόψη ότι η Σιήνη δε βρίσκεται ακριβώς στον Τροπικό του Καρκίνου αλλά κάπου βορειότερα, η Αλεξάνδρεια δε βρίσκεται στον ίδιο μεσημβρινό με τη Σιήνη αλλά 3ο πιο δυτικά, η μεταξύ τους απόσταση δεν είναι 5000 στάδια αλλά 4530 και η γωνία δεν μετρήθηκε με ακρίβεια. Τα τέσσερα σφάλματα αλληλοαναίρεθηκαν και έτσι το αποτέλεσμα έχει πολύ μικρή απόκλιση. Ανεξαρτήτως του αποτελέσματος, ο συλλογισμός και η εφαρμογή του, για την εποχή εκείνη, είναι καταπληκτικοί.

Μεγάλη επίδραση στη χαρτογραφία είχαν επίσης οι μετρήσεις διαφόρων αποστάσεων πάνω στη γη που διεξήγαγε ο Ερατοσθένης, περιλαμβανομένου του μήκους της Μεσογείου (η καλύτερη μέτρηση για τους επόμενους δεκατρείς αιώνες), καθώς και οι προσθήκες του στον παγκόσμιο χάρτη ιδιαίτερα στη Νότια Ασία και στη Βόρεια Ευρώπη. Στο έργο του τα «Γεωγραφικά» περιλαμβάνεται ένας χάρτης τον οποίο συνέταξε. Ο χάρτης απεικονίζει όλο τον τότε γνωστό κόσμο πάνω σε ένα κίονα επτά μεσημβρινών και επτά παραλλήλων και δίνει πολλές γεωγραφικές πληροφορίες που είχαν συγκεντρωθεί από την εκστρατεία του Μεγάλου Αλεξάνδρου. Ο χάρτης αυτός δεν έχει σωθεί, ωστόσο, από τις περιγραφές στα γραπτά κείμενα είναι δυνατή η ανακατασκευή του (Εικόνα 22). Εμφανίζεται στο χάρτη για πρώτη φορά η Κεϋλάνη, ως Taprobana, αρκετά, ωστόσο, μετατοπισμένη. Παραμορφωμένες φαίνονται οι ακτές της Αφρικής και της Ινδίας, που τελειώνουν πριν τον ισημερινό. Επικρατούσε άλλωστε η άποψη ότι τα νερά της θάλασσας στον ισημερινό είναι πολύ ζεστά για να τα διασχίσει κανείς. Στο χάρτη απεικονίζονται επίσης η Αγγλία και η Ιρλανδία. Ο Ερατοσθένης υποστήριζε ότι η γη καλύπτεται κυρίως από νερό,



σε αντίθεση με άλλους, όπως ο Κράτης, που υποστήριζαν ότι καλύπτεται κυρίως από στεριά.

Ο Κράτης ο Μαλλώτης (270-180 π.Χ.)⁴³ Ο Κράτης ασχολήθηκε με το σφαιρικό σχήμα της Γης. είχε ήδη υπολογίσει την διάμετρο της Γης και είχε εκφράσει την θεωρία της Γεωκεντρικότητας. Ο Κράτης ήταν ο πρώτος που κατασκεύασε υδρόγειο σφαίρα, την οποία παρουσίασε στην Πέργαμο το 150 π.Χ. περίπου. Υποστήριζε ότι η Γη διαιρείται σε πέντε ζώνες, από τις οποίες δύο πολικές, δύο

Εικόνα 23. Κράτειος σφαίρα

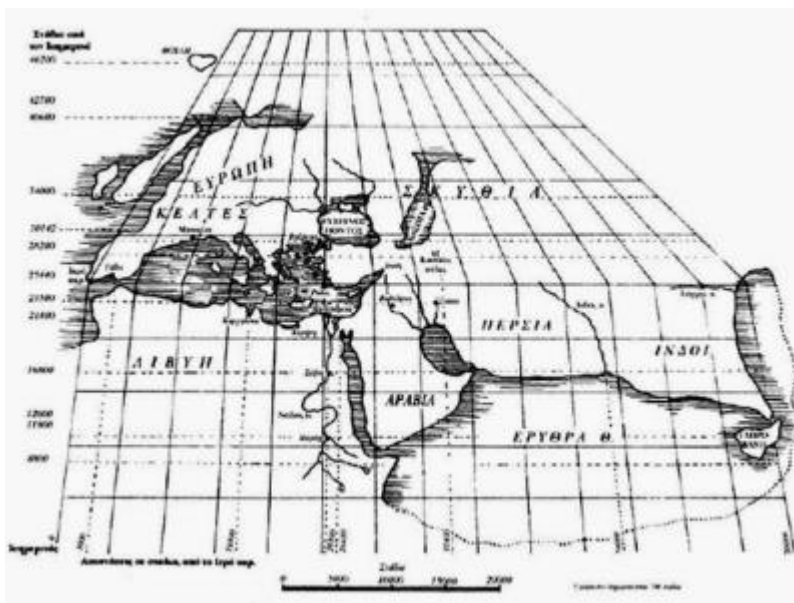
⁴³ https://el.wikipedia.org/wiki/Κράτης_μαλλώτης

εύκρατες και μία καυτή, ενώ την διαίρεσε σε τέσσερις κατοικήσιμες και μη κατοικήσιμες περιοχές. Ισχυρίζονταν ότι οι πολικές ζώνες ήταν πολύ ψυχρές και δυσμενείς για την ανάπτυξη της ανθρώπινης ζωής, ενώ ο Ισημερινός ήταν πολύ καυτερός και επίσης δυσμενής. Υπήρχαν όμως και δύο εύκρατες ζώνες. Η «οικουμένη», που ήταν δικός του ορισμός, περιείχε όλες τις τότε γνωστές περιοχές της Ασίας, Αφρικής και Ευρώπης. Οι άλλες τρεις περιοχές ήταν οι «Περίοικοι», «Αντίποδες» και «Αντίοικοι».

Οι «Περίοικοι» και «Αντίποδες» του Κράτη (150 π.χ.) υπάρχουν αναμφισβήτητα και αντιστοιχούν κατά προσέγγιση στη Βόρεια Αμερική και τη Νότια Αμερική αντίστοιχα, αλλά η ήπειρος «Αντίοικοι», ή Terra Australis, δεν αντιστοιχεί, εκτός από θραύσματα (Αυστραλασία, Νότια Αφρική). Και ο Ωκεανός στην πραγματικότητα περιβάλλει τον πλανήτη, αλλά στις 60 μοίρες νότιο γεωγραφικό πλάτος, όχι στον Ισημερινό.

Ήξερε επίσης ότι οι εποχές του κλίματος στο βόρειο ημισφαίριο ήταν αντίθετες με αυτές στο νότιο ημισφαίριο. Οι ιδέες του Κράτη ήταν σημαδιακές για την επιστήμη από την αρχαιότητα και μέχρι τα τέλη του μεσαίωνα.

Πολύ⁴⁴ σημαντική είναι η χαρτογραφική συμβολή του **Ίππαρχου του Ρόδου** (180-120 π.Χ.). Ο Ίππαρχος ήταν μεγάλη μορφή της αστρονομίας, που τη συνέδεσε με τη γεωγραφία και



καθιέρωσε τον αστρονομικό προσδιορισμό θέσεων στην επιφάνεια της Γης. Οι θέσεις των τόπων προσδιορίζονται από τις γεωγραφικές τους συντεταγμένες, το γεωγραφικό πλάτος και μήκος. Υποδιαίρεσε την περίμετρο της γης σε 360 μοίρες και καθιέρωσε αυτό που ισχύει μέχρι σήμερα, το ορθογώνιο γεωγραφικό

Εικόνα 24. Χάρτης Ίππαρχου (150 π.Χ.)

πλέγμα (γεωγραφικό κάρναβο) των μεσημβρινών και παραλλήλων, προσανατολισμένο σε σχέση με τον άξονα περιστροφής της γης. Όρισε ως αρχή για τους παράλληλους τον ισημερινό και για τους μεσημβρινούς το μεσημβρινό της Ρόδου. Δίδαξε τη μέτρηση του πλάτους με το γνώμονα, κατά το θερινό ηλιοστάσιο και τη μέτρηση του μήκους μέσω παρατηρήσεων της τοπικής ώρας, τη στιγμή

⁴⁴ <https://theancientwebgreece.files.wordpress.com/2017/11/9c333-image006.jpg?w=400&h=296>

των εκλείψεων της σελήνης. Η πρώτη μέτρηση του γεωγραφικού μήκους έγινε με τη μέθοδο του Ίππαρχου και θα παραμείνει η μοναδική μέθοδος μέχρι το 16ο αιώνα. Ο Ίππαρχος θεωρείται ότι εισήγαγε τις χαρτογραφικές προβολές. Στον Ίππαρχο αποδίδονται η στερεογραφική και ορθογραφική προβολή, οι οποίες επί εποχής του χρησιμοποιήθηκαν στην αστρονομία και αργότερα ευρύτατα σε χάρτες της γης. Στην Εικόνα 24 απεικονίζεται χάρτης του Ίππαρχου (150 π.Χ.), ο πρώτος σε γεωμετρική προβολή και ισαπέχοντα κάναβο σε στάδια.

Ο Ποσειδώνος ο Απαμεύς (135-51 π.Χ.) διεξήγαγε το 85 π.Χ. τη δεύτερη, μετά τον Ερατοσθένη, μέτρηση του μεγέθους της γήινης σφαίρας εφαρμόζοντας τη μέθοδο του στο τόξο Ρόδου-Αλεξάνδρειας. Ο Ποσειδώνος χρησιμοποίησε το λαμπρό αστέρι Κάνωβο (του αστερισμού του Άργους) που είναι ορατό κυρίως στο νότιο ημισφαίριο και κοντά στον ορίζοντα, στα χαμηλά πλάτη του βόρειου ημισφαιρίου. Όταν η Κάνωβος ήταν στον ορίζοντα της Ρόδου, στον ουρανό της Αλεξάνδρειας είχε ύψος το $1/48$ του κύκλου (7.5 μοίρες). Δεδομένης της γνωστής απόστασης Ρόδου-Αλεξάνδρειας (3750 στάδια) υπολογίστηκε το μέγεθος της γήινης σφαίρας, ωστόσο, κατά 17% μικρότερο της πραγματικής. Η κύρια αιτία του σφάλματος του Ποσειδώνου, εκτός της παραδοχής ότι η Ρόδος βρίσκεται στον ίδιο μεσημβρινό με την Αλεξάνδρεια, οφείλεται στην αστρονομική μέτρηση, κυρίως λόγω της έντονης διάθλασης που επηρεάζει σημαντικά τις οπτικές μετρήσεις κοντά στον ορίζοντα. Οι μετρήσεις του Ποσειδώνου χρησιμοποιήθηκαν στη συνέχεια από τον Πτολεμαίο, αλλά και από πολλούς χαρτογράφους και γεωγράφους, μέχρι το 17ο αιώνα. Η μετέπειτα χρήση της μικρότερης σφαίρας του Ποσειδώνου για υπολογισμούς πάνω στην επιφάνεια της, είχε ως αποτέλεσμα να επηρεάσει θετικά τον Κολόμβο στην οριστική απόφαση για τα ταξίδια του, θεωρώντας τις αποστάσεις πιο μικρές από τις πραγματικές και να επιλέξει την «προς δυσμάς» πλευση για την Ινδία.

Ο Μαρίνος ο Τύριος⁴⁵ (60-130 μ.Χ.) έκανε χρήση των γεωγραφικών συντεταγμένων σε μοίρες για τον προσδιορισμό τόπων, αντί γραμμικών μεγεθών (αποστάσεων) και γωνιακών διευθύνσεων. Επινόησε την ορθή κυλινδρική προβολή, δεκαπέντε αιώνες πριν από το Mercator και εισήγαγε για πρώτη φορά το μεσημβρινό των Μακάριων νήσων (Κανάριοι Ν., Islas Fortunatas) ως το μεσημβρινό αναφοράς. Αργότερα και για πολλούς αιώνες, ο μεσημβρινός αυτός θα χρησιμοποιείται συστηματικά ως αφετηρία για μέτρηση των γεωγραφικών μηκών. Συνέταξε χάρτη κατά ορθή τετραγωνική προβολή, ο οποίος επανασχεδιάστηκε από τον Toscanelli τα τέλη του 15ου αιώνα και χρησιμοποιήθηκε από τον **Κολόμβο** στα ταξίδια του. Απεικονίζεται ο τότε γνωστό κόσμος που εκτείνεται από τη νήσο Θούλη στο βορρά μέχρι την Αιθιοπία στο νότο και από τις Μακάριες νήσους μέχρι την Κίνα. Θεωρείται ο πατέρας των ναυτιλιακών χαρτών, εφόσον οι χάρτες του περιέγραφαν ακτές, κατέγραφαν τα τοπωνύμια των ακτών και τα δεδομένα του ήταν

⁴⁵ Φωτεινός Νικόλαος 1977

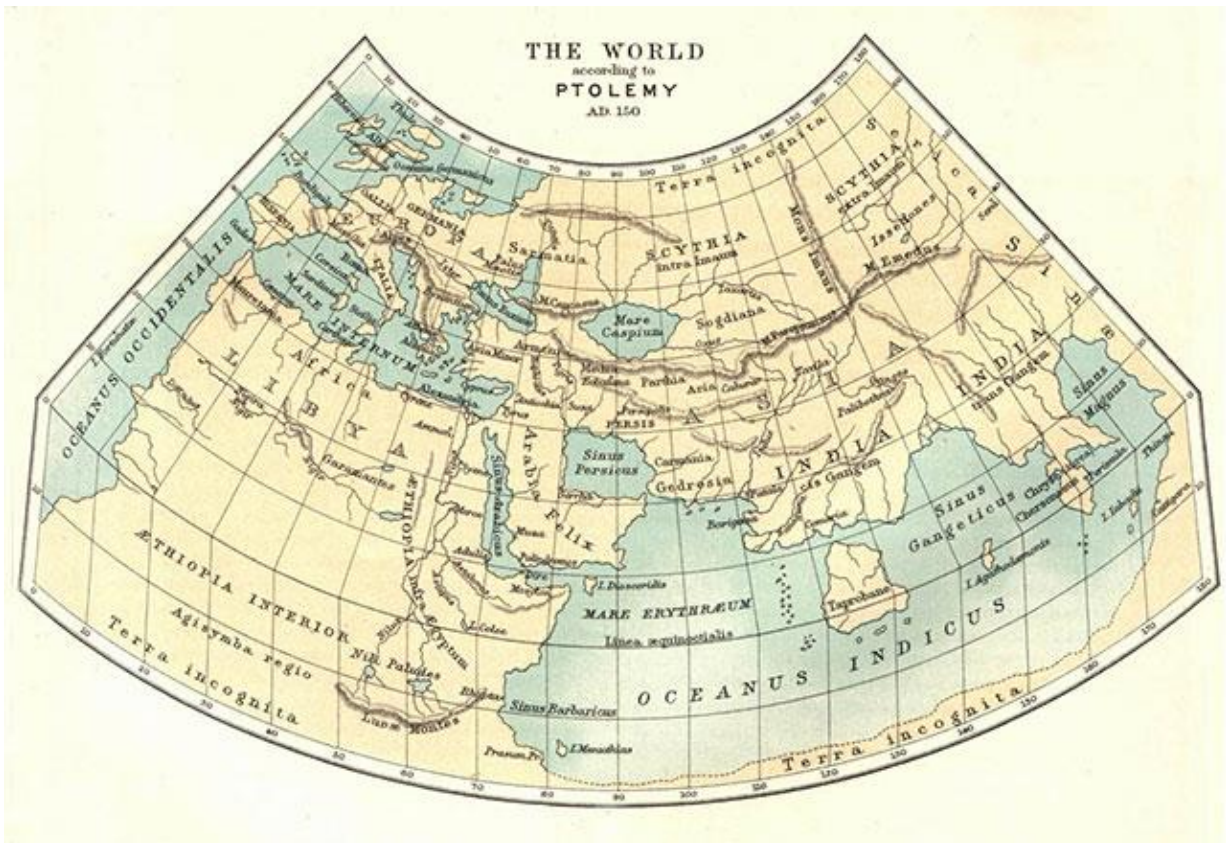
οι ναυτικές διαδρομές και παρατηρήσεις, όπως οι περίπλοες και οι σταδιασμοί. Στο έργο του Μαρίνου στηρίχτηκε στη συνέχεια ο Πτολεμαίος.

Ο Μαρίνος έψαχνε συνεχώς τις σημειώσεις του, ρωτούσε ναυτικούς να του πουν τα μέρη που έχουν ταξιδέψει, για να τα βάλει πάνω στους χάρτες του. Ήταν ο πρώτος που ανακάλυψε την μαθηματική γεωγραφία και την δημιούργησε από την αρχή ως νέα επιστήμη. Αποσαφήνισε πρώτος και ακριβώς τα όρια της βόρειας Ευρώπης μ' όλη την ακτογραμμή της, καθώς και τα όρια της τότε Δύσης, ορίζοντας σαν το πιο δυτικό σημείο ένα από τα νησιά των Μακάρων (Κανάρια νησιά), το νησί Φέρρο. Επίσης, από πολλούς παλιούς ναυτικούς όπως και σύγχρονους του, είχε ακούσει για μια μεγάλη ήπειρο νότια του Ινδικού ωκεανού. Αφού το έψαξε καλά και το διασταύρωσε, την τοποθέτησε στην θέση της σημερινής Ωκεανίας (Αυστραλίας) και την ονόμασε άγνωστη γη, κλείνοντας με αυτόν τον τρόπο τον Ινδικό ωκεανό. Ο Μαρίνος, μαζί με τον Ερατοσθένη και τον Ίππαρχο, είναι οι ιδρυτές της λεγόμενης Μαθηματικής Γεωγραφίας και Χαρτογραφίας της αρχαιότητας.

Κορυφαία⁴⁶ μορφή της χαρτογραφίας, ίσως σε όλη την ιστορία της και όχι μόνο στην αρχαιότητα, είναι ο **Κλαύδιος Πτολεμαίος ο Αλεξανδρεύς** (85-165 μ.Χ.). Σημαντικός αστρονόμος, μαθηματικός και γεωγράφος, υπήρξε διακεκριμένος βιβλιοθηκάριος της Αλεξανδρινής Βιβλιοθήκης. Πρώτος χαρτογράφος με τη σύγχρονη έννοια του όρου, ολοκλήρωσε και προώθησε το έργο του Ίππαρχου, του Στράβωνα και του Μαρίνου. Δύο μεγάλα έργα του είναι το αστρονομικό Μαθηματική Σύνταξις (ή Μέγιστη) και το γεωγραφικό και χαρτογραφικό οκτάτομο έργο Γεωγραφική Υφήγησις (ή Γεωγραφία). Τα παλαιότερα σωζόμενα ελληνικά χειρόγραφα της Γεωγραφίας ανάγονται στο 12ο και 14ο αιώνα. Η Γεωγραφία αναφέρει τις αρχές της χαρτογραφίας, της μαθηματικής γεωγραφίας και των μεθόδων των αστρονομικών παρατηρήσεων. Περιλαμβάνει κατάλογο 10000 τόπων με τα ονόματά τους (τοπωνύμια) και με τιμές γεωγραφικού μήκους και γεωγραφικού πλάτους. Αναφέρει τις θεωρητικές αρχές και τις τεχνικές των προβολών και ορίζει κωνικές προβολές (μια από αυτές είναι πρόδρομος των προβολών του Werner και του Bonne). Περιγράφει αναλυτικά τις αρχές και τους κανόνες με βάση τους οποίους συντάσσεται ένας χάρτης. Το έργο συνοδεύεται από 26 χάρτες, του συνόλου του τότε γνωστού κόσμου, κατά γεωγραφικές περιφέρειες, έτσι ώστε να θεωρείται ο Πτολεμαίος εκείνος που επινόησε το χαρτογραφικό άτλαντα, αν και ο όρος αυτός δόθηκε πολύ αργότερα από τον Mercator. Ο χάρτης του Πτολεμαίου, στον οποίο απεικονίζεται ο μέχρι τότε γνωστός κόσμος, ξεκινά από τα Μακάρια Νησιά μέχρι την Κίνα που αναφέρεται ως "Serica" (η γη του μεταξιού). Οι ατέλειες του χάρτη είναι πιο εμφανείς, όπως είναι φυσικό, στο ανατολικό και στο νότιο τμήμα. Η χερσόνησος της Ινδίας έχει συρρικνωθεί πολύ, ενώ αντίθετα η Κεϋλάνη ("Tabrobana") απεικονίζεται με μεγαλύτερες διαστάσεις από τις πραγματικές. Η Αφρική μέχρι τον ισημερινό

⁴⁶ https://greek1.blogspot.com/2014/07/blog-post_3849.html#axzz6SuUqlj4P

απεικονίζεται με ικανοποιητική ακρίβεια. Μετά όμως, οι δύο πλευρές της, αντί να συγκλίνουν σε ένα σημείο, αποκλίνουν προς δύο διευθύνσεις. Στα δυτικά η απεικόνιση σταματά απότομα, ενώ στα ανατολικά η Αφρική ενώνεται με την Ασία και ο Ινδικός Ωκεανός φαίνεται σαν κλειστή θάλασσα. Που στηρίχτηκε η απόδοση αυτή της Αφρικής δεν είναι γνωστό. Το βασικότερο σφάλμα, ωστόσο, του Πτολεμαίου ήταν η αποδοχή των μετρήσεων του Ποσειδώνιου και η υποεκτίμηση του μεγέθους της γης. Έτσι, η Ευρώπη και η Ασία εκτείνονται στο μισό ημισφαίριο, ενώ στην πραγματικότητα καλύπτουν μόνο 130°. Η Μεσόγειος επίσης εκτείνεται σε 62° ενώ στην πραγματικότητα καλύπτει 42°. Ενώ οι Άραβες από το 13ο αιώνα διόρθωσαν την παραμόρφωση αυτή, εντούτοις παραμένει στην Ευρωπαϊκή χαρτογραφία μέχρι το 1700.



Εικόνα 25. Παγκόσμιος χάρτης με βάση τον Πτολεμαίο,

Στο δεύτερο σημαντικό σύγγραμμά του, «Γεωγραφία», περιέγραψε ο Πτολεμαίος νέες μεθόδους προβολής για τη σχεδίαση χαρτών. Οι χάρτες του Πτολεμαίου ήταν πρότυπο για τη δημιουργία ατλάντων μέχρι την Αναγέννηση. Επίσης στον Πτολεμαίο οφείλεται η τυποποίηση να ονομάζεται το πάνω μέρος του χάρτη *βορράς* κ.ο.κ. Αν και το γεωκεντρικό σύστημα δημιουργούσε σημαντικές αποκλίσεις στις μακροχρόνιες προβλέψεις για τη θέση των πλανητών και αντικαταστάθηκε από το ηλιοκεντρικό σύστημα του Κοπέρνικου, με αυτούς όμως τους χάρτες διέσχισαν τους ωκεανούς και ανακάλυψαν τις νέες ηπείρους όλοι οι θαλασσοπόροι του 15ου και 16ου αιώνα.

Η συμβολή των Ελλήνων στη χαρτογραφία μπορεί να συνοψιστεί στα εξής:

- *Αναγνώριση του σφαιρικού σχήματος της γης, με τους πόλους, τον ισημερινό και τους τροπικούς κύκλους. Η γη προσομοιώνεται με σφαίρα.*
 - *Χρησιμοποίηση των γεωμετρικών μεθόδων και μέσων για την περιγραφή της γήινης πραγματικότητας.*
 - *Βελτίωση και κατασκευή οργάνων μέτρησης γεωγραφικών ποσοτήτων.*
 - *Στη βοηθητική χρησιμοποίηση άλλων τεχνολογικών και κατασκευαστικών επινοήσεων για τη διευκόλυνση των μετρήσεων και των υπολογισμών καθώς και για την κατανόηση των φαινομένων του σύμπαντος.*
 - *Μετάβαση από την εμπειρική στην επιστημονική παρατήρηση μέσω μετρήσεων.*
- Σύνδεση των μετρήσεων με υπολογισμούς.*
- *Μετρήσεις των διαστάσεων της γης*
 - *Μαθηματική οργάνωση της γήινης σφαιρικής επιφάνειας.*
 - *Επινόηση των προβολών.*

5.9 Χάρτες των Ρωμαίων

Η διαφορά μεταξύ της Ρωμαϊκής και Ελληνικής σκέψης αντικατοπτρίζεται και στους χάρτες τους. Οι⁴⁷ Ρωμαίοι δεν ενδιαφέρονται για τις επιστημονικές και θεωρητικές πτυχές της χαρτογραφίας, για θέματα όπως το σύστημα παραλλήλων και μεσημβρινών, τις αστρονομικές μετρήσεις και το πρόβλημα των προβολών. Ο χάρτης για τους Ρωμαίους είχε πρακτική χρήση που θα εξυπηρετούσε στρατιωτικούς και διοικητικούς σκοπούς. Βάση δε για την κατασκευή χαρτών αποτέλεσαν οι θεωρίες των Ιώνων, που όπως ήδη αναφέρθηκε θεωρούσαν ότι η γη είναι ένας στρογγυλός δίσκος. Μέσα σε ένα κυκλικό πλαίσιο απεικονίζεται ολόκληρη η γη “Orbis Terrarum”. Η Ευρώπη, η Ασία και η Αφρική απεικονίζονται σχεδόν συμμετρικά με την Ασία στο πάνω μέρος του χάρτη. Η Ιταλία απεικονίζεται φανερά μεγεθυμένη δίνοντας τη δυνατότητα να απεικονιστούν οι Ιταλικές επαρχίες σε μεγαλύτερη κλίμακα και να δοθεί έμφαση στη Ρώμη. Η Ρωμαϊκή Αυτοκρατορία απεικονίζεται σαν κυρίαρχη δύναμη του κόσμου και καλύπτει περίπου τα τέσσερα πέμπτα της έκτασης του χάρτη. Η Ινδία, η Κίνα (“Seres”), η Ρωσία (“Scythia” και “Samartia”) απεικονίζονται σαν μικρές περιοχές στην περιφέρεια. Οι πρόσφατες για αυτούς θεωρίες των Ελλήνων για το σχήμα και το μέγεθος της γης και τις προβολές αγνοήθηκαν εντελώς. Ο πρώτος χάρτης που θεωρείται ότι διαχωρίζει τον κατοικημένο κόσμο σε τρεις ηπείρους, Ευρώπη, Ασία και Αφρική (Libya) είναι ο χάρτης του Agrippa. Ο χάρτης αυτός έμπνευση του Augustus Caesar (27 π.Χ.-14 μ.Χ.), έγινε από τον γαμπρό του Marcus Vispanius Agrippa και

⁴⁷ Woodward David 2005

ολοκληρώθηκε από άλλους. Ο σκοπός του χάρτη αυτού ήταν κυρίως διδακτικός και θεωρείται πρόδρομος του γνωστού σχολικού χάρτη τοίχου.

5.10 Χάρτες του Μεσαίωνα

Το⁴⁸ θάνατο του Πτολεμαίου ακολουθεί μια μακρά περίοδος γενικής πτώσης των επιστημών με αρνητικές συνέπειες και στη Χαρτογραφία. Ιδιαίτερα σε ότι αφορούσε τη Γη, και κυρίως τη Χαρτογραφία, τους αιώνες αυτούς (3ος - 4ος μ.Χ.), η χριστιανική αντιμετώπιση ήταν από αδιάφορη μέχρι αρνητική, εφ' όσον η ερμηνεία των κειμένων έστρεφε το ενδιαφέρον εκτός της Γης, στη βασιλεία των Ουρανών. Οι γεωγραφικές γνώσεις και «εικόνες» των πρώτων Χριστιανών ήταν ότι περιλάμβανε η Βίβλος, χωρίς καμιά άλλη γεωγραφική αναζήτηση. Έτσι τα ίχνη της Χαρτογραφίας των Ελληνικών και Ρωμαϊκών περιόδων χάνονται, τουλάχιστον τους πρώτους Χριστιανικούς αιώνες, εφόσον οι ιδέες των επιστημόνων ήταν αντίθετες με την ερμηνεία των Γραφών. Η Γη επανήλθε στην επίπεδη μορφή της και η θεωρία των αντιπόδων αντιμετωπιζόταν με σκωπτικότητα. Ακόμη και ο ιδρυτής της δυτικής Θεολογίας, Άγιος Αυγουστίνος, από τους λίγους που δέχονταν τη σφαιρικότητα της γης, αρνιόταν ότι οι άνθρωποι θα μπορούσαν να περπατούν στους αντίποδες «με το κεφάλι προς τα κάτω». Η Χαρτογραφία των πρώτων Χριστιανικών χρόνων πήρε μια απλοϊκή μορφή και χωρίς ιδιαίτερη σημασία. Ο κόσμος περιβαλλόταν από ένα οριζόντιο κύκλο, αυτόν που έβλεπαν οι άνθρωποι γύρω τους. Η Γη ως κύκλος χωριζόταν σε τρία τμήματα. Η θεωρία αυτή μαζί με τη θεωρία του «κοσμογραφικού αυγού», ακολουθήθηκε τους πρώτους Χριστιανικούς χρόνους, αλλά και τα πρώτα χρόνια της εξάπλωσης των Αράβων, τον 7ο μ.Χ. αιώνα.

Από τον 5ο αιώνα γενικεύεται ο προσανατολισμός των χαρτών με την ανατολή στην κορυφή του χάρτη, σε αντίθεση με τους αρχαίους Έλληνες που τοποθετούσαν πάντα το βορρά στην κορυφή του χάρτη. Αργότερα, οι Άραβες τοποθετούσαν στην κορυφή το νότο. Κατά τον 5ο αιώνα αναπαράγονται πολυάριθμα αντίγραφα του ρωμαϊκού χάρτη, με τις προσθήκες του Ονόριου Ιουλίου. Ο Ονόριος είναι γνωστός για την αναφορά του στο Πτολεμαίο και γιατί συμπλήρωσε τον ρωμαϊκό χάρτη με βάση τη «Γεωγραφία».

Τον 7ο αιώνα, με βάση την περιγραφή του Ισίδωρου, αρχίζει η εποχή των λεγόμενων χαρτών «Ο-Τ», όπου το «Ο» συμβολίζει το κυκλικό της Γης και το περιεχόμενο στον κύκλο «Τ» το χωρισμό της σε τρία τμήματα κατοικημένου κόσμου. Γύρω από τη γη υπάρχει η θάλασσα. Η ανατολή τοποθετείται στο πάνω μέρος του χάρτη, με τον Παράδεισο στο ανατολικότερο σημείο και την Ιερουσαλήμ στο κέντρο.

Κατά τη διάρκεια της βασιλείας του Ανδρόνικου Β' στο Βυζάντιο προωθούνται οι επιστημονικές σπουδές. Ο ίδιος ο Ανδρόνικος εντυπωσιάζεται από τους χάρτες που του έδειξε ο μοναχός Πλανούδης και αποφασίζει την προώθηση της κατασκευής χαρτών βασισμένων στη

⁴⁸ <https://theancientwebgreece.wordpress.com/2017/11/18/ιστορία-της-αρχαίας-ελληνικής-χαρτογ/>

Γεωγραφία του Πτολεμαίου. Ο Μάξιμος Πλανούδης (1260-1310) από τη Νικομήδεια, συγγραφέας και μοναχός, θεωρείται ένας από τους Βυζαντινούς λόγιους προδρόμους της αναγέννησης των ελληνικών σπουδών στη Δύση. Η συμβολή του Πλανούδη είναι καθοριστική στην αναγέννηση της Γεωγραφίας και της Χαρτογραφίας μέσα από την «ανακάλυψη» του Πτολεμαίου. Ο Ανδρόνικος Β΄ ζήτησε από τον πρώην Πατριάρχη Αλεξανδρείας Αθανάσιο που ζούσε στην Κωνσταντινούπολη (1293-1308) να του ετοιμάσει ένα αντίγραφο της γεωγραφίας συμπεριλαμβάνοντας σε αυτό, χάρτες. Με τη συμβολή του Πλανούδη ο Αθανάσιος έφερε σε πέρας το έργο αυτό, επιβεβαιώνοντας ότι στην Κωνσταντινούπολη υπήρχε η απαιτούμενη τεχνογνωσία και οι επιστημονικές και πρακτικές δεξιότητες που επέτρεπαν την ερμηνεία και εφαρμογή των οδηγιών του Πτολεμαίου για τη σύνταξη χαρτών. Το πλούσια εικονογραφημένο ελληνικό αντίγραφο χειρόγραφο, από τα σπουδαία έργα της Ιστορίας της Χαρτογραφίας, κατέληξε στο Βατικανό το 1657.

5.11 Ισλαμική Χαρτογραφία

Ενώ μετά την πτώση της Ρωμαϊκής αυτοκρατορίας, κατά τη διάρκεια του Μεσαίωνα, η χαρτογραφία υπέπεσε σε παρακμή και η αναφορά στην παλαιά χαρτογραφική γνώση ήταν αμελητέα, οι θεωρίες και οι επιτεύξεις των αρχαίων Ελλήνων χαρτογράφων χρησιμοποιήθηκαν και εξελίχθηκαν από τους Άραβες. Η⁴⁹ Γεωγραφία του Πτολεμαίου είχε μεταφραστεί στα αραβικά τον 8ο μ.Χ. αιώνα, σε μια περίοδο που στη δύση είχε χαθεί. Η ισλαμική χαρτογραφία περιλαμβάνει πολλούς κλάδους. Μεταξύ αυτών είναι η χαρτογράφηση, οι περιγραφές των ταξιδιωτών για τα εδάφη και τις περιοχές που περνούν, γεωδαισία, θαλάσσια εξερεύνηση κ.λπ.

Οι Μουσουλμάνοι ήταν φυσικοί εξερευνητές από τότε που το Άγιο Κοράνι ανέθεσε ένα προσκύνημα (Χατζ) στη Μέκκα για κάθε ικανό άνδρα τουλάχιστον μία φορά στη ζωή τους. Με χιλιάδες ταξίδια από τις πιο απομακρυσμένες περιοχές της Ισλαμικής αυτοκρατορίας στη Μέκκα, γράφτηκαν δεκάδες ταξιδιωτικοί οδηγοί για να βοηθήσουν στο ταξίδι. Το προσκύνημα κατά τη διάρκεια του έβδομου έως δέκατου μήνα του ισλαμικού ημερολογίου κάθε χρόνο οδήγησε σε περαιτέρω εξερεύνηση πέρα από την Αραβική χερσόνησο. Μέχρι τον 11ο αιώνα, Ισλαμικοί έμποροι είχαν εξερευνήσει την ανατολική ακτή της Αφρικής σε 20 μίρες νότια του Ισημερινού (κοντά στη σύγχρονη Μοζαμβίκη).

Οι Άραβες, που διακρίνονταν στην αστρονομία, στα μαθηματικά και τη γεωμετρία, δεν ακολούθησαν άκριτα τον Πτολεμαίο. Το μήκος της Μεσογείου όπως είχε υπερτιμηθεί από τον Πτολεμαίο μειώθηκε τον 9ο αιώνα από τον al-Khwarizimi στις 52⁰ και ως αποτέλεσμα των παρατηρήσεων του al-Zargali το 12ο αιώνα, η Μεσόγειος υπολογίστηκε στις σωστές τις διαστάσεις 42⁰. Άλλο επίτευγμα των Αράβων ήταν ο προσδιορισμός του γεωγραφικού πλάτους και μήκους τόπων με αστρονομικές παρατηρήσεις. Κατασκεύασαν επίσης ουράνιες σφαίρες και

⁴⁹ Tibbets R. Gerald

μελέτησαν το πρόβλημα των προβολών. Από τον 8ο μέχρι τον 11ο αιώνα, περίοδος της Αραβικής θρησκευτικής κοσμογραφίας, πολλά κείμενα εικονογραφούνταν με μικρούς κυκλικούς χάρτες κατά το πρότυπο των δυτικών «Ο-Τ». Ενώ στους δυτικούς θρησκευτικούς χάρτες στο κέντρο βρίσκεται η Ιερουσαλήμ, στους Αραβικούς χάρτες βρίσκεται, όπως είναι αναμενόμενο, η Μέκκα. Ο πιο σημαντικός Αραβικός χάρτης είναι ο παγκόσμιος χάρτης του al-Idrisi, Μαροκινού, γεννημένου το 1109, ο οποίος ήταν γεωγράφος στον Νορμανδό Βασιλιά Roger II στη Σικελία.



Εικόνα 26. Παγκόσμιος χάρτης της Ισλαμικής χαρτογραφίας.

Μεγαλύτερη σημασία σε αυτήν την πρώιμη περίοδο από τους ίδιους τους χάρτες, φαίνεται να έχουν οι ισλαμικοί πίνακες μήκους και πλάτους. Ένας σημαντικός αριθμός καταλόγων γεωγραφικών ονομάτων και θέσεων υπάρχει στην αραβική χαρτογραφία. Ορισμένοι προορίζονται να είναι ολοκληρωμένες λίστες που καλύπτουν ολόκληρο τον γνωστό κόσμο, μερικοί καλύπτουν συγκεκριμένα μέρη του κόσμου και μερικοί δίνουν μόνο μια απροσδιόριστη επιλογή ονομάτων. Ορισμένες λίστες βρίσκονται απευθείας σε πρωτότυπα έργα, αλλά μερικές εμφανίζονται μόνο ως αποσπάσματα στα έργα άλλων συγγραφέων. Είναι γενικά δύο τύπων: αυτά που απαριθμούν μέρη κάτω από κλίματα, όχι πάντα με οποιαδήποτε σειρά, δίνοντας κανένα μήκος και μόνο τα γεωγραφικά πλάτη των ορίων του κλίματος, και αυτά που δίνουν τιμές γεωγραφικού μήκους και πλάτους ξεχωριστά για κάθε μέρος.

5.12 Κινεζική Χαρτογραφία

Στην Κινεζική βιβλιογραφία, το 227 π.Χ. γίνεται η πρώτη αναφορά σε χάρτη. Μετά την ανακάλυψη του χαρτιού (100 μ.Χ.), τοπικοί χάρτες έγιναν σε όλα τα μέρη της αυτοκρατορίας. Δύο σημαντικές φυσιογνωμίες στην ανατολή, ανάλογες με τον Πτολεμαίο και τον Ερατοσθένη στη δύση, είναι ο Chang Heng και ο Phei Hsiu. Ο Chang Heng ήταν αστρονόμος και θεωρείται ο δημιουργός του ορθογώνιου συστήματος, του κανάβου τον 1ο αιώνα μ.Χ., που είναι βασικό

χαρακτηριστικό της Κινέζικης χαρτογραφίας. Ο Pei Hsiu (224-273 μ.Χ.) θεωρείται ο πατέρας της Κινεζικής Χαρτογραφίας (Raisz 1948). Στην Κινεζική χαρτογραφία οι βασικές χαρτογραφικές αρχές είναι :

- Η χρήση κανάβου ορθογωνίων διαιρέσεων για τον προσδιορισμό σχετικών θέσεων.
- Ο προσανατολισμός ως μέσο προσδιορισμού των διευθύνσεων μεταξύ τόπων.
- Η ακριβής ένδειξη αποστάσεων.
- Οι ενδείξεις για τα μέγιστα και ελάχιστα υψόμετρα.

Έτσι, ο σχεδιασμός χαρτών στην Κίνα ακολουθούσε κάποια επιστημονικά πρότυπα από πολύ νωρίς. Ωστόσο, οι Κινέζοι θεωρούσαν τη γη επίπεδη με κέντρο την Κίνα και με βάση αυτή τη θέση κατασκευάζονταν ο κάρναβος που, ωστόσο, πρέπει να διευκρινιστεί ότι δεν έχει σχέση με τους γεωγραφικούς μεσημβρινούς και παραλλήλους.

Τον 16ο αιώνα , όταν οι Ιησουΐτες έφθασαν στην Κίνα βρήκαν αρκετό υλικό για να συνθέσουν ένα εξαιρετικό άτλαντα της αυτοκρατορίας. Από εδώ και πέρα αρχίζει η επιρροή της δυτικής χαρτογραφίας στους Κινέζικους χάρτες.

5.13 Πρώιμοι Ναυτικοί Χάρτες – Περίπλους και Πορτολόνοι

Για⁵⁰ τους πρώτους ναυτικούς ο μόνος οδηγός για την εύρεση της πορείας τους ήταν ευδιάκριτα χαρακτηριστικά στις ακτές. Τα ναυτιλιακά διαγράμματα έχουν την προέλευση τους σε οδηγίες προς ναυτικούς, προφορικές ή σε μορφή σκίτσου. Από τον 5ο π.Χ. αιώνα οι Έλληνες, χρησιμοποιούσαν οδηγούς πλοήγησης –περίπλους– για τη Μεσόγειο. Ο περίπλους ήταν ένας κατάλογος με οδηγίες στους ναυτικούς, με θαλάσσιες αποστάσεις και διευθύνσεις, μεταξύ διαφόρων σημείων, με ονόματα ακτών και παράκτιων τόπων. Μπορεί επίσης να περιέχουν αναφορές σε υποθαλάσσια εμπόδια και πιθανούς τόπους για προμήθεια εφοδίων, κυρίως νερού. Έχουν σωθεί γραπτοί περίπλους αλλά όχι διαγράμματα. Τα παλαιότερα σωζόμενα διαγράμματα είναι γεωμετρικές σχηματικές απεικονίσεις της Μεσογείου, του Περσικού Κόλπου και της Κασπίας Θάλασσας και περιέχονται στον ονομαζόμενο «Ισλαμικό Άτλαντα» που αποτελείται από εικοσιένα χάρτες, οι οποίοι κατασκευάστηκαν για πρώτη φορά το 10ο μ.Χ. αιώνα.

Σε πολλές περιπτώσεις, οι αρχαίοι περίπλους εκτός από τις οδηγίες προς τον πλοηγό, περιείχαν και αναπαραστάσεις της ακτογραμμής σε μορφή σκίτσου, όπως αυτό δίπλα.

Item, when you are northweſt and by north of Wſſiant then maye you ſee throught the poynſe which is to the ſouthward of the maine Iſland, and when you are of of Wſſiant northweſt and byweſt, then is that poynſe quite in on the ſhoare.



Item, when Wſſiant beares north northweſt from you, then both it appere like as it is here aboute demonſtrated. Item, when you are off of Wſſiant ſouthweſt and byweſt, or weſt northweſt then lyes there a great Rocke of the northeaſt poynſe, but you cannot well ſee throught betwixt the Rocke and Wſſiant from thence. And alongſt the

⁵⁰ Hunt A.

Παρατίθεται πιο κάτω ένα απόσπασμα από τον περίπλου γραμμένο από τον Μένιππο της Περγάμου «*Periplus of the Great Sea*». *Great sea* είναι η Μεσόγειος.

1. From Alexandria, sailing westward to Chersonesus – there is a harbour for smaller vessels – 70 stadia.

2. From Chersonesus to Plinthine – there is a roadstead; the place lacks a harbour – 90 stadia.

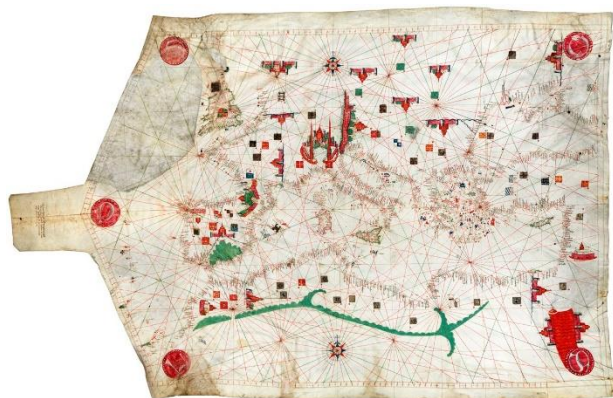
3. From Plinthine to Taposiris – a town without a port; a temple of Osiris – 90 stadia.

4. From Taposiris to Chimo – there is a village; shallows visible above the surface of the water – 90 stadia.

18. From Calamaeus to the Hag’s Knee – 70 stadia. It is a rugged cap with a rock on the summit; on the shore there is a tree; there is anchorage; and beneath the tree there is water. Beware of south winds!

Όπως είδαμε στα προηγούμενα, ο Ερατοσθένης και ο Πτολεμαίος ανήγαγαν την χαρτογραφία σε επιστήμη στους πρώτους μεταχριστιανικούς χρόνους. Η χρήση όμως της χαρτογραφίας στην ναυσιπλοΐα άρχισε στα τέλη του 13ου αιώνα μ.Χ. Ο πρώτος ναυτικός χάρτης που έχει διασωθεί είναι ο *Carta Pisana*, επειδή βρέθηκε στην Ιταλική πόλη της Πίζας και χρονολογείται από το 1275.

Αυτοί⁵¹ οι διάδοχοι του περίπλου ονομάστηκαν Πορτολάνοι, από την Ιταλική λέξη *Portolano* που σημαίνει *κατάλογος λιμανιών*. Οι πορτολάνοι εμφανίζονται στο τέλος του 13ου αιώνα, σε μια εποχή που η χαρτογραφία ήταν κάτω από την επίδραση της εκκλησιαστικής ιδεολογίας και οι χάρτες απεικόνιζαν ένα φανταστικό κόσμο, ξεπερνώντας σε ακρίβεια όλους τους προηγούμενους χάρτες. Η εμφάνισή τους, πιθανόν να είναι το αποτέλεσμα της χρήσης της πυξίδας στη ναυτιλία.



Οι χάρτες αυτοί, σε σχέση με τους παλαιότερους, αποδίδουν με μεγάλη λεπτομέρεια και με μεγαλύτερη ακρίβεια τις ακτογραμμές, παρά το γεγονός ότι σχεδιάζονταν με απλές παρατηρήσεις χωρίς χρήση οργάνων αποτύπωσης. Σχεδιάζονταν συνήθως σε δέρμα προβάτου και στην πλειοψηφία είναι προσανατολισμένοι κατά

Εικόνα 27. Ο χάρτης της Πίζας

⁵¹ <http://users.sch.gr/maritheodo/history-pi/section1/ploia/glossary/43.htm>

τη διεύθυνση της μαγνητικής βελόνας. Η ονοματολογία περιορίζεται κυρίως σε λιμάνια, ακρωτήρια και άλλα χαρακτηριστικά της ακτής. Η στεριά μένει κενή ή διακοσμείται με όπλα, σημαίες, εικόνες βασιλιάδων κλπ. Περιστασιακά, απεικονίζονται ποτάμια και πόλεις της ενδοχώρας, χωρίς, ωστόσο, ακρίβεια. Χαρακτηριστικό, ωστόσο, στοιχείο των πορτολάνων, όπως αναφέρθηκε, είναι το δίκτυο των γραμμών διευθύνσεων. Οι γραμμές αυτές εκτείνονται σε ολόκληρο τον χάρτη, από ένα σύστημα καλά οργανωμένων ρόδων του ανέμου, συνήθως δύο κεντρικά τοποθετημένων στο χάρτη, που συνδέονται με άλλα τοποθετημένα στην περιφέρεια. Οι γραμμές διευθύνσεων αν και σχετίζονται με τις γραμμές της πυξίδας, ωστόσο δεν μπορεί να είναι πραγματικές λοξοδρομίες (γραμμές σταθερής διεύθυνσης), αφού η Μερκατορική προβολή, στην οποία οι ευθείες γραμμές είναι γραμμές σταθερής διεύθυνσης, επινοήθηκε το 1569, και οι πορτολάνοι δε στηρίχτηκαν σε καμία προβολή.

Στην πλειοψηφία τους οι πρώτοι πορτολάνοι έγιναν στις Ιταλικές πόλεις Γένοβα και Βενετία και περιορίζονταν στην απεικόνιση της δυτικής Ευρώπης με τη Μεσόγειο και τη Μαύρη Θάλασσα. Οι χάρτες που προέρχονταν από τη Μαγιόρκα και τη Βαρκελώνη, τη χαρτογραφική δηλαδή σχολή της Καταλονίας, συνδύαζαν τη μορφή των *mappamundi* (μεσαιωνικοί παγκόσμιοι χάρτες από τις λέξεις *mappa*-ύφασμα και *mundi* = κόσμος), με τις «γραμμές διεύθυνσης - λοξοδρομίες» των πορτολάνων και το περιεχόμενο τους εκτείνονταν, από την Σκανδιναβία μέχρι την Κίνα. Η Μεσόγειος και η Μαύρη Θάλασσα απεικονίζονταν με μεγαλύτερη ακρίβεια.

Στους πορτολάνους γράφτηκαν και τα ονόματα των οκτώ κύριων ανέμων *Tramontana*, *Greco*, *Levante*, *Sirocco*, *Ostro*, *Libeccio*, *Ponente* και *Maestro*.

Οι γραμμές των ρόδων του ανέμου τέμνονται στα σημεία του άμεσου ενδιαφέροντος (σημεία αφετηρίας), έτσι ώστε ο πλοηγός να μπορεί να βρίσκει πάντα την πορεία που τον ενδιαφέρει. Οι τέσσερις κύριες διευθύνσεις χρωματίζονται με χρυσό ή μαύρο χρώμα, οι τέσσερις ενδιάμεσες με κόκκινο και οι υπόλοιπες πράσινο.

Οι χειρόγραφοι όμως αυτοί πορτολάνοι ήταν δυσεύρετοι και πολύτιμα αποκτήματα για όσους μπορούσαν να τους αποκτήσουν. Οι καπετάνιοι τότε δεν είχαν την διάθεση να φανερώσουν σε τρίτους ποια «μαγικά» μέσα χρησιμοποιούσαν να ταξιδεύουν με ασφάλεια από τον έναν τόπο στον άλλο. Ο συντομότερος δρόμος ανάμεσα σε δύο λιμάνια σημαίνει χρήμα στις τσέπες εκείνου που τον ήξερε, τόσο τότε όσο και σήμερα ακόμη.

Αξιοπαρατήρητη⁵² είναι μία ιδιόγραφη αναγραφή στο περιθώριο ενός φύλλου του χειρόγραφου ελληνικού πορτολάνου της βιβλιοθήκης της Ζαγοράς:

«Το παρόν βιβλίον υπάρχει εμος Γρηγορίου ιερομονάχου και πρωτοσυγγέλου του Αγίου Προϊλάβου (Βραΐλα) και όποιος το αποξενώσει να έχει τας αράς των τριακοσίων δέκα οκτώ θεοφόρων πατέρων»!!!

⁵² <https://perialos.blogspot.com/2012/04/blog-post.html>

5.14 Η Αναγέννηση της Χαρτογραφίας – Η εποχή των Ανακαλύψεων

Το⁵³ 15^ο αιώνα τρία γεγονότα στάθηκαν καθοριστικά για την αλλαγή του τρόπου αντιμετώπισης της χαρτογραφίας και κατασκευής των χαρτών:

- Η “ανακάλυψη” των γραπτών του Πτολεμαίου
- Η ανακάλυψη της τυπογραφίας στην Ευρώπη
- Η ανακάλυψη της Αμερικής

Η συμβολή των γραπτών του Πτολεμαίου : Το 14^ο αιώνα, βυζαντινοί πρόσφυγες μετέφεραν στη δύση, μεταξύ άλλων χειρόγραφων, τη Γεωγραφία του Πτολεμαίου. Στην Ιταλία, η Γεωγραφία μεταφράστηκε στα λατινικά. Μετά την ολοκλήρωση της μετάφρασης το 1406 από τον Jacobus Angelus, χειρόγραφα αντίγραφα άρχισαν να κυκλοφορούν στην Ιταλία και τη Γαλλία, αρχικά χωρίς χάρτες και στη συνέχεια με 26 χάρτες περιοχών και ένα παγκόσμιο χάρτη. Στο τέλος του 15ου αιώνα, κυκλοφόρησαν τυπωμένες πλέον εκδόσεις της Γεωγραφίας με χάρτες γκραβούρες από ξυλοτυπίες ή χαλκογραφίες.

Η επίδραση του έργου του Πτολεμαίου στους χαρτογράφους ήταν τόσο μεγάλη, ώστε διατηρούσαν ακόμα και τα λάθη του στην απόδοση γεωγραφικών μορφών, παραγνωρίζοντας πιο σύγχρονες καταγεγραμμένες παρατηρήσεις ναυτικών και ταξιδιωτών. Οι παραμορφώσεις αυτές εξακολουθούσαν να εμφανίζονται στους χάρτες, σε μικρότερο ωστόσο βαθμό, και μετά την ανακάλυψη της τυπογραφίας, και συναντιούνται ακόμη και σε χάρτες του 17^{ου} αιώνα.

Τυπογραφία και χαρακτηριστική : Το δεύτερο γεγονός –ορόσημο– στην ανάπτυξη της χαρτογραφίας αποτέλεσε η ανακάλυψη της τυπογραφίας (από τον Γουτεμβέργιο το 1440) και της χαρακτηριστικής. Μέχρι τότε ο σχεδιασμός των χαρτών γινόταν στο χέρι και για αυτό ήταν επίπονος και δαπανηρός. Σε πόλεις, όπως η Βενετία και το Άμστερνταμ, υπήρχαν εργαστήρια παραγωγής χαρτών, όπου πλήθος σχεδιαστών αντέγραφε χάρτες. Ωστόσο, το υψηλό κόστος παραγωγής περιόριζε τη χρήση των χαρτών στη βασιλική αυλή, στους αξιωματικούς του στρατού και του ναυτικού και σε ορισμένα πανεπιστήμια, ενώ ο μέσος άνθρωπος δεν είχε καμιά επαφή με χάρτες.

Οι ανακαλύψεις των νέων ηπείρων : Ο τρίτος καθοριστικός παράγοντας στην ανάπτυξη της χαρτογραφίας ήταν οι μεγάλες ανακαλύψεις των ηπείρων. Οι πρώτες μεγάλες ανακαλύψεις έγιναν από Πορτογάλους θαλασσοπόρους κατά μήκος της ακτής της δυτικής Αφρικής. Οι ανακαλύψεις αυτές αποδόθηκαν σε πορτογάλους της εποχής, καθώς επίσης και στην υδρόγειο σφαίρα του Martin Behaim από τη Νυρεμβέργη. Η υδρόγειος αυτή, η πιο παλιά ευρωπαϊκή υδρόγειος που διασώζεται, κατασκευάστηκε το 1492 και δείχνει τον κόσμο, έτσι όπως ήταν γνωστός, πριν από την επιστροφή του Κολόμβου από το πρώτο του υπερατλαντικό ταξίδι

⁵³ Μιχαηλίδου Ευανθία

5.15 Σύγχρονη Χαρτογραφία

Πατέρας της σύγχρονης χαρτογραφίας ήταν ο Gerardus Mercator (1512-1594). Η μεγαλύτερη συμβολή του Mercator ήταν η απελευθέρωση της χαρτογραφίας από την επίδραση του Πτολεμαίου. Έως αυτήν την εποχή οι χαρτογράφοι ήταν δέσμοι των θεωριών του Πτολεμαίου και διαιώνιζαν τις απόψεις και τα σφάλματα του, χωρίς να επιχειρήσουν να τα δουν κριτικά. Ο Mercator χρησιμοποίησε όλες τις υπάρχουσες πηγές για να συνθέσει το υλικό του, μελέτησε κριτικά τους υπάρχοντες χάρτες, τους αντιπάρθεσε με τις περιγραφές των θαλασσοπόρων και με τις δικές του εμπειρίες από τα ταξίδια του. Έγινε γνωστός για το χάρτη της Μεσογείου που κατασκεύασε το 1554, στον οποίο ελαττώνει το μήκος της Μεσογείου στις 53 μίρες, διορθώνοντας ως ένα βαθμό το σφάλμα του Πτολεμαίου. Σήμερα είναι πιο γνωστός για τη Μερκατορική προβολή, η οποία εξαιτίας της ιδιότητας της να απεικονίζει της λοξοδρομίες ως ευθείες γραμμές, εφαρμόζεται στα ναυτιλιακά διαγράμματα. Ο Mercator χρησιμοποίησε την προβολή αυτή στο μεγάλο παγκόσμιο ναυτιλιακό του χάρτη το 1569. Τα διακοσμητικά στοιχεία, που ήταν βασικό χαρακτηριστικό των χαρτών του 16ου και 17ου αιώνα, και είχαν ως αποτέλεσμα να κατασκευαστούν χάρτες έργα τέχνης, αλλά και που πολλές φορές απεικόνιζαν φανταστικά φαινόμενα, δεν εμφανίζονται πλέον στους χάρτες του 18ου αιώνα. Αυτό που ενδιέφερε πλέον ήταν η ακρίβεια απόδοσης των στοιχείων και η συνέπεια στην απεικόνιση των δεδομένων εκείνων που εξακριβωμένα υπήρχαν. Χαρακτηριστικό της νέας αυτής νοοτροπίας ήταν η ύπαρξη σημειώσεων πάνω στο χάρτη για τις ανεξακρίβωτες πληροφορίες. Η τάση αυτή για ακρίβεια ενισχύθηκε και από την κατασκευή καινούργιων οργάνων μέτρησης όπως ο εξάντας και το χρονόμετρο το οποίο κατέστησε δυνατό τον εύκολο προσδιορισμό του γεωγραφικού μήκους. Στο τέλος του αιώνα η διόπτρα αντικαταστάθηκε από το θεοδόλιχο. Επίσης, τελειοποιήθηκε η μέθοδος του τριγωνισμού για τον προσδιορισμό θέσεων στο χώρο από τον William Blau.

Κατά το 19^ο αιώνα ο δυτικός πολιτισμός επεκτείνεται σχεδόν σε ολόκληρο τον κόσμο με εξαίρεση την Ιαπωνία και την Κίνα και κάποιων μικρών κρατών. Όλες σχεδόν οι χώρες ήταν κάτω από την κυριαρχία άμεση ή έμμεση των Ευρωπαίων ή των απογόνων τους. Ο 19^{ος} αιώνας, περίοδος της βιομηχανικής επανάστασης και της μηχανής, επίδρασε στη χαρτογραφία με διάφορους τρόπους. Τα δίκτυα των σιδηροδρόμων χρειάζονταν αποτυπώσεις ακριβείας που σε πολλές χώρες αποτέλεσαν τη βάση της κατασκευής του χάρτη της χώρας. Η τοποθέτηση υποθαλάσσιων καλωδίων δημιούργησε την ανάγκη αποτύπωσης των θαλασσών και των βυθών. Τηλεγραφικές γραμμές μεταδίδανε την ώρα του Greenwich σε διάφορες θέσεις, καθιστώντας εύκολο τον προσδιορισμό του γεωγραφικού μήκους. Η ανάπτυξη της λιθογραφίας, της χαλκογραφίας, της φωτολιθογραφίας και της έγχρωμης τυπογραφίας δημιούργησαν νέας μορφής χάρτες, έγχρωμους, ωραιότερους, αλλά κυρίως μικρότερου κόστους κατασκευής και άρα πιο προσιτούς σε ευρύτερο κοινό.

5.16 Οι σύγχρονοι Ναυτικοί Χάρτες

Άφήσαμε στο τέλος την ναυσιπλοΐα, που είναι η επιστήμη που απορροφά το μεγαλύτερο ποσοστό της επιστήμης της χαρτογραφίας με την κατασκευή των ναυτικών χαρτών. Οι χάρτες αυτοί αναπαριστούν το πλεύσιμο τμήμα της γης σε φύλλο μερκατορικής προβολής και περιέχουν χρήσιμες ναυτιλιακές πληροφορίες. Μια γενική κατηγοριοποίηση των ναυτικών χαρτών μπορεί να τους κατατάξει σε :

Γενικοί χάρτες. Χάρτες μικρής κλίμακας 1/150.000 έως 1/600.000 που απεικονίζουν μεγάλες θαλάσσιες περιοχές .

Ακτοπλοϊκοί χάρτες. Έχουν μεγαλύτερη κλίμακα 1/50.000 έως 1/150.000 και απεικονίζουν αρκετές λεπτομέρειες της ακτογραμμής.

Λιμενοδείκτες ή πορτολάνες. Απεικονίζουν μικρής έκτασης επιφάνειες, όπως οι είσοδοι λιμανιών, θέσεις αγκυροβολίας , διώρυγες κλπ.

Φύλλα υποτύπωσης. Είναι φύλλα μερκατορικής προβολής μεγάλης κλίμακας που έχουν των μεσημβρινών και των παραλλήλων χωρίς ναυτικές πληροφορίες για την δεδομένη έκταση και χρησιμεύουν για την υποτύπωση της πορείας σε ωκεανοπλοΐα, διότι οι χάρτες των ωκεανών είναι μικρής κλίμακας και δεν είναι δυνατή η υποτύπωση του καθημερινού πλού.

Κάθε χώρα που βρέχεται από θάλασσα, έχει και την δική της υδρογραφική υπηρεσία, η οποία εφοδιάζει τα πλοία με ναυτικούς χάρτες. Οι χάρτες αυτοί αφορούν συνήθως μόνο τον χώρο ευθύνης των χωρών που τους εκδίδουν. Για την Ελλάδα αρμόδια είναι η Υδρογραφική Υπηρεσία του Πολεμικού Ναυτικού (ΥΥ/ΠΝ).

Υπάρχουν⁵⁴ και χώρες όπως η Βρετανία που έχουν χαρτογραφήσει όλη την υδρόγειο. Το υδρογραφικό γραφείο (Hydrographic Office) του Βρετανικού Ναυαρχείου (British Admiralty) είναι η υπηρεσία που εκδίδει αυτούς τους χάρτες που ονομάζονται **British Admiralty Publications** και μέσω των αντιπροσώπων του Ναυαρχείου εφοδιάζουν με χάρτες τα chart room των πλοίων όλων των χωρών.

Υπάρχουν επίσης και Αμερικάνικες εκδόσεις με παγκόσμια κάλυψη. Τα σημερινά εμπορικά πλοία χρησιμοποιούν και Αμερικάνικους χάρτες που εκδίδουν η Nation Ocean Survey του υπουργείου Εμπορίου των ΗΠΑ και η Defence Mapping Agency του υπουργείου Εθνικής Άμυνας.

Στις παρεχόμενες πληροφορίες ενός ναυτικού χάρτη συμπεριλαμβάνονται: Σύμβολα και συντμήσεις, στοιχεία ακτογραμμής, φυσικά χαρακτηριστικά ξηράς, (όπως π.χ. ισοϋψείς καμπύλες, κορυφές βουνών, επάκτια γνωρίσματα κ.λπ.), τοπογραφικά χαρακτηριστικά, (όπως π.χ. πόλεις, χωριά, εκβολές ποταμών, δρόμοι, σημαντικές αναγνωρίσιμες εγκαταστάσεις κ.λπ.), ναυτιλιακοί κίνδυνοι, (όπως π.χ. αβαθή, ξέρες, ύφαλοι, ναυάγια κ.λπ.), στοιχεία θαλάσσιας περιοχής, (π.χ. βάθη, ισοβαθείς καμπύλες, το λεγόμενο «επίπεδο χάρτου» από του οποίου

⁵⁴ Sobarzo Claudio

λαμβάνονται οι μετρήσεις, τα είδη βυθού κ.λπ.), στοιχεία φάρων και φανών, το ανεμολόγιο χάρτου, στοιχεία ρευμάτων και παλιρροιών, οι μονάδες μέτρησης, και τέλος διάφορες αξιοπρόσεκτες σημειώσεις που συνήθως φέρονται εντός πλαισίων

Συμβαίνει τακτικά οι διάφορες πληροφορίες που παρέχουν οι ναυτικοί χάρτες να μεταβάλλονται, όπως π.χ. βλάβες φάρων, αλλαγή θέσεων σημαντήρων, ή αλλαγή χαρακτηριστικών φάρων, ραδιοεκπομπών, νέα ναυάγια ή ανέλκυση ναυαγίων, νέος εντοπισμός υφάλων, κ.λπ. Οι μεταβολές αυτές ανακοινώνονται από τις διάφορες Υδρογραφικές Υπηρεσίες με ειδικές δημοσιεύσεις καλούμενες «αγγελίες προς τους ναυτιλλόμενους». Αυτές εκδίδονται συνηθέστερα ως εβδομαδιαίες πλην όμως υπάρχουν και οι επείγουσας φύσεως όπου τότε μπορεί να είναι και ημερήσιες (π.χ. ενεργοποίηση πεδίων ασκήσεων πολεμικών πλοίων, κ.ά.)

Σ' όλες τις παραπάνω περιπτώσεις θα πρέπει οι επιφορτισμένοι αξιωματικοί με την ασφάλεια της ναυσιπλοΐας, των πλοίων, (αξιωματικοί Γέφυρας), αμέσως με τη λήψη τέτοιων ειδοποιήσεων, να προβαίνουν στην «**ανελλιπή ενημέρωση**» των ναυτικών χαρτών, καθώς και των άλλων τυχόν ναυτιλιακών βοηθημάτων (π.χ. Φαροδείκτη, Πλοηγό, χάρτες ραντάρ, μετεωρολογικοί κ.λπ.), έτσι ώστε ν' ανταποκρίνονται κάθε φορά στην παρούσα εξέλιξη. Συνήθως



Εικόνα 28. Chart room

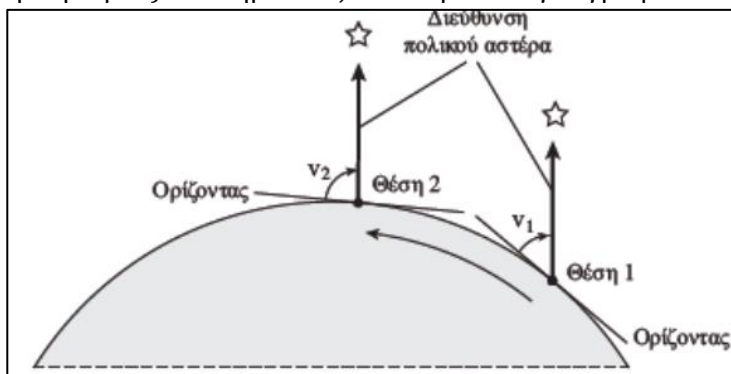
χάρτες που έχουν υποστεί πολλές διορθώσεις ακολουθεί νέα έκδοσή τους.

Γενικά οι ναυτικοί χάρτες φυλάσσονται σε ειδικούς χώρους, έπιπλα, καλούμενοι **χαρτοθέσια** σε ειδικό διαμέρισμα των πλοίων που λέγεται εκ του αγγλικού όρου «τσαρτ-ρουμ» (chart-room) και που βρίσκεται στη γέφυρα των πλοίων (εμπορικών) ή στο κέντρο πληροφοριών μάχης των πολεμικών. Στον ίδιο χώρο φυλάσσονται και όλα τα άλλα σχετικά ναυτιλιακά βοηθήματα (Πλοηγοί, Φαροδείκτες, Λιμενοδείκτες κ.λπ.). Στα σύγχρονα πλοία ο χώρος αυτός είναι μέσα στη Γέφυρα όπου χωρίζεται με πέτασμα κατά τις νυκτερινές ώρες.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6. ΑΠΟ ΤΟΝ ΑΣΤΡΟΛΑΒΟ ΣΤΟΝ ΕΞΑΝΤΑ (ΑΣΤΡΟΝΑΥΤΙΛΙΑ)

Από τα πανάρχαια χρόνια, οι ναυτικοί είχαν πάντα την ανάγκη να μπορούν να προσδιορίζουν την θέση του πλοίου τους με την μέγιστη δυνατή ακρίβεια ώστε να μην χάνουν την πορεία τους. Ήθελαν ακόμη να γνωρίζουν την διαδρομή που πρέπει να ακολουθήσει το πλοίο τους ώστε να αποφεύγουν άσκοπες ή ακόμη και επικίνδυνες περιπλανήσεις μέχρις ότου φτάσουν στα διάφορα λιμάνια προορισμούς. Κατά τη διάρκεια της ημέρας λοιπόν αρχικά ξεπερνούσαν το πρόβλημα, πλέοντας σχετικά κοντά στις ακτές, βυθομετρώντας ή παρατηρώντας τις συγκεντρώσεις νεφών σε διάφορα σημεία του ορίζοντα.

Τη νύχτα⁵⁵ όμως τα πράγματα γίνονταν δύσκολα εφόσον δεν είχαν ορατότητα. Η λύση σ' αυτό το πρόβλημα δόθηκε αρχικά θεωρητικά, από κάποιους αρχαίους αστρονόμους (πιθανότατα Βαβυλώνιους) που έκαναν δύο σημαντικές παρατηρήσεις: πρώτον, ότι υπήρχε ένα άστρο (ο Πολικός αστέρας) το οποίο, σε αντίθεση με όλα τα άλλα, καθ' όλη τη διάρκεια του έτους βρισκόταν στην ίδια θέση πάνω στην ουράνια σφαίρα και δεύτερον, ότι το (γωνιακό) ύψος του από τον ορίζοντα ενός συγκεκριμένου τόπου, ήταν σταθερό. Αυτές λοιπόν οι δύο παρατηρήσεις οδήγησαν στον καθορισμό του γεωγραφικού πλάτους ενός τόπου. Φυσικό επακόλουθο ήταν η σκέψη ότι αν ένα πλοίο κινηθεί νότια ή βόρεια έως ότου βρεθεί στο γεωγραφικό πλάτος του λιμανιού – προορισμού και στη συνέχεια πλεύσει δυτικά ή ανατολικά (ανάλογα με τη θέση του προορισμού) διατηρώντας σταθερό το γεωγραφικό πλάτος, θα έφτανε με ακρίβεια στον



Εκτίνα 29. Ένδειξη σφαιρικότητα της γης. Καθώς μετακινούμαστε π.χ. προς Βορρά ο Πολικός αστέρας φαίνεται να αλλάζει θέση και να βρίσκεται πιο ψηλά στον ουρανό ($v_2 > v_1$).

από διάφορες ιστορικές πηγές, η μέτρηση αυτή γίνονταν με πολύ απλοϊκούς τρόπους, όπως με τα δάχτυλα των χεριών, με κομμάτια ξύλου ή με κόμπους πάνω σε κομμάτια σχοινοῦ. Με την πάροδο των αιώνων τα όργανα βελτιώθηκαν και παράλληλα βελτιώθηκε και η μαθηματική επιστήμη. Με τα βελτιωμένα όργανα μπορούσαν οι ναυτικοί εκτός από το έξαρμα του πόλου να μετρούν τις

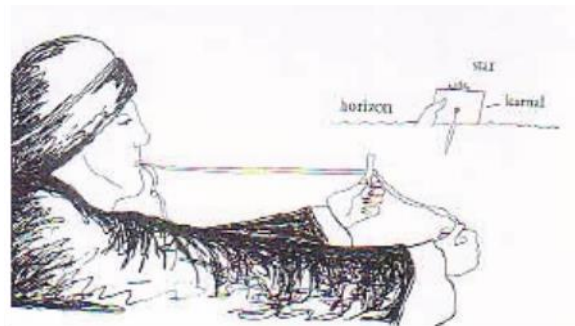
⁵⁵ <https://en.wikipedia.org/wiki/Astronautilia>

υψομετρικές γωνίες (altidute) και γωνιακές αποκλίσεις μεταξύ του ήλιου, της σελήνης και άλλων κύριων ουράνιων σωμάτων. Με την πρόοδο των μαθηματικών και ειδικότερα της σφαιρικής τριγωνομετρίας μπορούσαν να κάνουν σύνθετους υπολογισμούς και να προσδιορίζουν με σχετική ακρίβεια, εκτός από το γεωγραφικό πλάτος και το γεωγραφικό μήκος. Δηλαδή το στίγμα τους. Ας παρακολουθήσουμε τώρα την εφευρετικότητα του ανθρώπινου νου.

6.1 Ο Πολομετρητής

Το όργανο αυτό έχει παρουσιαστεί και σε προηγούμενο κεφάλαιο αλλά για να καταδειχτεί η εξέλιξη των οργάνων της αστρικής ναυσιπλοΐας κρίνεται ότι είναι φρόνιμο να επαναληφθεί μια ακόμη φορά η παρουσίασή του και στο παρόν κεφάλαιο.

Ο πολομετρητής αποτελείται από ένα ορθογώνιο ξύλινο σανίδι διαστάσεων 2x1 ίντσες. Από μια τρύπα που υπάρχει στο μέσον του περνάει ένα σχοινί. Ένας ναυτικός πριν ξεκινήσει για έναν προορισμό, έδενε πάνω σε ένα κομμάτι σχοινί (kamal κατά τους Άραβες) έναν κόμπο σε τέτοιο σημείο ώστε αν το κρατούσε τεντωμένο με τη μια άκρη ανάμεσα στα δόντια του, παράλληλα στο έδαφος και μετακινούσε το σανίδι ώστε η κάτω πλευρά να ταυτίζεται με τον ορίζοντα και η επάνω πλευρά να ευθυγραμμίζεται με τον πολικό αστέρα. Στον κόμπο αυτόν αντιστοιχούσε το γεωγραφικό πλάτος του σημείου εκκίνησης.



Εικόνα 30. Επίδειξη χρήσης του πολομετρητή

Έτσι όταν μετά το ταξίδι του ήθελε να επιστρέψει, απλά φρόντιζε να κρατά με τη βοήθεια του κόμπου σταθερό το γεωγραφικό του πλάτος. Αργότερα, κατέγραψαν τα γεωγραφικά πλάτη και άλλων γνωστών λιμανιών προσθέτοντας περισσότερους κόμπους στο σχοινί. Εξαιτίας των περιορισμένων διαστάσεων του σανιδιού, το εργαλείο αυτό χρησιμοποιήθηκε σε σχετικά μικρά γεωγραφικά πλάτη και δεν διαδόθηκε η χρήση του στα βορειότερα πλάτη των Ευρωπαϊκών κρατών.

6.2 Ο Αστρολάβος

Το διασημότερο όργανο στην ιστορία των οργάνων μέτρησης είναι ο αστρολάβος, όργανο που χρησιμοποιήθηκε έως και τον 17ο αιώνα. Η αρχή της κατασκευής του ανάγεται στον Ίππαρχο

και βασίζεται στο ανάλημμα, τη στερεογραφική προβολή, την απεικόνιση σφαίρας πάνω σε επίπεδο κατά τέτοιο τρόπο ώστε να διατηρούνται οι γωνίες και οι αναλογίες των μηκών.

Όσο⁵⁶ οι εμπορικές σχέσεις μεταξύ των διαφόρων πόλεων αναπτύσσονταν, τόσο μεγάλωνε και η ανάγκη για συντόμευση της διάρκειας των ταξιδιών. Έπρεπε λοιπόν να βρουν έναν τρόπο ώστε να μπορούν να ταξιδεύουν με ακρίβεια και κατά τη διάρκεια της ημέρας χωρίς να χρειάζεται να βλέπουν τις ακτές. Έτσι, δια μέσου των αιώνων, οι Έλληνες έφτασαν στη δημιουργία του αστρολάβου.



Ο αστρολάβος αρχικά αποτελούνταν από έναν μεταλλικό δίσκο που κάποιος τον κρατούσε αιωρούμενο από έναν μικρό δακτύλιο. Ο δίσκος αυτός είχε μια κλίμακα σε μοίρες και έναν κανόνα για τη μέτρηση του ύψους ενός αστρονομικού σώματος. Με τα χρόνια από τους Βυζαντινούς και τους Άραβες εξελίχθηκε σε ένα πολύπλοκο αστρονομικό όργανο με το οποίο μπορούσαν να μετρούν όχι μόνο το γεωγραφικό πλάτος ενός τόπου, αλλά και το γεωγραφικό του μήκος καθώς και διάφορα στοιχεία για τις

Εικόνα 31. Αραβικός αστρολάβος

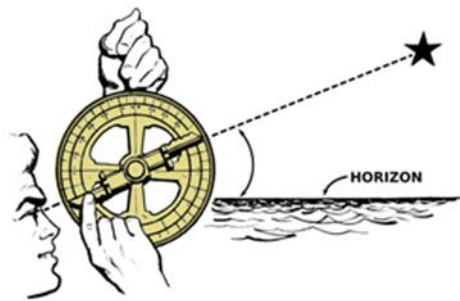
θέσεις της Σελήνης και των πλανητών. Ο μηχανισμός αυτός έχει τη δυνατότητα να ρυθμιστεί, για να μας δείξει οποιαδήποτε ημέρα και ώρα την εικόνα του ουρανού. Όταν έχουμε σκοπό να μετρήσουμε την πραγματική θέση του ήλιου και των άστρων, πάνω στον ίδιο άξονα, αλλά στο πίσω μέρος του μητρικού δίσκου, τοποθετείται ένας σκοπευτικός μηχανισμός, που καλείται κλιτομετρικός κανόνας και έχει μια βαθμονομημένη κλίμακα γύρω από το εξωτερικό του χείλος. Οι πρώτες αναφορές για την χρήση αστρολάβου είναι από τον Έλληνα αστρονόμο Ίππαρχο. Γνωστός έγινε ο αστρολάβος που χρησιμοποιούσε ο Απολλώνιος τον 3ο αιώνα αλλά και ο σφαιρικός αστρολάβος που χρησιμοποιούσε ο Εύδοξος τον 4ο αιώνα. Επίσης ο Κικέρωνας αναφέρει ότι ο Αρχιμήδης κατασκεύασε και χρησιμοποιούσε κάποιον μηχανισμό με τον οποίο έβρισκε ταυτόχρονα την θέση ήλιου, σελήνης και 6 πλανητών, αλλά οι περιγραφές που σώθηκαν είναι μόνο για την λειτουργία και όχι για την κατασκευή.

Τον 15ο αιώνα οι πορτογάλοι ναυτικοί αφαίρεσαν από τους αστρολάβους τις αστρονομικές πλάκες και άφησαν μόνο τους δίσκους και τον σκοπευτικό μηχανισμό. Είναι οι πρώτοι που κατασκεύασαν αμιγώς ναυτικό αστρολάβο. Τον χρησιμοποιούσαν για να μετρήσουν το ύψος του ήλιου, ή ενός άστρου πάνω από τον ορίζοντα, ώστε και με την χρήση των πινάκων, να βρίσκουν το πλάτος. Ακόμη, και χωρίς τις πλάκες του ήταν αρκετά βαρύ όργανο, ώστε να μπορεί να κρέμεται κατακόρυφα παρά τους κλυδωνισμούς του πλοίου. Για την χρήση του χρειαζόντουσαν τρεις

⁵⁶ Δούκας Ιωάννης

άνδρες ταυτόχρονα. Ο ένας κρατούσε τον αστρολάβο από τον δακτύλιο ο δεύτερος έπρεπε με το σκόπευτρο να σημαδέψει το άστρο που τους ενδιέφερε και ο τρίτος διάβαζε την ένδειξη στην βαθμονομημένη κλίμακα. Με την ανακάλυψη του τετράντα, του πρόδρομου του εξάντα, το 17ο αιώνα μπήκε σε αχρηστία.

Η βαθμονόμηση τόξου αποτελούσε δύσκολη εργασία μέχρι τον 18ο αιώνα., όταν κατασκευάστηκαν οι πρώτες μηχανές βαθμονόμησης. Μία από τις παλαιότερες αναφορές

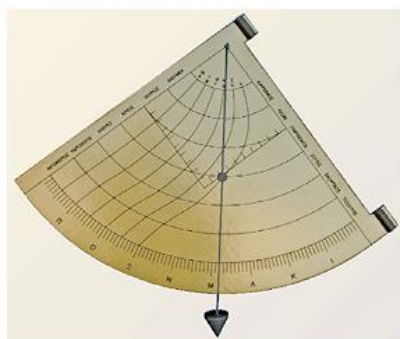


βρίσκεται στο βιβλίο *Horologographia; the art of dialing* (Λονδίνο, 1593) κάποιου Thomas Fale: Πρώτα το χωρίζουμε (το τεταρτοκύκλιο) σε τρία ίσα μέρη, και κάθε ένα από αυτά σε τρία ίσα μέρη, έτσι έχουμε εννέα τμήματα σε κάθε τεταρτοκύκλιο, που το κάθε ένα από αυτά αντιστοιχεί σε 10ο. Το κάθε ένα από αυτά το χωρίζουμε σε 2 τμήματα και το κάθε τμήμα σε 5.

Εικόνα 32. Ναυτικός αστρολάβος

6.3 Ο Τετράντας (quadrant)

Ο περίτεχνος αστρονομικός αστρολάβος ήταν για τους ναυτικούς πολύπλοκος και πανάκριβος και είναι ο 'παππούς' του πολύ απλούστερου και εύκολου στη χρήση τετράντα. Πρόκειται για ένα μετρητικό όργανο που χρησιμοποιούνταν (στην αστρονομία και τη ναυσιπλοΐα) για τον υπολογισμό αστρονομικών μεγεθών και (στην τοπογραφία και την οικοδομική) για τη μέτρηση γήινων αποστάσεων (π.χ. το ύψος ενός κτιρίου). Αποτελούνταν από ένα βαθμονομημένο (σε μοίρες) τεταρτοκύκλιο που στη μία ακμή του έφερε μια σκοπευτική διάταξη και από το κέντρο του αιωρούνταν ένα βαρίδι. Το γεωγραφικό πλάτος κάθε τόπου μπορούσε να βρεθεί άμεσα με τη



Εικόνα 33. Replica τετράντα του Κολόμβου και προσομοίωση χρήσης

σκόπευση του πολικού αστέρα (ισοδυναμούσε με τη συμπληρωματική γωνία της γωνίας που σχημάτιζε η γραμμή σκόπευσης με το νήμα) και έμμεσα από τη μέτρηση της μεσουράνησης κάποιου άλλου ουρανίου σώματος (π.χ. του ήλιου). Αργότερα στην επιφάνεια του οργάνου

χαράχθηκαν ευθύγραμμες κλίμακες για τη μετατροπή των (γήινων) γωνιών σε αναλογίες μηκών αλλά και μηνιαία τόξα με καμπύλες ωριαίες γραμμές για ένα (ή περισσότερα) γεωγραφικά πλάτη (κλίματα). Επίσης προστέθηκε ένα κινητό κουμπί που ολίσθαινε κατά μήκος του νήματος και ρυθμιζόταν ανάλογα με το μήνα που υποδείκνυε ο ζωδιακός στις ακμές του οργάνου.

Ο τετράντας⁵⁷ ήταν δημοφιλής στους Πορτογάλους ναυτικούς του 14ου και 15ου αιώνα, αλλά υπάρχουν ενδείξεις για την χρήση του από τον 12ο αιώνα. Όταν οι Πορτογάλοι εξερευνητές των 1400's ταξίδευαν νότια περιπλέοντας τα παράλια της Αφρικής, πλησιάζοντας τον ισημερινό και νοτιότερα το πολικό αστέρι χανόταν από τον ορίζοντα. Έτσι για ταξίδια στις νότιες θάλασσες έπρεπε να βρουν άλλο τρόπο για να καθορίζουν το γεωγραφικό πλάτος. Με τις υποδείξεις του Πορτογάλου εξερευνητή Prince Henry, The Navigator το 1480, οι Πορτογάλοι αστρονόμοι αντιλήφθηκαν πώς να καθορίζουν το πλάτος χρησιμοποιώντας την θέση του ήλιου, όπως αυτός κινείται βόρεια και νότια του ισημερινού, ανάλογα με τις εποχές. Από εκεί προήλθε και η έννοια της απόκλισης (declination) και συντάχθηκαν οι πρώτοι πίνακες για τις θέσεις του ήλιου το μεσημέρι ανάλογα με τις εποχές και το πλάτος. Οι γνώσεις αυτές εφαρμόστηκαν στον τετράντα που απόκτησε σκόπευτρο για τον ήλιο και έτσι οι ναυτικοί με απλές διορθώσεις για την θέση του ήλιου καθόριζαν το πλάτος τους.

Η χρήση του τετράντα είχε δύο σημαντικούς περιορισμούς. Πρώτον επάνω σε μια κινούμενη κουβέρτα λόγω swell είναι πολύ δύσκολο να κρατηθεί το όργανο κατακόρυφο για να μετρήσει την γωνία ενός ουράνιου σώματος. Και δεύτερον, όταν φυσούσε αέρας ήταν αδύνατο το βαρίδι να παραμείνει σταθερό για να αναγνωστεί με ακρίβεια η ένδειξη στο βαθμονομημένο τεταρτοκύκλιο.

6.4 Ο Ναυτικός Σταυρός (cross - staff)

Το επόμενο βήμα στην εξέλιξη της αστρικής ναυτιλίας είναι το cross-staff. Είναι το πρώτο ναυτιλιακό βοήθημα καθαρά Δυτικής προέλευσης και η απλή κατασκευή του δείχνει ότι ήταν πολύ δύσκολη η δημιουργία οργάνου καλύτερου από τον αστρολάβο και τον τετράντα.

Αποτελείται⁵⁸ από ένα μακρύ ξύλινο στέλεχος, κατά μήκος του οποίου μπορεί να κινείται μπρος πίσω μια κάθετα τοποθετημένη τραβέρσα. Το ξύλινο στέλεχος ήταν βαθμονομημένο ανά τρεις μοίρες. Ο παρατηρητής του ουράνιου σώματος τοποθετούσε το μάτι στο άκρο του στελέχους και μετακινούσε την τραβέρσα μέχρι το σημείο από το οποίο το επάνω άκρο της τραβέρσας ευθυγραμμιστεί με το επιθυμητό άστρο και το κάτω άκρο με τον ορίζοντα. Διαβάζοντας την ένδειξη στο στέλεχος με τους κατάλληλους μαθηματικούς υπολογισμούς την μετέτρεπε σε γεωγραφικό πλάτος. Η πρώτη ιστορικά καταγεγραμμένη χρήση του cross-staff ανάγεται στα 1514

⁵⁷ <https://catalogue.museogalileo.it/indepth/Quadrant.html>

⁵⁸ <https://exploration.marinersmuseum.org/object/cross-staff/>

μ.Χ. Πιθανολογείται σαν εμπνευστής του cross-staff ο Vasco da Gama, όταν επισκέφθηκε την Ινδία στα 1498 μ.Χ. και είδε την χρήση του Αραβικού Ka-mal.



Εικόνα 34. Cross-staff

Στα πρώτα χρόνια το cross-staff είχε μόνο μία τραβέρσα και μεγάλο μήκος. Ως εκ τούτου ήταν δύσκολος ο χειρισμός του επάνω τα ταλαντευόμενο πλοίο. Γι' αυτό οι ναυτικοί πρόσθεσαν και άλλες τραβέρσες διαφόρων μεγεθών και το μήκος μειώθηκε στα 2 ½ πόδια. Οι πιο μοντέρνοι cross-staff είχαν μέχρι τέσσερις τραβέρσες για να μετρούν γωνίες στο εύρος των 10, 30, 60 και 90 μοιρών. Για κάθε τραβέρσα υπήρχε και διαφορετική βαθμονόμηση του στελέχους. Στην πράξη, ο παρατηρητής δουλεύει με μόνο μία τραβέρσα κάθε φορά.

Το καλύτερο εύρος γωνιών για παρατήρηση των άστρων με το cross-staff είναι μεταξύ 20° και 60°. Μπορούν βέβαια να μετρηθούν μικρότερες και μεγαλύτερες γωνίες αλλά όχι με επιθυμητή ακρίβεια.



Για την ιστορία αναφέρεται ότι από την στάση που έχει ο χειριστής του cross-staff φαίνεται σαν να κρατάει όπλο και να σημαδεύει τα άστρα και από αυτήν την εικόνα προήλθε η έκφραση “shooting the star” όταν κάποιος μετρά την γωνία ενός άστρου πάνω από το ορίζοντα, έστω και αν δεν χρησιμοποιεί cross-staff.

Καλούτσικο το εργαλείο, έχει όμως και μειονεκτήματα.

Επειδή στην χρήση του οργάνου εμπλέκεται μόνο ένα άτομο, είναι δύσκολο να ευθυγραμμίσει ταυτόχρονα το μάτι του στο ένα άκρο της τραβέρσας με το ουράνιο σώμα που επιθυμεί και στο άλλο άκρο τον ορίζοντα. Και αν το καταφέρει, υπάρχει και πάλι περίπτωση λάθους λόγω της ‘ocular parallax’ (οφθαλμική παράλλαξη).

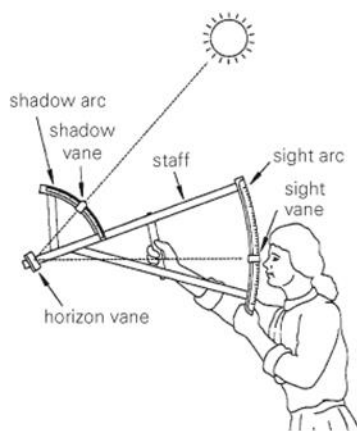
Το ανθρώπινο μάτι μπορεί να παρατηρεί ταυτόχρονα δύο αντικείμενα στο εύρος μεταξύ 20ο και 60ο και επιπλέον επειδή η μικρότερη υποδιαίρεση του οργάνου είναι γύρω στις 3ο, είναι αδύνατο να χρησιμοποιηθεί σε μικρά γεωγραφικά πλάτη.

Ένα άλλο πρόβλημα για τον παρατηρητή είναι ότι την ημέρα πρέπει να κοιτάζει κατευθείαν προς τον ήλιο, πράγμα που μπορεί να προκαλέσει τύφλωση. Θα πρέπει να περιμένει συννεφιασμένη μέρα, αλλά σε αυτήν την περίπτωση μπορεί να είναι καλυμμένος ο ορίζοντας.

Λόγω αυτών των προβλημάτων, αναπτύχθηκε το επόμενο όργανο στα τέλη του 16ου αιώνα.

6.5 Ο Τετράντας του DAVIS (back-staff)

Ο τετράντας⁵⁹ του cpt Davis είναι ο διάδοχος του cross-staff και ο προκάτοχος του οκτάντα. Το πλεονέκτημα αυτού του οργάνου σε σχέση με το cross-staff, είναι ότι ο παρατηρητής δεν είναι υποχρεωμένος να κοιτάζει απ' ευθείας τον ήλιο όταν κάνει τις μετρήσεις αλλά μπορεί να έχει τον ήλιο στην πλάτη του (εξ' ου και το όνομα) και να βλέπει το είδωλο του ήλιου μέσα από έναν καπνισμένο καθρέπτη. Επίσης εξάλειψε το πρόβλημα της σκόπευσης δύο αντικειμένων ταυτόχρονα. Το ανακάλυψε το 1594 ο cpt John Davis, Άγγλος ναυτικός και εξερευνητής. Το νέο εργαλείο ήταν τόσο πρακτικό και απλό στη χρήση του, ώστε παρέμεινε ενεργό για δύο αιώνες.



Εικόνα 35. Back-staff.

Αποτελείται από τρεις κινούμενους βερνιέρους, ο πρώτος για το σκόπευτρο (sight vane). Ο δεύτερος για το είδωλο του ήλιου (shadow vane) και ο τρίτος για την ευθυγράμμιση του ορίζοντα (horizon vane). Ένα ζευγάρι από ξύλινα βαθμονομημένα τόξα είναι προσαρμοσμένα στο κυρίως σώμα του οργάνου. Ο παρατηρητής τοποθετεί το όργανο στον ώμο του και στέκεται με την πλάτη στον ήλιο. Με τον τρίτο βερνιέρο ευθυγραμμισμένο με τον ορίζοντα μετακινεί μπρος πίσω τον βερνιέρο του ήλιου έως ότου το είδωλο του ήλιου περάσει μέσα από την σχισμή και φανεί στον βερνιέρο του ορίζοντα. Κάνοντας αυτό ο παρατηρητής είναι ικανός να βλέπει τον ήλιο και τον ορίζοντα ταυτόχρονα. Ο συνδυασμός των ενδείξεων στα δύο βαθμονομημένα κυκλικά τόξα δίνει στον παρατηρητή το γεωγραφικό πλάτος του.

⁵⁹ <http://www.thepirateking.com/historical/backstaff.htm>

Ένα μειονέκτημα του οργάνου είναι ότι δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί με τα αστέρια, διότι έχουν πολύ αδύνατο φως. Είναι το πρώτο ναυτιλιακό όργανο οποιουδήποτε τύπου που κατασκευάστηκε σε Αμερικάνικο έδαφος.

6.6 Ο Οκτάντας (octant)

Το⁶⁰ κύριο μειονέκτημα του back-staff οργάνου και των παραλλαγών που το ακολούθησαν είναι ότι δεν μπορούσε να 'δει' το φεγγάρι και τα αστέρια του βραδινού ουρανού. Γι' αυτό από τις αρχές του 18ου αιώνα, οι κατασκευαστές αστρονομικών οργάνων επικέντρωσαν τις προσπάθειες τους στην κατασκευή οπτικών οργάνων βασισμένων σε καθρέπτες και πρίσματα, που θα μπορούσαν να παρατηρούν τα νυχτερινά ουράνια σώματα.



Εικόνα 36. Οκτάντας

Στα 1731 μ.Χ. ο Άγγλος μαθηματικός, φυσικός και αστρονόμος John Hadley ανακάλυψε τον οκτάντα, ο οποίος ήταν το πρώτο αστρονομικό όργανο διπλής ανάκλασης. Σε έναν απλό τετράντα πρόσθεσε πρίσματα και έναν ανακλαστικό καθρέπτη, ο οποίος «κατεβάζει» ένα άστρο στην γραμμή του ορίζοντα. Ουσιαστικά μετέτρεψε τον τετράντα σε ανακλαστικό τηλεσκόπιο. Σχεδόν ταυτόχρονα με τον John Hadley στην

Φιλαδέλφεια της Αμερικής ο Thomas Godfrey έφτασε σε μια παρόμοια λύση.

Η κύρια αποστολή του οκτάντα είναι ίδια με αυτήν των ναυτιλιακών οργάνων που περιγράφηκαν στα προηγούμενα κεφάλαια, να μετρά την γωνιακή απόκλιση ενός ουράνιου σώματος από τον ορίζοντα. Απλά χρησιμοποιεί δύο ανακλαστήρες, έναν κινητό που είναι προσαρμοσμένος στον βαθμονομημένο βραχίονα (index mirror) και έναν σταθερό (horizon mirror). Ο μισός σταθερός καθρέπτης έχει επικάλυψη από ασήμι κατά την κατακόρυφη έννοια, για να ανακλά το είδωλο του ουράνιου σώματος στο μάτι του παρατηρητή. Ο χειριστής περιστρέφει τον index mirror έως ότου το είδωλο του ουράνιου σώματος ακουμπήσει την γραμμή του ορίζοντα που φαίνεται στον σταθερό καθρέπτη. Τότε στον βαθμονομημένο βραχίονα διαβάζει την ένδειξη που δείχνει το γωνιακό ύψος του άστρου. Και επειδή ο ορίζοντας και το είδωλο του άστρου είναι στην ίδια ευθεία εκλείπει το φαινόμενο της οφθαλμικής παράλλαξης.

Ο βαθμονομημένος βραχίονας του οργάνου είναι κυκλικό τόξο 45ο και μπορεί να μετράει γωνιακές αποκλίσεις έως 90ο. Στα πλεονεκτήματα του οργάνου πρέπει να αναφερθεί και το ότι η σκόπευση είναι σχετικά εύκολο να ευθυγραμμιστεί επειδή το είδωλο του άστρου και ο ορίζοντας

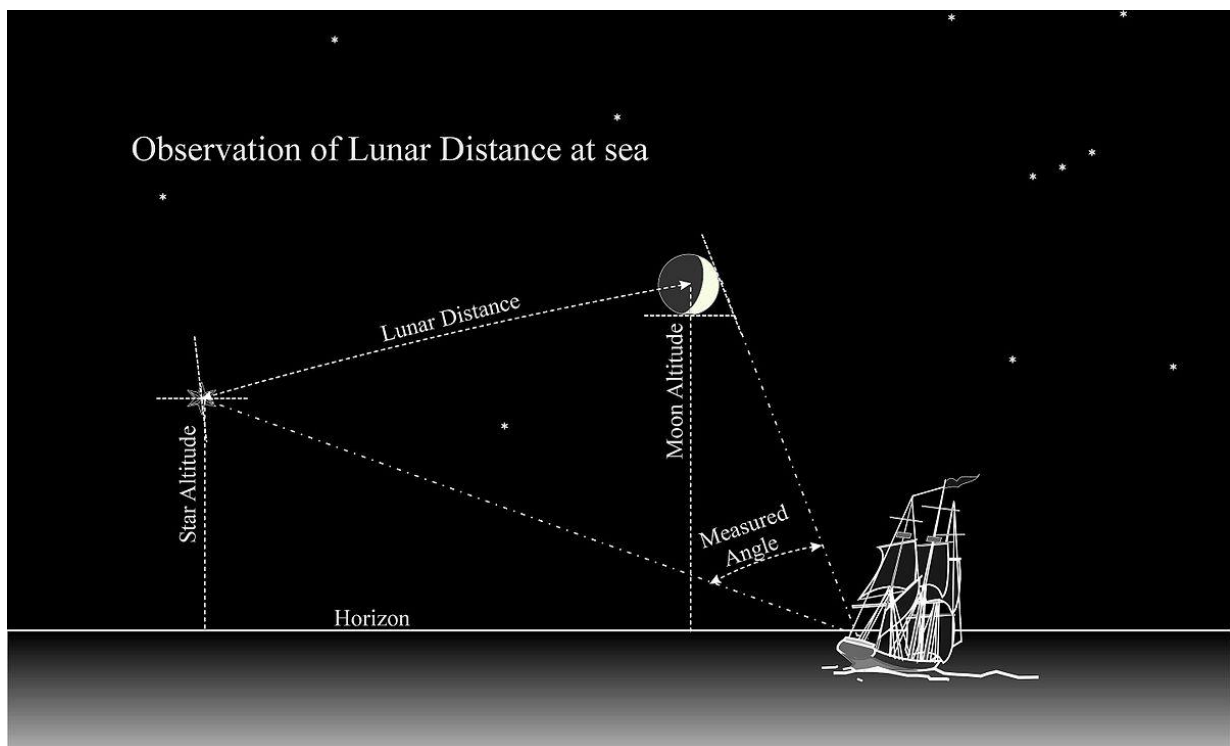
⁶⁰ <http://www.mhs.ox.ac.uk/animateit/octant/>

φαίνονται να κινούνται μαζί όταν οι καιρικές συνθήκες κάνουν το πλοίο να μποτζάρει ή να σκαμπανεβάζει.

Συνήθως οι οκτάντες, είναι κατασκευασμένοι από έβενο, ένα υλικό που χρησιμοποιείται λόγω της αντοχής του στις διαστατικές αλλαγές μέσα στο ευρύ φάσμα θερμοκρασιών και υγρασίας που εκτίθενται τα όργανα στη θάλασσα.

6.7 Ο Εξάντας (Sextant)

Μέχρι τώρα είδαμε ότι η ιστορική εξέλιξη των οργάνων ναυσιπλοΐας της 'γέφυρας' αφορούσε βοηθήματα για τον προσδιορισμό του γεωγραφικού πλάτους. Στην διάρκεια αυτών των αιώνων πολλοί ναυτικοί, μεγάλης αξίας εμπορεύματα και πλοία χάθηκαν σε ναυάγια λόγω αδυναμίας προσδιορισμού του γεωγραφικού μήκους.

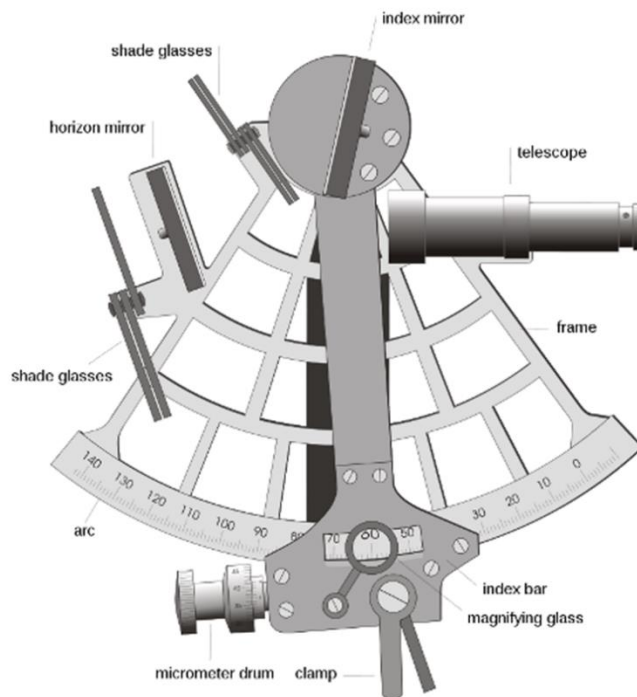


Εικόνα 37. Lunar distance

Κατά⁶¹ την διάρκεια του 17ου αιώνα και στις αρχές του 18ου υπήρχε μια διαρκώς αυξανόμενη πίεση και ανάγκη να αναπτυχθούν τεχνικές για τον προσδιορισμό του γεωγραφικού μήκους. Στις αρχές του 18ου αιώνα, οι αστρονόμοι ανέπτυξαν μία μέθοδο προσδιορισμού της ώρας Greenwich, μετρώντας την γωνιακή απόσταση μεταξύ της σελήνης και του ήλιου ή άλλου ουράνιου σώματος (lunar distance). Το έτος 1767 κυκλοφόρησε η πρώτη έκδοση του ναυτικού αλμανάκ (almanac), στο οποίο πινακοποιήθηκαν όλες οι μέχρι τότε γνωστές σεληνιακές αποστάσεις, σε

⁶¹ Moskowitz Saul.

αντιστοιχία με την ώρα Greenwich, δίνοντας έτσι την δυνατότητα στους ναυτικούς να υπολογίζουν (με την βοήθεια του ναυτικού χρονομέτρου που θα εξεταστεί στο επόμενο κεφάλαιο) την τοπική ώρα και από την διαφορά των ωρών το γεωγραφικό μήκος (longitude). Η lunar distance ήταν αρκετές φορές μεγαλύτερη από 90ο, κάνοντας αδύνατη την μέτρηση με τον οκτάντα. Γι' αυτόν τον λόγο ο Άγγλος ναύαρχος John Campbell, ο οποίος είχε μεγάλη πείρα στην μέθοδο lunar distance, εισηγήθηκε ένα μεγαλύτερο όργανο και έτσι αναπτύχθηκε ο εξάντας. Το όνομα το πήρε από την λατινική λέξη *sextus* (sextant) που σημαίνει ένα έκτο, διότι ο βαθμονομημένος βραχίονας είναι 60ο και μπορεί να μετρά γωνιακές αποκλίσεις μέχρι 120°. Ο πρώτος αξιόπιστος εξάντας φτιάχτηκε από τον Άγγλο μαθηματικό και κατασκευαστή ναυτιλιακών οργάνων John Bird το 1757, ο οποίος βασίστηκε στο μοντέλο του οκτάντα του John Hadley. Από τότε ο εξάντας αντικατέστησε σταδιακά τους προκατόχους του και βρίσκεται σε χρήση μέχρι σήμερα, αν και η χρήση του δεν είναι τόσο διαδεδομένη λόγω των ηλεκτρονικών



συστημάτων που υπάρχουν. Ακόμα και έτσι όμως, παραμένει ένα πολύ σημαντικό όργανο το οποίο ο σωστός αξιωματικός γέφυρας θα πρέπει να ξέρει να χειρίζεται,

Η⁶² λειτουργία του εξάντα βασίζεται στη χρήση ενός ζεύγους κατόπτρων, που ανακλούν το είδωλο ενός αστέρα και πρέπει να έρθει στην ίδια ευθεία με τον ορίζοντα. Αυτός που χειρίζεται το όργανο, σε όρθια θέση, παρατηρεί μέσα από ένα μικρό τηλεσκόπιο τον ορίζοντα και το είδωλο ταυτόχρονα, διότι το ένα κάτοπτρο είναι κατά το ήμισυ επαργυρωμένο (ενώ το άλλο μισό είναι απλό γυαλί), ενώ το άλλο

Εικόνα 38. Η περιγραφή του σύγχρονου εξάντα

περιστρέφεται με τη βοήθεια μιας ράβδου. Βλέπει μια διπλή εικόνα, το είδωλο του αστέρα στη μια μεριά και τον ορίζοντα στην άλλη, και με κίνηση της ράβδου προσπαθεί να φέρει τις δυο εικόνες στην ίδια ευθεία. Το άλλο άκρο της ράβδου καταλήγει σε ένα δείκτη και δείχνει στην τοξοειδή κλίμακα του εξάντα. Η ένδειξη που διαβάζουμε δεν μας δίνει το πλάτος, αλλά είναι κομμάτι μιας αλγεβρικής πράξης, η οποία μας οδηγεί στο πλάτος.

Οι σύγχρονοι εξάντες είναι εφοδιασμένοι με φίλτρα για τον περιορισμό της λαμπρότητας του ήλιου και με βερνιέρους μικρορυθμίσεων για ακριβέστερες μετρήσεις. Τα πολλά καλούδια

⁶² <https://slideplayer.gr/slide/11518437/>

όμως δημιουργούν και προβλήματα σφάλματος στο όργανο. Μερικά από διορθώνονται από τους ναυτικούς και άλλα από εξειδικευμένα εργαστήρια. Ένα αποδεκτό σφάλμα είναι μέχρι 3' (τρία πρώτα λεπτά της μοίρας).

Για να πάρουμε αποτελέσματα ακριβείας με την χρήση του εξάντα είναι σχετικά σύνθετη υπόθεση. Χρειάζεται σταθερό χέρι, προσπέλαση στα ναυτικά αλμανάκ συν μαθηματικούς υπολογισμούς και μια γενική γνώση αστρονομίας.

6.8 Ιστορική Αναφορά (οι μηχανές βαθμονόμησης)

Με την παρουσίαση του εξάντα έκλεισε ο κύκλος παρουσίασης των ναυτικών οργάνων αστρικής ναυσιπλοΐας (μένει το ναυτικό χρονόμετρο). Η μεγαλύτερη δυσκολία στην κατασκευή τους ήταν η ακριβής βαθμονόμηση του οργάνου.

Η⁶³ πρώτη μηχανή βαθμονόμησης κατασκευάστηκε το 1674 από Robert Hooke για τη χάραξη των υποδιαίρέσεων της κλίμακας ενός μεγάλου αστρονομικού τετράντα. Στη μηχανή του ο Hooke χρησιμοποίησε τον κοχλία ακριβείας, που αποτέλεσε τεχνολογική επανάσταση στην εποχή του, για να προωθήσει τον γραφέα της μηχανής από μια γραμμή της κλίμακας του οργάνου στην επόμενη. Η πρώτη μηχανική συσκευή χάραξης ολόκληρης της περιφέρειας του κύκλου, που ήταν στην ουσία μια βελτίωση της μηχανής του Hooke, κατασκευάστηκε από τον ωρολογοποιό Henry Hindley το 1738. Στη συνέχεια, διαιρητικές μηχανές κατασκευάστηκαν το 1750 από τον Daniel Ekstrom στη Στοκχόλμη και από τον Georg Brander στο Άουσμπουργκ. Ο Due de Chaulnes έφτιαξε διάφορες μηχανές από το 1760, με χαρακτηριστικό στοιχείο ένα μικροσκόπιο για την αντιγραφή των υποδιαίρέσεων ενός πρότυπου κύκλου πάνω στο κύκλο που χάρασσε. Ο Bird, αναγνωρισμένος τεχνίτης βαθμονόμησης τόξων δια χειρός, χρησιμοποιούσε πρότυπο κύκλο και διαβήτη. Το 1767 δημοσίευσε μια εργασία για ένα σύστημα βαθμονόμησης οργάνων. Αν και οι μηχανές βαθμονόμησης προήλθαν από τις μηχανές κοπής γραναζιών των ωρολογοποιών, για την ανάπτυξή τους το κυρίαρχο ρόλο έπαιξαν τα μυθικά βραβεία που προσφέρθηκαν από τις ευρωπαϊκές κυβερνήσεις στις αρχές του δέκατου όγδοου αιώνα για τη λύση του προβλήματος του προσδιορισμού το γεωγραφικού μήκους στα ταξίδια προς τις αποικίες. Αυτά τα βραβεία υποκίνησαν και την κατασκευή των θαλασσίων χρονομέτρων από τον John Harrison (1736, 1759) και τους Pierre LeRoy και Ferdinand Berthoud (1763).

Μετά τον προσδιορισμό του μήκους, οι κατασκευαστές οργάνων συνειδητοποίησαν ότι οι νέες τεχνικές πλοήγησης απαιτούσαν εξάντες ή οκτάντες υψηλής ακριβείας στο σύστημα ανάγνωσης, και ότι διαιρέσεις κύκλων υψηλής ακριβείας θα μπορούσαν να γίνουν σε ένα λογικό χρόνο μόνο με μηχανικά μέσα. Παρόλα αυτά, οι κύκλοι των μεγάλων οργάνων των

⁶³ Δούκας Ιωάννης

αστεροσκοπείων συνέχιζαν να διαιρούνται με το χέρι μέχρι τα μέσα του 19ου αιώνα., όταν αντικαταστάθηκαν με κύκλους μικρότερης διαμέτρου. Η πρώτη μηχανή του Jesse Ramsden ολοκληρώθηκε το 1766. Το 1777 ο Ramsden επανασχεδίασε τη μηχανή αυτή με πιο αυστηρά κριτήρια, χρησιμοποιώντας τα τεχνολογικά επιτεύγματα της εποχής του και κέρδισε το βραβείο των 6,000 λιρών της Επιτροπής του Γεωγραφικού Μήκους καθώς και το δικαίωμα να χαράζει τα τόξα των ναυτικών οργάνων των Άγγλων κατασκευαστών. Η νέα μηχανή, με δίσκο διαμέτρου 45 ιντσών, αποτέλεσε σταθμό στην ιστορία χάραξης των διηρημένων κύκλων των θεοδόλιχων και των άλλων αστρονομικών και ναυτικών οργάνων. Ο John Troughton κατασκεύασε παρόμοια μηχανή το 1778 και ο αδελφός του Edward μια βελτιωμένη μηχανή το 1783, χρησιμοποιώντας την αρχή του Chaulnes.

6.9 Βοηθητικός εξοπλισμός γέφυρας έως τον 19ο αιώνα

Οι δυσκολίες που αντιμετώπιζαν στα ταξίδια μέχρι τον 19ο αιώνα οι ναυτικοί, ειδικά στον τομέα της πλοήγησης, τους έκαναν εφευρετικούς και αποδέκτες των τεχνολογικών επιτευγμάτων που εύρισκαν πεδίο εφαρμογής στην ναυσιπλοΐα.

Τηλεσκόπιο. Όσα βοηθήματα ναυτιλίας και να έχουμε, το μοναδικό αναντικατάστατο



«εργαλείο» που χρησιμοποιούμε πάντα στη θάλασσα και όχι μόνο, είναι τα μάτια μας. Χωρίς προσεκτική παρατήρηση στη θάλασσα είμαστε χαμένοι. Τα μάτια του ναυτικού έχουν σαν μοναδικό εργαλείο υποστήριξης παλαιότερα το τηλεσκόπιο και σήμερα τα κιάλια , που δεν λείπουν από κανένα σκάφος, μικρό ή μεγάλο. Η

χρήση τους στα πλοία άρχισε στα μέσα των 1700's.

Planisphere. Είναι ο χάρτης των ουράνιων σωμάτων, όπως φαίνονται από την γη. Ο



πρώτος τέτοιος αστρικός χάρτης δημιουργήθηκε το 1624. Χρήσιμος για να αναγνωρίζουν εύκολα τους αστερισμούς και τα άστρα οι ναυτικοί και την ακριβή τους θέση στον ουρανό. Αποτελείται από δύο περιστρεφόμενους δίσκους από τους οποίους ο ένας καθορίζει την ημέρα του χρόνου και ο άλλος το γεωγραφικό πλάτος. Μόλις ρυθμιστεί ο ναυτικός έχει μπροστά του την εικόνα του ουρανού την ημέρα που τον ενδιαφέρει και στο

πλάτος που βρίσκεται. Με την ακριβή γνώση του αστερισμού γίνεται εύκολη η χρήση του εξάντα ή κάποιου προκατόχου οργάνου

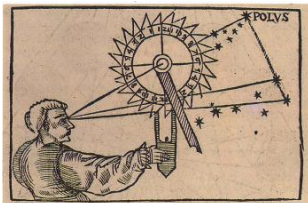
Leadline. Εργαλείο για να μετρούν το βάθος της θάλασσας και να παίρνουν δείγματα από τον βυθό. Ήταν ένα σχοινί με μεγάλο μήκος και ένα βαρίδι δεμένο στην άκρη. Η χρήση του



ανάγεται από αρχαιστάτους χρόνους, αλλά ήταν ενεργό μέχρι τον 19ο αιώνα. Το 1600 οι Άγγλοι ξεκίνησαν να βάζουν σημάδια στο σχοινί κάθε 2,3,5,7,10,15,20 και 25 οργιές για να κάνουν την χρήση ευκολότερη. Το κάτω μέρος του βαριδιού ήταν κούφιο. Στην κοιλότητα τοποθετούσαν ένα κομμάτι από λίπος ζώου και όταν το βαρίδι ακουμπούσε στον βυθό κολλούσαν στο λίπος άμμος, βότσαλα,

φύκια κλπ. Έτσι έβγαζαν συμπεράσματα για το είδος του βυθού που καταγράφονταν στο ημερολόγιο ή στους πορτολάνους για να χρησιμοποιηθούν στα ταξίδια που θα γίνουν μεταγενέστερα.

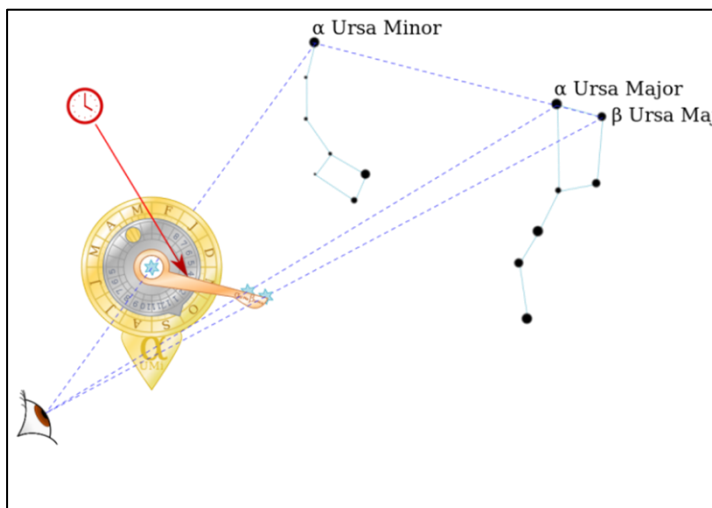
Nocturnal. Πρωτόγονο εργαλείο για τον προσδιορισμό της τοπικής ώρας στο βόρειο



ημισφαίριο με βάση τις σχετικές θέσεις δύο ή περισσότερων άστρων. Αποτελείται από δύο ομόκεντρους δίσκους και έναν περιστρεφόμενο βραχίονα. Ο εξωτερικός δίσκος έχει χαραγμένους τους μήνες και τις ημέρες και ο εσωτερικός τις ώρες και την θέση των άστρων (συνήθως

μεγάλη και μικρή άρκτος και κασσιόπεια). Η λειτουργία του στηρίζεται στο ότι στον νυχτερινό ουρανό τα άστρα φαίνονται ότι περιστρέφονται γύρω από τον πολικό αστέρα και οι θέσεις τους μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον καθορισμό της ώρας ανάλογα με την εποχή του χρόνου.

Πρώτη αναφορά για το όργανο γίνεται στα 1530 από τον Peter Apianus που το ονομάζει "horologium nocturnum" (ωρολόγιο της νύχτας). Η χρήση του είναι σχετικά εύκολη. Ο εσωτερικός δίσκος περιστρέφεται έως ότου η χαραγή του άστρου που θα χρησιμοποιηθεί, ταυτιστεί με την τρέχουσα ημερομηνία του εξωτερικού δίσκου. Στο κέντρο του οργάνου υπάρχει μια οπή, από την



οποία παρατηρείται το πολικό αστέρι και ο βραχίονας περιστρέφεται έτσι ώστε να δείχνει το άστρο που θα χρησιμοποιηθεί. Η τομή του βραχίονα με την χαραγή του εσωτερικού δίσκου δείχνει την τοπική ώρα. Το όργανο μπορεί να μετρήσει επίσης και την απόκλιση σε λεπτά της μοίρας του πολικού αστέρα από τον αληθή βοριά.

Εικόνα 39. Σχηματική παράσταση λειτουργίας του nocturno

Η ακριβής γνώση της τοπικής ώρας είναι χρήσιμη εκτός των άλλων και για τον υπολογισμό των παλιρροιών. Κάποια βελτιωμένα όργανα είχαν χαραγμένους ακόμη και παλιρροιακούς πίνακες των κυριότερων λιμανιών της εποχής.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7. ΠΥΞΙΔΑ ΚΑΙ ΝΑΥΤΙΚΟ ΧΡΟΝΟΜΕΤΡΟ

Η πυξίδα ακόμη και στην σημερινή εποχή της υψηλής τεχνολογίας, δεν παύει να αποτελεί το σημαντικότερο εργαλείο στην τέλεση της ναυτιλίας. Εικασίες, μύθοι, δεισιδαιμονίες και πρωτότυπες επιστημονικές εξηγήσεις ανά εποχές έχουν επιχειρήσει να περιγράψουν τον τρόπο λειτουργίας της.

7.1 Ναυτική Μαγνητική Πυξίδα

Εξακόσια⁶⁴ χρόνια πριν, η Κίνα οδήγησε τον κόσμο στη ναυτιλιακή τεχνολογία και μετά αποτραβήχτηκε αφήνοντας ανοικτό το δρόμο για τους Ευρωπαίους έμπορους. Παρόλο που φαίνεται ότι η Κίνα εμφανίστηκε ξαφνικά, αυτό απέχει πολύ από την αλήθεια. Το 1275, όταν ο εξερευνητής Μάρκο Πόλο επισκέφτηκε την Κίνα εντυπωσιάστηκε από την κουλτούρα των Κινεζικών εμπορικών πλοίων. Οι Κινέζοι ναυτικοί δούλευαν στους θαλάσσιους εμπορικούς



δρόμους μεταξύ Σουμάτρας, Κεϋλάνης και Βόρειας Ινδίας και είχαν επιτυχώς αναλάβει το μεγαλύτερο μέρος του εμπορίου μπαχαρικών από τους Άραβες εμπόρους. Είχαν ήδη εκείνη την εποχή τη μαγνητική πυξίδα, μια ναυτική βοήθεια που δεν ήταν διαθέσιμη στους Ευρωπαίους ναυτικούς μέχρι τον 13ο αιώνα.

Εικόνα 40. Αναπαράσταση πρωτόγονης Κινέζικης πυξίδας *sinan*

Η ιστορία της πυξίδας και του μαγνητισμού χάνεται στα βάθη των αιώνων. Είναι σίγουρο ότι οι Έλληνες γνώριζαν την ύπαρξη και τις ιδιότητες του μαγνήτη από τον 6^ο π.Χ. αιώνα και υπάρχουν πάμπολλες ιστορικές αναφορές που το επιβεβαιώνουν. Θαλής, Αριστοτέλης, Πλάτων κ.ά. έχουν ασχοληθεί εκτεταμένα με τον μαγνητισμό. Είναι επίσης ιστορικά καταγεγραμμένο, ότι η πρώτη πρωτόγονη πυξίδα αποτελεί επινόηση των Κινέζων περίπου το 200 π.Χ. κατά τη διάρκεια της



δυναστείας των Qin. Αυτοί είχαν παρατηρήσει ότι κάθε ένα από τα μικρά κομμάτια μαγνητίτη που έριχναν πάνω σε ένα τραπέζι, είχε την τάση να στρέφεται πάντα προς την ίδια κατεύθυνση και αποτελούσε σημαντικό χαρακτηριστικό του τελετουργικού που ακολουθούσαν.

Εικόνα 41. Replica πυξίδας *LuoPan*

Έτσι προέκυψε η κατασκευή της πρώτης μαγνητικής πυξίδας, η οποία αποτελείται από ένα κομμάτι μόνιμου μαγνήτη (μαγνητίτης) σε σχήμα κουταλιού που ισορροπεί επάνω σε μια

⁶⁴ Hirth Friedrich 2020

μπρούτζινη βάση. Την ονόμαζαν *sinan* και είναι γνωστό ότι οι τέσσερις πλευρές της βάσης παριστάνουν τα σημεία του ορίζοντα και ότι η 'λαβή' του κουταλιού έδειχνε προς τον νοτιά. Κινέζικη επινόηση είναι επίσης και η πρώτη χρήση μαγνητικής βελόνας, που βρήκε εφαρμογή στις πυξίδες 'LuoPan'. Η χρήση της πυξίδας LuoPan γινόταν από τους αρχαίους κινέζους μάντεις και αφορούσε στην ευημερία και αρμονία της ζωής των πελατών τους, το γνωστό σε όλους μας Feng Shui.

Η χρήση της μαγνητικής βελόνας για καθαρά ναυτιλιακή χρήση από τους Κινέζους ναυτικούς άρχισε περί το 800 μ.Χ. Αποτελείτο από μια απλή μαγνητισμένη βελόνα κολλημένη επάνω σε ένα κομμάτι φελλό. Ο φελλός επέπλεε μέσα σε μία λεκάνη με νερό με την μύτη προσανατολισμένη στον μαγνητικό βοριά. Η χρήση αυτής της πρώιμης πυξίδας ήταν αυστηρά περιορισμένη στις ημέρες που επικρατούσε συννεφιά και δεν ήταν ορατά τα άστρα.

Η⁶⁵ χρήση της μαγνητικής πυξίδας στην Ευρώπη φαίνεται ότι έγινε γνωστή από τους Άραβες, όπως το περιγράφει ένα Αραβικό χειρόγραφο του 1240 μ.Χ., το οποίο είναι αντιγραφή ενός βιβλίου που κυκλοφόρησε το 1240 μ.Χ από τον Γάλλο καρδινάλιο **Jacques de Vitry**, το «*History of the Crusaders and Their Voyages to the Holy Land*» ο οποίος συμμετείχε στις σταυροφορίες εκείνο το έτος. Στο βιβλίο περιγράφεται η χρήση πρωτόγονης πυξίδας για πλοηγικούς σκοπούς στα πλοία των σταυροφόρων στην θαλάσσια περιοχή της Συρίας. Θεωρείται μεγάλης ιστορικής αξίας το βιβλίο και γι' αυτό παρατίθεται το απόσπασμα που αναφέρεται στην πυξίδα στα λατινικά μαζί με μια ελεύθερη μετάφραση.

“The captains who navigate the Syrian Sea, when the night is so obscure that they can not perceive any star to direct them according to the determination of the four cardinal points, take a vessel full of water which they place in a sheltered from the wind within the ship. Then they take a needle, which they enclose in a piece of wood or reed formed in the shape of a cross. They throw it in the water contained in the vase, so that it floats. Then they take the magnet stone large enough to fill the palm of the hand or smaller. They bring it to the surface of the water, and give to the hand a movement of rotation toward the right, so that the needle turns on the surface of the water. Then they withdraw the hand suddenly, and at once the needle, by its two points faces to the south and to the north, I have seen them, with my own eyes, do that during my voyages at sea from Tripoli to Alexandria in the (Arab) year 640 (or 1240 A.D.)”.

“Οι καπετάνιοι που πλοηγούσαν στην θάλασσα της Συρίας, όταν η νύχτα ήταν τόσο σκοτεινή και δεν μπορούσαν να δουν κανένα αστέρι για να γνωρίσουν τα κύρια σημεία του ορίζοντα, έπαιρναν μια λεκάνη γεμάτη νερό και την έβαζαν σε ένα σημείο του πλοίου

⁶⁵ Hamdani Abbas

προστατευμένο από του ανέμους. Τότε έπαιρναν μια βελόνα περασμένη μέσα σε ένα κομμάτι ξύλου ή σε ένα καλάμι με σχήμα σταυρού. Το τοποθετούσαν μέσα στην λεκάνη με το νερό και αυτό επέπλεε. Μετά έπαιρναν μια μαγνητική πέτρα όσο το μέγεθος τη παλάμης ή και λίγο μικρότερη και την έφερναν κοντά στην επιφάνεια του νερού κάνοντας δεξιόστροφες κυκλικές κινήσεις και η βελόνα ακολουθούσε αυτές τις κινήσεις (σημείωση γράφοντα: μαγνήτιζαν την βελόνα). Μετά απομάκρυνα απότομα το χέρι και τα δύο άκρα της βελόνας έδειχναν προς τον νοτιά και τον βοριά. Το είδα αυτό με τα ίδια μου τα μάτια κατά την διάρκεια των θαλάσσιων ταξιδιών από την Τρίπολη στην Αλεξάνδρεια κατά το Αραβικό έτος 640 (ή 1240 μ.Χ.).

Τα⁶⁶ πρώτα χρόνια οι ναυτικοί πίστευαν ότι ο βελόνα της μαγνητικής πυξίδας έδειχνε προς τον πολικό αστέρα, έως ότου το 1600, ήρθε ο Άγγλος επιστήμονας William Gilbert και κατέγραψε όλες τις μέχρι τότε υπάρχουσες γνώσεις περί μαγνητισμού απορρίπτοντας την θεωρία του ουράνιου μαγνητικού πόλου του Πολικού Αστέρα ή άλλου ουράνιου σώματος. Με σχετικό δε πείραμα οδηγήθηκε στο συμπέρασμα ότι η Γη είναι τελικά ο μεγάλος μαγνήτης οι πόλοι του οποίου ταυτίζονταν περίπου με τους πόλους της Γης. Θα πρέπει επίσης να αναφερθεί ότι η χρήση της πρώιμης πυξίδας δεν ήταν και τόσο αξιόπιστη. Τα πλοία στα ταξίδια τους έπρεπε να έχουν πάντα μαζί τους ένα κομμάτι μαγνητίτη (lodestone) έτσι ώστε όταν η βελόνα έχανε τον μαγνητισμό της να την επαναφέρουν. Σταδιακά αλλά αργά η μορφή της αλλάζει καθώς η βελόνα τοποθετείται πάνω σε άξονα ώστε να είναι πιο ακριβής και τοποθετείται μέσα σε ξύλινα ή αλαβάστρινα κουτιά τα οποία διαθέτουν σύστημα εκκρεμούς ώστε να αποσοβείται το τράνταγμα του σκάφους από τα κύματα. Με την πάροδο του χρόνου τα ξύλινα κουτιά έδωσαν την θέση τους στον μπρούτζο, διότι είναι υλικό που δεν έχει μαγνητικές ιδιότητες.

Μεγάλο⁶⁷ άλμα στην χρήση της μαγνητικής πυξίδας έγινε το έτος 1493 στο δεύτερο ταξίδι του Κολόμβου. Τότε έγινε η θεμελιώδης διαπίστωση ότι η μαγνητική πυξίδα δεν έδειχνε προς τον



γεωγραφικό βορά, αλλά 'περίπου' προς αυτόν. Από τότε εμφανίστηκε η έννοια της απόκλισης (variation) και οι εντατικές έρευνες που ακολούθησαν κατέδειξαν την διαρκή μετακίνηση των μαγνητικών πόλων και ότι η μαγνητική απόκλιση διαφέρει από τόπο σε τόπο. Με την εξέλιξη της χαρτογραφίας οι μαγνητικές αποκλίσεις σημειώνονται στα ανεμολόγια των ναυτικών χαρτών.

Το έτος 1745 ο Άγγλος Gowin Knight έφερε την επόμενη

Εικόνα 42. Ναυτική πυξίδα σε ξύλινο κουτί

⁶⁶ Smith Julian A.

⁶⁷ <https://spectrum.ieee.org/the-institute/ieee-history/history-lesson-the-magnetic-compass>

βελτίωση της μαγνητικής πυξίδας, όταν ανέπτυξε μια μέθοδο να μαγνητίζει την μεταλλική βελόνα για μεγάλη χρονική διάρκεια και να συμπεριφέρεται με μεγαλύτερη ακρίβεια. Στις αρχές του 20ου αιώνα ο λόρδος Kelvin έκανε κάποιες τροποποιήσεις στον τρόπο στήριξης της πυξίδας και αντικατέστησε το νερό που περιείχαν οι μαγνητικές πυξίδες με ένα άλλο μείγμα υγρών βασισμένο στο οινόπνευμα. Με αυτόν τον τρόπο βελτιώθηκε η αξιοπιστία του οργάνου και επιπλέον το υγρό δεν πάγωνε στις χαμηλές θερμοκρασίες. Από τότε οι μαγνητικές πυξίδες στα πλοία έχουν την μορφή που γνωρίζουμε και σήμερα.

7.2 Το Ανεμολόγιο του Χάρτη και της Πυξίδας

Στους⁶⁸ αρχαίους χρόνους δεν υπήρχε ενιαία αντιμετώπιση σε αυτό που σήμερα κατανοούμε σαν διεύθυνση ή προσανατολισμό. Οι κινέζοι μετρούσαν τις διευθύνσεις του ορίζοντα βασισμένοι στις δώδεκα θέσεις του ζωδιακού κύκλου, οι Άραβες είχαν σαν σημεία αναφοράς τα άστρα και τους αστερισμούς και οι ευρωπαίοι είχαν σαν σημεία προσανατολισμού την διεύθυνση των ανέμων που φυσούσαν στην Μεσόγειο.



Εικόνα 43. Chartrose σε πορτολάνο της περιοχής English Channel 1585 μ.Χ.

Chart Rose. Όταν εμφανίστηκαν οι πρώτοι πορτολάνοι στα τέλη του 14ου αιώνα, που όπως ξέρουμε παρίσταναν με απλοϊκό τρόπο τις ακτογραμμές, οι χαρτογράφοι της εποχής αντιλήφθηκαν ότι από αυτούς τους χάρτες απουσίαζε η έννοια του προσανατολισμού. Για να γίνει

⁶⁸ <https://blogs.vsb.bc.ca/dkeller/compass-rose-project-art-math/>

κατανοητό, ας υποθέσουμε ότι ο καπετάνιος των 1300's πρέπει να πάει από το λιμάνι Α στο κοντινό λιμάνι Β και έχει στην διάθεσή του τον πορτολάνο της περιοχής χωρίς σημεία προσανατολισμού και την πυξίδα. Με αυτά τα δεδομένα είναι αδύνατον να γνωρίζει την κατεύθυνση που πρέπει να ακολουθήσει. Έτσι με την εμφάνιση των πορτολάνων οι χαρτογράφοι ζωγράφιζαν σε εμφανή σημεία του πορτολάνου ένα σχήμα που έδειχνε τις διευθύνσεις των τεσσάρων κύριων ανέμων, δηλαδή τα σημεία προσανατολισμού. Με την πάροδο των χρόνων στο σχήμα προστέθηκαν και οι τέσσερις ενδιάμεσοι άνεμοι, μετά οι δέκα έξι δευτερεύοντες και έφτασαν μέχρι τις τριάντα δύο με βαθμονόμηση ανά 11,25ο. Το σχήμα που δημιουργήθηκε έμοιαζε με τα φύλλα ανοικτού τριαντάφυλλου (ρόδο – rose) και από εκεί προήλθε και το όνομα *ανεμολόγιο των ρόδων – compass rose*.

Με την πρόοδο της ναυσιπλοΐας και τις ανακαλύψεις νέων χωρών βελτιώνονται και οι πορτολάνοι και τώρα περιέχουν περισσότερα ανεμολόγια κυρίως στα σημεία διασταύρωσης των κύριων θαλάσσιων οδών και ένα πλέγμα γραμμών με 'έτοιμες' πορείες από το σημείο εκκίνησης προς διάφορους προορισμούς, κάτι σαν πρωτόγονες λοξοδρομίες. Περίτεχνη ήταν επίσης και η διακόσμησή τους, με το χαρακτηριστικό σχήμα του κρίνου που αντιπροσώπευε το σημείο του βορρά. Στα πρώτα chartroses οι χαρτογράφοι χρησιμοποιούσαν τα τοπικά προσωνύμια των ανέμων, αλλά από τον 16ο αιώνα επικράτησαν τα λατινικά ονόματα Septentrio, Oriens, Meridies, Occidens (βορράς, ανατολή, νότος, δύση). Από τα τέλη του 18ου αιώνα επικράτησαν παγκοσμίως τα ονόματα των τεσσάρων κύριων σημείων του ορίζοντα που είχε προτείνει ο Καρλομάγνος το 800μ.Χ. τα γνωστά μας North, East, South, West. Για εκατοντάδες χρόνια τα ανεμολόγια (chartrose) ήταν αναπόσπαστο κομμάτι των πορτολάνων και των ναυτικών χαρτών. Μετά το τέλος της Αναγέννησης άρχισε σταδιακά να δίνει την θέση του στους χάρτες με χαραγμένους τους παραλλήλους και τους μεσημβρινούς. Διάδοχος του chartrose στους σύγχρονους ναυτικούς χάρτες είναι το γνωστό μας ανεμολόγιο του ναυτικού χάρτη που είναι τυπωμένο σε διάφορα σημεία με τις ενδείξεις μαγνητικού και γεωγραφικού βορρά, την μαγνητική απόκλιση της περιοχής και την ετήσια μεταβολή της.

Compass Rose. Η⁶⁹ εισαγωγή της μαγνητικής βελόνας αποτέλεσε σταθμό στην ιστορία της ναυσιπλοΐας, αλλά στην αρχή δεν θεωρήθηκε και τόσο αποτελεσματική για τον απλό λόγο ότι ναι μεν η μαγνητική βελόνα «έδειχνε» τον Βορρά, η γωνία όμως που σχηματίζεται μεταξύ αυτής της κατεύθυνσης με εκείνη του διαμήκη άξονα του πλοίου που είναι και η γωνία πλεύσης δεν ήταν δυνατόν να μετρηθεί. Και ερχόμαστε στον 15ο αιώνα όπου ο Ιταλός **Flavio Goia** από την πόλη Amalfi (χωρίς να είναι ιστορικά επιβεβαιωμένο το όνομα) επινόησε τον προκατόχο του σημερινού ανεμολογίου της ναυτικής πυξίδας. Κόλλησε ένα κυκλικό κομμάτι χαρτί διηρημένο σε 360ο μαζί με την μαγνητική βελόνα της πυξίδας στο σημείο του βορρά. Το σύστημα στηριζόταν πάνω σε μια

⁶⁹ http://www.thepirateking.com/historical/compass_rose.htm

ακίδα που επέτρεπε την πλήρη ελευθερία περιστροφής και ισορροπίας του δίσκου και της βελόνας μαζί. Με αυτόν τον τρόπο όταν το πλοίο στρέφει κατά μια γωνία το ανεμολόγιο δεν παρασύρεται αλλά συνεχίζει να δείχνει το Βορρά. Αντίθετα με μια κατακόρυφη γραμμή τη «γραμμή πίστewος» όπως λεγόταν ή «γραμμή πλώρης» που σημειώνεται εγγύτατα του χείλους του ανεμολογίου (εκτός



αυτού) δείχνει αμέσως τη γωνία από το βορρά συνεπώς την πορεία του πλοίου. Στις σύγχρονες ναυτικές πυξίδες το ανεμολόγιο δεν είναι χάρτινο αλλά από φύλλο λευκόλιθου που βρίσκεται μέσα σε οινόπνευμα. Αποτελείται από δύο ομόκεντρους δακτυλίους, από τους οποίους ο εσωτερικός δείχνει τις μαγνητικές κύριες διευθύνσεις και ο εξωτερικός τις αντίστοιχες γεωγραφικές.

Εικόνα 44. Ανεμολόγιο πυξίδας

Η επινόηση του Flaviο Goia, επέφερε και μια παράπλευρη βελτίωση στα όργανα ναυσιπλοΐας. Δημιουργήθηκε το **παλινώριο** που είναι ανεμολόγιο χωρίς μαγνητική βελόνα και χρησιμεύει για την εύρεση των γωνιών που σχηματίζουν χαρακτηριστικά σημεία της ακτής (φάροι, κάβοι κλπ) με τον βορρά ή των γωνιών μεταξύ ουράνιων σωμάτων, τις λεγόμενες διοπτρεύσεις.

7.3 Η Μέτρηση του Χρόνου

Στην μέχρι τώρα ιστορική αναδρομή, είδαμε δύο κατηγορίες ναυσιπλοΐας, την ακτοπλοΐα (coastal navigation) όταν αυτή γίνεται κοντά στις ακτές και γενικότερα σε περιορισμένους χώρους και την αστρονομική ναυτιλία (celestial navigation), όταν αυτή γίνεται μακριά από τις ακτές (ωκεανοπλοΐα) όπου η αναζήτηση του στίγματος γίνεται με την βοήθεια αστρονομικών μετρήσεων. Και στους δύο αυτούς τρόπους δεν υπεισέρχεται η έννοια *χρονική διάρκεια*.

Η κλειψύδρα (sandglass). Η εφευρετικότητα των αρχαίων ναυτικών στην εύρεση του στίγματος τους οδήγησε σε αυτό που λέμε σήμερα ναυτιλία εξ' αναμετρήσεως (dead-reckoning)⁷⁰. Δηλαδή τα αναζητούμενα στοιχεία (στίγματος, πορείας και απόστασης) βρίσκονται εξ αναμετρήσεως από προηγούμενο γνωστό στίγμα, με γνωστά όμως την πορεία, ταχύτητα και το μεσολαβήσαντα χρόνο. Αυτό απαιτεί να γνωρίζει ο πλοηγός τρία πράγματα: **(1)** το σημείο απόπλου του πλοίου του, **(2)** την ταχύτητά του και **(3)** την πορεία του (την κατεύθυνση του ταξιδιού). Το σημείο απόπλου το γνώριζαν και την πορεία την καθόριζαν με την πυξίδα και πριν την πυξίδα με τα άστρα η με τις φουσκοθαλασσιές των ωκεανών. Πώς υπολόγιζαν την ταχύτητα; Ένας τρόπος ήταν με το να χρονομετρούν σε πόση ώρα θα προσπερνούσε το πλοίο ένα αντικείμενο το οποίο είχαν πετάξει στο νερό από την πλώρη. Μια ακριβέστερη μέθοδος, η οποία εφαρμόστηκε αργότερα, περιλάμβανε ένα ξύλο στο οποίο είχαν δέσει κάποιο σχοινί με κόμπους σε

⁷⁰ <https://www.pbs.org/wgbh/nova/article/secrets-of-ancient-navigators/>

συγκεκριμένες αποστάσεις μεταξύ τους, και το οποίο έριχναν στο νερό. Το ξύλο που επέπλεε τραβούσε το σχοινί καθώς έφευγε το πλοίο. Έπειτα από συγκεκριμένο χρονικό διάστημα, μάζευαν το σχοινί στο πλοίο και μετρούσαν πόσους κόμπους είχε τραβήξει το ξύλο. Αυτό έδειχνε την ταχύτητα του πλοίου σε κόμβους—ναυτικά μίλια την ώρα—μονάδα μέτρησης η οποία χρησιμοποιείται ακόμη και σήμερα. Γνωρίζοντας την ταχύτητά του, ο πλοηγός μπορούσε να υπολογίσει την απόσταση που είχε διανύσει το πλοίο του μέσα σε μία ημέρα. Έπειτα, χάραζε μια γραμμή πάνω σε έναν ναυτικό χάρτη για να δείξει την πρόοδό του σε σχέση με την πορεία που είχε επιλέξει. Πριν την έλευση του ναυτικού χρονομέτρου και της μεθόδου «lunardistance» τον 18^ο αιώνα, η ναυτιλία με αναμέτρηση ήταν ο μοναδικός τρόπος προσδιορισμού του γεωγραφικού μήκους. Η αναμέτρηση όμως δεν προσφέρει μεγάλη ακρίβεια, διότι η ταχύτητα του πλοίου δεν μπορούσε να μετρηθεί επακριβώς με το ξύλο που έριχναν στην θάλασσα και επιπλέον τα θαλάσσια ρεύματα και ο αέρας δεν κρατούσαν σταθερή την πορεία του πλοίου.

Το εργαλείο για να μετρούν τον χρόνο για τον προσδιορισμό της ταχύτητας του πλοίου, αλλά και του χρόνου που μεσολαβούσε από το προηγούμενο στίγμα ήταν η γνωστή μας **κλεψύδρα**.

Την εποχή των ιστιοφόρων ήταν ευθύνη του πλοηγού ή του βοηθού να γυρίζει την κλεψύδρα αμέσως μόλις τελείωνε η ροή της άμμου και ακολούθως μετά να χτυπά το καμπανάκι της γέφυρας για να υπενθυμίζει τον χρόνο που πέρασε. Η διαδικασία έπρεπε να τηρείται με θρησκευτική ευλάβεια, διότι η παράλειψη ή καθυστέρηση στο γύρισμα της κλεψύδρας, είχε προφανείς αρνητικές συνέπειες στον προγραμματισμό των εργασιών και στους ναυτικούς υπολογισμούς.

Η διάρκεια μιας φυλακής ήταν τετράωρη και έλκει την καταγωγή της από τους αρχαίους Αιγυπτίους που δούλευαν με τετράωρες βάρδιες στο κατάστρωμα. Θα περιμέναμε λοιπόν η διάρκεια ροής της κλεψύδρας να είναι τέσσερις ώρες. Κάτι τέτοιο όμως θα ήταν πολύ βαρύ και η άμμος θα μπούκωνε. Έτσι οι ναυτικοί έκαναν χρήση κλεψύδρας διάρκειας μισής ώρας. Με την ευκαιρία θα πρέπει να αναφέρω ότι αν και η κλεψύδρα λέγεται sandglass, στα πλοία το περιεχόμενο δεν ήταν άμμος αλλά κομμάτια από θαλασσινά όστρακα, πετραδάκια, τσόφλια αυγών, μάρμαρο και γενικά υλικά που δεν κολλούσαν μεταξύ τους όπως η άμμος.

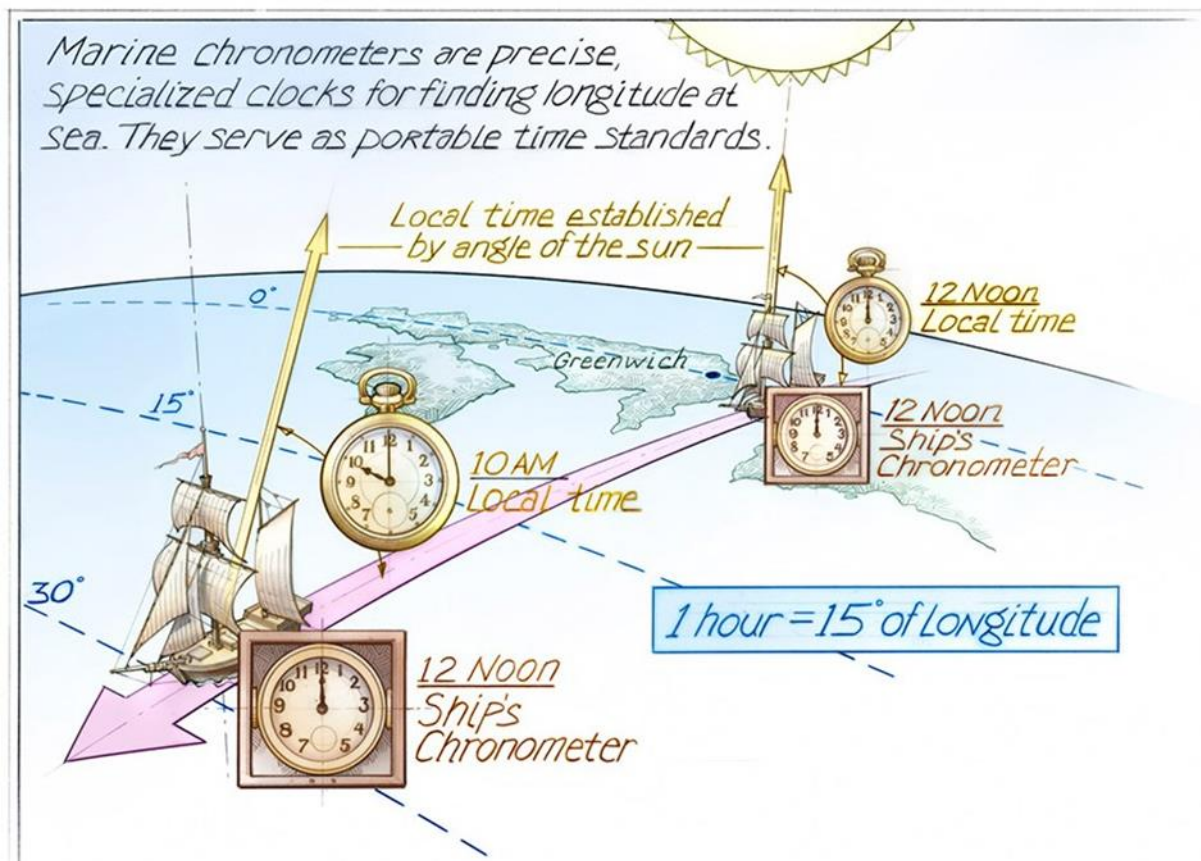
Το ναυτικό χρονόμετρο. Στις 22 Οκτωβρίου του 1707⁷¹, ο ήρωας του Βρετανικού ναυτικού, **Sir Cloudesley Shovell** επέστρεφε από την μεσόγειο με το πλοίο **HMS Association** διοικούμενο από τον **Captain Edmund Loades**. Την ημέρα αυτή ναυάγησαν δυτικά του Gilstone Rock των νησιών Scilly, χάνοντας όλο το πλήρωμα περίπου 800 ανδρών, μια τεράστια ποσότητα ασημιού και πολύτιμων μετάλλων και τρία ακόμη πλοία συμπεριλαμβανομένων των **HMS Eagle** και **HMS Romney**. Τα πλοία δεν έπλεαν εκεί που είχαν υπολογίσει από λάθος προσδιορισμό του γεωγραφικού μήκους. Οι εκείνον τον καιρό μπορούσαν εύκολα να υπολογίσουν το γεωγραφικό

⁷¹ <https://www.rmg.co.uk/discover/behind-the-scenes/blog/1707-isles-scilly-disaster-%E2%80>

πλάτος στο οποίο βρίσκονταν, είτε προς τα βόρεια είτε προς τα νότια. Εντούτοις, αδυνατούσαν να υπολογίσουν ακριβώς το γεωγραφικό μήκος. Αποτέλεσμα ήταν να σχεδιάζονται χάρτες με νησιά, βραχονησίδες και θαλάσσια ρεύματα σε απίθανα σημεία, τα οποία προφανώς δεν ήταν δυνατόν να εντοπιστούν πάλι, αφού δεν υπήρχε αντικειμενική μέθοδος προσδιορισμού των συντεταγμένων στην υδρόγειο. Πολλά πλοία χάθηκαν εκείνη την εποχή, πέφτοντας πάνω σε υφάλους ή καταλήγοντας σε αφιλόξενες ακτές, επειδή χάραζαν την πορεία τους με βάση αυτούς τους χάρτες.

Μόλις οι ναυτικοί έχαναν την οπτική επαφή με τη στεριά, δεν είχαν δυνατότητα προσανατολισμού στον ωκεανό. Αν εξαιρέσουμε τη Σελήνη και τους ορατούς με το μάτι πλανήτες, ο νυχτερινός ουρανός φαίνεται ακριβώς ίδιος, είτε ταξιδεύει κάποιος κατά μήκος ενός παραλλήλου προς την Ανατολή, είτε μένει ακίνητος για κάποιες ώρες. Για να ξεπεραστεί αυτή η δυσκολία απαιτείται η κατοχή ενός ρολογιού ακριβείας κι ενός εξάντα. Συγκεκριμένα, για κάθε μετακίνηση κατά 15ο κατά μήκος ενός παραλλήλου ανατολικά αυξάνεται η τοπική ώρα κατά 60' (=1h) και αντίστροφα, μειώνεται κατά 60' (=1h) η τοπική ώρα ανά 15ο κατά μήκος ενός παραλλήλου δυτικά.

USING A MARINE CHRONOMETER

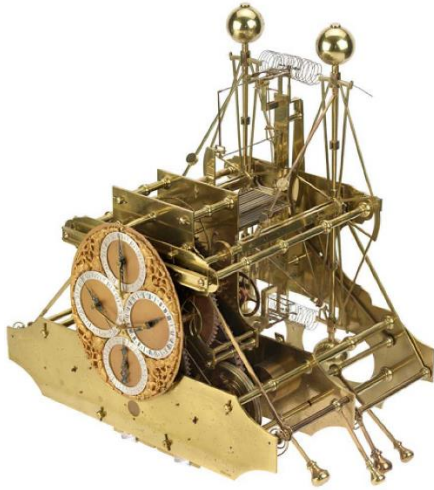


Εικόνα 45. Η χρήση του ναυτικού χρονομέτρου

Έτσι, όταν γνωρίζουμε με ακρίβεια την τοπική ώρα δύο σημείων στην υδρόγειο, είμαστε σε θέση να υπολογίσουμε το γεωγραφικό μήκος ανάμεσά τους. Κι εφόσον το ένα από τα δύο αυτά

σημεία είναι «αμετακίνητο» σημείο αναφοράς, όπως π.χ. αυτό που ορίζεται από τον μεσημβρινό του Greenwich, παίρνουμε το απόλυτο γεωγραφικό μήκος οποιουδήποτε σημείου πάνω στην υδρόγειο. Η ανάγκη για ακρίβεια του ρολογιού είναι προφανής, γιατί για κάθε λεπτό της ώρας που αποκλίνει ένα ρολόι, η απόκλιση στην επιφάνεια της Γης φτάνει τα 110 χιλιόμετρα.

Είναι⁷² προφανές ότι μια «παγκόσμια δύναμη», όπως η Βρετανία εκείνη την εποχή, δεν ήταν δυνατόν να αφήσει αυτό το πρόβλημα ανεξερεύνητο. Το ναυάγιο του 1707 είναι και ο λόγος που στις αρχές του 18ου αιώνα, συγκεκριμένα το έτος 1714, προκήρυξε η Αγγλική Βουλή διαγωνισμό



με έπαθλο, 20.000 λίρες, για την κατασκευή ενός οργάνου ή μιας μεθόδου για τον ακριβή προσδιορισμό του εκάστοτε γεωγραφικού μήκους. Το ακριβές ύψος του ποσού θα προσδιοριζόταν από την ακρίβεια που θα εξασφάλιζαν το όργανο ή η μέθοδος. Για τον έλεγχο των προτεινόμενων λύσεων σχηματίστηκε μια «επιτροπή γεωγραφικού μήκους» (Board of Longitude), η οποία στη μακρά πορεία του διαγωνισμού ανασυγκροτήθηκε αρκετές φορές, αλλά αποτελείτο από παλαίμαχους ναυτικούς, αστρονόμους και ακαδημαϊκούς καθηγητές.

Εικόνα 46. H1, το πρώτο ναυτικό χρονόμετρο του Harrison

Για να μην υπάρχουν παρανοήσεις, θα πρέπει εδώ να αναφερθεί, ότι εκείνη την εποχή υπήρχαν ήδη ρολόγια ακριβείας. Ο ναυτικός θα μπορούσε να πάρει μαζί του ένα εκκρεμές, αλλά αυτό δεν θα λειτουργούσε σωστά σε ένα κλυδωνιζόμενο πλοίο, ενώ τα ρολόγια με ελατήρια και τροχούς δεν ήταν ακόμα αρκετά εξελιγμένα και ο μηχανισμός τους θα επηρεάζονταν από τις μεταβολές της θερμοκρασίας και της υγρασίας στα θαλασσινά ταξίδια. Το ζητούμενο ναυτικό χρονόμετρο ήταν μηχανή πολλαπλών απαιτήσεων και προδιαγραφών.

Με τη λύση του προβλήματος ασχολήθηκαν όλοι οι σημαντικοί αστρονόμοι της εποχής, κατά κύριο λόγο αξιοποιώντας την εκάστοτε θέση της Σελήνης στον ουρανό.

Ο⁷³ Christiaan Huygens, μετά την εφεύρεσή του για το εκκρεμές ρολόι το 1656, έκανε την πρώτη προσπάθεια για ένα θαλάσσιο χρονόμετρο το 1673 στη Γαλλία, υπό την χορηγία του Jean-Baptiste Colbert. Το 1675, ο Huygens, ο οποίος έπαιρνε τιμητική σύνταξη από τον βασιλιά Louis XIV, εφηύρε ένα χρονόμετρο που χρησιμοποιούσε έναν τροχό ισορροπίας και ένα σπειροειδές ελατήριο για ρύθμιση, αντί για ένα εκκρεμές, ανοίγοντας το δρόμο για τα θαλάσσια χρονόμετρα και μοντέρνα ρολόγια τσέπης και ρολόγια χειρός. Απέκτησε ένα δίπλωμα ευρεσιτεχνίας για την εφεύρεσή του από τον Colbert, αλλά το ρολόι του παρέμεινε ανακριβές στη θάλασσα.

⁷² <https://www.rmg.co.uk/discover/explore/longitude-found-john-harrison>

⁷³ https://en.wikipedia.org/wiki/Marine_chronometer

Ο John Harrison (1693-1776), ξυλουργός από επάγγελμα και αυτοδίδακτος ωρολογοποιός έθεσε ως στόχο την κατασκευή ενός ρολογιού ακριβείας που θα έδινε λύση στο πρόβλημα. Το έτος 1728 παρουσίασε ο ερασιτέχνης ωρολογοποιός το σχέδιό του και το 1735 το πρώτο μοντέλο του ρολογιού του. Αυτό το αστραφτερό μπρούντζινο ρολόι ζύγιζε 34 κιλά. Σ' αυτή την κατασκευή αντιστάθμιζε τις θερμοκρασιακές επιδράσεις με διμεταλλικά στοιχεία. Οι κινήσεις του πλοίου εξουδετερώνονταν με την σύμπλεξη δύο εκκρεμών με ένα ελατήριο. Ένα δοκιμαστικό ταξίδι μέχρι τη Λισσαβόνα με το πρώτο μοντέλο του Χάρισον, το οποίο ονομάστηκε αρχικά χρονογράφος και αργότερα χρονόμετρο και πήρε το κωδικό όνομα Harrison 1, H1, έδειξε ότι η ακρίβεια προσδιορισμού του γεωγραφικού μήκους ήταν ήδη τότε μεγαλύτερη από την απαιτούμενη στην προκήρυξη. Επειδή όμως η διάρκεια του ταξιδιού ήταν σχετικά μικρή, δεν θεωρήθηκε ακόμα επιτυχής η προσπάθεια. Ο Harisson παρουσίασε το 1737 μια νεότερη κατασκευή του ρολογιού του, η οποία ονομάστηκε Harrison 2, H2 και αργότερα μια ακόμα νεότερη, Harrison 3, H3, στην οποία χρησιμοποιούνταν ρουλεμάν.



Εικόνα 47. Harrison H4

Το έτος 1753 ενημερώθηκε ο Harrison για νέες τεχνολογικές βελτιώσεις, υλικών και μηχανισμών στην ωρολογοποιία και ανέτρεψε όλες τις μέχρι τότε μελέτες του. Από το έτος 1759 άρχισε να αναπτύσσει το μοντέλο Harrison 4, H4, το οποίο είχε διάμετρο 13 cm και ζύγιζε 1,45 kg, πολύ μικρότερο και ελαφρύτερο από όλα τα προηγούμενα μοντέλα του. Κύριο στοιχείο για την πολύ μεγάλη ακρίβεια αυτού του ρολογιού ήταν ο μηχανισμός κουρδίσματος (remontoir), ο οποίος χρησιμοποιείται ως αρχή μέχρι σήμερα στα χρονόμετρα.

Το μοντέλο **H4** του Harrison έδειχνε κατά το ταξίδι του δοκιμαστικού διάπλου του Ατλαντικού διάρκειας 81 ημερών από την Αγγλία στην Τζαμάικα και πίσω μια απόκλιση μόνο 5 δευτερολέπτων! Για πρώτη φορά οι ναυτικοί θα μπορούσαν να γνωρίζουν με βεβαιότητα σε πιο σημείο βρίσκονται ακριβώς. Στις μέρες μας τα πλοία χρησιμοποιούν συνήθως ηλεκτρονικά βοηθήματα πλοήγησης, κυρίως τα παγκόσμια δορυφορικά συστήματα πλοήγησης. Ωστόσο, η ουράνια πλοήγηση, η οποία απαιτεί τη χρήση ενός ακριβούς χρονομέτρου, εξακολουθεί να αποτελεί προϋπόθεση για ορισμένες πιστοποιήσεις των ναυτικών. Τα σύγχρονα θαλάσσια χρονόμετρα μπορούν να βασίζονται σε ρολόγια χαλαζία που διορθώνονται περιοδικά από σήματα GPS ή σήματα χρόνου ραδιοφώνου. Αυτά τα χρονόμετρα χαλαζία δεν είναι πάντα τα πιο ακριβή ρολόγια χαλαζία όταν δεν λαμβάνεται σήμα και τα σήματά τους μπορούν να χαθούν ή να μπλοκαριστούν.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8. ΤΟ ΤΙΜΟΝΙ Η ΠΥΞΙΔΑ ΚΑΙ ΤΑ ΠΡΩΙΜΑ COMPUTER ΤΗΣ ΓΕΦΥΡΑΣ

Ο όρος computer είναι βέβαια αλληγορικός, διότι τα βοηθήματα της γέφυρας που θα περιγραφούν παρακάτω είχαν χρήση παρόμοια με των σημερινών υπολογιστών. Άντληση γνώσεων και προγραμματισμός εργασιών.

8.1 Το Logbook

Στη γλώσσα των ναυτικών, κάθε είδος τρέχουσας εγγραφής ονομάζεται "log". Πολύ⁷⁴ σοβαρή υποχρέωση του καπετάνιου, ήταν να καταγράφει σε ένα βιβλίο με λευκές σελίδες σε τακτά χρονικά διαστήματα, την ταχύτητα του πλοίου, την διεύθυνση και ταχύτητα του αέρα και την ένδειξη της πυξίδας. Κατέγραφε επίσης οτιδήποτε παρατηρούσε κατά την διάρκεια του πλου που θα μπορούσε να φανεί χρήσιμο σε μελλοντικά ταξίδια. Όσο οι καπετάνιοι βελτίωναν τις γραμματικές γνώσεις τους, το logbook γινόταν πιο λεπτομερές. Κατέγραφαν την συμπεριφορά των καιρικών φαινομένων της περιοχής, βυθομετρήσεις, αλλαγές πορείας, σημαντικά γεγονότα που συνέβαιναν στο πλοίο, τα εμπορεύματα που έπαιρναν ή παρέδιδαν, τα άλλα πλοία που έβλεπαν στον ορίζοντα, υπήρχαν ακόμη αναφορές και για θαλάσσια τέρατα. Αν οι καπετάνιοι έπαιρναν και τις γυναίκες στο ταξίδι, τότε έκαναν και αυτές τις «εγγραφές τους», που μπορεί να



Εικόνα 48. Το logbook

είσαν προσωπικές σκέψεις, ποιήματα ακόμη και συνταγές μαγειρικής!!! Σωστός θησαυρός γνώσεων και εμπειριών. Μπορούμε να φανταστούμε το logbook σαν βελτίωση των περίπλων των Βυζαντινών και πρόδρομο του σημερινού ημερολογίου γέφυρας ή κάτι σαν το μαύρο κουτί των αεροπλάνων.

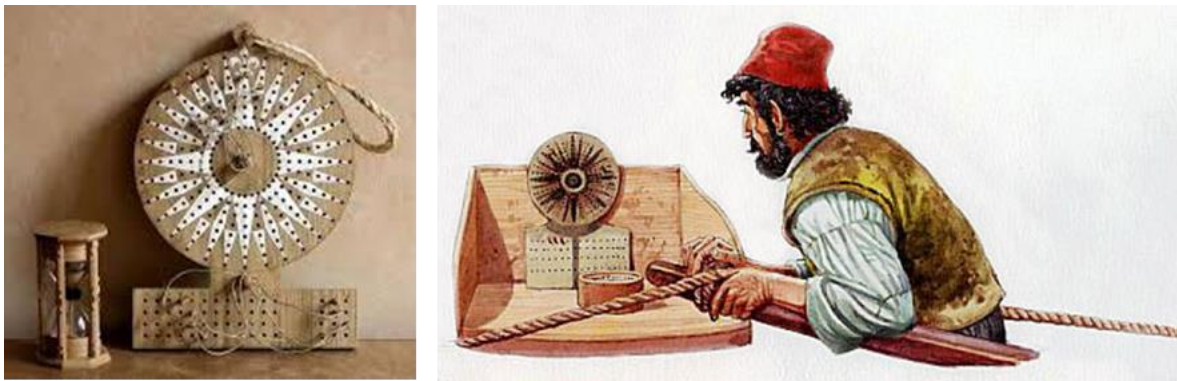
Πριν την ανακάλυψη των μεθόδων εύρεσης του στίγματος, οι παρατηρήσεις που γράφονταν στο logbook ήταν απαραίτητο ναυτιλιακό βοήθημα ειδικά στην επανάληψη ίδιων διαδρομών. Η εξήγηση είναι απλή, διότι πρέπει να γνωρίζουμε ότι στα ιστιοφόρα της εποχής ο καλύτερος πηδαλιούχος δεν μπορούσε να κρατήσει πορεία με απόκλιση μικρότερη των 5° δεξιά ή αριστερά της επιθυμητής. Άλλη η πορεία στον χάρτη και εντελώς διαφορετική στην επιφάνεια της θάλασσας. Έτσι η χρήση των εγγραφών στο logbook από τα προηγούμενα ταξίδια ήταν απαραίτητο βοήθημα του καπετάνιου για την ολοκλήρωση του ταξιδιού. Χρησίμευαν επίσης ως δυνητικά αποδεικτικά στοιχεία σε δικαστικές διαδικασίες σε ναυτικά, ναυαρχεία ή αστικά δικαστήρια.

⁷⁴ <https://www.marineinsight.com/marine-navigation/different-types-of-entries-to-be-made-in-the-bridge-log-book-of-the-ship/>

8.2 Traverse Board

Το⁷⁵ όργανο που παρουσιάζεται ήταν ένα βοήθημα προορισμένο για χρήση στην ναυτιλία εξ' αναμέτρησης. Ένα ενδιαφέρον εργαλείο και ένας από τους πρώτους 'υπολογιστές' παγκοσμίως. Ούτε ρεύμα, ούτε μπαταρίες, όχι μπουτάρισμα, όχι κολλήματα, όχι videogames και όμως δούλευε χωρίς προβλήματα.

Οι φυλακές στην γέφυρα του πλοίου είχαν τετράωρη διάρκεια χωρισμένη σε οκτώ μισάωρα, διότι ήταν πιο βολικό να χρησιμοποιούν κλειψύδρες με διάρκεια ροής μισής ώρας. Στο τέλος του κάθε μισάωρου χτυπούσε το καμπανάκι. Τότε ήταν η ώρα να καταγράψουν πόσο γρήγορα πήγαιναν και σε ποια κατεύθυνση στο μισάωρο που πέρασε. Αυτά τα δεδομένα καταγράφονταν από τον Α/Φ στο traverse board.



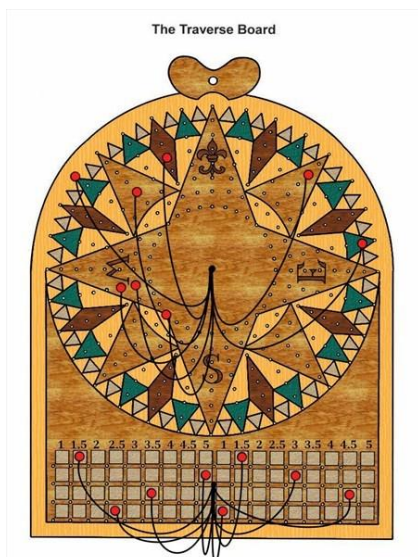
Εικόνα 49. Traverse Board και η πυξίδα μπροστά του

Οι απαρχές του οργάνου δεν μας είναι γνωστές σήμερα, αλλά υπάρχουν ντοκουμέντα ότι ήταν σε χρήση στα μέσα του 16^{ου} αιώνα. Πιθανόν λοιπόν να ανακαλύφθηκε στις αρχές των 1500s.

Το όργανο είναι μια ξύλινη πλάκα και αποτελείται από δύο μέρη. Το επάνω μέρος έχει ένα διάγραμμα πυξίδας με χαραγμένες τις τριάντα δύο κατευθύνσεις του ανεμολογίου που μπορεί να πλεύσει το πλοίο. Σε κάθε μία από αυτές τις δυνατές κατευθύνσεις υπάρχουν οκτώ τρύπες από το κέντρο προς την εξωτερική περιφέρεια. Δημιουργούνται με αυτόν τον τρόπο οκτώ ομόκεντροι κύκλοι που καλύπτουν όλα τα σημεία της πυξίδας. Κάθε κύκλος αντιπροσωπεύει και ένα από τα οκτώ μισάωρα που είναι η χρονική διάρκεια μιας φυλακής με τον πρώτο κοντά στο κέντρο για το πρώτο μισάωρο κοκ. Στο τέλος κάθε μισάωρου ο Α/Φ τοποθετεί ένα μικρό πασσαλάκι (καβίλια) στον αντίστοιχο κύκλο και στην τρύπα που αντιπροσωπεύει την πορεία που είχε το πλοίο. Δημιουργείται έτσι μια αναπαράσταση της πορείας κατά την διάρκεια του τετράωρου που πέρασε.

Στο κάτω μέρος του οργάνου υπάρχουν τέσσερις σειρές με τρύπες στην αριστερή πλευρά και άλλες τόσες στην δεξιά, σύνολο οκτώ σειρές. Κάθε σειρά αντιστοιχεί και σε ένα μισάωρο της φυλακής και στον αντίστοιχο κύκλο του πάνω μέρους. Εκεί καταγράφεται η ταχύτητα που είχε το

⁷⁵ http://www.thepirateking.com/historical/traverse_board.htm



πλοίο. Στο τέλος κάθε μισάωρου ο Α/Φ τοποθετεί μια καβίλια στην σωστή θέση. Τρίτη τρύπα για ταχύτητα 3 Knots, πέμπτη τρύπα για 5 knots κ.λπ.

Στο τέλος της τετράωρης φυλακής, ο πλοηγός κοιτάζε το computer και είχε έτοιμα τα δεδομένα του πλου για το τετράωρο που πέρασε. Την πορεία που είχε το πλοίο και την απόσταση που διάνυσε. Διότι είναι εύκολο να μετατρέψει την ταχύτητα σε απόσταση, 4 Knots για μισή ώρα είναι δύο μίλια απόσταση κοκ. Το στίγμα από αναμέτρηση έγινε παιχνιδάκι. Στην επόμενη φυλακή φτου, και απ' την αρχή. Όλα αυτά βέβαια με την προϋπόθεση ότι στην διάρκεια του τετράωρου,

ο αέρας δεν άλλαζε. Αλλά οι αέριδες συνήθως αλλάζουν και χρειάζονται παρακολούθηση, που την αναλαμβάνει το logbook που είδαμε προηγουμένως.

8.3 Το Καμπανάκι



Εικόνα 50. Καμπάνα πλοίου

Για το καμπανάκι του πλοίου δεν γνωρίζουμε πότε ξεκίνησε η χρήση του, αλλά μία από τις πρώτες καταγεγραμμένες αναφορές για το κουδούνι ενός πλοίου ήταν στο βρετανικό πλοίο Grace Dieu περίπου το 1485. Ξέρουμε όμως ότι τοποθετήθηκε κοντά στην κλεψύδρα στη γέφυρα του πλοίου με σκοπό να ρεγουλάρει τις φυλακές της γέφυρας. Ο ήχος της καμπάνας του πλοίου μπορεί να χρησιμεύσει ως προειδοποιητικό σήμα σε άλλα σκάφη με χαμηλή ορατότητα και ομίχλη.

Η κατασκευή του ήταν ορειχάλκινη ή από μπρούτζο και είχαν χαραγμένο το όνομα του πλοίου. Τα χτυπήματα δεν γίνονταν σύμφωνα με την τρέχουσα ώρα, αλλά υπήρχαν οκτώ χτύποι, ένας για κάθε μισάωρο της τετράωρης βάρδιας. Ένας χτύπος για το πρώτο μισάωρο, δύο χτύποι για το δεύτερο, πέντε χτύποι για το πέμπτο κοκ.

Για να ενεργοποιήσουν τα ανθρώπινα αυτιά να ξεχωρίζουν ακριβώς το πλήθος των χτύπων, αυτοί γίνονταν σε ζεύγη.

Δύο χτύποι κάθε φορά. Όταν ακούγονταν οκτώ (τέσσερα ζεύγη), η τετραωρία είχε περάσει και η επόμενη βάρδια έπρεπε να ανέβει στη γέφυρα για να ξεκουράσει την προηγούμενη.

Το κλασικό σύστημα χτύπων ήταν:

| Number of bells | Bell pattern | Middle watch | Morning watch | Forenoon watch | Afternoon watch | First dog watch | Last dog watch | First watch |
|-----------------|--------------|--------------|---------------|----------------|-----------------|-----------------|----------------|-------------|
| One bell | 1 | 0:30 | 4:30 | 8:30 | 12:30 | 16:30 | 18:30 | 20:30 |
| Two bells | 2 | 1:00 | 5:00 | 9:00 | 13:00 | 17:00 | 19:00 | 21:00 |
| Three bells | 2 1 | 1:30 | 5:30 | 9:30 | 13:30 | 17:30 | 19:30 | 21:30 |
| Four bells | 2 2 | 2:00 | 6:00 | 10:00 | 14:00 | 18:00 | | 22:00 |
| Five bells | 2 2 1 | 2:30 | 6:30 | 10:30 | 14:30 | | 18:30 | 22:30 |
| Six bells | 2 2 2 | 3:00 | 7:00 | 11:00 | 15:00 | | 19:00 | 23:00 |
| Seven bells | 2 2 2 1 | 3:30 | 7:30 | 11:30 | 15:30 | | 19:30 | 23:30 |
| Eight bells | 2 2 2 2 | 4:00 | 8:00 | 12:00 | 16:00 | | 20:00 | 0:00 |

Η καμπάνα χτυπούσε επίσης σε περίπτωση κινδύνου ή πυρκαγιάς, σε ημέρες γιορτής και όταν κάποιος επίσημος ανέβαινε ή κατέβαινε από το πλοίο.

Όταν⁷⁶ κάποιος ναυτικός ‘αποδημούσε’ πάνω στο πλοίο, τον τιμούσαν με οκτώ χτύπους της καμπάνας. *Οκτώ χτύποι, τέλος της βάρδιας.*

8.4 Το Τιμόνι

Το⁷⁷ δέ άκρον του πηδαλίου λεγεται οίαξ· το δέ παν οίαξ τε και πηδάλιον καλείται, το δε μέσον αυτού φθειρ ή ρίζα ή υπόζωμα, το δέ τελευταίον πτερύγιον, το δέ λοιπόν αύχήν .

Το ‘σήμα κατατεθέν’ της γέφυρας του πλοίου είναι το τιμόνι (πηδάλιο, οίαξ ρόδα, οιακοστρόφιον), γι’ αυτό έχει πάρει και την προσωνυμία «τιμονιέρα».

Η εφεύρεση του τιμονιού του πλοίου ήταν ένα τεράστιο άλμα προς τα εμπρός στη ναυτική τεχνολογία, καθώς το παραδοσιακό κουπί ήταν ένας εξαιρετικά αναποτελεσματικός τρόπος πλοήγησης ενός πλοίου.

Όπως έχει αναφερθεί σε προηγούμενο κεφάλαιο, πολλές βελτιώσεις και εξελίξεις στην ναυσιπλοΐα έχουν επιτευχθεί από τις ανάγκες των πολεμικών πλοίων για ολοένα και καλύτερες επιδόσεις και η ανακάλυψη της ρόδας οφείλεται σε αυτήν την ανάγκη.

Κατά⁷⁸ τον 18ο αιώνα έγινε ιδιαίτερα επιτακτική η ανάγκη για τα επιβλητικά **πλοία γραμμής** να διατηρήσουν αναλλοίωτη την ικανότητα πυρός ανεξάρτητα από τις καιρικές συνθήκες. Σε αυτό, πέρα από την πρόοδο στην εξάρτιση και στη διαμόρφωση των σκαφών, αποφασιστική αποδείχθηκε η εισαγωγή του τιμονιού με ρόδα (οιακοστρόφιον) και αλυσίδα (ή

⁷⁶ https://en.wikipedia.org/wiki/Ship%27s_bell

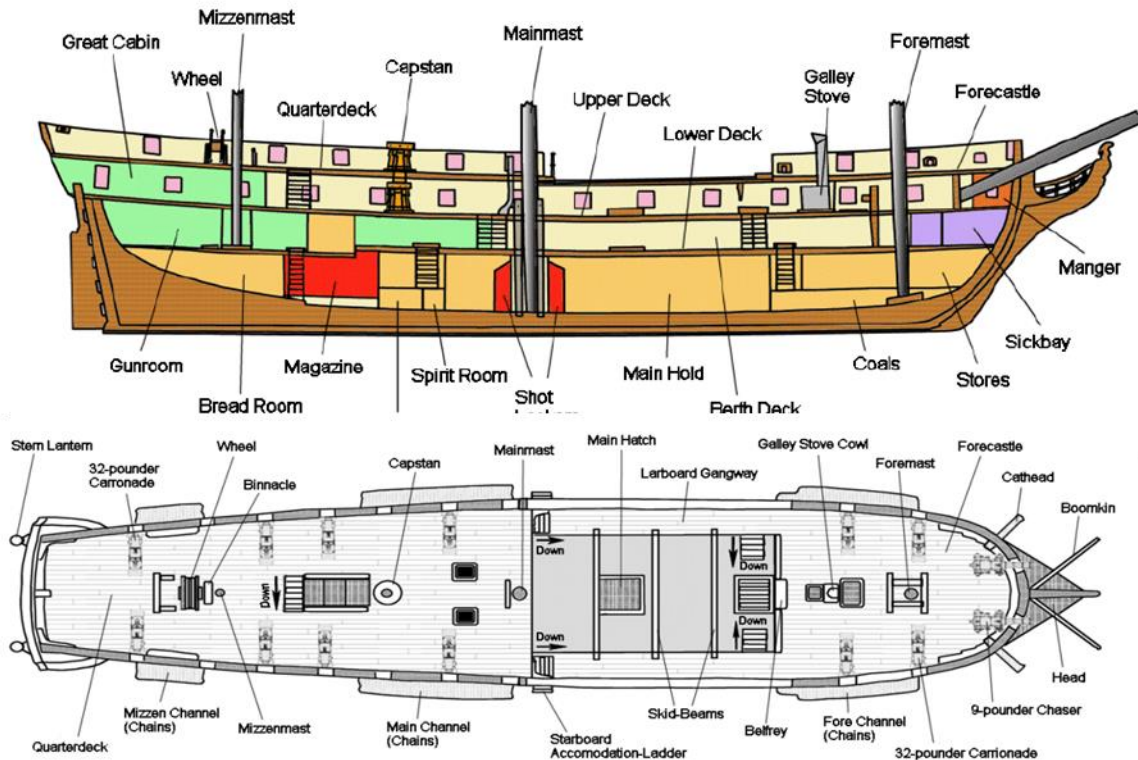
⁷⁷ Πολυδεύκους «Όνομαστικόν»

⁷⁸ <https://translate.google.gr/?hl=el#view=home&op=translate&sl=en&tl=el&text=The%20inventio n%20of%20the%20ship%20steering%20wheel%20>

καλώδιο) πηδαλιού. Τα πλεονεκτήματα του νέου συστήματος (το οποίο στο σύνολο του ονομάζεται μηχανισμός πηδαλιουχίας και που ουσιαστικά χρησιμοποιείται μέχρι και σήμερα) αποδείχθηκαν σημαντικά. Οι βυζαντινοί που ανακάλυψαν το πηδάλιο και το έστρεφαν με την βοήθεια της λαγουδέρας είχαν τον περιορισμό ότι αυτό έστρεφε μέχρι 15° δεξιά ή αριστερά. Αντίθετα, ο τροχός, περιστρέφοντας το πτερύγιο διαμέσου ενός συστήματος μετάδοσης με τροχαλίες που λειτουργούσε κάτω από το κατάστρωμα, διεύρυνε κατά πολύ την ικανότητα περιστροφής και διευκόλυνε τη δυνατότητα ελιγμών και την ακρίβεια της διακυβέρνησης του πλοίου, χαρακτηριστικά που ήταν πραγματικά πολύτιμα στα πλοία που γίνονταν ολοένα και μεγαλύτερα. Με αυτό το σύστημα, τα πλοία άρχισαν να ανταποκρίνονται πολύ περισσότερο στο τιμόνι. Η εφεύρεση του τιμονιού του πλοίου πιστώνεται στο Βρετανικό Βασιλικό Ναυτικό, αν και υπήρξε πολλή συζήτηση και εικασίες σχετικά με την πραγματική προέλευση, καθώς δεν υπάρχουν επαρκή στοιχεία που να υποστηρίζουν την πραγματική πρώτη χρήση του τιμονιού του πλοίου.

Τα πρώτα τιμόνια πλοίων πιστεύεται ότι έχουν εφαρμοστεί περίπου το 1703. Αυτή η ημερομηνία είναι μόνο εικασία, ωστόσο, βασίζεται σε πολλά γνωστά πλοία εκείνης της εποχής που φαίνεται να κάνουν χρήση παλαιότερων εκδόσεων του τροχού του πλοίου.

Ας δούμε μια μικρή ιστορική αναφορά που μας δείχνει το πού τοποθετήθηκε για πρώτη φορά η ρόδα του πηδαλιού επάνω στα πλοία.

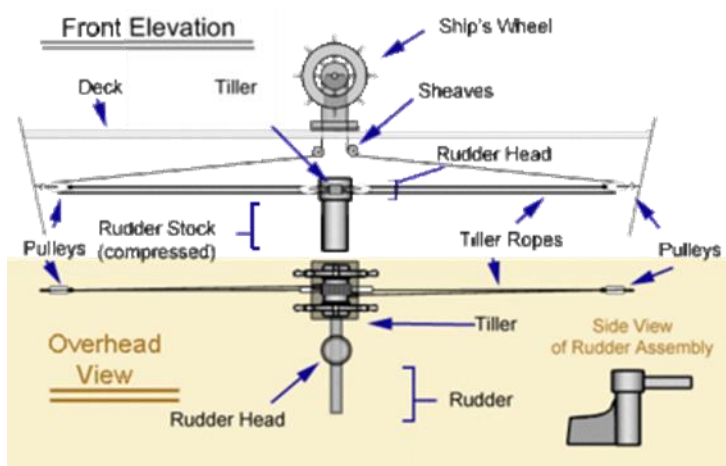


Εικόνα 51. Οι δύο όψεις του quarterdeck

Την⁷⁹ εποχή του Μεσαίωνα, τα πολεμικά πλοία είχαν μόνο ένα κατάστρωμα και δύο υπερκατασκευές, μία στην πλώρη και μία στην πρύμνη. Με την τοποθέτηση των κανονιών στα πλοία, η υπερκατασκευή της πρύμνης σταδιακά αντικαταστάθηκε από μια απλούστερη κατασκευή, ένα υπερυψωμένο deck που εκτείνονταν από την πρύμνη μέχρι το μεσαίο άλμπουρο. Quarter-deck, είναι το όνομα που της έδωσαν οι Άγγλοι.

Το quarterdeck ήταν παραδοσιακά ο χώρος που κυκλοφορούσε ο καπετάνιος από όπου έδινε τις εντολές για την διοίκηση του πλοίου. Στον ίδιο χώρο ο πλοηγός έκανε τις μετρήσεις για την εύρεση του στίγματος και την διόρθωση της πορείας. Στα περισσότερα πλοία ήταν σύνηθες στο quarterdeck να κυκλοφορούν μόνο οι αξιωματικοί και από το υπόλοιπο πλήρωμα μόνο όσοι είχαν συγκεκριμένα καθήκοντα. Λογικό λοιπόν είναι, το τιμόνι να τοποθετηθεί σε κάποιο σημείο στο quarterdeck, διότι από εκεί γίνεται η διακυβέρνηση του πλοίου και κοντά στην πρύμνη, διότι ο μηχανισμός πηδαλιουχίας με τροχαλίες, σχοινιά και αλυσίδες πρέπει να είναι κοντά στο πηδάλιο.

Το⁸⁰ τιμόνι λοιπόν τοποθετήθηκε για πρώτη φορά πίσω από το «mizzenmast», δηλαδή το άλμπουρο της πρύμνης με το τριγωνικό πανί. Δυστυχώς με αυτήν την επιλογή, ο αξιωματικός που ήταν επιφορτισμένος με την πλοήγηση του πλοίου, είχε το οπτικό του πεδίο μπλοκαρισμένο από τα τρία άλμπουρα που βρίσκονταν μπροστά του. Το γύρισμα του τιμονιού ήταν δύσκολη υπόθεση και όταν ο καιρός ήταν κακός χρειάζονταν δύο άτομα για τον αποτελεσματικό χειρισμό. Όταν όμως έχεις δύο άτομα σε έναν περιορισμένο χώρο να προσπαθούν να 'σπρώξουν' ή να 'τραβήξουν' το βαρύ εργαλείο, πολλές φορές συνέβαινε αυτοί να τρακάρουν μεταξύ τους ή και να διαφωνούν εάν θα πρέπει το τιμόνι να στρίψει δεξιά ή αριστερά. Αυτά τα προβλήματα ανάγκασαν τους ναυπηγούς να κατασκευάζουν πλοία με δύο τιμόνια συνδεδεμένα μεταξύ τους με ένα τύμπανο ή και ακόμη με δύο ξεχωριστά τιμόνια. Λέγεται ότι μέχρι το 1740, τα περισσότερα νέα πλοία κατασκευάζονταν με δύο τιμόνια.



Ένα άλλο πρόβλημα στα πρώτα πηδάλια ήταν και η διαφορετική χαλαρότητα των σχοινιών που συνδέουν το τύμπανο της ρόδας με τον μηχανισμό στροφής του πηδαλίου. Το ένα σχοινί μπορεί να ήταν χαλαρό και το άλλο σφικτό, με αποτέλεσμα να μην μπορεί να κεντραριστεί το πηδάλιο και το πλοίο είχε την τάση να 'φεύγει' προς την μία

Εικόνα 52. Μηχανισμός πηδαλιουχίας

⁷⁹ <https://en.wikipedia.org/wiki/Quarterdeck>

⁸⁰ Harland John

κατεύθυνση ή την άλλη χωρίς επάρκεια ελέγχου. Μετά από πολλές δεκαετίες το πρόβλημα λύθηκε από κάποιον Άγγλο με το όνομα Pollard, ο οποίος ήταν ναυπηγός στο Portsmouth Dockyard. Η



ευρεσιτεχνία του Pollard ήταν αυτό που οι Άγγλοι ονομάζουν *sweeps and rowles*. Η μέθοδος αυτή που κρατάει το πλοίο κεντραρισμένο, δοκιμάστηκε από τον Captain Bentinck το 1770. Μετά από πάρα πολλά χρόνια δοκιμών, το *sweeps and rowles* έγινε ο στάνταρ τρόπος κατασκευής των πηδαλίων στα πλοία που κατασκευάζονται από το 1775 και μετά.

Όσον αφορά την χρονολογία παρουσίας στα ναυτιλιακά δρώμενα του τιμονιού, αυτή παραμένει ένα άλυτο μυστήριο μέχρι τις μέρες μας. Οι ειδικοί, όπως προ είπαμε, την τοποθετούν κάπου στο έτος 1703, αλλά δεν επικράτησε άμεσα. Μέχρι το 1740 κατασκευάζονταν και πλοία, τα οποία μετακινούσαν το πηδάλιο με λαγουδέρα.

Εικόνα 53. *Steering wheel*

8.5 Η Πυξιδοθήκη (Binnacle – Γκριζόλα)

Είδαμε προηγουμένως, ότι μετά από το 1740 επικράτησε πλήρως η χρήση της ρόδας για την πηδαλιούχηση του πλοίου. Ένας καλός πηδαλιούχος πρέπει να μπορεί να κρατάει σταθερή πορεία, να εκτελεί τις εντολές πηδαλίου και να επικοινωνεί με τον Α/Φ με ναυτική ορολογία που αφορά στην πορεία ή στους ελιγμούς του πλοίου. Ο πηδαλιούχος βασίζεται στις οπτικές πληροφορίες που έχει (εάν βρίσκεται κοντά σε στεριά) και στην μαγνητική πυξίδα (και όπως θα δούμε αργότερα και



στον δείκτη γωνίας πηδαλίου που υπάρχει στα σύγχρονα πλοία). Αυτό σημαίνει ότι ο χειριστής του τιμονιού πρέπει να έχει άμεση και εύκολη οπτική επαφή με την πυξίδα.

Το⁸¹ τιμόνι ήταν τοποθετημένο όπως είδαμε σε ανοικτό χώρο στο quarterdeck και η πυξίδα έπρεπε να είναι προστατευμένη από τις καιρικές συνθήκες και επιπλέον να είναι ορατή κατά την διάρκεια της νύχτας.

Εικόνα 54. *Πυξιδοθήκη*

Έτσι λοιπόν επινοήθηκε μια ξύλινη κατασκευή που τοποθετήθηκε ακριβώς μπροστά από το τιμόνι και μέσα έβαλαν την πυξίδα για να είναι προστατευμένη. Αυτή ήταν και η αρχική αποστολή

⁸¹ <https://www.wikiwand.com/en/Binnacle>

της γκριζόλας, να φιλοξενεί την πυξίδα στηριγμένη σε έναν μηχανισμό με δακτυλίους για να μένει οριζόντια όταν κουνούσε το πλοίο. Με τον καιρό το ξύλινο κουτί μεγάλωσε και μπορούσε να φιλοξενήσει και δεύτερη πυξίδα και λάμπα για να είναι ορατή η ένδειξη την νύχτα. Η 'καμινάδα' που βλέπουμε στη εικόνα 54, προορίζεται για την εξαγωγή των αναθυμιάσεων της λάμπας. Μπορούσε ακόμη να φιλοξενήσει την κλεψύδρα ή το ναυτικό χρονόμετρο και άλλα ευαίσθητα όργανα ναυσιπλοΐας.

Οι⁸² πρώτες γκριζόλες κατασκευάστηκαν χρησιμοποιώντας σιδερένια καρφιά, αλλά διαπιστώθηκε ότι προκαλούν σφάλματα με τη μαγνητική πυξίδα, οπότε αργότερα κατασκευάστηκαν με μη μαγνητικά υλικά. Η απόκλιση ήταν ένα συνεχιζόμενο πρόβλημα, ιδίως καθώς η ποσότητα σιδήρου και χάλυβα στα πλοία αυξήθηκε. Ο καπετάνιος Matthew Flinders, Royal Navy, διαπίστωσε ότι η τοποθέτηση μιας κάθετης μεταλλικής ράβδου μπροστά από την πυξίδα επέτρεψε να γίνουν προσαρμογές για να ελαχιστοποιηθεί αυτό το αποτέλεσμα. Αυτές οι συσκευές ονομάζονται ακόμα Flinders bars προς τιμήν του. Αργότερα, ο Sir George Airy, ο αστρονόμος Royal, ανακάλυψε ότι η ακρίβεια της μαγνητικής πυξίδας θα μπορούσε να βελτιωθεί περαιτέρω τοποθετώντας μεγάλες μπάλες μαλακού σιδήρου και στις δύο πλευρές της πυξίδας.



Εικόνα 55. Πρώιμη γκριζόλα με λάμπα

Η ιστορία αναφέρει ότι ο πρώτος που έβαλε λάμπα στη γκριζόλα ήταν ο Πορτογάλος Vasco da Gama στο πρώτο ταξίδι (1497-1499) όπου έκανε τον περίπλου της Αφρικής με άφιξη κοντά στο Calicut των Δυτικών Ινδιών.

8.6 Ανακεφαλαίωση – Η Οργάνωση της Γέφυρας έως τον 19^ο Αιώνα

Ο 19^{ος} αιώνας ταυτίζεται με το τέλος εποχής των ιστιοφόρων και μπορούμε να επιχειρήσουμε μια πρώτη αποτίμηση της ιστορικής εξέλιξης της γέφυρας σαν κέντρο διακυβέρνησης του πλοίου μέχρι το 1850 μ.Χ. διότι από εκεί και ύστερα αρχίζει η κυριαρχία των σιδερένιων ατμόπλοιων και μετά των ντιζελοκίνητων γιγάντων.

Η διαπίστωση που μπορούμε να κάνουμε είναι ότι δεν υπάρχει ενιαίος χώρος διακυβέρνησης όπως τον γνωρίζουμε σήμερα, αλλά υπάρχουν διαφοροποιήσεις που εξαρτώνται από τις βελτιώσεις που γίνονται στην ναυσιπλοΐα με την πάροδο των αιώνων και από τις ανάγκες διοίκησης και καταμερισμού ευθυνών των αξιωματούχων του πλοίου.

⁸² <https://www.maritimeprofessional.com/blogs/post/binnacle-13747>

Όπως είδαμε στο Κεφ. 3.1 στην εποχή της παντοκρατορίας της τριήρους, είχαμε την πρώτη οργάνωση κέντρου διακυβέρνησης με τον τριήραρχο σε περίοπτη θέση και κοντά στον κυβερνήτη (χειριστής του κουπιού-πηδαλιού). Λόγω έλλειψης ιστορικών ντοκουμέντων μπορεί να γίνει η υπόθεση, ότι τα πρώιμα ναυτιλιακά βοηθήματα αυτής της εποχής δεν απαιτούσαν κάποιον ιδιαίτερο περικλειστο χώρο για να αποκτήσουμε μια πρώτη εικόνα κέντρου διακυβέρνησης.

Στους Βυζαντινούς χρόνους έχουμε τον πρώτο σκεπαστό χώρο διακυβέρνησης με τον κράβατο του κένταρχου (καπετάνιου) που φιλοξενούσε τον ίδιο τον καπετάνιο και τα βοηθήματα ναυσιπλοΐας, όπως οι αστρολάβοι, οι περίπλοες, σχοινιά για τις βυθομετρήσεις κλπ. Η λαγουδέρα σε ξεχωριστό χώρο και οι αξιωματικοί σε διάφορα άλλα σημεία, ανάλογα με τις αρμοδιότητες, όπως έχουμε δει στο Κεφ. 4.1.

Και⁸³ ερχόμαστε στην θαλάσσια κυριαρχία της Βενετίας με τις περίφημες γαλέες ή γαλέρες



που δεν άλλαξαν τα βασικά τους χαρακτηριστικά για πολλούς αιώνες. Ο κυβερνήτης ονομάζονταν sopracomito. Ήταν ένας ευγενής, ιδιοκτήτης του σκάφους ή διορισμένος από την Σύγκλητο, αν επρόκειτο για κρατικές γαλέες. Στην δεύτερη περίπτωση έμενε στην θέση του για περίπου 5 χρόνια. Ο sopracomito είχε δίπλα του δύο άτομα της εμπιστοσύνης του τον armiraiο ή uomodì consiglio και τον guardiano delle porte. Το δεξί του

Εικόνα 56. Τιμονιέρα μπροστά από την καμπίνα του καπετάνιου

χέρι ήταν ocomito, ένας έμπειρος ναυτικός που είχε σαν καθήκον την ναυσιπλοΐα και την διαχείριση των ναυτικών. Ήταν ένα από τα πιο σημαντικά καθήκοντα γιατί η διαχείριση των ανθρώπινων δυνάμεων μπορούσε να κάνει την διαφορά ανάμεσα στην ζωή και στο θάνατο του πληρώματος. Βοηθός του comito ήταν ο aguzzino ο οποίος, οπλισμένος με μαστίγιο, μετέδιδε τις διαταγές και φρόντιζε να γίνονται σεβαστές.

Ο sopracomito ήταν ο μοναδικός επιβάτης που είχε στην κατοχή του έναν σκεπασμένο χώρο εξοπλισμένο με ένα κρεβάτι και φιλοξενούσε τα ναυτιλιακά βοηθήματα. Όλο το υπόλοιπο πλήρωμα έπρεπε να τακτοποιηθεί όπως μπορούσε, εκτός από τον γραφιά που είχε στην διάθεση του ένα άλλο χώρο προκειμένου να εκπληρεί τις υποχρεώσεις του.

Ο ρόλος του καπετάνιου ως διοικητή, ως νομικού υπεύθυνου και ως υπεύθυνος πλοήγησης εμφανίζεται στην Αγγλία τη δεκαετία του 1580 και κατόπιν ακολούθησαν και οι άλλες ναυτικές χώρες (Γαλλία, Ισπανία κ.λπ.)

⁸³ <https://www.corfuhistory.eu/?p=441>

Ο⁸⁴ 19ος αιώνας είδε επίσης τους πρώτους κανονισμούς για την πλοήγηση στη θάλασσα. Γύρω στο 1840, με τα πρώτα ατμόπλοια, ορισμένα έθνη ανησυχούσαν για τα μέτρα που θα μπορούσαν να γίνουν για να αποφευχθούν συγκρούσεις και ναυάγια. Εκείνη την εποχή, καθένας από αυτούς ενεργούσε ξεχωριστά. Κανένα πλοίο δεν μετέφερε φώτα πλοήγησης, εκτός από πολεμικά πλοία που ταξίδευαν τη νύχτα. Όποτε δύο σκάφη πλησίαζαν το ένα το άλλο, ήταν συνηθισμένο να δείχνουν την παρουσία κάποιου ανυψώνοντας μια σημαία ή ανάβοντας μια φωτοβολίδα. Βρετανικά πλοία εφάρμοσαν τους κανόνες σηματοδότησης που πρότεινε ο W.D. Evans, που θεωρείται ο πατέρας των σημερινών κανονισμών.

Η απλότητα και η αποτελεσματικότητα των βρετανικών κανόνων εκτιμήθηκαν από τους ναυτικούς σε όλες τις χώρες, σε τέτοιο βαθμό που η Γαλλία, όπου οι ναυτικοί κύκλοι ζητούσαν από καιρό ομοιόμορφη νομοθεσία, υπέγραψε συμφωνία το 1848 με τη Μεγάλη Βρετανία σχετικά με τον φωτισμό των ατμόπλοιων. Δεν ήταν ακριβώς μια διεθνής σύμβαση, αλλά απλώς η αποδοχή πανομοιότυπων γενικών κανόνων και στις δύο χώρες. Αυτή η πρώτη συμφωνία συναντήθηκε με εξαιρετική επιτυχία, ωστόσο, επειδή οι διατάξεις της αντιγράφηκαν αμέσως και υιοθετήθηκαν από άλλα κορυφαία ναυτικά έθνη.

Από το λυκαυγές μέχρι το λυκόφως των ιστιοφόρων, τα βοηθήματα που έχει στην διάθεσή του ο master έχουν πληθύνει και έχει βελτιωθεί η ακρίβειά τους. Ακόμη όμως η γέφυρα δεν είναι ενιαίος χώρος, αλλά έχουμε το τιμόνι και την γκριζόλα σε εξωτερικό χώρο στην πρύμνη ακριβώς μπροστά από το δωμάτιο του master, το οποίο είναι ταυτόχρονα κάτι σαν πρώιμο chartroom. Το σίγουρο είναι ότι δεν υπάρχει χωροταξικός σχεδιασμός, αλλά μια υποτυπώδης κατανομή των οργάνων ναυσιπλοΐας, τα οποία μπορούν να κατανεμηθούν σε τέσσερις κατηγορίες.

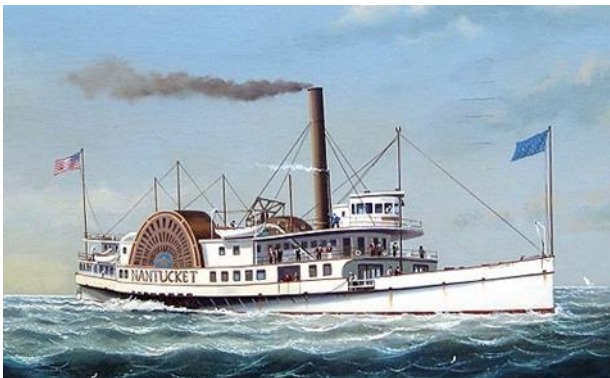
1. Η πρώτη κατηγορία περιλαμβάνει τα όργανα που χρησιμοποιούνται για τον προσδιορισμό της θέσης του πλοίου με την χρήση αστρονομικών μετρήσεων και περιέχει τα crosstaff, backstaff, αστρολάβους, το planisphere, τετράντες, οκτάντες και εξάντες, ανάλογα με την χρονική περίοδο όπως έχουμε δει στα προηγούμενα κεφάλαια.
2. Η δεύτερη κατηγορία έχει να κάνει με την πλοήγηση την μέτρηση του βάθους και της ταχύτητας. Εδώ ανήκει η λαγουδέρα και μεταγενέστερα το οιακοστρόφιο, η πυξίδα, τα σχοινιά βυθομέτρησης και το logline ή δρομόμετρο.
3. Η τρίτη κατηγορία περιλαμβάνει τα όργανα καταγραφής της πορείας και μέτρησης του χρόνου. Εδώ ανήκουν το traverseboard, το logbook, οι κλεψύδρες, το nocturno, και τα ναυτικά χρονόμετρα.
4. Η τελευταία κατηγορία περιλαμβάνει τους προκάτοχους των σημερινών chartrooms. Πορτολάνοι, χάρτες, κουμπάσα, χάρακες και τα λοιπά καλούδια.

⁸⁴ Boisson Philippe

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9. Ο ΣΙΔΗΡΟΣ ΑΝΤΙΚΑΘΙΣΤΑ ΤΟ ΞΥΛΟ

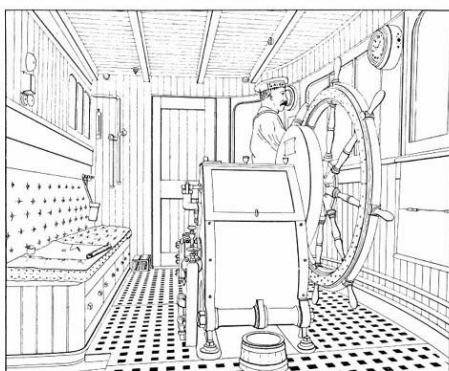
Στην μέχρι τώρα διαδρομή μας μέχρι – τέλη του 18^{ου} αρχές 19^{ου} αιώνα - που αφορά στην γέφυρα και τα όργανα ναυσιπλοΐας, η πρώτη ύλη για την κατασκευή των πλοίων είναι η ξυλεία. Όμως το μήκος των σανίδων και της ξυλείας για τον σκελετό κατασκευής περιορίζεται από το ύψος των δέντρων. Τα υλικά πρέπει να δεθούν μεταξύ τους και τα κενά να γεμίσουν για να γίνει η κατασκευή αδιάβροχη. Τέτοιες κατασκευές όμως παρουσιάζουν αδυναμίες και προβλήματα που περιορίζουν το μέγεθος του πλοίου που μπορεί να κατασκευαστεί στα 70-80 μέτρα. Επίσης η είσοδος στην ναυσιπλοΐα των πρώτων μηχανών ατμού που δοκιμάστηκαν σε ξύλινα πλοία δεν ευδοκίμησε, διότι η ένταση και η δόνηση που προκαλούσε η μηχανή ατμού δημιουργούσε πολλά προβλήματα στην συνδεσμολογία του σκελετού και του πετσώματος. Όμως τα υλικά από σίδηρο μπορούν να συνδεθούν τόσο δυνατά μεταξύ τους που θεωρητικά δίνουν την δυνατότητα κατασκευής σκαφών πολύ μεγάλων διαστάσεων. Για την ιστορία αναφέρεται ότι το πρώτο ατμοκίνητο σκάφος, ήταν το *Pyroscaphe*, κατασκευασμένο στην Γαλλία το 1783.

9.1 Ο Πρόγονος της Σημερινής Γέφυρας



Εικόνα 57. Ατμόπλοιο με πλαϊνούς τροχούς προώθησης

πλάγια, τα πλοία απέκτησαν και μηχανικούς. Οι μηχανικοί εκτός των άλλων ήθελαν μια



Εικόνα 58. Αναπαράσταση γέφυρας ατμόπλοιου

Όπως είδαμε μέχρι τώρα, η διακυβέρνηση των ιστιοφόρων γινόταν από το quarterdeck, που στην state of the art έκδοση περιλάμβανε το οιακοστρόφιο μαζί με την γκριζόλα και το δωμάτιο του καπετάνιου με τα όργανα και τα βοηθήματα ναυσιπλοΐας. Με την άφιξη των πρώτων ατμόπλοιων, τα οποία είχαν τους τροχούς προώθησης στα

πλατφόρμα πάνω από την οποία θα μπορούσαν να επιθεωρούν τους τεράστιους πλευρικούς τροχούς και να επεμβαίνουν όταν χρειαστεί και οι καπετάνιοι δεν ήθελαν οι πλευρικοί τροχοί να εμποδίζουν το οπτικό τους πεδίο, όπως μπορείτε να δείτε στην ένθετη φωτογραφία. Γι'αυτές λοιπόν τις ανάγκες, δημιουργήθηκε μια υπερκατασκευή που στην πραγματικότητα ήταν μια γέφυρα που συνέδεε μεταξύ τους τους τροχούς. Επάνω σε

αυτήν την πλατφόρμα «χτίστηκε» η πρώτη γέφυρα σαν περικλειστος χώρος (steering wheel room), όπως την γνωρίζουμε σήμερα. Αλλά και αργότερα, όταν οι τροχοί προώθησης αντικαταστάθηκαν από τις προπέλες, οι ναυπηγοί διατήρησαν την θέση της γέφυρας στο υψηλότερο σημείο του πλοίου. Μια αναπαράσταση για το πως ήταν η πρώτη περικλειστη γέφυρα βλέπουμε στην εικόνα 58. Αν σας ξενίζει η απουσία της πυξίδας, θα πρέπει να αναφερθεί ότι τα πρώτα ατμόπλοια δρομολογήθηκαν σε ποτάμια, όπου η ύπαρξη της πυξίδας περιττεύει.

9.2 Η Βελτίωση της Γκριζόλας



Εικόνα 59. Γκριζόλα με κλινόμετρο

Το⁸⁵ πρόβλημα της απόκλισης της μαγνητικής πυξίδας, επιδεινώθηκε με την κατασκευή των σιδερένιων πλοίων, διότι το όργανο περιβάλλεται από τόνους μετάλλου που στην πραγματικότητα δημιουργούν ένα δικό τους μαγνητικό πεδίο. Το πρόβλημα της απόκλισης, η οποία ποικίλει από τόπο σε τόπο και αλλάζει με την πάροδο του χρόνου ήταν γνωστό, αλλά λύση δόθηκε μόνον όταν κατανοήθηκε η ύπαρξη του μαγνητικού πεδίου της γης. Η απόκλιση που οφείλεται στο μαγνητικό πεδίο του ίδιου του πλοίου δεν αντιμετωπίστηκε με την δέουσα σοβαρότητα, έως ότου ο Matthew Flinders

πειραματίστηκε με την μαγνητική πυξίδα και την ισορροπία της βελόνας και έδωσε λύση τοποθετώντας δύο μεταλλικές μπάρες κοντά στην πυξίδα το έτος 1801. Αυτές τις μπάρες που συνήθως βλέπουμε δεξιά και αριστερά της γκριζόλας μέχρι και σήμερα τις ονομάζουμε 'Flinders bars'. Μια παραλλαγή της γκριζόλας του Matthew Flinders παρουσίασε το 1876 ο William Thomson, αλλάζοντας τις μπάρες με δύο σφαίρες από μαλακό σίδηρο. Στο εσωτερικό της γκριζόλας υπάρχουν ακόμη δύο οριζόντιες μεταλλικές μπάρες, μία παράλληλη με την διεύθυνση Ν-Σ και μία στην διεύθυνση Ε-Ψ, οι οποίες μπορούν να ρυθμιστούν ώστε να ελαχιστοποιήσουν την απόκλιση της πυξίδας.

Στο εσωτερικό της γκριζόλας υπάρχει τώρα λαμπτήρας με εύκολη πρόσβαση σε περίπτωση που χρειάζεται αλλαγή και στο σώμα της τοποθετήθηκαν τα πρώτα κλινόμετρα που δείχνουν την γωνία οριζόντιας απόκλισης του κύτους.

9.3 Ο Τηλέγραφος Εντολών Μηχανής

Με την είσοδο των ατμομηχανών και ντιζελομηχανών στα πλοία και την τοποθέτηση της τιμονιέρας στο υψηλότερο σημείο του πλοίου η απόσταση γέφυρας – μηχανής μεγάλωσε αισθητά.

⁸⁵ <https://www.britannica.com/technology/binnacle>

Είναι επίσης προφανές ότι για την ασφάλεια της ναυσιπλοΐας και το πόσο γρήγορα ή αργά επιθυμεί ο πλοηγός να πηγαίνει το πλοίο, είναι απαραίτητη η επικοινωνία μεταξύ τους.

Οι⁸⁶ πρώτες προσπάθειες με την χρήση φωνητικών σωλήνων δεν έφεραν τα αναμενόμενα αποτελέσματα, διότι ο υπερβολικός θόρυβος της μηχανής δημιουργούσε παρανοήσεις και λανθασμένους χειρισμούς από τους μηχανικούς. Για την λύση του προβλήματος επινοήθηκε ο τηλέγραφος μηχανής (engine order telegraph). Από τον 19^ο αιώνα μέχρι το 1950 η συσκευή συνήθως αποτελείται από έναν κυκλικό δίσκο διαμέτρου 9 ιντσών με χαραγμένες τις εντολές για την επιθυμητή ταχύτητα και έναν μοχλό που μετακινεί τον δείκτη στο επιθυμητό σημείο.



Εικόνα 60. Τηλέγραφος γέφυρας και μηχανής

Στην πράξη ο τηλέγραφος αποτελείται από ένα ζεύγος συσκευών, τον εντολέα, που είναι στη γέφυρα, και τον λήπτη που είναι στη μηχανή και ένα ζεύγος κουδουνιών στα αντίστοιχα σημεία. Ο πλοίαρχος μέσω του τηλέγραφου δίνει εντολές στο μηχανοστάσιο σχετικά με την ταχύτητα της μηχανής, καθώς και τη φορά περιστροφής – δεξιόστροφα ή αριστερόστροφα.

Η εντολή από το πλοηγό δίνεται μετακινώντας τον μοχλό στην θέση που θέλει. Τότε στέλνεται ένα ηλεκτρικό σήμα στο κουδούνι και στον τηλέγραφο της μηχανής, στον οποίο ο δείκτης μετακινείται στο σημείο που συμφωνεί με αυτό της γέφυρας και τα κουδούνια αρχίζουν να χτυπάνε. Ο μηχανικός αφού κάνει τις απαραίτητες ενέργειες σύμφωνα με την εντολή που πήρε μετακινεί τον δικό του μοχλό στο αντίστοιχο σημείο για να δείξει ότι πήρε το μήνυμα και έγιναν οι ενέργειες και σταματούν τα κουδουνίσματα.



Εικόνα 61. Remote control engine order

Για επείγουσες εντολές που απαιτούν άμεση αντίδραση από την μηχανή το χειριστήριο της γέφυρας μετακινείται τρεις φορές και στέλνει τρία κουδουνίσματα στην μηχανή για να τους θέση σε

⁸⁶ <https://www.linguee.com/english-greek/translation/engine+room.html>

εγρήγορση και να αντιδράσουν αμέσως.

Στα περισσότερα νέα πλοία ο τηλεγράφος εντολών της γέφυρας λειτουργεί απευθείας χωρίς την παρεμβολή του προσωπικού του μηχανοστασίου. Αν και είναι μηχανισμός απομακρυσμένου ελέγχου (remote control device), διατηρεί το παλιό του όνομα σαν τηλεγράφος εντολών μηχανής. Ο παγκόσμιος οργανισμός ναυτιλίας απαιτεί εκτός από την ύπαρξη του remote control και τον παραδοσιακό τηλεγράφο, ο οποίος μεταφέρει τις εντολές της γέφυρας στην μηχανή σε περίπτωση αποτυχίας ή δυσλειτουργίας του αυτόματου συστήματος.

9.4 Chart Room

Καθώς παρακολουθούμε την εξέλιξη της γέφυρας, βλέπουμε με την πάροδο του χρόνου να εφοδιάζεται με διάφορα ναυτιλιακά βοηθήματα. Στην αρχή ήταν μόνο το οιακοστρόφιο και η γκριζόλα με το κλινόμετρο και την πυξίδα και αργότερα με την εμφάνιση του ατμού την προσθήκη του τηλεγράφου μηχανής. Τα⁸⁷ σιδερένια πλοία όλο και μεγαλώνουν το μέγεθός τους και το πρώτο υπερατλαντικό ταξίδι με ατμόπλοιο είναι γεγονός. Το Αμερικάνικο πλοίο *SS Savannah*, ξεκίνησε από την Georgia των ΗΠΑ στις 18 Μαΐου 1819 και έφθασε στο Liverpool της Αγγλίας στις 20 Ιουνίου 1819. Η χαρτογραφία έχει κάνει θαύματα και τα πλοία έχουν στην διάθεσή τους όλο τον κόσμο αποτυπωμένο στους ναυτικούς χάρτες.



Εικόνα 62. Chart Room παλαιάς και νεότερης κοπής

Η ασφάλεια της ναυσιπλοΐας θέλει κατά τον νυχτερινό πλου να επικρατεί σκοτάδι στην γέφυρα, αλλά η εργασία του καπετάνιου με τους χάρτες απαιτεί γρήγορη πρόσβαση στην τιμονιέρα και φως. Αυτός ο συνδυασμός - κοντά στην γέφυρα και φως- δημιούργησε την ανάγκη ύπαρξης ενός ξεχωριστού και κυρίως ήσυχου χώρου. Και έτσι εγένετο ο ιερός χώρος του πλοίου, το δωμάτιο χαρτών ή chartroom όπως το λένε όλοι, στο deck της γέφυρας πίσω από τον χώρο πηδαλιούχησης. Στο τραπέζι που απλώνονται οι χάρτες από κάτω υπάρχουν συρτάρια όπου

⁸⁷ Braynard, Frank

ταξινομούνται με κριτήριο την γεωγραφική περιοχή και την κλίμακα. Παραδοσιακά το τραπέζι στο δωμάτιο χαρτών, έχει τέτοιο προσανατολισμό, ώστε όταν στέκεσαι μπροστά του να 'κοιτάς' προς την πλώρη. Εκτός από τους χάρτες, τα πρώιμα chartrooms φιλοξενούσαν και τα ναυτιλιακά όργανα όπως τον εξάντα, το χρονόμετρο κλπ. Σήμερα ο διαχωρισμός του chartroom από τον χώρο πηδαλιούχησης είναι ανύπαρκτος εκτός από το ότι βρίσκεται στο πίσω χώρο της γέφυρας και το βράδυ απομονώνεται με αδιαπέραστες από το φως κουρτίνες και διαθέτει πάρα πολλά ηλεκτρονικά βοηθήματα.



Εικόνα 63. Η αναπαράσταση της γέφυρας του Τιτανικού.

Τηλέγραφοι μηχανής, γκριζόλα και το τιμόνι. Κάπου ακουμπισμένα βρίσκονται τα κιάλια και αυτό είναι όλο. Στους πίσω χώρους το chartroom και το δωμάτιο ασυρμάτου, με επίσης λιτό εξοπλισμό. Μετά από την παρουσίαση της επανάστασης που έφερε η βιομηχανία σιδήρου στην ναυτιλία, είναι προφανές ότι η φωτογραφία της γέφυρας του Τιτανικού πιο πάνω μας δίνει μια πρώτη γεύση της εξέλιξης από το ξύλο στον σίδηρο και το πώς αυτή βρίσκει πεδίο εφαρμογής στην ναυπηγική και στον σχεδιασμό της γέφυρας. Ένας λιτός χώρος που ενσωματώνει όλη την τεχνογνωσία της ναυσιπλοΐας μέχρι τις αρχές του 20^{ου} αιώνα και δεν προμηνύει τίποτα από τον καταρσισμό της τεχνολογικής επανάστασης που θα ακολουθήσει και θα διαρκέσει μέχρι και σήμερα..

Από τις αρχές του προηγούμενου αιώνα και μεταγενέστερα, υπάρχει πληθώρα ιστορικών στοιχείων και ντοκουμέντων, τα οποία ρίχνουν άπλετο φως στην εξέλιξη της γέφυρας των πλοίων. Είναι δυνατόν λοιπόν από τούδε και στο εξής να ακολουθηθεί μια αυστηρά χρονολογική σειρά παρουσίασης των βελτιώσεων του εξοπλισμού της γέφυρας, αλλά κάτι τέτοιο θα έμοιαζε με συναρμολόγηση ενός αντιαισθητικού παζλ με δυσδιάκριτο περιεχόμενο. Αντί λοιπόν για μία βαθμωτή παρουσίαση θα γίνει μια κατά κάποιο τρόπο εννοιολογική παρουσίαση, σε τρεις άξονες αφού υπενθυμίσουμε ότι, **γέφυρα πλοίου είναι** ότι έχει σχέση με την **διακυβέρνηση**, την **ναυσιπλοΐα** (όλες οι τεχνικές με τις οποίες επιτυγχάνεται ο γρήγορος και ασφαλής πλους) και τις **επικοινωνίες** του πλοίου, αρχίζοντας την παρουσίαση από το τελευταίο.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10. ΑΠΟ ΤΙΣ ΣΗΜΑΙΕΣ ΣΤΟΝ MARCONI ΚΑΙ ΣΤΟ VHF

Η ανάγκη επικοινωνίας μεταξύ των πλοίων και πλοίου – ξηράς πρέπει να είναι τόσο παλαιά, όσο την πρώτη φορά που ο άνθρωπος ανέβηκε σε ένα κορμό δέντρου και όταν απομακρύνθηκε από την στεριά ανακάλυψε ότι δεν μπορούσε να φωνάξει τόσο δυνατά, ώστε να ζητήσει βοήθεια.

Για χιλιάδες χρόνια οι επικοινωνίες ήταν δύο ειδών, ηχητικές και οπτικές. Κουδούνια, καμπάνες σφυρίχτρες, σάλπιγγες κλπ. έδιναν τα ηχητικά σήματα, ενώ στα οπτικά εμπλέκονται τα φώτα, οι σημαίες και οι σηματοφόροι. Φυσικά, αυτές οι μορφές επικοινωνίας για να έχουν κάποιο νόημα χρειάζονται την ανάπτυξη κάποιου είδους 'κώδικα'. Έτσι γρήγορα έγινε εφικτό, ακόμη και μια απλή σημαία όταν τοποθετηθεί στη κατάλληλη θέση, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να μεταφέρει ένα καθαρό και σαφές μήνυμα. Παρά τα όποια πλεονεκτήματα της τεχνολογίας που αναπτύχθηκε με την εισαγωγή των ασύρματων συστημάτων, τα οπτικά και ηχητικά σήματα αποτελούν ακόμη ένα σημαντικό κομμάτι των ναυτικών επικοινωνιών. Κάτω από τον Διεθνή Κώδικα για την Αποφυγή Συγκρούσεων στην Θάλασσα (International Regulations for the Prevention of Collision at Sea), τα πλοία που βρίσκονται σε κοντινή απόσταση πρέπει να ανακοινώνουν τις προθέσεις τους για αλλαγή πορείας, δίνοντας ένα προκαθορισμένο σήμα με τις σφυρίχτρες ή με την μπουρού του πλοίου. Τα πλοία που κινούνται στην ομίχλη πρέπει να εκπέμπουν τα κατάλληλα ηχητικά σήματα.

10.1 Οι Σημαίες Σήμανσης

Τα πλοία που συναντιούνται στην θάλασσα ή εισέρχονται σε λιμάνια επικοινωνούν με σημαίες σήμανσης, σύμφωνα με τον Διεθνή Κώδικα Σημάτων (ΔΚΣ). Ο σκοπός του ΔΚΣ είναι να παρέχει τρόπους και μέσα επικοινωνίας σε περιστάσεις, οι οποίες σχετίζονται ουσιαστικά με την ασφάλεια της ναυσιπλοΐας και των προσώπων, ειδικά όταν παρουσιάζονται γλωσσικές δυσχέρειες ή δυσχέρειες επικοινωνίας.



Εικόνα 64. Σημαίες σήμανσης στην 'πίστα' και το σηματοθέσιο στον χώρο της γέφυρας

Ο⁸⁸ πρώτος ΔΚΣ σχεδιάστηκε το 1855 στην Αγγλία και μετά από ορισμένες τροποποιήσεις, υιοθετήθηκε ο νέος ΔΚΣ το 1969 όπως τροποποιήθηκε και ισχύει σήμερα υπό την αιγίδα του Διεθνούς Ναυτιλιακού Οργανισμού (International Maritime Organization – IMO). Οι σημαίες που χρησιμοποιούνται σήμερα για την επικοινωνία μεταξύ των πλοίων ή με την ξηρά έχουν διαστάσεις από 0,5m x 0,5m έως 1,2m x 1,2m ανάλογα με το πλοίο και τα ιστία του. Οι σημαίες αυτές χρησιμοποιούνται για πολύ κοντινές αποστάσεις, μέχρι και 3,5 ναυτικά μίλια, ενώ με τη χρήση κιαλιών η απόσταση αυξάνει ακόμα περισσότερο. Ένας ειδικά διαμορφωμένος χώρος στην γέφυρα, για εύκολη πρόσβαση και αναγνώριση, προορίζεται για την φύλαξη των σημαίων

Η κωδικοποίηση και ο τρόπος τοποθέτησης των θαλάσσιων σημαίων θεωρείται ότι είναι πέρα από τον σκοπό της παρούσης εργασίας και γι' αυτό παραλείπονται.

10.2 Οι Πρώτες Ασύρματες Επικοινωνίες

Η⁸⁹ ιστορία μας θα πρέπει να ξεκινήσει το 1837, όταν Αμερικανός Samuel Morse, παρουσίασε στο πανεπιστήμιο της Νέας Υόρκης τον πρώτο ενσύρματο τηλεγράφο, που με απλά λόγια είναι μηχανήμα το οποίο μεταφράζει τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα που μεταδίδονται μέσα από σύρμα σε τελείες και παύλες πάνω σε χαρτοταινία. Με την χρηματοδότηση του Αμερικανικού Κογκρέσου κατάφερε να τελειοποιήσει την συσκευή του και να επινοήσει και τον κώδικα με τελείες και παύλες που φέρει το όνομά του. Ο κώδικας Μορς δεν ήταν τίποτε άλλο, παρά μία ευφυής μετατροπή του αλφαβήτου σε ηχητικά σήματα, με την αντιστοίχιση συνδυασμών δύο μόλις σινιάλων, της τελείας και της παύλας. Μία εφαρμογή, που αποδείχτηκε σωτήρια για χιλιάδες ανθρώπους. Η συχνότητα εκπομπής ήταν 500 KHZ, με ποιότητα σήματος που μειωνόταν όσο μεγάλωνε η απόσταση και με συνέπεια το γνωστό " φύσημα ". Η πρώτη τηλεγραφική γραμμή συνέδεσε την Ουάσιγκτον με την Βαλτιμόρη και στις 24 Μαΐου του 1844 το μήνυμα "What hath God wrought?" καταγράφηκε με τελείες και παύλες σε ένα κομμάτι χαρτί. Αυτό ήταν το πρώτο τηλεγραφικό μήνυμα παγκοσμίως.

Το⁹⁰ επόμενο μεγάλο βήμα στις επικοινωνίες έγινε το 1887/1888, όταν ο Γερμανός φυσικός Heinrich Hertz κατάφερε να παράγει, να στέλνει και να λαμβάνει πειραματικά ηλεκτρομαγνητικά κύματα. Αυτό ήταν το ξεκίνημα της ασύρματης τηλεγραφίας ή ραδιοτηλεγραφίας.

Το 1894 ο Ιταλός Guglielmo Marconi άρχισε να πειραματίζεται με την ασύρματη τηλεγραφία και ήταν αυτός που πέτυχε την πρώτη μετάδοση μηνύματος χωρίς την χρήση συρμάτων. Το 1897 πέτυχε στην πρώτη ασύρματη μεταφορά σε απόσταση 14,5 χιλιομέτρων κατά μήκος του Bristol Channel. Αυτό ήταν και το πρώτο ασύρματο μήνυμα που στάλθηκε από πλοίο προς την ακτή. Το

⁸⁸ <https://el.wikipedia.org/wiki>

⁸⁹ Goldsmith A. 2005

⁹⁰ LaurieThomas L 2001

πλοίο ήταν το East Goodwin και στη στεριά ο δέκτης είχε στηθεί σε έναν φάρο κοντά στο Dover.



Την ίδια χρονιά άρχισε να αντικαθιστά τους σταθμούς οπτικού σήματος κατά μήκος των βρετανικών ακτών με ραδιοφωνικούς σταθμούς. Το 1901 απέστειλε το πρώτο ασύρματο μήνυμα με κώδικα μορς δια μέσω του Βόρειου Ατλαντικού Ωκεανού. Αυτό το υπερατλαντικό μήνυμα ήταν μόνο ένα γράμμα , το 'S', αλλά η αρχή έγινε και μάλιστα με επιτυχία. Ο Marconi

Εικόνα 65. Ο Guglielmo Marconi

δεν⁹¹ ήταν εφευρέτης, αλλά καινοτόμος, τελειοποιούσε γνωστές τεχνικές, και κατοχύρωνε με δίπλωμα ευρεσιτεχνίας τα αποτελέσματα. Ήταν ένας πραγματικός επιχειρηματίας. Ο Marconi με το έργο του εξασφάλισε την παγκόσμια επανάσταση της ασύρματης τηλεγραφίας. Το έτος 1899 αποκαταστάθηκε για πρώτη φορά ασύρματη επικοινωνία μεταξύ πλοίων (ship to ship) και από τότε άρχισε σταδιακά η χρήση ασυρμάτων στα πλοία. Την ίδια χρονιά έγινε και η πρώτη διάσωση με την χρήση του ασύρματος. Το 1899 το ρωσικό θωρηκτό «General-Admiral Apraksin» είχε κολλήσει στον πάγο στον Κόλπο της Φινλανδίας και διασώθηκε χάρη στην ασύρματη σύνδεση με διερχόμενο παγοθραυστικό.

10.3 Η Ιστορία του SOS

Στις⁹² αρχές του 20ου αιώνα τα υπερατλαντικά ταξίδια είχαν γίνει σύνηθες φαινόμενο και πολλά πλοία είχαν εγκαταστήσει στην γέφυρα σταθμούς ασυρμάτων. Οι πρώτοι ασυρματιστές προήλθαν από την τάξη των σιδηροδρομικών υπαλλήλων και από τους χειριστές τηλεγράφου των ταχυδρομείων.

Γρήγορα αναγνωρίστηκε η ανάγκη ύπαρξης ενός σήματος κινδύνου που θα αναγνωρίζεται άμεσα από όλους τους αποδέκτες. Στην⁹³ πρώτη παγκόσμια σύνοδο ασύρματης τηλεγραφίας, προτάθηκε από τους Ιταλούς η σειρά γραμμάτων "SSSDDD" που πιθανώς να είναι τα αρχικά γράμματα της φράσης «Ship in Distress». Η πρόταση των Ιταλών δεν έτυχε αποδοχής και η λήψη αποφάσεων αναβλήθηκε για την επόμενη σύνοδο. Εν τω μεταξύ στην Αγγλία είχε επικρατήσει για όλες τις επείγουσες κλήσεις να ξεκινούν με τα γράμματα "CQ", που τους απέδιδαν την έννοια "προς όλους τους σταθμούς".

Η⁹⁴ εταιρία "Circular 57" του Marconi ξεκινώντας από το "CQ", εισηγήθηκε το 1904 την σειρά γραμμάτων "CQD" για τις κλήσεις κινδύνου. Το 'D' που πρόσθεσε στο τέλος προέρχεται από την

⁹¹ <https://www.thoughtco.com/guglielmo-marconi-biography-4175003>

⁹² Howeth L.C 1963.

⁹³ McEwen N. 1999

⁹⁴ http://www.telegraph-office.com/tel_off.html

λέξη Distress. Το 'CQD' τέθηκε σε ισχύ την 1η Φεβ. του 1904, αλλά πολλοί σταθμοί παρερμήνευαν τα γράμματα, θεωρώντας ότι είναι αρχικά των λέξεων "Come Quick Danger", ενώ η ακριβής σημασία του ήταν "All Stations, Distress." και δεν έγινε ποτέ παγκόσμιο στάνταρ.

Στην⁹⁵ δεύτερη παγκόσμια σύνοδο ασύρματης τηλεγραφίας στο Βερολίνο τον Νοέμβριο του 1906, τέθηκε και πάλι το ζήτημα της κλήσης κινδύνου. Η απόφαση που πάρθηκε ήταν "SOS" (· · · – – · · ·) που ήδη χρησιμοποιούσαν οι Γερμανοί από το 1905, με το σκεπτικό ότι οι τρεις τελείες, τρεις παύλες και τρεις τελείες σαν συνεχόμενα σύμβολα ήταν αδύνατο να παρερμηνευτούν.



Η παράγραφος 6α του Service Regulations Affixed to the International Wireless Telegraph Convention, "Signals of Transmission" το 1906 αρχίζει με το: "Ships in distress shall use the following signal: ···---· repeated at brief intervals". Δεν υπάρχει ειδική σημασία για τα γράμματα SOS και είναι λάθος να παρεμβάλλονται κενά μεταξύ τους. Όλες οι δημοφιλείς ερμηνείες που έχουν δοθεί, όπως "SOS," "Save our Ship," "Save Our Souls," ή "Send Out Succour" είναι απλά λάθος. Η ετήσια έκθεση του Marconi Yearbook of Wireless Telegraphy and Telephony το 1918 αναφέρει:

Εικόνα 66. Κλήση SOS

"This⁹⁶ signal [SOS] was adopted simply on account of its easy radiation and its unmistakable character. There is no special signification in the letter themselves, and it is entirely incorrect to put full stops between them [the letters]". Οι σταθμοί που ακούνε αυτό το σήμα κινδύνου, πρέπει αμέσως να ακυρώσουν τις άλλες κλήσεις μέχρι να τελειώσει η επείγουσα κατάσταση.

Εδώ⁹⁷ θα πρέπει να σημειωθεί ότι η ασύρματη τηλεφωνία χρησιμοποιεί το «MAYDAY» ως το πρότυπο κλήσης έκτακτης ανάγκης. Το MAYDAY κατά πάσα πιθανότητα, προέρχεται από την παράφραση του Γαλλικού "m'aider", που σημαίνει 'βοήθησέ με' (help me).

10.4 Απρίλιος 14, του 1912

Οι σταθμοί ασυρμάτου άρχισαν να τοποθετούνται στα πλοία στις αρχές του 20ου αιώνα και κυρίως σε επιβατηγά πλοία.. Σε αυτές τις πρώτες εγκαταστάσεις, η κύρια χρήση των ασυρμάτων ήταν η αποστολή και η λήψη τηλεγραφημάτων των επιβατών. Δεν υπήρχαν στάνταρ ώρες βάρδιας στον ασύρματο ούτε καν υπήρχε κανονισμός που απαιτούσε υποχρεωτική εγκατάσταση ασυρμάτου στα πλοία. Επίσης υπήρχε έλλειψη κανονιστικών αρχών για την χρήση του φάσματος συχνοτήτων από τα πλοία και συχνά παρατηρείτο το φαινόμενο, ερασιτεχνικοί

⁹⁵ <https://www.olderadio.org/2012/11/november-22-1906-ratification-of-sos.html>

⁹⁶ <http://www.telegraph-office.com/pages/arc2-2.html>

⁹⁷ <https://www.translatum.gr/forum/index.php?topic=48173.0>

σταθμοί ασυρμάτου να παρεμβάλλονται σε συχνότητες των εμπορικών σταθμών ή και το αντίστροφο⁹⁸.

Όλα αυτά άλλαξαν, αρχής γενομένης από το πρωινό της 14ης Απριλίου του 1912, όταν το πιο σύγχρονο επιβατηγό πλοίο της εποχής του, το RMS Titanic, βυθίστηκε μετά από σύγκρουση με παγόβουνο στον βόρειο Ατλαντικό. 1500 άνθρωποι χάθηκαν σε εκείνο το ναυάγιο, αλλά 700 και πλέον σώθηκαν χάρις στις προσπάθειες των δύο ασυρματιστών. Εδώ⁹⁹ πρέπει να σημειωθεί ότι, οι δύο ασυρματιστές δεν ήταν μέλη του πληρώματος, αλλά υπάλληλοι της εταιρίας 'British Marconi Marine', η οποία είχε μισθώσει τις υπηρεσίες των δύο ασυρματιστών και του εξοπλισμού



στην διαχειρίστρια εταιρία του Titanic, την 'White Star'. Δεν υπήρχε ακόμη η ειδικότητα του ασυρματιστή. Αξίζει επίσης να αναφερθεί ότι στα έξι πρώτα σήματα κινδύνου που έστειλαν, χρησιμοποίησαν την σειρά γραμμάτων "CQD", όπως "This is Titanic. CQD. Engine room flooded" και μόνο κατόπιν υποδείξεως του captain **Edward John Smith** στάλθηκαν σήματα "SOS". Τα υπόλοιπα είναι γνωστά και έχουν

Εικόνα 67. Ο χώρος επικοινωνιών του Τιτανικού

καταγραφεί από την ιστορία. Το κοντινότερο πλοίο SS Californian, δεν παρέλαβε το σήμα κινδύνου επειδή ο ασυρματιστής είχε τελειώσει την βάρδια και είχε αποχωρήσει και το RMS Carpathia, που πήρε το σήμα κατέφθασε δύο ώρες μετά την βύθιση και περισυνέλλεξε 705 ναυαγούς, τους οποίους μετέφερε στην Νέα Υόρκη.

Το¹⁰⁰ ναυάγιο του Τιτανικού έγινε η αφορμή για μια σειρά θεμελιωδών αλλαγών στις ναυτικές επικοινωνίες, όπως :

- Όλα τα πλοία υποχρεώθηκαν να έχουν σταθμούς ασυρμάτου.
- Καθορίστηκαν οι ώρες φυλακής στο radio room.
- Καθορίστηκαν οι προτεραιότητες των μηνυμάτων.
- Κατοχυρώθηκαν οι συχνότητες μηνυμάτων κινδύνου.
- Συστήθηκαν για πρώτη φορά οι περίοδοι σιγής ασυρμάτου.

Έπαιξε επίσης καταλυτικό ρόλο για την ιδέα της σύστασης του International Convention for the Safety of Life At Sea (σύμβαση SOLAS). Η υλοποίηση της σύμβασης SOLAS καθυστέρησε λόγω του 1ου παγκόσμιου πολέμου και τέθηκε σε ισχύ το 1920.

⁹⁸ Parkinson 2016

⁹⁹ <https://www.britannica.com/topic/Titanic>

¹⁰⁰ <https://www.britannica.com/topic/International-Conference-for-Safety-of-Life-at-Sea>

10.5 Το Ραδιοτηλέφωνο και το VHF

Οι¹⁰¹ πρώτοι ασύρματοι δεν είχαν την δυνατότητα εκπομπής ήχου ή ομιλίας και γι' αυτό η πρώτη χρήση ραδιοκυμάτων για τις επικοινωνίες ονομάστηκε ασύρματη τηλεγραφία (wireless telegraph). Το 1895 ο Alexander Stepanovich Popov κατάφερε να δημιουργήσει τον πρώτο δέκτη ραδιοκυμάτων, τα οποία μετέτρεπε σε ήχο με την χρήση ενός συνοχέα, προάγοντας ένα βήμα παραπέρα την ασύρματη τηλεγραφία, η οποία με τις βελτιώσεις που ακολούθησαν απέκτησε και την δυνατότητα ασύρματης τηλεφωνίας ή όπως την γνωρίζουμε σήμερα σαν ραδιοτηλεφωνία. Κατά την διάρκεια των δεκαετιών 1920's, 30's και 40's οι ναυτικές επικοινωνίες αναβαθμίστηκαν με τις βελτιώσεις της ραδιοτηλεφωνίας, η οποία έγινε ο στάνταρ τρόπος επικοινωνίας μεταξύ των πλοίων και μεταξύ πλοίου - ξηράς. Με την χρήση των υψηλών συχνοτήτων (High Frequency)



Εικόνα 68. Τυπικό radio room σε εμπορικό πλοίο

δόθηκε στην ασύρματη επικοινωνία η δυνατότητα κάλυψης όλο και μεγαλύτερων αποστάσεων. Ο Β' παγκόσμιος πόλεμος έδωσε μεγάλη ώθηση στις ναυτικές επικοινωνίες. Ανάμεσα στα άλλα βελτιώθηκε η bridge to bridge επικοινωνία με την χρήση συσκευών που μετεξελίχθηκαν στο σημερινό marine VHF radio.

Μετά τον πόλεμο, οι ναυτικές επικοινωνίες ενσωμάτωσαν τις τελευταίες ανακαλύψεις στα ηλεκτρονικά, όπως το τρανζίστορ που έφερε την κατάργηση των λυχνιών και του ογκώδους σταθμού ασυρμάτου στα πλοία.

Μέχρι τα τέλη του 70, παρά την αλματώδη ανάπτυξη στις επικοινωνίες, ο κώδικας Μορς είχε ακόμη θέση ανάμεσα στα ραδιοκύματα που χρησιμοποιούσαν τα πλοία. Μετά από ογδόντα χρόνια ανάπτυξης των επικοινωνιών, ο συναγερμός σε περίπτωση ναυτικού κινδύνου εξακολουθούσε να εξαρτάται από έναν άνθρωπο (τον ασυρματιστή) καθισμένο μπροστά σε έναν σταθμό ασυρμάτου. Οι αξιωματικοί ασυρμάτου έστελναν ένα σήμα κινδύνου με κώδικα Μορς ή με το ραδιοτηλέφωνο με την ελπίδα ότι ένα άλλο πλοίο ή ένας σταθμός ξηράς θα ακούσει την κλήση και θα ανταποκριθεί. Από την εποχή του Τιτανικού οι ναυτικές επικοινωνίες έχουν βοηθήσει να σωθούν χιλιάδες ζωές και είναι το θεμελιώδες στοιχείο του Marine Search and Rescue (SAR).

Το¹⁰² VHF -**V**ery **H**igh **F**requency, είναι καθορισμένο τμήμα του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος που περιλαμβάνει οποιαδήποτε ακτινοβολία με μήκος κύματος μεταξύ 1 και 10 μέτρων

¹⁰¹ Friedewald M. 2000

¹⁰² <https://www.britannica.com/technology/VHF>

και συχνότητα μεταξύ 300 και 30 megahertz. Τα σήματα VHF χρησιμοποιούνται ευρέως για ραδιοφωνικές εκπομπές και πολύ σύντομα βρήκαν εφαρμογή και στην πρώιμη ασύρματη επικοινωνία της ναυτιλίας. Τα κύματα VHF δεν αντανakλώνται από την ατμόσφαιρα και δεν κάμπτονται εύκολα γύρω από την καμπυλότητα της Γης και για αυτό τον λόγο δεν μπορούν να μεταδοθούν πέρα από τον ορίζοντα. Η εμβέλειά τους περιορίζεται περαιτέρω από την ανικανότητά τους να περάσουν από λόφους ή μεγάλες κατασκευές. Ως εκ τούτου, τα κύματα VHF περιορίζονται στη χρήση σε επικοινωνίες μικρής εμβέλειας.

Από¹⁰³ τεχνική άποψη, το VHF είναι παρόμοιο με τον τρόπο με τον οποίο μεταδίδουν οι εμπορικοί ραδιοφωνικοί σταθμοί. Έχει το πλεονέκτημα ότι ο εξοπλισμός είναι σχετικά απλός και επομένως μπορεί να είναι συμπαγής και χαμηλού κόστους. Προκειμένου να διασφαλιστεί ότι η χρήση στην ναυτιλία δεν προκαλεί παρεμβολές σε άλλους χρήστες ραδιοσυχνοτήτων, ένα μέρος του ραδιοφάσματος είχε διατεθεί ειδικά σε αυτήν την ομάδα για να λειτουργήσει σε όσο το δυνατόν απλούστερες συχνότητες σε αριθμημένα κανάλια. Για παράδειγμα, το κανάλι 16 (συνήθως συντομογραφία Ch16) αναφέρεται στην πραγματικότητα σε συχνότητα 156.800MHz.

Επειδή η επικοινωνία δεν γνωρίζει γεωγραφικά ή πολιτικά σύνορα και για να εξασφαλιστεί ότι τα πλοία που ταξιδεύουν μπορούν πάντοτε να επικοινωνούν, το εύρος συχνοτήτων VHF είναι το ίδιο σε όλο τον κόσμο. Συγκεκριμένα υπάρχουν 55 διεθνείς δίαυλοι για ναυτιλιακή χρήση.

¹⁰³ <https://www.ybw.com/vhf-marine-radio-guide/what-is-vhf-6228>

Όταν τα ναυτικά έθνη συγκεντρώθηκαν το 1914 για να αναπτύξουν την πρώτη διεθνή σύμβαση για την ασφάλεια στη ναυτιλία, μετά από την απώλεια του Τιτανικού που έγινε δύο χρόνια νωρίτερα, το επίκεντρο δεν ήταν μόνο η πρόληψη των ναυτικών ατυχημάτων αλλά και η βελτίωση της πιθανότητας επιβίωσης. Η διάσκεψη αυτή είχε ως αποτέλεσμα την έγκριση της διεθνούς σύμβασης για την ασφάλεια της ανθρώπινης ζωής στη θάλασσα (SOLAS), η οποία περιλάμβανε κανονισμούς για την παροχή εξοπλισμού διάσωσης και την ασφάλεια της ναυσιπλοΐας (IMO 1999).

Η SOLAS, η οποία από τότε αναθεωρήθηκε και επικαιροποιήθηκε πολλές φορές, τέθηκε αργότερα υπό την αιγίδα του Διεθνούς Ναυτιλιακού Οργανισμού (IMO) των Ηνωμένων Εθνών, ο οποίος ανέλαβε παγκόσμια ευθύνη για τη ναυτιλία όταν δημιουργήθηκε το 1959.

11.1 Η Σύμβαση SAR

Ενώ η πρόληψη ατυχημάτων αποτελεί μείζονα στόχο του οργανισμού, ο IMO έχει επίσης επικεντρώσει τις προσπάθειες για την ανάπτυξη παγκοσμίων ολοκληρωμένων συστημάτων για την αντιμετώπιση έκτακτων περιστατικών πλοίων. Οι πιο σημαντικές από αυτές είναι η Διεθνής Σύμβαση για τη Ναυτική Αναζήτηση και Διάσωση (**M**aritime **S**earch and **R**escue - SAR) και το Παγκόσμιο Ναυτιλιακό Σύστημα Κινδύνου και Ασφάλειας (Global Maritime Distress and Safety System - GMDSS). Η σύμβαση SAR του 1979, η οποία εγκρίθηκε σε διάσκεψη στο Αμβούργο, αποσκοπούσε στην ανάπτυξη ενός διεθνούς σχεδίου, έτσι ώστε, ανεξάρτητα από το πού θα συμβεί ατύχημα, η διάσωση ατόμων που διατρέχουν κίνδυνο στη θάλασσα θα συντονίζεται από μια οργάνωση SAR μέσω της συνεργασίας μεταξύ γειτονικών οργανώσεων SAR.

Οι¹⁰⁴ τεχνικές απαιτήσεις της σύμβασης SAR περιέχονται σε παράρτημα της SOLAS, το οποίο χωρίστηκε σε πέντε κεφάλαια. Τα συμβαλλόμενα μέρη της σύμβασης είναι υποχρεωμένα να διασφαλίζουν ότι προβλέπονται ρυθμίσεις για την παροχή επαρκών υπηρεσιών SAR στα παράκτια ύδατά τους. Τα συμβαλλόμενα μέρη ενθαρρύνονται να συνάπτουν συμφωνίες έρευνας και διάσωσης με τα γειτονικά κράτη, στις οποίες συγκαταλέγονται η δημιουργία περιφερειών SAR, η συγκέντρωση εγκαταστάσεων, η καθιέρωση κοινών διαδικασιών, η κατάρτιση και οι επισκέψεις διασύνδεσης. Η σύμβαση ορίζει ότι τα συμβαλλόμενα μέρη πρέπει να λάβουν μέτρα για την επίτευξη της εισόδου στα χωρικά τους ύδατα μονάδων διάσωσης από άλλα μέρη.

Η¹⁰⁵ βασική ιδέα είναι ότι οι αρχές έρευνας και διάσωσης στην ξηρά, καθώς και τα πλοία που βρίσκονται κοντά με το πλοίο που κινδυνεύει, μπορούν να ειδοποιούνται γρήγορα μέσω τεχνικών

¹⁰⁴ Wang c. 2006

¹⁰⁵ <https://el.globe.com/en/el/SAR:%20Search%20And%20Rescue>

δορυφορικής και επίγειας επικοινωνίας σε ένα περιστατικό κινδύνου, ώστε να μπορούν να βοηθήσουν σε μια συντονισμένη επιχείρηση SAR με ελάχιστη καθυστέρηση.

Διεθνείς οργανισμοί SAR

- **International Maritime Organization (IMO)**
- **International Civil Aviation Organization (ICAO)**

MERSAR και IMOSAR

Ο¹⁰⁶ συντονισμός και ο έλεγχος των επιχειρήσεων έρευνας και διάσωσης οργανώθηκαν από κάθε χώρα σύμφωνα με τις δικές της ανάγκες και σύμφωνα με τους ίδιους πόρους της. Σαν αποτέλεσμα, τα εθνικά οργανωτικά σχέδια αναπτύχθηκαν σε διαφορετικές γραμμές. Η ανομοιογένεια τέτοιων σχεδίων και η έλλειψη συμφωνημένων και τυποποιημένων διαδικασιών σε παγκόσμια κλίμακα θα μπορούσαν να προκαλέσουν δυσκολίες, ιδίως στα αρχικά στάδια της προειδοποίησης. Σε ορισμένες περιπτώσεις, αυτό θα μπορούσε να οδηγήσει σε μη οικονομική χρήση εγκαταστάσεων έρευνας και διάσωσης ή σε περιττή αλληλοεπικάλυψη της προσπάθειας .

Ο IMO ήταν επιφορτισμένος με τη βελτίωση αυτής της κατάστασης και σαν πρώτο βήμα, προετοιμάστηκε ένα εγχειρίδιο για τις επιχειρήσεις έρευνας και διάσωσης για την καθοδήγηση εκείνων που χρειάζονται βοήθεια στη θάλασσα ή που βρίσκονται σε θέση να παράσχουν βοήθεια σε άλλους. Εγκρίθηκε από τη Συνέλευση του IMO το 1971 υπό τον τίτλο του εγχειριδίου αναζήτησης και διάσωσης πλοίων (Merchant Ship Search and Rescue Manual - MERSAR). Ενημερώθηκε πολλές φορές με τις τελευταίες τροπολογίες που εγκρίθηκαν το 1992 - τέθηκαν σε ισχύ το 1993.

Το MERSAR παρείχε καθοδήγηση σε όσους, κατά τη διάρκεια θαλάσσιων καταστάσεων έκτακτης ανάγκης, ενδέχεται να χρειάζονται βοήθεια από άλλους ή οι ίδιοι να είναι σε θέση να παρέχουν βοήθεια από μόνοι τους. Συγκεκριμένα, σχεδιάστηκε για να βοηθήσει τον πλοίαρχο οποιουδήποτε σκάφους που θα μπορούσε να κληθεί να διεξάγει επιχειρήσεις διάσωσης στη θάλασσα για άτομα που διατρέχουν κίνδυνο.

Το 1978, η Επιτροπή Ναυτικής Ασφάλειας (Maritime Safety Committee - MSC), ανώτατο τεχνικό όργανο του IMO, ενέκρινε ένα δεύτερο εγχειρίδιο που ονομάζεται Εγχειρίδιο αναζήτησης και διάσωσης του IMO (IMO Search and Rescue Manual - IMOSAR) για να βοηθήσει τις κυβερνήσεις να εφαρμόσουν τη διεθνή σύμβαση για τη θαλάσσια αναζήτηση και διάσωση. Το εγχειρίδιο έδωσε κατευθυντήριες γραμμές και όχι απαιτήσεις για μια κοινή πολιτική θαλάσσιας έρευνας και διάσωσης, ενθαρρύνοντας όλα τα παράκτια κράτη να αναπτύξουν τις οργανώσεις τους με παρόμοιο τρόπο και παρέχοντας τη δυνατότητα στα παρακείμενα κράτη να συνεργαστούν και να

¹⁰⁶ IMO 1999

παρέχουν αμοιβαία συνδρομή. Ανανεώθηκε επίσης το 1992, με τις τροποποιήσεις να τίθενται σε ισχύ το 1993.

Η Σύμβαση SAR του 1979 σχεδιάστηκε για να παρέχει ένα παγκόσμιο σύστημα αντιμετώπισης καταστάσεων έκτακτης ανάγκης και το GMDSS δημιουργήθηκε για να του παρέχει την αποτελεσματική επικοινωνιακή υποστήριξη που χρειάζεται. Και τα δύο μαζί GMDSS και SAR είναι ζωτικής σημασίας για την ασφάλεια στη θάλασσα και έχουν σχεδιαστεί για να διασφαλίζουν ότι κάθε έκτακτη ανάγκη στη θάλασσα θα έχει ως αποτέλεσμα μια κλήση κινδύνου και η απάντηση σε αυτή την πρόσκληση θα είναι άμεση και αποτελεσματική. Οι ημέρες κατά τις οποίες ένα πλοίο θα μπορούσε να εξαφανιστεί χωρίς ίχνος έχουν περάσει ανεπιστρεπτί.

11.2 Δορυφορικές Επικοινωνίες

Οι δορυφόροι προσφέρουν πολλά πλεονεκτήματα σε σύγκριση με τα συμβατικά ραδιοσυστήματα. Ένα από τα πιο σημαντικά είναι ότι προσφέρουν μια λύση στο πρόβλημα κατά το οποίο τα ραδιοσήματα ταξιδεύουν σε ευθείες γραμμές. Επειδή δεν ακολουθούν την καμπύλη της επιφάνειας της Γης τελικά εξαφανίζονται στο διάστημα. Τα ραδιοσήματα που αποστέλλονται από κάποιο σημείο σε δορυφόρο κινούνται και αυτά σε ευθείες γραμμές - αλλά μπορούν αμέσως



να επαναπροσανατολιστούν από το δορυφόρο πίσω στη Γη, επεκτείνοντας σημαντικά το εύρος των επικοινωνιών. Αντί ενός πλοίου που στέλνει μια κατάσταση κινδύνου και ελπίζοντας ότι ένα άλλο πλοίο είναι αρκετά κοντά για να ακούσει, οι δορυφόροι επιτρέπουν την αποστολή του μηνύματος σε ένα δορυφόρο και έπειτα πίσω σε έναν ειδικό σταθμό στη γη που είναι σχεδιασμένος και εξοπλισμένος για να αντιμετωπίσει τέτοιες καταστάσεις έκτακτης ανάγκης.

Εικόνα 69. Δίκτυο τηλεπικοινωνιακών δορυφόρων

Από τον IMO αναγνωρίστηκε γρήγορα, ότι οι δορυφόροι προσέφεραν σημαντικά πλεονεκτήματα όσον αφορά την προειδοποίηση και τον εντοπισμό των πλοίων σε περιπτώσεις κινδύνου ή έκτακτης ανάγκης. διευκολύνοντας τις επιχειρήσεις έρευνας και διάσωσης, εκδίδοντας μηνύματα ασφάλειας και επείγοντος και διάφορες άλλες λειτουργίες, όπως αυτόματη αναφορά θέσεων πλοίων, προσδιορισμός θέσης, καθοδήγηση κυκλοφορίας, προειδοποιήσεις αυτόματης

πλοήγησης και δρομολόγηση μετεωρολογικών δεδομένων. Επιπλέον, οι ναυτιλιακές δορυφορικές επικοινωνίες υποσχέθηκαν να έχουν μεγάλη χρησιμότητα στη λειτουργία και διαχείριση πλοίων.

Ο¹⁰⁷ IMO αποφάσισε να ξεκινήσει τις εργασίες για τη δημιουργία ενός νέου συστήματος ναυτιλιακών δορυφορικών επικοινωνιών και το 1973 η Συνέλευση του IMO ενέκρινε δύο ψηφίσματα τα οποία θα αποτελέσουν τη βάση των μελλοντικών εργασιών του Οργανισμού στον τομέα αυτό - ένα για το σύστημα κινδύνου · και ένα για τη δημιουργία μιας ναυτιλιακής δορυφορικής οργάνωσης.

Το συνέδριο έγινε για πρώτη φορά το 1975 και μετά από τρεις συνεδριάσεις, η τελευταία από τις οποίες, το 1976, οδήγησε στην έγκριση της Σύμβασης για την ίδρυση του Διεθνούς Ναυτιλιακού Τηλεπικοινωνιακού Οργανισμού (International Maritime Satellite Organization - INMARSAT).

Εκτός από τον οργανισμό INMARST, υπηρεσίες δορυφορικών επικοινωνιών για το GMDSS παρέχονται και από τον οργανισμό Cospas – Sarsat, όπως θα δούμε παρακάτω.

11.3 Το Δορυφορικό Σύστημα INMARSAT

Ο¹⁰⁸ αρχικός στόχος του INMARSAT ήταν η προμήθεια, εγκατάσταση και λειτουργία του διαστημικού τμήματος που θα υποστήριζε τις ναυτιλιακές επικοινωνίες (ασφάλεια και κίνδυνος, δημόσια ανταπόκριση, διαχείριση και λειτουργία των πλοίων, πλοήγηση). Αργότερα το 1985, τα ιδρυματικά κείμενα τροποποιήθηκαν και δόθηκε η δυνατότητα στον οργανισμό να επεκτείνει την δραστηριότητα του και στο τομέα των επικοινωνιών με τα αεροπλάνα. Από τον Ιανουάριο 1989 έγινε νέα τροποποίηση με την οποία επιτρέπεται στον INMARSAT να προσφέρει και δορυφορικές επικοινωνίες ξηράς. Έτσι η δεκαετία του 90 βρίσκει τον INMARSAT σε πλήρη ανάπτυξη με ευρύτατο πεδίο εφαρμογών, που αγκαλιάζει όλους τους τομείς των κινητών επικοινωνιών. Η έδρα του Οργανισμού είναι στο Λονδίνο.

Πέρα από τις υπηρεσίες καθημερινής επικοινωνίας που παρέχει, μπορεί να προσφέρει και της υπηρεσίες αναγγελίας κινδύνου και πληροφοριών ασφάλειας που περιλαμβάνονται στις προδιαγραφές στο σύστημα GMDSS.

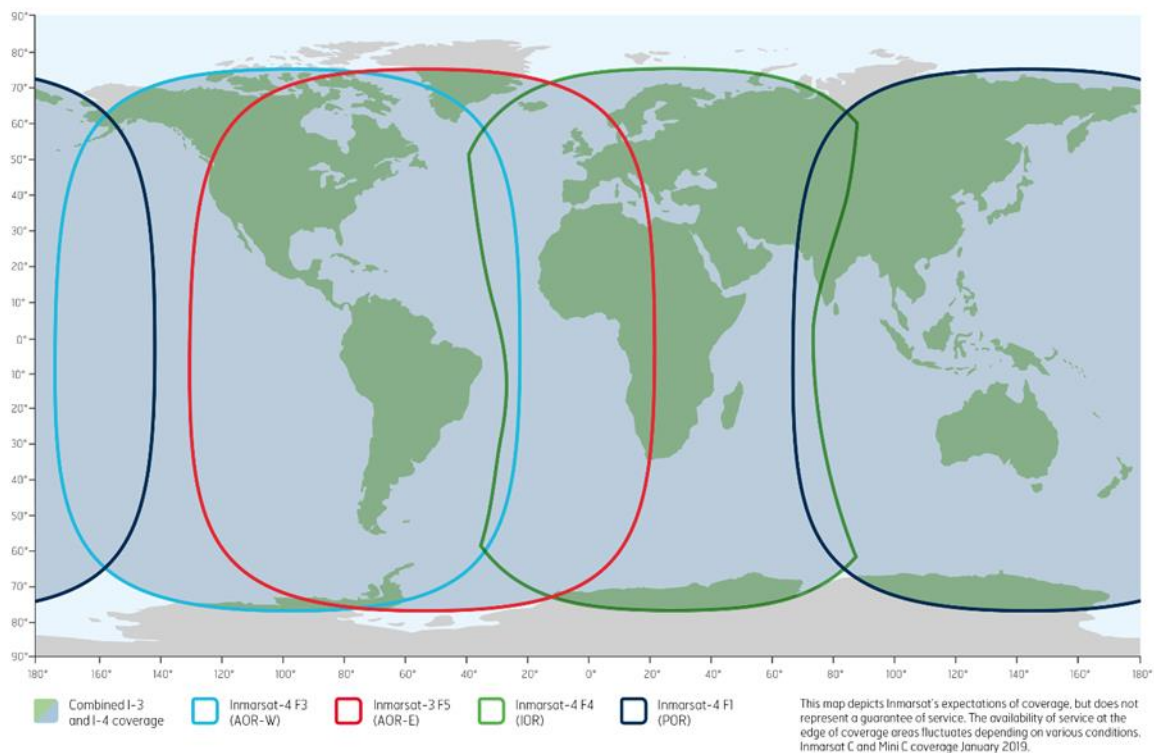
Το ναυτιλιακό δορυφορικό σύστημα Inmarsat αποτελείται από τρεις κύριους τομείς επικοινωνίας: τον διαστημικό τομέα, τον επίγειο και τα επίγεια κινητά τερματικά θάλασσας, αέρα, ξηράς. Με μια σύντομη περιγραφή, το σύστημα αποτελείται από :

- Τους γεωσύγχρονους δορυφόρους και το κέντρο ελέγχου τους (SCC – Satellite Control Center),

¹⁰⁷ IMO 1999

¹⁰⁸ Λυμπέρης – Ταμπακάκης 2017

- Τους σταθερούς επίγειους σταθμούς (LES – Land-Earth Stations) και τους παράκτιους σταθμούς (CES – Coast-Earth Stations),
- Τους κινητούς επίγειους σταθμούς (MES – Mobile-Earth Stations) και τους σταθμούς επί των πλοίων (SES – Ship-Earth Stations),
- Τους σταθμούς συντονισμού του δικτύου (NCS – Network Coordination Station) και το κέντρο λειτουργίας του δικτύου (NOC – Network Operation Center), και
- Τους σταθμούς τηλεμετρίας και ελέγχου (TTAC – Tracking Telemetry And Control) που χρησιμοποιούνται στον εντοπισμό



Εικόνα 70. Οι περιοχές κάλυψης του INMARSAT C

Οι δορυφόροι INMARSAT

Αρχικά οι ωκεάνιες περιοχές κάλυψης μέσω δορυφόρου ήταν τρεις, τις οποίες κάλυπταν αντίστοιχοι δορυφόροι και αποτελούσαν το δορυφορικό σύστημα πρώτης γενιάς (INMARSAT A). Το 1990 οι ωκεάνιες περιοχές έγιναν τέσσερις με τη λειτουργία ενός ακόμη δορυφόρου. Έτσι, με την εκτόξευση του δορυφόρου αυτού, άρχισε η εισαγωγή του δορυφορικού συστήματος δεύτερης γενιάς (INMARSAT B), που ολοκληρώθηκε το 1992. Οι δορυφόροι τρίτης γενιάς (INMARSAT C) είναι οι πρώτοι δορυφόροι που χρησιμοποιούν την τεχνολογία των σημειακών δεσμών.

Κάθε¹⁰⁹ δορυφόρος (INMARSAT C) διαθέτει από μία παγκόσμια δέση κάλυψης (global beam) και πέντε σημειακές δέσμες (spot beams). Είναι το πρώτο εμπορικό σύστημα δορυφόρων που

¹⁰⁹ Λυμπέρης – Ταμπακάκης 2017

παρέχει, εκτός των άλλων, και την απευθείας σύνδεση μεταξύ κινητών σταθμών. Ο τελευταίος δορυφόρος της τρίτης γενιάς, που εκτοξεύθηκε τον Φεβρουάριο του 1998, χρησιμοποιείται ως εφεδρικός. Οι δορυφόροι του συστήματος είναι γεωστατικοί (σταθεροί ως προς την επιφάνεια της Γης). Ανήκουν εξολοκλήρου στον οργανισμό INMARSAT και είναι 5 τύπου INMARSAT-C, 4 εφεδρικοί τύπου INMARSAT-B και από το 2005 μπήκαν σε τροχιά και 3 νέοι δορυφόροι νέας γενιάς INMARSAT-4 που είναι 100 φορές πιο δυνατοί από τους INMARSAT-C. Βρίσκονται όλοι στο ισημερινό πλάτος (0°) και είναι σε απόσταση 35.786 χλμ. από την επιφάνεια της Γης.

Η¹¹⁰ πρώτη υπηρεσία που ονομάστηκε INMARSAT-A, προσέφερε τη δυνατότητα μετάδοσης αναλογικού σήματος καλύπτοντας λειτουργίες τηλετυπίας (TELEX), τηλεφωνίας (PHONE), τηλεμοιοτυπίας (FAX) και δεδομένων (DATA). Η παροχή της υπηρεσίας ξεκίνησε το 1982 και τερματίστηκε το 2007. Η συγκεκριμένη υπηρεσία καλύπτεται σήμερα από το INMARSAT-B που προσφέρει τις ίδιες λειτουργίες με ψηφιακό τρόπο. Οι τύποι επίγειων σταθμών που αναγνωρίζονται από το παγκόσμιο σύστημα ναυτιλιακού κινδύνου και ασφάλειας (GMDSS) και ικανοποιούν τις απαιτήσεις του είναι τα INMARSAT B, M, C και E, καθώς και τα INMARSAT Fleet F77 και INMARSAT Fleet Broadband.

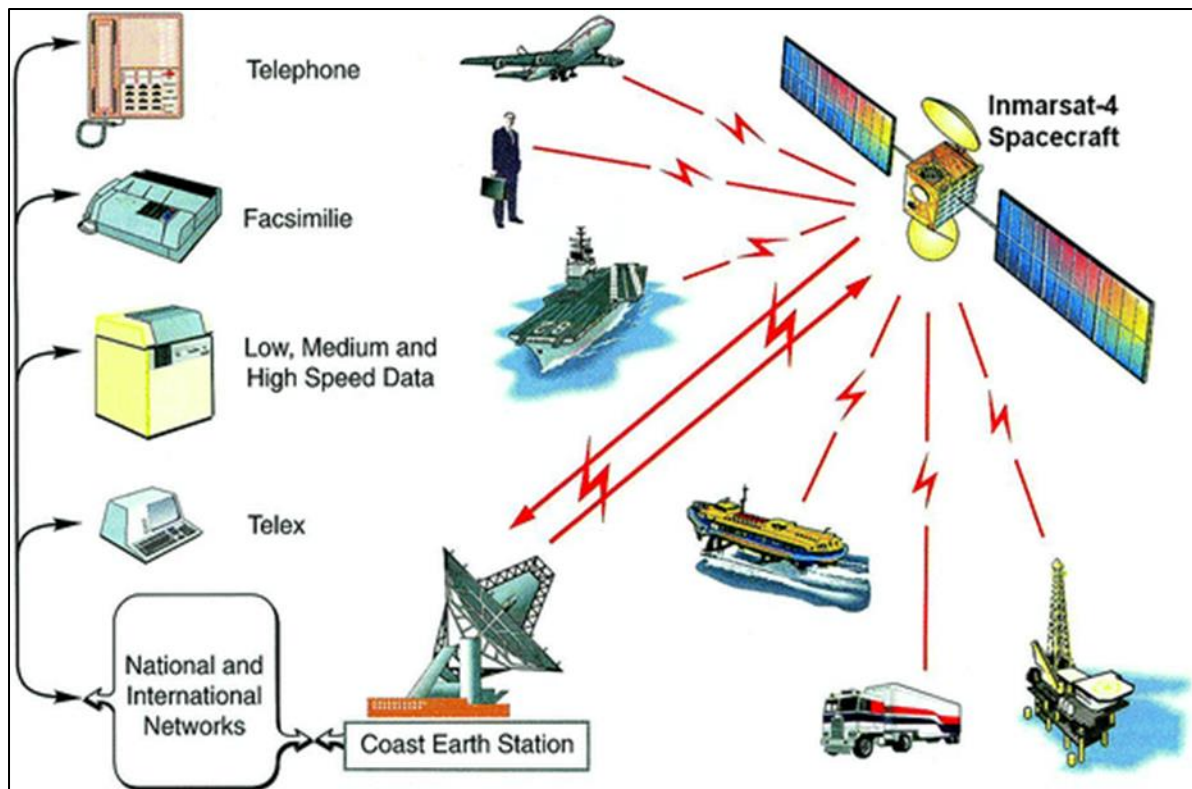
Το INMARSAT C, εκτός από την δυνατότητα παροχής υπηρεσιών γενικής επικοινωνίας, προσφέρει την δυνατότητα πραγματοποίησης κλήσεων προτεραιότητας σε περιπτώσεις έκτακτης ανάγκης από και προς τους σταθμούς συντονισμού του δικτύου για την άμεση αναγγελία κινδύνου ή έκτακτης ανάγκης. Επιπλέον, το INMARSAT C επιτρέπει την αποστολή προ-διαμορφωμένων μηνυμάτων κινδύνου στο κέντρο συντονισμού και στην ειδικευμένη υπηρεσία INMARSAT C Safety NET. Συμπερασματικά, το INMARSAT C είναι ένα ευέλικτο πακέτο παροχής υπηρεσιών και εν γένει αποτελεί μια οικονομική και αποδοτική λύση για την κάλυψη ενός πλοίου σε ότι αφορά τις απαιτήσεις του παγκόσμιου συστήματος ναυτιλιακού κινδύνου και ασφάλειας.

Το¹¹¹ INMARSAT D είναι ένα σύστημα υπηρεσιών σχεδιασμένο ώστε να είναι εξ αρχής πλήρως συμβατό με τις απαιτήσεις του GMDSS και παρέχει, όπως ήταν αναμενόμενο, δυνατότητα προώθησης των σημάτων κινδύνου και συναγερμού κατά προτεραιότητα. Ένα από τα πλεονεκτήματά του σε σχέση με το INMARSAT C είναι η προσφορά της μέγιστης δυνατής κάλυψης όλων των θαλάσσιων περιοχών. Το INMARSAT D χρησιμοποιεί το σύστημα GPS για τον προσδιορισμό της θέσης του σήματος που προσφέρεται από ειδικούς ραδιοφάρους EPIRB που έχουν αναπτυχθεί για ναυτιλιακές εφαρμογές. Τέλος, το ίδιο σύστημα υπηρεσιών επιτρέπει και την λήψη αναγνωριστικών σημάτων στην περίπτωση ύπαρξης συσκευών SART – Search And Rescue Radar Transponder.

¹¹⁰ <https://www.inmarsat.com>

¹¹¹ Korcz K. 2011

Το INMARSAT Fleet F77 προσφέρει το πιο ολοκληρωμένο πακέτο υπηρεσιών και είναι πλήρως ευθυγραμμισμένο με την τις σχετικές οδηγίες του διεθνούς ναυτιλιακού οργανισμού (ΙΜΟ) σε σχέση με το παγκόσμιο σύστημα ναυτιλιακού κινδύνου και ασφάλειας.



Εικόνα 71. Οι υπηρεσίες INMARSAT

11.4 Το δορυφορικό σύστημα COSPAS-SARSAT

Το¹¹² SARSAT είναι ένα ακρωνύμιο των λέξεων **S**earch **A**nd **R**escue **S**atellite-**A**ided **T**racking - αναζήτηση και διάσωση μέσω δορυφορικής παρακολούθησης και το COSPAS είναι το ακρωνύμιο για τις ρωσικές λέξεις **C**Osmicheskaya **S**istyema **P**oiska **A**varyiynich **S**udon, που σημαίνει διαστημικό σύστημα για την αναζήτηση σκαφών.



Το σύστημα COSPAS-SARSAT είναι ένα διεθνές σύστημα δορυφορικής παροχής υπηρεσιών που χρησιμοποιείται σε επιχειρήσεις έρευνας και διάσωσης (SAR – Search And Rescue). Ο σκοπός του συστήματος είναι η παροχή υποστήριξης σε παγκόσμιο επίπεδο, προς τους οργανισμούς που αναλαμβάνουν επιχειρήσεις έρευνας και διάσωσης στη θάλασσα, στην ξηρά ή στον αέρα.

¹¹² https://www.sarsat.noaa.gov/cospas_sarsat.html

Το¹¹³ έργο δορυφορικού συστήματος Cospas-Sarsat για αναζήτηση και διάσωση (SAR) ξεκίνησε το 1979 από τέσσερα κράτη στον Καναδά, τη Γαλλία, τις Ηνωμένες Πολιτείες και την ΕΣΣΔ. Η επιτυχία στην παροχή βοήθειας σε επιχειρήσεις SAR έφτασε γρήγορα για την Cospas-Sarsat μόλις ξεκίνησε ο πρώτος δορυφόρος (Cospas-1 το 1982). Μετά την επιτυχή ολοκλήρωση της επίδειξης και της φάσης αξιολόγησης, οι εταίροι μπορούσαν να δηλώσουν το δορυφορικό σύστημα διαθέσιμο για επιχειρησιακή χρήση. Η διεθνής κοινότητα όμως ανησυχούσε για την έλλειψη σταθερής θεσμικής βάσης για την εξασφάλιση της ανοικτής πρόσβασης στο δορυφορικό σύστημα και της συνέχειας του μακροπρόθεσμα. Αν και το πλαίσιο συνεργασίας του συστήματος Cospas-Sarsat επέτρεψε τη συμμετοχή και τη συνεισφορά των άλλων χωρών στο σύστημα, θεωρήθηκε ανεπαρκές για τη διαχείριση ενός διεθνούς λειτουργικού συστήματος. Λόγω των αποκλιόντων πολιτικών και τους ασυμβίβαστους νομικούς περιορισμούς μεταξύ των τεσσάρων κύριων εταίρων. Χρειάστηκαν τρία χρόνια έντονων διαπραγματεύσεων για την επίτευξη συναίνεσης σχετικά με τις κατάλληλες θεσμικές ρυθμίσεις που απαιτήθηκαν για να ικανοποιήσουν τη διεθνή κοινότητα . Την 1η Ιουλίου 1988, υπογράφηκε στο Παρίσι της Γαλλίας η διεθνής συμφωνία για το πρόγραμμα Cospas-Sarsat (International Cospas-Sarsat Programme Agreement - ICSPA) για την εξασφάλιση του μέλλοντος του Cospas-Sarsat και άνοιξε τον δρόμο για την υιοθέτησή του από τον IMO ως μέρος του GMDSS.

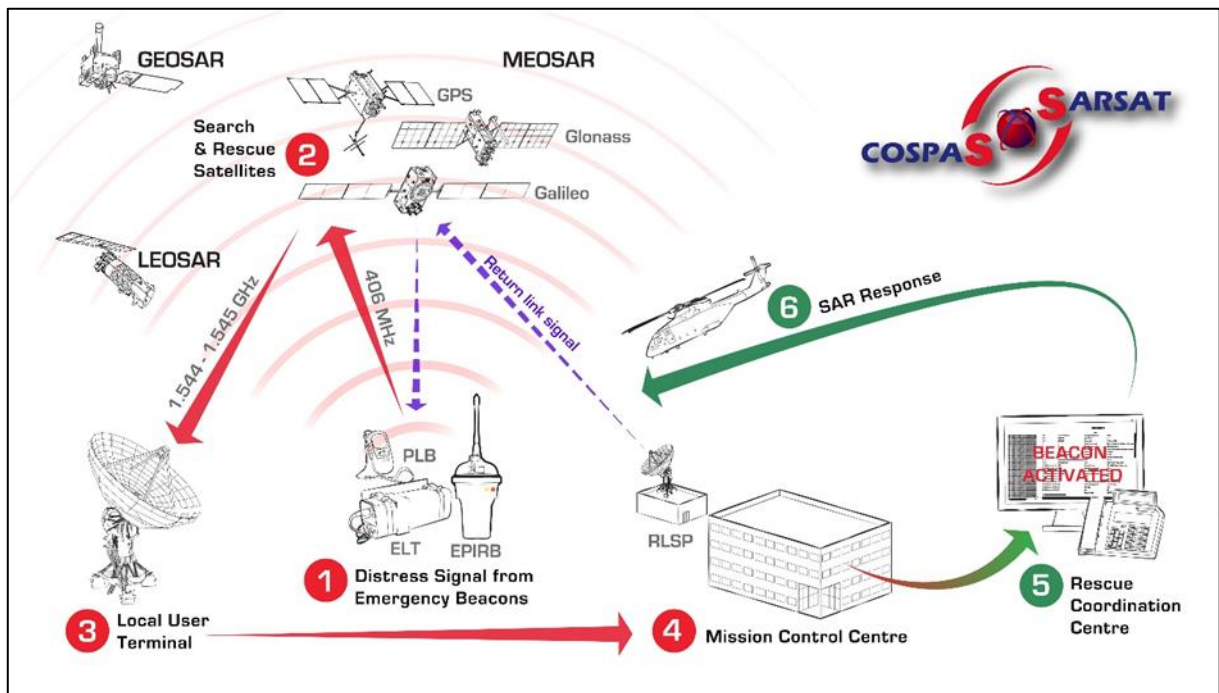
Σήμερα το Cospas-Sarsat είναι ένα διεθνές σύστημα ανθρωπιστικής έρευνας και διάσωσης που χρησιμοποιεί δορυφόρους για την ανίχνευση και τον εντοπισμό ραδιοφάρων έκτακτης ανάγκης που μεταφέρονται από πλοία, αεροσκάφη ή άτομα. Το σύστημα αποτελείται από ένα δίκτυο δορυφόρων, επίγειους σταθμούς, κέντρα ελέγχου αποστολής και κέντρα συντονισμού διάσωσης. Όταν ενεργοποιηθεί ένας φάρος έκτακτης ανάγκης, το σήμα λαμβάνεται από ένα δορυφόρο και μεταδίδεται στον κοντινότερο διαθέσιμο σταθμό εδάφους. Ο επίγειος σταθμός, που ονομάζεται τοπικός τερματικός χρήστης, επεξεργάζεται το σήμα και υπολογίζει τη θέση από την οποία προέρχεται. Η θέση αυτή διαβιβάζεται σε ένα κέντρο ελέγχου αποστολής όπου συνδέεται με δεδομένα ταυτοποίησης και άλλες πληροφορίες σχετικά με το φάρο αυτό. Στη συνέχεια, το κέντρο ελέγχου αποστολής μεταδίδει ένα μήνυμα προειδοποίησης στο κατάλληλο κέντρο συντονισμού διάσωσης βάσει της γεωγραφικής θέσης του φάρου. Εάν η θέση του φάρου βρίσκεται σε περιοχή ευθύνης άλλης χώρας, τότε η προειδοποίηση μεταδίδεται στο κέντρο ελέγχου της αποστολής της χώρας αυτής.

Αρχικά¹¹⁴ το σύστημα χρησιμοποιούσε αποκλειστικά δορυφόρους σε πολικές τροχιές αλλά σήμερα περιλαμβάνει και γεωσύγχρονους δορυφόρους ενώ σταδιακά ενσωματώνονται στο σύστημα και δέκτες GPS (Global Positioning System). Το σύστημα έχει σχεδιαστεί έτσι ώστε, πέρα από την αναμετάδοση των σημάτων κινδύνου, να μεταδίδει προς τα κέντρα έρευνας και διάσωσης

¹¹³ Levesque D. 2016

¹¹⁴ Levesque D. 2016

κρίσιμες πληροφορίες για την θέση από την οποία λαμβάνονται τα σήματα. Το σύστημα ανιχνεύει και εντοπίζει σήματα ραδιοφάρων κινδύνου στην συχνότητα των 406MHz ενώ παλιότερα η ανίχνευση και ο εντοπισμός πραγματοποιούνταν παράλληλα και στην συχνότητα των 121.5 MHz.



Εικόνα 72. Η αρχή λειτουργίας του COSPAS-SARSAT

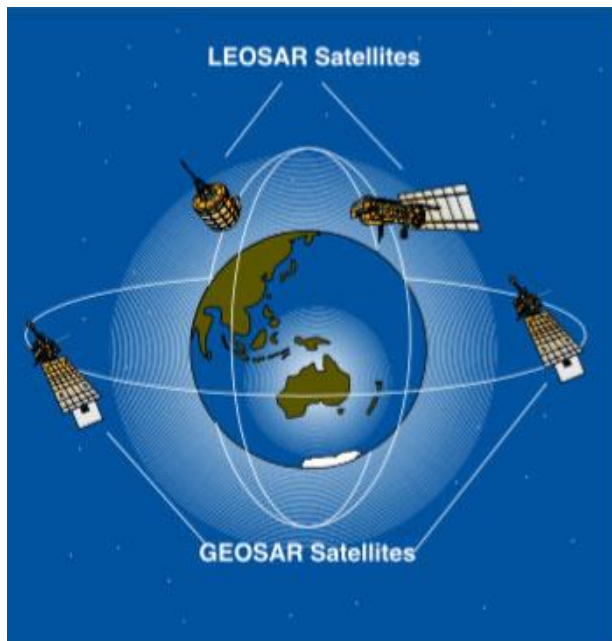
Το δορυφορικό σύστημα COSPAS-SARSAT αποτελείται από τα ακόλουθα μέρη:

Ραδιοφάροι κινδύνου : (Emergency Beacons). Υπάρχουν τρεις τύποι φάρων που χρησιμοποιούνται για τη μετάδοση σημάτων κινδύνου, EPIRB (για θαλάσσια χρήση), ELT (Emergency Locator Transmitter για αεροπορική χρήση) και PLBs (Personal Locator Beacon προσωπικές φορητές μονάδες που χρησιμοποιούνται για προσωπική - πολυπεριβαλλοντική χρήση).

Οι ραδιοφάροι αναγνώρισης θέσης έκτακτης ανάγκης Emergency Position Indicating Radio Beacon (EPIRB), είναι για χρήση σε ναυτιλιακές εφαρμογές. Τα EPIRB 406 MHz χωρίζονται σε δύο κατηγορίες. Τα EPIRB κατηγορίας I ενεργοποιούνται είτε χειροκίνητα είτε αυτόματα. Η αυτόματη ενεργοποίηση γίνεται ταί όταν το EPIRB απελευθερωθεί από το βραχίονα του. Αυτός ο μηχανισμός απελευθερώνει το EPIRB σε βάθος νερού 3-10 ποδιών. Το EPIRB επιπλέει τότε στην επιφάνεια και αρχίζει να μεταδίδει. Τα EPIRB κατηγορίας II είναι μονάδες μόνο με χειροκίνητη ενεργοποίηση.

Δορυφορικό δίκτυο: Το δορυφορικό μέρος του συστήματος αποτελείται από δύο συνεργαζόμενα δίκτυα δορυφόρων. Το πρώτο ονομάζεται LEOSAR (Low-altitude Earth Orbit Search And Rescue) και αποτελείται από δορυφόρους με πολική τροχιά που μπορούν να καλύψουν το σύνολο της επιφάνειας της γης και μπορούν μέσω του φαινομένου Doppler να υπολογίζουν την θέση του

εκπεμπόμενου σήματος κινδύνου. Το δίκτυο αυτό αποτελείται από πέντε δορυφόρους και καλύπτει το σύνολο της επιφάνειας της γης με μέγιστη καθυστέρηση περί τη μία ώρα. Το δεύτερο δορυφορικό υποσύστημα ονομάζεται GEOSAR (Geosynchronous Earth Orbit Search And Rescue)



και αποτελείται από εννέα δορυφόρους σε ισημερινή γεωσύγχρονη τροχιά ύψους περί των 36000 χιλιομέτρων. Οι¹¹⁵ εν λόγω δορυφόροι παρέχουν παγκόσμια κάλυψη με εξαίρεση τους πόλους. Το συγκεκριμένο υποσύστημα δεν μπορεί να υπολογίσει την θέση του εκπεμπόμενου σήματος και έτσι υφίστανται δύο δυνατότητες: α) αποστολή της θέσης εκπομπής από τον ραδιοφάρο (π.χ. μέσω GPS) ή β) υπολογισμός της θέσης του σήματος από το υποσύστημα LEOSAR, με κάποια ενδεχόμενη χρονική καθυστέρηση. Τα τελευταία χρόνια είναι υπό ανάπτυξη ένα τρίτο δορυφορικό

Εικόνα 73. Τα δίκτυα LEOSAR & GEOSAR

υποσύστημα με την ονομασία MEOSAR (Medium-altitude Earth Orbit Search and Rescue system) το οποίο όταν τεθεί σε πλήρη λειτουργία θα επιτρέψει ένα επίπεδο υπηρεσιών που συνδυάζουν τα πλεονεκτήματα των δύο υπάρχοντων και την εξάλειψη των μειονεκτημάτων τους.

Επίγειοι σταθμοί λήψης: Οι¹¹⁶ σταθμοί διακρίνονται σε δύο κατηγορίες, τους σταθμούς LEOLUT και τους σταθμούς GEOLUT. Οι πρώτοι τρεις χαρακτηρίζονται αντιστοιχούν στο δορυφορικό υποσύστημα με το οποίο επικοινωνούν, ήτοι οι σταθμοί LEOLUT επικοινωνούν με το LEOSAR και οι GEOLUT με το GEOSAR. Οι τρεις τελευταίοι χαρακτήρες του ονόματός τους προέρχονται από τις λέξεις Local User Terminals – LUT που είναι και το εναλλακτικό όνομα των επίγειων σταθμών λήψης των σημάτων (τερματικά τοπικών χρηστών). Και στις δύο περιπτώσεις, οι δέκτες δέχονται τα σήματα των δορυφόρων, τα επεξεργάζονται και τα προωθούν στα κέντρα ελέγχου επιχειρήσεων.

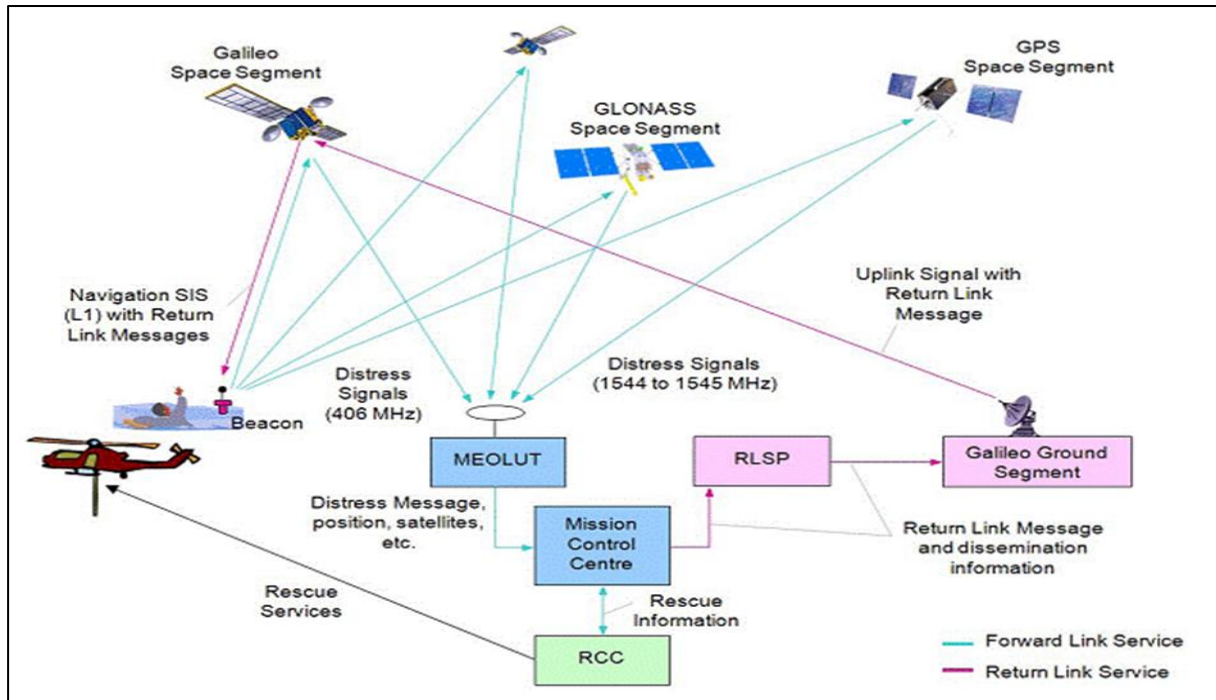
Κέντρα Ελέγχου Επιχειρήσεων: Τα¹¹⁷ κέντρα ελέγχου επιχειρήσεων (MCC – Mission Control Centers) δέχονται τα επεξεργασμένα σήματα (αναγγελίες κινδύνου – distress alerts) από τους επίγειους σταθμούς λήψης και φροντίζουν για την μεταβίβασή τους στο κατάλληλο κέντρο συντονισμού.

¹¹⁵ <https://www.sarsat.noaa.gov/satellites1.html>

¹¹⁶ <https://www.sarsat.noaa.gov/luts.html>

¹¹⁷ <https://www.sarsat.noaa.gov/usmcc.html>

Επί του παρόντος, υπάρχουν έξι (6) περιοχές διανομής δεδομένων που εξυπηρετούνται από τις Ηνωμένες Πολιτείες, τη Γαλλία, τη Ρωσία, την Αυστραλία, την Ιαπωνία και την Ισπανία. Το σύστημα χρησιμοποιεί πολλούς τρόπους επικοινωνίας για να εξασφαλίσει την αξιόπιστη διανομή δεδομένων ειδοποίησης και πληροφοριών συστήματος.



Εικόνα 74. Η έννοια του συστήματος MEOSAR

Κέντρα Συντονισμού Έρευνας και Διάσωσης: Τα¹¹⁸ συγκεκριμένα κέντρα (RCC – Rescue Coordination Centers), ή θάλαμοι επιχειρήσεων όπως είναι ευρέως γνωστά, αναλαμβάνουν την διαχείριση της πληροφορίας και συντονίζουν το έργο της διάσωσης και της έρευνας σε σχέση με ένα ή περισσότερα συμβάντα.

| | LEOSAR | GEOSAR |
|-------------------------------------|--|--|
| Πληροφορίες Τοποθεσίας | Παρέχεται με τη χρήση τεχνικών επεξεργασίας Doppler | Διαθέσιμη μόνο εάν έχει κωδικοποιηθεί σε μήνυμα ραδιοφάρου |
| Ακρίβεια θέσης | +/- 5 km | Αν αποκτηθεί από το GPS: μέσα σε 10 m |
| Περιοχή κάλυψης | Ολόκληρη η επιφάνεια της Γης | Ένα σημαντικό τμήμα της Γης μεταξύ 70 ⁰ Β και 70 ⁰ Ν |
| Ανίχνευση συμβάντος κινδύνου | Ο χρόνος αναμονής για ανίχνευση είναι κατά μέσο όρο 45 λεπτά | Σχεδόν στιγμιαία |

Πίνακας 1. Οι δυνατότητες των συστημάτων LEOSAR & GEOSAR

¹¹⁸ <https://www.sarsat.noaa.gov/rcc.html>

11.5 Το Σύστημα GMDSS

Αν¹¹⁹ και το ναυτιλιακό σύστημα επικοινωνιών που προϋπήρχε του GMDSS ήταν σίγουρα υπεύθυνο για την διάσωση πολλών ζωών, υπέφερε από πληθώρα περιορισμών. Ο παγκόσμιος ναυτιλιακός οργανισμός - International Maritime Organization (IMO), ιδρύθηκε το 1948 και ανέλαβε την παγκόσμια ευθύνη για τη ναυτιλία. Αν και πρόληψη ατυχημάτων αποτελεί τον μείζονα στόχο του Οργανισμού, ο IMO έχει επίσης επικεντρωθεί σε προσπάθειες για την ανάπτυξη παγκοσμίων ολοκληρωμένων συστημάτων για την αντιμετώπιση έκτακτων περιστατικών πλοίων. Οι πιο σημαντικές από αυτές είναι η Διεθνής Σύμβαση για τη Ναυτική Αναζήτηση και Διάσωση (Search and Rescue-SAR) και το Παγκόσμιο Ναυτιλιακό Σύστημα Κινδύνου και Ασφάλειας (Global Maritime Distress and Safety System - GMDSS).

Το GMDSS είναι ένα διεθνές σύστημα που χρησιμοποιεί επίγεια και δορυφορική τεχνολογία και ραδιοσυστήματα πλοίου για να εξασφαλίσει γρήγορη, αυτοματοποιημένη ειδοποίηση των αρχών επικοινωνίας και διάσωσης που βασίζονται στην ξηρά, και των πλοίων που βρίσκονται σε άμεση γειτνίαση, σε περίπτωση θαλάσσιων κινδύνων. Εγκρίθηκε από τον IMO με τροποποιήσεις στο κεφάλαιο IV του SOLAS 1974 το 1988 και άρχισε να ισχύει την 1η Φεβρουαρίου 1992 με περίοδο σταδιακής εφαρμογής έως την 1η Φεβρουαρίου 1999 ανάλογα με τον τύπο και το μέγεθος του πλοίου. Μετά την περίοδο σταδιακής εισαγωγής, σήμερα όλα τα πλοία υπόκεινται στις πλήρεις απαιτήσεις μεταφοράς και συντήρησης εξοπλισμού GMDSS οι οποίες ποικίλουν ανάλογα με τον τύπο πλοίου και την περιοχή λειτουργίας.

Το GMDSS καθιστά ικανό κάθε πλοίο, ανεξάρτητα από την περιοχή όπου βρίσκεται, να εκτελεί εκείνες τις λειτουργικές διαδικασίες επικοινωνίας που είναι βασικές για την ασφάλεια του ίδιου του πλοίου, αλλά και των υπολοίπων πλοίων που βρίσκονται στην ίδια περιοχή.

Το¹²⁰ καθένα από τα διάφορα τηλεπικοινωνιακά συστήματα που ενσωματώνονται στο GMDSS έχουν ορισμένες δυνατότητες, αλλά και περιορισμούς όσον αφορά στις γεωγραφικές περιοχές καλύψεως και στις παρεχόμενες υπηρεσίες. Έτσι, προκειμένου να επιλυθούν οι περιορισμοί του συστήματος και να καλύπτεται κάθε περιοχή της υδρογείου, ο απαιτούμενος τηλεπικοινωνιακός εξοπλισμός που φέρεται σ' ένα πλοίο καθορίζεται με βάση τη θαλάσσια περιοχή λειτουργίας, στην οποία το πλοίο ταξιδεύει και όχι με βάση τη χωρητικότητά του, όπως γινόταν με το συμβατικό ή παλαιό σύστημα επικοινωνίας.

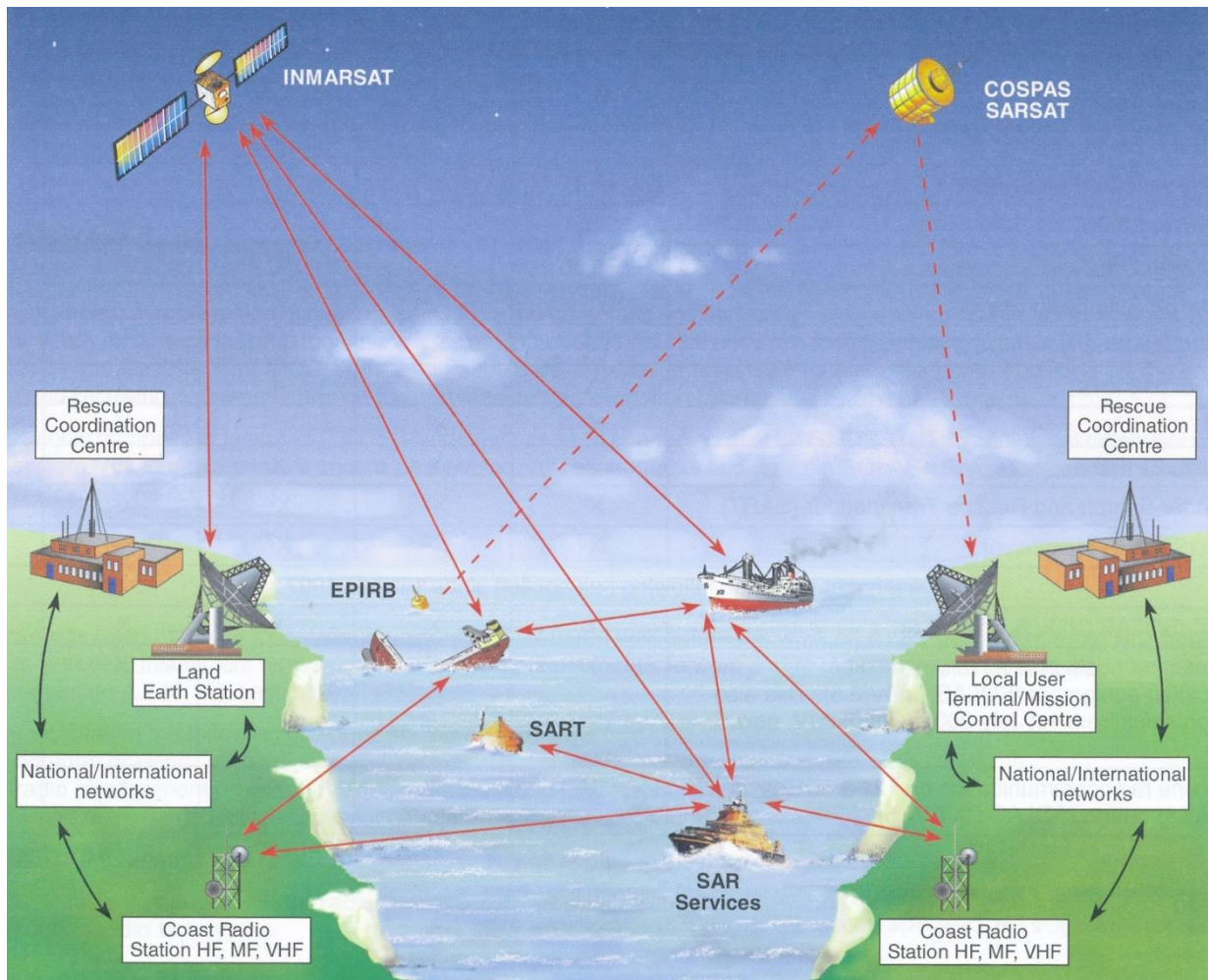
Ένα¹²¹ από τα πλεονεκτήματα του GMDSS είναι ότι χρησιμοποιεί δύο κατηγορίες συστημάτων επικοινωνίας τις επίγειες και τις δορυφορικές. Τα πλοία μπορούν να επικοινωνούν με την ξηρά (σπίτι, γραφείο, ναυλωτές, τροφοδότες πλοίων, κτλ.) χρησιμοποιώντας τον

¹¹⁹ IMO 1999

¹²⁰ Λυμπέρης 2017

¹²¹ Tetley L. Calcutt D 1994

τηλεπικοινωνιακό τους εξοπλισμό, μέσω κατάλληλων σταθμών, τους οποίους ονομάζουμε Παράκτιους Σταθμούς (Coast Stations) ή απλά σταθμούς ξηράς. Με την ανάπτυξη των επικοινωνιών μέσω δορυφόρων, δημιουργήθηκαν ειδικοί σταθμοί εδάφους, που ονομάζονται είτε Παράκτιοι Επίγειοι Σταθμοί (Coast Earth Stations) είτε Επίγειοι Σταθμοί Ξηράς (Land Earth Stations).



Εικόνα 74. Η γενική ιδέα του GMDSS

Τα¹²² πλοία να έχουν τέτοιο εξοπλισμό ώστε να μπορούν να εκτελούν τις εξής λειτουργίες ;

- **Εκπομπή συναγερμού κινδύνου πλοίου - ξηράς (transmitting ship-to-shore alerts).**
 - Κάθε πλοίο πρέπει να είναι σε θέση να εκπέμπει συναγερμούς κινδύνου κατευθύνσεως πλοίου-ξηράς με δύο τουλάχιστον ξεχωριστά και ανεξάρτητα μέσα και το καθ' ένα απ' αυτά να χρησιμοποιεί διαφορετική υπηρεσία επικοινωνίας.
- **Λήψη συναγερμού κινδύνου ξηράς - πλοίο (receiving shore to ship distress alerts).**

¹²² Λυμπέρης 2017

- Κάθε πλοίο πρέπει να είναι ικανό να λαμβάνει συναγερμούς κινδύνου με κατεύθυνση ξηράς-πλοίου. Η λήψη του συναγερμού κινδύνου από τα πλοία γίνεται αυτόματα μέσω της δυνατότητας που παρέχει ο δέκτης EGC του Inmarsat-C ή μέσω άλλου τερματικού του Inmarsat .
- **Εκπομπή και λήψη συναγερμού κινδύνου πλοίου - πλοίου (transmitting and receiving ship-to-ship distress alerts).**
 - Κάθε πλοίο πρέπει να μπορεί να εκπέμπει και να λαμβάνει συναγερμούς κινδύνου με κατεύθυνση πλοίο-πλοίο.
- **Εκπομπή και λήψη συντονισμού Έρευνας και Διάσωσης (transmitting and receiving SAR coordinating communications).**
 - Κάθε πλοίο πρέπει να μπορεί να πραγματοποιεί επικοινωνίες συντονισμού Έρευνας και Διάσωσης. Οι επικοινωνίες αυτές είναι απαραίτητες για τον συντονισμό μεταξύ των πλοίων και των αεροσκαφών που συμμετέχουν σε μία έρευνα και διάσωση.
- **Εκπομπή και λήψη επικοινωνιών επί σκηνής (επιτόπιες) (transmitting and receiving onscene communications).**
 - Κάθε πλοίο πρέπει να είναι σε θέση να πραγματοποιεί επιτόπιες επικοινωνίες. Οι επικοινωνίες αυτές διεξάγονται στις ζώνες των MF ή VHF, δηλαδή στις συχνότητες 2.182 kHz και 156,8 MHz με ραδιοτηλεφωνία,
- **Εκπομπή και λήψη σημάτων εντοπισμού (transmitting and receiving signals for locating).**
 - Κάθε πλοίο πρέπει να έχει τη δυνατότητα να εκπέμπει και να λαμβάνει σήματα εντοπισμού στη συχνότητα των 9 GHz. Τα σήματα εντοπισμού είναι εκπομπές που σκοπό έχουν την διευκόλυνση στην εύρεση ενός κινδυνεύοντος πλοίου, ή στον εντοπισμό τυχόν επιζώντων
- **Εκπομπή και λήψη πληροφοριών ναυτικής ασφάλειας (transmitting and receiving Maritime Safety Information – MSI).**
 - Κάθε πλοίο πρέπει να μπορεί να λαμβάνει πληροφορίες ναυτικής ασφάλειας. Οι Πληροφορίες Ναυτικής Ασφάλειας (Maritime Safety Information – MSI) είναι ναυτιλιακές και μετεωρολογικές αγγελίες, μετεωρολογικά δελτία και μηνύματα που έχουν σχέση με την ασφάλεια της ναυσιπλοΐας.
- **Εκπομπή και λήψη γενικών ραδιοεπικοινωνιών (transmitting and receiving general radio communications to and from shore based radio systems or networks).**
 - Κάθε πλοίο πρέπει να έχει τη δυνατότητα να εκπέμπει και να λαμβάνει γενικές ραδιοεπικοινωνίες. Τέτοιου είδους επικοινωνίες στο GMDSS είναι οι επικοινωνίες μεταξύ πλοίων και ξηράς, οι οποίες έχουν σχέση με τη διαχείριση

και τη λειτουργία του πλοίου και είναι δυνατόν να έχουν συνέπειες σε ό,τι αφορά στην ασφάλειά του.

- **Εκπομπή και λήψη επικοινωνιών γέφυρα - γέφυρα (transmitting and receiving bridge to bridge communications).**
 - Κάθε πλοίο πρέπει να έχει τη δυνατότητα να πραγματοποιεί επικοινωνίες γέφυρα-γέφυρα (*bridge to bridge*) στον δίαυλο 16 του VHF, καθώς και επικοινωνίες ασφάλειας ναυσιπλοΐας μεταξύ πλοίων που πραγματοποιούνται μέσω ραδιοτηλεφώνου στον δίαυλο 13 του VHF.

Πλεονεκτήματα του GMDSS¹²³

- Άμεση ενεργοποίηση της ξηράς, χωρίς απαραίτητα την ύπαρξη παραπλεόντων πλοίων
- Απλοποιημένοι (αυτοματοποιημένοι) συναγερμοί κινδύνου " με δύο κινήσεις"
- Δύο τουλάχιστον διαφορετικά συστήματα για ενεργοποίηση συναγερμού κινδύνου στον υποχρεωτικό εξοπλισμό των πλοίων
- Οργάνωση έρευνας και διάσωσης από την ξηρά
- Φυλακή χωρίς εξειδικευμένο προσωπικό

11.5.1 Οι θαλάσσιες περιοχές του GMDSS

Όπως¹²⁴ είναι φανερό, ένα πλοίο για να εκπληρώσει τις παραπάνω υποχρεώσεις, πρέπει να εξοπλιστεί με τις απαραίτητες συσκευές για τις επικοινωνίες, όταν ταξιδεύει. Αλλά για να γίνει αυτό, θα πρέπει να γνωρίζουμε πόσο απομακρύνεται από τους διάφορους σταθμούς ξηράς, έτσι ώστε να εφοδιαστεί με τις πλέον κατάλληλες. Για να υπάρχει πρακτική εφαρμογή, οι θάλασσες χωρίστηκαν σε τέσσερις πιθανές περιοχές πλεύσης και κατόπιν αποφασίστηκε ποιες συσκευές θα έπρεπε να έχουν τα πλοία που τις διαπλέουν. Οι περιοχές χωρίστηκαν σε τέσσερις κατηγορίες με τα κωδικά ονόματα A1,A2,A3 και A4 και οροθετούνται ως εξής :

Θαλάσσια περιοχή A1. Περιλαμβάνει την περιοχή καλύψεως των παρακτίων σταθμών πολύ υψηλής συχνότητας (Very High Frequency – VHF), δηλαδή από τις ακτές προς τη θάλασσα μέχρι 30 – 50 ν.μ. Περιοχή κάτω από τη συνεχή ραδιοτηλεφωνική εμβέλεια ενός τουλάχιστον παρακτίου σταθμού VHF που τηρεί συνεχή ακρόαση DSC. Η εμβέλεια εξαρτάται κυρίως από το ύψος της κεραίας του πομπού ξηράς.

Θαλάσσια περιοχή A2. Περιλαμβάνει την περιοχή καλύψεως των παρακτίων σταθμών μεσαίας συχνότητας (Medium Frequency – MF) εξαιρουμένης της περιοχής A1, δηλαδή πέραν της περιοχής A1, μιας αποστάσεως 50–250 ν.μ. Περιοχή κάτω από τη συνεχή ραδιοτηλεφωνική

¹²³ ΚΕΣΕΝ ΡΗ-ΡΕ 2013).

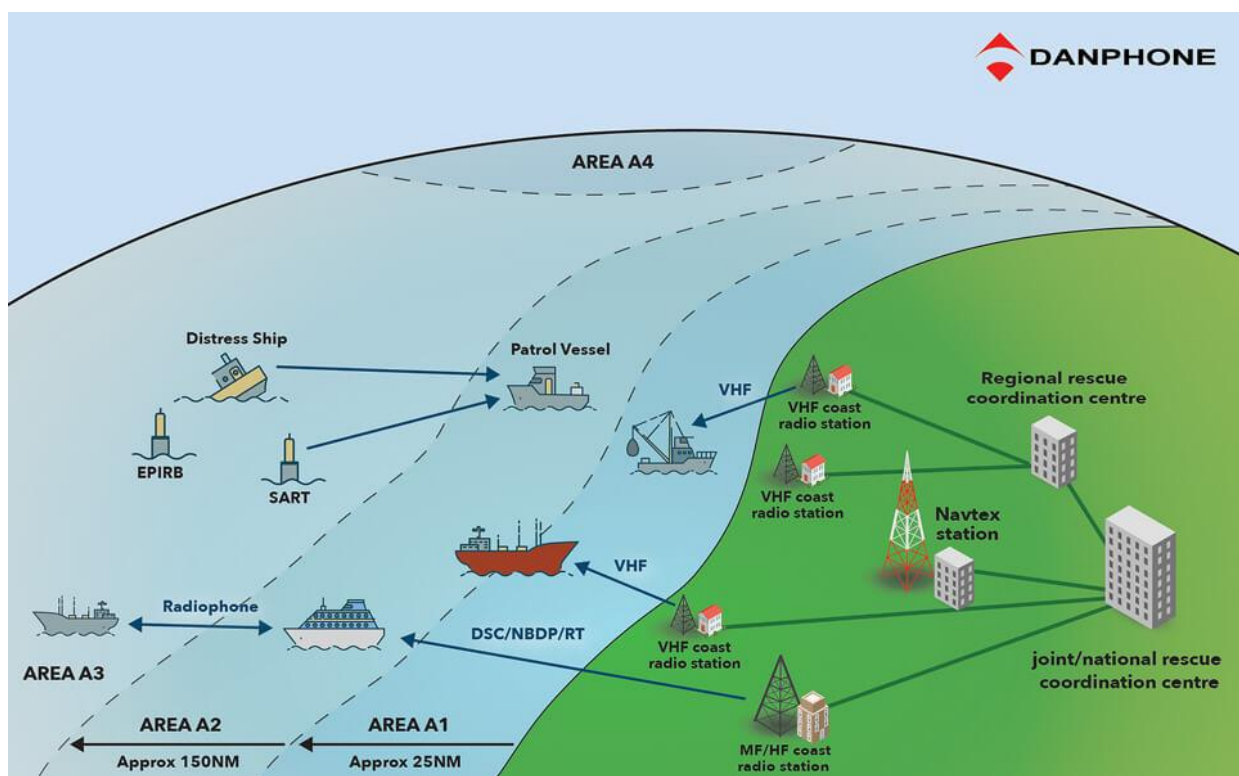
¹²⁴ Λυμπέρης 2017

εμβέλεια ενός τουλάχιστον παράκτιου σταθμού MF, ο οποίος τηρεί συνεχή ακρόαση DSC, Η εμβέλεια εξαρτάται από την ισχύ του πομπού και τις συνθήκες διάδοσης της περιοχής.

Θαλάσσια περιοχή A3. Περιλαμβάνει την περιοχή καλύψεως των γεωστατικών δορυφόρων του Inmarsat εξαιρουμένων των περιοχών A1 και A2, δηλαδή πέρα της περιοχής A2 μέχρι 76ο Β ή 76ο Ν γεωγραφικό πλάτος. Στην περιοχή A3 παρέχεται συνεχής συναγερμός κινδύνου με DSC στα βραχεία (High Frequency – HF) ή/και των γεωστατικών δορυφόρων.

Θαλάσσια περιοχή A4. Πρόκειται για τη θαλάσσια περιοχή που βρίσκεται έξω από τα όρια καλύψεως των περιοχών A1, A2 και A3. Η A4 αποτελείται ουσιαστικά από τις πολικές περιοχές.

Ο χαρακτηρισμός των περιοχών A1 και A2 γίνεται από τις παράκτιες χώρες είτε αυτόνομα είτε σε συνεργασία με τα γειτονικά κράτη.



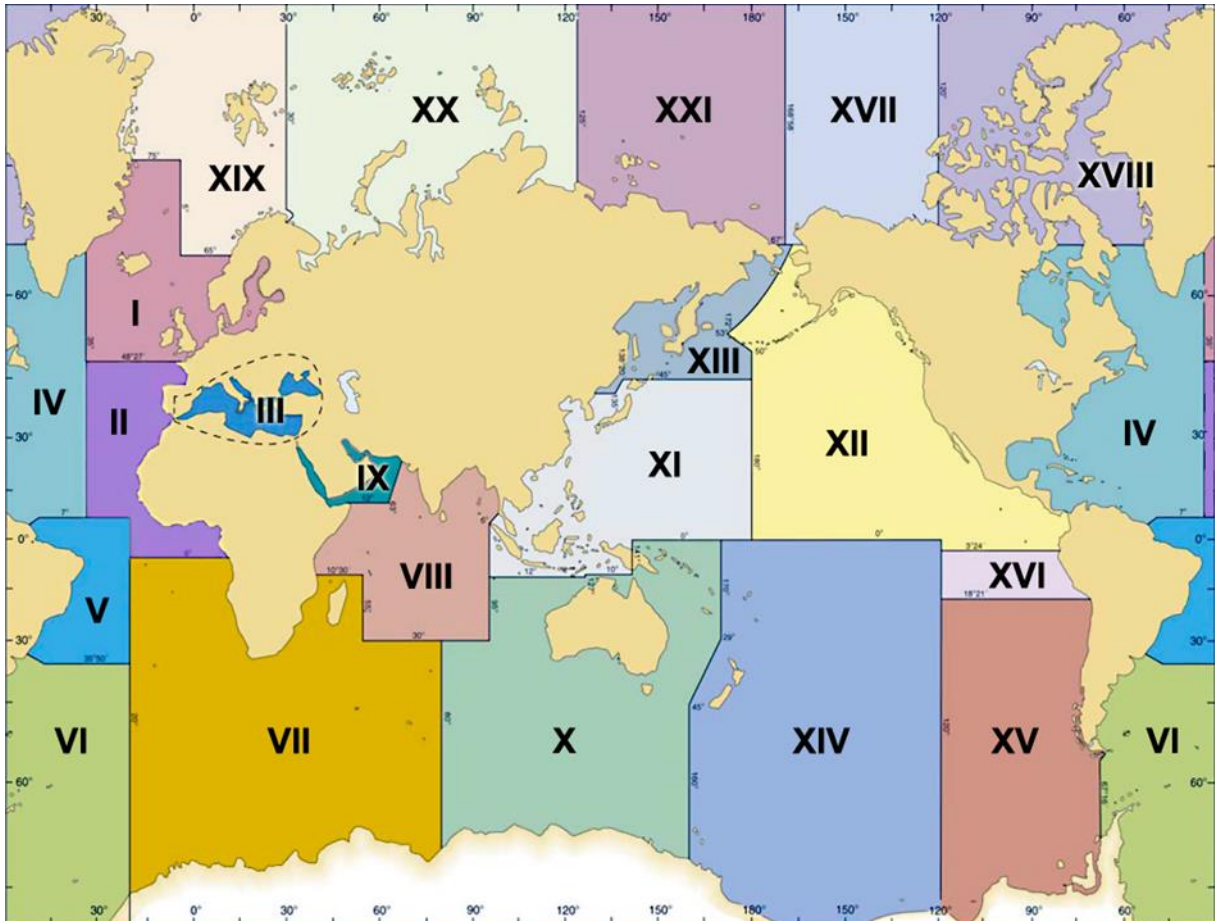
Εικόνα 75. Οι θαλάσσιες περιοχές του GMDSS

11.5.2 Πληροφορίες ναυτικής ασφάλειας

Πληροφορίες ναυτικής ασφάλειας (Maritime Safety Information - MSI) σε γενικές γραμμές είναι ο όρος που χρησιμοποιείται για ναυτιλιακές και μετεωρολογικές παρατηρήσεις, μετεωρολογικές προγνώσεις και άλλα μηνύματα επείγοντος και ασφαλείας, ζωτικής σημασίας για όλα τα πλοία. Μηνύματα που έχουν σχέση με επιχειρήσεις έρευνας και διάσωσης (Search And Rescue - SAR) δε θεωρούνται MSI ακόμη κι αν χρησιμοποιούνται τα συστήματα παροχής MSI για τη διασπορά τους. Για τη διοχέτευση πληροφοριών Ναυτικής Ασφαλείας

στα πλαίσια του GMDSS έχει σχεδιασθεί ένα διεθνές δίκτυο μέσω του οποίου παρέχονται πληροφορίες ναυτικής ασφαλείας από διαφορετικές υπηρεσίες και οργανισμούς όπως :

- Εθνικές Υδρογραφικές Υπηρεσίες, προαγγελίες προς ναυτιλλόμενους και διορθώσεις ηλεκτρονικών χαρτών.
- Εθνικές Μετεωρολογικές υπηρεσίες, για μετεωρολογικές παρατηρήσεις και προγνώσεις.



Εικόνα 76. Οι περιοχές NAVAREA

Ο¹²⁵ εκπομπές Ναυτιλιακών Πληροφοριών προγραμματίζονται έτσι ώστε ο χρήστης να γνωρίζει τον ακριβή χρόνο και το είδος πληροφοριών που θα πάρει.

Ο μεγαλύτερος αριθμός των μηνυμάτων MSI όπως Μετεωρολογικά δελτία, προαγγελίες προς ναυτιλλόμενους κ.λπ, είναι προγραμματισμένες εκπομπές οι οποίες χαρακτηρίζονται από προτεραιότητα Ασφαλείας (Safety) και δεν ενεργοποιείται συναγερμός στη μονάδα λήψης. Αντίθετα, ένας πολύ μικρότερος αριθμός μηνυμάτων όπως Μετεωρολογικές Προειδοποιήσεις, επείγουσες αναγγελίες προς ναυτιλλόμενους ή πληροφορίες SAR, είναι μη

¹²⁵ ΚΕΣΕΝ ΡΗ-ΡΕ 2013

προγραμματισμένες εκπομπές οι οποίες χαρακτηρίζονται με υψηλή προτεραιότητα (DISTRESS - URGENT) και ενεργοποιούν συναγερμό.

Κάθε υπηρεσία MSI καλύπτει προκαθορισμένη περιοχή και παρά το γεγονός ότι υπάρχουν μηνύματα που εκπέμπονται μέσω και των τριών παραπάνω υπηρεσιών, εν τούτοις τα περισσότερα διοχετεύονται μόνο μέσα από μία υπηρεσία.

Με¹²⁶ τη σκέψη για ασφαλέστερα ταξίδια και μετά από συνεργασία του Διεθνούς Υδρογραφικού Οργανισμού με τον IMO, προέκυψε μια διεθνής υπηρεσία η οποία πήρε την ονομασία WWNWS (World Wide Navigational Warning Service). Η υπηρεσία αυτή φροντίζει για την προώθηση μηνυμάτων Navigational Warnings (Αγγελίες προς τους Ναυτιλλομένους), τα οποία αφορούν την ασφάλεια της ναυσιπλοΐας. Για την καλύτερη διακίνηση αυτών των μηνυμάτων, όλες οι θάλασσες του κόσμου χωρίστηκαν σε 16 γεωγραφικές περιοχές. Η καθεμιά από αυτές πήρε την ονομασία NAVAREA (NAVigational AREA). Κατόπιν, στη πορεία των πραγμάτων, στα μηνύματα NAV(igational) warnings, προστέθηκαν και μηνύματα που εκδίδονται από μετεωρολογικές υπηρεσίες, τα MET(eorological) warnings & forecasts, καθώς επίσης και μηνύματα που συντάσσονται από θαλάμους επιχειρήσεων (RCC), τα SAR alerts. Η κάθε δε περιοχή εκτός από NAVAREA, ονομάστηκε και METAREA (MET eorological AREA), για την περίπτωση των ανάλογων μηνυμάτων. Όλα αυτά τα διαφορετικά είδη μηνυμάτων μαζί πήραν τελικά την ονομασία "Maritime Safety Information - MSI".

11.5.3 Ο εξοπλισμός του GMDSS

Οι λειτουργικές απαιτήσεις εξοπλισμού του GMDSS περιγράφονται λεπτομερώς στο κεφάλαιο IV της SOLAS κανονισμός 4. Είναι εξαιρετικά σημαντικό για την ναυτιλία να πληρούνται όλες οι απαιτήσεις που έχουν τεθεί. Η σημαντικότερη απαίτηση είναι ότι **«Κάθε πλοίο, ενώ βρίσκεται στη θάλασσα, θα πρέπει να είναι σε θέση να μεταδίδει ειδοποιήσεις κινδύνου πλοίου - ξηράς τουλάχιστον με δύο ξεχωριστά και ανεξάρτητα μέσα, το καθένα από τα οποία χρησιμοποιεί διαφορετική υπηρεσία ραδιοεπικοινωνιών»**. (SOLAS IV Regulation 4)

Ο¹²⁷ ραδιοεξοπλισμός, με τον οποίο εφοδιάζονται τα πλοία, πρέπει να είναι απλός στον χειρισμό του και όπου κρίνεται σκόπιμο σχεδιασμένος έτσι, ώστε η λειτουργία του να μην χρειάζεται παρακολούθηση και εποπτεία. Ο εξοπλισμός για την εκπομπή και λήψη σημάτων κινδύνου πρέπει να είναι εγκατεστημένος στην γέφυρα του πλοίου και να έχει εξασφαλιστεί η επαρκής και κατάλληλη παροχή συντηρήσεως και λειτουργίας του ραδιοεξοπλισμού. Όσον αφορά τις σωσίβιες λέμβους (ή τα σωστικά μέσα) των πλοίων πρέπει να εφοδιάζονται με εξοπλισμό ικανό

¹²⁶ IMO 1999

¹²⁷ Λυμπέρης 2017

να εκτελεί τη λειτουργία των επιτόπιων επικοινωνιών στον δίαυλο 16 του VHF με ραδιοτηλεφωνία.

| <i>Ανάγκες χρηστών</i> | | | | | | | | | | |
|---|---|--|-------------|---------------|------------|--------------|---------------|---------------------|---------------|--------------------|
| <i>Κανονισμός SOLAS Κανονισμός IV/4 Λειτουργικές απαιτήσεις Functional requirements</i> | | <i>SOLAS Κανονισμός IV/7 έως IV/11</i> | | | | | | | | |
| | | <i>VHF/DSC</i> | <i>SART</i> | <i>NAVTEX</i> | <i>EGC</i> | <i>EPIRB</i> | <i>MF/DSC</i> | <i>Inmarsat SES</i> | <i>HF/DSC</i> | <i>Two-way VHF</i> |
| 1 | Εκπομπή συναγερμού κινδύ-νου πλοίου-ξηράς | X | | | | X | X | X | X | |
| 2 | Λήψη συναγερμού κινδύνου ξηράς-πλοίου | X | | | | | X | X | X | |
| 3 | Εκπομπή και λήψη συναγερμού κινδύνου | X | | | | | X | | X | |
| 4 | Εκπομπή και λήψη Συντονισμού Έρευνας και Διάσωσης | X | | | | | X | X | X | |
| 5 | Εκπομπή και λήψη επικοινωνιών επί σκηνής | X | | | | | X | X | | X |
| 6 | Εκπομπή και λήψη σημάτων εντοπισμού | | X | | | X | | | | |
| 7 | Εκπομπή και λήψη πληροφοριών ναυτικής | | | | X | X | X | X | | |
| 8 | Εκπομπή και λήψη γενικών ραδιοεπικοινωνιών | X | | | | | X | X | X | X |
| 9 | Εκπομπή και λήψη επικοινωνιών γέφυρα-γέφυρα | X | | | | | X | | X | X |

Πίνακας 2. Οι λειτουργικές απαιτήσεις του GMDSS (Λυμπέρης 2017).

Εξοπλισμός INMARSAT

Το¹²⁸ GMDSS χρησιμοποιεί τους τηλεπικοινωνιακούς δορυφόρους του INMARSAT διότι παρέχουν:

- 1) Βελτίωση της υπηρεσίας κινδύνου, επείγοντος και ασφάλειας.
- 2) Μεγάλη αξιοπιστία και ποιότητα των επικοινωνιών εκπομπής και λήψης.
- 3) Δυνατότητα πλήρους αυτοματοποίησης χωρίς απαραίτητα να χρειάζεται η εποπτεία στη λειτουργία του από εξειδικευμένο προσωπικό.
- 4) Δυνατότητα εξυπηρετήσεως σε 24ωρη βάση χωρίς να επηρεάζεται η λειτουργία του από καιρικές μεταβολές ούτε να χρειάζεται συνεχή τήρηση ακρόασης από ειδικευμένο προσωπικό.
- 5) Ραδιοεντοπισμό σε παγκόσμια κλίμακα και παράλληλα οργάνωση Έρευνας και Διάσωσης από τα αρμόδια Κέντρα Συντονισμού Έρευνας και Διάσωσης ξηράς.
- 6) Εισαγωγή νέων υπηρεσιών, όπως τηλεφωνία, τηλετυπία, τηλεγραφία, τηλεφωτογραφία, video, δεδομένα, ηλεκτρονικό ταχυδρομείο (e-mail), βίντεο διαδοχική επαφή με πλοία, ραδιοεντοπισμό, συναγερμό κινδύνου και ασφάλειας, διαχείριση μηνυμάτων EPIRBs και άλλες ειδικές υπηρεσίες.

¹²⁸ Λυμπέρης 2017



Η κλασική συσκευή INMARSAT στα πλοία αποτελείται από ένα τερματικό INMARSAT (αυτός είναι ο πομπός και ο δέκτης), ένα τερματικό μηνυμάτων με δίσκο και ένα πληκτρολόγιο ή κάποιο άλλο σύστημα υπολογιστή, έναν εκτυπωτή, ένα τροφοδοτικό, μια καθολική κεραία, ένα καλώδιο κεραίας και, αν δεν είναι ενσωματωμένος, έναν δέκτη GPS. Η συσκευή INMARSAT C μπορεί να χρησιμοποιηθεί για

Εικόνα 77. Ο εξοπλισμός INMARSAT

την αποστολή και λήψη μηνυμάτων. Αυτά τα μηνύματα αποτελούνται από δεδομένα που παράγονται ή αποκωδικοποιούνται από το τερματικό μηνυμάτων ή τον υπολογιστή που συνδέεται στο τερματικό του INMARSAT C. Έτσι δίνει τη δυνατότητα αποστολής και λήψης πολλών ειδών μηνυμάτων όπως E-mail, Fax, TELEX, SMS, έκτακτης ανάγκης και κινδύνου.

Τα¹²⁹ δορυφορικά τερματικά Inmarsat του GMDSS περιλαμβάνουν ένα ειδικό κουμπί Distress που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την άμεση ενεργοποίηση των λειτουργιών συναγερμού κινδύνου, η οποία είναι σημαντική όταν ο χρόνος είναι κρίσιμος. Σε ορισμένες εγκαταστάσεις, το κουμπί κινδύνου συνδυάζεται με μια μονάδα συναγερμού κινδύνου, η οποία μπορεί να βρίσκεται μακριά από την κύρια εγκατάσταση του τερματικού.

Το¹³⁰ σύστημα Inmarsat έχει μια δυνατότητα γνωστή ως Ενισχυμένη Ομαδική Κλήση (Enhanced Group Calling - EGC), η οποία επιτρέπει σε οργανισμούς που εδρεύουν στην στεριά (είναι γνωστοί ως «πάροχοι πληροφοριών») να μεταδίδουν μηνύματα σε επιλεγμένα πλοία οπουδήποτε μέσα σε μια ωκεάνια περιοχή. Οι κλήσεις περιοχής θα λαμβάνονται αυτόματα από όλα τα πλοία των οποίων ο εξοπλισμός έχει ρυθμιστεί στην κατάλληλη περιοχή ή αναγνωρίζει μια περιοχή από τη γεωγραφική της θέση. Ο Διεθνής Ναυτιλιακός Οργανισμός (IMO) απαιτεί την υπηρεσία EGC της Inmarsat ως ένα από τα βασικά μέσα για τη δημοσίευση πληροφοριών για την ασφάλεια στη θάλασσα για το GMDSS.

DSC (Digital Selective Calling)

Αν και ψηφιακή επιλεκτική κλήση (DSC) είναι ένα από τα πιο σημαντικά μέρη του GMDSS, είναι η τελευταία υπηρεσία που θα εφαρμόστηκε πλήρως. Το DSC παρέχει ένα μέσο αυτοματοποίησης όλων των ημερησίων θαλάσσιων κλήσεων - καθιστώντας τις θαλάσσιες επικοινωνίες εύκολες στη χρήση όπως το τηλέφωνο. Σε κάθε πλοίο που είναι εφοδιασμένο με DSC έχει διατεθεί ένας μοναδικός 9ψήφιος αναγνωριστικός αριθμός, γνωστός ως Θαλάσσια ταυτότητα κινητής υπηρεσίας (Maritime Mobile Service Identity-MMSI). Το MMSI προγραμματίζεται μόνιμα στον εξοπλισμό DSC και αποστέλλεται αυτόματα με κάθε μετάδοση. Τα

¹²⁹ IMO 1999

¹³⁰ ΚΕΣΕΝ ΡΗ-ΡΕ 2013

MMSI κατανέμονται¹³¹ σε διεθνή βάση, με τα τρία πρώτα ψηφία που αντιπροσωπεύουν την εθνικότητα του υπεύθυνου για το πλοίο. Αυτά τα τρία τα ψηφία είναι γνωστά ναυτιλιακός κώδικας αναγνώρισης (Maritime Identification Digits-MID). Για τα Ελληνικά πλοία, ο τριψήφιος MID είναι αριθμός 240.

Επειδή στο GMDSS υπάρχει απαίτηση οι κλήσεις να γίνονται κωδικοποιημένα και όχι χειροκίνητα (τηλεφωνία - τηλετυπία), αναγκαστικά δημιουργήθηκε και προστέθηκε στον πομποδέκτη INMARSAT μια επιπλέον συσκευή, η οποία ονομάστηκε DSC (Digital Selective Calling system) - Ψηφιακή Επιλεκτική Κλήση ή με άλλα λόγια Κωδικοποιητής - Αποκωδικοποιητής Κλήσεων. Το σύστημα DSC χρησιμοποιείται για κλήσεις συναγερμού κινδύνου, επείγοντος,



ασφάλειας, ακόμη και για κλήσεις ρουτίνας. Οι κλήσεις DSC πραγματοποιούνται με κατεύθυνση πλοίο-πλοίο, πλοίο-ξηρά και ξηρά-πλοίο. Οι πληροφορίες ψηφιακής κλήσης μεταδίδονται σε ειδικά καθορισμένα κανάλια. Στην περίπτωση του VHF, αυτό είναι το κανάλι 70. Το κανάλι 70 είναι αφιερωμένο στη χρήση DSC και σε καμία περίπτωση δεν πρέπει να χρησιμοποιείται για οτιδήποτε άλλο.

Εικόνα 78. Η συσκευή DSC

Ο ραδιοεξοπλισμός DSC αποτελείται από μία συσκευή που περιέχει έναν κωδικοποιητή - αποκωδικοποιητή εκπομπής / λήψης, μία οθόνη, έναν πίνακα στην μπροστινή όψη του πομποδέκτη με τα κουμπιά ελέγχου, ένα πληκτρολόγιο και έναν κύριο δέκτη. Ο δέκτης, αυτός πέρα των άλλων δυνατοτήτων, παρέχει και την δυνατότητα αυτόματης σάρωσης στις συχνότητες DSC συναγερμού, κινδύνου και ασφάλειας. Με τη μονάδα αυτή συνδέεται ένας εκτυπωτής, ο οποίος χρησιμοποιείται για να εκτυπώνει λαμβανόμενα και εκπεμπόμενα μηνύματα.

Σε¹³² μια κατάσταση κινδύνου, όλες οι απαραίτητες πληροφορίες μπορούν να σταλούν αυτόματα με το πάτημα ενός κουμπιού. Το περιεχόμενο μιας κλήσεως DSC περιλαμβάνει την ταυτότητα του σταθμού ή των σταθμών στους οποίους μεταδίδεται η κλήση, την ταυτότητα του μεταδίδοντος σταθμού και ένα μήνυμα που περιέχει μερικά πεδία πληροφοριών, που δείχνουν τον σκοπό της κλήσης. Μία τέτοια κλήση μπορεί να είναι:

1) Κλήση κινδύνου. Αυτές οι κλήσεις απευθύνονται πάντοτε σε όλους τους σταθμούς. Η κλήση περιέχει τουλάχιστον το MMSI του σκάφους, τη θέση, τη φύση του

δυσκολία και την ώρα που η θέση ήταν έγκυρη. Αν ο χρόνος είναι διαθέσιμος, είναι επίσης δυνατό να αναφερθεί η φύση του κινδύνου, από ένα μενού επιλογών.

¹³¹ <https://www.egmdss.com/gmdss-courses/mod/resource/view.php?id=845>

¹³² <https://www.egmdss.com/gmdss-courses/mod/resource/view.php?id=2955>

2) Κλήση προς όλα τα πλοία. Η κλήση αυτή απευθύνεται από τον σταθμό ξηράς προς όλα τα πλοία τα οποία βρίσκονται στην ωκεάνια περιοχή, όπου έχει σημειωθεί το περιστατικό κινδύνου.

3) Κλήση προς έναν σταθμό. Απευθύνεται μεμονωμένα κάθε φορά από πλοίο προς πλοίο ή από ένα πλοίο προς έναν συγκεκριμένο παράκτιο σταθμό.

4) Κλήση προς ομάδα πλοίων.

5) Κλήση προς σταθμούς μίας γεωγραφικής περιοχής. Απευθύνονται σε πλοία που ταξιδεύουν σε μία ορισμένη γεωγραφική περιοχή, η οποία ορίζεται από τις συντεταγμένες της ως προς το εάν είναι ορθογώνια ή κυκλική.

6) Αυτόματη τηλεφωνική κλήση. Πραγματοποιείται αυτόματα χωρίς τη μεσολάβηση χειριστή. Η κλήση μεταφέρει πληροφορίες, όπως την ταυτότητα του πλοίου, τη θέση και τη φύση της κλήσης, καθώς και πληροφορίες που καθορίζουν το κανάλι στο οποίο πρέπει να πραγματοποιηθεί η επακόλουθη επικοινωνία. Το όλο μήνυμα μεταδίδεται με μία γρήγορη διαδικασία, μειώνοντας έτσι τον χρόνο αναζήτησης στο κανάλι κλήσης. Όταν αρχίσει, η κλήση κινδύνου επαναλαμβάνεται αυτόματα σε διαστήματα περίπου 4 λεπτών μέχρι να επιβεβαιωθεί η λήψη της από έναν άλλο σταθμό ή να διακοπεί χειροκίνητα.

Τα επίγεια συστήματα επικοινωνίας

Τα¹³³ επίγεια συστήματα επικοινωνίας που χρησιμοποιεί το GMDSS με τη μέθοδο της DSC που περιεγράφηκε προηγουμένως στα HF, MF ή VHF, δηλαδή στις επικοινωνίες μεγάλης, μεσαίας και μικρής εμβέλειας, καλύπτουν τις θαλάσσιες περιοχές A3, A2 και A1 αντίστοιχα. Τα επίγεια συστήματα χρησιμοποιούν πομποδέκτες μεσαίων, βραχέων και υπερβραχέων κυμάτων και πραγματοποιούν επικοινωνίες μεγάλης, μεσαίας και μικρής εμβέλειας αντίστοιχα, με την τεχνική της DSC.

Η Κινητή Ναυτική Υπηρεσία είναι Διεθνής Υπηρεσία η οποία ρυθμίζει τη χρήση των ναυτικών ραδιοεπικοινωνιών που έχουν άμεση σχέση με την ασφάλεια της ανθρώπινης ζωής και της περιουσίας στη θάλασσα. Η εκχώρηση συχνοτήτων γίνεται από τη Διεθνή Ένωση Επικοινωνιών (International Telecommunication Union -ITU) σε διεθνές επίπεδο. Στην Ναυτική Κινητή Υπηρεσία έχουν εκχωρηθεί συχνότητες στις ζώνες LF, MF, HF, VHF, UHF, SHF.

Τα¹³⁴ HF παρέχουν **επικοινωνίες μεγάλης εμβέλειας** στην κατεύθυνση πλοίου-ξηράς και ξηράς-πλοίου και χρησιμοποιούνται ως εναλλακτική λύση των δορυφορικών επικοινωνιών. Οι υπηρεσίες της ITU έχουν καθορίσει από τις συχνότητες των βραχέων, τις ζώνες συχνοτήτων στα 4, 6, 8, 12 και 16 MHz, ώστε να διασφαλίζεται η εκπομπή και η λήψη των συναγερμών κινδύνου, οι κλήσεις ασφάλειας, καθώς και η αναμετάδοση κινδύνου, επείγοντος και ασφάλειας.

¹³³ ΚΕΣΕΝ ΡΗ-ΡΕ 2013

¹³⁴ Λυμπέρης 2017

Οι **επικοινωνίες μεσαίας εμβέλειας** πραγματοποιούνται στη συχνότητα των 2.187,5 kHz κατεύθυνσης πλοίου-πλοίου και ξηράς-πλοίου με ψηφιακή επιλογική κλήση για τους συναγερμούς κινδύνου και τις κλήσεις ασφάλειας. Η ανταπόκριση κινδύνου και ασφάλειας πραγματοποιείται στη συχνότητα των 2.182 kHz με χρήση ραδιοτηλεφωνίας, περιλαμβανομένων των διαδικασιών για τον συντονισμό έρευνας και διασώσεως και των επιτόπιων επικοινωνιών. Η συχνότητα 2.174,5 kHz χρησιμοποιείται για την ανταπόκριση κινδύνου και ασφάλειας με χρήση ραδιοτηλετυπίας (NBDP), ενώ η συχνότητα των 518 kHz με κατεύθυνση ξηράς-πλοίο χρησιμοποιείται για τη μεταβίβαση πληροφοριών ναυτικής ασφάλειας, μετεωρολογικών αγγελιών, δελτίων καιρού κ.λπ..

Τα VHF παρέχουν **επικοινωνίες μικρής εμβέλειας**. Ο ITU έχει εκχωρήσει τη ζώνη συχνοτήτων από 156–174 MHz για την κινητή ναυτική υπηρεσία. Ο πομποδέκτης VHF παρέχει επικοινωνίες μικρής εμβέλειας στις ακόλουθες συχνότητες:

α) Στα 156,525 MHz (ή διάυλος 70) με χρήση DSC για τους συναγερμούς κινδύνου και κλήσεως ασφάλειας και

β) στους 156,8 MHz (ή διάυλος 16) με χρήση ραδιοτηλεφωνίας, για την ανταπόκριση κινδύνου και ασφάλειας, περιλαμβανομένων των διαδικασιών συντονισμού έρευνας και διάσωσης, καθώς επίσης και των επιτόπιων επικοινωνιών.

Οι συχνότητες κινδύνου χρησιμοποιούνται αυστηρά όπως ακριβώς καθορίζουν οι διεθνείς κανονισμοί, αλλά σε περιπτώσεις άμεσου και σοβαρού κίνδυνου, κανείς δεν μπορεί να εμποδίσει το πλοίο που κινδυνεύει να κάνει χρήση συχνοτήτων που δεν προβλέπονται. Σε περίπτωση κίνδυνου μπορούν να χρησιμοποιηθούν συχνότητες για εμπορικές ανταποκρίσεις.¹³⁵

Συνολικά σχηματίζονται 56 κανάλια από το 01 έως το 28 κι από το 60 έως το 88. Τα ενδιάμεσα κανάλια (από 162.050 KHZ έως 174.000 KHZ) έχουν διατεθεί για ιδιωτικές επικοινωνίες της ναυτιλίας (πχ επικοινωνίες ρυμουλκών, εταιρειών καταδύσεων ή εταιρειών που ασχολούνται με επιθεωρήσεις κλπ).

Η σωστή χρήση του VHF είναι βασικός παράγοντας στην ασφάλεια της ναυσιπλοΐας. Από την SOLAS προβλέπεται ότι η χρήση του VHF πρέπει να γίνεται από πρόσωπα που έχουν το κατάλληλο πιστοποιητικό, το οποίο εκδίδει η χώρα της σημαίας του πλοίου.

Τα σημαντικότερα κανάλια που έχουν άμεση σχέση με την ασφάλεια της ναυσιπλοΐας είναι το 16 **156.800 MHz (ch16)** και το 70 **156.525 MHz (ch70)**

Ο θαλάσσιος ραδιοεξοπλισμός, είτε αυτός λειτουργεί στα VHF ή MF / HF, αποτελείται από τρία τμήματα:

- Η κεραία

¹³⁵ ΚΕΣΕΝ ΡΗ-ΡΕ 2013

- Ο πομπός και ο δέκτης, και
- Η παροχή ρεύματος.

Κάθε μέρος εξαρτάται από το άλλο. Ένα σφάλμα σε οποιοδήποτε των εξαρτημάτων δεν επιτρέπουν τη λειτουργία του εξοπλισμού σωστά.



Η λειτουργία του πομπού είναι να μετατρέψει τα φωνητικά σήματα ή τα σήματα δεδομένων σε μια μορφή όπου μπορούν να ταξιδέψουν σε μεγάλες αποστάσεις. Αυτό επιτυγχάνεται με τη μετατροπή των φωνητικών σημάτων που εκφωνούνται στο μικρόφωνο ή των σημάτων δεδομένων που φεύγουν από τον πομπό σε ενέργεια υψηλής συχνότητας που μεταδίδεται στην κεραία.

Εικόνα 79. Ο πομποδέκτης VHF

Η λειτουργία του δέκτη είναι να επιλέγει μόνο εκείνα τα σήματα ραδιοσυχνότητας που απαιτούνται από τον χειριστή και τα ενισχύουν. Αυτά τα σήματα μετατρέπονται στη συνέχεια σε σήματα φωνής ή δεδομένων και αναπαράγονται από ένα μεγάφωνο ή τροφοδοτούν μια συσκευή δεδομένων. Είναι συνηθισμένο για τον θαλάσσιο ραδιοεξοπλισμό για τον πομπό και τον δέκτη να συνδυάζονται σε μία μόνο μονάδα που ονομάζεται πομποδέκτης.

Στα¹³⁶ πλοία επίσης προβλέπεται και η χρήση φορητών VHF που ανήκουν στα σωστικά μέσα του σκάφους. Το φορητό VHF χρησιμοποιείται σε ώρες ανάγκης και μεταφέρεται σε σωστικά μέσα, για την επικοινωνία με τα SAR (Search and Rescue) σε εμβέλεια VHF. Το φορητό VHF, εκτός από τη χρήση του σε ώρες ανάγκης, μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για την ενδοσυνεννόηση του πλοίου, εφόσον διαθέτει κατάλληλο κανάλι (συχνότητα εργασίας). Επειδή είναι πομποδέκτης μόνο για τηλεφωνία δεν έχει τη δυνατότητα να κάνει Distress alert, με την έννοια του GMDSS. Οποσδήποτε μπορεί να γίνει προσπάθεια εκπομπής στα κανάλια που διαθέτει. Ανεξαρτήτως πλών, τα επιβατηγά πλοία όλων των μεγεθών, καθώς επίσης και τα μεγάλα φορτηγά καράβια θα φέρουν 3 φορητά VHF, ενώ τα μικρά φορτηγά (300 - 500 κοχ) 2 φορητά VHF.

11.5.4 Το σύστημα NAVTEX

Με τη σκέψη για ασφαλέστερα ταξίδια και μετά από συνεργασία του Διεθνούς Υδρογραφικού Οργανισμού με τον IMO, προέκυψε μια διεθνής υπηρεσία η οποία πήρε την ονομασία Παγκόσμια Υπηρεσία Ναυσιπλοϊκών Αγγελιών (WWNWS -World Wide Navigational Warning Service). Η υπηρεσία αυτή φροντίζει για την προώθηση μηνυμάτων Navigational Warning (Αγγελίες προς τους ναυτιλλομένους), τα οποία αφορούν την ασφάλεια της ναυσιπλοΐας.

¹³⁶ IMO 1999

Για¹³⁷ την καλύτερη διακίνηση αυτών των μηνυμάτων, όλες οι θάλασσες του κόσμου χωρίστηκαν σε 16 γεωγραφικές περιοχές. Η καθεμιά από αυτές πήρε την ονομασία NAVAREA (NAVigational AREA). Κατόπιν, στη πορεία των πραγμάτων, στα μηνύματα NAV(igational) warnings, προστέθηκαν και μηνύματα που εκδίδονται από μετεωρολογικές υπηρεσίες, τα MET(eorological) warnings & forecasts, καθώς επίσης και μηνύματα που συντάσσονται από θαλάμους επιχειρήσεων των παράκτιων κρατών. Όλα αυτά τα διαφορετικά είδη μηνυμάτων μαζί πήραν τελικά την ονομασία Πληροφορίες Ναυτικής Ασφάλειας (Maritime Safety Information – MSI). Οι εκπομπές αυτές είναι ανάλογες των αναγκών των πλοίων στην κάθε περιοχή και των διαθεσίμων διευκολύνσεων που υπάρχουν μεταξύ ξηράς - πλοίου. Οι ώρες εκπομπής προγραμματίζονται να συμπίπτουν με τουλάχιστον μία ορισμένη περίοδο φυλακής ακρόασης των πλοίων και συντονίζονται με τις εκπομπές των παρακειμένων ή κοντινών NAVAREA, ώστε να εξασφαλίσουν ότι ένα πλοίο που ταξιδεύει μεταξύ των περιοχών αυτών, έχει την ευκαιρία να

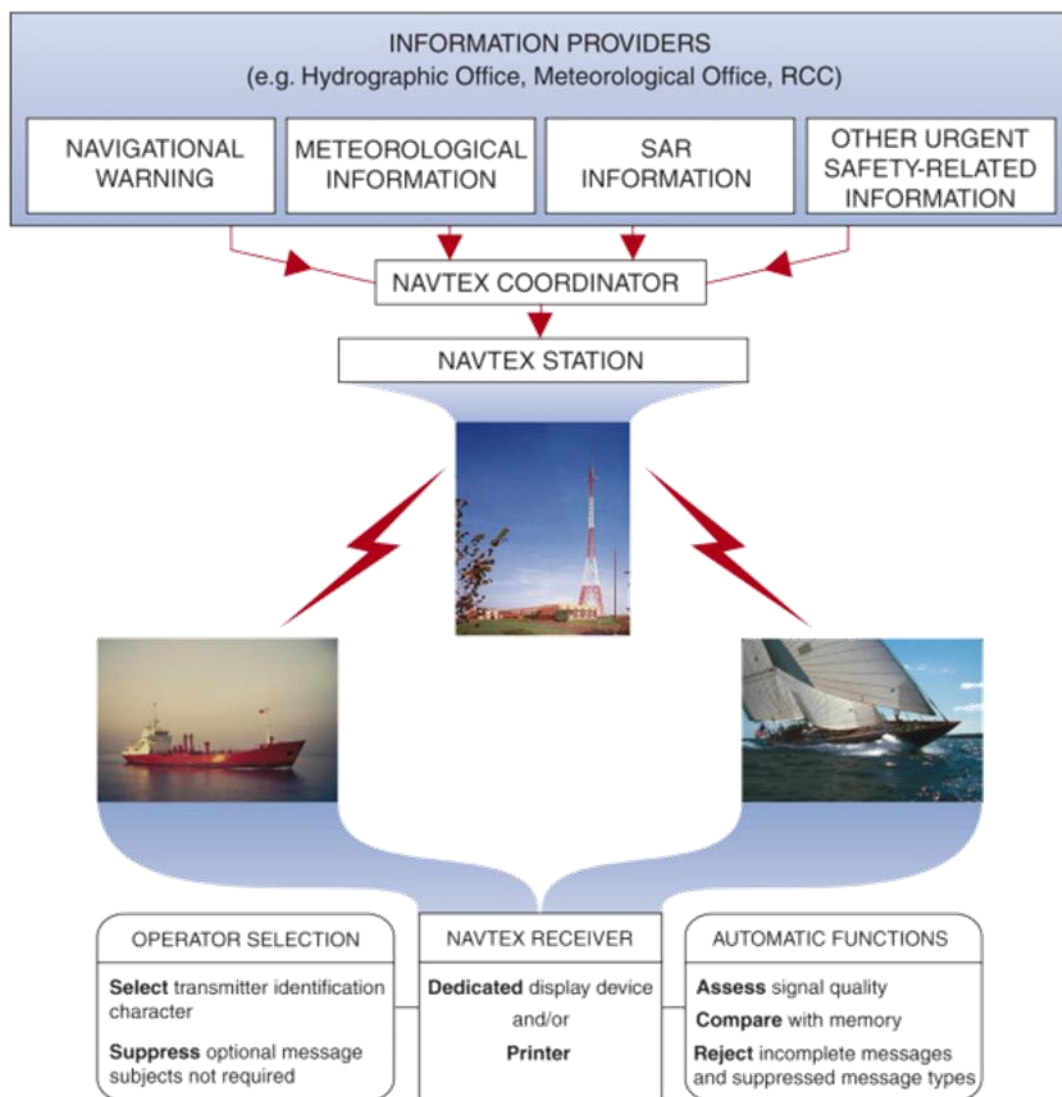
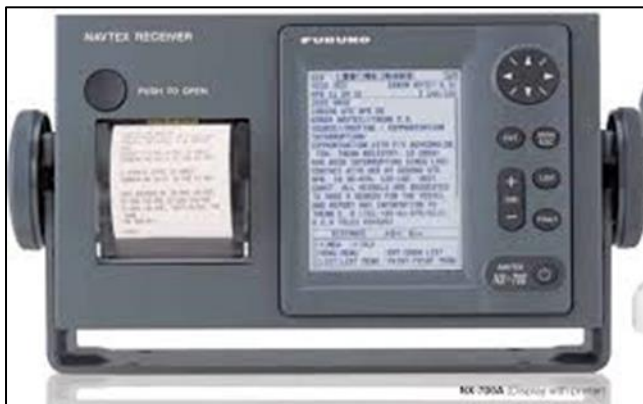


Figure 1 – Basic concept of the NAVTEX system

¹³⁷ Λυμπέρης 2017

καταγράφει και τις δύο περιοχές και ότι η χρήση όμοιων συχνοτήτων δεν προκαλεί παρενόχληση στη λήψη τους. Το NAVTEX (NAVigational TEXT) είναι μια διεθνής υπηρεσία μετάδοσης ναυτλιακών και μετεωρολογικών πληροφοριών καθώς και πληροφοριών επείγουσας φύσης προς τα πλοία. Οι πληροφορίες αυτές αφορούν σε παράκτιες περιοχές οι οποίες καθορίζονται με μετρήσεις, σύμφωνα με μεθόδους και κριτήρια του IMO.

Αντίθετα προς τις αγγελίες NAVAREA, οι οποίες προορίζονται για τον διεθνή θαλάσσιο χώρο ή για τις κύριες θαλάσσιες και παράκτιες ζώνες ναυσιπλοΐας, η υπηρεσία NAVTEX εκπέμπει πληροφορίες για όλα τα μεγέθη και τους τύπους πλοίων εντός μιας γενικότερης περιοχής καλύψεώς της. Επιπλέον η υπηρεσία NAVTEX μεταδίδει μετεωρολογικά δελτία ρουτίνας και όλες τις αγγελίες θύελλας, ενώ οι προαγγελίες NAVAREA περιλαμβάνουν μόνο συμβουλευτικές προειδοποιήσεις για μεγαλύτερες και σπουδαιότερες θύελλες. Ένα χαρακτηριστικό λειτουργίας του δέκτη του συστήματος είναι η τεχνική της επιλογής και απορρίψεως μηνυμάτων, ώστε να δίνεται η δυνατότητα στον ναυτικό να λαμβάνει μόνο εκείνα τα μηνύματα και τις πληροφορίες ασφάλειας, που σχετίζονται με τις δικές του ανάγκες.



Εικόνα 80. Ο δέκτης NAVTEX

Η οργάνωση NAVTEX σε παγκόσμιο επίπεδο προβλέπει 24 σταθμούς ξηράς σε κάθε NAVAREA, οι οποίοι χρησιμοποιούν την ίδια συχνότητα (518 KHZ). Ο IMO ενθαρρύνει τη χρήση των 490 KHZ για εθνικές εκπομπές. Για λήψη στους 490 KHZ απαιτείται ή δεύτερος ενσωματωμένος δέκτης με δυνατότητα ταυτόχρονης λήψης

στους 490 KHZ (με προτεραιότητα των μηνυμάτων στους 518 KHZ) καθώς επίσης και δυνατότητα εκτύπωσης εθνικών χαρακτήρων (πχ greek) ή ένας και μοναδικός δέκτης με επιλογή συχνοτήτων από τον χρήστη. Οι εκπομπές NAVTEX είναι τύπου NBDP/FEC (τεχνική παρόμοια με αυτή του παραδοσιακού ραδιοηλέτηπου) και οι σταθμοί NAVTEX μέσα σε κάθε NAVAREA εκπέμπουν με καθορισμένη σειρά και ώρα ώστε να αποφεύγονται οι παρεμβολές. Για να λαμβάνει εκπομπές NAVTEX, ένα πλοίο πρέπει να είναι εξοπλισμένο με ένα ειδικό δέκτη NAVTEX συντονισμένο στα 518 kHz. Ο δέκτης NAVTEX αποτελεί μέρος του GMDSS, το οποίο υποχρεωτικά πρέπει να φέρουν όλα τα πλοία από την 1/8/1993.

Ένας τυπικός δέκτης NAVTEX αποτελείται από :

- Δέκτη
- Επεξεργαστή
- ή εκτυπωτή ενσωματωμένο
- ή οθόνη 16 τουλάχιστον γραμμών με έξοδο για εξωτερικό εκτυπωτή

11.5.5 Το σύστημα NAVDAT

Στα πλαίσια του εκσυγχρονισμού του GMDS, έχει αρχίσει ήδη σε πειραματικό στάδιο το σύστημα NAVDAT. Πρόκειται για ένα νέο σύστημα παροχής μηνυμάτων ναυτικής ασφάλειας με το όνομα NAVDAT (**NAV**igational **DAT**a) το οποίο θα αποτελέσει μια βελτιωμένη μορφή του ήδη υπάρχοντος NAVTEX και θα συνυπάρχει με αυτό χωρίς να παρεμβάλλει το ένα το άλλο. Η παραπάνω πρόταση είναι σε συμφωνία με ανάλογη μελέτη του ITU μέσα στο 2011 η οποία και αποφάσισε να χρησιμοποιεί η συχνότητα των 500 KHZ η οποία είναι ανενεργή μετά την κατάργηση της Μορσικής Τηλεγραφίας στα πλοία. Η εμβέλεια του NAVDAT θα είναι παρόμοια με αυτή του NAVTEX – μια και τα δύο συστήματα χρησιμοποιούν συχνότητες στη ζώνη MF, θα επιτυγχάνεται όμως παροχή μεγάλου όγκου πληροφορίας με ταχύτητα 18Kbits/s σε σύγκριση με το NAVTEX που έχει ταχύτητα 50bits/s.

Το¹³⁸ σύστημα NAVDAT εκτός του ότι παρέχει πολύ μεγαλύτερες ταχύτητες δεδομένων από το τρέχον σύστημα NAVTEX, παρέχει επίσης και μεγαλύτερη χωρητικότητα. Ενώ το NAVTEX βασίζεται μόνο σε μεταφορές δεδομένων κειμένου, το NAVDAT θα εισαγάγει τη δυνατότητα μεταφοράς τόσο των εικόνων (π.χ. διαγραμμάτων) όσο και των γραφικών δεδομένων. Αυτό θα επιτρέψει την παροχή εικόνων ή γραφικών, όπως για παράδειγμα μια γραφική απεικόνιση του ματιού του τυφώνα με προβαλλόμενη κίνηση, τις θέσεις των παγόβουνων και άλλων θαλάσσιων πληροφοριών. Το NAVDAT θα μπορούσε επίσης να υποστηρίξει τη διαβίβαση πληροφοριών αναζήτησης και διάσωσης, προειδοποιήσεις πειρατείας και μηνυμάτων κινδύνου και έκτακτης ανάγκης.

Πιο αναλυτικά θα παρέχονται :

- Μετεωρολογικές – ωκεανογραφικές πληροφορίες με μορφή χαρτών (πχ ισοβαρείς ή συνεχής ενημέρωση για τη θέση (πλάτος – μήκος) τυφώνα).
- Χάρτες παρουσίας πάγων και προβλέψεις ως προς τις κινήσεις τους.
- Προειδοποιήσεις για περιστατικά πειρατείας (χάρτες με θέσεις περιστατικών ή ευαίσθητες περιοχές) – Συνιστώμενες πορείες.
- Χρήσιμες πληροφορίες για τη ναυσιπλοΐα.
- Πληροφορίες έρευνας και διάσωσης.
- Μηνύματα Μεταφοράς Αρχείων Συστήματος της Κυκλοφορίας των Πλοίων.

Η λήψη μηνυμάτων NAVDAT θα γίνεται με ειδικό δέκτη, που είναι παρόμοιος με το σύστημα NAVTEX. Ο δέκτης χρησιμοποιεί μία μικρή κεραία παρόμοια σε μέγεθος με την υπάρχουσα κεραία του δέκτη NAVTEX

¹³⁸ Rissone C. 2013

11.5.6 Αναμεταδότης [Ραντάρ] Έρευνας και Διάσωσης

O¹³⁹ Αναμεταδότης [Ραντάρ] Έρευνας και Διάσωσης ((Search and Rescue Transponder-SART) είναι μια φορητή συσκευή που χρησιμοποιείται σαν συμπληρωματικό σύστημα κινδύνου. Το SART βοηθά κάθε πλοίο, αεροπλάνο και ελικόπτερο της περιοχής που συνέβη ατύχημα, να εντοπίζει εύκολα τους επιζώντες με τη χρήση του συστήματος ραντάρ τους.

Τα SARTs είναι κατασκευασμένα από αδιάβροχα εξαρτήματα που τα προστατεύουν από βλάβες από το νερό. Οι συσκευές SART λειτουργούν ουσιαστικά με μπαταρία, επομένως μπορούν να λειτουργούν για μεγάλο χρονικό διάστημα. Τα συστήματα SART χρησιμοποιούνται σε πλοία, σωστικές και σωσίβιες λέμβους. Είναι τα πιο υποστηρικτικά μηχανήματα σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης. Τα SARTs έχουν σχεδιαστεί για να παραμένουν στη θάλασσα για μεγάλο χρονικό διάστημα σε περίπτωση που το σκάφος βυθιστεί στο νερό.

Το SART μεταφέρεται στη σωσίβια λέμβο όταν εγκαταλείπεται το πλοίο σε κατάσταση κινδύνου. Πρέπει να τοποθετηθεί σε ύψος τουλάχιστον ενός μέτρου πάνω από το επίπεδο της θάλασσας και να ενεργοποιηθεί στη λειτουργία αναμονής (Standby). Έτσι ο SART θα μπορέσει να



απαντήσει σε εκπομπές πλοίων, ελικοπτέρων και αεροπλάνων που συμμετέχουν στην επιχείρηση SAR. Ο SART θα δώσει μια φωτεινή ένδειξη (εξαρτάται από το μοντέλο SART) στους επιζώντες της λέμβου.

Όταν ο διακόπτης λειτουργίας του τίθεται στη θέση «ON», εκπέμπει σήματά μόνο όταν διεγείρεται από το ραντάρ του πλοίου ή του αεροσκάφους που λειτουργεί στη ζώνη συχνοτήτων (χ band) των 9 GHz. Όταν το ραντάρ ραδιοσυχνότητας X (9.2 - 9.5 GHz) των πλοίων, ελικοπτέρων, αεροπλάνων πλέει ή πετάει εντός της ζώνης κινδύνου στην οποία εκτελείται επιχείρηση SAR και εντοπιστεί από τον SART εισέρχεται σε λειτουργία αναμετάδοσης. Ο SART θα δώσει ακουστική και ορατή προειδοποίηση (εξαρτάται από το μοντέλο SART) στους επιζώντες της σωσίβιας λέμβου.

Εικόνα 81. Ο Αναμεταδότης SART

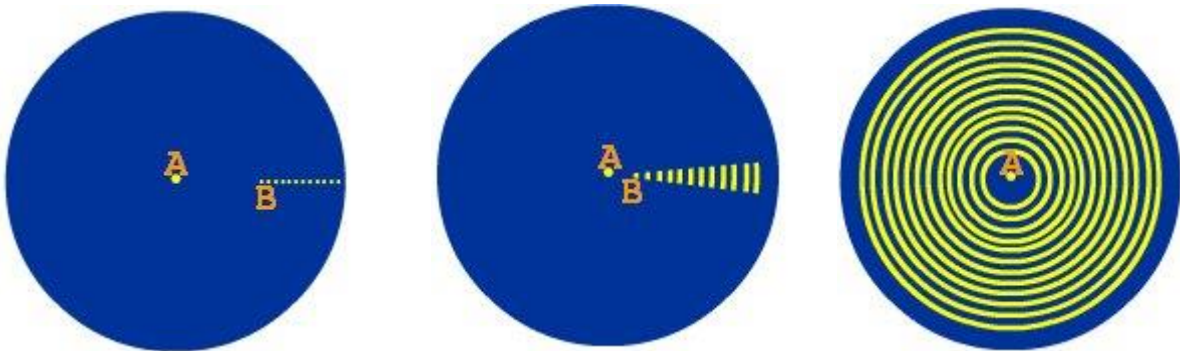
Ένας ακουστικός συναγερμός ή ένας μικρός λαμπτήρας ενσωματώνεται στη συσκευή με σκοπό τα άτομα που βρίσκονται σε κίνδυνο να είναι ενημερά ότι ένα πλοίο ή αεροσκάφος διασώσεως βρίσκεται κοντά τους. Όταν το SART ενεργοποιηθεί, παράγει ένα σήμα σάρωσης, το οποίο εμφανίζεται στην οθόνη του σωστικού σκάφους και μοιάζει με μια γραμμή 12 τελειών, τόξων ή κύκλων με ίση απόσταση μεταξύ τους

¹³⁹ <https://www.egmdss.com/gmdss-courses/mod/resource/view.php?id=891>

(χαρακτηριστικό μοτίβο "κινδύνου") σε μια γραμμή από τη θέση του πλοίου, με την κοντινότερη γραμμή να υποδεικνύει τη θέση του SART.

Το μοτίβο που σχηματίζεται από τον SART στην οθόνη του ραντάρ εξαρτάται από την απόσταση ανάμεσα στο SART (θέση Β) και στο πλοίο, ελικόπτερο ή αεροπλάνο που σπεύδουν για βοήθεια (θέση Α).

Όταν το πλοίο, ελικόπτερο ή αεροπλάνο διάσωσης απέχει περισσότερο από 1 ν.μ από το SART εμφανίζεται μια σειρά 12 τέλειων. Καθώς το πλοίο διάσωσης πλησιάζει το SART, συνήθως στο 1 ν.μ περίπου, οι εκπομπές της κεραίας του ραντάρ επηρεάζουν τις τελείες που εμφανίζονται στην οθόνη του και τις μετατρέπουν σε ανοικτά τόξα. Σε πιο κοντινή απόσταση εμφανίζονται πλήρεις κύκλοι, που υποδεικνύουν έτσι στα πλοία διάσωσης ότι το SART βρίσκεται σε πολύ κοντινή απόσταση.



Για να επιτύχει τη μέγιστη εμβέλεια ανίχνευσης το SART πρέπει να τοποθετηθεί κατακόρυφα τουλάχιστον ένα μέτρο πάνω από τη θάλασσα. Αυξάνοντας το ύψος του SART αυξάνεται και την εμβέλεια ανίχνευσής του. Αυτό συμβαίνει γιατί τα ραδιοκύματα που εκπέμπει χρησιμοποιούν την απόσταση ορατότητας.

Αν το SART βρίσκεται τουλάχιστον ένα μέτρο πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας και δεν εμποδίζεται από οποιοδήποτε μεταλλικό αντικείμενο και το ραντάρ ραδιοσυχνότητων Χ του πλοίου είναι τουλάχιστον 15 μέτρα πάνω από τη θάλασσα, τότε μπορεί να επιτευχθεί εμβέλεια ανίχνευσης 5 ν.μ.

Τα σκάφη που υπόκεινται στην σύμβαση της SOLAS κάτω των 500 τόνων πρέπει να έχουν ένα SART, όλα τα επιβατηγά και φορτηγά πλοία 500 τόνων και άνω πρέπει να έχουν δύο SART και τα οχηματαγωγά πρέπει να έχουν ένα SART για κάθε τέσσερις σωσίβιες λέμβους. Σύμφωνα με τις προδιαγραφές αποτελεσματικότητας της σύμβασης SOLAS, τα SART διαθέτουν μια μπαταρία με δυνατότητα εργασίας 96 ωρών σε λειτουργία αναμονής και οκτώ ωρών διαρκούς αναμετάδοσης. Πρέπει επίσης να αντέχει τυχόν ζημιές όταν πέφτει από ύψος 20 m στο νερό, και το ύψος της κεραίας του να είναι τουλάχιστον 1 m επάνω απ' την επιφάνεια της θάλασσας, σύμφωνα με τους κανονισμούς, με σκοπό να βελτιστοποιείται η περιοχή της εκπομπής του. Έτσι, είναι σημαντικό η συσκευή να τοποθετείται στο υψηλότερο σημείο της λέμβου.

11.5.7 Ραδιοφάροι Ένδειξης Θέσης Κινδύνου

Ο Ραδιοφάρος Ένδειξης Θέσης Κινδύνου (**Emergency Position Indicating Radio Beacons – EPIRB**), είναι μια φορητή συσκευή που λειτουργεί με τη δική της μπαταρία μακράς διάρκειας ζωής (συνήθως λιθίου). Αφού ενεργοποιηθεί, μεταδίδει τη θέση του μέσω του δορυφορικού

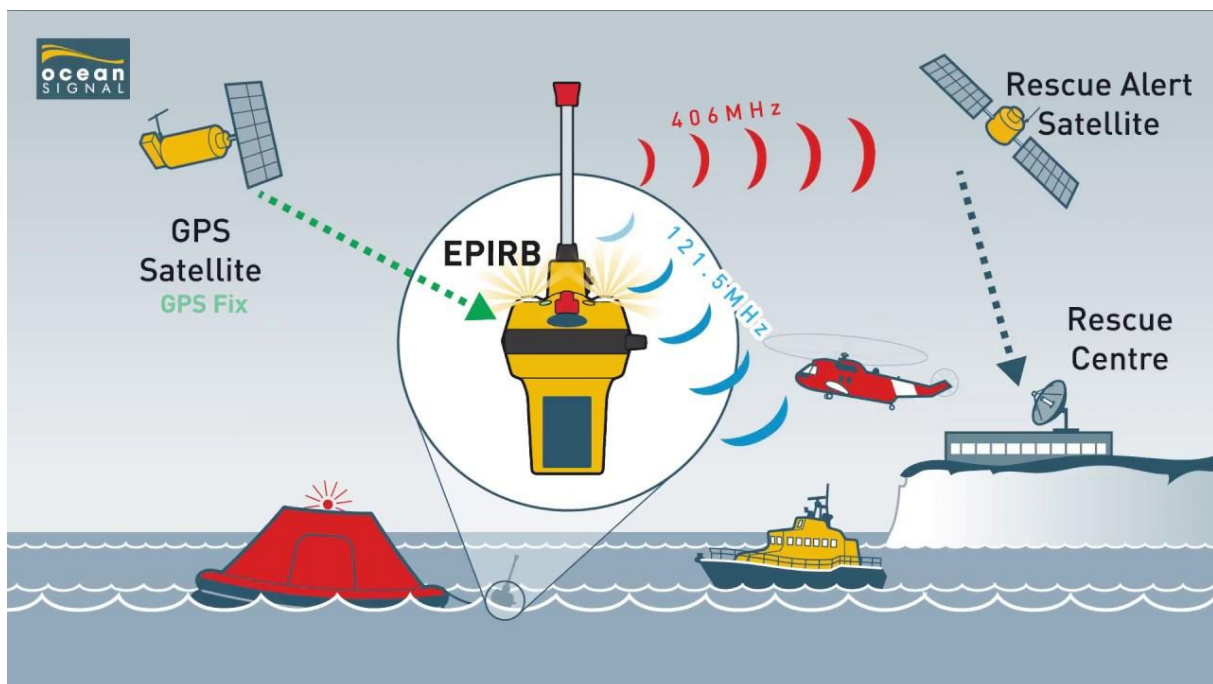
συστήματος πολικής τροχιάς Cospas - Sarsat ή / και επίγειων σταθμών που βρίσκονται γύρω από τη Γη. Μπορεί να χρειαστούν έως και 45 λεπτά για τη διόρθωση θέσης ανάλογα με τη θέση των δορυφόρων σε τροχιά. Μόλις ταυτοποιηθεί, το σύστημα μπορεί συνήθως να καθορίσει τη θέση ενός EPIRB σε απόσταση 3 ναυτικών μιλίων, αν και τα EPIRB με δυνατότητα GPS έχουν τώρα τη δυνατότητα να εντοπίσουν τη θέση του EPIRB σε απόσταση μικρότερη των 50 μέτρων εντός 3 λεπτών από την ενεργοποίηση.

Η¹⁴⁰ Διάσκεψη της Ασφάλειας της Ζωής στη Θάλασσα (SOLAS) του 1960 ενέκρινε τη σύσταση (Recommendation) 48, η οποία αναφέρει:

"Η Διάσκεψη, αναγνωρίζοντας ότι ένας αυτόματος σταθμός ένδειξης θέσης έκτακτης ανάγκης θα βελτιώσει την ασφάλεια της ζωής στη θάλασσα διευκολύνοντας σημαντικά την έρευνα και τη διάσωση, συνιστά στις κυβερνήσεις να ενθαρρύνουν τον εξοπλισμό σε όλα τα πλοία, κατά περίπτωση, με συσκευή αυτού του είδους, η οποία θα είναι μικρή, ελαφριά, επιπλέουσα, υδατοστεγής, ανθεκτική στις κραδασμούς, με αυτόματη ενεργοποίηση και ικανή για 48 ώρες συνεχούς λειτουργίας».

Κάθε¹⁴¹ EPIRB είναι προγραμματισμένο με μια μοναδική ταυτότητα πριν φτάσει στον πελάτη και καταχωρείται από τον ιδιοκτήτη του σε ένα κέντρο συντονισμού έκτακτης ανάγκης. Η ταυτότητα περιλαμβάνει έναν τριψήφιο κωδικό χώρας, η οποία είναι υπεύθυνη να τηρεί τα στοιχεία εγγραφής του EPIRB.

Οι συσκευές EPIRB είναι φορητές, έχουν δυνατότητα ελεύθερης πλεύσης και μπορούν να



Εικόνα 82. Η αρχή λειτουργίας του EPIRB

¹⁴⁰ Tetley L. 1994

¹⁴¹ <https://www.egmdss.com/gmdss-courses/mod/resource/view.php?id=885>

ενεργοποιούνται χειροκίνητα ή πρέπει να μπορούν να ενεργοποιούνται αυτόματα χωρίς οποιαδήποτε παρέμβαση του χειριστή. Ο ραδιοφάρος μεταδίδει ένα κωδικοποιημένο ραδιοφωνικό σήμα κινδύνου στα 406 MHz, το οποίο, μόλις ληφθεί, συνήθως υποκινεί μια λειτουργία αναζήτησης και διάσωσης. Αυτή συνήθως συντονίζεται και διευθύνεται από το κέντρο όπου είναι καταχωρημένο το EPIRB ή συντονιστεί από οργανισμούς SAR που λειτουργούν υπό τη δικαιοδοσία άλλης χώρας. Ορισμένα EPIRB έχουν δευτερεύοντα σήμα κινδύνου το οποίο εκπέμπεται στα 121,5 MHz. Αυτό χρησιμοποιείται για τους σκοπούς του εντοπισμού μόλις οι ομάδες SAR βρίσκονται σε απόσταση λίγων μιλίων από την ενδεικνυόμενη θέση. Τα EPIRB διαθέτουν επίσης και φωτεινή ένδειξη LED που αναβοσβήνει μόλις ενεργοποιηθεί.

Οι¹⁴² ραδιοφάροι έχουν μηχανισμό αυτόματης απελευθέρωσης και ενεργοποίησης. Όταν ένα πλοίο βυθίζεται, τα EPIRB που βρίσκονται επί του πλοίου, σε βάθος περίπου 4 m από την επιφάνεια της θάλασσας, με την επίδραση της πίεσης του νερού αποδεσμεύονται από αυτό, ενεργοποιούνται αυτόματα και επιπλέουν ελεύθερα. Η διαδικασία αυτή ονομάζεται λειτουργία ελεύθερης πλεύσης των ραδιοφάρων. Πρέπει να υπάρχει επίσης μία πινακίδα σε εμφανή θέση της συσκευής, η οποία να περιέχει τις οδηγίες χρήσης για απελευθέρωση και ενεργοποίηση χειροκίνητα.

Τα¹⁴³ βασικά εξαρτήματα ενός EPIRB είναι:

- Η κεραία. Πρέπει να είναι σχεδόν κατακόρυφη όταν λειτουργεί (εκπέμπει),
- Θαλάσσιος διακόπτης. Ενεργοποιεί αυτόματα τον EPIRB όταν βυθίζεται στο νερό,
- Διακόπτης ενεργοποίησης. Επιτρέπει τη χειροκίνητη ενεργοποίηση του EPIRB,
- Δοκιμαστικό κουμπί. Επιτρέπει στο χρήστη να πραγματοποιεί δοκιμές για να εξασφαλίζει την ετοιμότητα του EPIRB.
- Αναδέτης. Το κορδόνι που χρησιμοποιείται για να δεθεί ο EPIRB σε μια σωσίβια λέμβο.
- Στοβοσκοπικό φως. Όταν ενεργοποιείται ο EPIRB αναβοσβήνει και προσφέρει οπτική βοήθεια στη μονάδα SAR,
- LED και συσκευή παραγωγής ήχου. Χρησιμοποιούνται για να δείξουν σε ποια λειτουργία είναι ο EPIRB και για το αποτέλεσμα των δοκιμών του EPIRB,
- Εσωτερική μπαταρία που κρατάει τουλάχιστον 48 ώρες (εκπέμποντας),
- Σύστημα εντοπισμού θέσης GPS στα περισσότερα αλλά όχι σε όλα τα μοντέλα και επιτρέπει στις επιχειρήσεις SAR να ξεκινήσουν άμεσα.

Όταν¹⁴⁴ ενεργοποιείται ένας EPIRB σε μια κατάσταση κινδύνου, αρχίζει να εκπέμπει ραδιοσήματα που περιλαμβάνουν και την ταυτότητά του. Τότε συμβαίνουν τα εξής :

¹⁴² Λυμπέρης 2017

¹⁴³ <https://www.egmdss.com/gmdss-courses/mod/resource/view.php?id=885>

¹⁴⁴ <http://marinegyaan.com/what-is-emergency-position-indicating-radio-beacon-epi>

- Τουλάχιστον ένας δορυφόρος του συστήματος COSPAS-SARSAT, λαμβάνει τη μετάδοση του ραδιοφάρου και σε πιο πρόσφατα EPIRBs η μετάδοση λαμβάνεται επίσης μέσω GPS.
- Οι δορυφόροι μεταφέρουν το σήμα του ραδιοφάρου στους αντίστοιχους σταθμούς ελέγχου εδάφους.
- Οι σταθμοί εδάφους επεξεργάζονται τα σήματα και διαβιβάζουν τα δεδομένα, συμπεριλαμβανομένης της κατά προσέγγιση τοποθεσίας, σε μια εθνική αρχή.
- Η εθνική αρχή διαβιβάζει τα δεδομένα σε μια αρχή διάσωσης.

Η αρχή διάσωσης χρησιμοποιεί στη συνέχεια τον δικό της εξοπλισμό λήψης για να εντοπίσει τον ραδιοφάρο και να ξεκινήσει τις δικές του ενέργειες διάσωσης.

11.6 Οι Προεκτάσεις του GMDSS

Τα¹⁴⁵ ατυχήματα στις ναυτιλιακές δραστηριότητες κοστίζουν ανθρώπινες απώλειες, οικονομικές και περιβαλλοντικές καταστροφές. Είτε αυτά τα ατυχήματα προκαλούνται από ανθρώπινο λάθος, είτε από μηχανική βλάβη είτε από τα καιρικά φαινόμενα, το γεγονός παραμένει ότι οι απώλειες αυτές μπορούν και πρέπει να ελαχιστοποιηθούν.

Ο IMO έχει προωθήσει εκτεταμένα την εισαγωγή διαφόρων τεχνολογικών εφαρμογών με σκοπό τη συνολική υποστήριξη του εν πλω έργου των ναυτικών, και την αποφυγή κάθε δυσάρεστου συμβάντος στα πλοία. Εκμεταλλευόμενος τις συνεχιζόμενες βελτιώσεις στα ηλεκτρονικά συστήματα, τα επικοινωνιακά μέσα και τις ολοένα αυξανόμενες δυνατότητες των ηλεκτρονικών υπολογιστών (H/Y), εισήγαγε ως υποχρεωτικό εξοπλισμό σε συγκεκριμένες κατηγορίες πλοίων το Σύστημα Καταγραφής των Δεδομένων Ταξιδιού (Voyage Data Recorder – VDR) και το Σύστημα Αυτόματης Αναγνώρισης (Automatic Identification System- AIS). Αν και με την αυστηρή έννοια το AIS και το VDR δεν ανήκουν στο σύστημα GMDSS, η γραμμή μεταξύ AIS, VDR και GMDSS γίνεται ολοένα και πιο θολή, με την έννοια της αποφυγής του κινδύνου και της ασφάλειας της ναυσιπλοΐας.

11.6.1 Καταγραφέας Δεδομένων Ταξιδιού

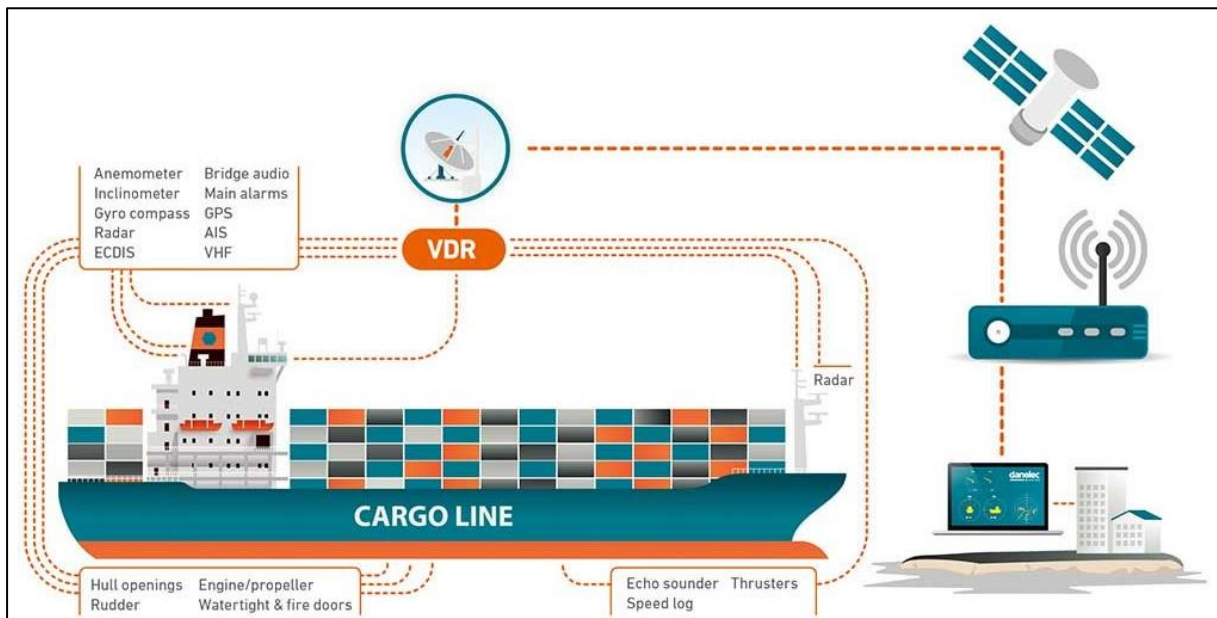
Η¹⁴⁶ διερεύνηση των αιτίων που προκάλεσαν τελικά ένα συγκεκριμένο ατύχημα έχει σαν στόχο την επαύξηση του επιπέδου της ασφάλειας στη θάλασσα, αφού με την υιοθέτηση συγκεκριμένων κανονισμών είναι πιθανό να αποφευχθεί το ενδεχόμενο ένα περιστατικό που ναυτικού ατυχήματος να λάβει χώρα σε επόμενο χρόνο. Ο καταγραφέας δεδομένων ταξιδιού είναι

¹⁴⁵ Παλληκάρης 2016

¹⁴⁶ IMO 2012

ένα σύστημα, το οποίο εγκαθίσταται στο πλοίο, προκειμένου να καταγράψει τις διάφορες πληροφορίες, που αφορούν συνολικά στην πραγματοποίηση του πλου. Έτσι, διευκολύνεται η διερεύνηση ενός ναυτικού ατυχήματος. Οι πληροφορίες που περιέχονται σε VDR θα πρέπει να διατίθενται τόσο στη διοίκηση όσο και στον εφοπλιστή. Αυτές οι πληροφορίες προορίζονται να χρησιμοποιηθούν κατά τη διάρκεια οποιασδήποτε επακόλουθης διερεύνησης ασφαλείας για να προσδιοριστεί η αιτία του συμβάντος.

Ο¹⁴⁷ IMO ορίζει τον καταγραφέα δεδομένων ταξιδιού (**Voyage Data Recorder -VDR**) ως ένα πλήρες σύστημα, συμπεριλαμβανομένων όλων των στοιχείων που απαιτούνται για τη διασύνδεση με τις πηγές σημάτων εισόδου, την επεξεργασία και την κωδικοποίησή τους, το τελικό μέσο εγγραφής, τον εξοπλισμό αναπαραγωγής, την τροφοδοσία ρεύματος και την αποκλειστική πηγή ισχύος που προορίζεται για το σύστημα. Οι πληροφορίες αποθηκεύονται σε ασφαλή και ανακτήσιμη μορφή σχετικά με τη θέση, την κίνηση, τη φυσική κατάσταση, την εντολή και τον έλεγχο ενός πλοίου κατά την περίοδο και μετά από ένα περιστατικό. Αυτές οι πληροφορίες χρησιμοποιούνται κατά τη διάρκεια οποιασδήποτε μεταγενέστερης διερεύνησης ασφαλείας για τον προσδιορισμό της αιτίας του συμβάντος. Εκτός από τη χρήση του στην έρευνα ατυχημάτων, μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για προληπτική συντήρηση, παρακολούθηση απόδοσης, ανάλυση βλαβών από καιρικές συνθήκες, αποφυγή ατυχημάτων και εκπαιδευτικούς σκοπούς για τη βελτίωση της ασφάλειας και τη μείωση του κόστους λειτουργίας.



Εικόνα 83. Η πλήρης διάταξη του VDR

Το¹⁴⁸ VDR ενός πλοίου είναι πολύ ανώτερο από το μαύρο κιβώτιο ενός αεροπλάνου καθώς αποθηκεύει μια μεγάλη ποικιλία δεδομένων και αυτό για μια περίοδο 12 ωρών. Τα αρχεία

¹⁴⁷ IMO 2012

¹⁴⁸ (<https://www.marineinsight.com/guidelines/voyage-data-recorder-on-a-ship-explained/>).

δεδομένων που καλύπτουν τις τελευταίες 12 ώρες συνεχώς αντικαθίστανται από τα πιο πρόσφατα δεδομένα.

Η¹⁴⁹ εγκατάσταση αποτελείται από την κύρια μονάδα (main unit), εγκατεστημένη στην γέφυρα του πλοίου που λειτουργεί τόσο ως μονάδα διασυνδέσεως με άλλα ηλεκτρονικά ναυτικά όργανα και συστήματα του σκάφους, όσο και ως μονάδα διαχείρισεως/αποθηκεύσεως ψηφιακών δεδομένων, την μονάδα ειδοποίησης, από την υποδοχή μικροφώνων, από την μονάδα απόκτησης δεδομένων, την μονάδα παροχής ενέργειας και τη μονάδα καταγραφής δεδομένων (voyage data capsule), η οποία είναι αποσπώμενη, ενώ είναι συνδεδεμένη με την κύρια μονάδα με τέτοια διάταξη που επιτρέπει την άμεση και αυτόματη αποδέσμευσή της.

Οι¹⁵⁰ απαιτήσεις του IMO που σχετίζονται με τα συστήματα που αποθηκεύουν τα δεδομένα ταξιδιού είναι εξαιρετικά υψηλές και ιδιαίτερη μέριμνα έχει ληφθεί για κατάλληλο εγκιβωτισμό της μονάδας εγγραφής σε προστατευμένες διατάξεις με τη μορφή κάψουλας, η οποία θα πρέπει να φέρει τα διεθνή χρώματα κινδύνου (πορτοκαλί ή κίτρινο). Με τον τρόπο αυτό, τα δεδομένα του VDR παραμένουν πάντα αξιοποιήσιμα, καθώς μπορεί να γίνει ανάκτησή τους είτε από την κάψουλα που επιπλέει ελεύθερα (επιπλέουσα κάψουλα – free float data recording unit), είτε από την ειδικά ενισχυμένη σταθερή κατασκευή (σταθερή κάψουλα – fixed data recording unit), που μπορεί να γίνει ανέλκυσή της ακόμα και από μεγάλο θαλάσσιο βάθος.

Μέσα¹⁵¹ στην μονάδα διασύνδεσης δεδομένων είναι ενσωματωμένη η υπομονάδα αποκτήσεως δεδομένων (interface box), η οποία και διαθέτει τις ανάλογες εισόδους για τα



Εικόνα 84. Η κάψουλα VDR

μικρόφωνα που εξυπηρετούν τις επικοινωνίες της γέφυρας με διάφορες θέσεις εσωτερικά του πλοίου, καθώς και για τις συσκευές συνεννοήσεως VHF που χρησιμοποιούνται για την εξωτερική επικοινωνία. Στη μονάδα διασυνδέσεως δεδομένων είναι υποχρεωτικό να διασυνδεθούν τα διάφορα συστήματα που υποστηρίζουν την εκτέλεση της ναυσιπλοΐας, όπως: η γυροπυξίδα, το δρομόμετρο, το Radar/ARPA, το ECDIS, καθώς και οι δέκτες των δορυφορικών συστημάτων προσδιορισμού θέσεως GNSS (GPS, Glomass, κ.λπ.).

Η εγκατάσταση του συστήματος Voyage Data Recorder (VDR), πραγματοποιείται από εταιρείες εξουσιοδοτημένες ειδικά για αυτόν τον σκοπό. Η κύρια μονάδα ελέγχου τοποθετείται

¹⁴⁹ <http://www.imo.org/en/OurWork/Safety/Navigation/Pages/VDR.aspx>

¹⁵⁰ MSC 2012

¹⁵¹ Παλληκάρης 2016

στη γέφυρα του πλοίου και συνδέεται μέσω καλωδίων με τα συνεργαζόμενα συστήματα, το μηχανοστάσιο, στους χώρους όπου παρευρίσκεται πλήρωμα του πλοίου, καθώς επίσης και τα αμπάρια του πλοίου και στις δεξαμενές του, όπως φαίνεται στην εικόνα 84.

Οι πληροφορίες που αποθηκεύονται στη μονάδα-κάψουλα δεδομένων είναι :

Ημερομηνία και ώρα , Θέση του πλοίου, κατεύθυνση, ταχύτητα, συνομιλίες στο χώρο της γέφυρας, συνομιλίες ασύρματης επικοινωνίας νήφ, τα δεδομένα του radar, δεδομένα ηχοβολιστικής συσκευής (βυθομέτρου), διάφοροι συναγερμοί (alarms), θέση και ανταπόκριση πηδαλίου, πληροφορίες μηχανοστασίου και προωστήριας μηχανής, πληροφορίες τηλεγράφου, κατάσταση υδατοστεγών ή πυροστεγών θυρών, διεύθυνση και ταχύτητα ανέμου.. Επομένως, θα πρέπει να συνδέονται στην κεντρική Μονάδα του VDR πυξίδες, δρομόμετρο, βυθόμετρο, GPS, ECDIS, ανεμόμετρο και ανεμοδείκτης, τηλεγράφος μηχανής, πηδάλιο, πίνακες κτλ.

11.6.2 Το σύστημα AIS

Το¹⁵² Σύστημα Αυτόματης Αναγνώρισης (Automatic Identification System - AIS) είναι ένα σύστημα μετάδοσης και ανταλλαγής ραδιοκυμάτων πολύ υψηλής συχνότητας (VHF) που μεταφέρει πακέτα δεδομένων και επιτρέπει στα σκάφη που είναι εξοπλισμένα με AIS και σταθμούς που βασίζονται στην ξηρά για να στέλνουν και να λαμβάνουν πληροφορίες ταυτοποίησης που μπορούν να εμφανιστούν σε έναν υπολογιστή ή σε plotter. Είναι η σημαντικότερη εξέλιξη της ναυτιλίας στην ασφάλεια πλοήγησης από την εισαγωγή του ραντάρ.

Το σύστημα αναπτύχθηκε αρχικά σαν εργαλείο αποφυγής σύγκρουσης, ώστε τα εμπορικά πλοία να μπορούν να «βλέπουν» ο ένας τον άλλον με μεγαλύτερη σαφήνεια σε όλες τις συνθήκες και να βελτιώνουν τις πληροφορίες του αξιωματικού γέφυρας σχετικά με το περιβάλλον του. Το AIS το επιτυγχάνει αυτό, διαβιβάζοντας συνεχώς τη ταυτότητα σκάφους, θέση, ταχύτητα και πορεία μαζί με άλλες σχετικές πληροφορίες από όλα τα άλλα σκάφη που είναι εξοπλισμένα με AIS εντός της εμβέλειας. Σε συνδυασμό με έναν σταθμό ξηράς, το σύστημα αυτό προσφέρει επίσης στις λιμενικές αρχές και στους οργανισμούς ναυτιλιακής ασφάλειας τη δυνατότητα να διαχειρίζονται τη θαλάσσια κυκλοφορία και να μειώνουν τους κινδύνους της θαλάσσιας ναυσιπλοΐας.

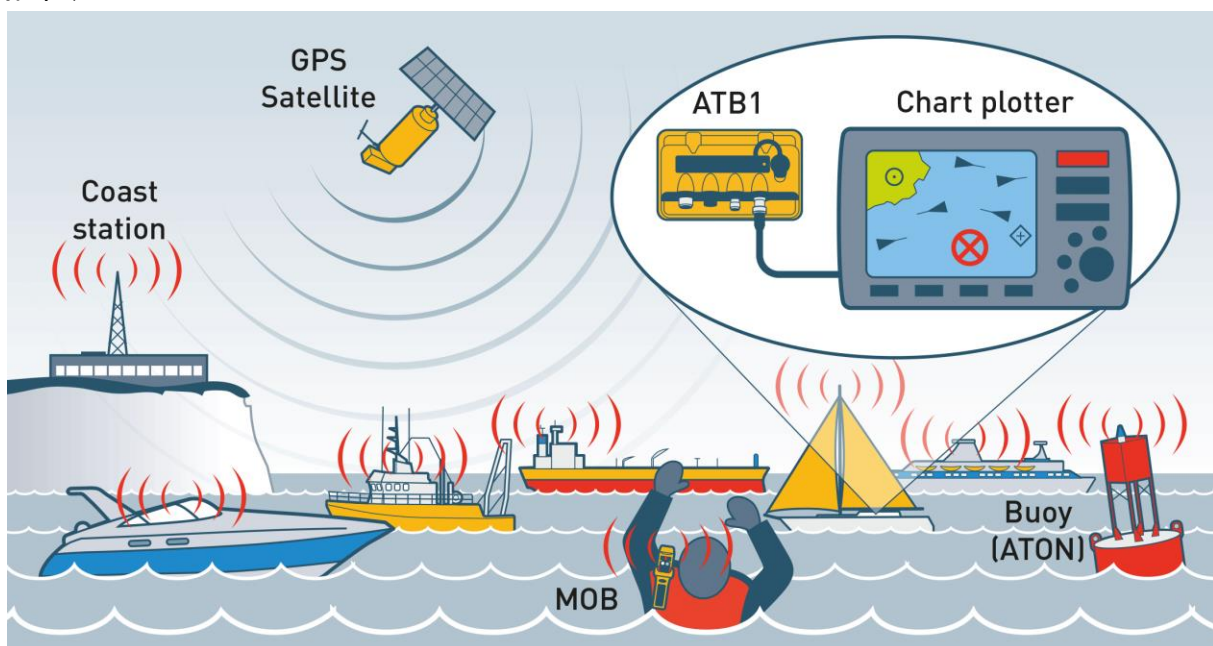
Λόγω¹⁵³ των μεγάλων πλεονεκτημάτων ασφάλειας που προσφέρει το AIS, το 2000, ο IMO εξέδωσε νέα απαίτηση του κανονισμού 19 της SOLAS Κεφάλαιο 5. Αυτό που απαιτείται όλα τα πλοία ολικής χωρητικότητας 300 κόρων και άνω που εκτελούν διεθνείς πλόες, τα φορτηγά πλοία 500 κόρων ολικής χωρητικότητας και πάνω που δεν ασχολούνται με τα διεθνή δρομολόγια και όλα τα επιβατηγά πλοία, ανεξάρτητα από το μέγεθος, για να μεταφέρουν πομποδέκτες AIS. Το 2004, έγινε απαίτηση για όλα τα πλοία, ανεξάρτητα από το μέγεθος.

¹⁵² AMSA 2013

¹⁵³ <http://www.imo.org/en/OurWork/Safety/Navigation/Pages/AIS.aspx>

Το σύστημα AIS αποτελείται από έναν πομπό VHF, δύο δέκτες VHF, έναν VHF DSC δέκτη και έναν θαλάσσιο ηλεκτρονικό τηλεπικοινωνιακό σύνδεσμο για τα συστήματα πλοήγησης και αισθητήρα. Οι πληροφορίες θέσης και χρονισμού προέρχονται συνήθως από ενσωματωμένο ή εξωτερικό δέκτη GPS. Άλλες πληροφορίες που μεταδίδονται από το AIS αποκτώνται ηλεκτρονικά από εξοπλισμό επί του πλοίου μέσω τυποποιημένων συνδέσεων θαλάσσιων δεδομένων.

Τα¹⁵⁴ σήματα AIS έχουν οριζόντια εμβέλεια περίπου 40 ναυτικών μιλίων (74 χλμ.), Πράγμα που σημαίνει ότι οι πληροφορίες κυκλοφορίας AIS διατίθενται μόνο σε παράκτιες ζώνες ή σε ζώνες πλοίου προς πλοίο. Η επικοινωνία AIS πραγματοποιείται χρησιμοποιώντας δύο συχνότητες VHF, 161,975 MHz και 162,025 MHz, Αν και είναι απαραίτητο μόνο ένα ραδιοφωνικό κανάλι, κάθε σταθμός μεταδίδει και λαμβάνει πάνω από δύο ραδιοφωνικά κανάλια για την αποφυγή προβλημάτων παρεμβολής και για να επιτρέπεται η μετατόπιση των καναλιών μεταξύ των πλοίων χωρίς απώλεια επικοινωνιών.



Εικόνα 85. Η λειτουργία του AIS

Το δορυφορικό σύστημα AIS (SAT-AIS) υποστηρίζεται από δορυφόρους, έχει καταστήσει δυνατή την παρακολούθηση των θαλάσσιων σκαφών πέραν των παράκτιων περιοχών που είναι εξοπλισμένα με συσκευές παρακολούθησης AIS. Το SAT AIS είναι μια πολλά υποσχόμενη λύση για να ξεπεραστούν οι περιορισμοί της επίγειας κάλυψης με τη δυνατότητα παροχής υπηρεσίας AIS για οποιαδήποτε περιοχή στη Γη.

Αν και το AIS δεν αποτελεί μέρος του GMDSS, μπορεί όμως να θεωρηθεί σαν τέτοιο, λόγω της εμφάνισης του AIS-SART (AIS Search and Rescue Transmitter), το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για αναζήτηση και διάσωση (SART), όπως καθιερώθηκε από τον IMO (αλλά δεν αποτελεί σύστημα συναγερμού κινδύνου) από την 1η Ιανουαρίου 2010. Οι δυνατότητες SAR του

¹⁵⁴ <https://artes.esa.int/sat-ais/overview>

AIS οφείλονται στο ότι οι πομποδέκτες AIS στα πλοία έχουν επίσης μια απλή δυνατότητα επικοινωνίας κειμένου που ονομάζεται σύντομη επικοινωνία μηνυμάτων ασφαλείας (Short Safety Related Messaging - SSRM).

Σύμφωνα¹⁵⁵ με τον IMO, ο αντικειμενικός σκοπός της ανάπτυξης του AIS είναι:

- Η βελτίωση/προαγωγή του επιπέδου ασφαλείας κατά τον πλου.
- Η δυνατότητα εκτελέσεως ασφαλέστερης και αποτελεσματικότερης ναυτιλίας.
- Η αναγνώριση των στόχων.
- Η υποβοήθηση της παρακολουθήσεως των στόχων.
- Η απλούστευση της επικοινωνίας/ανταλλαγής πληροφοριών μεταξύ πλοίων.
- Η παροχή επιπρόσθετης πληροφορίας για ορθή εκτίμηση του ναυτιλιακού περιβάλλοντος.

Ανάλογα με τις δυνατότητές τους, οι πομποδέκτες AIS που εγκαθίστανται στα πλοία, χωρίζονται σε δύο κατηγορίες: Στους πομποδέκτες κατηγορίας A και στους πομποδέκτες κατηγορίας B.

Οι Πομποδέκτες AIS κατηγορίας A προορίζονται για τα πλοία, στα οποία σύμφωνα με τις αποφάσεις του IMO, η εγκατάσταση του AIS είναι υποχρεωτική. Ένας πομποδέκτης AIS τύπου A, διαθέτει τις πλήρεις λειτουργικές δυνατότητες του συστήματος και μπορεί να απεικονίσει το σύνολο των παραμέτρων της αναφοράς AIS.

Οι Πομποδέκτες AIS κατηγορίας B προορίζονται για προαιρετική εγκατάσταση σε πλοία, για τα οποία σύμφωνα με τις αποφάσεις του IMO, η εγκατάσταση του AIS δεν είναι υποχρεωτική. Ένας



Εικόνα 86. Η οθόνη δέκτη AIS

πομποδέκτης AIS τύπου B, έχει περιορισμένες λειτουργικές δυνατότητες σε σχέση με αυτούς του τύπου A και συνεπώς το κόστος προμήθειάς του είναι μικρότερο. Έτσι τα μικρά πλοία, όπως τα σκάφη αναψυχής, μπορούν για λόγους κόστους να επιλέξουν τον τύπο B του AIS, ο οποίος έχει μειωμένες δυνατότητες σε σχέση με τον τύπο A.

Εάν¹⁵⁶ στο πλοίο υπάρχει εξοπλισμός πλοήγησης ικανός να επεξεργάζεται και να εμφανίζει πληροφορίες AIS όπως το ECDIS, το ραντάρ ή ένα ολοκληρωμένο σύστημα ναυτιλίας, τότε το σύστημα AIS κατηγορίας A μπορεί να συνδεθεί με αυτό το σύστημα μέσω της διεπαφής παρουσίασης AIS. Τα αναθεωρημένα πρότυπα επιδόσεων του ραντάρ του IMO (Απόφαση IMO MSC.192 (79) 2004) αναφέρουν ότι όλα τα νέα ραντάρ που τοποθετούνται στα πλοία μετά τον

¹⁵⁵ Παλληκάρης 2016

¹⁵⁶ AMSA 2013

Ιούλιο του 2008 πρέπει να είναι σε θέση να επιδεικνύουν στόχους AIS. Δεδομένου ότι το AIS θα εμφανίζεται στο ραντάρ και μπορεί επίσης να εμφανίζεται σε συστήματα ECDIS, είναι δυνατόν το ραντάρ και το ECDIS να χρησιμοποιηθούν για την προβολή δεδομένων AIS.

Οι διαφορετικοί τύποι πληροφοριών που παρέχονται από το AIS, χαρακτηρίζονται ως "στατικές", "δυναμικές" ή "σχετικές με ταξίδια" ισχύουν για διαφορετικές χρονικές περιόδους και συνεπώς απαιτούν διαφορετικό ρυθμό ενημέρωσης. Πχ πληροφορίες που σχετίζονται με κατασκευαστικά-τεχνικά στοιχεία του πλοίου ανανεώνονται κάθε 6 λεπτά, ενώ πληροφορίες που αφορούν στις παραμέτρους κίνησης του πλοίου (ταχύτητα, πορεία κλπ), ανανεώνονται συνεχώς.

Το¹⁵⁷ AIS προσφέρει στους ναυτικούς τη δυνατότητα έγκυρης πληροφόρησης ταξινομημένα όπως παρακάτω :

Στατικά δεδομένα, όπως το Διεθνές Διακριτικό Σήμα, το όνομα, τον αριθμό αναγνώρισης IMO, τον τύπο του και τις διαστάσεις του πλοίου.

Δεδομένα σχετικά με το ταξίδι, όπως βύθισμα, είδος φορτίου, προορισμό, και αναμενόμενο χρόνο άφιξης του πλοίου.

Δυναμικά δεδομένα, όπως την ώρα, τη θέση του πλοίου (γεωγραφικό πλάτος και μήκος), την πορεία, την πορεία ως προς το βυθό, την ταχύτητα , το ρυθμό που στρίβει και την κατάσταση πλεύσης.

Όπως¹⁵⁸ συμβαίνει με όλα τα συστήματα πλοήγησης και ηλεκτρονικών συσκευών, το σύστημα AIS έχει περιορισμούς:

- Η ακρίβεια των πληροφοριών AIS που λαμβάνονται είναι τόσο καλή όσο η ακρίβεια των πληροφοριών AIS που διαβιβάζονται.
- Η θέση που λαμβάνεται στην οθόνη AIS ενός πλοίου, ενδέχεται να μην αναφέρεται στο αρχικό σήμα που έχει σταλεί από το άλλο πλοίο.
- Η υπερβολική εξάρτηση από το AIS μπορεί να προκαλέσει εφησυχασμό εκ μέρους του αξιωματικού γέφυρας.
- Οι χρήστες πρέπει να γνωρίζουν ότι ενδέχεται να μεταδοθούν εσφαλμένες πληροφορίες από το AIS από άλλο πλοίο.
- Δεν είναι όλα τα σκάφη εξοπλισμένα με AIS (πχ ψαρόβαρκες)
- Ο αξιωματικός γέφυρας πρέπει να γνωρίζει ότι το AIS, εάν υπάρχει, μπορεί να απενεργοποιηθεί από ένα συγκεκριμένο πλοίο, αποκλείοντας έτσι οποιαδήποτε πληροφορία που θα μπορούσε να έχει λάβει από το πλοίο αυτό.
- Σε ορισμένες περιοχές με κυκλοφορική συμφόρηση, λόγω της αυξημένης χρήσης του AIS, μπορεί να υπάρξει υποβάθμιση της αποτελεσματικότητας του συστήματος.

¹⁵⁷ AMSA 2013

¹⁵⁸ Gulic M. 2016

Βασικές απαιτήσεις εξοπλισμού του GMDSS για πλοία που συμμορφώνονται με την σύμβαση SOLAS. (ΦΕΚ 1446)

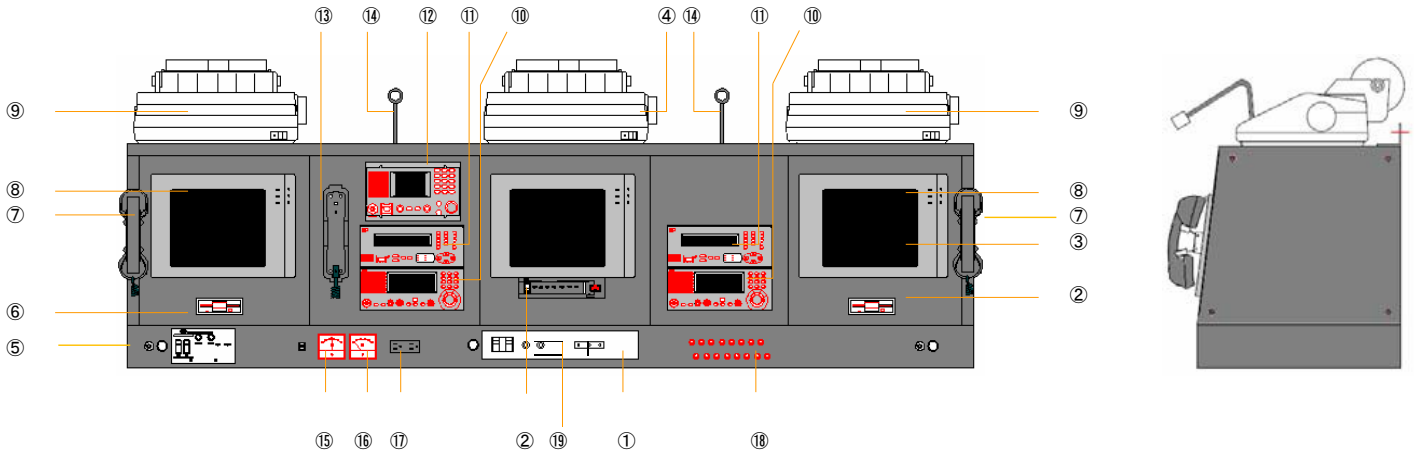
| Equipment | A1 | A2 | A3 Inmarsat solution | A3 HF solution | A4 |
|--|----------------|----------------|----------------------------|-------------------|----------------|
| VHF with DSC | x | x | x | x | x |
| DSC watch receiver channel 70 | x | x | x | x | x |
| MF telephony with MF DSC | | x | x | | |
| DSC watch receiver MF 2187,5 kHz | | x | x | | |
| Inmarsat ship earth station with EGC receiver | | | x | | |
| MF/HF telephony with DSC and NBDP | | | | x | x |
| DSC watch receiver MF/HF | | | | x | x |
| Duplicated VHF with DSC | | | x | x | x |
| Duplicated Inmarsat SES | | | x | x | |
| Duplicated MF/HF telephony with DSC and NBDP | | | | | x |
| NAVTEX receiver 518 kHz | X | X | X | X | X |
| EGC receiver | X ¹ | X ¹ | | x | x |
| Float-free satellite EPIRB | x | x | x | x | x ⁴ |
| Radar transponder (SART) | X ² | X ² | X ² | X ² | X ² |
| Hand held GMDSS VHF transceivers | X ³ | X ³ | X ³ | X ³ | X ³ |
| For passenger ships the following applies from 01.07.97 | | | | | |
| “Distress panel” (SOLAS regulations IV/6.4 and 6.6) | x | x | x | x | x |
| Automatic updating of position to all relevant radiocommunication equipment regulation IV/6.5. This also applies for cargo ships from 01.07.02 (chapter IV, new regulation 18) | x | x | x | x | x |
| Two-way-on-scene radiocommunication on 121,5 and 123,1 MHz from the navigating bridge. (SOLAS regulation IV/7.5) | x | x | x | x | x |
| 1) Outside NAVTEX coverage area. 2) Cargo ships between 300 and 500 gt: <u>1 set</u> . Cargo ships of 500 gt. and upwards and passenger ships: <u>2 sets</u> . 3) Cargo ships between 300 and 500 gt.: <u>2 sets</u> . Cargo ships of 500 gt. and upwards and passenger ships: <u>3 sets</u> . 4) Inmarsat E-EPIRB cannot be utilized in sea area A4. | | | | | |

3 BASIC EQUIPMENT – SUPPLEMENTARY REQUIREMENTS

3.1 General requirements Every radio installation should:

- 1 be so located that no harmful interference of mechanical, electrical or other origin affects its proper use;
 - 2 be so located as to ensure electromagnetic compatibility (EMC) and avoid harmful interference to other equipment and systems;
 - 3 be so located as to ensure the greatest possible degree of safety and operational availability, with warning notice when appropriate;
 - 4 be protected against the harmful effects of water, extremes of temperature and other adverse environmental conditions;
 - 5 be provided with emergency lighting, which is independent of the main and emergency sources of electrical power for the illumination of the radio controls;
 - 6 be clearly marked with the ship's call sign, MMSI number and other identities as appropriate; and
 - 7 be so located that no magnetic compass lies within the stated Compass Safe Distance of the equipment. (SOLAS 1974, as amended, regulation IV/6.2)
- 3.2 Use of VHF for navigational safety

Παρατήρηση. Στις σύγχρονες γέφυρες των πλοίων, τα υποσυστήματα του GMDSS που παρουσιάστηκαν έως τώρα σαν αυτόνομες συσκευές, μπορούν να συνυπάρχουν ενσωματωμένα σε μία κονσόλα στην γέφυρα του πλοίου, όπως αυτή της εικόνας.



| No. | Description | No. | Description |
|-----|---------------------------|-----|--|
| 1 | POWER SUPPLY(INM-C) | 11 | DSC/NBDP (MF/HF) |
| 2 | GM I.M.E (INM-C) | 12 | VHF RADIO CONTROLLER |
| 3 | DATA TERMINAL (INM-C) | 13 | HANDSET(VHF) |
| 4 | PRINTER (INM-C) | 14 | EMERGENCY LIGHT |
| 5* | POWER SUPPLY(VHF) | 15 | DC AMPERE METER |
| 6 | FLOPPY DISK DRIVE(MF/HF) | 16 | DC VOLTAGE METER |
| 7 | HANDSET (MF/HF) | 17 | AC110V RECEPTACLE |
| 8 | NBDP DATA TERMINAL(MF/HF) | 18 | FUSE |
| 9 | PRINTER(MF/HF) | 19 | FLOPPY DISK DRIVE(INM-C) --- OPTION |
| 10 | MF/HF RADIOTELEPHONE | | |

11.7 Από τον Ραδιοτηλεγραφή στον Χειριστή GMDSS

Η πλήρης εφαρμογή του GMDSS την 1η Φεβρουαρίου 1999 ήταν μια σημαντική ημερομηνία στην ναυτική ιστορία, που έρχεται σχεδόν 100 χρόνια μετά την πρώτη χρήση ασύρματης τεχνολογίας για να βοηθήσει ένα πλοίο που διατρέχει κίνδυνο.

Ο¹⁵⁹ Ιταλός μηχανικός Guglielmo Marconi εφηύρε το ραδιόφωνο το 1895 και η πρώτη χρήση ασύρματης επικοινωνίας για την ανάγκη παροχής βοήθειας ήρθε στις 3 Μαρτίου του 1899 όταν ένα φορτηγό πλοίο χτύπησε το φαρόπλοιο East Goodwin, το οποίο ήταν αγκυροβολημένο δέκα μίλια από το Deal στα στενά του Dover στα νότια ανατολική ακτή της Αγγλίας. Μια κλήση κινδύνου μεταδόθηκε μέσω ασύρματου δικτύου σε σταθμό ξηράς στο Νότιο Foreland και η βοήθεια έφθασε σχετικά γρήγορα. Έγινε¹⁶⁰ σύντομα σαφές πόσο πολύτιμη θα ήταν η ασύρματη επικοινωνία για τη διάσωση ζωών στη θάλασσα. Αλλά οι ασύρματοι είχαν τους περιορισμούς τους, κυρίως όσον αφορά την απόσταση που μπορούσε να καλυφθεί.

Στη δεκαετία του '60, ο IMO αναγνώρισε ότι οι δορυφόροι θα έπαιζαν σημαντικό ρόλο στις επιχειρήσεις έρευνας και διάσωσης στη θάλασσα και το 1976 ο Οργανισμός ίδρυσε τον International Maritime Satellite Organization, ο οποίος αργότερα άλλαξε το όνομά του σε International Mobile Satellite Organization (Inmarsat). Το 1988, τα κράτη μέλη του IMO υιοθέτησαν τις βασικές απαιτήσεις του παγκόσμιου συστήματος ναυσιπλοΐας και ασφάλειας ή GMDSS ως μέρος της SOLAS και το σύστημα τέθηκε σε εφαρμογή από το 1992 και μετά.

Σήμερα, το GMDSS είναι ένα ολοκληρωμένο σύστημα επικοινωνιών που θα πρέπει να διασφαλίζει ότι κανένα πλοίο που διατρέχει κίνδυνο δεν μπορεί να εξαφανιστεί χωρίς ίχνος και ότι μπορούν να σωθούν περισσότερες ζωές στη θάλασσα. Σύμφωνα με τις απαιτήσεις της GMDSS, όλα τα πλοία πρέπει να είναι εξοπλισμένα με δορυφορική ραδιοεπικοινωνία εντοπισμού θέσης έκτακτης ανάγκης (EPIRBs) και δέκτες NAVTEX, ώστε να λαμβάνουν αυτόματα τις πληροφορίες ασφάλειας της ναυσιπλοΐας. Με την ολοκλήρωση των σχεδίων έρευνας και διάσωσης (Search and Rescue – SAR) και την πλήρη εφαρμογή του GMDSS, οι ναυτικοί και οι επιβάτες των πλοίων θα πρέπει να αισθάνονται σίγουροι και ασφαλέστεροι στη θάλασσα. Με το GMDSS οι φυλακές ασυρμάτου, γίνονται με σχεδόν τελείως σιωπηλούς αυτόματους δέκτες. Δε χρειάζεται να ακούγεται τίποτα στο ράδιο παρά μόνο όταν είναι ανάγκη. Το ανθρώπινο στοιχείο όμως εξακολουθεί να είναι ο βασικός παράγοντας του συστήματος. Ο χειριστής του GMDSS, κατά κανόνα ο αξιωματικός φυλακής της γέφυρας, είναι αυτός που ελέγχει ότι οι κατάλληλες συσκευές και συχνότητες παρακολουθούνται κανονικά και πρέπει να είναι σε θέση να τις δουλεύει.

¹⁵⁹ <https://jaysearchaeology.wordpress.com/2017/08/06/the-loss-of-the-south-goodwin-lightship-lv-90/>

¹⁶⁰ <http://www.imo.org/en/OurWork/Safety/RadioCommunicationsAndSearchAndRescue/Radiocommunications/Pages/Introduction-history.aspx>

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 12. Η ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΕΛΕΓΧΟΥ

Ο έλεγχος των πλοίων και γενικότερα των θαλάσσιων μέσων αποκτά ολοένα αυξανόμενη σημασία, αφού οι προκλήσεις στις οποίες καλούνται να ανταπεξέλθουν είναι μεγάλου οικονομικού ενδιαφέροντος. Οι πλωτές εξέδρες άντλησης πετρελαίου ή φυσικού αερίου, η υποβρύχια εγκατάσταση καλωδίων ή αγωγών, η μεταφορά εμπορευμάτων και καυσίμων, αλλά και πιο ειδικές διαδικασίες όπως η προσέγγιση εξέδρας φόρτωσης καυσίμων, η διέλευση μέσα από στενά περάσματα, όπως διώρυγες και η πλεύριση πλοίων είναι μερικές μόνο από τις πολύ μεγάλης σημασίας εφαρμογές του ελέγχου στα θαλάσσια μέσα μεταφοράς.

Τα συστήματα ελέγχου του πλοίου μπορούν να θεωρηθούν ότι εφαρμόζονται για την επίλυση δύο διαφορετικών προβλημάτων, της δυναμικής τοποθέτησης και της παρακολούθησης τροχιάς μέσω σημείων διέλευσης. Το πρόβλημα της δυναμικής τοποθέτησης αφορά τον έλεγχο της οριζόντιας κίνησης του πλοίου ώστε να ρυθμιστεί η θέση του και ο προσανατολισμός του μέσω του συστήματος προώθησης, την προπέλα και τους πλευρικούς προωθητήρες. Το πρόβλημα της παρακολούθησης τροχιάς μέσω σημείων διέλευσης έγκειται στη μετατροπή του συνόλου των σημείων σε μια τροχιά ή ένα μονοπάτι τα οποία είναι δυνατό να ακολουθήσει το πλοίο.

Ένα σύστημα ελέγχου της θαλάσσιας συμπεριφοράς ενός πλοίου, μπορούμε να θεωρήσουμε ότι αναπτύσσεται σαν τρία ανεξάρτητα συστήματα, αυτά της **ναυσιπλοΐας** (θαλασσοπορείας), της **πλοήγησης** και του **ελέγχου**, τα οποία αλληλοεπιδρούν βέβαια μέσω δεδομένων και σημάτων που δέχονται τα όργανα.

Ναυσιπλοΐα (Guidance) : Είναι το σύστημα το οποίο διαρκώς υπολογίζει την επιθυμητή τροχιά, που προσδιορίζεται από την θέση, την ταχύτητα και την επιτάχυνση του πλοίου, η οποία χρησιμοποιείται από το σύστημα ελέγχου. Η επιθυμητή τροχιά υπολογίζεται με βάση ποικίλα δεδομένα, όπως οι καιρικές συνθήκες, προσχεδιασμένες συναντήσεις, γνωστές θέσεις εμποδίων ή επικίνδυνων περιοχών ακόμα και με βάση τεχνικές βελτιστοποίησης με σκοπό την εξοικονόμηση καυσίμων.

Πλοήγηση (Navigation) : Είναι η επιστήμη της καθοδήγησης ενός πλοίου καθορίζοντας τη θέση, την πορεία και την απόσταση που ταξίδεψε, ενώ μερικές φορές καθορίζονται ακόμα η ταχύτητα και η επιτάχυνσή του. Σήμερα για τον προσδιορισμό της θέσης χρησιμοποιούνται δορυφορικά συστήματα, όπως το GPS.

Έλεγχος (Control) : Ο κύριος σκοπός είναι η παρακολούθηση της επιθυμητής τροχιάς, που παρέχεται από το σύστημα ναυσιπλοΐας (guidance). Ενώ οι έξοδοι του συστήματος πλοήγησης, δηλαδή η θέση, η ταχύτητα και η επιτάχυνση του πλοίου, είναι τα σήματα που ανατροφοδοτούνται και συγκρίνονται με την επιθυμητή τροχιά.

Τρία ήταν τα βασικά στοιχεία που συνετέλεσαν στην εφαρμογή των συστημάτων ελέγχου πλοίων:

- Η εξέλιξη των γυροσκοπίων.
- Η χρήση σύγχρονων θεωριών αυτομάτου ελέγχου.
- Η εμφάνιση του ψηφιακού υπολογιστή.

12.1 Μαγνητική και Γυροσκοπική Πυξίδα

Η **μαγνητική πυξίδα**, όπως έχουμε δει, βασίζεται στην ιδιότητα που έχουν οι μαγνητικές βελόνες να προσανατολίζονται σύμφωνα με τις δυναμικές γραμμές του γήινου μαγνητικού πεδίου και να διευθετούνται, επομένως, παράλληλα προς το επίπεδο του τοπικού μαγνητικού μεσημβρινού. Ως προς τη κατασκευή είναι απλή και παρέχει την απαιτούμενη αξιοπιστία στον ναυτιλλόμενο. Σχεδόν οποιαδήποτε βλάβη και αν συμβεί στο πλοίο εξακολουθεί να λειτουργεί. Μόνο καταστροφή ή ζημιά πάνω στην ίδια την πυξίδα θα την θέσει εκτός λειτουργίας. Με δεδομένο ότι είναι ευπαθής στην επίδραση μαγνητικού πεδίου και έτσι κάθε μαγνητική διαταραχή κοντά στην πυξίδα επηρεάζει την ένδειξη της, πρέπει να λαμβάνεται ειδική μέριμνα κατά τις τοποθετήσεις ή μετακινήσεις διαφόρων αντικειμένων πλησίον της πυξίδας, τα οποία πρέπει να τοποθετούνται στην ανάλογη απόσταση για να μην την επηρεάζουν.

Οι¹⁶¹ απαιτήσεις της SOLAS, κεφάλαιο V, παράρτημα 13, συνοψίζονται στα κύρια σημεία τους ως εξής:



1) Όλα τα πλοία (πλην αλιευτικών σκαφών και σκάφη αναψυχής κάτω των 150 τόνων) πρέπει να είναι εφοδιασμένα με μαγνητική πυξίδα ανεξάρτητα από οποιαδήποτε παροχή ηλεκτρικού ρεύματος.

2) όλα τα πλοία χωρητικότητας άνω των 150 τόνων και όλα τα επιβατηγά πλοία φέρουν εφεδρική μαγνητική πυξίδα που έχει τοποθετηθεί μακριά από τη δομή της γέφυρας.

Εικόνα 87. Μαγνητική πυξίδα

Μια μαγνητική πυξίδα για να χρησιμοποιηθεί για ναυτιλιακούς σκοπούς θα πρέπει:

- Να μην επηρεάζεται από μηχανικές διαταραχές (κραδασμούς, ταλαντώσεις).
- Να τηρείται σε οριζόντια θέση.
- Να παρέχει ευχερώς την έννοια οποιασδήποτε διευθύνσεως.
- Να είναι εγκατεστημένη έτσι που να επιτρέπει την τοποθέτηση διορθωτικών μηχανισμών που να ελαττώνουν το σφάλμα της.

¹⁶¹ Γαλάτσης 2001

Η γυροσκοπική πυξίδα, ή γυροπυξίδα, (από τον αγγλικό όρου Gyrocompass), ονομάζεται η πυξίδα της οποίας η λειτουργία βασίζεται στην κίνηση του γυροσκοπίου αντί της μαγνητικής βελόνας που φέρουν οι μαγνητικές πυξίδες.

gyroH¹⁶² πρώτη πατενταρισμένη γυροσκοπική πυξίδα, αλλά πρακτικά δύσχρηστη ανήκει στον Ολλανδό Marinus Gerardus van den Bos, που την παρουσίασε το 1885. Το έτος της ανακάλυψης της γυροσκοπικής πυξίδας για πρακτική εφαρμογή πρέπει να θεωρηθεί το 1907,



όταν ο Γερμανός φυσικός **Herman Anschütz - Kapfe**, πήρε δίπλωμα ευρεσιτεχνίας, για την κατασκευή μιας συσκευής, που μπορούσε να χρησιμοποιηθεί σαν πυξίδα με καλύτερες επιδόσεις από τις μαγνητικές. Αφορμή για την ανακάλυψη στάθηκαν οι μεταλλικές ναυπηγήσεις των πλοίων και τα προβλήματα που δημιουργούσε το μαγνητικό πεδίο του σκάφους στην ακρίβεια των ενδείξεων της της παραδοσιακής μαγνητικής πυξίδας. Μετά από επιτυχημένες δοκιμές άρχισε η χρήση της στο Γερμανικό ναυτικό. Από τότε εμφανίστηκαν πολλοί κατασκευαστές και παρουσιάστηκαν διαφοροποιημένες εκδοχές της αρχικής ανακάλυψης, με την χρονολογική σειρά που ακολουθεί.

Εικόνα 88. Το control πηδαλιουχίας. Το κουτί κάτω από το τιμόνι περιέχει την γυροπυξίδα

Η¹⁶³ ιστορία θα πρέπει να ξεκινήσει το 1810 με την επινόηση του γυροσκοπίου από τον Γερμανό Bohnenberg και αργότερα με τα περίφημα πειράματα του Jean-Bernard-Léon Foucault



που επιβεβαίωσαν και τεκμηρίωσαν το φαινόμενο της γυροσκοπικής αδράνειας ή πιο επιστημονικά την αρχή της διατήρησης της στροφορμής. Η αρχή της διατήρησης μας λέει ότι ένα περιστρεφόμενο σώμα δεν μεταβάλλει την στροφορμή του (και κατά συνέπεια τον άξονα περιστροφής του) όταν η συνισταμένη των εξωτερικών ροπών που ασκούνται στο σώμα είναι μηδέν.

Εικόνα 89. Το γυροσκόπιο του Foucault

Με απλά λόγια λοιπόν μπορούμε να πούμε ότι το γυροσκόπιο είναι ένα ελεύθερο περιστρεφόμενο κυκλικό σώμα (rotor) κρεμασμένο σε ένα σύστημα δακτυλίων, το οποίο διατηρεί αναλλοίωτο τον προσανατολισμό του στον χώρο. Για την ιστορία αναφέρω ότι υπάρχουν γυροσκόπια με έναν, δύο και τρεις βαθμούς ελευθερίας. Έτσι αβίαστα μπορούμε να πούμε ότι η

¹⁶² <http://www.mastermariners.org.au/stories-from-the-past/4058-the-first-gyrocompass>

¹⁶³ <http://www.historyofcompass.com/compass-facts/gyrocompass/>

γυροσκοπική πυξίδα είναι ένας μηχανισμός (βασισμένος στην ιδιότητα του γυροσκοπίου), ο οποίος έχει την ικανότητα να δείχνει σταθερά προς την διεύθυνση ενός άξονα της γης χωρίς να επηρεάζεται από την περιστροφή της. Όπως καταλαβαίνουμε λοιπόν το μηχανικό γυροσκόπιο αποτέλεσε το κύριο εξάρτημα για την κατασκευή της γυροπυξίδας.

Για την ναυτιλιακή κοινότητα ενδιαφέρον παρουσιάζει το γυροσκόπιο με δύο βαθμούς ελευθερίας, δηλαδή δίσκος που μπορεί να κινηθεί σε δύο επίπεδα μόνο και διατηρεί τον άξονα περιστροφής του παράλληλο με τον άξονα περιστροφής της γης, που ως γνωστό είναι ο άξονας Βορράς – Νότος. Επιστημονικά αποδεικνύεται ότι η προηγούμενη ιδιότητα ισχύει για οποιοδήποτε σημείο της επιφάνειας της γης, εκτός από τους πόλους.

Αυτό¹⁶⁴ ήταν και το ερέθισμα του Herman Anschütz, να κατασκευάσει έναν γυροσκοπικό μηχανισμό σαν υποκατάστατο της μαγνητικής πυξίδας. Ένας τέτοιος μηχανισμός πρέπει να έχει μεγάλη ροπή αδράνειας, να παρουσιάζει δηλαδή αντίσταση σε κάθε προσπάθεια αλλαγής του άξονα περιστροφής (αυτά τα χαρακτηριστικά έχει ο σφόνδυλος της γυροπυξίδας) και οι τριβές του μηχανισμού ανάρτησης να είναι οι μικρότερες δυνατές. Προστέθηκε λοιπόν στο γυροσκόπιο ενός βαθμού ελευθερίας ηλεκτρικό μοτέρ κρεμασμένο μέσα σε υδράργυρο για την μόνιμη περιστροφή του σφονδύλου, μηχανισμός απόσβεσης τριβών και συσκευή για την προβολή ενδείξεων πυξίδας. Χονδρικά έτσι προήλθε η πρώτη γυροσκοπική πυξίδα του Anschütz το 1907.

Το 1911 ο Αμερικανός **Elmer Ambrose Sperry** εφήρμοσε την μέθοδο συγκοινωνούντων δοχείων υδραργύρου και πρόσθεσε μηχανισμό κατακόρυφης απόσβεσης τριβών παρουσιάζοντας την πρώτη βαλλιστική γυροπυξίδα που τοποθετήθηκε για δοκιμή στο επιβατηγό PRINCESS ANN στην διαδρομή NewYork – Hampton. Στις 18 Αυγούστου 1911 τοποθετήθηκε στο πολεμικό USS DELAWARE και μετά τις και εκεί επιτυχημένες δοκιμές άρχισε η μαζική τοποθέτηση γυροπυξίδων στα πλοία, αρχής γενομένης από τα πολεμικά.

Το 1925 ο Anschütz τροποποίησε την one-gyro αρχική κατασκευή του με την two-gyro sphere (“New Anschütz”), η οποία αποτέλεσε την βάση για τις δημοφιλείς σημερινές γυροπυξίδες. Πριν τον δεύτερο παγκόσμιο πόλεμο ζύγιζαν περίπου 200 κιλά και καταναλώναν 2KWt ενέργεια, σε αντίθεση με τις σύγχρονες που ζυγίζουν περίπου 20 κιλά και καταναλώνουν μόνο 80Wt ενέργεια. Αυτό κατέστη εφικτό κυρίως λόγω της επέλασης των ψηφιακών συστημάτων.

Όλες οι γυροπυξίδες που κατασκευάστηκαν μετά από αυτές των Anschütz και Sperry, έχουν ένα κοινό χαρακτηριστικό, την προσθήκη μηχανισμού για την διόρθωση της απόκλισης που οφείλεται στην κατανομή της μάζας του σφονδύλου. Οι γυροσκοπικές πυξίδες αυτές ονομάστηκαν γυροπυξίδες **εσωτερικής διόρθωσης** (internal correction). Μερικές λάθος υλοποιήσεις του μηχανισμού προκαλούσαν ένα μικρό σφάλμα δυναμικών αποκλίσεων.

¹⁶⁴ <https://www.raytheon-anschuetz.com/company/history/>

Η επόμενη γενιά γυροπυξίδων βασίζονται σε γυροσκοπία με τρεις βαθμούς ελευθερίας με την προσθήκη ενός εξωτερικού δακτυλίου, ο οποίος οδηγείται από έναν εξωτερικό μηχανισμό, σύμφωνα με τις πληροφορίες που παίρνει για την γωνία του κύριου άξονα του γυροσκοπίου με τον ορίζοντα (external correction).

Η επόμενη γενιά είναι οι γυρομαγνητικές (gyro-magnetic) που άρχισαν να υλοποιούνται από το 1950 και βασίζονται στην ιδέα υλοποίησης ενός συνδυασμού μαγνητικής πυξίδας με γυροσκοπία. Ο καλπασμός της τεχνολογίας δημιούργησε τις γυροσκοπικές πυξίδες laser με οπτικό δακτύλιο και τα τελευταία χρόνια τις δορυφορικές, που με την βοήθεια του GPS λειτουργούν πρακτικά με μηδενική απόκλιση.

Οι γυροσκοπικές πυξίδες όπως και οι μαγνητικές είναι μέσα προσανατολισμού και η κύρια αποστολή τους είναι η τήρηση της πορείας του πλοίου με ακρίβεια. Η χρήση τους στα πλοία επιβλήθηκε διότι σε σύγκριση με τις μαγνητικές παρουσιάζουν σημαντικά πλεονεκτήματα.

Το κύριο πλεονέκτημα των γυροσκοπικών απέναντι στις μαγνητικές πυξίδες είναι ότι ο άξονας περιστροφής του γυροσκοπίου ρυθμίζεται στην κατεύθυνση Βορράς –Νότος και παραμένει σταθερά εκεί χωρίς να επηρεάζεται από το μαγνητικό πεδίο της γης.

Γεγονός που σημαίνει ότι όλες οι ενδείξεις των γυροσκοπικών πυξίδων είναι πάντα αληθείς και δεν χρειάζονται διορθώσεις. Αν προστεθούν και οι δυνατότητες που παρέχουν οι γυροσκοπικές πυξίδες όπως η σύνδεσή τους με άλλα ναυτιλιακά όργανα, ακόμη και η ηλεκτρική μετάδοση των ενδείξεων στους διάφορους επαναλήπτες (repeaters) που μπορούν να βρίσκονται και έξω από την γέφυρα του πλοίου (όπως στην κόντρα γέφυρα ή στην καμπίνα του πλοίαρχου), είναι προφανής η σπουδαιότητα της χρήσης σε όλους του τύπους των πλοίων. Επειδή είναι όμως περίπλοκος ηλεκτρικός μηχανισμός μπορεί να παρουσιάσει ποικιλία βλαβών ή ειδική διαδικασία συντήρησης. Χρειάζεται προετοιμασία αρκετών ωρών για να τεθεί αποκατάσταση εκκίνησης σε πλήρη επιχειρησιακή ετοιμότητα ενώ απαιτείτε αντίστοιχη διαδικασία και κατά την κράτησή της την ίδια στιγμή που η μαγνητική δεν απαιτεί εκκίνηση ή κράτηση.

Σε ό,τι αφορά όμως στους λοιπούς παράγοντες, η μαγνητική πυξίδα διακρίνεται για το ότι:

α) Αποτελεί κατασκευή απλή και μικρού κόστους, σε ό,τι αφορά τόσο στο κόστος αποκτήσεως, όσο και στο κόστος συντηρήσεως. β) Εμφανίζει σπάνια βλάβες, ακόμα και υπό ιδιαίτερα δυσμενείς συνθήκες πλου. γ) Η λειτουργία της δεν αποτελεί συνάρτηση της διαθεσιμότητας ηλεκτρικής ισχύος στο πλοίο. Γενικά, η μαγνητική πυξίδα θα σταματήσει να λειτουργεί μόνον εάν προκύψει φυσική καταστροφή του μηχανισμού της.

Μία πλήρης βασική εγκατάσταση περιλαμβάνει τα ακόλουθα κύρια μέρη :

- Την κύρια πυξίδα, (master-gyrocompass), που αποτελεί και το βασικό μηχανισμό.
- Τον κινητήρα-γεννήτρια, (motor-generator), στην πραγματικότητα πρόκειται για μετατροπέα της ηλεκτρικής τάσης.
- Τον σταθεροποιητή τάσεως.

- Το κιβώτιο ελέγχου εκκίνησης, (control panel), και κιβώτιο ελέγχου επαναληπτών, (repeaters panel), που ουσιαστικά αποτελούν ηλεκτρικούς πίνακες.
- Το κιβώτιο ενισχυτή όπου φέρει διακόπτες, (amplifier panel)
- Το κιβώτιο της μονάδας ασφαλείας, που πρόκειται για "μονάδα συναγερμού", (alarm unit).
- Τους επαναλήπτες, (repeaters).
- Τα εξαρτήματα λέιζερ.

Για¹⁶⁵ την μεγαλύτερη δυνατή αξιοποίηση της παρεχόμενης από την γυροσκοπική πυξίδα πληροφορίας για την ένδειξη της διεύθυνσης του Βορρά ή της ισοδύναμης ενδείξεως της τηρούμενης πορείας πρέπει να πληρούνται οι όροι:

α) Η ταυτόχρονη και άμεση πρόσβαση της πληροφορίας αυτής σε περισσότερα από ένα σημεία του σκάφους (επαναλήπτες).

β) Η μετάδοση των στοιχείων της πυξίδας ως ψηφιακών στοιχείων εισόδου σε άλλα ναυτικά ηλεκτρονικά όργανα και συστήματα όπως π.χ. στα αυτόματα συστήματα τήρησης θέσεως και κατεύθυνσης και στα ολοκληρωμένα συστήματα της γέφυρας.

γ) Η καταγραφή των τιμών της τηρούμενης πορείας και η υποτύπωση του ίχνους του ακολουθούμενου δρομολογίου σε κατάλληλα καταγραφικά όργανα και συστήματα όπως πορειογράφοι, συστήματα καταγραφής δεδομένων ταξιδιού (VDR, SVDR) συστήματα AIS και συστήματα ECDIS.

Οι δυνατότητες της σύγχρονης ψηφιακής τεχνολογίας για άμεση και αξιόπιστη μετάδοση πληροφοριών επιτρέπει στον μηχανισμό της γυροσκοπικής πυξίδας να μεταδίδει πληροφορίες στα παρακάτω περιφερειακά συστήματα :

- Αυτόματος πιλότος
- Επαναλήπτες γυροσκοπικών πυξίδων
- Πορειογράφοι με καταγραφικό χαρτί
- Ψηφιακοί ενδείκτες
- Ηλεκτρονικά συστήματα διαχείρισης ή και καταγραφής πληροφοριών πορείας (ψηφιακοί ενδείκτες πορείας, αυτοματοποιημένα συστήματα τήρησης θέσεως και κατευθύνσεως, και τα ολοκληρωμένα συστήματα ναυτιλίας και γέφυρας).

Η μετάδοση των στοιχείων πορείας από τις ναυτικές πυξίδες σε περιφερειακά ή διασυνδεδεμένα ηλεκτρονικά ναυτικά όργανα πραγματοποιείται σύμφωνα με τα διεθνώς καθιερωμένα πρωτόκολλα μεταδόσεως ναυτιλιακών πληροφοριών NMEA 183 και NMEA 2000.

Πλεονεκτήματα : Κύριο¹⁶⁶ πλεονέκτημα των γυροσκοπικών πυξίδων έναντι των μαγνητικών είναι ακριβώς ότι ο άξονας περιστροφής του γυροσκοπίου τους στρέφεται προς την

¹⁶⁵ Παλληκάρης 2016

¹⁶⁶ https://el.wikipedia.org/wiki/Γυροσκοπική_Πυξίδα

κατεύθυνση του αληθής Βορρά-Νότου και παραμένει σταθερά εκεί, (μετά πάροδο λίγων ωρών από την εκκίνησή τους), χωρίς να επηρεάζεται από μαγνητική απόκλιση που απαντώνται στις μαγνητικές πυξίδες και που προέρχονται τόσο από το γήινο μαγνητικό πεδίο, από τόπου εις τόπο, όσο και από επίδραση του περίξ μαγνητικού πεδίου (εξ αιτίας φορτίου και διερχομένων ηλεκτροφόρων καλωδίων), με συνέπεια να θεωρούνται αμφίβολης ακρίβειας αφού δεν υφίσταται δυνατότητα έγκαιρου ελέγχου των ενδείξεών τους με παρατήρηση. Γεγονός που σημαίνει ότι όλες οι ενδείξεις των γυροσκοπικών πυξίδων είναι πάντα αληθείς και συνεπώς δεν χρειάζονται διορθώσεις.

Σ' αυτό το βασικό πλεονέκτημα αν προστίθενται και οι δυνατότητες που παρέχουν οι γυροσκοπικές πυξίδες όπως η σύνδεσή τους με άλλα βασικά ναυτιλιακά όργανα, που δεν παρέχουν οι μαγνητικές, όπως π.χ. με ραντάρ, με ραδιογωνιόμετρα, με τα αυτόματα συστήματα πηδαλιουχίας (αυτόματους πιλότους πλοίων), ή ακόμα και με ηλεκτρική μετάδοση των ενδείξεών τους σε διάφορους επαναλήπτες (repeaters) που μπορεί να βρίσκονται και εκτός της γέφυρας του πλοίου, ακόμα και στην καμπίνα του Πλοιάρχου, καθίσταται προφανές η μεγάλη σημασία τους στην εξέλιξη της ναυσιπλοΐας και την απαραίτητη χρήση τους απ' όλους τους τύπους των πλοίων.

Μειονεκτήματα : Στο ερώτημα, τι γίνεται αν σημειωθεί διακοπή ηλεκτρικής παροχής, η απάντηση είναι "απολύτως τίποτα", αφού χρειάζεται ηλεκτρική ενέργεια για να λειτουργήσει.

Οι γυροσκοπικές πυξίδες αποτελούν περίπλοκους ηλεκτρικούς μηχανισμούς που υπόκεινται, όπως είναι φυσικό, σε ειδική διαδικασία συντήρησης και ποικιλία βλαβών. Για το λόγο αυτό και απαιτούν κατάλληλα και ειδικά εκπαιδευμένο προσωπικό τουλάχιστον για την παρακολούθηση της καλής λειτουργίας τους και για την επιβαλλόμενη συντήρησή τους, βάσει των τεχνικών εγχειριδίων που συνοδεύουν αυτές, για την ανίχνευση και αποκατάσταση ίων πιθανότερων παρουσιαζόμενων βλαβών.

Η τελευταία εξέλιξη της τεχνολογίας είναι ένα εντελώς ψηφιακό σύστημα γυροπυξίδας οπτικών ινών για ναυτιλιακή χρήση, που επιδεικνύει την τελευταία λέξη της τεχνολογίας και σχεδιάστηκε για χρήση σε σκάφη που διαθέτουν ολοκληρωμένα συστήματα διαχείρισης γέφυρας και σε εξελιγμένα ταχύπλοα. Η βασική αρχή της πυξίδας οπτικών ινών είναι η μη μεταβολή της ταχύτητας του φωτός και το φαινόμενο Sagnac. Ένας δακτύλιος οπτικών ινών χρησιμοποιείται ως ένας εξαιρετικά ευαίσθητος αισθητήρας ρυθμού μεταβολής που είναι ικανός να μετρήσει την ταχύτητα περιστροφής της γης. Ένας συνδυασμός τριών τέτοιων δακτυλίων οπτικών ινών (γυροσκοπίων) και ένας ηλεκτρονικός αισθητήρας επιπέδου δύο αξόνων μπορούν να προσδιορίσουν την κατεύθυνση του αληθούς βορρά.

Σχεδιασμένη με την τελευταία λέξη της τεχνολογίας η πυξίδα αυτή προσαρμόζεται κατευθείαν στο σκάφος καταργώντας έτσι την ανάγκη για χρησιμοποίηση ενός συστήματος διπλής εξάρτησης. Αυτή η διάταξη προσφέρει ενδείξεις κατεύθυνσης, ρυθμού στροφής, pitch και roll ως προς τους τρεις άξονες.

12.2 Πηδαλιούχηση - το Αυτόματο Πηδάλιο

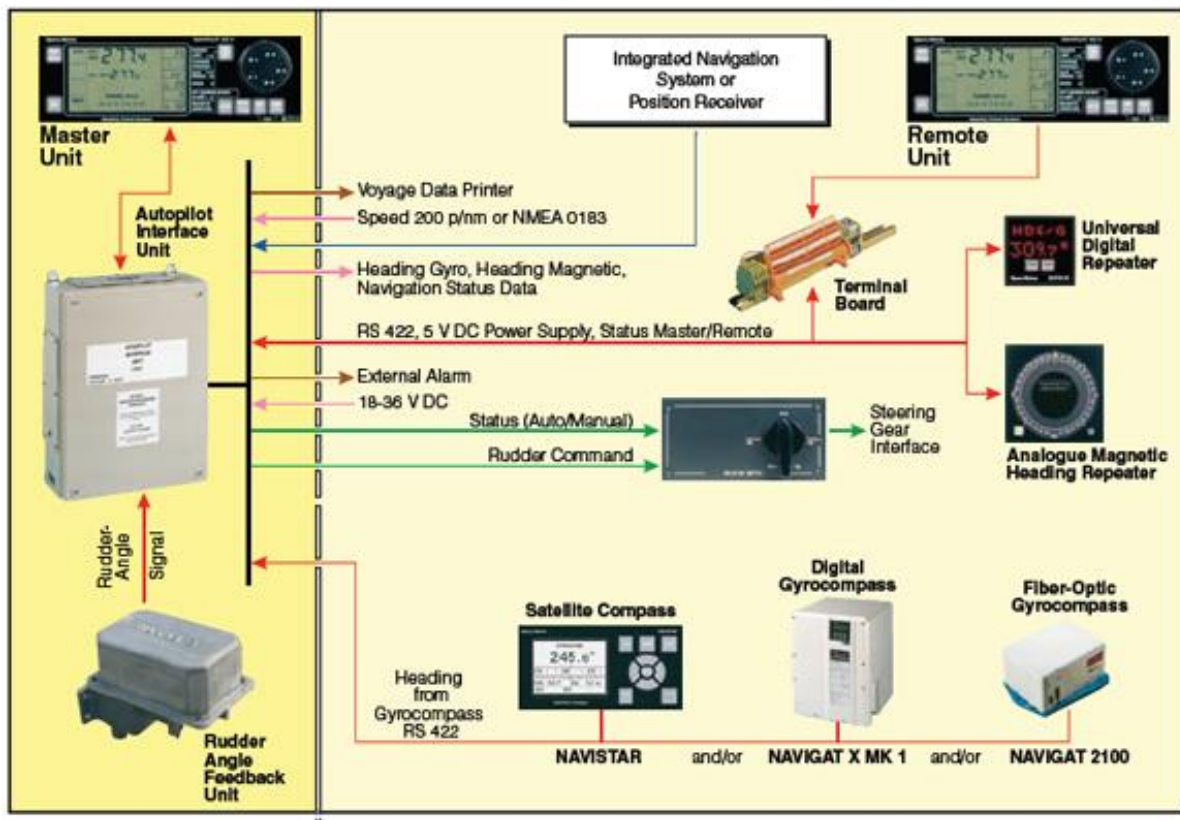
Η έλικα (προπέλα) του πλοίου είναι ζωτικής σημασίας, διότι παρέχει την ώθηση που απαιτείται για να ωθήσει το σκάφος μέσα στο νερό. Ωστόσο, χωρίς έλεγχο και κατεύθυνση, τότε όλη αυτή η δύναμη είναι άχρηστη. Σε αυτό το σημείο έρχεται το πηδάλιο.

Η¹⁶⁷ πηδαλιούχηση ενός πλοίου αναφέρεται στην ελεγχόμενη αλλαγή ή διατήρηση της κατεύθυνσης της κίνησης του πλοίου. Το σύστημα πηδαλιούχησης του πλοίου πρέπει να έχει την ικανότητα να ανταποκρίνεται άμεσα και με ακρίβεια στις ενέργειες ελιγμού ακόμα και σε αντίξοες καιρικές συνθήκες.

Οι σημαντικότερες απαιτήσεις από ένα σύστημα πηδαλιούχησης είναι:

- Έλεγχος της κίνησης του πλοίου σε ανοιχτή θάλασσα.
- Έλεγχος των κινήσεων του πλοίου σε στενά με χαμηλή ταχύτητα.

Προς αποφυγή παρανοήσεων, πρέπει να επισημανθεί ότι το πηδάλιο δεν είναι το οιακοστρόφιο (η ρόδα) στην γέφυρα του πλοίου, αλλά η επίπεδη ή καμπυλωτή επιφάνεια που μοιάζει με φτερό αεροπλάνου και βρίσκεται στερεωμένη με μεντεσέδες στην πρύμη του πλοίου. Στην γέφυρα του πλοίου βρίσκεται το χειριστήριο πηδαλιούχιας, που μπορεί είτε χειροκίνητο, είτε αυτόματο. Κατά τον χειροκίνητο, ο πηδαλιούχου στρέφει το «τιμόνι» (οιακοστρόφιο) προς την



Εικόνα 90. Διάταξη αυτόματου πιλότου της εταιρείας Sperry Marine

¹⁶⁷ Χατζηκωνσταντής Γ. 2017

πλευρά που θέλει να στρέψει το πλοίο. Η εντολή αυτή μεταφράζεται, μέσω ηλεκτροϋδραυλικού μηχανισμού, σε κατάλληλη στροφή της πτέρυγας του πηδαλίου στην πρύμνη με αποτέλεσμα την στροφή του σκάφους.

Οι¹⁶⁸ προσπάθειες για την δημιουργία ενός συστήματος πηδαλιουχίας που εκπληρεί τα παραπάνω κριτήρια ευοδώθηκαν το 1911 με την παρουσίαση του πρώτου συστήματος αυτόματης πηδαλιουχίας από τον Elmer Sperry. Στην υλοποίηση της ιδέας συνέβαλλε τα μέγιστα η ανακάλυψη της γυροσκοπικής πυξίδας. Ο μηχανισμός συνδέεται με το σύστημα μετάδοσης της γυροπυξίδας, από το οποίο πληροφορείται για τις εκτροπές του πλοίου από την πορεία του και στρέφει το περύγιο του πηδαλίου με τέτοιο τρόπο ώστε να επαναφέρει το πλοίο στην πορεία του. Ο ίδιος ο εφευρέτης ονόμασε την δημιουργία του **automatic pilot** ή **gyropilot**. Ο gyropilot του Sperry έγινε γνωστός με το όνομα *METALMIKE*, επειδή κατά την λειτουργία του φαινόταν ότι μιμείται τις κινήσεις ενός έμπειρου πηδαλιούχου. Ο Sperry είχε παρακολουθήσει τις 'ήρεμες' κινήσεις που έκαναν οι έμπειροι πηδαλιούχοι για να επαναφέρουν το πλοίο στην σωστή πορεία και τοποθέτησε στον μηχανισμό του μια συσκευή 'πρόβλεψης' οποία ομαλοποιούσε τις απότομες και σπασμωδικές κινήσεις του πηδαλίου ανάλογα με τις συνθήκες που επικρατούσαν στην θάλασσα.

Η¹⁶⁹ επόμενη σημαντική βελτίωση στους αυτόματους πιλότους, προήλθε από την μελέτη του Nicholas Minorsky το 1922, στην οποία παρουσίασε μια λεπτομερή ανάλυση ενός συστήματος αυτόματης πλοήγησης με ανατροφοδότηση, η οποία διατυπώθηκε με τον νόμο των τριών όρων: Αναλογικός, Ολοκληρωτικός, Παραγωγικός- *Proportional - Integral-Derivative (PID)*. Η μελέτη του Minorsky βασίστηκε στο σκεπτικό ότι για να τηρούμε την πορεία μας με τη μέγιστη δυνατή ακρίβεια, ο μηχανισμός στροφής του πηδαλίου πρέπει σε πραγματικό χρόνο να τροφοδοτείται διαρκώς με την πληροφορία της αποκλίσεως της κατεύθυνσεως του σκάφους σε σχέση με την επιθυμητή πορεία, δηλαδή είναι απαραίτητο ένα σήμα ανατροφοδοτήσεως (feedback signal). Η διάταξη αυτή καθιστά αναγκαία την διάθεση των ακόλουθων παραμέτρων:

α) Πληροφορία θέσεως (positional data), δηλαδή το πού βρισκόμαστε σε σχέση με το επιθυμητό ίχνος.

β) Ρυθμό στροφής (rate of turn), ή ρυθμός μεταβολής της γωνίας του πηδαλίου δηλαδή το πόσο γρήγορα αλλάζει η κατεύθυνση του σκάφους.

γ) Τυχόν επιπρόσθετες πληροφορίες σφάλματος, που θα επιτρέψουν τον ακριβέστερο υπολογισμό του συνολικού σφάλματος που πρέπει να αντισταθμίσει η μονάδα αυτόματου πηδαλιούχου.

Η επινόηση του Minorsky εφαρμόστηκε για πρώτη φορά στο tanker J.A. Moffat το 1922. Τα αποτελέσματα δεν ήταν εντυπωσιακά, αλλά έδειξαν ότι τα θεμέλια της αυτόματης πλοήγησης

¹⁶⁸ <https://www.cnbc.com/2019/07/19/how-autopilot-was-born-a-century-ago1.html>

¹⁶⁹ <https://aertecsolutions.com/en/2019/05/27/the-origin-of-the-autopilot/>

όταν χρησιμοποιείται σε συνδυασμό με την γυροσκοπική πυξίδα ήταν γερά. Η εμπειρία που αποκτήθηκε μετά από τις πρώτες δοκιμές έφερε σημαντικές βελτιώσεις στον μηχανισμό αυτόματης πλοήγησης και τροποποιήσεις στις γυροσκοπικές πυξίδες, με αποτέλεσμα να αρχίσει η μαζική εμπορική διάθεση πρακτικών και εύχρηστων πυξίδων στην ναυτιλία.

Όπως¹⁷⁰ και στην περίπτωση του Sperry, ο Minorsky παρακολούθησε ο ίδιος τους χειρισμούς έμπειρων πηδαλιούχων και κατάλαβε ότι αυτοί κατά κάποιον τρόπο έκαναν πρόβλεψη για την κίνηση πλοίου πριν αποφασίσουν τι είδους διόρθωση θα κάνουν με το πηδάλιο και παρουσίασε τις μορφές ελέγχου που παρουσιάζονται παρακάτω :

Αναλογικός έλεγχος (proportional control). Όταν το πλοίο ξεφύγει από την πορεία του, ένα ηλεκτρικό σήμα στρέφει το πηδάλιο ανάλογα με την απόκλιση από την προκαθορισμένη πορεία. Μόλις το ίχνος του πλοίου βρεθεί στη γραμμή της επιθυμητής πορείας το ηλεκτρικό σήμα δίνει την εντολή *‘μέση τιμόνι’* κάνοντας το πλοίο να βρεθεί στην άλλη πλευρά της πορείας. Τότε ξαναεντοπίζεται απόκλιση από την πορεία και επαναλαμβάνεται η ίδια διαδικασία με αντίστροφη σειρά. Έτσι όταν εφαρμόζεται αναλογική μέθοδος διόρθωσης το πλοίο κινείται σαν να κάνει ταλάντωση δεξιά και αριστερά από την προκαθορισμένη πορεία, όπως φαίνεται στο παραπάνω σχήμα. Παρόλο που τελικά το πλοίο θα έφτανε στον προορισμό του, η κατανάλωση σε καύσιμα θα ήταν εξαιρετικά υψηλή, ενώ η καταπόνηση του μηχανισμού στροφής του πηδαλίου θα ήταν εκτός των αποδεκτών ορίων.

Παραγωγικός έλεγχος (derivative control). Εδώ ελέγχεται ο ρυθμός μεταβολής –δηλαδή η παράγωγος για όσους γνωρίζουν μαθηματικά - της γωνίας του πηδαλίου σε συνάρτηση με τον χρόνο. Με τη μέθοδο αυτή, όσο το πλοίο κινείται προς την επιθυμητή κατεύθυνση, το πηδάλιο παραμένει στο μέσον, ενώ στρέφεται αμέσως μόλις γίνει αντιληπτή η οποιαδήποτε αλλαγή της κατευθύνσεως του πλοίου. Μόλις όμως το πλοίο αποκτήσει πορεία παράλληλη προς την επιθυμητή το πηδάλιο παραμένει στην μέση κάνοντας το πλοίο να πηγαίνει μεν στην σωστή κατεύθυνση παράλληλα με την επιθυμητή πορεία αλλά σε κάποια απόσταση από αυτήν (όπως φαίνεται στο σχήμα). Αν αργότερα οι καιρικές συνθήκες εκτρέψουν πάλι το πλοίο, ο παραγωγικός έλεγχος θα αναλάβει να κάνει την διόρθωση και θα το σταθεροποιήσει παράλληλα με την επιθυμητή κατεύθυνση, αλλά με πιθανότητα να παρεκκλίνει ακόμη περισσότερο από την επιθυμητή γραμμή πορείας. Οπότε εύκολα γίνεται αντιληπτό ότι αν υπάρχουν πολλές τέτοιες διαδοχικές παράλληλες μετατοπίσεις από την πορεία που θέλουμε να ακολουθήσουμε και υπάρχει η πιθανότητα να μην φτάσουμε καν στον τελικό προορισμό μας.

Ο συνδυασμός των δύο προηγούμενων μεθόδων αποδίδει καλύτερο έλεγχο στην πορεία του πλοίου, όπως μπορούμε να δούμε στο παρακάτω σχήμα, αλλά σε καμία περίπτωση, δεν εκπληρεί τους όρους πηδαλιούχησης που είδαμε στην εισαγωγή της παραγράφου.

¹⁷⁰ Παλληκάρης 2016

Ολοκληρωματικός έλεγχος (integral control). Τα δεδομένα για τον ολοκληρωτικό έλεγχο μεταβιβάζονται μετά από ολοκλήρωση ($\int ds$) των παραγόντων σφάλματος της πορείας του πλοίου. Αυτό γίνεται με συνεχή μεταβίβαση πληροφοριών που αφορούν στην παρακολούθηση της διαφοράς μεταξύ της πραγματικής και της επιθυμητής πορείας σε μία συγκεκριμένη χρονική περίοδο και με αυτόν τον τρόπο εφαρμόζονται συνεχείς διορθώσεις στο πτερύγιο του πηδαλίου και έτσι αποφεύγονται τα φαινόμενα που προκαλούνται από τον αναλογικό και παραγωγικό τρόπο πλοήγησης, δίνοντας το βέλτιστο δυνατό αποτέλεσμα.

ΜΟΝΑΔΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

- **PLATE RUDDER** ή πτερύγιο πηδαλίου
- **BRIDGE CONTROL UNIT** που διαθέτει διακόπτη επιλογής λειτουργίας τριών θέσεων : HAND – MANUALE, MERGENCY OR AUXILIARY STEERING, AUTO-GYRO, Ένα repeater της gyro, Hand wheel, Emergency hand wheel, Buttons, ρυθμιστές καιρικών συνθηκών, κατάστασης θαλάσσης κτλ .Rudder angle indicator, Rudder order indicator, Panel brilliance.
- **POWER UNIT** συνήθως ηλεκτροϋδραυλικού τύπου που έχει σκοπό να προσφέρει την απαιτούμενη ισχύ για την περιστροφή του πτερυγίου του πηδαλίου.
- **STEERING ENGINE CONTROL LINKAGE**, μηχανισμός στροφής του πτερυγίου, συνδεδεμένος με την power unit, στρέφει με τη βοήθεια μοχλών τον κατακόρυφο άξονα του πηδαλίου.
- **RUDDER ANGLE TRANSMITTER** μονάδα μετάδοσης πραγματοποιηθείσης γωνίας, που στην ουσία είναι μια συγχρογεννήτρια της οποίας ο άξονας παρακολουθεί πάντα τη στροφή του πτερυγίου. Η συγχρογεννήτρια συνδεδεμένη με τον συγχροκινητήρα του ενδείκτη πραγματοποιηθείσης γωνίας αναγκάζει τον δείκτη που είναι προσαρμοσμένος πάνω του να κινηθεί, δίνοντάς μας έτσι την ένδειξη σε μοίρες της γωνίας του πτερυγίου.
- **FEEDBACK UNIT** μονάδα ανατροφοδότησης η οποία στρέφει το πτερύγιο μέχρι τη γωνία που ζητήσαμε εμείς ή ο αυτόματος και όχι περισσότερο. Συνδέεται ηλεκτρικά με τη μονάδα ελέγχου γέφυρας και μηδενίζει την τάση του σήματος κάθε φορά που το πτερύγιο στρεφόμενο φτάνει την γωνία που του ζητήθηκε. Στη μονάδα αυτή βρίσκονται και οι διακόπτες ορίων (LIMIT SWITCHES) οι οποίοι έχουν ως αποστολή τη διακοπή της πέρα από κάποιο όριο στροφής του πηδαλίου.

ΡΥΘΜΙΣΤΕΣ ΜΟΝΑΔΑΣ ΓΕΦΥΡΑΣ

- **WEATHER ADJUSTMENT:** Μειώνεται η ευαισθησία του πηδαλίου όσο επιδεινώνεται η κατάσταση του καιρού. Με τον τρόπο αυτό επιτυγχάνεται το φυσιολογικό ανέμισμα του πλοίου κατά τη διάρκεια θαλασσοταραχής και ταυτόχρονα αποφεύγονται οι άσκοπες και

έντονες κινήσεις του πηδαλίου που και αναποτελεσματικές είναι και αυξάνουν την καταπόνηση του μηχανισμού της πρύμης.

- **RUDDER ANGLE ADJUSTMENT:** Όσο αυξάνεται η ένδειξη του αυξάνεται η τιμή της παραγόμενης τάσης σήματος με αποτέλεσμα για να αποκατασταθεί η ισορροπία να απαιτείται μεγαλύτερη κίνηση του δρομέα του ποτενσιόμετρου και με αυτό τον τρόπο να επιτυγχάνεται μεγαλύτερη στροφή του πτερυγίου.
- **COUNTER RUDDER CONTROL:** Με το ρυθμιστή αυτό επιτυγχάνεται η μικρή σχετικά γωνία που πρέπει να θέσει ο αυτόματος προς την αντίθετη κατεύθυνση προκειμένου να διακόψει την περαιτέρω στροφή του πλοίου.
- **DIMMER :** Για να είναι δυνατή η ανάγνωση των ενδείξεων των διαφόρων ρυθμιστών σε κάθε κατάσταση φωτισμού.

Τα συστήματα αυτόματων πιλότων των Sperry και Minorsky ήταν συστήματα ελέγχου SISO (single in - single output), στα οποία η πορεία του πλοίου καθορίζεται από την γυροπυξίδα. Μπορούμε να θεωρήσουμε ότι οι εργασίες αυτών των πρωτοπόρων έγιναν το σημείο εκκίνησης για την απομάκρυνση του ανθρώπινου παράγοντα από τον κύκλο εργασιών που αφορούν στους αυτοματισμούς του πλοίου και των προηγμένων οργάνων ελέγχου γενικότερα.

Το επόμενο μεγάλο βήμα στην τεχνολογία των αυτοματισμών του πλοίου, έγινε στα μέσα της δεκαετίας του 60, όταν μια μικρή Νορβηγική εταιρία, η **Norcontrol** ανέπτυξε ένα πρωτοποριακό σύνολο τεχνολογιών, από όπου προήλθαν τα πρώτα μη επανδρωμένα enginerooms, το radar - anticollision system και η χρήση υπολογιστή στους αυτόματους πιλότους. Έγινε έτσι η αρχή για την ανάπτυξη των μη γραμμικών συστημάτων αυτοματισμού στα πλοία και της τεχνολογίας δυναμικής τοποθέτησης ή dynamic position όπως θα δούμε παρακάτω.

Από την δεκαετία του 80 και μετά τα σήματα μεταβιβάζονται σε υπολογιστή και ο έλεγχος *Proportional-Integral-Derivative (PID)* υλοποιείται μέσω software, κάνοντας τους σύγχρονους αυτόματους πιλότους περισσότερο λειτουργικούς δίνοντάς τους την δυνατότητα να παρέχουν ευκολίες όπως:

Way-point tracking control systems. Το σύστημα του αυτόματου πιλότου μπορεί να τροποποιηθεί έτσι ώστε να ακολουθεί από μόνο του ένα προκαθορισμένο ίχνος. Το ίχνος αποτελείται από ένα σύνολο σημείων (way-points), τα οποία είτε τα καθορίζει το σύστημα αυτόματα, είτε τα προσδιορίζουμε 'χειροκίνητα'.

Collision avoid. Εξελιγμένη εφαρμογή του αυτόματου πιλότου αποτελεί η σύνδεσή του με anticollision radar προς αποφυγή συγκρούσεων. Παρόλα αυτά η χρήση του δεν είναι υποχρεωτική από πλευράς κανονισμών, ούτε η εγκατάστασή του, ενώ σε περιοχές μεγάλης κυκλοφοριακής συμφόρησης και σε συγκεκριμένες άλλες επικίνδυνες καταστάσεις επιβάλλεται η απεμπλοκή του αυτόματου πιλότου και η διενέργεια χειροκίνητης πηδαλιουχίας.

Adaptive Auto Pilot–AAP. Με την μεγάλη ερευνητική προσπάθεια των επιστημόνων τις τελευταίες δεκαετίες για τη μελέτη της κινήσεως του πλοίου στη θάλασσα διαπιστώθηκε ότι η τήρηση της ευθύγραμμης κινήσεως δεν είναι ο πλέον οικονομικός τρόπος από πλευράς καταναλώσεως καυσίμων για όλες τις περιπτώσεις. Η κινητική συμπεριφορά του πλοίου μπορεί να προσδιοριστεί με την εκτέλεση δοκιμών και τα συμπεράσματα να αποτελέσουν τα στοιχεία ρυθμίσεως οποιουδήποτε αυτόματου πηδαλιούχου. Ωστόσο, η επίδραση του καιρού είναι κάτι το τελείως διαφορετικό και απρόβλεπτο. Η πρόοδος στην επιστήμη των ηλεκτρονικών άλλαξε φυσικά την κατάσταση. Ο ρόλος τώρα του αυτόματου πηδαλιούχου αναλαμβάνεται από ένα μικροϋπολογιστή που λαμβάνει τα απαραίτητα δεδομένα ως στοιχεία εισόδου από διάφορους αισθητήρες και συνεργαζόμενα συστήματα και δημιουργεί τις απαραίτητες εντολές για την κίνηση της πτέρυγας του πηδαλιού. Μπορούμε δηλαδή να μιλάμε πλέον για **ψηφιακό σύστημα αυτόματης πηδαλιουχίας**, το οποίο εξυπηρετείται από μικροϋπολογιστή, το λογισμικό του οποίου βασίζεται σε κάποιο μαθηματικό πρότυπο και με τα δεδομένα που τροφοδοτείται, κάνει την καλύτερη δυνατή πρόβλεψη των καταλλήλων διαταγών στροφής που σχετίζονται με το πλοίο.

Όπως¹⁷¹ μπορούμε να δούμε από την διάταξη της εικόνας 90, ένα σύγχρονο σύστημα αυτόματου πηδαλιού, μπορεί να λάβει την πληροφορίες για την πορεία από περισσότερες της μίας πηγές (π.χ. γυροσκοπική πυξίδα, μαγνητική πυξίδα, κλπ.).

Επιπλέον, τα σύγχρονα συστήματα αυτόματων πιλότων είναι ικανά να συγχρονίζονται με το σύστημα ECDIS που επιτρέπει την παρακολούθηση των πορειών που περιγράφονται στο σχέδιο ταξιδιού (Voyage plan). Αυτό το χαρακτηριστικό εξαλείφει την ανάγκη αλλαγών σε χειροκίνητη πορεία, καθώς το σύστημα θα ακολουθήσει την πορεία και τις αλλαγές σύμφωνα με το σχέδιο ταξιδιού. Οι αυτόματοι πιλότοι σε καμία περίπτωση δεν αντικαθιστούν τον ανθρώπινο παράγοντα, αλλά τον βοηθούν στον έλεγχο του πλοίου, επιτρέποντάς του να επικεντρώνεται και σε άλλες πτυχές των αρμοδιοτήτων του.

12.3 Το Ραντάρ

Σύμβολο¹⁷² του καλπασμού της υψηλής τεχνολογίας του 20ου αιώνα υπήρξε η περιστρεφόμενη κεραία του ραντάρ. Η ονομασία ραντάρ (radar) αποτελεί συντομογραφία του όρου Radio Detection and Ranging, που σε ελεύθερη μετάφραση σημαίνει "ανίχνευση με ηλεκτρομαγνητικά κύματα και μέτρηση αποστάσεως". Δηλαδή αποτελεί μία συσκευή που λειτουργεί με ηλεκτρομαγνητικά κύματα (Radio), βρίσκει αντικείμενα (Detection) και μας πληροφορεί για την θέση αυτών (Ranging). Στα ελληνικά μεταφράζεται ως Ραδιοεντοπιστής και είναι γνωστό σε όλους σαν το χαρακτηριστικότερο ηλεκτρονικό ναυτιλιακό όργανο.

¹⁷¹ seanews.co.uk/features/understanding-the-autopilot-system-on-ships/.

¹⁷² Λιναρδάτος 2016

Η ανακάλυψή του έχει τις ρίζες στις αρχές του 20^{ου} αιώνα, αλλά η ανάπτυξη και η εξέλιξη του έγινε μυστικά από πολλά κράτη ταυτόχρονα, λίγο πριν και κατά την διάρκεια του Β' παγκόσμιου



Εικόνα 91. Ακουστικά ραντάρ

πολέμου, με κύριο σκοπό την έγκαιρη προειδοποίηση επερχόμενων αεροσκαφών. Πριν από την ανακάλυψη του ραντάρ οι στρατοί προσπάθησαν να έχουν έγκαιρη προειδοποίηση για τα επερχόμενα αεροσκάφη συλλαμβάνοντας τον ήχο τους και έτσι προέκυψαν τα 'ακουστικά' ραντάρ. Δύο παραλλαγές τέτοιων ραντάρ βλέπουμε στις προηγούμενες εικόνες.

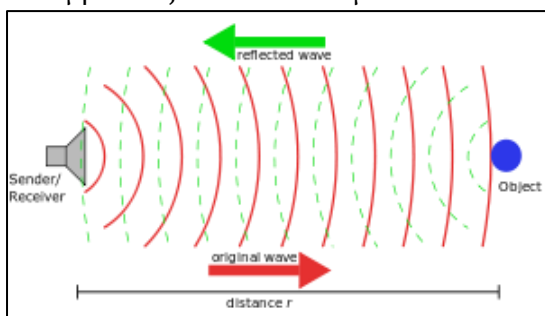
Η¹⁷³ πατρότητα του ραντάρ δεν είναι εύκολο να αποδοθεί σε κάποιο συγκεκριμένο πρόσωπο ή ερευνητική ομάδα, αφού πολλοί πρωτοπόροι επιστήμονες σε ολόκληρο τον κόσμο ασχολήθηκαν για την ανάπτυξή του.

Το 1886-1888, ο Γερμανός φυσικός *Heinrich Rudolf Hertz* (1857-1895) πιστοποίησε πειραματικά την ανάκλαση/σκέδαση των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων (445 MHz), πάνω σε ηλεκτρικά αγωγικά σώματα. Παρεμφερείς εργασίες σχετικά με το φαινόμενο της ανάκλασης των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων διεξήγαγε το 1897 και ο Ρώσος επιστήμονας *Alexander S. Popov*.

Στις ΗΠΑ, οι πρώτες παρατηρήσεις ανακλώμενων ραδιοκυμάτων CW (συχνότητας 60 MHz) πάνω σε διερχόμενα πλοία στον ποταμό Potomac έγιναν το 1922 από τους *A. H. Taylor* και *L.C. Young*, για λογαριασμό του NRL (Naval Research Laboratory). Το 1930, ο *L. A. Hyland* από το NRL πέτυχε τον πρώτο εντοπισμό αεροσκάφους με τη χρήση ραντάρ, χωρίς όμως να δοθεί ιδιαίτερη σημασία από την ηγεσία του αμερικανικού ναυτικού. Φαίνεται λοιπόν, ότι ενώ η φιλοσοφία και οι αρχές που διέπουν τη λειτουργία των ραντάρ ήταν γνωστές από αρκετό καιρό, οι έρευνες όμως και το ενδιαφέρον για την υλοποίηση αξιόπιστων συστημάτων εντάθηκαν μόλις στις παραμονές του Β' Παγκοσμίου Πολέμου. Από το 1935, η απειλή των πολυάριθμων γερμανικών βομβαρδιστικών αεροσκαφών που θα σκίαζαν τους ουρανούς της Ευρώπης, ήταν πλέον υπαρκτή. Στη Μ. Βρετανία, ο νεαρός τότε φυσικός *Robert A. Watson-Watt* με την ομάδα του, έτυχε της

¹⁷³ Stergiopoulos, Stergios 2018

κυβερνητικής υποστήριξης για την ανάπτυξη ενός άκρως μυστικού (top secret) αμυντικού προγράμματος, με σκοπό την αντιμετώπιση της απειλής αυτής. Οι αρχικές προσπάθειες των Βρετανών για την ανάπτυξη του ραντάρ είχαν τις ρίζες τους στον πρώτο παγκόσμιο πόλεμο, χωρίς όμως ιδιαίτερη επιτυχία. Στις 26 Φεβρουαρίου 1935, ο *Sir Robert Watson-Watt* σε θέση διευθυντή τμήματος του NPL (National Physical Laboratory), διεξήγαγε μαζί με το βοηθό του *Arnold Wilkins* ένα απλό, αλλά ιστορικό πείραμα κοντά στο χωριό Ντάβεντρυ της κεντρικής Αγγλίας. Το πείραμα αυτό, είχε σχέση με τη χρήση των ραδιοφωνικών ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων για τον έγκαιρο εντοπισμό εχθρικών αεροσκαφών, σε μεγάλη απόσταση, αρκετά πριν από τον οπτικό τους εντοπισμό. Για το σκοπό αυτό, χρησιμοποίησαν έναν ισχυρό επικοινωνιακό πομπό βραχέων κυμάτων του BBC (συχνότητας λειτουργίας 6 MHz και ισχύος 10 kW). Ο λοβός εκπομπής ήταν σταθερός, με εύρος 30° και κάθετη γωνιακή κλίση 10°. Ένα βομβαρδιστικό αεροσκάφος εκτελούσε διελεύσεις κατά μήκος του λοβού εκπομπής, σε ύψος 1800 μέτρων. Ο δέκτης λήψης των ανακλώμενων σημάτων, χρησιμοποιούσε ένα οριζόντιο δίπολο και τροφοδοτούσε μία καθοδική λυχνία (A-scope) σε ρόλο ενδείκτη απεικόνισης. Τα λαμβανόμενα σήματα μπορούσαν να μετρηθούν σε αποστάσεις 19 ναυτικών μιλίων. Μέχρι τον Ιούνιο του 1935, είχε ετοιμαστεί το πρώτο *παλμικό ραντάρ* έρευνας αέρος. Ακολούθως, τον Απρίλιο του 1936 από την ίδια ομάδα ανθρώπων, εγκαταστάθηκε ο πρώτος πειραματικός παράκτιος σταθμός ραντάρ. Το 1939, οι Βρετανοί είχαν πλέον θέσει κατά μήκος των ακτών της Μάγχης σε πλήρη επιχειρησιακή κατάσταση λειτουργίας, πολλούς σταθμούς ραντάρ σε συχνότητες 20-50 MHz (τυπικά 30 MHz) και εμβέλειας άνω των 100 μιλίων.



Εικόνα 92. Αρχή λειτουργίας radar

Με την ανάπτυξη της πρώτης μικροκυματικής λυχνίας (multi-cavity magnetron) το 1940 από τους Βρετανούς φυσικούς *J. Randall* και *H. Boot* στο πανεπιστήμιο του Birmingham, κατορθώθηκε η κατασκευή ελαφρύτερων και ακριβέστερων ραντάρ υψηλότερων συχνοτήτων (3 GHz, $\lambda = 10$ cm, παλμών

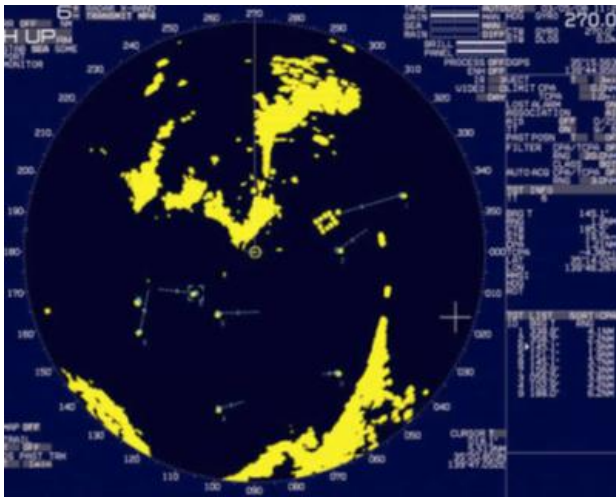
ισχύος 10 kW), κατάλληλων για εγκατάσταση σε αεροσκάφη. Από τις 27 Ιουνίου 1940, άρχισε η κοινή αγγλο-αμερικανική ανάπτυξη του μικροκυματικού ραντάρ (συνεργασία πανεπιστημίων Birmingham και MIT). Οι Αμερικανοί, με τις μεγαλύτερες κατασκευαστικές τους δυνατότητες (Bell Labs και Western Electric) ανέπτυξαν το μικροκυματικό ραντάρ με ενδείκτη PPI (αποστάσεις εντοπισμού αεροσκαφών στα 30 - 40 ναυτικά μίλια), όπως και το ραντάρ εγκλωβισμού και διεύθυνσης πυρών πυροβολικού με παραβολικό ανακλαστήρα. Το 1958, επινοήθηκαν στις ΗΠΑ τα πρώτα τρισδιάστατα (3D) συστήματα ραντάρ έρευνας αέρος. Το 1960, κατασκευάστηκε το πρώτο αμερικάνικο ραντάρ συμπίεσης παλμών (pulse compression), το οποίο ήταν ένα εναέριο σύστημα έγκαιρης προειδοποίησης.

Η μεγάλη αξία του ραντάρ οφείλεται στις σημαντικές δυνατότητες ανίχνευσης και παρακολούθησης στόχων σε μεγάλες αποστάσεις και με μεγάλη ακρίβεια. Σήμερα αποτελεί βασικό εξοπλισμό τόσο για τον έλεγχο εναέριας κυκλοφορίας, όσο και για τη **ναυσιπλοΐα**, τη μετεωρολογία και, φυσικά, για στρατιωτικούς σκοπούς.

Λόγω των πολλών σχεδιαστικών παραμέτρων που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη, υπάρχει μία τεράστια ποικιλία διαφορετικών τύπων συσκευών και συστημάτων ραντάρ, ανάλογα με την εφαρμογή (λειτουργία) για την οποία αυτά προορίζονται.

Οι¹⁷⁴ συσκευές ραντάρ της δεκαετίας του 60, ήταν δύσχρηστες, βαριές και ογκώδεις και πολλές από αυτές απαιτούσαν ξεχωριστό σύστημα ψύξης. Ειδικά τα ραντάρ με λυχνίες magnetron ψύχονταν με νερό. Γι' αυτούς τους λόγους ο εξοπλισμός δεν ήταν δυνατόν να τοποθετηθεί σε ψηλό σημείο με αποτέλεσμα την μειωμένη απόδοση. Οι αξιωματικοί της γέφυρας περνούσαν από μεγάλης διάρκειας εκπαίδευση και έκαναν τακτικά χρήση ανταλλακτικών για την συντήρηση της συσκευής. Το 1961, ο νεοσύστατος οργανισμός IMO, αναγνωρίζοντας την χρήση του radar σαν βοήθημα για την ασφάλεια της ναυσιπλοΐας, άρχισε να συντάσσει και να εκδίδει κανονισμούς για την χρήση του στα πλοία.

Το ραντάρ δεν είναι ναυτιλιακό βοήθημα με την έννοια ότι μπορεί να σε πληροφορήσει για



το που βρίσκεσαι (προσδιορισμός στίγματος) όπως το LORAN ή το GPS, μπορεί όμως να σου πει με ακρίβεια για το τί υπάρχει γύρω σου. Είναι το «ηλεκτρονικό μάτι» του ναυτικού, το οποίο ερευνά δυναμικά το περιβάλλον, προσδιορίζοντας σε πραγματικό χρόνο τόσο τους ακίνητους ή χερσαίους ναυτιλιακούς κινδύνους, όσο και τους κινούμενους στόχους. Είναι το κατεξοχήν μέσο προβολής της εικόνας της ναυτιλιακής κατάστασης.

Εικόνα 93. Οθόνη σύγχρονου ραντάρ

Συμπερασματικά μπορούμε να πούμε ότι το ραντάρ είναι ένα από τα βασικότερα ναυτιλιακά όργανα που έχει στη διάθεση του ο ναυτίλος, καθώς δεν επηρεάζεται από τις συνθήκες ορατότητας που επικρατούν. Εκτός από την τεράστια συμβολή του στην αποφυγή συγκρούσεων και στην ενημέρωση του ναυτικού για το τι έχει γύρω του με όλες τις συνθήκες ορατότητας, συμμετέχει και στην εκτέλεση της ναυσιπλοΐας (προσγιάλωση, ακτοπλοΐα, κακή ορατότητα κλπ.).

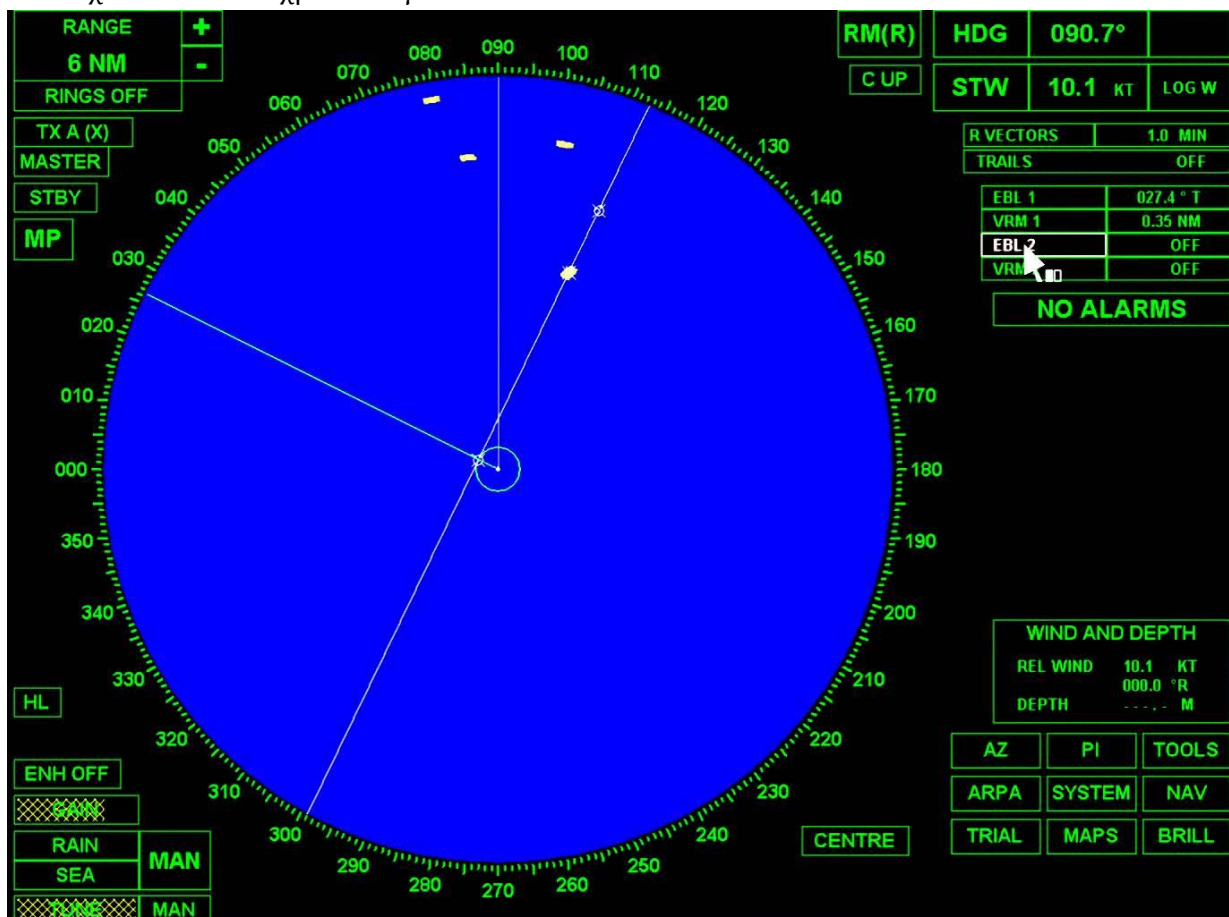
¹⁷⁴ <https://perialos.blogspot.com/radar.html>

12.4 RADAR - ARPA

Τα¹⁷⁵ πρώτα radar έδειχναν απλά και χωρίς πολλές λεπτομέρειες το περιβάλλον γύρω. Η δυνατότητες τους ήταν να βλέπουν μόνο με βάση την πλώρη του πλοίου. (αυτό που σήμερα ονομάζεται Heading mode) Όπως όλα όμως έτσι και τα radar εξελίσσονται τεχνολογικά.

Η¹⁷⁶ διαθεσιμότητα και το χαμηλό κόστος των υπολογιστών από το 1980 και μετά, έδωσε την δυνατότητα και την υποδομή στους κατασκευαστές ραντάρ ώστε όλες οι παράμετροι της παρακολούθησης των παραπλεόντων πλοίων (θέση, πορεία, ταχύτητα) υπολογίζονται αυτόματα και ακολούθως εμφανίζονται με παραστατικό τρόπο στην οθόνη του radar.

Όταν λεμέ ότι ένα radar είναι **ARPA** (Automatic Radar Plotting Aid - σύστημα αυτόματης υποτύπωσης στόχων ραντάρ) εννοούμε ότι έχει τη δυνατότητα να κλειδώσει ένα στόχο κινούμενο να τον παρακολουθεί και να μας δίνει όλα τα στοιχεία του, δηλαδή την απόσταση από μας τη διόπτρευση το στίγμα του και την ταχύτητα του. Ακόμα σε ποια απόσταση θα διασταυρωθούμε με το στόχο και σε πόσο χρόνο θα γίνει αυτό.



Εικόνα 94. Οθόνη RADAR- ARPA

Στον αρχικό σχεδιασμό και ανάπτυξη τα συστήματα ARPA ήταν αυτόνομες μονάδες, διότι σχεδιάστηκαν σαν συμπλήρωμα του συμβατικού ραντάρ.

¹⁷⁵ <https://www.shipfriends.gr/forum/topic/1854-radar>

¹⁷⁶ Bole 2005

Ηδιαθεσιμότητα και το χαμηλό κόστος των υπολογιστών από το 1980 και μετά, έδωσε την δυνατότητα και την υποδομή στους κατασκευαστές ραντάρ ώστε όλες οι παράμετροι της παρακολουθήσεως των παραπλεόντων πλοίων (θέση, πορεία, ταχύτητα, CPA, TCPA) υπολογίζονται αυτόματα και ακολούθως εμφανίζονται με παραστατικό τρόπο στην οθόνη του radar. Τα τελευταία χρόνια τα σύγχρονα ολοκληρωμένα ARPA, συνδυάζουν τα δεδομένα του συμβατικού ραντάρ με τα δεδομένα που επεξεργάζεται το Computer σε μία μονάδα. Το πλεονέκτημα που προσφέρει μια τέτοια διάταξη είναι ότι τα στοιχεία και του ραντάρ και του ARPA είναι άμεσα συγκρίσιμα. Ο κάθε τύπος ARPA έχει επίσης την δυνατότητα δοκιμής χειρισμού μεταβολής πορείας ή και ταχύτητας που πρόκειται να πραγματοποιήσουμε. Έτσι μας πληροφορεί για την αποτελεσματικότητα το χειρισμού πριν προβούμε στην εκτέλεση του.

Ο κανόνας 7(β) των ΔΚΑΣ και άλλες σχετικές διατάξεις αναφέρονται στην υποχρέωση τηρήσεως υποτυπώσεως στη γέφυρα ή άλλης ισοδύναμης συστηματικής παρατήρησης των ανιχνευόμενων στόχων μέσω συσκευής ραντάρ. Τέτοια παρατήρηση εξασφαλίζει το σύστημα αυτόματης υποτυπώσεως γνωστό ως **Automatic Radar Plotting Aids**, ARPA, το οποίο χρησιμοποιεί ηλεκτρονικό υπολογιστή. Όπως είναι γνωστό η κλασική

μέθοδος υποτυπώσεως έστω και με την χρήση μηχανικών μέσων π.χ reflection plotter παρουσιάζει τα εξής μειονεκτήματα:

- Φόρτο εργασίας στον αξιωματικό φυλακής που ενδέχεται να τον αποσπά από την συνεχή επιτήρηση του περιβάλλοντος
- Σε περίπτωση πολλών στόχων υπό περιορισμένη ορατότητα το πρόβλημα γίνεται πιεστικότερο
- Τα στοιχεία που δίνει η υποτύπωση σύντομα γίνεται παρελθόν

Με την χρησιμοποίηση του ARPA επιτυγχάνεται μείωση στο ελάχιστο του φόρτου εργασίας που απαιτείται προκειμένου να ληφθούν πληροφορίες για μεγάλο αριθμό στόχων που εμφανίζονται στην οθόνη του ραντάρ και δυνατότητα ακριβούς και συνεχούς εκτιμήσεως της καταστάσεως. Με αυτές τις δυνατότητες το ARPA επιλύει τα προβλήματα υποτυπώσεως και παρέχει τις πληροφορίες: Την ΕΠ (CPA) στην οποία θα περάσει ο στόχος και του ΤΕΠ (TCPA), την πορεία και την ταχύτητα του στόχου. Επειδή η επίλυση των προβλημάτων υποτυπώσεως βασίζεται στις προηγούμενες θέσεις του στόχου το ARPA δεν είναι σε θέση να εκτιμήσει με τα δεδομένα αυτά τις παραπάνω πληροφορίες αν ο στόχος πραγματοποιήσει οποιοδήποτε χειρισμό. Κάθε τύπος ARPA μπορεί να παρουσιάζει παλαιότερες θέσεις των στόχων που ισαπέχουν χρονικά. Από αυτές μπορεί να διαπιστωθεί ο χειρισμός του στόχου και να ελεγχθεί η αξιοπιστία των νέων αποτελεσμάτων.

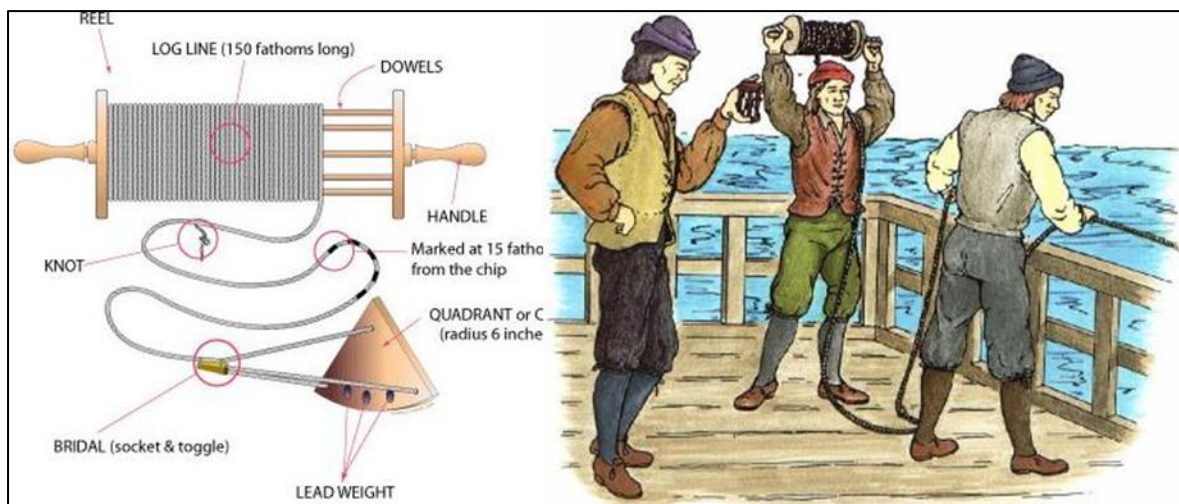
Οι πληροφορίες που απεικονίζοντες σε ένα radar ARPA είναι τα σχετικά διανύσματα πορείας των στόχων, καθώς και η ταχύτητα τους. Ο χρήστης με αυτόν τον τρόπο μπορεί να αντιμετωπίζει με λιγότερη δυσκολία τα κυκλοφοριακά προβλήματα, καθώς και να παίρνει πιο ορθές αποφάσεις σε μια κατάσταση που σχετίζεται με μεγαλύτερη ναυτιλιακή κίνηση.

Τα¹⁷⁷ τελευταίας τεχνολογίας μηχανήματα έχουν τη δυνατότητα παράλληλα με τους φυσικούς στόχους να δείχνουν και ηλεκτρονικούς χάρτες. Έτσι γίνονται ακόμα πιο πολύτιμα εργαλεία καθώς ο αξιωματικός έχει ακόμα περισσότερες πληροφορίες μπροστά του σε μια οθόνη. Σύμφωνα με την SOLAS, Τα μηχανήματα που είναι υποχρεωτικά να συνδεθούν στα ARPA είναι η πυξίδα του πλοίου το δρομόμετρο και το GPS. Από κει και πέρα όλα τα σύγχρονα ραντάρ έχουν τη δυνατότητα να συνδεθούν με ανεμόμετρα βυθόμετρα και ότι άλλο χρήσιμο υπάρχει στο πλοίο.

12.5 Το Δρομόμετρο

Λέγοντας δρομόμετρο, λογικό είναι ο νους μας να πάει σ' ένα όργανο, με το οποίο μετρείται ένα συνεχώς διανυόμενο διάστημα, που καλύπτεται από πλωτό μέσο και κατ' επέκταση η μέτρηση της ταχύτητάς του. Η πληροφορία της ταχύτητας και κατ' επέκταση της απόστασης που διανύεται, με την μεγαλύτερη δυνατή ακρίβεια είναι θεμελιώδες στοιχείο στην ναυσιπλοΐα με αναμέτρηση, αλλά είναι και μέθοδος μέσω της οποίας εκτελείται διαρκής επαλήθευση των στοιχείων που παρέχονται από τα σύγχρονα ηλεκτρονικά όργανα.

Στην αναφορά μας στους ιστορικούς χρόνους μιλήσαμε για το δρομόμετρο του Ήρωνα χωρίς όμως να υπάρχουν ιστορικές καταγραφές για την χρήση του. Ιστορικά αναφέρεται ότι, το πρώτο



Εικόνα 95. Κοινό δρομόμετρο και η χρήση του

είδος δρομόμετρου ήταν το λεγόμενο Ολλανδικό. Αν¹⁷⁸ και όπως θα δούμε παρακάτω, δεν ήταν κάποιας μορφής όργανο, αλλά περισσότερο μέθοδος. Το Ολλανδικό δρομόμετρο μετρούσε μόνο την ταχύτητα του πλοίου και η χρήση του ήταν η εξής: από την πλώρη του πλοίου, ριχνόταν ένα οποιοδήποτε αντικείμενο που έπλεε (π.χ. ξύλο, τάπα βαρελιού κλπ.). Τη στιγμή εκείνη, άρχιζε κάποιος να μετράει με την κλεψύδρα το χρόνο που μεσολαβούσε μέχρι το αντικείμενο αυτό να

¹⁷⁷ Παλληκάρης 2016

¹⁷⁸ <http://www.stougiannidis.gr/AENAON/AS5/dromometro.pdf>

φτάσει στην πρύμνη του πλοίου. Βάσει του μήκους του πλοίου και σε σχέση με το χρόνο που πέρασε, γινόταν ο υπολογισμός της ταχύτητάς του. Η σπέσιαλ έκδοση της μεθόδου, παρείχε ένα ξύλινο τεταρτοκύκλιο με διάμετρο 5 ιντσών (δελτωτό), ένα μασούρι με σχοινί και μια κλειψύδρα και άρχισε να χρησιμοποιείται τον 17^ο αιώνα. Ήταν το λεγόμενο **κοινό δρομόμετρο** που



περιεγράφηκε περιληπτικά στο κεφάλαιο 3.1, από την χρήση του οποίου επικράτησε από τότε, η ταχύτητα των πλωτών μέσων να εκφράζεται σε κόμβους (knots). Με τη χρήση του κοινού δρομόμετρου, είναι σαφές ότι είναι εφικτή μόνο η μέτρηση της ταχύτητας, με επισφαλείς και κοπιαστικές μεθόδους. Ακόμα όμως κι αυτή η υποτυπώδης μέτρηση, απαιτεί την απασχόληση επιφορτισμένου προσώπου, εκτεθειμένου σε καιρικά κλπ. φαινόμενα. Χρειάστηκε να

Εικόνα 96. Μηχανικό δρομόμετρο

φτάσουμε στις αρχές του 19ου αιώνα για να δούμε να παίρνει τη θέση του κοινού δρομόμετρου, ο μηχανικός διάδοχος, το λεγόμενο **μηχανικό δρομόμετρο** (παρκέττα). Μια έλικα με ορισμένο από πριν βήμα (βήμα = απόσταση που διανύει η έλικα σε μια πλήρη περιστροφή της), ρυμουλκείται με σχοινί, μήκους ίσου με το μήκος του караβιού και περιστρέφεται ελεύθερα μέσα στη θάλασσα. Το σχοινί (στην άλλη άκρη του) καταλήγει σε μηχανισμό που, βάσει του βήματος και της ταχύτητας περιστροφής της έλικας, με πολύπλοκο μηχανισμό από μειωτήρες και γρανάζια καταγράφει την απόσταση που διανύεται από το καράβι. Μοιάζει κάπως με το ταχύμετρο των αυτοκινήτων, αν και περισσότερο φέρνει προς τον υδρομετρητή, αφού με ανάλογους δείκτες, μετράει μονάδες, δεκάδες, εκατοντάδες και χιλιάδες μιλίων.

Η επόμενη εξέλιξη των μηχανικών δρομόμετρων είναι τα **ηλεκτρικά**, τα οποία έχουν την ίδια αρχή λειτουργίας με τους προκατόχους. Αποτελούνται από μόνιμες ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις και εκτός του ότι παρέχουν ένδειξη ταχύτητας και διανυθείσας απόστασης, έχουν την δυνατότητα να συνδέονται στους ενδείκτες radar αληθούς κινήσεως (true motion radar displays). Ανεξάρτητα από τις κατασκευαστικές ιδιαιτερότητες της κάθε εταιρίας, η λειτουργική φιλοσοφία είναι η εξής : η προς τα εμπρός κίνηση του πλοίου, προκαλεί την πτώση του θαλάσσιου νερού πάνω σε μια μικρή έλικα και την θέτει σε ελεύθερη περιστροφή. Άρα η ταχύτητα περιστροφής του στροφείου αυτού, εξαρτάται από το ρεύμα του νερού, συνεπώς από την ταχύτητα του караβιού. Το στροφείο αυτό, βρίσκεται στο κάτω μέρος του υποβρύχιου μηχανισμού, ο οποίος έχει τη δυνατότητα να ανασύρεται προς τα μέσα (χειροκίνητα ή με τηλεχειρισμό), για να αποφεύγεται η πιθανή καταστροφή του σε περίπτωση που το πλοίο κινείται σε αβαθή. Το βήμα του στροφείου αυτού είναι περίπου 0,41 εκατοστά και κάθε 11 ¼ περιστροφές του, ένας μηχανισμός κλείνει μια ηλεκτρική επαφή, μέσω της οποίας μεταδίδεται ρεύμα σε ένα σημειωτή αποστάσεως (distance recorder) που βρίσκεται (συνήθως) στη γέφυρα του πλοίου.

Δηλαδή ο καταγραφέας αυτός σε κάθε κλείσιμο επαφής, σημειώνει απόσταση $0,41 \times 11 \frac{1}{4} = 4,625$ μέτρα (περίπου). Η απόσταση αυτή αντιπροσωπεύει το $1/400$ του ναυτικού μιλίου. Κατάλληλοι δείκτες σημειώνουν τετρακοσιοστά, δέκατα, μίλια, εκατοντάδες και χιλιάδες μιλίων.

Η εξέλιξη του ηλεκτρικού αυτού δρομόμετρου σε **ηλεκτρονικό**, έγινε με την αντικατάσταση του συστήματος της έλικας (η οποία είπαμε ότι κλείνει ΜΙΑ ηλεκτρική επαφή κάθε $11 \frac{1}{4}$ στροφές), με περιστρεφόμενο μαγνήτη που κινείται μέσα σε πηνίο.

Νεότερου τύπου δρομόμετρα είναι αυτά της **ηλεκτρομαγνητικής επαγωγής**. Βασίζουν τη λειτουργία τους στο νόμο του Faraday, σύμφωνα με τον οποίο αγωγός που κινείται μέσα σε μαγνητικό πεδίο, αναπτύσσει στα άκρα του ηλεκτρεγερτική δύναμη ανάλογη με το ρυθμό



μεταβολής της μαγνητικής ροής. Στην εφαρμογή αυτή το ρόλο του αγωγού παίζει το θαλασσινό νερό που ρέει κάτω από την τρόπιδα εξαιτίας της κίνησης του πλοίου, ενώ το μαγνητικό πεδίο παράγεται με τη βοήθεια ενός πηνίου, το οποίο είναι εγκατεστημένο με τέτοιο τρόπο ώστε το πεδίο του να διατηρείται εντός του νερού.

Άλλος σύγχρονος τύπος δρομόμετρου είναι αυτά της **ακουστικής συσχέτισης** (acoustic correlation logs). Λειτουργούν εκπέμποντας και λαμβάνοντας ηλεκτρομαγνητικό παλμούς, με τρόπο παραπλήσιο με τα

Εικόνα 97. Οθόνη σύγχρονου δρομόμετρου

δρομόμετρα Doppler, με τη διαφορά ότι ενώ τα δρομόμετρα τύπου Doppler μετρούν τη μεταβολή της συχνότητας του εκπεμπόμενου παλμού, τα δρομόμετρα ακουστικής συσχέτισης μετρούν τη διαφορά χρόνου ανάμεσα στη λήψη δυο σχεδόν πανομοιότυπων σημάτων.

Χρειάζεται πάντα προσοχή κατά τη χρήση του δρομόμετρου προκειμένου να μην εξαχθούν λάθος συμπεράσματα σχετικά με την απόσταση ή την ταχύτητα, τα οποία μπορεί υπό συνθήκες πίεσης να έχουν σαν αποτέλεσμα την λάθος εκτίμηση στίγματος. Η οθόνη του σύγχρονου δρομόμετρου βρίσκεται στον χώρο πηδαλιουχίας και εκτός από τις ενδείξεις της ταχύτητας και της διανυθείσας απόστασης, μπορεί να συνδεθεί και με άλλα ναυτιλιακά όργανα. Πάντως το δρομόμετρο παρ' όλες τις τεχνολογικές βελτιώσεις που έχει υποστεί, δεν συγκαταλέγεται ανάμεσα στα αξιόπιστα όργανα ελέγχου.

12.6 Το Βυθόμετρο

Αν¹⁷⁹ η πιο συνηθισμένη ερώτηση στη θάλασσα είναι «που βρίσκομαι», τότε σίγουρα η δεύτερη είναι «πόσα νερά έχω κάτω από την καρένα μου». Η ιστορία της βυθομέτρησης είναι ίσως τόσο παλιά όσο και η ναυτιλία. Το πρώτο όργανο είναι σχεδόν βέβαιο η βυθομετρική ράβδος. Μαρτυρίες της χρήσης της υπάρχουν στις Αιγυπτιακές ταφικές αναπαραστάσεις όπως αυτή της

¹⁷⁹ <https://www.psarema.gr/blog/42-texnologia/162-ti-einai-to-vythometro-kai-pos-leitourgei>

εικόνας 98. Εδώ φαίνεται καθαρά ο αξιωματικός στην πλώρη του πλοίου να δίνει οδηγίες, ενώ οι επιστάτες με τα μαστίγια χειρίζονται τις «μηχανές»... Στο δεξιό του χέρι διακρίνουμε τη



βυθομετρική ράβδο. Η βυθομετρική ράβδος συνέχισε να αποτελεί το μοναδικό όργανο για τη μέτρηση βαθών έως και τον 13ο αιώνα μ.Χ., αφού το πλοία δεν είχαν μεγάλα βυθίσματα και η χαρτογράφηση δεν έδινε

Εικόνα 98. Αρχαίο Αιγυπτιακό πλοίο. Στη πλώρη ο βυθομετρητής

λεπτομέρειες σχετικά με την ποιότητα του βυθού. Με την εξέλιξη της χαρτογράφησης εξελίχτηκαν και τα εργαλεία μέτρησης του βάθους της θάλασσας. Έτσι γεννήθηκε το «σκαντάλιο» ή «σκαντάγιο», που είναι το γνωστό μας **Leadline**, στο οποίο αναφερθήκαμε στο κεφάλαιο 6.9.

Το σκαντάγιο (hand lead line) μπορούσε όμως να χρησιμοποιηθεί μόνον όταν το πλοίο βρισκόταν εν στάσει, διότι όταν το πλοίο ταξιδεύει, η δυναμική πίεση του νερού προκαλεί καμπύλωση του σχοινιού. Το μειονέκτημα αυτό του σκαντάγιου απαλείφθηκε με την ανακάλυψη της **μηχανικής βολίδας** από τον Άγγλο William Thomson (Lord Kelvin) το έτος 1878. Η μηχανική βολίδα χρησιμοποιεί το φαινόμενο της πίεσης σε ένα βάθος προκειμένου να χρωματίσει τα τοιχώματα αντεστραμμένου και βαθμονομημένου σωλήνα, ο οποίος βυθίζεται στη θάλασσα μαζί με το βαρίδι. Όταν ανασύρουμε το βαρίδι αφού πρώτα φτάσει στον βυθό, διαβάζουμε την ένδειξη του βάθους στον βαθμονομημένο σωλήνα. Η μηχανική βολίδα ήταν σε χρήση μέχρι το 1930, οπότε και εκτοπίστηκε οριστικά από τις **ηχοβολιστικές συσκευές** (ecosounding). Εφευρέτης της ηχοβολιστικής συσκευής είναι ο **Dr. Harvey Hayes** που την παρουσίασε το 1920. Για την λειτουργία της βασίστηκε στην αρχή της ανάκλασης στο βυθό ενός ήχου που εκπέμπεται από τον πομπό του μηχανήματος και τη μέτρηση του χρόνου, που μεσολαβεί έως και την επιστροφή του σήματος αυτού στον δέκτη του μηχανήματος. Τα αποτελέσματα δεν ήταν ικανοποιητικά διότι οι δυνατοί ήχοι καταπονούσαν τους επιβαίνοντες και οι παρεμβολές από τους ήχους της μηχανής δημιουργούσαν ψευδείς ενδείξεις. Το πρώτο σκάφος που εφοδιάστηκε με ηχοβολιστική συσκευή, ήταν το **USS Stewart** το 1922. Το ίδιο έτος έγινε και η μέτρηση των βαθών της τότε διατλαντικής γραμμής Αμερικής – Ευρώπης.

Η λειτουργία των σύγχρονων συσκευών χρησιμοποιεί υπέρηχους που δεν τους αντιλαμβάνεται το ανθρώπινο αυτί και βασίζεται στο ότι οι υπέρηχοι διαδίδονται με σταθερή ταχύτητα μέσα στο θαλάσσιο νερό, ενώ ανακλώμενα επιστρέφουν με τη μορφή ηχούς. Η εκπομπή καθώς και η λήψη των υπερήχων γίνεται από την τρόπιδα όπου βρίσκεται εγκατεστημένος και προφυλαγμένος σε ειδική υποδοχή ένας ειδικός ταλαντωτής που είναι υπεύθυνος για την

εκπομπή παλμών υπερηχητικών κυμάτων μικρής διάρκειας και υψηλής ισχύος κατακόρυφα προς το βυθό. Αυτός είναι ο ταλαντωτής εκπομπής, ενώ ένας άλλος ταλαντωτής, της λήψης λαβάνει το τμήμα της ηχούς που επιστρέφει από το βυθό. Εφόσον η ταχύτητα διάδοσης είναι γνωστή και σταθερή ενώ υπάρχει η δυνατότητα ακριβούς μέτρησης του χρόνου που μεσολαβεί μεταξύ εκπομπής και λήψης, είναι πολύ εύκολο να προκύψει και η απόσταση του βυθού από την τρόπιδα του πλοίου σύμφωνα με τη σχέση $D = C \cdot T / 2$. Το αποτέλεσμα είναι σε μέτρα, ενώ το $C = 1500 \text{ m/s}$ και ο χρόνος μετράται σε sec.

Αξιοποιώντας¹⁸⁰ τις ενδείξεις του βυθομέτρου μπορούμε να προσδιορίσουμε στο ναυτικό χάρτη τα σημεία με μικρότερα ή μεγαλύτερα βυθίσματα και έτσι να εξακριβώσουμε όχι που είμαστε, αλλά σίγουρα που ΔΕΝ είμαστε. Καλό είναι να θυμόμαστε ότι τα περισσότερα βυθόμετρα



δεν «κοιτάζουν» μπροστά, αλλά μετρούν κάθετα, κάτω από το σκάφος μας. Παράλληλα, υπάρχουν και βυθόμετρα, που βλέπουν μπροστά από την πλώρη και ίσως μπορούν να προλάβουν καταστάσεις, όταν το βάθος μειώνεται.

Στα πλοία, η κύρια οθόνη του βυθομέτρου εγκαθίσταται συνήθως στο chartroom και ένας δεύτερος επαναλήπτης πιο μικρής κλίμακας στον χώρο της τιμονιέρας

Εικόνα 99. Οθόνη σύγχρονου βυθομέτρου

και σε τέτοια θέση, ώστε σε περίπτωση πλου σε περιοχή μικρών βαθών να μπορούμε να έχουμε άμεση πληροφόρηση των μεταβολών του βάθους.

Οι σύγχρονες ηχοβολιστικές συσκευές συνήθως έχουν τη δυνατότητα:

1) Να συμπληρωθούν με ειδική εξωτερική μονάδα/εκτυπωτή για την καταγραφή του ηχογράμματος σε ειδικό καταγραφικό χαρτί.

2) Να συνδεθούν με το σύστημα ηλεκτρονικού χάρτη ECDIS με εξωτερικούς ψηφιακούς ενδείκτες του βάθους, και με οθόνες πολλαπλής ναυτιλιακής χρήσεως.

12.7 Ο Τηλέγραφος Εντολών Μηχανής

Είναι προφανές ότι για την ασφάλεια της ναυσιπλοΐας και το πόσο γρήγορα ή αργά επιθυμεί ο πλοηγός να πηγαίνει το πλοίο, είναι απαραίτητη η επικοινωνία μεταξύ της γέφυρας και της μηχανής. Οι πρώτες προσπάθειες με την χρήση φωνητικών σωλήνων δεν έφεραν τα αναμενόμενα αποτελέσματα, διότι ο υπερβολικός θόρυβος της μηχανής δημιουργούσε παρανοήσεις και λανθασμένους χειρισμούς από τους μηχανικούς.

¹⁸⁰ Παλληκάρης 2016

Στην πράξη ο τηλεγράφος αποτελείται από ένα ζεύγος συσκευών, τον εντολέα, που είναι στη γέφυρα, και τον λήπτη που είναι στη μηχανή και ένα ζεύγος κουδουνιών στα αντίστοιχα σημεία. Ο πλοίαρχος μέσω του τηλεγράφου δίνει εντολές στο μηχανοστάσιο σχετικά με την ταχύτητα της μηχανής, καθώς και τη φορά περιστροφής – δεξιόστροφα ή αριστερόστροφα.



Εικόνα 100. Σύγχρονος και παραδοσιακός τηλεγράφος μηχανής

Στα περισσότερα νέα πλοία ο τηλεγράφος εντολών της μηχανής λειτουργεί απευθείας χωρίς την παρεμβολή του προσωπικού του μηχανοστασίου, κάτι σαν το γκάτζι των αυτοκινήτων. Αν και είναι μηχανισμός απομακρυσμένου ελέγχου (remote control device), διατηρεί το παλιό του όνομα σαν τηλεγράφος εντολών μηχανής. Ο IMO απαιτεί εκτός από την Remote control engine order και τον παραδοσιακό τηλεγράφο, ο οποίος μεταφέρει τις εντολές της γέφυρας στην μηχανή σε περίπτωση αποτυχίας ή δυσλειτουργίας του αυτόματου συστήματος.

12.8 Global Positioning System (GPS)

Το παγκόσμιο σύστημα προσδιορισμού θέσης (GPS) είναι ένα δίκτυο δορυφόρων που κινούνται σε τροχιά γύρω από τη Γη σε σταθερά σημεία επάνω από τον πλανήτη και μεταδίδουν σήματα στη Γη προς όλους όσους διαθέτουν δέκτη GPS. Αυτά τα σήματα φέρουν κωδικά χρόνου και σημείο γεωγραφικών δεδομένων που παρέχουν στους χρήστες τη δυνατότητα να εντοπίζουν την ακριβή τους θέση, την ταχύτητα και την ώρα σε οποιοδήποτε σημείο του πλανήτη. Το GPS σχεδιάστηκε για στρατιωτικές και κατασκοπευτικές εφαρμογές κατά την περίοδο της κορύφωσης του Ψυχρού Πολέμου, τη δεκαετία του 1960, αν και η ιδέα προέκυψε με την εκτόξευση του Σοβιετικού διαστημόπλοιου Sputnik το 1957.

Το¹⁸¹ Transit ήταν το πρώτο σύστημα δορυφόρων που τέθηκε σε τροχιά από τις ΗΠΑ και δοκιμάστηκε από των πολεμικό ναυτικό των ΗΠΑ το 1960. Μόλις πέντε δορυφόροι σε τροχιά γύρω από τη Γη παρείχαν στα πλοία τη δυνατότητα να προσδιορίζουν τη θέση τους στη θάλασσα μία φορά κάθε ώρα. Το 1967, το Transit διαδέχθηκε ο δορυφόρος Timation που απέδειξε ότι στο διάστημα μπορούσαν λειτουργούν εξαιρετικά ακριβή ατομικά ρολόγια. Κατόπιν αυτού, το

¹⁸¹ <http://www.elladosperiigisis.gr/index.php/593-gps>

σύστημα GPS αναπτύχθηκε γρήγορα για στρατιωτικούς σκοπούς με συνολικά 11 δορυφόρους "Block I" που τέθηκαν σε τροχιά μεταξύ του 1978 και του 1985.

Ωστόσο, η κατάρριψη του κορεατικού επιβατικού αεροσκάφους της πτήσης 007 το 1983 από την ΕΣΣΔ οδήγησε την κυβέρνηση Reagan στις ΗΠΑ να διαθέσουν το GPS για πολιτικές εφαρμογές έτσι ώστε αεροσκάφη, πλοία και μέσα μεταφοράς σε ολόκληρο τον κόσμο να μπορούν να προσδιορίζουν τη θέση τους και να αποφεύγουν την τυχαία εκτροπή τους σε απαγορευμένες ξένες επικράτειες. Το 1986, η καταστροφή του διαστημικού λεωφορείου SS Challenger της NASA επιβράδυνε την αναβάθμιση του συστήματος GPS και μόλις το 1989 τέθηκαν σε τροχιά οι πρώτοι δορυφόροι Block II. Έως το καλοκαίρι του 1993, οι ΗΠΑ έθεσαν σε τροχιά τον 24ο δορυφόρο Navstar, ο οποίος ολοκλήρωσε τη σύγχρονη ομάδα δορυφόρων GPS, ένα δίκτυο 24 δορυφόρων, γνωστό σήμερα ως το παγκόσμιο σύστημα προσδιορισμού θέσης ή GPS. 21 από τους δορυφόρους αυτής της ομάδας ήταν ενεργοί ανά πάσα στιγμή, ενώ οι άλλοι 3 λειτουργούσαν ως εφεδρεία. Το σημερινό δίκτυο GPS διαθέτει περίπου 30 ενεργούς δορυφόρους στην ομάδα GPS.

Η πλέον προφανής εφαρμογή GPS είναι η δορυφορική πλοήγηση για οχήματα, αεροσκάφη και πλοία. Παρέχει σε όλους όσους διαθέτουν ένα λήπτη GPS τη δυνατότητα να προσδιορίζουν τη ταχύτητα και τη θέση τους στο χάρτη, στον αέρα ή στη θάλασσα, με εξαιρετική ακρίβεια.

Όπως καταλαβαίνουμε πρόκειται για ένα πολύ εξελιγμένο σύστημα στο οποίο τα θετικά συμπεριλαμβάνονται η δυνατότητα συνεχόμενης παροχής στίγματος με σταθερά επίπεδα ακρίβειας σε οποιοδήποτε σημείο της γήινης σφαίρας, αλλά και η αμεσότητα με την οποία μπορούμε να αξιοποιήσουμε τα στοιχεία που παίρνουμε. Η αξιοποίηση είναι άμεση, χωρίς να επιβάλλεται η χρήση εξειδικευμένων χαρτών, ή η επιβολή σύνθετων διορθώσεων. Στα αρνητικά του συστήματος συμπεριλαμβάνεται ο έλεγχός του από τις ΗΠΑ, οι οποίες διατηρούν τη δυνατότητα να μειώσουν την ακρίβειά του σε ορισμένες περιοχές, ή και να διακόψουν εντελώς την κάλυψη, αν θεωρήσουν ότι συντρέχουν στρατιωτικοί λόγοι. Από την άλλη πλευρά οι ναυτίλοι και ιδιαίτερα οι νεότεροι έχουν την τάση να εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από τη συσκευή, λόγω της διευκόλυνσης και της ακρίβειας που τους παρέχει, με αποτέλεσμα να μην χρησιμοποιούν αρκετά συχνά πλέον τις παραδοσιακές μεθόδους εύρεσης στίγματος (αστροναυτιλία, στίγματα με διοπτρεύσεις στην ακτοπλοΐα, radar, κτλ.). Αυτό μπορεί να έχει πολύ σοβαρές συνέπειες επί της ασφάλειας του πλου, σε περίπτωση που για κάποιο λόγο δεν είναι δυνατή η λήψη σήματος GPS.

Οι πληροφορίες που παρέχει συνεχώς το σύστημα για κάθε σημείο της επιφάνειας της γης είναι: **Στίγμα** τρισδιάστατο μεγάλης ακρίβειας (μήκος, πλάτος και ύψος). **Ακριβή** ένδειξη παγκοσμίου χρόνου UTC. Την **ταχύτητα** που κινείται ο δέκτης. Στην αρχή το σύστημα λειτούργησε ως στρατιωτική εφαρμογή παρέχοντας ακρίβεια της τάξης των 10m. Αργότερα όταν από το 1993 διατέθηκε προς εμπορική εκμετάλλευση με ακρίβεια όμως που δεν ξεπερνούσε αρχικά τα 100m, ενώ στη συνέχεια με τη χρησιμοποίηση επίγειου διαφορικού σταθμού τα επίπεδα ακρίβειας βελτιώθηκαν σημαντικά.



Η ακρίβεια θέσεως που παρέχεται από τους ναυτιλιακούς δέκτες GPS εξαρτάται από αρκετούς παράγοντες όπως: σφάλματα δορυφορικών εφημερίδων (θέσεις δορυφόρων), σφάλματα λόγω διαδόσεως ραδιοκυμάτων στην ατμόσφαιρα, γεωμετρία δορυφορικού σχηματισμού, δομή-δυνατότητες, δυναμική κατάσταση

Εικόνα 101. Δέκτης GPS σε πλοίο με οθόνη απεικονίσεως στοιχείων ηλεκτρονικού χάρτη.

του δέκτη κ.λπ. Προκειμένου να βελτιωθεί η μειωμένη για τις πολιτικές χρήσεις ακρίβεια θέσεως των συστημάτων GPS έχουν δημιουργηθεί διάφορα συμπληρωματικά συστήματα, στα οποία ο προσδιορισμός της θέσεως του δέκτη προκύπτει όχι μόνο από τη λήψη των εκπεμπόμενων από τους δορυφόρους GPS σημάτων, αλλά και από συμπληρωματικά ραδιοσήματα, τα οποία εκπέμπονται είτε από σταθμούς ξηράς, είτε και από γεωστατικούς δορυφόρους.

Την ναυτιλία αφορά η μέθοδος βελτίωσης της ακρίβειας που λέγεται **Διαφορικό GPS** (DGPS – Differential GPS). Η υλοποίηση της αρχής λειτουργίας του διαφορικού GPS (DGPS), γίνεται ως εξής: **α)** Τοποθετείται ένας δέκτης GPS σε μία γνωστή εκ των προτέρων θέση (σταθμός αναφοράς ή διαφορικός σταθμός) και συγκρίνονται οι συντεταγμένες της πραγματικής θέσεως του δέκτη (σταθμός αναφοράς) με τις συντεταγμένες της θέσεως που υπολογίζονται από τις μετρήσεις του. **β)** Η διαφορά μεταξύ των γνωστών συντεταγμένων του διαφορικού σταθμού και των συντεταγμένων που παρέχει ο δέκτης χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό διορθώσεων, οι οποίες πρέπει να γίνουν στους δέκτες για βελτίωση της ακρίβειάς τους. **γ)** Οι διορθώσεις που υπολογίζονται στο διαφορικό σταθμό, μεταδίδονται σε πραγματικό χρόνο, προς τους δέκτες GPS για τη διόρθωση των μετρήσεών τους και τη βελτίωση της ακρίβειας θέσεως που παρέχουν. Στην γέφυρα του πλοίου οι διορθώσεις του διαφορικού σταθμού μεταδίδονται προς τους δέκτες σε πραγματικό χρόνο με κατάλληλη τηλεπικοινωνιακή ζεύξη για την επίτευξη ακρίβειας θέσεως από 1 έως 10 m, ανάλογα με την απόστασή τους από το δορυφορικό σταθμό

Οι¹⁸² βασικές δυνατότητες ενός απλού ναυτιλιακού δέκτη GPS είναι οι εξής:

- Συνεχής ένδειξη σε πραγματικό χρόνο των συντεταγμένων της θέσεως (στίγματος) του πλοίου.
- Επιλογή του γεωδαιτικού συστήματος αναφοράς στο οποίο αναφέρονται οι συντεταγμένες του στίγματος.

¹⁸² Παλληκάρης 2016

- Επιλογή απεικόνισεως στίγματος με γεωδαιτικές ελλειψοειδείς συντεταγμένες ή με καρτεσιανές συντεταγμένες.
- Σχεδίαση δρομολογίου πλου με διαδοχικά σημεία αλλαγής πορείας.
- Αποθήκευση κρίσιμων σημείων πλου για μελλοντική χρήση, όπως σημεία εισόδου σε διάυλο ή λιμένα, σημεία αλλαγής πορείας εντός διαύλου ή σε περιορισμένα ύδατα κ.λπ.
- Ασφάλεια αγκυροβολίας.
- Τήρηση αποστάσεων ασφάλειας από συγκεκριμένους ναυτιλιακούς κινδύνους κατά τη διάρκεια του πλου.
- Ενεργοποίηση διαδικασιών ανθρώπου στη θάλασσα.
- Υπολογισμός πραγματικής ως προς τον βυθό πορείας και ταχύτητας του σκάφους.
- Υπολογισμός διευθύνσεως και εντάσεως θαλάσσιου ρεύματος.
- Υπολογισμός σφάλματος δρομόμετρου.
- Προειδοποίηση ότι το σκάφος βρίσκεται εκτός της σχεδιασθείσας διαδρομής, σε απόσταση μεγαλύτερη από την καθοριζόμενη από τον χρήστη μέγιστη επιτρεπόμενη.

Οι περισσότεροι κατασκευαστές χρησιμοποιούν συνήθως την ίδια δομή όσον αφορά τις βασικές μονάδες μιας εγκατάστασης GPS στο πλοίο.

Η **κεραία** είναι πολυκατευθυντήρια προκειμένου να καλύπτονται όλα τα σημεία του ορίζοντα.

Ο **προενισχυτής** ενισχύει το λαμβανόμενο σήμα και ελαττώνει τους θορύβους.

Οι **μονάδες λήψης δορυφορικών σημάτων** που μπορεί να είναι από 1 έως 36 ανάλογα με τις εφαρμογές που προορίζεται να υποστηρίξει ο δέκτης και τα επίπεδα ακρίβειας που θα παρέχει.

Οι **μονάδες επεξεργασίας δορυφορικών σημάτων** οι οποίες μπορεί να είναι περισσότερες από μία.

Ο **υπολογιστής** επιλύει όλα τα λογιστικά προβλήματα όπως είναι ο υπολογισμός του στίγματος χρησιμοποιώντας τα στοιχεία που λαμβάνει από τους δορυφόρους, η επιλογή των καταλλήλων δορυφόρων προς παρατήρηση, καθώς και η επίλυση συνθέτων προβλημάτων ναυτιλίας όπως μέτρηση αποστάσεων μεταξύ way points, εύρεση ETA, επίλυση ορθοδρομίας κ.λπ.

Οι περισσότεροι δέκτες δίνουν στο χρήστη τη δυνατότητα επιλογής απεικόνισης μεταξύ μήκους και πλάτους και καρτεσιανών συντεταγμένων. Δίνεται επίσης η δυνατότητα να επιλέγεται πάντα το γεωδαιτικό σύστημα εκείνο που πάνω του είναι βασισμένος ο ναυτικός χάρτης της περιοχής του πλου. Η πλειοψηφία των δεκτών μπορεί να απορρίπτει τα σήματα των δορυφόρων που βρίσκονται σε χαμηλό γωνιακό ύψος, περιορίζοντας έτσι σφάλματα λόγω διάθλασης ή ανάκλασης από αντικείμενα ή επιφάνειες που βρίσκονται πλησίον της κεραίας. Στοιχεία ταχύτητας, χρόνου καθώς και πορείας παρέχονται από όλους τους δέκτες GPS, οι οποίοι ταυτοχρόνως έχουν τη δυνατότητα να επιλύουν και όλα τα ναυτιλιακά προβλήματα υπολογισμών πάνω στη γήινη σφαίρα. Επίσης σχεδόν όλοι οι δέκτες έχουν τη δυνατότητα σύνδεσης με

συστήματα τύπου ECDIS (Electronic Chart and Display Information Systems) προκειμένου να παρέχουν ενδείξεις στίγματος, πορείας κτλ.

Συμπερασματικά μπορούμε να πούμε ότι η ύπαρξη ενός δέκτη GPS στην γέφυρα αποτελεί μία από τις σημαντικότερες ιστορικές εξελίξεις στη βελτίωση των μεθόδων ναυσιπλοΐας, διότι είναι δυνατός ο άμεσος και συνεχής προσδιορισμός της θέσεως του πλοίου σε πραγματικό χρόνο με πολύ καλύτερη ακρίβεια από τις παραδοσιακές μεθόδους της ναυσιπλοΐας.

12.9 Δυναμική Τοποθέτηση (Dynamic Positioning)

Πριν¹⁸³ από το 1950, η πλειοψηφία της εξερεύνησης και εκμετάλλευσης πετρελαίου και φυσικού αερίου διεξάγονταν στη γη και σε ρηχά νερά, όπου χρησιμοποιούνταν jack-up rigs και σταθερές πλατφόρμες. Η μεγάλη αύξηση της κατανάλωσης ορυκτών καυσίμων και παραγώγων από το 1960 και μετά οδήγησε την εξόρυξη πετρελαίου να γίνεται από τον πυθμένα της θάλασσας, όπου υπήρχαν μεγαλύτερα κοιτάσματα. Η εξόρυξη αυτή όμως αντιμετώπισε και άλλα προβλήματα. Η πρόσδεση των καραβιών και η χρήση γεωτρύπανων και βαρούλκων, για την άντληση, δεν ήταν εύκολη, λόγω του μεγάλου βάθους των κοιτασμάτων. Χρειαζόταν η διατήρηση σταθερής θέσης και αυτό απαιτούσε μέσα καινούργιας τεχνολογίας, για αντλήσεις σε βάθη άνω των 500-1000 μέτρων. Έτσι ξεκίνησε η ανάπτυξη μιας νέας τεχνολογίας που ονομάστηκε dynamic positioning (DP) που περιγράφεται ως εξής :

Dynamic Positioning (DP-Δυναμική Τοποθέτηση Πλοίου)¹⁸⁴ είναι ένα σύστημα ελεγχόμενο από υπολογιστή PLC (Programmable Logic Controller) για αυτόματη διατήρηση της θέσης και της πορείας του σκάφους χρησιμοποιώντας τις δικές του προπέλες και μηχανές. Οι πληροφορίες για να γίνει πράξη αυτή η λειτουργία έρχονται από αισθητήρια αναφοράς θέσης, αισθητήρια αέρα και κίνησης, γυροσκόπιο αλλά και πυξίδες. Τα τεχνικά χαρακτηριστικά του πλοίου αλλά και οι περιβαλλοντικές συνθήκες επηρεάζουν το μαθηματικό μοντέλο που τρέχει ο ηλεκτρονικός υπολογιστής για τις λειτουργίες που παρέχει το DP. Μερικά παραδείγματα που έχουν εγκατεστημένο Dynamic Positioning System δεν είναι μόνο εξειδικευμένα πλοία, αλλά υποβρύχια, πλωτά γεωτρύπανα, shuttle tankers και ωκεανογραφικά.

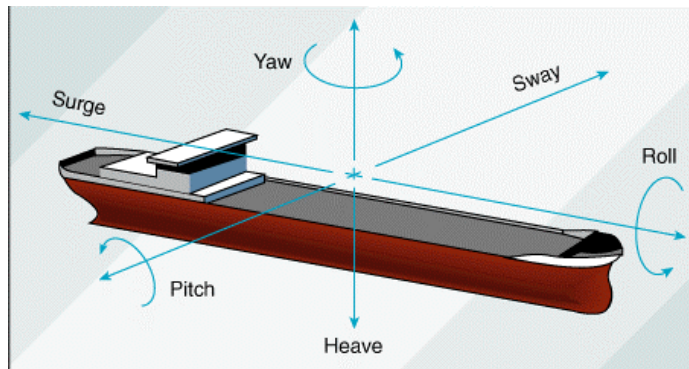
Η δυναμική τοποθέτηση μπορεί να είναι είτε απόλυτη, δηλαδή η θέση να είναι κλειδωμένη σε ένα σταθερό σημείο πάνω από τον πυθμένα ή σε σχέση με ένα κινούμενο αντικείμενο όπως ένα άλλο πλοίο ή ένα υποβρύχιο όχημα.

Ένα πλοίο είναι ένα σύστημα έξι βαθμών ελευθερίας κινήσεων, τριών γραμμικών και τριών περιστροφικών. Οι βαθμοί ελευθερίας του πλοίου γίνονται αμέσως αντιληπτοί αν ορίσουμε ένα

¹⁸³ <https://www.marineinsight.com/types-of-ships/what-is-a-dynamic-positioning-ship/>

¹⁸⁴ <https://www.offshoreengineering.com/education/dynamic-positioning-dp/what-is-dynamic-positioning>

σύστημα αναφοράς πάνω στο πλοίο με κέντρο το κέντρο βάρους του, άξονα x με φορά προς την πλώρη του (bow), άξονα y κάθετο στον άξονα x με φορά προς τα δεξιά (starboard) και άξονα z κάθετος στους x και y με φορά προς τα κάτω.



Εικόνα 102. Διάγραμμα των δυνατών κινήσεων πλοίου

Όπως είδαμε στα προηγούμενα, ο αυτόματος πιλότος επεμβαίνει και κάνει διορθώσεις μόνο στην γωνία yaw και για να το επιτύχει χρειάζεται να μετακινεί μόνο το πτερύγιο του πηδαλίου. Το σύστημα DP όμως έχει εμπλοκή στις surge, sway και yaw καταστάσεις κίνησης ταυτόχρονα και συνεπώς πρέπει να έχει την δυνατότητα ενεργοποίησης τριών ή και περισσότερων συστημάτων. Μπορούμε λοιπόν να πούμε ότι έχουμε ένα MIMO (multiple-inputs multiple-outputs) σύστημα ελέγχου. Για να διατηρηθεί η πορεία ή η θέση του πλοίου σε χαμηλές ταχύτητες, πρέπει να είναι εφοδιασμένο εκτός από τις κύριες προπέλες και με azimuthing thrusters και tunnel thrusters, διότι μόνο το πηδάλιο δεν αρκεί και επιπλέον στις χαμηλές ταχύτητες είναι αναποτελεσματικό.

Το¹⁸⁵ πρώτο σκάφος με δυνατότητες DP, ήταν το Αμερικάνικο drillship **Cuss 1**. Το έτος 1961, κατάφερε να διατηρεί την θέση του στην θαλάσσια περιοχή La Jolla της California με την βοήθεια τεσσάρων περιστρεφόμενων προπελών. Ο έλεγχος ήταν χειροκίνητος, αλλά αργότερα το ίδιο έτος η Shell Oil Company λανσάρισε το σκάφος **Eureka** εφοδιασμένο με ένα υποτυπώδες ψηφιακό σύστημα ελέγχου. Αυτό ήταν το πρώτο computer-based DP σύστημα, αλλά η τεχνολογία των computer ήταν ακόμη σε νηπιακή ηλικία. Το 1968 ο Νορβηγός καθηγητής Jens Balchen σαν επισκέπτης στο πανεπιστήμιο Santa Barbara της California ασχολήθηκε με το project της τοποθέτησης ενός συστήματος DP στο drillship **Glomar Challenger** και πείστηκε ότι μια τέτοια τεχνολογία έχει προοπτικές εξέλιξης και προσπάθησε να την εφαρμόσει στις εξορύξεις πετρελαίου και αερίου στην χώρα του. Η επινοήση από την υπηρεσία διαστήματος των ΗΠΑ του Kalman filter ή **linear quadratic estimation (LQE)** – αλγόριθμος, ο οποίος δέχεται εισαγωγή στοιχείων από πολλές εξωτερικές πηγές και κάνει εκτίμηση για την βέλτιστη πορεία των αεροσκαφών) όπως είναι περισσότερο γνωστό. Απευθύνθηκε στην εταιρία KV το 1971 για την δημιουργία ενός εμπορικού προϊόντος, αλλά δεν βρήκε ανταπόκριση με την δικαιολογία ότι η αγορά της Νορβηγίας

¹⁸⁵ Mathisen Eldar 1980

ήταν μικρή για ένα τέτοιο project. Τελικά οι προσπάθειές του βρήκαν ανταπόκριση το 1974 και με την συμμετοχή των εταιριών NTH, CMI, KV και Simrad δημιουργήθηκε η εταιρία **Albatros** (από το γνωστό θαλασσοπούλι που αιωρείται για ώρες στον αέρα χωρίς ξεκούραση) και η πρώτη παραγγελία DP τοποθετήθηκε στο πλοίο πολλαπλών χρήσεων **M/V Seaway Falcon** το 1975.

Η πλήρης απελευθέρωση του GPS, συνέβαλλε στην βελτιστοποίηση των DP συστημάτων και όσον αφορά στην διατήρηση της πορείας και όσον αφορά την διατήρηση σταθερής θέσης του κέντρου του σκάφους.

Συνοψίζοντας μέχρι τώρα είδαμε ότι η κίνηση του σκάφους με το σύστημα DP, γίνεται με την συλλογή πληροφοριών του περιβάλλοντος από τους αισθητήρες και η τροφοδότηση (feedback) του Kalman filter, το οποίο τα συγκρίνει με την επιθυμητή θέση και αναλόγως δίνει εντολές στις προπέλες στα thrusters και στο πτερύγιο του πηδάλιου για να επιτύχει το ζητούμενο αποτέλεσμα.

Η επόμενη βελτίωση ήρθε το 1998 με σύστημα **Weather optimal positioning control (WOPC)** από την εταιρία ABB. Το σύστημα αυτό εκμεταλλεύεται την δυνατότητα του Kalman filter να 'προβλέπει' την επίδραση του αέρα στο σκάφος (feed forward) δίνοντας έτσι την δυνατότητα ενός είδους προληπτικής αντιμετώπισης των διαταραχών στην συμπεριφορά του αέρα και τον προλαβαίνει από το να σπρώξει το σκάφος από την σωστή θέση του. Με το σύστημα αυτό το σκάφος διατηρεί σταθερά την θέση του αλλάζοντας συνεχώς το προσανατολισμό του, έτσι ώστε να ελαχιστοποιεί τις δυνάμεις που δέχεται από τον άνεμο, τα κύματα ή ακόμη και από τα ρέματα της περιοχής. Σύμφωνα με τον Balchen, δυναμική τοποθέτηση χωρίς feed forward είναι σαν να οδηγείς αυτοκίνητο κοιτάζοντας την άσπρη λωρίδα από μια τρύπα στο πάτωμα. Μεγάλο πλεονέκτημα του WOPC είναι η μεγάλη εξοικονόμηση καυσίμων, ιδιαίτερα στην λειτουργία διατήρησης σταθερής θέσης.

Τα συστήματα DP παραδοσιακά έχουν ταυτιστεί με εφαρμογές *μικρών ταχυτήτων*, όπως η διατήρηση σταθερής θέσης, η αργή μετακίνηση από σημείο σε σημείο, εφαρμογές στα καλωδιακά πλοία, διαδικασίες πρόσδεσης κλπ. Αντίθετα οι σύγχρονοι αυτόματοι πιλότοι και οι δυνατότητες που έχουν μπορούν να θεωρηθούν εφαρμογές *μεγάλων ταχυτήτων*. Σήμερα καταβάλλονται προσπάθειες ώστε οι δύο αυτές τεχνολογίες να συγχωνευτούν και να δώσουν ένα ενοποιημένο σύστημα για όλο το εύρος των ταχυτήτων και όλων των τύπων των λειτουργιών.

Ένα σύγχρονο σύστημα DP πρέπει να έχει τις εξής δυνατότητες λειτουργίας :

Hold Heading. Αυτόματα διατηρεί το πλοίο σε μια προκαθορισμένη διεύθυνση. Το DP συγκρίνει τις τιμές του γυροσκοπίου με τις στιγμιαίες επιθυμητές τιμές και δίνει σήμα στις προπέλες για να ελαχιστοποιήσει τη διαφορά μεταξύ τους. Ο χειριστής μπορεί επίσης να χρησιμοποιήσει αυτή τη λειτουργία για να οδηγήσει αυτόματα το πλοίο σε νέα πορεία, με το να εισάγει νέες τιμές για την καινούργια πορεία.

Hold Position. Αυτόματα διατηρεί το πλοίο σε προκαθορισμένη θέση. Ο κεντρικός πίνακας



ελέγχου διαβάζει δεδομένα από τα δύο DGPS και άλλα συστήματα αναφοράς θέσης. Ο χειριστής μπορεί επίσης να χρησιμοποιήσει αυτήν την λειτουργία για να οδηγήσει αυτόματα πλοίο σε νέα θέση με το να εισάγει νέα τιμή θέσης. Όταν ο χειριστής επιλέξει αυτή τη λειτουργία σε συνδυασμό με τη λειτουργία διατήρησης διεύθυνσης, το DP πραγματοποιεί αυτόματο έλεγχο θέσης και πορείας.

Εικόνα 103. Κονσόλα χειρισμού συστήματος DP

ROV Follow. Εντοπίζει ένα ROV (remotely operated underwater vehicle) μέσω μιας σηματοδότης στον πυθμένα της θάλασσας που λειτουργεί με ηχητικά σήματα. Στη συνέχεια η λειτουργία ROV Follow δίνει σήμα στις προπέλες ώστε να ακολουθήσει το ROV και να διατηρεί όλες τις σταθερές τιμές που καθορίζει ο χειριστής. Οι χειριστές μπορούν επίσης να θέσουν μία περίμετρο αντίδρασης γύρω από την αναφερόμενη θέση της σηματοδότης ενεργοποιώντας το DP να κινεί το πλοίο μόνο όταν το ROV κινείται έξω από την περίμετρο.

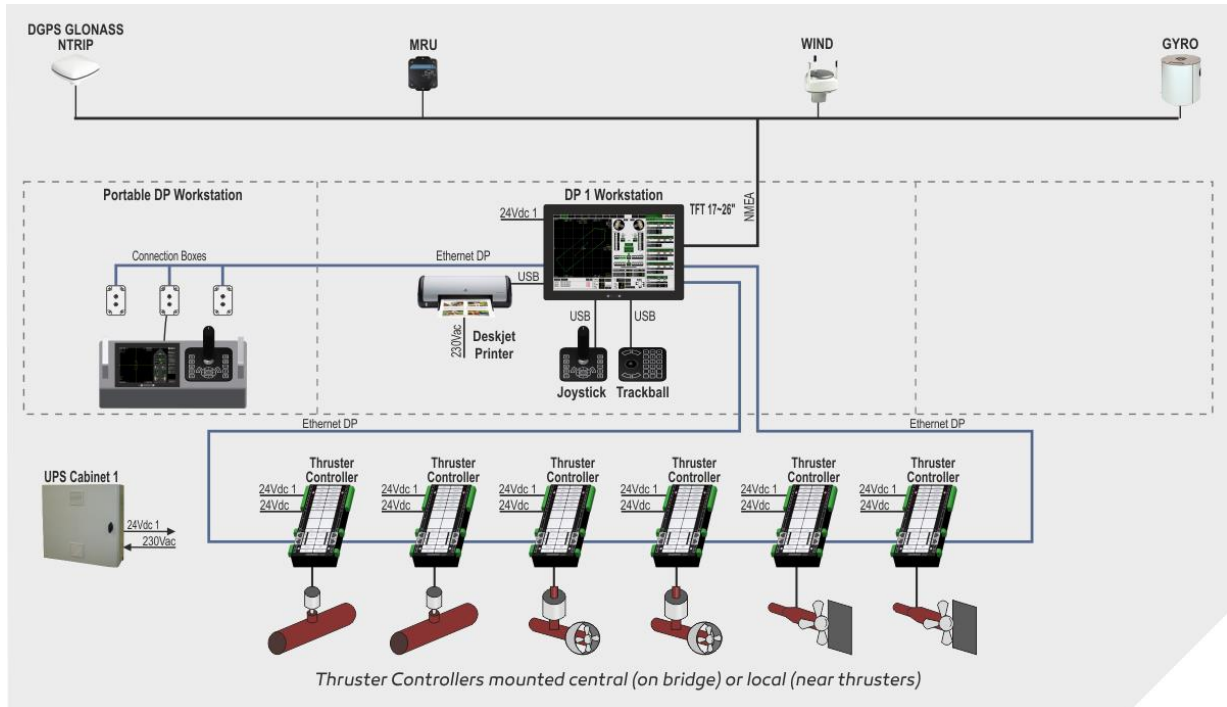
Low Speed Track Follow. Η λειτουργία Low Speed Track Follow ελέγχει την θέση και την πορεία του πλοίου πάνω σε μία προκαθορισμένη διαδρομή, με μεγάλο ποσοστό ακρίβειας. Όταν η λειτουργία αυτή είναι ενεργή το σύστημα μετακινεί τη στιγμιαία θέση ή την τελική θέση πάνω στο χάρτη της προκαθορισμένης διαδρομής. Η ταχύτητα και διεύθυνση της διαδρομής ελέγχονται είτε άμεσα από τον χειριστή είτε έμμεσα από το σύστημα μέσω ανάλυσης της διαδρομής. Η ταχύτητα μπορεί να κυμαίνεται από λίγα εκατοστά μέχρι 2 m/s. Ως εκ τούτου η κίνηση μεταξύ των σημείων της διαδρομής είναι πάντα καθορισμένη σε θέση, ταχύτητα και πορεία.

Manual Control. Ο χειριστής χρησιμοποιεί το Position Control Joystick και το Heading Control Knob από τον κεντρικό πίνακα ελέγχου πορείας του DP ώστε να κάνει τους απαραίτητους ελιγμούς στο πλοίο. Το Position Control Joystick μπορεί επίσης να μετατραπεί σε χειριστήριο κίνησης όταν το πλοίο βρίσκεται σε λειτουργία σταθερής διεύθυνσης. Το Heading Control Knob μπορεί επίσης να μετατραπεί σε χειριστήριο κίνησης όταν το πλοίο βρίσκεται σε λειτουργία σταθερής θέσης.

Hold Area Mode (HAM). Η λειτουργία Hold Area Mode είναι μία κατάσταση αναμονής της λειτουργίας Hold Position που προ είπαμε. Παρέχεται για να επιτρέψει μειωμένο έλεγχο από τον χειριστή κατά την διάρκεια συντήρησης του πλοίου σε πολύ κοντινό σημείο από το επιθυμητό.

Remote Center of Rotation (COR). Η λειτουργία Remote Center of Rotation (COR) επιτρέπει στο πλοίο να περιστρέφεται γύρω από ένα σημείο πάνω σε αυτό που καθορίζεται από τον χειριστή. Η προεπιλογή αυτής της λειτουργίας είναι το κέντρο του πλοίου.

Active Wind Compensation (AWC). Η λειτουργία Wind Compensation (AWC) αξιοποιεί την ταχύτητα και την διεύθυνση του ανέμου που παίρνει από τα αισθητήρια και αποτυπώνει με βάση την αεροδυναμική σχεδίαση του πλοίου τις δυνάμεις που δέχεται το πλοίο από τον άνεμο. Αυτές οι δυνάμεις χρησιμοποιούνται για να δώσουν τις κατάλληλες εντολές στις προπέλες έτσι ώστε να υπάρχει γρηγορότερη αντίδραση του πλοίου σε τυχούσα μεταβολή ειδικά σε θυελλώδης καιρικές συνθήκες.



Εικόνα 104. Σύγχρονο σύστημα DP

Auto Heading for Minimum Thrust (AHMT). Η λειτουργία αυτή διατηρεί το πλοίο σε μία προκαθορισμένη τιμή διεύθυνσης που ορίζεται από το χειριστή με την μικρότερη χρήση των προπελών. Ο χειριστής μπορεί να ενεργοποιήσει αυτή την λειτουργία ώστε να διατηρήσει τις προπέλες σε κατάσταση αναμονής (power saving) και ανά πάσα στιγμή να τις θέσει σε πλήρη λειτουργία.

Τα σκάφη με δυνατότητες DP (dynamic positioning) διακρίνονται ανάλογα με τις δυνατότητές τους, σύμφωνα με τον IMO σε Class 1, Class 2 και Class 3.

Class 1. Ο εξοπλισμός και η τεχνολογία που διαθέτουν τα Class 1 σκάφη, δεν έχουν τη δυνατότητα για μεγάλη ακρίβεια δυναμικής διόρθωσης της θέσης του σκάφους πάνω από το στίγμα στο οποίο πρέπει διαρκώς να βρίσκεται. Έτσι η απόκλιση από τη θέση-στόχο μπορεί ορισμένες φορές να είναι σημαντική, επιδρώντας αρνητικά στην έκβαση των εργασιών.

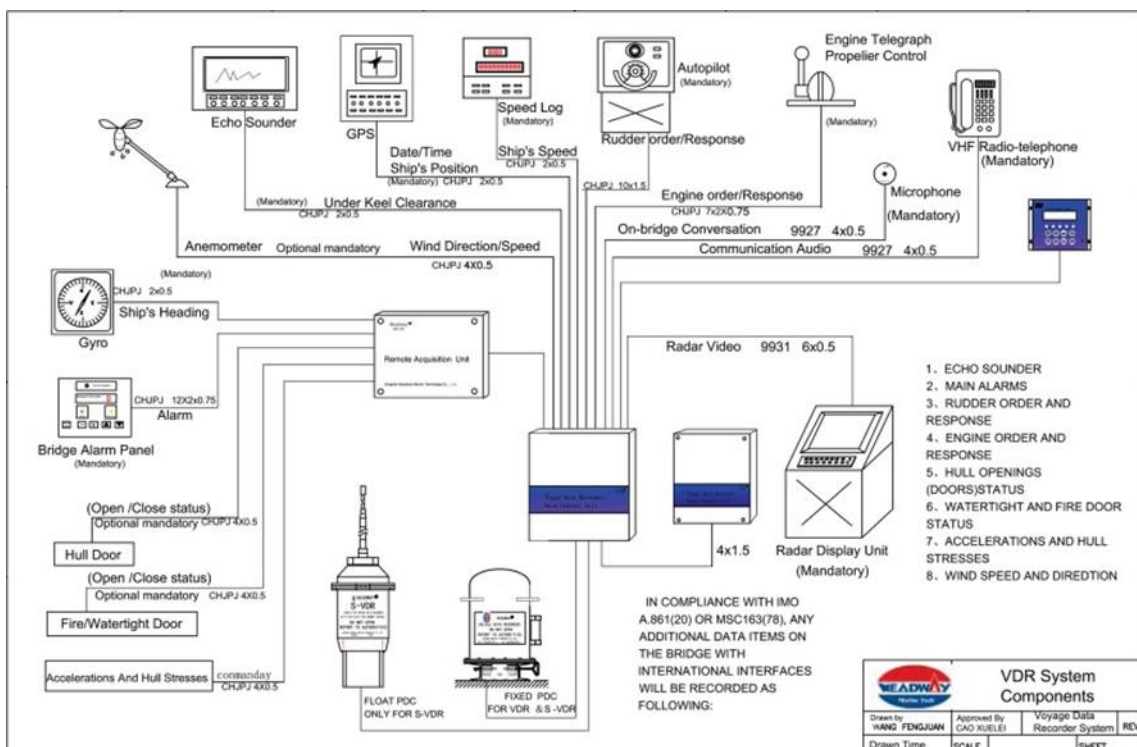
Class 2. Τα σκάφη που ανήκουν στην κατηγορία Class 2, έχουν την ικανότητα να ελέγχουν καλύτερα τη θέση τους πάνω από το σημείο στο οποίο επιθυμούμε να είναι τοποθετημένα. Ακόμα και αν ένα από τα συστήματα ελέγχου της θέσης του πλοίου έχει πρόβλημα (π.χ. βλάβη γεννήτριας,

βλάβη thrusters κ.λπ.), το πλοίο μπορεί να συνεχίσει να διατηρεί την αρχική του θέση με μεγάλη ακρίβεια. Παρόλα αυτά, αν περισσότερα συστήματα έχουν ταυτόχρονη προβληματική λειτουργία, τότε η ακρίβεια της διατήρησης της θέσης μειώνεται σημαντικά.

Class 3. Τα σκάφη που ανήκουν στην κατηγορία αυτή, αποτελούν την πιο αξιόπιστη και ασφαλή λύση, όταν κατά τη διάρκεια των επιχειρήσεων απαιτείται απόλυτη ακρίβεια στη θέση του πλοίου υποστήριξης. Η απομάκρυνση από το στίγμα στο οποίο είναι επιθυμητό να είναι το σκάφος, δεν συμβαίνει ακόμα και αν κατακλυστεί ένα υδατοστεγές διαμέρισμά του, ή συμβεί περιστατικό πυρκαγιάς πάνω στο πλοίο. Υπάρχουν μηχανισμοί εξελιγμένης τεχνολογίας, οι οποίοι προνοούν και βοηθούν κάθε φορά στη διαρκή διόρθωση της θέσης, ανάλογα με το failure που μπορεί να συμβεί κάθε φορά.

12.10 Voyage Data Recorder (Ποραιογράφος)

Το VDR ή αυτόματος καταγραφέας στοιχείων ταξιδιού είναι μια συσκευή, που έχει σαν σκοπό τη συνεχή καταγραφή των ενδείξεων και των δεδομένων των συσκευών του πλοίου, όπως αναφέρεται από το 2002 στο Chap. V της SOLAS. Η εγκατάσταση αποτελείται από την κύρια μονάδα (main unit), εγκατεστημένη στην γέφυρα του πλοίου που λειτουργεί τόσο ως μονάδα διασυνδέσεως με άλλα ηλεκτρονικά ναυτικά όργανα και συστήματα του σκάφους, όσο και ως μονάδα διαχείρισεως/αποθηκεύσεως ψηφιακών δεδομένων, την μονάδα ειδοποίησης, από την υποδοχή μικροφώνων, από τη μονάδα απόκτησης δεδομένων, τη μονάδα παροχής ενέργειας και



Εικόνα 105. Εγκατάσταση VDR

τη μονάδα καταγραφής δεδομένων (voyage data capsule), η οποία είναι αποσπώμενη, ενώ είναι συνδεδεμένη με την κύρια μονάδα με τέτοια διάταξη που επιτρέπει την άμεση και αυτόματη αποδέσμευσή της. Σύμφωνα με τα πρότυπα λειτουργίας που καθόρισε ο IMO από το 1997, θα πρέπει μεταξύ άλλων η διαχείριση των δεδομένων των συσκευών του πλοίου να είναι συνεχής και η αποθήκευση των στοιχείων να γίνεται σε ειδικά προστατευμένο τμήμα της συσκευής, το οποίο θα πρέπει να φέρει τα διεθνή χρώματα κινδύνου (πορτοκαλί ή κίτρινο), ενώ θα πρέπει αυτά να διατηρούνται για 12 ώρες συνεχώς. Αξίζει να σημειωθεί ότι παρόλο που ο κύριος λόγος για την εγκατάσταση του συστήματος είναι η εξακρίβωση των συνθηκών κάτω από τις οποίες έλαβε χώρα ένα ναυτικό ατύχημα, οι αποθηκευμένες πληροφορίες μπορεί να αξιοποιηθούν και για άλλες σημαντικές εργασίες όπως: τη διευκόλυνση της προληπτικής συντηρήσεως, τον έλεγχο της λειτουργικής αποδόσεως των διαφόρων συσκευών/συστημάτων (performance efficiency monitoring) και τις βελτιώσεις του επιπέδου εκπαίδευσεως των αξιωματικών γέφυρας.

Οι πληροφορίες που αποθηκεύονται στη μονάδα-κάψουλα εγγραφής/προστασίας δεδομένων είναι :¹⁸⁶

Ημερομηνία και ώρα, Θέση του πλοίου, Κατεύθυνση, Ταχύτητα, Συνομιλίες στο χώρο της γέφυρας, Συνομιλίες ασύρματης επικοινωνίας VHF, Τα δεδομένα του radar, Δεδομένα ηχοβολιστικής συσκευής (βυθομέτρου), Διάφοροι συναγερμοί (alarms), Θέση και ανταπόκριση πηδαλίου, Πληροφορίες μηχανοστασίου και προωστήριου σκεύους, Πληροφορίες τηλεγράφου, Κατάσταση υδατοστεγών ή πυροστεγών θυρών, Διεύθυνση και ταχύτητα ανέμου.

Επομένως, θα πρέπει να συνδέονται στην κεντρική Μονάδα του VDR πυξίδες, δρομόμετρο, βυθόμετρο, GPS, ECDIS, ανεμόμετρο και ανεμοδείκτης, τηλεγράφος μηχανής, πηδάλιο, πίνακες Fire / Smoke Detectors, πίνακες υδατοστεγών / πυροστεγών θυρών, Bow Thrusters, εξοπλισμός καταγραφής κοπώσεων πλοίου κτλ.



Εκτός από την έκδοση σταθερής κάψουλας που στερεώνεται συνήθως σε σημείο της υπερκατασκευής του πλοίου, υπάρχουν κατασκευαστές που προτείνουν μια πλωτή έκδοσή της (free float) που ενσωματώνει σύστημα υποβοηθήσεως προσδιορισμού θέσεως της (EPIRB), ώστε να μην είναι απαραίτητη η ανάσυρσή της σε περίπτωση βύθισης του πλοίου

Εικόνα 106. Κάψουλα καταγραφής και προστασίας δεδομένων

¹⁸⁶ Παλληκάρης 2016

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 13. Η ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΡΑΔΙΟΝΑΥΤΙΛΙΑΣ

Ξεκινώντας το κεφάλαιο αυτό θα περιγράψουμε τις βασικότερες έννοιες που σχετίζονται με το αντικείμενο την πλοήγησης. Οι έννοιες δεν προσδιορίζονται μέσω κάποιων «ορισμών», αλλά επεξηγούνται με περιγραφικό τρόπο επισημαίνοντας παράλληλα τα σημεία που αποτελούν ειδοποιούς διαφορές. Αυτό γίνεται για δύο βασικούς λόγους. Ο πρώτος και κυριότερος λόγος είναι ότι σπάνια μπορεί ένας ορισμός λίγων γραμμών να προσδιορίσει απόλυτα μία έννοια τέτοιου είδους. Ο δεύτερος λόγος σχετίζεται με το γεγονός ότι καθώς η τεχνολογία και η επιστήμη εξελίσσονται τα όρια μεταξύ των επιστημονικών και τεχνολογικών τομέων γίνονται όλο και λιγότερο ευδιάκριτα.

Οι βασικότερες έννοιες που σχετίζονται με την πλοήγηση είναι οι ακόλουθες:

Προσδιορισμός θέσης (position determination). Ο προσδιορισμός θέσης συνίσταται στον υπολογισμό των συντεταγμένων ενός σώματος (ή ενός σημείου) σε ένα σαφώς καθορισμένο σύστημα αναφοράς συντεταγμένων. Το σύστημα αυτό μπορεί να είναι καρτεσιανό ή σύστημα καμπυλόγραμμων συντεταγμένων (π.χ. γεωγραφικό πλάτος και μήκος). Ο προσδιορισμός θέσης συχνά αναφέρεται και ως **εντοπισμός**. Ειδικότερα στη ναυσιπλοΐα χρησιμοποιείται ο όρος **προσδιορισμός στίγματος**. Μπορούμε να πούμε ότι η έννοια του προσδιορισμού θέσης σχετίζεται με το ερώτημα «που βρίσκομαι;» ή «ποια είναι η θέση μου;»

Γραμμή θέσης (LOP: Line Of Position). Ο προσδιορισμός θέσης γίνεται μέσω μετρήσεων διαφόρων μεγεθών (αποστάσεων, γωνιών κ.α.) μεταξύ σημείων γνωστών συντεταγμένων και του υπό προσδιορισμό σημείου. Από κάθε μέτρηση προκύπτει ένας γεωμετρικός τόπος για τη θέση του άγνωστου σημείου. Αυτός ο γεωμετρικός τόπος ονομάζεται **γραμμή θέσης**. Η γραμμή θέσης μπορεί να έχει οποιοδήποτε σχήμα, ανάλογα με το είδος της μέτρησης που έχουμε κάνει. Για παράδειγμα έχοντας μετρήσει απόσταση από ένα γνωστό σημείο, η γραμμή θέσης που προκύπτει είναι ένα κύκλος με κέντρο το γνωστό σημείο και ακτίνα την μετρηθείσα απόσταση. Από την τομή δύο ή περισσότερων γραμμών θέσης προκύπτει το **στίγμα**.

Χάραξη πορείας - δρομολόγηση (routing). Στην πιο απλή μορφή της, όπου το πλοίο μπορεί να ξεκινήσει από το σημείο αναχώρησης και να φθάσει στο σημείο άφιξης κινούμενο με σταθερή πορεία, η χάραξη πορείας συνίσταται στον προσδιορισμό της γωνίας ως προς τον Βορρά με την οποία πρέπει να κινηθεί το πλοίο. Η γωνία αυτή ονομάζεται πορεία ή πλεύση. Στην πράξη όμως τα πράγματα είναι πιο σύνθετα. Συνήθως το πλοίο δεν μπορεί να φτάσει στον προορισμό του διατηρώντας σταθερή πορεία.

Καθοδήγηση (guidance-pilotage). Έχοντας χαράξει την επιθυμητή πορεία (ή έχοντας κάνει τη δρομολόγηση) η καθοδήγηση συνίσταται στο σύνολο των ενεργειών που θα κάνουν το κινούμενο μέσο να ακολουθήσει την επιθυμητή πορεία ή δρομολόγιο. Στην απλή περίπτωση ενός σκάφους η καθοδήγηση συνίσταται στην τοποθέτηση του πηδαλίου κατά τρόπο ώστε το σκάφος

να ακολουθήσει την επιθυμητή πορεία. Μπορούμε να πούμε ότι η έννοια της καθοδήγησης σχετίζεται με το ερώτημα «τι πρέπει να κάνω, για να ακολουθήσω την πορεία που έχω χαράξει;».

Πλοήγηση (navigation). Η έννοια της πλοήγησης περιγράφεται τελευταία καθώς είναι ευρύτερη και περιλαμβάνει και έννοιες που περιεγράφηκαν παραπάνω. Ο όρος «πλοήγηση» αναφέρεται στο κινούμενο πλοίο και περιλαμβάνει τις διαδικασίες:

- της χάραξης πορείας
- του προσδιορισμού της κίνησης (θέση, ταχύτητα, προσανατολισμός)
- της καθοδήγησης

Σε μια πρόχειρη αποτίμηση των μέσων (όχι των μεθόδων) της ναυσιπλοΐας στο πέρασμα των αιώνων, τα μέσα που χρησιμοποιήθηκαν με χρονολογική σειρά είναι :

- Χρήση ουράνιων σωμάτων
- Χρήση χαρτών
- Χρήση πυξίδων
- Χρήση ραδιοκυμάτων επίγειων σταθμών
- Ηλεκτρονική ναυτιλία (Radar κλπ)
- Χρήση δορυφόρων

Μέχρι τώρα έχουμε δει πως διαμορφώνονται οι γέφυρες των πλοίων με την χρήση των τριών πρώτων. Προχωρούμε στον εξοπλισμό της γέφυρας με :

13.1 Το Ραδιογωνιόμετρο

Η¹⁸⁷ πρώτη εφαρμογή της ηλεκτρονικής στην ναυσιπλοΐα, ανάγεται στο 1865 με την αποστολή τηλεγραφικών σημάτων χρόνου για τον έλεγχο του σφάλματος των χρονομέτρων. Η αποστολή αυτών των σημάτων συνεχίστηκε μέχρι το 1904. Από το 1907 άρχισαν ραδιο-αναμεταδόσεις για προειδοποιήσεις κινδύνων για την ναυτιλία από το U.S. Navy Hydrographic Office με σκοπό την ασφάλεια της ναυσιπλοΐας.

Με τη χρήση των επίγειων συστημάτων ραδιοεντοπισμού προκύπτει το στίγμα ως τομή δύο ή περισσότερων γραμμών θέσης. Ανάλογα με το είδος των γραμμών θέσης (LOP) διακρίνουμε τις εξής κατηγορίες συστημάτων: κυκλικά, υπερβολικά και αζιμουθιακά. Το ραδιογωνιόμετρο (Radio Direction Finding-RDF) ανήκει στην τρίτη κατηγορία και είναι το παλαιότερο ραδιοναυτιλιακό βοήθημα. Ουσιαστικά, το συγκεκριμένο όργανο είναι ένας απλός δέκτης εγκατεστημένος στο πλοίο και μετράει την γωνία ακρόασης (διόπτρευση) εκπομπών, από παράκτιους ραδιοσταθμούς με γνωστές θέσεις, προκειμένου το σκάφος να βρει το στίγμα του και να κατευθυνθεί με ασφάλεια στον προορισμό του. Οι παράκτιοι σταθμοί εκπομπής ονομάζονται **ραδιοφάροι** (radio beacons). Για το λόγο αυτό το ραδιογωνιόμετρο, ήταν γνωστό και με την ονομασία **ραδιοπυξίδα**. Οι βασικές χρήσεις του ραδιογωνιόμετρου στη ναυτιλία ήταν: **α)** Ο προσδιορισμός της θέσεως (στίγματος) του πλοίου με τη μέτρηση ραδιοδιοπτύσεων προς ορισμένους παράκτιους σταθμούς (ραδιοφάροι), οι οποίοι εκπέμπουν ειδικά για το σκοπό αυτό σήματα σε ειδικές

¹⁸⁷ https://www.facebook.com/permalink.php?story_fbid=357041501168058&id=320017061537169

συχνότητες που μπορεί να είναι γράμμα ή ομάδα γραμμάτων του Μορσικού αλφάβητου η ένταση του οποίου μετρείται από τα ραδιογωνιόμετρα και προσδιορίζεται έτσι η κατεύθυνση (**Ραδιο** δίοπτρευση) αυτών. Η τομή αυτών των *ραδιοδιοπτεύσεων* στο ναυτικό χάρτη αποτελεί το στίγμα του πλοίου. Και **β)** Ο ραδιοεντοπισμός κινδυνεύοντος πλοίου με ραδιοδιοπτύσεις από παράκτιους σταθμούς ραδιογωνιομετρήσεως ή/και από άλλα παραπλέοντα πλοία. Ο παλαιότερος και απλούστερος τύπος ραδιογωνιόμετρου είναι το ραδιογωνιόμετρο με περιστρεφόμενη κεραία. Οι περιστρεφόμενες κεραίες παρουσίαζαν αρκετά προβλήματα και περιορισμούς σχετικά με την εγκατάσταση, περιστροφή και μετάδοση της ενδείξεως στον δέκτη με μηχανικό τρόπο. Σε νεότερους τύπους ραδιογωνιόμετρου αντί της περιστρεφόμενης κεραίας, χρησιμοποιούνται δύο σταθερές κεραίες πλαισίου σε κάθετες μεταξύ τους διευθύνσεις και η ένδειξη της ραδιοδιοπτεύσεως εμφανίζεται αυτόματα σε ψηφιακό ενδείκτη μετά από το συντονισμό της συσκευής στην κατάλληλη συχνότητα και τη συνεχή περιστροφή του πηνίου έρευνας (γωνιόμετρου). Η πρώτη χρήση ραδιογωνιόμετρου με κεραία βρόγχου (loop antenna) ανάγεται στα τελευταία χρόνια του 1^{ου} παγκόσμιου πολέμου και ο πρώτος ραδιοφάρος εγκαταστάθηκε στο Maryland των ΗΠΑ το 1921. Για την υποστήριξη της θαλάσσιας ναυσιπλοΐας, έχει δημιουργηθεί ένα δίκτυο ραδιοφάρων και παράκτιων σταθμών, οι οποίοι δίνουν στους ναυτικούς πολλές δυνατότητες για τον καθορισμό του στίγματός του. Στους ναυτικούς χάρτες οι ραδιοφάροι συμβολίζονται συντεταγμένα: **R° B_n** ή **R B_n**.



Εικόνα 107. Ραδιογωνιόμετρα περιστρεφόμενης κεραίας και ψηφιακό

Όταν οι συνθήκες είναι καλές τα Ρ/Γ παρέχουν διοπτύσεις μεγάλης ακρίβειας, αλλά στην πράξη η ακρίβεια εύρεσης θέσης με ραδιογωνιόμετρο είναι της τάξεως των 12 ναυτικών μιλίων.

Σήμερα η χρήση των ραδιογωνιόμετρων έχει υποχωρήσει σημαντικά λόγω της ανάπτυξης καλύτερων ραδιοναυτιλιακών βοηθημάτων, όμως εξακολουθεί ακόμη η χρήση του, διότι είναι η μοναδική συσκευή που έχει την δυνατότητα όταν λαμβάνει την εκπομπή ενός πλοίου να προσδιορίζει την δίοπτυσή του. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν αξιόπιστο φορητό όργανο εντοπισμού σωσιβίων λέμβων με ναυαγούς στο τελικό στάδιο των διαδικασιών έρευνας και διασώσεως.

Η εγκατάσταση Ρ/Γ στα πλοία σήμερα δεν είναι υποχρεωτική, αλλά με τη μορφή αισθητήρα, χωρίς ψηφιακή οθόνη και πλήκτρα χειρισμού μπορεί να μετέχει στην διαδικτυακή σύνδεσή του στα σύγχρονα ολοκληρωμένα συστήματα γέφυρας.

13.2 Το Σύστημα DECCA

Το¹⁸⁸ σύστημα **Decca Navigator** έχει τις ρίζες στις ΗΠΑ και αναπτύχθηκε από τον **W (Bill). J. O'Brien** σαν μέθοδος προσδιορισμού της ταχύτητας και της θέσης των αεροσκαφών και ονομαζόταν απλά 'Aircraft Position Indicator'. Ο O'Brien εργάστηκε πάνω στο σύστημα από το 1936 έως το 1939, αλλά απέτυχε να τραβήξει το ενδιαφέρον του αμερικάνικου στρατού και έτσι έμεινε ανενεργό μέχρι την έναρξη του Β' παγκόσμιου πολέμου. Σαν πλήρως λειτουργικό σύστημα υπερβολικής ναυσιπλοΐας αναπτύχθηκε από την Αγγλική εταιρία **Decca Radio and Television Ltd** με αποστολή την ναυσιπλοΐα ακριβείας για τα ναρκοσυλλεκτικά σκάφη κατά μήκος του English Channel. Οι πομποί τοποθετήθηκαν κατά μήκος της νότιας ακτογραμμής της Αγγλίας και άρχισαν να εκπέμπουν την 5/6/1944, μία μέρα πριν την D-Day, οπότε άρχισε η απόβαση των συμμαχικών δυνάμεων στην Νορμανδία.

Το σύστημα DECCA είναι ένα από τα υπερβολικά συστήματα προσδιορισμού στίγματος μικρής εμβέλειας (250 ν.μ.) αλλά μεγάλης ακρίβειας και λειτουργεί με την μέθοδο σύγκρισης φάσης σε μικρές συχνότητες (70 - 130 KHz). Το δίκτυο των σταθμών αποτελείται από αλυσίδες που καλύπτουν συγκεκριμένες γεωγραφικές περιοχές και συνήθως αποτελείται από έναν κύριο και τρεις δευτερεύοντες σταθμούς. Οι δευτερεύοντες σταθμοί ανάλογα με την συχνότητα εκπομπής σαν κόκκινος (red), πράσινος (green) και μωβ (purple) και βρίσκονται σε αποστάσεις 60 - 120 μιλίων από τον κεντρικό σταθμό, σχηματίζοντας περίπου ισόπλευρο τρίγωνο.

Πληροφορίες για τις θέσεις και τα χαρακτηριστικά των σταθμών περιέχονται στην έκδοση του Βρετανικού Ναυαρχείου Admiralty List Of Radio Signals. Διάφορες Υδρογραφικές υπηρεσίες εκδίδουν ναυτικούς χάρτες πάνω στους οποίους είναι χαραγμένες οι υπερβολικές γραμμές θέσης με το χρώμα του αντίστοιχου δευτερεύοντος σταθμού. Η ακρίβεια του συστήματος DECCA κυμαίνεται από 25 - 40 μέτρα στην διάρκεια της ημέρας, αλλά μειώνεται την νύκτα.



Εικόνα 108. Decometer και χάρτης DECCA

Οι ανιχνευόμενες διαφορές φάσης προβάλλονται στους αναλογικούς δέκτες των πλοίων τα 'decometers'. Τα πρώτα ντεκόμετρα είχαν την μορφή ρολογιού και κατασκευάζονταν μόνο από την εταιρία DECCA και προβάλλουν μόνο τα στοιχεία των υπερβολικών γραμμών θέσης (χαρακτηριστικό ζώνης, χρώμα σταθμού, αριθμός διαύλου και το εκατοστό του διαύλου). Από το 1960 και μετά κατασκευάζονται πιο σύγχρονοι δέκτες και από άλλες εταιρίες μερικοί από τους οποίους έχουν ενσωματωμένο υπολογιστή με την

¹⁸⁸ Cambridge University Press 2014

βοήθεια του οποίου εκτός από τα παραδοσιακά στοιχεία μπορούν να δείχνουν τις γεωγραφικές συντεταγμένες (στίγμα), πορεία και ταχύτητα του σκάφους κλπ. Μπορούν επίσης να συνδεθούν και με άλλες περιφερειακές μονάδες που βρίσκονται στην γέφυρα.

Από το 1945, οι υπηρεσίες της DECCA έγιναν εμπορικές και οι ενδιαφερόμενοι όπως η εμπορική ναυτιλία ή οι αεροπορικές εταιρίες και ο στρατός, μπορούσαν να αγοράσουν ένα δέκτη από την Decca Navigation Company.

Μετά από την εμφάνιση πιο σύγχρονων ναυτιλιακών βοηθημάτων, όπως του LORAN και αργότερα του GPS, οι πρώτοι σταθμοί DECCA άρχισαν να κλείνουν από το 1989, με πρώτη την αλυσίδα της Αυστραλίας. Στις 31 Μαρτίου του 2000 πάρθηκε η οριστική απόφαση για το κλείσιμο όλων των σταθμών. Η τελευταία αλυσίδα λειτούργησε στην Ιαπωνία μέχρι τον Μάρτιο του 2001.

13.3 Το Σύστημα LORAN

Η¹⁸⁹ ονομασία LORAN προέρχεται από τα αρχικά Long Range Navigation και είναι ένα από τα υπερβολικά συστήματα προσδιορισμού στίγματος. Το (νεότερο) σύστημα λειτουργεί στην περιοχή των χαμηλών συχνοτήτων LF (100 kHz) με τη μέθοδο μμετρήσεως διαφοράς χρόνου και τη μέθοδο συγκρίσεως φάσεως. Για την λειτουργία του χρησιμοποιεί μια αλυσίδα επίγειων σταθμών που αποτελείται από ένα Master που συμβολίζεται με το γράμμα **M** και τουλάχιστον δυο (έως τέσσερις) Slaves οι οποίοι εκπέμπουν από σημεία της ακτογραμμής και συμβολίζονται με τα γράμματα **X, Y, Z** και **W** και φυσικά από τον δέκτη που πλοίου μας. Ο κύριος σταθμός της αλυσίδας βρίσκεται συνήθως στο κέντρο της περιοχής και οι δευτερεύοντες είναι εγκατεστημένοι περιφερειακά, γύρω από τον κύριο. Οι αποστάσεις μεταξύ των σταθμών είναι της τάξης των πολλών εκατοντάδων Km έως περίπου 1200 Km. Με τον τρόπο αυτό επιτυγχάνεται η κάλυψη μίας μεγάλης περιοχής με τη χρήση ενός μικρού αριθμού σταθμών.

Η αρχή λειτουργίας του συστήματος ήταν γνωστή από το 1930 αλλά δεν είχε τεθεί σε εφαρμογή. Οι ανάγκες του στρατού με το ξέσπασμα του Β' παγκόσμιου πολέμου, έφεραν το 1942 τον **Robert J. Dippy**, ο οποίος ήταν επικεφαλής της ανάπτυξης ενός παρόμοιου συστήματος (GEE) στην Βρετανία για οκτώ μήνες στις ΗΠΑ και με την συνεργασία του στρατού δημιουργήθηκε το σύστημα παροχής στίγματος ακριβείας για πλοία και αεροσκάφη. Λειτουργούσε σε συχνότητες MF (1850-1950 KHz) και ονομάστηκε LORAN-A. Μετά το 1950 άρχισε πρόγραμμα δημιουργίας νέας γενιάς συστήματος με εκπομπές στις χαμηλές συχνότητες και ονομάστηκε LORAN-C. Η χρησιμοποίηση εκπομπών χαμηλής συχνότητας (100 kHz) από τους σταθμούς LORAN-C έχει το πλεονέκτημά, ότι οι εκπομπές αυτές δεν παρουσιάζουν σημαντικές απώλειες κατά τη διάδοσή τους από την ξηρά, όπως συμβαίνει με τις εκπομπές των μεσαίων και των υψηλών συχνοτήτων. Για τον προσδιορισμό του στίγματος LORAN μετρείται η διαφορά του χρόνου, με την οποία λαμβάνονται στο δέκτη τα προερχόμενα από τον κύριο και κάθε δευτερεύοντα σταθμό παλμικά

¹⁸⁹ Frank, Robert 1982

σήματα. Η μετρούμενη για κάθε ζεύγος κύριου-δευτερεύοντος σταθμού διαφορά χρόνου προσδιορίζει μια υπερβολική γραμμή θέσεως και η θέση του πλοίου προκύπτει στην τομή δύο υπερβολικών γραμμών θέσεως. Οι χάρτες LORAN εκδίδονται από τις υδρογραφικές υπηρεσίες και έχουν σχεδιασμένες τις υπερβολικές γραμμές θέσης (όπως και οι χάρτες DECCA) που αντιστοιχούν στις διαφορές χρόνου για τα διάφορα ζευγάρια κύριου-δευτερεύοντος σταθμού.



Εικόνα 109. Παλιός και σύγχρονος δέκτης LORAN

Σήμερα αλυσίδες LORAN λειτουργούν σε ορισμένες περιοχές της βορείου Ευρώπης και σε αρκετές των ΗΠΑ. Ειδικά τα τελευταία χρόνια έχει αναπτυχθεί μια νέα γενιά συσκευών στην οποία έχει προστεθεί μια μονάδα επεξεργαστή η οποία μεταφράζει τις διαφορές χρόνου σε γεωγραφικό μήκος και πλάτος επιτρέποντας έτσι στο χειριστή να χρησιμοποιήσει άμεσα τις ενδείξεις της συσκευής κερδίζοντας έτσι τόσο σε χρόνο, όσο και σε ευκολία υποτύπωσης του στίγματος, αφού δεν απαιτούνται πλέον ειδικό χάρτες αλλά ούτε και ειδικές διαδικασίες για την εύρεση του στίγματος. Αυτού του τύπου η συσκευή χρησιμοποιείται άνετα με κάθε κοινό ναυτικό χάρτη, φτάνει φυσικά η περιοχή να καλύπτεται από αλυσίδα LORAN. Οι σύγχρονοι δέκτες έχουν δυνατότητες πλοηγείας παρόμοιες με των ναυτιλιακών GPS όπως :¹⁹⁰

- Σχεδίαση και εκτέλεση πλου, με την επιλογή των συντεταγμένων των σημείων πλου (waypoints)
- Ασφάλεια αγκυροβολίας: όταν έχουμε έκπτωση μεγαλύτερη από την καταχωρισμένη στη μνήμη του δέκτη τιμή, ο δέκτης ειδοποιεί το ναυτιλλόμενο με ένα ηχητικό σήμα.
- Παροχή ενδείξεως για την κατάσταση των λαμβανομένων από κάθε σταθμό σημάτων.
- Μετατροπή των γεωγραφικών συντεταγμένων (ϕ , λ) ενός σημείου στις αντίστοιχες διαφορές χρόνου και αντιστρόφως.
- Τοποθέτηση των γνωστών για την περιοχή πλου διορθώσεων που στη συνέχεια λαμβάνονται υπόψη στον υπολογισμό των επομένων στιγμάτων.

Η ακρίβεια του συστήματος είναι μεταβλητή με τις ακριβέστερες ενδείξεις να καταγράφονται σε κοντινές αποστάσεις από τους σταθμούς της αλυσίδας, ενώ το επίπεδο ακρίβειας μειώνεται όσο απομακρυνόμαστε από αυτούς. Σε κάθε περίπτωση η λήψη κυμάτων

¹⁹⁰ Παλληκάρης 2016

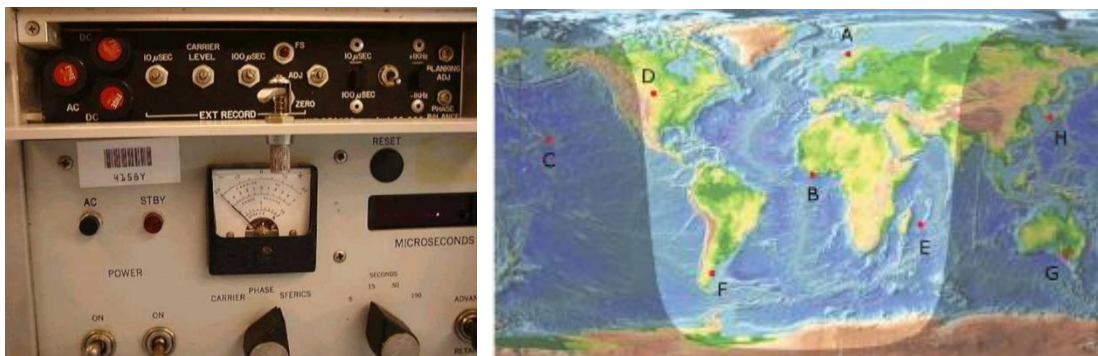
εδάφους, δηλαδή μέχρι τα 1000 – 1200 νμ θεωρείται ότι παρέχει ικανοποιητικά επίπεδα ακρίβειας. Από εκεί και μέχρι περίπου τα 2500 νμ και με τη βοήθεια κυμάτων πρώτης ανάκλασης η ακρίβεια αν και μειώνεται αρκετά παραμένει σε επίπεδα ανεκτά, ενώ από εκεί και πέρα η λήψη κυμάτων δεύτερης και τρίτης ανάκλασης μειώνει πλέον κατά πολύ την αξιοπιστία του συστήματος.

Λόγω¹⁹¹ της ανάπτυξης του GPS, είχε αποφασιστεί ο τερματισμός της λειτουργίας του LORAN-C. Ο προγραμματισμός αυτός ματαιώθηκε ενώ παράλληλα ξεκίνησε και ένα πρόγραμμα εκμοντερνισμού του συστήματος με αναβάθμιση της υποδομής των σταθμών. Καθοριστικό ρόλο έπαιξε η απόφαση της FAA να ην εγκρίνει το GPS ως αποκλειστικό σύστημα πλοήγησης και να απαιτεί ένα δευτερεύον σύστημα που θα εξασφαλίζει διαθεσιμότητα στίγματος σε περίπτωση αστοχίας του GPS. Οι ενέργειες αυτές οδήγησαν στην ανάπτυξη του συστήματος e LORAN (Enhanced LORAN).

13.4 Το Σύστημα Omega

Η ανάγκη για ένα παγκόσμιο, συνεχές, παθητικό, σύστημα ραδιοπλοήγησης άρχισε να εμφανίζεται ήδη από το 1962. Μετά από 3 χρόνια διαπραγματεύσεων, το Omega Project έλαβε εξουσιοδότηση για να προχωρήσει στην υλοποίηση του συστήματος.

Το¹⁹² σύστημα ραδιοαυτιλίας OMEGA αναπτύχθηκε από το ναυτικό των ΗΠΑ και τέθηκε σε πλήρη λειτουργία το 1968. Πατέρας του συστήματος είναι ο **John Alvin Pierce**, ο οποίος εργαζόταν από το 1940 στο Radiation Laboratory του M.I.T. και είναι ο πρώτος που απόδειξε ότι η μέτρηση της διαφοράς φάσης των ραδιοσημάτων, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον προσδιορισμό του στίγματος. Το αρχικό όνομα που έδωσε στο σύστημα ήταν **RADUX**. Μετά από πειραματισμούς με διάφορες συχνότητες, κατέληξε το 1950 στις εκπομπές σημάτων στα 10KHz. Με το σκεπτικό ότι τα 10KHz, ανήκουν στο άκρο του φάσματος της ακτινοβολίας, ο Pierce άλλαξε το όνομα σε OMEGA, από το τελευταίο γράμμα του Ελληνικού αλφάβητου.



Εικόνα 110. Δέκτης OMEGA και οι τοποθεσίες των σταθμών αναμετάδοσης

¹⁹¹ Gifford Hefley.1972

¹⁹² Kasper J. ; Hutchinson C. 1978

Όπως και με τα προηγούμενα συστήματα υπερβολικής ναυτιλίας, το στίγμα OMEGA προκύπτει από την τομή δύο υπερβολικών γραμμών θέσης. Κάθε γραμμή σχεδιάζεται από την μέτρηση διαφοράς φάσης δύο σταθμών OMEGA που λαμβάνει ο δέκτης στο πλοίο. Είναι το μοναδικό σύστημα στην κατηγορία του που παρέχει παγκόσμια κάλυψη. Το σύστημα χρησιμοποιεί πολύ χαμηλές συχνότητες (VLF). Λόγω των ιδιοτήτων μετάδοσης των VLF επιτυγχάνεται παγκόσμια κάλυψη χρησιμοποιώντας μόνο 8 σταθμούς. Το τίμημα όμως της χρήσης πολύ χαμηλής συχνότητας είναι η μειωμένη ακρίβεια του συστήματος, διότι χαμηλή συχνότητα σημαίνει μεγάλο μήκος κύματος και συνεπώς μεγάλο εύρος διαύλου.

Οι θέσεις των σταθμών εκπομπής είναι : **Norway, Liberia, Hawaii, NorthDakota, La Reunion, Argentina, Trinidad** και **Japan**. Κάθε σταθμός καλύπτει περίπου 8000 ν.μ. και χαρακτηρίζονται με τα γράμματα A, B, C, D, E, F, G και H. Λόγω της μεγάλης εμβέλειας είναι δυνατός ο προσδιορισμός στίγματος σε οποιοδήποτε σημείο του κόσμου. Ένα ιδιαίτερο χαρακτηριστικό του OMEGA είναι ότι δεν υπάρχουν κύριοι και δευτερεύοντες σταθμοί όπως στα συστήματα DECCA και LORAN, αλλά ανάλογα με την περιοχή που βρίσκεται το πλοίο, επιλέγονται δύο ζεύγη σταθμών και κάθε ζεύγος προσδιορίζει μια γραμμή θέσεως.

Οι δέκτες OMEGA που βρίσκονται στα πλοία μπορούν να ταξινομηθούν σε δύο γενικές κατηγορίες. Οι παλαιοί που κατασκευάστηκαν από το 1969 μέχρι το 1975 με πολλά μειονεκτήματα, όπως :

- Είναι ογκώδεις με πολύπλοκες διαδικασίες χειρισμού
- Οι μετρήσεις διορθώνονται με χρήση πινάκων
- Δεν παρέχουν συντεταγμένες, αλλά μόνο διαφορές φάσης
- Αρκετοί από αυτούς δεν αναγνωρίζουν διάυλο

Οι νεότεροι δέκτες παρέχουν μεγάλες ευκολίες στους ναυτικούς, λόγω ενσωματωμένου μικροϋπολογιστή, με κυριότερες τις παρακάτω.

- Έχουν μικρές διαστάσεις και εύκολο χειρισμό
- Εκτελούν αυτόματα αναγνώριση διαύλου
- Δεν χρειάζονται πίνακες για τις διορθώσεις
- Εκτός από τις διαφορές φάσης παρέχουν ενδείξεις μήκους και πλάτους
- Με την βοήθεια του ενσωματωμένου υπολογιστή μπορούν να επιλύσουν διάφορα ναυτιλιακά προβλήματα, όπως η ακολουθούμενη πορεία για άφιξη σε διάφορα σημεία προορισμού ή προβλήματα ορθοδρομίας

Το σύστημα OMEGA καταργήθηκε οριστικά το 1999, με την ωρίμανση του προγράμματος δορυφορικής ναυτιλίας GPS.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 14. ΤΟ ΣΥΓΧΡΟΝΟ NAVIGATION

Οι ηλεκτρονικοί χάρτες, το ECDIS καθώς και τα ολοκληρωμένα συστήματα διαχείρισης γέφυρας είναι τα τελευταία επιτεύγματα της τεχνολογίας που έχουν σαν σκοπό να αυτοματοποιήσουν τις διαδικασίες κατά την εκτέλεση της ναυσιπλοΐας εξοικονομώντας χρόνο και προσπάθεια προς όφελος του Α/Φ, διατηρώντας ταυτόχρονα όλες τις ασφαλιστικές δικλείδες που προσφέρει η χρήση των παραδοσιακών έντυπων χαρτών.

14.1 Ηλεκτρονικοί Χάρτες

Ένας ιστορικός σταθμός στην εξέλιξη της σύγχρονης ναυσιπλοΐας, ίσως ο δεύτερος πιο σημαντικός μετά την εγκατάσταση του ραντάρ στα πλοία και την ενσωμάτωση σε αυτό λειτουργιών αυτόματης υποτύπωσης στόχων, θεωρείται η χρήση ηλεκτρονικών ναυτικών χαρτών. Ο ηλεκτρονικός ναυτιλιακός χάρτης είναι αποτέλεσμα των ραγδαίων εξελίξεων που συνέβησαν στις δεκαετίες του 1980 -1990 στις επιστήμες των Ηλεκτρονικών Υπολογιστών και της Πληροφορικής και επέδρασε σημαντικά στις κλασσικές μεθόδους της ναυσιπλοΐας. Τα πρώτα συστήματα ηλεκτρονικού χάρτη εμφανίστηκαν στο εμπόριο περί το μέσον της δεκαετίας του 1980 και περιείχαν ορισμένα από τα στοιχεία ενός έντυπου ναυτικού χάρτη, με αποτέλεσμα η ταυτόχρονη χρησιμοποίηση και των δύο ειδών χαρτών για την εξασφάλιση της ασφάλειας του πλου να θεωρείται επιβεβλημένη. Η εποχή της χρήσης συμβατικών χαρτών από ειδικά επεξεργασμένο χαρτί για να αντέχει στις πολλαπλές χαράξεις πορείας, του παραδοσιακού διπαράλληλου και του ναυτικού διαβήτη πάνω στο πλοίο αφήνει τη θέση της στη νέα ψηφιακή εποχή. Κάνοντας μια αναδρομή στο πρόσφατο παρελθόν, το 1995 για πρώτη φορά ο Διεθνής Ναυτιλιακός Οργανισμός καθιερώνει τεχνικές προδιαγραφές για τους ηλεκτρονικούς χάρτες και τα συστήματα απεικόνισης αυτών. Το 2002, αναθεωρείται η Διεθνής Σύμβαση για την Ασφάλεια της Ανθρώπινης Ζωής στη Θάλασσα, γνωστή ως SOLAS και μεταξύ άλλων επιβάλλει στις κυβερνήσεις των παράκτιων κρατών την παραγωγή ηλεκτρονικών ναυτικών χαρτών και την παροχή υδρογραφικών υπηρεσιών. Οι αιτίες που οδήγησαν σε αυτήν την απόφαση συνδέονται με την αλλαγή του τοπίου της ναυσιπλοΐας και συγκεκριμένα με την κατασκευή πλοίων μεγαλύτερου βυθίσματος, την αύξηση της ναυτιλιακής κυκλοφορίας, τη δημιουργία συστημάτων διαχωρισμού κυκλοφορίας σε περιοχές υψηλού κινδύνου, την ανάπτυξη των υπηρεσιών παρακολούθησης πλοίων αλλά και την ανάγκη καλύτερης προστασίας του θαλάσσιου περιβάλλοντος. Ένα χρόνο αργότερα η Γενική Συνέλευση των Ηνωμένων Εθνών ενθαρρύνει τη διεθνή συνεργασία για να αυξηθεί ακόμα περισσότερο η κάλυψη με ηλεκτρονικούς χάρτες σε παγκόσμια κλίμακα σηματοδοτώντας ουσιαστικά τη μετάβαση σε αυτούς από τους συμβατικούς, έντυπους χάρτες.

Ο¹⁹³ ηλεκτρονικός χάρτης είναι μια σχετικά νέα τεχνολογία που παρέχει σημαντικά πλεονεκτήματα όσο αφορά στην ασφάλεια της ναυσιπλοΐας και την απόδοση των ναυτιλιακών επιχειρήσεων. Ένας ηλεκτρονικός χάρτης δεν είναι απλώς μια απεικόνιση στην οθόνη ενός Η/Υ - είναι ένα σύστημα ναυσιπλοΐας σε πραγματικό χρόνο (real-time), που ενοποιεί ποικίλες πληροφορίες και δεδομένα, τα οποία απεικονίζονται και ερμηνεύονται από τον ναυτιλλόμενο. Αποτελεί ένα βοήθημα αυτοματοποιημένης λήψης αποφάσεων, ικανό να προσδιορίζει αδιάλειπτα τη θέση ενός σκάφους σε σχέση με τη στεριά, χαρτογραφημένα αντικείμενα, ναυτιλιακά βοηθήματα και αθέατους κινδύνους. Ο ηλεκτρονικός ναυτικός χάρτης αντιπροσωπεύει μια εντελώς νέα προσέγγιση στη θαλάσσια ναυτιλία. Οι Ηλεκτρονικοί Ναυτικοί Χάρτες ENC's (Electronic Navigational Charts), είναι επίσημοι ναυτικοί χάρτες που παράγονται από εθνικούς υδρογραφικούς οργανισμούς και προορίζονται πρωταρχικά για χρήση στα Συστήματα Απεικόνισης Ηλεκτρονικών Χαρτών και Πληροφοριών ECDIS. Τα συστήματα ECDIS απεικονίζουν ENC's και παρουσιάζουν όλη την απαραίτητη πληροφορία για ασφαλή ναυσιπλοΐα. Τα συστήματα ECDIS ικανοποιούν τις απαιτήσεις που έχει θέσει ο IMO για τα σκάφη που υπόκεινται στην συνθήκη SOLAS. Όλα τα άλλα είδη συστημάτων απεικόνισης ηλεκτρονικών χαρτών θεωρούνται γενικά Συστήματα Ηλεκτρονικών Χαρτών (ECS). Μόνο οι εθνικές Υδρογραφικές Υπηρεσίες μπορούν να παράγουν ή να δώσουν εξουσιοδότηση για την παραγωγή των ENC's μέσα στα χωρικά τους ύδατα. Άρα οι ναυτιλλόμενοι που ασχολούνται με το διεθνές εμπόριο, θα πρέπει να συνηθίσουν στη χρήση χαρτών που έχουν παραχθεί από περισσότερες από μία ΥΥ.

Γι' αυτό, είναι σημαντικό κάθε ΥΥ να παράγει τέτοια ENC's, το οποία όταν χρησιμοποιηθούν μαζί με τα ENC's άλλων χωρών, να παρέχουν στον ναυτιλλόμενο, ως μια ενιαία Β.Δ. ηλεκτρονικών χαρτών, μία ασφαλή και αξιόπιστη πηγή πληροφόρησης στην οποία να μπορεί να βασιστεί για την εκτέλεση της ναυτιλίας.

Οι ηλεκτρονικοί χάρτες αποτελούνται από μια βάση δεδομένων η οποία κατατάσσει τα ψηφιακά χαρτογραφικά δεδομένα είτε με **διανυσματική** μορφή (vector format), είτε με **ψηφιδωτή** (raster format). Στους χάρτες που βασίζονται στη διανυσματική δομή αναλύεται ο χάρτης σε επιμέρους στοιχεία με τη μορφή γραμμών. Κάθε γραμμή ορίζεται από διαδοχικά διανύσματα που προσδιορίζονται με τις συντεταγμένες αρχής και τέλους. Μεμονωμένα σημεία όπως ναυτιλιακή σήμανση κτλ. ορίζονται ως γραμμές μηδενικού μήκους, ενώ οι διάφορες επιφάνειες ορίζονται ως κλειστές γραμμές.

Η **διανυσματική** δομή έχει ως πλεονέκτημα τη δυνατότητα λογικής επεξεργασίας των χαρτογραφικών στοιχείων, δίνοντας τη δυνατότητα ειδοποίησης του Α/Φ σε περίπτωση έλευσης ναυτιλιακού κινδύνου. Επίσης δίνεται η δυνατότητα μεγέθυνσης μιας περιοχής χωρίς αυτό να έχει επίδραση στην ευκρίνεια των απεικονιζόμενων πληροφοριών. Μπορεί να απεικονίσει ορισμένα

¹⁹³ Martek MarineLtd. 2012

στοιχεία του χάρτη αποκλείοντας κάποια άλλα σύμφωνα με την επιθυμία του χειριστή. Μπορεί π.χ. να απεικονίσει μόνο κάποιες από τις ισοβαθείς και όχι όλες. Δίνεται επίσης η δυνατότητα απεικόνισης διαφόρων συμπληρωματικών ναυτιλιακών πληροφοριών όπως οδηγίες προς ναυτιλλόμενους στοιχεία φαροδεικτών κ.λπ.

Στην¹⁹⁴ **ψηφιδωτή** δομή ο χάρτης θεωρείται ως ένα ενιαίο σύνολο το οποίο χωρίζεται σε στοιχειώδη εικονοψηφίδες (picture elements). Κάθε μια προσδιορίζεται από τις συντεταγμένες της και μπορεί να έχει διαφορετικό χρώμα. Όσο μικρότερο είναι το μέγεθος των εικονοψηφίδων τόσο μεγαλώνει ο αριθμός τους, με αποτέλεσμα να απαιτούνται πολύ μεγαλύτερα σε μέγεθος αρχεία για να διαχειριστούν αυτές τις πληροφορίες, η απόδοση όμως της εικόνας είναι κατά πολύ καλύτερη.

Το κύριο πλεονέκτημα της ψηφιδωτής μορφής είναι ότι η αναπαραγωγή του χάρτη σε ηλεκτρονική μορφή γίνεται πολύ εύκολα, γρήγορα και απλά χρησιμοποιώντας την τεχνική της σάρωσης. Με τη βοήθεια ενός scanner μετατρέπεται ο έντυπος χάρτης σε εικόνα, χωρίς να απαιτείται όλο εκείνο το εξειδικευμένο προσωπικό και η μεγάλη τεχνική υποδομή που θα χρειαζόταν αν επιχειρείτο η παραγωγή του χάρτη σε διανυσματική μορφή. Παρόλα αυτά πολλά συστήματα ηλεκτρονικού χάρτη είναι ικανά να χρησιμοποιήσουν και τις δύο δομές.

Σύμφωνα¹⁹⁵ με τις τεχνικές προδιαγραφές του προτύπου S-57 IHO (International Hydrographic Organization), ανάλογα με τη ναυτιλιακή χρήση, για την οποία προορίζονται, οι ηλεκτρονικοί ναυτιλιακοί χάρτες ENCs κατατάσσονται στις επόμενες 6 κατηγορίες χρήσεως:

- α) Κατηγορία 1 Overview (σχεδιάσεως πλου).
- β) Κατηγορία 2 General (ναυτιλίας ανοικτής θάλασσας).
- γ) Κατηγορία 3 Coastal (ακτοπλοΐας)
- δ) Κατηγορία 4 Approach (προσεγγίσεως ακτών).
- ε) Κατηγορία 5 Harbor (εισόδου σε όρμους -πρόσγεια λιμένων).
- στ) Κατηγορία 6 Berthing (λιμενοδεικτών).

Οι ENCs κάθε κατηγορίας έχουν διαφορετική πυκνότητα χαρτογραφικών και λοιπών πληροφοριών ανάλογα με τη ναυτιλιακή τους χρήση. Κάθε χάρτης ENC αναγνωρίζεται με ένα όνομα αποτελούμενο από 8 χαρακτήρες π.χ. FR501050. Οι δύο πρώτοι δηλώνουν τη χώρα παραγωγής του ENC π.χ. FR Γαλλία, GR Ελλάδα. Ο τρίτος χαρακτήρας δηλώνει την κλίμακα ναυτιλιακής το χρήσης (1έως6)και οι επόμενοι πέντε χαρακτήρες είναι αλφαριθμητικοί και παρέχουν ένα μοναδικό αναγνωριστικό.

Πρέπει να εκτιμάται ως δεδομένο, το γεγονός ότι η χρήση του ηλεκτρονικού ναυτιλιακού χάρτη πρέπει να τροφοδοτείται συνεχώς με επικαιροποιημένη πληροφορία (π.χ. πρόσφατα ναυάγια, ναυτιλιακοί κίνδυνοι), προκειμένου να υπάρξει πρόληψη των ναυτικών ατυχημάτων.

¹⁹⁴ <https://www.nautinst.org/resource-library/technical-library/ecdis.html>

¹⁹⁵ <https://iho.int/en/standards-in-force>

14.2 Το Σύστημα ECDIS

Το σύστημα απεικόνισης ηλεκτρονικού χάρτη και πληροφοριών (ECDIS), σύμφωνα με τον ορισμό που δίνει ο IMO: «Το ECDIS είναι ένα **σύστημα** πληροφοριών (Information System) για τη ναυσιπλοΐα, το οποίο, με επαρκείς εναλλακτικές ρυθμίσεις ασφαλείας, είναι δυνατόν να θεωρηθεί ότι καλύπτει τις απαιτήσεις χρήσεως ενημερωμένων εντύπων ναυτικών χαρτών (κανονισμοί V/19 και V/27 της σύμβασης 1974 SOLAS) που εκδίδονται από τις επίσημες κρατικές Υδρογραφικές Υπηρεσίες, παρέχοντας τη δυνατότητα επιλεκτικής απεικόνισης πληροφοριών από τη βάση δεδομένων ηλεκτρονικών ναυτιλιακών χαρτών του συστήματος SENC (System Electronic Navigational Chart), σε συνδυασμό με την απεικόνιση της θέσεως του σκάφους από πληροφορίες που παρέχονται από διάφορους αισθητήρες, για υποβοήθηση του ναυτιλλόμενου στη σχεδίαση και υποτύπωση του πλου και, εφόσον απαιτείται, με την απεικόνιση επιπροσθέτων ναυτιλιακών πληροφοριών».

Θα πρέπει να επισημανθεί ότι ο όρος «σύστημα ηλεκτρονικού χάρτη» ή ECDIS δεν μπορεί από μόνος του να καταδείξει το εύρος των δυνατοτήτων των συστημάτων αυτών, που ξεπερνούν κατά πολύ τη δυνατότητα απεικόνισης σε μία οθόνη του ηλεκτρονικού χάρτη της περιοχής, της σχεδιασθείσας διαδρομής και της πραγματικής ανά πάσα στιγμή θέσεως (στίγματος) του πλοίου.

Όπως¹⁹⁶ ρητά αναφέρεται στον προηγούμενο ορισμό, το ECDIS είναι **σύστημα**, δηλαδή συνδυασμός πολλών επιμέρους αντικειμένων, όπως Hardware, το Software της εφαρμογής ECDIS, εισόδους από διάφορους ναυτιλιακούς αισθητήρες, δεδομένα από ηλεκτρονικούς χάρτες, διάφορα ναυτιλιακά βοηθήματα (Radar-ARPA, GPS, πυξίδα κ.λπ.), τους κανόνες παρουσίασης και απεικόνισης των πληροφοριών, την κατάσταση και τις παραμέτρους των alarms κ.λπ. Όλα αυτά σε μία κεντρική οθόνη από όπου μπορεί να παρακολουθείται πλήρως ο πλους και να ρυθμίζονται τα στοιχεία του.

Το σύστημα άρχισε να αναπτύσσεται το 1986, με την ολοκλήρωση της μελέτης της North Sea Hydrographic Commission, όπου παρουσιάστηκαν οι πρώτες απαιτήσεις και τα χαρακτηριστικά του ECDIS. Την πρώτη περίοδο το σύστημα αναπτύχθηκε σαν εργαλείο ανταλλαγής υδρογραφικών δεδομένων μεταξύ των εθνικών υδρογραφικών υπηρεσιών για κοινή παραγωγή και εκσυγχρονισμό των ναυτικών χαρτών. Η ναυτιλία αναγνωρίζοντας την σημαντική δυναμική του ECDIS και με την συμμετοχή επιστημόνων από Γερμανία, Ολλανδία, Νορβηγία και Καναδά, έφερε το σύστημα κάτω από τον συντονισμό και τις οδηγίες του IMO.

Η προσπάθεια για την εκπόνηση προδιαγραφών για τα συστήματα ECDIS ολοκληρώθηκε το 1995 με την πρώτη έκδοση από τον IMO των λειτουργικών και τεχνικών προδιαγραφών των συστημάτων αυτών, σύμφωνα με τις οποίες:

- Ως πρωταρχική λειτουργία των συστημάτων ECDIS έχει καθορισθεί ως «Η ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΟΥΣ ΣΤΗΝ ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΤΗΣ ΝΑΥΣΙΠΛΟΙΑΣ».

¹⁹⁶ Hannu Karvonen 2016

- Η χρήση του ECDIS με επαρκείς εναλλακτικές ρυθμίσεις είναι δυνατόν να θεωρηθεί ότι είναι ισοδύναμη με τη βασική υποχρέωση του ναυτιλλόμενου να χρησιμοποιεί ενημερωμένους έντυπους χάρτες.

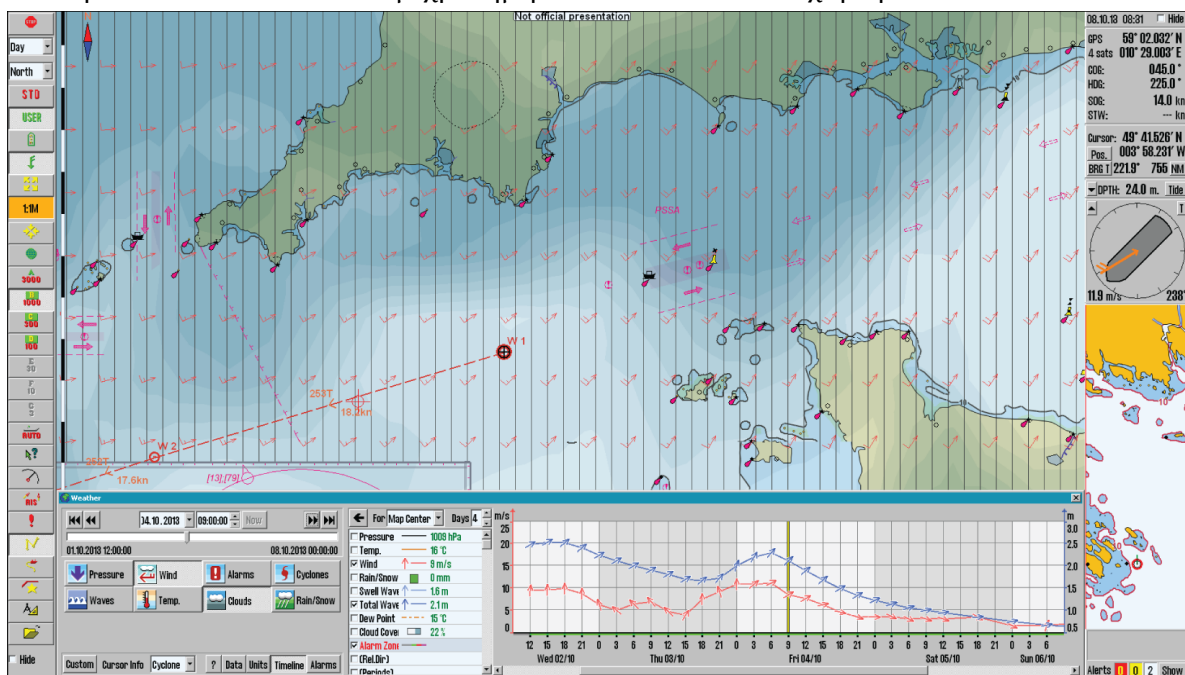
| |
|--|
| Απεικόνιση σε μία μόνο οθόνη της ακριβούς θέσεως και πραγματικής ως προς το βυθό πορείας του πλοίου μαζί με όλες τις απαραίτητες για την ασφαλή εκτέλεση του πλου χαρτογραφικές και ναυτιλιακές πληροφορίες. |
| Επιλεκτική απεικόνιση μόνο των απαιτήτων για την ασφάλεια της ναυσιπλοΐας χαρτογραφικών και ναυτιλιακών πληροφοριών της βάσεως δεδομένων του συστήματος (π.χ. απεικόνιση ή απόκρυψη χαρακτηριστικών και τομέων φανών κ.λπ.). |
| Αυτόματη ενημέρωση των ηλεκτρονικών χαρτών με τη χρήση του λογισμικού του συστήματος. |
| Αλλαγή της κλίμακας απεικόνισης του χάρτη στην οθόνη του συστήματος ανάλογα με τις ναυτιλιακές συνθήκες της περιοχής. |
| Αυτοματοποίηση των εργασιών προετοιμασίας και σχεδιάσεως πλου και ακριβής απεικόνιση της σχεδιασθείσας πορείας στα σημεία αλλαγής πορείας (way points) ανάλογα με τα ελικτικά στοιχεία (κύκλος στροφής) και την ταχύτητα του πλοίου. |
| Απεικόνιση της θέσεως και της κινήσεως του πλοίου με το πραγματικό του σχήμα προσαρμοσμένο στην κλίμακα απεικόνισης του ηλεκτρονικού χάρτη για διευκόλυνση της πλοηγίσεως σε περιοχές μεγάλης ναυτιλιακής κινήσεως. |
| Καταχώρηση ηλεκτρονικών σημειώσεων (υπομνήσεων) σε διάφορα σημεία ή περιοχές του ηλεκτρονικού χάρτη. |
| Προειδοποιήσεις για προσέγγιση σε αβαθή προς αποφυγή προσαράξεως. |
| Χρησιμοποίηση ειδικών συμβόλων και χρωμάτων για την ευκρινέστερη απεικόνιση των χαρτογραφικών πληροφοριών στην οθόνη (π.χ. απεικόνιση της επιλεγόμενης ισοβαθούς ασφαλείας και της θαλάσσιας περιοχής αβαθών μεταξύ ισοβαθούς ασφαλείας και ακτογραμμής με εντονότερο χρώμα, απεικόνιση σημαντήρων και φανών με πιο ευδιάκριτα για την οθόνη σύμβολα). |
| Αυτόματη ανάκτηση συμπληρωματικών περιγραφικών πληροφοριών για τις απεικονιζόμενες στην οθόνη χαρτογραφικές και ναυτιλιακές πληροφορίες, όπως περιγραφή ναυτιλιακών κινδύνων, χαρακτηριστικών φανών, σημαντήρων κ.λπ.. |
| Προσθήκη εικόνας ραντάρ με ή χωρίς τα σύμβολα των παρακολουθούμενων στόχων με σύστημα ARPA. |
| Απεικόνιση πληροφοριών από άλλες ναυτιλιακές συσκευές και συστήματα όπως: AIS, NAVTEX |
| Καταγραφή και ανάκτηση προτέρου ίχνους του πλοίου. |
| Καταγραφή και ανάκτηση των στοιχείων πλου (σχεδιασθείσα και τηρηθείσα πορεία, χρησιμοποιηθέντες ηλεκτρονικοί ναυτιλιακοί χάρτες, κ.λπ.) για μία συγκεκριμένη χρονική περίοδο, για ανάλυση των συνθηκών ναυτικού ατυχήματος κατ' αναλογία του «μαύρου κουτιού» που χρησιμοποιείται στα αεροσκάφη. |

Πίνακας 3. Οι δυνατότητες του ECDIS (Παλληκάρης 2016)

Από το 1995 και εντεύθεν οι σημαντικότεροι κανονισμοί για τα χαρακτηριστικά και τις απαιτήσεις για την παραπέρα βελτίωση του ECDIS που εκδόθηκαν από τον IMO, φαίνονται στον παρακάτω πίνακα.

| Year | Resolution | Content |
|---------------|---------------------------------|--|
| November 1995 | IMO Resolution A.817(19) | ECDIS "can be accepted as complying with the up-to-date chart required by regulation V/20 of the 1974 SOLAS Convention, by..." |
| July 2005 | Amendments to SOLAS V | Specific reference to ECDIS statement, that it "may be used to fulfil the chart carriage requirements of regulation 19" |
| December 2006 | IMO Resolution MSC.232(82) | Adoption of the revised performance standards for ECDIS |
| June 2009 | Amendment to SOLAS chapter V/19 | Mandatory ECDIS carriage requirements |
| June 2010 | Manila Amendments to STCW | ECDIS competence mandatory for navigational Officers and Masters as from 01/2012 |

Τα συστήματα ECDIS καλύπτουν πλήρως τον ναυτιλλόμενο ως προς τις διαδικασίες προετοιμασίας-σχεδίασης πλου, εκτέλεσης και υποτύπωσης πλου και εν γένει όλων των εργασιών που παραδοσιακά εκτελούνταν μέχρι σήμερα σε έντυπο ναυτικό χάρτη.



Εικόνα 111. Οθόνη συστήματος ECDIS σε λειτουργία

Η ουσιαστική συμβολή των ανωτέρω συστημάτων στην ασφάλεια της ναυσιπλοΐας, μέσω των επιπρόσθετων δυνατοτήτων των ECDIS, επιτυγχάνεται με τη σημαντική μείωση του φόρτου και της έντασης εργασίας στη γέφυρα, αλλά και με τη βοήθεια που παρέχεται στο Ναυτιλλόμενο ώστε να λάβει άμεσες και ορθές αποφάσεις για την ασφάλεια του πλου.

Οι¹⁹⁷ τεχνολογικές δυνατότητες των συστημάτων ECDIS να ολοκληρώνουν και να παρουσιάζουν στον ενδείκτη τους εικόνα P/E, στοιχεία παρακολούθησης στόχων, στοιχεία AIS, στοιχεία καιρού σε συνδυασμό με απεικόνιση realtime θέσης του πλοίου σε ηλεκτρονικό ναυτιλιακό χάρτη ENC, συμβάλλουν δραστικά στην ασφαλή εκτέλεση και υποτύπωση του πλου. Εάν αναλογιστούν και οι επιπρόσθετες δυνατότητες των συστημάτων ECDIS, όπως η παροχή στον χρήστη ενδείξεων καταστάσεων του συστήματος και σημάτων κινδύνου, γίνεται αντιληπτή η χρησιμότητα και ραγδαία χρήση τους από τα εμπορικά αλλά και τα πολεμικά πλοία.

Τα συστήματα ECDIS για να θεωρηθούν υπό προϋποθέσεις νομικά και λειτουργικά ισοδύναμα με τους έντυπους ναυτικούς χάρτες, πρέπει να εκπληρώνουν τις ακόλουθες τεχνικές και λειτουργικές προδιαγραφές διαφόρων διεθνών οργανισμών και επιτροπών, όπως :

α. Οι Ηλεκτρονικοί Ναυτιλιακοί Χάρτες (ENC) που χρησιμοποιούνται στα ECDIS να έχουν κατασκευασθεί συμφώνως προδιαγραφών S-57 του IHO και να έχουν σχετική πιστοποίηση από επίσημη Υδρογραφική Υπηρεσία.

β. Η γραφική απεικόνιση των δεδομένων στην οθόνη του ECDIS να είναι συμφώνως προδιαγραφών προτύπου S-52 του IHO.

γ. Να καλύπτονται οι απαιτήσεις λειτουργικών προδιαγραφών του ECDIS συμφώνως αποφάσεων του IMO.

δ. Να πιστοποιείται η καταλληλότητα εγκατάστασης σε πλοίο σύμφωνα με τις διαδικασίες ελέγχου της διεθνούς επιτροπής IEC (International Electro-technical Commission).

Οι εργασίες προετοιμασίας, σχεδίασης, εκτέλεσης και υποτύπωσης του πλου, αποτελούν εργασίες που απαιτούν σχολαστικότητα και είναι επίπονες χρονικά. Στην πραγματικότητα συστήματα ECDIS δεν μεταβάλλουν τις διαδικασίες εκτέλεσης της παραδοσιακής ναυσιπλοΐας, αλλά με τη συνδρομή της τεχνολογίας, τις υλοποιούν με τη βοήθεια αυτοματοποιημένων μεθόδων και ψηφιακών προϊόντων, παρέχοντας μεγαλύτερη ευελιξία και αποτελεσματικότητα.

Η¹⁹⁸ υποχρεωτική εγκατάσταση του ECDIS σε συγκεκριμένους τύπους και μεγέθη εμπορικών πλοίων ξεκινά τον Ιούλιο του 2012 και αναμενόταν να ολοκληρωθεί σε όλα τα υπάρχοντα και νέα πλοία μέχρι το 2018. Αναμφίβολα η ασφάλεια στη θάλασσα ενισχύεται ακόμα περισσότερο με την εισαγωγή των νέων τεχνολογιών, ωστόσο, η γνώση και οι δεξιότητες των ανθρώπων πάνω στο πλοίο είναι τα κυρίαρχα στοιχεία που καθιστούν τη ναυτιλία μια ιδιαίτερα ασφαλή και περιβαλλοντικά φιλική παραγωγική δραστηριότητα.

¹⁹⁷ Παλληκάρης 2016

¹⁹⁸ IMO 2009

14.3 Κονσόλα Πλοήγησης (Conning Console)

Στην ψηφιακή τεχνολογία, κάθε σήμα προερχόμενο από οποιοδήποτε δέκτη συλλογής πληροφορίας, ηλεκτρομαγνητικής, ακουστικής ή οπτικής (εικόνα), μετατρέπεται σε μία ακολουθία αριθμών. Αφού έχουμε να κάνουμε με ακολουθίες αριθμών, είναι δυνατόν να χρησιμοποιήσουμε περαιτέρω κατάλληλα διαμορφωμένα μαθηματικά – λογικά μοντέλα, που εκτελούν την επιθυμητή επεξεργασία στους αριθμούς. Με αυτό το σκεπτικό, εύκολα καταλαβαίνουμε ότι στην ψηφιακή τεχνολογία, διαφορετικές εφαρμογές αφενός δανείζονται ιδέες η μία από την άλλη, αφετέρου είναι δυνατό να συνδυαστούν σε μία νέα, πληρέστερη και αποτελεσματικότερη εφαρμογή.

Εάν¹⁹⁹ η λογική αυτή εφαρμοσθεί στους ναυτιλιακούς αισθητήρες (όργανα και μέσα διοικήσεως και ελέγχου), τότε προκύπτουν αντίστοιχα ευέλικτες υποδομές απεικονίσεως και επεξεργασίας συνθέτων πληροφοριών,



Εικόνα 112. Θόνη κονσόλας πλοήγησης.

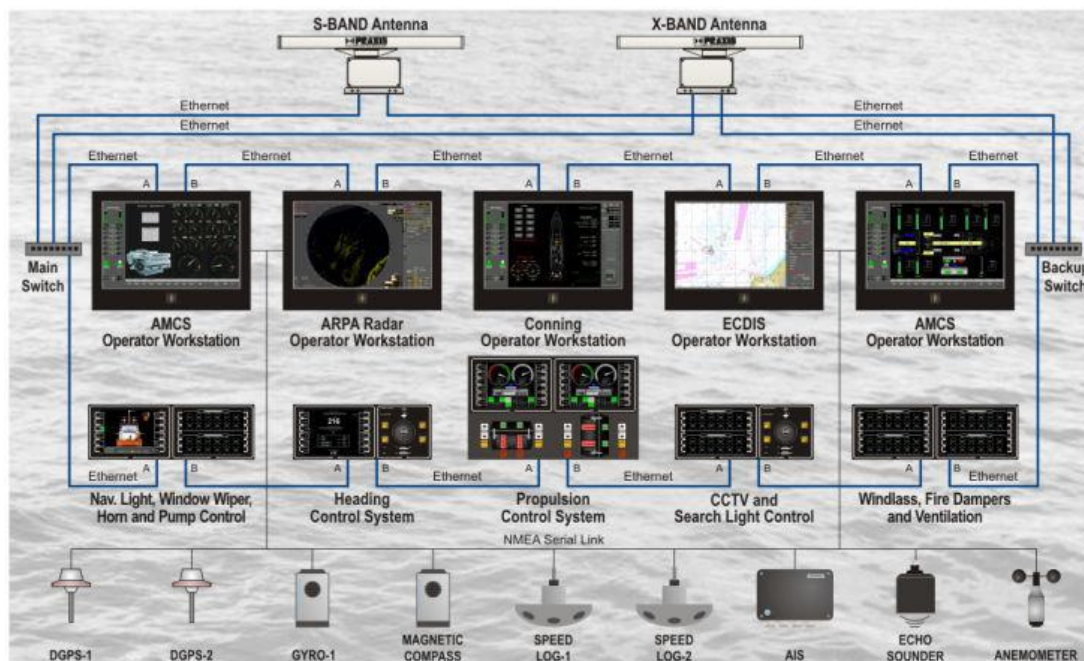
Άμεση εφαρμογή των παραπάνω, είναι και η υλοποίηση κατά την τελευταία δεκαετία της κονσόλας πλοήγησης στην γέφυρα των πλοίων.

¹⁹⁹ Παλληκάρης 2016

Πρόκειται²⁰⁰ για ένα σύστημα πληροφοριών που εμφανίζονται στην οθόνη της κονσόλας και αφορούν όλες τις πληροφορίες που σχετίζονται με την ασφάλεια του πλοίου και την ανταπόκριση στους διατασσόμενους ελιγμούς. Τα δεδομένα εισόδου συλλέγονται από μεμονωμένους αισθητήρες ή όργανα, ακολουθεί μια λογική ομαδοποίηση αυτών και παρουσιάζονται στην οθόνη για εύκολη ανάγνωση από τις θέσεις εργασίας της γέφυρας. Ανάλογα με τους αισθητήρες που είναι συνδεδεμένοι στην κονσόλα, μπορεί να παρουσιάσει πληροφορίες όπως : Θέση, πορεία, ταχύτητα πλοίου, Ρυθμός στροφής, Γωνίες προνευστασμού/διατειχισμού, Ταχύτητα πλοίου ως προς το βυθό και ως προς το νερό, αληθής και σχετικός άνεμος, Πληροφορίες ελίκων, λειτουργία thrusters και αντιδιατειχιστικών περυγίων, Γωνία πηδαλίου και ανταπόκριση πηδαλίου στις εντολές, Μέθοδος πλοηγήσεως (χειροκίνητη/αυτόματη). Βάθος, Διάφορα alarms κ.λπ.

Η υποδομή που παρουσιάστηκε παραπάνω, είναι σήμερα γνωστή με τους όρους ολοκληρωμένο σύστημα ναυτιλίας (Integrated Navigation System – INS) και ολοκληρωμένο σύστημα γέφυρας (Integrated Bridge System – IBS).

Σύμφωνα με τον IMO, «το ολοκληρωμένο σύστημα γέφυρας αποτελεί ένα συνδυασμό συστημάτων, τα οποία διασυνδέονται κατά τρόπον ώστε να επιτρέπεται η κεντρική πρόσβαση στις πληροφορίες των αισθητήρων και στα μέσα διοικήσεως και ελέγχου, με σκοπό την αύξηση της ασφάλειας και τη βελτίωση της αποτελεσματικής διαχειρίσεως του πλοίου, από προσωπικό που διαθέτει κατάλληλα επαγγελματικά προσόντα».



Εικόνα 113. Διασύνδεση ολοκληρωμένου συστήματος γέφυρας

Πρέπει να σημειωθεί ότι δεν έχουν όλοι οι τύποι πλοίων τον ίδιο τύπο IBS. Το σύστημα θα ποικίλει ανάλογα με το σχεδιασμό της γέφυρας του πλοίου, τους διάφορους τύπους εξοπλισμού που χρησιμοποιείται από το πλοίο και τη γενική διάταξη του εξοπλισμού της γέφυρας.

²⁰⁰ <https://www.marineinsight.com/marine-navigation/what-is-integrated-bridge-system-ibs-on-sh>

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 15. ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΓΕΦΥΡΑΣ

Λόγω της συνεχώς διευρυνόμενης πολυπλοκότητας της δομής του πλοίου και των ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων, καθώς επίσης κι από τους, νέους κανονισμούς ασφάλειας και τις απαιτήσεις ασφάλειας του σκάφους και του πληρώματος, η διαδικασία λήψης αποφάσεων γίνεται πιο λεπτή και περίπλοκη. Κατά συνέπεια, το σύστημα διαχείρισης πλοίων πρέπει να γίνει πιο εκτεταμένο και ευέλικτο. Από την άλλη πλευρά υπάρχει μια σημαντική ζήτηση για μείωση του υπάρχοντος αριθμού των μελών του πληρώματος. Σύγχρονες τεχνολογίες της θάλασσας και βελτιωμένα συστήματα διαχείρισης πλοίων θα πρέπει να λύσουν αυτά τα προβλήματα αλλά χωρίς να θέτουν σε κίνδυνο την ασφάλεια του πλοίου. Σε αυτό το κεφάλαιο παρουσιάζονται οι τάσεις στις εξελίξεις του συστήματος διαχείρισης πλοίων από την γέφυρα που είναι γνωστό σαν **Ολοκληρωμένο Σύστημα Γέφυρας** η όπως θα το αποκαλούμε **Integrated Bridge Management System (IBMS)**.

Η μοναδικότητα του πλοίου, αν και αποτελείται από πλήθος προσωπικού και υποσυστημάτων, να οφείλει να επιχειρεί ως ενιαίος, συγκροτημένος και συμπαγής μηχανισμός, επιβάλλει την αλληλεπίδραση και αλληλοενημέρωση μεταξύ όλων των κέντρων ελέγχου που διαθέτει.

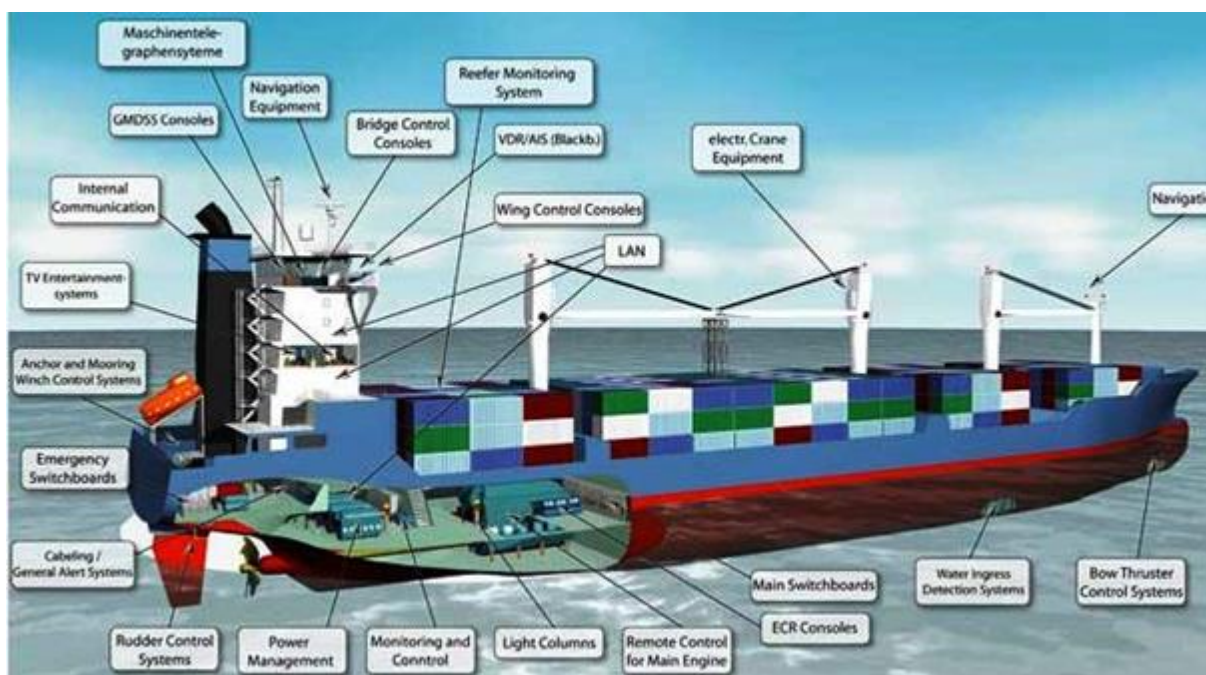
15.1 Ολοκληρωμένο Σύστημα Διαχείρισης Πλοίου

Τα²⁰¹ σημερινά πλοία έχουν ολοκληρωμένες δυνατότητες αυτοματοποίησης εργασιών που τους επιτρέπουν να επιτυγχάνουν σημαντικά επίπεδα ασφάλειας και επιχειρησιακή αποτελεσματικότητα. Η ενσωμάτωση αυτών των δυνατοτήτων και των τεχνολογικών εξελίξεων ειδικά του τομέα της πληροφορικής και των δικτύων, μπορεί να **βελτιστοποιήσει** την επιχειρησιακή αποτελεσματικότητα και να συμβάλει στη συνολική ασφάλεια.

Το IBMS παρέχει ολοκληρωμένη παρακολούθηση και τον έλεγχο των λειτουργιών πλοήγησης, πρόωσης του πλοίου, ηλεκτρικές λειτουργίες, των πάσης φύσης βοηθημάτων, η κατάσταση στεγανότητας και η πυρασφάλεια του πλοίου. Το IBMS είναι ψηφιακό σύστημα ελέγχου ανοικτής αρχιτεκτονικής και πραγματικού χρόνου. Αυτό το σύστημα ανοικτής αρχιτεκτονικής περιλαμβάνει σταθμούς πολλαπλών λειτουργιών (Multi Function Workstation-MFW) και απομακρυσμένες τερματικές μονάδες (Remote Terminal Units-RTU). Οι RTUs χρησιμοποιούνται για το επίπεδο της διαδικασίας λήψης δεδομένων και ελέγχου. Οι κονσόλες παρέχουν τις διασυνδέσεις ανθρώπου-μηχανής (Human Machine Interfaces -HMI) για τους χειριστές σε διάφορα σημεία του πλοίου.

²⁰¹ Chunfeng Wan 2019

Στο πλοίο, η σύζευξη-ολοκλήρωση μεγάλου αριθμού συσκευών (radar, ηχοβολιστικό, γυροπυξίδα, δρομόμετρο κ.λπ.) σε κοινή και ενιαία πληροφοριακή υποδομή, γίνεται με την χρήση από τις επιμέρους συσκευές ή προγράμματα λογισμικού, μίας «κοινής γλώσσας» συνεργασίας. Όλα αυτά μέσα από έναν δίαυλο κυκλοφορίας των δεδομένων, ο οποίος εξασφαλίζει την ακεραιότητα των δεδομένων, ελαχιστοποιώντας ταυτόχρονα την κυκλοφορία, εξασφαλίζοντας έτσι την μικρότερη δυνατή καθυστέρηση στην προώθησή τους. Τα καλώδια του διαύλου δεδομένων διατρέχουν σχεδόν όλο το πλοίο για να καλύψουν κάθε πιθανή θέση που χρειάζεται έλεγχο και παρακολούθηση. Η ανοικτή αρχιτεκτονική του συστήματος επιτρέπει την χρήση μιας ποικιλίας δικτύων δεδομένων σύμφωνα με τις απαιτήσεις του πλοίου και εξασφαλίζει συμβατότητα μεταξύ του εξοπλισμού που προέρχεται από διαφορετικούς κατασκευαστές.



Εικόνα 114. Η γεωγραφία των σημείων ελέγχου του πλοίου

Εκτός από την παροχή προηγμένων δυνατοτήτων παρακολούθησης και ελέγχου των μηχανικών μερών του πλοίου, το IBMS περιλαμβάνει τις ακόλουθες λειτουργίες :

- Digital Bridge System (DBS-περιλαμβάνει το σύστημα ναυτιλίας)
- Cargo and Ballast Operation System,
- Integrated Onboard Maintenance System,
- Integrated Closed Circuit TeleVision (CCTV),
- Ship Automation System

Το IBMS περιλαμβάνει προηγμένο σχεδιασμό HMI, η εφαρμογή του οποίου είναι συνεπής με την φιλοσοφία των σημερινών 'σοφιστικέ' πλοίων. Το κυρίως HMI υλοποιείται με την μορφή σταθμών εργασίας πολλαπλών λειτουργιών (Multi Function Workstations) που συνήθως βρίσκονται στην γέφυρα και στο control room της μηχανής. Διάσπαρτες οθόνες μπορούν να

βρίσκονται σε οποιοδήποτε σημείο του πλοίου, αλλά το σπουδαιότερο είναι ότι ένα απλό laptop με το κατάλληλο λογισμικό μπορεί να συνδεθεί στο σύστημα σε περίπτωση προβλήματος ή κινδύνου.

15.2 Ψηφιακό Σύστημα Γέφυρας (DBS)

Αν²⁰² θεωρήσουμε ότι το ECDIS μαζί με τα συστήματα που είναι συνδεδεμένα σε αυτό αποτελεί ένα ολοκληρωμένο σύστημα ναυτιλίας, τότε η προσθήκη και η ενσωμάτωση στα συστήματα της γέφυρας μιας σειράς λειτουργιών που επεκτείνουν και διασφαλίζουν την ασφαλή πλοήγηση είναι το επόμενο βήμα ολοκλήρωσης στο σύστημα διαχείρισης του πλοίου. Το ολοκληρωμένο αυτό σύστημα είναι το ψηφιακό σύστημα γέφυρας (Digital Bridge System) και οι λειτουργίες που το απαρτίζουν, αποτελούνται από τα παρακάτω συστήματα :

- Σταθμός πλοήγησης (Conning station)
- Αυτόματος πιλότος
- Σύστημα ελέγχου και παρακολούθησης πρόσδεσης και αγκυροβολίας
- Radar – ARPA
- ECDIS
- Διάφορες βοηθητικές συσκευές, όπως : NAVTEX, βαρόμετρο, βαρογράφος, Weather Fascimile, ηχοβολιστικό, κ.λπ
- Σύστημα επικοινωνιών
- Σύστημα καταγραφής πορείας (VDR)
- Σύστημα υποστήριξης λήψης αποφάσεων (**Decision Support System**)

Σε ένα σύγχρονο πλοίο οι επιχειρησιακές δραστηριότητες είναι όλο και πιο συγκεντρωμένες στην τιμονιέρα. Τα τελευταία χρόνια η θαλάσσια κυκλοφορία αυξάνεται συνεχώς με



αποτέλεσμα να ενισχύονται οι απαιτήσεις ασφάλειας. Ο κύριος στόχος στον σχεδιασμό του συστήματος DBS, είναι η αυξημένη ασφάλεια και η καλύτερη αξιοποίηση των πληροφοριών που παίρνουμε από το περιβάλλον του πλοίου, τόσο στην κανονική λειτουργία, όσο και στην περίπτωση

Εικόνα 115. Τυπική ψηφιακή γέφυρα

²⁰² Παλληκάρης 2016

συμβάντων. Η μοντέρνα γέφυρα παρέχει δυνατότητες προσομοίωσης αποτελεσματικού σχεδιασμού ταξιδιού, εκπαίδευσης πάνω στο πλοίο και μειωμένες απαιτήσεις πληρώματος.

Το σύστημα της ψηφιακής γέφυρας βασίζεται στην χρήση των σταθμών εργασίας πολλαπλών λειτουργιών (MultiFunctionWorkstations -MFW). Αυτό σημαίνει ότι κάθε σταθμός εργασίας μπορεί να εκτελέσει οποιαδήποτε από τις λειτουργίες πλοήγησης και ότι δεν υπάρχει θέση εργασίας αφιερωμένη αποκλειστικά σε μια μεμονωμένη λειτουργία πλοήγησης. Ως εκ τούτου ο χειριστής δεν χρειάζεται να αλλάζει θέση ανάμεσα στους σταθμούς λειτουργίας, αλλά θα αλλάζει μόνο μεταξύ των λειτουργιών στον ίδιο σταθμό εργασίας.

Παρακάτω περιγράφουμε σε συντομία τα υποσυστήματα της ψηφιακής γέφυρας για τα οποία δεν έχουμε αναφερθεί σε προηγούμενα κεφάλαια.

Mooring Control and Monitoring System. Παρέχει στην ομάδα της γέφυρας πληροφορίες για τις αποστάσεις από την προβλήτα, την ταχύτητα προσέγγισης της πλώρης και της πρύμνης του πλοίου στην αποβάθρα, κατάσταση της θάλασσας κάτω από την καρίνα κ.λπ. Επιπλέον μπορούμε να έχουμε πληροφορίες για την ένταση στο βαρούλκο πρόσδεσης καθώς και δυνατότητα χειρισμού του.

Decision Support System. Είναι μια έξυπνη εφαρμογή λογισμικού για την επεξεργασία της ροής των πληροφοριών επί του σκάφους, η οποία λαμβάνει την καλύτερη απόφαση σχετικά με την ταχύτητα και την πορεία.

Το σύστημα προσφέρει βοήθεια στον σχεδιασμό και την καταγραφή πορείας σύμφωνα με τις καιρικές συνθήκες.

Παρακολούθηση της απόκρισης του σκάφους. παρακολούθηση των επιδόσεων του πλοίου στα κύματα χρησιμοποιώντας τα πραγματικά δεδομένα κυματισμού.

Βοηθά αποτελεσματικά στον σχεδιασμό ταξιδιού και του operation με βάση την προβλεπόμενη απόδοση του πλοίου.

Καταγραφή δεδομένων των στάνταρ λειτουργιών του πλοίου.

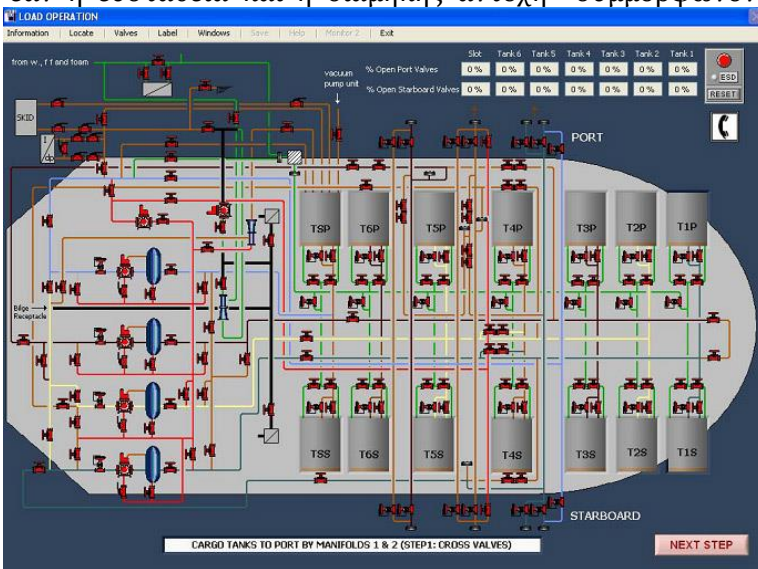
Λειτουργίες συναγερμού για να προειδοποιεί όταν κάποιο μέγεθος υπερβαίνει τα επιτρεπόμενα επίπεδα.

15.3 Cargo and Ballast Operation System

Το λειτουργικό σύστημα φορτίου και έρματος έχει τον έλεγχο και την ηλεκτρονική παρακολούθηση των εργασιών που αφορούν στην διαχείριση αυτών.

Χωρίς να αποκλείει και την χειροκίνητη διαδικασία, η χρήση ενός PC μπορεί να επιφέρει βελτιώσεις στην διαχείριση του έρματος, στις εργασίες φορτοεκφόρτωσης στην στοιβασία, στον έλεγχο εξαερισμού. Μπορεί να απλοποιήσει ακόμη και την πιο πολύπλοκη διαδικασία στον

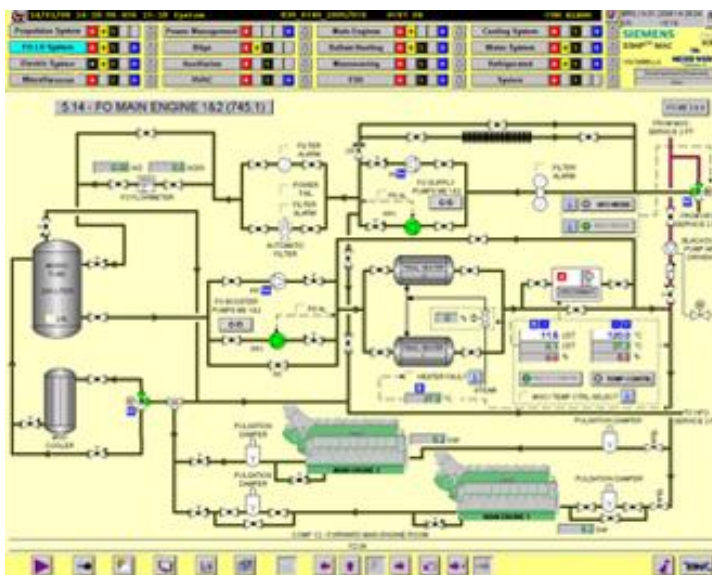
σχεδιασμό και την ανταλλαγή πληροφοριών που αφορούν στην σχέση φορτίου – σκάφους. Ενσωματώνει ένα πακέτο λογισμικού για υπολογισμούς που αφορούν την ευστάθεια και την διαμήκη αντοχή (στρες) του πλοίου. Η εφαρμογή αυτή είναι προσανατολισμένη προς την βελτίωση της ασφάλειας, της ποιότητας και την πιο οικονομική και αποδοτική λειτουργία του σκάφους. Επιτρέπει τον υπολογισμό της σταθερότητας και της διαμήκους αντοχής μετά τη φόρτωση, την εκφόρτωση, τον ανεφοδιασμό (bunkering) και τον ερματισμό με διάφορες επιλογές φορτίου, όπως containers, σιτηρά, πετρελαιοειδή, χύμα φορτία κλπ. Το σύστημα θα ελέγξει την κατάσταση του πλοίου σύμφωνα με τα ισχύοντα ψηφίσματα του IMO και ενημερώνει το χειριστή εάν η ευστάθεια και η διαμήκης αντοχή συμμορφώνονται με τις απαιτήσεις αυτές. Για να



Εικόνα 116. Τυπική Cargo and Ballast Operation screen

επιταχύνει τη λήψη αποφάσεων, οι πληροφορίες του στο σύστημα του πλοίου μπορούν να συγχωνευθούν και να υποστούν παράλληλη επεξεργασία με χερσαία ισχυρότερα συστήματα. Και όλα αυτά με την μεγαλύτερη δυνατή ευκολία πρόσβασης στις δεξαμενές ή στα αμπάρια μέσα από γραφικές απεικονίσεις των διαγραμμάτων και των χώρων του πλοίου.

15.4 Integrated Onboard Maintenance System



Εικόνα 170. Τυπική οθόνη συστήματος συντήρησης

Την συντήρηση του πλοίου και των πάσης φύσης μηχανημάτων που βρίσκονται στους χώρους του δεν την απαιτεί μόνο η εταιρία, αλλά επιβάλλονται και μέσω διαφόρων εθνικών και διεθνών κανονισμών, κανόνων ταξινόμησης και συστάσεις διαφόρων θαλάσσιων οργανισμών. Το ολοκληρωμένο σύστημα συντήρησης στην σύγχρονη γέφυρα, διευκολύνει τους αρμόδιους αξιωματικούς να προγραμματίσουν τις εργασίες συντήρησης, να ελέγχουν και να έχουν καλύτερη εικόνα για την χρήση και τις

ανάγκες των ανταλλακτικών και των ανθρώπινων πόρων.

Συστήματα παρακολούθησης κραδασμών και άλλες εξειδικευμένες συσκευές και αισθητήρες μπορούν να ενσωματωθούν με το σύστημα συντήρησης και να του αναθέσουμε την περιοδική εξέταση της καλής λειτουργίας του εξοπλισμού που μας ενδιαφέρει. Υπάρχουν και πιο εξελιγμένα συστήματα, τα οποία εκτός από την διευκόλυνση της παρακολούθησης του εξοπλισμού, μπορούν να παρέχουν στο πλήρωμα και συμβουλές όσον αφορά στην ανάγκη για τη συντήρηση του υπό εξέταση μηχανήματος.

15.5 Integrated Closed Circuit TeleVision

Προκειμένου να ενισχυθεί η λειτουργικότητα, και η ασφάλεια του πλοίου, το ολοκληρωμένο σύστημα γέφυρας ενσωματώνει (όχι σε όλες τις περιπτώσεις των πλοίων) μια ψηφιακή, κλειστού κυκλώματος τηλεόραση για την παρακολούθηση με κάμερες του μηχανοστασίου του πλοίου, αλλά και σε άλλες τοποθεσίες.

Οι έγχρωμες κάμερες μπορούν να συνδεθούν με τις κονσόλες της ψηφιακής γέφυρας χρησιμοποιώντας το υπάρχον δίκτυο. Για μεγαλύτερη ευελιξία κάθε κάμερα μπορεί να συνδεθεί και σε διαφορετική κονσόλα και να έχουμε ταυτόχρονη οπτική παρακολούθηση πολλών τοποθεσιών επάνω στο πλοίο. Κορυφαία εφαρμογή του κλειστού κυκλώματος τηλεόρασης είναι η περίπτωση συναγερμού πυρκαγιάς και συναγερμού μηχανής, κατά τους οποίους ενεργοποιείται αυτόματα η εμφάνιση των συγκεκριμένων εικόνων στις κονσόλες που έχουμε προεπιλέξει για αυτές τις περιπτώσεις. Και βέβαια δεν λείπουν οι τεχνολογίες όπως συμπίεσης για streaming video, ψηφιακό σύστημα εγγραφής, Replay των εικόνων που έχουν εγγραφεί κ.λπ.

15.6 Σύστημα Αυτοματισμών του Πλοίου

Το σύστημα²⁰³ αυτοματισμών του πλοίου βασίζεται στον έλεγχο και στην παρακολούθηση μέσα από το γραφικό περιβάλλον των computer όλων των τεχνικών συστημάτων του πλοίου. Όλες οι βασικές πληροφορίες για τα συστήματα πρόωσης, διαχείριση ενέργειας, των συστημάτων διανομής και των βοηθητικών συστημάτων είναι διαθέσιμες στα χέρια του χειριστή. Το σύστημα είναι πλήρως συμβατό με τα ολοκληρωμένα συστήματα γέφυρας και λειτουργεί σε πολλαπλά λειτουργικά θέσεις εργασίας και παρέχει την καλύτερη δυνατή λύση για την one-man γέφυρα και την μη επανδρωμένη λειτουργία του μηχανοστασίου. Στο σύστημα αυτοματισμών του πλοίου ανήκουν τα παρακάτω υποσυστήματα :

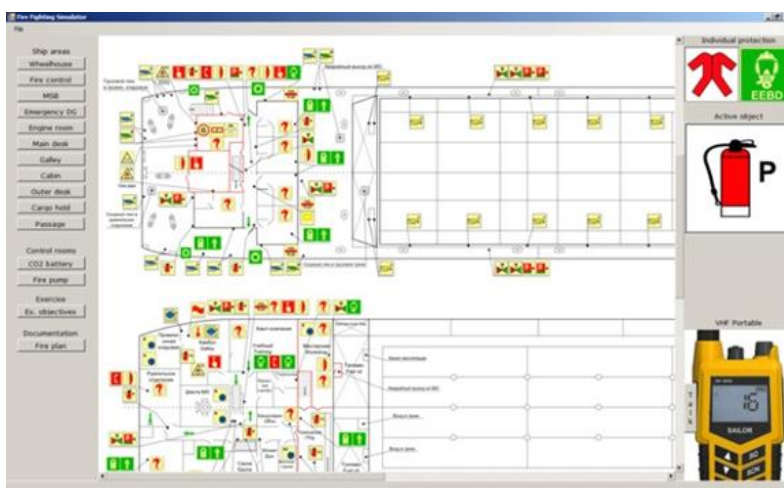
Machinery monitoring and control system. Το σύστημα είναι κατάλληλο για εφαρμογές όπως ο έλεγχος πρόωσης, διαχείριση ενέργειας, αυτοματισμών στις αντλίες - βαλβίδες, μέτρησης της δεξαμενής και την παρακολούθηση των εμπορευματοκιβωτίων ψυγείων, πυροσβεστικά ελέγχου. Το γραφικό περιβάλλον διευκολύνει την ανάλυση των παρεχόμενων πληροφοριών, μέσω

²⁰³ Sørensen A. 2013

των δυνατοτήτων πολυεπίπεδης προβολής, την ευκολία ανάγνωσης, και την λεπτομερή εξέταση μέσω των δυνατοτήτων pan και zoom που διαθέτει. Υπάρχουν τεχνικές επεξεργασίας και φιλτραρίσματα με βάση την φύση και την σοβαρότητα των συναγερμών για να μην επιβαρύνουν χωρίς λόγο το προσωπικό. Το σύστημα διαχείρισης ενέργειας είναι ένα εξελιγμένο σύστημα για την πλήρη αυτοματοποίηση των ηλεκτροπαραγωγών ζευγών, συμπεριλαμβανομένης της διαχείρισης ενέργειας και τις λειτουργίες προστασίας της γεννήτριας. Περιλαμβάνει συγχρονιστή, παροχή ενέργειας, αντίστροφη προστασία ρεύματος και σύστημα προστασίας του κυκλώματος. Το ίδιο αξιόπιστο είναι και το σύστημα ελέγχου της πρόωσης και η παρακολούθηση μη επανδρωμένων χώρων με μηχανήματα.

Integrated On Board Training System. Στα πλοία, υπάρχει πάντα μια σταθερή ροή των νέων μελών του πληρώματος που πρέπει να έχουν εκπαιδευτεί για τη λειτουργία του Ολοκληρωμένου Συστήματος Διαχείρισης Πλοίων. Η αποτελεσματικότητα της μόνο θεωρητικής εκπαίδευσης είναι αμφισβητήσιμη και απαιτεί μεγάλη ικανότητα και φαντασία εκ μέρους των εκπαιδευόμενων. Ο μεγάλος αριθμός των πολλαπλών σταθμών εργασίας που υπάρχουν στην γέφυρα, δίνει τη δυνατότητα να χρησιμοποιούν ένα μέρος από αυτούς, για εκπαιδευτικούς σκοπούς. Το υπόλοιπο μέρος του συστήματος θα χρησιμοποιηθεί για τον έλεγχο και την παρακολούθηση του πραγματικού πλοίου. Το προσωπικό εκπαιδεύεται κατά τη διάρκεια των περιόδων εκτός βάρδιας και εξακολουθεί να διατηρεί μια κατάσταση ετοιμότητας σε σχέση με τα βασικά καθήκοντά τους. Στην πραγματικότητα το Integrated On Board Training System είναι ένας real-time εξομοιωτής και παρέχει ένα ρεαλιστικό περιβάλλον εκπαίδευσης.

Integrated Fire Fighting Control system. Στα γενικής διάταξης, όπως επισκοπήσεις του



πυροσβεστικού εξοπλισμού στους σταθμούς εργασίας πολλαπλών λειτουργιών θα απλουστεύσει τον έλεγχο και την παρακολούθηση του συστήματος. Προκειμένου να αποφευχθεί η σύγχυση των πληροφοριών, η λεπτομέρεια των πληροφοριών που εμφανίζεται εξαρτάται από την

Εικόνα 171. Σύστημα ελέγχου πυρκαγιάς

κλίμακα του ζουμ της επισκόπησης. Σε υψηλά επίπεδα ζουμ θα πρέπει να εμφανίζονται μικρές λεπτομέρειες (π.χ. μια καμπίνα έχει φωτιά ή όχι), με χαμηλά επίπεδα ζουμ θα πρέπει να εμφανίζονται περισσότερες λεπτομέρειες (κατάσταση αισθητήρα και διάφορα σύμβολα παροχής διευκρινίσεων). Η παρουσίαση του συστήματος ελέγχου φωτιάς στις οθόνες, μπορεί να είναι

πολυεπίπεδη. Με τον τρόπο αυτό η κατάσταση των εξαρτημάτων της πλατφόρμας που είναι σχετικές για την αντιμετώπιση πυρκαγιών (όπως αντλίες πυρόσβεσης, ψεκαστήρες, ανεμιστήρες, πυροσβεστήρες, κ.λπ.) εμφανίζονται σε ένα επίπεδο και η πραγματική κατάσταση του χώρου που έχει πρόβλημα σε ένα άλλο κ.λπ. Η πρόσθεση ή η αφαίρεση των επιπέδων παρουσίας μπορεί να ενεργοποιηθεί ή να απενεργοποιηθεί από τον διαχειριστή του συστήματος.

Για να βοηθηθεί ο χειριστής στις αποφάσεις του, είναι διαθέσιμα διάφορα βοηθήματα υποστήριξης χειρισμών, όπως όπως το κλείσιμο των θυρών και καταπακτές, ηλεκτρική απομόνωση των διαμερισμάτων, κλείστρα φωτιάς (fire dumpers), οδούς διαφυγής, κ.λπ. Στο παρελθόν αυτές οι πληροφορίες ήταν διαθέσιμες μόνο στα χαρτιά, ενώ σήμερα είναι άμεσα προσβάσιμες σε μια οθόνη της ψηφιακής γέφυρας.

15.7 SOLAS Chapter V - Safety of Navigation

Παρά τις συνεχείς εξελίξεις της τεχνολογίας, οι βασικές αρχές και ανάγκες της ναυσιπλοΐας παραμένουν διαχρονικά αναλλοίωτες και μπορούν να συνοψιστούν σε δύο μόνο λέξεις «**ασφάλεια παντού**». Οι μόνες αλλαγές που δημιουργούνται με την πάροδο του χρόνου, είναι ο εκσυγχρονισμός των χρησιμοποιούμενων μεθόδων και των μέσων που διατίθενται για την επίτευξη αυτού του σκοπού.

Ο εκσυγχρονισμός των μεθόδων ναυσιπλοΐας και η ανάπτυξη εξελιγμένων συστημάτων για την αυτοματοποίηση των εργασιών και διαδικασιών της παραδοσιακής ναυτιλίας για την προετοιμασία εκτέλεση και υποτύπωση του πλου, αλλά και όλοι οι υπόλοιποι αυτοματισμοί που έχουμε δει στα προηγούμενα, σε καμία περίπτωση δεν μετατρέπει τον ρόλο του αξιωματικού φυλακής γέφυρας σε απλό χειριστή για την παρακολούθηση και καταγραφή της κατάστασης σε ένα πλήρως αυτοματοποιημένο σύστημα.

Η δυναμική εξέλιξη των ναυτιλιακών βοηθημάτων και των μονάδων που τα απαρτίζουν, υλοποιείται σύμφωνα με τα διεθνή πρότυπα τυποποίησης για την εξασφάλιση της απαιτούμενης ακρίβειας και λειτουργικότητας. Για τον σκοπό αυτό βρίσκονται σε εξέλιξη διάφορες ομάδες εργασίας και επιτροπές, τόσο στον Διεθνή Ναυτιλιακό Οργανισμό (IMO) (IMO NAV 54/13 28 March 2008), όσο και σε άλλους συναφείς διεθνείς οργανισμούς, όπως ο Διεθνής Υδρογραφικός Οργανισμός (IHO) και η Διεθνής Ένωση Υπηρεσιών Ναυτιλιακών Βοηθημάτων και Φάρων (IALA)(IALA/AISM 16th Conference, 2006).

Την πολυπλοκότητα της γέφυρας όσον αφορά τον εξοπλισμό, την διαρρύθμιση, τις συνθήκες φωτισμού και ορατότητας, την εργονομία, τα καθήκοντα του προσωπικού κ.λπ. προσπαθεί να καθορίσει επακριβώς και να βάλει σε τάξη το κεφάλαιο V της συνθήκης SOLAS, που τέθηκε σε εφαρμογή το 2004, ο IMO και ο οργανισμός MSC (Maritime Safety Committee). Οι οδηγίες και οι

κανονισμοί που πρέπει να εφαρμοστούν θα πρέπει να αποτελέσουν αντικείμενο ξεχωριστής μελέτης και εδώ παρουσιάζονται επιγραμματικά :

- **SOLAS V/15** : Principles relating to bridge design, design and arrangement of navigational systems and equipment and bridge procedures
- **SOLAS V/19** : Carriage requirements for shipborne navigational systems and equipment
- **SOLAS V/22** : Navigation bridge visibility
- **SOLAS V/24** : Use of heading and/or track control systems
- **SOLAS V/25** : Operation of main source of electrical power and steering gear
- **SOLAS V/27** : Nautical charts and nautical publications
- **SOLAS V/28** : Records of navigational activities and daily reporting
- Οι εφαρμοστικές οδηγίες του IMO που αναφέρονται στην SOLAS
- **MSC/Circ.982** : Guidelines On Ergonomic Criteria For Bridge Equipment And Layout
- **STCW** code
- **ISM** code

Στο σημείο αυτό θα πρέπει να τονιστεί ότι γέφυρα δεν είναι μόνο ο περικλείστος χώρος στο υψηλότερο σημείο του accommodation και ο εξοπλισμός που περιλαμβάνει, αλλά με την ευρύτερη έννοια, είναι και το προσωπικό που την επανδρώνει. Γι' αυτό στον σχεδιασμό της σύγχρονης γέφυρας θα πρέπει να καθοριστούν με ακρίβεια οι ρόλοι και οι ευθύνες των ανθρώπων. Η αποτελεσματική διαχείριση του ανθρώπινου δυναμικού της γέφυρας του πλοίου, η λεπτομερής ανάλυση και σωστή κατανομή των εργασιών, μπορεί να εξαλείψει τον κίνδυνο να προκληθεί κάποιο σφάλμα που μπορεί να οδηγήσει σε επικίνδυνες καταστάσεις.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 16. ΑΝΘΡΩΠΟΚΕΝΤΡΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ

Αρκετά²⁰⁴ θαλάσσια ατυχήματα δείχνουν ότι η σύγχρονη τεχνολογία μερικές φορές μπορεί να δυσκολέψει την ασφαλή πλοήγηση των πλοίων. Μια ανασκόπηση της βιβλιογραφίας δείχνει επίσης ότι οι τεχνολογικές λύσεις που έχουν σχεδιαστεί για την πρόληψη θαλάσσιων ατυχημάτων κατά καιρούς μπορεί να είναι αναποτελεσματικές ή αντιπαραγωγικές. Η ολοκλήρωση αφορά το συντονισμό, τη συνεργασία και συμβιβασμό. Όταν οι άνθρωποι και η τεχνολογία πρέπει να συνεργαστούν, ο άνθρωπος (ως επί το πλείστον) πρέπει να συντονίζει πόρους, να συνεργάζεται με συσκευές και να συμβιβάζεται μεταξύ μέσων και σκοπών.

Τι πρέπει να ενσωματώσουν οι ναυτικοί για να ολοκληρώσουν τη δουλειά τους περιλαμβάνουν αναπαραστάσεις δεδομένων και πληροφοριών. κανόνες, κανονισμοί και πρακτικές ανθρώπινη και μηχανική εργασία και μάθηση και πρακτική.

Οι ναυτικοί πρέπει σε μεγάλο βαθμό να εκτελέσουν οι ίδιοι την εργασία ολοκλήρωσης, επειδή οι μηχανές δεν μπορούν να επικοινωνούν με τρόπους που οι ναυτικοί βλέπουν ως χρήσιμα. Αυτό που οι προγραμματιστές και οι κατασκευαστές επιλέγουν να ενσωματώσουν σε οθόνες ή συστήματα δεν είναι πάντα αυτό που θα επιλέξουν οι ναυτικοί. Υπάρχουν και άλλα είδη «λαθών» που πρέπει να προσαρμοστούν οι ναυτικοί. Βασικά, προκύπτουν από συγκρούσεις μεταξύ του παγκόσμιου ορθολογισμού (κανόνες, κανονισμοί και νομοθεσία) και του τοπικού ορθολογισμού (αυτό που ορίζεται ως καλή ναυτική σχέση σε μια συγκεκριμένη ώρα και τόπο). Όταν η τεχνολογία χρησιμοποιείται για την αντικατάσταση της ανθρώπινης εργασίας, αυτό δεν είναι απαραίτητα μια απλή ή επιτυχημένη διαδικασία. Αυτό που σημαίνει συχνά είναι ότι οι ναυτικοί πρέπει να εργαστούν, μερικές φορές πολύ σκληροί, για να «κατασκευάσουν» ένα συνεργατικό σύστημα ανθρώπου-μηχανής. Ακόμα και όταν η τεχνολογία λειτουργεί «όπως προορίζεται» απαιτείται τέτοιου είδους εργασία. Ακόμη και στα περισσότερα φαινομενικά ολοκληρωμένα συστήματα, οι άνθρωποι χειριστές πρέπει ακόμη να εκτελέσουν εργασίες ολοκλήρωσης. Εν ολίγοις, η τεχνολογία από μόνη της δεν μπορεί να λύσει τα προβλήματα που δημιούργησε η τεχνολογία. Επιπλέον, η προσπάθεια διόρθωσης του «ανθρώπινου σφάλματος» με σταδιακές «βελτιώσεις» στην τεχνολογία ή τη διαδικασία τείνει να είναι σε μεγάλο βαθμό αναποτελεσματική λόγω της προσαρμοστικής αποζημίωσης από τους χρήστες.

16.1 Ανθρώπινος Παράγοντας και Εργονομία

Η εργονομία, μπορεί να οριστεί ως η εφαρμοσμένη επιστήμη της εργασίας, και τα θεμέλιά της χρονολογούνται από την Αρχαία Ελλάδα ή ακόμα και της λίθινης εποχή με την κατασκευή εργαλείων. Η εργονομία άρχισε να σχετίζεται με τη μελέτη των ανθρώπινων φυσικών

²⁰⁴ Lützhöft Margareta 2004

χαρακτηριστικών σε βιομηχανικά πλαίσια για το σχεδιασμό σταθμών εργασίας και διεργασιών εργασίας στην Ευρώπη κατά τη δεκαετία του 1950.

Η²⁰⁵ φυσική εργονομία αναφέρεται σε ανθρωπομετρικά, ανατομικά, φυσιολογικά και βιομηχανικά χαρακτηριστικά του ανθρώπινου σώματος που σχετίζονται με την ανθρώπινη δραστηριότητα. Αυτό μπορεί να αποτελείται από μυοσκελετικές διαταραχές που σχετίζονται με την εργασία, στάσεις εργασίας, χειροκίνητο χειρισμό, επαναλαμβανόμενες κινήσεις, διάταξη χώρου εργασίας, σχεδιασμό προϊόντων, ασφάλεια και υγεία, θόρυβος, φωτισμός, κίνηση, δονήσεις, θερμοκρασία και επικίνδυνα υλικά. Αυτές οι πτυχές μπορούν όχι μόνο να επηρεάσουν τη σωματική ευεξία και την ψυχική υγεία, αλλά και να επηρεάσουν τη συνολική ανθρώπινη απόδοση.

Ο Ευρωπαϊκός Οργανισμός Παραγωγικότητας (European Productivity Agency), δίνει τον ακόλουθο ορισμό: «Η εργονομία είναι η επιστημονική πειθαρχία που σχετίζεται με την κατανόηση των αλληλεπιδράσεων μεταξύ ανθρώπων και άλλων στοιχείων ενός συστήματος, και το επάγγελμα που εφαρμόζει τη θεωρία, τις αρχές, τα δεδομένα και τις μεθόδους στο σχεδιασμό για τη βελτιστοποίηση ανθρώπινη ευημερία και συνολική απόδοση του συστήματος.»

Οι²⁰⁶ τομείς εξειδίκευσης που αντιπροσωπεύουν ανθρώπινες ικανότητες είναι:

Η **φυσική εργονομία** αναφέρεται σε ανθρωπομετρικά, ανατομικά, φυσιολογικά και βιομηχανικά χαρακτηριστικά του ανθρώπινου σώματος που σχετίζονται με την ανθρώπινη δραστηριότητα. Αυτό μπορεί να αποτελείται από μυοσκελετικές διαταραχές που σχετίζονται με την εργασία, στάσεις εργασίας, χειροκίνητο χειρισμό, επαναλαμβανόμενες κινήσεις, διάταξη χώρου εργασίας, σχεδιασμό προϊόντων, ασφάλεια και υγεία, θόρυβος, φωτισμός, κίνηση, δονήσεις, θερμοκρασία και επικίνδυνα υλικά. Αυτές οι πτυχές μπορούν όχι μόνο να επηρεάσουν τη σωματική ευεξία και την ψυχική υγεία, αλλά και να επηρεάσουν τη συνολική ανθρώπινη απόδοση.

Η **γνωστική εργονομία** σχετίζεται με νοητικές διαδικασίες όπως η αντίληψη, η ερμηνεία των πληροφοριών και η κινητική απόκριση. Αυτός ο κλάδος της εργονομίας περιλαμβάνει ικανότητες όπως ο σχεδιασμός δραστηριοτήτων, συστημάτων και τεχνολογίας που μπορούν να χωρέσουν στο ανθρώπινο μυαλό και τις γνωστικές ικανότητες. διανοητικός φόρτος εργασίας και απόδοση στρες, και υποστήριξη λήψης αποφάσεων.

Η **οργανωτική εργονομία** επικεντρώνεται στο οργανωτικό πλαίσιο και στη βελτιστοποίηση των κοινωνικοτεχνικών συστημάτων, συμπεριλαμβανομένων των οργανωτικών δομών, πολιτικών, πολιτισμών και διαδικασιών επικοινωνίας και λήψης αποφάσεων, ο οποίος κατέχει ποιες δεξιότητες και γνώσεις, ποιος έχει κάνει και τι θα κάνει, καθώς και άλλα χαρακτηριστικά του ανθρώπινου κεφαλαίου και της πνευματικής ιδιοκτησίας. Σε αυτό το επίπεδο, η εστίαση μπορεί να κυμαίνεται από την επικοινωνία, διαχείριση ανθρώπινων πόρων, διαχείριση

²⁰⁵ Costa Nicole 2016

²⁰⁶ International Energy Agency

γνώσεων, ομαδική εργασία, ρύθμιση χρονοδιαγράμματος εργασίας, συμμετοχική εργονομία / σχεδιασμό, συνεργατική εργασία, οργανωτική κουλτούρα και διαχείριση ποιότητας.

Το 1997, ο IMO ξεκίνησε και ενέκρινε ένα νέο ψήφισμα, A.850 , αφιερωμένο στην προώθηση της ασφάλειας της ζωής και της εργασίας στη θάλασσα και την προστασία του περιβάλλοντος - Το ανθρώπινο στοιχείο (IMO, 2003). Αυτή η ανάλυση παρέχει τον ακόλουθο ορισμό για το ανθρώπινο στοιχείο: «Το ανθρώπινο στοιχείο είναι ένα σύνθετο πολυδιάστατο ζήτημα που επηρεάζει την ασφάλεια στη θάλασσα και την προστασία του θαλάσσιου περιβάλλοντος. Περιλαμβάνει ολόκληρο το φάσμα των ανθρώπινων δραστηριοτήτων που εκτελούνται από πληρώματα πλοίων, δραστηριότητες στην ξηρά, ρυθμιστικούς φορείς, αναγνωρισμένους οργανισμούς, ναυπηγεία, νομοθέτες και άλλα σχετικά μέρη, όλα από τα οποία πρέπει να συνεργαστούν για την αποτελεσματική αντιμετώπιση ζητημάτων ανθρώπινων στοιχείων.»

Παρά²⁰⁷ τις προσπάθειες του IMO να αντιμετωπίσει ζητήματα ανθρώπινων στοιχείων, η πρακτική πιο συμμετοχικών ανθρωποκεντρικών, συμμετοχικών προσεγγίσεων παραμένει περιορισμένη στον ναυτικό τομέα. Αυτό πιστεύεται ότι οφείλεται στην κυριαρχία των μηχανολογικών επιστημών σε αυτόν τον τομέα, και στην διστακτικότητα απέναντι στην πολιτιστική αλλαγή και τις επενδύσεις στις μαλακές επιστήμες, καθιστώντας δύσκολη τη μεταφορά μιας νοημοσύνης χρηστικότητας και ως εκ τούτου την πρακτική της ανθρωποκεντρικής και συμμετοχικής προσέγγισης. Επιπλέον, οι ναυτιλιακές αρχές και οι ρυθμιστικοί φορείς προτείνουν κανονισμούς των οποίων η συμμόρφωση είναι γενικά εθελοντική και εξηγείται συντακτικά και σε υψηλό επίπεδο, χωρίς να παρέχει επαρκείς οδηγίες σχετικά με τον τρόπο ενσωμάτωσης αυτών των γνώσεων στο σχεδιασμό εμπορικών σκαφών και, ως εκ τούτου, αποδεικνύεται δύσκολη η παρακολούθηση. Εξάλλου, η κατάρτιση κανονισμών του IMO που σχετίζονται με την ασφάλεια είναι συχνά η άμεση αντίδραση στα θαλάσσια ατυχήματα και σπάνια συμβαίνει μια πιο συστηματική και προληπτική προσέγγιση για την αντιμετώπιση ζητημάτων.

16.2 Ανθρωποκεντρικός Σχεδιασμός της Γέφυρας

Σκοπός του κεφαλαίου που αναπτύσσεται δεν είναι να καλύψει πλήρως το αντικείμενο του ανθρωποκεντρικού σχεδιασμού, για το οποίο έχουν αφιερωθεί χιλιάδες σελίδες, αλλά να παρουσιάσει σε συντομία τις σύγχρονες τάσεις στο σχεδιασμό της γέφυρας.

Η λειτουργία με ασφάλεια και η αποδοτικότητα του πλοίου εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από το πλήρωμά του από την στιγμή που πέφτει στο νερό. Το προσωπικό που καλείται να λειτουργήσει τα σύγχρονα συστήματα της γέφυρας, πρέπει να είναι εξειδικευμένο.

²⁰⁷ Costa Nicole 2016

Ο όρος ανθρωποκεντρικός σχεδιασμός (*user-centered design*) προέρχεται από την έρευνα του Donald Norman στο *University of California San Diego (UCSD)* το 1980 και έγινε γνωστός με τη δημοσίευση του βιβλίου *User-Centered System Design: New Perspectives on Human-Computer Interaction»* (Norman & Draper, 1986. Στο βιβλίο αναγνωρίζονται οι ανάγκες και τα ενδιαφέροντα των χρηστών και επικεντρώνεται στην ευχρηστία που πρέπει να έχουν τα προϊόντα.

Η επιλογή και οργάνωση της γέφυρας και του εξοπλισμού της, και ο σχεδιασμός των θέσεων εργασίας και καθηκόντων, πρέπει να γίνονται με τέτοιο τρόπο ώστε το προσωπικό της γέφυρας :

- Να μπορεί να εκτελεί αξιόπιστα τα καθήκοντά του
- Να μην επιβαρύνεται με εργασία
- Να είναι παραγωγικό

Φυσικά οι άνθρωποι και οι μηχανές έχουν πολύ διαφορετικές ικανότητες. Οι άνθρωποι είναι δημιουργικοί, μπορούν να παίρνουν αποφάσεις για την αντιμετώπιση της αβεβαιότητας, είναι κινητικοί και σε ετοιμότητα, μπορούν να γενικεύουν τις γνώσεις τους ανάλογα με τις καταστάσεις, είναι επικοινωνιακοί και έχουν μεγάλη δυνατότητα επεξεργασίας της πληροφορίας που λαμβάνουν. Τα μηχανήματα μπορούν να ασκήσουν μεγάλη δύναμη για παρατεταμένα χρονικά διαστήματα, μπορούν να κάνουν επαναλαμβανόμενη εργασία και υπολογισμούς με μεγάλη ταχύτητα και αντέχουν σε ένα ευρύ φάσμα περιβαλλοντολογικών συνθηκών.

Η σύγχρονη γέφυρα σχεδιάζεται ώστε να επωφελείται και να εκμεταλλεύεται τις σχετικές δυνατότητες και περιορισμούς ανθρώπων και μηχανών. Οι μηχανές πρέπει να χρησιμοποιούνται για εργασίες όπως αποθήκευση μεγάλου όγκου ή εκτέλεση πολύπλοκων υπολογισμών. Το ανθρώπινο δυναμικό της γέφυρας λειτουργεί κατά κάποιο τρόπο σαν 'αισθητήρας', καταστρώνει σχέδια, παίρνει τις τελικές αποφάσεις και ελέγχει την απόδοση των μηχανών.

Η σημερινή γέφυρα πρέπει να σχεδιάζεται με επίκεντρο τον άνθρωπο. Έχει αποδειχθεί ότι στην περίπτωση καταστάσεων με τον ενδεχόμενο κίνδυνο ατυχήματος που ξεκίνησαν από αίτια ανεξάρτητα από τον ανθρώπινο παράγοντα οδήγησαν τελικά σε μεγάλα ναυτικά ατυχήματα από την λανθασμένη εκτίμηση της κατάστασης και αντίδρασης του ανθρώπου. Στην περίπτωση αυτή εμπλέκεται και ο λανθασμένος σχεδιασμός της γέφυρας και η έλλειψη ευχρηστίας (Usability) των βοηθητικών (ηλεκτρονικών και μη) μέσων ναυσιπλοΐας. Αυτό δείχνει και την σημαντικότητα του σωστού σχεδιασμού της γέφυρας. Ο στόχος θα πρέπει να είναι ασφαλές και εξελιγμένο περιβάλλον εργασίας που ανά πάσα στιγμή θα παρέχει τις απαραίτητες πληροφορίες στο προσωπικό.

Το θέμα του σχεδιασμού της γέφυρας με βάση τον ανθρώπινο παράγοντα έχει γίνει αντικείμενο πολλών μελετών τα τελευταία χρόνια και θεωρείται μείζον θέμα για το Ναυτικό Ινστιτούτο. Γενικές οδηγίες για την διάταξη της γέφυρας, όπως η ορατότητα από τα παράθυρα, η κλίση που πρέπει να έχουν για να μην υπάρχουν αντανάκλασεις, το ύψος του χώρου

πηδαλιουχίας, η τοποθέτηση των σταθμών εργασίας, ο σχεδιασμός των φτερών (βαρδιόλες), ο φωτισμός ημέρας και νύχτας, οι διάδρομοι κ.λπ. περιλαμβάνονται στην οδηγία του IMO A/708.

Το πρώτο θέμα που λαμβάνεται υπ' όψιν, είναι η αλληλεπίδραση του ανθρώπου με τον ηλεκτρονικό εξοπλισμό της γέφυρας. Τα εξειδικευμένα αυτοματοποιημένα συστήματα έχουν γίνει κανόνας και έχουμε μπει σε μια νέα εποχή αλληλεπίδρασης ανθρώπου και μηχανής, η οποία πρέπει να βελτιστοποιηθεί. Ο ναυτιλιακός ερευνητής Hawkins (1990) δηλώνει ότι ο αυτοματισμός δεν έχει εξαλείψει το ανθρώπινο λάθος, αλλά έχει αλλάξει την φύση του και ίσως το έχει κάνει περισσότερο καταστροφικό.

Το δεύτερο θέμα είναι η αλληλεπίδραση του ανθρώπου με το άμεσο φυσικό περιβάλλον του. Για παράδειγμα αναφέρεται ο σχεδιασμός πλοίων με κλειστά φτερά της γέφυρας για την προστασία του ευαίσθητου ηλεκτρονικού εξοπλισμού. Τα κλειστά φτερά προστατεύουν τον αξιωματικό της γέφυρας από τα στοιχεία του καιρού, αλλά την ίδια στιγμή εμποδίζουν την παρατήρηση της ακριβούς θέσης του πλοίου όταν γίνονται ελιγμοί σε στενές περιοχές.

Τρίτον, οι σχεδιαστές πρέπει να συμβουλευόμαστε το προσωπικό που εργάζεται στην γέφυρα για τον τρόπο που θα δομήσουν την διάταξη της γέφυρας, αλλά και πως θα την εξοπλίσουν ηλεκτρονικά. Αυτό είναι και το πιο σημαντικό στάδιο του ανθρωποκεντρικού σχεδιασμού. Οι τελικοί χρήστες πρέπει να συμμετέχουν άμεσα τόσο στην ανάπτυξη του σχεδιασμού του έργου, όσο και στην οργάνωση και εφαρμογή καινοτόμων πρακτικών. Αυτό μπορεί να γίνει είτε παρατηρώντας το προσωπικό της γέφυρας κατά την διάρκεια της εργασίας τους στον φυσικό τους χώρο, είτε με ερωτηματολόγια και συνεντεύξεις.

Και τέταρτον θα πρέπει από όλες τις θέσεις εργασίας μέσα στον χώρο της γέφυρας, πρέπει να είναι δυνατή η παρακολούθηση της πλοήγησης και να διατηρείται αποτελεσματική επιφυλακή. Γενικά θα πρέπει να υποστηριχτούν οι εξής εργασίες του προσωπικού γέφυρας:

- Πλοήγηση και πραγματοποίηση ελιγμών
- Παρακολούθηση
- Χειροκίνητη πηδαλιούχηση
- Εργασίες ελλιμενισμού
- Σχεδιασμός
- Ασφάλεια
- Επικοινωνίες

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 17. BRIDGE TEAM MANAGEMENT

Κάθε²⁰⁸ φορά που ένα πλοίο μπαίνει στη θάλασσα, ο πλοίαρχος και οι αξιωματικοί πλοήγησης έχουν καθήκον τόσο απέναντι στο δημόσιο όσο και στο εμπορικό δίκαιο να πλοηγούν με υπευθυνότητα ανά πάσα στιγμή. Από τη δράση τους εξαρτάται η επιτυχής έκβαση του ταξιδιού, η ασφάλεια στη θάλασσα και η προστασία του θαλάσσιου περιβάλλοντος.

Ο Διεθνής Ναυτιλιακός Οργανισμός αναγνωρίζει τη βασική απαίτηση ότι όλοι οι αξιωματικοί φυλακής πρέπει να είναι κατάλληλα εκπαιδευμένοι. Αυτή η εκπαίδευση πρέπει να ξεκινήσει στην ξηρά και προτού οι αξιωματικοί φυλακής να έχουν τα προσόντα να αναλάβουν τη πλοήγηση, πρέπει να είναι ικανοί σε τομείς όπως, η εφαρμογή των κανόνων για την αποφυγή συγκρούσεων. Ο IMO έχει αναθεωρήσει τη Σύμβαση STCW μέσω μιας επιταχυνόμενης διαδικασίας και μαζί με την εν πλω εκπαίδευση που προτείνεται σε αυτό το πρόγραμμα θα αποτελέσει σημαντική συμβολή στην βελτίωση των προτύπων που είναι τόσο σημαντική. Ωστόσο, είναι στη θάλασσα στη γέφυρα των πλοίων που οι αξιωματικοί πρέπει να συνεργάζονται και να λαμβάνουν αποφάσεις. Μόλις εκπαιδευτούν, οι καλές πρακτικές πρέπει να ανανεώνονται συνεχώς και γι'αυτό υποστηρίζονται σθεναρά αυτά τα μέτρα από το Nautical Institute για την παροχή ενθάρρυνσης και θετικών συμβουλών μέσω του Bridge Operations Programme.

Το²⁰⁹ BRM παίζει σημαντικό ρόλο σε περιβάλλοντα όπου το ανθρώπινο σφάλμα μπορεί να έχει καταστροφικές συνέπειες. Έχει αποδειχθεί ότι είναι σημαντικό εργαλείο για τη βελτίωση της ασφάλειας στη ναυτιλιακή βιομηχανία και έτσι αποτρέπει την επανάληψη περιστατικών. Επομένως, μπορεί να βοηθήσει στην υποστήριξη μιας ασφαλέστερης και αποτελεσματικότερης εκτέλεσης λειτουργιών συνδυάζοντας τεχνικές δεξιότητες και ανθρώπινες δεξιότητες. Το BRM μπορεί να χαρακτηριστεί ως η αποτελεσματική διαχείριση και αξιοποίηση όλων των πόρων, ανθρώπινων και τεχνικών, που διατίθενται στην ομάδα γέφυρας, για να εξασφαλιστεί η ασφαλής ολοκλήρωση του ταξιδιού του πλοίου.

17.1 Η Οργάνωση της Γέφυρας

Η μετάβαση από το ιστίο στον ατμό, από τη «ρόδα» του τροχήλατου ατμόπλοιου στην προπέλα και από τους χάρτινους στους ηλεκτρονικούς χάρτες είναι χαρακτηριστικά παραδείγματα των αργών εξελικτικών αλλαγών που έλαβαν χώρα σε έναν κλάδο, την πορεία του οποίου ανάμεσα στις σύγχρονες συμπληγάδες έχουν αναλάβει μερικοί λαμπροί επαγγελματίες ναυτικοί. Οι σύγχρονοι αξιωματικοί ναυσιπλοΐας διασχίζουν τους ωκεανούς με κάθε καιρό για τη

²⁰⁸ Swift FNI AJ 2004

²⁰⁹ <https://www.marineinsight.com/guidelines/understanding-bridge-resource-management-and-its-key-elements-on-board-ships/>

μεταφορά πρώτων υλών και προϊόντων από τους τόπους παραγωγής στους τόπους της ζήτησης, κομίζοντας μαζί με κάθε φορτίο ευκαιρίες, ευημερία, ευκολία και άνεση σε εκατομμύρια ανθρώπους που, σε αντίθεση με τους επιβάτες των κρουαζιερόπλοιων και της ακτοπλοΐας, δεν μπορούν να αναγνωρίσουν και να ευχαριστήσουν τους ναυτικούς αυτούς για τις προσπάθειες που καταβάλλουν. Παρ' όλ' αυτά, το έργο τους είναι εξίσου αξιόπαινο και το αξιωματά τους ανάλογης περιωπής.

Η γέφυρα ενός σύγχρονου πλοίου θα προκαλούσε τρεμούλα στους ναυτίλους αξιωματικούς του περασμένου αιώνα. Περίπλοκες τεχνολογίες, νομικά πλαίσια, διαρκώς μεταβαλλόμενες πρακτικές και διατάξεις που διέπουν την υπηρεσία επιβάλλουν οι σύγχρονοι αξιωματικοί ναυσιπλοΐας να είναι άριστοι επαγγελματίες, που γνωρίζουν απ' έξω κι ανακατωτά τον χώρο τον οποίο υπηρετούν και έχουν επίγνωση ότι πρέπει να παραμένουν ενήμεροι για τις εξελίξεις, τόσο επί του πλοίου όσο και στη στεριά. Τα σύγχρονα ολοκληρωμένα συστήματα γέφυρας έχουν μετατοπίσει το βάρος στον εποπτικό ρόλο του αξιωματικού ναυσιπλοΐας, ο οποίος αφιερώνει μεγάλο μέρος της φυλακής του παρακολουθώντας επίπεδες οθόνες όπου προβάλλεται κάθε πληροφορία που μπορεί να φανταστεί κανείς με εντυπωσιακό βαθμό ακρίβειας. Οι τεχνικές δεξιότητες είναι εξίσου σημαντικές με τις μη τεχνικές και η τεχνολογία που υποστηρίζει τον αξιωματικό ναυσιπλοΐας παίζει εξίσου ζωτικό ρόλο με τις πιο παραδοσιακές πρακτικές της ναυτικής τέχνης, ο ρόλος των οποίων ήταν ίσως πιο σημαντικός στην εποχή του Τιτανικού.

Μία από τις προϋποθέσεις για την επάνδρωση και τη λειτουργία ενός πλοίου είναι να έχει το υψηλότερα καταρτισμένο προσωπικό και τον πιο σύγχρονο εξοπλισμό. Αυτό πρέπει να εξακολουθεί να είναι η επιθυμία κάθε πλοίαρχου και αξιωματικού, αλλά, αντιμέτωπος με τις σκληρές οικονομικές πραγματικότητες του σήμερα, συχνά δεν είναι δυνατή. Συχνά, ομάδες γεφυρών αποτελούνται από ομάδες ατόμων μικτής ικανότητας που εργάζονται με ξεπερασμένο εξοπλισμό. Παρ' όλα αυτά, για την επιτυχή ολοκλήρωση του ταξιδιού, είναι ευθύνη όλων των αξιωματικών των πλοίων να κάνουν την καλύτερη δυνατή χρήση των διαθέσιμων πόρων, τόσο ανθρώπινων όσο και υλικών. Κάθε μέλος της ομάδας παίζει ρόλο σε αυτό. Ο τίτλος "Διαχείριση ομάδας" είναι η αλληλεπίδραση που απαιτείται μέσα στην ομάδα για να λειτουργήσει ένα τέτοιο σύστημα. Δεν αναφέρεται σε μια πράξη διαχείρισης από ένα άτομο αλλά σε μια συνεχή αποδοχή και κατανοώντας από καθένα από τα μέλη της ομάδας ότι όλοι πρέπει να εκπληρώσουν τους ρόλους στους οποίους έχουν ανατεθεί.

Για να επιτυγχάνονται σταθερά καλά αποτελέσματα, υπάρχουν πολλοί παράγοντες που πρέπει να αντιμετωπιστούν. Πρώτον, εκείνοι που αφορούν τις τεχνικές γνώσεις και δεξιότητες και, στη συνέχεια, τις απαιτήσεις της πιο παραδοσιακής διαχείρισης ανθρώπου ή δεξιοτήτων "ανθρώπων" που εμπλέκονται στην ανάπτυξη των πόρων. Κατά την εξέταση των τεχνικών δεξιοτήτων, πρέπει να δοθεί προσοχή στις τεχνικές που εμπλέκονται στην προετοιμασία και τη διεξαγωγή του προτεινόμενου ταξιδιού (σχεδιασμός διαδρομών. Η ομαλή και αποτελεσματική

λειτουργία κάθε ομάδας γεφυρών εξαρτάται από τις βασικές αρχές καλής επικοινωνίας και διαχείρισης του ανθρώπου. Με τις τρέχουσες πολιτικές επάνδρωσης πλοίων, αυτές οι δεξιότητες πρέπει να αναπτυχθούν επί του σκάφους για να ξεπεραστούν τα πολιτιστικά όρια καθώς και εκείνα ενός πιο παραδοσιακού ιεραρχική δομή κατάταξης.

Ένα αποτελεσματικό BRM θα περιλαμβάνει διαδικασίες που:

- Εξάλειψη του κίνδυνου ότι ένα σφάλμα από ένα άτομο μπορεί να οδηγήσει σε καταστροφική κατάσταση.
- Πρέπει να τονίζετε η ανάγκη για διατήρηση μιας καλής οπτικής επιφυλακής και να εκτελούνται ρουτίνες αποφυγής σύγκρουσης.
- Να ενθαρρύνεται η χρήση όλων των μέσων για τον προσδιορισμό της θέσης του πλοίου, έτσι ώστε σε περίπτωση αποτυχίας μιας μεθόδου, να γίνει η χρήση από άλλες διαθέσιμες αμέσως.
- Να χρησιμοποιούνται συστήματα χωροταξίας και πλοήγησης τα οποία επιτρέπουν τη συνεχή παρακολούθηση και ανίχνευση απόκλισης από τη πορεία όταν βρίσκονται σε παράκτια ύδατα.
- Επιβεβαίωση ότι όλα τα σφάλματα οργάνων είναι γνωστά και εφαρμόζονται σωστά.
- Η ομάδα της γέφυρας, πρέπει να αποδέχεται τον πιλότο σαν πολύτιμη και αναγκαία προσθήκη στην ομάδα.

Αυτές οι διαδικασίες μπορούν να επιτευχθούν μόνο από κάθε μέλος της ομάδας γέφυρας, εκτιμώντας ότι έχει ζωτικό ρόλο στην ασφαλή πλοήγηση του πλοίου. Κάθε μέλος θα συνειδητοποιήσει επίσης ότι η ασφάλεια εξαρτάται από όλο το προσωπικό που παίζει τον ρόλο του στο μέγιστο των δυνατοτήτων του. Κάθε μέλος της ομάδας πρέπει να εκτιμήσει ότι η ασφάλεια του πλοίου δεν πρέπει ποτέ να εξαρτάται από την απόφαση ενός ατόμου μόνο. Όλες οι αποφάσεις και οι εντολές πρέπει να ελέγχονται προσεκτικά και να παρακολουθείται η εκτέλεση τους. Τα κατώτερα μέλη της ομάδας και οι θεατές δεν πρέπει ποτέ να διστάσουν να αμφισβητήσουν μια απόφαση εάν θεωρούν ότι μια τέτοια απόφαση δεν είναι προς το συμφέρον του πλοίου. Η προσεκτική ενημέρωση και η εξήγηση των αρμοδιοτήτων που απαιτούνται από κάθε μέλος θα συμβάλουν στην επίτευξη αυτού.

17.2 Κρίσιμα Στοιχεία του BRM

H²¹⁰ διαχείριση των πόρων της γέφυρας περιλαμβάνει ορισμένα κρίσιμα στοιχεία χωρίς τα οποία δεν μπορεί να επιτύχει τον τελικό της στόχο. Μερικά από αυτά αναφέρονται παρακάτω:

Επικοινωνία: Το πρώτο σύμπλεγμα δεξιοτήτων BRM περιλαμβάνει αυτά που σχετίζονται με την αποτελεσματική επικοινωνία. Η καλή επικοινωνία μεταξύ των μελών του πληρώματος είναι

²¹⁰ Wahlström Mikael 2016

το κλειδί για την επιτυχή BRM. Η αποτελεσματική μεταφορά πληροφοριών είναι μια πολύπλοκη διαδικασία. Απαιτεί οι πληροφορίες να μεταδίδονται όταν χρειάζεται, να κατανοούνται και να αναγνωρίζονται από τον παραλήπτη και να διευκρινίζονται εάν χρειάζεται. Σε πολλές περιπτώσεις έχει διαπιστωθεί ότι οι απαραίτητες πληροφορίες υπήρχαν πάντα, αλλά δεν διατέθηκαν σε εκείνους που τις χρειαζόνταν την κατάλληλη στιγμή. Το μήνυμα δεν ελήφθη ούτε παρεξηγήθηκε. Μια άλλη κοινή αιτία μεγάλων περιστατικών ήταν ανακριβή, ατελή, διφορούμενα ή αλλοιωμένα μηνύματα. Είναι σημαντικό για τα μέλη του πληρώματος να αναγνωρίζουν και να επαναλαμβάνουν τις παραγγελίες για να διασφαλίσουν ότι είναι καλά κατανοητές. Η συνεχής αλληλεπίδραση μεταξύ ανθρώπων και εξοπλισμού οδηγεί στο πλοίο με ασφαλή και αποτελεσματικό τρόπο. Είναι καθήκον όλων των αξιωματικών και των μελών του πληρώματος να διασταυρώνουν τον έλεγχο και να κάνουν ερωτήσεις. Μόνο τότε μπορεί να επιτευχθεί αποτελεσματική επικοινωνία. Είναι επίσης σημαντικό να διατηρηθεί μια κοινή γλώσσα στο σκάφος, έτσι ώστε η επικοινωνία να γίνει ευκολότερη και πιο γρήγορη.

Ομαδική εργασία: Το BRM επικεντρώνεται στην οικοδόμηση της ομαδικής εργασίας. Η εργασία σε μια ομάδα βοηθά στην αντιμετώπιση των προκλήσεων που αντιμετωπίζουν τα μέλη του πληρώματος σε καθημερινή βάση. Μια ομαδική προσέγγιση διασφαλίζει ότι όλα τα μέλη του πληρώματος συμμετέχουν στην επίλυση προβλημάτων και δεν είναι απλώς θεατές. Μια καλή ομάδα θα πρέπει να προβλέπει επικίνδυνες καταστάσεις και να αναγνωρίζει την ανάπτυξη μιας αλυσίδας σφάλματος. Στη γέφυρα, ο αξιωματικός παρακολούθησης και το προσωπικό επιφυλακής πρέπει να εργάζονται ομαδικά για να διασφαλίζουν την ασφαλή πλοήγηση. Η ασφαλής και αποτελεσματική πλοήγηση δεν είναι δουλειά ενός ανθρώπου, καθώς υπάρχουν πολλές πτυχές που πρέπει να εξεταστούν. Είναι σημαντικό η ομάδα γεφυρών να μοιράζεται μια κοινή άποψη του επιδιωκόμενου περάσματος. Σε περίπτωση αμφιβολίας, το προσωπικό επιφυλακής πρέπει να μιλήσει. Κάθε άτομο μπορεί να συνεισφέρει με τον καλύτερο δυνατό τρόπο και να βρει καλύτερες ιδέες όταν εργάζεται ομαδικά.

Λήψη αποφάσεων: Αυτή είναι μια βασική ικανότητα στην αποτελεσματική BRM. Η λήψη αποφάσεων φαίνεται να είναι ατομικό ζήτημα. Όλοι συμφωνούμε ότι ο καπετάνιος είναι η τελική αρχή επί του πλοίου. Ωστόσο, είναι πολύ σημαντικό για τον υπεύθυνο λήψης αποφάσεων να λάβει πολύτιμες πληροφορίες από αξιωματικούς και μέλη του πληρώματος. Πριν ληφθεί οποιαδήποτε απόφαση, είναι ζωτικής σημασίας να αναζητηθούν οι σχετικές πληροφορίες. Μια λανθασμένη απόφαση μπορεί να οδηγήσει σε πολλές ανεπιθύμητες καταστάσεις επί των πλοίων. Λόγω του πολυάσχολου χρονοδιαγράμματος και των συχνών τηλεφωνικών κλήσεων, συχνά δεν είναι δυνατή η συγκέντρωση όλων των πληροφοριών σε λίγο χρόνο ή η αξιολόγηση εναλλακτικών λύσεων. Σε αυτές τις περιπτώσεις η απόφαση που λαμβάνεται βασίζεται κυρίως σε προηγούμενες εμπειρίες. Ο καπετάνιος που είναι το πιο έμπειρο άτομο επί του σκάφους θεωρείται επομένως ο

μοναδικός υπεύθυνος λήψης αποφάσεων. Ο έλεγχος των συνεπειών της ληφθείσας απόφασης αποτελεί αναπόσπαστο μέρος της λήψης αποφάσεων.

Επίγνωση της κατάστασης: Κάθε ναυτικός πρέπει να σκεφτεί και να σχεδιάσει πολύ νωρίτερα. Οι αξιωματικοί καθώς και τα μέλη του πληρώματος πρέπει να γνωρίζουν τις εξωτερικές και εσωτερικές συνθήκες που μπορούν να επηρεάσουν την ασφάλεια των πλοίων. Οι ναυτικοί πρέπει να κρατούν τα μάτια και τα αυτιά τους ανοιχτά και ενεργά ανά πάσα στιγμή και να είναι προετοιμασμένοι για το απροσδόκητο. Είναι πάντα σημαντικό να συσχετίζουμε τι συμβαίνει στο παρόν με αυτό που έχει συμβεί στο παρελθόν και τι μπορεί να συνεχιστεί στο μέλλον. Παραβλέποντας τις κρίσιμες λεπτομέρειες ή αδιάφοροι για το τι συμβαίνει, και οι δύο μπορούν να μειώσουν την επίγνωση της κατάστασης. Πρέπει πάντα να είναι σε εγρήγορση για την αποφυγή ατυχημάτων. Η προσοχή στη συνεχιζόμενη κατάσταση αυξάνει το χρόνο απόκρισης για να αντιμετωπίσει με ασφάλεια ένα απροσδόκητο συμβάν. Οι αξιωματικοί τείνουν συχνά να κάθονται μπροστά από το ραντάρ ή να στέκονται σε μια θέση παρά να περπατούν από τη μία πλευρά της πτέρυγας της γέφυρας στην άλλη. Δεν γνωρίζουν τι ακριβώς συμβαίνει έξω από τα παράθυρα της γέφυρας σε μια πολύ περιοχή συχνής ιστιοπλοΐας. Η πρόβλεψη και η σωστή ανταπόκριση στη μεταβαλλόμενη κατάσταση του σκάφους μπορεί να μειώσει σε μεγάλο βαθμό σχεδόν τις απώλειες. Η συνειδητοποίηση της κατάστασης είναι πάντα σημαντική κατά τη διεξαγωγή ελιγμών σε μια περιορισμένη περιοχή σε κακές καιρικές συνθήκες όπου οι κίνδυνοι θα έπρεπε να είναι προφανείς.

Κόπωση: Η κόπωση είναι ένα σημαντικό ζήτημα μεταξύ των ναυτικών. Παρόλο που πολλοί αυτοματισμοί έχουν εισαχθεί για να μειώσουν το επίπεδο επάνδρωσης, το επίπεδο αυτοματισμού και το επίπεδο πολυπλοκότητας που πρέπει να αντιμετωπίσουν οι άνθρωποι μπορεί να είναι πολύ κουραστικό από μόνο του. Πολλές έρευνες για ατυχήματα αυτές τις μέρες έχουν τη κόπωση ως μία από τις κύριες αιτίες. Για παράδειγμα, προσάραξη ή σύγκρουση που προκαλείται από έλλειψη προσοχής από τον κουρασμένο αξιωματικό. Η ικανότητα ανάλυσης είναι σοβαρά μειωμένη λόγω κόπωσης. Οι ναυτικοί συχνά εργάζονται επιπλέον ώρες για να πληρούν τις εντολές εργασίας εγκαίρως, ώστε να μην ενοχλούν τους ιδιοκτήτες των πλοίων τους. Οι ναυτικοί δεν έχουν πάντα την πολυτέλεια να καθυστερούν τις αφίξεις στο λιμάνι ή την αναχώρηση για να αντισταθμίσουν τις ώρες ανάπαυσης. Σε γενικές γραμμές εργάζονται πολλές ώρες, ακόμη και τη νύχτα, καθώς υπάρχει περισσότερη ζήτηση στα χρονοδιαγράμματα συνάντησης. Έτσι, βλέπουμε ότι είναι πολύ σημαντική η διαχείριση στο χρονοδιάγραμμα του πληρώματος για να διατηρείται η ενέργειά τους στο μέτρο του δυνατού, ώστε να έχουν τη σαφήνεια του νου τους. Τα πράγματα μπορούν να γίνουν πιο ομαλά εάν διατηρηθεί η σωστή εργασία και οι ώρες ανάπαυσης στα πλοία. Ο ακανόνιστος ύπνος και η κακή ανάπαυση προκαλούν απόσπαση της προσοχής του μυαλού που οδηγεί σε κακή απόδοση. Με τη σειρά του μειώνεται η ευαισθητοποίηση σχετικά με τους κινδύνους της εργασίας. Ατυχήματα συμβαίνουν συχνά όταν οι απαιτήσεις φόρτου εργασίας υπερβαίνουν τις δυνατότητες του πληρώματος.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 18. ΤΟ ΜΕΛΛΟΝ

Αρκετές²¹¹ φορές, οι αξιωματικοί γέφυρας έχουν αναφέρει ότι κατά την διάρκεια του πλου, οι πιο σημαντικές πληροφορίες βρίσκονται έξω από το πλοίο. Με αφετηρία αυτό το δεδομένο, η ομάδα Ulstein Bridge Vision, του πανεπιστημίου AHO του Όσλο προτείνει ένα καινοτόμο μοντέλο γέφυρας, στο οποίο ο αξιωματικός δεν θα χρειάζεται να διαλέξει ανάμεσα στην εξωτερική και εσωτερική πληροφορία καθώς και οι δύο θα προβάλλονται ταυτόχρονα. Με το ενδιαφέρον επικεντρωμένο στην δημιουργία καλύτερων, ασφαλέστερων και ευκολότερων λήψεων αποφάσεων από το προσωπικό της γέφυρας, η ομάδα του πανεπιστημίου έχει δημιουργήσει μία γέφυρα βασισμένη στον ανθρωποκεντρικό σχεδιασμό.

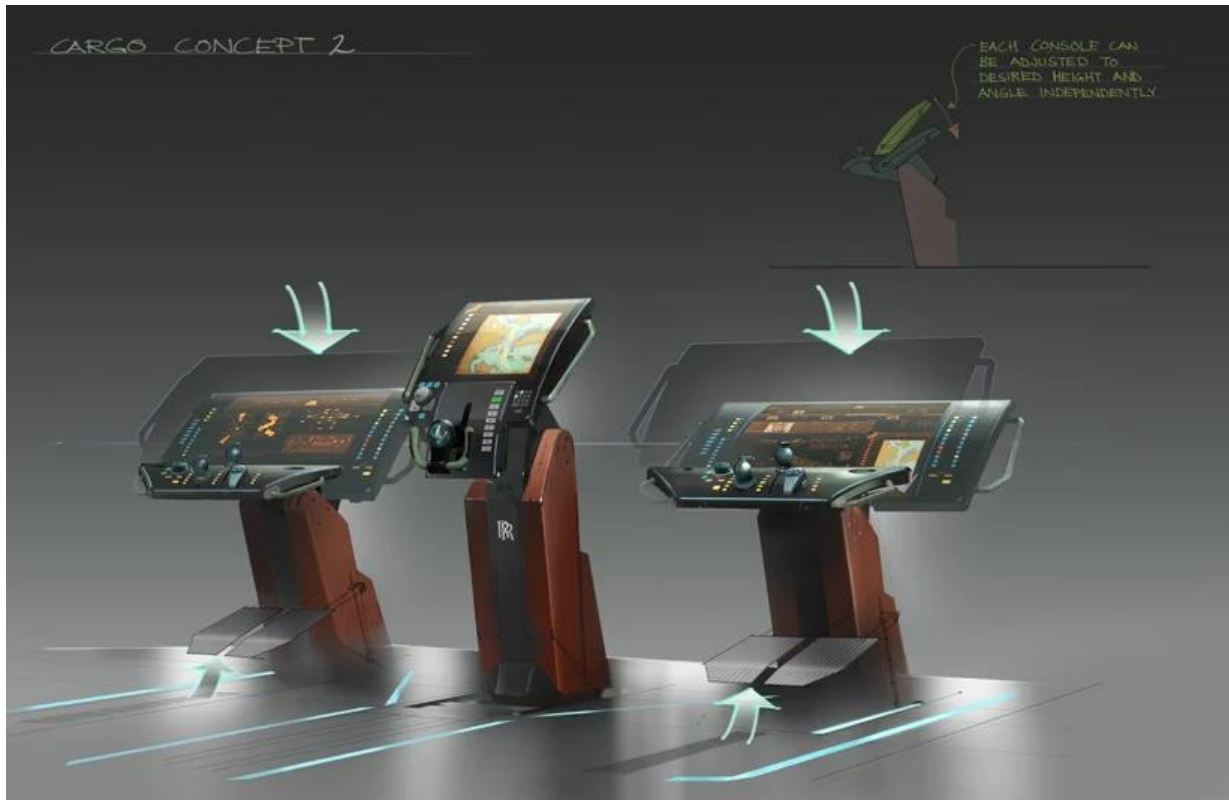


Εικόνα 172. Τα υψηλά επίπεδα ανάλυσης δεδομένων βοηθούν το πλήρωμα να χειρίζεται συστήματα επί του σκάφους όπως πρόωση και πλοήγηση.

Η γενική ιδέα περιλαμβάνει έναν νέο σχεδιασμό των χώρων εργασίας και νέους τρόπους αλληλεπίδρασης με τα συστήματα της γέφυρας. Προσανατολίζονται στον σχεδιασμό νέων συστημάτων παραθύρων, πάνω στα οποία χρησιμοποιούνται οπτικές προβολές (κάτι παρόμοιο υπάρχει στα Head Up Display – HUD των πολεμικών αεροπλάνων). Αυτό επιτρέπει την εμφάνιση ζωτικών πληροφοριών πάνω στα παράθυρα της γέφυρας καθώς και σε οθόνες που βρίσκονται κάτω από αυτά. Οι χρήστες έτσι έχουν άμεση πληροφόρηση και έλεγχο με την απλή χρήση εντολών αφής ή χειρονομίας. Το σύστημα θα παρέχει έγκαιρη ενημέρωση και παρουσίαση πληροφοριών που αφορούν στοιχεία τα οποία δεν μπορούν να εντοπιστούν έγκαιρα, όπως για παράδειγμα η ομίχλη ή κρυμμένα εμπόδια.

²¹¹ <https://ulstein.com/innovations/bridge-vision>

Αυτές οι οπτικές προβολές θα παρέχουν στους χρήστες όλες τις πληροφορίες σχετικές με μια εργασία που βρίσκεται στην γραμμή ορατότητάς τους, βελτιώνοντας την ικανότητα να κυβερνούν με ασφάλεια το πλοίο. Ακόμη κάνει την συνεργασία μεταξύ των μελών του πληρώματος της γέφυρας πολύ ευκολότερη, διότι θα βλέπουν την ίδια πληροφορία, ακόμη και αν οι θέσεις εργασίας τους είναι μεταξύ τους απομακρυσμένες.



Εικόνα 173. Οι έξυπνοι σταθμοί εργασίας προσαρμόζονται αυτόματα στις προτιμήσεις του μέλους γέφυρας

Σε²¹² μια παρόμοια πρόταση έχει φτάσει και η Rolls Royce σε συνεργασία με το Φινλανδικό ερευνητικό κέντρο *VTT Technical Research Centre*. Η βρετανική εταιρεία υποστηρίζει ότι η “**φουτουριστική γέφυρα**” θα μπορεί να χρησιμοποιηθεί από το 2025 και μετά στα πλοία που διασχίζουν τους ωκεανούς της Υψηλίου και έχει ήδη προσαρμόσει ένα πρωτότυπο της τεχνολογίας σε ένα πλοίο. Το πρωτότυπο του συστήματος *Unified Bridge* λειτουργεί ήδη στο πλοίο *Stril Luna* όπου συντονίζει τη λειτουργία του εξοπλισμού είτε πρόκειται για τις μηχανές είτε για το σύστημα προώθησης είτε για τη διαχείριση των φορτίων. Τα παράθυρα λειτουργούν ως οθόνες “**μεγεθυμένης πραγματικότητας**”, συμπεριλαμβανομένης της οπτικοποίησης δυνητικών κινδύνων που σε διαφορετική περίπτωση θα παρέμεναν αθέατοι στο ανθρώπινο μάτι. Για παράδειγμα, το σύστημα μπορεί να εντοπίσει για λογαριασμό του πληρώματος θαλάσσιους πάγους ή ρυμουλκά και άλλα σκάφη. Η γέφυρα, θα παρέχει στο πλήρωμα «**έξυπνες**» **πλατφόρμες εργασίας** που θα αναγνωρίζουν αυτόματα τα άτομα που θα εισέρχονται στη γέφυρα και θα

²¹²<https://www.designboom.com/technology/rolls-royce-ox-bridge-autonomous-vessel>

προσαρμόζονται στις προτιμήσεις τους. Μοιάζει με εικόνα από ταινία επιστημονικής φαντασίας με τις τεράστιες περιμετρικές οθόνες και το λογισμικό τεχνητής νοημοσύνης μέσω των οποίων γίνεται ο έλεγχος των διαφόρων λειτουργιών, αλλά η **Rolls Royce** πιστεύει ότι αυτό είναι το μέλλον της ναυτιλίας.

Το νέο σύστημα ονομάζεται *Future Operator Experience Concept* ή εν συντομία 'oX' και έχει αναπτυχθεί κατόπιν μελέτης της εμπειρίας των χρηστών που επανδρώνουν τα σύγχρονα πλοία και αναμένεται να μεταμορφώσει το λειτουργικό περιβάλλον στα μεγάλα εμπορικά πλοία και τα πλοία που προμηθεύουν θαλάσσιες πλατφόρμες. Οι ψηφιακές τεχνολογίες αιχμής που ενσωματώνει το σύστημα εκτιμάται ότι θα συμβάλλουν σε ασφαλέστερες, ενεργειακά αποδοτικότερες και λιγότερο ρυπογόνες ναυτιλιακές μεταφορές.

Όλα δείχνουν ότι μπαίνουμε σε μια πραγματικά συναρπαστική περίοδο στην ιστορία της ναυτιλίας, όπου η τεχνολογία, και ιδίως η έξυπνη χρήση μεγάλων δεδομένων πρόκειται να οδηγήσει την επόμενη γενιά πλοίων. Τα επόμενα δέκα – είκοσι χρόνια, οι επιστήμονες πιστεύουν ότι η νοημοσύνη των πλοίων θα είναι η κινητήρια δύναμη που θα καθορίσει το μέλλον της βιομηχανίας, τον τύπο των πλοίων στη θάλασσα και τα επίπεδα ικανότητας που απαιτούνται από τους αυριανούς ναυτικούς. Με τις απαιτήσεις της περιβαλλοντικής νομοθεσίας και το αυξανόμενο λειτουργικό κόστος, τα πλοία θα γίνουν πιο περίπλοκα. Και αν προστεθεί ότι το γεγονός ότι τα εξειδικευμένα πληρώματα είναι ήδη σε έλλειψη, τότε βλέπουμε ένα ξεχωριστό κενό που ανοίγει μεταξύ της πολυπλοκότητας των πλοίων και της ικανότητας των ανθρώπων που θα τα επανδρώσουν. Αυτό θα δημιουργήσει πραγματικά προβλήματα για τη ναυτιλία και εικάζεται ότι είναι η νοημοσύνη των πλοίων που θα καλύψει αυτό το κενό. Πολλά από τα τεχνολογικά δομικά στοιχεία που θα ελέγχουν τα πλοία του μέλλοντος είναι ήδη διαθέσιμα σήμερα, αλλά πρέπει ακόμη να γίνουν πολλά για την ανάπτυξη θαλάσσιων λύσεων από αυτά. Οι τεχνολογικοί κολοσσοί, επενδύουν στη νοημοσύνη των πλοίων, η οποία θα αποτελέσει σημαντικό παράγοντα για την επόμενη μεταβατική εποχή της ναυτιλίας. Όπως με τον τρόπο που τα πανιά έδωσαν τη θέση τους σε ατμοκίνητα πλοία και ο άνθρακας υποχώρησε στο πετρέλαιο, θα δούμε ολοένα και πιο εξελιγμένα πλοία, πολύ αυτοματοποιημένα και ίσως ακόμη και τηλεκατευθυνόμενα.

ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Εδώ και αιώνες, ο ανταγωνισμός στη ναυτιλία είναι λυσσαλέος. Οι πιέσεις που ασκεί η αναγκαιότητα μείωσης του κόστους και εξυπηρέτησης των εμπορικών αναγκών είναι εντονότατες. Στην διαδρομή που διαχύθηκε για να φτάσουμε ως εδώ, καταβλήθηκε προσπάθεια να παρουσιαστούν κυρίως τα ιστορικά στοιχεία της εξέλιξης της γέφυρας του πλοίου και κατ' επέκταση της ναυσιπλοΐας, χωρίς να υπεισέρχονται πολλές τεχνικές λεπτομέρειες.

Η συγγραφέας θεωρεί ότι το αντικείμενο παρουσιάστηκε σφαιρικά, αλλά η φύση του είναι τέτοια που του προσέδωσε μεγάλη έκταση. Ο προσεκτικός αναγνώστης θα παρατηρήσει την σχετική έλλειψη αναφοράς στην ιστορική εξέλιξη του κορυφαίου παράγοντα της γέφυρας, που δεν είναι άλλος από το προσωπικό που επανδρώνει την γέφυρα, ο καπετάνιος και κυρίως ο αξιωματικός ναυσιπλοΐας οποιουδήποτε βαθμού. Είναι γεγονός πως η ιστορική διαδρομή του του αξιωματικού της γέφυρας μέχρι και τα μέσα του περασμένου αιώνα μπορεί να παρουσιαστεί με την φράση που έλεγαν οι παλιοί ναυτικοί. *«Μετά το θεό, στο βαπόρι υπάρχει μόνο ο καπετάνιος».*

Σήμερα όμως ο αξιωματικός ναυσιπλοΐας δεν λειτουργεί πλέον ανεξάρτητα προς τις επιθυμίες του ναυλωτή, και η επικοινωνία του ναυλωτή με τον πλοίαρχο δεν διακόπτεται μετά τον απόπλου. Ο ρόλος λοιπόν του αξιωματικού ναυσιπλοΐας είναι πλέον ανάλογος εκείνου του «υπεύθυνου τακτικής» των μεγάλων αγωνιστικών ιστιοφόρων, σταθμίζοντας τον εμπορικό κίνδυνο και τις πρωταρχικές υποχρεώσεις, που συνίστανται στο να μεταβεί το πλοίο από το σημείο Α στο σημείο Β με ασφάλεια και αποτελεσματικότητα, και με την ελάχιστη δυνατή επίπτωση στο θαλάσσιο περιβάλλον.

Οι σημερινές γέφυρες των πλοίων θα προκαλούσαν τρεμούλα στους αξιωματικούς του περασμένου αιώνα. Στο παράρτημα φαίνεται περιληπτικά, ο οδηγός εξοπλισμού της σημερινής γέφυρας. Περίπλοκες τεχνολογίες, νομικά πλαίσια, διαρκώς μεταβαλλόμενες πρακτικές και διατάξεις απαιτούν από τους σύγχρονους αξιωματικούς ναυσιπλοΐας να είναι άριστοι επαγγελματίες, που γνωρίζουν απ' έξω κι ανακατωτά τον χώρο τον οποίο υπηρετούν και έχουν επίγνωση του ότι πρέπει να παραμένουν ενήμεροι για τις εξελίξεις, τόσο στο πλοίο όσο και στη στεριά. Τα σύγχρονα ολοκληρωμένα συστήματα στη γέφυρα έχουν δώσει τώρα βαρύτητα στον εποπτικό ρόλο του αξιωματικού φυλακής, ο οποίος αφιερώνει μεγάλο μέρος του χρόνου του παρακολουθώντας επίπεδες οθόνες όπου προβάλλεται κάθε πληροφορία που μπορεί να φανταστεί κανείς με εντυπωσιακή ακρίβεια. Οι τεχνικές δεξιότητες είναι εξίσου σημαντικές με τις μη τεχνικές και η τεχνολογία που υποστηρίζει τον αξιωματικό παίζει εξίσου ζωτικό ρόλο με τις πιο παραδοσιακές πρακτικές της ναυτικής τέχνης, που ο ρόλος τους ήταν ίσως πιο σημαντικός στην εποχή του Τιτανικού.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΠΗΓΕΣ

American Bureau of Shipping. *Guidance Notes On Ergonomic Design Of Navigation Bridges.* USA Houston 2018

American Bureau of Shipping. *Rulefinder Version 9.20 Lloyd's Register Rules and Regulations* (July 2013)

American Bureau of Shipping. *Bridge Design and Navigational Equipment/Systems.* Houston 2014

Bennett Stuart. *A Brief History of Automatic Control.* London 1996 (Article)

Bianchetti Rafael. *Raisz's physiographic method of landform mapping* 2017

Bole Alan, Dineley Bill, Wall Alan. «*Radar and ARPA Manual*», Second Edition, Elsevier Butterworth-Heinemann, 2005

Boisson Philippe. *Regulations and International Law". Paris, Edition Bureau Veritas, 1999*

Braynard, Frank O. *S.S. Savannah; the Elegant Steam Ship.* Athens: University of Georgia Press, 1963

Γαλάτσης – Μαντζουλόπουλος. *Τεχνολογίες πυξίδων, Επαναλήπτες, Βλάβες, Συντήρηση.* Αθήνα 2001

Cambridge University Press. *The Genesis of the Decca Navigator System* 2014

Γεωργούλης Γ, Νικητάκος Ν. *Η εργονομία της γέφυρας του πλοίου και η ευχρηστία των ναυτιλιακών συστημάτων γέφυρας ως χαρακτηριστικό ασφάλειας.* ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΝΑΥΤΙΚΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ 2008

Chapman, A. : *Dividing the Circle: The Development of Critical Angular Measurement in Astronomy 1500-1850.* 2nd ed. New York: Horwood 1995

Chunfeng Wan. *Development of a Bridge Management System Based on the Building Information Modeling Technology.* University, Nanjing 2019

Costa Nicole. *THESIS FOR THE DEGREE OF LICENTIATE OF PHILOSOPHY Human Centred Design for Maritime Safety: A User Perspective on the Benefits and Success Factors of User Participation in the Design of Ships and Ship Systems.* Gothenburg, Sweden 2016

Dimacali Timothy James M. *From the Sea to the Stars: The Forgotten Journeys of the Philippines' Ancient Explorers.* M.I.Y. 2018

Δούκας Ιωάννης. *Η μέτρηση των γωνιών και το πρόβλημα βαθμονόμησης του κύκλου.* Τμήμα τοπογράφων ΑΠΘ

Fernandes Rick. *A Tour of a Modern Ship's Bridge.* University of Massachusetts 2010

Friedewald M. *The Beginnings of Radio Communication.* Journal of Radio Studies Karlsruhe, 2000

Gifford Hefley. *The Development of Loran-C. Navigation and Timing.* U.S. DEPARTMENT OF COMMERCE, Colorado 1972

Goldsmith A. *Wireless Communications.* Cambridge University Press 2005

Gulic Marko. *Analysis of advantages and disadvantages of existing maritime communication systems for data exchange.* Faculty of Maritime Studies Rijeka, 2016

- Hamdani Abbas.** *Columbus and the Recovery of Jerusalem.* Journal of the American Oriental Society, Published 1979
- Hannu Karvonen and Mikael Wahlström,** *Enhanced command bridge operations.* 2016
- Harland John H.** *The Early History of the Steering Wheel.* 1972
- Hazard D. L.** *Early history of the mariner's compass and earliest knowledge of the magnetic declination according to Bertelli*
- Hirth Friedrich.** *Origin Of The Mariners' Compass In China.* Published by: Oxford University Press 2020
- Howeth L.C.** *History of Communications Electronics in the US Navy.* Washington U.S. Government Printing Office 1963
- Hunt, A.** "2000 Years of map making". London 2000
- International Hydrographic Organization.** *A guide to the requirements and processes necessary to produce, maintain and distribute ENC.* IHO Publication Monaco 2007
- International Maritime Organization.** *Shipping Emergencies -Search and Rescue and the GMDSS.* London 1999
- International Maritime Organization.** *Harmonization of GMDSS Requirements For Radio Installations On Board SOLAS Ships.* London 2004
- International Maritime Organization.** *Shipping Emergencies - Search and Rescue and the GMDSS.* March 1999
- Karlsen Leif K.** *Secrets of the Viking Navigators How the Vikings used their amazing sunstones and other techniques to cross the open ocean.* Seattle WA 2003
- Kasper L.; Hutchinson C.** *The Omega navigation system--An overview.* Published in: IEEE Communications Society Magazine 1978
- ΚΕΣΕΝ ΠΗ-ΡΕ.** *βοήθημα για τους σπουδαστές του κύκλου Περιορισμένης Χρήσης GMDSS.* Αθήνα 2013
- Knapp Bernard, A.** *Bronze Age Mediterranean Island Cultures and the Ancient Near East.* *The Biblical Archaeologist* 1992,
- Κόκοτος Δ. Λιναρδάτος Δ., Νικητάκος Ν., Τζαννάτος Ε.** *Τεχνολογίες πληροφορικής και επικοινωνιών στη ναυτιλία ΤΟΜΟΣ II,* Εκδόσεις ΑΘ. ΣΤΑΜΟΥΛΗΣ, 2011
- Korc K.** *Yesterday, Today and Tomorrow of the GMDSS. International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation.* Gdynia, Poland 2011.
- Κούκιος Μ.** *Η ιστορική εξέλιξη των ναυτικών χαρτών*
(http://xeeee.web.auth.gr/HCS/HCS_Conf_el/presentations_XEEE_15o/2_6_koukios.pdf)
- Κρασανάκης Γ. Αδαμάντιος.** *Ναυτική ιστορία του Ελληνικού έθνους. Ο Μίνωας και το Πολεμικό Ναυτικό που Δημιούργησε Είναι η Αιτία που Υπάρχει η Ελλάδα.* Εκδόσεις Αθηνά 2008
- Λαδάς Ηλίας.** *Το εγχειρίδιο του αρμενιστή.* ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ, Αθήνα 2012
- Λιναρδάτος Γ.-Λιναρδάτου Δ.** *Ραντάρ.* Αθήνα, εκδόσεις Ευγενίδη 2016
- Levesque D.** *The history and experience of the international cospas-sarsat programme for search and rescue.* International Astronautical Federation (IAF), Paris 2016

Λιβιεράτος Ευάγγελος. *25 Αιώνες χαρτογραφίας και χαρτών. Μια περιήγηση από τους Ίωνες στον Πτολεμαίο και τον Ρήγα.* Εκδόσεις Ζήτη 2007

Λυμπέρης Γ. Ταμπακάκης Ε. *Επικοινωνίες ΙΙ.* Ίδρυμα Ευγενίδου Αθήνα 2017

Lützhöft Margareta. *Maritime Technology and Human Integration on the Ship's Bridge.* Distributed by: Linköpings Universitet 2004

Latarche Malcolm. *Laying out and designing the bridge of a ship.* ShipInsight 2016

Laurie Thomas L. *History And Development Of Mass Communications.* University of Nebraska-Lincoln 2001

Λιναρδάτος Γ.-Λιναρδάτου Δ. *Ραντάρ.* Αθήνα, εκδόσεις Ευγενίδη 2016

Λυμπέρης Γ. Ταμπακάκης Ε. *Επικοινωνίες ΙΙ.* Ίδρυμα Ευγενίδου Αθήνα 2017

Martek MarineLtd. *A Guide To Electronic Charts.* United Kingdom 2002

Mathisen Eldar . *Dynamic positioning of floating vessels based on Kalman filtering and optimal control.* Published in: 1980 19th IEEE

McEwen N. *The Telegraph Office "'SOS,' 'CQD' and the History of Maritime Distress Calls"* ,1999

Μιχαηλίδου Ευανθία. *Ιστορία της χαρτογραφίας.* ΕΜΠ Αθήνα 2004

Moskowitz Saul. *The World's First Sextants.* NAVIGATION Journal of The Institute of Navigation. Historical Technology, Inc.1987

Παλληκάρης Α.- Κατσούλης Θ.-Δαλακλής Δ. *Ναυτικά ηλεκτρονικά όργανα και συστήματα ηλεκτρονικού χάρτη.* Αθήνα εκδόσεις Ευγενίδη 2016

Parkinson B. *From Marconi to GPSA short (expurgated) History of Radio Navigation.* Stanford University 2016

Παπαδημητρίου Κωνσταντίνος. *Ναυτική ιστορία.* Εκδόσεις Περισκόπιο

Patraiko David FNI. *Bridge Resource Management.* A free publication by The Nautical Institute in association with the Royal Institute of Navigation. London 2014

Porathe Thomas. *Ship navigation, Information integration in the maritime domain (pre-publication version 2012]*

Risone C. *Digital broadcasting systems under development within ITU-R of interest for the maritime community.* Monaco 2013

Frank, Robert L. *"HISTORY OF LORAN-C", NAVIGATION, Journal of The Institute of Navigation, Vol. 2. Ion 1982*

Samuel Mark. *Homeric Seafaring.* Published by Texas A&M University Press 2005

Σίμψιας Μάριος. *Το βυζαντινό ναυτικό (Πληρώματα, καράβια και νεώρια)* 2014

Smith Julian A. *Precursors to Peregrinus: The early history of magnetism and the mariner's compass in Europe.* Journal of Medieval History 1992

Sobarzo Claudio A. *Official Nautical Chart: Development of A Standard.* "Cartografía", 4th edition, Omega.

SOLAS IV Regulation 4. *Radio communications. Regulation 4 Functional requirements*

SOLAS V Regulation 15 - *Principles relating to bridge design, design and arrangement of navigational systems and equipment and bridge procedures*

Sørensen A. *Marine Control Systems" Lecture Notes*, Copyright©2013

Stergiopoulos, Stergios. *Advanced signal processing handbook : theory and implementation for radar, sonar, and medical imaging real time systems.* CRC press 2018

Swift FNI AJ. *BRIDGE TEAM MANAGEMENT A Practical Guide.* First published in 1993 by The Nautical Institute 202 Lambeth Road, London

Tetley L. Calcutt D. *Understanding GMDSS The Global Maritime Distress and Safety System.* First published in Great Britain 1994

Τζάλας Χάρης. Το ταξίδι από τους αρχαίους έως τους νεότερους χρόνους. ΕΘΝΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΕΡΕΥΝΩΝ 2003

Τζαμτζής Αναστάσιος. Το θαλάσσιο ταξίδι στους αρχαίους χρόνους. Ναυτική επιθεώρηση Γενικού Επιτελείου Ναυτικού 2012

Tibbets R. Gerald. *The Beginnings of a Cartographic Tradition*

Henning Mextorf, Raytheon Anschütz. *Actual Level Bridge Study and Design. (Model-based Cooperative Ship-based Context Aware Design.* CASCADE consortium 2014

Tetley L. Calcutt D. *Understanding GMDSS The Global Maritime Distress and Safety System.* First published in Great Britain 1994

Wang C. *Principles and practices towards sar services: a comparative study on states' approaches to improving maritime SAR.* Malmö, Sweden 2006

Weinrit Adam. *International Recent Issues about ECDIS, e-Navigation and Safety at Sea.* Gdynia Maritime University, Gdynia, Poland 2011

Wedde, M.. *The Mycenaean galley in context: from fact to idee fixe, στο R. Laffineur , Aegeum 25, Emporia, Aegeans in the Central and Eastern Meditteranean, Liege, 2005*

Woodward David. *Putting "Cartography" into the History of Cartography.* cartographic perspectives. 14Number 51, Spring 2005

Φωτεινός Νικόλαος. *Μαρίνος ο Τύριος - Μέγας Έλλην Γεωγράφος, Σχεδιαστής του Ναυτικού Χάρτου.* Αθήνα 1977

Χατζηκωνσταντής Γ. *Μηχανές Πλοίου II (εργαστήριο) Πηδαλιούχηση – Πηδάλια.* Αθήνα 2017

Ψηφιακή Βιβλιοθήκη της Αρχαίας Ελληνικής Γραμματείας. ΘΟΥΚΥΔΙΔΗΣ Ιστορίες

ΔΙΚΤΥΑΚΕΣ ΠΗΓΕΣ

<https://en.wikipedia.org/wiki/Bridge>
http://gym-falan.lar.sch.gr/works/year_2004-5/b-08-09/ancient.htm
<https://www.newsbeast.gr/world/arthro/640650/oi-atromittoi-nautikoi-tis-arhais-polunias>
<http://hartis.org/blog/the-bronze-age-and-the-sophisticated-ships-of-the-minoans-el>
https://aristomenismessinios.blogspot.com/2013/07/blog-post_1459.html
https://perialos.blogspot.com/2012/11/blog-post_11.html
<https://www.maritime-museum.gr/index.php/collections/ancient-naval-technology>
<https://science.fandom.com/el/wiki/%CE%A4%CF%81%CE%B9%CE%AE%CF%81%>
<http://hartis.org/blog/elthe-giants-of-the-seas-of-the-hellenistic-time-el>
<https://www.sailingschool.gr/arthra/16-etsi-gia-na-mhn-ksexname>
<http://carhistory.gr/load/content/pages/view/>
<https://docplayer.gr/10531414-Pidalio-synonyma-timoni-oiax-doiaki-pidalion-ayhenes-i-ayhenioi-tenontes-lagoydera-ayhin-polydeykoys-onomastikon.html>
<https://spacezilotes.wordpress.com/2016/05/16/%CF%8D-%CE%AC-%CF%8C-ia/>
https://www.researchgate.net/figure/Deriving-true-compass-directions-with-a-Viking-sun-compass-a-shadow-stick-and-sunstones_fig1_257301232
<https://www.lecturesbureau.gr/1/eratosthenis/>
https://el.wikipedia.org/wiki/Κράτης_Μαλλώτης
<https://theancientwebgreece.files.wordpress.com/2017/11/9c333-image006.jpg?w=400&h=296>
https://greek1.blogspot.com/2014/07/blog-post_3849.html#axzz6SuUqlj4P
<https://theancientwebgreece.wordpress.com/2017/11/18/ιστορία-της-αρχαίας-ελληνικής-χαρτογ/>
<http://users.sch.gr/maritheodo/history-pi/section1/ploia/glossary/43.htm>
<https://catalogue.museogalileo.it/indepth/Quadrant.html>
<https://exploration.marinersmuseum.org/object/cross-staff/>
<http://www.thepirateking.com/historical/backstaff.htm>
<http://www.mhs.ox.ac.uk/animateit/octant/>
<https://spectrum.ieee.org/the-institute/ieee-history/history-lesson-the-magnetic-compass>
<https://www.pbs.org/wgbh/nova/article/secrets-of-ancient-navigators/>
<https://www.marineinsight.com/marine-navigation/different-types-of-entries-to-be-made-in-the-bridge-log-book-of-the-ship/>
<https://en.wikipedia.org/wiki/Quarterdeck>

<https://www.corfuhistory.eu/?p=441>
http://www.telegraph-office.com/tel_off.html
<https://www.britannica.com/topic/Titanic>
<https://www.britannica.com/topic/International-Conference-for-Safety-of-Life-at-Sea>
<https://www.britannica.com/technology/VHF>
<https://www.ybw.com/vhf-marine-radio-guide/what-is-vhf-6228>
<https://el.glosbe.com/en/el/SAR:%20Search%20And%20Rescue>
<https://www.inmarsat.com>
https://www.sarsat.noaa.gov/cospas_sarsat.html
<https://www.sarsat.noaa.gov/satellites1.html>
<https://www.sarsat.noaa.gov/luts.html>
<https://www.sarsat.noaa.gov/usmcc.html>
<https://www.sarsat.noaa.gov/rcc.html>
<https://www.egmdss.com/gmdss-courses/mod/resource/view.php?id=845>
<https://www.egmdss.com/gmdss-courses/mod/resource/view.php?id=2955>
<https://www.egmdss.com/gmdss-courses/mod/resource/view.php?id=891>
<https://www.egmdss.com/gmdss-courses/mod/resource/view.php?id=885>
<http://marinegyaan.com/what-is-emergency-position-indicating-radio-beacon-epi>
(<https://www.marineinsight.com/guidelines/voyage-data-recorder-on-a-ship-explained/>)
<http://www.imo.org/en/OurWork/Safety/Navigation/Pages/VDR.aspx>
<http://www.imo.org/en/OurWork/Safety/Navigation/Pages/AIS.aspx>
<https://artes.esa.int/sat-ais/overview>
<https://jaysearchaeology.wordpress.com/2017/08/06/the-loss-of-the-south-goodwin-lightship-lv-90/>
<http://www.imo.org/en/OurWork/Safety/RadioCommunicationsAndSearchAndRescue/Radiocommunications/Pages/Introduction-history.aspx>
<http://www.mastermariners.org.au/stories-from-the-past/4058-the-first-gyrocompass>
<http://www.historyofcompass.com/compass-facts/gyrocompass/>
<https://www.raytheon-anschuetz.com/company/history/>
https://el.wikipedia.org/wiki/Γυροσκοπική_Πυξίδα
<https://www.cnbc.com/2019/07/19/how-autopilot-was-born-a-century-ago1.html>
<https://aertecolutions.com/en/2019/05/27/the-origin-of-the-autopilot/seanews.co.uk/features/understanding-the-autopilot-system-on-ships/>
<http://www.elladosperiigisis.gr/index.php/593-gps>

<https://perialos.blogspot.com/radar.html>

<https://www.shipfriends.gr/forum/topic/1854-radar>

<http://www.stougiannidis.gr/AENAON/AS5/dromometro.pdf>

<https://www.psarema.gr/blog/42-texnologia/162-ti-einai-to-vythometro-kai-pos-leitourgei>

<https://www.marineinsight.com/types-of-ships/what-is-a-dynamic-positioning-ship/>

<https://www.offshoreengineering.com/education/dynamic-positioning-dp/what-is-dynamic-positioning>

https://www.facebook.com/permalink.php?story_fbid=357041501168058&id=3200170615371

<https://iho.int/en/standards-in-force>

<https://www.nautinst.org/resource-library/technical-library/ecdis.html>

<https://www.marineinsight.com/marine-navigation/what-is-integrated-bridge-system-ibs-on-ships/>

<https://www.designboom.com/technology/rolls-royce-ox-bridge-autonomous-vessel>

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Requirements for Notation NBLES (Navigational Bridge Layout and Equipment/Systems)

| Workstation for | Main functions to be performed | Item | Equipment | Remarks |
|---|--|------|--|---|
| Navigation and Traffic Surveillance/ maneuvering | <ul style="list-style-type: none"> • Observation of all vessels and objects • Recognizing dangerous situations • Deciding on collision avoidance actions • Checking vessel's own signal • Checking own course and speed • Keeping and/or changing own course and speed (track keeping) • Checking own position • Handling own internal communication on board • Handling communication vessel/vessel, and vessel/shore (VHF) • Releasing alarms • Perception of group alarms with aids for decision-making • Observation of weather and seaway • Acknowledging watch check-alertness alarm • Keeping deck log (a dictaphone may be used) • Sounding signals | A1 | Gyro compass heading indicator | For NIBS notation, two independent gyro compasses are to be provided on the bridge (See D13.1).. |
| | | A2 | Magnetic compass heading indicator | |
| | | A3 | Course reminder (set course) indicator | |
| | | A4 | Rudder pump selector switch | |
| | | A5 | Steering mode selector switch | |
| | | A6 | Steering position indicator | |
| | | A7 | Rudder angle indicator | |
| | | A8 | Pitch indicator | For controllable-pitch propeller |
| | | A9 | Rate-of-turn indicator and controller | For vessels 50,000 GT or greater. See C13.2.4 and .5 |
| | | A10 | Speed and distance indicator | For NIBS notation, the speed measuring system is to be independent of the position-fixing systems. See D13.2 |
| | | A11 | Depth water indicators with adjustment controls | See also C13.4 |
| | | A12 | 9 GHz radar | For vessels 3,000 GT and above, an additional independent radar together with a change-over switch is to be provided. See C13.5.2 |
| | | A13 | Automatic traffic surveillance system including ARPA | See C13.6. For NIBS notation, see D13.3 |
| | | A14 | Position fixing equipment/system including automatic visual position indicator | Two types of receivers are to be provided. One of the systems is to be GPS or equivalent, and the other: Decca, Loran-C, GLONASS, or other means. See C13.7 |
| | | A15 | Officer of the watch check-alertness acknowledgment device | |
| | | A16 | Back-up navigator call alarm device | Two-way communication wireless portable device to be provided. See C13.8.2b |
| | | A17 | Facilities for use of navigation charts | This may be separated from the navigation and traffic surveillance/maneuvering workstation. See also C13.9 |
| | | A18 | Vessel's automatic identification system | |
| | | A19 | Propulsion engines/thrusters controls including emergency stops. | Compliance with Part 4, Chapter 9, Section 2 of the "Rules for Building and Classing Steel Vessels" is to be met |
| | | A20 | Propulsion engine revolution | If reduction geared engine |
| | | A21 | Propeller revolutions indicator | |
| | | A22 | Wind direction and velocity indicator | |
| | | A23 | Air and water temperature indicator | |
| | | A24 | Automatic telephone system | See C17 |
| | | A25 | Radiocommunication equipment | See C19 |
| | | A26 | NAVTEX automatic receiver and recorder | For navigational and meteorological warning purpose. To comply with IMO Res. A.617(15) - Implementation of the Navtex System as a Component of the Worldwide Navigational Warning Service |
| | | A27 | Signal transmitter for: <ul style="list-style-type: none"> • whistle • automatic device for fog signal • general alarm • Morse signaling light | |
| | | A28 | Search light controls | |

| | | A29 | Controls for windscreen wiper, washer, heater | |
|--|--|-------------|--|---|
| | | | | |
| Workstation for | Main functions to be performed | Item | Equipment | Remarks |
| | | A30 | Night vision equipment | |
| | | A31 | Sound reception system | <i>(December 2003)</i> If required, see B5.6.3 |
| | | A32 | Workstation lighting control device | |
| | | A33 | HVAC controls | |
| | | A34 | Clock | |
| | | A35 | Group alarms and reset controls | <i>(December 2003)</i> See also item B17 of this Table |
| Monitoring <i>[See Note 1]</i> | <ul style="list-style-type: none"> • Observation of all vessels and objects • Recognizing dangerous situations • Checking own course and speed • Handling own internal communication on board • Handling communication vessel/vessel, and vessel/shore • Perception of group alarms with aids for decision-making • Releasing alarms • Observation of weather and seaway • Acknowledging watch check-alertness alarm • Keeping deck log • When workstation is occupied by an additional navigator, provides assistance to navigator at the navigation and traffic surveillance/maneuvering workstation • When workstation is occupied by a pilot, advises to vessel's command. | B1 | Gyro compass heading indicator | <i>(December 2003)</i> For NIBS notation, two independent gyro compasses are to be provided on the bridge (See D13.1). See note 2. |
| | | B2 | Rudder angle indicator | |
| | | B3 | Pitch indicator | For controllable-pitch propeller |
| | | B4 | Rate-of-turn indicator | For vessels 50,000 GT or greater. See C13.2.4 and .5 |
| | | B5 | Speed and distance indicator | For NIBS notation, the speed measuring system is to be independent of the position-fixing systems. See D13.2 |
| | | B6 | Depth water indicators | See also C13.4 |
| | | B7 | Radar | For vessels 3,000 GT and above, an additional independent radar together with a change-over switch is to be provided. See C13.5.2 |
| | | B8 | Officer of the watch check-alertness acknowledgment device | |
| | | B9 | Propulsion engines/thrusters emergency stops | |
| | | B10 | Propeller revolutions indicator | |
| | | B11 | Automatic telephone system | See C17 |
| | | B12 | Radiocommunication equipment | See C19 |
| | | B13 | Signal transmitter for whistle | |
| | | B14 | Controls for windscreen wiper, washer, heater | |
| | | B15 | Workstation lighting control device | |
| | | B16 | Clock | |
| | | B17 | Required alarms and reset controls | <i>(December 2003)</i> In addition to the alarms/indicators which may be required by the various IMO Resolutions referenced in this Guide and pertinent flag Administration, the following conditions are to be alarmed at the monitoring workstation <ul style="list-style-type: none"> a) Off-heading b) Off-track c) Planned route deviation d) Pre-warning of approach-way point, and closest point of approach e) Off-preset water depth f) Gyro compass failure g) Failure of alarms prescribed in C13.8.1 h) Failure of power supply to distribution panel serving relevant equipment |

| Workstation for | Main functions to be performed | Item | Equipment | Remarks |
|---|---|------------|---|---|
| Manual steering (Helmsman's) [See Note 1] | <ul style="list-style-type: none"> Steering vessel according to rudder angle orders Steering vessel according to course instruction Steering vessel following landmark/ sea marks Acknowledging watch check-alertness alarm | C1 | Gyro compass heading indicator (repeater) | (December 2003) For NIBS notation, two independent gyro compasses are to be provided on the bridge (See D13.1). See note 2. |
| | | C2 | Magnetic compass heading indicator | |
| | | C3 | Course reminder (set course) indicator | |
| | | C4 | Manual steering with override and selector control switches including steering wheel/steering lever | |
| | | C5 | Rudder angle indicator | |
| | | C6 | Rate-of-turn indicator | For vessels 50,000 GT or greater |
| | | C7 | Watch check-alertness acknowledgment device | |
| | | C8 | Automatic telephone system | See C17 |
| | | C9 | Controls for windscreen wiper, washer, heater | |
| Docking (Bridge wings) | <ul style="list-style-type: none"> Giving instructions, performing and controlling change of course Giving instructions, performing and controlling change of speed Giving instructions, performing and controlling change of thruster Handling communication with maneuvering stations Handling communication with tugs, pilot boat Watching water surface along vessel's side Releasing signals Acknowledging watch check-alertness alarm | D1 | Gyro compass heading indicator | (December 2003) For NIBS notation, two independent gyro compasses are to be provided on the bridge (See D13.1). See note 2. |
| | | D2 | Steering position selector switch | |
| | | D3 | Rudder controls | |
| | | D4 | Rudder angle indicator | |
| | | D5 | Pitch indicator | For controllable-pitch propeller |
| | | D6 | Rate-of-turn indicator | For vessels 50,000 GT or greater |
| | | D7 | Propulsion engines/thrusters controls. | |
| | | D8 | Propulsion engine revolution | If reduction geared engine |
| | | D9 | Propeller revolutions indicator | |
| | | D10 | Lateral thrust and lateral movement of vessel, indicator | If thrusters are fitted |
| | | D11 | Longitudinal movement of vessel, indicator | |
| | | D12 | Wind direction and velocity indicator | |
| | | D13 | Depth water indicators | See also C13.4 |
| | | D14 | Officer of the watch check-alertness acknowledgment device | |
| | | D15 | Whistle controls | |
| | | D16 | Search light and Morse lamp controls | |
| | | D17 | Automatic telephone system | See C17 |
| D18 | Radiocommunication equipment | See C19 | | |
| D19 | Workstation lighting control device | | | |
| Notes: | | | | |
| <p>1 As the navigation and traffic surveillance/maneuvering, monitoring and manual steering workstations are functionally interrelated and usually installed in close proximity from each other, considerations will be given to the omission of duplicate required equipment at each of the aforementioned workstations.</p> <p>2 (December 2003) Master gyrocompass may be located in the electrical/instrumentation room and the gyrocompass repeaters on the bridge to meet this requirement.</p> | | | | |