



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ

ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Τηλεπικοινωνιακά Συστήματα στη Σύγχρονη Ναυτιλία

Μαυρογιώργης-Ντυράν Διογένης-Ζυστέν

Αριθμός μητρώου: 71346672

Επιβλέπων: Μαυρομμάτης Κωνσταντίνος

Λέκτορας Πανεπιστημίου

Αιγάλεω 2022



UNIVERSITY OF WEST ATTICA

DEPARTMENT OF ENGINEERING

DEPARTMENT OF INFORMATICS AND COMPUTER ENGINEERING

DIPLOMA THESIS

Telecommunication Systems in Modern Shipping

MAVROGIORGIS-NTYRAN DIOGENIS-ZYSTEN

Supervisor: Mavrommatis Konstantinos

Lecturer of University

Aigaleo 2022

Εξεταστική επιτροπή:

Κωνσταντίνος Μαυρομμάτης Επιβλέπων Καθηγητής	Παναγιώτης Γιαννακόπουλος Καθηγητής	Νικόλαος Μυριδάκης Επίκουρος Καθηγητής
---	--	---

Ημερομηνία εξέτασης 03/03/2022

Copyright © ΜΑΥΡΟΓΙΩΡΓΗΣ-ΝΤΥΡΑΝ ΔΙΟΓΕΝΗΣ-ΖΥΣΤΕΝ, 2022

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος, All rights reserved

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

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τους συγγραφείς και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής (ΠΑ.ΔΑ).



Μαυρογιώργης-Ντυράν Ι. Διογένης-Ζυστέν

Διπλωματούχος Μηχανικός Πληροφορικής και Υπολογιστών Π.Α.Δ.Α.

Περίληψη

Η παρούσα διπλωματική εργασία αποτελεί την εκβάθυνση στα τηλεπικοινωνιακά συστήματα της σύγχρονης ναυτιλίας. Αρχικά, γίνεται μια ιστορική αναδρομή των συστημάτων που θα παρουσιαστούν σε επόμενες ενότητες.

Κατόπιν, στην δεύτερη ενότητα, περιγράφεται αναλυτικά το GMDSS που διέπει την σημερινή ναυσιπλοΐα, καθώς και την εκτενή ανάλυση των ραδιοεπικοινωνιών, περιλαμβάνοντας τους ασύρματους VHF και MF&HF, καταλήγοντας στην περιγραφή του συστήματος NAVTEX.

Στην συνέχεια, στην τρίτη ενότητα, παρουσιάζονται αναλυτικά τα δορυφορικά συστήματα που σχετίζονται με την ασφαλή διάσωση πληρώματος σε περίπτωση ατυχήματος με την χρήση των EPIRB και COSPAS-SARSAT, αλλά και την επικοινωνία που πραγματοποιείται με την ακτή μέσω του INMARSAT, ενώ στο τέλος παρουσιάζεται και το VSAT. Επί πρόσθετα, η επόμενη ενότητα ασχολείται με τα δορυφορικά συστήματα πλοήγησης που χρησιμοποιούνται, τα πρόσθετα συστήματα πλοήγησης όπως το AIS και το LRIT, ενώ κλείνοντας παρουσιάζεται το VDR αλλά και τα διάφορα δορυφορικά συστήματα που αξιοποιούνται για επικοινωνία.

Στην πέμπτη ενότητα, αναλύεται η τεχνολογία που θα αποτελέσει τα πρώτα στάδια για την αυτόνομη ναυτιλία. Συγκεκριμένα, πρόκειται για το IoT και το IoS, τα οποία χρησιμοποιούνται εδώ και αρκετά χρόνια για την ανταλλαγή δεδομένων με την πλοιοκτήτρια εταιρεία, με δεδομένα όπως την κατάσταση του πλοίου, του φορτίου και άλλες.

Αμέσως μετά, ακολουθεί η ενότητα που είναι ιδιαίτερη σημαντική για την πραγμάτωση ενός αυτόνομου πλοίου αλλά και την διασφάλιση της ομαλής λειτουργίας των τηλεπικοινωνιακών συστημάτων επί του πλοίου. Συνεπώς, γίνεται μια παρουσίαση της κυβερνοασφάλειας η οποία είναι απαραίτητη πλέον.

Τέλος, γίνεται μια ανάλυση για εναλλακτικά μέσα τηλεπικοινωνιών που θα μπορούσαν να δώσουν λύση στο πρόβλημα της κάλυψης σε απομακρυσμένες περιοχές.

Λέξεις κλειδιά:

GMDSS, VHF, MF&HF, NAVTEX, EPIRB, COSPAS-SARSAT, INMARSAT, VSAT, AIS, LRIT, VDR, IoT, IoS, κυβερνοασφάλεια, εναλλακτικά μέσα επικοινωνίας

Abstract

This diploma thesis is a research of the telecommunication systems of modern shipping. Firstly, it is a historical overview of the systems that will be presented in subsequent sections.

Thence, on second section it is described in details the GMDSS which governs the current shipping. Also, it is included the extended analysis of radio communication, the VHF and MF&HF. The section concludes with the description of NAVTEX's system.

Then, in third section, are presented in detail the satellite systems which are related to safe rescue of crew in case of an accident using the systems EPIRB and COSPAS-SARSAT, but also the communication that takes place with the coast through INMARSAT, while at the end is presented the VSAT. In addition, the next section deals with the satellite navigation systems that are being used, the additional navigations systems such as AIS and LRIT, while closing with the VDR and the various satellite systems that are used for communication.

In fifth section, is being analyzed the technology which will be the first stages to an autonomous ship. Especially, it is about IoT and IoS, which they are already being used for the exchange of data with the shipping company, including data such as the ship's and cargo's condition and more.

After that, the sixth section is particularly important for the realization of an autonomous ship, but also to ensure the safe operation of the telecommunication systems onboard. Therefore, a presentation of cybersecurity nowadays is necessary.

Finally, an analysis is made for alternative telecommunication systems that could provide a solution to the problem of coverage in remote areas.

Key words:

GMDSS, VHF, MF&HF, NAVTEX, EPIRB, COSPAS-SARSAT, INMARSAT, VSAT, AIS, LRIT, VDR, IoT, IoS, cybersecurity, alternative telecommunication systems

Ευχαριστήριο Σημείωμα

Με την ολοκλήρωση του κύκλου των προπτυχιακών σπουδών κλήθηκα με την σειρά μου να εκπονήσω την διπλωματική μου εργασία. Αρχικά, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή μου κύριο Κωνσταντίνο Μαυρομμάτη για την διαθεσιμότητα και την βοήθειά του, αλλά και την ολόπλευρη υποστήριξή του από την πρώτη στιγμή που του ζήτησα το συγκεκριμένο θέμα.

Επιπλέον, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά την οικογένειά μου για την στήριξή τους καθ' όλη την διάρκεια τόσο της εκπόνησης της εργασίας όσο και κατά τη διάρκεια όλων των σπουδών. Από τις ευχαριστίες δεν θα μπορούσα να παραλείψω τον συνάδελφο Γιάννη Λαθουράκη, όπου μαζί ξεκινήσαμε την σχολή, μάθαμε να συνεργαζόμαστε και όποτε χρειαζόμουν την βοήθειά του, πάντοτε ήταν πρόθυμος να με βοηθήσει όπως μπορεί. Τέλος, ευχαριστώ θερμά την φίλη μου Θ., που σε όλη την διάρκεια της εκπόνησης της διπλωματικής εργασίας ήταν πάντοτε στο πλάι μου, με ανέχονταν και με στήριζε.

Περιεχόμενα

Περίληψη	vi
Abstract.....	vii
Ευχαριστήριο Σημείωμα	viii
Ενότητα 1.....	1
1.1 Εισαγωγή.....	1
1.2 Ιστορική αναδρομή.....	2
1.2 Κατηγορίες πλοίων	3
Ενότητα 2.....	11
2.1 GMDSS (Global Maritime Distress and Safety System).....	11
2.1.1 Βασικός εξοπλισμός.....	11
2.1.2 Βασικές αρχές GMDSS	12
2.1.3 Πλεονεκτήματα GMDSS	14
2.1.4 Κατηγορίες πλοίων GMDSS	15
2.1.5 Λειτουργικές απαιτήσεις του GMDSS	15
2.2 Ραδιοεπικοινωνία	17
2.2.1 Ραδιοεπικοινωνία VHF.....	18
2.2.2 Ραδιοεπικοινωνίες MF&HF	20
2.2.3 MF	21
2.2.4 HF.....	22
2.3 Ασύρματος VHF.....	23
2.3.1 Πληροφορίες για τον ασύρματο VHF	24
2.3.2 Ελεγκτής VHF DSC	27
2.4 Ασύρματος MF & HF	27
2.4.1 Τοποθέτηση του ασύρματος MF/HF	29
2.4.2 Σύνδεση με μια πηγή πλοήγησης.....	29
2.4.3 Προϋποθέσεις της σύμβασης SOLAS.....	29
2.4.4 Παρουσίαση ασύρματος SAILOR CU5100 MF/HF	30
2.4.5 Ελεγκτής MF/HF DSC.....	33
2.5 Το σύστημα NAVTEX	33
2.5.1 Συχνότητες λειτουργίας του συστήματος NAVTEX.....	34
2.5.2 Σταθμοί του συστήματος NAVTEX.....	34
2.5.3 Τα μηνύματα του συστήματος NAVTEX	34
2.5.4 Οι δέκτες του συστήματος NAVTEX	37
Ενότητα 3.....	39

3.1 EPIRB και COSPAS – SARSAT	39
3.1.1 Ραδιοφάροι Ένδειξης Θέσης (EPIRB).....	39
3.1.2 Το σύστημα COSPAS/SARSAT	41
3.1.3 GMDSS και COSPAS-SARSAT	44
3.2 Επικοινωνία μέσω Inmarsat	44
3.2.1 Τι είναι το Inmarsat;	44
3.2.2 Δορυφορική διάδοση	45
3.2.3 Συστήματα Inmarsat.....	46
3.2.4 Τερματικός του Inmarsat C	48
3.2.5 Επικοινωνία με το Inmarsat C.....	50
3.2.6 Ο πομποδέκτης του Inmarsat C	51
3.2.7 Τερματικό μηνυμάτων	54
3.2.8 Σήμα κινδύνου και έκτακτης ανάγκης.....	54
3.2.9 Λήψη μηνυμάτων.....	56
3.2.10 Αποσύνδεση του συστήματος.....	56
3.2.11 INMARSAT και GMDSS	56
3.2.12 Εφαρμογές των συστημάτων INMARSAT	57
3.3 Το σύστημα VSAT.....	62
3.3.1 Πλεονεκτήματα – Μειονεκτήματα του VSAT.....	63
3.3.2 Πρόσβαση των τερματικών VSAT στον δορυφόρο	64
3.3.3 Χρήση τεχνολογίας VSAT στη Ναυτιλία.....	68
Ενότητα 4.....	70
4.1 Δορυφορικά Συστήματα Πλοήγησης.....	71
4.1.1 GNSS – Παγκόσμιο Δορυφορικό Σύστημα Πλοήγησης	72
4.1.2 Galileo.....	73
4.1.3 Εφαρμογή του συστήματος Galileo στη Ναυτιλία – πρόγραμμα NAUPLIOS	75
4.1.4 Παγκόσμιο Σύστημα Εντοπισμού Θέσης (GPS).....	76
4.1.5 Το σύστημα GLONASS	80
4.1.6 Διάφορα δορυφορικά συστήματα πλοήγησης.....	82
4.2 AIS και LRIT.....	83
4.2.1 Τα κύρια μέρη του συστήματος AIS.....	84
4.2.2 Εμβέλεια	85
4.2.3 Τα πλεονεκτήματα του συστήματος AIS	86
4.2.4 Τα τερματικά του συστήματος AIS.....	87
4.2.5 Τύποι λειτουργίας του συστήματος AIS	88

4.2.6	Αρχή λειτουργίας του συστήματος AIS	88
4.2.7	Λειτουργία του συστήματος AIS	89
4.2.8	LRIT	93
4.3	VDR – Καταγραφείς Δεδομένων Ταξιδιού	95
4.3.1	Τα τμήματα του VDR	96
4.4	Άλλα ναυτιλιακά επικοινωνιακά δορυφορικά συστήματα	102
4.4.1	Το δορυφορικό σύστημα Iridium	102
4.4.2	Το σύστημα Globalstar	104
4.4.3	Το σύστημα Thuraya	107
4.4.4	Το σύστημα Hellas Sat	108
Ενότητα 5	112
5.1	Εισαγωγή	112
5.2	Ορισμός του IoT και του IoS	112
5.3	Χαρακτηριστικά του IoS	113
5.4	Αρχιτεκτονική του IoS	115
5.5	Στοιχεία του IoS	117
5.6	Αναδυόμενες εφαρμογές του IoS	119
5.6.1	Βελτιώσεις Ασφαλείας	121
5.6.2	Σχεδιασμός και Βελτιστοποίηση Διαδρομών	121
5.6.3	Συνεργατική Λήψη Αποφάσεων	122
5.6.4	Αυτόματη Εύρεση Σφάλματος και Προληπτική Συντήρηση	122
5.6.5	Παρακολούθηση Φορτίου σε Πραγματικό Χρόνο	123
5.7	Προκλήσεις και μελλοντικές ευκαιρίες στο IoS	123
5.7.1	Δορυφορικές Τηλεπικοινωνίες	123
5.7.2	Ασφάλεια και Ιδιωτικότητα	124
5.7.3	Συλλογή Ναυτικών Δεδομένων	124
5.7.4	Αυτόνομη Ναυτιλία	125
Ενότητα 6	126
6.1	Εισαγωγή	126
6.2	Προσέγγιση διαχείρισης κυβερνοεπίθεσης	126
6.3	Είδη απειλών στον Κυβερνοχώρο	127
6.4	Προσδιορισμός αδυναμιών	129
6.4.1	Τυπικές αδυναμίες συστημάτων	130
6.5	Μέτρα πρόληψης κυβερνοεπίθεσης	131
6.5.1	Άμυνα σε βάθος και σε πλάτος	131
6.5.2	Τεχνικά μέσα προστασίας	131

6.5.3 Διαδικαστικά μέτρα προστασίας.....	131
6.6 Απάντηση και ανάρρωση από συμβάντα κυβερνοασφάλειας	133
Ενότητα 7	135
7.1 Το πρόγραμμα Starlink της SpaceX	135
7.2 Τοποθέτηση κεραίας στο πλοίο	136
7.3 Κόστος παροχής υπηρεσιών	136
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	138

Ενότητα 1

Εισαγωγή

1.1 Εισαγωγή

Η ναυτιλία αποτελούσε πάντοτε έναν τομέα που έπρεπε να ακολουθεί και να υιοθετεί νέα μέσα με πρωταρχικό σκοπό την διασφάλιση των ομαλών ταξιδιών αλλά και του πληρώματος που βρίσκεται σε αυτό. Το επάγγελμα του ναυτικού δεν είναι μια εύκολη δουλειά αφού συνήθως την διακρίνει η απαιτητική εργασία, οι αυξημένες ευθύνες και υποχρεώσεις. Όπως θα δούμε παρακάτω παρουσιάζονται τα μέσα ασφαλείας για τις τηλεπικοινωνίες ενός πλοίου σήμερα. Πλέον για να πλεύσει ένα πλοίο πρέπει να τηρεί πολλές προϋποθέσεις καθώς με κάθε ατύχημα που θα συμβεί στην θάλασσα υιοθετούνται νέοι μέθοδοι που απαιτούν και νέο εξοπλισμό που να ανταποκρίνεται στις νέες απαιτήσεις. Έτσι, τα μέσα για την διασφάλιση τόσο του πλοίου όσο και του πληρώματος είναι πάντοτε ενημερωμένα. Όσον αφορά την ζωή του ναυτικού στη θάλασσα όπως είπαμε δεν είναι εύκολη, αφού παραμένεις συνέχεια εντός του πλοίου μέχρι να ξεμπαρκάρεις. Ωστόσο, όταν ο ναυτικός ξεκουράζεται τότε έχει την ευκαιρία να επικοινωνήσει με την οικογένειά του και τους οικείους του. Βέβαια, ακόμη και αυτό δεν είναι πάντα εφικτό με τις δορυφορικές επικοινωνίες, όμως με τα νέα τεχνολογικά μέσα ο σημερινός ναυτικός θα μπορεί να έχει πρόσβαση σχεδόν σε οποιοδήποτε σημείο της θάλασσας ενώ παράλληλα το κόστος δεν θα είναι ιδιαίτερα υψηλό.

1.2 Ιστορική αναδρομή

Μεγάλο κομμάτι των τηλεπικοινωνιακών συστημάτων στον τομέα της ναυτιλίας, πρωταρχικό σκοπό είχαν την ασφάλεια κατά την πλεύση. Επιπλέον, πολλές τεχνολογίες αναπτύχθηκαν ανά τα χρόνια για την ομαλή πλεύση πλοίων και για τη μεγαλύτερη δυνατή μείωση των ατυχημάτων. Τέτοιες τεχνολογίες είναι ο ασύρματος, το ραντάρ, τα δορυφορικά μέσα επικοινωνίας το **EPIRB** το **GMDSS**.

Η πρώτη επικοινωνία με ηλεκτρονικά μέσα πραγματοποιείται στις 3 Μαρτίου του 1899 με τον τότε ασύρματο του **Marconi**, όταν ένα πολεμικό πλοίο εξέπεμψε σήμα κινδύνου σε απόσταση 10 μιλίων από την ακτή της Αγγλίας, όπου και στάλθηκε και βοήθεια. Σύντομα ήταν ξεκάθαρο πόσο χρήσιμη θα ήταν η ασύρματη επικοινωνία στο να σωθούν ζωές στην θάλασσα.[1]

Κατόπιν, σημαντικό εργαλείο για την εύρεση χαμένων σκαφών ήταν το **EPIRB**, το οποίο αρχικά χρησιμοποιούνταν για αεροπλάνα. Οι πρώτοι φάροι χρησιμοποιήθηκαν την δεκαετία του '50 από τον αμερικανικό στρατό. Ωστόσο, έφεραν αδυναμίες καθώς δεν ήταν εύκολος ο εντοπισμός αλλά ήταν και χρονοβόρος. Αυτό όμως μελλοντικά θα βελτιωθεί όταν θα ξεκινήσουν την λειτουργία τους δορυφορικά προγράμματα όπως το **COSPAS-SARSAT**, που ξεκίνησε η λειτουργία του το 1982 και έχει βοηθήσει σε περισσότερες από 7.000 καταστάσεις κινδύνου.[2] Ακόμη, 3 χρόνια πριν από το COSPAS-SARSAT στις 16 Ιουλίου του 1979 ιδρύεται το **INMARSAT** (**I**nternational **M**aritime **S**atellite Organization) με πρωτοβουλία του **IMO** (Διεθνής Ναυτιλιακός Οργανισμός-International Maritime Organization) και αρχικά είχε ιδιότητα διακρατικού οργανισμού. Ο κύριος σκοπός της ίδρυσης του INMARSAT ήταν η παροχή αξιόπιστης επικοινωνίας προς θαλάσσια σκάφη, κυρίως για την ενίσχυση της ασφάλειας της ναυτιλίας, που περιλάμβανε τη μετάδοση σημάτων **SOS**, τη λειτουργική αλληλεπίδραση με άλλα πλοία και τις υπηρεσίες στην ξηρά, την επικοινωνία μεταξύ των μελών του πληρώματος και των επιβατών με την ακτή. Επιπλέον, στόχος του INMARSAT ήταν η διασφάλιση της λειτουργίας του συστήματος θαλάσσιων δορυφορικών επικοινωνιών σύμφωνα με τις απαιτήσεις του **GMDSS** (Global Maritime Distress and Safety System). Αρχικά το Inmarsat περιλάμβανε 35 κράτη που είχαν υπογράψει τη συμφωνία λειτουργίας, συμπεριλαμβάνοντας το USSR, τις Η.Π.Α., την Μεγάλη Βρετανία, την Νορβηγία, την Ιαπωνία, την τότε Δυτική Γερμανία και άλλες χώρες. [3]

Στην δεκαετία του 1960, ο IMO αναγνωρίζει ότι οι δορυφόροι θα παίξουν σημαντικό ρόλο στις επιχειρήσεις αναζήτησης και διάσωσης, και έτσι ο IMO υιοθετεί

τις βασικές απαιτήσεις του GMDSS ως κομμάτι του **SOLAS** (Safety of Life at Sea), και το σύστημα εισήχθη σταδιακά από το 1992 και μετά.[3]

Έτσι, μετά από σχεδόν 100 χρόνια από την πρώτη ασύρματη επικοινωνία, η πλήρης εκτέλεση του GMDSS γίνεται στις 1^η Φεβρουαρίου του 1999. Σήμερα, το GMDSS αποτελεί ένα ολοκληρωμένο σύστημα επικοινωνίας που θα πρέπει να διασφαλίζει πως κανένα πλοίο που βρίσκεται σε κίνδυνο δεν μπορεί να εξαφανιστεί χωρίς ίχνη και ότι μπορούν να σωθούν περισσότερες ζωές στη θάλασσα. Σύμφωνα με τις απαιτήσεις του GMDSS, όλα τα πλοία είναι υποχρεωμένα να είναι εξοπλισμένα με δορυφορικούς ραδιοφάρους ένδειξης θέσης έκτακτης ανάγκης (EPIRB) και δέκτες NAVTEX, έτσι ώστε να λαμβάνουν αυτόματα πληροφορίες ασφάλειας αποστολής.[3]

1.2 Κατηγορίες πλοίων

Τα φορητά πλοία κατατάσσονται σε πολλές κατηγορίες ανάλογα τον σκοπό τους, το μέγεθός τους, το είδος του φορτίου τους και πολλά άλλα. Φυσικά, ο οικονομικός παράγοντας αποτελεί πρωταρχική σημασία για τον σχεδιασμό ενός εμπορικού πλοίου. Συνεπώς, κάθε ιδιοκτήτης επιθυμεί την μέγιστη απόδοση της επένδυσής του, δηλαδή η κατασκευή ενός πλοίου δεν εξαρτάται αποκλειστικά από τις τρέχουσες οικονομικές ανάγκες αλλά και από την μελλοντική προσαρμοστικότητα των αναγκών στις απαιτήσεις των αγορών. [4]

Η πρώτη σχεδίαση ενός πλοίου θα πρέπει να συμπεριλαμβάνει ορισμένες παραμέτρους. Ορισμένες είναι:

- Διαστάσεις
- Μετατόπιση
- Σταθερότητα
- Προωθητικά χαρακτηριστικά
- Προκαταρκτική γενική ρύθμιση
- Κύριες δομικές λεπτομέρειες

Αξίζει να σημειωθεί πως ο τύπος του πλοίου παίζει σημαντικό ρόλο στον καθορισμό των παραπάνω παραμέτρων. Παρακάτω ακολουθεί η διάταξη των διαφόρων τύπων πλοίων και οι υποκατηγορίες τους, καλύπτοντας ένα ευρύ φάσμα των πλοίων που είναι σε λειτουργία μέχρι και σήμερα.

Τα είδη των πλοίων ταξινομούνται στις ακόλουθες κατηγορίες:

1. Πλοία container (εμπορευματοκιβωτίων)
2. Πλοία μεταφοράς χύδην φορτίου
3. Πλοία tanker (βυτιοφόρα ή αλλιώς «γκαζάδικα»)
4. Επιβατηγά πλοία
5. Πλοία του πολεμικού ναυτικού
6. Υπεράκτια πλοία
7. Πλοία ειδικού σκοπού

1. Πλοία container

Όπως λέει και το όνομά του, το σκάφος αυτό είναι κατασκευασμένο έτσι ώστε να μεταφέρει μεγάλες ποσότητες διαφορετικών τύπων εμπορευματοκιβωτίων. [4]



Σχήμα 1.2.1 Κατηγορία πλοίου Container

Τα πλοία αυτά ταξινομούνται βάσει του μεγέθους τους, και οι υποκατηγορίες είναι:

- Panamax
- Suezmax
- Post-Panamax
- Post-Suezmax
- Post-Malaccamax

- Refrigerated Container Ships, δηλαδή πλοία που μεταφέρουν φορτίο που απαιτεί να βρίσκονται σε ψύξη

2. Πλοία μεταφοράς χύδην φορτίου

Τα πλοία αυτά χρησιμοποιούνται για τη μεταφορά φορτίων (κυρίως ξηρό φορτίο) σε «χύμα» ποσότητες. Το φορτίο που μεταφέρεται δεν είναι υλικό που θα χαλάσει εύκολα κατά την μεταφορά και δεν χρήζει κάποιας ιδιαίτερης αντιμετώπισης. Ορισμένα τέτοια προϊόντα είναι δημητριακά, μεταλλεύματα, κάρβουνο ή και τσιμέντο. [4]



Σχήμα 1.2.2 Κατηγορία πλοίου μεταφοράς χύδην φορτίου

Οι υποκατηγορίες είναι οι εξής:

- Conventional bulkers
- Geared bulker
- Gearless bulker
- Self-discharging bulker
- Lakers
- BIBO

3. Πλοία tanker

Τα δεξαμενόπλοια πλοία είναι εξειδικευμένα για την μεταφορά μεγάλης ποσότητας υγρού φορτίου. Τα δεξαμενόπλοια υποδιαιρούνται σε περαιτέρω διαφορετικούς τύπους ανάλογα του φορτίου που μεταφέρουν. [4]



Σχήμα 1.2.3 Κατηγορία πλοίου δεξαμενόπλοιου

Οι κύριοι τύποι των πλοίων της κατηγορίας αυτής είναι:

- **Πετρελαιοφόρα** (Oil Tankers), τα οποία μεταφέρουν κυρίως αργό πετρέλαιο και τα υποπροϊόντα του.
- **Μεταφορείς υγροποιημένου αερίου** (Liquefied Gas Carriers), τα οποία είναι σχεδιασμένα για την μεταφορά LNG (Liquefied Natural Gas) και LPG (Liquefied Petroleum Gas) ή χημικά αέρια.
- **Μεταφορείς χημικών και προϊόντων** (Chemical and Product Carriers), τα οποία είναι σχεδιασμένα να μεταφέρουν χημικά και διάφορα χύμα υγρά προϊόντα.

Ωστόσο υπάρχουν και ειδικά σχεδιασμένα πλοία για να μεταφέρουν χυμούς, κρασί και διάφορα άλλα προϊόντα. Και, βάσει το μέγεθός τους τα δεξαμενόπλοια χωρίζονται περαιτέρω και σε άλλους τύπους όπως:

- VLCC
- ULCC

- Panamax
- Aframax
- Suezmax
- Capesize
- Handymax
- Lighters
- Handy

4. Επιβατηγά πλοία

Επιβατηγά όπως και υποδηλώνει και το όνομά τους είναι σχεδιασμένα με σκοπό την μεταφορά επιβατών. [4]

Τα επιβατηγά πλοία χωρίζονται σε δύο μεγάλες υποκατηγορίες:



Σχήμα 1.2.4 Κατηγορία πλοίου επιβατηγού - Ferries

- Τα **Ferries**, σκάφη που χρησιμοποιούνται για την μεταφορά επιβατών ή και οχημάτων, σε 'μικρά' δρομολόγια, και
- Τα **Cruise** (τα γνωστά κρουαζιερόπλοια), που χρησιμοποιούνται κυρίως για ψυχαγωγικές δραστηριότητες, τα οποία είναι σαν πολυτελή πλωτά ξενοδοχεία με υπερσύγχρονες εγκαταστάσεις.



Σχήμα 1.2.5 Κατηγορία πλοίου επιβατηγού - κρουαζιερόπλοιο

5. Πλοία του πολεμικού ναυτικού

Σε αυτή την κατηγορία είναι τα ειδικά διαμορφωμένα πλοία που χρησιμοποιούνται για πολεμικές δραστηριότητες, την μεταφορά στρατιωτών, αεροπλάνων, οπλισμού.



Σχήμα 1.2.6 Κατηγορία πλοίου, πολεμικά

Τα πλοία του πολεμικού ναυτικού έχουν πολλές υποκατηγορίες, ωστόσο οι βασικότερες είναι: [5]

- Αεροπλανοφόρα
- Αντιτορπιλικά
- Αποβατικά
- Ελικοπτεροφόρα
- Θωρηκτά
- Καταδρομικά
- Πυραυλάκατοι
- Φρεγάτες

6. Υπεράκτια πλοία

Σε αυτήν κατηγορία συναντάμε πλοία τα οποία βοηθούν στην εξερεύνηση πετρελαίου αλλά και σε κατασκευαστικά έργα στη θάλασσα. Και τα υπεράκτια πλοία με τη σειρά τους έχουν διάφορους τύπους. [4]



Σχήμα 1.2.7 Κατηγορία πλοίου Offshore

Ορισμένες βασικές υποκατηγορίες είναι:

- Προμηθευτικά σκάφη, τα οποία προμηθεύουν τις υπεράκτιες εξέδρες.
- Σκάφη που καταποντίζουν σωλήνες και καλώδια.
- Πλωτή εξέδρα, δηλαδή σκάφος που χρησιμοποιείται για την δημιουργία σταθερών πλατφορμών για την γεώτρηση πετρελαίου και φυσικού αερίου.
- Drill ships (θα μπορούσε να χαρακτηριστεί ως ερευνητικό), το οποίο είναι εμπορικό πλοίο σχεδιασμένο για εξερευνητική υπεράκτια γεώτρηση νέων φρεατίων πετρελαίου και φυσικού αερίου ή για γεωτρήσεις επιστημονικού σκοπού.
- Production platform (εξέδρες πετρελαίου), το οποίο χρησιμοποιείται για την εξαγωγή και επεξεργασία του αργού πετρελαίου και του φυσικού αερίου, ή και για προσωρινή αποθήκευση των προϊόντων μέχρι αυτά να μεταφερθούν στην στεριά για την διύλισή τους και κατόπιν την πώλησή τους.
- Καταδυτικά σκάφη, που χρησιμοποιούνται από δύτες για να καταδύονται στον ωκεανό και να πραγματοποιούν τις υποβρύχιες εργασίες.

7. Πλοία ειδικού σκοπού

Στην κατηγορία μπορούν να καταταχθούν διάφοροι τύποι σκαφών. Τα αλιευτικά, τα ρυμουλκά, τα σκάφη που λέγονται «λάντζα» που μεταφέρουν το πλήρωμα από την στεριά στο πλοίο, τα σκάφη πιλότων, τα σκάφη που βοηθούν τα διάφορα υπεράκτια σκάφη, τα διασωστικά, τα παγοθραυστικά σκάφη αποτελούν ορισμένα σκάφη που υπάγονται σε πλοία ειδικού σκοπού. [4]

- Τα αλιευτικά διαχωρίζονται σε δύο υποκατηγορίες, τις μηχανότρατες και τα Factory Ships.
 - Η μηχανότρατα αποτελεί ένα είδος σκάφους που σέρνει στον βυθό της θάλασσας μηχανισμό αποτελούμενο από συρμάτινο δίκτυ με σκοπό να «ξεριζώσει» τα πάντα στον δρόμο του, και
 - Τα Factory Ships, τα οποία διαθέτουν μέσα για την άμεση επεξεργασία και αποθήκευση αλιευμάτων.
- Τα ρυμούλκα τα οποία σπρώχνουν ή τραβάνε το πλοίο για την πραγματοποίηση της μανούβρας του ή το πέρασμα του πλοίου από ισθμούς και πορθμούς.
- Οι «λάντζες» που χρησιμοποιούνται για την μεταφορά του προσωπικού του πλοίου από και προς την στεριά.
- Τα σκάφη πιλότων, που μεταφέρουν τους πιλότους των πλοίων που οδηγούν εκείνοι τα πλοία εντός του λιμανιού.
- Τα βοηθητικά σκάφη των υπεράκτιων πλοίων τα οποία βοηθούν στην πραγμάτωση διάφορων εργασιών όπως την καταπόντιση καλωδίων ή σωλήνων.
- Τα διασωστικά σκάφη τα οποία περισυλλέγουν ανθρώπους από την θάλασσα ή το εμπόρευμα που έπεσε στη θάλασσα.
- Τα παγοθραυστικά, που χρησιμοποιούνται για την μείωση του πάγου εντός της θάλασσας σε εξαιρετικά κρύες κλιματολογικές συνθήκες, με σκοπό την διάνοιξη «ασφαλούς δρόμου» για τα άλλα διερχόμενα σκάφη.

Ενότητα 2

GMDSS και ραδιοεπικοινωνίες

2.1 GMDSS (Global Maritime Distress and Safety System)

Το GMDSS σε ελληνικούς όρους μεταφράζεται ως Παγκόσμιο Ναυτιλιακό Σύστημα Κινδύνου και Ασφάλειας είναι ένα ναυτιλιακό σύστημα παγκόσμιας κάλυψης, που βασίζεται σε αυτοματοποιημένες ραδιοεπικοινωνίες, δορυφορικές και επίγειες, που αυξάνουν τις πιθανότητες εντοπισμού ναυαγών, βελτιώνοντας τις ραδιοεπικοινωνίες και το συντονισμό και παρέχοντας στα πλοία πληροφορίες ναυτικής ασφάλειας ζωτικής σημασίας. [6]

2.1.1 Βασικός εξοπλισμός

Για το GMDSS ο τεχνικός εξοπλισμός για την λήψη και αποστολή σημάτων είναι η κεραία και οι συσσωρευτές που απαιτούνται για την ομαλή του λειτουργία. Κατόπιν, ο εξοπλισμός που πρέπει να έχει το έκαστο πλοίο εξαρτάται από την περιοχή GMDSS στην οποία το πλοίο πλέει.

Η κεραία που χρησιμοποιείται δεν είναι κάποια ιδιαίτερη αλλά πρόκειται για την ίδια κεραία που χρειάζεται το VHF. Οι συσσωρευτές με την σειρά τους διακρίνονται κυρίως σε τρεις βασικές κατηγορίες:

1. **Κύρια πηγή ηλεκτρικής ενέργειας**, που ορίζεται ως κύρια πηγή ενέργειας του πλοίου. [7]
2. **Πηγή ηλεκτρικής ενέργειας έκτακτης ανάγκης (Γεννήτρια έκτακτης ανάγκης – Emergency Generator)**, η οποία αποτελεί την τροφοδότηση έκτακτης ανάγκης και συνήθως λαμβάνεται από τη γεννήτρια έκτακτης ανάγκης του πλοίου. Η πηγή έκτακτης ανάγκης πρέπει να είναι επαρκής για την λειτουργία του βασικού και του πρόσθετου εξοπλισμού, δηλαδή 18 ώρες για τα φορτηγά πλοία και 36 ώρες για τα επιβατηγά πλοία. [7]
3. **Πηγή εφεδρικής ενέργειας συστημάτων GMDSS**, που αποτελείται συνήθως από επαναφορτιζόμενους συσσωρευτές και χρησιμοποιείται για να παρέχει ενέργεια στον εξοπλισμό ραδιοηλεκτρονικών σε περίπτωση βλάβης της κύριας πηγής ηλεκτρικής ενέργειας και της πηγής ηλεκτρικής ενέργειας έκτακτης ανάγκης. Η εφεδρική πηγή ενέργειας πρέπει να είναι ικανή να τροφοδοτήσει την εγκατάσταση ραδιοηλεκτρονικών για τουλάχιστον:

- Μία ώρα σε πλοία που είναι εφοδιασμένα με πηγή ενέργειας έκτακτης ανάγκης επαρκή για την τροφοδότηση του εξοπλισμού ραδιοηλεκτρονικών για περίοδο 18 ωρών στα φορτηγά πλοία και 36 ωρών στα επιβατηγά πλοία ή
 - Έξι ώρες σε πλοία που δεν διαθέτουν πηγή ενέργειας έκτακτης ανάγκης. [2]
4. Μια εγκατάσταση VHF ικανή να εκπέμπει και να λαμβάνει DSC στο κανάλι 70 και να επικοινωνεί στα κανάλια 16, 13 και 6.
 5. Μια συσκευή εντοπισμού που να λειτουργεί είτε στη συχνότητα των 9GHz (συχνότητα του ραντάρ) είτε στις συχνότητες του **AIS** που πρέπει να τοποθετείται σε μέρος που είναι εύκολα προσβάσιμο.
 6. Να διαθέτει έναν δέκτη **NAVTEX** σε περιοχές που αυτό απαιτείται.
 7. Έναν ραδιοφάρο ένδειξης θέσης κινδύνου (**EPIRB**) το οποίο:
 - Να είναι ικανό να εκπέμπει σήμα κινδύνου στη συχνότητα των 406 MHz, μέσω δορυφόρων πολικής τροχιάς του COSPAS και του SARSAT.
 - Να είναι εγκατεστημένο σε εύκολα προσβάσιμο μέρος.
 - Να μπορεί να ενεργοποιείται χειροκίνητα και να μεταφέρεται εύκολα στο μέσο διάσωσης.
 - Να μπορεί να ενεργοποιείται αυτόματα και να επιπλέει.
 8. Φορητούς ασύρματους VHF (ο αριθμός των ασύρματων είναι ανάλογος του τύπου πλοίου και την χωρητικότητά του).

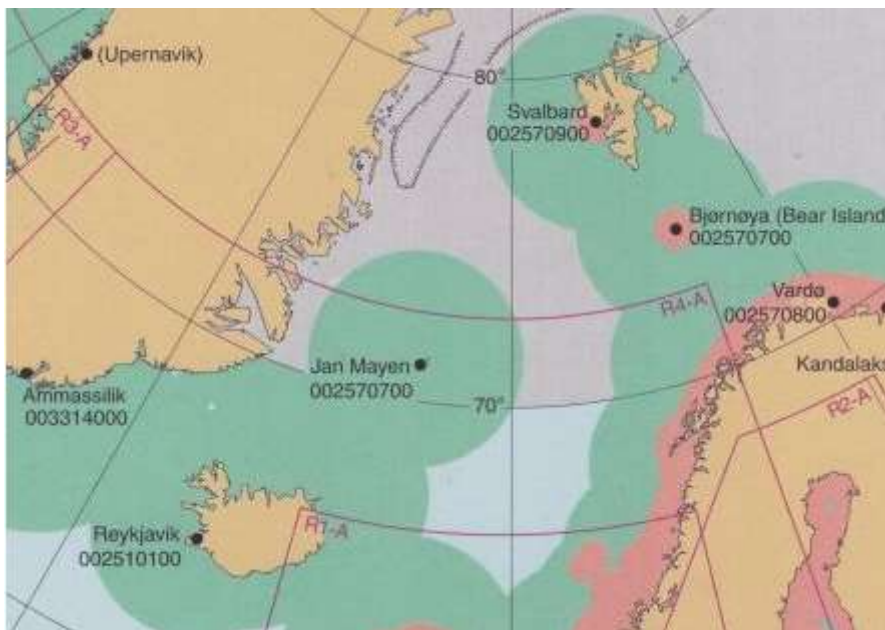
2.1.2 Βασικές αρχές GMDSS

Το εύρος λειτουργίας του GMDSS είναι παγκόσμιο, για αυτόν τον λόγο το σύστημα GMDSS υποδιαιρεί τον κόσμο σε τέσσερις μεγάλες γεωγραφικές θαλάσσιες περιοχές ανάλογα με την απόσταση από κατοικημένες περιοχές και τη διαθέσιμη τεχνολογία επικοινωνιών. Από τη μια η θαλάσσια περιοχή περιγράφει τις διαθέσιμες υπηρεσίες των παράκτιων ραδιοσταθμών, ενώ από την άλλη προσδιορίζουν τον εξοπλισμό που πρέπει να φέρουν τα πλοία, καθώς το πλοίο μπορεί να βρεθεί σε περιοχή που την διέπουν διαφορετικοί περιορισμοί και να ορίζει διαφορετικές προϋποθέσεις.

Ο πίνακας που ακολουθεί περιλαμβάνει τις πληροφορίες που αφορούν την κάλυψη δορυφόρων και ραδιοεπικοινωνίας καθώς και τις προδιαγραφές του εξοπλισμού που πρέπει να φέρουν τα σκάφη της SOLAS σε όλες τις Θαλάσσιες Περιοχές GMDSS. [8]

Θαλάσσια περιοχή GMDSS	Γεωγραφική κάλυψη δορυφόρου και ραδιοηλεκτρονικών	Εξοπλισμός επικοινωνίας με ασύρματο και δορυφόρο	Αυτόματος και φορητός ραδιοεξοπλισμός
A1	Εντός της διαρκούς κάλυψης του VHF (Πολύ Υψηλή Συχνότητα) DSC (Ψηφιακή Επιλεκτική Κλήση) από έναν CRS με επακόλουθη VHF RT (Ραδιοηλεφωνία) (περίπου 20-30 NM από την ακτή)	<ul style="list-style-type: none"> • Ασύρματος VHF-DSC και RT • δέκτης NAVTEX – αυτόματη λήψη MSI (Πληροφορία Ναυτικής Ασφάλειας) 	<ul style="list-style-type: none"> • 406 MHz EPIRB (Θεσιδεκτικός Ραδιοφάρος Έκτακτης Ανάγκης) • SART (Αναμεταδότης Ραντάρ Έρευνας και Διάσωσης) • Ασύρματος VHF χειρός.
A2	<ul style="list-style-type: none"> • Εκτός της θαλάσσιας περιοχής A1. • Με διαρκή κάλυψη MF (Μέση Συχνότητα) DSC από ένα CRS με επακόλουθη MF RT (περίπου 100 NM από την ακτή) 	<ul style="list-style-type: none"> • Ασύρματος MF – DSC και RT • Ο εξοπλισμός που περιλαμβάνεται στη Θαλάσσια Περιοχή A1 	<ul style="list-style-type: none"> • 406 MHz EPIRB • SART • Ασύρματος VHF χειρός
A3	<ul style="list-style-type: none"> • Εκτός των Θαλάσσιων Περιοχών A1 & A2 • Εντός της κάλυψης του INMARSAT (Διεθνής Οργανισμός Ναυτιλιακών Δορυφόρων), δηλαδή είναι 	<ul style="list-style-type: none"> • ασύρματος HF (Υψηλής Συχνότητας) – DSC • INMARSAT – Δορυφορική επικοινωνία • Σύστημα λήψης MSI στη Θαλάσσια 	<ul style="list-style-type: none"> • 406 MHz EPIRB • SART • Ασύρματος VHF χειρός

	ανάμεσα στις 70ο Βόρεια και στις 70ο Νότια	Περιοχή A3 (EGC ή ραδιοτέλεξ) <ul style="list-style-type: none"> Ο εξοπλισμός που περιλαμβάνεται στις Θαλάσσιες Περιοχές A1 & A2 	
A4	<ul style="list-style-type: none"> Εκτός των Θαλάσσιων Περιοχών A1, A2 & A3 Πάνω από τις 700 B και κάτω από τις 700 N 	<ul style="list-style-type: none"> ασύρματος HF – DSC Ο εξοπλισμός που περιλαμβάνεται στις Θαλάσσιες Περιοχές A1 & A2 	<ul style="list-style-type: none"> 406 MHz EPIRB SART Ασύρματος VHF χειρός



Σχήμα 2.1.2.1 Χάρτης της Νορβηγίας, της Γροιλανδίας και της Θάλασσας του Μπάρεντς με χρωματιστές τις Θαλάσσιες Περιοχές GMDSS: A1 (κόκκινο), A2 (πράσινο), A3 (μπλε) και A4 (γκρι).

2.1.3 Πλεονεκτήματα GMDSS

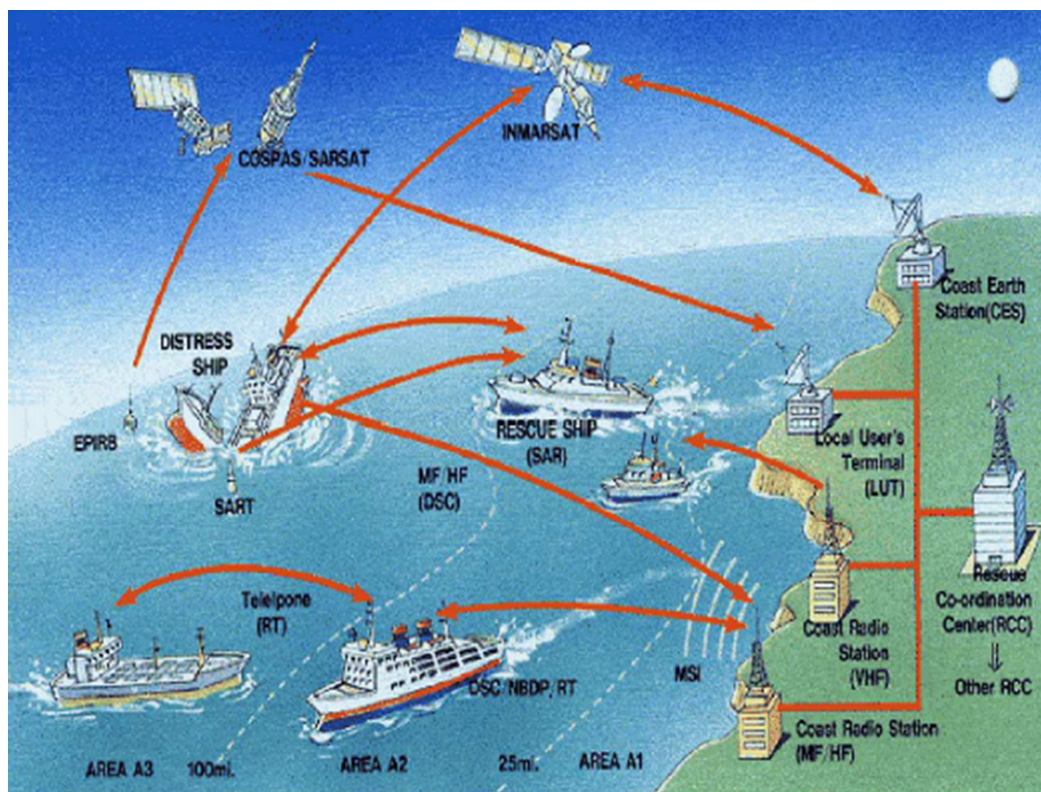
- Άμεση ειδοποίηση της στεριάς χωρίς απαραίτητα την ύπαρξη παραπλεόντων πλοίων,
- Απλοποιημένα (αυτοματοποιημένα) σήματα κινδύνου,

- Δύο τουλάχιστον διαφορετικά συστήματα για την ενεργοποίηση συναγερμού κινδύνου στον υποχρεωτικό εξοπλισμό των πλοίων,
- Οργάνωση έρευνας και διάσωσης από την ξηρά, και
- Τήρηση φύλαξης χωρίς την απαίτηση εξειδικευμένου προσωπικού. [7]

2.1.4 Κατηγορίες πλοίων GMDSS

Σύμφωνα με το 4^ο κεφάλαιο της Διεθνούς Συνθήκης **SOLAS**, όλα τα πλοία που διέπονται από το SOLAS έχουν υποχρέωση σε εξοπλισμό GMDSS με εξαίρεση τις ακόλουθες κατηγορίες:

- i. Φορηγά πλοία κάτω των 300 κοχ
- ii. Πολεμικά πλοία και πλοία νηοπομπών
- iii. Πλοία που δεν κινούνται με μηχανικά μέρη
- iv. Ξύλινα πλοία πρωτόγονης κατασκευής
- v. Πλοία αναψυχής (όχι τα επαγγελματικά)
- vi. Αλιευτικά
- vii. Πλοία που κινούνται στις λίμνες του Καναδά. [7]



Σχήμα 2.1.4.1 Ο βασικός σχεδιασμός του GMDSS. (photo: www.prescom.net)

2.1.5 Λειτουργικές απαιτήσεις του GMDSS

Οι λειτουργικές απαιτήσεις του GMDSS αναφέρονται με κάθε λεπτομέρεια στον κανονισμό 4 του κεφαλαίου IV της Δ.Σ. SOLAS. Είναι υψίστης σημασίας για την ασφάλεια να ικανοποιούνται όλες οι προβλεπόμενες απαιτήσεις. Η σημαντικότερη

απαιτήση είναι ότι «κάθε πλοίο, εν πλω, πρέπει να είναι ικανό να εκπέμπει συναγερμό κινδύνου 'πλοίου-προς-ξηρά' με δύο τουλάχιστον ξεχωριστά και ανεξάρτητα μέσα, κάθε από τα οποία χρησιμοποιεί μια διαφορετική υπηρεσία ραδιοτηλεπικοινωνιών». Πρέπει να είναι δυνατό να ενεργοποιούνται αυτοί οι συναγερμοί από τη θέση από την οποία το πλοίο βρίσκεται. Υπό ορισμένες προϋποθέσεις το δορυφορικό EPIRB ελεύθερης πλεύσης μπορεί να χρησιμοποιείται για τη κάλυψη αυτής της απαίτησης εάν εγκαθίσταται κοντά στη γέφυρα ναυσιπλοΐας ή εάν είναι δυνατή η ενεργοποίησή του με τηλεχειρισμό από τη γέφυρα.

Συνοπτικά, οι λειτουργικές απαιτήσεις είναι 9:

1. Να εκπέμπει συναγερμούς κινδύνου στην κατεύθυνση «πλοίο-ξηρά» (ship-to-shore), με δύο τουλάχιστον ξεχωριστά και ανεξάρτητα μέσα, και το καθένα να χρησιμοποιεί διαφορετική υπηρεσία ραδιοτηλεπικοινωνιών.
2. Να εκπέμπει και να λαμβάνει συναγερμούς κινδύνου στην κατεύθυνση «Πλοίο-Πλοίο» (ship-to-ship).
3. Να λαμβάνει συναγερμούς κινδύνου στην κατεύθυνση «Ξηρά-Πλοίο» (shore-to-ship).
4. Να πραγματοποιεί επικοινωνίες Συντονισμού Έρευνας και Διάσωσης (**SAR**).
5. Να πραγματοποιεί επικοινωνίες «Περιοχής Συμβάντος» (On Scene Communication).
6. Να πραγματοποιεί επικοινωνίες «Γέφυρα-προς-Γέφυρα» (Bridge-to-Bridge).
7. Να εκπέμπει και να λαμβάνει σήματα για εντοπισμό (Homing).
8. Να εκπέμπει και να λαμβάνει «Πληροφορίες Ναυτικής Ασφάλειας» (Maritime Safety Information – MSI).
9. Να διαχειρίζεται γενικές ραδιοτηλεπικοινωνίες (General Communications). [7]

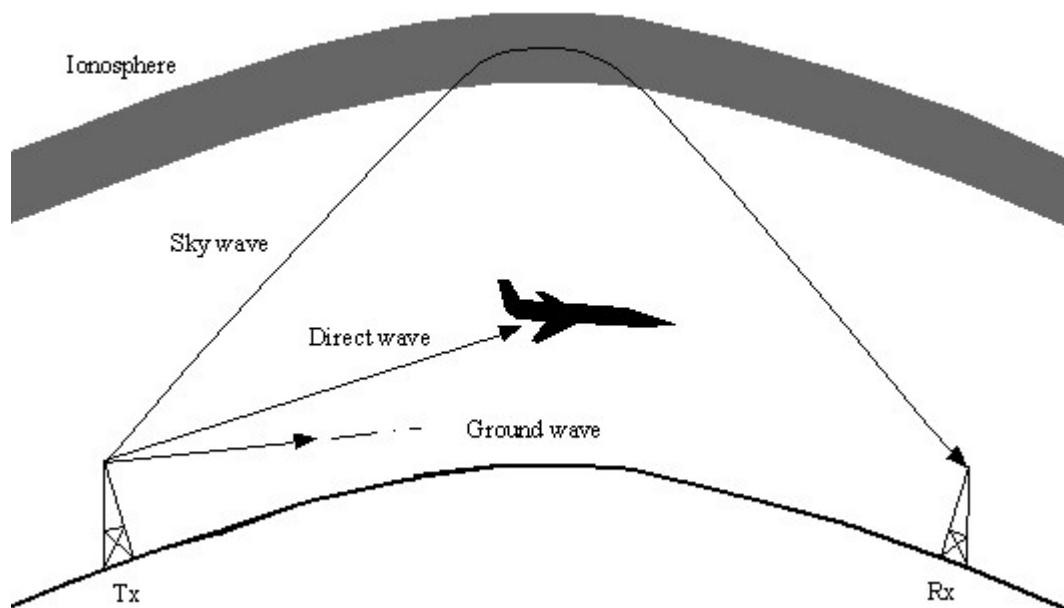
2.2 Ραδιοεπικοινωνία

Η ραδιοεπικοινωνία είναι γνωστή και ως **RT** (Ραδιοτηλεφωνία) χρησιμοποιεί έναν **Tx** (ραδιοπομπό) για να στείλει τα ραδιοκύματα της συγκεκριμένης συχνότητας καθώς και έναν **Rx** (ραδιοδέκτη) για να μπορεί να στέλνει τα ραδιοκύματα στην ίδια συχνότητα. Τα ραδιοκύματα είναι ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία σε συγκεκριμένες ζώνες συχνοτήτων εντός του εύρους των ραδιοσυχνοτήτων. Συχνότητα των κυμάτων ορίζεται ο αριθμός ταλαντώσεων ενός κύματος ανά την μονάδα του χρόνου. Για παράδειγμα η θαλάσσια **VHF RT** λειτουργεί στο εύρος του **VHF**, που κυμαίνεται από τα 156MHz έως τα 174MHz. [9]

Τα συστήματα επίγειας επικοινωνίας GMDSS παρέχουν υπηρεσίες μέσω των **VHF** (Πολύ Υψηλή Συχνότητα - 30 MHz έως 300 MHz), **HF** (Υψηλή Συχνότητα - 3 MHz έως 30 MHz) και **MF** (Μεσαία Συχνότητα - 300 kHz έως 3 MHz).

Ο όρος διάδοση χρησιμοποιείται για να περιγράψει την κίνηση των ραδιοκυμάτων από έναν πομπό προς ένα δέκτη. Στην περίπτωση των ραδιοτηλεπικοινωνιών στη Ναυτιλία μας απασχολούν τρία είδη διάδοσης, τα οποία είναι:

- Διάδοση γραμμής όρασης (Άμεσο κύμα)
- Διάδοση εδάφους, και
- Ατμοσφαιρική διάδοση

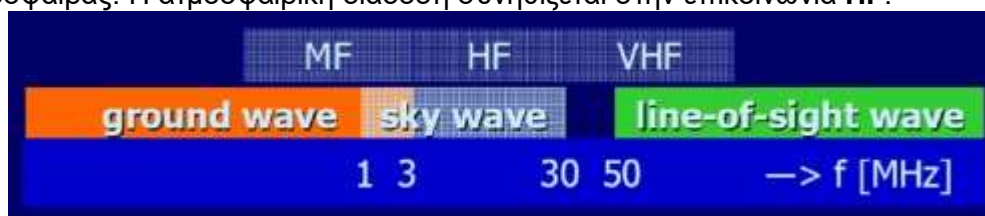


Σχήμα 2.2.1 Η απεικόνιση των τριών ειδών διάδοσης σημάτων ραδιοτηλεπικοινωνίας.

Η πλειοψηφία των θαλάσσιων επικοινωνιών, στο εύρος 50 MHz και άνω (επικοινωνία VHF) χρησιμοποιεί τη διάδοση γραμμής όρασης (άμεσο κύμα) που δουλεύει σε σημεία που δε μεσολαβούν φυσικά εμπόδια ανάμεσα στα **Tx** και **Rx**.

Η διάδοση εδάφους χρησιμοποιείται για μεγαλύτερες αποστάσεις όπου παίζει ρόλο και η καμπυλότητα της Γης. Η διάδοση εδάφους συνηθίζεται στην επικοινωνία **MF**. Το μήκος της διάδοσης στη στεριά εξαρτάται από τα εμπόδια (λόφους, κλπ) ενώ στη θάλασσα, επειδή το "πεδίο" είναι επίπεδο η απόσταση είναι πάντα μεγαλύτερη.

Η ατμοσφαιρική διάδοση επηρεάζεται από τις αντανάκλασεις της ιονόσφαιρας. Οι διακυμάνσεις στο μήκος διάδοσης παρατηρούνται ανάλογα με παράγοντας όπως η ώρα της ημέρας, το έτος, οι ηλιακές κηλίδες καθώς και άλλες συνθήκες της ιονόσφαιρας. Η ατμοσφαιρική διάδοση συνηθίζεται στην επικοινωνία **HF**.

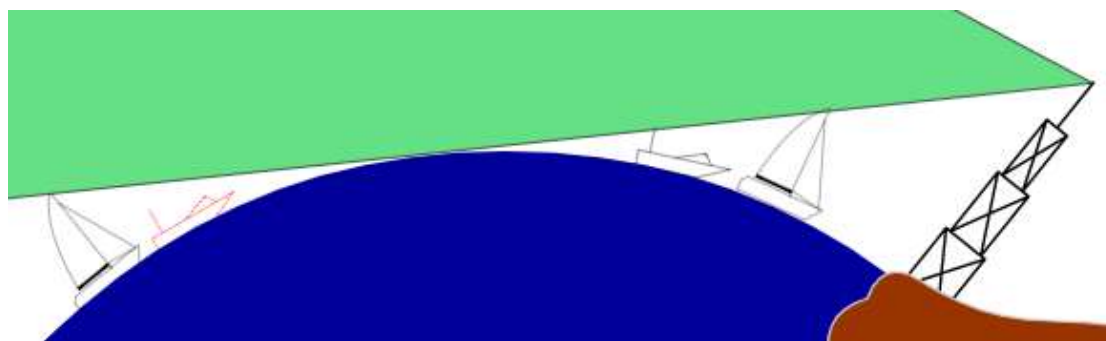


Σχήμα 2.2.2 Είδη διάδοσης στο φάσμα του ασυρμάτου.

2.2.1 Ραδιοεπικοινωνία VHF

Το μήκος κύματος των συχνοτήτων στο εύρος του **VHF** είναι περίπου **2m**. Ουσιαστικά, το μήκος μιας κεραίας VHF ή αλλιώς δίπολη κεραία, ενός ασυρμάτου VHF δε χρειάζεται να είναι πιο μακρύ από το μισό αυτού του μήκους, δηλαδή περίπου **1m**. Έτσι, με αυτό η ραδιοεπικοινωνία με το VHF είναι κατάλληλη για όλα τα σκάφη, συμπεριλαμβάνοντας τόσο τα μεγάλα πλοία όσο και τα πιο μικρά όπως τα αλιευτικά.

Τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα που έχουν τόσο μικρό μήκος κύματος έχουν την τάση να ταξιδεύουν ή να μεταδίδονται σε μια σχεδόν ευθεία γραμμή ανάμεσα στον πομπό και τον δέκτη και μπορούν να ξεπερνούν τον ορατό ορίζοντα (απόσταση ορατότητας). Τα κύματα αυτά όμως δεν έχουν τη δυνατότητα να διαπερνούν αντικείμενα, αλλά μπορούν και αντανακλώνται από αυτά. Γι' αυτούς τους λόγους είναι



Σχήμα 2.2.1.1 Εκπομπή και λήψη από και προς τον πύργο.

προτιμότερο η τοποθέτηση της κεραίας VHF να πραγματοποιείται στο πιο ψηλό σημείο του σκάφους, με σκοπό να έχει την καλύτερη όσο το δυνατόν εμβέλεια επικοινωνίας.[9]

Παρατηρώντας το σχήμα 2.2.1.1 προκύπτει ποια σκάφη είναι σε θέση να λαμβάνουν και να στέλνουν σήματα και ποια όχι. Στην προκειμένη περίπτωση το σκάφος με κόκκινο χρώμα είναι εκτός εμβέλειας του πύργου **CRS** (Παράκτιος Ραδιοσταθμός) . Τα άλλα σκάφη ωστόσο μπορούν να επικοινωνήσουν άμεσα με τον πύργο είτε επειδή βρίσκονται πλησιέστερα στον πύργο είτε γιατί οι κεραίες τους είναι αρκετά ψηλές για επικοινωνία με τον πύργο. Αν όμως το κόκκινο σκάφος δεν βρισκόταν στην εμβέλεια των άλλων σκαφών τότε δεν θα λαμβάνονταν το σήμα κινδύνου, ασφαλείας ή οι τακτικές ειδοποιήσεις του ή οι κλήσεις του. [9]

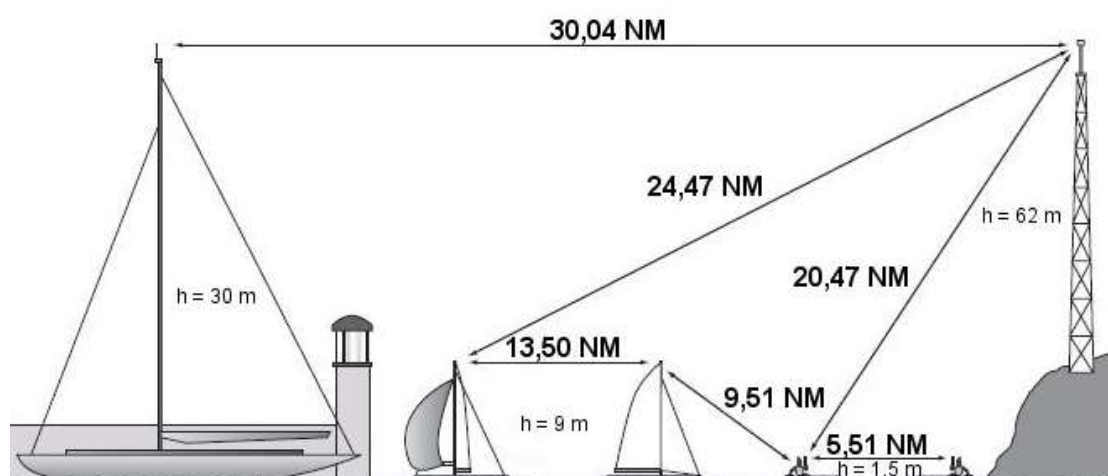
Η εμβέλεια των ραδιοεπικοινωνιών VHF υπολογίζεται από τον παρακάτω τύπο (το σύμβολο $\sqrt{\quad}$ είναι η τετραγωνική ρίζα):

Εμβέλεια [NM] = $2,25 \times \sqrt{\text{ύψος της κεραίας [m]}}$, όπου NM είναι το Ναυτικό Μίλι.

Στον υπολογισμό της εμβέλειας ανάμεσα σε δυο κεραίες, πρέπει να λαμβάνεται υπόψη το εύρος και των δύο κεραίων. Ο τύπος φαίνεται παρακάτω:

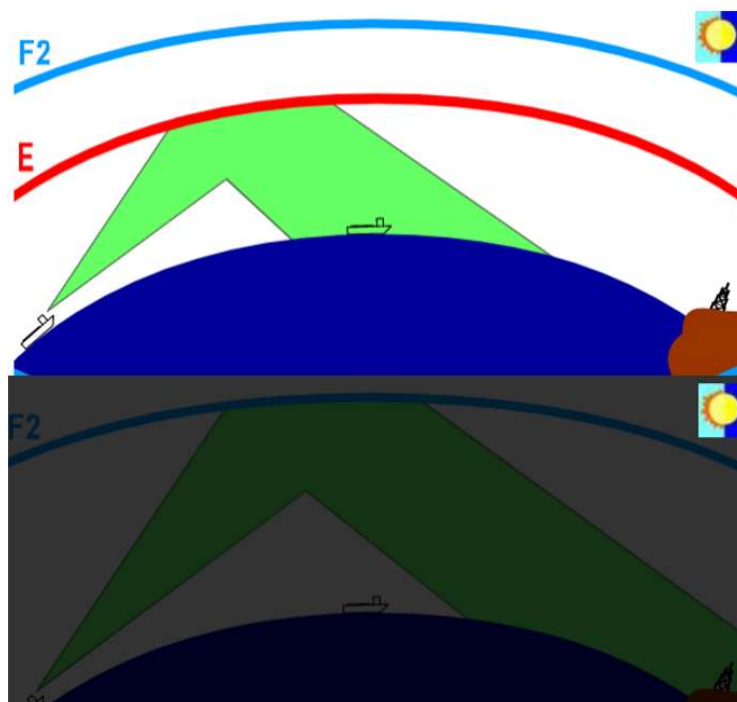
Εμβέλεια μεταξύ δύο κεραιών [NM] = $2,25 \times (\sqrt{\text{ύψους της κεραίας I[m]} + \sqrt{\text{ύψους της κεραίας II[m]}}$)

Για παράδειγμα, η εμβέλεια της κεραίας του σκάφους (30m πάνω από τη θάλασσα) και της κεραίας του CRS (62m πάνω από τη θάλασσα) είναι $2,25 \times (\sqrt{30} + \sqrt{62}) = 30,04$ NM. Ακολουθεί το σχήμα 2.2.1.2 που απεικονίζει το εύρος μετάδοσης του **VHF**.



Σχήμα 2.2.1.2 Το εύρος μετάδοσης του VHF.

Η εμβέλεια των ραδιοεπικοινωνιών VHF στη θάλασσα μπορεί να έχει διαφορές μεταξύ των διαφόρων τύπων σκαφών και του CRS. Αυτό προκύπτει λόγω των διάφορων υψών κεραιών που χρησιμοποιούνται και εξαρτώνται από το μέγεθος των σκαφών και τις θέσεις των CRS. Κατά κύριο λόγο η εμβέλεια των ραδιοσυχνοτήτων στο VHF κυμαίνεται από 20NM έως και 30 NM. Οι συχνότητες που χρησιμοποιεί το VHF είναι 156 MHz με 174 MHz, ενώ περιλαμβάνει 57 ξεχωριστά κανάλια που αριθμούνται διαδοχικά από το VHF CH 1 έως το VHF CH 28 και από το VHF CH 60 έως VHF CH 88.



Σχήμα 2.2.2.1 Η αντανάκλαση του σήματος κατά την διάρκεια της μέρας και της νύχτας.

2.2.2 Ραδιοεπικοινωνίες MF&HF

Το εύρος των υψηλών συχνοτήτων και εν μέρει στο εύρος των MF κυμαίνεται από το 1 MHz έως τα 30 MHz. Η ατμοσφαιρική διάδοση επηρεάζεται περισσότερο από την ιονόσφαιρα, και καθώς η πυκνότητα του ατμοσφαιρικού ιονισμού δεν είναι σταθερή έτσι και η συχνότητα πρέπει να είναι σε θέση να μεταβάλλεται όταν συναντάται υψηλότερη πυκνότητα ιονισμού. Έτσι, γίνεται κατανοητό πως οι διακυμάνσεις στο μήκος διάδοσης εξαρτώνται από πολλούς παράγοντες. Ορισμένοι είναι οι εξής: η ώρα της ημέρας, η εποχή, οι ηλιακές κηλίδες αλλά και άλλες ιονοσφαιρικές συνθήκες. [10]

Η πράσινη περιοχή και στα δύο σχήματα μας δείχνει την περιοχή στην οποία μπορεί να ληφθεί η εκπομπή του πλοίου. Κατά τη διάρκεια της ημέρας η αντανάκλαση του κύματος στην ιονόσφαιρα γίνεται χαμηλότερα (στρώμα E). Κατά τη διάρκεια της νύχτας, η αντανάκλαση του κύματος γίνεται σε υψηλότερα (στρώμα F2).

Τα δεδομένα για το ύψος της ιονόσφαιρας τα λαμβάνει κάποιος από διάφορα αστεροσκοπεία. Από τα πιο γνωστά ευρωπαϊκά αστεροσκοπεία είναι το Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών το οποίο λαμβάνει και δημοσιεύει δεδομένα από όλον τον κόσμο (www.io.no.noa.gr). Εκεί ένας χειριστής βρίσκει τα δεδομένα που χρειάζεται για το ύψος της ιονόσφαιρας.

Για να φτάσει σε ένα συγκεκριμένο σταθμό η κλήση πρέπει να γίνει εντός των ορίων των **LUF** (Ελάχιστη Χρησιμοποιούμενη Συχνότητα) και **MUF** (Μέγιστη Χρησιμοποιούμενη Συχνότητα). Η βέλτιστη επικοινωνία λέγεται **OTF** (Βέλτιστη Συχνότητα Λειτουργίας) και είναι σχεδόν στο 85% της MUF. Όμως ο χειριστής ασυρμάτου δεν μπορεί να επιλέξει οποιαδήποτε συχνότητα, αλλά μόνο όσες είναι για θαλάσσιες επικοινωνίες, πρέπει να χρησιμοποιεί την πλησιέστερη διαθέσιμη συχνότητα. Οι MUF και OTF υπολογίζονται από τον τύπο:

$$\mathbf{MUF=f0/cos(\alpha)}, \text{ όπου } \alpha = \text{arc tg} ((d/2)/h)$$

$$\mathbf{OTF=MUF * 0.85}$$

Το LUF εξαρτάται από την ισχύ του πομπού, την ευαισθησία και το συντονισμό του δέκτη.

Η απόσταση που διανύει το σήμα πριν φτάσει ξανά στη γη λέγεται απόσταση υπερπήδησης. Διαπιστώνεται ότι υπάρχει μια περιοχή ανάμεσα στα όρια της κάλυψης του κύματος εδάφους και της ζώνης αντανάκλασης όπου δεν μπορεί να ληφθεί κανένα σήμα. Αυτή η περιοχή ονομάζεται νεκρή ζώνη ή ζώνη υπερπήδησης. Για να επιτευχθεί επικοινωνία στη ζώνη αυτή πρέπει να χαμηλώσει την συχνότητα.

Γενικά:

- η ημερήσια MUF είναι υψηλότερη της νυχτερινής MUF,
- η καλοκαιρινή MUF είναι μεγαλύτερη της χειμερινής MUF,
- όσο αυξάνεται η ηλιακή δραστηριότητα, τόσο αυξάνονται οι MUF και OTF και μειώνεται η απόσταση υπερπήδησης, και
- όταν μειώνεται η ηλιακή δραστηριότητα, μειώνονται οι MUF και OTF και αυξάνεται η απόσταση υπερπήδησης. [10]

2.2.3 MF

Το κύμα εδάφους διαδίδεται όλες τις ώρες μιας ημέρας. Η ημερήσια περιοχή εξυπηρέτησης ενός σταθμού MF καθορίζεται από τα χαρακτηριστικά του τρόπου διάδοσης του κύματος εδάφους. Στη θάλασσα η αγωγιμότητα είναι υψηλότερη απ' ό,τι

στην ξηρά. Η απόσταση εξαρτάται από την ισχύ του σταθμού εκπομπής. Όλοι οι καταγεγραμμένοι σταθμοί πλοίων θα πρέπει να έχουν αρκετή ισχύ για να φτάνουν σε παράκτιους σταθμούς εντός 150 ναυτικών μιλίων (ελάχιστη προδιαγραφή για τη Θαλάσσια Περιοχή A2).

Κατά τη νύχτα το σήμα διαδίδεται σαν ιονοσφαιρικό κύμα μέσω της ιονόσφαιρας καθώς και σαν κύμα εδάφους. Η αντανάκλαση από την ιονόσφαιρα προκαλεί τη λεγόμενη απόσταση υπερπήδησης.

Συνήθως ένα πλοίο χρησιμοποιεί το DSC για τη δημιουργία σύνδεσης με άλλους σταθμούς. Στα σήματα προτεραιότητας (κινδύνου, έκτακτης ανάγκης, ασφαλείας) χρησιμοποιείται η συχνότητα DSC 2187,5 KHz. Όμως στα σήματα ρουτίνας ενός πλοίου χρησιμοποιείται η μονόδρομη συχνότητα 2177 KHz για κλήσεις από πλοίο προς πλοίο, ενώ για κλήσεις από πλοίο προς την ξηρά χρησιμοποιείται η αμφίδρομη συχνότητα 2189,5 KHz.

Όταν συνδέεται ο χειριστής ασυρμάτου πρέπει να περνάει σε συχνότητα εργασίας. Για σήματα προτεραιότητας (κινδύνου, έκτακτης ανάγκης, ασφαλείας) μέσω ραδιοτηλεφωνίας χρησιμοποιείται η συχνότητα 2182 kHz. Για σήματα ρουτίνας ο χειριστής πρέπει να συμβουλευτεί τον κατάλογο συχνοτήτων για τη συγκεκριμένη περιοχή MF. Οι κλήσεις από πλοίο προς πλοίο πραγματοποιείται στις συχνότητες 2045 kHz ή 2048 kHz στην περιοχή 1, ενώ στις περιοχές 2 και 3 οι συχνότητες είναι 2635 kHz ή 2638 kHz. Για κλήσεις από το πλοίο προς τη στεριά τις συχνότητες εργασίας τις ορίζει ο παράκτιος σταθμός. [10]

2.2.4 HF

Οι κλήσεις **HF** εκπέμπονται μέσω της ιονόσφαιρας ως ατμοσφαιρική διάδοση. Η ιδανική επικοινωνία χρησιμοποιεί την **OTF** (Βέλτιστη Συχνότητα Λειτουργίας). Όμως ο χειριστής ασυρμάτου ενός πλοίου περιορίζεται στις συχνότητες που προσδιορίζονται για τις θαλάσσιες επικοινωνίες. Ο επίσημος κατάλογος αυτών των συχνοτήτων συναντάται στα βιβλία της **ITU books**, καθώς επίσης και σε πολλές άλλες δημοσιεύσεις. Υπάρχουν οι ζώνες των **4MHz, 6MHz, 8MHz, 12MHz, 16MHz, 18/19MHz, 22MHz** και **25/26MHz bands**. Αυτές οι ζώνες περιλαμβάνουν συχνότητες για φωνητική επικοινωνία καθώς και συχνότητες για **DSC** και άλλα (τέλεξ, τηλεγραφία). Στις κλήσεις προτεραιότητας οι συχνότητες φτάνουν μέχρι τη ζώνη των **16 MHz** καθώς μέχρι και τα 16 MHz είναι αρκετά για την κάλυψη της μισής επιφάνειας της Γης. [10]

2.3 Ασύρματος VHF

Ο ασύρματος **VHF RT** αποτελεί ένα σύστημα εκπομπής και λήψης, που επιτρέπει στο χειριστή να εκπέμπει ή να λαμβάνει πληροφορίες μέσω φωνής, ενώ επίσης μπορεί να είναι σταθερός ή φορητός. [11]



Σχήμα 2.3.1 Φωτογραφία ενός σταθερού ασύρματος VHF RT (Simrad RT64)



Σχήμα 2.3.2 Φωτογραφία ενός φορητού ασύρματος VHF RT (Simrad HT50)

Ο ασύρματος VHF RT ωστόσο έχει ένα μειονέκτημα το οποίο είναι πως δεν μπορεί να απευθυνθεί σε κάποιο συγκεκριμένο ασύρματο VHF, με αποτέλεσμα όποιος βρίσκεται εντός εμβέλειας της εκπομπής του σήματος να ακούει το σήμα που εκπέμπεται. Για τον λόγο αυτό ενσωμάτωσαν στους ασύρματους VHF τον ελεγκτή **VHF DSC**. Η λειτουργία του αποτελεί την «διασταύρωση» ενός απλού τηλεφώνου και ενός ασύρματος VHF. Η λειτουργία του **DSC** είναι η αποστολή ενός ψηφιακού κώδικα στο κανάλι 70 στο VHF που καλεί αυτόματα ένα άλλο VHF. Αυτό συμβαίνει επειδή κάθε ελεγκτής VHF DSC διαθέτει ένα μοναδικό αριθμό **MMSI** που λειτουργεί σαν τηλεφωνικός αριθμός. Αυτοί οι ασύρματοι συναντιούνται μόνο ως σταθεροί.



Σχήμα 2.3.3 Φωτογραφία ενός ασύρματου VHF DSC (Simrad RD68)

2.3.1 Πληροφορίες για τον ασύρματο VHF

2.3.1.1 Βασικά μέρη του ασύρματου VHF

Ένας ασύρματος VHF αποτελείται από:

- Έναν δέκτη με ένα ακουστικό ή και ένα μικρόφωνο,
- Έναν πομπός με ένα μικρόφωνο όπου μικρόφωνο και ακουστικό συνήθως συνδυάζονται σε μία συσκευή,
- Έναν Ελεγκτής VHF DSC,
- Μια κεραία που επιτρέπει την λειτουργία simplex και duplex, και
- Την παροχή ενέργειας, όπου συνήθως είναι μια μπαταρία 12 V ή 24 V.

2.3.1.2 Τοποθέτηση του ασύρματου VHF

Ο ασύρματος VHF σε ένα πλοίο-σκάφος πρέπει να τοποθετείται ως εξής:

- μακριά από τη βροχή και το άμεσο ηλιακό φως,
- σε εύλογη απόσταση από τον κινητήρα έτσι ώστε ο χειριστής να είναι σε θέση να ακούει καθαρά στον ασύρματο,
- σε προσβάσιμη και άνετη θέση έτσι ώστε να είναι εύκολο να αποκτή πρόσβαση στον ασύρματο και να διαβάζει τις ενδείξεις του, και
- να βρίσκεται μακριά από την πυξίδα είτε την μαγνητική είτε την ηλεκτρονική σε απόσταση τουλάχιστον ενός μέτρου.

2.3.1.3 Τοποθέτηση της κεραίας του ασύρματου VHF

Η κεραία όπως είδαμε και προηγουμένως πρέπει να τοποθετείται σε τέτοιο σημείο έτσι ώστε να μην «μπλοκάρεται», όπου συνήθως αυτή η θέση είναι και η ψηλότερη ενός σκάφους. Επιπλέον, στο σκάφος πρέπει να υπάρχει και μια «έξτρα»

κεραία που είναι για τυχόν ατύχημα που μπορεί να συμβεί και να απαιτεί την χρήση της άλλης κεραίας.

2.3.1.4 Σύνδεση με μια πηγή πλεύσης

Ο ασύρματος VHF συνίσταται να συνδέεται και με μια πηγή πλεύσης καθώς με αυτόν τον τρόπο με τον ασύρματο μπορεί κάποιος να εντοπίζει την θέση και την ώρα, το οποίο είναι πολύ σημαντικό καθώς αυτό θα είναι σωτήριο στην περίπτωση ενός ατυχήματος που απαιτεί την εύρεση θέσης.

2.3.1.5 Χρήση των καναλιών του VHF



Σχήμα 2.3.1.4.1 Φωτογραφία που δείχνει την σύνδεση του ασύρματος σε συσκευή εντοπισμού θέσης

Ραδιοτηλεφωνία για σήματα κινδύνου, ασφαλείας. Το κανάλι 16 χρησιμοποιείται μόνον για περιπτώσεις ανάγκης. Κατόπιν κλήσης σε αυτό το κανάλι μεταδίδονται όλες οι απαιτούμενες πληροφορίες στους σταθμούς. Στη ναυτιλία σχεδόν όλα τα πλοία υπακούουν στη **SOLAS** (Safety Of Life At Sea – Ασφάλεια της Ζωής στη Θάλασσα) και έτσι είναι υποχρεωμένα να το παρακολουθούν συνεχώς. Στα μικρότερα πλοία απλά προτείνεται. Από το 1999 και μετά το κανάλι 16 δεν χρησιμοποιείται για συζητήσεις και δεν αποτελεί πλέον κανάλι κλήσης. Τα πλοία για την επικοινωνία τους με άλλα πλοία πρέπει να χρησιμοποιούν το DSC ή να επικοινωνούν με τους παράκτιους σταθμούς.

DSC για σήματα κινδύνου, ασφαλείας και ενημέρωση ρουτίνας. Πρόκειται για το κανάλι 70 και διατίθεται μόνον για σήματα κινδύνου ασφαλείας και ενημερώσεις ρουτίνας. Από τον εξοπλισμό αυτόματα δεν επιτρέπεται να χρησιμοποιείται για απλή επικοινωνία.

Ανάμεσα στα πλοία χρησιμοποιείται για ραδιοεπικοινωνία στη θάλασσα. Όταν ένα πλοίο καλεί ένα άλλο πλοίο μέσω του DSC, το πλοίο που καλεί πρέπει να ενημερώσει το άλλο για το κανάλι εργασίας που αφορά την επικοινωνία. Αυτό το κανάλι πρέπει να είναι **simplex**. Ενώ το κανάλι 13 χρησιμοποιείται μόνο για σήματα ασφαλείας ή για πλοήγηση.

Δημόσια ανταπόκριση - CRS (Παράκτιοι Ραδιοσταθμοί). Πρόκειται για επικοινωνία μεταξύ των πλοίων στη θάλασσα με τους παράκτιους σταθμούς, την παροχή δοκιμής ασυρμάτων VHF, την μετάδοση μετεωρολογικών προβλέψεων, μηνυμάτων και προειδοποιήσεων πλεύσης αλλά και για το συντονισμό του **SAR** (Save And Rescue), την λήψη αναφορών ταξιδιού κατά την είσοδο ή την έξοδο από ένα λιμάνι, το **ETA** (Estimated Time Arrival - Αναμενόμενος Χρόνος Άφιξης) και άλλα. Όταν ένα πλοίο καλεί έναν παράκτιο σταθμό με DSC προτείνεται όπως μοιραστεί και τη θέση του, ενώ κατά τις κλήσεις μεταξύ πλοίων ο εκάστοτε παράκτιος σταθμός ορίζει το κανάλι επικοινωνίας το οποίο συνήθως είναι duplex.

Λιμενικό Σώμα – CG (Coast Guard). Πρόκειται για έναν «εναλλακτικό» παράκτιο σταθμό αφού φέρει τις ίδιες εγκαταστάσεις και παρέχει τις ίδιες υπηρεσίες με έναν παράκτιο σταθμό. Ομοίως με τη δημόσια ανταπόκριση, όταν ένα πλοίο καλεί το λιμενικό σώμα μέσω DSC προτείνεται το μοίρασμα της θέσης, ενώ για κλήση σε άλλο πλοίο το λιμενικό σώμα ορίζει το κανάλι επικοινωνίας.

Λειτουργίες λιμανιού. Πρόκειται για τις υπηρεσίες επικοινωνίας σε λιμάνια με τους χειριστές τους, τους πιλότους αλλά και όλες τις σχετικές πληροφορίες που αφορούν τις Υπηρεσίες Κυκλοφορίας Πλοίων. Κατά την κλήση DSC με έναν σταθμό και σε αυτήν την περίπτωση προτείνεται να μοιράζεται τη θέση του. Επίσης, για την επικοινωνία με άλλο πλοίο ο κληθέντας σταθμός ορίζει και το κανάλι επικοινωνίας.

Εσωτερική επικοινωνία. Πρόκειται για την εσωτερική επικοινωνία επί του πλοίου και χρησιμοποιούνται μόνο κανάλια simplex.

MSI (Πληροφορία Ναυτικής Ασφάλειας). Πρόκειται για πληροφορίες που περιλαμβάνουν προγνωστικά του καιρού, προειδοποιήσεις για την πλεύση αλλά και πληροφορίες για το SAR. Συνήθως μεταδίδονται μέσω των ραδιοεπικοινωνιών (VHF) από όλους τους σταθμούς είτε από παράκτιους σταθμούς είτε από το λιμενικό σώμα σε κανάλια εργασίας. Αυτές οι εκπομπές πραγματοποιούνται καθ' όλη τη διάρκεια του έτους και επαναλαμβάνονται κάθε 10 λεπτά. Οι κασέτες ενημερώνονται στις 07:00, 13:00 και 19:00 **LT (Τοπική Ώρα)**.

Τέλος, **SAR (Έρευνα και Διάσωση)**. Πρόκειται για την αξιοποίηση της επικοινωνίας για την έρευνα και τη διάσωση και τις επιχειρήσεις προστασίας από τη ρύπανση. Αν χρειαστεί το λιμενικό σώμα μπορεί να αφιερώσει και οποιοδήποτε άλλο κανάλι. Το κανάλι 06 έχει οριστεί να χρησιμοποιείται για επικοινωνία με τα εναέρια μέσα κατά τις επιχειρήσεις **SAR**.

2.3.2 Ελεγκτής VHF DSC

Ο ελεγκτής **VHF DSC** εκτελεί πολλές λειτουργίες με μία από αυτές να είναι η λήψη και η εκπομπή ειδοποιήσεων **DSC**. Οι ειδοποιήσεις αυτές χρησιμοποιούνται για την σύνδεση με τον κόσμο ώστε να παρακολουθείται η φωνητική επικοινωνία. [12]

Ορισμένοι λόγοι για την ευρέως χρήση του **DSC** είναι:

- Διάθεση αυτόματης και όχι χειροκίνητης παρακολούθησης του ασύρματου.
- Οι ειδοποιήσεις με την χρήση **DSC** είναι πολύ γρήγορες, αφού χρειάζονται 0,5 δευτερόλεπτα σε μια συγκεκριμένη συχνότητα ενός εύρους θαλάσσιου **VHF**, καθώς επίσης δεν καταναλώνουν τόσο χρόνο όσο οι χειροκίνητες φωνητικές κλήσεις. Αυτό θεωρείται σημαντικό ειδικότερα σε περιοχές όπου τα κανάλια του **VHF** είναι συνήθως κατειλημμένα.
- Με την ύπαρξη ειδικού κουμπιού «Κινδύνου», ενεργοποιείται πολύ γρήγορα η ειδοποίηση κινδύνου.
- Διατίθενται πολλές κατηγορίες ειδοποιήσεων με την παρακάτω σειρά προτεραιότητας: Κινδύνου, Έκτακτης Ανάγκης, Ασφαλείας και Ρουτίνας. [11]

Οι ειδοποιήσεις **DSC** κατηγοριοποιούνται ανάλογα με την προτεραιότητά τους και αναφέρονται παρακάτω με φθίνουσα σειρά προτεραιότητας:

- **ΚΙΝΔΥΝΟΣ** που υποδηλώνει ότι ένα άτομο ή πλοίο βρίσκεται σε σοβαρό και επικείμενο κίνδυνο και χρειάζεται άμεση βοήθεια
- **ΕΠΕΙΓΟΥΣΑ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ** που υποδηλώνει μια επείγουσα κλήση που αφορά την ασφάλεια ενός ατόμου ή οχήματος.
- **ΑΣΦΑΛΕΙΑ** που υποδηλώνει μια κλήση που αφορά το **MSI** (Πληροφορίες Ναυτικής Ασφάλειας), π.χ. μετεωρολογικές προβλέψεις ή προειδοποιήσεις πλεύσης.
- **ΡΟΥΤΙΝΑ** που υποδηλώνει μια κλήση χαμηλότερης προτεραιότητας που αφορά επικοινωνία ρουτίνας. [11]

2.4 Ασύρματος MF & HF

Ο ασύρματος ραδιοτηλεφωνίας **MF/HF** συναντάται συχνά και ως **SSB**. Είναι ένα σύστημα εκπομπής και λήψης που λέγεται Πομποδέκτης (**Tx/Rx**), ο οποίος επιτρέπει στο χειριστή να εκπέμπει ή να λαμβάνει πληροφορίες μέσω φωνής. Οι ασύρματοι **MF/HF** χρησιμοποιούν τη ρύθμιση **SSB** για τη φωνητική επικοινωνία.

Ένα από τα μεγαλύτερα *μειονεκτήματα* των ασυρμάτων **MF/HF** είναι ότι δεν μπορούν να «απευθυνθούν» σε ένα συγκεκριμένο ασύρματο καθώς το εκπεμπόμενο σήμα μπορεί να λαμβάνεται από οποιονδήποτε εντός εμβέλειας. Έτσι στους ασύρματους αυτούς προστέθηκε ομοίως ένας ελεγκτής DSC που στέλνει ψηφιακό κώδικα στις συχνότητες του. Αυτό συμβαίνει γιατί ο ελεγκτής **DSC MF/HF** έχει ένα ξεχωριστό **MMSI** που λειτουργεί σαν τηλεφωνικός αριθμός, όπως αντίστοιχα γίνεται και στον ασύρματο **VHF** που παρουσιάσαμε παραπάνω. [13]



Σχήμα 2.4.1 Βασικά εξαρτήματα ενός ασύρματος MF/HF.

Τα βασικά εξαρτήματα ενός ασύρματος **MF/HF** είναι:

- Ένας δέκτης με ένα ακουστικό ή και ένα μικρόφωνο,
- Ένας πομπός με ένα μικρόφωνο,
- Ένας ελεγκτής **MF/HF DSC**,
- Μια κεραία που επιτρέπει λειτουργία **simplex** και **duplex**,
- Παροχή ενέργειας ή μια *μπαταρία* **12 V** ή **24 V**. [13]

Η ζώνη «t» αποτελεί τις μεσαίες συχνότητες που κυμαίνονται από 1605 KHz έως 3800 KHz.

ZΩNH	ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ <u>DSC</u>	ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ <u>RT</u>
<u>HF</u> 2 MHz	2187.5 kHz	2182.0 kHz

Στον παραπάνω πίνακα παρουσιάζονται οι μεσαίες συχνότητες που χρησιμοποιούνται για σήματα κινδύνου και ασφαλείας.

Από την άλλη η ζώνη «u» αποτελεί τις υψηλές συχνότητες που κυμαίνονται από 4000 KHz έως 27500 KHz. Ακόμη, διακρίνεται στις ζώνες των 4, 6, 8, 10, 12 16, 18/19, 22, 25/26, εκ των οποίων μόνο οι πέντε πρώτες χρησιμοποιούνται για την αποστολή σημάτων κινδύνου και ασφαλείας

ZΩNH	ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ <u>DSC</u>	ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ <u>RT</u>
<u>HF</u> 4 MHz	4207.5 kHz	4125.0 kHz
<u>HF</u> 6 MHz	6312.0 kHz	6215.0 kHz
<u>HF</u> 8 MHz	8414.0 kHz	8291.0 kHz
<u>HF</u> 12 MHz	12577.0 kHz	12290.0 kHz
<u>HF</u> 16 MHz	16804.5 kHz	16420.0 kHz

Στον παραπάνω πίνακα παρουσιάζονται οι υψηλές συχνότητες που χρησιμοποιούνται ομοίως για σήματα κινδύνου και ασφαλείας.

2.4.1 Τοποθέτηση του ασύρματου MF/HF

Η τοποθέτηση του ασύρματου είναι η ίδια με αυτήν του ασύρματου **VHF** που περιγράφεται σε προηγούμενο κεφάλαιο. Ωστόσο, η κεραία του **MF/HF** δεν χρειάζεται να τοποθετηθεί στο υψηλότερο δυνατό σημείο για την μέγιστη εμβέλεια του ασύρματου, αφού ο βασικός παράγοντας της εμβέλειας του σήματος είναι η μέρα. Έτσι, τη νύχτα χρησιμοποιούνται οι ζώνες επικοινωνίας **4** και **6 MHz**, ενώ την ημέρα **12** και **16 MHz**. [13]

2.4.2 Σύνδεση με μια πηγή πλοήγησης

Συνιστάται ο ασύρματος **MF/HF** να συνδέεται με μια εξωτερική πηγή πλοήγησης όπως ένα **GPS** ή ένα **chartplotter**, όπως συμβαίνει και με τον ασύρματο **VHF**. Με αυτόν τον τρόπο ο ασύρματος **MF/HF** μπορεί να εντοπίζει την θέση και την ώρα, ενώ όταν δεν είναι συνδεδεμένος ο ασύρματος με ένα **GPS**, ο πομποδέκτης θα σημαίνει ανά τακτά διαστήματα πως δεν έχει θέση, όπου αυτό θεωρείται πολύ σημαντικό σε κατάσταση κινδύνου όπως θα εξηγηθεί παρακάτω σε επόμενα κεφάλαια. [13]

2.4.3 Προϋποθέσεις της σύμβασης SOLAS

Τα σκάφη της **SOLAS** που πλέουν έξω από τη **Θαλάσσια περιοχή A1** πρέπει να φέρουν έναν ασύρματο **MF/HF** που να μπορεί να εκπέμπει σήματα **DSC**. Ο ασύρματος **MF/HF** θα πρέπει να μπορεί να παρακολουθεί διαρκώς και αυτόματα τα **2187.5 kHz (MF)** όταν το σκάφος είναι στη **Θαλάσσια περιοχή A2**. Όταν το σκάφος είναι στη **Θαλάσσια περιοχή A3** ή **A4** θα πρέπει να παρακολουθούνται διαρκώς και αυτόματα

τα **8414.5 kHz** και οι επιπλέον συχνότητες **HF** εξαρτώνται από τις συνθήκες διάδοσης, δηλαδή τα **4** ή **6 MHz** το βράδυ και τα **12** ή **16 MHz** το πρωί. Συνήθως οι ελεγκτές **MF/HF DSC** διευκολύνουν την παρακολούθηση όλων των συχνοτήτων **DSC**, δηλαδή πέντε από τη ζώνη των **HF** και μία από τη ζώνη των **MF**. Οι χειριστές ασυρμάτου πρέπει να τηρούν επίσης ημερολόγιο για τις κλήσεις του ασυρμάτου. [13]

2.4.4 Παρουσίαση ασύρματου **SAILOR CU5100 MF/HF**

Η συσκευή του ασύρματου (**SAILOR CU5100 MF/HF**) πρόκειται για ένα ραδιοτηλέφωνο με ενσωματωμένο το σύστημα **DSC**, που πληροί τα υψηλότερα διεθνή πρότυπα για θαλάσσιες διαδικασίες MF / HF και διαδικασίες ασφάλειας. Ο πομποδέκτης έχει εξ αρχής ένα δέκτη ρολογιού **DSC** 2187.5 kHz που αποτελεί ένα ιδανικό σύστημα για εγκαταστάσεις **MF GMDSS**. Ο πομποδέκτης μπορεί εύκολα να αναβαθμιστεί για δέκτη σάρωσης **6 καναλιών DSC** ρολόι και λειτουργία **Telex** ώστε να συμμορφώνεται με τις απαιτήσεις **MF/HF** στη **θαλάσσια περιοχή A3**. Εάν είναι συνδεδεμένο με **GPS** ή άλλο σύστημα θαλάσσιας πλοήγησης, μπορεί να συμπεριλάβει αυτόματα τον πραγματικό χρόνο **UTC** και τη θέση στα **μηνύματα κινδύνου DSC**. [14]

2.4.4.1 Λειτουργίες του **SAILOR CU5100 MF/HF**



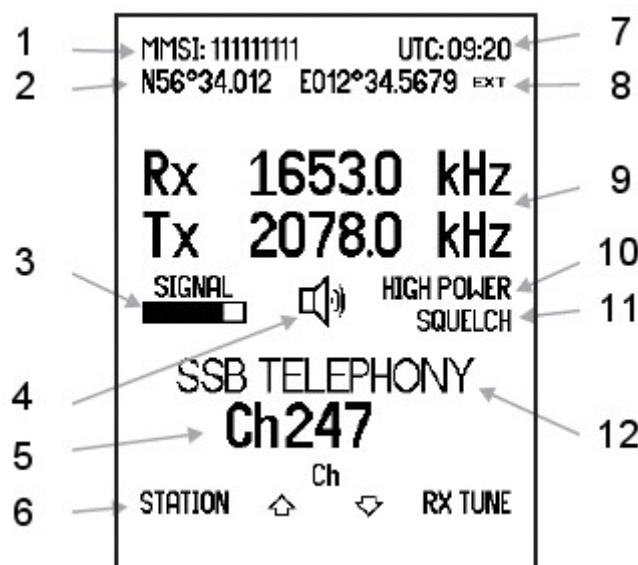
Σχήμα 2.4.4.4.1.1 Η συσκευή και οι λειτουργίες του ασύρματου **SAILOR CU5100 MF/HF**.

Η παραπάνω εικόνα δείχνει την συσκευή του ασύρματου με τα διάφορα μέρη του με τα οποία λειτουργεί:

1. Οθόνη.
2. Πλήκτρο ροοστάτη (Dimming button).

3. Πλήκτρο ρυθμίσεων (Mode button) που χρησιμοποιείται για την εναλλαγή λειτουργιών.
4. Πλήκτρο Menu που παρέχει πρόσβαση στο μενού του συστήματος.
5. Πληκτρολόγιο.
6. Ηχείο.
7. Πλήκτρο ΚΙΝΔΥΝΟΥ (Distress button), το οποίο προστατεύεται από κάλυμμα. Για την ενεργοποίηση, πρέπει να σηκωθεί το κάλυμμα και να πατηθεί για 3 δευτερόλεπτα.
8. Μαλακά κουμπιά. Η λειτουργία του κάθε κουμπιού περιγράφεται στο αντίστοιχο πεδίο της οθόνης πάνω από κάθε πλήκτρο.
9. Ρύθμιση/Συντονισμός, με περιστρεφόμενο κουμπί πολλαπλών χρήσεων, που ελέγχει το φωτισμό, την συχνότητα και το εύρος του **RX**.
10. ON/OFF/πλήκτρο έντασης.

2.4.4.2 Οθόνη λειτουργίας του SAILOR CU5100 MF/HF



Σχήμα 2.4.4.2.1 Οθόνη λειτουργίας του ασύρματου SAILOR CU5100 MF/HF.

Η παραπάνω οθόνη δείχνει την οθόνη λειτουργίας του ασύρματου, με αριθμημένες τις διάφορες πληροφορίες που περιέχονται σε μια οθόνη του SAILOR CU5100 MF/HF:

1. Το **MMSI** του ασύρματου.
2. Τη τρέχουσα θέση (συντεταγμένες).
3. Τη δύναμη του σήματος **RX**, ή την ένταση, ή την ισχύ του **TX**.
4. Την ένδειξη του ηχείου αν είναι σε λειτουργία ή όχι.
5. Τον αριθμό του καναλιού.

6. Την ένδειξη της λειτουργίας των μαλακών κουμπιών (βλ. σχήμα 2, το 8).
7. Τρέχουσα ώρα.
8. Τα στοιχεία του εξωτερικού **GPS** ή όσα εισάγονται χειροκίνητα.
9. Συχνότητες των **RX** και **TX**.
10. Το επίπεδο ισχύος του **TX**.
11. Αν η λειτουργία των παρασίτων είναι στο ON/OFF (SQUELCH).
12. Τον τρέχον τρόπο λειτουργίας. [14]

Τέλος, η εικόνα που ακολουθεί είναι το **Menu Tree**, που παρουσιάζει τις διάφορες επιλογές που εμφανίζονται όταν πατήσει κάποιος το Menu button.

MENU									
1. DSC CALL	1. COAST STATION	1. WITH PHONE NO	MMSI	Phone no	MODE	DSC freq			
		2. WITHOUT NO	MMSI		MODE	DSC freq			
	2. SHIP		MMSI		MODE	Working freq	DSC freq		
	3. AREA	POS	CATEGORY	MODE	Working freq	DSC freq			
		RADIUS			Working freq	DSC freq			
	4. DISTRESS	1. ALERT	MODE	Nature of distress *	POS	DSC freq			
		2. RELAY	1. COAST STATION	MMSI	SHIP in distress	MODE	Nature of distress *	POS	DSC freq
			2. SHIP	MMSI					
			3. AREA	POS					
				RADIUS					
5. INDIVIDUAL	MMSI	CATEGORY	MODE	FREQUENCY	DSC freq				
6. GROUP	MMSI	MODE	Working freq	POSITION	DSC freq				
7. TEST CALL	1. SHIP TEST CALL	MMSI	DSC freq						
	2. COAST STATION TEST CALL	MMSI	DSC freq						
2. DSC LOG	1. RX DISTRESS								
	2. RX OTHER								
	3. TX CALLS								
3. COMPOSED DSC CALLS	Select Name								
	Modify								
4. STATIONS	New	NAME	MODE	FREQ.					
	Edit	MMSI							
		CHANNEL							
5. SETUP	1. DSC SETUP	DISTRESS FREQUENCY							
		AUTO ACKNOWLEDGEMENT ON/OFF							
		AUTO POSITION TRANSMIT ON/OFF							
		AUTO CHANNEL SWITCH ON/OFF							
		TELECOMMAND MEDICAL OFF							
		TELEC. SHIP AND AIRCRAFT OFF							
		LAT							
		LON							
		POSITION TIME							
		DATE							
	TIME								
	2. RECEPTION	1. EARPIECE	Adj. earpiece vol. Level 0-7						
		2. RECEIVER	TREBLE CUT ON/OFF						
		3. CALL ALARM	SUPPRESSOR ON/OFF						
		3. CALL ALARM	Adjust call alarm 0-7						
3. OPTIONS	Passw ord	1. TX BANDS							
		2. CONFIGURATION	New						
		Edit							
		LSB mode Enable/disable							
		Remote mode Enable/disable							
	Battery Alarm Enable/disable								
	3. DSC	ATU installed YES/NO							
	Language								
	RX Test	Serial output enabled/disabled							
	TX Test	Send dot							
		Send Y							
		Send B							
	4. FACTORY RESET								
	5. MMSI RESET								
4. CONFIG STATUS									
6 INFO & TEST	1. INFORMATION	1. MMSI							
		2. VERSIONS	1. SOFTWARE						
			2. HARDWARE						
		3. ALARMS							
		4. TU SERIAL NUMBER							
	2. CHECK	1. TX PROTECTION							
		2. INTERFACE	1. SOUND & DISPLAY						
			2. ALARM PANEL						
		3. NMEA INPUT							
		3. SELFTEST	Manual						
3. MONITOR	1. POWER	TX 2-Tone							
	2. WR AUDIO								

Σχήμα 2.4.4.2.1 Το Menu tree του ασύρματου SAILOR CU5100 MF/HF.

2.4.5 Ελεγκτής MF/HF DSC

Η εκπομπή και λήψη ειδοποιήσεων **DSC** είναι μία από τις βασικές λειτουργίες του ασυρμάτου **VHF** που μπορεί να εκτελέσει και ο **ελεγκτής MF/HF DSC**. Παρακάτω ακολουθούν οι ειδοποιήσεις MF/HF DSC:

- **ΟΛΑ ΤΑ ΠΛΟΙΑ.** Πρόκειται για ειδοποίηση προς όλα τα πλοία και λαμβάνεται εντός της εμβέλειας **MF/HF** του σταθμού που στέλνει την ειδοποίηση.
- **ΜΕΜΟΝΩΜΕΝΕΣ.** Πρόκειται για μια ειδοποίηση που απευθύνεται και λαμβάνεται μόνο από έναν πομποδέκτη εντός της εμβέλειας **MF/HF**.
- **ΟΜΑΔΙΚΕΣ.** Πρόκειται για μια ειδοποίηση που απευθύνεται και λαμβάνεται από όλα αυτά τα πλοία που έχουν ομαδική **MMSI** εντός της εμβέλειας **MF/HF**.
- **GEO.** Πρόκειται για μια ειδοποίηση προς μια συγκεκριμένη γεωγραφική περιοχή που λαμβάνεται από όλους τους σταθμούς της περιοχής.

Ο ελεγκτής σε αυτόν τον ασύρματο χρησιμοποιείται για τους ίδιους λόγους που χρησιμοποιείται **DSC** και στον ασύρματο **VHF**, όπως αντίστοιχα κατηγοριοποιούνται ομοίως και οι ειδοποιήσεις. [15]

2.5 Το σύστημα NAVTEX

Το σύστημα NAVTEX (NAVigational TELeX) είναι ένα διεθνές σύστημα για τη συντονισμένη μετάδοση και αυτόματη λήψη πληροφοριών που σχετίζονται με την ασφάλεια του πλοίου, οι οποίες εκτυπώνονται/παρουσιάζονται απευθείας κατά την παραλαβή. Το σύστημα παρέχει όλες τις προειδοποιήσεις πρόγνωσης και πλοήγησης και καιρικές συνθήκες καθώς και όλες τις πληροφορίες έκτακτης ανάγκης μέσω αυτόματης εκτύπωσης/παρουσίασης του δέκτη που έχει επιλεγεί για το σκοπό αυτό.

Το σύστημα NAVTEX αποτελεί αναπόσπαστο μέρος της Υπηρεσίας Παγκόσμιας Προειδοποίησης προς Πλοήγηση (WWNWS). Το σύστημα αποτελεί μέρος του GMDSS και από την 1η Αυγούστου 1993, το NAVTEX έχει γίνει μέρος του υποχρεωτικού εξοπλισμού που απαιτείται για τη μεταφορά ορισμένων κατηγοριών πλοίων βάσει της Διεθνούς Συνθήκης SOLAS. Το σύστημα σχεδιάστηκε για να αναπτύξει έναν απλό, αυτοματοποιημένο και χαμηλού κόστους τρόπο λήψης πληροφοριών σχετικά με την ασφάλειά του από πλοία, συμπεριλαμβανομένων εκείνων που απέχουν περισσότερο από 200 ναυτικά μίλια από την ακτή.

Τα μηνύματα NAVTEX μεταδίδονται σε μοναδικές συχνότητες από τοπικούς σταθμούς σε όλο τον κόσμο. Ρυθμίστε την ισχύ κάθε πομπού για να αποφύγετε παρεμβολές μεταξύ των πομπών. Επιπλέον, οι χρήστες έχουν τη δυνατότητα να

διαμορφώσουν τους δέκτες των συστημάτων που διαθέτουν ώστε να «φιλτράρουν» τα μηνύματα που επιθυμούν να λαμβάνουν. Ωστόσο, ορισμένες πληροφορίες ενδέχεται να μην απορριφθούν, όπως προειδοποιήσεις πλοήγησης, μετεωρολογικές προβλέψεις και πληροφορίες έρευνας και διάσωσης. [16]

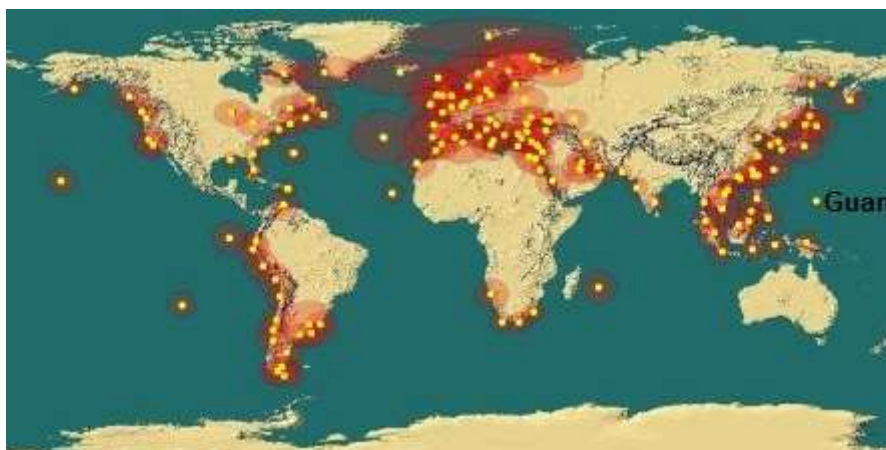
2.5.1 Συχνότητες λειτουργίας του συστήματος NAVTEX

Το σύστημα NAVTEX χρησιμοποιεί τις ακόλουθες τρεις ευρυζωνικές συχνότητες στη ζώνη MF.

1. Η συχνότητα είναι 518 KHz, που είναι η κύρια συχνότητα καναλιού του συστήματος NAVTEX.
2. Συχνότητα 490 KHz, που χρησιμοποιείται για εκπομπές σε τοπική γλώσσα.
3. Συχνότητα 4.209.5 KHz, που χρησιμοποιείται σε τροπικές περιοχές όπου είναι δύσκολη η λήψη MF. [16]

2.5.2 Σταθμοί του συστήματος NAVTEX

Τα μηνύματα του συστήματος NAVTEX εκπέμπονται παγκοσμίως από ένα σύνολο τοπικών σταθμών. Στο παρακάτω σχήμα 2.5.2.1 απεικονίζεται η ενδεικτική εικόνα του συνόλου των σταθμών. Με βάση την εικόνα, οι κύριες περιοχές κάλυψης του συστήματος NAVTEX περιλαμβάνουν τη Μεσόγειο θάλασσα, τη Βόρεια θάλασσα, τις παράκτιες περιοχές γύρω από την Ιαπωνία και τις παράκτιες περιοχές της Βόρειας και Νότιας Αμερικής καθώς και τις θέσεις των τοπικών σταθμών παγκοσμίως. [16]



Σχήμα 2.5.2.1 Ενδεικτικός χάρτης με τους τοπικούς σταθμούς NAVTEX παγκοσμίως.

2.5.3 Τα μηνύματα του συστήματος NAVTEX

Κάθε μήνυμα του συστήματος NAVTEX αποτελείται από τα ακόλουθα μέρη:

- Την ομάδα χαρακτήρων «ZCZC»
- Τους χαρακτήρες B1, B2, B3 και B4
- Την ώρα έναρξης αποστολής

- Το κείμενο του μηνύματος
- Την ομάδα χαρακτήρων «NNNN»

Πριν από μήνυμα προηγείται ένα σήμα διάρκειας 10 δευτερολέπτων. Ακολουθούν οι χαρακτήρες «ZCZC» που δηλώνουν το τέλος του σήματος και την έναρξη του μηνύματος και στη συνέχεια οι τέσσερις χαρακτήρες που φέρουν την ονομασία B1, B2, B3 και B4 και έχουν το εξής περιεχόμενο:

- B1: Είναι ένας λατινικός χαρακτήρας A-Z και προσδιορίζει τον σταθμό εκπομπής και τη σχετική περιοχή κάλυψη. Σε κάθε τοπικό σταθμό αντιστοιχεί ένα γράμμα του αλφαβήτου. Για παράδειγμα, οι αλφαβητικοί χαρακτήρες που αντιστοιχούν για ελληνικούς σταθμούς είναι: Η για Ηράκλειο, L για Λήμνο και Κ για Κέρκυρα. Προκειμένου να αποφευχθεί η λήψη από τον ίδιο δέκτη εκπομπών από σταθμούς που χρησιμοποιούν τον ίδιο χαρακτήρα B1, είναι απαραίτητο να εξασφαλίζεται ότι οι σταθμοί που χρησιμοποιούν τον ίδιο χαρακτήρα B1 έχουν μεγάλο γεωγραφικό διαχωρισμό μεταξύ τους. Ο χαρακτήρας B1 χρησιμοποιείται από τους δέκτες του συστήματος για την απόρριψη μηνυμάτων από συγκεκριμένους σταθμούς.
- B2: Ομοίως με τον χαρακτήρα B1 είναι ένας αλφαβητικός χαρακτήρας του αγγλικού αλφαβήτου που προσδιορίζει το θέμα του μηνύματος. Ο χαρακτήρας B2 χρησιμοποιείται από τους δείκτες για την απόρριψη μηνυμάτων με θέματα που δεν ενδιαφέρουν τους χρήστες. Αυτό μπορεί να συμβεί μόνο στις επιτρεπόμενες περιπτώσεις θεμάτων. Μηνύματα στα οποία δεν επιτρέπεται η απόρριψη είναι: B2=A, B2=B ή B2=D.
- B3,B4: Είναι δύο αριθμητικοί χαρακτήρες που προσδιορίζουν από κοινού το σειριακό αριθμό του μηνύματος **NAVTEX**. Ο σειριακός αριθμός ξεκινά από **01** εκτός από ειδικές περιπτώσεις που χρησιμοποιείται ο σειριακός αριθμός **00**. Οι χαρακτήρες B3 και B4 χρησιμοποιούνται από τους δέκτες του συστήματος για την αποφυγή επανάληψης ήδη απεσταλμένων μηνυμάτων.

Ακολουθεί πίνακας που παρουσιάζει τα θέματα που αντιστοιχούν στον αλφαβητικό χαρακτήρα B2 των μηνυμάτων **NAVTEX**.

B2	Θέμα Μηνύματος	Μη επιτρεπτή η απόρριψη από το δέκτη
A	Προειδοποιήσεις πλοήγησης	Ναι
B	Προειδοποιήσεις μετεωρολογικές	Ναι
C	Αναφορές πάγων	Όχι
D	Πληροφορίες έρευνας και διάσωσης και προειδοποιητικά μηνύματα πειρατειών	Ναι
E	Μετεωρολογικές προβλέψεις	Όχι
F	Μηνύματα υπηρεσιών πιλότου	Όχι
G	Μηνύματα AIS	
H	Μηνύματα LORAN	
I	Δεν είναι σε χρήση	
J	Μηνύματα SATNAV	
K	Άλλα μηνύματα ηλεκτρονικής ναυτικής βοήθειας	
L	Προειδοποιήσεις πλοήγησης - πρόσθετες στο A	Ναι
T	Δοκιμαστικές εκπομπές	
V	Ειδικές υπηρεσίες	
W	Ειδικές υπηρεσίας	
X	Ειδικές υπηρεσίας που εκχωρούνται από το IMO NAVTEX Panel	
Y	Ειδικές υπηρεσίας που εκχωρούνται από το IMO NAVTEX Panel	
Z	Κανένα μήνυμα προς εκτέλεση	

Ακολουθεί ένα ενδεικτικό παράδειγμα μηνύματος **NAVTEX**:

ZCZC HA73
172230 UTC SEP 09
IRAKLEIO RADIO NAVWARN 0456/09
CENTRAL AIGAIO SEA – MAKRONISOS ISLAND
M/V PISANG / A8RU4
WITH TWENTY THREE (23) POB
NOT UNDER COMMAND
DUE TO ENGINE FAILURE IN PSN:
37-45,45N 024-12,62E
VESSEL'S RADIO FACILITIES: VHF CH.16
SHIPS IN VINICITY REQUESTED TO KEEP
RADIO CONTACT IN ORDER TO RENDER
ASSISTANCE IF NECESSARY
REPORTING TO JRCC/PIRAEUS
NNNN

Το παραπάνω μήνυμα ξεκινά με το **ZCZC** και ο ακολουθεί ο χαρακτήρας B1=H που δηλώνει ότι πρόκειται για μήνυμα από τον σταθμό του Ηρακλείου, ο χαρακτήρας B2=A που σημαίνει ότι πρόκειται για προειδοποιητικό μήνυμα πλοήγησης και οι χαρακτήρες B3=7 και B4=3 που σημαίνουν ότι ο σειριακός αριθμός του μηνύματος είναι **73**. Στην συνέχεια, υπάρχει η ώρα **UTC** του μηνύματος και τέλος ακολουθεί το κείμενο του μηνύματος. Το μήνυμα τελειώνει με την ομάδα χαρακτήρων **NNNN**.

Από κάθε σταθμό εκπέμπεται εντός μιας σταθερής χρονικής θυρίδας διάρκειας 10 λεπτών. Η χρονική θυρίδα των σταθμών που έχουν B1=A ξεκινά στις 00:00 UTC, η χρονική θυρίδα των σταθμών που έχουν B1=B ξεκινά στις 00:10 UTC, η χρονική θυρίδα των σταθμών που έχουν B1=C ξεκινά στις 00:20 UTC κ.ο.κ. Οι χρονικές θυρίδες κάθε σταθμού επαναλαμβάνονται κάθε 4 ώρες. Συνεπώς, από κάθε σταθμό εκπέμπεται κάθε 4 ώρες η εκάστοτε χρονική θυρίδα. Εντός κάθε χρονικής θυρίδας, ο κάθε σταθμός μπορεί να αποστέλλει όπως προαναφέρθηκε ένα σύνολο μηνυμάτων. Ωστόσο δίνεται η δυνατότητα για κάθε τοπικό σταθμό **NAVTEX** να δομεί ο ίδιος το σύνολο των μηνυμάτων με κάποιο πρότυπο. Δηλαδή, ένας σταθμός μπορεί να αποφασίσει σε ποια χρονική θυρίδα τι θα εκπέμπει. [16]

2.5.4 Οι δέκτες του συστήματος NAVTEX

Ένας δέκτης **NAVTEX** έχει ενσωματωμένο εκτυπωτή, πληκτρολόγιο και οθόνη κύλισης (scrollable display). Στον δέκτη γίνεται προγραμματισμός με τους κατάλληλους

κωδικούς σταθμών και τους χαρακτήρες ένδειξης θεμάτων και στη συνέχεια αφήνεται να λειτουργήσει χωρίς άλλη παρέμβαση. Κατόπιν τα μηνύματα λαμβάνονται αυτόματα και εκτυπώνονται είτε παρουσιάζονται στην οθόνη του είτε αποθηκεύονται στη μνήμη του. Οι δέκτες **NAVTEX** διαθέτουν δικό τους σύστημα κεραίας.

Οι δέκτες **NAVTEX** εγκαθίστανται στο πιλοτήριο του πλοίου ενώ αυτοί είναι μικροί και χαμηλού κόστους. Κατά την λειτουργία τους δεν απαιτείται η επίβλεψη από το προσωπικό παρά μόνο ο έλεγχος για κάθε εισερχόμενο μήνυμα για την διαπίστωση εάν αυτό έχει ληφθεί σε προηγούμενη λήψη ή αν ανήκει σε κατηγορία που δεν αφορά το πλοίο. Επίσης, ο δέκτης μπορεί να συνδεθεί με ηλεκτρονικό υπολογιστή ο οποίος είναι σε θέση να αποκωδικοποιεί τα μηνύματα και να τα μετατρέπει σε ήχο με τη βοήθεια της κάρτας ήχου του υπολογιστή,



Σχήμα 2.5.4.1 Δέκτης NAVTEX με εκτυπωτή και χωρίς καθώς και η κεραία του.



Σχήμα 2.5.4.2 Δέκτης NAVTEX χωρίς εκτυπωτή και με την κεραία του



Σχήμα 2.5.4.3 Δέκτης NAVTEX με εκτυπωτή

Ενότητα 3

Δορυφορικά συστήματα ασφάλειας και πλοήγησης

3.1 EPIRB και COSPAS – SARSAT

Στο **GMDSS** σημαντική του συνιστώσα αποτελεί και το δορυφορικό σύστημα **COSPAS-SARSAT**. Οι δορυφόροι και των δύο υποσυστημάτων είναι εξοπλισμένα έτσι ώστε τα σήματα να εντοπίζονται που εκπέμπονται από τους Ραδιοφάρους Κινδύνου (**EPIRB**), οι οποίοι εκπέμπουν τα σήματα αυτά σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης.

3.1.1 Ραδιοφάροι Ένδειξης Θέσης (EPIRB)

Το **EPIRB** αποτελεί και αυτό μία συνιστώσα του **GMDSS**. Όλα τα σκάφη που συμμορφώνονται με τη Συνθήκη για την Ασφάλεια της Ζωής στη Θάλασσα φέρουν ραδιοφάρο EPIRB. Οι συσκευές αυτές ενεργοποιούνται αυτόματα ή και μηχανικά σε περιπτώσεις έκτακτης ανάγκης και εκπέμπουν με ψηφιακό σήμα στη συχνότητα των 406 MHz την ταυτότητα του πλοίου, το **MMSI**, καθώς και την ακριβή θέση του πλοίου που προσδιορίζεται από ένα δορυφορικό σύστημα πλοήγησης. Επιπλέον, οι ραδιοφάροι είναι σχεδιασμένοι για να συνεργάζονται με τους δορυφόρους και να ανιχνεύονται από τα διάφορα δορυφορικά συστήματα. Για παράδειγμα, επικοινωνούν και με τους δορυφόρους του συστήματος **COSPAS/SARSAT**, τους δορυφόρους σε πολική τροχιά, του υποσυστήματος **LEOSAR**, τους γεωσύγχρονους του υποσυστήματος **GEOSAR** καθώς και άλλους δορυφόρους πρόβλεψης των καιρικών συνθηκών.



Σχήμα 3.1.1.1 Το EPIRB και η αλληλεπίδρασή του κατά την εκπομπή σήματος Εκτάκτου Ανάγκης.

Οι αρχικοί δορυφόροι του συστήματος **COSPAS/SARSAT** μπορούσαν να υπολογίσουν τη θέση περίπου μέσα σε 3 ναυτικά μίλια με την τεχνική υπολογισμού **Doppler**. Όπως βλέπουμε στο σχήμα 3.1.1.1 η συχνότητα 121,5 MHz χρησιμοποιείται αποκλειστικά για τον συντονισμό της διάσωσης από τα σκάφη, ελικόπτερα κλπ.

Οι νεότεροι τύποι ραδιοφάρων περιλαμβάνουν και έναν δέκτη **GPS**, με σκοπό την συνεχή ενημέρωση της τρέχουσας θέσης της μονάδας μειώνοντας την ακρίβεια από τα 3 ναυτικά μίλια στα 200 μέτρα. Ωστόσο, οι πληροφορίες αυτές διαβιβάζονται μέσω του δορυφορικού συστήματος **INMARSAT** σε έναν Επίγειο Σταθμό στον οποίο προκαλείται ένας συναγερμός, ενώ συγχρόνως αυτόματα οι πληροφορίες διαβιβάζονται και σε ένα Κέντρο Συντονισμού και Διάσωσης. Οι ραδιοφάροι όταν ενεργοποιηθούν δεν σταματούν την εκπομπή σήματος για τις επόμενες 48 ώρες, εκτός και αν απενεργοποιηθεί χειροκίνητα. Το **EPIRB** διαχωρίζεται σε δύο κατηγορίες, όπου η μία είναι ότι ο ραδιοφάρος ενεργοποιείται αυτόματα με τη βύθιση στη θάλασσα (**EPIRB float-free**), ενώ η δεύτερη κατηγορία αποτελεί την συσκευή που πρέπει να ενεργοποιηθεί στις περισσότερες περιπτώσεις χειροκίνητα. Και στις δύο κατηγορίες υπάρχει εκπομπή σήματος και η λήψη αυτού οπουδήποτε από δορυφόρο.



Σχήμα 3.1.1.2 Float-free EPIRB.



Σχήμα 4.1.3: Χειροκίνητο EPIRB.

Οι κανονισμοί της Ομοσπονδιακής Επιτροπής Επικοινωνιών επιβάλλουν την κατάλληλη καταχώριση-εγγραφή του ραδιοφάρου, γιατί αν έχει πραγματοποιηθεί κατάλληλη εγγραφή του ραδιοφάρου, οι αρμόδιες αρχές θα είναι σε θέση να

αξιοποιήσουν άμεσα τις πληροφορίες για το πλοίο-σκάφος και να συνδράμουν γρήγορα στην διάσωσή του. Για ραδιοφάρο όμως που δεν είναι καταχωρημένος έχει υπάρξει συμβάν όπου το σήμα κινδύνου χρειάστηκε δύο ώρες μέχρι να γίνει η παράδοσή του στις αρμόδιες αρχές. [16]

3.1.2 Το σύστημα **COSPAS/SARSAT**

Το σύστημα **COSPAS/SARSAT** είναι ένα διεθνές δορυφορικό σύστημα Έρευνας και Διάσωσης που ανιχνεύει σήματα κινδύνου και διανέμει τις σχετικές πληροφορίες. Η ίδρυσή του έγινε το 1979 από τον Καναδά, τη Γαλλία, τις Η.Π.Α. και τη Ρωσία, ενώ σε λειτουργία τέθηκε το 1982.

Το αρχικό σύστημα χρησιμοποιούσε τους δορυφόρους που ήταν σε πολικές τροχιές, αλλά τα τελευταία χρόνια το σύστημα έχει επεκταθεί χρησιμοποιώντας 4 επιπλέον δορυφόρους γεωσύγχρονους με τους νεότερους να έχουν στο σύστημά τους και δέκτες **GPS**. [16]



Σχήμα 3.1.2.1 Το διακριτικό σήμα του συστήματος **COSPAS/SARSAT**

3.1.2.1 Τα υποσυστήματα **LEOSAR** και **GEOSAR**

Το σύστημα **COSPAS/SARSAT** περιλαμβάνει δύο τύπους δορυφορικών υποσυστημάτων, οι οποίοι απεικονίζονται παρακάτω στο σχήμα 3.1.2.1.1:

- Το υποσύστημα **LEOSAR** που αποτελείται από δορυφόρους χαμηλής τροχιάς γύρω από τους πόλους, και

- Το υποσύστημα **GEOSAR** που αποτελείται από δορυφόρους γεωσύγχρονης τροχιάς. [16]



Σχήμα 3.1.2.1.1 Αναπαράσταση δορυφόρων των υποσυστημάτων LEOSAR και GEOSAR του COSPAS/SARSAT.

3.1.2.2 Το υποσύστημα LEOSAR

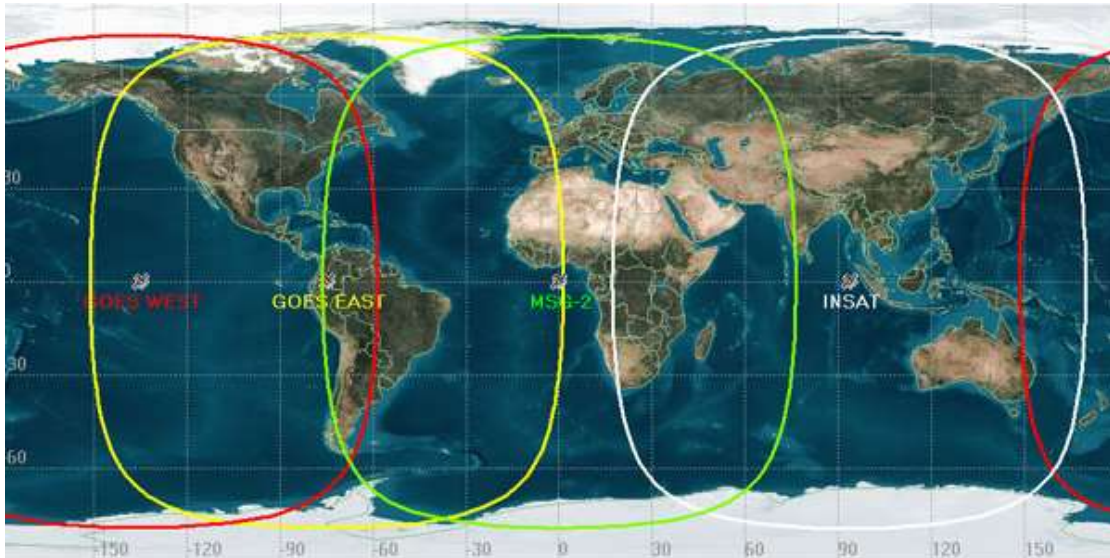
Το σύστημα **LEOSAR** αποτελείται από 4 δορυφόρους, 2 **COSPAS** (Ρωσία) και 2 **SARSAT** (ΗΠΑ, Καναδάς και Γαλλία) στην πολική τροχιά Βορρά-Νότου με περίοδο τροχιάς σχεδόν 120 λεπτών. Οι τροχιές αυτών των δορυφόρων είναι ρυθμισμένες να σαρώνουν όλη την επιφάνεια της Γης. Οι δορυφόροι βλέπουν μια περιοχή πλάτους 6.000 χιλιομέτρων καθώς κινούνται γύρω από τη γη, προσφέροντας άμεση θέαση ή ίχνη (όπως το φως ενός φακού) σε μέγεθος ηπείρου. Η κάλυψη δεν είναι διαρκής λόγω της περιόδου τροχιάς του δορυφόρου. Λόγω της φύσης των πολικών τροχιών η ώρα αναμονής για την ανίχνευση μπορεί να είναι μεγαλύτερη στις περιοχές του ισημερινού απ' ό τι στα ψηλότερα γεωγραφικά πλάτη. Κατά μέσο όρο είναι 45 λεπτά. [16]

3.1.2.3 Το υποσύστημα GEOSAR

Το σύστημα **GEOSAR** αποτελείται από 4 γεωστατικούς δορυφόρους που βρίσκονται περίπου 36.000 χιλιόμετρα πάνω από τον Ισημερινό σε διαφορετικές γραμμές γεωγραφικού μήκους, προσφέροντας άμεσα ίχνη όλης της επιφάνειας της Γης ανάμεσα στις 70° Βόρεια και τις 70° Νότια. Αντίθετα με τους δορυφόρους **LEOSAR**, οι **GEOSAR** προσφέρουν συνεχή κάλυψη ενός μεγάλου τμήματος της Γης μεταξύ των 70° Βόρεια και των 70° Νότια με σχεδόν άμεση δυνατότητα σήμανσης συναγερμού, αλλά δε μπορούν να προσδιορίσουν τη θέση του συμβάντος Κινδύνου γιατί είναι σταθεροί ως προς τη Γη κι έτσι δε μπορούν να χρησιμοποιήσουν τεχνικές επεξεργασίας **Doppler**. Η θέση του συμβάντος μπορεί:

- Να βρεθεί από το φάρο μέσω ενός εσωτερικού ή εξωτερικού συστήματος εντοπισμού θέσης, ή

- Να προκύψουν με πιθανές καθυστερήσεις από το σύστημα **LEOSAR**. [16]



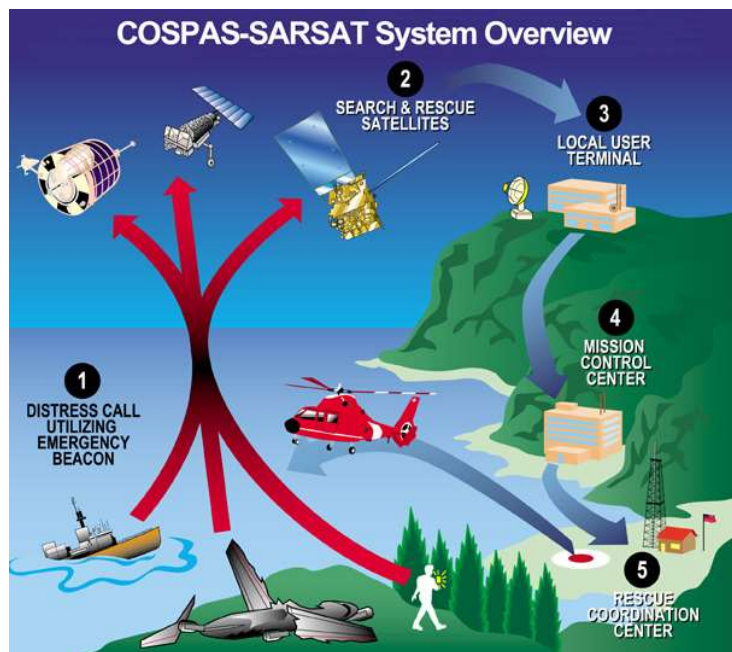
Σχήμα 3.1.2.3.1 Περιοχές κάλυψης του υποσυστήματος GEOSAR

Ακολουθεί πίνακας σύγκρισης των δυο υποσυστημάτων:

	<u>LEOSAR</u>	<u>GEOSAR</u>
<u>Πληροφορίες θέσης</u>	παρέχονται μέσω τεχνικών επεξεργασίας Doppler	παρέχονται μόνο να υπάρχουν στο μήνυμα του φάρου
<u>Ακρίβεια θέσης</u>	+/- 5 χιλιόμετρα	αν αποκτηθεί μέσω GPS : εντός 10 μέτρων
<u>Περιοχή κάλυψης</u>	όλη η επιφάνεια της Γης	μεγάλο κομμάτι της Γης μεταξύ των 70 ⁰ Βόρεια και των 70 ⁰ Νότια
<u>Εντοπισμός συμβάντος Κινδύνου</u>	ο χρόνος αναμονής για τον εντοπισμό είναι κατά μέσο όρο 45 λεπτά	σχεδόν άμεσος

3.1.3 GMDSS και COSPAS-SARSAT

Όπως προαναφέρθηκε, το σύστημα **COSPAS-SARSAT** αποτελεί σημαντική συνιστώσα του **GMDSS**. Στο παρακάτω σχήμα 3.1.3.1 απεικονίζεται η επισκόπηση των βασικών μερών του συστήματος **COSPAS/SARSAT**. Με το νούμερο 1 είναι το **EPIRB** που αναλύσαμε παραπάνω. Το δορυφορικό μέρος απεικονίζεται με τρεις δορυφόρους γεωσύγχρονης και χαμηλής τροχιάς, εκ των οποίων ο ένας έχει ως βασική του λειτουργία την έρευνα και τη διάσωση, το οποίο αντιστοιχεί στο νούμερο 2 του σχήματος 4.1.7. Οι δορυφόροι και των υποσυστημάτων φέρουν εξοπλισμό, ώστε να εντοπίζουν τα σήματα που εκπέμπονται από ραδιοφάρους κινδύνου. Ακόμη, με το νούμερο 3 απεικονίζεται ο επίγειος σταθμός που είναι σε θέση να λαμβάνει τα σήματα από τους γεωσύγχρονους ή και χαμηλής τροχιάς δορυφόρους, να επεξεργάζονται τα σήματα αυτά και με τη σειρά τους να παράγουν αναγγελίες κινδύνου. Με το νούμερο 4 απεικονίζεται το Κέντρο Ελέγχου Αποστολών που λαμβάνει τις παραγόμενες αναγγελίες κινδύνου που με την σειρά του τις προωθεί στο Κέντρο Συντονισμού Διάσωσης, το οποίο απεικονίζεται με το νούμερο 5. [16]



Σχήμα 3.1.3.1 Αναπαράσταση λειτουργίας του συστήματος COSPAS/SARSAT.

3.2 Επικοινωνία μέσω Inmarsat

3.2.1 Τι είναι το Inmarsat;

Η **Inmarsat** παρέχει δορυφορικές επικοινωνίες από το 1979, αρχικά παρέχοντας επικοινωνία σχετική με την ασφάλεια των πλοίων στη θάλασσα. Έκτοτε, οι δορυφόροι και η τεχνολογία μας έχει εξελιχθεί πάρα πολύ και η **Inmarsat** τώρα παρέχει ένα ευρύ φάσμα υπηρεσιών που ειδικεύονται ιδίως στις επικοινωνίες προς κινητούς χρήστες και κινητές πλατφόρμες όπως πλοία, αεροσκάφη και χερσαία οχήματα.

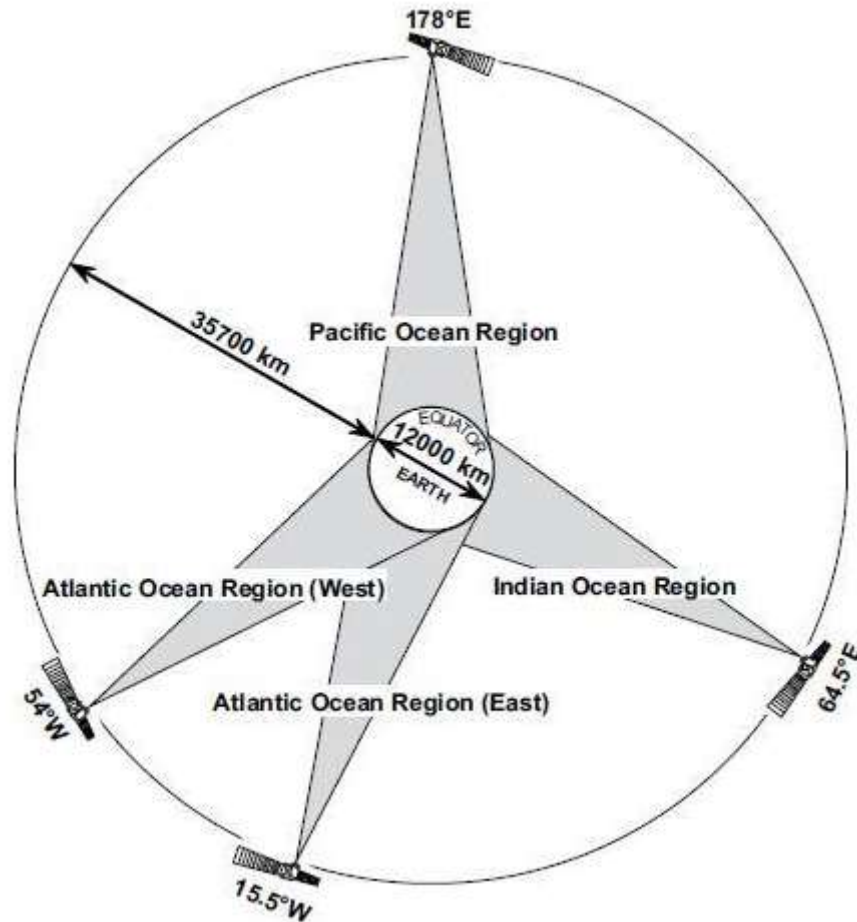
Ως πρωτοπόρος των κινητών δορυφορικών επικοινωνιών, η **Inmarsat** καθιστά ικανή την συνδεσιμότητα ανά τον κόσμο για πάνω από τέσσερις δεκαετίες. Προσπαθούν να κάνουν τη διαφορά στους πελάτες κάνοντας τις επιχειρήσεις τους πιο αποδοτικές και αποτελεσματικές και βοηθώντας τους να παραμείνουν ασφαλείς και πιο συνδεδεμένοι.

Η εταιρεία παρέχει σε πολλές επιχειρηματικές μονάδες τις υπηρεσίες της προσφέροντας υψηλή ποιότητα παγκόσμια, κινητή συνδεσιμότητα. Η ναυτιλιακή βιομηχανία αποτελεί έναν από τους τομείς επιχειρηματικότητας της **Inmarsat**, αφού προσφέρει αξιόπιστες και σταθερές λύσεις επικοινωνίας. [17]

Στον τομέα της ναυτιλίας αυτό το σύστημα, το **Inmarsat**, υποστηρίζει το σύστημα **GMDSS** και για αυτόν τον λόγο χρησιμοποιείται από πολλά πλοία τόσο εντός αλλά και εκτός του **SOLAS**. Στην ναυτιλία έχουν συμφωνήσει πως εκτός του συστήματος **GMDSS** το σύστημα **Inmarsat** δεν πρέπει να χρησιμοποιείται για την αποστολή σημάτων κινδύνου στη θαλάσσια περιοχή A3. Ωστόσο, οι περιοχές **A1** και **A2** δεν αποκλείονται από την αποστολή σημάτων κινδύνου μέσω του **Inmarsat**. Επίσης, χρησιμοποιείται για την αποστολή Πληροφοριών Ναυτικής Ασφαλείας (**MSI**) εκτός κάλυψης του σταθμού **NAVTEX**. [18]

3.2.2 Δορυφορική διάδοση

Οι υπηρεσίες **Inmarsat** χρησιμοποιούν τη διάδοση άμεσου κύματος όπως και ο ασύρματος VHF. Προκειμένου να επιτυγχάνεται η επικοινωνία μέσω INMARSAT πρέπει να υπάρχει πάντα μια άμεση γραμμή οπτικής επαφής ανάμεσα στην κεραία **Inmarsat** του πλοίου και στο χρησιμοποιούμενο δορυφόρο. Για τον λόγο αυτόν οι κεραίες τοποθετούνται σε σημεία μακριά από τις υποδομές ή άλλες κατασκευές. Η κάλυψη για τους σκοπούς του **GMDSS** θεωρείται αξιόπιστη σε γεωγραφικό πλάτος 70 μοιρών βόρεια και 70 μοιρών νότια, αν και η υπηρεσία μπορεί να χρησιμοποιηθεί βορειότερα και νοτιότερα από τις προαναφερθείσες 70 μοίρες. Όσο πιο μακριά βρίσκεται το πλοίο από τον ισημερινό τόσο μικρότερη είναι η γωνία σκόπευσης μεταξύ κεραίας και δορυφόρου και τόσο μεγαλύτερη είναι η πιθανότητα να χαθεί η θέαση του δορυφόρου όταν το πλοίο βρίσκεται κοντά στην ξηρά ή σε κάποιο άλλο εμπόδιο.



Σχήμα 3.2.2.1 Οι θέσεις των δορυφόρων της Inmarsat, 36.000 χιλιόμετρα πάνω από τη γη.

Η παραπάνω εικόνα δείχνει τη θέση των τεσσάρων δορυφόρων της **Inmarsat**, όπου αυτοί οι γεωστατικοί δορυφόροι σε τροχιά βρίσκονται σε συγκεκριμένη θέση πάνω από τον ισημερινό. [22]

3.2.3 Συστήματα Inmarsat

Στο σύστημα του **Inmarsat** χρησιμοποιούνται πολλά είδη εξοπλισμού και πολλά συστήματα. Ο εξοπλισμός του **Inmarsat** συνήθως αποτελείται από έναν πομποδέκτη και μία κεραία. Ο εξοπλισμός που θα συνδεθεί με τον πομποδέκτη εξαρτάται από το είδος του συστήματος **Inmarsat**. Μπορεί να είναι υπολογιστής με οθόνη και εκτυπωτή, ακουστικό τηλεφώνου, φαξ ή μόντεμ για τέλεξ.

Φυσικά, υπάρχουν συστήματα που είναι εγκεκριμένα για το **GMDSS**, τα οποία είναι

- **Inmarsat B.**
- **Inmarsat C.**
- **Inmarsat Fleet 77**, γνωστό και ως F77.

Μέσω αυτών των συστημάτων μπορεί να σταλεί σήμα κινδύνου εντός του **GMDSS**. Το σύστημα **Inmarsat C** χρησιμοποιείται επίσης για την εκπομπή/λήψη των Πληροφοριών Ναυτιλιακής Ασφάλειας (**MSI**) εντός του **GMDSS**. Τα συστήματα που έχουν την έγκριση του **GMDSS** πρέπει να συμμορφώνονται με τους σχετικούς κανονισμούς του **IMO** που αφορούν τον εξοπλισμό του **GMDSS**.

Τα συστήματα **Inmarsat B** και **F77** χρησιμοποιούν κεραίες παραβολικού δίσκου. Αυτές οι κεραίες τοποθετούνται σε ένα θόλο. Σε αυτό το θόλο θα είναι δυνατό να μετακινήσετε την κεραία. Μπορεί να περιστρέφεται οριζόντια και κατακόρυφα. Αυτό απαιτείται για να μπει η κεραία στη σωστή θέση, να βλέπει στον προτιμώμενο δορυφόρο **Inmarsat**. Κατά τις κινήσεις του σκάφους η κεραία θα κινείται επίσης για να παραμείνει στραμμένη προς το δορυφόρο.



Σχήμα 3.2.3.1 Κεραία και τερματικό Inmarsat Fleet 77 της εταιρείας SAILOR.



Σχήμα 3.2.3.2 Πομποδέκτης Inmarsat C με καθολική κεραία.

Το κόστος αυτών των συνδέσεων υπολογίζεται με βάση τον χρόνο σύνδεσης μεταξύ του πλοίου και του επίγειου σταθμού. Αν χρησιμοποιηθεί η λειτουργία **MPDS** (**MPDS** - Κινητή Υπηρεσία Πακέτων Δεδομένων, το τερματικό θα είναι online) του **F77**, το κόστος θα υπολογίζεται βάσει της ποσότητας μεταφοράς δεδομένων. [18]

Το σύστημα **Inmarsat C** χρησιμοποιεί μια καθολική κεραία. Αυτή εκπέμπει και λαμβάνει προς όλες τις κατευθύνσεις, οπότε δε χρειάζεται να στρέφεται προς τη διεύθυνση του δορυφόρου. Αυτό το σύστημα κεραίας είναι αρκετά απλό, και είναι ελαφρύ αλλά και εύκολο στην τοποθέτηση. Έτσι, αυτό καθίσταται φτηνότερο σε σχέση με το σύστημα των **Inmarsat B** και **F77**. Η ισχύς του σήματος σε αυτό το **Inmarsat C** είναι πιο αδύναμη σε σχέση με τα προηγούμενα συστήματα, και έτσι δεν μπορεί κάποιος να δουλεύει σε πραγματικό χρόνο με το **Inmarsat C**. Αυτό το σύστημα θα

δουλεύει πάντα ως μέσο αποθήκευσης και προώθησης. Το **Inmarsat C** μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την αποστολή φαξ, την αποστολή και λήψη e-mail και τέλεξ, αλλά όχι για τηλεφωνικές κλήσεις. Το κόστος αποστολής ενός μηνύματος μπορεί να υπολογιστεί από τη συνολική ποσότητα bytes που μεταφέρονται.

Αξίζει να σημειωθεί πως η **Inmarsat** προσφέρει και υπηρεσίες εκτός του **GMDSS**, οι οποίες είναι:

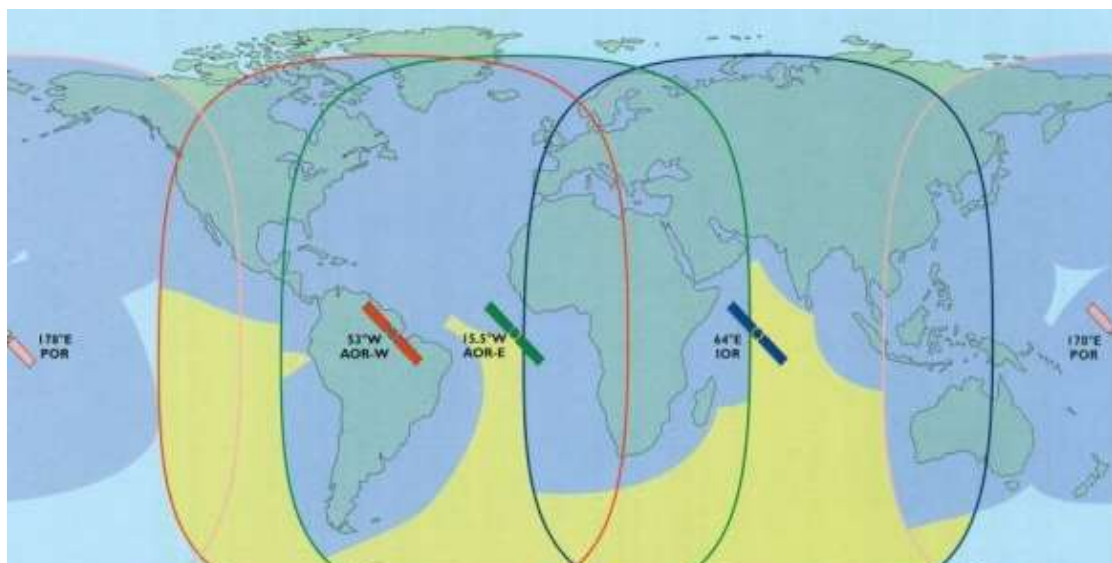
- **Inmarsat M.**
- **Inmarsat mini M.**
- **Inmarsat Fleet 33 και 55** (αντίστοιχα F33 και F55).
- **Inmarsat broadband.**

Αξιοποιώντας τις παραπάνω συσκευές δίνεται η δυνατότητα σε προσωπικό του πλοίου να κάνει τηλεφωνικές κλήσεις, να αποστέλλει φαξ, e-mail αλλά και μεταφορά δεδομένων και πλοήγηση στο διαδίκτυο. [18]

3.2.4 Τερματικός του Inmarsat C

3.2.4.1 Εκκίνηση του τερματικού και είσοδος στο σύστημα

Όταν ενεργοποιείται η συσκευή όλα τα εξαρτήματα ελέγχονται αυτόματα και το τερματικό ξεκινά το **Log in** με την προεπιλεγμένη θαλάσσια περιοχή. **Log in** σημαίνει ότι το τερματικό εκπέμπει μέσω δορυφόρου προς τον **NCS**. Αυτή η εκπομπή περιέχει ένα μήνυμα που αναφέρει ότι το τερματικό είναι αναμμένο και διαθέσιμο μέσω του τρέχοντος δορυφόρου. Όταν ο προεπιλεγμένος δορυφόρος δεν είναι εντός εμβέλειας το τερματικό θα αρχίσει να σαρώνει για τον ισχυρότερο λαμβάνοντα δορυφόρο με τον οποίο θα κάνει **Log in**. Αν βέβαια αποτύχει το **Log in** θα πρέπει να γίνει χειροκίνητα



Σχήμα 3.2.4.1.1 Χάρτης που δείχνει τις χωρισμένες θαλάσσιες περιοχές ανά δορυφόρο και το πεδίο κάλυψης του κάθε ένα.

η κατάλληλη θαλάσσια περιοχή. Μετά τη διαδικασία του **Log in** το τερματικό θα επιβεβαιώσει ότι η διαδικασία ολοκληρώθηκε επιτυχώς. Ο χειριστής του **Inmarsat C** θα πρέπει να λαμβάνει υπόψιν την τρέχουσα **NAVAREA** όταν πρόκειται να αποφασίσει σε ποιο δορυφόρο θα συνδεθεί. Ακόμη, η επιλογή του δορυφόρου πρέπει να βασίζεται στην τρέχουσα γεωγραφική θέση σε σχέση με την υπάρχουσα **NAVAREA**. Τα σήματα **EGC SafetyNET** μιας **NAVAREA** κανονικά εκπέμπονται από έναν δορυφόρο. Ο εκπεμπόμενος δορυφόρος των σημάτων **SafetyNET** είναι και ο δορυφόρος στον οποίο πρέπει να συνδεθεί το **Inmarsat C**. Για το κλείσιμο της σύνδεσης με το δορυφόρο πρέπει να πρώτα να έχει γίνει αποσύνδεση από το σύστημα. Τέλος, το τερματικό στέλνει ένα μήνυμα στο **NCS** το οποίο θα τον ενημερώσει πως στο εξής δεν θα είναι πια διαθέσιμο. [23]

3.2.4.2 Η εξουσιοδότηση που απαιτείται για τη χρήση του Inmarsat C

Πριν την χρήση του τερματικού **Inmarsat** αυτό πρέπει να εξουσιοδοτηθεί. Πρακτικά αυτό σημαίνει πως ο χειριστής συμπληρώνει μια φόρμα εξουσιοδότησης. Σε αυτή τη φόρμα πρέπει να περιλαμβάνονται τα στοιχεία του χειριστή, του πλοίου καθώς και του εξοπλισμού που χρησιμοποιείται. Εάν όλα είναι ομαλά, τότε οι κρατικές αρχές παράσχουν τον αριθμό **Inmarsat** την ώρα που δίνεται και η άδεια χρήσης του συστήματος. Ο αριθμός αυτός που δίνεται είναι η ταυτότητα του τερματικού που αποτελείται από 9 αριθμούς, όπου το πρώτο ψηφίο είναι το 4, καθώς το ψηφίο 4 αποτελεί τον αναγνωριστικό αριθμό για το **Inmarsat C**. Ένα παράδειγμα τέτοιου αριθμού είναι **424404310**, όπου 4 είναι το αναγνωριστικό του **Inmarsat C**, το 244 αποτελεί το αναγνωριστικό χώρας, στην προκειμένη περίπτωση το 244 αντιστοιχεί στην Ολλανδία, ενώ τα υπόλοιπα 5 ψηφία αφορούν το σταθμό **GMDSS**. Να σημειωθεί ότι την πρώτη φορά που συνδέεται το τερματικό, γίνεται μια δοκιμή εξουσιοδότησης και μετά τον έλεγχο αυτό το τερματικό μπορεί επιτυχώς να χρησιμοποιήσει το σύστημα **Inmarsat**. [23]

3.2.4.3 Υπηρεσία Ενισχυμένης Ομαδικής Κλήσης Inmarsat (EGC)

Το σύστημα **Inmarsat** προσφέρει μια υπηρεσία για την εκπομπή Πληροφοριών Ναυτιλιακής Ασφάλειας (**MSI**), την υπηρεσία Ενισχυμένης Ομαδικής Κλήσης (**EGC**). Η υπηρεσία **EGC**, που λειτουργεί στο σύστημα **Inmarsat C**, χρησιμοποιείται για την αποστολή ομαδικών μηνυμάτων. Αυτό σημαίνει την ταυτόχρονη αποστολή μηνυμάτων σε πολλά πλοία. [23]

3.2.4.4 Ενημέρωση θέσης

Το τερματικό είναι συνδεδεμένο με ένα εξωτερικό **GPS**. Ορισμένες φορές το **GPS** είναι ενσωματωμένο στον πομποδέκτη του **Inmarsat C**. Είναι πολύ σημαντικό να υπάρχει ακριβής θέση γιατί η θέση του τερματικού θα αξιοποιηθεί στην περίπτωση

εκπομπής σήματος κινδύνου. Η θέση θα χρησιμοποιηθεί επίσης από το τερματικό **Inmarsat C** για την επιλογή των ληφθέντων μηνυμάτων **MSI**. Εάν τυχόν υπάρξει πρόβλημα στην αυτόματη ενημέρωση της θέσης θα πρέπει να γίνει η χειροκίνητη εισαγωγή της τρέχουσας θέσης. Επίσης, πρέπει να ελέγχεται πως η θέση ενημερώνεται τουλάχιστον μια φορά κάθε τέσσερις ώρες. [23]

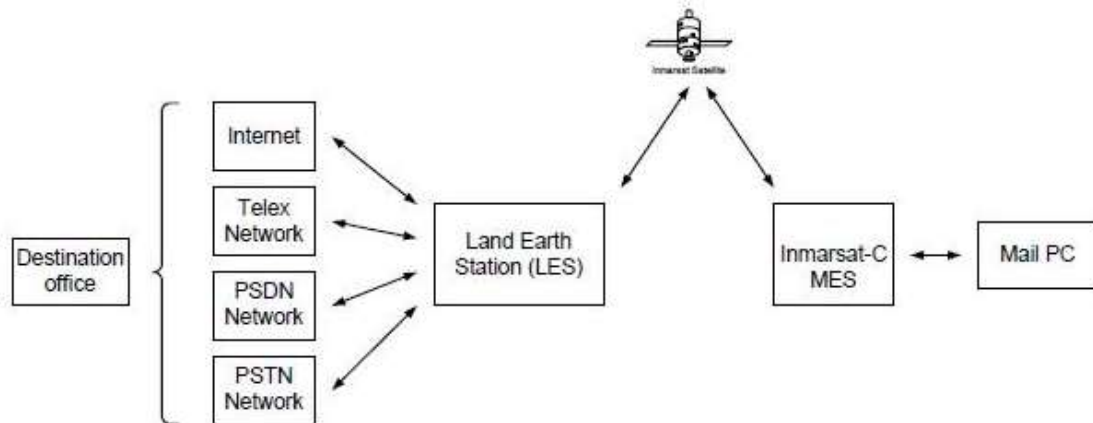
3.2.4.5 Υπολογισμός κόστους

Το κόστος αποστολής ενός μηνύματος με το σύστημα **Inmarsat C** υπολογίζεται με βάση τα συνολικά **bytes** που στάλθηκαν. Η τιμή της μονάδας που χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό του κόστους καθορίζεται από τον **LES**. Οι χρεώσεις υπολογίζονται μετρώντας τον αριθμό των πακέτων **256 bit** που έχει σταλεί (ανά ένα τέταρτο του Kbyte). Για παράδειγμα, ένα μήνυμα περιέχει **0,75 Kbit**. Η τιμή είναι **0,21\$/256 bits**. Τώρα υπολογίζουμε το συνολικό αριθμό των bits, δηλαδή: **0,75x1024 = 768 bits**. Συνεπώς, ο αριθμός των πακέτων των 256 Bits θα είναι: **768/256 = 3**. Καταλήγουμε λοιπόν πως η τιμή του μηνύματος θα είναι **3x0,21 = \$0,63**. Όσον αφορά την λήψη μηνυμάτων, αυτή είναι δωρεάν. Ακόμη, όταν κάποιος προσπαθεί να στείλει ένα μήνυμα σε ένα αποσυνδεδεμένο τερματικό το σύστημα θα πει στον αποστολέα ότι το τερματικό δεν είναι διαθέσιμο και δε θα τον χρεώσει. Ενώ όταν το τερματικό σβήσει χωρίς να έχει γίνει αποσύνδεση ο **LES** τότε θα προσπαθήσει 5 φορές να παραδώσει το μήνυμα και ο αποστολέας θα χρεωθεί. [23]

3.2.5 Επικοινωνία με το Inmarsat C

Η επικοινωνία μέσω του τερματικού του **Inmarsat C** θα είναι πάντα μια μεταφορά δεδομένων. Αυτή η μεταφορά θα είναι της μορφής «αποθήκευση και προώθηση». Αυτό σημαίνει ότι δε θα γίνεται σύνδεση μεταξύ του τερματικού **Inmarsat C** και του τελικού προορισμού. Για τον λόγο αυτόν δεν είναι δυνατό να γίνει τηλεφωνική κλήση μέσω αυτού του **Inmarsat C**. Το τερματικό θα στέλνει το μήνυμά του στον επιλεγμένο **LES** σε ένα κανάλι που καθοδηγείται από το **NCS**. Το ολοκληρωμένο μήνυμα θα αποθηκεύεται σε έναν υπολογιστή στον **LES**, θα παίρνει έναν αριθμό αναφοράς από τον **LES** και μετά την εκπομπή του μηνύματος ο **LES** θα προωθήσει το αποθηκευμένο μήνυμα στη διεύθυνση μεταβίβασης. Όταν το μήνυμα παραδοθεί ο **LES** θα δώσει στον αποστολέα Αναφορά Παράδοσης (**PDN**), εφόσον έχει ζητηθεί η σχετική υπηρεσία, ενώ το **PDN** χρεώνεται από τον **LES**. Όταν ένα μήνυμα δεν μπορεί να παραδοθεί στη συγκεκριμένη διεύθυνση ο αποστολέας θα λαμβάνει Αναφορά Μη Παράδοσης (**NDN**) όπου αυτό το **NDN** θα εξηγήσει μέσω ενός κώδικα γιατί απέτυχε η παράδοση, ενώ αυτό είναι δωρεάν, το οποίο και εξαρτάται από την πολιτική του **LES**. Στο σύστημα **Inmarsat** μπορεί κάποιος να χρησιμοποιήσει τους κωδικούς υπηρεσιών

δύο ψηφίων για την παροχή ορισμένων άμεσων υπηρεσιών μέσω των επιλεγμένων **LES**.

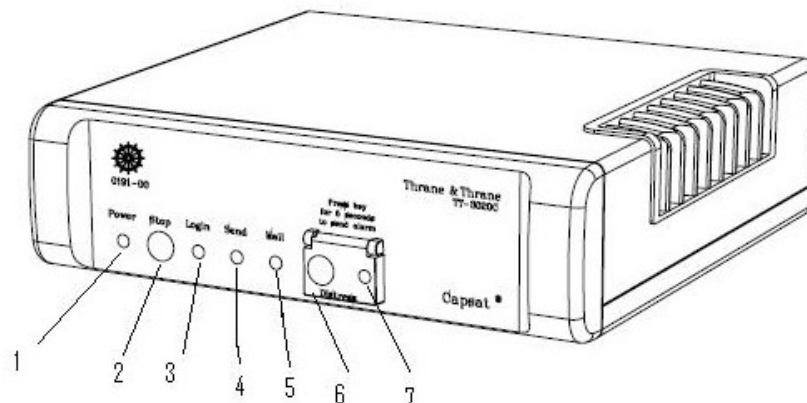


Σχήμα 3.2.5.1 Σχηματική απεικόνιση της μεταφοράς δεδομένων μέσω του συστήματος Inmarsat C.

Σε αυτό το σημείο αξίζει να ειπωθεί πως ο σταθμός **Inmarsat** στο πλοίο Ship Earth Station (SES), ενώ ο σταθμός **Inmarsat** σε αυτοκίνητα ή αεροπλάνα καλείται Mobile Earth Station (MES). [24]

3.2.6 Ο πομποδέκτης του Inmarsat C

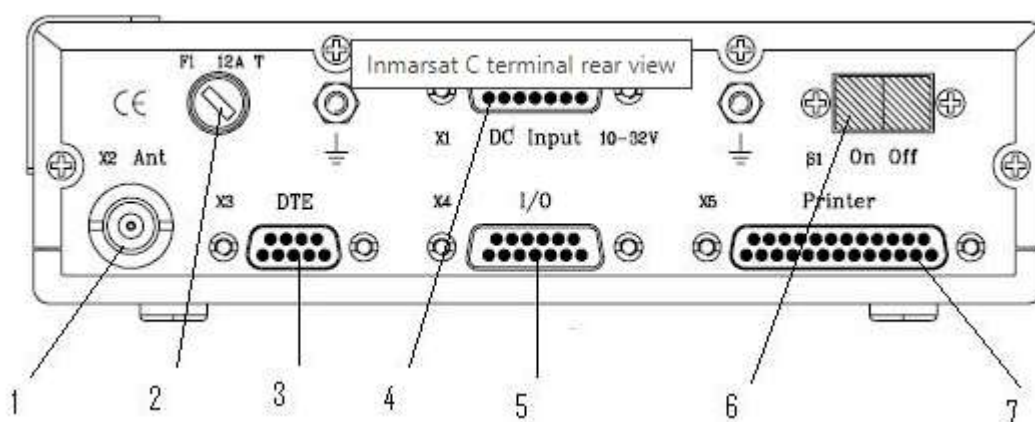
Ο πομποδέκτης **Inmarsat C** είναι η συσκευή που περιέχει τον πομπό και το δέκτη που έχει ενσωματωμένο **GPS**. Όταν το **GPS** δεν είναι εγκατεστημένο είναι δυνατό να συνδεθεί το τερματικό με ένα εξωτερικό **GPS**. Στο πίσω μέρος του πομποδέκτη υπάρχουν πολλά σημεία σύνδεσης. Στο μπροστινό μέρος του πομποδέκτη υπάρχουν δύο κουμπιά και πέντε ενδεικτικές λυχνίες. Ακολουθεί εικόνα με το μπροστινό τμήμα του πομποδέκτη, με κάθε κομμάτι του να είναι αριθμημένο.



Σχήμα 3.2.6.1 Εμπρόσθιο τμήμα του πομποδέκτη TT-3020C Inmarsat-C/GPS Maritime GMDSS Capsat.

Ακολουθεί η επεξήγηση των αριθμημένων μερών του εμπρόσθιου τμήματος του πομποδέκτη (βλ. σχήμα 3.2.6.1):

1. Η ενδεικτική λυχνία λειτουργίας (Power) ανάβει όταν ο πομποδέκτης είναι αναμμένος.
2. Το πλήκτρο παύσης (Stop) μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ακύρωση μιας εκπομπής.
3. Η ενδεικτική λυχνία της σύνδεσης (Log in) αναβοσβήνει όταν το τερματικό συνδέεται.
4. Η ενδεικτική λυχνία της αποστολής (Send) αναβοσβήνει όταν ο πομποδέκτης εκπέμπει.
5. Η ενδεικτική λυχνία μηνυμάτων (Mail) αναβοσβήνει όταν ο πομποδέκτης λαμβάνει ένα μήνυμα.
6. Το πλήκτρο κινδύνου (Distress) βρίσκεται κάτω από καπάκι. Το καπάκι πρέπει να σηκωθεί πριν πιεστεί το πλήκτρο distress για 5 δευτερόλεπτα για να σταλεί σήμα κινδύνου.
7. Η ενδεικτική λυχνία κινδύνου (Distress) θα δείξει την κατάσταση του σήματος κινδύνου. [19]



Σχήμα 3.2.6.2 Πρόσθιο τμήμα του πομποδέκτη TT-3020C Inmarsat-C/GPS Maritime GMDSS Capsat.

Ακολουθεί η επεξήγηση των αριθμημένων μερών του πρόσθιου τμήματος του πομποδέκτη (βλ. σχήμα 3.2.6.2):

1. Το σημείο σύνδεσης της κεραίας που σημειώνεται με το X2 είναι για να συνδεθεί το καλώδιο της κεραίας.
2. Λαβή ασφάλειας.
3. Ο **DTE** (Τερματικός Εξοπλισμός Δεδομένων), που σημειώνεται με το X3, χρησιμοποιείται για τη σύνδεση του τερματικού μηνυμάτων ή του υπολογιστή.

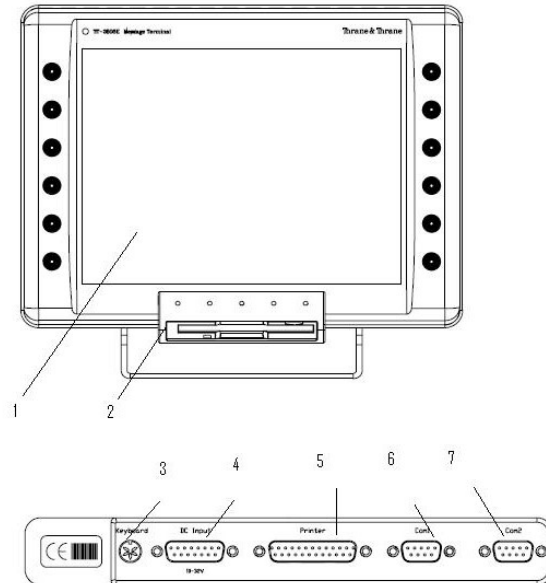
4. Στη υποδοχή DC, σημειώνεται με το X1, η τάση πρέπει να είναι μεταξύ 10 και 32V DC.
 5. Η υποδοχή I/O, σημειώνεται με το X4, χρησιμοποιείται για αποστολή/λήψη στοιχείων όταν συνδέεται με άλλη συσκευή πλοήγησης π.χ. εξωτερικό GPS.
 6. Ο διακόπτης λειτουργίας, σημειώνεται με το S1, είναι για το άνοιγμα και κλείσιμο του πομποδέκτη.
 7. Η υποδοχή του εκτυπωτή, συνδέεται με το X5, συνδέει τον εκτυπωτή για την εκτύπωση των ληφθέντων μηνυμάτων όπως τη λήψη μηνυμάτων **EGC MSI**.
- [19]



Σχήμα 3.2.6.3 Η σύνδεση όλων των εξαρτημάτων που απαιτούνται για την ορθή και ολοκληρωμένη λειτουργία του TT-3020C Inmarsat-C/GPS Maritime GMDSS Capsat.

3.2.7 Τερματικό μηνυμάτων

Το τερματικό μηνυμάτων είναι συνδεδεμένο με τον πομποδέκτη που παρουσιάστηκε προηγουμένως και χρησιμοποιείται για το έλεγχο της εκπομπής και λήψης μηνυμάτων. Ένα τέτοιο τερματικό αποτελείται από: [20]



Σχήμα 3.2.7.1 Ο τερματικός μηνυμάτων και τα μέρη του TT-3606E.

1. Την οθόνη.
2. Τον δίσκο, δηλαδή το μέσο αποθήκευσης μηνυμάτων.
3. Υποδοχή για το πληκτρολόγιο, που χρησιμοποιείται για τον χειρισμό του λογισμικού που είναι εγκατεστημένο στον τερματικό.
4. Υποδοχή **DC**, τάση που πρέπει να είναι μεταξύ 10 και 32 Volts DC.
5. Υποδοχή του εκτυπωτή, που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να συνδεθεί δεύτερος εκτυπωτής, ο οποίος να είναι απαραίτητα συνδεδεμένος στον πομποδέκτη.
6. Υποδοχή **Com1, DTE** (Τερματικός Εξοπλισμός Δεδομένων), που χρησιμοποιείται για την σύνδεση επιπλέον εξοπλισμού.
7. Υποδοχή **Com2, DTE** (Τερματικός Εξοπλισμός Δεδομένων), που χρησιμοποιείται για την σύνδεση επιπλέον εξοπλισμού. [25]

3.2.8 Σήμα κινδύνου και έκτακτης ανάγκης

Για την εκπομπή κινδύνου υπάρχουν δύο τρόποι. Ο ένας είναι το πάτημα του κουμπιού **Distress** στο μπροστινό μέρος του πομποδέκτη, και ο δεύτερος είναι η σύνταξη ενός μηνύματος κινδύνου στο τερματικό.

3.2.8.1 Άμεσο σήμα κινδύνου με τη χρήση του κουμπιού Distress

Το άμεσο σήμα κινδύνου είναι αρκετά απλό, αφού το μόνο που χρειάζεται να κάνει κάποιος είναι να σηκώσει το καπάκι και να πιάσει το κουμπί **Distress** παρατεταμένα για πέντε δευτερόλεπτα. Προτού όμως πατηθεί το κουμπί πρέπει να έχει ελεγχθεί αν υπάρχει ταύτιση των συντεταγμένων της αληθινής γεωγραφικής θέσης με αυτή που φαίνεται στο τερματικό του **Inmarsat C**. Αν δεν υπάρχει τότε αρκεί να γίνει η χειροκίνητη εισαγωγή των συντεταγμένων της σωστής θέσης του πλοίου. Κατά τα πέντε δευτερόλεπτα που πατιέται το κουμπί η ενδεικτική λυχνία του συναγερμού θα αρχίσει να αναβοσβήνει και ο ενσωματωμένος βομβητής θα αρχίσει να χτυπά. Κατόπιν, η λυχνία σταθεροποιείται και ο βομβητής σταματάει. Όταν το σήμα επιβεβαιωθεί αυτό θα φαίνεται καθώς η λυχνία θα αναβοσβήνει κάθε 15 δευτερόλεπτα. Από την άλλη όμως αν δεν επιβεβαιωθεί τότε η λυχνία θα σβήσει.

Το σήμα κινδύνου αποστέλλεται σε έναν **LES**, όπου αν δεν έχει οριστεί από τον χειριστή τότε ως προεπιλογή αποτελεί ο **LES** που χρησιμοποιήθηκε τελευταία φορά για επικοινωνία ρουτίνας. Τέλος, κατά τη λήψη του σήματος, ο **LES** το αναμεταδίδει αυτόματα στους σχετικούς **RCC (MRCC)**. [27]

3.2.8.2 Αποστολή σήματος κινδύνου μέσω του τερματικού Inmarsat C

Στην περίπτωση εκπομπής σήματος κινδύνου και έκτακτης ανάγκης αυτό μπορεί να σταλεί και μέσω του **Inmarsat C** συντάσσοντας το μήνυμα που θα γίνει η εκπομπή του. Αυτή η μέθοδος, η αποστολή μηνύματος ανάγκης με λογισμικό μπορεί να είναι σχετικά δύσκολη αλλά αργή, με βασικό πλεονέκτημα την επιλογή της φύσης του κινδύνου και την επιλογή του **LES**. Η επιλογή των στοιχείων αυτών πρέπει να γίνει μέσω του Distress Message Generator που βρίσκεται στο μενού στην κορυφή της οθόνης κάτω από τον Κίνδυνο. Πρέπει να τονιστεί όπως και προηγουμένως πως πριν την αποστολή του σήματος κινδύνου πρέπει να έχει ελεγχθεί η ακριβής θέση του πλοίου και εγκαίρως να διορθωθεί αν αυτή παρεκκλίνει από την πραγματική θέση. [27]

3.2.8.3 Ακύρωση σήματος κινδύνου

Σημαντικό κομμάτι φυσικά και η ακύρωση ενός σήματος κινδύνου ή έκτακτης ανάγκης. Όταν συμβεί η αποστολή εσφαλμένου σήματος κινδύνου τότε αυτό πρέπει να ακυρωθεί στέλνοντας μήνυμα που να εξηγεί και να ακυρώνει το σήμα κινδύνου. Αυτό πραγματοποιείται με την αποστολή μηνύματος με προτεραιότητα κινδύνου στον ίδιο **LES** στον οποίο στάλθηκε το εσφαλμένο σήμα, το οποίο με την σειρά του αναμεταδίδεται στον συνεργαζόμενο **MRCC** με το εσφαλμένο σήμα. [28]

3.2.9 Λήψη μηνυμάτων

Το τερματικό **Inmarsat C** μπορεί να λαμβάνει μηνύματα, τα οποία χωρίζονται σε δύο κατηγορίες: τα μηνύματα **EGC** και τα επιλεκτικά μηνύματα (προς συγκεκριμένο τερματικό). Τα μηνύματα **EGC** που λαμβάνονται και εμφανίζονται είναι τα μηνύματα που στέλνονται μέσω του δορυφόρου στον οποίο είστε συνδεδεμένοι. Τα μηνύματα **EGC** χωρίζονται σε:

- μηνύματα **SafetyNET** για την τρέχουσα NAVAREA.
- μηνύματα **SafetyNET** για την επιλεγμένη επιπλέον NAVAREA (όταν αυτό έχει επιλεγεί στο μενού των **EGC**),
- περιφερειακά σήματα **SafetyNET**, όταν η θέση σας είναι στην ορισμένη περιοχή.
- Μηνύματα **FleetNET**, όταν ανήκετε στην ομάδα πλοίων που απευθύνεται το μήνυμα. [18]

3.2.10 Αποσύνδεση του συστήματος

Πριν κάποιος κλείσει το τερματικό **Inmarsat C** πρέπει να έχει κάνει Log out. Κατά την αποσύνδεση, το λογισμικό θα αποστείλει ένα μήνυμα στον **NCS** που θα αναφέρει ότι το τερματικό στο εξής δεν θα είναι πια διαθέσιμο. Αυτό γίνεται έτσι ώστε να γνωρίζει το σύστημα ότι το τερματικό δεν είναι πια διαθέσιμο, έτσι ώστε αν προσπαθήσει κάποιος να στείλει μήνυμα σε αυτό το τερματικό το σύστημα θα απαντήσει στον αποστολέα ότι η παράδοση δεν είναι δυνατή γιατί το σύστημα ξέρει ότι το τερματικό έχει αποσυνδεθεί ενώ η προσπάθεια αποστολής μηνύματος δεν θα χρεωθεί. Εάν όμως σβήσει το τερματικό χωρίς να έχει προηγηθεί αποσύνδεση, τότε ο **LES** θα προσπαθήσει πέντε φορές να παραδώσει το μήνυμα και όταν δεν παραδοθεί μετά τις πέντε φορές το κόστος της κανονικής παράδοσης θα χρεωθεί στον αποστολέα. Στα πλοία είναι εύκολο να σβήσει κάποιος το τερματικό με το πάτημα του κουμπιού On/Off χωρίς να αποσυνδέσει το τερματικό. Τότε, σε αυτή την περίπτωση το σύστημα του **Inmarsat** δε θα ξέρει ότι το σύστημα είναι σβηστό και θα προσπαθεί να παραδώσει κάθε μήνυμα που απευθύνεται στο τερματικό και ο αποστολέας θα χρεώνεται χωρίς να γίνεται παράδοση του μηνύματος. [26]

3.2.11 INMARSAT και GMDSS

Έχοντας αναλύσει την λειτουργία του **INMARSAT** και των υπηρεσιών που προσφέρει πρέπει να τονιστεί η σημαντικότητα του **INMARSAT** στο **GMDSS**, αφού είναι αξιοσημείωτη η δυνατότητα αποστολής από το **INMARSAT C** προδιαμορφωμένων μηνυμάτων κινδύνου σε ένα κέντρο συντονισμού διάσωσης καθώς και στην υπηρεσία **INMARSAT C SafetyNET**. [29]

Η υπηρεσία **INMARSAT C SafetyNET** είναι παγκόσμια υπηρεσία που βασίζεται σε δορυφορικό σύστημα ραδιοφωνικής μετάδοσης πληροφοριών **SafetyNET** που λειτουργεί όπως το σύστημα **NAVTEX**. Παρέχει πληροφορίες που σχετίζονται με προβλέψεις καιρού, προειδοποιήσεις κατάστασης θάλασσας, πλοήγησης (**NAVAREA**), εκθέσεις για παγόβουνα και προειδοποιήσεις που παράγονται από τις Υπηρεσίες Παρακολούθησης Πάγου, καθώς και άλλες παρόμοιες πληροφορίες που δεν παρέχονται από το **NAVTEX**. Πλεονέκτημά του είναι η κάλυψη και σε περιοχές έξω από τις περιοχές κάλυψης του **NAVTEX**. [21]

Το σύστημα **INMARSAT E** με τη σειρά του αποτελεί ένα πλήρες σύστημα και πλήρως συμβατό με το **GMDSS** που είναι σε θέση να παρέχει και προτεραιότητα συναγερμού. Ένα από τα πλεονεκτήματά του είναι πως παρέχει τη μέγιστη δυνατή κάλυψη σε όλες τις περιοχές των ωκεανών. Το **INMARSAT E** συνδυάζει τη δυνατότητα καθορισμού της θέσης μέσω του Συστήματος Εντοπισμού Θέσης (**GPS**) με τις ιδιότητες των δορυφόρων γεωστατικής τροχιάς του συστήματος. Χαρακτηριστικό του είναι πως εξοπλίζεται με δύο φορητούς ραδιοφάρους **EPIRB**, ειδικότερα για χρήση σε μεγάλα πλοία. Με τον συνδυασμό αυτόν εξασφαλίζεται η μεγάλη ακρίβεια κατά τον προσδιορισμό του στίγματος του πλοίου καθώς και η ελάχιστη καθυστέρηση στην προώθηση των πληροφοριών προκειμένου να ενεργοποιηθούν οι διαδικασίες έρευνας και διάσωσης. Επίσης, έχει τη δυνατότητα λήψης αναγνωριστικού σήματος για την περίπτωση ύπαρξης συσκευών Έρευνας και Διάσωσης.

Το **INMARSAT Fleet F77** προσφέρει τις πιο ολοκληρωμένες λειτουργίες του **GMDSS** καθώς είναι πλήρως συμμορφωμένο με την απόφαση **A.188** του **IMO**. Ακόμη, εκτός από τις συνήθεις δυνατότητες υπηρεσιών επικοινωνίας παρέχει και υπηρεσία καθορισμού προτεραιότητας για κλήση σε τέσσερα επίπεδα έκτακτης ανάγκης και κινδύνου από και προς τους Σταθμούς Συντονισμού του δικτύου με σκοπό τον γρήγορο συντονισμό Αναζήτησης και Διάσωσης. Τέλος, ο χειριστής του Κέντρου είναι πάντοτε σε θέση να λαμβάνει μια κλήση προερχόμενη από σκάφος ακόμη και στην περίπτωση όπου το κανάλι φωνής ή δεδομένων είναι κατειλημμένο. [29]

3.2.12 Εφαρμογές των συστημάτων INMARSAT

Ανά τα χρόνια λειτουργίας του δορυφορικού συστήματος αυτού έχουν αναπτυχθεί διάφορα συστήματα για την παροχή υπηρεσιών και εφαρμογών ασφαλείας, φωνής και μεταφοράς δεδομένων στην εμπορική ναυτιλία τα οποία καλύπτουν όλα τα μεγέθη και τύπους πλοίων. Τα συστήματα που έχουν αναπτυχθεί είναι τα εξής: [29]

- *Inmarsat Fleet*, που περιλαμβάνει τα εξής:

- *Fleet F77*
- *Fleet F55*
- *Fleet F33*
- *Fleet Broadband*
- *Inmarsat mini-M*
- *Inmarsat B and M*
- *Inmarsat C and mini-C*
- *Inmarsat D+*
- *Inmarsat E*
- *Inmarsat A*

3.2.12.1 Inmarsat Fleet

Τα συστήματα Inmarsat Fleet περιλαμβάνουν τα Fleet F77, Fleet F55, Fleet F33 και Fleet Broadband και το καθένα μπορεί να φτάσει ταχύτητα των παρεχόμενων υπηρεσιών μέχρι 128 Kbps, 64 Kbps, 9.6 Kbps και 432 Kbps αντίστοιχα. Παρακάτω ακολουθεί ένας πίνακας που περιγράφει τις παρεχόμενες υπηρεσίες από τα συστήματα Inmarsat Fleet: [29]

Υπηρεσία	<i>Inmarsat Fleet F77</i>	<i>Inmarsat Fleet F55</i>	<i>Inmarsat Fleet F33</i>	<i>Inmarsat Broadband</i>
Φωνή	X	X	X	X
Πρόσβαση στο Διαδίκτυο	X	X	X	X
Ηλεκτρονικό ταχυδρομείο και μηνύματα	X	X	X	X
Τηλεομοιοτυπία	X	X	X	X
SMS	X	X	X	X
Κλήσεις πληρώματος	X	X	X	X
Κρυπτογράφηση	X	X	-	X
Τηλεδιάσκεψη	X	-	-	X
Επίβλεψη από απόσταση	X	X	X	X
Καιρικές αναφορές	X	X	X	X
Τηλείατρική	X	X	X	X
GMDSS	X	-	-	X
Δεδομένα πακέτων IP	-	-	-	X
Ταυτόχρονη φωνή και δεδομένα IP	-	-	-	X
Δυνατότητα προσαρμογής του εξοπλισμού προηγούμενων συστημάτων Fleet	X	X	-	X

3.2.12.2 Inmarsat mini-M

Αυτή η τηλεφωνική συσκευή αποτελεί την μικρότερη της ναυτιλίας καθώς το Inmarsat mini-M παρέχει πληθώρα υπηρεσιών. Τα τερματικά mini-M είναι ανθεκτικά,

ελαφριά και ευέλικτα ενώ διαθέτουν και πολλαπλές δυνατότητες σύνδεσης σε προσωπικούς υπολογιστές και άλλο εξοπλισμό. Το σύστημα παρέχει απόρρητη τηλεφωνική επικοινωνία και μεταφορά δεδομένων σε όλον τον κόσμο. Το Inmarsat mini-M προτείνεται για οποιαδήποτε από τις ακόλουθες εφαρμογές:

- Μεταφορά δεδομένων
- Ηλεκτρονικό ταχυδρομείο και μηνύματα
- Τηλεομοιοτυπία
- Φωνή
- Κλήσεις του πληρώματος
- Κρυπτογράφηση
- Τηλεϊατρική. [29]

3.2.12.3 Inmarsat B

Το Inmarsat B αποτέλεσε το πρώτο ψηφιακό σύστημα του INMARSAT που πραγματοποιήθηκε το 1993. Αποτελεί ακόμη κεντρικό σύστημα για την ναυτιλία και υποστηρίζει πολλές λειτουργίες ενώ η ταχύτητα των παρεχόμενων υπηρεσιών κυμαίνεται από 9.6 Kbps έως 64 Kbps, ενώ υποστηρίζει και τις λειτουργικές απαιτήσεις του GMDSS. Το σύστημα Inmarsat B προτείνεται για οποιαδήποτε από τις ακόλουθες εφαρμογές: [29]

- Μεταφορά δεδομένων
- Πρόσβαση στο διαδίκτυο
- Ηλεκτρονικό ταχυδρομείο
- Τηλεομοιοτυπία
- SMS
- Φωνή
- Κλήσεις του πληρώματος

- Κρυπτογράφηση
- Τηλεδιάσκεψη
- Επίβλεψη από απόσταση
- Καιρικές αναφορές
- Τηλεϊατρική
- GMDSS

3.2.12.4 Inmarsat M

Το σύστημα Inmarsat M παρέχει παγκόσμια φωνητική επικοινωνία και μεταφορά δεδομένων με ταχύτητα 2,4 Kbps μέσω κεραίας μεσαίου μεγέθους. Το Inmarsat M προτείνεται για οποιαδήποτε από τις ακόλουθες εφαρμογές:[29]

- Μεταφορά δεδομένων
- Τηλεομοιοτυπία
- Φωνή

3.2.12.5 Inmarsat C

Το σύστημα Inmarsat C είναι ένα από τα πλέον ευέλικτα κινητά δορυφορικά συστήματα επικοινωνίας στον κόσμο. Έχει την ικανότητα διαχείρισης εμπορικών, λειτουργικών και προσωπικών μηνυμάτων καθώς και επικοινωνιών αναγγελίας κινδύνου και ασφάλειας. Το Inmarsat C παρέχει αμφίδρομη μεταφορά πακέτων δεδομένων μέσω ενός ελαφριού και οικονομικού τερματικού. Το Inmarsat C επιτρέπει στα πλοία να ικανοποιούν την πλειοψηφία των επικοινωνιακών απαιτήσεων του GMDSS. Το Inmarsat C προτείνεται για οποιαδήποτε από τις παρακάτω εφαρμογές: [29]

- Ηλεκτρονικό ταχυδρομείο και μηνύματα
- Τηλεομοιοτυπία και τηλετυπία
- SMS
- Επίβλεψη από απόσταση
- Επικαιροποίηση χαρτών και καιρικές αναφορές
- Πληροφορίες ναυτικής ασφάλειας
- GMDSS

3.2.12.6 Inmarsat Mini-C

Το Inmarsat Mini-C παρέχει και αυτό αμφίδρομη μεταφορά πακέτων μέσω ενός ελαφριού και οικονομικού τερματικού. Επιπλέον, καλύπτει τις απαιτήσεις του

Συστήματος Συναγερμού Ασφάλειας Πλοίου (**SSAS** – Ship Security Alert System). Το Inmarsat Mini-C έχει μικρή κατανάλωση ισχύος και συνεπώς είναι κατάλληλο για μικρά σκάφη όπου η ισχύς είναι περιορισμένη. Το σύστημα Inmarsat Mini-C προτείνεται για τις ακόλουθες εφαρμογές: [29]

- Τηλεομοιοτυπία
- SMS
- Φωνή
- Επίβλεψη από απόσταση
- Παρακολούθηση θέσης και κατάστασης

3.2.12.7 Inmarsat D+

Το Inmarsat D+ υποστηρίζει αμφίδρομη μεταφορά πακέτων δεδομένων και χρησιμοποιεί πολύ μικρό σε διαστάσεις εξοπλισμό. Διαθέτει παγκόσμιο σύστημα εντοπισμού θέσης και ικανοποιεί τις απαιτήσεις του SSAS. Το Inmarsat D+ προτείνεται για οποιοσδήποτε από τις ακόλουθες εφαρμογές: [29]

- Μεταφορά δεδομένων
- Παρακολούθηση θέσης και κατάστασης
- Επίβλεψη από αποστάσεις
- Ανίχνευση

3.2.12.8 Inmarsat E

Το Inmarsat E αποτελεί σύστημα ειδοποίησης κινδύνου και είναι διαθέσιμο παγκοσμίως από το 1997, το οποίο είναι και πλήρως συμβατό με τους κανονισμούς του GMDSS.

Το Inmarsat E συνδυάζει την δυνατότητα καθορισμού της θέσης μέσω του Παγκόσμιου Συστήματος Εντοπισμού Θέσης με την ιδιότητα της γεωσύγχρονης τροχιάς των δορυφόρων του συστήματος INMARSAT. Με τον συνδυασμό αυτόν εξασφαλίζεται με μεγάλη ακρίβεια ο προσδιορισμός της θέσης-στίγματος του πλοίου και η ελάχιστη καθυστέρηση στην προώθηση πληροφοριών για να ενεργοποιηθούν οι διαδικασίες έρευνας και διάσωσης. Τέλος, το σύστημα Inmarsat E διατίθεται δωρεάν για όλους τους χρήστες. [29]

3.3 Το σύστημα VSAT

Το **VSAT** σημαίνει πολύ μικρό άνοιγμα τερματικού, και πρόκειται για έναν αμφίδρομο δορυφορικό επίγειο σταθμό με την κεραία του πιάτου να είναι μικρότερη από 3,8 μέτρα. Η πλειοψηφία των κεραιών της τεχνολογίας **VSAT** έχει μέγεθος από 75 εκατοστά έως 1,2 μέτρα. Ο ρυθμός μετάδοσης δεδομένων στις περισσότερες

περιπτώσεις κυμαίνεται από 4 Kbit/s έως 16 Mbit/s. Τα **VSAT** έχουν πρόσβαση σε γεωσύγχρονους δορυφόρους ή γεωστατικούς δορυφόρους προκειμένου να μεταδίδονται δεδομένα από μικρούς απομακρυσμένους τερματικούς σταθμούς στη γη σε άλλους τερματικούς σταθμούς. Το σημαντικότερο πλεονέκτημα της τεχνολογίας **VSAT** είναι η υποστήριξη ευρυζωνικών υπηρεσιών.

Επιπλέον, η τεχνολογία αυτή θεωρείται πολύ σημαντική για ναυτιλιακή βιομηχανία. Σε πολύ σύντομο χρονικό διάστημα, τα δίκτυα **VSAT** ώθησαν τη ναυτιλιακή βιομηχανία να εκσυγχρονιστεί και υιοθετήσει και να εφαρμόσει την τεχνολογία αυτή. Ενώ, με την πάροδο του χρόνου και την εξέλιξη των τεχνολογιών το **VSAT** γίνεται πιο προσιτό και πιο εύκολο στην εγκατάσταση, παρέχοντας μεγαλύτερη επιχειρηματική αξία. Αξίζει να σημειωθεί επίσης πως πριν από μερικά χρόνια όταν ένα πλοίο «έβγαινε» από το λιμάνι αποσυνδεόταν από το παγκόσμιο δίκτυο επικοινωνιών. Ενώ, σήμερα χάριν στην προηγμένη τεχνολογία των δορυφορικών συστημάτων και κατ' επέκτασιν του **VSAT**, το πλοίο και το πλήρωμά του είναι σε θέση να έχει πρόσβαση στο διαδίκτυο και στις τηλεφωνικές υπηρεσίες. Ακόμη, αποκτούν πρόσβαση και στις καιρικές συνθήκες που επικρατούν και έτσι να μειώσουν το κόστος των καυσίμων, να αρχειοθετούν κανονιστικά έγγραφα ενώ παράλληλα να δύνανται να παραγγέλνουν τις απαιτούμενες προμήθειες εν πλω και να εξοικονομούν χρόνο παραμονής εντός του λιμανιού. Σύμφωνα με την 4^η έκδοση της «COMSYS Maritime Report», εκτιμάται πως πάνω από 20.000 σκάφη είναι αυτή την στιγμή συνδεδεμένα και σε κατάσταση online. [29]

3.3.1 Πλεονεκτήματα – Μειονεκτήματα του VSAT

Η χρήση της τεχνολογίας **VSAT** έχει τα ακόλουθα πλεονεκτήματα:

- Οι υπηρεσίες **VSAT** μπορούν να παρασχεθούν σε οποιοδήποτε σημείο της γης, με την προϋπόθεση αυτό να ανήκει στην περιοχή κάλυψης των χρησιμοποιούμενων δορυφόρων.
- Η ανάπτυξη των υπηρεσιών **VSAT** μπορεί να πραγματοποιηθεί εντός ελάχιστου χρόνου.
- Οι χρήστες έχουν την δυνατότητα να λαμβάνουν την ίδια ποιότητα υπηρεσιών σε οποιοδήποτε σημείο κάλυψης των δορυφόρων.
- Τα συστήματα **VSAT** χαρακτηρίζονται ως ασφαλή.
- Τα περισσότερα συστήματα **VSAT** έχουν τη δυνατότητα παροχής υψηλής ποιότητας υπηρεσιών πρόσβασης στο διαδίκτυο, παρά το μειονέκτημα της

καθυστερήσης λόγω της απόστασης που διανύουν τα σήματα μεταξύ τερματικού σταθμού και δορυφόρου.

- Τα περισσότερα συστήματα **VSAT** έχουν τη δυνατότητα ευρυεκπομπής.
- Η τεχνολογία **VSAT** είναι ανεξάρτητη από τα επίγεια ενσύρματα δίκτυα.

Ωστόσο, τα συστήματα **VSAT** φέρουν και ορισμένα μειονεκτήματα, που είναι:

- Λόγω της μεγάλης απόστασης των δορυφόρων από την επιφάνεια της γης, τα σήματα των συστημάτων **VSAT** υπόκεινται σε καθυστέρηση μετάδοσης. Η καθυστέρηση αυτή για την αποστολή σήματος από ένα τερματικό σταθμό και τη λήψη του από άλλο τερματικό σταθμό είναι της τάξης των 0,5 sec. Συνεπώς, τα συστήματα **VSAT** δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε εφαρμογές για την παροχή των οποίων η καθυστέρηση αυτή είναι απαγορευτική.
- Τα σήματα των συστημάτων **VSAT** υφίστανται σημαντική εξασθένηση λόγω των καιρικών συνθηκών, όπως για παράδειγμα την βροχόπτωση.
- Στα περισσότερα συστήματα **VSAT** η κωδικοποίηση των δεδομένων έχει ως αποτέλεσμα την αισθητή μείωση της ταχύτητας με την οποία αυτά θα μεταδίδονταν σε διαφορετική περίπτωση. [29],[30],[31]

3.3.2 Πρόσβαση των τερματικών **VSAT** στον δορυφόρο

Στην λειτουργία τους τα δίκτυα **VSAT** προσπαθούν να μεγιστοποιήσουν την χρήση της χωρητικότητας των δορυφόρων και του φάσματος των συχνοτήτων μεταξύ όλων των τερματικών σταθμών του συστήματος. Οι μέθοδοι με τις οποίες τα δίκτυα **VSAT** βελτιστοποιούν τη χρήση της χωρητικότητας των δορυφόρων και του φάσματος των συχνοτήτων ώστε να γίνεται κατά ευέλικτο και αποτελεσματικό τρόπο η εκπομπή προς τον δορυφόρο χωρίζονται σε κατηγορίες πολυπλεξίας. Οι συνηθέστερες κατηγορίες πρόσβασης των τερματικών **VSAT** στον δορυφόρο είναι οι ακόλουθες:

- Πολλαπλή πρόσβαση με διαίρεση χρόνου (**TDMA** – Time Division Multiple Access).
- Πολλαπλή πρόσβαση με διαίρεση συχνότητα (**FDMA** – Frequency Division Multiple Access).
- Πολλαπλή πρόσβαση με διαίρεση κωδικού (**CDMA** – Code Division Multiple Access).

Από τις παραπάνω κατηγορίες οι πλέον συνηθέστερη είναι η πολλαπλή πρόσβαση με διαίρεση χρόνου. Χρησιμοποιείται επίσης και η πολλαπλή πρόσβαση με διαίρεση κωδικού, ενώ η χρήση πολλαπλής πρόσβασης με διαίρεση συχνότητας συνεχώς φθίνει. Τα δίκτυα **VSAT** με τοπολογία αστέρα βασίζονται είτε σε πολυπλεξία πρόσβασης με διαίρεση χρόνου είτε με διαίρεση συχνότητας. Τα δίκτυα **VSAT** με

τοπολογία πλέγματος συνήθως βασίζονται σε πολυπλεξία πρόσβασης με διαίρεση συχνότητας, και μετά από αίτηση των χρηστών εγκαθίσταται μια απευθείας ζεύξη μεταξύ δύο τερματικών **VSAT** με βάση ζήτηση. Η επιλογή της κατηγορίας πρόσβασης γίνεται με κριτήριο της απαίτησης του εύρους ζώνης και τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά των υπηρεσιών που παρέχονται. Μερικοί από τους παράγοντες που καθορίζουν το απαιτούμενο εύρος ζώνης είναι:

- Το πλήθος των χρηστών που ταυτοχρόνως χρησιμοποιούν το δίκτυο,
- Ο αναμενόμενος χρόνος απόκρισης σε ένα αίτημα, και
- Οι τύποι των εφαρμογών. [29]

3.3.2.1 Πολλαπλή Πρόσβαση με Διαίρεση Χρόνου (TDMA)

Σε αυτήν την κατηγορία πολλοί χρήστες μοιράζονται τη συχνότητα ενός καναλιού (φέρον κύμα) εκπομπής προς τον δορυφόρο. Το κανάλι διαιρείται σε χρονοθυρίδες, όπου η κάθε μία χρησιμοποιείται από ένα τερματικό **VSAT**. Έτσι, με αυτόν τον τρόπο πολλά τερματικά είναι σε θέση να μοιράζονται την ίδια συχνότητα προς τον δορυφόρο. Όταν φτάσουν τα σήματα στον δορυφόρο, γίνεται η επεξεργασία του κατά τα αντίστοιχα τμήματα χρόνου χωρίς επικάλυψη. Η επιτυχής λειτουργία με **TDMA** είναι ο συγχρονισμός των χρονομετρήσεων προκειμένου να αποφευχθούν παρεμβολές μεταξύ των τερματικών **VSAT**. Ο συγχρονισμός αυτός μπορεί να πραγματοποιηθεί είτε από το κέντρο διαχείρισης του δικτύου είτε με τη βοήθεια ενός άλλου επίγειου σταθμού. Παρακάτω ακολουθούν οι τύποι **TDMA**:

- Σταθερή εκχώρηση (Fixed Assigned). Στην περίπτωση αυτή το τερματικό **VSAT** έχει πρόσβαση σε συγκεκριμένη χρονοθυρίδα ή σε συγκεκριμένες σταθερές χρονοθυρίδες που του έχουν εκχωρηθεί.
- Χρονοθυρίδες ALOHA (Slotted ALOHA). Σε αυτή την περίπτωση το τερματικό **VSAT** μπορεί να έχει πρόσβαση σε οποιαδήποτε χρονοθυρίδα οποιαδήποτε χρονική στιγμή. Τις περισσότερες φορές αυτό μπορεί να επιφέρει την ταχύτερη εκπομπή σημάτων από το τερματικό προς το δορυφόρο. Όταν όμως δύο ή περισσότερα τερματικά εκπέμπουν ταυτόχρονα πακέτο μηνύματος, τότε το ένα τερματικό παρεμβάλλει στο άλλο με αποτέλεσμα να μην είναι δυνατή η λήψη κανενός πακέτου μηνύματος από το κέντρο διαχείρισης του δικτύου. Προκειμένου να μην υπάρξει αυτό το συμβάν, τα τερματικά μπαίνουν σε διαδικασία εκπομπής με τυχαία καθυστέρηση και την επανεκπομπή του μηνύματος σε άλλη χρονοθυρίδα πριν ολοκληρωθεί το μήνυμα.

- Δυναμική κράτηση (Dynamic Reservation). Για την εξάλειψη των πλεονεκτημάτων αλλά και μειονεκτημάτων των δύο προηγούμενων τύπων, έχει αναπτυχθεί η τεχνική της μετάβασης από τον τύπο ALOHA στον τύπο Σταθερής Εκχώρησης, η οποία καλείται Δυναμική Κράτηση. Αρχικά, το δίκτυο λειτουργεί με τον τύπο χρονοθυρίδων ALOHA και μόλις αυξηθεί η κίνηση, τότε αυτό αναγνωρίζεται από το δίκτυο **VSAT** και τότε η λειτουργία του δικτύου μπαίνει σε κατάσταση Σταθερής Εκχώρησης. Η μετάβαση αυτή γίνεται δυναμικά, ενώ η τεχνική της Δυναμικής Κράτησης επιτρέπει τη βέλτιστη χρήση των πόρων του δορυφόρου.
- Πολλαπλή Εκχώρηση βάσει Ζήτησης (DAMA – Demand Assigned Multiple Access). Το βασικό χαρακτηριστικό αυτού του τύπου είναι ότι επιτρέπει σε κάθε χρήστη να χρησιμοποιεί μεταβλητές χρονοθυρίδες με βάση τη ζήτηση. Αυτός ο τύπος χρησιμοποιείται για τον διαμοιρασμό του διαθέσιμου εύρους ζώνης όταν μεταδίδονται μεγάλος αριθμός δεδομένων. [29]

3.3.2.2 Πολλαπλή Πρόσβαση με Διαίρεση Συχνότητας (FDMA)

Στην κατηγορία αυτή, στα τερματικά **VSAT** αντιστοιχίζονται οι πόροι του δορυφόρου στο πεδίο των συχνοτήτων. Τα τερματικά χρησιμοποιούν τις εκχωρημένες συχνότητες χωρίς να μοιράζονται από κοινού. Παρακάτω, ακολουθούν οι τύποι **FDMA**:

- Μονό κανάλι ανά φέρον (SCPC – Single Channel Per Carrier). Στην περίπτωση αυτή χρησιμοποιείται ένα φέρον κύμα του δορυφόρου για τη μεταφορά ενός καναλιού της κίνησης ενός χρήστη. Για παράδειγμα, ένα φέρον κύμα του δορυφόρου χρησιμοποιείται για μια απλή τηλεφωνική κλήση.
- Πολλαπλά Κανάλια ανά Φέρον (MCPC – Multiple Channels Per Carrier). Στην περίπτωση αυτή ένα φέρον κύμα του δορυφόρου χρησιμοποιείται για τη μεταφορά πολλών καναλιών ενός χρήστη. Για παράδειγμα, ένα φέρον κύμα χρησιμοποιείται για διάφορες τηλεφωνικές γραμμές ή γραμμές δεδομένων

Επίσης, ανάλογα με τον τρόπο καθορισμού των συχνοτήτων έχουμε τους ακόλουθους τύπους Πολλαπλής Πρόσβασης με Διαίρεση συχνοτήτων:

- Προεκχωρημένη Πολλαπλή Πρόσβαση (PAMA – Pre Assigned Multiple Access). Στα τερματικά **VSAT** εκχωρείται εξ αρχής μια συχνότητα, που την χρησιμοποιούν σε μόνιμη βάση χωρίς αλλαγή φέροντος και χωρίς επαναδρομολόγηση στον δορυφόρο, με αποτέλεσμα οι πόροι του

δορυφόρου να χρησιμοποιούνται σταθερά. Με την τεχνική **PAMA** εξασφαλίζεται ότι δεν απαιτείται διαδικασία εγκατάστασης κλήσης, η οποία θα είχε ως συνέπεια την εμφάνιση καθυστέρησης. Άρα, η **PAMA** είναι κατάλληλη για αλληλεπιδραστικές εφαρμογές και υψηλούς όγκους δεδομένων.

- Πολλαπλή Πρόσβαση με Εκχώρηση βάσει Ζήτησης (DAMA – Demand Assigned Multiple Access). Σε αυτή την περίπτωση το δίκτυο **VSAT** χρησιμοποιεί ένα πλήθος δορυφορικών καναλιών που είναι διαθέσιμα προς χρήση από οποιοδήποτε τερματικό του δικτύου. Μετά από σχετικό αίτημα ενός τερματικού προς το δορυφόρο, ένα από τα διαθέσιμα κανάλια εκπομπής εκχωρείται στο τερματικό έτσι ώστε να μπορεί να εγκατασταθεί και να πραγματοποιηθεί η κλήση την οποία αιτήθηκε. Μόλις η κλήση ολοκληρωθεί, το κανάλι καθίσταται και πάλι διαθέσιμο προς εκχώρηση για την εγκατάσταση και πραγματοποίηση άλλης κλήσης. Επειδή οι πόροι του δορυφόρου χρησιμοποιούνται κατ’ αναλογία των ενεργών κυκλωμάτων και των χρόνων που διαρκεί η χρησιμοποίησή τους, η **DAMA** είναι η κατάλληλη για κίνηση φωνής και δεδομένων και την υποστήριξη τηλεδιάσκεψης. Για παράδειγμα, όταν ένα τερματικό **VSAT** ενός δικτύου **SCPC-DAMA** επιθυμεί να πραγματοποιήσει μια τηλεφωνική κλήση με ένα άλλο τερματικό **VSAT**, τότε εγκαθίσταται μια **SCPC** ζεύξη μεταξύ των δύο τερματικών. Όταν η κλήση ολοκληρωθεί, η ζεύξη αυτή παύει να υπάρχει και οι σχετικοί πόροι του δορυφόρου μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την υλοποίηση μιας διαφορετικής κλήσης. [29]

Παρακάτω ακολουθεί πίνακας σύγκρισης μεταξύ της πολλαπλής πρόσβασης **TDMA**, **PAMA** και **DAMA**.

<u>Πεδίο σύγκρισης</u>	<u>TDMA</u>	<u>PAMA</u>	<u>DAMA</u>
Πλήθος τερματικών	Μικρό ή μέτριο	Πολύ μικρό	Πολύ μικρό
Υπηρεσία φωνής	Υποστηρίζεται	Υποστηρίζεται	Ταιριάζει ιδανικά
Εκπομπή δεδομένων	Ταιριάζει ιδανικά	Δεν υποστηρίζεται	Μπορεί να υποστηριχθεί
Τηλεδιάσκεψη	Δεν υποστηρίζεται	Μπορεί να υποστηριχθεί	Μπορεί να υποστηριχθεί

3.3.2.3 Πολλαπλή Πρόσβαση με Διαίρεση Κωδικού (CDMA)

Στην κατηγορία αυτή το κέντρο διαχείρισης **VSAT** εκχωρεί ένα μοναδικό κωδικό σε κάθε **VSAT** τερματικό. Με αυτόν τον τρόπο επιτυγχάνεται η ταυτόχρονη εκπομπή από πολλά τερματικά **VSAT** που μοιράζονται την ίδια συχνότητα. Το σήμα των δεδομένων συνδυάζεται με ένα υψηλού ρυθμού σήμα που αποτελεί τον κωδικό και είναι ανεξάρτητο των δεδομένων. Η λήψη του σήματος δεδομένων πραγματοποιείται από τη μείξη του λαμβανόμενου σύνθετου σήματος δεδομένων και κωδικού με ένα σωστά συγχρονισμένο αντίγραφο του κωδικού. Για να είναι επιτυχής απαιτείται ο συντονισμός της διαχείρισης των κωδικών και τον συγχρονισμό του χρονομετρητή όλων των τερματικών **VSAT** από το κέντρο διαχείρισης του δικτύου.

Συνήθως, το **CDMA** χρησιμοποιείται σε πολύ μεγάλα δίκτυα με σχετικά μικρές απαιτήσεις ρυθμού δεδομένων. Αποτελεί μια μη αποτελεσματική μέθοδο χρησιμοποίησης της χωρητικότητας του δορυφόρου, ωστόσο παρουσιάζει μεγάλη αντίσταση στις εξωτερικές παρεμβολές και το ίδιο παράγει χαμηλότερα επίπεδα παρεμβολών σε σχέση με τις άλλες κατηγορίες. Συνεπώς, το **CDMA** χρησιμοποιείται πρωτίστως όταν οι εξωτερικές παρεμβολές κάνουν απαγορευτική τη χρήση άλλων λύσεων. [29]

3.3.3 Χρήση τεχνολογίας VSAT στη Ναυτιλία

Η τεχνολογία **VSAT** είναι χρήσιμη στην επικοινωνία του πλοίου με την ξηρά, καθώς χρησιμοποιείται για την αποστολή και τη λήψη δεδομένων από και προς το πλοίο. Τα τελευταία χρόνια έχει αναπτυχθεί τερματικός εξοπλισμός ειδικά για ναυτιλιακές εφαρμογές. Στον εξοπλισμό αυτό περιλαμβάνεται ειδικού τύπου κεραίες, προκειμένου να ακολουθούν την κίνηση των δορυφόρων ως προς τα πλοία. Ωστόσο, το κόστος του τερματικού εξοπλισμού **VSAT** παραμένει ακόμη υψηλό. Ο χρήστης ενός τερματικού **VSAT** ναυτιλιακών εφαρμογών ενοικιάζει χωρητικότητα από το δορυφορικό τμήμα, η οποία χρεώνεται με σταθερό μηνιαίο πάγιο, ενώ πλέον υπάρχουν εταιρείες που παρέχουν υπηρεσίες **VSAT** με χρέωση ανά λεπτό.

Η χρήση των **VSAT** στη ναυτιλία εστιάζεται κυρίως στην ακτοπλοΐα και στα κρουαζιερόπλοια και περιλαμβάνει τα ακόλουθα δύο επίπεδα εφαρμογών:

1. Την ολοκληρωμένη πλατφόρμα τηλεπικοινωνιών:
 - Φωνή,
 - Φαξ,
 - Πρόσβαση στο διαδίκτυο,
 - Αποστολή και λήψη δεδομένων,
 - Διαχείριση στόλου,

- Εφοδιασμός,
 - Υποστήριξη ναυσιπλοΐας,
 - Κλειστό κύκλωμα τηλεόρασης,
 - Τηλεϊατρική,
 - Τηλεκπαίδευση και
 - Επίβλεψη λειτουργιών.
2. Τη γεωγραφική επέκταση της κάλυψης των υπηρεσιών της κινητής τηλεφωνίας, όπου σε αυτήν την περίπτωση το πλοίο πρακτικά μέσω του συστήματος **VSAT** αποτελεί μια κυψέλη κινητής τηλεφωνίας όπου επιβάτες και πλήρωμα μπορούν να χρησιμοποιούν τα κινητά τους τηλέφωνα.

Έτσι, τα **VSAT** χρησιμοποιούνται μεταξύ άλλων για τις διάφορες παροχές υπηρεσιών που μπορεί να προσφέρει ένα πλοίο τόσο τους επιβάτες όσο και στο πλήρωμα, πόσο μάλλον και στα διάφορα καταστήματα που λειτουργούν εντός του πλοίου (καφετέρια, εστιατόριο, εμπορικό κατάστημα, μηχάνημα αυτόματων συναλλαγών, τερματικό **POS** κ.α.).

Ακόμη, άλλο ένα κρίσιμο θέμα της χρήσης των **VSAT** στη ναυτιλία είναι η ανάγκη παροχής ολοκληρωμένων υπηρεσιών επικοινωνίας σε παγκόσμιο επίπεδο. Οι περισσότερες εταιρείες παροχής υπηρεσιών **VSAT** δεν παρέχουν παγκόσμια κάλυψη. Αυτό συμβαίνει επειδή οι δορυφόροι του δορυφορικού αυτού συστήματος που διαθέτουν οι εταιρείες καλύπτουν μεν ευρείες περιοχές, ωστόσο η κάλυψή τους δεν είναι παγκόσμια. Για παράδειγμα, μπορεί ένα σύνολο δορυφόρων να εξασφαλίζει μια συνεχή κάλυψη της ευρείας περιοχής που οριοθετείται από την Ανατολική ακτή των Η.Π.Α. και την ακτή ολόκληρης της Νότιας Αμερικής και φτάνει έως και την Σιγκαπούρη, αλλά η κάλυψή τους δεν είναι παγκόσμια. Επίσης, οι δορυφόροι μπορούν να καλύπτουν τον Βόρειο Ατλαντικό αλλά όχι τον Νότιο Ατλαντικό. Ωστόσο, για τα πλοία που ταξιδεύουν κυριολεκτικά σε όλον τον κόσμο υπάρχει η ανάγκη παροχής ολοκληρωμένων υπηρεσιών επικοινωνίας σε παγκόσμιο επίπεδο. Για την εξυπηρέτησή τους τα πλοία αυτά πρέπει να μπορούν να χρησιμοποιούν ταυτόχρονα διάφορους δορυφόρους καθώς ταξιδεύουν. Για παράδειγμα, ένα πλοίο που διασχίζει τον Ατλαντικό, προκειμένου να διαθέτει ολοκληρωμένες υπηρεσίες επικοινωνίας σε όλη τη διάρκεια του ταξιδιού του, πρέπει να μπορεί να συνδέεται με έναν Ευρωπαϊκό δορυφόρο στην Ευρώπη και με έναν άλλον δορυφόρο που καλύπτει την Βόρεια Αμερική, όταν αυτό κινείται προς τις Η.Π.Α. . σε γενικές γραμμές η τεχνολογία **VSAT** ενδείκνυται για τα πλοία που:

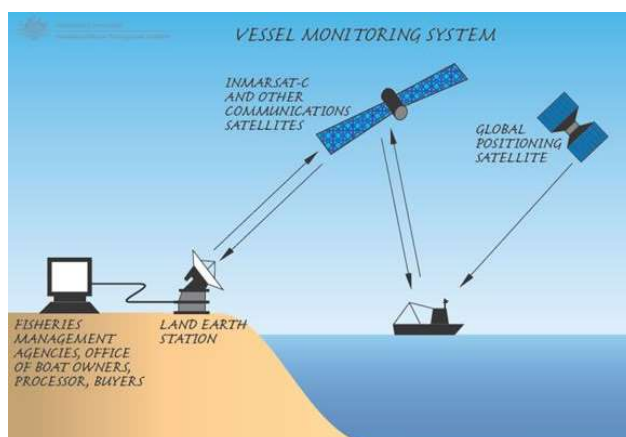
- Είτε πλέουν εντός της περιοχής κάλυψης ενός δορυφόρου, όπως συμβαίνει με τα περισσότερα επιβατηγά, πολλά κρουαζιερόπλοια και μερικά πετρελαιοφόρα.
- Είτε πραγματοποιούν συνεχώς την ίδια πορεία κάτω από την κάλυψη ενός περιορισμένου αριθμού δορυφόρων, όπως, για παράδειγμα τα πλοία που πηγαίνουν από την Ευρώπη στη Νότια Αμερική, καθώς οι δορυφόροι που καλύπτουν τον Βόρειο Ατλαντικό δεν καλύπτουν τον Νότιο Ατλαντικό, ενώ οι δορυφόροι που καλύπτουν την Ευρώπη καλύπτουν και τον Νότιο Ατλαντικό. [29], [30]

Ενότητα 4

Δορυφορικά συστήματα πλοήγησης

4.1 Δορυφορικά Συστήματα Πλοήγησης

Ο όρος Παγκόσμια Δορυφορικά Συστήματα Πλοήγησης (**GNSS**-Global Navigation Satellite System) αναφέρεται στα δορυφορικά συστήματα που παρέχουν αυτόνομα πληροφορίες γεωγραφικής θέσης πάνω στη Γη με παγκόσμια κάλυψη. Τα συστήματα αυτά αξιοποιούν σήματα που εκπέμπονται από δορυφόρους και παρέχουν αυτόματο προσδιορισμό θέσης. Χρησιμοποιούν μικρούς ηλεκτρονικούς δέκτες για τον καθορισμό της θέσης σε τρισδιάστατο σύστημα αξόνων στους οποίους μετριέται με ακρίβεια μερικών μέτρων το γεωγραφικό μήκος, πλάτος και ύψος. Καθώς και επίγειους δέκτες σε σταθερές θέσεις για τον υπολογισμό της ακριβούς ώρας αναφοράς. [29]



Σχήμα 4.1.1 Απλή σχηματική αναπαράσταση δορυφορικού συστήματος πλοήγησης.

Η αρχική εφαρμογή των Παγκόσμιων Δορυφορικών Συστημάτων χρησιμοποιούνταν αποκλειστικά για στρατιωτικούς σκοπούς καθώς με την χρήση τους γίνεται ο προσδιορισμός θέσης με αρκετά μεγάλη ακρίβεια. Κατόπιν, τα συστήματα αυτά επεκτάθηκαν και σε άλλους τομείς συμπεριλαμβάνοντας και τη Ναυτιλία. Στη Ναυτιλία με το Παγκόσμιο Δορυφορικό Σύστημα Πλοήγησης μπορούμε να το συναντήσουμε στους εξής τομείς της Ναυτιλίας:

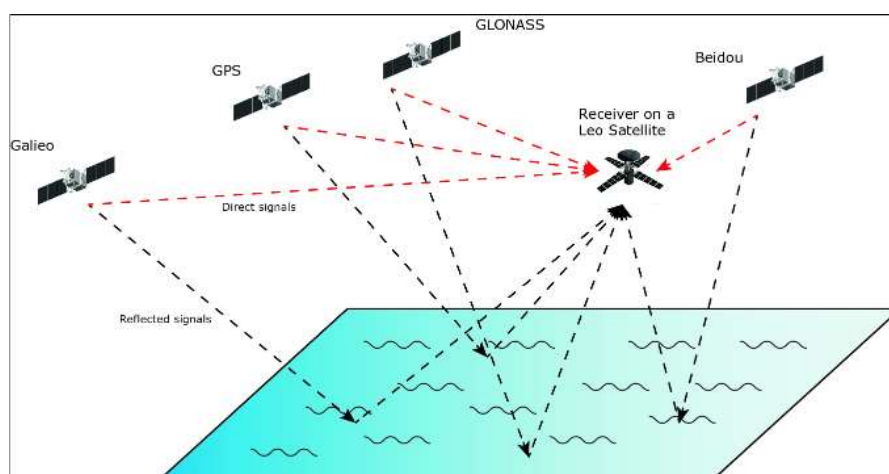
- Εφαρμογές πλοήγησης
- Μεταφορά ώρας και συγχρονισμό
- Υπηρεσίες έκτακτης ανάγκης σχετιζόμενες με τον προσδιορισμό θέσης
- Παρακολούθηση της ακριβούς θέσης του κάθε πλοίου του στόλου μιας ναυτιλιακής επιχείρησης
- Υπηρεσίες Έρευνας και Διάσωσης (**SAR** – Search and Rescue)

Συνεπώς, καταλαβαίνουμε ότι οι δορυφόροι χρήζουν υψίστης σημασίας και για τον ακριβή προσδιορισμό θέσης του κάθε πλοίου εκτός του τομέα των επικοινωνιών μεταξύ πλοίου και στεριάς. [32]

Θέση της κεραίας για τον δορυφόρο

Η επιλογή της θέσης σε ένα πλοίο είναι σημαντική. Σύμφωνα με τον **IMO** (International Maritime Organization – Διεθνής Οργανισμός Ναυτιλίας) η κεραία πρέπει να είναι κατασκευασμένη έτσι ώστε να μπορεί να λειτουργεί έως και **15° pitch and roll**, δηλαδή να μπορεί να μετατοπίζεται προς οποιοδήποτε άξονα προκειμένου να διατηρεί συνέχεια «επαφή» με τον δορυφόρο και να μην υπάρχει απώλεια σήματος. Για να επιτευχθεί αυτό το αποτέλεσμα, η κεραία θα πρέπει να βρίσκεται σε τέτοια θέση έτσι ώστε κανένα αντικείμενο ή κατασκευή έως και 15° κάτω από τον ορίζοντα, να υποβαθμίζει την απόδοση του εξοπλισμού.

4.1.1 GNSS – Παγκόσμιο Δορυφορικό Σύστημα Πλοήγησης



Σχήμα 4.1.1.1 Αναπαράσταση του GNSS και η διαλειτουργικότητά του.

Το Παγκόσμιο Δορυφορικό Σύστημα Πλοήγησης (**GNSS**) αναφέρεται σε έναν σχηματισμό δορυφόρων που παρέχουν σήματα από το διάστημα που μεταδίδουν δεδομένα θέσης και χρονισμού σε δέκτες **GNSS**. Οι δέκτες στη συνέχεια χρησιμοποιούν αυτά τα δεδομένα για να προσδιορίσουν τη θέση. Εξ ορισμού το **GNSS** παρέχει παγκόσμια κάλυψη. Ανά την υφήλιο υπάρχουν πολλά τέτοια συστήματα, όπως:

- Το **GPS** στις Ηνωμένες Πολιτείες,
- Το **Galileo** στην Ευρώπη,
- Το **Glonass** στην Ρωσία,
- Το **BeiDou** στην Κίνα,
- Το **NavIC** στην Ινδία, και
- Το **QZSS** στην Ιαπωνία.

Η απόδοση του **GNSS** αξιολογείται με βάση τα τέσσερα κριτήρια που ακολουθούν:

1. **Ακρίβεια:** η διαφορά μεταξύ της μέτρησης και της πραγματικής θέσης, της ταχύτητας ή του χρόνου ενός δέκτη,
2. **Ακεραιότητα:** η ικανότητα ενός συστήματος να παρέχει ένα όριο εμπιστοσύνης και, σε περίπτωση ανωμαλίας στα δεδομένα τοποθέτησης, ένας συναγερμός,
3. **Συνέχεια:** η ικανότητα ενός συστήματος να λειτουργεί χωρίς διακοπή, και
4. **Διαθεσιμότητα:** το ποσοστό χρόνου που ένα σήμα πληροί τα παραπάνω κριτήρια ακρίβειας, ακεραιότητας και συνέχειας.

Αυτή η απόδοση μπορεί να βελτιωθεί μέσω περιφερειακών συστημάτων αύξησης μέσω δορυφόρου (**SBAS**), όπως η Ευρωπαϊκή Υπηρεσία Επικάλυψης Πλοήγησης Γεωστατικών (**EGNOS**). Το **EGNOS** βελτιώνει την ακρίβεια και την αξιοπιστία των πληροφοριών **GPS** διορθώνοντας τα σφάλματα μέτρησης σήματος και παρέχοντας πληροφορίες σχετικά με την ακεραιότητα των σημάτων του. [33]

4.1.2 Galileo

Το σύστημα **Galileo** είναι το ευρωπαϊκό Παγκόσμιο Δορυφορικό Σύστημα Πλοήγησης, το οποίο παρέχει βελτιωμένες πληροφορίες θέσης και χρόνου με σημαντικές θετικές επιπτώσεις σε πολλές ευρωπαϊκές υπηρεσίες και χρήστες. Επιπλέον, μέχρι την έναρξη της λειτουργίας του **Galileo** οι χρήστες βασίζονταν στα μη-Αμερικάνικα **GPS** ή Ρωσικά **Glonass** σήματα. Με το ευρωπαϊκό αυτό σύστημα, δίνεται η δυνατότητα στους χρήστες να έχουν ένα νέο, αξιόπιστο εναλλακτικό, το οποίο σε αντίθεση με άλλα προγράμματα παραμένει υπό πολιτικό έλεγχο. Ενώ η ευρωπαϊκή ανεξαρτησία είναι βασικός στόχος του προγράμματος, το **Galileo** δίνει επίσης στην Ευρώπη θέση στην ταχέως αναπτυσσόμενη παγκόσμια τράπεζα **GNSS**. Το πρόγραμμα έχει σχεδιαστεί για να είναι συμβατό με όλα τα υπάρχοντα και προγραμματισμένα **GNSS** και διαλειτουργικό με **GPS** και **GLONASS**. Υπό αυτήν την έννοια, το **Galileo** είναι σε θέση να βελτιώσει την κάλυψη που είναι διαθέσιμη αυτήν τη στιγμή - παρέχοντας μια πιο απρόσκοπτη και ακριβή εμπειρία για χρήστες πολλαπλών αστερισμών σε όλο τον κόσμο. [36]

4.1.2.1 Υπηρεσίες του συστήματος Galileo

Το σύστημα **Galileo** παρέχει πέντε επίπεδα υπηρεσιών εκ των οποίων κάποια είναι δωρεάν προς όλους τους χρήστες ενώ κάποια είναι με χρέωση. Τα πέντε επίπεδα λειτουργίας του συστήματος είναι:

1. Υπηρεσία Ανοικτής Πρόσβασης (**OS** – Open Service) η οποία αφορά όλους τους χρήστες και είναι δωρεάν προς τους χρήστες που είναι εξοπλισμένοι με ένα δέκτη μονής, διπλής ή και τριπλής συχνότητας. Οι παρεχόμενες υπηρεσίες παρέχει πληροφορίες όπως του προσδιορισμού θέσης, της πλοήγησης και του χρόνου. Οι δέκτες χρησιμοποιώντας και τις δύο συχνότητες της Υπηρεσίας Ανοικτής Πρόσβασης, επιτυγχάνουν οριζόντια ακρίβεια μικρότερη των 4 μέτρων και κατακόρυφη (υψομετρική) ακρίβεια μικρότερη των 8 μέτρων. Με την χρήση μόνο μίας συχνότητας επιτυγχάνεται οριζόντια ακρίβεια της τάξης των 15 μέτρων ενώ 35 μέτρων σε κατακόρυφη ακρίβεια.
2. Εμπορική Υπηρεσία (**CS** – Commercial Service), η οποία χρησιμοποιείται για την ανάπτυξη εφαρμογών αποκλειστικά για επαγγελματικούς σκοπούς. Είναι σε θέση να παρέχει μεγαλύτερη ακρίβεια από την Υπηρεσία Ανοικτής Πρόσβασης, ενώ παράλληλα χρησιμοποιεί κρυπτογραφημένα σήματα και η υπηρεσία αυτή διατίθεται με χρέωση. Η Εμπορική Υπηρεσία παρέχει ακρίβεια της τάξης του 1 μέτρου. Τα σήματα της Εμπορικής Υπηρεσίας εκπέμπονται σε τρεις συχνότητες, εκ των οποίων οι δύο είναι κοινές με αυτές της Ανοικτής Πρόσβασης ενώ η Τρίτη που διατίθεται αποκλειστικά για την Εμπορική Υπηρεσία φέρει εκτός από το μήνυμα πλοήγησης και ορισμένα εμπορικά στοιχεία με πληροφορίες προστιθέμενης αξίας.
3. Υπηρεσία Ασφάλειας Ζωής (**SoLaS** – Safety of Life Service), η οποία προορίζεται για κρίσιμες υπηρεσίες ασφαλείας που προϋποθέτουν την ύπαρξη άριστης ποιότητας σήματος, με σκοπό την εξασφάλιση της ασφαλείας της ανθρώπινης ζωής. Η υπηρεσία αυτή έχει σχεδιαστεί έτσι ώστε να προσφέρει ακρίβεια συγκρίσιμη με αυτήν της Υπηρεσίας Ανοικτής Πρόσβασης, με την διαφορά πως διαθέτει επιπλέον ασφάλεια από τις παρεμβολές και με τη δυνατότητα ταχείας αναγνώρισης τυχόν προβλημάτων, ενώ αυτός είναι και ο λόγος που χρησιμοποιεί κρυπτογραφημένα σήματα. Επίσης, η υπηρεσία αυτή διακρίνεται σε δύο επίπεδα παροχής της υπηρεσίας: ένα κρίσιμο επίπεδο και ένα μη-κρίσιμο επίπεδο. Το κρίσιμο επίπεδο παροχής της υπηρεσίας καλύπτει εφαρμογές κρίσιμου χρόνου, όπως αυτή της πολιτικής αεροπορίας και παρέχει ακρίβεια της τάξης των 4 μέτρων οριζοντίως και 8 μέτρων κατακορύφως. Το μη-κρίσιμο επίπεδο της υπηρεσίας καλύπτει εφαρμογές λιγότερο κρίσιμες ως προς τον χρόνο, όπως αυτή της πλοήγησης σε ανοιχτή θάλασσα και παρέχει ακρίβεια της τάξης των 220 μέτρων οριζοντίως. Επιπλέον, η υπηρεσία παρέχει πληροφορίες για την ακεραιότητα του

συστήματος χωρίς κόστος, ενώ παρέχει αι τη δυνατότητα ορισμού περιορισμένης προσβασιμότητας για ορισμένες ομάδες χρηστών.

4. Δημόσια Υπηρεσία (**PRS** – Public Regulated Service), η οποία είναι μια ρυθμιζόμενη υπηρεσία προοριζόμενη για χρήση από εξουσιοδοτημένες δημόσιες υπηρεσίες, που αφορούν τις ευρωπαϊκές ή και εθνικές δυνάμεις ασφαλείας. Η υπηρεσία αυτή βρίσκεται πάντοτε σε λειτουργία ακόμη και σε περιόδους κρίσης. Για αυτές τις εφαρμογές η παρεχόμενη ακρίβεια της τάξης των 6,5 μέτρων οριζοντίως και των 12 μέτρων κατακορύφως.
5. Υπηρεσία Έρευνας και Διάσωσης (**SARS** – Search and Rescue Service), η οποία αποτελεί τη συμβολή της Ευρώπης στη βελτίωση του υφιστάμενου συστήματος Έρευνας και Διάσωσης **COSPAS-SARSAT**, το οποίο έχει παρουσιαστεί σε προηγούμενη ενότητα. Οι βελτιώσεις που έχει επιφέρει το σύστημα **Galileo** είναι οι ακόλουθες:
 - Η λήψη μηνυμάτων κινδύνου από οποιοδήποτε σημείο της γης σχεδόν σε πραγματικό χρόνο, με τον μέσο χρόνο αναμονής να ανέρχεται στη μια ώρα.
 - Ο προσδιορισμός της ακριβούς θέσης των ορίων του συναγερμού με ακρίβεια της τάξης μερικών μέτρων.
 - Η πολλαπλή δορυφορική ανίχνευση για την υπέρβαση των εμποδίων που παρουσιάζονται σε περιπτώσεις δυσμενών συνθηκών.
 - Η αυξημένη διαθεσιμότητα του δορυφορικού τμήματος. [29]



Σχήμα 4.1.2.1.1 Λογότυπο του δορυφορικού συστήματος GALILEO.

4.1.3 Εφαρμογή του συστήματος Galileo στη Ναυτιλία – πρόγραμμα NAUPLIOS

Το σύστημα **Galileo** έχει πληθώρα εφαρμογών σε πολλά πεδία συμπεριλαμβανομένου και αυτό της Ναυτιλίας και των Μεταφορών. Για τη μελέτη του συστήματος **Galileo** εκπονήθηκε το πιλοτικό πρόγραμμα **NAUPLIOS** το οποίο

αποτελέσει ένα διετές πιλοτικό πρόγραμμα χρηματοδοτούμενο από την Ευρωπαϊκή Ένωση. Σκοπός του προγράμματος ήταν η μελέτη των λειτουργιών νέων υπηρεσιών επιτήρησης της ναυσιπλοΐας, καθώς και νέων υπηρεσιών ασφαλείας στη Ναυτιλία που βασίζονται σε παγκόσμια δορυφορικά συστήματα πλοήγησης καθώς και σε δορυφορικά συστήματα τηλεπικοινωνιών. Συμμετέχουσες χώρες στο πρόγραμμα αυτό ήταν η Γαλλία, η Ισπανία, το Ηνωμένο Βασίλειο, η Ολλανδία και η Νορβηγία. [34], [35]

Οι κύριες λειτουργίες διέπταν το πρόγραμμα ήταν τέσσερις και ήταν εξής:

- i. Πλοήγηση, η οποία παρείχε πληροφορίες πλοήγησης σε πλοία (τοποθεσία, προσανατολισμός).
- ii. Τηλεπικοινωνίες, όπου με τη λειτουργία αυτή ανταλλάσσονταν πληροφορικά δεδομένα μεταξύ των πλοίων και του κέντρου ελέγχου.
- iii. Αποστολή μηνυμάτων κινδύνου, όπου με αυτή τη λειτουργία μεταδίδονταν τα επείγοντα μηνύματα από τα πλοία στα κέντρα διάσωσης μέσω του δορυφορικού συστήματος **COSPAS-SARSAT**.
- iv. Αναμετάδοση, όπου με τη λειτουργία αυτή βεβαιωνόταν η λήψη και ο συντονισμός των μηνυμάτων για ενημέρωση πλοίων που βρίσκονταν σε επικίνδυνη περιοχή. Αυτή η λειτουργία είναι χαρακτηριστική για το σύστημα **Galileo**, καθώς αυτό δεν παρέχεται από άλλα συστήματα. [34],[35]



Σχήμα 4.1.3.1 Λογότυπο του προγράμματος NAUPLIOS.

4.1.4 Παγκόσμιο Σύστημα Εντοπισμού Θέσης (GPS)

Το Παγκόσμιο Σύστημα Εντοπισμού Θέσης (**GPS**) ξεκίνησε ως ένα σύστημα πλοήγησης που αναπτύχθηκε από το Υπουργείο Αμύνης των Η.Π.Α.. Η λειτουργία είναι βασισμένη σε ένα δίκτυο πολυάριθμων δορυφόρων που βρίσκεται σε μεσαίου ύψους τροχιές γύρω από τον πλανήτη εκπέμποντας μεγάλης ακρίβειας ραδιοσήματα. Το σύστημα αυτό είναι σε θέση να παρέχει με μεγάλη ακρίβεια στους χρήστες το ακριβές τους στίγμα σε οποιοδήποτε σημείο της γης. Το σύστημα παρέχει πληροφορίες για τον προσδιορισμό της θέσης, της τάξης των 15 μέτρων κατά μέσο όρο. Επίσης, είναι σε θέση να προσφέρει πληροφορίες όπως ο προσδιορισμός

σημείου στο χώρο των τριών διαστάσεων και της ταχύτητας της κίνησης σε οποιαδήποτε περιοχή υπό οποιοσδήποτε συνθήκες καιρού επικρατούν.

4.1.4.1 Κύριες λειτουργίες του συστήματος

Το σύστημα **GPS** φέρει αρκετές λειτουργίες εκ των οποίων ορισμένες είναι:

- **Waypoint**, η οποία δίνει τη δυνατότητα στον χρήστη να ορίσει εκατοντάδες χαρακτηριστικά σημεία και τοποθεσίες που λέγονται Σημεία Διέλευσης ή Αλλαγής (Waypoint). Ο σκοπός της ύπαρξής τους είναι η παροχή βοήθειας στο χρήστη έτσι ώστε να κινηθεί από το τυχαίο σημείο **A** στο τυχαίο σημείο **B** εύκολα και γρήγορα.
- **Go to**. Με τη λειτουργία αυτή («Πήγαινε προς») δίνεται η ευχέρεια στον χρήστη όταν επιλέγει μια θέση προορισμού, τότε ο δέκτης καθοδηγεί τον χρήστη σε αυτόν. Πάντα καταγράφεται η θέση, η κατεύθυνση, η ταχύτητα κίνησης, η απόσταση και ο χρόνος που χρειάζεται για να φτάσει στην τελική θέση που έχει ορίσει ο χρήστης. Ωστόσο, υπάρχει πρόβλημα στην περίπτωση όπου μεταξύ του σημείου εκκίνησης και τελικού προορισμού υπάρχει εμπόδιο ή οποιαδήποτε δυσκολία για την υλοποίηση της συγκεκριμένης πορείας. Αν προκύψει κάτι τέτοιο τότε χρησιμοποιείται η λειτουργία **Routes**.
- **Routes**, η οποία ενεργοποιείται στην περίπτωση που αναφέρθηκε στο **Go to**, και τότε ο χρήστης κατευθύνεται στον τελικό του προορισμό δια μέσου μιας σειράς Σημείων Διέλευσης και βάση συγκεκριμένης διαδρομής με χρήση της δυνατότητας που καλείται Διαδρομές. Πιο απλά, τα Σημεία Διέλευσης αποτελούν σημεία που ενώνονται με τη γραμμή της Διαδρομής και καταλήγουν στον ζητούμενο τελικό προορισμό. Ακόμη, δίνεται η δυνατότητα να γίνει αρίθμηση των Σημείων Διέλευσης, έτσι ώστε η διεύθυνση κίνησης να γίνεται κατά τη σειρά αρίθμησης και να ανατρέχει στη διαδρομή την οποία έχει κάνει μέσω ειδικών Αρχείων Καταγραφής Πορειών.
- **Track Logs**, όπου καθώς ο χρήστης ταξιδεύει προς τον προορισμό του, ο δέκτης αυτόματα καταγράφει όλη την ώρα την πορεία σε ειδικά αρχεία, τα οποία λέγονται Αρχεία Πορείας.
- **Position format/grid**, όπου ο προσδιορισμός θέσης στους χάρτες πραγματοποιείται με τη χρήση του γεωγραφικού πλάτους και του γεωγραφικού μήκους.
- **Map Datums**. Η γη όπως γνωρίζουμε δεν είναι μια τέλεια σφαίρα. Τα διάφορα μοντέλα που έχουν προταθεί για την απεικόνισή της σε δύο διαστάσεων χάρτη ονομάζονται Στοιχεία Χαρτών (Map Datums). Ουσιαστικά, καθένα από αυτά πρόκειται για μαθηματικά μοντέλα της γης που απεικονίζουν με προσέγγιση

το σχήμα της γης σε μια επιφάνεια αναφοράς κατάλληλα επιλεγμένη και καθιστά δυνατούς τους υπολογισμούς θέσης με ακρίβεια και συνέπεια. [29]

4.1.4.2 Θέση του δέκτη και της κεραίας πάνω στο πλοίο

Υπάρχουν δύο βασικοί τύποι δεκτών, οι σταθεροί και οι φορητοί. Όλοι οι σταθεροί δέκτες τροφοδοτούνται από την ηλεκτρική τροφοδοσία του σκάφους. Οι φορητοί δέκτες από την άλλη λειτουργούν με μπαταρίες λιθίου, που τους βοηθά στην αποθήκευση των δεδομένων με διάρκεια ζωής περίπου πέντε ετών, ενώ επίσης μπορούν συνδεθούν και με την ηλεκτρική τροφοδοσία του σκάφους. Οι φορητοί δέκτες φέρουν σχεδόν τις ίδιες δυνατότητες με τους σταθερούς αλλά έχουν και επιπλέον πλεονεκτήματα γιατί:

- Μεταφέρονται εύκολα,
- Είναι φθηνότεροι από τους σταθερούς,
- Μπορούν να χρησιμοποιηθούν και σε άλλες περιπτώσεις,
- Μπορούν να συνδεθούν με άλλες ηλεκτρονικές μονάδες.

Τέλος, ανεξάρτητα από τον τύπο της συσκευής, όλοι δέκτες είναι σε θέση να συνδέονται με υπολογιστή, να παρέχουν πληροφορίες σχετικές με την πορεία του πλοίου, να κατεβάζουν στοιχεία σχετικά με το ταξίδι και να επικοινωνούν με τα άλλα συστήματα πλοήγησης.

Όσον αφορά την τοποθέτηση του δέκτη πάνω στο σκάφος, πρέπει να ληφθούν υπόψιν ορισμένες παράμετροι. Δηλαδή, ο δέκτης πρέπει να τοποθετηθεί ένα μέτρο ψηλότερα από οποιοδήποτε καλώδιο **VHF**. Ομοίως πρέπει να βρίσκεται δύο μέτρα μακριά από την ακτίνα του ραντάρ, θεωρώντας πως η ακτίνα κινείται μέσα σε γωνία 20° πάνω και κάτω από την κεραία. Ακόμη, κάτι που ισχύει για κάθε ηλεκτρική συσκευή, ένας δέκτης πρέπει να τροφοδοτείται από διαφορετική μπαταρία από αυτήν που χρησιμοποιείται από την κεντρική μηχανή. Αυτό πρέπει να τηρείται διότι υπάρχει πιθανότητα κατά την εκκίνηση της μηχανής να προκληθεί επανεκκίνηση στο δέκτη και αυτό να αποβεί μοιραίο καθώς μπορεί να χαθούν όλες οι πληροφορίες του

συστήματος. Αξίζει να σημειωθεί ότι οι ίδιοι κανόνες και σχεδόν όλα τα πλεονεκτήματα ισχύουν και για τα άλλα δορυφορικά συστήματα πλοήγησης.



Σχήμα 4.1.4.2.1 Λογότυπο του δορυφορικού Συστήματος Πλοήγησης GPS.

4.1.4.3 Σύγκριση των συστημάτων Galileo και GPS

Συγκρίνοντας τα δύο παγκόσμια δορυφορικά συστήματα πλοήγησης **GPS** και **Galileo** διαπιστώνουμε τα ακόλουθα:

A) **Ομοιότητες των συστημάτων.** Τα δύο αυτά συστήματα διέπονται από τις ίδιες αρχές λειτουργίας και από τα ίδια βασικά τεχνικά χαρακτηριστικά. Επίσης, έχουν ίδια επιμέρους υποσυστήματα (δορυφορικό υποσύστημα, επίγειο υποσύστημα ελέγχου, υποσύστημα δεκτών χρηστών). Αυτό συμβαίνει καθώς το σύστημα **Galileo** σχεδιάστηκε με σκοπό να υπάρχει συμβατότητα με το σύστημα **GPS** και κατ'επέκτασιν το σύστημα **Galileo** αξιοποίησε την τεχνογνωσία και την εμπειρία που αποκτήθηκε από τη χρήση του συστήματος **GPS**. Αξίζει να σημειωθεί πως η συμβατότητα μεταξύ των δύο συστημάτων είναι υψίστης σημασίας καθώς με διπλάσιο αριθμό δορυφόρων ο εντοπισμός θέσης επιτυγχάνεται με μεγαλύτερη ακρίβεια και αξιοπιστία για οποιαδήποτε χρήση σε οποιοδήποτε μέρος. Τέλος, το εύρος εφαρμογών του συστήματος **Galileo** κυμαίνεται στο ίδιο εύρος με αυτό του συστήματος **GPS**, αφού και τα δύο συστήματα καλύπτουν τις ίδιες ανάγκες και απαιτήσεις της αγοράς.

B) **Διαφορές μεταξύ των συστημάτων.** Μεταξύ των δύο συστημάτων υπάρχουν ορισμένες διαφορές στα τεχνικά χαρακτηριστικά τους. Οι διαφορές αυτές εντοπίζονται κυρίως στην ακρίβεια του στίγματος και του χρόνου, στην αξιοπιστία των μετρήσεων και στην κάλυψη όλων των θέσεων της γήινης επιφάνειας. Συγκεκριμένα, οι κυριότερες διαφορές στα τεχνικά χαρακτηριστικά μεταξύ των δύο συστημάτων είναι:

1. Οι δορυφόροι του συστήματος **Galileo** έχουν μικρότερο βάρος και μεγαλύτερη διάρκεια ζωής.

2. Οι δορυφόροι του συστήματος **Galileo** έχουν διαφορετική διάταξη και είναι τοποθετημένοι σε τρία τροχιακά επίπεδα ανά 40°, σε γωνία κλίσης 56°.
3. Οι θέσεις των δορυφόρων του συστήματος **Galileo** επαναλαμβάνονται περίπου κάθε 9 ημέρες και 7 ώρες.
4. Το σύστημα **Galileo** παρέχει για στατικό εντοπισμό θέσης μεγαλύτερη διαθεσιμότητα ορατών δορυφόρων.
5. Το σύστημα **Galileo** παρέχει για κινητό εντοπισμό θέσης μεγαλύτερη διαθεσιμότητα ορατών δορυφόρων και με καλύτερη γεωμετρία.
6. Τα δύο συστήματα διαθέτουν διαφορετικό δίκτυο επίγειων σταθμών.
7. Οι δορυφόροι του συστήματος **Galileo** διαθέτουν ακριβέστερους χρονομετρητές.

Οι ανώτερες διαφορές στα τεχνικά χαρακτηριστικά μεταξύ των δύο συστημάτων έχουν ως αποτέλεσμα τις ακόλουθες σημαντικές διαφορές στη απόδοση των δύο συστημάτων:

1. Η ακρίβεια στίγματος που προσφέρει το σύστημα **Galileo** είναι της τάξης του 1 μέτρου, ενώ η ακρίβεια του στίγματος του συστήματος **GPS** είναι της τάξης των 10 μέτρων.
2. Το σύστημα **Galileo** καλύπτει τις ακραίες γεωγραφικές περιοχές των 75° (Βόρεια και Νότια), ενώ το σύστημα **GPS** εμφανίζει αδυναμία κάλυψης των περιοχών αυτών. Η κάλυψη του συστήματος **Galileo** ανέρχεται περίπου στο 99% της γης.
3. Το σύστημα **GPS** εμφανίζει μεγαλύτερη διαθεσιμότητα σε σχέση με το σύστημα **Galileo** όσον αφορά τις περιοχές του Ισημερινού.
4. Η κάλυψη του συστήματος **GPS** ποικίλλει παγκοσμίως από περιοχή σε περιοχή καθώς επίσης εξαρτάται και από την ώρα της ημέρας.

4.1.5 Το σύστημα GLONASS

Παράλληλα με το GPS, η Πρώην Σοβιετική Ένωση προχώρησε στη δημιουργία ενός παρόμοιου συστήματος προσδιορισμού θέσης με την ονομασία GLONASS. Αρχικά, ο χαρακτήρας του συστήματος GLONASS ήταν στρατιωτικός, αντίστοιχος με το GPS, και κάλυπτε τις ανάγκες της Πρώην Σοβιετικής Ένωσης και των συμμαχικών αυτής χωρών. Με τη διάλυση της Σοβιετικής Ένωσης και τις αλλαγές σε πολιτικό επίπεδο, η χρήση του συστήματος GLONASS άρχισε να επεκτείνεται και έξω από τα σύνορα της Σοβιετικής Ένωσης.

Έχει σχεδιαστεί σε τρία τροχιακά επίπεδα και αυτή τη στιγμή υπάρχουν σε τροχιά 12 δορυφόροι σε πλήρη επιχειρησιακή δραστηριότητα. Η τελευταία εκτόξευση στα πλαίσια επέκτασης του συστήματος με τη νέα σειρά M πραγματοποιήθηκε στις 25/12/2006 με τρεις δορυφόρους και αναμένονται κι άλλες στα επόμενα χρόνια για να ολοκληρωθεί ο σχηματισμός των 24 δορυφόρων το 2009 με τη σειρά M, όπως έχει εκτιμηθεί.

Τα τελευταία χρόνια έχει γίνει μια σημαντική προσπάθεια για την συνεργασία των συστημάτων GPS και GLONASS, η οποία δίνει μεγαλύτερη κάλυψη στην επιφάνεια της γης για τους χρήστες των συστημάτων αυτών και μεγαλύτερο πλήθος παρατηρούμενων δορυφόρων όταν οι δορυφόροι του GPS περιορίζονται.

Η συνεργασία αυτή έγκειται στο γεγονός της πλήρους συμβατότητας των δυο συστημάτων καθώς το μεν GLONASS χρησιμοποιεί την τεχνολογία FDMA με έναν κοινό κώδικα σε διαφορετικές φέρουσες συχνότητες ενώ το GPS και το GALILEO υποστηρίζουν την τεχνολογία CDMA με την εκπομπή διαφορετικών κωδίκων στην ίδια συχνότητα. [37]



Σχήμα 4.1.5.1 Το λογότυπο του συστήματος GLONASS.

4.1.5.1 Τα μέρη του συστήματος και τα χαρακτηριστικά του

Το σύστημα **GLONASS** αποτελείται από τα τρία ακόλουθα μέρη:

1. Το δορυφορικό υποσύστημα.
2. Το επίγειο υποσύστημα ελέγχου.
3. Τον εξοπλισμό των χρηστών.

Το σύστημα αυτό αναπτύχθηκε με σκοπό την παροχή θέσης σε πραγματικό χρόνο, τον καθορισμό ταχύτητας και την παροχή πληροφοριών χρόνου. Όταν ένας δέκτης ανιχνεύσει τα δορυφορικά σήματα, ο καθορισμός της θέσης πραγματοποιείται

άμεσα. Υπολογίζεται ότι στην πλήρη του λειτουργία το σύστημα θα επιτυγχάνει την ακόλουθη ακρίβεια υπολογισμών με τάξη πιθανότητας 99,7%:

- Ακρίβεια υπολογισμού οριζόντιας θέσης: 57-70 μέτρα.
- Ακρίβεια υπολογισμού κατακόρυφης θέσης: 70 μέτρα.
- Ακρίβεια υπολογισμού ταχύτητας: 15 εκατοστά ανά δευτερόλεπτο.
- Ακρίβεια χρόνου: 1μsec. [29]

4.1.5.2 Διαλειτουργικότητα συστημάτων GPS και GLONASS

Τον Δεκέμβριο του 2006 πραγματοποιήθηκε συνάντηση στη Μόσχα που αφορούσε τη διαλειτουργικότητα των συστημάτων **GPS** και **GLONASS**. Οι δύο κυβερνήσεις (των Η.Π.Α. και Ρωσίας) εξέδωσαν ανακοινώσεις με τις οποίες δηλώναν πως και οι μεριές πραγματοποίησαν σημαντική πρόοδο στη κατανόηση των ωφελειών για τους χρήστες η αλλαγή της μορφής του σήματος πλοήγησης του συστήματος **GLONASS**, έτσι ώστε να γίνει κοινή με αυτή των συστημάτων **GPS** και **Galileo**. Η Ρωσία αποφάσισε να αλλάξει την τεχνική πολυπλεξίας της από **FDMA** σε **CDMA** η οποία χρησιμοποιείται από τα συστήματα **Galileo** και **GPS**. Με αυτήν την αλλαγή διευκολύνεται η κατασκευή αλλά και χρήση ενός απλού δέκτη για όλα τα δορυφορικά συστήματα πλοήγησης ταυτοχρόνως. [29]

4.1.6 Διάφορα δορυφορικά συστήματα πλοήγησης

Εκτός από την Ευρώπη, τις Η.Π.Α. και τη Ρωσία υπάρχουν και άλλες χώρες που αναπτύσσουν δικά τους αυτόνομα συστήματα παρέχοντας υπηρεσίες παρόμοιες με των συστημάτων που προαναφέρθηκαν. Τέτοιες χώρες είναι η Κίνα, η Ιαπωνία, η Ινδία.

4.1.6.1 BeiDou

Το σύστημα **BeiDou** αναπτύσσεται από την Κίνα με σκοπό να αποτελέσει ένα ανεξάρτητο παγκόσμιο δορυφορικό σύστημα πλοήγησης. Σήμερα, έχει αναπτυχθεί η Τρίτη γενιά του συστήματος **BeiDou (BDS-3)**, καθώς ολοκληρώθηκε επιτυχώς τον Ιούνιο του 2020 με 30 δορυφόρους σε κανονικό σχηματισμό, παρέχοντας παγκόσμιες και περιφερειακές υπηρεσίες. Κάνοντας κοινή χρήση των ζωνών συχνοτήτων και παρόμοιων κυματομορφών σήματος με τα συστήματα **GPS** και **Galileo**, το **BDS-3** συμβάλλει σημαντικά στην διαλειτουργικότητα των πολλαπλών **GNSS**. Το σύστημα **BeiDou** διαθέτει τον μεγαλύτερο σχηματισμό των 30 δορυφόρων διαθέτοντας επιπλέον πιθανά ανταλλακτικά σε τροχιά. Οι περιφερειακές υπηρεσίες περιλαμβάνουν το **BDSBAS**, το **SBAS** της Κίνας που υποστηρίζουν μορφές μιας και διπλής συχνότητας πολλαπλών σχηματισμών (**DFMC**) και πληρούν τις απαιτήσεις απόδοσης του Διεθνούς Οργανισμού Πολιτικής Αεροπορίας (**ICAO**), μια υπηρεσία εντοπισμού

ακριβούς θέσης (**PPP** – Precise Point Positioning) και μια υπηρεσία περιφερειακής επικοινωνίας σύντομων μηνυμάτων (**RSMC**).

4.1.6.2 QZSS

Το σύστημα **QZSS** γνωστό και ως **Michibiki** λειτουργεί με σχηματισμό τεσσάρων δορυφόρων από τον Νοέμβριο του 2018, και οι τρεις του δορυφόροι είναι πάντα ορατοί από τοποθεσίες στην Ασία, Ωκεανία, ενώ το τωρινό σχέδιό τους είναι να έχουν σχηματισμό 7 δορυφόρων μέχρι το 2023. Ο κύριος σκοπός του προγράμματος **QZSS** είναι να αυξηθεί η διαθεσιμότητα του συστήματος **GPS** σε πολλά αστικά φαράγγια της Ιαπωνίας. Μια δεύτερη λειτουργία είναι η βελτίωση της επίδοσης, αυξάνοντας τόσο την ακρίβεια όσο και την αξιοπιστία του συστήματος **GPS**. Το **QZSS** προσφέρει αρκετές υπηρεσίες, με βασικότερη την υπηρεσία **PNT** η οποία βασίζεται στη μετάδοση σημάτων τύπου **GPS**, αλλά και μια υπηρεσία μετάδοσης **SBAS**, μια προγραμματισμένη δημόσια ρυθμιζόμενη υπηρεσία, μια υπηρεσία αύξησης υπομέτρου (**SLAS** - Sub-meter Level Augmentation Service), αλλά και διάφορες άλλες υπηρεσίες που εκμεταλλεύονται τους συνδέσμους δεδομένων του συστήματος **QZSS**.

4.1.6.3 NavIC

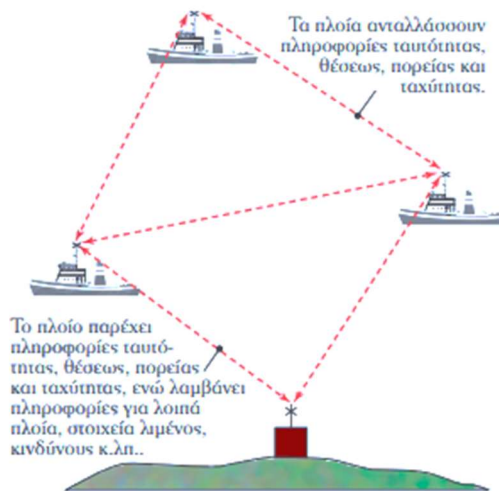
Το σύστημα **NavIC** αύξησε τον σχηματισμό του σε 7 δορυφόρους στις 12 Απριλίου του 2018 με το δορυφόρο **NavIC-1I**. Το σύστημα αυτό καλύπτει την Ινδία και μια περιφερειακή ενότητα που εκτείνεται στα 1500 χιλιόμετρα, ενώ έχει και σχέδια ανάπτυξης του συστήματος να προστεθεί στον σχηματισμό δορυφόρων άλλοι 4 δορυφόροι και έχει στη διάθεσή του το σύστημα 11 δορυφόρους. Οι βασικές παρεχόμενες υπηρεσίες του συστήματος αυτού είναι ο εντοπισμός θέσης και η υπηρεσία ακριβείας. [38]

4.2 AIS και LRIT

Το **Αυτόματο Σύστημα Αναγνώρισης (AIS – Automatic Identification System)** είναι ένα σύστημα αυτόματης ανταλλαγής ψηφιακών σημάτων μεταξύ πλοίων στην συχνότητα **VHF**. Μέσω του συστήματος επιτυγχάνεται η αμοιβαία ενημέρωση όλων των πλοίων που βρίσκονται σε μια περιοχή, σχετικά με τα στοιχεία κίνησης των υπόλοιπων πλοίων, της ταυτότητάς τους, του φορτίου τους, του λιμένα απόπλου και κατάπλου καθώς και άλλων χρήσιμων πληροφοριών. Το σύστημα προέκυψε από την ανάγκη της διάθεσης ενός αυτοματοποιημένου μέσω υποτύπωσης της ναυτιλιακής κίνησης, με σκοπό την ορθή λήψη απόφασης για τον επικείμενο χειρισμό αποφυγής σύγκρουσης. Κατά τον **IMO** ο αντικειμενικός σκοπός της ανάπτυξης του **AIS** είναι:

1. Η βελτίωση/προαγωγή του επιπέδου ασφαλείας κατά την πλεύση.
2. Η δυνατότητα εκτέλεσης ασφαλέστερης και αποτελεσματικότερης ναυτιλίας.

3. Η αναγνώριση των στόχων.
4. Η υποβοήθηση παρακολούθησης των στόχων.
5. Η απλοποίηση της επικοινωνίας/ανταλλαγής πληροφοριών μεταξύ πλοίων, δηλαδή η μείωση των φωνητικών κλήσεων κατά τον χειρισμό πλοίων εν όψει άλλων.
6. Η παροχή επιπρόσθετης πληροφορίας για την ορθή εκτίμηση του ναυτιλιακού περιβάλλοντος. [39]



Σχήμα 4.2.1: Γενική περιγραφή του συστήματος AIS.

4.2.1 Τα κύρια μέρη του συστήματος AIS

Το σύστημα **AIS** αποτελείται από τα εξής:

- i. Πομποί **AIS**.
- ii. Δέκτες εντοπισμού θέσης **GPS**.
- iii. Πομποί **VHF**.
- iv. Δέκτες **AIS**.
- v. Υπολογιστές και οθόνες συστήματος.
- vi. Ειδικό λογισμικό για συστήματα πλοήγησης ή υπολογιστή. [16]

1) Πομπός συστήματος.

Ο πομπός του συστήματος είναι εγκατεστημένος στο πλοίο, ενώ αυτή είναι υποχρεωτική σε όλα τα εμπορικά πλοία τα οποία είναι άνω των 300gt και σε όλα τα επιβατηγά.

2) Δέκτες εντοπισμού θέσης GPS.

Η εγκατάσταση δέκτη εντοπισμού θέσης πλέον είναι υποχρεωτική από το Διεθνή Ναυτιλιακό Οργανισμό. Ο δέκτης αυτός λαμβάνει σήμα με το οποίο υπολογίζει τις συντεταγμένες της θέσης του πλοίου καθώς και την ταχύτητά του και την πορεία του.

3) Πομποί VHF.

Η εγκατάσταση πομπού **VHF** στα πλοία είναι και αυτή υποχρεωτική. Η εμβέλεια του παρουσιάζεται παρακάτω στο **4.2.2**.

4) Δέκτες συστήματος.

Οι δέκτες και οι κεραίες λήψης του **AIS** τοποθετούνται στα πλοία και η εξωτερική κεραία τοποθετείται 15 μέτρα πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας. Η κεραία αυτή λαμβάνει πληροφορίες σε ακτίνα 15 έως 20 ναυτικά μίλια.

5) Υπολογιστές και οθόνες συστήματος.

Τα δεδομένα που λαμβάνονται σε ένα πλοίο από το τερματικό του συστήματος απεικονίζονται στις ακόλουθες μονάδες:

- Στην μονάδα της οθόνης και πληκτρολογίου του συστήματος στην οποία παρουσιάζεται το εύρος και η διεύθυνση των πλησιέστερων σκαφών.
- Στο Σύστημα Ηλεκτρονικού Χάρτη ή στο Σύστημα Ηλεκτρονικής Απεικόνισης Χάρτη και Πληροφοριών.
- Σε οθόνες ειδικές για τον σκοπό αυτό, όπου εταιρείες κατασκευάζουν ειδικές οθόνες που χρησιμοποιούνται στις γέφυρες των πλοίων.

6) Ειδικό λογισμικό για συστήματα πλοήγησης ή υπολογιστή.

Ο δέκτης **AIS** λαμβάνει δεδομένα, κωδικοποιημένα σε μηνύματα, τα οποία υποβάλλονται σε επεξεργασία από ένα λογισμικό στον υπολογιστή και κατόπιν αποστέλλονται σε μια κεντρική βάση δεδομένων. [16]

4.2.2 Εμβέλεια

Επιπλέον, περιλαμβάνει έναν πομπό **VHF**, ο οποίος μεταδίδει περιοδικά τις πληροφορίες αυτές σε δυο κανάλια **VHF** (συχνότητες 161,975 **MHz** και 162,025 **MHz** – παλιά **VHF** κανάλια **87** & **88**). Άλλα πλοία και σταθμοί βάσης μπορούν να λάβουν τις

πληροφορίες αυτές χρησιμοποιώντας έναν δέκτη **AIS**. Στη συνέχεια, με χρήση ειδικού λογισμικού που επεξεργάζεται τα δεδομένα, τα πλοία εμφανίζονται στις οθόνες συστημάτων πλοήγησης ή σε υπολογιστή. Το σύστημα μπορεί να επιτύχει εμβέλεια από 20 έως 40 ναυτικά μίλια, ανάλογα και με τον τύπο και μέγεθος του πλοίου. [16]

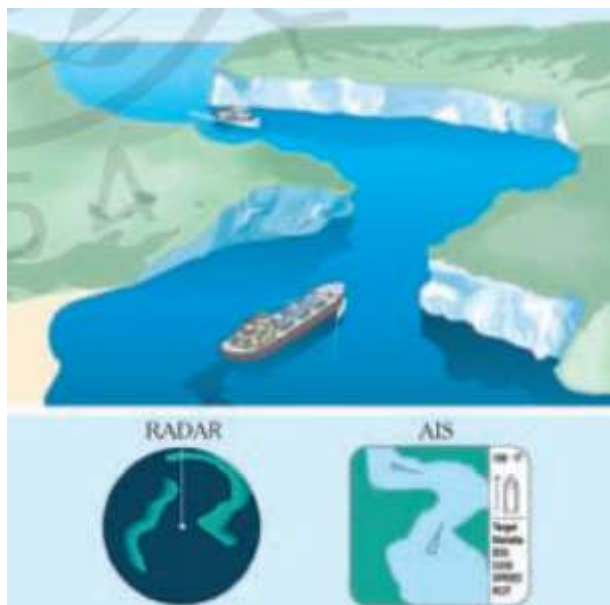
4.2.3 Τα πλεονεκτήματα του συστήματος AIS

Η διάθεση του **AIS** στην ναυτιλία παρέχει πολύ σημαντικά πλεονεκτήματα, τα οποία είναι τα εξής:

- **Αναγνώριση της ταυτότητας του στόχου**, η οποία καταστέλλει την οποιαδήποτε αμφιβολία, ιδιαίτερα κατά τη διάρκεια της νύκτας αλλά και περιορισμένης ορατότητας. Ενώ στην περίπτωση που καθίσταται αναγνώριση και επικοινωνία με το προσκείμενο πλοίο τότε χρησιμοποιείται ο ασύρματος **VHF** όπου φαίνεται εκεί το όνομα του πλοίου κατά τη συνεννόηση. Επιπλέον, δίνονται και πληροφορίες τόσο για τον τύπο του πλοίου όσο και για το φορτίο, τον προορισμό. Με τον συνδυασμό αυτών των πληροφοριών, της θέσης και την κίνησή του ως προς το πλοίο μας, παρέχουν άμεση ένδειξη των ελκτικών του δυνατοτήτων και σε ένα βαθμό των προθέσεών του.
- **Αύξηση της εμβέλειας του Radar**. Όπως αναφέραμε, το σύστημα **AIS** έχει αντίστοιχη εμβέλεια με τα σήματα **VHF**. Όπως αναφέραμε παραπάνω, η εμβέλεια του **AIS** κυμαίνεται από 20-40 ναυτικά μίλια. Η εμβέλεια αυτή υπερβαίνει την αντίστοιχη του **Radar**, καθώς όσο μεγαλώνει η απόσταση τόσο πιο αδύναμο είναι το σήμα του **Radar**.
- **Εντοπισμός στόχου που αποκρύπτεται από την ξηρά**. Πρακτικά αυτό σημαίνει, πως σε περιοχές που συναντάται η συχνή εναλλαγή ξηράς-θάλασσας, ελλοχεύει σοβαρός κίνδυνος αιφνιδιαστικής εμφάνισης μεμονωμένου πλοίου. Τέτοια περίπτωση μπορεί να προκύψει κατά την πλεύση σε όρμο ή την έξοδο από λιμένα, κατά τον πλου κοντά σε νησιά και κατά τον πλου ενός στενού διαύλου ή ποταμού. Σε όλες αυτές τις περιπτώσεις, το **Radar** δεν είναι αρκετά ισχυρό έτσι ώστε να διεισδύσει πίσω από τον χερσαίο όγκο και οι επικίνδυνοι στόχοι δεν εντοπίζονται εγκαίρως. Αντιθέτως, το σήμα **VHF** του **AIS** διαδίδεται ανεπηρέαστο, παρέχοντας τις απαιτούμενες πληροφορίες προς τα παραπλέοντα πλοία.
- **Πρόγνωση ίχνους**. Η πρόγνωση ίχνους (path prediction) αποτελεί μία από τις σημαντικότερες πληροφορίες που παρέχει το **AIS**, όπου η πληροφορία αυτή σχετίζεται με τον ρυθμό στροφής (Rate of Turn – ROT). Με τη γνώση του ρυθμού στροφής επιτρέπεται η ακριβέστερη πρόβλεψη του ναυτιλιακού κινδύνου για πλοία ενόψει άλλων και παράλληλα επιτυγχάνεται ο υπολογισμός

της καμπύλης τροχιάς που θα διαγράψει ένα πλοίο. Από την άλλη, η μη διάθεση της πληροφορίας αυτής έχει ως αποτέλεσμα οι υπολογισμοί αποφυγής σύγκρουση να προκύπτουν μέσω διαδοχικών υπολογισμών κινήσεως του στόχου σε ευθεία τροχιά.

- **Ασφάλεια.** Η ταυτόχρονη επεξεργασία του συνόλου των προαναφερθέντων πλεονεκτημάτων, προκύπτει το πόσο δραστικά βελτιώνεται ο παράγοντας της ασφάλειας για πλοίο που διαθέτει το **AIS**. [39]



Σχήμα 4.2.3.1 Εντοπισμός στόχων που αποκρύπτονται από την στεριά

4.2.4 Τα τερματικά του συστήματος AIS

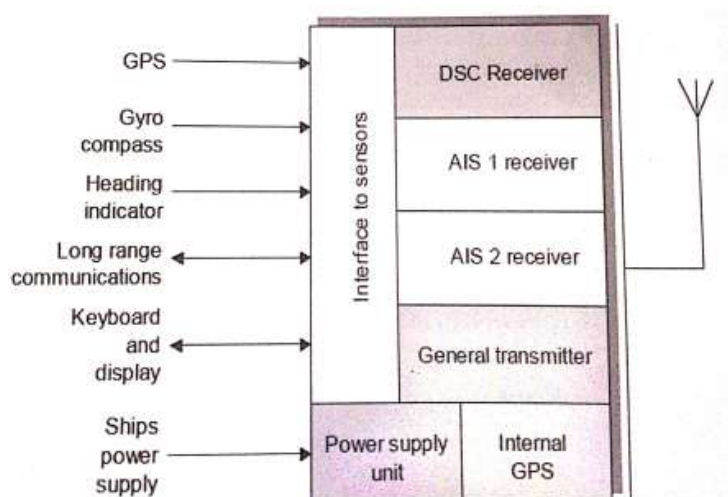
Στο παρακάτω σχήμα 4.3.4-1 αποτυπώνεται το μπλοκ διάγραμμα ενός τυπικού τερματικού του συστήματος, το οποίο περιλαμβάνει τα εξής:

- Ένα γενικό πομπό,
- Δύο δέκτες **AIS**,
- Ένα δέκτη **DSC**,
- Μια μονάδα τροφοδοσίας,
- Μία εσωτερική μονάδα **GPS**, και
- Διεπαφές με τους αισθητήρες.

Έκαστο τερματικό εντός του πλοίου του συστήματος συλλέγει πληροφορίες από διάφορους αισθητήρες που βρίσκονται πάνω στο πλοίο, τις οποίες τις επεξεργάζεται και κατόπιν τις εκπέμπει σε μια επιλεγμένη χρονοθυρίδα. Αξιοποιώντας το **AIS** τα τερματικά των άλλων πλησιέστερων πλοίων που βρίσκονται σε περιοχή κάλυψης,

μπορούν να λαμβάνουν τα δεδομένα, και εκείνη την χρονική στιγμή κανένα από τα πλοία αυτά να μην εκπέμπει.

Ο δέκτης **DSC** επιτρέπει τη χρήση εναλλακτικών **RF** καναλιών, όταν τα άλλα προκαθορισμένα κανάλια δεν είναι διαθέσιμα. Επίσης, κάθε κατασκευαστής τερματικού **AIS** πληροί προδιαγραφές τέτοιες ώστε να υπάρχει πάντοτε συμβατότητα με τα τερματικά άλλων κατασκευαστών και με αυτό τον τρόπο να εξασφαλίζεται η διαλειτουργικότητά τους. [16]



Σχήμα 4.2.4.1 Μπλοκ διάγραμμα ενός τυπικού τερματικού AIS.

4.2.5 Τύποι λειτουργίας του συστήματος AIS

Το σύστημα **AIS** λειτουργεί με έναν από τους ακόλουθους τρεις τρόπους:

1. Αυτόνομη συνεχής λειτουργία σε όλες τις περιοχές, όπου τα πλοία εκπέμπουν συνεχώς αναφορές μέσω κοινού διαύλου **VHF**.
2. Λειτουργία ερώτησης (rolling), όπου κατά τη διάρκεια της λειτουργίας η αποστολή των πληροφοριών πραγματοποιείται μετά από την υποβολή σχετικού αιτήματος από το σύστημα **AIS** παραπλέοντος πλοίου.
3. Λειτουργία εκχώρησης (assignment), η οποία πραγματοποιείται σε περιοχές που καλύπτονται από τις υπηρεσίες παροχής πληροφοριών για την θαλάσσια κυκλοφορία. Κατά τη λειτουργία αυτή οι Υπηρεσίες Εκχώρησης Κυκλοφορίας αναλαμβάνουν τον έλεγχο για την αυτόματη εκχώρηση χρονοθυρίδων. [39],[16]

4.2.6 Αρχή λειτουργίας του συστήματος AIS

Το τερματικό του συστήματος εκπέμπουν ένα προκαθορισμένο πλήθος μηνυμάτων τα οποία συνολικά είναι 22. Σε αυτά τα μηνύματα περιέχονται πληροφορίες που συλλέγονται από τους αισθητήρες του πλοίου. Τα δεδομένα αυτά συμπιέζονται

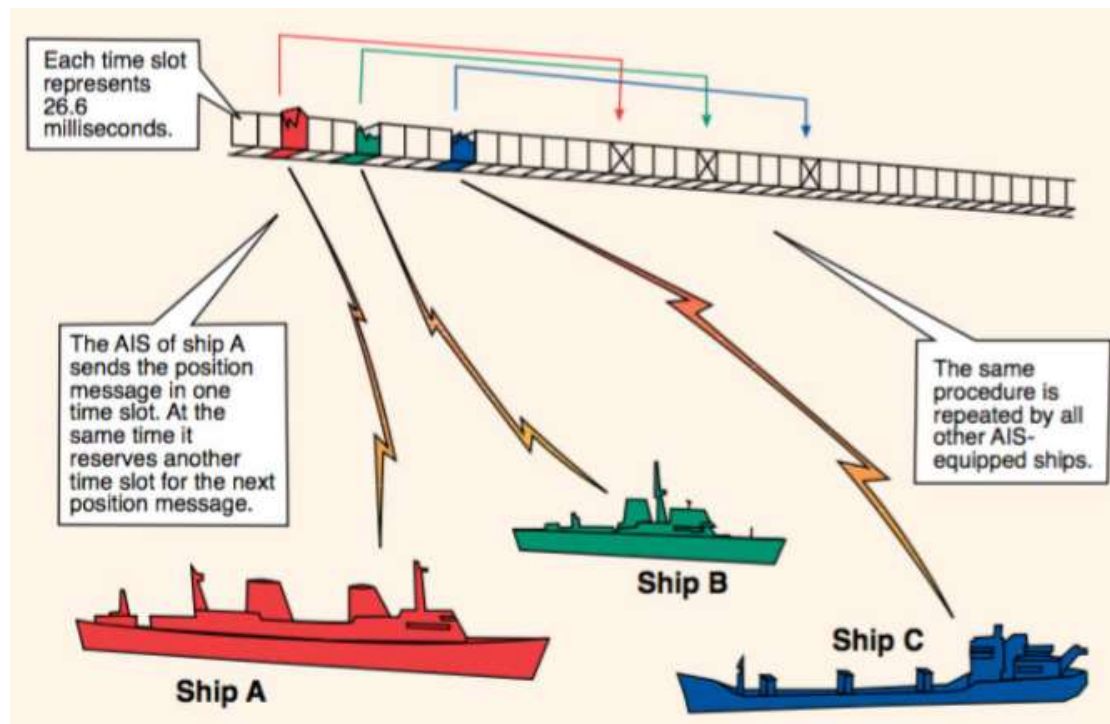
και εκπέμπονται προς όλα τα υπόλοιπα σκάφη/πλοία που είναι εντός της εμβέλειας εκπομπής του εκπεμπόμενου πλοίου/σκάφους. Το σύστημα **AIS** εκπέμπει τα δεδομένα σε χρονοθυρίδες (timeslots), όπου για κάθε χρονοθυρίδα διατίθεται χρόνος 26,67 χιλιοστά του δευτερόλεπτου. Το τερματικό του συστήματος τοποθετεί όλα τα εκπεμπόμενα δεδομένα σε πλαίσια (Frames) διάρκειας 60 δευτερολέπτων, με αποτέλεσμα τα τερματικά να μπορούν να εκπέμπουν τις πληροφορίες σε 2250 χρονοθυρίδες και να αντιστοιχεί ένα κανάλι του συστήματος ανά 60 δευτερόλεπτα.

Ο ρυθμός εκπομπής ανέρχεται στα 9600 bits ανά δευτερόλεπτο, καθώς σε καθεμία από τις χρονοθυρίδες το τερματικό εισάγει 256 bits πληροφορίες ανά δευτερόλεπτο. Με σκοπό να αυξηθεί η εκπεμπόμενη πληροφορία του συστήματος χρησιμοποιούνται σε παγκόσμια κλίμακα δύο ραδιοσυχνότητες (**RF**). Κατά συνέπεια, προσθέτοντας τις χρονοθυρίδες του συστήματος **AIS** της πρώτης συχνότητας με τις χρονοθυρίδες της δεύτερης συχνότητας του συστήματος προκύπτουν 4500 χρονοθυρίδες που είναι διαθέσιμες για την εκπομπή δεδομένων. [39],[16]

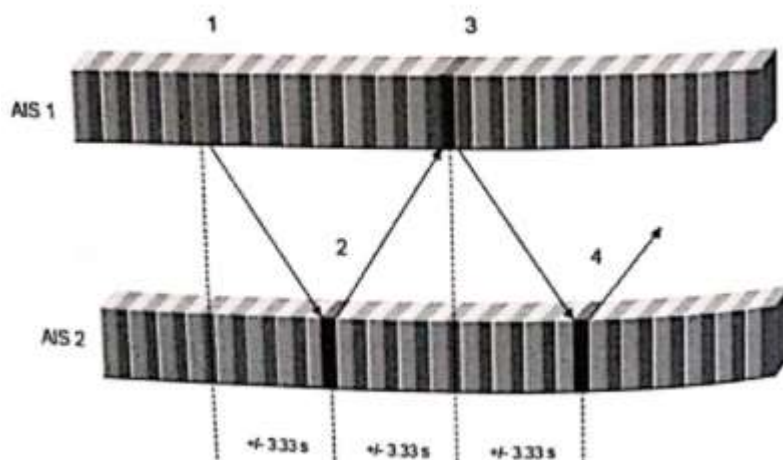
4.2.7 Λειτουργία του συστήματος AIS

Τα τερματικά του συστήματος αυτού που είναι εγκατεστημένα στα πλοία και αυτά που είναι στην ξηρά μοιράζονται τις ίδιες χρονοθυρίδες, πράγμα που σημαίνει πως οι 4500 διαθέσιμες χρονοθυρίδες που υπάρχουν είναι μόνο αυτές για το σύστημα **AIS** σε κάθε γεωγραφική περιοχή και αυτές πρέπει να διατηρούνται και να χρησιμοποιούνται για τον πρωταρχικό σκοπό της αύξησης της ασφάλειας της ναυσιπλοΐας.

Στο παρακάτω σχήμα 4.2.7.1 παρουσιάζεται η διαδικασία εκχώρησης χρονοθυρίδων. Οι χρονοθυρίδες επιλέγονται αυτόματα από τα τερματικά του συστήματος και ταυτόχρονα ενημερώνουν τα υπόλοιπα τερματικά του συστήματος ότι έχουν δεσμευτεί οι συγκεκριμένες χρονοθυρίδες. Έπειτα, τα τερματικά του συστήματος εκπέμπουν τα δεδομένα τους σε κανονική βάση, σε περιόδους που κυμαίνονται από δύο δευτερόλεπτα μέχρι δέκα, αναλόγως με την κατάσταση της ναυσιπλοΐας του πλοίου που εκπέμπει. Η περίοδος αυτή συναντάται και με τον όρο ρυθμός μετάδοσης (update rate) του συστήματος **AIS**.



Σχήμα 4.2.7.1 Η διαδικασία της εκχώρησης χρονοθυρίδων.



Σχήμα 4.2.7.2 Οι δύο συχνότητες του συστήματος AIS και οι αντίστοιχες χρονοθυρίδες εκπομπής ενός πλοίου.

Όταν το τερματικό του συστήματος **AIS** χρησιμοποιεί μία χρονοθυρίδα σε μία από τις δύο συχνότητες ενώ η επόμενη εκπομπή πραγματοποιείται στην δεύτερη συχνότητα, και αυτή η εναλλαγή επαναλαμβάνεται. Στο σχήμα 4.3.7-2 παρουσιάζονται οι δυο συχνότητες και οι αντίστοιχες χρονοθυρίδες. Το τερματικό πριν εκπέμψει την κατάσταση ναυσιπλοΐας του πλοίου για πρώτη φορά, ουσιαστικά παρακολουθεί τα δύο κανάλια του συστήματος για τουλάχιστον ένα λεπτό, δηλαδή όσο διαρκεί και ένα frame, και στο τέλος αφού γνωρίζει ποιες χρονοθυρίδες είναι διαθέσιμες επιλέγει μία από τις διαθέσιμες χρονοθυρίδες.

Το τερματικό του συστήματος **AIS** όντας αυτοματοποιημένο, όταν το πλοίο αλλάζει πορεία ή επιταχύνει ή επιβραδύνει, τότε το σύστημα αποφασίζει πόσο συχνά θα εκπέμψει τις πληροφορίες της θέσης του σύμφωνα με ένα σύνολο κανόνων που ορίζονται από το πρωτόκολλο προδιαγραφών του συστήματος **AIS**, όπου οι εν λόγω προδιαγραφές παρέχονται στη σύσταση **ITU-R.M.1371**.

4.2.7.1 Σύνθεση της πληροφορίας AIS

Μία πληροφορία **AIS** περιλαμβάνει τρία είδη παραμέτρων:

1. Οι **στατικές παράμετροι** οι οποίες σχετίζονται με τα κατασκευαστικά-τεχνικά στοιχεία του πλοίου και την ταυτότητά του και η πληροφορία αυτή έχει ρυθμό ανανέωσης τα έξι λεπτά.
2. Οι **δυναμικές παράμετροι** που έχουν να κάνουν με τις παραμέτρους κίνησης. Οι πληροφορίες αυτές ανανεώνονται συνεχώς, καθώς αφορά τα μεταβαλλόμενα στοιχεία.
3. Τις **παραμέτρους ταξιδιού**, που αποτελούν τα δεδομένα που ισχύουν κατά το συγκεκριμένο ταξίδι, όπως τον λιμένα κατάπλου και απόπλου αλλά και το φορτίο που φέρει το συγκεκριμένο πλοίο. Η πληροφορία αυτή έχει ρυθμό ανανέωσης τα 6 λεπτά.

Κατά την εκπομπή των πληροφοριών από το τερματικό **AIS** του πλοίου εκπέμπεται μαζί και ο μοναδικός αριθμός τους πλοίου που καλείται **MMSI**. Ο αριθμός αυτός είναι μοναδικός και αντιστοιχεί σε ένα πλοίο. Αποτέλεσμα της αξιοποίησης αυτών των τεχνικών, είναι ότι το σύστημα μπορεί να εξυπηρετήσει ταυτόχρονα σε μια γεωγραφική περιοχή περίπου 2000 πλοία. Οι παράμετροι της πλήρους αναφοράς του **AIS** είναι:

❖ Οι **στατικές παράμετροι**:

- 1) Ο αριθμός **MMSI**.
- 2) Ο αριθμός **IMO**.
- 3) Το όνομα του πλοίου και το διακριτικό κλήσης.

- 4) Οι διαστάσεις του πλοίου που είναι στρογγυλοποιημένες σε ακέραιο αριθμό μέτρων.
 - 5) Ο τύπος πλοίου.
 - 6) Η θέση επί του πλοίου που αναφέρεται το στίγμα.
- ❖ Ο τύπος ηλεκτρονικής συσκευής προσδιορισμού θέσης.

Οι δυναμικές παράμετροι:

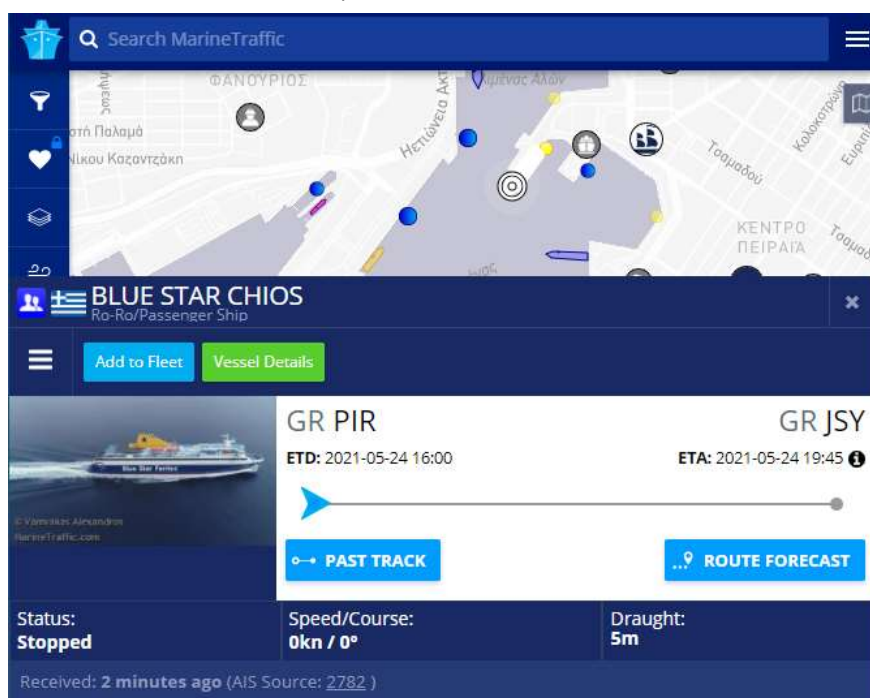
- 1) Η θέση του πλοίου.
- 2) Η Διεθνής Ώρα Αναφοράς.
- 3) Η αληθής πορεία όπως εισάγεται από την γυροπυξίδα, 0°–359°.
- 4) Η πορεία ως προς το βυθό με ακρίβεια ενός δέκατου της μοίρας.
- 5) Η ταχύτητα ως προς το βυθό, με ακρίβεια ενός δεκάτου του κόμβου σε κλίμακα 0-12 knots.
- 6) Η ναυτιλιακή κατάσταση (εν πλω, αγκυροβολημένο, ακυβέρνητο).
- 7) Ο ρυθμός στροφής, δεξιά (+) ή αριστερά (-) σε κλίμακα 0° – 720° /λεπτό.
- 8) Ο ρυθμός ανανέωσης αναφοράς.

Κινητική κατάσταση πλοίου	Χρόνος ανανέωσης
Αγκυροβολημένο πλοίο.	3 λεπτά
Πλοίο με ταχύτητα 0-14 κόμβους.	10 δευτερόλεπτα
Πλοίο με ταχύτητα 0-14 κόμβους που αλλάζει πορεία.	3,33 δευτερόλεπτα
Πλοίο με ταχύτητα 14-23 κόμβους.	6 δευτερόλεπτα
Πλοίο με ταχύτητα 14-23 κόμβους που αλλάζει πορεία.	2 δευτερόλεπτα
Πλοίο με ταχύτητα μεγαλύτερη των 23 κόμβων.	2 δευτερόλεπτα
Πλοίο με ταχύτητα μεγαλύτερη των 23 κόμβων που αλλάζει πορεία.	2 δευτερόλεπτα

❖ **Οι παράμετροι ταξιδιού:**

- 1) Το βύθισμα του πλοίου σε κλίμακα από ένα δέκατο του μέτρου έως 25,5 μέτρα.
- 2) Ο τύπος φορτίου.
- 3) Ο προορισμός.

- 4) Ο εκτιμώμενος χρόνος κατάπλου (μήνας, ημέρα, ώρα και λεπτό σε ώρα **UTC**). [39], [16]



Σχήμα 4.2.7.1.1 Στιγμιότυπο από το Marine Traffic που παρουσιάζει όλες τις παραμέτρους ταξιδιού.

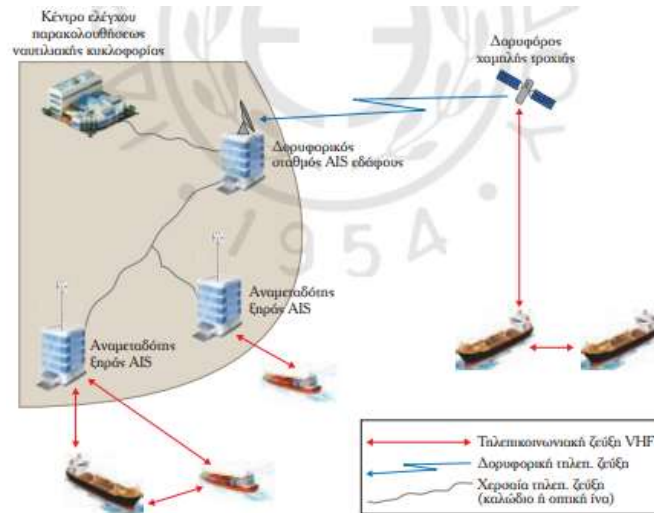
4.2.8 LRIT

Το σύστημα για την Αναγνώριση και τον Εντοπισμό Πλοίων Μακράς Απόστασης (**LRIT**) είναι ένα σύστημα σχεδιασμένο από τον Διεθνή Ναυτιλιακό Οργανισμό. Το σύστημα έχει σκοπό τη συλλογή και τη διανομή πληροφοριών θέσης του πλοίου που λαμβάνονται από τα πλοία των κρατών-μελών του Οργανισμού που υπόκεινται στη Διεθνή Συνθήκη για την Ασφάλεια της Ζωής στη Θάλασσα.

Από τεχνικής πλευράς, η εμβέλεια ενός συστήματος αναμετάδοσης πληροφοριών μπορεί να αναβαθμιστεί από τοπική σε παγκόσμια, με την προσθήκη δορυφορικής αναμετάδοσης. Το πρώτο σύστημα που το εφάρμοσε ήταν το **AIS**. Στο σύστημα αυτό διατηρούνται οι χερσαίοι αναμεταδότες, ενώ παράλληλα προστίθενται αναμεταδότες **AIS** εγκατεστημένοι σε Δορυφόρους Χαμηλής Τροχιάς. Οι δορυφόροι αυτοί εκμεταλλεύονται το γεγονός πως τα σήματα **VHF** διαθέτουν περιορισμένη εμβέλεια καθώς διαδίδονται σχεδόν αποκλειστικά ευθύγραμμα χωρίς να ακολουθούν την καμπυλότητα της γης. Η διάταξη του δορυφορικού **AIS** είναι αυτή που φαίνεται στο παρακάτω σχήμα 4.3.8-1 ενώ το σύστημα συγκροτείται από τα εξής πέντε στοιχεία:

- 1) Τους δορυφορικούς αναμεταδότες που είναι εγκατεστημένοι σε δορυφόρους χαμηλής τροχιάς.
- 2) Τον συνήθη εξοπλισμό **AIS** που συναντάται στο πλοίο.

- 3) Τους σταθμούς εδάφους.
- 4) Την τηλεπικοινωνιακή ζεύξη δορυφόρου και σταθμού εδάφους.
- 5) Την τηλεπικοινωνιακή ζεύξη των σταθμών εδάφους με τους εξουσιοδοτημένους χρήστες και κέντρα ελέγχου και παρακολούθησης της ναυτιλιακής δραστηριότητας. [39],[16]



Σχήμα 4.2.8.1 Διάταξη συστήματος δορυφορικού AIS.

Το δεύτερο σύστημα που υιοθέτησε την ιδέα της δορυφορικής αναμετάδοσης είναι το **LRIT**. Η ιδέα ανάπτυξης του συστήματος αυτού προωθήθηκε από τον **IMO**. Με το σύστημα αυτό επιδιώκεται η σύνθεση προς όφελος κρατικών υπηρεσιών, υπηρεσιών ασφαλείας και εξουσιοδοτημένων κέντρων ελέγχου και παρακολούθησης, πλήρους εικόνας της ναυτιλιακής κυκλοφορίας σε παγκόσμια κλίμακα. Για τον σκοπό αυτό, τα πλοία που φέρουν το σύστημα **LRIT** αποστέλλουν τις πληροφορίες της ταυτότητάς τους και της θέσης τους μέσω τηλεπικοινωνιακής ζεύξης σε ένα κέντρο συγκέντρωσης δεδομένων τα οποία με τη σειρά τους διαμοιράζουν τα δεδομένα που λαμβάνουν στις προαναφερθείσες κρατικές υπηρεσίες. Σύμφωνα με τον κανονισμό που υιοθετήθηκε τον Μάιο του 2006 και τις τροποποιήσεις του πέμπτου κεφαλαίου της Διεθνούς Σύμβασης **SOLAS** που αναφέρονται στις απαιτήσεις χρήσης και λειτουργίας του συστήματος **LRIT**, ο εξοπλισμός του συστήματος πρέπει να φέρεται υποχρεωτικά στις ακόλουθες κατηγορίες:

- 1) Επιβατηγά, συμπεριλαμβανομένου και αυτών που υπάγονται στο Κώδικα Ταχυπλόων Σκαφών.
- 2) Φορτηγά άνω των 300 κοχ.
- 3) Κινητές Μονάδες Υπεράκτιων Γεωτρήσεων.

Όλα τα παραπάνω πλοία είναι υποχρεωμένα να αναφέρουν στην αρμόδια υπηρεσία του κράτους-σημαίας τους, το λιγότερο τέσσερις φορές την ημέρα με τα

ακόλουθα στοιχεία: την ταυτότητα του πλοίου, τη θέση του και τον ακριβή χρόνο αναφοράς. [39],[16]

4.3 VDR – Καταγραφείς Δεδομένων Ταξιδιού

Η ενασχόληση με τη θάλασσα ελλοχεύει διάφορους κινδύνους για την πραγμάτωση ατυχημάτων, ενώ πολλά ατυχήματα που συμβαίνουν είναι πολύ πιθανό και να μην γίνουν ποτέ γνωστά τα αίτιά του, με αποτέλεσμα πολλές φορές να είναι



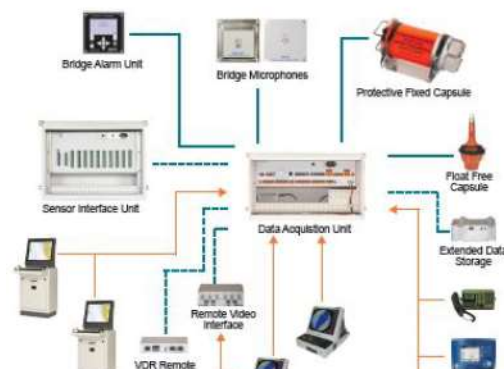
Σχήμα 4.3.1.1 Καταγραφέας δεδομένων ταξιδιού σε ένα πλοίο.

αδύνατη η εύρεση του υπαιτίου. Ένα ναυτικό ατύχημα μπορεί να προκληθεί με πολλούς τρόπους, όπως οι μηχανικές βλάβες που ίσως αφορούν βλάβη στις κύριες μηχανές προώθησης του πλοίου, βλάβη στις ηλεκτρογεννήτριες του πλοίου ή ακόμα και βλάβη στο πηδάλιο, όπου αν συμβούν τέτοιες βλάβες τότε το πλοίο καθίσταται ακυβέρνητο. Ωστόσο, ατύχημα μπορεί να συμβεί και από δυσμενείς καιρικές συνθήκες ή και από την σύγκρουση του πλοίου με ένα άλλο είτε με σταθερό σημείο όπως ύφαλοι, σκόπελοι και άλλα, όπου αποτέλεσμα

μπορεί να είναι η ύπαρξη ρήγματος του σκάφους και να υπάρξει εισροή υδάτων. [40]

Για τους λόγους αυτούς, η Ευρωπαϊκή Ένωση και ο Διεθνής Οργανισμός Ναυτιλίας (IMO) αποφάσισαν πως κάθε επιβατηγό πλοίου που έχει κατασκευαστεί από την 1^η Ιουλίου του 2002 και έπειτα πρέπει να φέρει εγκατεστημένο πάνω του ένα **VDR**. Οι καταγραφείς μπορούν να παρομοιαστούν με τα «μαύρα κουτιά» που φέρουν τα αεροπλάνα, και ο σκοπός τους είναι πανομοιότυπος καθώς προσφέρει διευκόλυνση στους ανακριτές ατυχημάτων να βρουν ποιο είναι τα αίτια του ατυχήματος και κατά συνέπεια να υπάρξουν βελτιώσεις στα μέτρα ασφαλείας στη θάλασσα προκειμένου να αποφευχθούν στο μέλλον παρόμοια ατυχήματα. [41]

Οι Καταγραφείς Δεδομένων Ταξιδιού εγκαθίστανται στην γέφυρα του πλοίου και μπορούν να κάνουν ανάγνωση και να καταγράψουν όλες τις πληροφορίες που αφορούν το ταξίδι του πλοίου. Δηλαδή, μπορούν να καταγράψουν συνομιλίες της γέφυρας, τις επικοινωνίες της γέφυρας μέσω της συχνότητας **VHF**, την ημερομηνία, την ώρα και τη θέση του πλοίου, την κατεύθυνσή του, την ταχύτητα που έχει αναπτύξει, την εικόνα του **Radar**, το βύθισμα του πλοίου, την κατάσταση των μηχανών και την ανταπόκρισή τους στις όποιες εντολές του πλοιάρχου, τους συναγερμούς που



Σχήμα 4.3.1 Αναπαράσταση της συνδεσμολογίας του VDR.

ενεργοποιήθηκαν, την ανταπόκριση του πηδαλιού στις εντολές που λαμβάνει από τον χειριστή και την ταχύτητα του πλοίου. Επιπλέον, εκτός από τα δεδομένα του πλοίου, το **VDR** έχει τη δυνατότητα να διαβάζει και εξωτερικά δεδομένα του πλοίου, όπως η κατεύθυνση και η αιολική ενέργεια. Το **VDR** αποτελείται από μία κύρια ηλεκτρονική μονάδα, το κάλυμμα προστασίας δεδομένων, τη μονάδα τροφοδοσίας, τη μονάδα λήψης δεδομένων και από ένα έως εννιά μικρόφωνα και ένα συναγερμό. [40],[41]

4.3.1 Τα τμήματα του VDR

Το **VDR** αποτελείται από επτά τμήματα, την κάψουλα προστασίας των δεδομένων, την κύρια ηλεκτρονική μονάδα, τη μονάδα ειδοποίησης, την υποδοχή των μικροφώνων, τη μονάδα απόκτησης δεδομένων και τη μονάδα παροχής ενέργειας.

- Η κάψουλα προστασίας δεδομένων:

Στην κάψουλα προστασίας δεδομένων καταγράφονται και αποθηκεύονται όλες οι πληροφορίες που σχετίζονται με το ατύχημα. Είναι κατασκευασμένη από ανθεκτικά μέταλλα προκειμένου να αντέχει στις κακουχίες. Το βάρος του κυμαίνεται μεταξύ 36,8 και 37,2 κιλά. Το σχήμα του είναι κυλινδρικό και έχει διάμετρο 220 χιλιοστά και ύψος 400 χιλιοστά. Η κάψουλα στηρίζεται πάνω σε μια βάση τετράγωνου σχήματος με την κάθε πλευρά να είναι 340 χιλιοστά. Η κάψουλα επίσης μπορεί να αντέξει πρόσκρουση ίση με 11 μέτρα/δευτερόλεπτο με επιτάχυνση 50 φορές μεγαλύτερη από εκείνη της βαρύτητας, ενώ μπορεί να αντέξει την απόπειρα διάτρησης από αιχμηρό αντικείμενο βάρους 250 κιλών και διάμετρο αιχμής 100 χιλιοστά με ρίψη από τα 3 μέτρα. Επιπλέον,

η κάψουλα είναι πυρίμαχη καθώς μπορεί να παραμείνει ανέπαφη για δέκα ώρες σε θερμοκρασία κάτω από 260°C και μία ώρα σε θερμοκρασία κάτω από 1100°C, ενώ επίσης μπορεί να αντέξει σε πιέσεις κάτω από την επιφάνεια της θάλασσας ίσες με 60 MPa, δηλαδή σε ένα βάθος της τάξης των 6000 μέτρων για μία ώρα ενώ για 30 μέρες σε βάθος της τάξης των τριών μέτρων. Το VDR πρέπει να έχει χωρητικότητα σκληρού δίσκου από 1,5 έως 3 GB, και να είναι σε θέση να αποθηκεύει 1,5 GB δεδομένα, ήχο και εικόνα για 12 ώρες. Άρα, μπορεί να αποθηκεύσει δεδομένα, εικόνα και ήχο σε 3 GB για 24 ώρες συνεχόμενα. Όταν η κάψουλα είναι κάτω από την επιφάνεια της θάλασσας κυμαίνεται από 36,5 έως 38,5 KHz με ελάχιστο όριο συνεχόμενης εκπομπής τις 30 ημέρες. Τέλος, όταν ο σκληρός δίσκος της κάψουλας γεμίσει με δεδομένα τότε αυτόματα διαγράφονται τα δεδομένα που έχουν την παλαιότερη ημερομηνία εγγραφής και στην θέση τους εγγράφονται τα νέα δεδομένα, με την διαδικασία αυτή να εκτελείται ατέρμονα. [40]

- Τα στοιχεία εγγραφής στο VDR:

- ❖ **Ημερομηνία και ώρα:**

Το στοιχείο αυτό συμβάλλει στην διευκόλυνση των επιθεωρητών για την διαπίστωση της ακριβούς ώρας και ημερομηνίας που έλαβε χώρα το ατύχημα. Η ώρα και η ημερομηνία εγγράφονται στην κάψουλα σύμφωνα με το διεθνές σύστημα GMT (UTC). Τα στοιχεία αυτά λαμβάνονται είτε από εξωτερική πηγή του πλοίου, για παράδειγμα μέσω δορυφόρου, είτε από ένα εσωτερικό ρολόι. Η εγγραφή αυτή εκτός από την ώρα και την ημερομηνία περιλαμβάνει και την πηγή δεδομένων. Η μέθοδος εγγραφής είναι τέτοια έτσι ώστε κατά τη διάρκεια της αναπαραγωγής των δεδομένων να μπορεί να φανεί ο συγχρονισμός και όλων των άλλων στοιχείων της κάψουλας, ενώ μέσα από τα δεδομένα αυτά ο αναγνώστης μπορεί να δει το ιστορικό της καταγραφής με ακρίβεια ενός δευτερολέπτου.

- ❖ **Θέση του πλοίου**

Αυτό το στοιχείο καταγραφής δίνει στον επιθεωρητή του ατυχήματος ακριβείς πληροφορίες για τον τόπο του ατυχήματος. Τα δεδομένα αυτά καταγράφονται από ένα Ηλεκτρονικό Σύστημα Εντοπισμού Θέσης (EPFS – Electronic Position-Fixing System) ή από ένα Σύστημα Παγκόσμιας Εύρεσης Θέσης (GPS – Global Positioning System). Ακόμη, κατά την αναπαραγωγή των σχετικών καταγεγραμμένων στοιχείων θα μπορεί πάντα να βρεθεί η πηγή καταγραφής. Η θέση του πλοίου καταγράφεται σύμφωνα με τις συντεταγμένες του στην υδρόγειο με ακρίβεια 0,0001 του λεπτού της μοίρας.

❖ Κατεύθυνση

Η κατεύθυνση του πλοίου αποτελεί και αυτή ένα πολύ σημαντικό στοιχείο. Η καταγραφή γίνεται με το γυροσκοπικό σύστημα του πλοίου, δηλαδή την πυξίδα. Η κατεύθυνση του πλοίου καταγράφεται με ακρίβεια 0,1 της μοίρας σύμφωνα με το αντίστοιχο σύστημα του πλοίου.

❖ Ταχύτητα

Η ταχύτητα του πλοίου μπορεί μέσα από συναρτήσεις να μας υποδείξει την αντοχή του πλοίου. Η ταχύτητα του πλοίου μετριέται με το δρομόμετρο, όπου συγκρίνει την αντίσταση και την επιβράδυνση που φέρει στο πλοίο το νερό. Η ταχύτητα καταγράφεται με ακρίβεια της τάξης του 0,1 του κόμβου.

❖ Δεδομένα ήχου της γέφυρας

Η γέφυρα είναι ο χώρος απ' όπου κυβερνάται το πλοίο και κατά συνέπεια τα δεδομένα ήχου της γέφυρας αποτελούν ίσως το πιο σημαντικό στοιχείο καταγραφής καθώς από τις καταγεγραμμένες συνομιλίες μπορεί να βγει το πόρισμα για το ατύχημα, αν υπήρξε πρόβλημα τεχνικό ή ανθρώπινου δυναμικού ή και αν το ατύχημα αποτέλεσε τρομοκρατική ενέργεια. Τα στοιχεία αυτά καταγράφονται από τα μικρόφωνα που τοποθετούνται στη γέφυρα και στους γύρω χώρους και γενικότερα από συστήματα που λαμβάνουν δεδομένα ήχου. Η συχνότητα απόκρισης που υποστηρίζει το **VDR** κυμαίνεται από 150Hz έως 6KHz.

❖ Συνομιλίες και ήχος ασύρματου επικοινωνίας

Οι ήχοι επικοινωνίας και κάθε είδους συνομιλίας που προέρχονται από εξωτερικές πηγές που έρχονται σε επικοινωνία με το πλοίο μέσω της συχνότητας **VHF** καταγράφονται από το **VDR**. Το **VHF** όπως είδαμε σε προηγούμενη ενότητα αποτελεί μία συσκευή ασύρματης επικοινωνίας του πλοίου με άλλους χειριστές **VHF**, όπως άλλα πλοία και λιμενικές αρχές. Το **VDR** υποστηρίζει την καταγραφή ήχων μέσω της συχνότητας **VHF** με απόκριση από 150Hz έως 3.5KHz.

❖ Τα δεδομένα του Radar

Το **Radar** αποτελεί βασικό εξοπλισμό της γέφυρας του πλοίου και ανιχνεύει διαρκώς μέσω μιας περιστρεφόμενης κεραίας τα εμπόδια που βρίσκονται στην εμβέλεια του **Radar**, δηλαδή την πλησιέστερη ξηρά ή και τα παραπλέοντα πλοία. Οι πληροφορίες αυτές λαμβάνονται από το **Radar** της γέφυρας του πλοίου και καταγράφουν τους ηλεκτρονικούς χάρτες ή τα ηλεκτρονικά αποτυπώματα, στο πλάνου ταξιδιού, αλλά καταγράφει και δεδομένα πλοήγησης, συναγερμούς πλοήγησης ακόμη και την φυσική κατάσταση του **Radar** κατά τη διάρκεια του ταξιδιού. Συνολικά αυτά τα στοιχεία-δεδομένα θα είναι αρκετά χρήσιμα στον επιθεωρητή του ατυχήματος προκειμένου να συμπεράνει αν το ατύχημα ήταν απόρροια απροσεξίας του καπετάνιου ή κάποιου άλλου παράγοντα.

❖ Δεδομένα Βυθόμετρου (Sonar)

Το βυθόμετρο επίσης είναι εγκατεστημένο στην γέφυρα, όπου μέσω μιας κεραίας εκπομπής σημάτων που είναι εγκατεστημένη στα ύφαλα του πλοίου, ανιχνεύει την απόσταση του βυθού από την καρίνα του πλοίου. Αυτά τα δεδομένα περιλαμβάνουν πληροφορίες σχετικά με αντικείμενα που βρίσκονται κάτω από το πλοίο και ανιχνεύονται από το βυθόμετρο και να οδήγησαν σε πιθανή πρόσκρουση του πλοίου. Τα αντικείμενα αυτά μπορούν να ανιχνευθούν με ακρίβεια της τάξης του ενός δέκατου του μέτρου.

❖ Κύριος συναγερμός (Main Alarm)

Αυτά τα στοιχεία είναι πολύ σημαντικά καθώς μπορούν να δείξουν πληροφορίες για τη φυσική κατάσταση του πλοίου και γενικότερα για πιθανές ζημιές που ενεργοποίησαν οποιοδήποτε συναγερμό του πλοίου. Οι πληροφορίες που αντλούνται από τον κύριο συναγερμό μπορεί να αφορά μηχανική βλάβη, εντοπισμό πυρκαγιάς, υψηλή στάθμη νερού εντός του πλοίου, βλάβη στα πρωτεύοντα ή δευτερεύοντα συστήματα πηδαλιούχησης, απώλεια ενέργειας από τις ηλεκτρογεννήτριες, ανίχνευση καπνού και έκλυσης διοξειδίου του άνθρακα.

❖ Θέση και ανταπόκριση του πηδαλίου

Το πηδάλιο αποτελεί τον μηχανισμό που είναι υπεύθυνο για την φροντίδα της κατεύθυνσης του πλοίου και συνήθως είναι τοποθετημένο στη πρύμνη και κάτω από την ισαλογραμμή. Ο χειρισμός του γίνεται από άτομο του πληρώματος είτε μέσω αυτόματου πιλότου. Τα δεδομένα αυτά είναι σημαντικά

διότι υποδεικνύουν εάν υπάρχει όντως βλάβη στο πηδάλιο και αν οι χειρισμοί που πραγματοποιήθηκαν δεν ήταν οι κατάλληλοι για την πλοήγηση του πλοίου. Στα δεδομένα αυτά περιέχονται πληροφορίες σχετικές με τη θέση και την ανταπόκριση του πηδαλίου στις εντολές που δέχεται με ακρίβεια της τάξης της μίας μοίρας. Επίσης σε αυτές πληροφορίες συμπεριλαμβάνεται και το αν ήταν σε χρήση ο αυτόματος πιλότος, οι ρυθμίσεις που είχαν καταχωρηθεί αλλά και η φυσική του κατάσταση.

❖ Πληροφορίες μηχανοστασίου

Οι πληροφορίες αυτές περιέχουν στοιχεία τα οποία μπορούν να βοηθήσουν τον επιθεωρητή του ατυχήματος να διαπιστώσει εάν για το ατύχημα ευθύνεται η πλημμελής συντήρηση του πλοίου, ή εάν το συμβάν οφείλεται σε ένα αναπάντεχο γεγονός, το οποίο οδήγησε σε γενική δυσλειτουργία της μηχανής του πλοίου. Το **VDR** καταγράφει τη φυσική κατάσταση των μηχανών πρόωσης και τα στοιχεία λειτουργίας. Η ταχύτητα περιστροφής της προπέλας καταγράφεται σε ανάλυση n r/min, ενώ η καταγραφή της ώθησης που δίδεται στο πλοίο, σε σχέση με τη θέση και τη ροπή της προπέλας, γίνεται με ακρίβεια της τάξης της μίας μοίρας.

❖ Πληροφορίες τηλέγραφου

Ο τηλέγραφος αποτελείται από ένα ζεύγος συσκευών, τον εντολέα, που είναι στη γέφυρα, και τον λήπτη που είναι στη μηχανή. Ο πλοίαρχος μέσω του τηλέγραφου δίνει εντολές στο μηχανοστάσιο σχετικά με την ταχύτητα της μηχανής, καθώς και τη φορά περιστροφής - δεξιόστροφα ή αριστερόστροφα. Οι εντολές αυτές καταγράφονται καθώς επίσης καταγράφεται και η ανταπόκριση των εντολών από τη μηχανή (feedback).

❖ Άλλα στοιχεία καταγραφής

Εκτός από τα προαναφερθέντα στοιχεία το **VDR** μπορεί και καταγράφει την κατάσταση και την ανταπόκριση της μπουκαπόρτας του πλοίου, την στεγανότητα του πλοίου και την κατάσταση των θυρών πυρκαγιάς, τις διάφορες επιταχύνσεις που αναπτύσσει πλοίου το πλοίο, την ισχύ της γάστρας του πλοίου και τέλος την ταχύτητα και την κατεύθυνση του ανέμου. Τα δεδομένα αυτά δεν είναι πολύ σημαντικά, αλλά σε ορισμένες περιπτώσεις μπορούν να φανούν χρήσιμα. Για να μπορέσουν να αναπαραχθούν τα στοιχεία τα οποία αποθηκεύονται στο **VDR** απαιτείται ένα υπολογιστικό σύστημα παρόμοιο σε επιδόσεις με έναν μέσο ηλεκτρονικό υπολογιστή. Από πλευρά υλικού, ο

υπολογιστής πρέπει να διαθέτει έναν επεξεργαστή αντάξιο ή ανώτερο ενός **Intel Pentium 4**, μία μνήμη **RAM** χωρητικότητας **250MB** ή περισσότερο, έναν σκληρό δίσκο με ελεύθερο χώρο **40GB** ή παραπάνω. Το σύστημα αυτό θα χρειάζεται επίσης να έχει μία οθόνη η οποία να υποστηρίζει ανάλυση ανώτερη αυτής των 1280×1024 ενώ η κάρτα γραφικών του συστήματος θα πρέπει να υποστηρίζει την ανάλυση των 1280×1024 pixels. Η κάρτα ήχου θα πρέπει να μπορεί να αναπαράγει ήχους συχνότητας 150-6000Hz, και να έχει έως και 4 εισόδους μικροφώνων. Το σύστημα αυτό συνδέεται με την κάψουλα προστασίας δεδομένων μέσω καλωδίου δικτύου τύπου Ethernet. Και τέλος το υπολογιστικό σύστημα θα πρέπει να έχει και ένα τροφοδοτικό τουλάχιστον 300Watt. Από πλευράς λογισμικού συστήνεται η χρήση **Windows** ενώ το λειτουργικό που αναπαράγει τα δεδομένα δίδεται από την εταιρεία που προμηθεύει το **VDR**.

❖ **Η κύρια ηλεκτρονική μονάδα**

Η κύρια ηλεκτρονική μονάδα είναι το τμήμα του **VDR** που είναι συνδεδεμένο με όλα τα άλλα τμήματά του όπου αποθηκεύονται και μεταφέρονται πολλές πληροφορίες. Ζυγίζει 26 κιλά και έχει διαστάσεις 370x203x530 χιλιοστά ενώ ο χώρος που καταλαμβάνει αφού εγκατασταθεί είναι 310x489 χιλιοστά. Αυτή η μονάδα ομοίως έχει ένα υπολογιστικό σύστημα το οποίο αποτελείται από έναν επεξεργαστή τουλάχιστον 800 MHz, μια **SDRAM** και έναν σκληρό δίσκο χωρητικότητας 40 **GB**. Η μονάδα αυτή έχει επίσης 8 εισόδους μικροφώνων, 6 για τα δεδομένα ήχου που προέρχονται από την γέφυρα του πλοίου και 2 για δεδομένα ήχου προερχόμενα από τις συχνότητες **VHF**. Ακόμη, έχει μια είσοδο για τα δεδομένα του **Radar**. Όσον αφορά την παροχή ενέργειας, χρειάζεται 220±20% τύπου AC, 110V±10%(50/60Hz) και τέλος μία παροχή DC 24VDC.

❖ **Η μονάδα απόκτησης δεδομένων**

Η μονάδα απόκτησης δεδομένων είναι το τμήμα του **VDR** που αποκτά τις πληροφορίες από την κάψουλα. Έχει 26 σειριακές εισόδους, τύπου RS232 ή RS485. Υπάρχει διακόπτης 48 καναλιών που είναι στεγανός με παροχή ενέργειας 5-35V. Ακόμη, υπάρχουν 8 κανάλια για εισαγωγή αναλογικού σήματος, ένα κανάλι για σταδιακό σήμα, ένα κανάλι για συγχρονισμένο σήμα, ένα κουτί ενέργειας με 15 κανάλια εισόδου και μίας εξόδου, και τέλος ένα κουτί σήματος με ένα κανάλι εισόδου και 15 εξόδων.

❖ Η μονάδα παροχής ενέργειας

Η μονάδα παροχής ενέργειας είναι το τμήμα του **VDR** που δίνει την απαραίτητη ενέργεια σε όλα τα τμήματά του. Πέραν όμως της παροχής ενέργειας, η μονάδα αυτή διατελεί και τον σταθεροποιητή καθώς προστατεύει το **VDR** από τυχόν πτώση τάσης ή υπέρταση, που θα μπορούσαν να προκαλέσουν ζημιά στο **VDR**. Επίσης, διαθέτει ενσωματωμένες μπαταρίες που μπορούν να τροφοδοτούν το **VDR** σε περίπτωση διακοπής παροχής ενέργειας για δύο ώρες.

❖ Εγκατάσταση

Η εγκατάσταση του **VDR** γίνεται από εξουσιοδοτημένες εταιρείες και εγκαθίστανται στη γέφυρα του πλοίου και συνδέονται μέσω καλωδίων με τους διάφορους μεταδότες πληροφοριών στο μηχανοστάσιο, στους χώρους που παρευρίσκεται το πλήρωμα του πλοίου ή επιβάτες καθώς επίσης και στα αμπάρια του πλοίου και στις δεξαμενές του.

❖ Συντήρηση

Σύμφωνα με τους κανονισμούς λειτουργίας ενός **VDR** θα πρέπει να επιθεωρείται κάθε χρόνο από εξουσιοδοτημένη εταιρεία, η οποία θα παρέχει και το αντίστοιχο πιστοποιητικό που θα επιβεβαιώνει την αξιοπιστία του συστήματος. [40],[41]

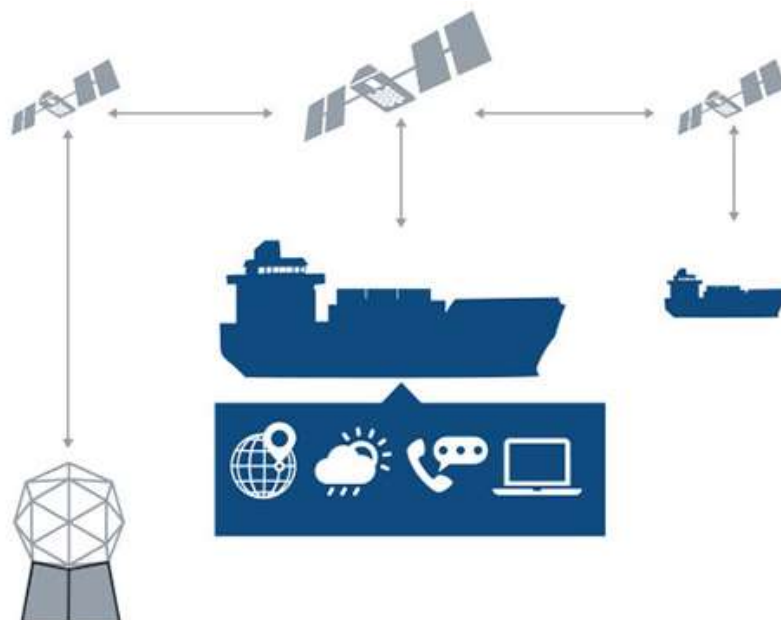
4.4 Άλλα ναυτιλιακά επικοινωνιακά δορυφορικά συστήματα

Στην ναυτιλία όπως είδαμε παραπάνω έχουμε την χρήση δορυφόρων, το **Inmarsat**. Ωστόσο, μέχρι τα τέλη του 1990 δεν υπήρξε άλλο δορυφορικό σύστημα πέρα από το **Inmarsat**. Το σύστημα αυτό όμως δεν διέθετε αμφίδρομη επικοινωνία αφού πρώτα έπρεπε να ληφθεί το μήνυμα και κατόπιν να απαντήσει εκ νέου. Έτσι, κατά συνέπεια στα τέλη του 1990 εμφανίζονται και άλλα δορυφορικά επικοινωνιακά συστήματα τα οποία δύνανται να παρέχουν την αμφίδρομη επικοινωνία είτε μέσω μηνυμάτων, είτε με τηλεφωνική κλήση, είτε με τη χρήση δεδομένων.

4.4.1 Το δορυφορικό σύστημα Iridium

Η λειτουργία του συστήματος **Iridium** ξεκίνησε τον Μάρτιο του 2001. Αυτό συνέβη επειδή υπήρξε οικονομική κατάρρευση, καθιστώντας αδύνατη την λειτουργία του συστήματος **Iridium** πριν από το 2001. Το σύστημα αυτό βασίζεται σε ένα δίκτυο 66 δορυφόρων χαμηλής τροχιάς παρέχοντας δορυφορικές υπηρεσίες φωνής και δεδομένων.

Το δίκτυο του συστήματος επιτρέπει τη διαβίβαση σήματος φωνής και δεδομένων. Τα σήματα μεταφέρονται από τον έναν δορυφόρο στον άλλον μέχρι να φτάσουν στον δορυφόρο εκείνο που βρίσκεται πάνω από την τερματική συσκευή του χρήστη για τον οποίο προορίζονται. [16]



Σχήμα 4.4.1.1 Σχηματική απεικόνιση ραδιοεπικοινωνίας μεταξύ των δορυφόρων και της επίγειας πύλης του Iridium

4.4.1.1 Πλεονεκτήματα του συστήματος Iridium

Το σύστημα **Iridium** φέρει αρκετά πλεονεκτήματα. Πρώτον, ο κάθε δορυφόρος είναι διασυνδεδεμένος με δύο άλλους δορυφόρους στο ίδιο τροχιακό επίπεδο αλλά και με άλλους δύο από το γειτονικό τροχιακό επίπεδο. Αυτές οι διασυνδέσεις δημιουργούν ένα δυναμικό δίκτυο για την υλοποίηση των δορυφορικών κλήσεων και αυτές δρομολογούνται μεταξύ δορυφόρων του συστήματος, χωρίς να κατευθύνονται απευθείας προς τη γη, παρά μόνο όταν είναι εντελώς απαραίτητο να καταλήξουν σε μια επίγεια πύλη. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα πως το σύστημα παραμένει ανεπηρέαστο από φυσικές επίγειες καταστροφές. Δεύτερον, οι καθυστερήσεις της φωνής δεν γίνονται αντιληπτές από τους χρήστες όπως συμβαίνει στους γεωσύγχρονους δορυφόρους, ενώ παράλληλα το **Iridium** προσφέρει παγκόσμια κάλυψη καλύπτοντας ακόμη και τις περιοχές με πολύ βόρεια και πολύ νότια γεωγραφικά πλάτη. Τρίτον, απαιτούν σημαντικά μειωμένη κατανάλωση ενέργειας λόγω της χρήσης χαμηλής τροχιάς δορυφόρων. Τέλος, κάτι που δεν μπορεί να καταταχθεί ούτε στα πλεονεκτήματα αλλά και ούτε στα μειονεκτήματα είναι η ταχύτητα μετάδοσης των δεδομένων. Η αρχική ταχύτητα μετάδοσης ανέρχεται στα 88 Kbps με εύρος έως και 777 Kbps, ενώ μπορεί να φτάσει σε τελική ταχύτητα των 1.4 Mbps. [16],[42]

4.4.1.2 Υπηρεσίες του συστήματος Iridium στη Ναυτιλία

Οι παρεχόμενες υπηρεσίες του συστήματος **Iridium** είναι οι ακόλουθες:

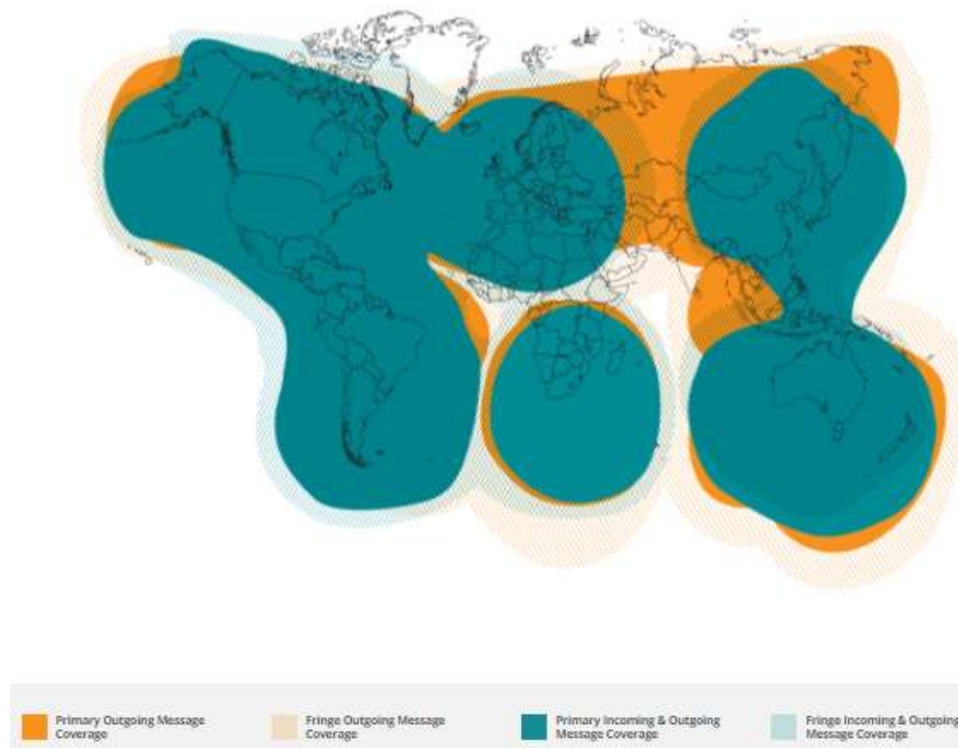
1. Υπηρεσίες Συστήματος Προειδοποίησης Ασφάλειας (**SSAS**). Οι υπηρεσίες κάλυψης που παρέχει το σύστημα Iridium είναι συμμορφωμένες με τις σχετικές απαιτήσεις του **IMO** για το **SSAS**. Ακόμη, μπορούν να καλύψουν τις προδιαγραφές των αρχών των χωρών υπό τη σημαία των οποίων πλέουν τα σκάφη που χρησιμοποιούν τα σκάφη. Το σύστημα επίσης παρέχει πολλές εναλλακτικές αποστολής μηνυμάτων του **SSAS**, όπως τα σύντομα μηνύματα (**SMS**), τα Δεδομένα Βραχείας Ριπής (**SBD**), τα πρωτόκολλα δεδομένων μεταγωγής του κυκλώματος, το διαδίκτυο, το δημόσιο τηλεφωνικό δίκτυο ή και τα Εικονικά Ιδιωτικά Δίκτυα (**VPN**).
2. Τηλεφωνικές κλήσεις από τα πληρώματα των πλοίων. Το σύστημα είναι εξοπλισμένο με ειδική πλατφόρμα για τη διαχείριση τηλεφωνικών κλήσεων που πραγματοποιεί το πλήρωμα εν πλω. Για την κλήση, το προσωπικό πραγματοποιεί την κλήση με προπληρωμένη κάρτα. Το μέλος του πληρώματος που επιθυμεί να κάνει την κλήση εισάγει το PIN του έτσι ώστε να καλέσει σε οποιοδήποτε επίγειο σταθερό ή κινητό τηλέφωνο.
3. Επικοινωνίες εντός δικτύου. Το σύστημα παρέχει ειδικό πακέτο υπηρεσιών με την εμπορική ονομασία «In Network Calling» για τις κλήσεις εντός του συστήματος μεταξύ των πλοίων και των κεντρικών γραφείων της ναυτιλιακής εταιρείας. Οι κλήσεις αυτές πραγματοποιούνται μεταξύ των τερματικών που είναι εγκατεστημένα τόσο στα πλοία όσο και στα κεντρικά γραφεία.
4. Επικοινωνίας Συστήματος Αναγνώρισης και Εντοπισμού Πλοίων Μακράς Απόστασης (**LRIT**). Το δορυφορικό σύστημα μπορεί να εντοπίσει το ίχνος κάθε σκάφους σε οποιοδήποτε στίγμα του πλανήτη. Ο απαιτούμενος εξοπλισμός εγκαθίσταται εύκολα και η υπηρεσία είναι συμβατή με τις προδιαγραφές των διεθνών οργανισμών για το σύστημα **LRIT**.
5. Υπηρεσίες Συστήματος Παρακολούθησης Πλοίων (**VMS**). Το δορυφορικό σύστημα **Iridium** παρέχει υπηρεσίες **VMS** πληροφοριών και υπηρεσίες επικοινωνιών σε παγκόσμια κάλυψη. [16]

4.4.2 Το σύστημα Globalstar

Η εταιρεία Globalstar χρησιμοποιεί 48 δορυφόρους χαμηλής περί της γης τροχιάς, εκ των οποίων οι 44 κινούνται σε 8 καθορισμένα τροχιακά επίπεδα ενώ οι άλλοι 4 σε ελεύθερα τροχιακά επίπεδα με τη δυνατότητα μεταβολής τους. Με αυτήν τη διάταξη καλύπτεται συνολικά ένα σημαντικό τμήμα της υδρογείου από πλάτος 70°

Βόρεια έως 70° Νότια, αφήνοντας εκτός τις περιοχές των πόλων και ορισμένων περιοχών του ωκεανού. Οι δορυφορικές μεταδόσεις του συστήματος είναι ασύμμετρες, το οποίο πρακτικά σημαίνει πως απαιτείται πλήθος επίγειων σταθμών για την μετάδοση σε άλλα επίγεια ή δορυφορικά δίκτυα. [16]

Παρακάτω ακολουθεί διάγραμμα κάλυψης του συστήματος Globalstar όπου με μπλε χρώμα αποτυπώνονται οι περιοχές στις οποίες υπάρχει κύρια κάλυψη εισερχόμενων και εξερχόμενων μηνυμάτων, με πορτοκαλί χρώμα η κύρια κάλυψη εξερχόμενων μηνυμάτων, με μπλε διαγραμμίσεις η κάλυψη εισερχόμενων και εξερχόμενων μηνυμάτων και με πορτοκαλί διαγραμμίσεις η κάλυψη εξερχόμενου μηνύματος. [43]



Σχήμα 4.4.2.1 Διάγραμμα κάλυψης του συστήματος Globalstar για τις υπηρεσίες που παρέχει.

4.4.2.1 Τρόπος λειτουργίας του συστήματος Globalstar

Μια κλήση γίνεται μέσα από διαφορετικές διαδρομές του δικτύου, έτσι ώστε να εξασφαλιστεί η μη διακοπή της κλήσης ακόμη και όταν μετακινηθεί εκτός οπτικής επαφής από τον δορυφόρο το τηλέφωνο. Σε κάθε κλήση διάφοροι δορυφόροι εκπέμπουν το σήμα του καλούντος στο δορυφορικό πιάτο της κατάλληλης πύλης του συστήματος όπου στη συνέχεια η κλήση δρομολογείται τοπικά στα επίγεια επικοινωνιακά συστήματα που είναι συνδεδεμένος ο καλούμενος. Μόλις ένας δεύτερος δορυφόρος αρχίσει να συλλέγει το σήμα και μπορεί να επικοινωνήσει με την ίδια επίγεια πύλη που επικοινωνεί και ο πρώτος δορυφόρος ξεκινά ταυτόχρονα την εκπομπή. Έτσι, αν για κάποιο λόγο διακοπεί η επικοινωνία με τον πρώτο δορυφόρο,

τότε ο δεύτερος δορυφόρος διατηρεί την εκπομπή του αρχικού σήματος προς την επίγεια πύλη και κατά συνέπεια να αποφευχθεί η πιθανή διακοπή της κλήσης. [16]

4.4.2.2 Πλεονεκτήματα του συστήματος Globalstar

Αρχικά, το λογισμικό του συστήματος είναι εγκατεστημένο στον εξοπλισμό εδάφους και όχι στους δορυφόρους. Με αυτόν τον τρόπο η πρόσβαση, η συντήρηση καθώς και η αναβάθμιση του συστήματος γίνονται γρήγορα και εύκολα. Τα πλεονεκτήματα των υπηρεσιών που παρέχει το σύστημα Globalstar είναι:

- ❖ Ασφαλή κλήση και καθαρότητα φωνής, αφού η τεχνολογία που διαθέτει το σύστημα καθιστά την κλήση ασφαλή και με καθαρότητα φωνής.
- ❖ Η σχεδόν μη αντιληπτή καθυστέρηση φωνής, επειδή το σύστημα αποτελείται από δορυφόρους χαμηλής τροχιάς περί τη γη, με αποτέλεσμα να μην είναι σχεδόν αντιληπτή η καθυστέρηση επικοινωνίας φωνής αλλά και ήχους όπως παρατηρείται στην επικοινωνία με γεωσύγχρονους δορυφόρους.
- ❖ Ελαφριές και ενοποιημένες συσκευές. Οι κινητές συσκευές που χρησιμοποιούνται για το σύστημα αυτό είναι ελαφριές ενώ μπορούν να χρησιμοποιηθούν τόσο για δορυφορικές κλήσεις αλλά όσο και για κλήσεις επίγειων δικτύων κινητής τηλεφωνίας.

Σχετικό μειονέκτημα του συστήματος αυτού είναι πως δεν καλύπτει ολόκληρη την επιφάνεια της γης, όπως τις ακραίες πολικές περιοχές και ορισμένες περιοχές στη μέση των ωκεανών. [16]

4.4.2.3 Υπηρεσίες του συστήματος Globalstar στη Ναυτιλία

Οι υπηρεσίες που προσφέρει το σύστημα Globalstar ανταποκρίνεται στις ανάγκες κάθε μεγέθους πλοίου ενώ εξασφαλίζεται και η επικοινωνία σε αποστάσεις που ξεπερνούν τα 200 μίλια από όλες τις ακτές. Πιο συγκεκριμένα, οι προσφερόμενες υπηρεσίες του συστήματος στη ναυτιλία είναι:

1. Υπηρεσίες φωνής
2. Υπηρεσίες ηλεκτρονικού ταχυδρομείου και εφαρμογές διαδικτύου
3. Υπηρεσίες δεδομένων, οι οποίες μπορούν να ληφθούν και από κινητές και από σταθερές μονάδες. Επίσης, μπορούν να συνδεθούν φορητοί ή σταθεροί υπολογιστές, δίνοντας τη δυνατότητα στους χρήστες την αποστολή και λήψη δεδομένων με ταχύτητες τουλάχιστον 9 Kbps. Επιπλέον, παρέχονται εξειδικευμένες υπηρεσίες δεδομένων μέσω πολυκαναλικών διαποδιαμορφωτών που παρέχουν αμφίδρομη επικοινωνία με ταχύτητες από 19,2 Kbps έως και τουλάχιστον 144 Kbps, κατόπιν συμπίεσης δεδομένων. Επίσης, το σύστημα υποστηρίζει Εποπτικό

Έλεγχο και Απόκτηση Δεδομένων (**SCADA**), με τις οποίες μπορούν να σταλούν και να ληφθούν δεδομένα από απόσταση είτε αυτόματα είτε κατ' εντολή. Για παράδειγμα, με την εφαρμογή αυτή μπορούν να ελεγχθούν σε ένα τάνκερ τα επίπεδα του πετρελαίου που μεταφέρει ή να παρακολουθείται η θερμοκρασία των εμπορευμάτων που πρέπει να διατηρούνται σε συγκεκριμένη θερμοκρασία.

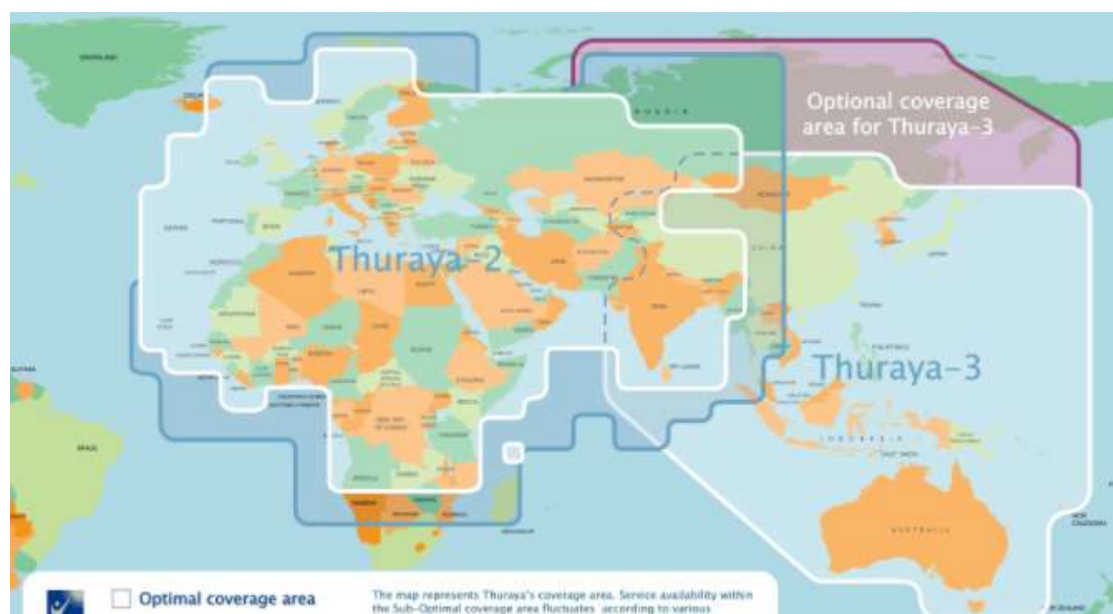
4. Υπηρεσίες που παρέχουν Συστήματα Ελέγχου Σκαφών (**VMS**), με σκοπό την εξασφάλιση της συμμόρφωσης με τους διεθνείς κανονισμούς. [16]

4.4.3 Το σύστημα Thuraya

Το σύστημα Thuraya κινητής και δορυφορικής επικοινωνίας έχει κατασκευαστεί από την Boeing Satellite Systems. Η λειτουργία του συστήματος ξεκίνησε με την υποστήριξη δύο γεωσύγχρονων δορυφόρων, τον Thuraya-1 και τον Thuraya-2, που εκτοξεύτηκαν τον Οκτώβριο του 2000 και τον Ιούνιο του 2003 αντίστοιχα, ενώ τον Ιανουάριο του 2008 εκτοξεύτηκε και ο δορυφόρος Thuraya-3. [16][44]

Το σύστημα Thuraya μπορεί και προσφέρει αρκετές υπηρεσίες προς τη Ναυτιλία, όπως συμπύεση και βελτιστοποίηση των δεδομένων, **IOT** (διαδίκτυο των αντικειμένων) / **M2M** (επικοινωνία Machine to Machine) / τηλεμετρία, υπηρεσία διαδικτύου και διαχείριση δεδομένων, ασφαλή επικοινωνία σε ένα δίκτυο πλοίων, μεταφορισιμότητα, ασφαλές **VPN**, αμφίδρομη επικοινωνία, οι οικονομικές κλήσεις αλλά και βιντεοκλήσεις κλπ. [45]

Το σύστημα Thuraya είναι σε θέση να καλύψει πολλές αλλά συγκεκριμένες περιοχές, όπου μερικές από αυτές είναι ο Περσικός Κόλπος, η Ερυθρά Θάλασσα, η



Σχήμα 4.4.3.1 Το διάγραμμα κάλυψης του συστήματος Thuraya

Μεσόγειος, η Βόρεια Θάλασσα, η Βαλτική, η Κασπία, η Μαύρη Θάλασσα καθώς και τμήμα του Ινδικού και Ατλαντικού Ωκεανού. Αυτό μπορούμε να το δούμε και στο παρακάτω σχήμα 4.4.3-1. [16]

4.4.3.1 Παρεχόμενες υπηρεσίες του Thuraya προς τη Ναυτιλία

Το εξειδικευμένο αυτό σύστημα παρέχει πολλές υπηρεσίες τις οποίες προαναφέραμε παραπάνω. Το σύστημα Thuraya για τη Ναυτιλία έχεις τις εξής τρεις υποκατηγορίες **OceanPro**, **SeaPro**, **SeaLite**.

- **OceanPro**, παρέχοντας αυξημένη δυνατότητα εύρους ζώνης, ενσωματώνοντας τις ζώνες **Ku** και **L**.
- **SeaPro**, που είναι ευρυζωνικές υπηρεσίες που παρέχουν ταχύτητες έως και 444 Kbps.
- **SeaLite**, που είναι υπηρεσίες narrowband που καλύπτουν την αποστολή/λήψη **SMS** και το **GmPRS**.

Στις τρεις αυτές υποκατηγορίες συνοπτικά υπάγονται οι εξής υπηρεσίες:

- Υπηρεσίες φωνής
- Υπηρεσίες **FAX**
- Υπηρεσίες **SMS**
- Παροχή δυνατότητας επικοινωνίας του πληρώματος του πλοίου με τη χρήση προπληρωμένων καρτών
- Υπηρεσία αποστολής **SMS** ή και **e-mail** σε προεπιλεγμένες επαφές σε περιπτώσεις έκτακτης ανάγκης. [16]

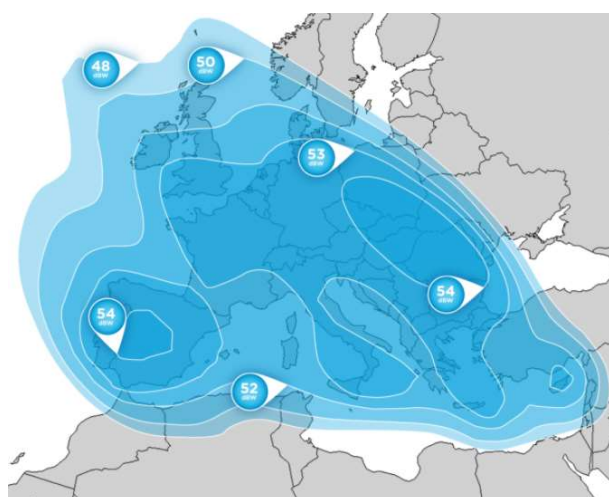
4.4.4 Το σύστημα Hellas Sat

Η εταιρεία Hellas Sat Consortium Ltd είναι μια κοινοπραξία μεταξύ ελληνικών και κυπριακών συμφερόντων με κύριο μέτοχο τον **OTE**. Στην κατοχή της έχει μέχρι στιγμής 3 γεωσύγχρονους δορυφόρους καλύπτοντας μεγάλο κομμάτι τριών ηπείρων. Πιο αναλυτικά, αυτή την στιγμή το σύστημα Hellas Sat έχει προς χρήση τρεις δορυφόρους, οι οποίοι είναι οι **Hellas Sat-2**, **Hellas Sat-3** και **Hellas Sat-4**.

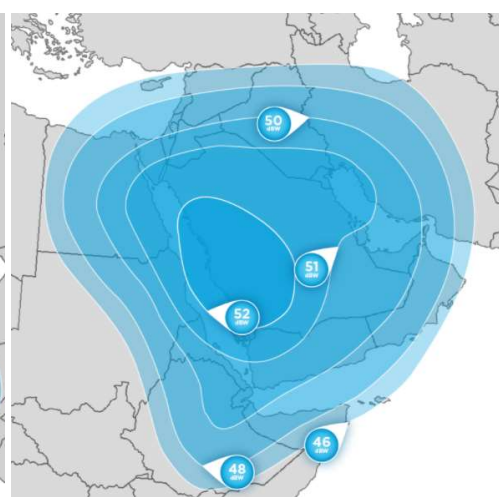
- **Hellas Sat-2**. Πρόκειται για έναν γεωσύγχρονο δορυφόρο **Airbus Eurostar 2000+**, με τροχιακή θέση 39° Ανατολικά, που εκτοξεύτηκε στις 13 Μαΐου του 2003, με αναμενόμενο χρόνο ζωής 15 χρόνια και φορτίο (payload) της Ku ζώνης με 30 αναμεταδότες, καθώς και κάλυψη σε Ευρώπη, Νοτιοδυτική (Μέση Ανατολή) Ασία και Νότια Αφρική (βλ. σχήματα 4.4.4-1, 4.4.4-2, 4.4.4-3).
- **Hellas Sat-3**. Πρόκειται για έναν γεωσύγχρονο δορυφόρο **Thales Alenia Spacebus 4000C4**, με τροχιακή θέση 39ο Ανατολικά, που εκτοξεύτηκε στις 28

Ιουνίου του 2017, με αναμενόμενο χρόνο ζωής 16,5 χρόνια και φορτίο (payload) της Ku ζώνης με 47 αναμεταδότες και έναν αναμεταδότη της Ka ζώνης, καθώς και κάλυψη σε Ευρώπη, Νοτιοδυτική (Μέση Ανατολή) Ασία και Νότια Αφρική (βλ. σχήματα 4.4.4-4 έως 4.4.4-8).

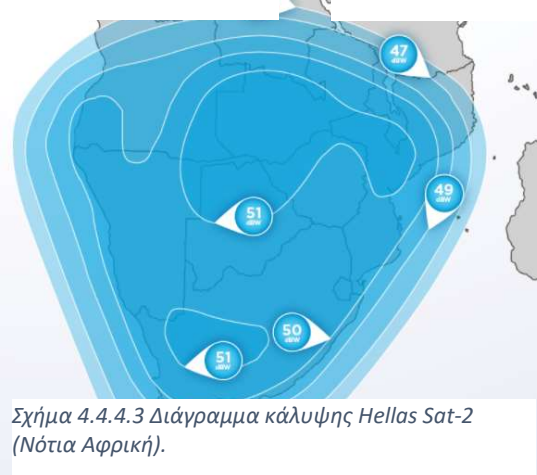
- **Hellas Sat-4.** Πρόκειται για έναν γεωσύγχρονο δορυφόρο **Lockheed Martin A2100TR** που θα βοηθήσει τον **Hellas Sat-3** στην ολοκληρωμένη κάλυψη περιοχών, με τροχιακή θέση 39ο Ανατολικά, που εκτοξεύτηκε στις 5 Φεβρουαρίου του 2019, με αναμενόμενο χρόνο ζωής μεγαλύτερο των 15 χρόνων και φορτίο (payload) της Ku ζώνης με 34 αναμεταδότες, καθώς και κάλυψη σε Ευρώπη, Νοτιοδυτική (Μέση Ανατολή) Ασία και Νότια Αφρική (βλ. σχήματα 4.4.4-9 έως 4.4.4-12). [46]



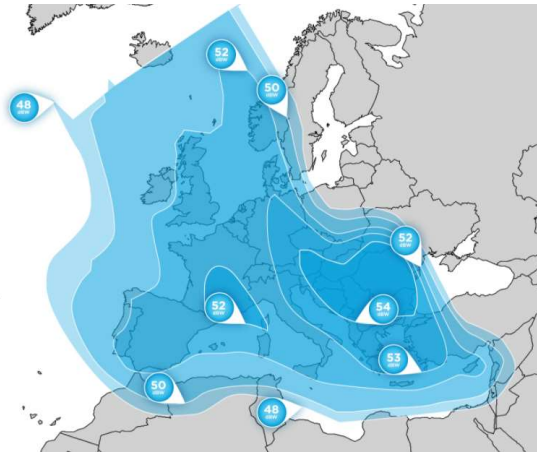
Σχήμα 4.4.4.1 Διάγραμμα κάλυψης Hellas Sat-2 (Ευρώπη)



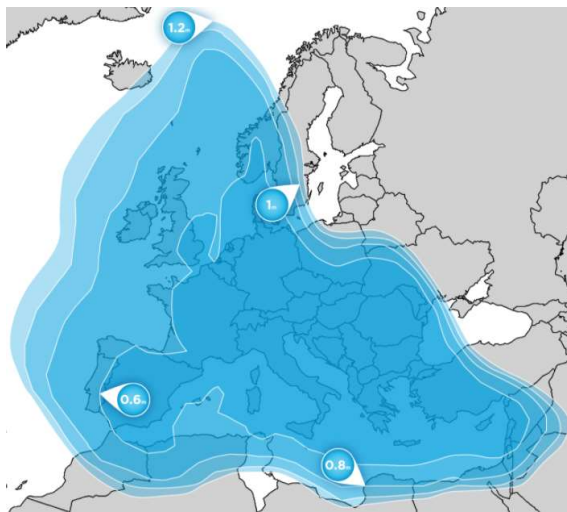
Σχήμα 4.4.4.2 Διάγραμμα κάλυψης Hellas Sat-2 (Νοτιοδυτική Ασία – Μέση Ανατολή).



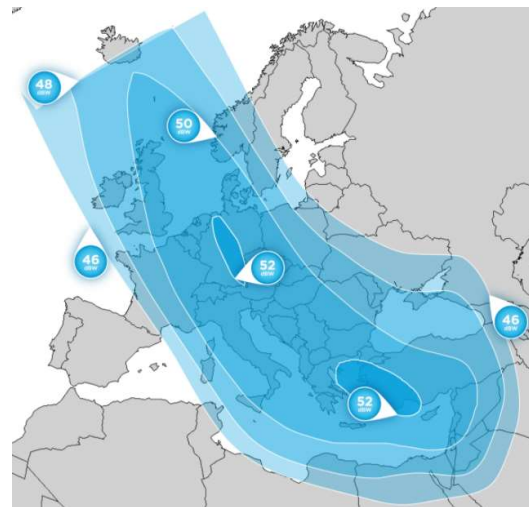
Σχήμα 4.4.4.3 Διάγραμμα κάλυψης Hellas Sat-2 (Νότια Αφρική).



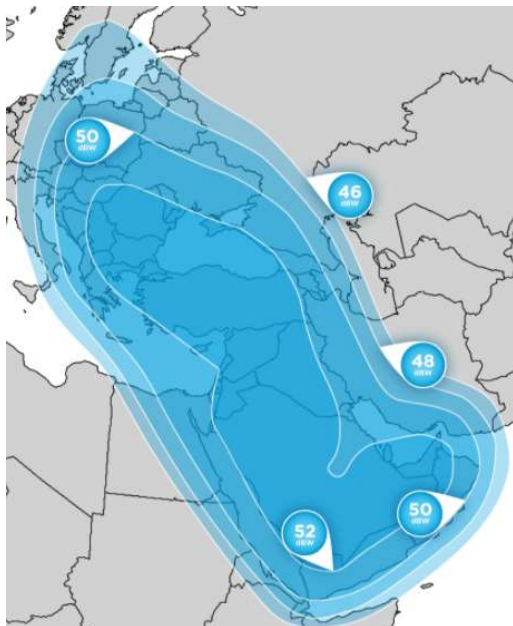
Σχήμα 4.4.4.4 Διάγραμμα κάλυψης σταθερής δορυφορικής επικοινωνίας (FSS) Hellas Sat-3 (Ευρώπη).



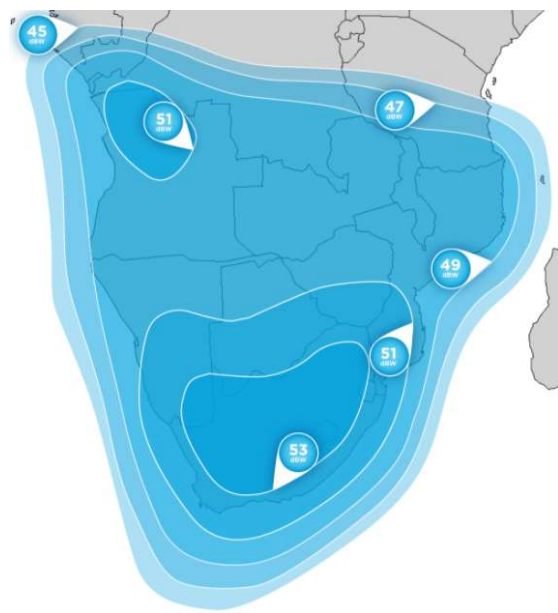
Σχήμα 4.4.4.5 Διάγραμμα κάλυψης ευρυζωνικής δορυφορικής επικοινωνίας (BSS) Hellas Sat-3 (Ευρώπη).



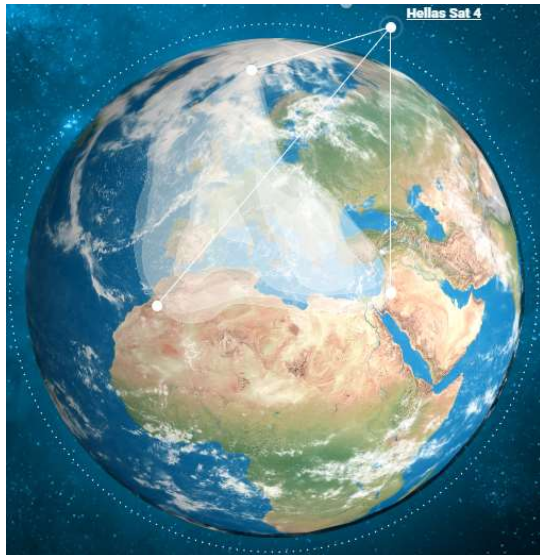
Σχήμα 4.4.4.6 Διάγραμμα κάλυψης ζώνης Ka του Hellas Sat-3 (Ευρώπη).



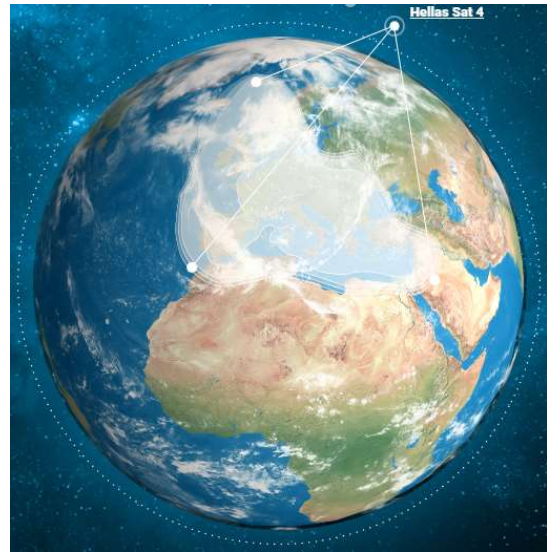
Σχήμα 4.4.4.7 Διαγραμμα κάλυψης ζώνης Ku του Hellas Sat-3 (Νοτιοδυτική Ασία – Μέση Ανατολή).



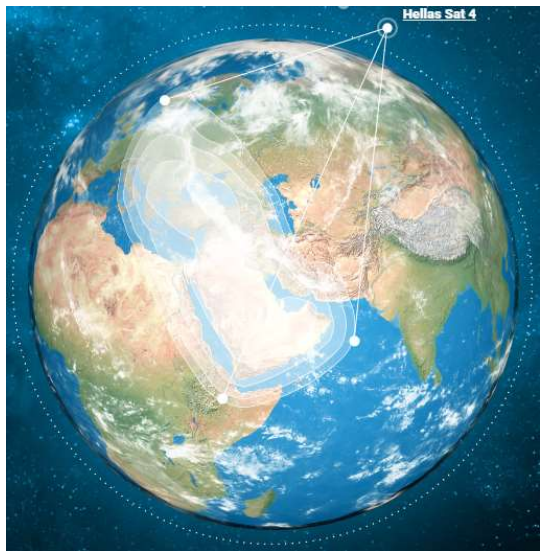
Σχήμα 4.4.4.8 Διαγραμμα κάλυψης ζώνης Ku του Hellas Sat-3 (Νότια Αφρική).



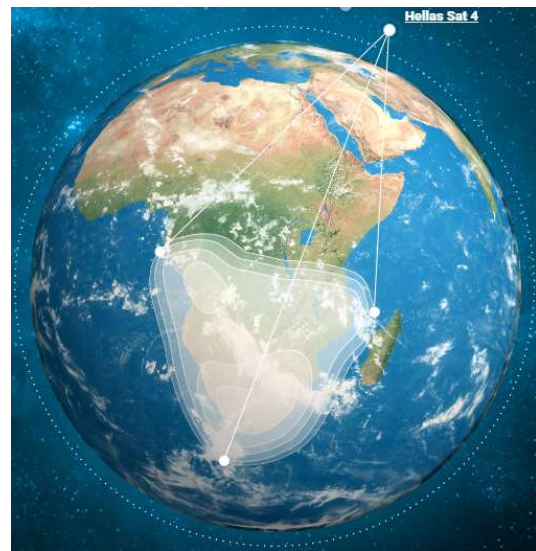
Σχήμα 4.4.4.9 Διάγραμμα κάλυψης σταθερής δορυφορικής επικοινωνίας (FSS) Hellas Sat-4 (Ευρώπη).



Σχήμα 4.4.4.10 Διάγραμμα κάλυψης ευρυζωνικής δορυφορικής επικοινωνίας (BSS) Hellas Sat-4 (Ευρώπη).



Σχήμα 4.4.4.11 Διάγραμμα κάλυψης ζώνης Ku του Hellas Sat-4 (Νοτιοδυτική Ασία – Μέση Ανατολή).



Σχήμα 4.4.4.12 Διάγραμμα κάλυψης ζώνης Ku του Hellas Sat-4 (Νότια Αφρική).

Ενότητα 5 **IoT και IoS**

5.1 Εισαγωγή

Η ναυτιλία είναι ένας συνεχώς εξελισσόμενος τομέας σε πολλές διαβαθμίσεις, τόσο στην ασφάλεια που διέπει ένα ομαλό ταξίδι όσο και τα μέσα που συμβάλλουν για αυτό. Φτάνοντας σε αυτό το σημείο έχει γίνει κατανοητή η σημασία των τεχνολογικών μέσων που χρησιμοποιούνται για την αμοιβαία επικοινωνία μεταξύ πλοίου με πλοίου αλλά και πλοίου με στεριά. Φυσικά, όλα τα μέσα αυτά πλέον μπορούν να ελέγχονται και να εποπτεύονται απομακρυσμένα μέσω της χρήσης της αναπτυσσόμενης τεχνολογίας, γνωστή και ως **IoT – Internet of Things** (Διαδίκτυο των Αντικειμένων). Σύμφωνα με την αναφορά της **Inmarsat**, το βιομηχανικό **IoT** πρόκειται για τη ναυτιλιακή βιομηχανία που έχει ενσωματώσει τις περισσότερες λύσεις με τη χρήση του **IoT** σε σχέση με άλλους τομείς ενώ άλλες πηγές αποκαλύπτουν ότι κορυφαίοι ναυτιλιακοί οργανισμοί έχουν σκοπό να επενδύσουν περίπου 2,5 εκατομμύρια δολάρια τα επόμενα τρία χρόνια σε λύσεις που βασίζονται στο **IoT** με την προσδοκία πως θα τους επιφέρει εξοικονόμηση κόστους της τάξης του 14% στα επόμενα πέντε ε επτά χρόνια. Παράλληλα το **IoT** συμβάλλει στην ναυτιλία μετατρέποντας τα πλοία, τις μεταφορές και τα λιμάνια σε «έξυπνα». [47]

Επιπλέον, η ψηφιοποίηση έρχεται με ταχείς ρυθμούς στη ναυτιλιακή βιομηχανία. Ο συνδυασμός αυστηρότερων περιβαλλοντικών κανονισμών και ασταθών θεμελιωδών αγορών παρακινεί σταθερά τους εφοπλιστές προς τα **μεγάλα δεδομένα** και την καινοτομία. Ακόμη, ενώ η σύνδεση του πλοίου με το «ψηφιακό περιβάλλον» είναι τεχνικά απλή, με τη διαφορά ότι πρέπει να αντιμετωπιστούν αρκετά εμπόδια πριν από τη ευρεία υιοθέτηση. Ωστόσο, στα επόμενα χρόνια θα υπάρξουν πολλές προκλήσεις έτσι ώστε να παραμείνει κερδοφόρα η ναυτιλιακή βιομηχανία σε μια εποχή βιωσιμότητας, η ενσωμάτωση του **IoT** είναι το πρώτο κρίσιμο βήμα για τη ικανοποίηση των απαιτήσεων του μέλλοντος. [48]

5.2 Ορισμός του IoT και του IoS

Ο ορισμός για το Διαδίκτυο των Αντικειμένων (**IoT**) είναι αρκετά απλός καθώς αυτό ορίζεται ως ένα σύστημα αλληλένδετων υπολογιστικών συσκευών, μηχανικές και ψηφιακές συσκευές παρέχοντας μοναδικά αναγνωριστικά και την δυνατότητα μεταφοράς δεδομένων σε ένα δίκτυο χωρίς να απαιτείται η αλληλεπίδραση μεταξύ ανθρώπων ή και η αλληλεπίδραση ανθρώπων με υπολογιστές. Συνδεδεμένες μηχανές και αντικείμενα σε εργοστάσια, στην περίπτωση μας σε πλοία, αποτελούν την πιθανή

τέταρτη βιομηχανική επανάσταση. Ακόμη το **IoT** περιλαμβάνει οτιδήποτε συνδέεται στο διαδίκτυο, ενώ όλο και περισσότερο χρησιμοποιείται για τον ορισμό αντικειμένων που «μιλούν» μεταξύ τους. Η σημερινή εποχή στην βιομηχανία και κατ' επέκταση στη ναυτιλία βρίσκεται σε ένα στάδιο ψηφιοποίησης όπου επιχειρήσεις καθοδηγούνται από δεδομένα, αναλυτικά στοιχεία, συνδεσιμότητα και αυτοματισμό μεταξύ αυτών. Ο κύριος στόχος της χρήσης του **IoT** και των εφαρμογών του είναι η επίτευξη καλύτερης απόδοσης όσον αφορά τις λειτουργίες, την ελαχιστοποίηση των ανθρώπινων σφαλμάτων και κινδύνων, και συνεπώς την βελτίωση της ποιότητας των υπηρεσιών.[47]

Το **IoS** (Internet of Ships) αποτελεί μία πιο εξειδικευμένη χρήση του **IoT** που αφορά την διασύνδεση των αντικειμένων ανίχνευσης όπως είναι τα πλοία, τα πληρώματα, τα εμπορεύματα, ο εξοπλισμός εντός του πλοίου, το περιβάλλον των υδάτινων οδών, των εγκαταστάσεων στην ακτή και άλλα στοιχεία πλοήγησης που είναι ενσωματωμένα με ποικιλία αισθητήρων και ετερογενών δικτύων που επιτρέπουν την συλλογή και ανταλλαγή των δεδομένων.

Το **IoS** επιτρέπει την παρακολούθηση των σκαφών και του εξοπλισμού του πλοίου σε πραγματικό χρόνο. Επίσης, οι εταιρείες είναι σε θέση όπως θα δούμε και παρακάτω να παρακολουθεί όλο και περισσότερες λειτουργίες του πλοίου σε πραγματικό χρόνο. [49]



Σχήμα 5.1.2.1 Ένα τυπικό περιβάλλον ενός IoS στη θάλασσα.

5.3 Χαρακτηριστικά του IoS

Μεταξύ των δύο τεχνολογιών, **IoT** και **IoS**, υπάρχουν αρκετές ομοιότητες όπως αυτή της διασύνδεσης των διάφορων μερών ενός συστήματος καθώς και κοινή αρχιτεκτονική εξαρτημάτων και υπηρεσιών. Ωστόσο, υπάρχουν κάποια σημεία κλειδιά του θαλάσσιου τομέα που διαφοροποιούν το **IoT** από το **IoS**.

- **Maritime operations:** Οι θαλάσσιες μεταφορές πάντοτε έτειναν να λειτουργούν αυτόνομα, ενώ πάντοτε όποτε δίνονταν η δυνατότητα στους φορείς (πλοίαρχος-

πλήρωμα) λάμβαναν αποφάσεις που θα τους ωφελούσε χωρίς να λαμβάνουν υπόψιν την επιρροή των αποφάσεων αυτών πως θα επηρέαζαν άλλους. Παραδοσιακά, σε όλη την αλυσίδα μεταφορών στη ναυτιλία επικρατεί μια απροθυμία ή αδυναμία στην ανταλλαγή πληροφοριών. Για παράδειγμα, τα πλοία συνήθως δεν μοιράζονται τον εκτιμώμενο χρόνο άφιξης σε λιμάνι, καθώς έτσι θα ανταγωνίζονταν για το ίδιο χρονικό διάστημα στο λιμάνι άφιξης, ενώ οι τερματικοί σταθμοί δεν μοιράζονται με τη σειρά τους πληροφορίες με άλλους τερματικούς στην περιοχή. Βέβαια, αυτό πρόκειται να αλλάξει σύμφωνα με πρόσφατη δημοσίευση των *Mikael Lind* και *Andre Simha*. Οι πρωτοβουλίες ψηφιοποίησης και η κοινή χρήση δεδομένων συνεχίζονται και με αυτόν τον τρόπο παρέχονται νέες ευκαιρίες όπως το **IoS**. Ακόμη, οι περιφέρειες ενθαρρύνουν την ανταλλαγή δεδομένων και με αυτό τον τρόπο θα εξασφαλιστεί η βελτίωση της αποτελεσματικότητας των μικρών αποστάσεων των θαλάσσιων μεταφορών.

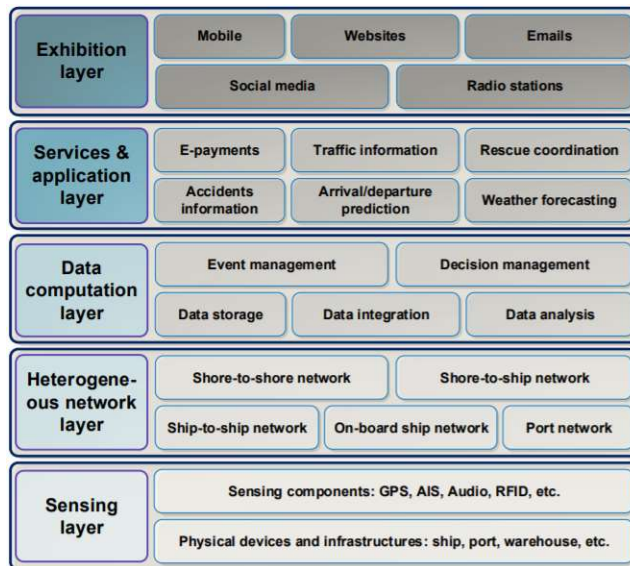
- **Maritime data:** Τα θαλάσσια δεδομένα (Maritime data) προέρχονται από ποικιλία πηγών περιλαμβάνοντας τα δεδομένα της γέφυρας του πλοίου, τον συμβατικό αυτοματισμό, τα νέα **cyber-physical** συστήματα, την παρακολούθηση απόδοσης, τις αναφορές, το Σύστημα Αυτόματης Ταυτοποίησης (**AIS**), τις Υπηρεσίες Κυκλοφορίας Σκαφών (**VTS**), την παρακολούθηση καιρικών και περιβαλλοντικών φαινομένων και τα δεδομένα από κλήσεις λιμανιού. Όμως, υπάρχουν συχνά περιορισμοί που σχετίζονται με ιδιότητα συστήματα, την ιδιοκτησία δεδομένων, την έλλειψη προτύπων διασύνδεσης και ζητήματα με την ποιότητα των ληφθέντων δεδομένων λόγω των πολύπλοκων φαινομένων που παρακολουθούνται αλλά και της χρησιμοποιούμενης οργάνωσης. Επί πρόσθετα, η μη-αυτόματη είσοδος δεδομένων μπορεί να δημιουργήσει πρόσθετα σφάλματα, μερικές φορές και επί σκοπώ λόγω εμπορικών εκτιμήσεων.
- **Δορυφορικές επικοινωνίες:** Ένα άλλο μοναδικό χαρακτηριστικό του **IoS** είναι ότι οι περισσότερες επικοινωνίες μεταξύ πλοίων και πλοίων-στεριά πρέπει να πραγματοποιείται με την χρήση δορυφορικών δικτύων, εκτός και να ένα πλοίο είναι κοντά στην ακτή όπου τα δίκτυα κινητής τηλεφωνίας (3G – 5G) είναι διαθέσιμα. Η κυρίως πρόκληση είναι ότι τα δορυφορικά δίκτυα είναι ακριβά για να αναπτυχθούν και έχουν καθυστέρηση στην επικοινωνία.
- **Maritime data management and analysis:** Το **IoS** στη θάλασσα μπορεί να διαχωριστεί σε συστήματα που αφορούν την πλοήγηση, τον αυτοματισμό και την ασφάλεια σύμφωνα με το σενάριο περίπτωσης που εξετάζεται. Το κάθε σενάριο μπορεί να έχει τελείως διαφορετικές απαιτήσεις για την συνδεσιμότητα και την διαχείριση δεδομένων. Επομένως, γίνεται σαφές πως υπάρχει ανάγκη ανάπτυξης αναλυτικών δεδομένων στο σκάφος για την υποστήριξη των λειτουργιών του

πλοίου σε πραγματικό χρόνο, ενώ οι πιο «βαριές» αναλύσεις να μπορούν να εκτελεστούν εκτός σύνδεσης, σε ένα Cloud στην ακτή, όπου εκεί διατίθενται περισσότεροι υπολογιστικοί πόροι. Αυτό επίσης παρέχει την απαραίτητη ευελιξία επικοινωνίας μεγάλων δεδομένων μόνο όταν υπάρχει καλή σύνδεση.

- **Safety and security considerations:** Η ναυτιλία θεωρείται κρίσιμη όσον αφορά την ασφάλεια, αφού ακόμη δεν έχει ολοκληρωθεί η ασφάλεια στον κυβερνοχώρο. Από την στιγμή που το **IoS** συνδέεται από διάφορα αντικείμενα ανά την υφήλιο όπως πλοία, λιμάνια, αποθήκες και βιομηχανικά συστήματα από διαφορετικούς προμηθευτές, είναι δύσκολο να δημιουργηθεί ένα αποτελεσματικό και ασφαλές δίκτυο επικοινωνίας στο περιβάλλον του **IoS**. Μια μη-εξουσιοδοτημένη πρόσβαση σε αντικείμενα ή και δεδομένα του **IoS** θα μπορούσε να επιφέρει επικίνδυνα αποτελέσματα, ακόμη και απώλεια ανθρώπινων ζωών. Επιπλέον, το **IoS** πρέπει να ανεκτικό σε σφάλματα αν κάποια στιγμή δεν υπάρχει σύνδεση στο διαδίκτυο ή στο cloud, και όμως να μπορεί να είναι αυτόνομο και να μπορεί να λειτουργεί ακόμη και κατά την διάρκεια διακοπών δικτύου. Τέλος, η ασφάλεια στον κυβερνοχώρο είναι υψίστης σημασίας καθώς όλα τα δεδομένα που βασίζονται σε ασύρματες μεταδόσεις, συμπεριλαμβάνοντας το **AIS**, την επικοινωνία μεταξύ πλοίων και πλοίου-στεριάς, είναι ευαίσθητα σε πλαστογράφιση ή παρεμβολές. [49]

5.4 Αρχιτεκτονική του IoS

Σε πρόσφατη βιβλιογραφία, διάφορες αρχιτεκτονικές έχουν προταθεί για την υιοθέτηση του **IoT** από τον τομέα της ναυτιλίας. Σε αυτήν την ενότητα, θα παρουσιάσουμε μία ολοκληρωμένη αρχιτεκτονική του **IoS** που αποτελείται από πέντε επίπεδα: : **Sensing, Heterogeneous Network, Data Computation, Services & Application, and Exhibition**. Παρακάτω ακολουθούν οι λειτουργίες των εκάστοτε επιπέδων της αρχιτεκτονικής **IoS**, η επεξήγησή τους καθώς και η σχηματική αναπαράστασή τους.



Σχήμα 5.4.1 Τα πέντε επίπεδα που αποτελούν τη δομή του IoT.

- **Sensing layer:** Το πρώτο επίπεδο είναι υπεύθυνο για την συλλογή δεδομένων από διάφορες πηγές που είναι τοποθετημένες είτε στο πλοίο είτε στην στεριά. Για παράδειγμα, το τερματικό ενός κλειστού κυκλώματος παρακολούθησης (**CCTV terminals**), το τερματικό του **AIS**, το **GPS**, το τερματικό του ραντάρ του **VTS**, οι αισθητήρες, αποτελούν σημαντικές πηγές δεδομένων που είναι τοποθετημένες εντός του περιβάλλοντος του **IoS**. Η κατεύθυνση του πλοίου, η θέση του, η ταχύτητά του, το επίπεδο του νερού, πληροφορίες για την κίνηση άλλων πλοίων, και η χωρητικότητα δεδομένων της γέφυρας είναι ορισμένα παραδείγματα των δεδομένων που συλλέγονται στο πρώτο επίπεδο του **IoS**.
- **Heterogeneous network layer:** Το επίπεδο δικτύου παρέχει την δυνατότητα επικοινωνίας μεταξύ των διαφόρων συσκευών/αντικειμένων που συντελούν το **IoS** και περιλαμβάνει διαφορετικές τεχνολογίες δικτύου, όπως δορυφορικές, Wi-Fi, LAN, 3G/4G. Αυτό το επίπεδο ακόμη στοχεύει στην ασφάλεια και την αξιοπιστία της μετάδοσης δεδομένων που εγγυάται μια επιτυχή και ομαλή σύνδεση δεδομένων. Το δίκτυο **IoS** έχει συνήθως τη μορφή επικοινωνίας ακτή με ακτή μέσω ασύρματου ή ενσύρματου δικτύου, ακτή με πλοίο μέσω κινητού ή ασύρματου δικτύου, πλοίο με πλοίο ή πλοίο με στεριά μέσω δορυφορικού ή ενός ευκαιριακού δικτύου, ή μέσω ενός ad-hoc δικτύου εντός του πλοίου και των λιμανιών.
- **Data computation layer:** Αυτό το επίπεδο είναι υπεύθυνο για την αποθήκευση και την διαχείριση των συλλεχθέντων δεδομένων. Την ίδια ώρα, αυτό το επίπεδο παρέχει πληροφορίες στο επόμενο επίπεδο που θα αναλύσουμε (**Services and application layer**). Υπάρχουν αρκετές βάσεις δεδομένων αποθήκες αντικειμένων

στο επίπεδο υπολογισμού δεδομένων που πρέπει να πληρούν διάφορες απαιτήσεις, όπως η ομοιόμορφη ονομασία της βάσης δεδομένων, ομοιόμορφη διαχείριση και ομοιόμορφη κωδικοποίηση πληροφοριών. Επί πρόσθετα, για τον χειρισμό μεγάλου αριθμού δεδομένων, αυτό το επίπεδο πρέπει να είναι σε θέση υποστηρίξει τρέχουσες μορφές δεδομένων mainstream όπως XML, JSON, CSV καθώς και binary.

- **Services and application layer:** Αυτό το επίπεδο είναι ένα βασικό στρώμα της αρχιτεκτονικής **IoS** και εστιάζει στην ανάπτυξη εφαρμογών και υπηρεσιών που πληρούν τις απαιτήσεις των πελατών. Οι πελάτες μπορούν να επιλέξουν την υπηρεσία ή την εφαρμογή από μία λίστα και στη συνέχεια η επιλεγμένη υπηρεσία προσφέρεται μέσω των αντίστοιχων πόρων. Για παράδειγμα η βελτίωση της ασφάλειας, ο σχεδιασμός διαδρομής, η παρακολούθηση του φορτίου σε πραγματικό χρόνο, η ανίχνευση ή και η πρόληψη σφαλμάτων καθώς και η αυτόματη πρόσδεση είναι ορισμένες από τις βασικές υπηρεσίες που προέρχονται από αυτό το επίπεδο.
- **Exhibition layer:** Σε αυτό το επίπεδο εφαρμογής, αναπτύσσονται διάφορα συστήματα εφαρμογών για την χρήση πόρων από το επίπεδο υπολογισμού (computing layer) για την ανάλυση δεδομένων, υπολογισμό και επεξεργασία αυτών. Κατά συνέπεια, οι εφαρμογές χρησιμοποιούνται για την κάλυψη των απαιτήσεων διαφορετικών ναυτιλιακών πελατών. Στην κορυφή των επιπέδων, το επίπεδο αυτό λειτουργεί σαν παράθυρο υπηρεσίας για την επικοινωνία με τους πελάτες άμεσα και σε πραγματικό χρόνο. Για παράδειγμα, τα κινητά τηλέφωνα, τα «έξυπνα» τερματικά, οι ιστότοποι και τα μέσα κοινωνικής δικτύωσης χρησιμοποιούνται για ανταλλαγή πληροφοριών σε ναυτιλιακούς πελάτες. Ακόμη, το επίπεδο αυτό πληροί τόσο τις απαιτήσεις της υπηρεσίας πληροφοριών όσο και την λειτουργία πρόσβασης από τους εξωτερικούς παρόχους πληροφοριών, κάτι το οποίο είναι αρκετά χρήσιμο για το συνολικό επίπεδο της υπηρεσίας. [49]

5.5 Στοιχεία του IoS

Η υλοποίηση της αρχιτεκτονικής του **IoS** εξαρτάται από πολλές υπάρχουσες τεχνολογίες και πρωτόκολλα επικοινωνίας που αποτελούν τα απαραίτητα δομικά στοιχεία του **IoS**. Αυτά κατηγοριοποιούνται σε έξι βασικά στοιχεία, τα οποία είναι η αναγνώριση, η ανίχνευση, οι επικοινωνίες, οι υπολογισμοί, οι υπηρεσίες και η σημασιολογία. Αξίζει να σημειωθεί πως ένα στοιχείο θα μπορούσε να εφαρμοστεί σε περισσότερα από ένα αρχιτεκτονικά επίπεδα. Για παράδειγμα, απαιτείται η ταυτοποίηση τόσο για τα επίπεδα Sensing όσο και για τα ετερογενή δίκτυα, ενώ η

σημασιολογία είναι απαραίτητη για τα επίπεδα υπηρεσιών και εφαρμογών αλλά και για τα επίπεδα έκθεσης.

- **Identification:** Η ταυτοποίηση παίζει σημαντικό ρόλο στο **IoS** για την αντιστοίχιση των υπηρεσιών με τις διάφορες απαιτήσεις τους. Οι τεχνολογίες όπως ubiquitous codes (uCode) και οι ηλεκτρονικοί κωδικοί προϊόντων (EPC) χρησιμοποιούνται για την δημιουργία ονομάτων αντικειμένων ή αναγνωριστικών για τις διάφορες συσκευές και αισθητήρες μέσα σε ένα δίκτυο επικοινωνίας. Έχοντας υπόψιν ότι τέτοια ονόματα ίσως να μην είναι μοναδικά παγκοσμίως, απαιτούνται μέθοδοι όπως IPv4 και IPv6 για τον ξεχώρισμα και τον εντοπισμό αντικειμένων σε ένα δίκτυο. Συνολικά, ο βασικός στόχος των μεθόδων αναγνώρισης είναι η παροχή μιας μοναδικής ταυτότητας για όλα τα αντικείμενα σε ένα σύστημα **IoS**.
- **Sensing:** Συνήθως, «έξυπνες» πλατφόρμες ανίχνευσης αποτελούνται από αισθητήρες, συστήματα ανίχνευσης εικόνων, τερματικό του πλοίου, κλειστό κύκλωμα παρακολούθησης, όπου όλα αυτά παρέχουν διάφορους τύπους δεδομένων. Επιπλέον, τα «έξυπνα» τερματικά πλοίων θεωρούνται θεμελιώδη για το **IoS**, λόγω της ενοποίησης τους με αισθητήρες, το GPS και μονάδες RFID που παρέχουν την συλλογή δεδομένων και την ανταλλαγή τους με διακομιστές και εγκαταστάσεις που είναι εγκατεστημένα στην ξηρά.
- **Communication:** εξαιτίας του ετερογενούς περιβάλλοντος του **IoS** και των διάφορων ειδών δικτύων, όπως Wi-Fi, 4G/LTE, δίκτυα κινητής και δορυφορικά, και καθιερώνοντας ένα ασφαλές και επιτυχημένο δίκτυο είναι σημαντική πρόκληση. Προκειμένου να παρέχονται ποικίλες υπηρεσίες στους πελάτες και σε άλλα αντικείμενα και για να αποφύγουν την ευπάθεια του συνδέσμου του **IoS** ενδέχεται να κατασκευαστούν διαφορετικά δίκτυα επικοινωνίας συμπεριλαμβάνοντας δίκτυα που είναι αυτοσυναρμολογούμενα και χρησιμοποιούν τεχνολογία ad-hoc,, δορυφορικά δίκτυα, δίκτυα σταθμών βάσης, ευκαιριακά δίκτυα και υποβρύχια ακουστικά δίκτυα τα οποία χρησιμοποιούν διάφορες τεχνολογίες.
- **Computation:** Διάφορες πλατφόρμες υλικού (hardware platforms) όπως το Smart-Things, το Arduino, το UDOO, το T-Mote Sky, το Phidgets, το Intel Galileo και το Raspberry Pi έχουν αναπτυχθεί για να τρέχουν σε **IoS** εφαρμογές, ειδικά σε συσκευές με περιορισμένη ισχύ. Τέλος, οι πλατφόρμες Cloud παρέχουν υπολογιστικές διευκολύνσεις για την επεξεργασία των μεγάλων ποσοτήτων δεδομένων που συλλέγονται από την εκάστη ναυτιλιακή εταιρεία και για την φιλοξενία διαφόρων εφαρμογών και υπηρεσιών **IoS**.
- **Services:** Οι υπηρεσίες **IoS** εμπίπτουν σε τέσσερα κύρια μοντέλα, στα τέσσερα που αναπτύξαμε παραπάνω, τα οποία χρησιμοποιούνται για τον προσδιορισμό

αντικειμένων πραγματικού κόσμου που θα χρησιμοποιηθούν από άλλες υπηρεσίες, όπως για παράδειγμα η εύρεση ενός αισθητήρα θερμοκρασίας σε ένα πλοίο. Οι υπηρεσίες Information-Integration συλλέγουν τα ακατέργαστα δεδομένα ενός αισθητήρα και κατόπιν προσφέρουν διάφορες συνοπτικές και συγκεντρωτικές συνόψεις. Οι πληροφορίες που συλλέχθηκαν μετά χρησιμοποιούνται από «συνεργαζόμενες-συνειδητοποιημένες» υπηρεσίες (collaborative-aware services) για να δημιουργήσουν καθοδηγούμενες αποφάσεις από δεδομένα πληροφορίες και να παρθούν οι κατάλληλες ενέργειες. Τέλος, για την εύρεση πόρων και υπηρεσιών στο **IoS** αξιοποιούνται τεχνολογίες ανακάλυψης όπως το multicast DNS (mDNS) και το DNS Service Discovery (DNS-SD).

- **Semantics:** Η σημασιολογία δεδομένων επιτρέπει στο **IoS** να εξάγει την γνώση από ετερογενή δεδομένα που έχουν συλλεχθεί από πληθώρα μηχανών που παρέχουν υπηρεσίες στο **IoS**. Η εξαγωγή γνώσης περιλαμβάνει την ανακάλυψη πόρων, την αξιοποίηση των πόρων, την μοντελοποίηση πληροφοριών και την ανάλυση δεδομένων για την λήψη τεκμηριωμένων αποφάσεων και την παροχή των απαιτούμενων υπηρεσιών. [49]

5.6 Αναδυόμενες εφαρμογές του **IoS**

Το **IoS** αναδύεται λόγω της γοργής ανάπτυξης του **IoT** και της πληροφοριακών και επικοινωνιακών τεχνολογιών (**ICT**). Επί του παρόντος, το **IoS** προχωρά από το επίπεδο του σχεδιασμού προς την εφαρμογή των τεχνολογιών αυτών. Όσο η ζήτηση για την έξυπνη ναυτιλία αυξάνεται μέρα με τη μέρα, η βιομηχανία και η ακαδημαϊκή κοινότητα προσπαθούν να εξερευνήσουν την επικοινωνία πληροφοριών, τον ηλεκτρονικό έλεγχο, τις τεχνολογίες αισθητήρων και τις λύσεις της διαδικασίας της επεξεργασίας δεδομένων προκειμένου να παρέχεται ένα εύρος έξυπνων υπηρεσιών προς τους ναυτιλιακούς τομείς. Πριν παρουσιάσουμε τις αναδυόμενες εφαρμογές θα δούμε τρεις σχετικούς τομείς οι οποίοι είναι τα έξυπνα πλοία, η έξυπνη μεταφορά και τα έξυπνα λιμάνια.

- **Έξυπνα πλοία:** Ένα έξυπνο πλοίο θεωρείται θεμελιώδες στοιχείο του συστήματος **IoS** και αποσκοπεί στην ικανοποίηση των ενδιαφερόμενων μερών. Σε αυτό το πλαίσιο τα «παραδοσιακά» πρόκειται να αναβαθμιστούν σε έξυπνα πλοία ενσωματώνοντας διάφορες αναδυόμενες τεχνολογίες ή ακόμη και να αντικατασταθούν. Σύμφωνα με τους G. Reilly και J. Jorgensen, ένα έξυπνο πλοίο μπορεί να ορισθεί ως ένα θαλάσσιο περιουσιακό στοιχείο που έχει κατασκευαστεί με σημαντικό αυτοματισμό, επικοινωνία δεδομένων, παρακολούθηση συστήματος και διαχείριση δεδομένων. Ένα έξυπνο πλοίο

μπορεί να είναι εν μέρει αυτόματο ή και εξ ολοκλήρου που θα είναι σε θέση να εκτελέσει λειτουργίες χωρίς να είναι απαραίτητη η ανθρώπινη παρέμβαση.

- **Έξυπνη μεταφορά:** Τα συστήματα μεταφοράς έχουν θεμελιώδη σημασία για όλους τους κλάδους, πόσο μάλλον ιδιαίτερη για την ναυτιλία. Τα περισσότερα παραδοσιακά συστήματα δεν είναι μεταξύ τους διασυνδεδεμένα. Ωστόσο, με τις τεχνολογικές εξελίξεις, η σύνδεση των πάντων εντός πλοίου έχει μετατρέψει τα παραδοσιακά συστήματα μεταφορών σε έξυπνα συστήματα. Η έξυπνη μεταφορά χρησιμοποιεί τεχνολογίες υπολογιστών, τηλεπικοινωνιών, ραδιοεντοπισμού και αυτοματισμού προκειμένου να βελτιώσουν την απόδοση, την διαχείριση και την ασφάλεια στα συστήματα μεταφορών. Επιπλέον, με την έξυπνη μεταφορά θα παρέχονται πληροφορίες με το επίπεδο συμφόρησης, τα εναλλακτικά μέσα μεταφοράς αλλά και τις εναλλακτικές διαδρομές, κάτι που ενδιαφέρει ιδιαίτερα τους πλοιοκτήτες.
- **Έξυπνα λιμάνια:** Ένα λιμάνι καλείται έξυπνο όταν όλα τα μέρη που απαρτίζουν το λιμάνι είναι μεταξύ τους συνδεδεμένα μέσω internet και πραγματοποιούν ανταλλαγή πληροφοριών. Ο συνδυασμός ασύρματων συσκευών, έξυπνων αισθητήρων, ενεργοποιητές, που είναι συσκευές οι οποίες παράγουν κίνηση έπειτα από την λήψη σήματος στο σύστημα αλλά και την μετατροπή ενέργειας, κέντρα δεδομένων και άλλες συσκευές του λιμένα που βασίζονται στο **IoT**, τα οποία αποτελούν την κύρια υποδομή των έξυπνων λιμένων και δίνουν τη δυνατότητα στις λιμενικές αρχές να προσφέρουν πιο αξιόπιστες πληροφορίες αλλά και πρόσθετες υπηρεσίες στις πλοιοκτήτριες εταιρίες. Τα λιμάνια της Ευρώπης εναρμονίζονται και αυτά και με τις νέες τεχνολογίες των ασυρμάτων δικτύων **5G**, όπως για παράδειγμα το λιμάνι του Ρότερνταμ που χρησιμοποιεί αισθητήρες βασιζόμενοι στο **IoT** που συνεισφέρουν στην επαυξημένη νοημοσύνη και τη δημιουργία ψηφιακών διδύμων. Το λιμάνι του Αμβούργου που χρησιμοποιεί δίκτυα **5G** για την παρακολούθηση υποδομών ζωτικής σημασίας μέσω εικονικής πραγματικότητας, ενώ το λιμάνι της Σεβίλλης εκμεταλλεύεται το δίκτυο κινητής τηλεφωνίας για την παρακολούθηση των εμπορευμάτων και της κυκλοφορίας εντός του λιμένα σε πραγματικό χρόνο. [49]

Επί πρόσθετα, η ύπαρξη έξυπνων αποθηκών έχουν σημαντικό ρόλο στη βελτίωση της απόδοσης της εφοδιαστικής αλυσίδας στις λειτουργίες των έξυπνων λιμένων. Η ενοποίηση των διαφόρων μερών της ναυτιλιακής βιομηχανίας και των αποθηκών θα ενισχύσει την απόδοση των λιμένων που βασίζονται στο **IoT**. Με την εφαρμογή αυτών, τα πλοία αλλά και τα φορτία θα είναι δυνατόν να μοιράζονται την

τοποθεσία τους και την προβλεπόμενη ώρα άφιξής τους σε λιμένες και κατ' επέκταση σε έξυπνες αποθήκες, τα οποία θα καθιστούν την άμεση δέσμευση θέσης στο λιμένα, όπου και θα βελτιστοποιηθούν οι δραστηριότητες που απαιτούνται και η παράδοση φορτίου εντός προβλεπόμενου χρόνου. Επιπλέον, μέσω των έξυπνων λιμένων και αποθηκών, είναι δυνατή η αυτόματη κατανομή χώρου αποθήκευσης σε εμπορεύματα σύμφωνα με τις απαιτήσεις παράδοσης, ενώ τα διάφορα αιτήματα θα μπορούν να διεκπεραιώνονται αυτόνομα.

5.6.1 Βελτιώσεις Ασφαλείας

Μια από τις σημαντικότερες εφαρμογές του **IoS** είναι η βελτίωση επιπέδου ασφάλειας μέσα στα πλοία, στους λιμένες και στη θαλάσσια μεταφορά. Στα πρόσφατα χρόνια, η μεγάλη αύξηση της θαλάσσιας κυκλοφορίας προκαλεί αυξανόμενο αριθμό συγκρούσεων, όπου σύμφωνα με το **e-Navigation Strategy Implementation Plan**, έχουν πεθάνει 6264 άνθρωποι σε 5544 ναυτικά ατυχήματα, ενώ ακόμη έχουν συμβεί άλλα 7275 ατυχήματα κατά τη διάρκεια 2001-2010. Συνεπώς, υπάρχει απόλυτη ανάγκη του **IoT** στη ναυτιλία έτσι ώστε να αποφευχθούν μελλοντικά ατυχήματα στις θαλάσσιες μεταφορές που ίσως κοστίσουν και ανθρώπινες ζωές.

5.6.2 Σχεδιασμός και Βελτιστοποίηση Διαδρομών

Οι δύο κυριότεροι λόγοι για τα θαλάσσια ατυχήματα, όπως και τις καθυστερήσεις σε αφίξεις/αναχωρήσεις είναι ο ακατάλληλος σχεδιασμός διαδρομών και η έλλειψη βελτιστοποίησης των διαδρομών. Στη συμβατική ναυτιλία, οι διαδρομές που ακολουθούνται σχεδιάζονται από τον καπετάνιο και από τα άλλα ανώτερα στελέχη. Παρόλο που αυτή η μέθοδος δουλεύει σωστά σε κάποιες περιπτώσεις, αυτό δεν επιφυλάσσει και την βέλτιστη λύση. Έτσι, μέθοδοι σχεδιασμού πορείας που βασίζονται στο **IoS** για παράδειγμα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη βελτιστοποίηση της θαλάσσιας μεταφοράς και την επίτευξη χαμηλού κόστους, την αποφυγή ατυχημάτων και καθυστερήσεων καθώς και την αποτελεσματική χρήση πόρων. Λαμβάνοντας τις κατάλληλες πληροφορίες για την πορεία σε πραγματικό χρόνο, τα πλοία θα μπορούν να «λάβουν» έξυπνες αποφάσεις και να αποφευχθούν επικίνδυνες καταστάσεις, όπως για παράδειγμα η αποφυγή μιας καταιγίδας.

Οι αποτελεσματικοί μέθοδοι χρειάζονται στη ναυτιλία για τον σχεδιασμό της μικρότερης δυνατής πορείας και την ελαχιστοποίηση του ρίσκου στη θάλασσα. Στο άρθρο **«Supporting Intelligent and Trustworthy Maritime Path Planning Decisions»** προτείνεται η αυτοματοποίηση της σχεδίασης πορείας σε περιπτώσεις όπου ο χρόνος είναι πιεστικός και η θαλάσσια κυκλοφορία σε ακμή το οποίο θα αποσκοπεί στη μείωση του φόρτου εργασίας και των ατυχημάτων στη θάλασσα και

στην ανάπτυξη των θαλάσσιων μεταφορών. Ακόμη, στο άρθρο «**Optimisation of Autonomous Ship Manoeuvres Applying Ant Colony Optimisation Metaheuristic**» παρουσιάζεται μια ευριστική μέθοδος για την σχεδίαση πορείας, όπου ένας αλγόριθμος για την Βελτιστοποίηση Αποικίας Μυρμηγκιών (Ant Colony Optimization – ACO) χρησιμοποιείται για την εύρεση βέλτιστης διαδρομής για τα αυτόνομα σκάφη. Επιπλέον, σε αυτό το άρθρο παρουσιάζεται και η μετατροπή του αλγόριθμου αυτού έτσι ώστε να είναι εφαρμόσιμος στα αυτόνομα σκάφη και να τους παρέχονται εφικτές διαδρομές που να ικανοποιούν τις απαιτήσεις του επιθυμητού ελιγμού.

5.6.3 Συνεργατική Λήψη Αποφάσεων

Από την πρώτη στιγμή όπου έχει αποφασιστεί ο προορισμός του πλοίου και κινείται κατά μήκος της επιλεγμένης πορείας, απαιτείται η κατάσταση επίγνωσης έτσι ώστε να γίνει αντιληπτή άμεσα η οποιαδήποτε αλλαγή στο περιβάλλον και των παραπλεόντων πλοίων για την άμεση λήψη απόφασης που θα είναι απαραίτητη. Στα «παραδοσιακά» πλοία η αντίληψη των διάφορων καταστάσεων γίνεται από το πλήρωμα. Ωστόσο, τα πλοία που βασίζονται στο **IoS**, η λήψη αποφάσεων κατά την κατάσταση επίγνωσης εκτελούνται με αυτόνομο τρόπο. Γενικότερα, η κατάσταση επίγνωσης και η συνεργατική λήψη αποφάσεων επιτρέπουν την ύπαρξη αποφάσεων βάσει δεδομένων στις θαλάσσιες μεταφορές και στις λιμενικές λειτουργίες. Για παράδειγμα, μοντέλα γραμμικής παλινδρόμησης έχουν χρησιμοποιηθεί για την πρόβλεψη διαφορετικών πορειών πλοίων. Κατόπιν του εντοπισμού των hot-spot (επικίνδυνα σημεία) και κινδύνων σύγκρουσης, απαιτείται μια γρήγορη δράση/λήψη απόφασης για την ενίσχυση της ασφάλειας των θαλάσσιων μεταφορών και την αποφυγή οποιουδήποτε κινδύνου. Επιπλέον, το **IoS** μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την αναδημιουργία μιας βραχυπρόθεσμης διαδρομής χωρίς σύγκρουση για διάφορα σκάφη. Όταν σε καταστάσεις hot-spot τα εμπλεκόμενα σκάφη επικοινωνούν μεταξύ τους με τη χρήση διάφορων τεχνολογιών τότε τα σκάφη αυτά θα είναι σε θέση να δημιουργήσουν νέα διαδρομή χωρίς την ύπαρξη σύγκρουσης.

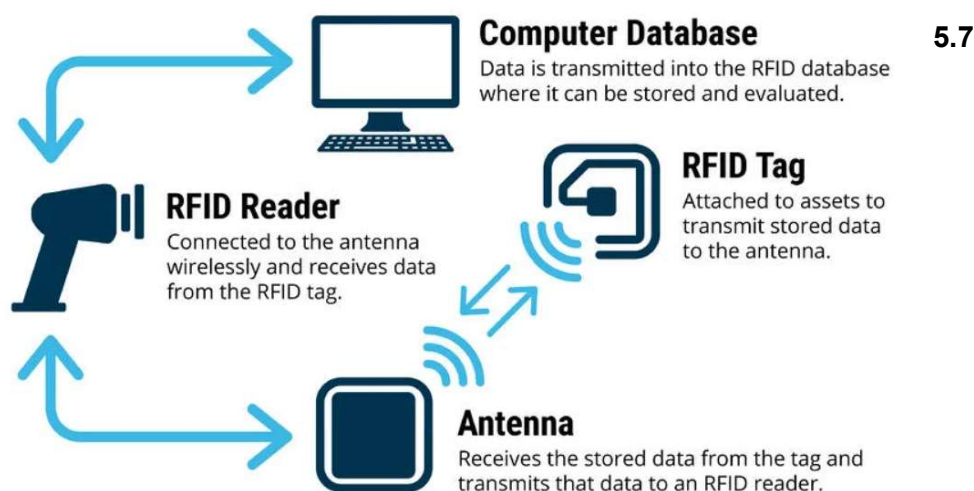
5.6.4 Αυτόματη Εύρεση Σφάλματος και Προληπτική Συντήρηση

Η εύρεση σφάλματος και η αυτοδιάγνωση είναι επίσης από τους βασικούς παράγοντες κινήτρων για τη μετεξέλιξη της «παραδοσιακής» ναυτιλίας στην έξυπνη ναυτιλία που θα βασίζεται στο **IoS**. Η εύρεση ενός σφάλματος σε «παραδοσιακά» πλοία και λιμάνια είναι κάτι χρονοβόρο αλλά και συνήθως δύσκολο για την επίλυσή του. Η ναυτιλία απαιτεί αυτόματες και έξυπνες μεθόδους που θα βρίσκουν το σφάλμα και θα το αναφέρουν αυτόματα. Στο άρθρο-έρευνα «**Marine Engine Fault Detection System using Networked Proximity Sensors**» παρουσιάζεται ένα σύστημα

αισθητήρων εγγύτητας (Proximity Sensors) που εντοπίζει σφάλματα στις μηχανές των πλοίων. Ένας συναγερμός συστήματος έχει τοποθετηθεί σε αυτό το προτεινόμενο σύστημα για να γνωστοποιεί πιθανά σφάλματα που μπορεί να προκύψουν, επιτρέποντας στα πλοία την αποφυγή ξαφνικών αστοχιών του κινητήρα.

5.6.5 Παρακολούθηση Φορτίου σε Πραγματικό Χρόνο

Η παρακολούθηση ενός φορτίου σε πραγματικό χρόνο παίζει σημαντικό ρόλο στη βιομηχανία της ναυτιλίας. Με τη βοήθεια των τεχνολογιών του **IoS**, οι εταιρείες έχουν τη δυνατότητα του εντοπισμού του φορτίου τους ακόμη και αφότου αυτό έχει φτάσει στο λιμάνι. Οι τεχνολογίες ταυτοποίησης αντικειμένου, όπως το barcode, οι έξυπνοι αισθητήρες και τα συστήματα **RFID**, επιτρέπουν την εύκολη πρόσβαση στο κάθε αντικείμενο. Τα συστήματα **RFID** που χρησιμοποιούνται ευρέως στη ναυτιλία, περιέχουν ένα **RFID-reader** με το αντίστοιχο **RFID-tag** για την ταυτοποίηση και την εύρεση του αντικειμένου. Μία απλή διάταξη είναι αυτή που φαίνεται στο παρακάτω σχήμα. [49]



Σχήμα 5.6.5.1: Απλή διάταξη ενός συστήματος RFID.

Προκλήσεις και μελλοντικές ευκαιρίες στο IoS

Το **IoS** αποτελεί ακόμα μια δύσκολη εργασία καθώς υπάρχουν αρκετές άλυτες προκλήσεις του **IoT** όπως η επεκτασιμότητα, η διαχείριση δεδομένων, η υψηλή κατανάλωση ρεύματος, η διαχείριση του δικτύου, η αξιολόγηση απόδοσης και η ασφάλεια. Σε αυτό το κεφάλαιο, οι σημαντικότερες προκλήσεις που σχετίζονται με το **IoS** περιγράφονται με περισσότερες λεπτομέρειες.

5.7.1 Δορυφορικές Τηλεπικοινωνίες

Σύμφωνα με την σημερινή κατάσταση των επικοινωνιών δεν είναι εύκολο κανείς να έχει το ίδιο υψηλό εύρος ζώνης και την χαμηλή καθυστέρηση του διαδικτύου όπως παρέχεται στην ακτή. Στη θάλασσα, το ίντερνετ συνήθως παρέχεται από την

επικοινωνία μέσω δορυφόρου και της κεραίας που είναι τοποθετημένη στο πλοίο. Με αυτό το είδος επικοινωνίας, τα πλοία αντιμετωπίζουν έναν έντονο περιορισμό στο εύρος, κυρίως εξαιτίας της έλλειψης «καθαρής» σύνδεσης μεταξύ του δορυφόρου και της κεραίας του πλοίου. Ακόμη και ο καιρός μπορεί να αποτελέσει αιτία απώλειας σήματος. Τα πλοία όμως πληρώνουν μεγάλα ποσά για την σύνδεση στο διαδίκτυο πράγμα το οποίο οδηγεί σε ένα από τα σημαντικότερα εμπόδια για την προσφορά εκτεταμένων υπηρεσιών **IoS** σε πραγματικό χρόνο. Προκειμένου να μειωθεί το κόστος για το ίντερνετ, ορισμένες ναυτιλιακές εταιρείες χρησιμοποιούν το ίντερνετ στο πλαίσιο μιας κοινοπραξίας άλλων ναυτιλιακών οργανισμών που κατέχουν πλήρως τον δορυφόρο. Ωστόσο, η εφαρμογή του συστήματος ανταλλαγής δεδομένων **VHF (VDES – Data Exchange System)** μπορεί να είναι ένα σημαντικό ορόσημο για τη δημιουργία ενός πιο αποδοτικού συστήματος επικοινωνίας με αδιάλειπτη παγκόσμια κάλυψη.

5.7.2 Ασφάλεια και Ιδιωτικότητα

Θεωρώντας ότι το **IoS** βασίζεται σε τεχνολογίες ασύρματης και δορυφορικής επικοινωνίας, όπου το **IoS** όχι μόνο θα αντιμετωπίσει τις συμβατικές απειλές αλλά θα αντιμετωπίσει και νέες απειλές που προκύπτουν από το περίπλοκο, γεωδιανεμημένο, παγκοσμίως περιβάλλον του διαδικτύου. Για παράδειγμα, στο επίπεδο του δικτύου μόνο υπάρχουν οι ακόλουθοι κίνδυνοι ασφάλειας: επίθεση στον έλεγχο πορείας, επίθεση στη διατήρηση της πορείας, επίθεση flooding, επίθεση sinking. Επιπλέον, το **IoS** αναμένεται να αντιμετωπίσει υψηλό κίνδυνο πληροφοριών λόγω του ανοικτού κατανεμημένου δικτύου του. Υπάρχει η ανάγκη ανάπτυξης ασφαλών συνδέσεων για τους ναυτιλιακούς πράκτορες, τους πελάτες, τους διαχειριστές πλοίου και το κοινό, με τα πλοία που βασίζονται στο **IoS**, έτσι ώστε να λαμβάνονται διάφορες πληροφορίες όπως η αναμενόμενη ώρα άφιξης, δεδομένα παρακολούθησης φορτίου αλλά και πληροφορίες πλοίων. Έτσι, προκύπτει ότι ένα ασφαλές, γεωδιανεμημένο περιβάλλον του διαδικτύου εξακολουθεί να είναι μια ανοιχτή πρόκληση, για το **IoS**, που χρήζει σημαντικής προσοχής τόσο από την ερευνητική κοινότητα όσο και από τη βιομηχανία.

Φυσικά, η αποδοχή και η ευρεία χρήση οποιασδήποτε νέας τεχνολογίας πληροφοριών και επικοινωνιών εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τον μηχανισμού απορρήτου της που θεωρείται τεράστια πρόκληση για το **IoS** λόγω της κινητικότητας, της ανάπτυξης και της πολυπλοκότητά του.

5.7.3 Συλλογή Ναυτικών Δεδομένων

Λόγω της συχνότητας της μετακίνησης των πλοίων, τα δεδομένα που συλλέγονται στον τομέα της ναυτιλίας ίσως να μην ολοκληρωμένα, ακριβή ή αξιόπιστα ορισμένες φορές ή σε συγκεκριμένες τοποθεσίες. Για παράδειγμα, τα πλοία δεν είναι

πάντοτε συνδεδεμένα για να παρέχουν σε πραγματικό χρόνο πληροφορίες, ενώ μερικές φορές τα δεδομένα ίσως χαθούν ή να καθυστερήσουν λόγω της κακής ποιότητας της διαδικτυακής σύνδεσης. Όλα αυτά συχνά προκαλούν προβλήματα για την γρήγορη και έξυπνη απόφαση που θα παρθούν από τη βιομηχανία της ναυτιλίας. Τέλος, η αυτοματοποίηση της λήψης δεδομένων θα συμβάλλει στη μείωση της χειροκίνητης εισαγωγής δεδομένων.

5.7.4 Αυτόνομη Ναυτιλία

Μια από τις θεμελιώδεις προκλήσεις της ναυτιλίας είναι η ανάπτυξη και η λειτουργία Αυτόνομων Πλοίων. Η ζήτηση για τεχνολογία αυτόματου ελέγχου, αυτόματης πλοήγησης και γρήγορων αποφάσεων εντός του πλοίου αυξάνεται στις μέρες μας λόγω της αναποτελεσματικής απόδοσης του πληρώματος και την αύξηση ατυχημάτων όπου σύμφωνα με το άρθρο “Components for Smart Autonomous Ship Architecture Based on Intelligent Information Technology” το 85% των συνολικών ατυχημάτων έχουν προκληθεί από ανθρώπινο παράγοντα. Ακόμη, η αυτόματη πρόσδεση είναι μια θεμελιώδη πρόκληση για τον έλεγχο του πλοίου εξαιτίας των πολλών πολύπλοκων παραμέτρων όπως οι ελιγμοί χαμηλής ταχύτητας, ο κίνδυνος σύγκρουσης, η ταχύτητα του ανέμου αλλά και η κατεύθυνσή του, κλπ. Οι βασικοί στόχοι της ύπαρξης του αυτόνομου πλοίου είναι οι ασφαλείς και οικονομικές λειτουργίες του πλοίου συμπεριλαμβάνοντας τις μειωμένες περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Η Ευρώπη με τη σειρά της εστιάζει σε μεγάλα έργα όπως το **MUNIN**, που ξεκίνησε την καθιέρωση της έννοιας των μη επανδρωμένων πλοίων με στόχο την ανάπτυξη πλήρως μη επανδρωμένων αυτόνομων πλοίων έως το 2035. [49]

Ενότητα 6

Κυβερνοασφάλεια στη Ναυτιλία

6.1 Εισαγωγή

Υπάρχουν ταχείες εξελίξεις στον τεχνολογικό χώρο και ο κόσμος της ναυτιλίας φυσικά έχει και αυτός αποκομίσει κάποια οφέλη. Οι τεχνολογίες του κυβερνοχώρου έχουν καταστεί απαραίτητες και κρίσιμες, όχι μόνο για την λειτουργία και την διαχείριση πολλών συστημάτων και διαδικασιών στα πλοία αλλά και για την ασφάλεια, εννοώντας τους δύο όρους safety και security του πλοίου, του πληρώματος και του θαλάσσιου περιβάλλοντος.

Οι τεχνολογίες έχουν ενσωματώσει τα information technology και operation technology μέσω δικτύωσης και σύνδεσης στο διαδίκτυο, το οποίο από μόνο του συνεπάγεται έναν πολύ μεγάλο κίνδυνο, που είναι η μη εξουσιοδοτημένη πρόσβαση ή οι κακόβουλες επιθέσεις στα πλοία, στα συστήματά τους και τα δίκτυα αλλά ακόμα και επίθεση στα γραφεία της ναυτιλιακής εταιρείας. Συνεπώς, οι κίνδυνοι είναι πολλοί, διαφορετικοί και μπορούν να δημιουργήσουν σοβαρά προβλήματα. Ωστόσο, ο φόβος δεν είναι τόσο αναγκαίος, όσο η επαγρύπνηση που είναι αναγκαία. Κίνδυνοι βέβαιοι, μπορούν να προκύψουν ακόμη και από τον ίδιο τον ναυτικό, από την άγνοιά του, από προσωπικό που έχει πρόσβαση σε συστήματα του πλοίου. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η εισαγωγή ενός κακόβουλου λογισμικού μέσω USB – media, που τοποθετούνται σε κρίσιμα συστήματα για το πλοίο όπως είναι το **ECDIS**, το **AIS**. Επιπλέον, οι ναυτιλιακές εταιρείες πρέπει να έχουν επίγνωση του αντίκτυπου μιας επικείμενης κυβερνοεπίθεσης. Τέλος, αξίζει να σημειωθεί ότι στον χώρο της ναυτιλίας δεν μπορείς να αντιμετωπίσεις όλες τις επιθέσεις με τον ίδιο τρόπο, αφού κάθε επίθεση έχει διαφορετικό σκοπό και κατ' επέκταση απαιτεί διαφορετικό χειρισμό από την ομάδα διαχείρισης κυβερνοεπιθέσεων της ναυτιλιακής εταιρείας. Οι σημερινές ναυτιλιακές έχουν ξεκινήσει την δημιουργία τέτοιων ομάδων για την αποφυγή κυβερνοεπιθέσεων, ενώ οι εταιρείες που δεν έχουν τέτοια ομάδα βασίζονται σε εξωτερικούς συνεργάτες.

6.2 Προσέγγιση διαχείρισης κυβερνοεπίθεσης

Η κυβερνοεπίθεση είναι κάτι που μπορεί να συμβεί στον καθένα, πόσο μάλλον σε μια ναυτιλιακή εταιρεία αλλά και σε ένα πλοίο, καθώς τα σημερινά πλοία αποτελούν οντότητες που είναι η επέκταση των γραφείων μιας ναυτιλιακής εταιρείας. Προκειμένου να ελαχιστοποιηθεί ο κίνδυνος μιας κυβερνοεπίθεσης αλλά και η προστασία του πλοίου, μπορούν να πραγματοποιήσουν μια σειρά από ενέργειες, οι οποίες είναι:

- **Ο προσδιορισμός απειλών**, όπου πρέπει να κατανοηθούν οι εξωτερικές απειλές κυβερνοασφάλειας στο πλοίο, καθώς επίσης και η κατανόηση εσωτερικών απειλών κυβερνοεπίθεσης που μπορεί να προκληθούν από ακατάλληλη χρήση και κακές πρακτικές κυβερνοασφάλειας.
- **Ο προσδιορισμός αδυναμιών**, όπου η εταιρεία καλείται να δημιουργήσει καταλόγους συστημάτων του σκάφους που έχουν άμεσες ή έμμεσες συνδέσεις επικοινωνίας. Να γίνουν κατανοητές οι συνέπειες μιας απειλής της κυβερνοασφάλειας, καθώς και η κατανόηση δυνατοτήτων και περιορισμών των υπάρχοντων μέτρων προστασίας.
- **Η αξιολόγηση έκθεσης σε κίνδυνο**, όπου πρέπει να προσδιοριστεί η πιθανότητα εκμετάλλευσης τρωτών σημείων από εξωτερικές απειλές, από ακατάλληλη χρήση.
- **Ανάπτυξη προστασίας και μέτρα ανίχνευσης**, όπου μειώνεται η πιθανότητα εκμετάλλευσης μέσω τρωτών σημείων, αλλά και η μείωση πιθανού αντίκτυπου μιας ευπάθειας που ίσως γίνει αντικείμενο εκμετάλλευσης.
- **Καθιέρωση σχεδίου ανταπόκρισης**, όπου προτείνεται η ανάπτυξη σχεδίου έκτακτης ανάγκης για την ανταπόκριση κινδύνους που έχουν εντοπιστεί στον κυβερνοχώρο.
- **Ανταπόκριση και ανάκαμψη από συμβάντα κυβερνοεπίθεσης**, όπου αξιοποιείται το σχέδιο έκτακτης ανάγκης., ενώ ταυτόχρονα γίνεται η αξιολόγηση του αντίκτυπου της αποτελεσματικότητας του σχεδίου αντιμετώπισης και επαναξιολόγηση απειλών και τρωτών σημείων. [50]

6.3 Είδη απειλών στον Κυβερνοχώρο

Γενικότερα, στον κυβερνοχώρο υπάρχουν δύο κατηγορίες που μπορούν να επηρεάσουν μια ναυτιλιακή εταιρεία ή και το ίδιο το πλοίο:

- **Untargeted attacks**, όπου τα συστήματα και τα δεδομένα μιας εταιρείας ή ενός πλοίου μπορεί να αποτελέσουν έναν από τους πολλούς πιθανούς στόχους,
- **Targeted attacks**, όπου μια επίθεση σε συστήματα και δεδομένα μιας εταιρείας ή ενός πλοίου γίνεται στοχευμένα μεταξύ πολλών στόχων.
- **Untargeted attacks** όπου είναι πιο πιθανό να χρησιμοποιούν εργαλεία και τεχνικές που είναι διαθέσιμες στο διαδίκτυο, που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον εντοπισμό, την ανακάλυψη και την εκμετάλλευση εκτεταμένων ευπαθειών που μπορεί να υπάρχουν σε μια εταιρεία ή και σε ένα πλοίο. Παρακάτω ακολουθούν ορισμένα παραδείγματα μερικών εργαλείων και τεχνικών που μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε τέτοιες περιπτώσεις:

- **Malware.** Κακόβουλο λογισμικό το οποίο έχει σχεδιαστεί για την πρόσβαση ή την πρόκληση βλαβών σε έναν υπολογιστή χωρίς ο χρήστης να καταλάβει την επίθεση. Υπάρχουν πολλά είδη τέτοιων λογισμικών όπως *Trojans, ransomware, spyware, viruses και worms.*
 - **Water holing,** που πρόκειται για την δημιουργία μιας ιστοσελίδας που είναι ψεύτικη ή μια γνήσια ιστοσελίδα που εκμεταλλεύεται ανυποψίαστους επισκέπτες.
 - **Scanning,** όπου ο επιτιθέμενος αναζητεί μεγάλο κομμάτι του διαδικτύου για αδύναμα σημεία προκειμένου να τα εκμεταλλευτεί.
 - **Typosquatting,** ή αλλιώς **URL Hijacking** ή **fake URL.** Αυτό βασίζεται σε χρήστες που γράφουν λάθος την ιστοσελίδα που θέλουν να επισκεφτούν, με αποτέλεσμα να εισέλθουν στην λάθος διεύθυνση η οποία θα αποτελεί εναλλακτική και συχνά κακόβουλη ιστοσελίδα. [50]
- **Targeted attacks** οι οποίες μπορεί να είναι πιο εξεζητημένες και να αξιοποιούν εργαλεία και τεχνικές που έχουν δημιουργηθεί με πρωταρχικό σκοπό την επίθεση σε συγκεκριμένη εταιρεία ή ακόμη και πλοίο. Ορισμένα παραδείγματα είναι αυτά που ακολουθούν:
- **Social engineering,** κάτι το οποίο δεν αποτελεί τεχνική και χρησιμοποιείται από τον πιθανό επιτιθέμενο έτσι ώστε να χειραγωγήσει ένα άτομο που πιθανότατα να παραβιάσει κάποιες διαδικασίες ασφαλείας μέσω της αλληλεπίδρασης με τα κοινωνικά δίκτυα.
 - **Brute force,** όπου ο επιτιθέμενος κάνει αλληπάλληλες προσπάθειες με πιθανούς κωδικούς μέχρι όπου να βρει τον σωστό κωδικό.
 - **Credential stuffing,** όπου ο επιτιθέμενος χρησιμοποιεί προηγούμενα παραβιασμένα στοιχεία εισόδου ή τους πιο κοινούς κωδικούς με σκοπό την επίτευξη μη εξουσιοδοτημένης πρόσβασης σε ένα σύστημα ή μια εφαρμογή.
 - **Denial of Service (DoS),** το οποίο εμποδίζει τους «νόμιμους» και εξουσιοδοτημένους χρήστες να έχουν πρόσβαση σε πληροφορίες, συνήθως μέσω υπερφόρτωσης δεδομένων σε ένα δίκτυο. Μια επίθεση **DDoS** (Distributed Denial of Service) παίρνει τον έλεγχο πολλών υπολογιστών ακόμη και διακομιστών για την υλοποίηση μιας τέτοιας επίθεσης.
 - **Phising,** όπου ο επιτιθέμενος στέλνει emails σε ένα μεγάλο αριθμό στόχων-ανθρώπων που τους ζητά συγκεκριμένα στοιχεία ευαίσθητων ή εμπιστευτικών πληροφοριών. Το απεσταλμένο μήνυμα μπορεί να

περιέχει ένα κακόβουλο συνημμένο αρχείο ή τον σύνδεσμο για να επισκεφτεί έναν ψεύτικο ιστότοπο.

- **Spear-phishing**, που μοιάζει με το προαναφερόμενο, μόνο που το στοχευμένο προς επίθεση θύμα λαμβάνει προσωπικά μηνύματα που συχνά περιέχουν κακόβουλο λογισμικό ή συνδέσμους που αν τον πατήσεις τότε κατεβαίνει αυτόματα το κακόβουλο λογισμικό έχουν υπάρξει περιπτώσεις όπου SAT-C μηνύματα (δορυφορικά) έχουν χρησιμοποιηθεί για την δημιουργία μιας αίσθησης οικειότητας με την διεύθυνση email του επιτιθέμενου.
- **Subverting the chain supply**. Πρόκειται για επίθεση σε ναυτιλιακή εταιρεία ή πλοίο παραβιάζοντας τον εξοπλισμό, το λογισμικό ή τις υπηρεσίες υποστήριξης που παρέχονται στην εταιρεία ή στο πλοίο. [50]

6.4 Προσδιορισμός αδυναμιών

Τα παρακάτω είναι οι πιο συνήθεις αδυναμίες κυβερνοεπίθεσης που μπορεί να βρει κανείς σε ένα πλοίο και σε μερικά «νεόχτιστα» πλοία:

- Απαρхайωμένα και μη υποστηριζόμενα λειτουργικά συστήματα.
- Μη επιδιορθωμένα λογισμικά συστήματος.
- Απαρхайωμένα ή ελλιπή από προστασία λογισμικό από ιούς και κακόβουλα λογισμικά.
- Ανεπαρκείς διαμορφώσεις ασφαλείας και βέλτιστες πρακτικές, συμπεριλαμβάνοντας την αναποτελεσματική διαχείριση δικτύου, την χρήση προεπιλεγμένων λογαριασμών διαχειριστή και τους κωδικούς πρόσβασης.
- Δίκτυα υπολογιστών στο πλοίο τα οποία δεν έχουν μέτρα προστασίας και τμηματοποίηση των δικτύων.
- Κρίσιμο εξοπλισμό ασφαλείας ή συστήματα ασφαλείας που είναι πάντα συνδεδεμένα με την «ακτή».
- Η έλλειψη ελέγχων πρόσβασης σε στοιχεία του κυβερνοχώρου όπως τα δίκτυα και άλλα, σε τρίτα άτομα περιλαμβάνοντας εργολάβους και παρόχους υπηρεσιών.
- Προσωπικό που δεν είναι άρτια εκπαιδευμένο ή εξειδικευμένο για τη διαχείριση των κινδύνων στον κυβερνοχώρο.
- Η έλλειψη, η ανεπάρκεια αλλά και τα μη δοκιμασμένα και διαδικασίες έκτακτης ανάγκης. [50]

6.4.1 Τυπικές αδυναμίες συστημάτων

Τα συστήματα σε ένα πλοίο μπορούν να δεχτούν επίθεση. Αν συμβεί κάτι τέτοιο μπορεί να κοστίσει στην ναυτιλιακή εταιρεία πολλά καθώς κάθε σύστημα σε ένα πλοίο έχει σημαντικό σκοπό για την εύρυθμη λειτουργία.

Περιστατικό που έλαβε χώρα είναι η κατάρρευση του ολοκληρωμένου συστήματος της γέφυρας. Το σύστημα υπέστη ζημιά σχεδόν σε όλα τα συστήματα πλοήγησης στη θάλασσα, σε περιοχή που έχει πυκνή κίνηση και μειωμένη ορατότητα. Το πλοίο έπρεπε να πλοηγείται μόνο από ένα μόνο ραντάρ και εφεδρικούς χάρτες (τυπωμένους) για δύο μέρες μέχρι να φτάσουν στον λιμένα για την επισκευή των συστημάτων. Η αιτία της ζημιάς των υπολογιστών ECDIS προσδιορίστηκε ότι οφειλόταν στα απαρχαιωμένα λειτουργικά συστήματα. Κατά την παραμονή του πλοίου σε προηγούμενο λιμένα, ένας τεχνικός εκπρόσωπος του κατασκευαστή πραγματοποίησε ενημέρωση του λειτουργικού πλοήγησης στους υπολογιστές του πλοίου και λόγω των απαρχαιωμένων λειτουργικών συστημάτων, τα συστήματα δεν ήταν ικανά να «τρέξουν» το λειτουργικό και έτσι οι υπολογιστές κατέρρευσαν. Το πλοίο χρειάστηκε να παραμείνει εντός του λιμένα μέχρι να παραλάβουν τους νέους υπολογιστές ECDIS και να τοποθετηθούν ενώ έπρεπε να παρευρεθούν και επιθεωρητές. Φυσικά, το κόστος καθυστέρησης ήταν μεγάλο και η ναυτιλιακή εταιρεία το επωμίστηκε. Σε αυτό το συμβάν μπορεί να μην έλαβε χώρα κάποια επίθεση, ωστόσο η εταιρεία πρέπει να προβαίνει σε προγνωστικούς ελέγχους και αν χρήζει αναβάθμισης το έκαστο σύστημα-υπολογιστής τότε να γίνεται και η αντικατάστασή του. [50]

Ακόμη, περιστατικό που έλαβε χώρα ήταν η ευπάθεια στα συστήματα **VDR** της εταιρείας **INTERSCHALT**, με κωδικό **CVE-2016-9339** όπου το CVE σημαίνει Common Vulnerabilities and Exposures (Κοινές Ευπάθειες και Εκθέσεις). Όπως είδαμε σε προηγούμενη ενότητα το **VDR** αποτελεί σημαντικό κομμάτι ενός πλοίου για την εύρεση των λόγων που συνέβη ένα ατύχημα, καθώς μέσα σε αυτό αποθηκεύονται κρίσιμες πληροφορίες ενός πλοίου. Ένα ανακαλύφθηκε στο **INTERSCHALT Maritime Systems VDR G4e Versions 5.220** και σε προηγούμενες εκδόσεις. Ουσιαστικά, ήταν εκτεθειμένες οι διάφορες πληροφορίες σε έναν επιτιθέμενο μέσω ενός **Path Traversal**. [51]

Ωστόσο, η αδυναμία αυτή σχετίζεται με το Weakness-22 (**CWE-22, Improper Limitation of a Pathname to a Restricted Directory ('Path Traversal')**), όπου CWE είναι το Common Weakness Enumeration.

6.5 Μέτρα πρόληψης κυβερνοεπίθεσης

6.5.1 Άμυνα σε βάθος και σε πλάτος

- Άμυνα σε πλάτος. Η άμυνα σε πλάτος είναι σημαντική για την προστασία σημαντικών συστημάτων και δεδομένων με πολλαπλά επίπεδα μέτρων προστασίας που εξετάζουν το ρόλο του προσωπικού, των διαδικασιών της τεχνολογίας προκειμένου:
 - Να αυξηθεί η πιθανότητα να ανιχνευθεί ένα συμβάν επίθεσης.
 - Να αξιοποιηθούν οι πόροι όσο καλύτερα γίνεται για να προστατευτούν η εμπιστευτικότητα, η ακεραιότητα και η διαθεσιμότητα των δεδομένων στα συστήματα **IT** και **OT** (Information Technology και Operation Technology).
- Άμυνα σε πλάτος. Όταν αναπτύσσεται η ολοκλήρωση μεταξύ συστημάτων, θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψιν ένα μοντέλο εμπιστοσύνης, όπου σύμφωνα με αυτό τα συστήματα ομαδοποιούνται σε εκείνα που δεν είναι εμφανή η εμπιστοσύνη και σε εκείνα που η εμπιστοσύνη πρέπει να είναι «φανερή». [50]

6.5.2 Τεχνικά μέσα προστασίας

Τα μέτρα προστασίας από κυβερνοεπίθεση μπορεί να είναι τεχνικά και να εστιάζει στα συστήματα εντός πλοίου που σχεδιάζονται και διαμορφώνονται έτσι ώστε να είναι ελαστικά σε συμβάντα κυβερνοεπίθεσης. Χρειάζεται μελέτη στην υλοποίηση τεχνικών ελέγχων που είναι πρακτικά και οικονομικά ανεκτό, ιδιαίτερα στα υπάρχοντα πλοία. Βέβαια πρέπει να τονιστεί ότι η εφαρμογή τέτοιων μέτρων δεν επαρκεί στο ότι απλά εφαρμόστηκαν, αλλά αντιθέτως πρέπει να φροντίζεται να ενημερώνεται συνεχώς για την αποφυγή του ρίσκου ζημίας. Συγκεκριμένα, τέτοια τεχνικά μέσα μπορεί να είναι:

- Περιορισμός και έλεγχος θυρών δικτύου, πρωτοκόλλων και υπηρεσιών.
- Διαμόρφωση συσκευών δικτύου όπως τείχη προστασίας, routers και switches.
- Φυσική ασφάλεια.
- Δορυφορικές και ραδιοεπικοινωνίες.
- Έλεγχος ασύρματης πρόσβασης.
- Ασφαλής διαμόρφωση υλικού και λογισμικού.
- Εφαρμογή λογισμικού ασφαλείας (Application software security).

6.5.3 Διαδικαστικά μέτρα προστασίας

Τα μέτρα προστασίας μπορεί να είναι διαδικαστικά και να καλύπτονται από τις πολιτικές πολλών εταιρειών. Τα διαδικαστικά μέτρα δίνουν έμφαση πως να χρησιμοποιεί το προσωπικό τα συστήματα εντός του πλοίου. Όμως, τα σχέδια και οι

διαδικασίες περιέχουν ευαίσθητες πληροφορίες που πρέπει να παραμείνουν εμπιστευτικές και ο χειρισμός τους να είναι ανάλογος με την πολιτική της εταιρείας. Ορισμένα τέτοια διαδικαστικά μέτρα είναι τα εξής:

- ❖ **Εκπαίδευση και επίγνωση.** Αυτά τα δύο είναι τα στοιχεία-κλειδιά για την υποστήριξη μιας επιτυχημένης προσέγγισης αντιμετώπισης του κινδύνου στον κυβερνοχώρο.
- ❖ **Η πρόσβαση επισκεπτών σε υπολογιστή.** Η πρόσβαση σε υπολογιστές του πλοίου από επισκέπτες πρέπει να ελέγχεται, ενώ πρέπει να αποφεύγεται η χρήση υπολογιστών ευαίσθητης σημασίας. Ωστόσο, όταν ο επισκέπτης εισέρχεται σε δίκτυο του πλοίου θα πρέπει να έχει περιορισμένα δικαιώματα και να είναι υπό επίβλεψη. Βέβαια, αν χρειάζεται να εισέλθει σε ορισμένα δίκτυα για λόγους συντήρησης θα πρέπει να ακολουθεί τις διαδικασίες που του υποδεικνύει η εταιρεία ή ο χειριστής του πλοίου.
- ❖ **Προσωπικές συσκευές του πλήρωματος.** Πρέπει να υπάρχουν διαδικασίες που παρέχουν οδηγίες που θα ακολουθεί το πλήρωμα για την αξιοποίηση συσκευών IT για προσωπική χρήση και στον ελεύθερό τους χρόνο. Επιπλέον, θα πρέπει το πλήρωμα να ενημερωθεί πώς να χρησιμοποιεί το δίκτυο επικοινωνίας του πλοίου για προσωπικούς λόγους όπως το SKYPE, τα ηλεκτρονικά μηνύματα, τα παιχνίδια, το video streaming, με τέτοιο τρόπο έτσι ώστε να μην διακινδυνεύονται τα IT ή OT συστήματα.
- ❖ **Αναβάθμιση και συντήρηση λογισμικού.** Ύστερα την αγορά κάποιου λογισμικού και hardware, η κατασκευαστική εταιρεία δεν θα παρέχει ενημερώσεις για την αντιμετώπιση ύπαρξης αδυναμιών. Οπότε, η εταιρεία θα πρέπει να αξιολογεί προσεκτικά τους κινδύνους στον κυβερνοχώρο.
- ❖ **Εργαλεία διαχείρισης Anti-Virus και Anti-Malware.** Λογισμικά που είναι χρήσιμα στην ανίχνευση και χρησιμοποιούνται για την εύρεση και την λήψη απόφασης με ένα malware, πρέπει να είναι ενημερωμένα. Πρέπει να καθιερωθούν διαδικασίες τέτοιες που να διασφαλίζουν ότι οι ενημερώσεις λαμβάνονται από το πλοίο σε εύλογο χρονικό διάστημα και όλοι οι υπολογιστές που βρίσκονται εντός του πλοίου να είναι ενημερωμένοι.
- ❖ **Απομακρυσμένη πρόσβαση.** Για την απομακρυσμένη πρόσβαση σε IT και OT συστήματα πρέπει να υπάρχουν πολιτικές και διαδικασίες, με τα οποία θα καθίσταται ξεκάθαρα ποιος έχει άδεια πρόσβασης απομακρυσμένα, τότε μπορεί να κάνει την σύνδεση αλλά και σε τι μπορεί να αποκτήσει πρόσβαση. Οι οποιοσδήποτε διαδικασίες για απομακρυσμένη σύνδεση πρέπει να

εμπεριέχουν και την στενή συνεργασία του πλοιάρχου και ακόμη άλλο ένα ανώτατο αξιωματικό του πλοίου.

- ❖ **Φυσικά και αφαιρούμενα μέσα.** Όταν μεταφέρονται δεδομένα από μη ελεγχόμενα συστήματα σε ελεγχόμενα υπάρχει η πιθανότητα στα δεδομένα να περιέχεται malware. Τα αφαιρούμενα μέρη επίσης μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παράκαμψη στρωμάτων άμυνας. Η κάθε εταιρεία πρέπει να υιοθετήσει μια ξεκάθαρη πολιτική που δεν θα επιτρέπει την μεταφορά δεδομένων από συστήματα μη ελεγχόμενα σε ελεγχόμενα συστήματα.
- ❖ **Απόρριψη εξοπλισμού συμπεριλαμβάνοντας και την καταστροφή δεδομένων.** Ο παλιός εξοπλισμός ενδέχεται να περιλαμβάνει δεδομένα, τα οποία μπορεί να εμπορικά ευαίσθητα ή και εμπιστευτικά. Πριν την απόσυρση του εξοπλισμού, η εταιρεία θα πρέπει να ακολουθεί μια διαδικασία προκειμένου να διασφαλίσουν πως τα παλιά δεδομένα στον εξοπλισμού που θα αποσυρθεί να έχουν καταστραφεί σωστά και να μην μπορούν να επανακτηθούν. [50]

6.6 Απάντηση και ανάρρωση από συμβάντα κυβερνοασφάλειας

Μια εταιρεία στην σημερινή εποχή πρέπει να έχει προετοιμάσει τις διαδικασίες που θα πραγματοποιήσει στην περίπτωση που δεχτεί κυβερνοεπίθεση. Αυτό μπορεί να γίνει με 4 φάσεις όπως προσδιορίζει και ο **NIST** (National Institute of Standards and Technology):

1. Προετοιμασία,
 2. Ανίχνευση και ανάλυση,
 3. Περιορισμός και εξάλειψη,
 4. Ανάκαμψη μετά το περιστατικό.
- **Προετοιμασία**
 - Ο καθορισμός των κρίσιμων εξαρτημάτων εντός του πλοίου, η ιεράρχησή τους και η θέση τους.
 - Η εξασφάλιση τακτικού back-up για όλα τα σχετικά δεδομένα.
 - Ο προσδιορισμός μεμονωμένων σημείων αποτυχίας και ορισμός εργασίας όπου είναι απαραίτητο.
 - Η δημιουργία ενός σχεδίου αντιμετώπισης περιστατικών και η τακτική επανάληψη αυτού.
 - **Ανίχνευση και ανάλυση**
 - Πώς συνέβη το συμβάν.
 - Ποια συστήματα (**IT** ή/και **OT**) έχουν επηρεαστεί και πόσο.

- Τον βαθμό στον οποίο επηρεάζονται τα εμπορικά ή/και λειτουργικά δεδομένα.
 - Σε τι βαθμό παραμένει οποιαδήποτε απειλή για τα συστήματα **IT** και **OT**.
 - **Περιορισμός και εξάλειψη**
 - Έλεγχος για τον αν έχουν αλλάξει οι ρυθμίσεις του τείχους προστασίας.
 - Διασφάλιση των anti-virus και anti-malware ότι είναι ενημερωμένα.
 - Αφαίρεση των δίσκων από τα συστήματα που έχουν επηρεαστεί.
 - **Ανάκαμψη μετά το περιστατικό**
 - Επαναφορά των συστημάτων και των δεδομένων.
 - Διερεύνηση του συμβάντος, δηλαδή τους λόγους που συνέβη.
 - Ενέργειες τέτοιες έτσι ώστε να μην συμβεί κάτι παρόμοιο στο μέλλον.
- [50]

Ενότητα 7

Εναλλακτικά τηλεπικοινωνιακά συστήματα

Τα τηλεπικοινωνιακά συστήματα πλέον είναι ταχέως αναπτυσσόμενα καθώς η ζήτηση για την παροχή τόσο ποσοτικού όσο και ποιοτικού ίντερνετ είναι από τα πιο εμπορικά αγαθά. Βέβαια, είναι και σημαντικό καθώς με τις νέες τεχνολογίες ακόμη και οι πιο απομακρυσμένες περιοχές του πλανήτη θα έχουν την δυνατότητα πρόσβασης στο διαδίκτυο, συμπεριλαμβάνοντας και τον τομέα της Ναυτιλίας.

Στην τελευταία ενότητα της διπλωματικής εργασίας θα γίνει μια παρουσίαση για το πρόγραμμα **Starlink** της **SpaceX** που θα μπορούσε να αποτελεί ένα εναλλακτικό μέσο τηλεπικοινωνιών για τις σύγχρονες ναυτιλιακές εταιρείες. Σε αυτό το σημείο πρέπει να τονιστεί ότι η αξιοποίηση ενός τέτοιου προγράμματος θα αξιοποιείται μόνο για ψυχαγωγικούς σκοπούς και για την ανταλλαγή δεδομένων με την ναυτιλιακή εταιρεία καθώς για να χρησιμοποιηθεί ένα τέτοιο σύστημα για καταστάσεις έκτακτης ανάγκης θα πρέπει να εγκριθεί πρώτα από το **IMO**, και κατ' επέκτασιν σε περιπτώσεις έκτακτης ανάγκης οι υπάρχοντες δορυφόροι των διαφόρων εταιρειών επικοινωνούν μεταξύ τους.

7.1 Το πρόγραμμα Starlink της SpaceX

Το **Starlink** πρόκειται για δορυφόρους σε σχηματισμό που παρέχουν ίντερνετ που λειτουργεί υπό την **SpaceX** παρέχοντας πρόσβαση στο διαδίκτυο σε πολλές περιοχές της υφηλίου. Ο σχηματισμός αποτελείται από παραπάνω από 1600 δορυφόρους και τελικά θα αποτελείται από πολλούς χιλιάδες μαζικής παραγωγής μικρών δορυφόρων σε χαμηλή τροχιά επί της γης (**LEO**), που θα επικοινωνούν με επίγειους πομποδέκτες. Από τον Νοέμβριο του 2021 η προσφορά υπηρεσίας παρέχεται σε 21 χώρες, ενώ η κάλυψη του δορυφορικού διαδικτύου μπορεί να παρασχεθεί στο μεγαλύτερο κομμάτι του παγκόσμιου πληθυσμού, αρκεί να αδειοδοτηθεί η **SpaceX** για την παροχή υπηρεσιών.

Οι εγκαταστάσεις ανάπτυξης δορυφόρων της **SpaceX** βρίσκεται στις Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής και στεγάζει τις ομάδες έρευνας, ανάπτυξης, κατασκευής, και ελέγχου τροχιάς. Το κόστος για την πραγμάτωση του έργου υπολογίζεται από την **SpaceX** σε τουλάχιστον 10 εκατομμύρια αμερικάνικα δολάρια. Ο σχεδιασμός του προγράμματος ξεκίνησε το 2014 με την ολοκλήρωση και παρουσίαση ενός προϊόντος να είναι το 2017. Οι δύο δοκιμαστικοί δορυφόροι εκτοξεύτηκαν τον Φεβρουάριο του 2018, ενώ το 2019 εκτοξεύτηκαν άλλοι 60 δοκιμαστικοί και λειτουργικοί δορυφόροι.

Τον Οκτώβριο του 2019 η Ομοσπονδιακή Επιτροπή Επικοινωνιών (**FCC**) των Ηνωμένων Πολιτειών υπέβαλε τους φάκελους εκ μέρους της **SpaceX** στη Διεθνή Ένωση Τηλεπικοινωνιών (**ITU**) για την προσθήκη ακόμη 30.000 δορυφόρων και την συμπλήρωση των 12.000 δορυφόρων που έχουν ήδη εγκριθεί από το **FCC**.

Από την άλλη οι αστρονόμοι έχουν εκφράσει τις ανησυχίες τους σχετικά με την επίδραση του σχηματισμού των δορυφόρων στην επίγεια αστρονομία. Η **SpaceX** λαμβάνοντας υπόψιν τις ανησυχίες αυτές, εφαρμόζουν τέτοιες αναβαθμίσεις με στόχο την μείωση της φωτεινότητά τους κατά την λειτουργία τους. [52]

Επιπλέον, το **Starlink** έχει σχεδιαστεί και δοκιμαστεί να αντέχει σε αρκετά καιρικά φαινόμενα. Έχει αξιολογηθεί ότι μπορεί να λειτουργεί σε περιβάλλον από -30 έως και 50 βαθμούς Κελσίου, ενώ το ρούτερ και το τροφοδοτικό από 0 έως και 30 βαθμούς Κελσίου. Βέβαια, σε τέτοιες περιπτώσεις η απόδοση του **Starlink** να είναι κάπως μειωμένη, ενώ μπορεί να λειτουργεί ακόμη και με βροχές καθώς είναι αδιάβροχο. Η παροχή υπηρεσιών επί πρόσθετα δεν είναι απαραίτητο να λαμβάνεται με τον ειδικό εξοπλισμό της **Starlink** γιατί είναι συμβατό και με τους ήδη υπάρχοντες εξοπλισμούς με την διευκρίνηση πως η εταιρεία δεν εγγυάται την άρτια αποτελεσματικότητα των υπηρεσιών της μέσω εξοπλισμού τρίτου. [53]

7.2 Τοποθέτηση κεραίας στο πλοίο

Η τοποθέτηση της κεραίας για την λήψη σήματος από τους δορυφόρους για το **Starlink**, θεωρητικά θα μπορούσε να πραγματοποιηθεί όπως και για τις υπόλοιπες κεραίες που λαμβάνουν σήμα από δορυφόρους. Σύμφωνα, με την **SpaceX**, η εγκατάσταση του εξοπλισμού είναι απλή χωρίς να απαιτεί πολλές τεχνικές λεπτομέρειες καθώς είναι κατασκευασμένη έτσι ώστε να είναι ανθεκτική σε αντίξοες συνθήκες. Φυσικά, η χρήση σκέπαστρου θα ήταν ιδανική καθώς με αυτόν τον τρόπο θα αυξάνονταν και ο χρόνος ζωής του εξοπλισμού.

7.3 Κόστος παροχής υπηρεσιών

Η **Starlink** για την παροχή υπηρεσιών σου προσφέρει ένα ολοκληρωμένο πακέτο που κοστίζει περίπου 560,00€, στο οποίο περιλαμβάνεται ο εξοπλισμός και τα μεταφορικά. Ωστόσο, όπως αναφέρθηκε παραπάνω, δεν σε υποχρεώνει η εταιρεία να προμηθευτεί αποκλειστικά τον δικό της εξοπλισμό. Η μηνιαία συνδρομή κοστίζει 99,00€ η οποία σου προσφέρει απεριόριστα μηνιαία δεδομένα, με καθυστέρηση των 20-30ms, και η ταχύτητα λήψης δεδομένων είναι μέχρι και 1Gbps, ενώ οι άλλες εταιρείες παροχής ίντερνετ μέσω δορυφόρου χρεώνουν περισσότερα, ενώ σε κάποιες να υπάρχει περιορισμός στα δεδομένα και η καθυστέρηση να κυμαίνεται στα 700ms.[54] Συνεπώς, η εκμετάλλευση ενός προγράμματος σαν αυτό της **Starlink**, θα

μπορούσε να αξιοποιηθεί για την ψυχαγωγία του πληρώματος του πλοίου που επιθυμεί την άμεση επικοινωνία με τους οικείους του χωρίς να δαπανά μεγάλα χρηματικά ποσά. Ακόμη, και η ίδια η ναυτιλιακή εταιρεία θα επωφελείται αφού τα σύγχρονα πλοία εξοπλίζονται με μέσα όπως είδαμε παραπάνω με το **IoS** το οποίο απαιτεί την συνεχόμενη επικοινωνία με τα γραφεία μιας ναυτιλιακής εταιρείας.

Τέλος, κρίσιμο κομμάτι της εκμετάλλευσης του προγράμματος αυτού είναι οι περιοχές κάλυψης, διότι αυτή την στιγμή δεν υπάρχει κάλυψη σε πολλές περιοχές της υφής καθώς πρέπει πρώτα να υπάρξει η σχετική αδειοδότηση από το εκάστοτε κράτος. Έτσι, όταν παραχωρηθεί από κάθε κράτος η σχετική αδειοδότηση, τότε η ναυτιλία θα μπορεί να έχει ίντερνετ σχεδόν σε όλη την υφήλιο.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1]. <https://www.imo.org/en/OurWork/Safety/Pages/Introduction-history.aspx>
- [2]. https://en.wikipedia.org/wiki/Emergency_position-indicating_radiobeacon
- [3]. <https://www.marsat.ru/en/technologies>
- [4]. <https://www.marineinsight.com/guidelines/a-guide-to-types-of-ships/>
- [5]. https://el.wikipedia.org/wiki/Κατηγορία:Πολεμικά_πλοία
- [6]. https://el.wikipedia.org/wiki/Παγκόσμιο_Ναυτιλιακό_Σύστημα_Κινδύνου_και_Ασφάλει_ας
- [7]. ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΚΕΙΜΕΝΟ ΚΕΣΕΝ ΡΗ-ΡΕ – ΚΥΚΛΟΣ ΧΕΙΡΙΣΤΗ ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΕΝΗΣ ΧΡΗΣΗΣ GMDSS – ΙΟΥΛΙΟΣ 2017 – ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΙ ΚΑΠΑΔΟΥΚΑΚΗΣ ΠΕΤΡΟΣ, ΧΡΙΣΤΟΔΟΥΛΟΥ ΙΩΑΝΝΗΣ
- [8]. <https://www.egmdss.com/gmdss-courses/mod/page/view.php?id=2893&forceview=1>
- [9]. <https://www.egmdss.com/gmdss-courses/mod/page/view.php?id=2900&forceview=1>
- [10]. <https://www.egmdss.com/gmdss-courses/mod/page/view.php?id=2901&forceview=1>
- [11]. <https://www.egmdss.com/gmdss-courses/mod/page/view.php?id=2913>
- [12]. en.wikipedia.org/wiki/Digital_selective_calling
- [13]. <https://www.egmdss.com/gmdss-courses/mod/page/view.php?id=2942>
- [14]. www.polaris-as.dk/wp-content/uploads/2019/03/98-124350-thr_b0735.pdf
- [15]. <https://www.egmdss.com/gmdss-courses/mod/page/view.php?id=2955>
- [16]. Κόκοτος Δημήτριος, Λιναρδάτους Διονύσιος, Νικητάκος Νικήτας, Τζαννάτος Ερνέστος (Αθήνα 2011). ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ ΣΤΗ ΝΑΥΤΙΛΙΑ ΤΟΜΟΣ ΙΙ, Εκδόσεις Σταμούλη, Αθήνα.
- [17]. https://www.eett.gr/opencms/export/sites/default/admin/downloads/Consultations/RadioCommunications/PC_5G/AnswersEL/INMARSAT.pdf
- [18]. <https://www.egmdss.com/gmdss-courses/mod/page/view.php?id=2965&forceview=1>
- [19]. https://www.marinsat.com/marinsat/dosyalar/dosya/TT-3020C_Brochure.pdf
- [20]. <https://www.manualslib.com/manual/1099418/ThraneAndthrane-Tt-3606e.html?page=7#manual>

- [21]. <https://www.inmarsat.com/en/solutions-services/maritime/solutions/safety/safetynet.html>
- [22]. <https://www.egmdss.com/gmdss-courses/mod/page/view.php?id=2964>
- [23]. <https://www.egmdss.com/gmdss-courses/mod/page/view.php?id=2967&forceview=1>
- [24]. <https://www.egmdss.com/gmdss-courses/mod/page/view.php?id=2968&forceview=1>
- [25]. <https://www.egmdss.com/gmdss-courses/mod/page/view.php?id=2973&forceview=1>
- [26]. <https://www.egmdss.com/gmdss-courses/mod/page/view.php?id=2987&forceview=1>
- [27]. <https://www.egmdss.com/gmdss-courses/mod/page/view.php?id=2984&forceview=1>
- [28]. <https://www.egmdss.com/gmdss-courses/mod/page/view.php?id=2985&forceview=1>
- [29]. Κόκοτος Δημήτριος, Λιναρδάτους Διονύσιος, Νικητάκος Νικήτας, Τζαννάτος Ερνέστος (Αθήνα 2010). ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ ΣΤΗ ΝΑΥΤΙΛΙΑ ΤΟΜΟΣ Ι, Εκδόσεις Σταμούλη, Αθήνα.
- [30]. https://www.groundcontrol.com/Maritime_VSAT/Marine_VSAT_Comparison.pdf
- [31]. https://en.wikipedia.org/wiki/Very-small-aperture_terminal#Maritime_VSAT
- [32]. Φαραντάτος, Κ. (2016). *Πληροφοριακά συστήματα στη Ναυτιλία* (Διπλωματική). Πανεπιστήμιο Πειραιώς, Πειραιάς.
- [33] <https://www.gsa.europa.eu/european-gnss/what-gnss>
- [34] <https://trimis.ec.europa.eu/entityprint/node/3356>
- [35]. https://trimis.ec.europa.eu/sites/default/files/project/documents/20060727_153921_34691_NAUPLIOS_Final_Report.pdf
- [36]. <https://www.gsa.europa.eu/european-gnss/galileo/galileo-european-global-satellite-based-navigation-system>
- [37]. <https://www.landmark.com.gr/βασικές-αρχές-gps/το-σύστημα-glonass/>
- [38]. https://www.gsa.europa.eu/sites/default/files/uploads/technology_report_2020.pdf
- [39]. Αθανάσιος Παλληκάρης, Γεώργιος Κατσούλης, Δημήτριος Δαλακλής (2018). *ΝΑΥΤΙΚΑ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΑ ΟΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟΥ ΧΑΡΤΗ ECDIS* (Β' ΕΚΔΟΣΗ), Εκδόσεις Ίδρυμα Ευγενίδου, Αθήνα.

- [40]. https://el.wikipedia.org/wiki/Καταγραφέας_δεδομένων_ταξιδίου
- [41]. Λυκουρέζος, Η. (2019). *Ηλεκτρονικά συστήματα Ναυσιπλοΐας* (Πτυχιακή). Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής, Αθήνα.
- [42]. <https://www.iridium.com/services/iridium-certus/maritime/>
- [43]. <https://www.globalstar.com/en-gb/coverage-maps>
- [44]. <https://en.wikipedia.org/wiki/Thuraya>
- [45]. <https://www.thuraya.com/marine-comms>
- [46]. <https://www.hellas-sat.net/fleet>
- [47]. <https://seanews.co.uk/news/making-waves/role-of-internet-of-things-in-shipping-and-maritime-industry/>
- [48]. <https://thetius.com/emerging-trends-in-iot/>
- [48]. <https://thetius.com/practical-uses-for-iot-in-ship-management/>
- [49]. http://telematics.upatras.gr/telematics/system/files/bouras_site/ergasies_foithwn/IoT_soldatos.pdf?language=el
- [49]. Aslam, S., Herodotou, H., Michaelides, M. (2020). *Internet of Ships: A Survey on Architectures, Emerging Applications, and Challenges*. IEEE INTERNET OF THINGS JOURNAL, VOL., NO., MAY 2020, 16 σελίδες. Ανακτήθηκε 19/7/2021, από https://www.researchgate.net/publication/341160084_Internet_of_Ships_A_Survey_on_Architectures_Emerging_Applications_and_Challenges.
- [50]. *THE GUIDELINES ON CYBERSECURITY ONBOARD SHIPS* Version 4, by BIMCO and more
- [51]. <https://cve.mitre.org/cgi-bin/cvename.cgi?name=CVE-2016-9339>
- [52]. <https://en.wikipedia.org/wiki/Starlink>
- [53]. <https://support.starlink.com/>
- [54]. <https://www.whistleout.com/Internet/Guides/starlink-satellite-internet>