

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ
ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΤΙΛΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ**

**ΣΧΟΛΗ ΝΑΥΤΙΚΩΝ ΔΟΚΙΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΝΑΥΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ**



ΔΠΜΣ

Διοίκηση στη Ναυτική Επιστήμη και Τεχνολογία

Διπλωματική Εργασία

Ολοκληρωμένο Σύστημα Ναυτιλίας / Γέφυρας

(Integrated Navigation / Bridge System: INS / IBS)

Αλέξανδρος Τουζλαντζής – Κωνσταντίνος Χαρίσης

ΜΝΣΝΔ 20066 - ΜΝΣΝΔ 20072

Επιβλέπων:

Χρήστος Βαζούρας

Πειραιάς

Μάρτιος 2022

ΔΗΛΩΣΗ ΑΥΘΕΝΤΙΚΟΤΗΤΑΣ / ΖΗΤΗΜΑΤΑ COPYRIGHT

Τα άτομα τα οποία εκπονούν την Διπλωματική Εργασία φέρουν ολόκληρη την ευθύνη προσδιορισμού της δίκαιης χρήσης του υλικού, η οποία ορίζεται στην βάση των εξής παραγόντων: του σκοπού και χαρακτήρα της χρήσης (εμπορικός, μη κερδοσκοπικός ή εκπαιδευτικός), της φύσης του υλικού που χρησιμοποιεί (τμήμα του κειμένου, πίνακες, σχήματα, εικόνες ή χάρτες), του ποσοστού και της σημαντικότητας των πιθανών συνεπειών αυτής στην αγορά ή στη γενικότερη αξία του υπό copyright κειμένου.

Η παρούσα Διπλωματική Εργασία εγκρίθηκε ομόφωνα από την Τριμελή Εξεταστική Επιτροπή που ορίστηκε από τη ΕΔιΕ του ΔΠΜΣ σύμφωνα με τον Κανονισμό Λειτουργίας του ΔΠΜΣ ‘Διοίκηση στη Ναυτική Επιστήμη και Τεχνολογία’.

Τα μέλη της Επιτροπής ήταν:

ΜΕΛΟΣ Α΄: Χρήστος Βαζούρας (Επιβλέπων)

ΜΕΛΟΣ Β΄: Μιχαήλ Φαφαλιός

ΜΕΛΟΣ Γ΄: Ανδρέας Τσιγκόπουλος



*“ Αλέξανδρος Τουζλαντζής – Κωνσταντίνος Χαρίσης ”,
“ Ολοκληρωμένο Σύστημα Ναυτιλίας / Γέφυρας (INS / IBS) ”*

Με την συγγραφή της διπλωματικής αυτής εργασίας ολοκληρώνονται οι σπουδές μας στο μεταπτυχιακό πρόγραμμα σπουδών «Διοίκηση στη Ναυτική Επιστήμη και Τεχνολογία» που συνδιοργανώνεται από την Σχολή Ναυτικών Δοκίμων και το Πανεπιστήμιο Πειραιώς. Η συμβολή των αξιέπαινων καθηγητών μας ήταν καθοριστική καθόσον μέσω της καθοδήγησης, της διδασκαλίας, της μεταδοτικότητας και της υπομονής και επιμονής τους καταφέραμε να ολοκληρώσουμε το πρόγραμμα κάτω από δύσκολες συνθήκες.

Ιδιαίτερα επιθυμούμε να ευχαριστήσουμε τους καθηγητές μας και επιβλέποντες της παρούσας διπλωματικής εργασίας, κ. Μιχαήλ Φαφαλιό και κ. Χρήστο Βαζούρα, για την συμβουλευτική, επιστημονική καθοδήγηση που μας προσέφεραν μέσω επικοινωνητικών αλλά και πολύ εύστοχων παρατηρήσεων.

Για το τέλος αφήσαμε να ευχαριστήσουμε τις οικογένειες μας μέσω των οποίων η περάτωση των σπουδών μας δεν θα μπορούσε να επιτευχθεί. Ευχαριστούμε για την υπομονή αλλά και για την συμπαράσταση σας.



Πίνακας Περιεχομένων

Πίνακας Περιεχομένων	v
Πίνακας Σχημάτων	vi
Πίνακες	vii
Περίληψη	viii
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: Εισαγωγή	1
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: Ναυτικά ατυχήματα και ανθρώπινος παράγοντας	3
2.1 Κατηγορίες Ναυτικών Ατυχημάτων	3
2.2 Αίτια ναυτικών ατυχημάτων - Ανθρώπινος παράγοντας	4
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: Ναυτιλιακά όργανα / συστήματα	8
3.1 Πυξίδα	8
3.1.1 Μαγνητική πυξίδα	8
3.1.2 Γυροσκοπική πυξίδα	9
3.1.3 Δορυφορική πυξίδα	10
3.2 Δρομόμετρο	10
3.3 Ηχοβολιστική συσκευή	11
3.4 Σύστημα γεωδαισίας (GNSS)	12
3.5 AIS	13
3.6 Ανεμομετρικά όργανα	14
3.7 Ραντάρ ναυσιπλοΐας ARPA	15
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: Ηλεκτρονικός χάρτης (ENC)	17
4.1 Ναυτικοί χάρτες ψηφιδωτής μορφής (raster charts)	17
4.2 Ναυτικοί χάρτες διανυσματικής μορφής (vector charts)	18
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: Σύστημα ECDIS	20
5.1 Οι λειτουργίες και οι δυνατότητες Σχεδίασης πλου	22
5.2 Οι λειτουργίες και οι δυνατότητες στη λειτουργία Παρακολούθηση πλου	22
5.3 Διασυνδέσεις ECDIS:	23
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: Πρωτόκολλα NMEA	26
6.1 NMEA 0183	26
6.2 NMEA 2000	28
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7: Ολοκληρωμένο σύστημα Γέφυρας	32
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8: Επίλογος - Συμπεράσματα	38
Βιβλιογραφία	40



Πίνακας Σχημάτων

Εικόνα 1: Κατανομή ναυτικών ατυχημάτων σε πλοία. (EMSA, 2020, σελ. 17)	5
Εικόνα 2: Κατανομή παραγόντων ναυτικών ατυχημάτων. (EMSA, 2020, σελ. 25)	6
Εικόνα 3: Ανάλυση παραγόντων ατυχημάτων Ανθρώπινων Χειρισμών. (EMSA, 2020, σελ. 43).....	6
Εικόνα 4: Μαγνητική πυξίδα.	9
Εικόνα 5: Γυροσκοπική πυξίδα.....	9
Εικόνα 6: Δρομόμετρο.	11
Εικόνα 7: Ηχοβολιστική συσκευή.....	12
Εικόνα 8: Σύστημα προσδιορισμού θέσης.....	13
Εικόνα 9: Σύστημα AIS.	14
Εικόνα 10: Ανεμόμετρο.	15
Εικόνα 11: Ραντάρ ARPA.....	16
Εικόνα 12: Ηλεκτρονικοί χάρτες (ENC) ψηφιδωτής μορφής (raster charts) και διανυσματικής μορφής (vector charts).	19
Εικόνα 13: Σύστημα ECDIS.	21
Εικόνα 14: Διασυνδέσεις ECDIS.	24
Εικόνα 15: Ηλεκτρολογική διασύνδεση NMEA 0183.....	27
Εικόνα 16: Διασυνδέσεις NMEA 0183 ηλεκτρονικών συσκευών σε πλοίο.....	28
Εικόνα 17: Διασυνδέσεις NMEA 2000 ηλεκτρονικών συσκευών σε πλοίο.....	29
Εικόνα 18: Πλήρες πακέτο πληροφορίας πρωτοκόλλου NMEA 2000.....	30
Εικόνα 19: Διασυνδεδεμένος εξοπλισμός ολοκληρωμένου συστήματος ναυτιλίας.	32
Εικόνα 20: Διασυνδεδεμένος εξοπλισμός ολοκληρωμένου συστήματος γέφυρας.....	34
Εικόνα 21: Νοητική απεικόνιση ολοκληρωμένου συστήματος γέφυρας.	35
Εικόνα 22: Διασυνδεδεμένος εξοπλισμός IBS.....	36
Εικόνα 23: Διασυνδεδεμένος εξοπλισμός IBS – Επιβιωσιμότητα Συστήματος.....	37



*“ Αλέξανδρος Τουζλαντζής – Κωνσταντίνος Χαρίσης ”,
“ Ολοκληρωμένο Σύστημα Ναυτιλίας / Γέφυρας (INS / IBS) ”*

Πίνακες

Πίνακας 1: Δεδομένα ναυτικών ατυχημάτων κατά τα έτη 2014 έως 2019. (EMSA, 2020, σελ. 18).....5



Περίληψη

Σήμερα το Integrated Navigation System (INS) και, κατ' επέκταση το Integrated Bridge System (IBS), αποτελεί την επιτομή των σύγχρονων συστημάτων ηλεκτρονικής ναυτιλίας, το οποίο πηγάζει από την ιδέα του ECDIS με την προσαύξηση πλήθους αισθητήρων και ναυτιλιακών οργάνων που διασυνδέονται στην κοινή πληροφοριακή υποδομή για την αντίληψη της ναυτιλιακής κατάστασης και την υποβοήθηση της λήψης απόφασης περί του επικείμενου χειρισμού.

Με την προσθήκη τηλεπικοινωνιακών μέσων (π.χ. πρόσβαση στο διαδίκτυο για λήψη πληροφοριών καιρού – λιμένος, διορθώσεων χαρτών κλπ.), συστημάτων ελέγχου μηχανών και ηλεκτρομηχανών, το ολοκληρωμένο σύστημα γέφυρας καθίσταται ένα πλήρες σύστημα άσκησης διοίκησης και ελέγχου, μέσω του οποίου όχι μόνο προσδιορίζεται ο επικείμενος ελιγμός, αλλά περαιτέρω ελέγχεται η αποτελεσματικότητα των μέσων (μηχανές, αντλίες, πηδάλια κλπ.) που ενεργοποιούνται για την εκτέλεσή του. Το προαναφερόμενο σύστημα αφορά σε μία ευέλικτη υποδομή απεικόνισης και επεξεργασίας συνδυασμού πληροφοριών μέσω των οποίων:

α. Μειώνεται ο φόρτος εργασίας του ναυτικού, περιορίζεται ο χρόνος εκτέλεσης υπολογισμών και εξαγωγής ναυτιλιακών δεδομένων (στίγμα, ταχύτητα, γεωγραφική αναφορά, κινηματική στόχων) και παράλληλα αυξάνεται ο διατιθέμενος χρόνος για την ορθή λήψη απόφασης.

β. Βελτιώνεται η αποτελεσματικότητα της εκτέλεσης της φυλακής γέφυρας.

γ. Μεγιστοποιείται η επίγνωση του ναυτιλιακού περιβάλλοντος.

δ. Προσδιορίζεται με ταχύτητα και ακρίβεια ο βέλτιστος επικείμενος ελιγμός.

ε. Αποκτάται συναίσθηση της ακριβούς συμπεριφοράς του πλοίου και της ανταπόκρισής του στις διατασσόμενες κινήσεις.

στ. Ελέγχεται η αποτελεσματικότητα των ελιγμών και προσδιορίζονται οι τυχόν απαραίτητες διορθωτικές παρεμβάσεις.



Abstract

Today the Integrated Navigation System (INS) and, consequently, the Integrated Bridge System (IBS) is the epitome of modern navigational systems, which stems from the idea of ECDIS with the addition of a number of sensors and navigational instruments interconnected to the common information infrastructure, for the perception of the maritime situation and to assist in the decision-making on the forthcoming handling.

With the addition of modes of telecommunications (internet access for weather information, port facilities, map corrections, etc.), control systems of main engines and generator engines, the integrated bridge system becomes a complete command and control system, through which not only the impending maneuver is determined, but the performance of the individual systems (engines, pumps, rudders, etc.) is observed in detail.

The above system is referred to a flexible infrastructure for displaying and processing the combined information through which:

- a. The workload of the seafarers is reduced, the required time for performing calculations and exporting navigation data (position, speed, geographical reference, target kinematics) is limited and at the same time the available time for decision making is increased.
- b. Improves the bridge watch execution performance.
- c. Awareness of the maritime environment is maximized.
- d. The optimal oncoming maneuver is determined with speed and accuracy.
- e. Awareness of the exact behavior of the ship and its response to the ordered commands is gained.
- f. The effectiveness of the maneuvers is checked and any necessary corrective actions are identified.

Λέξεις – Κλειδιά

INS, IBS, ECDIS, intergrated system



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: Εισαγωγή

Η ασφάλεια ναυσιπλοΐας αποτελεί τομέα υψίστης σημασίας. Η ενημέρωση και η διαφύλαξη των ναυτιλομένων από τους κινδύνους κατά την πλεύση τους μπορεί να αποτρέψει τα ναυτικά ατυχήματα και συμβάντα που πιθανόν να οδηγήσουν σε θάνατο ή σοβαρό τραυματισμό ενός προσώπου, στην υλική ζημιά στο πλοίο ή στην σοβαρή ζημιά στο περιβάλλον. Το αντίκειμενο της παρούσας διπλωματικής εργασίας αφορά στην κατανόηση της σπουδαιότητας της χρήσης της τεχνολογίας αιχμής στο περιβάλλον της ναυτιλίας ως παράγοντας ασφάλειας κατά τον πλου. Η κατάλληλη αξιοποίηση υψηλού επιπέδου τεχνολογίας δύναται να καταστήσει την γέφυρα ενός πλοίου ένα ολοκληρωμένο και αυτόνομο κέντρο λήψης, επεξεργασίας και διαχείρισης πληροφοριών με απώτερο σκοπό την βέλτιστη διοίκηση αυτού και έλεγχο του περιβάλλοντος στο οποίο επιχειρεί.

Η τεχνολογία μας επιτρέπει να υπολογίσουμε δεδομένα τα οποία είναι πέραν των δυνατοτήτων της ανθρώπινης φύσης και μας δίνει την δυνατότητα να συνδυάσουμε μεγάλο πλήθος πληροφοριών με σκοπό την βέλτιστη επίγνωση του ναυτιλιακού περιβάλλοντος. Φυσικά η συμβολή της τεχνολογίας δεν εξαντλείται σε αυτό το σημείο. Ορμώμενοι από την επανάσταση που συνεχώς επιφέρει η τεχνολογία στο χώρο της ναυτιλίας, επικεντρωθήκαμε στο χώρο όπου ασκείται η διοίκηση και ο έλεγχος ενός πλοίου που δεν είναι άλλος από τη γέφυρα. Το προσωπικό της γέφυρας πρέπει να είναι οπλισμένο με όλα τα αισθητήρια, τα ναυτιλιακά όργανα και τα τηλεπικοινωνιακά μέσα ώστε να μπορεί να δέχεται όλες τις απαραίτητες πληροφορίες που θα τον βοηθήσουν στην καλύτερη αντίληψη του περιβάλλοντος. Μόνο με αυτό τον τρόπο θα μπορέσει να λάβει ορθές αποφάσεις με σκοπό την ασφαλή ναυσιπλοΐα ώστε να επιτελέσει το έργο του με ασφάλεια, πρωτίστως για το προσωπικό και δευτερευόντως για το υλικό.

Η παρούσα διπλωματική εργασία έχει οργανωθεί σε οκτώ κεφάλαια. Στο δεύτερο κεφάλαιο γίνεται αναφορά στις κατηγορίες και στα αίτια ναυτικών ατυχημάτων καθώς και στη βαρύτητα του ανθρώπινου παράγοντα. Δίνονται ορισμοί των ατυχημάτων αυτών και γίνεται παράθεση στατιστικών δεδομένων παρελθόντων ετών.

Στο τρίτο κεφάλαιο θα γίνει μία συντομη παρουσίαση και ανάλυση των σημαντικότερων ναυτιλιακών οργάνων και συστημάτων που απαιτούνται για την ορθή και ασφαλή ναυσιπλοΐα ενός σκάφους. Τα όργανα αυτά είναι οι ναυτικές πυξίδες, το δρομόμετρο, το ηχοβολιστικό, το GNSS, το AIS, το ανεμόμετρο και το ραντάρ



ναυσιπλοΐας. Επιπλέον αναλύεται ο ρόλος τους στο ολοκληρωμένο σύστημα ναυτιλίας καθώς είναι βαρύνουσας σημασίας.

Στο τέταρτο κεφάλαιο γίνεται μνεία στους ηλεκτρονικούς χάρτες και στις κατηγορίες αυτού. Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται κατανοητός ο λόγος που αντικαταστάθηκαν τα παραδοσιακά εργαλεία της ναυσιπλοΐας (έντυπος ναυτικός χάρτης, παράλληλο, μολυβί, κουμπάσο και γομολάστιχα) με τα Συστήματα Ηλεκτρονικού Χάρτη και διαφαίνεται η σημασία της διασύνδεσής τους με τα συστήματα καθορισμού θέσεως (GPS, GNSS, DGPS, κ.τ.λ.) καθώς και με το δρομόμετρο, το ναυτιλιακό ραντάρ, το σύστημα αυτομάτου αναγνώρισης (AIS), τη γυροπυξίδα, το σύστημα αυτόματης παρακολούθησης στόχων (ARPA) κλπ.

Στο πέμπτο κεφάλαιο επιχειρείται μια παρουσίαση του συστήματος ECDIS και της συμβολής του στην ασφαλή ναυσιπλοΐα. Το σύστημα αυτό έχει την δυνατότητα, συλλέγοντας πληροφορίες από τα ηλεκτρονικά βοηθήματα του πλοίου, να προετοιμάζει, να σχεδιάζει, να εκτελεί και να υποτυπώνει τον πλου. Επιπλέον στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται συνοπτικά οι λειτουργίες και οι διασυνδέσεις του ECDIS.

Οι τρόποι και τα πρωτόκολλα με τους οποίους μπορούν να συνδεθούν τα ναυτιλιακά όργανα και συστήματα επί πλοίου αναλύονται στο έκτο κεφάλαιο. Γίνεται αναφορά στον οργανισμό NMEA και στα πρότυπα διεπαφής τα οποία θεσπιστηκαν για την ηλεκτρολογική διασύνδεση και τον τρόπο ανταλλαγής δεδομένων.

Στο κεφάλαιο επτά περιγράφεται το αποτέλεσμα της ενσωμάτωσης όλων των προαναφερομένων συστημάτων το οποίο είναι το ολοκληρωμένο σύστημα ναυτιλίας και ολοκληρωμένο σύστημα γέφυρας καθώς και η συμβολή του στην επίγνωση του ναυτιλιακού περιβάλλοντος και στην ορθή λήψη αποφάσεων και χειρισμού του πλοίου.

Τέλος στο όγδοο κεφάλαιο γίνεται μία σύνοψη της διπλωματικής εργασίας με συμπεράσματα και προτάσεις.



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: Ναυτικά ατυχήματα και ανθρώπινος παράγοντας

Ένα σημαντικό ποσοστό ναυτικών ατυχημάτων αποδίδεται σε ανθρώπινο λάθος. Σύμφωνα με τον Κώδικα Διεθνών προτύπων και Πρακτικών του IMO (MSC 255(84)), σχετικά με τη Διερεύνηση Ναυτικών Ατυχημάτων και Συμβάντων, ως ναυτικό ατύχημα ορίζεται κάθε συμβάν σχετιζόμενο με την λειτουργία του πλοίου που έχει ως αποτέλεσμα:

- α. Το θάνατο ή το σοβαρό τραυματισμό ενός προσώπου,
- β. Την απώλεια προσώπου από το πλοίο,
- γ. Την απώλεια, ή τεκμαρτή απώλεια ή εγκατάλειψη ενός πλοίου,
- δ. Την υλική ζημιά στο πλοίο,
- ε. Την προσάραξη ή την ανικανότητα πλεύσης ή την εμπλοκή πλοίου σε σύγκρουση,
- στ. Την υλική ζημιά στην εξωτερική κατασκευή του πλοίου που εν δυνάμει εγκυμονεί κινδύνους στο ίδιο το πλοίο ή σε γειτνιάζον πλοίο,
- ζ. Τη σοβαρή ζημιά στο περιβάλλον ή την εν δυνάμει ζημιά σε αυτό ως απόρροια βλάβης σε πλοίο ή σε πλοία.

2.1 Κατηγορίες Ναυτικών Ατυχημάτων

Με στόχο την ορθότερη ενημέρωση του IMO τα Ατυχήματα και Συμβάντα έχουν κατηγοριοποιηθεί σε «Πολύ σοβαρά ατυχήματα», «Σοβαρά ατυχήματα», «Λιγότερο σοβαρά ατυχήματα» και «Ναυτικά συμβάντα». Τα Ατυχήματα είναι ανεπιθύμητα γεγονότα κατά τα οποία προκαλείται κάποιου είδους έκλυση ενέργειας με επίπτωση στο προσωπικό ή/και στο πλοίο συμπεριλαμβανομένου του εξοπλισμού και του φορτίου του ή και του περιβάλλοντος. Ως τέτοια λογίζονται τα ακόλουθα:

- α. Ανατροπή / Μόνιμη Κλίση: Είναι το ατύχημα κατά το οποίο το πλοίο δεν πλέει πλέον με τον ορθό τρόπο λόγω κακής ευστάθειας (αρνητικό μετακεντρικό ύψος) ή της εγκάρσιας μετατόπισης του κέντρου βάρους του ή επίδρασης εξωτερικών δυνάμεων.
- β. Σύγκρουση: Είναι το ατύχημα που προκαλείται όταν τα πλοία προσκρούουν ή προσκρούονται από άλλα πλοία, ανεξάρτητα από το εάν αυτά πλέουν ή είναι αγκυροβολημένα ή δεμένα στο λιμένα. Αυτού του είδους τα ατυχήματα δεν περιλαμβάνουν την περίπτωση πρόσκρουσης με υποβρύχια ναυάγια.



γ. Επαφή: Είναι το ατύχημα που προκαλείται από πρόσκρουση ή χτύπημα πλοίου με εξωτερικό αντικείμενο. Το αντικείμενα αυτά μπορούν να είναι επιπλέοντα (φορτίο, πάγος ή άλλο), σταθερά (αλλά όχι ο βυθος) ή ιπτάμενα.

δ. Καταστροφή σε εξοπλισμό, σύστημα ή πλοίο που δεν καλύπτεται από κανένα άλλο είδος ατυχήματος.

ε. Προσάραξη / Ακινητοποίηση ενός πλοίου εν κινήσει, λόγω χειρισμών, λόγω απώλειας ισχύος, λόγω έκπτωσης, λόγω επαφής με τον βυθό, ακτών ή υποβρύχιων ναυαγίων.

στ. Πυρκαγιά / έκρηξη: Είναι η ανεξέλεγκτη ανάφλεξη των εύλεκτων χημικών ή άλλων υλικών επί του πλοίου.

ζ. Βύθιση / Διαρροή: Είναι το γεγονός εισροής ύδατος στο πλοίο.

η. Αστοχία κύτους: Αστοχία που επηρεάζει τη δομική αντοχή του πλοίου.

θ. Απώλεια ελέγχου: Είναι η ολική ή προσωρινή απώλεια της ικανότητας χειρισμού ή ελιγμών του πλοίου, πτώση ηλεκτρικής ισχύος ή της ικανότητας μεταφοράς φορτίου.

ι. Εξαφάνιση: Είναι το ατύχημα ενός πλοίου κατά το οποίο η τύχη του είναι ακαθόριστη χωρίς να έχει ληφθεί πληροφορία για την απώλεια του μετά την πάροδο ενός εύλογου χρονικού διαστήματος.

ια. Γεγονότα μη ατυχηματικού χαρακτήρα: Είναι σκόπιμα γεγονότα ως απόρροια παράνομων ή εχθρικών ενεργειών και επομένως δε θεωρούνται Ναυτικά Ατυχήματα ή Συμβάντα. Τέτοια λογίζονται οι πράξεις πολέμου, οι εγκληματικές ενέργειες ή η παράνομη απόρριψη ρυπογόνων ουσιών, πετρελαίου ή άλλων επιβλαβών ουσιών στο θαλάσσιο περιβάλλον.

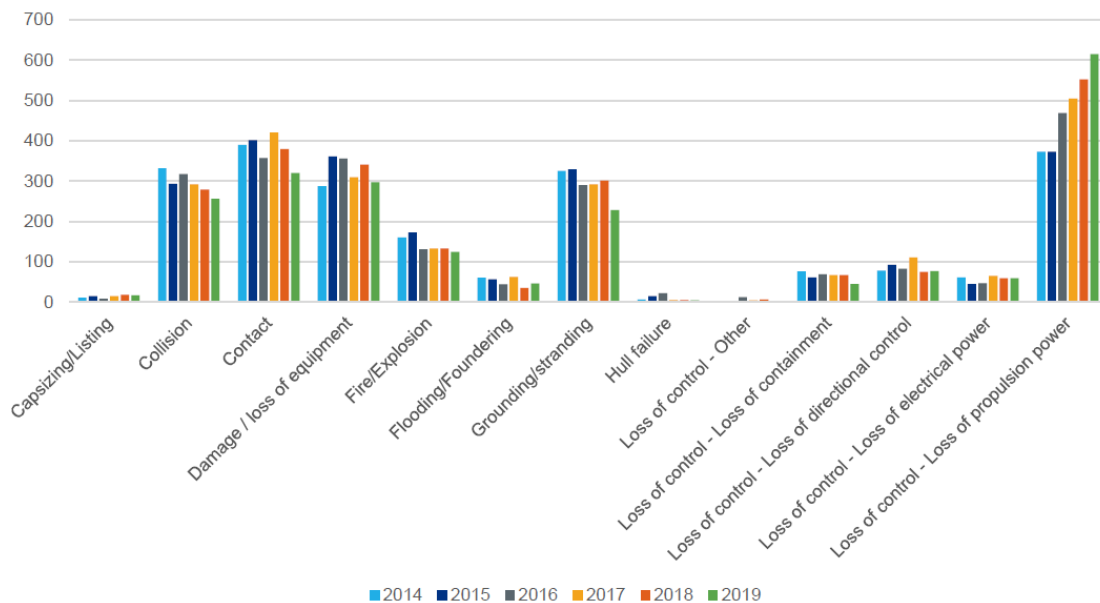
2.2 Αίτια ναυτικών ατυχημάτων - Ανθρώπινος παράγοντας

Σύμφωνα με την ετήσια απολογιστική έκθεση του EMSA για τα Ναυτικά Ατυχήματα και Συμβάντα, που εκδόθηκε την 19/11/2020, η κατανομή των Ναυτικών Ατυχημάτων τα τελευταία χρόνια διαμορφώθηκε με βάση την κατανομή που φαίνεται στον Πίνακα 1 και Εικόνα 1.



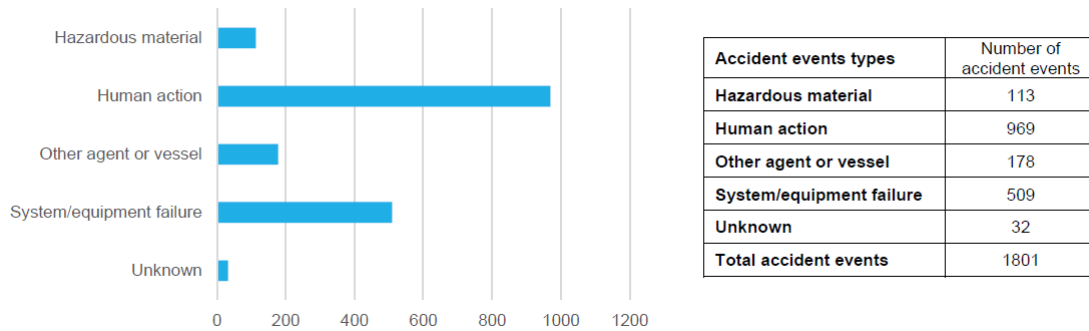
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	Total
Capsizing/Listing	11	15	8	15	18	17	84
Collision	332	293	317	292	279	256	1769
Contact	390	402	357	420	379	320	2268
Damage / loss of equipment	287	361	356	310	341	297	1952
Fire/Explosion	160	173	131	133	133	124	854
Flooding/Foundering	60	56	44	62	35	46	303
Grounding/stranding	325	329	290	292	301	228	1765
Hull failure	6	15	22	5	5	4	57
Loss of control - Other	1	1	12	4	6	0	24
Loss of control - Loss of containment	76	61	69	67	67	45	385
Loss of control - Loss of directional control	78	92	83	111	75	77	516
Loss of control - Loss of electrical power	61	45	47	65	59	59	336
Loss of control - Loss of propulsion power	373	373	469	504	552	615	2886
Missing	0	0	1	1	1	2	5
Total	2160	2216	2206	2281	2251	2090	13204

Πίνακας 1: Δεδομένα ναυτικών ατυχημάτων κατά τα έτη 2014 έως 2019. (EMSA, 2020, σελ. 18)



Εικόνα 1: Κατανομή ναυτικών ατυχημάτων σε πλοία. (EMSA, 2020, σελ. 17)

Επιπλέον, σύμφωνα με την ίδια έκθεση, η κατανομή του παραγόντων που οδηγούν σε αυτά τα ατυχήματα, για την εξεταζόμενη περίοδο των τελευταίων ετών, φαίνεται στην Εικόνα 2.

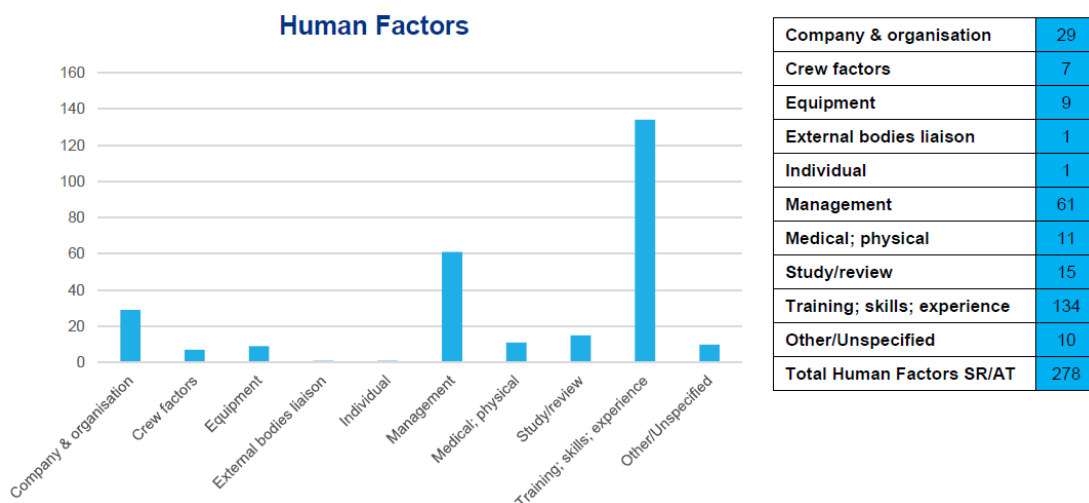


Εικόνα 2: Κατανομή παραγόντων ναυτικών ατυχημάτων. (EMSA, 2020, σελ. 25)

Αυτοί κατηγοριοποιούνται σε:

- α. Ανθρώπινος χειρισμός
- β. Άστοχία υλικού / συστήματος
- γ. Επικίνδυνα υλικά
- δ. Άλλο πλοίο
- ε. Απροσδιόριστος

Στο γράφημα διακρίνεται ότι το 54% των ατυχημάτων αποδίδονται σε «Ανθρώπινους χειρισμούς». Με περαιτέρω ανάλυση των στατιστικών στοιχείων φαίνεται στην εικόνα 3 ότι η εκπαίδευση, η εξάσκηση και η εμπειρία συνεισφέρει σε μεγάλο βαθμό στα ατυχήματα που οφείλονται στον ανθρώπινο παράγοντα.



Εικόνα 3: Ανάλυση παραγόντων ατυχημάτων Ανθρώπινων Χειρισμών. (EMSA, 2020, σελ. 43)



*“ Αλέξανδρος Τουζλαντζής – Κωνσταντίνος Χαρίσης ”,
“ Ολοκληρωμένο Σύστημα Ναυτιλίας / Γέφυρας (INS / IBS) ”*

Μπορούμε να συμπεράνουμε ότι αρκετά από τα Ναυτικά Ατυχήματα που αφορούν είτε στην προσάραξη σε αβαθή είτε στη σύγκρουση πλοίων θα μπορούσαν, σε ικανοποιητικό βαθμό, να είχαν αποφευχθεί εάν είχε προηγηθεί στοιχειώδης αξιοποίηση των σύγχρονων ηλεκτρονικών ναυτικών συστημάτων. Το κύριο χαρακτηριστικό για την αποφυγή ναυτικών ατυχημάτων είναι ο επαγγελματισμός καθώς και η αυξημένη εγρήγορση, πρόβλεψη, αντίληψη και μακροχρόνια εκπαίδευση. Αυτά τα χαρακτηριστικά σε συνδυασμό με τη χρήση των σύγχρονων διατιθέμενων μέσων εκτέλεσης ασφαλούς ναυσιπλοΐας μπορούν να αποβούν καθοριστικά για την αποφυγή ναυτικών ατυχημάτων και συμβάντων.



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: Ναυτιλιακά όργανα / συστήματα

Τα σημαντικότερα από τα ναυτιλιακά όργανα και συστήματα τα οποία απαιτούνται για την ασφαλή ναυσιπλοΐα ενός πλοίου είναι τα ακόλουθα:

3.1 Πυξίδα

Η πυξίδα είναι ένα πολύ βασικό και χρήσιμο όργανο για την εκτέλεση της ναυσιπλοΐας και είναι άμεσα συνδεδεμένο με την ασφάλεια του πλοίου. Είναι ένα ναυτιλιακό όργανο με το οποίο επιτυγχάνεται η κατάδειξη του Βορρά και κατά συνέπεια ο προσανατολισμός του ναυτιλομένου. Οι σημαντικότερες ναυτικές πυξίδες σήμερα είναι η μαγνητική, η γυροσκοπική και η δορυφορική, οι οποίες και αναλύονται παρακάτω.

3.1.1 Μαγνητική πυξίδα

Η πιο απλή πυξίδα είναι η μαγνητική την οποία τη συναντάμε σε κάθε πλοίο. Οι κινέζοι την χρησιμοποιούσαν από τον 7^ο αιώνα π.Χ. και μέσω εμπορικών συναλλαγών την έμαθαν οι Πέρσες, οι Άραβες και οι Ευρωπαίοι. Η αρχή λειτουργίας της βασίζεται στον προσανατολισμού ενός σιδηρομαγνητικού υλικού, όπως μία βελόνα, παράλληλα με τις γραμμές του μαγνητικού πεδίου της Γης, με κατεύθυνση το μαγνητικό μεσημβρινό του τόπου. Η μαγνητική πυξίδα ευθυγραμμίζεται δηλαδή στην κατεύθυνση του μαγνητικού Βορρά / Νότου.

Σημαντικά πλεονεκτήματα αυτής της πυξίδας είναι ότι εμφανίζει σπάνιες βλάβες, το κόστος κατασκευής της είναι μικρό και δεν απαιτείται ηλεκτρική ισχύς για την λειτουργία της. Με την τεχνολογική πρόοδο η μαγνητική πυξίδα βελτιώθηκε, όχι ως προς την αρχή λειτουργίας της, αλλά ως προς τον τρόπο αξιοποίησης της παρεχόμενης πληροφορίας από αυτήν. Με την χρήση κατάλληλης διάταξης πηνίων η ένδειξη της πορείας μετατρέπεται σε ηλεκτρικό σήμα, το οποίο με την σειρά του μετατρέπεται από αναλογικό σε ψηφιακό, ώστε να μπορεί εν τέλει η μαγνητική πυξίδα να διασυνδέεται με τα υπόλοιπα ηλεκτρονικά ναυτιλιακά όργανα του πλοίου.



Εικόνα 4: Μαγνητική πυξίδα.

3.1.2 Γυροσκοπική πυξίδα

Την αρχική ιδέα του γυροσκοπίου την είχε ο Λέων Φουκώ (1851). Ορμώμενος από τις ιδιότητες του εκκρεμούς (το οποίο μπορούσε να κρατήσει το επίπεδο αιώρησης του σταθερό κατά την διάρκεια του χρόνου) εμπνεύστηκε το γυροσκόπιο. Το 1852 και ενώ παρατηρούσε το παιγνίδι "σβούρα" άρχισε να το κατασκευάζει και συνυπολογίζοντας την βαρύτητα και την αδράνεια εμπνεύστηκε την γυροσκοπική αδράνεια. Μετά την παρέλευση περίπου πενήντα επτά ετών η ηλεκτρική ενέργεια κατέστησε δυνατή την περιστροφή του και ο Χέρμαν Άνσουτς (Herman Anschütz - Karfe) κατάφερε και κατασκεύασε τη γνωστή μας γυροσκοπική πυξίδα. Το 1911 και βασιζόμενος σε διαφορετικό τρόπο στήριξης ο Έλμερ Σπέρρυ (Elmer Sperry) κατάφερε να φτιάξει και αυτός μια γυροσκοπική πυξίδα στην οποία σταθεροποίησε τον άξονα περιστροφής ως προς τον Βορρά με διαφορετικό τρόπο.



Εικόνα 5: Γυροσκοπική πυξίδα.



Τα σημερινά πλοία έχουν εγκατεστημένες γυροσκοπικές πυξίδες προς υποβοήθηση της ναυσιπλοΐας και της πηδαλιούχησης, καταδεικνύοντας τη διεύθυνση του αληθούς Βορρά στον Αξιοματικό γέφυρας. Η λήψη διόπτρευσης πραγματοποιείται με τους ηλεκτρικούς επαναλήπτες, οι οποίοι είναι τοποθετημένοι κυρίως στη γέφυρα και παρακολουθούν την κύρια πυξίδα (master gyro-compass). Η ιδιότητα του γυροσκοπίου να δείχνει τον αληθινό μεσημβρινό είναι αυτή που μας καθοδηγεί δίχως αποκλίσεις και παρεκτροπές καθόσον όλες οι διοπτρεύσεις είναι πλέον αληθινές. Η κύρια πυξίδα τροφοδοτείται από το ρεύμα πλοίου και χρειάζεται δύο και πλέον ώρες για να ταυτιστεί με τον μεσημβρινό.

3.1.3 Δορυφορική πυξίδα

Εκτός από τις σύγχρονες Digital πυξίδες και με την ανάπτυξη του συστήματος δορυφορικών συστημάτων προσδιορισμού θέσης GNSS (Global Navigation Satellite System) μας δόθηκε η δυνατότητα κατασκευής της δορυφορικής πυξίδας. Τοποθετώντας δύο κεραίες κατά το μήκος του πλοίου, οι οποίες δέχονται σήματα GPS/GNSS, μπορούμε να προσδιορίσουμε την center line του πλοίου σε σχέση με τον αληθινό Βορρά.

3.2 Δρομόμετρο

Τα πρώτα δρομόμετρα εφευρέθηκαν το 17ο αιώνα. Η ακριβής μέτρηση της ταχύτητας ενός πλοίου είναι καίριας σημασίας για την ασφάλειά του. Από τα πρώτα δρομόμετρα, με τα οποία μετρούσαν τους κόμβους σε ένα σκοινί ανά 30 ή 60 δευτερόλεπτα, η εξέλιξη υπήρξε εντυπωσιακή.

Ένα δρομόμετρο παλαιάς τεχνολογίας είναι το δρομόμετρο έλικας. Αυτό αποτελείται από μία ελεύθερα περιστρεφόμενη έλικα. Η πίεση του θαλάσσιου νερού, από την κίνηση του πλοίου, εξαναγκάζει την περιστροφή μιας έλικας που είναι τοποθετημένη σε μία κυλινδρική υποδοχή. Όσο μεγαλύτερη είναι η ταχύτητα του πλοίου τόσο γρηγορότερα περιστρέφεται η έλικα. Η ακρίβεια αυτού του δρομομέτρου εξαρτάται από την σωστή ευθυγράμμιση του άξονα της έλικας με το διάμηκες του πλοίου αλλά και από την ελευθερία της περιστροφής λόγω ρύπων.

Στην προσπάθεια αύξησης της ακρίβειας και βελτίωσης της αποδοτικότητας του δρομομέτρου αναπτύχθηκαν και άλλοι μέθοδοι μέτρησης. Έτσι υπάρχουν τα δρομόμετρα



i) έλικας, ii) μεταβολής πίεσης νερού, iii) ηλεκτρομαγνητικής επαγωγής, iv) Doppler, v) ακουστικής συσχέτισης. Η ταχύτητα του πλοίου μπορεί να μετρηθεί ως προς το βυθό ή ως προς το νερό κάτω από την ίσαλο.



Εικόνα 6: Δρομόμετρο.

3.3 Ηχοβολιστική συσκευή

Το όργανο μέσω του οποίου μπορούμε να υπολογίσουμε το βάθος της θάλασσας και την απόσταση από την καρίνα του σκάφους μας ονομάζεται βυθόμετρο (echo sounder). Αυτή είναι μία συσκευή η οποία εκπέμπει ηχητικά κύματα προς το βυθό και αξιοποιώντας τη συμπεριφορά τους μπορούμε να προσδιορίσουμε το βάθος από την τροπίδα του σκάφους. Τα κύματα αυτά είτε διαχέονται είτε ανακλώνται σε διαφορετικές διευθύνσεις είτε χάνονται (απορρόφηση). Τα κύματα μετά την ανάκλαση επιστρέφουν στην είσοδο του οργάνου μας, η συσκευή από πομπός εναλλάσσεται σε δέκτη και μέσω της μέτρησης της διαφοράς χρόνου, από την εκπομπή μέχρι την λήψη, δύναται να υπολογιστεί το βάθος της θάλασσας. Αυτό γίνεται με το συνυπολογισμό του διαστήματος, του χρόνου, και της ταχύτητας. Στις σύγχρονες ηχοβολιστικές συσκευές μπορούμε να προσαρμόσουμε μια έγχρωμη ψηφιακή οθόνη όπου απεικονίζεται το ηχόγραμμα και η μορφολογία του απεικονιζομένου βυθού.



Εικόνα 7: Ηχοβολιστική συσκευή.

3.4 Σύστημα γεωδαισίας (GNSS)

Η πρώτη χώρα που δημιούργησε συστήματα δορυφορικής ναυτιλίας ήταν η Σοβιετική Ένωση, με την εκτόξευση του Sputnik-1, το 1957. Κατά τη δεκαετία του '80 άρχισε να ακμάζει η υλοποίηση των σχετικών προγραμμάτων από τις δύο υπερδυνάμεις: την Σοβιετική Ένωση και τις ΗΠΑ. Οι αντίστοιχες ονομασίες τους ήταν Glonass και GPS και σκοπό είχαν να καλύπτουν ένα ευρύ φάσμα εφαρμογών εντοπισμού θέσης, πλοήγησης και παροχής ακριβούς χρόνου αναφοράς. Γι' αυτό ονομαστήκαν και Συστήματα Προσδιορισμού Θέσεως, Πλοηγήσεως και Χρόνου (Position, Navigation and Time Systems – PNT). Σε συνέχεια των συστημάτων αυτών μπήκαν το Galileo και το BeiDou της Ευρωπαϊκής ένωσης και της Κίνας αντίστοιχα.

Τα Παγκόσμια Συστήματα Δορυφορικής Ναυτιλίας (Global Navigation Satellite Systems – GNSS) λειτουργούν με είκοσι τέσσερις έως τριάντα δορυφόρους και λειτουργούν με τη γνωστή αρχή «Αν είναι γνωστές οι αποστάσεις του δορυφορικού δέκτη ενός συστήματος GNSS από τρεις τουλάχιστον δορυφόρους, καθώς και οι θέσεις των δορυφόρων αυτών, τότε η θέση του δέκτη προσδιορίζεται στην τομή των σφαιρικών επιφανειών οι οποίες έχουν κέντρα τις θέσεις των δορυφόρων και ακτίνες ίσες με τις μετρούμενες αποστάσεις δορυφόρου δέκτη» (Παλληκάρης, 2016, σελ. 162). Στην πράξη η εφαρμογή της ως άνω αρχής απαιτεί πολύπλοκες διεργασίες και μετρήσεις με περισσότερους δορυφόρους.

Επιπλέον υπάρχουν και άλλα δύο συστήματα που αναπτύσσονται, σε περιφερειακό επίπεδο. Για την περιοχή της Ασίας και Ωκεανίας το QZSS από την Ιαπωνία, και για την περιφέρεια της Ινδίας το NAVIC.



Εικόνα 8: Σύστημα προσδιορισμού θέσης.

3.5 AIS

Τα πλοία οφείλουν να ενημερώνουν και να παρέχουν πληροφορίες σχετικά με το φορτίο τους, τον λιμένα απόπλου και κατάπλου, την ταυτότητά τους καθώς και οποιασδήποτε άλλη χρήσιμη πληροφορία. Για να επιτευχθεί αυτό χρησιμοποιείται το Αυτόματο Σύστημα Αναγνώρισεως ή αλλιώς AIS (Automatic Identification System), το οποίο είναι ένα σύστημα ανταλλαγής ψηφιακών σημάτων μεταξύ πλοίων και παράκτιων συστημάτων κυκλοφορίας πλοίων. Η ανταλλαγή πληροφορίας γίνεται αυτόματα και στη συχνότητα των υπερβραχέων κυμάτων (VHF).

Σύμφωνα με τον Διεθνή Ναυτιλιακό Οργανισμό σκοπός της ανάπτυξης του AIS αποτελεί:

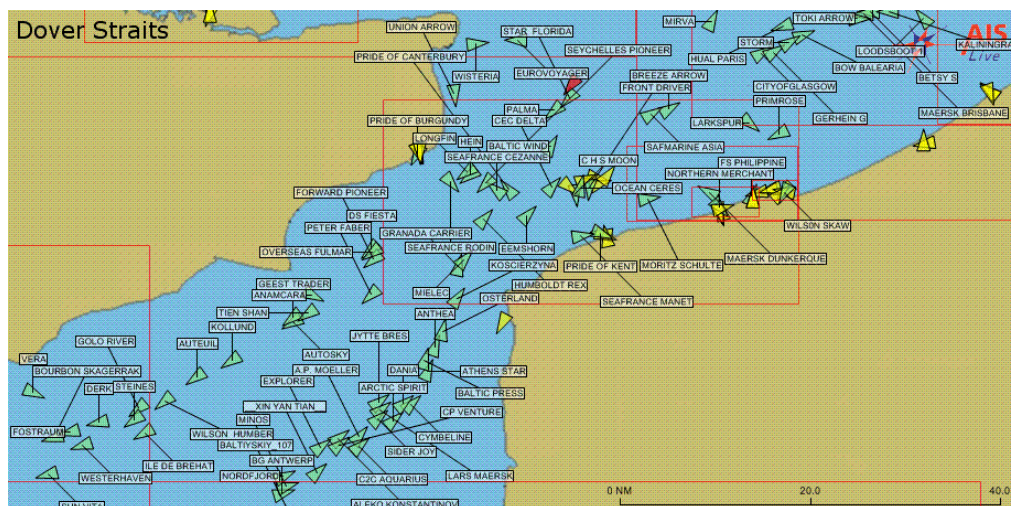
- α. Η βελτίωση και προαγωγή του επιπέδου ασφάλειας κατά τον πλου.
- β. Η δυνατότητα εκτέλεσης αποτελεσματικότερης και ασφαλέστερης ναυτιλίας.
- γ. Η αναγνώριση στόχων και η υποβοήθηση στην παρακολούθηση αυτών.
- δ. Η παροχή επιπρόσθετης πληροφορίας για την ορθή εκτίμηση του ναυτιλιακού περιβάλλοντος.
- ε. Η απλούστευση στην επικοινωνία και στην ανταλλαγή πληροφοριών μεταξύ πλοίων.

Η επικοινωνία των πομποδεκτών AIS υλοποιείται με χρήση ταυτόχρονης εκπομπής δύο κυμάτων συχνότητας 161,975 MHz και 162,025 MHz. Η δεύτερη



συχρότητα χρησιμοποιείται για την αποφυγή προβλημάτων από παρεμβολές καθώς και για την ανεμπόδιστη συμμετοχή μεγάλου αριθμού πλοίων στο δίκτυο. Η εμβέλεια του συστήματος πρακτικά ανέρχεται στα 40 ναυτικά μίλια για μεγάλα πλοία και στα 20 ναυτικά μίλια για μικρά πλοία. Τα παράκτια συστήματα αναμεταδοτών συμβάλλουν στην κατακόρυφη αύξηση της εμβέλειας αυτής.

Στο σύστημα AIS το εκπεμπόμενο σήμα χρησιμοποιεί την μέθοδο Αυτοδιαχειριζόμενης Πολλαπλής Πρόσβασης Διαιρέσεως Χρόνου (Self-Organized Time Division Multiple Access - SOTDMA) μέσω της οποίας τα πλοία, πριν την εκπομπή των πληροφοριών του AIS, ανταλλάσσουν τυποποιημένα σήματα ελέγχου. Με αυτά τα σήματα ελέγχου προσδιορίζονται όλες οι παράμετροι του κάθε πλοίου για τη συμμετοχή αυτού στο δίκτυο.



Εικόνα 9: Σύστημα AIS.

3.6 Ανεμομετρικά όργανα

Τα όργανα εκείνα με τα οποία μπορούμε να προσδιορίσουμε και να καταγράψουμε τη διεύθυνση και την ταχύτητα του ανέμου τα ονομάζουμε ανεμομετρικά όργανα. Τα όργανα αυτά είναι οι ανεμοδείκτες και τα ανεμόμετρα αντίστοιχα. Η συνήθης πρακτική είναι τα όργανα αυτά να συνδυάζονται, οπότε πολλές φορές όταν αναφερόμαστε σε ανεμόμετρα εννοούμε συγχρόνως και τους ανεμοδείκτες. Τα ανεμομετρα χωρίζονται σε ταχύτητας και πίεσης. Στην κατηγορία ταχύτητας τα συνηθέστερα είναι κυπέλου και



φτερωτής. Σε όλους τους τύπους σκαφών έχουν εγκατασταθεί τέτοια όργανα προκειμένου να αξιοποιηθούν από το πλήρωμα γέφυρας του πλοίου κατά την διάρκεια της πλεύσης.



Εικόνα 10: Ανεμόμετρο.

3.7 Ραντάρ ναυσιπλοΐας ARPA

Τη δεκαετία του '70 εμφανίστηκαν στα ναυτιλιακά P/E δυνατότητες παρακολούθησως στόχων και ανάλυσης της κινηματικής τους συμπεριφοράς. Οι συσκευές αυτές είναι γνωστές ως ARPA (Automatic Radar Plotting Aids). Η παρουσία αυτών των συσκευών επεκτάθηκε την δεκαετία του '80 καθόσον ο IMO αλλά και οι εθνικές νομοθεσίες τις καθιέρωσαν επειδή η λειτουργία τους επιτρέπει την παρακολούθηση στόχων. Για την επεξεργασία των στοιχείων οι συσκευές αυτές χρησιμοποιούν κατάλληλο υπολογιστή με εξειδικευμένο λογισμικό (software). Οι συσκευές ARPA δίνουν επιλύσεις σε προβλήματα αληθούς και σχετικής κίνησης του σκάφους, όπου παραδοσιακά εκτελούνταν με γραφικές μεθόδους υποτύπωσης σε αβάκιο χειρισμών. Ο ρόλος τους είναι να απελευθερώνουν τον ναυτιλόμενο από επαναλαμβανόμενες και κοπιαστικές χειροκίνητες διαδικασίες έτσι ώστε να δύναται να αντιμετωπίσει επικίνδυνες καταστάσεις δίνοντας του χρόνο να εστιάζει στην διαδικασία λήψης απόφασης.

Η σημερινή τεχνολογία επιτρέπει την σχεδίαση προηγμένων συσκευών P/E ARPA με εξαιρετικές δυνατότητες. Στο παρελθόν οι συσκευές αυτές λειτουργούσαν



*“ Αλέξανδρος Τουζλαντζής – Κωνσταντίνος Χαρίσης ”,
“ Ολοκληρωμένο Σύστημα Ναυτιλίας / Γέφυρας (INS / IBS) ”*

διασυνδεδεμένες με τις εγκαταστημένες στα πλοία συσκευές P/E, σήμερα προσφέρουν ένα ολοκληρωμένο σύστημα P/E ARPA.



Εικόνα 11: Ραντάρ ARPA.



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: Ηλεκτρονικός χάρτης (ENC)

Ένας ιστορικός σταθμός για την εξέλιξη των μεθόδων ναυσιπλοΐας αποτελεί το έτος 1995 όπου από τον Διεθνή Ναυτιλιακό Οργανισμό (IMO) υιοθετήθηκαν και θεσμοθετήθηκαν οι τεχνικές και λειτουργικές προδιαγραφές για την χρήση Συστημάτων Απεικόνισης Ηλεκτρονικού Χάρτη και πληροφοριών (Electronic Chart Display and Information System - ECDIS). Τα παραδοσιακά εργαλεία της ναυσιπλοΐας (έντυπος ναυτικός χάρτης, παράλληλο, μολυβί, κουμπάσο και γομολάστιχα) αντικαταστάθηκαν με τα Συστήματα Ηλεκτρονικού Χάρτη.

Ένα τυπικό σύστημα ηλεκτρονικού χάρτη αποτελείται από:

α. Τον υλικό εξοπλισμό (hardware) ο οποίος αποτελείται από έναν έγχρωμο Ηλεκτρονικό Υπολογιστή με διασυνδέσεις (interfaces) με τα συστήματα καθορισμού θέσεως (GPS, GNSS, DGPS, κ.τ.λ.) καθώς και με δρομόμετρο, ναυτιλιακό ραντάρ, σύστημα αυτομάτου αναγνώρισης (AIS), γυροπυξίδα, σύστημα αυτόματης παρακολούθησης στόχων (ARPA) κλπ.

β. Κατάλληλο λογισμικό (software) το οποίο να παρέχει τις λειτουργίες που απαιτούνται για την εκτέλεση εργασιών προετοιμασίας, σχεδίασης και εκτέλεσης πλου.

γ. Τα δεδομένα (DATA) όπου αποτελούνται από τα ψηφιακά αρχεία και περιέχουν τους ηλεκτρονικούς χάρτες αλλά και διάφορες άλλες πληροφορίες όπως ναυτικές οδηγίες και φαροδείκτες κτλ.

Οι πρώτοι ηλεκτρονικοί χάρτες εμφανίστηκαν περί τα μέσα του '80 και με την εξέλιξη της τεχνολογίας αναπτύχθηκαν σε ολοκληρωμένα πληροφοριακά συστήματα (information systems) με πολλαπλασιασμό των δυνατοτήτων τους όπως η απεικόνιση πληρέστερων χαρτών.

4.1 Ναυτικοί χάρτες ψηφιδωτής μορφής (raster charts)

Οι ναυτικοί χάρτες ψηφιδωτής ή πεπλεγμένης μορφής (raster format) είναι πιστά αντίγραφα αντίστοιχων έντυπων χαρτών, παραδοσιακών που χρησιμοποιούσαν στη ναυτιλία. Ένας ηλεκτρονικός ψηφιακός ναυτικός χάρτης αποτελείται από επί μέρους



στοιχειώδη τμήματα που ονομάζονται ψηφίδες ή εικονοψηφίδες (pixels) όπου χρωματίζονται αναλόγως με τις συντεταγμένες. Η ευκρίνεια αποδόσεως των σημειακών και γραμμικών στοιχείων ενός τέτοιου χάρτη εξαρτάται από το μέγεθος των εικονοψηφίδων (όσο μικρότερο το μέγεθος τόσο καλύτερη και ευκρινέστερη η απεικόνιση). Τα προαναφερόμενα χαρακτηριστικά αποτελούν κοινά χαρακτηριστικά οποιουδήποτε ψηφιακού αρχείου εικόνας σε ψηφιδωτή μορφή.

Πάραυτα οι ναυτικοί χάρτες ψηφιδωτής μορφής διαφέρουν από τα αρχεία ψηφιδωτής μορφής που δημιουργούνται από μια απλή σάρωση του πρωτοτύπου (jpeg, tiff) γιατί τα ψηφιακά αρχεία πρέπει να έχουν τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

α. Οι θέσεις πρέπει να δίνονται με γεωγραφικές συντεταγμένες (φ,λ) στο γεωδαιτικό σύστημα αναφοράς.

β. Ο χρωματισμός των εικονοψηφίδων κωδικοποιείται με τέτοιο τρόπο ώστε να επιτρέπει να αλλάζει ομοιόμορφα η φωτεινότητα των χρωμάτων του απεικονιζόμενου στην οθόνη ψηφιακού χάρτη σύμφωνα με τις συνθήκες περιβάλλοντος φωτισμού (μέρα, νύχτα).

γ. Το αρχείο που είναι προϊόν σάρωσης πρέπει να επεξεργαστεί με την βοήθεια ειδικού λογισμικού για τυχόν παραμορφώσεις αλλά και για την πιθανή μεταβολή των διαστάσεών του.

4.2 Ναυτικοί χάρτες διανυσματικής μορφής (vector charts)

Οι ηλεκτρονικοί χάρτες διανυσματικής μορφής συνήθως προκύπτουν από την ψηφιοποίηση των πληροφοριών που προέρχονται και περιέχονται στους έντυπους χάρτες. Μετά την ψηφιοποίηση τους μετατρέπονται σε διάφορα αντικείμενα (objects) όπου τα κυριότερα είναι τα ακόλουθα:

α. Σημειακά αντικείμενα (θέσεις φανών, ναυαγίων, σημαντήρων, κτλ)

β. Γραμμικά αντικείμενα (ακτογραμμή, ισοβαθείς, υποβρύχια καλώδια, κτλ)

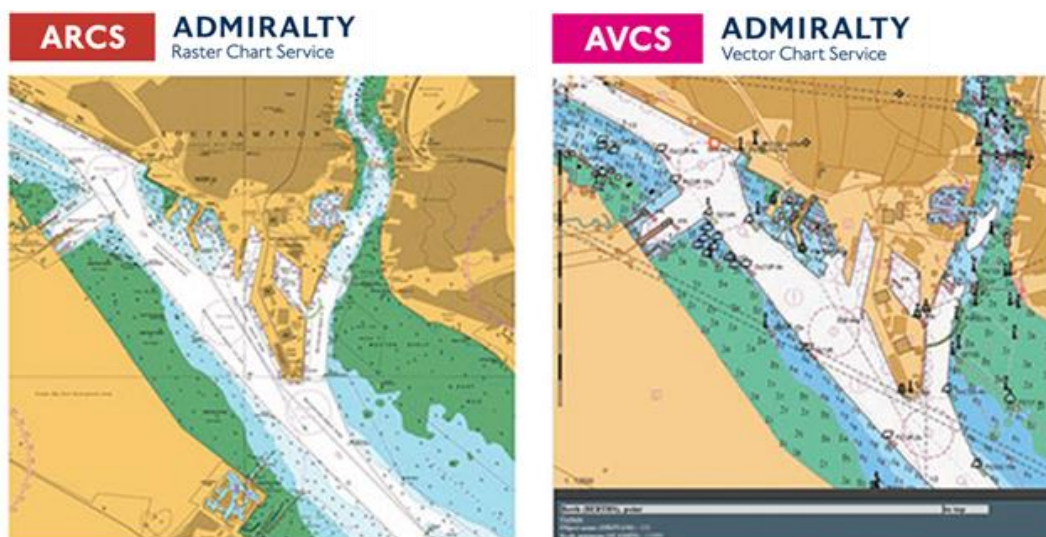
γ. Επιφανειακά αντικείμενα (πεδία βολής, απαγορευμένες περιοχές, κτλ)



Τα παραπάνω σημειακά, γραμμικά και επιφανειακά αντικείμενα συνοδεύονται με περιγραφικά χαρακτηριστικά (attributes) με τα οποία προσδιορίζεται η ιδιότητα τους αλλά και η φύση τους (περίοδος, χρώμα εμβέλεια. κτλ)

Η απεικόνιση του χάρτη διανυσματικής μορφής πραγματοποιείται με τον συνδυασμό επί μέρους αντικειμένων (επιφάνειες και γραμμές, σημεία). Ο συμβολισμός των χαρτογραφικών στοιχείων (φανοί, σημαντήρες) γίνεται από το λογισμικό με την αντιστοίχιση των καταλλήλων για κάθε αντικείμενο συμβόλων ανάλογα τα περιγραφικά στοιχεία τους (attributes).

Σε τέτοιου είδους χάρτες τα διανυσματικά δεδομένα είναι δομημένα σε διάφορα επίπεδα ή κλάσεις θεματικών πληροφοριών όπου το κάθε ένα από τα επίπεδα μπορεί να θεωρηθεί ότι αποτελεί μια ξεχωριστή βάση δεδομένων και να παρέχει από μόνη της στο χρήστη επιπρόσθετες λειτουργικές δυνατότητες



Εικόνα 12: Ηλεκτρονικοί χάρτες (ENC) ψηφιδωτής μορφής (raster charts) και διανυσματικής μορφής (vector charts).



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: Σύστημα ECDIS

Το σύστημα απεικόνισης ηλεκτρονικού χάρτη και πληροφοριών ECDIS (Electronic Chart Display and Information System) άρχισε το 1986 και ολοκληρώθηκε το 1995 με την πρώτη έκδοση από τον IMO των τεχνικών και λειτουργικών προδιαγραφών του. Η βασική του αποστολή είναι η συμβολή στην ασφαλή ναυσιπλοΐα. Το Δεκέμβριο του 2000 η ολομέλεια του IMO αναθέωρησε το κεφάλαιο V της σύμβασης SOLAS (Safety of Life at Sea) και έκτοτε, με ορισμένες προϋποθέσεις, μπορεί να θεωρηθεί ισοδύναμη της υποχρεωτικής χρήσης εντύπων χαρτών που εκδίδονται και ενημερώνονται από τις επίσημες κρατικές υπηρεσίες χαρτογραφίας.

Τα συστήματα αυτά παρέχουν την δυνατότητα εκτέλεσης όλων των απαραίτητων διεργασιών και διαδικασιών για την προετοιμασία, σχεδίαση, εκτέλεση και υποτύπωση του πλου από τις πληροφορίες που συλλέγουν τα διάφορα ηλεκτρονικά βοηθήματα του πλοίου. Οι δυνατότητες των συστημάτων ECDIS περιγράφονται αναλυτικότερα ως εξής:

α. Απεικόνιση σε μία μόνο οθόνη της πραγματικής και ακριβούς θέσης, ως προς τον βυθό, πορείας του σκάφους μαζί με όλες τις απαραίτητες πληροφορίες για την ασφαλή εκτέλεση του πλου (χαρτογραφικές και ναυτιλιακές πληροφορίες).

β. Αυτόματη ενημέρωση όλων των ηλεκτρονικών χαρτών με την χρησιμοποίηση του λογισμικού του.

γ. Επιλεκτική απεικόνιση χαρτογραφικών και ναυτιλιακών χαρτών της βάσης δεδομένων (Data Base) του χάρτη της περιοχής.

δ. Εναλλαγή της κλίμακας απεικόνισης του ηλεκτρονικού χάρτη αναλόγως με τις ναυτιλιακές συνθήκες που επικρατούν.

ε. Αυτοματοποίηση των διεργασιών προετοιμασίας και σχεδίασης πλου με την ακριβή απεικόνιση της σχεδιασμένης πορείας, τα σημεία αλλαγής πορείας (way points) αναλόγως τα ελικτικά στοιχεία και την ταχύτητα του σκάφους (κύκλος στροφής).

στ. Απεικόνιση της ακριβούς θέσης του πλοίου και της κίνησης του, απεικονισμένο στην ορθή κλίμακα του ηλεκτρονικού χάρτη προς διευκόλυνση σε περιοχές με μεγάλη ναυτιλιακή κίνηση.



ζ. Καταχώρηση ηλεκτρονικών υπομνήσεων (σημειώσεις) σε διάφορα σημεία του ηλεκτρονικού χάρτη.

η. Προειδοποίηση για προσέγγιση σε αβαθή προς αποφυγή προσάραξης.

θ. Χρησιμοποίηση ειδικών συμβόλων και διαφορετικών χρωμάτων για την ευκρινή απεικόνιση των χαρτογραφικών πληροφοριών στην οθόνη.

ι. Αυτόματη ανάκτηση περιγραφικών πληροφοριών για τις απεικονιζόμενες χαρτογραφικές και ναυτιλιακές πληροφορίες.

ια. Απεικόνιση εικόνας ραντάρ με ή χωρίς τα σύμβολα απεικόνισης στόχων με το σύστημα ARPA.

ιβ. Απεικόνιση πληροφοριών με το σύστημα AIS.

ιγ. Καταγραφή και απεικόνιση πρότερου ίχνους του σκάφους.

ιδ. Απεικόνιση των βολισμάτων με το ηχοβολιστικό.

ιε. Καταγραφή και ανάκτηση στοιχείων πλου σε περίπτωση συνθηκών ναυτικού ατυχήματος.



Εικόνα 13: Σύστημα ECDIS.



Το ECDIS λειτουργεί σε δύο καταστάσεις:

- α. Σχεδίαση πλου (Route Planning)
- β. Παρακολούθηση πλου (Route monitoring)

5.1 Οι λειτουργίες και οι δυνατότητες Σχεδίασης πλου

- α. Καταχώρηση στοιχείων πλοίου.
- β. Έλεγχος και Συμπλήρωση του ηλεκτρονικού χάρτη.
- γ. Σχεδίαση του πλου.
- δ. Έλεγχος και επικύρωση δρομολογίου.
- ε. Καθορισμός σημείων στροφών σκάφους (wheel over point).
- στ. Σχεδίαση μεγάλων αποστάσεων και στοιχεία λοξοδρομικού, ορθοδρομικού και μικτού πλου.

5.2 Οι λειτουργίες και οι δυνατότητες στη λειτουργία Παρακολούθηση πλου

- α. Στη συνεχόμενη υποτύπωση του δρομολογίου και την κατά αντιπαράθεση του με το δρομολόγιο που είχε σχεδιαστεί σε κατάσταση λειτουργίας Σχεδίαση πλου.
- β. Στην υποστήριξη και έλεγχο με γνώμονα την ασφάλεια χειρισμών και διαδικασιών.
- γ. Στην καταγραφή και εφόσον χρειαστεί στην ανάκτηση δεδομένων στοιχείων πλου.
- δ. Στη χρήση εφεδρικού συστήματος ασφαλείας.

Οι βασικές διαφορές που υπάρχουν μεταξύ της σχεδίασης του πλου και της κατάστασης παρακολούθηση πλου είναι ότι στην κατάσταση σχεδίασης πλου το ECDIS δεν παίρνει στοιχεία από το GNSS/GPS, όπως και από την ARPA/ RADAR και το AIS, αλλά παίρνει την απεικόνιση από τους ηλεκτρονικούς χάρτες σε οποιαδήποτε περιοχή προς υποβοήθηση για την σχεδίαση του πλου. Από την άλλη, στην κατάσταση



παρακολούθησης πλου το ECDIS παίρνει στοιχεία GNSS/GPS, ARPA/Radar και AIS, επίσης πάντοτε απεικονίζεται ο χάρτης και οι θέσεις των άλλων πλοίων της περιοχής.

5.3 Διασυνδέσεις ECDIS:

Το σύστημα για την ασφαλή πραγματοποίηση του πλου στηρίζεται στις διασυνδέσεις του με τα υπόλοιπα όργανα του σκάφους έτσι:

α. Συνδέεται με την γυροπυξίδα όπου καθιστά δυνατή την απεικόνιση στον ηλεκτρονικό χάρτη των στοιχείων της τηρούμενης πορείας. Τα σφάλματα μια σύγχρονης πυξίδας είναι από $0,5^{\circ}$ έως και 10° και κατά την διάρκεια χειρισμών και ελιγμών μπορεί να φτάσει τις 30° , κάτι το οποίο οφείλεται στο σφάλμα επιτάχυνσης.

β. Συνδέεται με το δρομόμετρο όπου το ECDIS λαμβάνει την τιμή της ταχύτητας ως προς το νερό. Το σφάλμα του δρομόμετρου εξαρτάται από την ομαλότητα ροής του θαλασσινού ύδατος περίξ του αισθητήρα δρομόμετρου και είναι συνήθως από 0,2 έως 1 knot.

γ. Συνδέεται με τα ανεμομετρικά όργανα λαμβάνοντας τα στοιχεία με τα οποία καθίσταται δυνατός ο συνυπολογισμός της διεύθυνσης και της ταχύτητας του ανέμου στον καθορισμό της μέλλοντικής θέσης αλλά και των γωνιών των στροφών.

δ. Συνδέεται με το AIS με σκοπό οι στόχοι του να απεικονίζονται στον ηλεκτρονικό χάρτη και να συνυπολογίζονται από το ECDIS (παραπλέοντα σκάφη) στην διαδικασία παρακολούθησης πλου. Οι πληροφορίες του AIS εμφανίζονται με ειδικά τυποποιημένα σύμβολα ενώ οι πληροφορίες κάθε παραπλέοντος σκάφους εμφανίζονται σε ειδικό παράθυρο όταν αυτό ζητηθεί από τον Αξιωματικό γέφυρας.

ε. Συνδέεται με το ηχοβολιστικό λαμβάνοντας τις ενδείξεις του, δύναται να προειδοποιήσει για επικείμενη προσάραξη αλλά και για τυχόν άλλες δυσκολίες που πρόκειται να αντιμετωπίσει ο Αξιωματικός γέφυρας.

στ. Συνδέεται με το σύστημα προσδιορισμού θέσης GNSS με σκοπό την αδιάλειπτη παροχή της θέσης του πλοίου στο χάρτη της περιοχής. Σύμφωνα με τον IMO θα πρέπει τα στοιχεία θέσης να δίνονται ανά δευτερόλεπτο, έτσι επιτυγχάνεται η ακριβής παρακολούθηση της πορείας του πλοίου αλλά και της μέλλοντικής θέσης του. Εδώ θα



πρέπει να αναφέρουμε κάποιες ιδιαίτερες συνθήκες όπου μπορούν να θέσουν σε κίνδυνο τον πλου:

- i. Μερικοί από τους δορυφόρους δεν είναι ορατοί λόγω της υπερκατασκευής του σκάφους.
- ii. Τα σφάλματα των ανακλάσεων.
- iii. Ατμοσφαιρικές αναταράξεις και απώλεια σήματος.
- iv. Παρεμβολές από άλλα συστήματα.

ζ. Συνδέεται με την ARPA και με το RADAR αυτής με σκοπό την πληρέστερη απεικόνιση και τη σωστή δημιουργία της πραγματικής εικόνα της διαδρομής. Τα στοιχεία στόχων που παρακολουθεί το ARPA μπορούν να απεικονιστούν στο ECDIS σε ειδικό παράθυρο της οθόνης σε μορφή πίνακα. Για να ταυτιστεί ο ηλεκτρονικός χάρτης με το Radar θα πρέπει η θέση του σκάφους να προσδιορίζεται με μεγάλη ακρίβεια, με σκοπό τα εντοπιζόμενα αντικείμενα από το Radar να συμπίπτουν με τα χαρτογραφημένα.



Εικόνα 14: Διασυνδέσεις ECDIS.

Σύμφωνα με το IMO το ECDIS πρέπει να διαθέτει συστήματα προειδοποίησης και να ενεργοποιεί σήματα κινδύνου με σκοπό την αποφυγή ναυτικών ατυχημάτων. Οι προειδοποιήσεις αυτές ενεργοποιούνται συμφώνως των παραμέτρων ασφαλείας που έχουμε καταχωρήσει στο στάδιο σχεδίασης πλου, τέτοιες για παράδειγμα είναι το βάθος



και η απόσταση ασφαλείας από κρίσιμα σημεία. Προς αποφυγή περιττών ενεργοποιήσεων σημάτων κινδύνου ορίζονται τα όρια του τομέα, εντός του οποίου θα ερευνήσουμε για τον εντοπισμό κινδύνων (απαγορευμένες περιοχές, σημαντήρες κ.α.).

Η ανάκτηση στοιχείων πλου είναι μια άλλη σημαντική λειτουργία του ECDIS. Είναι απαραίτητη η συνεχής καταγραφή βασικών στοιχείων του πλου και η δυνατότητα να ανακαλέσεις τα στοιχεία αυτά με σκοπό τη μελέτη τους και την ανάλυση συνθηκών σε περίπτωση ναυτικού ατυχήματος. Γι αυτό τον λόγο το ECDIS θα πρέπει να ανακτά βασικά στοιχεία θέσεων και λοιπών πληροφοριών κατά τις 12 τελευταίες ώρες. Επιπρόσθετα το ECDIS θα πρέπει να διατηρεί και τα στοιχεία ολόκληρου του πλου και με καταγραφές που δεν θα ξεπερνούν τις 4 ώρες.

Το εφεδρικό σύστημα ασφαλείας ECDIS έχει σκοπό τη εξασφάλιση της ομαλής συνέχισης του πλου σε περίπτωση διακοπής λειτουργίας του κύριου συστήματος λόγω βλάβης. Έτσι θα πρέπει να γίνεται προληπτικά μεταφορά των στοιχείων του κύριου συστήματος στο εφεδρικό σε κρίσιμες φάσεις του πλου. Το εφεδρικό και συμφώνως με τις αποφάσεις του IMO δεν είναι απαραίτητο να έχει όλες τις δυνατότητες του βασικού συστήματος ECDIS, προκειμένου να εξασφαλίσουμε όμως την ασφάλεια της ναυσιπλοΐας χρειαζόμαστε ένα τέτοιο σύστημα που μπορεί να εγκατασταθεί ακόμα και σ' ένα κοινό υπολογιστή. Οι δυο βασικές του λειτουργίες είναι: η ασφαλής συνέχιση των διαδικασιών του πλου και η δυνατότητα πλοήγησης κατά το υπόλοιπο της διαδρομής.

Οι δυνατότητες του ECDIS αφορούν όλους τους τομείς της ναυτιλίας. Εκτός από τους υποχρεωτικούς κανονισμούς του IMO μπορούν να επεκταθούν και σε άλλες δυνατότητες όπως:

- α. Προσομοίωση χειρισμού και πρόγνωση μελλοντικής θέσης.
- β. Απεικόνιση Radar.
- γ. Απεικόνιση πληροφοριών όπως χάρτες καιρού, στοιχεία ρευμάτων, σημεία πάγων.



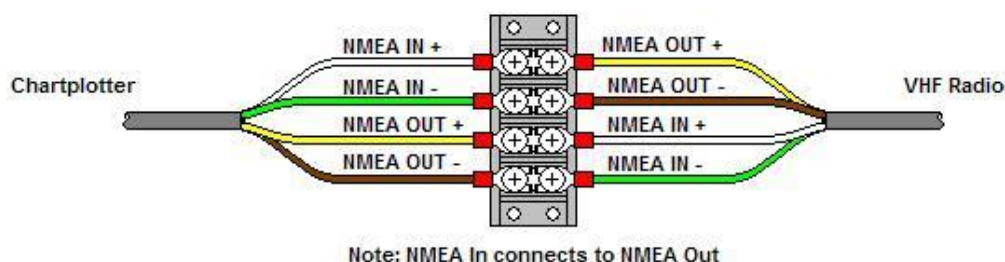
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: Πρωτόκολλα NMEA

Το NMEA είναι η συντομογραφία του οργανισμού «National Marine Electronics Association», ο οποίος έχει ως έργο τη βελτίωση της τεχνολογίας και της ασφάλειας των ηλεκτρονικών συσκευών στα πλοία μέσω της εκπαίδευσης των εγκαταστατών και δημιουργίας προτύπων διεπαφής (interface). Σύμφωνα με τον οργανισμό, τα μέλη του NMEA προωθούν τον επαγγελματισμό στη βιομηχανία ηλεκτρονικών ναυτιλιακών ειδών. Ο οργανισμός NMEA ιδρύθηκε το 1957 από μια ομάδα εμπόρων ηλεκτρονικών αγαθών με στόχο την ενδυνάμωση των σχέσεων με τους κατασκευαστές ηλεκτρονικού εξοπλισμού.

6.1 NMEA 0183

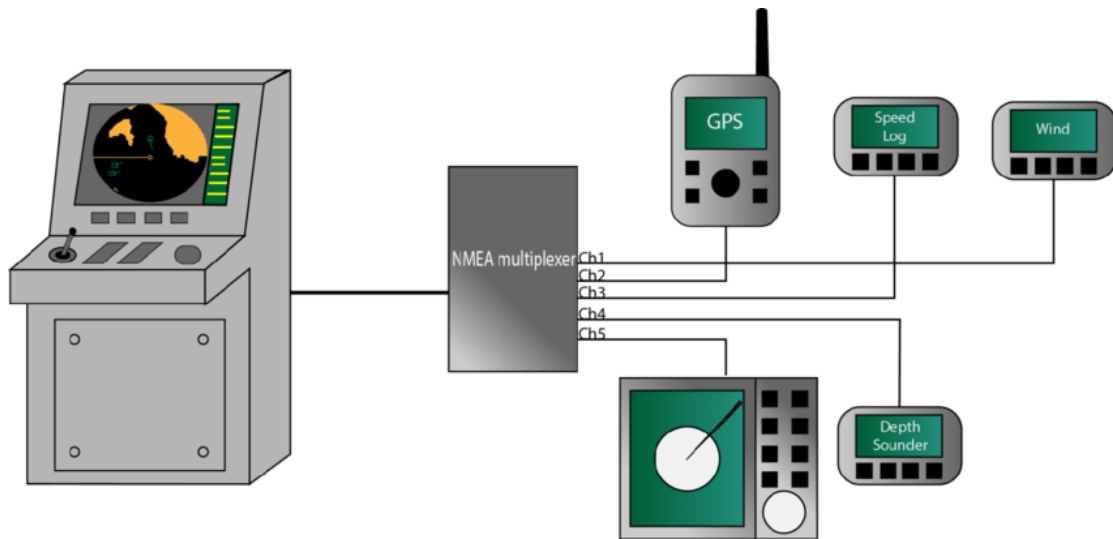
Τον Μάρτιο του 1983 παρουσιάστηκε για πρώτη φορά το πρότυπο NMEA 0183 το οποίο αφορούσε στις ηλεκτρικές διεπαφές και στο πρωτόκολλο επικοινωνίας δεδομένων (data) μεταξύ ηλεκτρονικών ναυτιλιακών συσκευών. Συγκεκριμένα το πρότυπο NMEA 0183 συνδυάζει προδιαγραφές για την ηλεκτρολογική διασύνδεση των ναυτιλιακών συσκευών και τον τρόπο που αυτές θα ανταλλάζουν πληροφορίες. Ως τέτοιες συσκευές νοούνται το ηχοβολιστικό (βυθόμετρο), το ανεμόμετρο, η γυροπυξίδα, ο αυτόματος πιλότος, το δορυφορικό σύστημα προσδιορισμού θέσης (GNSS) και πολλά άλλα. Από τη στιγμή που πρωτοεμφανίστηκε το πρωτόκολλο NMEA 0183 έχει αναβαθμιστεί με νεότερη την έκδοση 4.11 του Νοεμβρίου 2018.

Το πρότυπο NMEA 0183 είναι ένα σειριακό πρωτόκολλο μεταφοράς δεδομένων που βασίζεται σε μονόδρομη ροή δεδομένων, δηλαδή ένας εκδότης-αποστολέας εκπέμπει μια πληροφορία προς πολλούς αποδέκτες-παραλήπτες. Οι κωδικοποιημένες ροές δεδομένων χρησιμοποιούν τον αμερικάνικο πρότυπο κώδικα για ανταλλαγή πληροφοριών ASCII με ταχύτητα μετάδοσης δεδομένων 4.800bps.



Εικόνα 15: Ηλεκτρολογική διασύνδεση NMEA 0183.

Το πρωτόκολλο NMEA 0183 αποτέλεσε καινοτομία στην εξέλιξη των ηλεκτρονικών ναυτιλιακών εφαρμογών αφού εξασφάλισε κοινό τρόπο επικοινωνίας μεταξύ των συσκευών του πλοίου, δηλαδή μία «κοινή γλώσσα». Σε ένα σύγχρονο πλοίο όμως υφίστανται μεγάλες ανάγκες όσον αφορά στην ανταλλαγή πληροφοριών μεταξύ των συσκευών που χρησιμοποιούνται. Ο αριθμός των ηλεκτρονικών συσκευών που είναι σε χρήση είναι μεγάλος και σε συνδυασμό με τον όγκο των δεδομένων που ανταλλάσσονται μεταξύ αυτών, καθιστούν τις δυνατότητες που παρέχονται από το πρότυπο NMEA 0183 μη ικανοποιητικές. Εάν συνυπολογιστεί και το γεγονός ότι αυτό το πρότυπο είναι μονόδρομης ροής δεδομένων μπορεί να γίνει αντιληπτή η ποσότητα των καλωδιώσεων που απαιτείται για να επιτευχθεί η πολυσημειακή ροή αυτών καθώς και η δυσκολία στην προσθήκη μίας νέας ναυτιλιακής συσκευής στο υφιστάμενο δίκτυο ανταλλαγής δεδομένων. Συνεπώς ένα πρότυπο που μπορεί να συνδυάσει μεγάλη ταχύτητα στη μετάδοση δεδομένων, αμφίδρομη επικοινωνία μεταξύ των ηλεκτρονικών συσκευών, επικοινωνία τύπου «πολλοί εκδότες-αποστολείς προς πολλούς αποδέκτες-παραλήπτες», μία βασική όδευση πληροφορίας και εύκολη προσθήκη επιπρόσθετων συσκευών, αποτελεί την απάντηση στο σύγχρονο περιβάλλον της ναυτιλίας.



Εικόνα 16: Διασυνδέσεις NMEA 0183 ηλεκτρονικών συσκευών σε πλοίο.

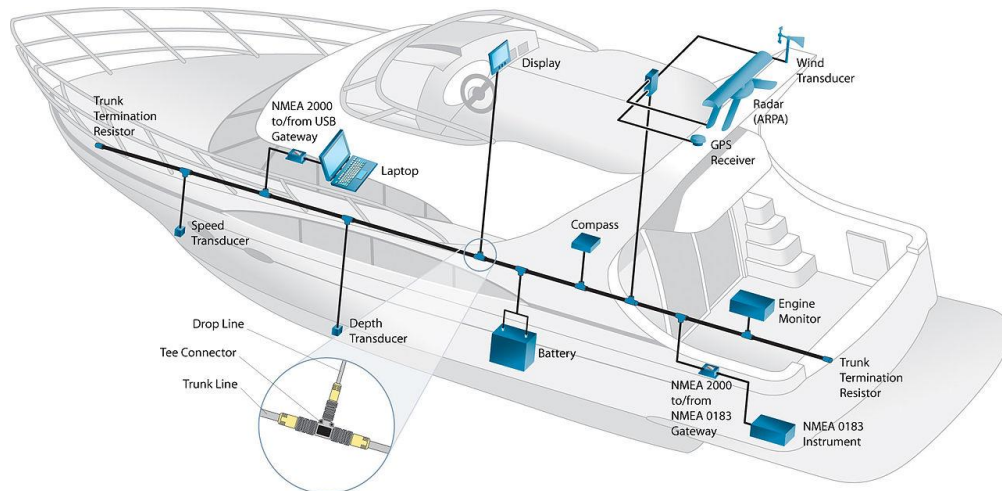
6.2 NMEA 2000

Το NMEA 2000 είναι ένα πρότυπο επικοινωνίας τύπου plug-and-play που χρησιμοποιείται για τη σύνδεση αισθητήρων και μονάδων απεικόνισης σε πλοία. Η ταχύτητα μετάδοσης δεδομένων είναι 250kbrps και επιτρέπει σε οποιονδήποτε αισθητήρα να επικοινωνήσει με οποιαδήποτε συσκευή απεικόνισης ή άλλη συσκευή που είναι συμβατή με το πρωτόκολλο NMEA 2000. Το πρωτόκολλο χρησιμοποιείται για τη δημιουργία ενός δικτύου που αποτελείται από ηλεκτρονικές συσκευές, κυρίως ναυτιλιακά όργανα, επί πλοίου. Οι συσκευές οφείλουν να πληρούν το πρότυπο NMEA 2000 και συνδέονται σε ένα κεντρικό καλώδιο, γνωστό ως ραχοκοκαλιά (backbone). Το κεντρικό καλώδιο τροφοδοτεί κάθε συσκευή και αναμεταδίδει τα δεδομένα τους μέσα στο δίκτυο που έχουν δημιουργήσει. Με αυτό επιτυγχάνεται η είσοδος και η απεικόνιση, σε μία μονάδα οθόνης, μεγάλου αριθμού πληροφοριών από πολλές διαφορετικές πηγές/αισθητήρια όργανα. Σημαντική καινοτομία του πρωτοκόλλου είναι η «ανοιχτή αρχιτεκτονική» του, δηλαδή η ευελιξία της περαιτέρω διαμόρφωσής του μέσω κατάλληλων επεμβάσεων ώστε να ικανοποιούνται οι ανάγκες του κάθε χρήστη.

Το NMEA 2000 ακολουθεί τη διαστρωμάτωση του μοντέλου ISO/OSI (International Standards Organization Open Source Interconnect) για την ανταλλαγή δεδομένων. Αποτελεί αντίγραφο του πρωτοκόλλου επικοινωνίας CAN (Controller Area Network), που αναπτύχθηκε από τις Intel και Bosch, ώστε να αντιμετωπισθεί το πρόβλημα διασύνδεσης και συντονισμού των ηλεκτρονικών συσκευών σε ένα αυτοκίνητο.



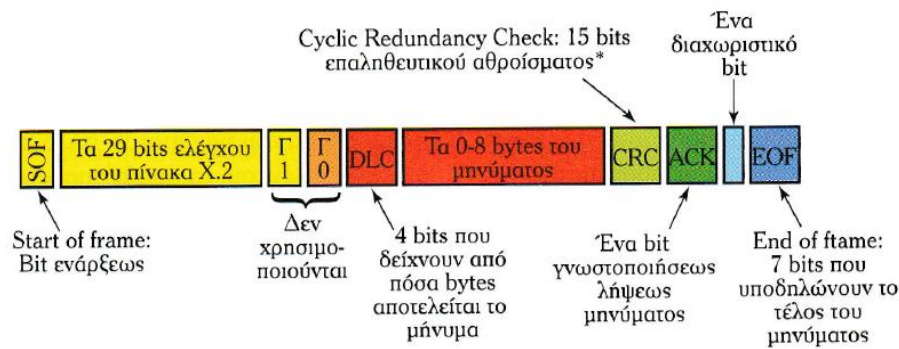
Λόγω της απλότητάς του, της ανθεκτικής λειτουργίας του και αποδοτικότητάς του, το πρωτόκολλο έχει ευρεία απήχηση σε βιομηχανικές εφαρμογές και εφαρμογές αυτοματισμών.



Εικόνα 17: Διασυνδέσεις NMEA 2000 ηλεκτρονικών συσκευών σε πλοίο.

Το πρότυπο NMEA 2000 προσδιορίζει τις απαιτήσεις για την διασύνδεση των ηλεκτρονικών συσκευών επί του σκάφους ώστε αυτά να επικοινωνούν δικτυακά. Οι συσκευές που είναι σχεδιασμένες σύμφωνα με το ανωτέρω πρότυπο έχουν την ικανότητα να ανταλλάσσουν δεδομένα (εντολές και λειτουργική κατάσταση), με άλλες συμβατές συσκευές, διαμέσου ενός καναλιού.

Τα μηνύματα δεδομένων (πακέτα) μεταδίδονται ως μία σειρά από πεδία πληροφορίας (data frames), κάθε ένα από τα οποία εμπεριέχει πεδίο ελέγχου σφάλματος (error checking) και πεδίο γνωστοποίησης λήψης (acknowledge). Το πακέτο πληροφορίας περιέχει επιπλέον ένα πεδίο μηνύματος 8-byte και ένα 29-bit πεδίο ταυτοποίησης του εκδότη, του αποδέκτη και της προτεραιότητας του μηνύματος.



Εικόνα 18: Πλήρες πακέτο πληροφορίας πρωτοκόλλου NMEA 2000.

Έτσι μπορούμε να πούμε ότι τα μηνύματα που διακινούνται με τη χρήση του πρωτοκόλλου αυτού χωρίζονται σε δύο κατηγορίες:

α. Σε αυτά της ωφέλιμης πληροφορίας όπως το στίγμα και το χρόνο του στίγματος, την πορεία και την ταχύτητα του πλοίου, τη διόπτευση και την απόσταση από σημείο, την κάθετη απόσταση από σημείο, την λειτουργική κατάσταση των κυρίων μηχανών, των ηλεκτρομηχανών κ.α.

β. Στην κατηγορία εντολών διαχείρισης του δικτύου όπως τη λειτουργική κατάσταση του δικτύου, την ταυτότητα του εκδότη και του παραλήπτη, την αίτηση γνωστοποίησης λήψης, της προτεραιότητας του μηνύματος, της έναρξης και της λήξης του μηνύματος κ.α.

Πλεονέκτημα του NMEA 2000 είναι η δυνατότητα εντοπισμού και διόρθωσης σφαλμάτων, η οποία γίνεται μέσω του μηχανισμού σύγκρισης του λαμβανόμενου μηνύματος με αυτό που εκπέμφθηκε προηγουμένως. Αφού όλα τα υποσυστήματα “ακούνε” το δίκτυο, ο κάθε εκδότης “ακούει” και το μήνυμα που έστειλε. Στην περίπτωση που επιβεβαιωθεί ασυμφωνία στα δύο μηνύματα τότε αυτό λαμβάνεται ως σφάλμα, ο εκδότης αποστέλλει ειδικό μήνυμα λάθους που ακυρώνει το προηγούμενο και ακολούθως εκπέμπει το σωστό.

Η λειτουργία του πρωτοκόλλου βασίζεται σε δύο αρχές:

α. Όλα τα μηνύματα εκπέμπονται προς κάθε ενδιαφερόμενο. Όταν ένα υποσύστημα θέλει να στείλει ένα μήνυμα προς έναν ή περισσότερους αποδέκτες τότε το κατάλληλο πεδίο περιέχει αυτή την πληροφορία ώστε να δηλώνει σε ποιον ή ποιους προορίζεται.



“ Αλέξανδρος Τουζλαντζής – Κωνσταντίνος Χαρίσης ”,
“ Ολοκληρωμένο Σύστημα Ναυτιλίας / Γέφυρας (INS / IBS) ”

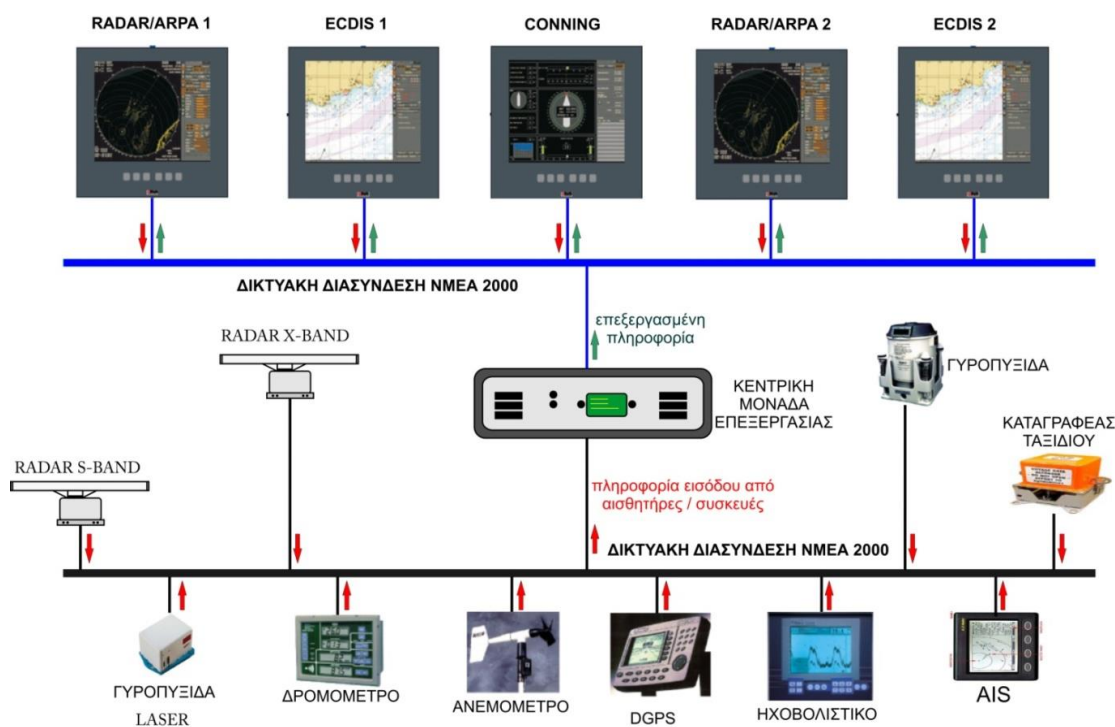
β. Ρύθμιση κυκλοφορίας δεδομένων και αποφυγή σύγκρουσης στον κοινό διάυλο. Όλη η διακινούμενη πληροφορία πραγματοποιείται μέσω ενός κοινού διαύλου ο οποίος διασυνδέει όλα τα υποσυστήματα, οπότε μπορεί να εμφανιστεί το φαινόμενο δύο υποσυστήματα-εκδότες να εκπέμπουν ταυτόχρονα τα δικά τους μηνύματα. Προκειμένου να αποφύγουμε τη σύγκρουση δεδομένων στον κοινό διάυλο υπάρχουν δύο μηχανισμοί. Ο ένας αφορά στη σημαντικότητα ενός σήματος που προσδιορίζεται με την κατάλληλη πληροφορία στο πεδίο προτεραιότητας. Ο δεύτερος αφορά στην διεκδίκηση του κοινού διαύλου. Συγκεκριμένα, αν δύο διαφορετικά υποσυστήματα εκπέμπουν ταυτόχρονα, συγκρουστούν τα δεδομένα τους και υπάρξει σφάλμα στην μετάδοση πληροφορίας, τότε τα υποσυστήματα αντιλαμβάνονται το σφάλμα, περιμένουν για τυχαίο χρονικό διάστημα και επανεκπέμουν το μήνυμά τους με σκοπό τη διεκδίκηση του κοινού διαύλου και μετάδοση του μηνύματός τους.

Η δυνατότητα του πρωτοκόλλου NMEA 2000 γίνεται καλύτερα κατανοητή μέσα από την εφαρμογές του στα πλοία. Τα πλεονεκτήματα είναι πολλά και σε συνδυασμό με την εξέλιξη της τεχνολογίας και των δικτυακών εφαρμογών μπορεί να αναπτυχθεί ένα ενοποιημένο και δικτυοκεντρικό σύστημα με αποδοτικότερη εκμετάλλευση των ηλεκτρονικών συσκευών του πλοίου με πολλά οφέλη.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7: Ολοκληρωμένο σύστημα Γέφυρας

Σύμφωνα με τον IMO, «ένα ολοκληρωμένο σύστημα ναυτιλίας υποστηρίζει την ασφάλεια της ναυσιπλοΐας συνεκτιμώντας στοιχεία εισόδου από αρκετούς ανεξάρτητους και διαφορετικούς αισθητήρες, συνδυάζοντάς τους, ώστε να παράσχει πληροφορίες, να παράγει σε συνάρτηση με το χρόνο προειδοποιητικές σημάνσεις για πιθανούς κινδύνους καθώς και για την υποβάθμιση της ακεραιότητας των πληροφοριών αυτών» (Παλληκάρης, 2016, σελ. 384). Επιπλέον, ο IMO ορίζει ότι: «το ολοκληρωμένο σύστημα γέφυρας είναι ένας συνδυασμός συστημάτων τα οποία διασυνδέονται έτσι ώστε να είναι δυνατή η κεντρική πρόσβαση ή η διοίκηση και ο έλεγχος από θέσεις εργασίας, με σκοπό την αύξηση της ασφαλούς και αποτελεσματικής διαχείρισεως του πλοίου, από προσωπικό που διαθέτει τα κατάλληλα προς αυτό προσόντα» (Παλληκάρης, 2016, σελ. 384).

Ο πρώτος ορισμός αναφέρεται σε αυτό που καλείται Intergrated Navigation System (INS) και είναι μία επέκταση της ιδέας του ECDIS με προσαύξηση αριθμού αισθητήρων και ναυτιλιακών οργάνων. Με αυτό τον τρόπο μεγιστοποιείται η δυνατότητα της συναίσθησης του ναυτιλιακού περιβάλλοντος (situation awareness).



Εικόνα 19: Διασυνδεδεμένος εξοπλισμός ολοκληρωμένου συστήματος ναυτιλίας.



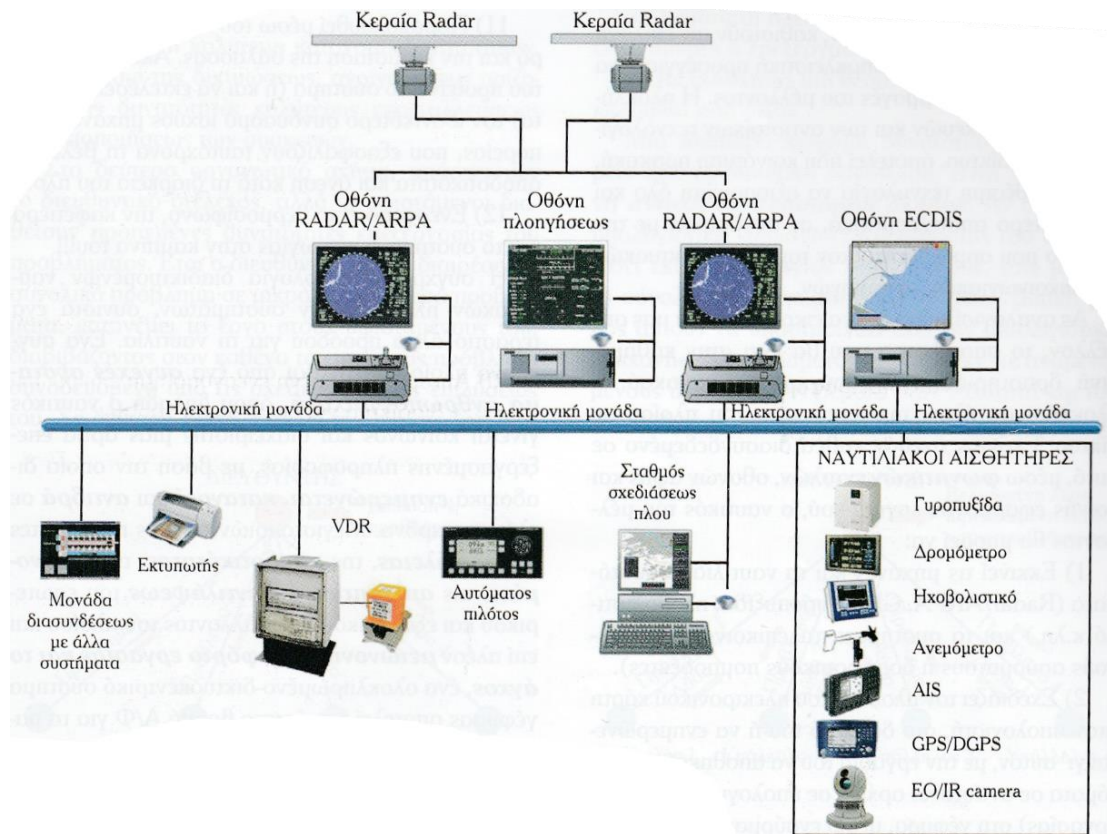
Με την προσθήκη τηλεπικοινωνικών μέσων (πρόσβαση στο internet), συστημάτων ελέγχου κυρίων μηχανών, ηλεκτρομηχανών και συστημάτων ασφαλείας επιτυγχάνεται η δημιουργία ενός συστήματος ασκήσεως διοίκησης και ελέγχου, σύμφωνα με τον δεύτερο ορισμό, γνωστό και ως Integrated Bridge System IBS.

Ένα ολοκληρωμένο σύστημα γέφυρας ενός σύγχρονου πλοίου αποτελείται συνήθως από τους κάτωθι αισθητήρες και συστήματα ναυτιλίας:

- α. Δύο διασυνδεδεμένα συστήματα ραντάρ ναυτιλίας που λειτουργούν σε διαφορετικές ζώνες συχνοτήτων.
- β. Δύο διανδεδεμένα συστήματα ECDIS βασισμένα σε κοινό ηλεκτρονικό χάρτη (ENC).
- γ. Δύο γυροπυξίδες, διαφορετικής αρχής λειτουργίας (laser και μηχανικό) για παροχή πορείας, ρυθμού μεταβολής πορείας, γωνία διατοιχισμού/προνευστασμού και ρυθμό μεταβολής αυτών.
- δ. Μαγνητική πυξίδα.
- ε. Δύο δρομόμετρα διαφορετικής αρχής λειτουργίας (Doppler και μαγνητικής επαγωγής).
- στ. Δύο δορυφορικά συστήματα προσδιορισμού θέσης (διαφορικό GPS (DGPS) και Glonass).
- ζ. Σύστημα AIS.
- η. Ανεμόμετρο.
- θ. Ηχοβολιστικό.
- ι. Κάμερες κλειστού κυκλώματος (CCTV).
- ια. Αυτόματο σύστημα τήρησης θέσης.
- ιβ. Ηλεκτροοπτική/θερμική κάμερα (EO/IR) για την κατάδειξη στόχου.
- ιγ. Ψηφιακό καταγραφέα δεδομένων ταξιδιού.
- ιδ. Δορυφορικές τηλεπικοινωνίες δεδομένων (data) για επικοινωνία με την πλοιοκτήτρια εταιρία μέσω τηλεφώνου / email, επικοινωνία με εταιρίες εξοπλισμού με



σκοπό την εξ’ αποστάσεως συντήρηση / διαγνωστικού ελέγχου / αντιμετώπιση βλαβών και πρόσβαση σε ιστοσελίδες καιρού / ευκολιών λιμένων / ενημέρωση ηλεκτρονικών χαρτών κ.α.



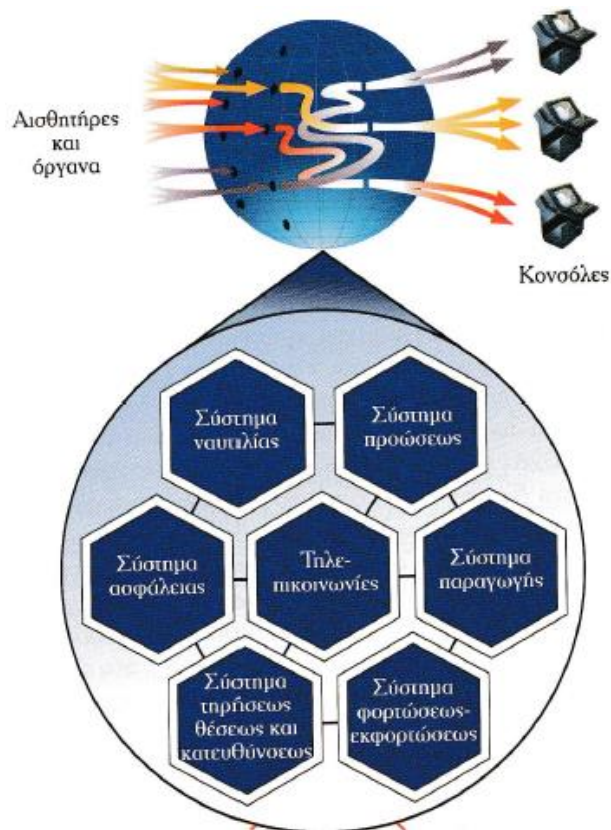
Εικόνα 20: Διασυνδεδεμένος εξοπλισμός ολοκληρωμένου συστήματος γέφυρας.

Στη πληροφοριακή σύζευξη των συνεργαζόμενων ναυτιλιακών συστημάτων έχουμε να προσθέσουμε και τα συστήματα ελέγχου μηχανών, ηλεκτρομηχανών και συστήματα ασφαλείας.

Με την διασταύρωση της κοινής πληροφορίας επιτυγχάνεται η ποιοτική αναβάθμιση της εικόνας του ναυτιλιακού περιβάλλοντος και η συναίσθηση της απόκρισης του πλοίου στις εντολές που του δίνονται. Το πλεονέκτημα που προκύπτει είναι πολλαπλάσιο σε σχέση με αυτό που λαμβάνουμε εάν αθροίσουμε την συνεισφορά του κάθε συστήματος χωριστά.

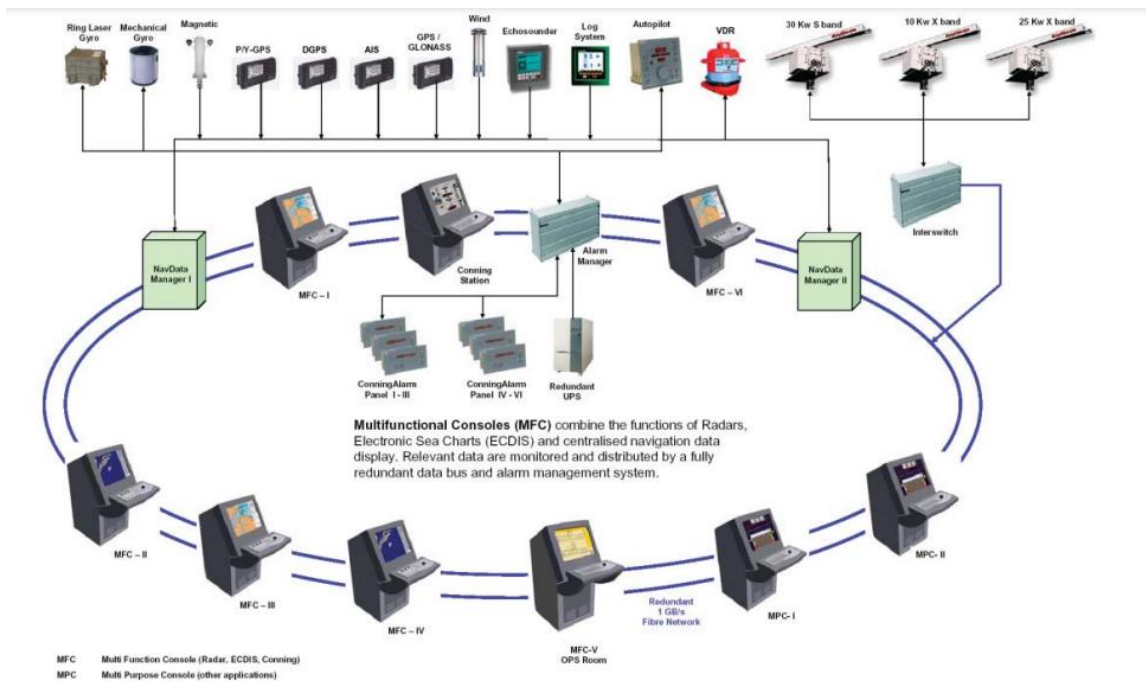


“ Αλέξανδρος Τουζλαντζής – Κωνσταντίνος Χαρίσης ”,
“ Ολοκληρωμένο Σύστημα Ναυτιλίας / Γέφυρας (INS / IBS) ”



Εικόνα 21: Νοητική απεικόνιση ολοκληρωμένου συστήματος γέφυρας.

Ένα ολοκληρωμένο σύστημα γέφυρας χαρακτηρίζεται από την φιλικότερη και αποτελεσματικότερη αξιοποίηση πληροφορίας από τον χρήστη, με χρήση απεικονιστικών μέσων πολλαπλών λειτουργιών, πληκτρολόγιων και πλήκτρων πολλαπλών λειτουργιών. Με τον τρόπο αυτό ο χειριστής αλληλεπιδρά με το σύστημα, αποφασίζει και επιλέγει την απεικόνιση στις οθόνες δεδομένων ενδιαφέροντος ανάλογα με τις επικρατούσες συνθήκες και τις προσωπικές του προτιμήσεις.



Εικόνα 22: Διασυνδεδεμένος εξοπλισμός IBS.

Σημαντικό πλεονέκτημα ενός ολοκληρωμένου συστήματος γέφυρας είναι η ακρίβεια των παρεχόμενων στοιχείων που εμφανίζονται στα απεικονιστικά μέσα. Συγκεκριμένα τα συστήματα αυτά διαθέτουν δυνατότητες ανάλυσης σφαλμάτων μέσω μηχανισμών που αξιολογούν συνεχώς την ακρίβεια των μετρήσεων όλων των οργάνων, αισθητήρων και υποσυστημάτων που διασυνδέονται.

Για κάθε συσκευή, αισθητήρα ή όργανο μέτρησης ενδέχεται να μεταβληθεί η ακρίβεια της παρεχόμενης πληροφορίας του με το χρόνο, φαινόμενο που μπορεί να οφείλεται σε:

α. Παροδική αστάθεια στη λειτουργία του οργάνου, όπως όταν το GPS λαμβάνει στίγμα σε περιβάλλον πυκνής νέφωσης.

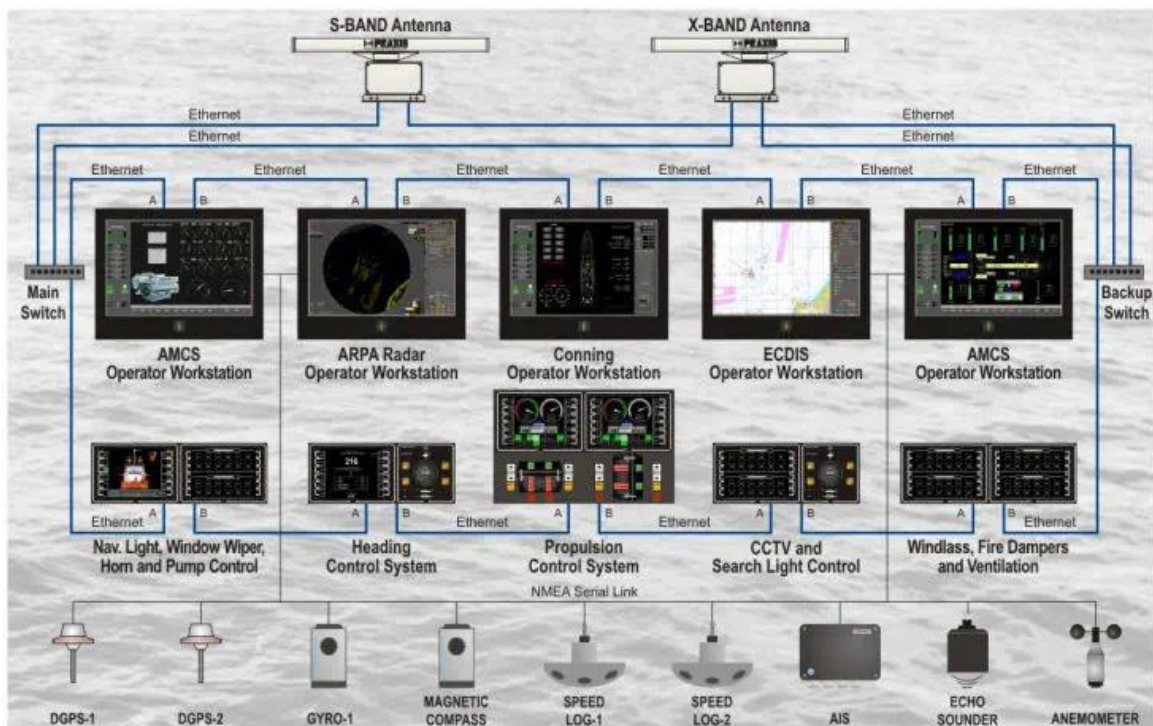
β. Καθυστερήση στην επεξεργασία των δεδομένων λόγω προβλήματος στο ρυθμό ανανέωσης αισθητήρα ή προβληματικής επικοινωνίας μεταξύ αισθητήρα και κεντρικού υπολογιστή

γ. Λανθασμένη παραμετροποίηση υποσυστήματος από τον χειριστή που μπορεί να οδηγήσει σε εσφαλμένα προς επεξεργασία δεδομένα.



Για την αποφυγή απεικόνισης ανακριβών δεδομένων στις οθόνες πολλαπλών λειτουργιών του χειριστή, το ολοκληρωμένο σύστημα γέφυρας οφείλει να:

- α. Ελέγχει και διατηρεί την ορθή διασύνδεση όλων των συσκευών με το σύστημα.
- β. Ελέγχει την ικανοποιητική ροή και ανταλλαγή δεδομένων με τον κεντρικό υπολογιστή του συστήματος.
- γ. Εντοπίζει την ανωμαλία και να παρακάμπτει το προβληματικό υποσύστημα, με ταυτόχρονη χρήση εναλλακτικού υποσυστήματος, όπου αυτό είναι εφικτό (redundancy). Αυτός είναι και ο λόγος της χρήσης των διπλών υποσυστημάτων.
- δ. Ενημερώνει το χειριστή για τη μη διαθεσιμότητα των υποσυστημάτων και τις επιπτώσεις στην ασφάλεια της ναυσιπλοΐας.



Εικόνα 23: Διασυνδεδεμένος εξοπλισμός IBS – Επιβιωσιμότητα Συστήματος.



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8: Επίλογος - Συμπεράσματα

Μπορούμε σε αυτό το σημείο να διακρίνουμε την επέκταση του ολοκληρωμένου συστήματος γέφυρας σε δύο άξονες. Ο πρώτος αφορά στον τρόπο διασύνδεσης του συνόλου των αισθητηρίων με τον κεντρικό υπολογιστή διαχείρισης πληροφοριών. Συγκεκριμένα η διασύνδεση αντί του ενσύρματου τρόπου είναι δυνατό να ολοκληρωθεί μέσω ασύρματης επικοινωνίας. Οπωσδήποτε θα απαιτηθεί ένα ασφαλές πρωτόκολλο επικοινωνίας το οποίο θα μπορέσει να υποστηρίξει το μεγάλο πλήθος διασυνδέσεων, αλλά τα οφέλη από μια τέτοια αναβάθμιση είναι πολλά και εστιάζονται στην μεγάλη εξοικονόμηση βάρους και όγκου λόγω χρήσης καλωδίων καθώς και στην εύκολη εγκατάσταση νέων κυκλωμάτων και αισθητήρων. Ο δεύτερος άξονάς του εστιάζει στο αυτόνομο πλοίο βασιζόμενο στη δική του νοημοσύνη και στις τεχνολογίες των έξυπνων πληροφοριών (intelligent information technology). Σε αυτές τις τεχνολογίες συγκαταλέγονται το internet of things (IoT), τα Big Data, το cloud και η τεχνητή νοημοσύνη. Η εξέλιξη της τεχνολογίας μας δίνει τη δυνατότητα να επεξεργαστούμε, σε εξαιρετικά μικρό χρόνο, πολύ μεγάλο όγκο πληροφοριών από πολλές πηγές δεδομένων. Ένα πλοίο είναι μια πλατφόρμα η οποία απαιτείται να αξιοποιεί μέσω υπολογιστών δεδομένα από πολλά αισθητήρια εγκατεστημένα σε όλους τους νευραλγικούς χώρους του. Τα ναυτιλιακά όργανα, το ECDIS, τα δεδομένα προωστηρίου εγκατάστασης είναι τα ελάχιστα βασικά υποσυστήματα που η διασύνδεση, ανταλλαγή και επεξεργασία των δεδομένων τους μπορεί να καταστήσει εφικτή την ασφαλή ναυσιπλοΐα ενός σκάφους που θα κινείται αυτόνομα. Το αυτόνομο πλοίο θα ενεργεί βάσει δικών του αποφάσεων και μέσω της δορυφορικής διασύνδεσής με το σταθμό βάσης θα παρακολουθείται, ενώ ο χειριστής θα επεμβαίνει μόνο σε περίπτωση αβεβαιότητας. Γίνεται έτσι αντιληπτό ότι η τέταρτη βιομηχανική επανάσταση μπορεί να δώσει απεριόριστες δυνατότητες στο χειρισμό των πλοίων με γνώμονα πάντα την εξάλειψη των ναυτικών ατυχημάτων και συμβάντων.

Συνοψίζοντας, διαπιστώνεται ότι ο συνδυασμός ναυτιλιακών οργάνων και αισθητήρων σε μία κοινή πλατφόρμα αποτελεί ένα αποτελεσματικό εργαλείο στα χέρια του προσωπικού της γέφυρας. Ο ναυτικός μέσω της διαχείρισης των πληροφοριών, με τη βοήθεια ενός κεντρικού υπολογιστή, βελτιστοποιεί την απόδοσή του στην εκτέλεση



*“ Αλέξανδρος Τουζλαντζής – Κωνσταντίνος Χαρίσης ”,
“ Ολοκληρωμένο Σύστημα Ναυτιλίας / Γέφυρας (INS / IBS)”*

φυλακής γέφυρας. Το δικτυοκεντρικό σύστημα, σε συνδυασμό με τα εποπτικά μέσα, δίνει τη δυνατότητα στο προσωπικό του πλοίου με μια ματιά να αποκτά αντίληψη για την ασφάλεια και ορθή ναυσιπλοΐα.

Είναι σημαντικό να τονιστεί ότι κανένα σύστημα, όσο αξιόπιστο και αν φαίνεται, δεν είναι πανάκεια. Η υπερβολική προσήλωση στο ολοκληρωμένο και ενοποιημένο σύστημα γέφυρας μπορεί να εγκλωβίσει το χρήστη και σε συνδυασμό με την πλεονάζουσα πληροφορία, που μπορεί να απεικονίζεται στις οθόνες, να τον οδηγήσει σε δυσκολία στη λήψη αποφάσεων και λανθασμένες εκτιμήσεις του ναυτιλιακού περιβάλλοντος.

Η σωστή εκπαίδευση των ναυτικών, η ορθή γνώση του ναυτικού επαγγέλματος, η επένδυση στην τεχνολογία και η ισορροπημένη αξιοποίηση αυτής είναι τα στοιχεία που θα βοηθήσουν το προσωπικό γέφυρας να αποδώσει στο μέγιστο βαθμό και να οδηγήσει στη μείωση των ναυτικών ατυχημάτων και συμβάντων.



Βιβλιογραφία

- Παλληκάρης Α., Κατσούλης Γ. και Δαλακλής Δ., 2016, Ναυτικά ηλεκτρονικά όργανα και συστήματα ηλεκτρονικού χάρτη ECDIS, Αθήνα, Έκδ. Ίδρυμα Ευγενίδου
- IMO Maritime Safety Committee (MSC) Resolution MSC.86 (70) (adopted on 8 December 1998), “Adoption of New and Amended Performance Standards for Navigational Equipment”, referring to SOLAS Chapter V (Safety of Navigation).
- IMO Maritime Safety Committee (MSC) Resolution MSC.232(82) “Revised Performance Standards for Electronic Chart Display and Information Systems (ECDIS)”, adopted on 5 December 2006, MSC82/24/Add.2/ Annex 24.
- IMO, Resolution MSC.255(84), annex 1, (adopted on 16 May 2008), adoption of the code of the international standards and recommended practices for a safety investigation into a marine casualty or marine incident (casualty investigation code).
- IMO, MSC-MEPC.3/Circ.2, 13 June 2008, casualty-related matters, code of the International Standards and Recommended Practices for a Safety Investigation into a Marine Casualty or Marine Incident, LONDON.
- IMO, MSC-MEPC.3/circ.3, 18 december 2008, casualty-related matters, reports on marine casualties and incidents.
- Frank Cassidy, 1999, NMEA 2000 Explained- The Latest Word
- Gade K., 2016, The Seven Ways to Find Heading, The Journal of Navigation, Cambridge University Press. 69 (5): 955–970.
- EMSA, 19 November 2020, Annual overview of marine casualties and incidents, Portugal
- <https://www.geospatialworld.net/blogs/what-are-the-various-gnss-systems/>
- <https://www.nmea.org>