

Η ΝΑΥΤΙΛΙΑ ΣΤΗ ΨΗΦΙΑΚΗ ΕΠΟΧΗ



Όνοματεπώνυμο: Φανή Τερψίδη

Επιβλέπων Καθηγητής : Νικήτας Νικητάκος

ΑΘΗΝΑ ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ 2019

Περιεχόμενα

<u>Περιεχόμενα</u>	2
<u>Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή</u>	4
<u>1.1 Σημαντικότητα</u>	4
<u>1.2 Σκοπός της εργασίας</u>	5
<u>1.3 Διάρθρωση Εργασίας</u>	5
<u>Κεφάλαιο 2: Συστήματα Πλοήγησης από την Αρχαιότητα μέχρι το 1920</u>	6
<u>2.1 Ο Προσανατολισμός στην Αρχαιότητα</u>	6
<u>2.2 Τα Πρώτα Όργανα Πλοήγησης</u>	7
<u>2.2.1 ΗΛΙΟΠΕΤΡΑ</u>	7
<u>2.2.2 ΠΥΞΙΔΑ</u>	8
<u>2.2.3. ΑΣΤΡΟΛΑΒΟΣ</u>	8
<u>2.2.4. ΛΙΜΕΝΟΔΕΙΚΤΗΣ</u>	9
<u>2.2.5. ΕΞΑΝΤΑΣ</u>	10
<u>2.3 Οι πρώτες τηλεπικοινωνίες στη ναυσιπλοΐα</u>	11
<u>2.4 Radio Direction Finder (RDF) - Ραδιογωνιόμετρο</u>	12
<u>2.5 Γυροσκόπιο & Γυροπυξίδα</u>	13
<u>2.6 Αυτόματος Πηδαλιούχος</u>	14
<u>2.7 Επισκόπηση</u>	15
<u>Κεφάλαιο 3: Συστήματα Πλοήγησης από τον Α' Παγκόσμιο Πόλεμο μέχρι τις αρχές του Β' Παγκοσμίου Πολέμου</u>	16
<u>3.1 Radio Detection and Ranging (RADAR) Ραντάρ</u>	16
<u>3.2 GEE</u>	17
<u>3.3 Υπερβολική Ναυτιλία (Loran-C Decca Omega)</u>	18
<u>Κεφάλαιο 4: Συστήματα Πλοήγησης μετά τον Β' Παγκόσμιο Πόλεμο (1939-1980)</u>	21
<u>4.1 Συστήματα πλοήγησης Υπερβολικής Ναυτιλίας</u>	21
<u>4.2 Υπολογιστής ENIAC - Transistor - Microprocessors</u>	22

4.2.1 ENIAC	22
4.2.2 Transistor	23
Κεφάλαιο 5: Συστήματα Πλοήγησης στην 4η Βιομηχανική Επανάσταση έως Σήμερα	25
5.1 Κυβερνοασφάλεια	26
5.2 Ναυτιλιακά καύσιμα	28
5.3 Ψηφιακή Επεξεργασία	28
5.3.1 GPS – GLONASS	35
5.3.2 RADAR-ARPA	40
5.3.3 LORAN	41
5.3.4 ECDIS	42
5.3.5 EGNOS	42
5.3.6 WAAAS	44
5.3.7 MSAS	49
5.3.8 GAGAN	49
5.3.9 BEIDOU 1	50
5.3.10 GALILEO	53
5.3.11 GNSS	54
5.3.12 GMDSS	57
5.3.13 AIS	64
5.3.14 ΔΡΟΜΟΜΕΤΡΟ	71
5.3.15 ΒΥΘΟΜΕΤΡΟ	72
Κεφάλαιο 6: Συμπεράσματα	74
Βιβλιογραφία	76
Ξενόγλωσση	76
Ιστότοποι	79

Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή

1.1 Σημαντικότητα

Ο κλάδος των μεταφορών, πόσο μάλλον η ναυτιλιακή βιομηχανία, αναμένεται παραδοσιακά από τους φορτωτές να προσαρμόζονται εύκολα στις απαιτήσεις παραγωγικής ικανότητας της αγοράς (Lagoudis, Naim and Potter, 2010). Η ναυτιλιακή βιομηχανία υπέφερε παραδοσιακά από τις δυναμικές αλλαγές στις απαιτήσεις ζήτησης που αντιμετωπίζουν τους λεγόμενους "θαλάσσιους κύκλους" (Storford, 2007). Αυτές οι αλλαγές στη ζήτηση δημιουργούν ένα ταραχώδες επιχειρηματικό περιβάλλον, όπου εκείνοι που έχουν τα πιο ανθεκτικά συστήματα στη θέση τους επιβιώνουν με την πάροδο του χρόνου (Harlaftis and Theotokas, 2009). Οι πλοιοκτήτες / φορείς εκμετάλλευσης λαμβάνουν αποφάσεις σχετικά με τρεις βασικούς πυλώνες, τη χρηματοδότηση ενεργητικού, τη λειτουργία των περιουσιακών στοιχείων και την επιλογή του φορτωτή. Αυτοί οι πυλώνες αποτελούν συνάρτηση μιας στρατηγικής βάσει κόστους που εφαρμόζουν οι φορείς εκμετάλλευσης, οι οποίοι κυριαρχούν στον ναυτιλιακό κόσμο. Ένα αναπόσπαστο κομμάτι του πυλώνα λειτουργίας του περιουσιακού στοιχείου είναι το ενεργητικό παιχνίδι (Theotokas and Harlaftis, 2004). Με την εφαρμογή αντικυκλικών στρατηγικών (Θανοπούλου, 1996) στην αγορά και πώληση πλοίων, οι ναυτιλιακές εταιρείες είναι σε θέση να αυξήσουν την απόδοση των επενδύσεων. Έτσι, τα υπάρχοντα επιχειρηματικά μοντέλα βασίζονται σε μεγάλο βαθμό στην επιτυχία της εφαρμογής στρατηγικών βασισμένων στο κόστος και των περιουσιακών στοιχείων, με τις τελευταίες να επωφελούνται από τους θαλάσσιους κύκλους, συμβάλλοντας ταυτόχρονα στην κερδοφορία των εταιρειών (Thanopoulou and Theotokas, 1997, Duru, 2016, Kavussanos, και Alizadeh, 2002.). Ωστόσο, έχουν δημοσιευθεί πολύ περιορισμένες έρευνες για επιχειρηματικά μοντέλα (Lagoudis, Lalwani, Naim, 2004, Lyridis et al., 2005).

Το νέο επιχειρηματικό περιβάλλον απαιτεί από τη ναυτιλιακή βιομηχανία να μετακινηθεί από το παραδοσιακό επιχειρηματικό μοντέλο της πώλησης δυναμικότητας σε αυτό που θα προσφέρει μεγαλύτερη αξία στους χρήστες. Με την αυξανόμενη ανάγκη παγκόσμιων αλυσίδων εφοδιασμού για ομαλή ροή για αγαθά και υπηρεσίες, η ψηφιακή επιχείρηση αποτελεί βασικό παράγοντα για τις ναυτιλιακές εταιρείες σήμερα, δεδομένου ότι τα δεδομένα αυξάνονται σε ταχύτητα, όγκο και ποικιλία (Nguyen et al., 2017, Larson and Chang, 2016).

Οι αποφάσεις σχετικά με τη διαχείριση ανταλλακτικών, τη διοχέτευση καυσίμων, τη συντήρηση και άλλα, τη ζήτηση συστημάτων πραγματικού χρόνου, θα επιτρέψουν στους υπεύθυνους λήψης αποφάσεων να λαμβάνουν αποφάσεις βάσει δεδομένων καθ' όλη τη διάρκεια ζωής των περιουσιακών στοιχείων (από τη φάση της νέας κατασκευής έως τη διάλυση). Για το λόγο αυτό, τα συστήματα αυτά απαιτούν καλά δομημένες λίμνες δεδομένων, δεδομένα ποιότητας και οπτική απλότητα (Kwon, Lee and Shin, 2014). Επιπλέον, η εναρμόνιση μεταξύ ανθρώπου-μηχανής είναι το κλειδί για την επιτυχία τέτοιων συστημάτων με κρίσιμη εκπαίδευση και ανάπτυξη δεξιοτήτων (Jin et al., 2015). Οι εκθέσεις και οι ανακοινώσεις της αγοράς δείχνουν ότι οι μεγάλες εταιρίες τακτικών γραμμών προχωρούν σε συνεργασία με παρόχους τεχνολογιών πληροφορικής προκειμένου να ανταποκριθούν στις προκλήσεις του νέου τεχνολογικού περιβάλλοντος. Πιο πρόσφατα, οι A.P. Moller-Maersk, CMA CGM, Harpag-Lloyd, MSC και Ocean Network Express ανακοίνωσαν ένα σχέδιο σύστασης ναυτιλιακής εταιρείας εμπορευματοκιβωτίων με στόχο την ενίσχυση της ψηφιοποίησης, της τυποποίησης και της δια λειτουργικότητας στη ναυτιλιακή βιομηχανία.

1.2 Σκοπός της εργασίας

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι να μελετήσει και να αναλύσει τη μετάβαση της ναυτιλίας στην ψηφιακή εποχή.

1.3 Διάρθρωση Εργασίας

Στο δεύτερο κεφάλαιο αναλύονται τα συστήματα πλοήγησης από τα Αρχαία χρόνια μέχρι το 1920, στο τρίτο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα συστήματα Πλοήγησης από τον Α' Παγκόσμιο Πόλεμο μέχρι τις αρχές του Β' Παγκοσμίου πολέμου, στο τέταρτο κεφάλαιο αναλύονται τα Συστήματα Πλοήγησης μετά τον Β' Παγκόσμιο Πόλεμο (1939-1980) και στο 5^ο κεφάλαιο τα συστήματα Πλοήγησης από την 4η Βιομηχανική Επανάσταση έως Σήμερα.

Κεφάλαιο 2: Συστήματα Πλοήγησης από την Αρχαιότητα μέχρι το 1920

2.1 Ο Προσανατολισμός στην Αρχαιότητα

Στη αρχαιότητα, η ανακάλυψη εδαφών και η μετανάστευση ήταν αποτέλεσμα της πλοήγησης στους ωκεανούς. Οι Φοίνικες, οι Έλληνες, οι Πέρσες, οι Άραβες, οι Νορβηγοί και άλλοι λαοί του Ειρηνικού Ωκεανού είναι μερικοί από αυτούς που διακρίθηκαν ως Ναυτικοί Εξερευνητές.

Στη Μεσόγειο χρησιμοποιήθηκαν διάφορες τεχνικές για τον προσδιορισμό της οποιασδήποτε θέσης. Όπως για παράδειγμα κατανόηση ανέμων καθώς και την τάση αυτών. Την γνώση ρευμάτων της θάλασσας και το σημαντικότερο παρατήρηση της θέσης του Ήλιου και των άλλων αστεριών. Οι άνθρωποι και ιδίως εκείνοι που εργαζόνταν ως ναυτικοί παρακολουθούσαν το Βόρειο Πολικό Αστέρη (ο οποίος δήλωνε τη θέση του Βορρά), ώστε να προσδιορίσουν τη θέση τους ως προς τα σημεία του ορίζοντα.

Ο Μινωικός λαός της Κρήτης είναι ένα ατράνταχτο παράδειγμα δυτικού πολιτισμού που χρησιμοποιούσε την ουράνια πλοήγηση καθώς τα ιερά και τα παλάτια έχουν αρχιτεκτονικά χαρακτηριστικά που ευθυγραμμίζονται νοερά με τον ήλιο που ανατέλλει στις ισημερίες. Οι ναυτικοί χρησιμοποιούσαν τις θέσεις συγκεκριμένων αστεριών, ιδιαίτερα τον αστερισμό Μεγάλη Άρκτος για τον προσανατολισμό του πλωτού. Ανατρέχοντας λοιπόν στην Οδύσσεια του Ομήρου επιβεβαιώνουμε την ουράνια πλοήγηση στο σημείο, που η Καλυψώ συμβουλεύει τον Οδυσσέα καθώς έφευγε από το νησί της να έχει πάντα στην αριστερή του πλευρά την Μεγάλη Άρκτο. Ωστόσο και ο Αλεξανδρινός ποιητής-αστρονόμος-συγγραφέας Άρατος ο Σολεύς στο επικό ποίημα του «Φαινόμενα και Διοσημία» έκανε περιγραφή αστερισμών και ουράνιων φαινομένων. Ορισμένοι άνθρωποι ισχυρίστηκαν ότι την εποχή του χαλκού οι περιγραφές του ταίριαζαν απόλυτα στον ουρανό κοιτάζοντας τον από την Κρήτη.

2.2 Τα Πρώτα Όργανα Πλοήγησης

Εκείνα τα χρόνια λοιπόν τα αστέρια ήταν ο πλοηγός για τους ανθρώπους καθώς δεν εξαφανιζόντουσαν από τον ορίζοντα και έτσι μπορούσαν να τα βλέπουν σταθερά όλο το βράδυ. Όμως από τον 3^ο αιώνα π.Χ. οι Έλληνες, οι Φοίνικες, οι Άραβες, οι Βίκινγκς και μετέπειτα οι Κινέζοι που ήταν κατεξοχήν ναυτικοί λαοί, άρχισαν να δημιουργούν τα πρώτα όργανα προσανατολισμού και πλοήγησης τα οποία παρατίθενται παρακάτω:

(Ηλιόπετρα - Πυξίδα - Αστρολάβος - Εξάντας - Λιμενοδείκτες)

2.2.1 Ηλιόπετρα



Εικόνα 1. Κρύσταλλος ασβεστίτη που βρέθηκε δίπλα στα όργανα πλοήγησης ενός βυθισμένου Βρετανικού πλοίου του 16^{ου} αιώνα.¹

Η ηλιόπετρα ήταν ένας μυθικός κρύσταλλος που χρησιμοποιούσαν οι Βίκινγκ για τον εντοπισμό της θέσης του ήλιου ακόμα και όταν υπήρχε συννεφιά με βάση την Ισλανδική Σάγκα. Αν και οι ιστορίες αυτές είναι γραμμένες κατά τον 12^ο αιώνα π.Χ. και έχουν μυθική υπόσταση είναι πολύ πιθανόν να είναι αληθινές. Διότι όλοι οι αρχαίοι λαοί προσανατολιζόντουσαν με τη βοήθεια των ουράνιων σωμάτων δηλαδή τον Ήλιο, τη Σελήνη, τους Αστέρες και τους άλλους πλανήτες. Ο κρύσταλλος που βρέθηκε στο Βρετανικό Ναυάγιο και απεικονίζεται στην φωτογραφία, απεδείχθη τελικά από τον Δανό αρχαιολόγο Ράμσκου το 1967 ότι είναι ασβεστίτης. Αυτός ο κρύσταλλος είναι πολωμένος και ανάλογα με την θέση του προς τον Ήλιο είναι είτε φωτεινός, είτε σκοτεινός. Αυτό αιτιολογείται επιστημονικά αφενός γιατί το φως του Ήλιου είναι ηλεκτρομαγνητικά κύματα που ταλαντώνονται κάθετα στη διεύθυνση μιας φωτεινής αχτίδας και αφετέρου στην ατμόσφαιρα υπάρχουν τα μόρια των αερίων που πολώνουν το φως και αναγκάζουν έτσι όλα τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα να ταλαντώνονται στο ίδιο επίπεδο. Αυτό σημαίνει με δεδομένο το γεγονός ότι ο κρύσταλλος ασβεστίτη είναι πολωμένος επιτρέπει να τον διαπεράσει μόνο το φως που ταλαντώνεται σε μια ορισμένη κατεύθυνση. Έτσι αποδεικνύεται ότι τουλάχιστον οι Βίκινγκ θεωρητικά και μόνο είχαν την δυνατότητα να υπολογίζουν την θέση τους κοιτάζοντας τον ουρανό.

2.2.2 Πυξίδα

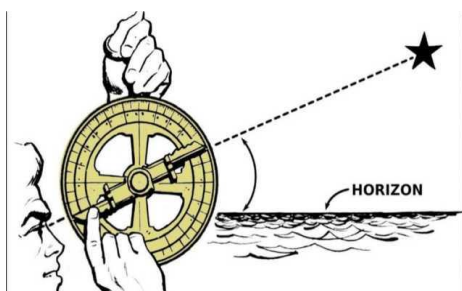
Η πυξίδα είναι ένα όργανο που οι ρίζες του είναι άγνωστες. Παρόλα αυτά πιθανολογείται ότι ανακαλύφθηκε στην Κίνα περίπου τον 3^ο αιώνα π.Χ. Ένα αιώνα αργότερα οι Άραβες ανακάλυψαν την χρησιμότητά της και την διέδωσαν σε όλη τη Δυτική Ευρώπη. Η πυξίδα προέρχεται από την αρχαία λέξη πυξίς - ίδος που σημαίνει κουτί ξύλινο διότι η πρώτη πυξίδα ήταν μια μαγνητική βελόνα πάνω σε ένα κομμάτι φελλού το οποίο επέπλεε μέσα σε ένα κουτί με νερό.



*Εικόνα 2: Κινεζική γεωμαγνητική πυξίδα 1760
από το Εθνικό Ναυτικό Μουσείο στο Λονδίνο*

2.2.3. Αστρολάβος

Τον 3^ο αιώνα π.Χ. έως και τον 18^ο αιώνα μ.Χ. οι ναυτικοί και οι αστρονόμοι χρησιμοποιούσαν τον αστρολάβο για να παρατηρήσουν τους άλλους πλανήτες και τα άστρα. Με αυτό το αστρονομικό όργανο εάν γνώριζαν το γεωγραφικό πλάτος και μήκος μπορούσαν να καταλάβουν την ώρα και αντιστρόφως. Λέγεται πως ο Απόλλωνας ο Περγαίος ήταν ο εφευρέτης του αστρολάβου και είχε αρχικά σχήμα σφαίρας. Κατά τον 8^ο αιώνα ο Πέρσης μαθηματικός Fazari δημιούργησε τον πρώτο επίπεδο αστρολάβο, ο οποίος αποτελούταν από ένα στρογγυλό δίσκο και έναν κινητό βραχίονα που υποδείκνυε τη γωνία των ουράνιων σωμάτων.



Εικόνα 3: Αιωρούμενο από ένα δαχτυλίδι, ο ναυτικός αστρολάβος κρέμεται σε ένα κατακόρυφο επίπεδο. Ο θαλασσοπόρος ευθυγράμμιζε το επίπεδο του αστρολάβου με την διεύθυνση του αντικειμένου του ενδιαφέροντος, π.χ. τον Ήλιο ή κάποιο άλλο αστέρι. Το κλισίμετρο περιστρεφόταν ώστε να δείχνει το αστέρι και το ύψος διαβαζόταν από την κλίμακα γύρω από τον αστρολάβο.

2.2.4. Λιμενοδείκτες



Οι λιμενοδείκτες ή διαφορετικά πορτολάνοι είναι το παλιότερο ναυτικό βιβλίο όπου εκεί αποτυπώνονταν οι ναυτικοί χάρτες με ιδιαίτερες λεπτομέρειες που αφορούσαν τους ναυτικούς. Παρουσιάστηκαν για πρώτη φορά τον 13^ο αιώνα από τους θαλασσοπόρους της Γένοβας σε επίπεδη προβολή και με συνοπτικές σημειώσεις που υποδήλωναν λιμένες, διαύλους, θαλάσσια ρεύματα, ανωμαλίες του βυθού και άλλες χρήσιμες πληροφορίες.

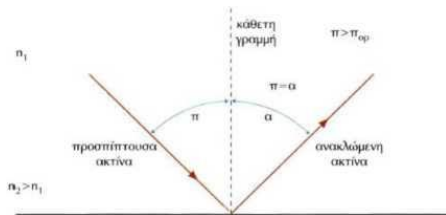
Εικόνα 4: Χάρτης του Juan de la Cosa, 1500 - 1508



Εικόνα 5: Χάρτης Πορτογαλίας 1963

2.2.5. Εξάντας

Ο Εξάντας είναι ένα πολύ χρήσιμο όργανο της ναυσιπλοΐας καθώς από τα αρχαία χρόνια καθόριζε το στίγμα του πλοίου επάνω στη γη. Είναι στην ουσία μια εξέλιξη του αστρολάβου. Ένα γωνιομετρικό και αστρονομικό όργανο όπου χειρίζονταν οι ναυτικοί στα ανοιχτά της θάλασσας μετρώντας έτσι τις γωνίες (δηλαδή το ύψος) των ουράνιων σωμάτων από τον ορίζοντα.



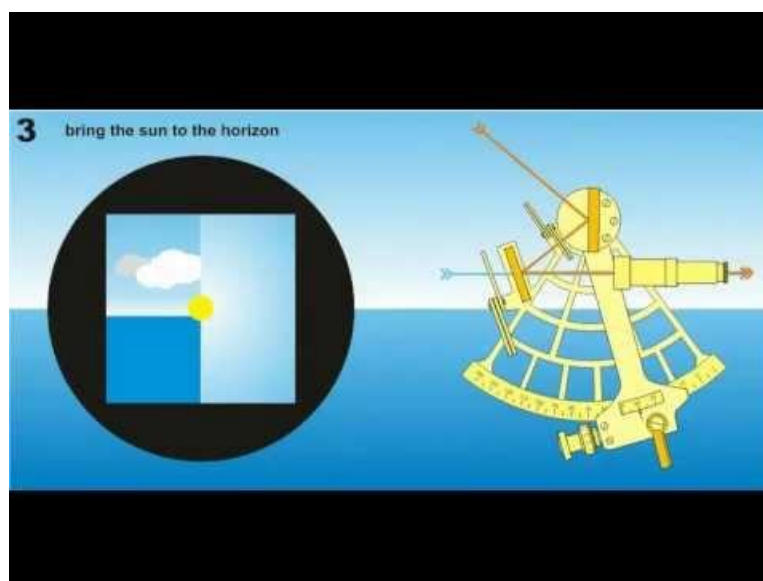
Η λειτουργία του εξάντα ερείδεται στους νόμους της οπτικής όπου η γωνία πρόσπτωσης του φωτός επί ενός επιπέδου είναι ίση με την γωνία ανάκλασης.

$$\frac{\eta\mu\pi_{\alpha\phi}}{\eta\mu 90} = \frac{n_2}{n_1} \Rightarrow \eta\mu\pi_{\alpha\phi} = \frac{n_2}{n_1}$$

Εικόνα 6: Ολική ανάκλαση φωτεινής ακτίνας

Ειδικά στον εξάντα όμως εφαρμόζονται δύο κάτοπτρα εκ των οποίων το ένα είναι μικρό και ακίνητο ενώ το άλλο είναι μεγάλο και κινητό. Δια αυτών λοιπόν και της διόπτρας που φέρει το όργανο πραγματοποιούνταν οι παρατηρήσεις για τον προσδιορισμό του στίγματος.

Παρ' όλο που στις μέρες μας δεν χρησιμοποιείται λόγω της τεχνολογικής εξέλιξης που έχουν φέρει στη ναυτιλία ηλεκτρονικά πλέον μέσα προσδιορισμού της θέσης του πλοίου, απαιτείται από τους αξιωματικούς γέφυρας να γνωρίζουν να τον χρησιμοποιούν.



Εικόνα 7: Η λειτουργία του Εξάντα (video)

2.3 Οι πρώτες τηλεπικοινωνίες στη ναυσιπλοΐα

Η πρώτη ασύρματη επικοινωνία επιτεύχθηκε 12 Δεκεμβρίου του 1901 από τον *Guglielmo Marconi* και αποτέλεσε την αρχή της εξέλιξης της ηλεκτρονικής επιστήμης. Ο *Guglielmo Marconi* ήταν Ιταλός και έχει χαρακτηριστεί ως πατέρας της εκπομπής ραδιοκυμάτων σε μεγάλη απόσταση και εφευρέτης ενός ραδιοτηλεγραφικού(τηλέγραφος) συστήματος και συχνά αναφέρεται ως εφευρέτης του ραδιοφώνου.

Στις αρχές του 19ου αιώνα κατάφεραν και επικοινωνήσαν δυο αμερικάνικα πλοία που είχαν απόσταση τριάντα ναυτικά μίλια εν ονόματι New York και Massachusetts με την εφεύρεση του τηλεγράφου. Και ένα χρόνο αργότερα κατόρθωσε να στείλει το πρώτο υπερατλαντικό μήνυμα (το γράμμα 'S') ασύρματα από την Κορνουάλη της Αγγλίας σε στρατιωτική βάση των Ηνωμένων Πολιτειών Αμερικής δηλαδή σε απόσταση άνω των τρεις χιλιάδων τετρακοσίων χιλιομέτρων.



Εικόνα 8: Ο Ιταλός φυσικός Γουλιέλμο Μαρκόνι (1874-1937), εφευρέτης της ασύρματης τηλεγραφίας και του ραδιοφώνου (Βραβείο Νόμπελ Φυσικής, 1909).

Η εφαρμογή της τηλεπικοινωνίας στη Ναυτιλία όμως εμφανίστηκε στις αρχές του 20^{ου} αιώνα όταν άρχισε να γίνεται εκπομπή σημάτων κάθε μια ώρα ώστε να τηρηθούν οι ακριβείς χρόνοι των πλοίων. Αυτό συνέβαινε διότι μέχρι εκείνη την εποχή ο προσδιορισμός της θέσης των πλοίων γινόταν βάση αστρονομίας και είχε απόκλιση περίπου τέσσερα δευτερόλεπτα. Γεγονός που με την ασύρματη επικοινωνία φυσικά ελαχιστοποιήθηκε με σφάλμα μικρότερο του ενός δευτερολέπτου.

2.4 Radio Direction Finder (RDF) – Ραδιογωνιόμετρο



Ραδιογωνιόμετρο είναι ένας ραδιοφωνικός ανιχνευτής κατεύθυνσης και αποτελεί το παλαιότερο ραδιοναυτιλιακό όργανο για τον προσδιορισμό της κατεύθυνσης ή την διεύθυνσης διόπτρευσης παράκτιου σταθμού εκπομπής ραδιοκυμάτων. Το 1888 έγιναν τα πρώτα πειράματα του RDF, όταν ο Heinrich Hertz ανακάλυψε την κατευθυντικότητα ενός ανοικτού βρόχου σύρματος που χρησιμοποιείται ως κεραία.

Εικόνα 9: Ραδιογωνιόμετρο με σταθερές κεραίες

Ωστόσο η χρήση του ραδιογωνιόμετρου στα πλοία γινόταν για τον προσδιορισμό στίγματος αλλά και για τον ραδιοεντοπισμό σε περίπτωση κινδύνου. Έχοντας λοιπόν δυο ή περισσότερες μετρήσεις από διαφορετικές θέσεις, μπορούμε να προσδιορίσουμε την θέση ενός άγνωστου πομπού. Ενώ έχοντας δυο ή περισσότερες

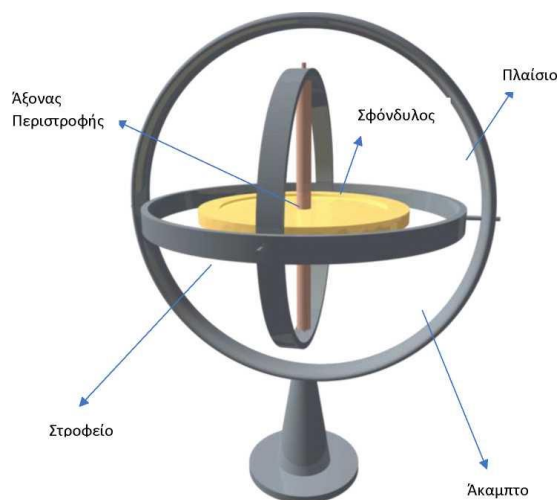


Εικόνα 10: Ραδιογωνιόμετρο με περιστρεφόμενη κεραία

μετρήσεις από γνωστούς πομπούς μπορούμε να προσδιορίσουμε τη θέση ενός οχήματος. Ιδίως τα σκάφη και τα αεροσκάφη χρησιμοποιούσαν αυτό το σύστημα ράδιο-πλοήγησης και αποτέλεσε βασικό στοιχείο των συστημάτων πληροφοριών. Διότι η ικανότητα εντοπισμού της θέσης ενός εχθρού σε περίοδο πολέμου είχε ανεκτίμητη αξία για τον Α' Παγκόσμιο Πόλεμο κ έπαιξε καθοριστικό ρόλο στο Β' Παγκόσμιο Πόλεμο.

2.5 Γυροσκόπιο & Γυροπυξίδα

Το Γυροσκόπιο είναι μια συσκευή μέτρησης και ελέγχου της γωνιακής κίνησης ενός σώματος. Το πρώτο γυροσκόπιο δημιουργήθηκε από τον Johann Bohnenberg το 1817 και στην συνέχεια το 1852 ο Jean Bernard Leon Foucault μέσω ενός πειράματος που περιλαμβάνει την περιστροφή της Γης, ανακάλυψε τη θεωρία των γυροσκοπικών φαινομένων.



Εικόνα 11: Γυροσκόπιο

Στην ναυτιλία πρωτοεμφανίστηκε ύστερα από την καθιέρωση των μεταλλικών ναυπηγήσεων, λόγω μαγνητικού πεδίου. Στο παρακάτω σχήμα παρατηρείται ότι αποτελείται από μια βάση, το πλαίσιο γυροσκοπίου, το άκαμπτο μέλος, τον άξονα περιστροφής και το στροφέιο. Η λειτουργία του ωστόσο βασίζεται στη διατήρηση της γωνιακής ορμής δηλαδή διατηρεί την συνισταμένη των εξωτερικών ροπών ίση με το μηδέν. Ακόμη και αν το πλοίο λάβει κλίση ο σφόνδυλος του γυροσκοπίου θα συνεχίσει με την ίδια ταχύτητα περιστροφής και ταυτόχρονα θα μένει προσανατολισμένος στην όμοια κατεύθυνση.

Το 1743 ο John Serson επινόησε ένα όργανο επίπεδο παρεμφερή με το γυροσκόπιο και το ονόμασε Whirling Speculum (Περιστρεφόμενο Κάτοπτρο). Το 1817 έκανε για πρώτη φορά την εμφάνιση του ένα πραγματικό γυροσκόπιο από τον Γερμανό Johann Bohnenberger ως η μηχανή Bohnenberger που βασίστηκε στη περιστροφή μιας σφαιρικής μάζας. Ωστόσο η γυροπυξίδα έγινε απαραίτητο όργανο για όλα τα πλοία καθώς είχε την ικανότητα ανίχνευσης πραγματικού Βορρά και όχι του μαγνητικού.

2.6 Αυτόματος Πηδαλιούχος

Το αυτόματο πηδάλιο ή αυτόματος πηδαλιούχος είναι ένα προηγμένο σύστημα ηλεκτρομηχανολογικών και ηλεκτρονικών διατάξεων. Με αναμεταδότη μεταφοράς, συνδέεται με το σύστημα μετάδοσης γυροσκοπικής πυξίδας πλοίου, το οποίο ενημερώνει το πλοίο για τις εκτροπές από τη σταθερή πορεία του και μετατρέπει το πηδάλιο του πηδαλίου για να επιστρέψει το πλοίο στην πορεία του. Υπάρχουν επίσης αυτόματα πηδάλια που λειτουργούν συνδεδεμένα με μια αυτόνομη μαγνητική πυξίδα για να επιτρέπουν την αυτόματη παρακολούθηση και σε περίπτωση που το γυροσκοπικό διαμέρισμα του πλοίου είναι κατεστραμμένο. Η εγκατάσταση του αυτόματου πηδαλίου δημιουργήθηκε επειδή διασφαλίζει ότι η επιθυμητή πορεία ακολουθείται με μεγαλύτερη ακρίβεια, γεγονός που εξοικονομεί χρόνο, καύσιμο και ναυτικό πηδάλιο τον οποίο αντικαθιστά.

Υπάρχουν 2 τύποι αυτόματων πηδαλίων:

α) Η απλή μονάδα που χρησιμοποιείται για τους ηλεκτροκινητήρες του μηχανισμού του πηδαλίου.

(β) Η διπλή μονάδα. Σε αυτό, το ηλεκτρικό σήμα της μονάδας ελέγχου γέφυρας μεταφέρεται στην μονάδα ισχύος στην πρύμνη του πλοίου και μετατρέπεται σε μηχανική ή υδραυλική κίνηση. Φυσικά, για να κρατήσει το κομμάτι όσο το δυνατόν ακριβέστερο αλλά και για να περιορίσει τις καταπονήσεις του πλοίου και του πηδαλίου, το αυτόματο πηδάλιο είναι εφοδιασμένο με ειδικές ρυθμιστικές διατάξεις που ρυθμίζουν την περιστροφή του πηδαλίου ανάλογα με τις συνθήκες της θάλασσας και τη ρυμούλκηση. ικανότητες κάθε πανιού.

Τέλος, θα αναφέρουμε ότι σήμερα υπάρχουν αυτόματα πηδάλια εξοπλισμένα με ηλεκτρονική μονάδα που μπορεί να προγραμματιστεί για να πραγματοποιήσει ολόκληρο το ταξίδι στο οποίο εκτελούνται αυτόματα και τις απαιτούμενες αλλαγές πορείας.

2.7 Επισκόπηση

Κάνοντας μια επισκόπηση στα συστήματα πλοήγησης, βλέπουμε πως τον 3ο αιώνα χρησιμοποιούνται η πυξίδα και ο αστρολάβος, τον 12ο αιώνα άρχισαν να χρησιμοποιούνται η ηλιόπετρα και ο έξαντας και τον 13ο αιώνα έκαναν την εμφάνισή τους οι λιμενοδείκτες.



Εικόνα 12: Συστήματα πλοήγησης

Κεφάλαιο 3: Συστήματα Πλοήγησης από τον Α' Παγκόσμιο Πόλεμο μέχρι τις αρχές του Β' Παγκοσμίου Πολέμου

Στο τέλος του Α Παγκόσμιου Πολέμου στην Αμερική ξεκίνησαν οι πρώτες τεκμηριωμένες μελέτες επιστημονικής φύσεως για την δημιουργία μηχανημάτων εκπομπής, επεξεργασίας και λήψης ραδιοκυμάτων. Αρχικά έκαναν εμφάνιση τα ραντάρ με την δυνατότητα μέτρησης αποστάσεων μέσω εκπομπής ραδιοκυμάτων στη Ναυτιλία. Στην συνέχεια η αρχή της υπερβολικής ναυτιλίας που βασίζεται στην λήψη και επεξεργασία ραδιοκυμάτων από παράκτιους σταθμούς και φέρει ως αποτέλεσμα τον προσδιορισμό του πλοίου (στίγμα). Παρ' όλο που δεν ήταν αξιόπιστες τότε οι παραπάνω μελέτες, τα ραδιοναυτικά βοηθήματα είχαν χρησιμοποιηθεί στον Α Παγκόσμιο πόλεμο για στρατιωτικές ανάγκες.

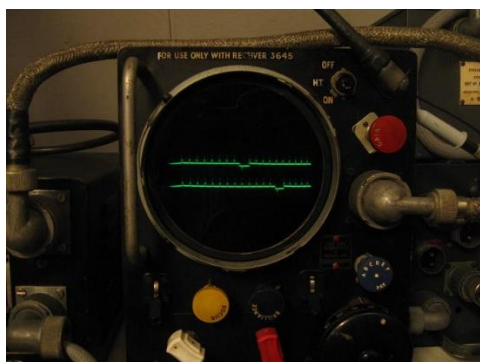
3.1 Radio Detection and Ranging (RADAR) Ραντάρ

Ο όρος RADAR σημαίνει Ανίχνευση με Ηλεκτρομαγνητικά Κύματα και Μέτρηση Αποστάσεων. Η ονομασία δόθηκε το 1939 από το Σώμα Σήμανσης της Αμερικής καθώς εργάστηκε σε αυτά τα συστήματα για το Πολεμικό Ναυτικό.

Η βασική ιδέα του ραντάρ είχε τις ρίζες της στα πειράματα που συσχετιζόντουσαν με την ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία που διεξήγε ο φυσικός Heinrich Hertz την δεκαετία του 1880. Ο στόχος ήταν να ελέγξει πειραματικά το θεωρητικό έργο του James Clerk Maxwell, ο οποίος είχε διατυπώσει τις γενικές εξισώσεις του ηλεκτρομαγνητικού πεδίου. Οι εξισώσεις αυτές καθόριζαν ότι όσο το φως τόσο και τα ραδιοκύματα είναι παραδείγματα ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων που διέπονται από τους ίδιους θεμελιώδους νόμους αλλά έχουν διαφορετικές συχνότητες. Το έργο του James Clerk Maxwell οδήγησε στο συμπέρασμα ότι τα ραδιοκύματα μπορούν να αντανακλώνται από μεταλλικά αντικείμενα και να διαθλώνται από ένα διηλεκτρικό μέσο όπως και τα κύματα του φωτός. Ωστόσο στα τέλη του 19ου αιώνα ο Heinrich Hertz ανακάλυψε μέσα από πειράματα που έκανε ότι τα ραδιοκύματα αντανακλώνται από μεταλλικά αντικείμενα. Έως τις αρχές του 20ου αιώνα είχαν δημιουργήσει μια συσκευή ανίχνευσης πλοίων ώστε να αποφευχθεί η σύγκρουση πλοίων στην ομίχλη.

Μετέπειτα αναπτύχθηκαν πολύ τα συστήματα που είχαν την δυνατότητα παραγωγής κοντινών παλμών ραδιενέργειας και έτσι δημιούργησαν συσκευές που παρείχαν κατευθυντικές πληροφορίες για αντικείμενα σε σύντομο χρονικό διάστημα. Η πιθανή χρησιμότητα του έργου του Heinrich Hertz για τον εντοπισμό στόχων πρακτικού ενδιαφέροντος δεν πέρασε απαρατήρητο εκείνα τα χρόνια διότι υπήρχε η στρατιωτική ανάγκη εντοπισμού προσέγγισης εχθρικών πλοίων και αεροσκαφών. Αναμφισβήτητα αποτελεί το βασικότερο ηλεκτρονικό σύστημα ηλεκτρομαγνητικού εντοπισμού και παρακολούθησης κινητών και ακίνητων αντικειμένων, σε μικρές και μεγάλες αποστάσεις καθώς και σε άριστες και άσχημες καιρικές συνθήκες.

3.2 GEE



Εικόνα 13: Δέκτης σημάτων GEE

Το Gee ήταν ένα σύστημα ραδιοπλοήγησης που χρησιμοποίησε η Βασιλική Πολεμική Αεροπορία κατά τη διάρκεια του Β' Παγκοσμίου Πολέμου. Μετρήθηκε η χρονική καθυστέρηση μεταξύ δύο ραδιοφωνικών σημάτων για την παραγωγή μιας σταθερής ακτίνας, με ακρίβεια της τάξης των μερικών εκατοντάδων μέτρων σε εύρη μέχρι τα 350 μίλια (560 χλμ.). Ήταν το πρώτο υπερβολικό σύστημα πλοήγησης που χρησιμοποιήθηκε επιχειρησιακά, εισάγοντας υπηρεσία με τη Διοίκηση της RAF Bomber το 1942.

Το Gee σχεδιάστηκε από τον Robert Dippy ως σύστημα τυφλής προσγείωσης μικρής εμβέλειας για τη βελτίωση της ασφάλειας κατά τη διάρκεια των νυχτερινών επιχειρήσεων, αλλά κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης από το ερευνητικό ίδρυμα τηλεπικοινωνιών στο Swanage, το εύρος βρέθηκε πολύ καλύτερο από το αναμενόμενο και εξελίχθηκε σε γενικό σύστημα πλοήγησης μεγάλης εμβέλειας. Για τους μεγάλους, σταθερούς στόχους, όπως οι πόλεις που δέχτηκαν επίθεση κατά τη διάρκεια της νύχτας, ο Gee προσέφερε αρκετή ακρίβεια ώστε να χρησιμοποιηθεί ως στόχος αναφοράς χωρίς να χρειάζεται να χρησιμοποιήσει μια βόμβα ή άλλη εξωτερική αναφορά. Το Jamming μείωσε τη χρησιμότητά του ως βομβαρδιστικό βοήθημα, αλλά παρέμεινε σε χρήση ως βοηθητική ναυσιπλοΐα στην περιοχή του Ηνωμένου Βασιλείου καθ' όλη τη διάρκεια του πολέμου.

Το Gee παρέμεινε σημαντικό τμήμα της σουίτας συστημάτων πλοήγησης της RAF στη μεταπολεμική περίοδο και παρουσιάστηκε σε αεροσκάφη όπως η αγγλική Electric Canberra και ο στόλος των β-βομβαρδισμών. Είχε επίσης πολιτική χρήση και δημιουργήθηκαν αρκετές νέες αλυσίδες Gee για τη στήριξη της στρατιωτικής και της πολιτικής αεροπορίας σε ολόκληρη την Ευρώπη. Το σύστημα άρχισε να τερματίζεται στα τέλη της δεκαετίας του '60, με τον τελευταίο σταθμό να ξεπερνά τον αέρα το 1970. Το Gee ενέπνευσε επίσης το αρχικό σύστημα LORAN ("Loran-A") (Blanchard, 1991).

Η αρχή λειτουργίας του είχε ως εξής: Αυτό λειτουργούσε αποστέλλοντας δύο παλμούς γνωστού χρονισμού από σταθμούς εδάφους, οι οποίοι παραλήφθηκαν από το αεροσκάφος και διαβάζονταν σε ένα παλμογράφο. Ο χρόνος μεταξύ των μεταδόσεων δεν ήταν σταθερός και ποικίλλει από σταθμό σε σταθμό, οπότε ο εξοπλισμός του βομβιστή είχε ένα σύστημα που του επέτρεπε να ρυθμίζει γι 'αυτό. Ο δέκτης είχε έναν τοπικό ταλαντωτή ο οποίος παρείχε μια γεννήτρια βάσης χρόνου που θα μπορούσε να ρυθμιστεί. Όταν ο δέκτης ενεργοποιήθηκε για πρώτη φορά, οι παλμοί από τον σταθμό εδάφους θα μετακινηθούν στην οθόνη επειδή οι δύο βάσεις χρόνου δεν συγχρονίστηκαν. Ο χειριστής έπειτα ρύθμιζε τον ταλαντωτή τους μέχρι να σταματήσουν οι παλμοί, πράγμα που σήμαινε ότι ο τοπικός ταλαντωτής βρισκόταν τώρα ακριβώς στην ίδια συχνότητα παλμών με εκείνον του σταθμού εδάφους. Ο δέκτης είχε δύο ολοκληρωμένα συστήματα αυτού του τύπου, επιτρέποντας στον χειριστή να λαμβάνει σήματα από δύο σταθμούς και να τα συγκρίνει εύκολα και να κάνει ταυτόχρονες μετρήσεις (Haigh, 1960).



Εικόνα 14: Loran – A

3.3 Υπερβολική Ναυτιλία (Loran-C Decca Omega)

Με τον όρο Υπερβολική Ναυτιλία περιγράφουμε την περίοδο που οι ναυτικοί είχαν τυφλή εμπιστοσύνη στη συσκευή ραντάρ, χωρίς διασταύρωση πληροφοριών με άλλο μέσο. Είναι κατανοητό πως όταν υπήρχαν δυσμενής καιρικές συνθήκες η μοναδική πηγή πληροφοριών ήταν το ραντάρ. Όμως όταν τα καιρικά φαινόμενα ήταν ευνοϊκά και η ορατότητα δεν ήταν περιορισμένη έπρεπε να γίνεται λήψη πληροφοριών και από άλλα μέσα. Η υπερβολική χρήση της συσκευής ραντάρ είχε ως αποτέλεσμα την δημιουργία επικίνδυνων καταστάσεων και ατυχημάτων.

Το Loran-C ήταν ένα υπερβολικό σύστημα ραδιοπλοήγησης που επέτρεπε σε ένα δέκτη να καθορίσει τη θέση του ακούγοντας ραδιοφωνικά σήματα χαμηλής συχνότητας που μεταδίδονται από σταθερούς ραδιοφωνικούς ραδιοφάρους. Το Loran-C συνδυάζει δύο διαφορετικές τεχνικές για να παράσχει ένα σήμα που ήταν τόσο μεγάλης εμβέλειας όσο και υψηλής ακρίβειας, γνωρίσματα που προηγουμένως ήταν σε αντίθεση. Το μειονέκτημα ήταν η δαπάνη του εξοπλισμού που απαιτείται για την ερμηνεία των σημάτων, πράγμα που σήμαινε ότι το Loran-C χρησιμοποιήθηκε κυρίως από στρατιωτικές μονάδες μετά την πρώτη εισαγωγή του το 1957.

Μέχρι τη δεκαετία του 1970 το κόστος, το βάρος και το μέγεθος των ηλεκτρονικών συσκευών που χρειαζόνταν για την εφαρμογή του Loran-C μειώθηκαν δραματικά λόγω της εισαγωγής ηλεκτρονικών συστημάτων σε στερεά κατάσταση και ιδιαίτερα της χρήσης πρώιμων μικροελεγκτών για την ερμηνεία του σήματος. Οι χαμηλού κόστους και εύχρηστες μονάδες Loran-C έγιναν κοινές από τα τέλη της δεκαετίας του 1970, ειδικά στις αρχές της δεκαετίας του 1980, με αποτέλεσμα το σύστημα LORAN να απενεργοποιηθεί για την εγκατάσταση περισσότερων σταθμών Loran-C σε όλο τον κόσμο. Το Loran-C έγινε ένα από τα πιο συνηθισμένα και ευρέως χρησιμοποιούμενα συστήματα πλοήγησης για μεγάλες περιοχές της Βόρειας Αμερικής, της Ευρώπης, της Ιαπωνίας και ολόκληρου του Ατλαντικού και του Ειρηνικού. Η Σοβιετική Ένωση διέθετε ένα σχεδόν πανομοιότυπο σύστημα, το CHAYKA (Divis, 2015).

Η καθιέρωση της πολιτικής δορυφορικής πλοήγησης στη δεκαετία του 1990 οδήγησε σε πολύ γρήγορη απόρριψη της χρήσης του Loran-C. Οι συζητήσεις για το μέλλον του Loran-C ξεκίνησαν τη δεκαετία του 1990 και ανακοινώθηκαν και ακυρώθηκαν αρκετές ημερομηνίες διακοπής. Το 2010 εγκαταλείφθηκαν τα συστήματα των Ηνωμένων Πολιτειών και του Καναδά, μαζί με τους κοινόχρηστους σταθμούς Loran-C / CHAYKA με τη Ρωσία. Αρκετές άλλες αλυσίδες παρέμειναν ενεργές και μερικές είχαν αναβαθμιστεί για συνεχή χρήση. Στα τέλη του 2015, οι αλυσίδες πλοήγησης στην πλειονότητα της Ευρώπης απενεργοποιήθηκαν. Τον Δεκέμβριο του 2015 στις Ηνωμένες Πολιτείες, ανανεώθηκε επίσης η συζήτηση για τη χρηματοδότηση ενός συστήματος eLoran και η NIST προσφέρθηκε να χρηματοδοτήσει την ανάπτυξη ενός δέκτη eLoran μεγέθους μικροτσίπ για τη διανομή σημάτων χρονισμού (Martin, 2017). Η πρόσφατη νομοθεσία των Ηνωμένων Πολιτειών, όπως ο εθνικός νόμος για την ανθεκτικότητα και ασφάλεια του 2017 και άλλοι νόμοι, έχει εισάγει και μπορεί να αναστήσει το Loran.



Εικόνα 15: Loran – C

Κεφάλαιο 4: Συστήματα Πλοήγησης μετά τον Β' Παγκόσμιο Πόλεμο (1939-1980)

4.1 Συστήματα πλοήγησης Υπερβολικής Ναυτιλίας

Ο προσδιορισμός του στίγματος ενός πλοίου μέσω των συστημάτων υπερβολικής ναυτιλίας παρουσιαζόταν από την τομή δυο υπερβολικών γραμμών θέσεως. Τα σημαντικότερα ραδιοναυτιλιακά βοηθήματα υπερβολικής ναυτιλίας αναπτύχθηκαν κατά την διάρκεια του Β' Παγκόσμιου Πολέμου και είναι τα εξής:

1. SONNE (ήλιος στα γερμανικά)

Το σύστημα SONNE ήταν ένα σύστημα ραδιοπλοήγησης που αναπτύχθηκε από ένα παλιότερο σύστημα εν ονόματι ELEKTRA και για αυτό είναι και γνωστό ως Elektra Sonnen. Οι Βρετανοί όταν γνώρισαν το σύστημα το ονόμασαν CONSOL που σημαίνει από τον ήλιο.

2. DECCA

Τα συστήματα DECCA ήταν τα συστήματα που ανέπτυξαν οι Βρετανοί και επέτρεψαν στα πλοία και τα αεροσκάφη να προσδιορίσουν την θέση τους λαμβάνοντας ραδιοσήματα από σταθερούς πλοηγούς. Μετά τη λήξη του πολέμου η εταιρεία Decca Navigation Systems εξέλιξε το σύστημα και το διέθεσε για εμπορική χρήση. Το σύστημα χρησιμοποίησε τη σύγκριση φάσεων δύο σημάτων χαμηλής συχνότητας μεταξύ 70 και 129 kHz , σε αντίθεση με τα συστήματα χρονισμού παλμών όπως το LORAN.

3. LORAN (Long Range Navigation)

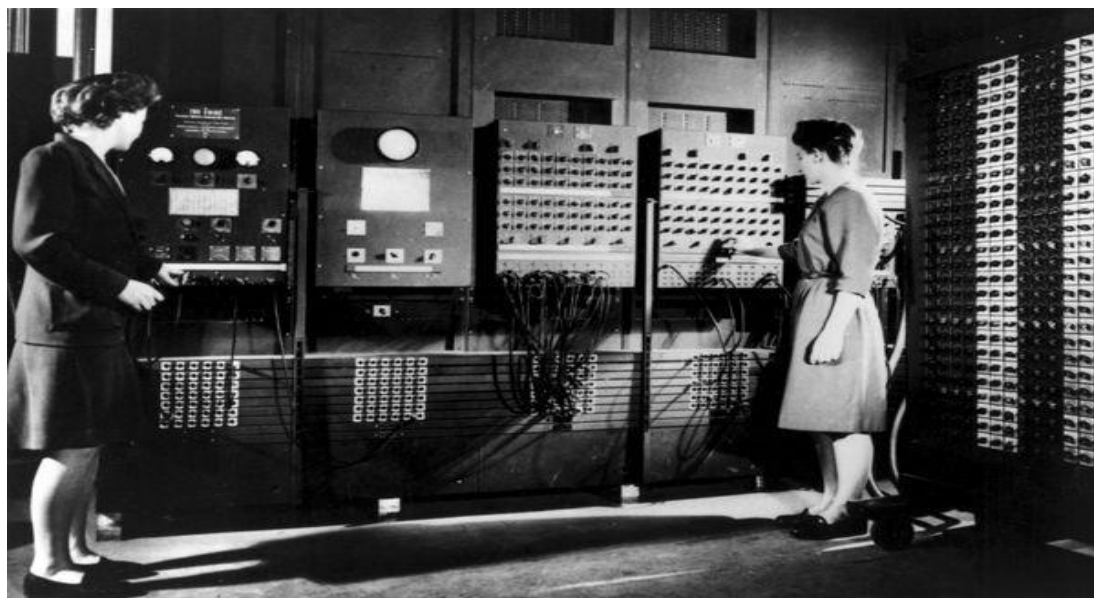
Loran ήταν ένα σύστημα πλοήγησης σε μεγάλη εμβέλεια και αναπτύχθηκε κυρίως την διάρκεια του Β' Παγκόσμιου Πολέμου (1941) στις Ηνωμένες Πολιτείες. Λειτουργούσε σε χαμηλές συχνότητες και έτσι πρόσφερε εμβέλεια έως 2400χλμ. Αρχικά χρησιμοποιήθηκε σε πλοία και ύστερα σε αεροσκάφη μεγάλης εμβέλειας. Μετά την λήξη του πολέμου δημιούργησαν το Loran A το οποίο είχε συχνότητα 1700-2000 KHz με εμβέλεια 540nm. και μεταγενέστερα εξελίχθηκε σε Loran C και είχε συχνότητα 100 KHz με εμβέλεια 1080nm.

4.2 Υπολογιστής ENIAC - Transistor - Microprocessors

4.2.1 ENIAC

Ο Electronic Numerical Integrator and Computer (ENIAC) που δημιουργήθηκε το 1943 θεωρείται ευρέως ο πρώτος ψηφιακός ηλεκτρονικός υπολογιστής γενικής χρήσης. Ο ENIAC ήταν αναγκαίος για τον Αμερικάνικο στρατό καθώς έκανε υπολογισμό βαλλιστικών πινάκων. Αυτοί ήταν οι αριθμητικοί πίνακες που χρησιμοποιήθηκαν από το προσωπικό του πυροβολικού για τον υπολογισμό της εμβέλειας ενός συγκεκριμένου πυροβόλου. Η εμβέλεια είχε ως μεταβλητές τον τύπο του κέλυφος, το φορτίο, την αγωνία ανύψωσης και οι μετεωρολογικές συνθήκες. Οι σχεδιαστές της πρώτης ηλεκτρονικής υπολογιστικής μηχανής ήταν ο Presper Eckert (ηλεκτρολόγος -μηχανικός της σχολής Moore) και ο John Mauchly (φυσικός).

Ο ENIAC περιείχε 70.000 αντιστάσεις, 10.000 πυκνωτές, 18.000 σωλήνες, 1500 ρελέ, 6000 χειροκίνητους διακόπτες και είχε κατανάλωση 140kW. Αναφορικό σημείο είναι ότι καταλάμβανε σε όγκο ένα ολόκληρο δωμάτιο και ότι ήταν η κύρια επιρροή για την επακόλουθη ανάπτυξη ηλεκτρονικών υπολογιστών. Η αρχιτεκτονική του ήταν η βάση 10 και για την επίλυση διαφόρων εξισώσεων για τις βαλλιστικές τροχιές υπήρχαν χειροκίνητες διαδικασίες, σε αντίθεση με την σύγχρονη βάση 2 και τις αυτοματοποιημένες διαδικασίες.



Εικόνα 16: ENIAC

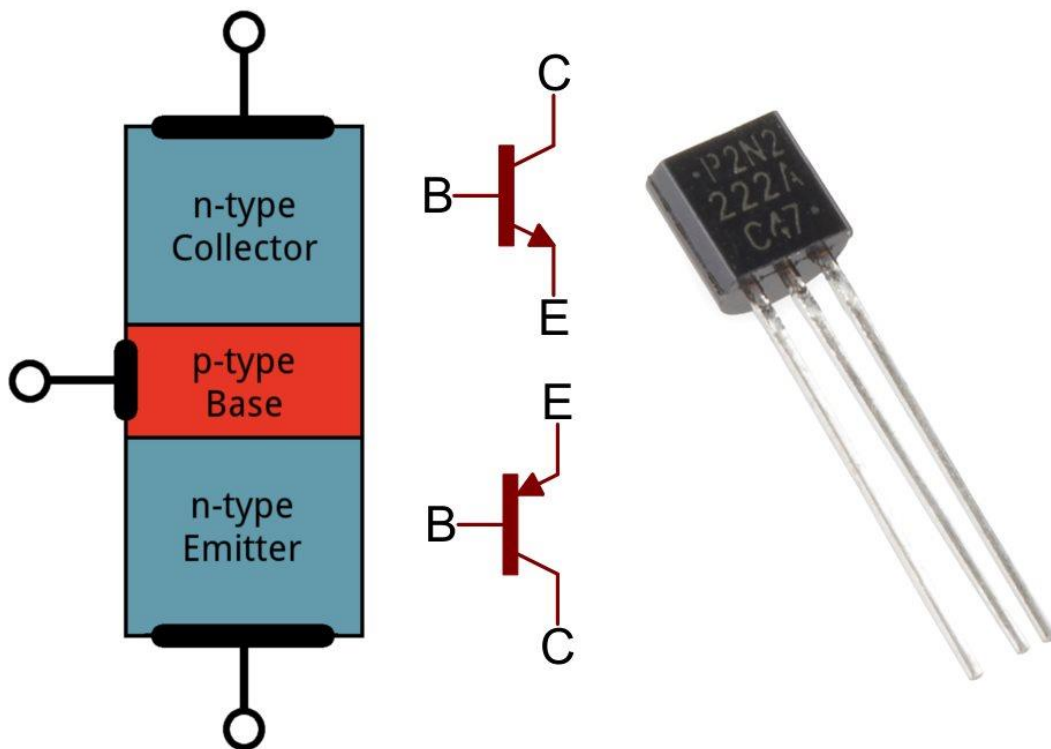
4.2.2 Transistor

Ένα τρανζίστορ είναι μια συσκευή ημιαγωγών που χρησιμοποιείται για την ενίσχυση ή την εναλλαγή ηλεκτρονικών σημάτων και ηλεκτρικής ενέργειας. Αποτελείται από υλικό ημιαγωγού συνήθως με τουλάχιστον τρία τερματικά για σύνδεση σε εξωτερικό κύκλωμα. Μια τάση ή ρεύμα που εφαρμόζεται σε ένα ζεύγος ακροδεκτών του τρανζίστορ ελέγχει το ρεύμα μέσω ενός άλλου ζεύγους ακροδεκτών. Επειδή η ελεγχόμενη (εξόδου) ισχύς μπορεί να είναι μεγαλύτερη από την ισχύ ελέγχου (εισόδου), ένα τρανζίστορ μπορεί να ενισχύσει ένα σήμα. Σήμερα, μερικά τρανζίστορ συσκευάζονται ξεχωριστά, αλλά πολλά άλλα βρίσκονται ενσωματωμένα σε ολοκληρωμένα κυκλώματα.

Ο Julius Edgar Lilienfeld κατοχύρωσε ένα τρανζίστορ πεδίου-αποτελέσματος το 1926, [1] αλλά δεν ήταν δυνατό να κατασκευαστεί στην πραγματικότητα μια συσκευή εργασίας την εποχή εκείνη. Η πρώτη πρακτικά εφαρμοσμένη συσκευή ήταν ένα τρανζίστορ επαφής σημείων που επινοήθηκε το 1947 από τους Αμερικανούς φυσικούς John Bardeen, Walter Brattain και William Shockley. Οι Bardeen, Brattain και Shockley μοιράστηκαν το βραβείο Νόμπελ Φυσικής του 1956 για την επίτευξή τους. Το πιο διαδεδομένο τρανζίστορ είναι το MOSFET (τρανζίστορ πεδίου-αποτελέσματος πεδίου-οξειδίου μετάλλου-οξειδίου πυριτίου), γνωστό και ως τρανζίστορ MOS, το οποίο εφευρέθηκε από τους Mohamed Atalla και Dawon Kahng στο Bell Labs το 1959 (Lojek, 2007).

Τα τρανζίστορ επανάσταση στον τομέα των ηλεκτρονικών, και άνοιξε το δρόμο για μικρότερα και φθηνότερα ραδιόφωνα, υπολογιστές και υπολογιστές, μεταξύ άλλων. Το πρώτο τρανζίστορ και το MOSFET βρίσκονται στη λίστα των ορόσημων IEEE στα ηλεκτρονικά. Το τρανζίστορ MOS είναι το θεμελιώδες δομικό στοιχείο των σύγχρονων ηλεκτρονικών συσκευών και είναι πανταχού παρόν σε σύγχρονα ηλεκτρονικά συστήματα. Ένα εκτιμώμενο σύνολο 13 τρανζίστορ MOS έχει κατασκευαστεί από το 2018, καθιστώντας το MOSFET την πιο ευρέως κατασκευασμένη συσκευή στην ιστορία.

Τα περισσότερα τρανζίστορ είναι κατασκευασμένα από πολύ καθαρό πυρίτιο και μερικά από το γερμάνιο, αλλά μπορούν να χρησιμοποιηθούν και άλλα υλικά από ημιαγωγούς. Ένα τρανζίστορ μπορεί να έχει μόνο ένα είδος φορέα φορτίου, σε ένα τρανζίστορ πεδίου-αποτελέσματος, ή μπορεί να έχει δύο είδη φορέων φορτίου σε συσκευές τρανζίστορ διπολικής συνδέσεως. Σε σύγκριση με το σωλήνα κενού, τα τρανζίστορ είναι γενικά μικρότερα και απαιτούν λιγότερη ισχύ για λειτουργία. Ορισμένοι σωλήνες κενού έχουν πλεονεκτήματα έναντι των τρανζίστορ σε πολύ υψηλές συχνότητες λειτουργίας ή υψηλές τάσεις λειτουργίας. Πολλοί τύποι τρανζίστορ γίνονται σε τυποποιημένες προδιαγραφές από πολλούς κατασκευαστές (Moavenzadeh, 1990).



Εικόνα 17: Transistor

Κεφάλαιο 5: Συστήματα Πλοήγησης στην 4η Βιομηχανική Επανάσταση έως Σήμερα

Όπως όλοι οι τομείς της ανθρώπινης δραστηριότητας, ο ναυτιλιακός κλάδος έχει σημειώσει μεγάλες προόδους στη χρήση της τεχνολογίας και στην καθημερινή ζωή του πλοίου, σημειώνοντας σημαντικές αλλαγές στη δεκαετία του '80 και του '90.

Μια περίοδος κοσμογονικών αλλαγών στη ναυτιλιακή βιομηχανία αναμένεται να είναι η δωδεκάχρονη περίοδος έως το 2030. Η αποκαλούμενη 4η Βιομηχανική Επανάσταση, η οποία ήδη επηρεάζει σημαντικά την καθημερινή ρουτίνα των ανθρώπων στη γη, κάνει τα πρώτα αλλά δυναμικά βήματα στη ναυτιλία .

Αυτή η περίοδος για μερικούς εκπροσώπους της βιομηχανίας είναι πιο σημαντική από την «επανάσταση του ατμού» στη ναυτιλία τον 19ο αιώνα και το πέρασμα από το πανί στο κάρβουνο. Μια εξέλιξη που έδωσε τεράστια ώθηση στη ναυτιλία, αύξησε τις ταχύτητες, μεγάλωσε πλοία, ενίσχυσε την ασφάλεια και άλλαξε τα δεδομένα στα πληρώματα.

Τώρα ο κόσμος επιστρέφει σε πράσινες τεχνολογίες, ακόμα και το πανί που άφησε τον 19ο αιώνα για να μειώσει τη ρύπανση του πλανήτη, ενώ οι επικοινωνίες και ο αυτοματισμός μειώνουν σιγά σιγά αλλά σταθερά τον αριθμό των ναυτικών.

Παρόμοια είναι η εικόνα τόσο στα ναυπηγεία όσο και στα λιμάνια, καθώς οι αυτοματισμοί ήταν καλές για τη ζωή τους. Τα μη επανδρωμένα τερματικά στα λιμάνια αυξάνονται συνεχώς, ενώ στα ναυπηγεία η ζήτηση για εργαζόμενους μειώνεται εξαιτίας της δυναμικής εισαγωγής του αυτοματισμού, της ρομποτικής και των επικοινωνιών στη βιομηχανία (Ψαραύτης, 2006).

5.1 Κυβερνοασφάλεια

Η "είσοδος" της υψηλής τεχνολογίας στη ναυτιλία δημιουργεί επίσης νέα ζητήματα ασφάλειας, αυτή τη φορά την ασφάλεια στον κυβερνοχώρο ή την ασφάλεια στον κυβερνοχώρο. Η εμπειρία από άλλες βιομηχανίες ψηφιοποιήθηκε πολύ νωρίτερα, όπως λένε οι ειδικοί, "δείχνει ότι απαιτείται συνεχής παρακολούθηση κρίσιμων συστημάτων οιασδήποτε υποδομής ζωτικής σημασίας για την ανίχνευση μιας απειλής σε πραγματικό χρόνο".

Οι εξελίξεις έχουν επίσης γίνει ευρέως γνωστές ως διαχειριζόμενη ασφάλεια και έχουν υιοθετηθεί από όλους τους μεγάλους οργανισμούς που είτε διατηρούν εσωτερικά ένα τμήμα 24ωρου τμήματος πληροφοριών ασφάλειας και διαχείρισης συμβάντων (SIEM) είτε αναθέτουν το έργο αυτό σε άλλες εταιρείες.

Η διασφάλιση της ασφάλειας συνεπάγεται την προστασία τόσο των συσκευών όσο και των υπηρεσιών IoT από μη εξουσιοδοτημένη πρόσβαση από μέσα και εξωτερικά. Η ασφάλεια πρέπει να προστατεύει τις υπηρεσίες, τους πόρους υλικού, τις πληροφορίες και τα δεδομένα, τόσο στη μετάβαση όσο και στην αποθήκευση. Σε αυτή την ενότητα εντοπίσαμε τρία βασικά προβλήματα με τις συσκευές και τις υπηρεσίες IoT: εμπιστευτικότητα δεδομένων, ιδιωτικότητα και εμπιστοσύνη.

Η εμπιστευτικότητα των δεδομένων αποτελεί θεμελιώδες πρόβλημα στις συσκευές και στις υπηρεσίες Διαδικτύου (Miorandi και συν, 2012). Στο περιβάλλον του Διαδικτύου, όχι μόνο ο χρήστης μπορεί να έχει πρόσβαση σε δεδομένα, αλλά και σε εξουσιοδοτημένο αντικείμενο. Αυτό απαιτεί την αντιμετώπιση δύο σημαντικών πτυχών: πρώτον, ο μηχανισμός ελέγχου πρόσβασης και εξουσιοδότησης και ο δεύτερος μηχανισμός ελέγχου ταυτότητας και διαχείρισης ταυτότητας (IdM). Η συσκευή IoT πρέπει να είναι σε θέση να επαληθεύει ότι η οντότητα (πρόσωπο ή άλλη συσκευή) έχει εξουσιοδότηση για πρόσβαση στην υπηρεσία. Η εξουσιοδότηση βοηθά να προσδιοριστεί αν κατά την αναγνώριση επιτρέπεται στο πρόσωπο ή η συσκευή να λάβει μια υπηρεσία. Ο έλεγχος πρόσβασης συνεπάγεται τον έλεγχο της πρόσβασης σε πόρους με τη χορήγηση ή την άρνηση των μέσων χρησιμοποιώντας μια ευρεία σειρά κριτηρίων.

Η αυτοδιοίκηση και ο έλεγχος πρόσβασης είναι σημαντικά για τη δημιουργία ασφαλούς σύνδεσης μεταξύ πολλών συσκευών και υπηρεσιών. Το κύριο ζήτημα που πρέπει να αντιμετωπιστεί σε αυτό το σενάριο είναι να διευκολυνθεί η δημιουργία, η κατανόηση και ο χειρισμός των κανόνων ελέγχου πρόσβασης. Μια άλλη πτυχή που πρέπει να λαμβάνεται υπόψη όταν αντιμετωπίζετε την εμπιστευτικότητα είναι η εξακρίβωση της ταυτότητας και η διαχείριση της ταυτότητας. Στην πραγματικότητα, αυτό το ζήτημα είναι κρίσιμο για το IoT, επειδή πολλοί χρήστες, αντικείμενα / πράγματα και συσκευές πρέπει να επικυρώνονται ο ένας τον άλλον μέσω αξιόπιστων υπηρεσιών. Το πρόβλημα είναι να βρούμε μια λύση για τον ασφαλή χειρισμό της ταυτότητας του χρήστη, των αντικειμένων / αντικειμένων και των συσκευών.

Το απόρρητο είναι ένα σημαντικό ζήτημα στις συσκευές και τις υπηρεσίες διαδικτύου λόγω του πανταχού παρόντος χαρακτήρα του περιβάλλοντος του Διαδικτύου. Οι φορείς συνδέονται και τα δεδομένα μεταδίδονται και ανταλλάσσονται μέσω του διαδικτύου, καθιστώντας την ιδιωτική ζωή του χρήστη ευαίσθητο θέμα σε πολλά ερευνητικά έργα. Η προστασία της ιδιωτικής ζωής στη συλλογή δεδομένων, καθώς και η ανταλλαγή και διαχείριση δεδομένων, καθώς και θέματα ασφάλειας δεδομένων, παραμένουν ανοικτά θέματα έρευνας που πρέπει να εκπληρωθούν.

Η εμπιστοσύνη διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην καθιέρωση ασφαλούς επικοινωνίας όταν πολλά πράγματα επικοινωνούν σε ένα περιβάλλον αβέβαιου IoT. Θα πρέπει να ληφθούν υπόψη δύο διαστάσεις εμπιστοσύνης στο διαδίκτυο: εμπιστοσύνη στις αλληλεπιδράσεις μεταξύ οντοτήτων και εμπιστοσύνη στο σύστημα από την πλευρά των χρηστών. Σύμφωνα με τους Koien και Oleshchuk (2013), η αξιοπιστία μιας συσκευής IoT εξαρτάται από τα στοιχεία της συσκευής, hardware, όπως επεξεργαστής, μνήμη, αισθητήρες και ενεργοποιητές, πόροι λογισμικού όπως λογισμικό βασισμένο σε υλικό, λειτουργικό σύστημα, προγράμματα οδήγησης και εφαρμογές και πηγή ενέργειας. Προκειμένου να αποκτήσουν εμπιστοσύνη χρήστη / υπηρεσιών, θα πρέπει να υπάρχει ένας αποτελεσματικός μηχανισμός καθορισμού της εμπιστοσύνης σε ένα δυναμικό και συνεργατικό περιβάλλον IoT.

5.2 Ναυτιλιακά καύσιμα



Εικόνα 18: IMO 2020

Διαφορετικό θα είναι το τοπίο σε λίγα χρόνια και για τα καύσιμα πλοίων. Σύμφωνα με τους αρμόδιους, η μελέτη του IMO σχετικά με την Ευρωπαϊκή Ένωση στην αυστηρή και άμεση εφαρμογή του Sulphur Cap 2020 εγείρει μια σειρά από σοβαρά

ζητήματα που φαίνεται να έχουν σημαντικό αντίκτυπο στη ναυτιλιακή βιομηχανία και στην οικονομία γύρω από αυτήν. Στο προσεχές μέλλον, απαιτούνται συντονισμένες ενέργειες και κινητοποίηση για να ελαχιστοποιηθούν οι συνέπειες και να προσαρμοστεί η ναυτιλία στις νέες απαιτήσεις. Και αυτό που φαίνεται να είναι ισχυρό είναι ότι πολλά καύσιμα και τεχνολογίες θα αντικαταστήσουν εν μέρει τη χρήση του καυσίμου πετρελαίου, το καύσιμο που κυριαρχείται απολύτως για μια ολόκληρη εποχή.

5.3 Ψηφιακή Επεξεργασία

Μερικές από τις σημαντικότερες αλλαγές που έχουν ήδη λάβει χώρα ή θα συμβούν στις επόμενες μία-δύο δεκαετίες και το τι αυτές συνεπάγονται είναι οι ακόλουθες (Stearnberg & Forget, 2007):

1. Το ECDIS (Ηλεκτρονικά Συστήματα Απεικόνισης Χαρτών και Πληροφοριών) είναι μια επαναστατική αλλαγή και δεν υπάρχει καμία αμφιβολία ότι έχει βελτιώσει την ασφάλεια της ναυσιπλοΐας. Τα πλήρη οφέλη του ECDIS θα γίνουν αντιληπτά καθώς οι στρατηγικές ηλεκτρονικής πλοήγησης θα εξελίσσονται. Οι συζητήσεις για την ειδικού τύπου εξοικείωση με το ECDIS, έχουν καταστήσει σαφές ότι μη τυποποιημένες διασυνδέσεις αποτελούν μια πρόκληση για την επεξεργασία των πληροφοριών από τον πλοηγό και αυτό είναι ένα θέμα που πρέπει να αναλυθεί προσεκτικά και να αντιμετωπιστεί όσο προχωράμε προς την ψηφιακή εποχή.

2. Τα ίδια ζητήματα αναδεικνύονται όσον αφορά τους μηχανικούς με τους ηλεκτρονικούς κινητήρες που ελέγχονται μέσω προηγμένων συστημάτων ηλεκτρονικών υπολογιστών. Ωστόσο, προς το παρόν με την κυριαρχία στην αγορά μόνο δύο μάρκων, αυτό δεν οδήγησε σε το ζήτημα που αντιμετωπίζεται με παρόμοιο τρόπο όπως το ECDIS. Το θέμα της επεξεργασίας, ανάλυσης και ελέγχου δεδομένων από μία μόνο οθόνη είναι μια δραματική αλλαγή σε σχέση με το να “αισθάνεσαι”, να “νοιώθεις” και να “ακούς” τα μηχανήματα.

3. Ο καθορισμός της θέσης μέσω GPS, σε συνδυασμό με το ECDIS και τη βοήθεια των ραντάρ, έχει προκαλέσει μια επανάσταση στην ναυσιπλοΐα. Η υπερβολική εμπιστοσύνη στις δυνατότητες του GPS αποτελεί μια συνεχή συζήτηση μεταξύ των παλιών ναυτικών αξιωματικών γέφυρας και των νεότερων τους που δεν έχουν ποτέ δει το σύστημα να αποτυγχάνει. Οι νεότεροι αξιωματικοί γέφυρας αμφισβητούν τις πρακτικές που βασίζονται στη χρήση άλλων μεθόδων εύρεση του στίγματος όπως οι διοπτρεύσεις με τα ραντάρ, καθώς φαίνεται να είναι έχουν συνεχώς ακριβείς θέσεις από 2 ή 3 ή 4 όργανα GPS. Η συζήτηση σχετικά με την έννοια του “ελέγχου επαλήθευσης” της θέσης του πλοίου παίρνει μια εντελώς νέα τροπή με την έλευση της από κοινού χρήσης δεκτών GPS/GLONASS σε συνδυασμό με άλλα δορυφορικά συστήματα εντοπισμού θέσης στον ορίζοντα.

4. Οι περιβαλλοντικοί κανονισμοί εξελίσσονται και αναπτύσσονται ραγδαία, όπως και οι κανονισμοί για τη μέτρηση των επιβλαβών αερίων που υπογράφονται. Τοποθετούνται εγκαταστάσεις επεξεργασίας νερού έρματος. Με ταχείς ρυθμούς οι προδιαγραφές για τις εκπομπές ρύπων γίνονται όλο και αυστηρότερες. Η παγκόσμια κοινή γνώμη συχνά κρίνει ως ανεπαρκή τα βήματα που γίνονται σχετικά με την προστασία του κόσμου για τις μελλοντικές γενιές. Η ναυτιλιακή βιομηχανία βρίσκεται υπό πίεση και οι προσπάθειες εκπαίδευσης των ναυτικών στο ρόλο που έχουν να επιτελέσουν στο σημαντικό αυτό τομέα αποκτούν χαρακτήρα επείγον και σημαντικό.

5. Η ηλεκτρονική πλοήγηση (E-Navigation), όπως την οραματίζεται ο ΙΜΟ είναι ένας πολύ δυναμικός στόχος και η εξέλιξη επιφέρει διάφορες προκλήσεις της συλλογής, ενσωμάτωσης και ανάλυσης των δεδομένων. Ο τρόπος που οι ναυτικοί θα αλληλεπιδράσουν με την ηλεκτρονική πλοήγηση παρουσιάζει μια σειρά από προκλήσεις που πρέπει να μελετηθούν προσεκτικά και το ρίσκο είναι υπαρκτό καθώς νέος εξοπλισμός και συστήματα σχεδιάζονται και αναπτύσσονται. Η διαχείριση των συναγερμών (alarm) θα είναι ένα κρίσιμο στοιχείο. Γενικότερα ότι αφορά το E-Navigation είναι ένα στοίχημα από όλους, γιατί αποτελεί το επόμενο βήμα για τη ναυσιπλοΐα.

6. Η εξέλιξη της τεχνολογίας προχωράει με ραγδαίους ρυθμούς, συνεπώς η εισαγωγή φθηνότερων συστημάτων επικοινωνίας, είχε ως αποτέλεσμα την αύξηση του όγκου ανταλλαγής δεδομένων στα πλοία. Το Ιντερνέτ είναι αναπόσπαστο κομμάτι στη ζωή μας και είναι πολύ σημαντικό για τους ναυτικούς να το έχουν με χαμηλό κόστος. Το ιντερνέτ έχει μπει για τα καλά στη ζωή του ναυτικού αλλά αλήθεια είναι ότι υπάρχουν τεράστια περιθώρια βελτίωσης της ταχύτητας και του κόστους, το οποίο παραμένει σε εξαιρετικά υψηλά επίπεδα.

Έτσι δημιουργούνται πρόσθετα καθήκοντα για τη διαχείριση των διαφόρων θεμάτων λογισμικού. Η αυξημένη χρήση των ηλεκτρονικών συνοδεύεται από το πρόβλημα των συχνών βλαβών που σχετίζονται με το υλικό. Υπάρχουν αρκετές περιπτώσεις βλαβών του ραντάρ, του ECDIS και των άλλων ηλεκτρονικών συσκευών, που δημιουργούν επιπλέον άγχος και φόρτο εργασίας για τους ναυτικούς οι οποίοι πρέπει να περιμένουν μέχρι να φτάσουν σ' ένα κατάλληλο λιμάνι για τις επισκευές. Υπάρχει ανάγκη τυποποίησης και αυστηρών συστημάτων παρακολούθησης της ποιότητας του εξοπλισμού στα στάδια της κατασκευής και της εγκατάστασης, έτσι ώστε να μπορούν να αντέξουν τις ιδιαίτερες συνθήκες στη θάλασσα και να μη χάνεται τόσο χρόνος κατά τη διάρκεια των βλαβών. Να σημειώσουμε ότι σε αυτόν τον τομέα υπάρχει ένα κενό όσο αφορά τον άνθρωπο ο οποίος θα μπορεί να επισκευάζει (αν είναι δυνατόν) τυχόν ζημιές ή βλάβες στα ηλεκτρονικά συστήματα του καραβιού. Αν ο ηλεκτρολόγος έχει γνώσεις από ηλεκτρονικά έχει καλώς, αν όχι όμως (το μεγαλύτερο ποσοστό) τα πράγματα αρχίζουν και γίνονται δύσκολα. Υπάρχουν πάρα πολλά παραδείγματα με βλάβες στις οποίες κανένα μέλος του πληρώματος δεν έχει τις γνώσεις να επιδιορθώσει.

7. Η Σύμβαση Ναυτικής Εργασίας, μια νομοθεσία που διασφαλίζει τα δικαιώματα των ναυτικών, έχει εστιάσει την προσοχή των εταιρειών και των ναυτικών κρατών στο θέμα των ωρών ανάπαυσης. Ωστόσο, δεν έχει ακόμη εστιάσει την προσοχή τους στους κανονισμούς σχετικά με την ασφαλή πλοήγηση. Οι επιπτώσεις στην - παραδοσιακή- προσδοκία της παρουσίας του Καπετάνιου στη γέφυρα και οι νόμοι σχετικά με τις ευθύνες των πλοηγών δεν έχουν επαρκώς συζητηθεί. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα οι ναυτικοί συχνά να είναι οι “αποδιοπομπαίοι τράγοι” των κανονιστικών αποφάσεων, όταν τα πράγματα πάνε στραβά. Είμαστε στο 2015 και είναι μεγάλο λάθος να θεωρούμε τον πλοίαρχο υπεύθυνο για μία σύγκρουση μέσα στο Μισσισιπιπή ή στην διώρυγα του Σουέζ. Κακά τα ψέματα, όποιος έχει ταξιδέψει έστω και μία φορά μπορεί πολύ εύκολα να καταλάβει ότι είναι αδύνατον, όταν υπάρχει πλοηγός στο πλοίο σε τέτοια μέρη, να αποτρέψει ο πλοίαρχος μία ενδεχόμενη σύγκρουση ή προσάραξη. Οι ευθύνες θα έπρεπε να βαραίνουν αποκλειστικά τους πλοηγούς. ΠΡΟΣΟΧΗ, αναφερόμαστε μόνο σε τέτοιου είδους μέρη στον κόσμο, όπου ο πλοίαρχος είναι σχεδόν αδύνατον να αντιδράσει για πολλούς λόγους που όλοι οι ναυτικοί γνωρίζουν.

Το βασικό ζήτημα είναι τα επίπεδα επάνδρωσης εν πλω και οι νομοθετικές διαφοροποιήσεις μεταξύ των διαφόρων χωρών.

8. Η παραδοσιακή ιεραρχία επί του πλοίου και ο παραδοσιακός τρόπος διεύθυνσης του στυλ “το πλοίο μου ανήκει, θα κάνετε ότι σας πω”, είναι ξεπερασμένο τη σημερινή εποχή. Η καταγγελία των δυσλειτουργιών, οι διαδικασίες καταφυγής στη σύμβαση και τα διαφανή συστήματα έχουν επιφέρει μια αλλαγή στον τρόπο που οι καπετάνιοι και οι εταιρείες διαχειρίζονται τα πληρώματα. Βέβαια εδώ το όλο σύστημα τείνει να γίνει δυσλειτουργικό γιατί παρατηρούνται έντονα φαινόμενα ανυπακοής και έλλειψης σεβασμού προς τους αξιωματικούς. Όλο αυτό οδηγεί σε αδιέξοδο αν λάβουμε σοβαρά υπόψη ότι οι τελευταίοι έχουν τις ευθύνες σε ένα καράβι μπορούμε εύκολα να καταλάβουμε ότι στην τελική είναι και αυτοί που τρέχουν περισσότερο από όλους. Αν μέσα σε όλα αυτά βάλουμε και το γεγονός ότι οι ναυτιλιακές δύσκολα διώχνουν κάποιον από το καράβι μετά από εισήγηση του πλοίαρχου και Α’ μηχανικού, τότε καταλαβαίνουμε ότι τα πράγματα γίνονται ακόμα δυσκολότερα για τους τελευταίους.

9. Η συγχώνευση των συστημάτων του πλοίου με τα αντίστοιχα στην ξηρά είναι αναπόφευκτη και αποτελεί αναπόσπαστο μέρος της ηλεκτρονικής πλοήγησης. Ωστόσο δημιουργεί και καινούριες προκλήσεις στον τομέα της ασφάλειας στον κυβερνοχώρο. Η δυνατότητα τρομοκράτες να αναλάβουν τον έλεγχο ενός πλοίου από απόσταση δεν αποτελούν σενάριο επιστημονικής φαντασίας. Οι ναυτικοί θα πρέπει σύντομα να κατανοήσουν και να υπολογίσουν τους κινδύνους που συνδέονται με την πειρατεία στον κυβερνοχώρο (cyber hacking).

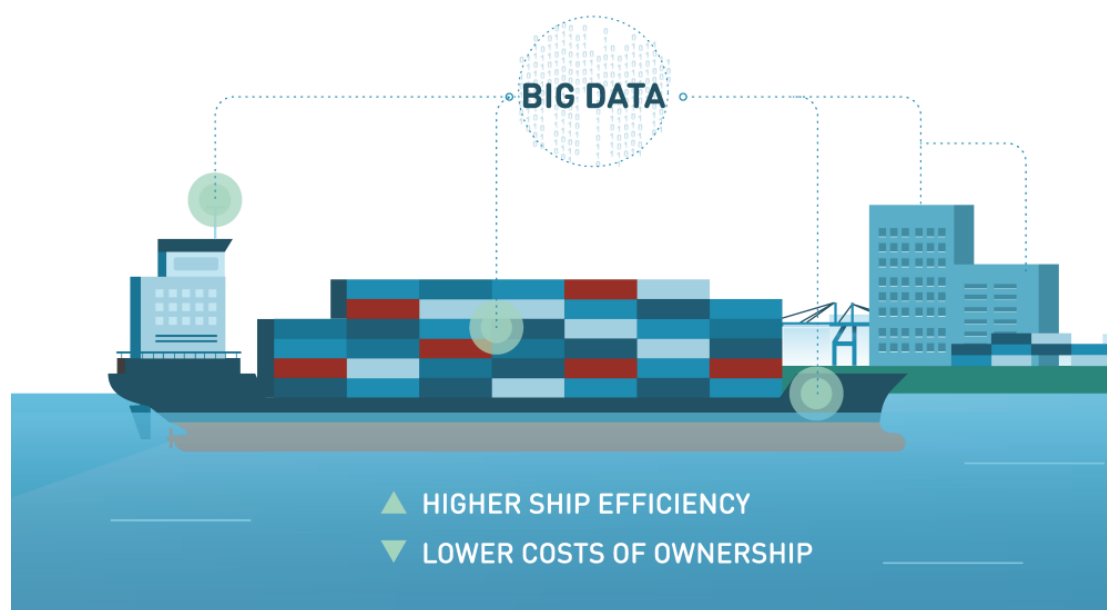
10. Ο χειρισμός των “μεγάλων δεδομένων” (big data) αποτελεί λέξη-κλειδί σε όλες τις βιομηχανίες. Η ναυτιλιακή βιομηχανία είναι μια παραδοσιακή βιομηχανία και συνήθως δεν είναι η πρωτοπόρα στην υιοθέτηση των τελευταίων τεχνολογιών. Τα πλεονεκτήματα της χρήσης των “μεγάλων δεδομένων” είναι τεράστια και η καθυστέρηση της επένδυσης σε αυτόν τον νέο τομέα δεν θα έκανε καλό.

Εκτός από τους προαναφερθέντες τομείς, οι ναυτικοί είναι επίσης αντιμέτωποι με αλλαγές που έχουν σχέση με την αύξηση του αριθμού των κανονισμών.

Το φάσμα των περιφερειακών προϊόντων εξοπλισμού γύρω από τη ναυτιλία αυξάνεται λόγω των πολύ περισσότερων απαιτήσεων που έχουν οι πλοιοκτήτες. Τα συστήματα εξοικονόμηση ενέργειας - καυσίμου, η χρήση εναλλακτικών καυσίμων και άλλα παραδείγματα αυτού του είδους είναι νέες τεχνολογίες που δημιουργήθηκαν για αυτόν ακριβώς τον λόγο. Αυτό τώρα είναι βασικό κριτήριο για την αγορά πλοίου, καθώς η μετεγκατάστασή τους κοστίζει πολύ. Η νομοθεσία αποτελεί βασικό παράγοντα για την εμφάνιση αυτών των συστημάτων, δεδομένου ότι υπάρχουν πλέον αρκετοί περιορισμοί για τις εκπομπές SO_x, NO_x και CO₂. Αλλά το κυριότερο είναι η εξοικονόμηση χρημάτων. Οι εφοπλιστές βλέποντας την τιμή του πετρελαίου να αυξάνεται σταδιακά, αναζητούν στην αγορά τρόπους με τους οποίους θα μπορούσαν να κερδίσουν περισσότερα χρήματα. Ειδικότερα έπειτα από την οικονομική ύφεση την χρονιά του 2008, όπου αρκετοί βυθίστηκαν στην οικονομική κρίση, η πράσινη ναυτιλία ξεκίνησε να έχει αλματώδη ανάπτυξη. Η αύξηση των καυσίμων σε συνδυασμό την αρχή της εξάντλησης των πόρων της γης, ώθησε τους πλοιοκτήτες σε πιο οικολογικές λύσεις.

Εκτός βέβαια από το οικολογικό όφελος, υπάρχει και ένα επιπρόσθετο όφελος το οποίο ονομάζεται δημιουργία νέων θέσεων εργασίας. Θεωρητικά λοιπόν, δημιουργήθηκε ένας νέος κλάδος όπου σε αυτόν δημιουργήθηκαν χιλιάδες θέσεις εργασίες σε ολόκληρο τον κόσμο. Υπάρχουν κίνητρα για το σχεδιασμό και, γενικότερα, για την ύπαρξη πράσινων πλοίων. Ένας από αυτούς είναι η ανάδειξη μέσω διοργανώσεων όπως το Green Award, το οποίο αναδεικνύει τα πιο καθαρά και ασφαλή πλοία. Η διάκριση αυτή ισχύει για 3 χρόνια και διαδραματίζει καθοριστικό παράγοντα στο όνομα της ναυτιλιακής εταιρείας η οποία έχει στη διάθεσή της το πλοίο αυτό. Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα κίνητρο είναι το λιμάνι του Long Beach (California), το οποίο δίνει κάποιο χρηματικό έπαθλο σε όποιο πράσινο πλοίο σταθμεύσει εκεί. Ακόμη ένα παράδειγμα είναι η κυβέρνηση της Κορέας η οποία όχι μόνο δανειοδοτεί με μικρά επιτόκια, αλλά σε συγκεκριμένες περιπτώσεις χρηματοδοτεί την κατασκευή νέων πράσινων πλοίων. Αυτή η κίνηση πρέπει να γίνεται και από άλλες κυβερνήσεις για να μπορέσουν να προσελκύσουν ιδιώτες έτσι ώστε να υπάρχει το κίνητρο να χτιστούν νέα πράσινα πλοία. Αυτό το κίνητρο μπορεί να είναι δάνειο χαμηλού επιτοκίου, χρηματοδότηση κάποιου ποσοστού ή κάποιου πράσινου project μέσα στο πλοίο, μέχρι και φοροαπαλλαγές ή φοροελαφρύνσεις. Για παράδειγμα ο παγκόσμιας εμβέλειας νηογνώμονας DNV παρέχει ένα πιστοποιητικό στα πλοία τα οποία οι ρίποι είναι περιορισμένοι (SOx, NOx, CO2). Όταν ο ιδιώτης πλοιοκτήτης πάρει αυτό το πιστοποιητικό στα χέρια του, παίρνει αυτόματα δάνειο χαμηλού επιτοκίου από την εκάστοτε τράπεζα (Vorlow, 2008). Μετά την δεκαετία του 80 η τεχνολογική εξέλιξη ήταν ραγδαία λόγω της εφεύρεσης της υπολογιστικής μηχανής (hardware) και του λογισμικού (software). Με αυτά τα μέσα ο υπολογισμός μαθηματικής φόρμουλας και η ταχεία επεξεργασία δεδομένων έφεραν σαν αποτέλεσμα την ανάπτυξη των ηλεκτρονικών. Μια ανάπτυξη που διαρκώς εξελίσσεται με βασικά χαρακτηριστικά την αποθήκευση στοιχείων, την μεταφορά καθώς και την επεξεργασία αυτών. Η ψηφιοποίηση του σήματος έφερε την δημιουργία συστημάτων παρακολούθησης κινητών και ακίνητων στιγμάτων. Κατά συνέπεια επέφερε εξέλιξη των συστημάτων εντοπισμού μέσω ραδιοκυμάτων (Radar) και των συστημάτων εντοπισμού μέσω ήχων (Sonar).

Η τεχνολογική Επανάσταση ξεκίνησε με την δημιουργία των μικροεπεξεργαστών και των λογισμικών υψηλού επιπέδου για τον προγραμματισμό αυτών. Οι μικροεπεξεργαστές έχουν την δυνατότητα αναγνώρισης και επεξεργασίας ψηφιακού σήματος μόνο σε 0 και 1. Ωστόσο υπάρχει ακολουθία αριθμών στη λειτουργία των μικροεπεξεργαστών με την εφαρμογή της μαθηματικής λογικής. Η οποία είναι ένας κλάδος των μαθηματικών και της επιστήμης υπολογιστών που αποδίδεται στην εφαρμογή λογισμικού που εκτελεί σχεδόν ταυτόχρονα εκατομμύρια εντολές σε πολύ μικρό χρονικό διάστημα. Μετέπειτα η επεξεργασμένη πληροφορία αποθηκεύεται σε ψηφιακή μνήμη. Το 1971 μάλιστα η Intel ξεκίνησε το πρώτο εμπορικό μικροεπεξεργαστή που είναι γνωστός ως 4004 και περιείχε 2.300 μικροσκοπικά τρανζίστορ. Μετά από δέκα χρόνια κιόλας η IBM κυκλοφόρησε τον προσωπικό υπολογιστή. Ενώ το 1984 η Apple κυκλοφόρησε τον υπολογιστή Macintosh και μόλις πέντε χρόνια αργότερα έκανε έναρξη της δημιουργίας του World Wide Web (ένα σύστημα διασυνδεδεμένων πληροφοριών και περιεχόμενο πολυμέσων). Η Intel μέχρι το 2020 καθότι η τεχνολογία εξελίσσεται συνεχώς σκοπεύει να χρησιμοποιήσει κόμβους επεξεργαστών τόσο μικρούς όσο πέντε νανόμετρα.



Εικόνα 19: Big Data - Big Benefits

5.3.1 GPS – GLONASS



Εικόνα 20: Glonass

Το 1957 γεννήθηκε η πρώτη σκέψη για χρήση δορυφόρων στην Ναυσιπλοία κατά τη διάρκεια της έρευνας σχετικά με την πιθανή εφαρμογή τεχνολογιών ραδιοαστρονομίας για αεροπλοήγηση. Τα ερευνητικά αποτελέσματα χρησιμοποιήθηκαν το 1963 για το έργο E & A στο πρώτο σοβιετικό σύστημα χαμηλής τροχιάς "Cicada". Το 1967 ξεκίνησε η πρώτη πλοήγηση στο σοβιετικό δορυφόρο "Cosmos-192". Ο δορυφόρος πλοήγησης παρείχε συνεχή μετάδοση σήματος ραδιοπλοήγησης στα 150 και 400 MHz κατά τη διάρκεια της ενεργού ζωής του.

Το σύστημα "Cicada" τεσσάρων δορυφόρων τέθηκε σε λειτουργία το 1979. Οι δορυφόροι πλοήγησης τοποθετήθηκαν σε κυκλικές τροχιές ύψους 1.000 χλμ. Με κλίση 83 ° και ισότιμη κατανομή τροχιακών επιπέδων στον ισημερινό. Έδωσε τη δυνατότητα στους χρήστες να αποκτήσουν έναν από τους δορυφόρους κάθε ώρα και μισό ή δύο και να διορθώσουν τη θέση τους σε 5-6 λεπτά από μια περίοδο πλοήγησης. Το σύστημα πλοήγησης "Cicada" χρησιμοποίησε μετρήσεις μίας κλίμακας χρήστη προς δορυφόρο. Παράλληλα με τη βελτίωση των δορυφορικών συστημάτων πλοήγησης και του εξοπλισμού πλοήγησης δόθηκε μεγάλη προσοχή στην ενίσχυση της ακρίβειας του προσδιορισμού και πρόβλεψης των παραμέτρων των δορυφορικών τροχιών πλοήγησης.

Αργότερα, η λήψη εξοπλισμού μέτρησης διατέθηκε στους δορυφόρους "Cicada" για την ανίχνευση ακτινοβολίας κινδύνου. Οι δορυφόροι λάμβαναν τα σήματα αυτά και τα αναμετάδιδαν σε ειδικούς επίγειους σταθμούς όπου πραγματοποιούταν ο υπολογισμός των ακριβών συντεταγμένων των αντικειμένων έκτακτης ανάγκης (πλοία, αεροσκάφη κ.λπ.). Οι "Cicada" δορυφόροι που εντοπίζουν τα ραδιοφωνικά ατυχήματα δημιούργησαν το σύστημα "Cospas" το οποίο μαζί με το σύστημα των

ΗΠΑ-Γαλλίας-Καναδά "Sarsat" δημιούργησαν μια ολοκληρωμένη υπηρεσία έρευνας και διάσωσης που έσωσε πολλές χιλιάδες ζωές. Το σύστημα διαστημικής πλοήγησης "Cicada" (και ο εκσυγχρονισμός του "Cicada-M") σχεδιάστηκε για την υποστήριξη πλοήγησης στρατιωτικών χρηστών και είχε τεθεί σε χρήση από το 1976. Το 2008 το σύστημα GLONASS αντικατέστησε τα συστήματα "Cicada" και "Cicada-M" διότι τα συστήματα χαμηλής τροχιάς ήταν αδύνατο να ικανοποιήσουν τις απαιτήσεις ενός μεγάλου αριθμού χρηστών.

Η επιτυχής λειτουργία των συστημάτων δορυφορικής πλοήγησης χαμηλής τροχιάς από τους χρήστες της θάλασσας προσέλκυσε ευρεία προσοχή στη δορυφορική πλοήγηση.

Με βάση την διεξοδική έρευνα αποφασίστηκε να διαλέξει τον τροχιακό αστερισμό που αποτελείται από 24 δορυφόρους που κατανέμονται εξίσου σε τρία τροχιακά επίπεδα, με κλίση $64,8^\circ$ προς τον ισημερινό. Οι δορυφόροι GLONASS τοποθετούνται σε περίπου κυκλικές τροχιές με ονομαστικό ύψος τροχιάς 19.100 χλμ. Και τροχιακή περίοδο 11 ωρών, 15 λεπτών και 44 δευτερολέπτων. Λόγω της χρονικής αξίας έγινε δυνατή η δημιουργία ενός βιώσιμου τροχιακού συστήματος το οποίο σε αντίθεση με το GPS δεν απαιτεί υποστηρικτικούς διορθωτικούς παλμούς κατά τη διάρκεια της ενεργού ζωής του.

Τα επόμενα έτη προβλήθηκαν δύο προκλήσεις για το σχεδιασμό ενός συστήματος πλοήγησης υψηλής περιφέρειας. Το πρώτο αφορούσε αμοιβαία συγχρονισμένα δορυφορικά χρονοδιαγράμματα με την ακρίβεια των δισεκατομμυρίων του δευτερολέπτου (νανοδευτερόλεπτα) και αυτό κατέστη εφικτό. Η δεύτερη πρόκληση αφορούσε τον προσδιορισμό και την πρόβλεψη υψηλής ακρίβειας των παραμέτρων της δορυφορικής τροχιάς πλοήγησης. Το ζήτημα αυτό επιλύθηκε με την επιστημονική έρευνα σε παράγοντες δεύτερης τάξης των απειροελάχιστων, όπως ελαφριά πίεση, παρατυπίες της περιστροφής της Γης και πολικές κινήσεις.

Οι δοκιμές πτήσης του ρωσικού δορυφορικού συστήματος πλοήγησης υψηλής ταχύτητας, που ονομάζεται GLONASS, ξεκίνησαν τον Οκτώβριο του 1982 με την εκτόξευση του δορυφόρου "Kosmos-1413". Το σύστημα GLONASS τέθηκε σε λειτουργία επισήμως το 1993. Το 1995 μεταφέρθηκε σε έναν πλήρως λειτουργικό αστερισμό (24 δορυφόρους GLONASS της πρώτης γενιάς). Ένα μεγάλο μειονέκτημα στο οποίο έπρεπε να επικεντρωθεί ήταν η έλλειψη εξοπλισμού πολιτικής αεροπορίας και πολιτικών χρηστών.

Η μείωση της χρηματοδότησης για τη διαστημική βιομηχανία το 1990 οδήγησε σε υποβάθμιση του αστερισμού GLONASS. Το 2002 ο αστερισμός του GLONASS αποτελείται από 7 δορυφόρους που ήταν ανεπαρκείς για την υποστήριξη πλοήγησης στο ρωσικό έδαφος ακόμη και με περιορισμένη διαθεσιμότητα. Το GLONASS βρισκόταν πίσω από το GPS σε χαρακτηριστικά ακρίβειας, ενώ η ενεργή ζωή περιελάμβανε 3-4 χρόνια.

Τα πράγματα βελτιώθηκαν όταν εγκρίθηκε και ξεκίνησε το 2002 το ομοσπονδιακό πρόγραμμα "Παγκόσμιο σύστημα πλοήγησης για το 2002-2011". Σε όλο αυτό το ομοσπονδιακό πρόγραμμα επιτεύχθηκαν τα ακόλουθα αποτελέσματα:

- ✓ Το σύστημα GLONASS διατηρήθηκε, εκσυγχρονίστηκε και άρχισε να λειτουργεί με δορυφόρους "GLONASS-K". Σήμερα υπάρχουν δύο υφιστάμενα λειτουργικά παγκόσμια δορυφορικά συστήματα πλοήγησης: GPS και GLONASS
- ✓ Το τμήμα ελέγχου εδάφους εκσυγχρονίστηκε ώστε μαζί με τον τροχικό αστερισμό να εξασφαλίζει τα χαρακτηριστικά ακριβείας σε επίπεδο ανάλογο με εκείνο του GPS
- ✓ Το κρατικό πρότυπο των εγκαταστάσεων χρόνου και συχνοτήτων και οι δυνατότητες ορισμού των παραμέτρων περιστροφής της γης εκσυγχρονίστηκαν
- ✓ Τα πρωτότυπα επέκτασης GNSS, μεγάλος αριθμός προτύπων δομοστοιχείων λήψης και μέτρησης πυρήνα, εξοπλισμός PNT για αστική και ειδική χρήση και συναφή συστήματα σχεδιάστηκαν.

Σήμερα υπάρχει όλο και ευρύτερο φάσμα εφαρμογών τεχνολογιών GNSS. Για την ικανοποίηση των απαιτήσεων των χρηστών είναι απαραίτητο να συνεχίσουμε να βελτιώνουμε το σύστημα GLONASS καθώς και τον εξοπλισμό πλοήγησης χρηστών.

Καταρχήν εφαρμόζεται για εφαρμογές GLONASS υψηλής ακρίβειας, όπου απαιτείται ακρίβεια σε πραγματικό χρόνο σε ένα δεκαδικό και ένα εκατοστό. Αφορά επίσης τις εφαρμογές που αφορούν την ασφάλεια και την ασφάλεια κατά την αεροπορική, θαλάσσια και επίγεια μεταφορά. Απαιτείται μεγαλύτερη επιχειρησιακή αποδοτικότητα λύσεων πλοήγησης και αντίσταση παρεμβολών GLONASS. Υπάρχει ένας σημαντικός αριθμός ειδικών και αστικών εφαρμογών όπου το μικρό μέγεθος και η υψηλή ευαισθησία του εξοπλισμού λήψης πλοήγησης είναι ζωτικής σημασίας. Για την επίλυση νέων καθηκόντων σε νέες συνθήκες σύμφωνα με το κυβερνητικό διάταγμα # 189 της 3ης Μαρτίου 2012 το 2012 ξεκίνησε το νέο ομοσπονδιακό πρόγραμμα "GLONASS Sustainment, Development and Use for 2012-2020".

Από το 2012 το σύστημα GLONASS κινείται προς την κατεύθυνση της αποτελεσματικής επίλυσης των καθηκόντων PNT προς όφελος της άμυνας, της ασφάλειας και της κοινωνικής και οικονομικής ανάπτυξης της χώρας στο κοντινό και απομακρυσμένο μέλλον.

Το νέο ομοσπονδιακό πρόγραμμα εξετάζει τα εξής:

- Υποστήριξη GLONASS με εξασφαλισμένες επιδόσεις σε ανταγωνιστικό επίπεδο.
- Η ανάπτυξη του GLONASS προς την κατεύθυνση της βελτίωσης των ικανοτήτων με στόχο την επίτευξη ισοτιμίας με τα διεθνή δορυφορικά συστήματα πλοήγησης και την ηγεσία της Ρωσικής Ομοσπονδίας στη δορυφορική πλοήγηση.
- Το GLONASS χρησιμοποιείται τόσο στην επικράτεια της Ρωσικής Ομοσπονδίας όσο και στο εξωτερικό.

- Το επίπεδο ενίσχυσης των δυνατοτήτων GLONASS καθορίζεται από μια σειρά κατευθύνσεων ανάπτυξης, οι κυριότερες από τις οποίες είναι οι εξής:
 - ✓ Ανάπτυξη δομής δομής αστερισμού GLONASS.
 - ✓ Μετάβαση στη χρήση δορυφόρων πλοήγησης της νέας γενιάς "GLONASS-K" με βελτιωμένες δυνατότητες
 - ✓ Ανάπτυξη τμήματος ελέγχου γηπέδου GLONASS, συμπεριλαμβανομένης της βελτίωσης της τροχιάς και του ρολογιού του GLONASS

- Σχεδιασμός και ανάπτυξη των επεκτάσεων:
 - ✓ Το Σύστημα Διαφορικής Διόρθωσης και Παρακολούθησης.
 - ✓ Παγκόσμιο σύστημα καθορισμού υψηλής ακρίβειας της πλοήγησης και των πληροφοριών σχετικά με την τροχιά και το ρολόι σε πραγματικό χρόνο για πολιτικούς χρήστες.

Η ανάπτυξη του συστήματος GLONASS προς όφελος των αυξανόμενων απαιτήσεων των χρηστών και της ανταγωνιστικότητας του συστήματος καθορίζεται κυρίως από τις δυνατότητες του διαστημικού τμήματος GLONASS. Οι βελτιώσεις δυνατοτήτων μέσω γενεών δορυφόρων GLONASS παρατίθενται στον παρακάτω πίνακα.



Εικόνα 21: GLONASS (comes to Russian Arctic ports)

5.3.2 RADAR-ARPA

Το ARPA είναι ένα αρκτικόλεξο για την Αυτόματη Βοήθεια Σχεδίασης Ραντάρ. Πρόκειται για ένα εκλεπτυσμένο κομμάτι εξοπλισμού πλοήγησης που βρίσκεται στη γέφυρα των περισσότερων ωκεανών πλοίων που συνδυάζει μια παραδοσιακή οθόνη ραντάρ με μια συσκευή σχεδίασης με υπολογιστή. Μετά από χειροκίνητη ή αυτόματη λήψη στόχων ραντάρ, το ARPA θα υπολογίσει και θα παρουσιάσει μια ποικιλία πληροφοριών χρήσιμες για τον πλοηγό κατά την αποφυγή συγκρούσεων και τις αποφάσεις πλοήγησης. Είναι απαραίτητο κατά την πλοήγηση σε περιοχές υψηλής πυκνότητας κυκλοφορίας ιδίως με περιορισμένη ορατότητα.

Όλα τα μοντέλα ARPA εμφανίζουν τα βασικά δεδομένα αποφυγής συγκρούσεων: CPA (πλησιέστερο σημείο προσέγγισης), TCPA (απόσταση έως το CPA), εύρος (απόσταση) και φέρουσα (κατεύθυνση) προς τον στόχο ενδιαφέροντος και στόχευση πορείας και ταχύτητας. Τα πιο προηγμένα μοντέλα θα επιτρέψουν σε ένα ναυτικό διάγραμμα της περιοχής που διέρχεται να επικαλύπτεται ηλεκτρονικά στην οθόνη ραντάρ έτσι ώστε με την εξέταση μιας οθόνης ο πλοηγός μπορεί να δει πού είναι με σεβασμό στο χαρτογραφημένο κανάλι, καθώς και να βλέπει σταθερούς και κινούμενους στόχους που μπορεί να θέσει σε κίνδυνο την προγραμματισμένη ναυσιπλοΐα του.

Οι σχεδιαστές αυτών των συστημάτων συχνά περιλαμβάνουν πολύ περισσότερα χαρακτηριστικά σε αυτά από ό, τι οι περισσότεροι χειριστές θα χρησιμοποιήσουν ποτέ.



Εικόνα 22: ARPA

Αν και ορισμένοι χειριστές θα διερευνήσουν τα πιο προηγμένα χαρακτηριστικά του ARPA του πλοίου τους, λίγοι θα τα χρησιμοποιούν σε τακτική βάση και πολλοί περισσότεροι είναι ικανοποιημένοι με την κυριότητα μόνο των βασικών. Με τη σωστή οργάνωση του ARPA στη διάθεσή του και την ικανή και ενημερωμένη

χρήση των χαρακτηριστικών του, ο πλοηγός θα πρέπει να μπορεί να αποφύγει σχεδόν όλες τις συγκρούσεις.

5.3.3 LORAN

Loran, συντομογραφία πλοήγησης μεγάλης εμβέλειας, επίγεια σύστημα ραδιοπλοήγησης, που αναπτύχθηκε για πρώτη φορά στο Ινστιτούτο Τεχνολογίας της Μασαχουσέτης κατά τη διάρκεια του Β' Παγκοσμίου Πολέμου για στρατιωτικά πλοία και αεροσκάφη που βρίσκονται σε ακτίνα 600 μιλίων (περίπου 970 χλμ.) Της αμερικανικής ακτής. Στη δεκαετία του 1950 αναπτύχθηκε για χρήση σε πολιτικό επίπεδο ένα πιο ακριβές σύστημα (μεγαλύτερης από 0,3 μίλια (0,5 χλμ.), Μεγάλης εμβέλειας (3,200 χλμ.), Γνωστό ως Loran-C, που λειτουργεί στην περιοχή των 90-110 kilohertz, και το αρχικό Λοράν (που μετονομάστηκε σε Loran-A) καταργήθηκε σταδιακά. Τελικά, το Loran-C επεκτάθηκε για να καλύψει τις περισσότερες ηπειρωτικές Ηνωμένες Πολιτείες και σε συνεργασία με τον Καναδά και τη Ρωσία, τα καναδικά ύδατα και τη θάλασσα του Bering. Πολλές άλλες χώρες έχουν αναπτύξει επίσης συστήματα που μοιάζουν με λύκα. Χρησιμοποιείται ακόμα από πολλά ναυτικά σκάφη, αλλά η ακρίβεια (συνήθως σε απόσταση 30 ποδιών ή 10 μέτρων) δορυφορικών βοηθημάτων πλοήγησης, όπως το παγκόσμιο σύστημα εντοπισμού θέσης (GPS), υποβαθμίζει όλο και περισσότερο τα συστήματα πλοήγησης επίγειων συστημάτων των συστημάτων δημιουργίας αντιγράφων ασφαλείας.

Το Loran είναι ένα παλλόμενο υπερβολικό σύστημα. Αυτό σημαίνει ότι οι υπερβολικές γραμμές θέσης καθορίζονται σημειώνοντας διαφορές στον χρόνο λήψης συγχρονισμένων παλμών από σταθμούς μετάδοσης ευρείας απόστασης, πρωτογενείς και δευτερεύοντες. Ένας πρωτεύων σταθμός εκπέμπει μία αδιάλειπτη σειρά παλμών καθορισμένης διάρκειας και με σταθερό ρυθμό (π.χ., διάρκειας 50 μικροδευτερολέπτων με ρυθμό 25 παλμών ανά δευτερόλεπτο). Ένας δευτερεύων σταθμός, 200-300 μίλια (320-480 χλμ. Μακριά), μεταδίδει αυτόματα τα δικά του σήματα, διατηρώντας μια συχνότητα και μια διάρκεια παλμού σε συμφωνία με αυτά του πρωτεύοντος σταθμού. Ο δευτερεύων σταθμός διατηρεί σταθερή χρονική διαφορά μεταξύ της λήψης του πρωτεύοντος παλμού σήματος και της αποστολής του δικού του. Η σημειούμενη χρονική διαφορά άφιξης των δύο παλμών εντοπίζει το σκάφος κάπου σε μια καμπύλη (υπερβολή), κάθε σημείο της οποίας βρίσκεται σε μια σταθερή διαφορά στην απόσταση μεταξύ των σταθμών (π.χ., είναι τρία μίλια μακρύτερα από το πρωτεύον παρά από το δευτερεύον). Ο συντονισμός σε άλλο δευτερεύοντα σταθμό εντοπίζει το σκάφος σε μια άλλη υπερβολή, έτσι ώστε η θέση του να μπορεί να σταθεροποιηθεί στη διασταύρωση των δύο.

5.3.4 ECDIS

Το ηλεκτρονικό σύστημα απεικόνισης και πληροφοριών ηλεκτρονικού χάρτη ECDIS (Electronic Chart Display and Information System) είναι ένα γεωγραφικό σύστημα πληροφοριών που χρησιμοποιείται για τη ναυτική πλοήγηση, το οποίο συμμορφώνεται με τους κανονισμούς του Διεθνούς Ναυτιλιακού Οργανισμού (IMO) ως εναλλακτική λύση στα γραφήματα ναυτικών χαρτών. Ο IMO αναφέρεται σε παρόμοια συστήματα που δεν πληρούν τους κανονισμούς ως Συστήματα Ηλεκτρονικών Γραφημάτων (ECS).

Ένα σύστημα ECDIS εμφανίζει τις πληροφορίες από τους ηλεκτρονικούς πίνακες πλοήγησης (ENC) ή τους ψηφιακούς ναυτικούς χάρτες (DNC) και ενσωματώνει πληροφορίες θέσης από τη θέση, την κατεύθυνση και την ταχύτητα μέσω των συστημάτων αναφοράς νερού και προαιρετικά άλλων αισθητήρων πλοήγησης. Άλλοι αισθητήρες που μπορούν να διασυνδεθούν με ένα ECDIS είναι το ραντάρ, το Navtex, τα συστήματα αυτόματης αναγνώρισης (AIS) και οι βομβητές βάθους.

5.3.5 EGNOS

Η Ευρωπαϊκή Υπηρεσία Γεωστατικής Πλοήγησης (EGNOS) είναι ένα δορυφορικό σύστημα επαύξεσης (SBAS) που αναπτύχθηκε από την Ευρωπαϊκή Υπηρεσία Διαστήματος και το EUROCONTROL εξ ονόματος της Ευρωπαϊκής Επιτροπής. Επί του παρόντος, συμπληρώνει το GPS, αναφέροντας την αξιοπιστία και την ακρίβεια των δεδομένων τοποθέτησης και την αποστολή διορθώσεων. Το σύστημα θα συμπληρώσει το Galileo σε μια μελλοντική έκδοση.

Το EGNOS αποτελείται από ένα δίκτυο 40 περίπου σταθμών εδάφους και 3 γεωστατικών δορυφόρων. Οι επίγειοι σταθμοί προσδιορίζουν τα δεδομένα ακριβείας των δορυφορικών συστημάτων πλοήγησης και τη μεταφέρουν στους γεωστατικούς δορυφόρους. Οι χρήστες μπορούν ελεύθερα να αποκτήσουν αυτά τα δεδομένα από αυτούς τους δορυφόρους χρησιμοποιώντας δέκτη με δυνατότητα EGNOS ή μέσω διαδικτύου. Μια κύρια χρήση του συστήματος είναι στην αεροπορία.

Σύμφωνα με τις προδιαγραφές, η ακρίβεια της οριζόντιας θέσης κατά τη χρήση των διορθώσεων που παρέχονται από το EGNOS πρέπει να είναι καλύτερη από τα επτά μέτρα. Στην πράξη, η οριζόντια ακρίβεια θέσης βρίσκεται στο επίπεδο του μετρητή.

Παρόμοιες υπηρεσίες παρέχονται στη Βόρειο Αμερική από το WAAS, και στην Ασία από το Πολυδύναμο Δορυφορικό Augmentation System της Ιαπωνίας (MSAS) και την Ενισχυμένη Πλοήγηση GEO της Ινδίας (GAGAN).

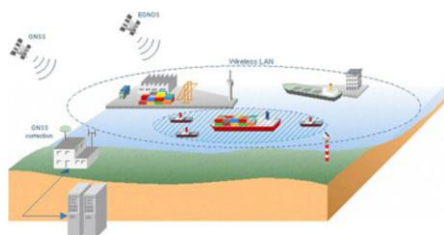
Το σύστημα άρχισε τις αρχικές του λειτουργίες τον Ιούλιο του 2005, με ακρίβεια καλύτερη από δύο μέτρα και διαθεσιμότητα άνω του 99%. Από τον Ιούλιο του 2005, το EGNOS εκπέμπει ένα συνεχές σήμα και στα τέλη Ιουλίου 2005 το σύστημα χρησιμοποιήθηκε και πάλι για την παρακολούθηση ποδηλάτων στον αγώνα δρόμου Tour de France.

Το 2009, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή ανακοίνωσε ότι είχε συνάψει σύμβαση με την εταιρεία European Satellite Services Provider για την εκτέλεση του EGNOS. Η επίσημη έναρξη των δραστηριοτήτων ανακοινώθηκε από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή την 1η Οκτωβρίου 2009. Το σύστημα πιστοποιήθηκε για χρήση στις εφαρμογές ασφάλειας ζωής τον Μάρτιο του 2011. Μια υπηρεσία πρόσβασης δεδομένων EGNOS έγινε διαθέσιμη τον Ιούλιο του 2012.

Οι αρχικές εργασίες για την επέκταση της κάλυψης του EGNOS στην περιοχή της Νότιας Αφρικής πραγματοποιούνται στο πλαίσιο ενός έργου που επεκτείνεται στην υπηρεσία ESESA - EGNOS στη Νότια Αφρική.

Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή ορίζει τον χάρτη πορείας για την εξέλιξη της αποστολής EGNOS. Αυτός ο χάρτης πορείας πρέπει να αντιμετωπίσει τις κληροδοτημένες και τις νέες αποστολές:

- 2011-2030: Υπηρεσία διαδρομής / NPA / APV1 / LPV200 βασισμένη στην αύξηση μόνο του GPS L1. Η Ασφάλεια Ζωής (SoL) θα διασφαλιστεί μέχρι το 2030 σύμφωνα με το ICAO SBAS SARPS.
- 2020+: Προβλέπεται ότι το EGNOS θα πειραματιστεί με μια σημαντική εξέλιξη μέχρι το 2020, το EGNOS V3, συμπεριλαμβανομένης της εκπλήρωσης του προτύπου SBAS L1 / L5, της επέκτασης σε διπλή συχνότητα και της εξέλιξης προς μια έννοια πολλαπλών αστερισμών.



Εικόνα 23: GLONASS (comes to Russian Arctic ports)

5.3.6 WAAAS

Το WAAS είναι ένα βοήθημα αεροναυτιλίας που αναπτύχθηκε από την Federal Aviation Administration για την ενίσχυση του Global Positioning System (GPS), με στόχο τη βελτίωση της ακρίβειας, της ακεραιότητας και της διαθεσιμότητάς του. Ουσιαστικά, το WAAS προορίζεται να επιτρέψει στα αεροσκάφη να βασίζονται στο GPS για όλες τις φάσεις της πτήσης, συμπεριλαμβανομένων των προσεγγίσεων ακριβείας σε οποιοδήποτε αεροδρόμιο στην περιοχή κάλυψης.¹ Μπορεί να ενισχυθεί περαιτέρω με το Σύστημα Αύξησης Τοπικής Περιοχής (LAAS) γνωστό επίσης από τον προτιμώμενο ICAO όρο Σύστημα Αύξησης Γης (Ground-Based Augmentation System - GBAS) σε κρίσιμες περιοχές.

Το WAAS χρησιμοποιεί ένα δίκτυο επίγειων σταθμών αναφοράς στη Βόρεια Αμερική και τη Χαβάη για τη μέτρηση μικρών παραλλαγών στα σήματα δορυφόρων GPS στο δυτικό ημισφαίριο.

Οι μετρήσεις από τους σταθμούς αναφοράς κατευθύνονται στους κεντρικούς σταθμούς, οι οποίοι περιμένουν στην λανθασμένη διόρθωση απόκλισης (DC) και στέλνουν τα διορθωτικά μηνύματα στους γεωστατικούς δορυφόρους WAAS εγκαίρως (κάθε 5 δευτερόλεπτα ή καλύτερα). Αυτοί οι δορυφόροι μεταδίδουν τα μηνύματα διόρθωσης στη Γη, όπου οι δέκτες GPS με δυνατότητα WAAS χρησιμοποιούν τις διορθώσεις, ενώ υπολογίζουν τις θέσεις τους για να βελτιώσουν την ακρίβεια.

Ο Διεθνής Οργανισμός Πολιτικής Αεροπορίας (ICAO) ονομάζει αυτό το είδος συστήματος δορυφορικό σύστημα αύξησης (SBAS). Η Ευρώπη και η Ασία αναπτύσσουν τα δικά τους SBAS, το Ινδικό GPS Aided Geo Augmented Navigation (GAGAN), την Ευρωπαϊκή Υπηρεσία Γεωστατικής Πλοήγησης (EGNOS) και το Ιαπωνικό Πολυδύναμο Δορυφορικό Σύστημα Αύξησης (MSAS) αντίστοιχα. Τα εμπορικά συστήματα περιλαμβάνουν το StarFire και το Omni STAR.

Στόχοι του WAAS:

- **Ακρίβεια:** Η προδιαγραφή WAAS απαιτεί να παρέχει ακρίβεια θέσης τουλάχιστον 7,6 μέτρων (25 ft) ή λιγότερο (τόσο για πλευρικές όσο και για κάθετες μετρήσεις), τουλάχιστον στο 95% του χρόνου. Οι πραγματικές μετρήσεις απόδοσης του συστήματος σε συγκεκριμένες θέσεις έχουν δείξει παρέχει τυπικά καλύτερα από 1,0 μέτρα (3 ft 3 in) πλευρικά και 1,5 μέτρα (4 ft 11 in) κάθετα σε όλες τις παρακείμενες Ηνωμένες Πολιτείες και σε μεγάλες περιοχές του Καναδά και της Αλάσκας (WAAS Performance Analysis Report, 2006). Με αυτά τα αποτελέσματα, το WAAS είναι ικανό να επιτύχει την απαιτούμενη ακρίβεια προσέγγισης ακρίβειας κατηγορίας I 16 μέτρα (52 ft) πλευρικά και 4,0 μέτρα (13,1 ft) κατακόρυφα)²
- **Ακεραιότητα:** Η ακεραιότητα ενός συστήματος πλοήγησης περιλαμβάνει τη δυνατότητα παροχής έγκαιρων προειδοποιήσεων όταν το σήμα του παρέχει παραπλανητικά δεδομένα που θα μπορούσαν ενδεχομένως να δημιουργήσουν κινδύνους. Η προδιαγραφή WAAS απαιτεί από το σύστημα να ανιχνεύει σφάλματα στο δίκτυο GPS ή WAAS και να ενημερώνει τους χρήστες εντός 6,2 δευτερολέπτων. Η πιστοποίηση ότι το WAAS είναι ασφαλές για τους κανόνες πτήσης με όργανα (IFR) (δηλ. Που πετούν στα σύννεφα) απαιτεί να αποδειχθεί ότι υπάρχει μόνο μια ελάχιστη πιθανότητα ότι ένα σφάλμα που υπερβαίνει τις απαιτήσεις για ακρίβεια θα παραμείνει ανυπόγραφο. Συγκεκριμένα, η πιθανότητα αναφέρεται ως 1×10^{-7} και ισοδυναμεί με όχι περισσότερο από 3 δευτερόλεπτα κακών δεδομένων ανά έτος. Αυτό παρέχει πληροφορίες ακεραιότητας ισοδύναμες ή καλύτερες από την αυτόνομη παρακολούθηση ακεραιότητας του δέκτη (RAIM)³
- **Διαθεσιμότητα:** Η διαθεσιμότητα είναι η πιθανότητα ένα σύστημα πλοήγησης να πληροί τις απαιτήσεις ακρίβειας και ακεραιότητας. Πριν από την εμφάνιση του WAAS, οι προδιαγραφές GPS επέτρεψαν τη μη διαθεσιμότητα του συστήματος για συνολικό χρόνο τεσσάρων ημερών το χρόνο (διαθεσιμότητα 99%). Η προδιαγραφή WAAS ορίζει ότι η διαθεσιμότητα είναι 99,999% (πέντε εννέα) , που ισοδυναμεί με ένα χρόνο διακοπής λίγο περισσότερο από 5 λεπτά το χρόνο⁴

Το WAAS αναπτύχθηκε από κοινού από το Υπουργείο Μεταφορών των Ηνωμένων Πολιτειών (DOT) και την Ομοσπονδιακή Διοίκηση Αεροπορίας (FAA) στο πλαίσιο του Προγράμματος Ομοσπονδιακής Ραδιοναυτιλίας (DOT-VNTSC-RSPA-95-1 / DOD-4650.5) να παρέχει απόδοση συγκρίσιμη με το σύστημα προσγείωσης οργάνων κατηγορίας 1 (ILS) για όλα τα αεροσκάφη που διαθέτουν τον κατάλληλα πιστοποιημένο εξοπλισμό. Χωρίς WAAS, ισοφαιρικές διαταραχές, μετατόπιση ρολογιού και σφάλματα δορυφορικής τροχιάς δημιουργούν υπερβολικό σφάλμα και αβεβαιότητα στο σήμα GPS για να πληρούν τις απαιτήσεις για προσέγγιση ακριβείας (δείτε πηγές GPS σφάλματος). Μια προσέγγιση ακριβείας περιλαμβάνει πληροφορίες σχετικά με το ύψος και παρέχει καθοδήγηση, απόσταση από τον διάδρομο και πληροφορίες σχετικά με την ανύψωση σε όλα τα σημεία της προσέγγισης, συνήθως κάτω από τα χαμηλότερα υψόμετρα και ελάχιστα καιρικά φαινόμενα από τις προσεγγίσεις μη ακριβείας.⁵ Πριν από το WAAS, το Εθνικό Σύστημα Εναέριου Χώρου (NAS) των Η.Π.Α. δεν είχε τη δυνατότητα να παρέχει πλευρική και κάθετη πλοήγηση για προσεγγίσεις ακριβείας για όλους τους χρήστες σε όλες τις τοποθεσίες. Το παραδοσιακό σύστημα προσεγγίσεων ακριβείας είναι το σύστημα προσγείωσης οργάνων (ILS), το οποίο χρησιμοποίησε μια σειρά ραδιοφωνικών πομπών, η κάθε μία εκπέμπει ένα μόνο σήμα στο αεροσκάφος. Αυτή η πολύπλοκη σειρά ραδιοφώνων πρέπει να εγκατασταθεί σε κάθε άκρο διαδρόμου, κάποια εκτός δρόμου, κατά μήκος μιας γραμμής εκτεταμένης από την κεντρική γραμμή του διαδρόμου, καθιστώντας την εφαρμογή προσέγγισης ακριβείας τόσο δύσκολη όσο και πολύ δαπανηρή. Το σύστημα ILS αποτελείται από 180 διαφορετικές κεραιές μετάδοσης σε κάθε σημείο που έχει κατασκευαστεί. Το νεότερο σύστημα δεν διαθέτει τεράστια κεραία σε κάθε αεροδρόμιο.⁶ Για κάποιο διάστημα η FAA και η NASA ανέπτυξαν ένα πολύ βελτιωμένο σύστημα, το σύστημα προσγείωσης μικροκυμάτων (MLS). Το σύνολο του συστήματος MLS για μια συγκεκριμένη προσέγγιση απομονώθηκε σε ένα ή δύο κιβώτια που βρίσκονται δίπλα στον διάδρομο, μειώνοντας δραματικά το κόστος υλοποίησης. Το MLS προσέφερε επίσης ορισμένα πρακτικά πλεονεκτήματα που διευκόλυναν την κυκλοφορία, τόσο για τα αεροσκάφη όσο και για τα ραδιοφωνικά κανάλια. Δυστυχώς, το MLS θα απαιτούσε επίσης κάθε αεροδρόμιο και αεροσκάφος να αναβαθμίσουν τον εξοπλισμό τους.⁷ Κατά την ανάπτυξη του MLS, άρχισαν να εμφανίζονται καταναλωτικοί δέκτες GPS διαφορετικής ποιότητας.

Το GPS πρόσφερε ένα τεράστιο πλήθος πλεονεκτημάτων στον πιλότο, συνδυάζοντας όλα τα συστήματα πλοήγησης μεγάλου μήκους ενός αεροσκάφους σε ένα ενιαίο σύστημα εύκολο στη χρήση, συχνά αρκετά μικρό για να κρατηθεί στο χέρι. Η ανάπτυξη ενός συστήματος πλοήγησης αεροσκαφών με βάση το GPS ήταν σε μεγάλο βαθμό πρόβλημα ανάπτυξης νέων τεχνικών και προτύπων, σε αντίθεση με τον νέο εξοπλισμό. Η FAA άρχισε να σκοπεύει να κλείσει τα υπάρχοντα συστήματα μεγάλων αποστάσεων (VOR και NDB) υπέρ του GPS. Αυτό όμως άφησε το πρόβλημα των προσεγγίσεων. Το GPS απλά δεν είναι αρκετά ακριβές για να αντικαταστήσει τα συστήματα ILS. Η τυπική ακρίβεια είναι περίπου 15 μέτρα (49 ft), ενώ ακόμη και η προσέγγιση "CAT I", η λιγότερο απαιτητική, απαιτεί κάθετη ακρίβεια 4 μέτρων (13 πόδια)⁸ Αυτή η ανακρίβεια στο GPS οφείλεται ως επί το πλείστον σε μεγάλες "ακτίνες" στην ιονόσφαιρα, οι οποίες επιβραδύνουν το ραδιοσήμα από τους δορυφόρους κατά τυχαίο ποσό. Δεδομένου ότι το GPS βασίζεται στο χρονοισμό των σημάτων για τη μέτρηση των αποστάσεων, αυτή η επιβράδυνση του σήματος καθιστά τον δορυφόρο πιο μακριά. Οι πλαγιές μετακινούνται αργά και μπορούν να χαρακτηριστούν χρησιμοποιώντας μια ποικιλία μεθόδων από το έδαφος ή εξετάζοντας τα ίδια τα σήματα GPS. Με τη μετάδοση αυτών των πληροφοριών σε δέκτες GPS κάθε λεπτό, αυτή η πηγή σφαλμάτων μπορεί να μειωθεί σημαντικά. Αυτό οδήγησε στην έννοια του Διαφορικού GPS, το οποίο χρησιμοποίησε ξεχωριστά ραδιοσυστήματα για να μεταδώσει το σήμα διόρθωσης στους δέκτες. Το αεροσκάφος θα μπορούσε να εγκαταστήσει έναν δέκτη ο οποίος θα συνδεθεί στη μονάδα GPS, με το σήμα να μεταδίδεται σε διάφορες συχνότητες για διαφορετικούς χρήστες (ραδιόφωνο FM για αυτοκίνητα, μακρύ κύμα για πλοία κ.λπ.). Οι ραδιοηλεκτρονικοί φορείς της απαιτούμενης ισχύος γενικά συσπειρώνουν τις μεγαλύτερες πόλεις, καθιστώντας τέτοια συστήματα DGPS λιγότερο χρήσιμα για την πλοήγηση σε μεγάλη έκταση. Επιπλέον, τα περισσότερα ραδιοσήματα είναι είτε οπτικά, είτε μπορούν να αλλοιωθούν από το έδαφος, γεγονός που καθιστά δύσκολη τη χρήση του DGPS ως σύστημα προσέγγισης ακριβείας ή όταν πετάει χαμηλά για άλλους λόγους.⁹

Η FAA θεώρησε συστήματα τα οποία θα μπορούσαν να επιτρέψουν την εκπομπή των ίδιων διορθωτικών σημάτων σε μια πολύ ευρύτερη περιοχή, όπως από έναν δορυφόρο, οδηγώντας απευθείας στο WAAS. Δεδομένου ότι μια μονάδα GPS αποτελείται ήδη από δορυφορικό δέκτη, έχει πολύ μεγαλύτερη σημασία να στέλνουν τα σήματα διόρθωσης στις ίδιες συχνότητες που χρησιμοποιούνται από τις μονάδες GPS, παρά να χρησιμοποιούν ένα εντελώς ξεχωριστό σύστημα και έτσι να διπλασιάζουν την πιθανότητα αποτυχίας. Εκτός από τη μείωση του κόστους υλοποίησης μέσω της "δολοφονίας" σε προγραμματισμένη εκτόξευση δορυφόρων, αυτό επέτρεψε επίσης το σήμα να μεταδοθεί από τη γεωστατική τροχιά, πράγμα που σημαίνει ότι ένας μικρός αριθμός δορυφόρων θα μπορούσε να καλύψει όλη τη Βόρεια Αμερική.¹⁰ Στις 10 Ιουλίου 2003, το σήμα WAAS ενεργοποιήθηκε για τη γενική αεροπορία, καλύπτοντας το 95% των Ηνωμένων Πολιτειών, και τμήματα της Αλάσκας που προσφέρουν ελάχιστα 350 μέτρα (110 μέτρα).

Στις 17 Ιανουαρίου 2008, η Hickok & Associates με έδρα την Αλαμπάμα έγινε ο πρώτος σχεδιαστής του WAAS ελικόπτερου με προσεγγίσεις επιδόσεων Localizer (LP) και επιδόσεων Localizer με κατακόρυφη καθοδήγηση (LPV) και η μόνη οντότητα με κριτήρια εγκεκριμένα από την FAA αλλά να αναπτυχθεί). Τα κριτήρια WAAS αυτού του ελικόπτερου προσφέρουν ελάχιστα όρια 250 ποδιών και μειωμένες απαιτήσεις ορατότητας για να επιτρέψουν αποστολές που προηγουμένως δεν ήταν δυνατές. Την 1η Απριλίου 2009, η FAA AFS-400 ενέκρινε τις πρώτες τρεις διαδικασίες προσέγγισης GPS WAAS με ελικόπτερο για τον πελάτη της Hickok & Associates, California Shock / Trauma Air Rescue (CALSTAR). Από τότε έχουν σχεδιάσει πολλές εγκεκριμένες προσεγγίσεις ελικόπτερων WAAS για διάφορα νοσοκομεία EMS και φορείς παροχής αέρα, τόσο στις Ηνωμένες Πολιτείες όσο και σε άλλες χώρες και ηπείρους.

Στις 30 Δεκεμβρίου 2009, η Horizon Air με έδρα το Σιάτλ πέταξε την πρώτη πτήση εξυπηρέτησης επιβατών προγραμματισμένων επιβατών χρησιμοποιώντας WAAS με LPV κατά την πτήση 2014, μια πτήση Πόρτλαντ προς Σιάτλ που λειτουργούσε με ένα Bombardier Q400 με WAAS FMS από την Universal Avionics. Η αεροπορική εταιρεία, σε συνεργασία με την FAA, θα εξοπλίσει επτά αεροσκάφη Q400 με WAAS και θα μοιραστεί τα στοιχεία πτήσης για να προσδιορίσει καλύτερα την καταλληλότητα του WAAS στις τακτικές εφαρμογές αεροναυτιλίας.¹¹

5.3.7 MSAS

Το πολυλειτουργικό σύστημα δορυφορικής αύξησης (MTSAT ή MSAS)) είναι ένα ιαπωνικό δορυφορικό σύστημα αύξησης (SBAS), δηλαδή ένα δορυφορικό σύστημα πλοήγησης το οποίο υποστηρίζει διαφορικό GPS (DGPS) για τη συμπλήρωση του συστήματος GPS με αναφορά (στη συνέχεια βελτίωση) την αξιοπιστία και την ακρίβεια αυτών των σημάτων.¹² Το MSAS λειτουργεί από το Υπουργείο Χωροταξίας, Υποδομής και Μεταφορών της Ιαπωνίας και το Γραφείο Πολιτικής Αεροπορίας (JCAB). Οι δοκιμές ολοκληρώθηκαν με επιτυχία, η MSAS για χρήση στην αεροπορία τέθηκε σε λειτουργία στις 27 Σεπτεμβρίου 2007.

Η χρήση SBAS, όπως το MSAS, επιτρέπει σε έναν μεμονωμένο δέκτη GPS να διορθώνει τη δική του θέση, προσφέροντας πολύ μεγαλύτερη ακρίβεια. Συνήθως η ακρίβεια του σήματος GPS βελτιώνεται από περίπου 20 μέτρα σε περίπου 1,5-2 μέτρα τόσο στις οριζόντιες όσο και στις κατακόρυφες διαστάσεις.¹³

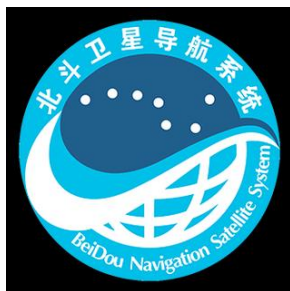
5.3.8 GAGAN

Η GPS-ενισχυμένη GEO augmented navigation (GAGAN) είναι μια εφαρμογή ενός περιφερειακού δορυφορικού συστήματος αύξησης (SBAS) από την ινδική κυβέρνηση.¹⁴ Είναι ένα σύστημα που βελτιώνει την ακρίβεια ενός δέκτη GNSS παρέχοντας σήματα αναφοράς.¹⁵ Οι προσπάθειες της AAI για την υλοποίηση του επιχειρησιακού συστήματος SBAS μπορούν να θεωρηθούν ως το πρώτο βήμα για την εισαγωγή σύγχρονου συστήματος επικοινωνίας, πλοήγησης και επιτήρησης / διαχείρισης της εναέριας κυκλοφορίας στον εναέριο χώρο της Ινδίας.

Το έργο έχει δημιουργήσει 15 ινδικούς σταθμούς αναφοράς, 3 σταθμούς ανοδικής ζεύξης στην Ινδία, 3 ινδικά κέντρα ελέγχου αποστολής και εγκατάσταση όλων των συναφών λογισμικών και επικοινωνιακών συνδέσεων. Θα είναι σε θέση να βοηθήσει τους πιλότους να πλοηγηθούν στον ινδικό εναέριο χώρο με ακρίβεια 3 μέτρων. Αυτό θα είναι χρήσιμο για την προσγείωση αεροσκαφών σε περιθωριακές καιρικές συνθήκες και δύσκολες προσεγγίσεις όπως τα αεροδρόμια Mangalore και Leh.¹⁶

Ένα εθνικό σχέδιο για τη δορυφορική πλοήγηση, συμπεριλαμβανομένης της εφαρμογής του συστήματος επίδειξης τεχνολογίας (TDS) στον Ινδικό εναέριο χώρο ως απόδειξη της ιδέας, είχε προετοιμαστεί από κοινού από την Αρχή Αεροδρομίων της Ινδίας (AAI) και το ISRO. Το TDS ολοκληρώθηκε επιτυχώς κατά τη διάρκεια του 2007 εγκαθιστώντας οκτώ ινδικούς σταθμούς αναφοράς (INRES) σε οκτώ ινδικά αεροδρόμια και συνδέθηκε με το κεντρικό κέντρο ελέγχου (MCC) που βρίσκεται κοντά στο Bangalore. Η προκαταρκτική δοκιμή αποδοχής συστήματος ολοκληρώθηκε με επιτυχία τον Δεκέμβριο του 2010.¹⁷ Το τμήμα εδάφους για το GAGAN, το οποίο έχει τοποθετηθεί από το Raytheon, διαθέτει 15 σταθμούς αναφοράς διασκορπισμένους σε ολόκληρη τη χώρα. Δύο κέντρα ελέγχου αποστολής, μαζί με τους συνδεδεμένους σταθμούς ανερχόμενης ζεύξης, έχουν συσταθεί στο Kundalahalli στο Bangalore. Ένα ακόμη κέντρο ελέγχου και ένας σταθμός ανερχόμενης ζεύξης θα βρεθούν στο Δελχί. Ως μέρος του προγράμματος εγκαταστάθηκε ένα δίκτυο 18 σταθμών παρακολούθησης συνολικού περιεχομένου ηλεκτρονίων (TEC) σε διάφορες τοποθεσίες στην Ινδία για να μελετήσει και να αναλύσει τη συμπεριφορά της ιονόσφαιρας στην ινδική περιοχή. Το σήμα TDS του GAGAN στο διάστημα παρέχει ακρίβεια τριών μέτρων έναντι της απαίτησης 7,6 μέτρων. Η επιθεώρηση πτήσης του σήματος GAGAN διεξάγεται στα αεροδρόμια Kozhikode, Hyderabad, Nagpur και Bangalore και τα αποτελέσματα ήταν ικανοποιητικά μέχρι στιγμής.

5.3.9 BEIDOU 1



Εικόνα 24: BEIDOU logo

Το δορυφορικό σύστημα πλοήγησης BeiDou (BDS) είναι ένα κινεζικό σύστημα δορυφορικής πλοήγησης. Αποτελείται από δύο χωριστούς δορυφορικούς αστερισμούς. Το πρώτο σύστημα BeiDou, που ονομάζεται επίσημα το πειραματικό σύστημα δορυφορικής πλοήγησης BeiDou και επίσης γνωστό ως BeiDou-1, αποτελείται από τρεις δορυφόρους οι οποίοι από το 2000 έχουν προσφέρει περιορισμένες υπηρεσίες κάλυψης και πλοήγησης, κυρίως για χρήστες στην Κίνα και τις γειτονικές περιοχές. Το BeiDou-1 παροπλίστηκε στα τέλη του 2012.

Η δεύτερη γενιά του συστήματος, που ονομαζόταν επίσημα το δορυφορικό σύστημα πλοήγησης BeiDou (BDS) και επίσης γνωστό ως COMPASS ή BeiDou-2, άρχισε να λειτουργεί στην Κίνα το Δεκέμβριο του 2011 με μερική συστοιχία 10 δορυφόρων σε τροχιά ¹⁸ Από τον Δεκέμβριο του 2012, προσφέρει υπηρεσίες σε πελάτες στην περιοχή Ασίας-Ειρηνικού ¹⁹ Το 2015, η Κίνα ξεκίνησε τη συσσώρευση του συστήματος BeiDou τρίτης γενιάς (BeiDou-3) για τον αστερισμό της παγκόσμιας κάλυψης. Ο πρώτος δορυφόρος BDS-3 ξεκίνησε στις 30 Μαρτίου 2015. Από τον Οκτώβριο του 2018 ξεκίνησαν δεκαπέντε δορυφόροι BDS-3. Η BeiDou-3 θα αποτελείται τελικά από 35 δορυφόρους και αναμένεται να παρέχει ολοκληρωμένες υπηρεσίες μετά την ολοκλήρωσή της το 2020. Όταν ολοκληρωθεί πλήρως, το BeiDou θα παράσχει ένα εναλλακτικό παγκόσμιο δορυφορικό σύστημα πλοήγησης στο παγκόσμιο σύστημα εντοπισμού θέσης GPS τα ρωσικά συστήματα GLONASS ή το ευρωπαϊκό Galileo και αναμένεται να είναι πιο ακριβή από αυτά. Υποστηρίχθηκε το 2016 ότι το BeiDou-3 θα φτάσει σε ακρίβεια σε χιλιοστά (με επεξεργασία) ²⁰ Σύμφωνα με την China Daily, το 2015, δεκαπέντε χρόνια μετά τη δρομολόγηση του δορυφορικού συστήματος, σημείωσε κύκλο εργασιών 31,5 δισεκατομμυρίων δολαρίων ετησίως για μεγάλες εταιρείες όπως η China Aerospace Science and Industry Corp, η AutoNavi Holdings Ltd και η China North Industries Group Corp. Στις 27 Δεκεμβρίου 2018, το δορυφορικό σύστημα πλοήγησης BeiDou άρχισε να παρέχει παγκόσμιες υπηρεσίες ²¹ Το επίσημο αγγλικό όνομα του συστήματος είναι το δορυφορικό σύστημα πλοήγησης BeiDou. Ονομάζεται μετά από τον αστερισμό του Big Dipper, ο οποίος είναι γνωστός στα κινέζικα ως Βείδου. Το όνομα κυριολεκτικά σημαίνει "Βόρεια άρκτος", το όνομα που έδωσαν οι αρχαίοι Κινέζοι αστρονόμοι στα επτά φωτεινότερα αστέρια του αστερισμού Ursa Major. Ιστορικά, αυτό το σύνολο αστεριών χρησιμοποιήθηκε στην πλοήγηση για να εντοπίσει το North Star. Ως εκ τούτου, το όνομα BeiDou χρησιμεύει επίσης ως μεταφορά για το σκοπό του δορυφορικού συστήματος πλοήγησης. ²²

Η αρχική ιδέα ενός κινεζικού συστήματος δορυφορικής πλοήγησης σχεδιάστηκε από τον Chen Fangyun και τους συναδέλφους του στη δεκαετία του 1980. Σύμφωνα με την Εθνική Διαστημική Διοίκηση της Κίνας, η ανάπτυξη του συστήματος θα πραγματοποιηθεί σε τρία στάδια:

1. 2000-2003: πειραματικό σύστημα πλοήγησης BeiDou αποτελούμενο από 3 δορυφόρους
2. έως το 2012: περιφερειακό σύστημα πλοήγησης BeiDou που καλύπτει την Κίνα και τις γειτονικές περιοχές
3. έως το 2020: παγκόσμιο σύστημα πλοήγησης BeiDou

Ο πρώτος δορυφόρος, BeiDou-1A, ξεκίνησε στις 30 Οκτωβρίου 2000 και στη συνέχεια ο BeiDou-1B στις 20 Δεκεμβρίου 2000. Ο τρίτος δορυφόρος BeiDou-1C (δορυφόρος ασφαλείας) τέθηκε σε τροχιά στις 25 Μαΐου 2003. Η επιτυχημένη έναρξη του BeiDou-1C σήμαινε επίσης τη δημιουργία του συστήματος πλοήγησης BeiDou-1. Στις 2 Νοεμβρίου 2006, η Κίνα ανακοίνωσε ότι από το 2008 η BeiDou θα προσφέρει ανοικτή υπηρεσία με ακρίβεια 10 μέτρων, χρονισμό 0,2 μικροδευτερολέπτων και ταχύτητα 0,2 μέτρων / δευτερόλεπτο.²³ Τον Φεβρουάριο του 2007, ξεκίνησε ο τέταρτος και τελευταίος δορυφόρος του συστήματος BeiDou-1, BeiDou-1D (μερικές φορές ονομάζεται BeiDou-2A, που χρησιμεύει ως εφεδρικός δορυφόρος). Αναφέρθηκε ότι ο δορυφόρος είχε υποστεί δυσλειτουργία του συστήματος ελέγχου, αλλά στη συνέχεια αποκαταστάθηκε πλήρως.²⁴ Τον Απρίλιο του 2007, ο πρώτος δορυφόρος του BeiDou-2, δηλαδή ο Compass-M1 (για την επικύρωση των συχνοτήτων για τον αστερισμό BeiDou-2), τέθηκε με επιτυχία στην τροχιά του. Ο δεύτερος δορυφόρος Compass-G2 του δορυφόρου BeiDou-2 ξεκίνησε στις 15 Απριλίου 2009. Στις 15 Ιανουαρίου 2010, ο επίσημος ιστότοπος του δορυφορικού συστήματος πλοήγησης BeiDou έγινε online [24] και ο τρίτος δορυφόρος (Compass-G1) του συστήματος μεταφέρθηκε στην τροχιά του από πυραύλους Long March 3C στις 17 Ιανουαρίου 2010. Στις 2 Ιουνίου 2010, ο τέταρτος δορυφόρος ξεκίνησε με επιτυχία σε τροχιά. Το πέμπτο πρόγραμμα περιήγησης ξεκίνησε στο διάστημα από το Κέντρο εκτόξευσης δορυφόρων Xichang από πυραύλο φορέα LM-3I την 1η Αυγούστου 2010. Τρεις μήνες αργότερα, την 1η Νοεμβρίου 2010, ο έκτος δορυφόρος στάλθηκε σε τροχιά από το LM-3C. Ένας άλλος δορυφόρος, ο δορυφόρος Beidou-2 / Compass IGSO-5 (πέμπτος γεωσύγχρονος τροχιάς), ξεκίνησε από το Xichang Satellite Launch Center με ένα Long March-3A την 1η Δεκεμβρίου 2011 (UTC).²⁵

5.3.10 GALILEO

Το Galileo είναι το παγκόσμιο δορυφορικό σύστημα πλοήγησης (GNSS) που τέθηκε σε λειτουργία το 2016, το οποίο δημιουργήθηκε από την Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ) μέσω του Ευρωπαϊκού Οργανισμού GNSS (GSA) με έδρα την Πράγα στην Τσεχική Δημοκρατία με δύο κέντρα εδάφους, το Oberpfaffenhofen κοντά στο Μόναχο στη Γερμανία και το Fucino στην Ιταλία. Το έργο των 10 δισ. Ευρώ ονομάστηκε από τον Ιταλό αστρονόμο Galileo Galilei. Ένας από τους στόχους του Galileo είναι να παράσχει ένα ανεξάρτητο σύστημα εντοπισμού θέσης υψηλής ακρίβειας, ώστε τα ευρωπαϊκά έθνη να μην χρειάζεται να βασίζονται στο GPS των ΗΠΑ ή στα ρωσικά συστήματα GLONASS, τα οποία θα μπορούσαν να ανασταλούν ή να υποβαθμιστούν από τους φορείς εκμετάλλευσης ανά πάσα στιγμή. Η χρήση βασικών υπηρεσιών (χαμηλότερης ακρίβειας) του Galileo θα είναι ελεύθερη και ανοικτή σε όλους. Οι δυνατότητες υψηλότερης ακρίβειας θα είναι διαθέσιμες για την πληρωμή εμπορικών χρηστών. Το Galileo προορίζεται να παρέχει μετρήσεις οριζόντιας και κατακόρυφης θέσης σε ακρίβεια 1 μέτρο και καλύτερες υπηρεσίες εντοπισμού θέσης σε υψηλότερα γεωγραφικά πλάτη από άλλα συστήματα εντοπισμού θέσης. Το Galileo πρόκειται επίσης να παράσχει μια νέα λειτουργία παγκόσμιας αναζήτησης και διάσωσης (SAR) ως μέρος του συστήματος MEOSAR.²⁶

Ο πρώτος δορυφόρος δοκιμών Galileo, το GIOVE-A, εγκαινιάστηκε στις 28 Δεκεμβρίου 2005, ενώ ο πρώτος δορυφόρος που ήταν μέρος του λειτουργικού συστήματος ξεκίνησε στις 21 Οκτωβρίου 2011. Από τον Ιούλιο του 2018, 26 από τους προγραμματισμένους 30 ενεργούς δορυφόρους βρίσκονται σε τροχιά. Το Galileo άρχισε να προσφέρει πρόωρη επιχειρησιακή ικανότητα (EOC) στις 15 Δεκεμβρίου 2016²⁷, παρέχοντας αρχικές υπηρεσίες με ασθενές σήμα και αναμένεται να φτάσει το πλήρες επιχειρησιακό δυναμικό (FOC) το 2019. Το πλήρες 30-δορυφορικό σύστημα Galileo (24 λειτουργικά και 6 ενεργά ανταλλακτικά) αναμένεται μέχρι το 2020.²⁸ Αναμένεται ότι η επόμενη γενιά δορυφόρων θα αρχίσει να λειτουργεί έως το 2025 για να αντικαταστήσει τον παλαιότερο εξοπλισμό. Τα παλαιότερα συστήματα μπορούν στη συνέχεια να χρησιμοποιηθούν για δυνατότητες δημιουργίας αντιγράφων ασφαλείας.

Υπάρχουν 22 δορυφόροι σε κατάσταση χρήσης (ο δορυφόρος λειτουργεί και συμβάλλει στην παροχή της υπηρεσίας), 2 δορυφόροι βρίσκονται σε δοκιμή και 2 άλλοι χαρακτηρίζονται ως μη διαθέσιμοι.

Το 1999, οι διαφορετικές έννοιες των τριών βασικών συντελεστών της ESA (Γερμανία, Γαλλία και Ιταλία) για το Galileo συγκρίθηκαν και μειώθηκαν σε μία από μια κοινή ομάδα μηχανικών και από τις τρεις χώρες. Το πρώτο στάδιο του προγράμματος Galileo συμφωνήθηκε επισήμως στις 26 Μαΐου 2003 από την Ευρωπαϊκή Ένωση και την Ευρωπαϊκή Υπηρεσία Διαστήματος. Το σύστημα προορίζεται κυρίως για πολιτική χρήση, σε αντίθεση με τα πιο στρατιωτικά συστήματα των Ηνωμένων Πολιτειών (GPS), της Ρωσίας (GLONASS) και της Κίνας (BeiDou-1/2). Το ευρωπαϊκό σύστημα θα υπόκειται σε αποκλεισμό μόνο για στρατιωτικούς σκοπούς υπό ακραίες συνθήκες (όπως ένοπλες συγκρούσεις). Θα είναι διαθέσιμη με πλήρη ακρίβεια τόσο στους πολιτικούς όσο και στους στρατιωτικούς χρήστες. Οι χώρες που συμβάλλουν περισσότερο στο σχέδιο Galileo είναι η Γερμανία και η Ιταλία.²⁹

5.3.11 GNSS

Μια δορυφορική πλοήγηση ή ένα σύστημα satnav είναι ένα σύστημα που χρησιμοποιεί δορυφόρους για να παρέχει αυτόνομη γεω-χωρική τοποθέτηση. Επιτρέπει στους μικρούς ηλεκτρονικούς δέκτες να προσδιορίζουν τη θέση τους (γεωγραφικό μήκος, γεωγραφικό πλάτος και υψόμετρο / ύψος) σε μεγάλη ακρίβεια (μέσα σε μερικά εκατοστά έως μέτρα) χρησιμοποιώντας σήματα χρόνου που μεταδίδονται κατά μήκος μιας οπτικής επαφής από τους δορυφόρους radiofrom. Το σύστημα μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παροχή θέσης, πλοήγησης ή για την παρακολούθηση της θέσης κάποιου εξοπλισμού με δέκτη (δορυφορική παρακολούθηση). Τα σήματα επιτρέπουν επίσης στον ηλεκτρονικό δέκτη να υπολογίζει την τρέχουσα τοπική ώρα σε υψηλή ακρίβεια, η οποία επιτρέπει συγχρονισμό χρόνου. Τα συστήματα Satnav λειτουργούν ανεξάρτητα από οποιαδήποτε τηλεφωνική ή διαδικτυακή λήψη, αν και αυτές οι τεχνολογίες μπορούν να βελτιώσουν τη χρησιμότητα των πληροφοριών θέσης που δημιουργούνται.



Εικόνα 25: The International GNSS Monitoring

Ένα δορυφορικό σύστημα πλοήγησης με παγκόσμια κάλυψη μπορεί να ονομαστεί ένα παγκόσμιο δορυφορικό σύστημα πλοήγησης (GNSS). Από τον Οκτώβριο του 2018, το Παγκόσμιο Σύστημα Εντοπισμού Θέσης (GPS) των Ηνωμένων Πολιτειών και το GLONASS της Ρωσίας είναι πλήρως λειτουργικά GNSS, με το ναυτιλιακό σύστημα πλοήγησης BeiDou (BDS) και το Galileo της Ευρωπαϊκής Ένωσης προγραμματισμένο να είναι πλήρως λειτουργικό έως το 2020. Το δορυφορικό σύστημα Quasi-Zenith (QZSS) της Ιαπωνίας είναι ένα δορυφορικό σύστημα αύξησης GPS που ενισχύει την ακρίβεια του GPS, ενώ η δορυφορική πλοήγηση είναι ανεξάρτητη από το GPS που έχει προγραμματιστεί για το 2023. Η Ινδία διαθέτει ήδη το Ινδικό περιφερειακό δορυφορικό σύστημα πλοήγησης (IRNSS) με λειτουργική ονομασία NAVIC, είναι ένα αυτόνομο περιφερειακό σύστημα δορυφορικής πλοήγησης το οποίο παρέχει ακριβείς υπηρεσίες εντοπισμού θέσης και χρονομέτρησης σε πραγματικό χρόνο.³⁰ Η παγκόσμια κάλυψη για κάθε σύστημα επιτυγχάνεται γενικά από έναν δορυφόρο δορυφόρων 18-30 μεσαίων δορυφόρων (MEO) που μεταδίδονται μεταξύ αρκετών τροχιακών επιπέδων. Τα πραγματικά συστήματα ποικίλλουν, αλλά χρησιμοποιούν κλίσεις τροχιάς > 50 ° και περιόδους τροχιάς περίπου δώδεκα ωρών (σε υψόμετρο περίπου 20.000 χιλιομέτρων ή 12.000 μιλίων).

Τα συστήματα GNSS που παρέχουν βελτιωμένη παρακολούθηση ακρίβειας και ακεραιότητας που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την πολιτική αεροπορία ταξινομούνται ως εξής:³¹ Το GNSS-1 είναι το σύστημα πρώτης γενιάς και είναι ο συνδυασμός των υφιστάμενων δορυφορικών συστημάτων πλοήγησης (GPS και GLONASS), με δορυφορικά συστήματα επεκτάσεως (SBAS) ή επίγεια συστήματα επεκτάσεως (GBAS). Στις Ηνωμένες Πολιτείες, το δορυφορικό στοιχείο είναι το Σύστημα Αυξητικής Ευρείας Περιοχής (WAAS), στην Ευρώπη είναι η Ευρωπαϊκή Υπηρεσία Γεωστατικής Πλοήγησης (EGNOS), ενώ στην Ιαπωνία είναι το Πολυλειτουργικό Δορυφορικό Σύστημα Αύξησης (MSAS).

Η επιτάχυνση με βάση το έδαφος παρέχεται από συστήματα όπως το σύστημα τοπικής αύξησης περιοχής (LAAS).

- Το GNSS-2 είναι η δεύτερη γενιά συστημάτων που παρέχει ανεξάρτητα ένα πλήρες πολιτικό δορυφορικό σύστημα πλοήγησης, όπως το παράδειγμα του ευρωπαϊκού συστήματος εντοπισμού θέσης Galileo. Τα συστήματα αυτά θα παρέχουν την απαραίτητη παρακολούθηση της ακρίβειας και της ακεραιότητας για την πολιτική αεροπορία. συμπεριλαμβανομένων των αεροσκαφών. Αρχικά, το σύστημα αυτό συνίστατο μόνο σε σύνολα συχνοτήτων ανώτερης ζώνης L (L1 για GPS, E1 για το Galileo, G1 για GLONASS). Τα τελευταία χρόνια, τα συστήματα GNSS άρχισαν να ενεργοποιούν σύνολα συχνοτήτων χαμηλότερης ζώνης L (L2 και L5 για GPS, E5a και E5b για το Galileo, G3 για GLONASS) για μη στρατιωτική χρήση. παρουσιάζουν μεγαλύτερη συνολική ακρίβεια και λιγότερα προβλήματα με την αντανάκλαση του σήματος. Από τα τέλη του 2018, πωλούνται μερικές συσκευές GNSS για καταναλωτικούς σκοπούς που εκμεταλλεύονται και τα δύο και συνήθως ονομάζονται συσκευές "διπλής ζώνης GNSS" ή "διπλής ζώνης GPS".

Με τους ρόλους τους στο σύστημα πλοήγησης, τα συστήματα μπορούν να ταξινομηθούν ως:

- Βασικά δορυφορικά συστήματα πλοήγησης, σήμερα GPS (Ηνωμένες Πολιτείες), GLONASS (Ρωσική Ομοσπονδία), Galileo (Ευρωπαϊκή Ένωση) και Beidou (Κίνα).
- Παγκόσμια δορυφορικά συστήματα επεκτάσεως (SBAS) όπως το Omnistar και το StarFire.
- Περιφερειακά SBAS, συμπεριλαμβανομένων των WAAS (ΗΠΑ), EGNOS (ΕΕ), MSAS (Ιαπωνία) και GAGAN (Ινδία).
- Περιφερειακά συστήματα δορυφορικής πλοήγησης όπως NAVIC της Ινδίας και QZSS της Ιαπωνίας.
- Το σύστημα GBAS για την επίγεια κλίμακα εδάφους (GBAS), για παράδειγμα το GRAS της Αυστραλίας και η κοινή ακτοφυλακή των ΗΠΑ, η Canadian Coast Guard, το Σώμα των Μηχανικών του Στρατού των ΗΠΑ και η υπηρεσία DGPS των ΗΠΑ.

- Περιφερειακή κλίμακα GBAS όπως δίκτυα CORS.
- Τοπικό GBAS που χαρακτηρίζεται από ένα μοναδικό σταθμό αναφοράς GPS που λειτουργεί με διορθώσεις πραγματικού χρόνου Κινηματικό (RTK).

Δεδομένου ότι πολλά από τα παγκόσμια συστήματα GNSS (και τα συστήματα αύξησης) χρησιμοποιούν παρόμοιες συχνότητες και σήματα γύρω από την L1, έχουν παραχθεί πολλοί δέκτες "Multi-GNSS" που μπορούν να χρησιμοποιούν πολλαπλά συστήματα. Ενώ ορισμένα συστήματα προσπαθούν να διαλειτουργούν με το GPS όσο το δυνατόν περισσότερο παρέχοντας το ίδιο ρολόι, άλλα δεν το κάνουν (Nicolini & Caporali, 2018).

5.3.12 GMDSS

Το Σύστημα Παγκόσμιας Θαλάσσιας Ασφάλειας και Ασφάλειας (GMDSS) είναι ένα διεθνώς συμφωνημένο σύνολο διαδικασιών ασφαλείας, τύπων εξοπλισμού και πρωτοκόλλων επικοινωνίας που χρησιμοποιούνται για την αύξηση της ασφάλειας και τη διευκόλυνση της διάσωσης προβληματικών πλοίων, σκαφών και αεροσκαφών.

Το GMDSS αποτελείται από διάφορα συστήματα, μερικά από τα οποία είναι καινούργια αλλά πολλά από τα οποία λειτουργούν εδώ και πολλά χρόνια. Το σύστημα προορίζεται για την εκτέλεση των ακόλουθων λειτουργιών: προειδοποίηση (συμπεριλαμβανομένου του προσδιορισμού θέσης της μονάδας σε κίνδυνο), συντονισμός αναζήτησης και διάσωσης, εντοπισμός (μετακίνηση), εκπομπές πληροφοριών για την ασφάλεια στη θάλασσα, γενικές επικοινωνίες και επικοινωνίες γέφυρας-γέφυρας. Οι συγκεκριμένες απαιτήσεις ραδιοπλοήγησης εξαρτώνται από την περιοχή λειτουργίας του πλοίου και όχι από τη χωρητικότητά του. Το σύστημα παρέχει επίσης πλεονάζοντα μέσα συναγερμού κινδύνου και πηγές ενέργειας έκτακτης ανάγκης.

Τα σκάφη αναψυχής δεν χρειάζεται να συμμορφώνονται με τις απαιτήσεις ραδιοπλοήγησης της GMDSS, αλλά θα χρησιμοποιούν όλο και περισσότερο τα ραδιόφωνα VHF Marine Digital Selective Calling (DSC). Τα υπεράκτια σκάφη μπορούν να επιλέξουν να εξοπλίσουν περαιτέρω. Τα πλοία κάτω των 300 GT δεν υπόκεινται στις απαιτήσεις της GMDSS.

Οι βασικοί τύποι εξοπλισμού που χρησιμοποιούνται στην GMDSS είναι (Johnson, 1994):

Εκπομπή ραδιοφάρου που υποδεικνύει την επείγουσα θέση (EPIRB)

Το Cospas-Sarsat είναι ένα διεθνές δορυφορικό σύστημα αναζήτησης και διάσωσης, το οποίο ιδρύθηκε από τον Καναδά, τη Γαλλία, τις Ηνωμένες Πολιτείες και τη Ρωσία. Αυτές οι τέσσερις χώρες συνέβαλαν από κοινού στην ανάπτυξη του ραδιοφωνικού σηματοδότη έκτακτης ανάγκης (EPIRB) 406 MHz, ενός στοιχείου του GMDSS που σχεδιάστηκε για να λειτουργεί με το σύστημα Cospas-Sarsat. Αυτά τα αυτόματα ενεργοποιητικά EPIRB, τα οποία σήμερα απαιτούνται για τα πλοία SOLAS, εμπορικά αλιευτικά σκάφη και όλα τα επιβατηγά πλοία, έχουν σχεδιαστεί για να διαβιβάζουν σε κέντρα συντονισμού διάσωσης μέσω του δορυφορικού συστήματος από οπουδήποτε στον κόσμο. Το αρχικό σύστημα COSPAS / SARSAT χρησιμοποίησε δορυφόρους πολικής τροχιάς, αλλά τα τελευταία χρόνια το σύστημα έχει επεκταθεί και περιλαμβάνει 4 γεωστατικούς δορυφόρους. Τα νεότερα σχέδια ενσωματώνουν δέκτες GPS για τη μετάδοση εξαιρετικά ακριβών θέσεων (σε απόσταση περίπου 20 μέτρων) από τη θέση κινδύνου. Οι αρχικοί δορυφόροι COSPAS / SARSAT μπορούσαν να υπολογίσουν την θέση EPIRB σε απόσταση περίπου 3 ναυτικών μιλίων (5,6 χλμ.) Χρησιμοποιώντας τεχνικές Doppler. Μέχρι το τέλος του 2010, οι κατασκευαστές EPIRB ενδέχεται να προσφέρουν ενεργοποιημένους φάρους AIS (αυτόματο σύστημα αναγνώρισης). Η λειτουργικότητα αυτών των αντικειμένων ελέγχεται μηνιαία και ετησίως και έχουν περιορισμένη διάρκεια ζωής μπαταρίας, μεταξύ δύο και πέντε ετών, χρησιμοποιώντας κυρίως μπαταρίες τύπου λιθίου. Τα 406 MHz EPIRB διαβιβάζουν έναν αριθμό καταχώρισης ο οποίος συνδέεται με μια βάση δεδομένων με πληροφορίες για το σκάφος.

NAVTEX

Το Navtex είναι ένα διεθνές αυτοματοποιημένο σύστημα για την άμεση διανομή πληροφοριών για την ασφάλεια στη θάλασσα (MSI), το οποίο περιλαμβάνει προειδοποιήσεις πλοήγησης, προβλέψεις καιρού και προειδοποιήσεις καιρού, ειδοποιήσεις έρευνας και διάσωσης και παρόμοιες πληροφορίες στα πλοία. Ένας μικρός, χαμηλού κόστους και αυτοτελής "έξυπνος" ραδιοφωνικός δέκτης εκτύπωσης είναι εγκατεστημένος στη γέφυρα ή στον τόπο από τον οποίο πλοίο κατευθύνεται το πλοίο και ελέγχει κάθε εισερχόμενο μήνυμα για να δει αν έχει ληφθεί κατά τη διάρκεια προηγούμενης μετάδοσης ή αν είναι κατηγορίας που δεν ενδιαφέρει τον πλοίαρχο του πλοίου. Η συχνότητα μετάδοσης αυτών των μηνυμάτων είναι 518 kHz στα αγγλικά, ενώ 490 kHz χρησιμοποιείται κάποτε για μετάδοση σε τοπική γλώσσα. Τα μηνύματα κωδικοποιούνται με έναν κωδικό κεφαλίδας ο οποίος προσδιορίζεται με τη χρήση μεμονωμένων γραμμμάτων του αλφαβήτου για την απεικόνιση των ραδιοηλεκτρικών σταθμών, τον τύπο μηνυμάτων και ακολουθούμενα από δύο αριθμούς που υποδεικνύουν τον σειριακό αριθμό του μηνύματος. Για παράδειγμα: FA56 όπου το F είναι το αναγνωριστικό του σταθμού μετάδοσης, το A υποδεικνύει την προειδοποίηση πλοήγησης κατηγορίας μηνυμάτων και το 56 είναι ο διαδοχικός αριθμός μηνύματος.

Δορυφόρος

Από τον Απρίλιο του 2018 ο μοναδικός πάροχος δορυφορικών υπηρεσιών GMDSS είναι το INMARSAT. Ωστόσο, ο δορυφόρος δορυφόρων Iridium / HIBLEO 2 βρίσκεται στη διαδικασία υποβολής αίτησης για να γίνει φορέας παροχής υπηρεσιών GMDSS. Η Thuraya έχει επίσης δηλώσει ότι ενδέχεται να ενδιαφέρεται να γίνει μελλοντικά παροχέας υπηρεσιών GMDSS. Τα δορυφορικά συστήματα που λειτουργούν από την εταιρεία Inmarsat, εποπτευόμενα από τον Διεθνή Οργανισμό Κινητών Δορυφόρων (IMSO), αποτελούν σημαντικά στοιχεία του GMDSS.

Οι τύποι τερματικών σταθμών εδάφους Inmarsat που αναγνωρίζονται από το GMDSS είναι: Inmarsat C και F77. Το Inmarsat F77, μια αναβαθμισμένη έκδοση των πλέον περιττών Inmarsat A και B, παρέχει υπηρεσίες δεδομένων από το πλοίο σε ακτή, από πλοίο σε πλοίο και από την ξηρά σε πλοίο, τηλεγραφήματος και υψηλής ταχύτητας, συμπεριλαμβανομένου ενός τηλεφώνου με προτεραιότητα κινδύνου και τέλεξ υπηρεσία προς και από κέντρα συντονισμού διάσωσης. Ο στόλος 77 υποστηρίζει πλήρως το Global Maritime Distress and Safety System (GMDSS) και περιλαμβάνει προηγμένες λειτουργίες όπως προτεραιότητα κλήσεων έκτακτης ανάγκης. Δυστυχώς, ο στόλος Fleet 77 έχει προγραμματιστεί για την 1η Δεκεμβρίου 2020. Δεν υπάρχουν καθορισμένες εναλλακτικές λύσεις. Το Inmarsat C παρέχει δεδομένα αποθήκευσης και αποστολής πλοίων / πλοίων, πλοίων και πλοίων / πλοίων και μηνυμάτων ηλεκτρονικού ταχυδρομείου, τη δυνατότητα αποστολής προ φορτωμένων μηνυμάτων κινδύνου σε ένα κέντρο συντονισμού διάσωσης και την υπηρεσία Inmarsat C SafetyNET. Η υπηρεσία Inmarsat C SafetyNET είναι μια παγκόσμια υπηρεσία μετάδοσης πληροφοριών για την ασφάλεια της ναυσιπλοΐας σε θέματα θαλάσσιας ασφάλειας, προειδοποιήσεις πλοήγησης NAVAREA, προειδοποιήσεις ραδιοναυσιπλοΐας, αναφορές πάγου και προειδοποιήσεις που δημιουργήθηκαν από το Διεθνές Ice Patrol που διεξήγαγε η USCG και άλλες παρόμοιες πληροφορίες που δεν παρέχονται από NAVTEX. Το SafetyNet λειτουργεί παρόμοια με το NAVTEX σε περιοχές εκτός κάλυψης NAVTEX.

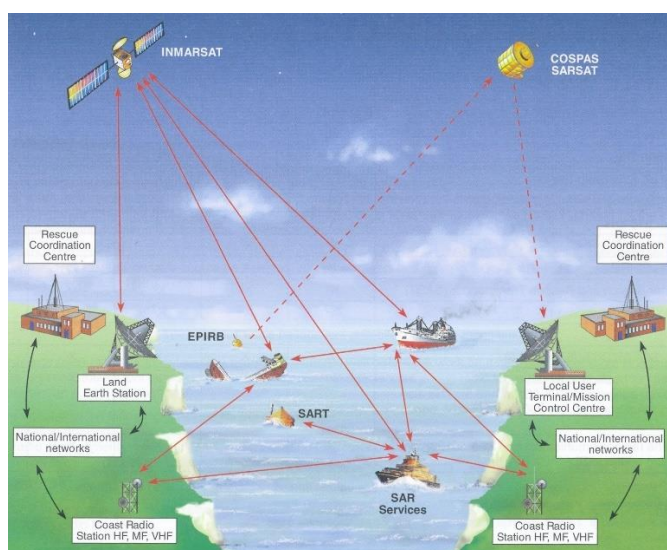
Ο εξοπλισμός Inmarsat C είναι σχετικά μικρός και ελαφρύς και κοστίζει πολύ λιγότερο από έναν σταθμό F77. Ένας επίγειος σταθμός πλοίου F77 απαιτεί σχετικά μεγάλες σταθεροποιημένες με γυροσκόπια μονοκατευθυντικές κεραίες. το μέγεθος της κεραίας του Inmarsat C είναι πολύ μικρότερο και είναι πανευθυντικό. Το Inmarsat C είναι ένα σύστημα χαμηλής ισχύος που επιτρέπει τη λειτουργία του από την παροχή 24volt μπαταρίας σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης. Αυτό, σε συνδυασμό με τις διατάξεις κατεύθυνσης κεραίας, επιτρέπει την εγγυημένη ανταπόκριση σε καταστάσεις κινδύνου μεταξύ 76 βαθμών Β και 76 βαθμών Νότιας (θαλάσσια περιοχή Α3).

Σύμφωνα με μια συμφωνία συνεργασίας με την Εθνική Ωκεανική και Ατμοσφαιρική Διοίκηση (NOAA), οι συνδυασμένες μετεωρολογικές παρατηρήσεις και οι εκθέσεις AMVER μπορούν τώρα να σταλούν τόσο στο USCG AMVER Centre όσο και στο NOAA, χρησιμοποιώντας έναν σταθμό εδάφους Inmarsat C, δωρεάν.

Η SOLAS απαιτεί τώρα ο εξοπλισμός Inmarsat C να έχει ενσωματωμένο δορυφορικό δέκτη πλοήγησης ή να είναι εξωτερικά συνδεδεμένος με ένα δέκτη δορυφορικής πλοήγησης. Αυτή η σύνδεση θα εξασφαλίσει την ακριβή πληροφόρηση σχετικά με την τοποθεσία, η οποία θα αποστέλλεται σε ένα κέντρο συντονισμού διάσωσης σε περίπτωση που μια εκπομπή κινδύνου μεταδοθεί ποτέ.

Επίσης, τα νέα συστήματα παρακολούθησης μεγάλης εμβέλειας LRIT αναβαθμίζονται μέσω του GMDSS Inmarsat C, τα οποία είναι επίσης συμβατά με το ενσωματωμένο σύστημα συναγερμού SSAS ή το σύστημα προειδοποίησης ασφάλειας πλοίου. Η υπηρεσία SSAS παρέχει ένα μέσο για να μεταδίδει κρυφά ένα μήνυμα κινδύνου κινδύνου σε τοπικές αρχές σε περίπτωση ανταρσίας, πειρατικής επίθεσης ή άλλης εχθρικής ενέργειας προς το σκάφος ή το πλήρωμά του.

Υψηλή συχνότητα



Εικόνα 26: The Global Maritime Distress and Safety System

Ένα σύστημα GMDSS μπορεί να περιλαμβάνει εξοπλισμό ραδιοτηλεφώνων υψηλής ευκρίνειας (HF) και radio telex (άμεση εκτύπωση στενής ζώνης), με κλήσεις που ξεκινούν με ψηφιακή επιλεκτική κλήση (DSC). Παγκόσμιες εκπομπές πληροφοριών για την ασφάλεια στη θάλασσα μπορούν επίσης να γίνουν σε κανάλια άμεσης

εκτύπωσης στενής ζώνης HF. Όλα τα πλοία που εμπορεύονται στη θαλάσσια περιοχή A4 πρέπει να φέρουν εξοπλισμό HF DSC και NDBP, ο οποίος μπορεί επίσης να λειτουργεί από την αποθεματική ενέργεια του πλοίου (συνήθως μια τροφοδοσία μπαταρίας 24V). Αυτή η παροχή HF είναι απαραίτητη καθώς η κάλυψη Inmarsat δεν εκτείνεται στις πολικές περιοχές.

Μηχανή εντοπισμού αναζήτησης και διάσωσης

Η εγκατάσταση GMDSS στα πλοία περιλαμβάνει μία συσκευή εντοπισμού και διάσωσης (δύο σε πλοία άνω των 500 GT) που ονομάζεται αναμεταδότες ραντάρ αναζήτησης και διάσωσης (SART), τα οποία χρησιμοποιούνται για τον εντοπισμό σωστικών σκαφών ή δυσχερειών πλοίων δημιουργώντας μια σειρά δώδεκα κουκκίδων σε μια τη διάσωση της οθόνης ραντάρ 3 εκ. του πλοίου. Το εύρος ανίχνευσης μεταξύ αυτών των συσκευών και πλοίων, ανάλογα με το ύψος του ιστού ραντάρ του πλοίου και το ύψος της συσκευής εντοπισμού και διάσωσης, είναι συνήθως περίπου 15 χλμ. (8 ναυτικά μίλια). Μόλις εντοπιστεί από το ραντάρ, η συσκευή εντοπισμού αναζήτησης και διάσωσης θα παράσχει οπτική και ακουστική ένδειξη στα άτομα που βρίσκονται σε κίνδυνο.

Ψηφιακή επιλεκτική κλήση

Ο IMO εισήγαγε επίσης ψηφιακές επιλεκτικές κλήσεις (DSC) στα θαλάσσια ραδιόφωνα MF, HF και VHF ως μέρος του συστήματος GMDSS. Το DSC αποσκοπεί κυρίως στην εκκίνηση κλήσεων ραδιοτηλεφώνων από πλοίο σε πλοίο, από πλοίο σε ακτή και ακτοπλοία και από ραδιοτηλεφώνες MF / HF. Οι κλήσεις DSC μπορούν επίσης να πραγματοποιηθούν σε μεμονωμένους σταθμούς, ομάδες σταθμών ή "όλους τους σταθμούς" στη ραδιοφωνική περιοχή κάποιου. Κάθε πλοίο εξοπλισμένο με DSC, σταθμός ξηράς και ομάδα έχει εκχωρηθεί μια μοναδική ταυτότητα 9 ψηφίων θαλάσσιας κινητής υπηρεσίας.

Οι προειδοποιήσεις κινδύνου DSC, οι οποίες αποτελούνται από ένα προφορτωμένο μήνυμα κινδύνου, χρησιμοποιούνται για την έναρξη επικοινωνίας έκτακτης ανάγκης με πλοία και κέντρα συντονισμού διάσωσης. Το DSC αποσκοπούσε στην εξάλειψη της ανάγκης για άτομα που βρίσκονται στη γέφυρα του πλοίου ή στην ακτή να προστατεύουν συνεχώς τους ραδιοφωνικούς δέκτες στα φωνητικά ραδιοφωνικά κανάλια, συμπεριλαμβανομένου του VHF καναλιού 16 (156,8 MHz) και 2182 kHz που χρησιμοποιείται σήμερα για αγωνία, ασφάλεια και κλήση. Ένα ρολόι ακρόασης με πλοία εξοπλισμένα με GMDSS στα 2182 kHz έληξε την 1η Φεβρουαρίου 1999. Τον Μάιο του 2002, ο IMO αποφάσισε να αναβάλει την παύση ενός ρολογιού ακρόασης VHF στα πλοία. Αυτή η απαίτηση φυλακών είχε προγραμματιστεί να λήξει την 1η Φεβρουαρίου 2005.

Το IMO και το ITU απαιτούν αμφότερα τα ραδιόφωνα MF / HF και VHF εξοπλισμένα με DSC να είναι εξωτερικά συνδεδεμένα με ένα δορυφορικό δέκτη πλοήγησης (GPS). Αυτή η σύνδεση θα διασφαλίσει ότι οι ακριβείς πληροφορίες τοποθεσίας αποστέλλονται σε ένα κέντρο συντονισμού διάσωσης εάν μεταδοθεί μια συναγερμού κινδύνου. Η FCC απαιτεί ότι όλοι οι τύποι θαλάσσιων ραδιοτηλεφώνων VHF και MF / HF που έχουν γίνει δεκτοί μετά τον Ιούνιο του 1999 έχουν τουλάχιστον μια βασική δυνατότητα DSC.

Οι ψηφιακές επιλεκτικές κλήσεις VHF διαθέτουν και άλλες δυνατότητες πέραν αυτών που απαιτούνται για το GMDSS. Η Αμερικανική Ακτοφυλακή χρησιμοποιεί αυτό το σύστημα για την παρακολούθηση σκαφών στο Prince William Sound, Αλάσκα, Υπηρεσία Κυκλοφορίας Σκαφών. Ο IMO και η USCG σκοπεύουν επίσης να απαιτήσουν από τα πλοία να φέρουν ένα σύστημα αυτόματης αναγνώρισης Universal Shipborne, το οποίο θα είναι συμβατό με DSC. Οι χώρες που διαθέτουν περιοχή GMDSS A1 πρέπει να είναι σε θέση να εντοπίζουν και να παρακολουθούν σκάφη που είναι εξοπλισμένα με AIS στα ύδατά τους χωρίς πρόσθετο ραδιοεξοπλισμό. Ένα ραδιόφωνο εξοπλισμένο με DSC δεν μπορεί να διερευνηθεί και να παρακολουθηθεί εκτός αν η επιλογή αυτή συμπεριληφθεί από τον κατασκευαστή και εκτός εάν ο χρήστης το διαμορφώσει για να επιτρέψει την παρακολούθηση.

Ο τηλεπικοινωνιακός εξοπλισμός της GMDSS δεν πρέπει να προορίζεται αποκλειστικά για χρήση σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης. Ο Διεθνής Ναυτιλιακός Οργανισμός ενθαρρύνει τους ναυτικούς να χρησιμοποιούν τον εξοπλισμό GMDSS για τηλεπικοινωνίες ρουτίνας και ασφάλειας.

Απαιτήσεις παροχής ρεύματος

Ο εξοπλισμός GMDSS απαιτείται να τροφοδοτείται από τρεις πηγές παροχής:

- οι κανονικοί εναλλάκτες / γεννήτριες του πλοίου.
- τον εναλλάκτη / γεννήτρια έκτακτης ανάγκης του πλοίου (εάν υπάρχει). και
- μια ειδική παροχή ραδιοφωνικής μπαταρίας.

Οι μπαταρίες πρέπει να διαθέτουν ικανότητα να τροφοδοτούν τον εξοπλισμό για 1 ώρα σε πλοία με γεννήτρια έκτακτης ανάγκης ή να κατασκευαστούν πριν από το Φεβρουάριο του 1995 και 6 ώρες σε πλοία που δεν διαθέτουν γεννήτρια έκτακτης ανάγκης ή κατασκευάστηκαν μετά τον Φεβρουάριο του 1995 για να συμμορφωθούν με τη SOLAS . Οι μπαταρίες πρέπει να φορτίζονται από αυτόματο φορτιστή, ο οποίος πρέπει επίσης να τροφοδοτείται από τις γεννήτριες κύριων και επείγουσας ανάγκης. Η εναλλαγή από την παροχή ρεύματος στην τροφοδοσία της μπαταρίας πρέπει να είναι αυτόματη και να πραγματοποιείται με τέτοιο τρόπο ώστε να μην αλλοιώνονται τα δεδομένα που τηρούνται από τον εξοπλισμό ("καμία διακοπή").

Κατά τη διάρκεια των επιθεωρήσεων της Ακτοφυλακής, οι μπαταρίες πρέπει να είναι σε θέση να μεταβούν από την εκφόρτωση 100% σε πλήρη φόρτιση σε όχι περισσότερο από 10 ώρες προκειμένου να περάσουν πιστοποίηση. Ο φορτιστής πρέπει να είναι πάντα διαθέσιμος κατά τη διάρκεια της λειτουργίας του σκάφους και πρέπει να επιθεωρείται για να βεβαιωθεί ότι λειτουργεί σωστά. Όταν η εφεδρική πηγή ενέργειας αποτελείται από μπαταρίες, η χωρητικότητα της μπαταρίας πρέπει να ελέγχεται σε διαστήματα που δεν υπερβαίνουν τους 12 μήνες. Εάν δεν ολοκληρωθεί εντός 12 τελευταίων μηνών, αυτό πρέπει να γίνει κατά τη διάρκεια της επιθεώρησης.

Οι συσσωρευτές που παρέχονται ως εφεδρική πηγή ενέργειας πρέπει να εγκαθίστανται σύμφωνα με τους ισχύοντες ηλεκτρικούς κώδικες και την ορθή τεχνική πρακτική. Πρέπει να προστατεύονται από δυσμενείς καιρικές συνθήκες και σωματικές βλάβες. Πρέπει να είναι εύκολα προσβάσιμες για συντήρηση και αντικατάσταση.

5.3.13 AIS

Το σύστημα αυτόματης αναγνώρισης (AIS) είναι ένα σύστημα αυτόματης παρακολούθησης που χρησιμοποιεί πομποδέκτες στα πλοία και χρησιμοποιείται από τις υπηρεσίες κυκλοφορίας πλοίων (VTS). Όταν χρησιμοποιούνται δορυφόροι για την ανίχνευση υπογραφών AIS, χρησιμοποιείται ο όρος Satellite-AIS (S-AIS). Οι πληροφορίες AIS συμπληρώνουν το θαλάσσιο ραντάρ, το οποίο εξακολουθεί να αποτελεί την κύρια μέθοδο αποφυγής σύγκρουσης για τη μεταφορά των υδάτων.³²

Οι πληροφορίες που παρέχονται από τον εξοπλισμό AIS, όπως η μοναδική ταυτοποίηση, η θέση, το μάθημα και η ταχύτητα, μπορούν να εμφανιστούν σε οθόνη ή σε ηλεκτρονικό σύστημα απεικόνισης και πληροφοριών χάρτη (ECDIS). Το AIS προορίζεται να βοηθήσει τους επιτηρούμενους αξιωματικούς του σκάφους και να επιτρέψει στις ναυτικές αρχές να παρακολουθούν και να παρακολουθούν τις κινήσεις των πλοίων. Το AIS ενσωματώνει έναν τυποποιημένο πομποδέκτη VHF με ένα σύστημα εντοπισμού θέσης, όπως ένα δέκτη GPS, με άλλους ηλεκτρονικούς αισθητήρες πλοήγησης, όπως γυροσκοπική ταχύτητα ή δείκτη στροφής. Τα σκάφη που είναι εξοπλισμένα με πομποδέκτες AIS μπορούν να παρακολουθούνται από σταθμούς βάσης AIS που βρίσκονται κατά μήκος ακτογραμμών ή, όταν βρίσκονται εκτός σειρών επίγειων δικτύων, μέσω ενός αυξανόμενου αριθμού δορυφόρων που είναι εφοδιασμένοι με ειδικά δέκτες AIS ικανά να αποσυμφορήσουν μεγάλο αριθμό υπογραφών.

Η Διεθνής Σύμβαση για την Ασφάλεια της Ζωής στη Θάλασσα του Διεθνούς Ναυτιλιακού Οργανισμού απαιτεί να εγκατασταθεί το AIS σε διεθνή πλοία με χωρητικότητα άνω των 300 GT και όλα τα επιβατηγά πλοία ανεξαρτήτως μεγέθους. Για διάφορους λόγους, τα πλοία μπορούν να απενεργοποιήσουν τους αναμεταδότες AIS.³³

Το AIS αποσκοπεί, κατά κύριο λόγο, να επιτρέψει στα πλοία να βλέπουν τη θαλάσσια κυκλοφορία στην περιοχή τους και να το βλέπουν οι εν λόγω μεταφορές. Αυτό απαιτεί έναν αποκλειστικό πομποδέκτη AIS VHF που επιτρέπει την προβολή τοπικής κίνησης σε χαρτογράφο ή οθόνη υπολογιστή με δυνατότητα AIS, ενώ μεταδίδει πληροφορίες για το ίδιο το πλοίο σε άλλους δέκτες AIS. Οι λιμενικές αρχές ή άλλες εγκαταστάσεις με βάση τις ακτές μπορούν να είναι εξοπλισμένες μόνο με δέκτες, ώστε να μπορούν να προβάλλουν την τοπική κίνηση χωρίς να χρειάζεται να μεταδίδουν τη δική τους τοποθεσία. Όλες οι εξοπλισμένες με πομποδέκτες AIS κυκλοφορίας μπορούν να προβληθούν με αυτόν τον τρόπο πολύ αξιόπιστα, αλλά περιορίζονται στην περιοχή VHF, περίπου 10-20 ναυτικά μίλια.

Εάν δεν υπάρχει διαθέσιμος κατάλληλος χαρτογράφος, τα σήματα πομποδέκτη τοπικής περιοχής AIS μπορούν να προβληθούν μέσω ενός υπολογιστή που χρησιμοποιεί μία από πολλές εφαρμογές ηλεκτρονικών υπολογιστών όπως το Ship Plotter και το Gnuais. Αυτά αποδιαμορφώνουν το σήμα από ένα τροποποιημένο θαλάσσιο ραδιοτηλέφωνο VHF συντονισμένο στις συχνότητες AIS και μετατρέπεται σε ψηφιακή μορφή που ο υπολογιστής μπορεί να διαβάσει και να εμφανίσει σε μια οθόνη. αυτά τα δεδομένα μπορούν στη συνέχεια να μοιραστούν μέσω τοπικού δικτύου ή δικτύου ευρείας περιοχής μέσω πρωτοκόλλων TCP ή UDP, αλλά θα εξακολουθούν να περιορίζονται στη συλλογική εμβέλεια των ραδιοφωνικών δεκτών που χρησιμοποιούνται στο δίκτυο.³⁴ Επειδή οι εφαρμογές παρακολούθησης AIS και οι κανονικοί πομποδέκτες VHF δεν διαθέτουν πομποδέκτες AIS, μπορούν να χρησιμοποιηθούν από τις εγκαταστάσεις που δεν έχουν ανάγκη να μεταδίδουν ή ως φθηνή εναλλακτική λύση σε μια ειδική συσκευή AIS για μικρότερα σκάφη για να δουν την τοπική κυκλοφορία. Φυσικά, ο χρήστης θα παραμείνει αόρατος από άλλη κίνηση στο δίκτυο.

Μια δευτερεύουσα, απρογραμμάτιστη και αναδυόμενη χρήση των δεδομένων AIS είναι να γίνει δημόσια, στο Διαδίκτυο, χωρίς την ανάγκη για δέκτη AIS. Τα δεδομένα παγκόσμιου πομποδέκτη AIS που συλλέγονται τόσο από δορυφορικούς σταθμούς όσο και από σταθμούς που συνδέονται με την ξηρά, συγκεντρώνονται και διατίθενται στο Διαδίκτυο μέσω ενός αριθμού παρόχων υπηρεσιών. Τα δεδομένα που συγκεντρώνονται με αυτόν τον τρόπο μπορούν να προβληθούν σε οποιαδήποτε συσκευή με δυνατότητα Internet για την παροχή σχεδόν παγκόσμιων δεδομένων θέσης σε πραγματικό χρόνο από οπουδήποτε στον κόσμο. Τα τυπικά δεδομένα περιλαμβάνουν το όνομα του σκάφους, λεπτομέρειες, τοποθεσία, ταχύτητα και επικεφαλίδα σε χάρτη, δυνατότητα αναζήτησης, δυναμικά απεριόριστη, παγκόσμια εμβέλεια και αρχειοθέτηση του ιστορικού. Τα περισσότερα από αυτά τα δεδομένα είναι δωρεάν, αλλά δορυφορικά δεδομένα και ειδικές υπηρεσίες όπως η αναζήτηση αρχείων συνήθως παρέχονται με κόστος. Τα δεδομένα είναι μια προβολή μόνο για ανάγνωση και οι χρήστες δεν θα εμφανίζονται στο ίδιο το δίκτυο AIS.

Οι δέκτες AIS που βασίζονται στην ακτή και συμβάλλουν στο διαδικτυο διοικούνται κυρίως από μεγάλο αριθμό εθελοντών.³⁵ Οι εφαρμογές AIS για κινητά είναι επίσης άμεσα διαθέσιμες για χρήση με συσκευές Android, Windows και iOS. Ανατρέξτε στην ενότητα Εξωτερικοί σύνδεσμοι παρακάτω για μια λίστα παρόχων υπηρεσιών AIS που βασίζονται στο διαδικτυο. Οι πλοιοκτήτες και οι αποστολείς φορτίων χρησιμοποιούν αυτές τις υπηρεσίες για να βρίσκουν και να παρακολουθούν τα πλοία και τα φορτία τους ενώ οι λάτρες της θάλασσας μπορούν να προσθέτουν στις συλλογές φωτογραφιών τους.

Ο αρχικός σκοπός του AIS ήταν αποκλειστικά η αποφυγή συγκρούσεων, αλλά πολλές άλλες εφαρμογές έχουν αναπτυχθεί από τότε και συνεχίζουν να αναπτύσσονται. Το AIS χρησιμοποιείται σήμερα για:

Αποφυγή συγκρούσεων

Το AIS αναπτύχθηκε από τις τεχνικές επιτροπές του IMO ως τεχνολογία για την αποφυγή συγκρούσεων μεταξύ μεγάλων σκαφών στη θάλασσα που δεν ανήκουν στην περιοχή των συστημάτων ξηράς. Η τεχνολογία προσδιορίζει κάθε σκάφος μεμονωμένα, μαζί με τη συγκεκριμένη θέση και κινήσεις του, επιτρέποντας τη δημιουργία μιας εικονικής εικόνας σε πραγματικό χρόνο. Τα πρότυπα AIS περιλαμβάνουν μια ποικιλία αυτόματων υπολογισμών που βασίζονται σε αυτές τις αναφορές θέσης, όπως το πλησιέστερο σημείο προσπέλασης (CPA) και συναγερμοί συναγερμού. Καθώς το AIS δεν χρησιμοποιείται από όλα τα σκάφη, το AIS χρησιμοποιείται συνήθως σε συνδυασμό με ραντάρ. Όταν ένα πλοίο κατευθύνεται στη θάλασσα, πληροφορίες σχετικά με την κίνηση και την ταυτότητα άλλων πλοίων που βρίσκονται κοντά, είναι κρίσιμες για τους ναυτικούς να λαμβάνουν αποφάσεις για να αποφεύγουν τη σύγκρουση με άλλα πλοία και τους κινδύνους (πετρώματα ή πετρώματα). Η οπτική παρατήρηση (π.χ., βοήθεια, κιάλια και νυχτερινή όραση), οι ανταλλαγές ήχου (π.χ. σφυρίχτρα, κέρατα και VHF ραδιόφωνο) και το ραδιοεντοπιστή ή το βοήθημα αυτόματης καταγραφής ραντάρ χρησιμοποιούνται ιστορικά για το σκοπό αυτό.

Αυτοί οι προληπτικοί μηχανισμοί, ωστόσο, μερικές φορές αποτυγχάνουν λόγω χρονικών καθυστερήσεων, περιορισμών ραντάρ, εσφαλμένων υπολογισμών και δυσλειτουργιών εμφάνισης και μπορεί να οδηγήσουν σε σύγκρουση. Ενώ οι απαιτήσεις του AIS είναι να εμφανίζουν μόνο πολύ βασικές πληροφορίες κειμένου, τα δεδομένα που λαμβάνονται μπορούν να ενσωματωθούν με ένα γραφικό ηλεκτρονικό διάγραμμα ή μια οθόνη ραντάρ, παρέχοντας ενοποιημένες πληροφορίες πλοήγησης σε μία μόνο οθόνη.

Παρακολούθηση και έλεγχος αλιευτικού στόλου

Το AIS χρησιμοποιείται ευρέως από τις εθνικές αρχές για την παρακολούθηση και την παρακολούθηση των δραστηριοτήτων των εθνικών αλιευτικών στόλων τους. Το AIS επιτρέπει στις αρχές να ελέγχουν αξιόπιστα και οικονομικά τα αλιευτικά σκάφη κατά μήκος της ακτογραμμής τους, συνήθως σε απόσταση 100 χιλιομέτρων (60 μίλια), ανάλογα με την τοποθεσία και την ποιότητα των ακτών με βάση την ακτή / σταθμούς βάσης με συμπληρωματικά δεδομένα από δορυφορικά δίκτυα.

Ναυτική ασφάλεια

Το AIS επιτρέπει στις αρχές να εντοπίζουν συγκεκριμένα σκάφη και τη δραστηριότητά τους εντός ή κοντά στην Αποκλειστική Οικονομική Ζώνη ενός έθνους. Όταν τα δεδομένα AIS συντήκονται με υπάρχοντα συστήματα ραντάρ, οι αρχές είναι σε θέση να διαφοροποιούν τα πλοία πιο εύκολα. Τα δεδομένα AIS μπορούν να επεξεργαστούν αυτόματα για να δημιουργήσουν κανονικοποιημένα πρότυπα δραστηριότητας για μεμονωμένα σκάφη, τα οποία, όταν παραβιάζονται, δημιουργούν μια προειδοποίηση, υπογραμμίζοντας έτσι πιθανές απειλές για πιο αποτελεσματική χρήση περιουσιακών στοιχείων ασφαλείας. Το AIS βελτιώνει την ευαισθητοποίηση του θαλάσσιου τομέα και επιτρέπει αυξημένη ασφάλεια και έλεγχο. Επιπλέον, το σύστημα AIS μπορεί να εφαρμοστεί σε συστήματα ποταμών και λιμνών γλυκού νερού.

Βοήθεια στην πλοήγηση

Το πρότυπο προϊόντος AIS βοηθήματα πλοήγησης (AtoN) αναπτύχθηκε με τη δυνατότητα μετάδοσης των θέσεων και των ονομάτων αντικειμένων εκτός από τα πλοία, όπως οι θέσεις βοήθειας και σημάνσεων και τα δυναμικά δεδομένα που αντικατοπτρίζουν το περιβάλλον του δείκτη (π.χ. ρεύματα και κλιματολογικές συνθήκες). Αυτά τα βοηθήματα μπορούν να τοποθετηθούν στην ξηρά, όπως σε φάρο ή σε νερό, πλατφόρμες ή σημαδούρες. Η Αμερικανική Ακτοφυλακή έχει προτείνει ότι το AIS μπορεί να αντικαταστήσει το racon (ραδιοφωνικοί φάροι) που χρησιμοποιούνται σήμερα για ηλεκτρονικά βοηθήματα πλοήγησης.³⁶ Οι AtoNs επιτρέπουν στις αρχές να παρακολουθούν εξ αποστάσεως την κατάσταση ενός σημαντήρα, όπως είναι η κατάσταση του φανάρι, καθώς και να μεταδίδουν ζωντανά δεδομένα από αισθητήρες (όπως τον καιρό και την κατάσταση της θάλασσας) που βρίσκονται στη σημαία πίσω σε σκάφη εξοπλισμένα με πομποδέκτες AIS ή τοπικές αρχές. Ένα AtoN θα μεταδίδει τη θέση και την Ταυτότητα μαζί με όλες τις άλλες πληροφορίες. Το πρότυπο AtoN επιτρέπει επίσης τη μετάδοση των θέσεων «Virtual AtoN», με τις οποίες μια μεμονωμένη συσκευή μπορεί να μεταδίδει μηνύματα με μια «ψευδή» θέση, έτσι ώστε ένας δείκτης AtoN να εμφανίζεται σε ηλεκτρονικούς διαγράμματα, αν και φυσική AtoN μπορεί να μην υπάρχει στη θέση αυτή.

Ψάξε και σώσε

Για τον συντονισμό των επιτόπιων πόρων μιας λειτουργίας θαλάσσιας έρευνας και διάσωσης (SAR), είναι επιτακτικό να υπάρχουν δεδομένα σχετικά με τη θέση και την κατάσταση πλοήγησης άλλων πλοίων που βρίσκονται κοντά. Σε τέτοιες περιπτώσεις, το AIS μπορεί να παράσχει πρόσθετες πληροφορίες και να αυξήσει την ευαισθητοποίηση σχετικά με τους διαθέσιμους πόρους, ακόμη και αν η σειρά AIS περιορίζεται στην περιοχή ραδιοσυχνοτήτων VHF. Το πρότυπο AIS προέβλεψε επίσης την πιθανή χρήση σε αεροσκάφη SAR και περιέλαβε ένα μήνυμα (μήνυμα AIS 9) για τα αεροσκάφη να αναφέρουν τη θέση τους. Για να βοηθηθούν τα σκάφη SAR και τα αεροσκάφη για τον εντοπισμό ατόμων που βρίσκονται σε κίνδυνο, αναπτύχθηκε από την ομάδα εργασίας TC80 AIS της IEC η προδιαγραφή (IEC 61097-14 Ed 1.0) για έναν πομπό SAR βασισμένο σε AIS (AIS-SART).

Το AIS-SART προστέθηκε στους κανονισμούς για το Σύστημα Ασφάλειας του Παγκόσμιου Ναυτικού Ασφαλείας από την 1η Ιανουαρίου 2010.³⁷ Τα AIS-SART διατίθενται στην αγορά τουλάχιστον από το 2009. Πρόσφατοι κανονισμοί ανέθεσαν την εγκατάσταση συστημάτων AIS σε όλα τα πλοία και τα πλοία της ασφάλειας της θάλασσας στη θάλασσα (SOLAS) άνω των 300 τόνων.

Διερεύνηση ατυχημάτων

Οι πληροφορίες AIS που λαμβάνει η VTS είναι σημαντικές για την έρευνα ατυχημάτων, καθώς παρέχουν ακριβή ιστορικά δεδομένα σχετικά με το χρόνο, την ταυτότητα, τη θέση που βασίζεται στο GPS, την κατεύθυνση της πυξίδας, την πορεία πάνω από το έδαφος, την ταχύτητα (με log / SOG) ακριβείς πληροφορίες που παρέχονται από το ραντάρ. Μια πληρέστερη εικόνα των γεγονότων θα μπορούσε να επιτευχθεί με τα δεδομένα Voyage Data Recorder (VDR), εάν είναι διαθέσιμα και διατηρούνται επί του πλοίου για λεπτομέρειες σχετικά με την κίνηση του σκάφους, φωνητική επικοινωνία και εικόνες ραντάρ κατά τη διάρκεια των ατυχημάτων. Ωστόσο, τα δεδομένα VDR δεν διατηρούνται λόγω της περιορισμένης αποθήκευσης δώδεκα ωρών από την απαίτηση του IMO.³⁹

Εκτιμήσεις ρεύματος ωκεανού

Οι εκτιμήσεις του ρεύματος της επιφάνειας του ωκεανού βάσει της ανάλυσης των δεδομένων AIS διατίθενται από τη γαλλική εταιρεία e-Odyn από τον Δεκέμβριο του 2015.

Προστασία υποδομής

Οι πληροφορίες του AIS μπορούν να χρησιμοποιηθούν από τους ιδιοκτήτες υποδομής θαλάσσιου βυθού, όπως καλώδια ή αγωγοί, για την παρακολούθηση των δραστηριοτήτων των σκαφών κοντά στα περιουσιακά τους στοιχεία σε πραγματικό χρόνο. Αυτές οι πληροφορίες μπορούν στη συνέχεια να χρησιμοποιηθούν για την ενεργοποίηση ειδοποιήσεων για την ενημέρωση του ιδιοκτήτη και την πιθανή αποφυγή περιστατικού όπου μπορεί να συμβεί ζημιά στο περιουσιακό στοιχείο.

Παρακολούθηση στόλου και φορτίου

Διασπορά του Διαδικτύου Το AIS μπορεί να χρησιμοποιηθεί από διαχειριστές στόλου ή πλοίων για να παρακολουθεί την παγκόσμια θέση των πλοίων τους. Οι αποστολείς φορτίου ή οι ιδιοκτήτες εμπορευμάτων υπό διαμετακόμιση μπορούν να παρακολουθήσουν την πρόοδο του φορτίου και να προβλέψουν τους χρόνους άφιξης στο λιμάνι.

5.3.14 ΔΡΟΜΟΜΕΤΡΟ

Δρομόμετρο ονομάζεται ναυτικό όργανο, το οποίο μετρά την ταχύτητα του πλοίου. Είναι ένα όργανο παρόμοιο με το μετρητή αυτοκινήτου και μοτοσυκλέτας. Η μονάδα ταχύτητας που χρησιμοποιείται στα δρομόμετρα είναι ο κόμβος, ο οποίος αντιστοιχεί σε ένα ναυτικό μίλι ανά ώρα.

Τα πρώτα δρομόμετρα που χρησιμοποιήθηκαν τον 17ο αιώνα ήταν τα λεγόμενα κοινά δρομόμετρα. Το κοινό δρομόμετρο περιελάμβανε τα δελτοειδή, κατασκευασμένα από ξύλο σε σχήμα χαλαζία και δεμένα με τρία σύντομα σχοινιά στο κύριο σχοινί του ταχύμετρου, για να το κρατήσουν κάθετο στο θαλασσίνο νερό. Το κύριο σχοινί ήταν τυλιγμένο γύρω από το μετρητή για να παραμείνει εύκολα στη θάλασσα και αντίστροφα και σε διαστήματα 15,43 μέτρα ή 30,86 μέτρα έφερε κόμβους. Όταν ρίχνουν το δοκάρι στη θάλασσα και απελευθερώνουν το μετρητή για να ξετυλίξουν το σχοινί, μέτρησαν τους κόμβους που πέταξαν στη θάλασσα σε 30 ή 60 δευτερόλεπτα, δίνοντάς τους την ταχύτητα του πλοίου στα ναυτικά μίλια ανά ώρα. Αυτός είναι ο λόγος για τον οποίο η ταχύτητα του πλοίου μετράται σε κόμβους. Ως χρονόμετρο για τη μέτρηση του χρόνου 30 ή 60 δευτερολέπτων χρησιμοποίησαν το αμμωτό.⁴⁰ Τον 19ο αιώνα χρησιμοποιήθηκε το μηχανικό δρομόμετρο, που αποτελείται από ελεύθερα περιστρεφόμενη έλικα, η οποία ρίχνεται στη θάλασσα και ρυμουλκείται από το πλοίο. Η δυναμική πίεση του θαλασσινού νερού, λόγω της κίνησης του πλοίου, αναγκάζει την έλικα να περιστραφεί, ενώ με το σχοινί ρυμούλκησης οι ταχύτητες μεταδίδονται στους τροχούς του κύριου δρομέα, των οποίων οι άξονες είναι εφοδιασμένοι με περιστρεφόμενους δείκτες μπροστά σε ναυτικά μίλια.

Δεδομένου ότι το βήμα του προωστήρα είναι γνωστό και σταθερό, η ταχύτητα περιστροφής του έλικα είναι ανάλογη με την ταχύτητα του πλοίου. Έτσι, οι υποδιαίρεσεις των αποστάσεων στις οποίες τοποθετούνται οι δείκτες στους άξονες των μειωτήρων θα αντιστοιχούν στην απόσταση που διανύθηκε. Από την απόσταση αυτή υπολογίζεται η ταχύτητα του πλοίου. Ωστόσο, ήταν πολύ δύσκολο να χρησιμοποιηθεί το μηχανικό δρομόμετρο και η ακρίβειά του δεν ήταν ικανοποιητική. Έτσι σταμάτησε να χρησιμοποιείται.⁴¹ Η αρχή του μηχανικού δρομομέτρου βασίστηκε στην κατασκευή ηλεκτρικών δρομομέτρων. Αυτά αποτελούνται από μόνιμες εγκαταστάσεις και παρέχουν ηλεκτρομηχανολογικά συστήματα ταυτόχρονα με την ένδειξη της ταχύτητας και της διανυθείσας απόστασης. Είναι επίσης ικανές να συνδέουν ηλεκτρικά και να παρέχουν πληροφορίες ταχύτητας πλοίου στους πραγματικούς δείκτες ραντάρ που είναι απαραίτητοι για τη λειτουργία τους.⁴²



Εικόνα 27: Ναυτικό δρομόμετρο

5.3.15 ΒΥΘΟΜΕΤΡΟ

Ένα βυθόμετρο είναι ένα όργανο μέτρησης του βάθους του νερού. Χρησιμοποιήθηκε προηγουμένως κυρίως σε ωκεανογραφικές μελέτες, αλλά σπάνια χρησιμοποιείται σήμερα. Η πρωιμότερη ιδέα για ένα βυθόμετρο οφείλεται στον Leon Battista Alberti (1404-1472) ο οποίος βύθισε σε μια κοίλη σφαίρα προσαρτημένη σε κάποιο έρμα με ένα άγκιστρο. Όταν η μπάλα έφτασε στο κάτω μέρος αποσπάστηκε από το έρμα και επανεμφανίστηκε. Το βάθος καθορίστηκε (μάλλον ανακριβώς) από τη στιγμή που ήρθε στην επιφάνεια. Ο Jacob Perkins (1766-1849) πρότεινε ένα βυθόμετρο με βάση τη συμπίεσιμότητα του νερού. Στο όργανο αυτό η κίνηση ενός εμβόλου που συμπιέζει ένα σώμα νερού που περικλείεται στον κύλινδρο του εξαρτάται από την πίεση του ύδατος έξω από τον κύλινδρο και άρα το βάθος του. Η ποσότητα που μετακινείται το έμβολο μπορεί να μετρηθεί όταν επιστραφεί στην επιφάνεια (Traill, 1821).

Ένα βυθόμετρο που δεν χρειαζόταν να βυθιστεί επινοήθηκε το 1876 από τον William Siemens, που υποκινήθηκε από τις ανάγκες της τηλεγραφικής βιομηχανίας. Το όργανο της Siemens ήταν το πρώτο που έρχεται σε ευρεία χρήση και είναι τόσο διαφορετικό και πολύ πιο πρακτικό από οτιδήποτε είχε προηγηθεί ότι συχνά πιστώνεται ως εφευρέτης του βυθόμετρου. Το όργανο του αποτελούνταν από έναν σωλήνα υδραργύρου και δούλευε παρόμοια με ένα βαρόμετρο (Munro, 1884).

Η πίεση του υδραργύρου που ενεργούσε υπό τη δύναμη της βαρύτητας έσπρωχνε κάτω και παραμόρφωσε ένα λεπτό φύλλο χάλυβα. Το ύψος του υδραργύρου στη στήλη ήταν επομένως ανάλογο με τη δύναμη του πεδίου βαρύτητας της Γης. Η θεωρία του οργάνου ήταν ότι όσο μεγαλύτερο είναι το βάθος του νερού κάτω από το πλοίο, τόσο μικρότερη είναι η βαρυντική δύναμη. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι το νερό έχει πολύ χαμηλότερη πυκνότητα από τα βράχια του φλοιού της γης. Από τα μέσα του δέκατου ένατου αιώνα, τα καλώδια υποθαλάσσιας τηλεγραφίας τοποθετούνται σε όλο τον κόσμο. Η ακριβής γνώση του βάθους του πυθμένα ήταν σημαντική για αυτό το έργο. Προηγουμένως, το βάθος καθοριζόταν με τη λήψη ανιχνεύσεων με μια γραμμική οδηγίσεως, μια χρονοβόρα και δύσκολη μέθοδο (Kieve, 1973).



Εικόνα 28: One of Simrad's first echo sounders

Κεφάλαιο 6: Συμπεράσματα

Η σύμβαση του Διεθνούς Ναυτιλιακού Οργανισμού ("IMO") για τη διευκόλυνση της διεθνούς θαλάσσιας κυκλοφορίας ("Σύμβαση FAL") εγκρίθηκε το 1965 με σκοπό την εφαρμογή μιας πιο εξορθολογισμένης διαδικασίας εφοδιαστικής για τη μεταφορά επιβατών, πλοίων και φορτίων στο διεθνές εμπόριο . Η σύμβαση FAL έχει 121 συμβαλλόμενα κράτη. Η σύμβαση FAL υιοθετήθηκε από συμβαλλόμενα κράτη ναυτιλίας, εν μέρει, ως απάντηση στις αυξανόμενες τοπικές απαιτήσεις των ναυτικών κρατών που δημιούργησαν επιβάρυνση στον ναυτιλιακό κλάδο. Ο δεδηλωμένος στόχος του Διεθνούς Ναυτιλιακού Οργανισμού (IMO), στο οποίο στηρίζεται η σύμβαση FAL, ήταν να αποφευχθούν οι καθυστερήσεις στη θαλάσσια κυκλοφορία, να τονωθεί η διακυβερνητική συνεργασία και να αυξηθεί η ομοιομορφία στη διεθνή ναυτιλιακή βιομηχανία στο μέτρο του δυνατού. Η σύμβαση περιλαμβάνει πρότυπα και συνιστάμενες πρακτικές για τη δημιουργία αποτελεσματικότητας στις απαιτήσεις τεκμηρίωσης για πλοία.⁴³ Οι τροποποιήσεις του 2016 του αναθεωρημένου παραρτήματος της σύμβασης FAL τέθηκαν σε ισχύ την 1η Ιανουαρίου 2019. Οι τροποποιήσεις περιλαμβάνουν νέες απαιτήσεις για την ψηφιακή ανταλλαγή πληροφοριών για τις θαλάσσιες μεταφορές. Από τις 8 Απριλίου 2019, η σύμβαση FAL απαιτεί τώρα από τα συμβαλλόμενα κράτη να καταρτίσουν ένα πρωτόκολλο για ηλεκτρονική ανταλλαγή πληροφοριών μεταξύ πλοίων και λιμένων. Ο Γενικός Γραμματέας του IMO Ki tack Lim ανακοίνωσε:

Η νέα απαίτηση της Σύμβασης FAL για όλες τις δημόσιες αρχές να δημιουργήσουν συστήματα ηλεκτρονικής ανταλλαγής πληροφοριών σχετικά με τις θαλάσσιες μεταφορές σηματοδοτεί μια σημαντική κίνηση στη ναυτιλιακή βιομηχανία και τους λιμένες προς έναν ψηφιακό ναυτιλιακό κόσμο, μειώνοντας τον διοικητικό φόρτο και αυξάνοντας την αποτελεσματικότητα του ναυτιλιακού εμπορίου και μεταφορά.

Η περίοδος χάριτος για τη συμμόρφωση των κυβερνήσεων με τις απαιτήσεις ψηφιακών συναλλαγών είναι τουλάχιστον 12 μήνες. Επιπλέον, οι τροπολογίες εισάγουν τρία συμπληρωματικά έγγραφα, τα οποία ενδέχεται να απαιτούν από τις αρχές τις αρχές των πλοίων που φθάνουν.

Αυτά τα έγγραφα περιλαμβάνουν (1) πληροφορίες σχετικές με την ασφάλεια σύμφωνα με τον κανονισμό XI-2 / 9.2.2 της SOLAS. (2) εκ των προτέρων πληροφορίες σχετικά με το φορτίο για τελωνειακό έλεγχο · και (3) Σύνθετα Έντυπα Ειδοποίησης για την Παράδοση Απορριμμάτων στις Λιμενικές Εγκαταστάσεις Υποδοχής.⁴⁴ Ο IMO, μέσω της επιτροπής FAL, έχει εκπονήσει τυποποιημένα έγγραφα τα οποία συνιστώνται για χρήση από όλα τα συμβαλλόμενα κράτη. Η Σύμβαση FAL του Προτύπου 2.1 περιέχει έναν κατάλογο εγγράφων που οι δημόσιες λιμενικές αρχές και οι κυβερνήσεις των κρατών μελών θα ζητήσουν από τα πλοία. Για το σκοπό αυτό, ο ΔΝΟ έχει εκπονήσει τυποποιημένα έντυπα για ορισμένες κατηγορίες εγγράφων, μεταξύ των οποίων περιλαμβάνεται η (1) Γενική Δήλωση του IMO. (2) Δήλωση φορτίου. (3) Δήλωση Αποθηκών πλοίων. (4) Δήλωση των επιπτώσεων του πληρώματος · (5) Λίστα πληρώματος - Λίστα επιβατών. και (6) επικίνδυνα εμπορεύματα. Όλα τα συμβαλλόμενα κράτη ενθαρρύνονται να προσαρμόσουν την τοπική τους νομοθεσία ώστε να συμμορφώνονται με τις απαιτήσεις της Σύμβασης FAL για την ανταλλαγή ηλεκτρονικών πληροφοριών.

Σύμφωνα με τον IMO, η σύμβαση FAL "ενθαρρύνει τη χρήση ενιαίου παραθύρου για δεδομένα" που πρέπει να παρέχουν τα πλοία στις τοπικές κυβερνήσεις. Ταυτότητα. Ο πρωταρχικός σκοπός του νέου πρωτοκόλλου είναι η διοχέτευση όλων των κρίσιμων πληροφοριών που απαιτούνται από τις δημόσιες αρχές σχετικά με την άφιξη, την άφιξη και την αναχώρηση πλοίων, καθώς και όλα τα δεδομένα που απαιτούνται για τη μεταφορά φορτίου και επιτρέπουν την είσοδο και την έξοδο των επιβατών μέσω ενιαία πύλη. Η απαίτηση ενιαίου παραθύρου προορίζεται να φιλοξενήσει όλες τις απαραίτητες πληροφορίες για τη διεθνή μεταφορά εμπορευμάτων και επιβατών σε ένα σημείο, αποφεύγοντας έτσι την αλληλεπικάλυψη. Η απαίτηση ενιαίου παραθύρου για την παροχή ηλεκτρονικών πληροφοριών αποτελεί σημαντικό διεθνές βήμα προς την απλούστευση των διεθνών ταξιδιών για το ναυτιλιακό εμπόριο.

Η επιτροπή FAL του IMO συνεχίζει να μελετά την ενδεχόμενη εναρμόνιση των ηλεκτρονικών μηνυμάτων. Η πρώτη φάση της σύνταξης του IMO για τη διευκόλυνση και την ηλεκτρονική επιχειρηματική δραστηριότητα θα πρέπει να ολοκληρωθεί σύντομα. Επιπλέον, αναμένεται να εγκριθούν σύντομα οι αναθεωρημένες κατευθυντήριες γραμμές για τη δημιουργία ενός ενιαίου συστήματος παραθύρων στις θαλάσσιες μεταφορές. Τελικά, οι νέες ηλεκτρονικές απαιτήσεις της σύμβασης FAL αναμένεται να βελτιώσουν την ομοιομορφία των θαλάσσιων μεταφορών.

Βιβλιογραφία

Ξενόγλωσση - Ελληνόγλωσση

- Blanchard, W. (1991). "Chapter 4". *The Journal of Navigation*. 44 (3).
- Divis, D. A. (2015). "PNT ExCom Backs eLoran as a Step to Full GPS Backup System". *Inside GNSS*.
- Duru, O. (2016) "Motivations behind irrationality in the shipping asset management: Review of fundamental theories and practical challenges", *Maritime Business Review*, Vol. 1, No. 2, pp.163-184.
- Haigh, J.D. (1960). "Gee-H - AMES 100", *The Services Textbook of Radio*, Volume 7, Radiolocation Techniques.
- Harlaftis, G. and Theotokas I. (2009), "Maritime business during the twentieth century: continuity and change", *The handbook of maritime economics and business*, 2nd Edition, The Grammenos Library.
- Jin, X., Wah, B.W., Cheng, X., and Wang, Y. (2015), "Significance and Challenges of Big Data Research", *Big Data Research*, Vol. 2, pp. 59-64.
- Johnson, B (1994). "English in maritime radiotelephony". *World Englishes*. **13** (1): 83–91.
- Kavussanos, M.G. and Alizadeh, A.H. (2002), "Efficient pricing of ships in the dry bulk sector of the shipping industry", *Maritime Policy & Management*, Vol. 29 No. 3, pp. 303-330.
- Kieve, J.L. (1973). *The Electric Telegraph: A Social and Economic History*, p. 238, David and Charles.
- Koien, G. M. and Oleshchuk, V. A. (2013). *Aspects of Personal Privacy in Communications-Problems, Technology and Solutions*. RiverPublishers.
- Kwon, O., Lee, N. and Shin, B. (2014), "Data quality management, data usage experience and acquisition intention of big data analytics", *International Journal of Information Management*, Vol., 34, pp. 387-394.

Lagoudis, I.N. Lalwani C.S. and Naim, M.M., (2004), “A Generic Systems Model for Ocean Shipping Companies in the Bulk Sector”, *Transportation Journal*, Vol. 43, No. 1, pp. 53-76.

Lagoudis, I.N., Naim, M.M. and Potter, A.T. (2010), “Strategic flexibility choices in the ocean transportation industry”, *International Journal of Shipping and Transport Logistics*, Vol. 2, No. 2, pp. 187-205.

Larson, D. and Chang, V. (2016), “A review and future direction of agile, business intelligence, analytics and data science”, *International Journal of Information Management*, Vol. 36, pp. 700-710.

Lojek, Bo (2007). *History of Semiconductor Engineering*. *Springer Science & Business Media*. pp. 321–3.

Lyridis D.V., Fyrvik, T., Kapetanios, G.N., Ventikos, N., Anaxagorou, P., Uthaug, E., and Psaraftis, H.N. (2005), “Optimizing shipping company operations using business process modelling”, *Maritime Policy and Management*, Vol. 32, No. 4, pp. 403-420.

Martin, A. (2017). "Senate bill would require establishment of land-based alternative to GPS satellite timing signals". *Homeland Preparedness News*.

Miorandi, D. Sicari, S. De Pellegrini, F. and Chlamtac, I. (2012). “Internet of things: Vision, applications and research challenges,” *Ad Hoc Networks*, vol. 10, no. 7, pp. 1497-1516, 2012.

Moavenzadeh, F. (1990). *Concise Encyclopedia of Building and Construction Materials*.

Munro, J. (1884). "Obituary: Sir William Siemens", *Journal of the Society of Telegraph-Engineers and Electricians*, vol. 13, iss. 53, pp. 442-462

Nguyen, T., Zhou, L., Spiegler, V., Ieromonachou, P. and Lin, Y. (2017), “Big data analytics in supply chain management: A state-of-the-art literature review”, *Computers and Operations Research*, In Press, on line July.

Nicolini, L. & Caporali, A. (2018). "Investigation on Reference Frames and Time Systems in Multi-GNSS". *Remote Sensing*. **10** (2): 80.

Stopford, M. (1997), *Maritime Economics*, Routledge, London.

Thanopoulou E. and Theotokas I. (1997), "Pools in a bulk shipping perspective: asset play vs synergy benefits", Occasional paper No. 46, Cardiff University, mimeo.

Theotokas, I. and Harlaftis G. (2004), "Greek Shipping Companies, 1945-2000: Management and Strategies", Efpombi, Athens.

Traill, T.S. (1821). "Experiments on the specific gravity of sea water drawn in different latitudes and from various depths in the Atlantic", *The Edinburgh Philosophical Journal*, vol. 4, part 1, iss. 7, pp. 185-188.

Τεχνική Εγκυκλοπαίδεια (1982), "How It Works" , εκδόσεις "Αλυκών"

Δρανδάκης, Παύλος (1896-1945). Μεγάλη Ελληνική Εγκυκλοπαίδεια τόμος Κ', σ.582

Ιστότοποι

Εικόνα 1: <http://users.sch.gr/maritheodo/historv-pi/section1/ploia/glossary/44.htm>

Εικόνα 2: <http://www.historyforkids.org/crafts/china/compass.htm>

Εικόνα 3: <https://www.scienceinschool.org/el/content>

Εικόνα 4: <http://www.mapas-historicos.com/juan-dela-cosa.htm>

Εικόνα 5: <https://www.alamy.com/stock-photo-lisbon-portugal-the-museu-de-marinha-maritime-museum-of-navy-museum-115502678.html>

Εικόνα 6: <http://ebooks.edu. sr/modules/ebook/show.php/DSGL-C123/487/3182,12889/>

Εικόνα 7: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/76/Using_sextant_swing.gif

Εικόνα 8: <https://www.ncwsbcast.gr/portrait/arthro/660472/o-cfcurectis-tis-asurmatistilgrafias-goulielmo-markoni>

Εικόνα 9: Ραδιογωνιόμετρο με σταθερές κεραίες

Εικόνα 10: Ραδιογωνιόμετρο με περιστρεφόμενη κεραία

Εικόνα 11: <https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%93%CF%85%CF%81%CE%BF%CF%83%CE%BA%CF%8C%CF%80%CE%B9%CE%BF>

Εικόνα 12: Συστήματα πλοήγησης (αυτοσχέδιο)

Εικόνα 13: <http://pa0pzd.com/airforce/general-airforce-radios/raf-gee/>

Εικόνα 17: <http://www.icym.edu.my/v13/about-us/our-news/general/903-transistor.html>

Εικόνα 18: <https://safety4sea.com/sulphur-cap-preparations-where-we-stand/>

Εικόνα 19: <https://www.maritime-executive.com/article/big-data-boom-big-benefits>

Εικόνα 20 : <https://www.glonass-iac.ru/en/guide/>

Εικόνα 21: <https://thebarentsobserver.com/en/arctic/2017/09/glonass-comes-russian-arctic-ports>

Εικόνα 22: <https://www.myseatime.com/blog/detail/marine-radar-how-best-to-set-up-to-have-a-perfect-targets-on-screen>

Εικόνα 23: https://www.esa.int/Our_Activities/Navigation/Safer_harbour_operations_with_EGNOS

Εικόνα 24: <https://www.glonass-iac.ru/en/guide/beidou.php>

Εικόνα 25: <https://insidegnss.com/the-international-gnss-monitoring-and-assessment-service/>

Εικόνα 26: <https://www.icselectronics.co.uk/support/info/gmdss>

Εικόνα 27: <http://kotsanas.com/exh.php?exhibit=1101003>

Εικόνα 28:

<https://www.simrad.com/www/01/nokbg0237.nsf/AllWeb/A37F5723268008D8C12570DD0032CB27?OpenDocument>

1. https://www.faa.gov/about/office_org/headquarters_offices/ato/service_units/techops/navservices/gnss/faq/waas/
2. https://www.faa.gov/news/press_releases/news_story.cfm?contentKey=4006
3. http://commdocs.house.gov/committees/Trans/hpw106-100.000/hpw106-100_1.HTM
4. http://commdocs.house.gov/committees/Trans/hpw106-100.000/hpw106-100_1.HTM
5. https://www.faa.gov/about/office_org/headquarters_offices/ato/service_units/techops/navservices/gnss/faq/waas/
6. https://www.faa.gov/about/office_org/headquarters_offices/ato/service_units/techops/navservices/gnss/faq/waas/
7. https://www.faa.gov/about/office_org/headquarters_offices/ato/service_units/techops/navservices/gnss/faq/waas/
8. https://www.faa.gov/about/office_org/headquarters_offices/ato/service_units/techops/navservices/gnss/faq/waas/
9. https://www.faa.gov/about/office_org/headquarters_offices/ato/service_units/techops/navservices/gnss/faq/waas/
10. https://www.faa.gov/about/office_org/headquarters_offices/ato/service_units/techops/navservices/gnss/faq/waas/
11. https://splash.alaskasworld.com/newsroom/QXnews/QXstories/QX_20100108_104108.asp
12. <https://web.archive.org/web/20151106015542/http://www.unoosa.org/pdf/icg/2008/icg3/08-1.pdf>
13. <https://web.archive.org/web/20070612214444/http://gps.faa.gov/Library/waas-f-text.htm>
14. <https://timesofindia.indiatimes.com/blogs/mindfly/ensuring-safety-and-reliability-through-indigenous-satellite-navigation-system-gagan/>
15. <https://web.archive.org/web/20090519215721/http://www.asmmag.com/news/india-approves-gagan-system>
16. <https://www.thehindu.com/news/national/kerala/gagan-system-ready-for-operations/article5565700.ece>

17. <https://www.thehindu.com/news/national/kerala/gagan-system-ready-for-operations/article5565700.ece>
18. <https://www.bbc.com/news/technology-16337648>
19. <https://www.bbc.com/news/technology-20852150>
20. <http://en.yibada.com/articles/132467/20160617/beidou-navigation-satellite-system-chinas-more-accurate-version-of-gps-nears-completion.htm>
21. <https://www.livemint.com/Technology/9rkTgLBMCHVottY3rP636J/Chinas-BeiDou-navigation-satellite-rival-to-US-GPS-starts.html>
22. <https://www.itwire.com/science-news/space/9201-chinese-BeiDou-navigation-satellite-launched-from-long-march-3a-rocket>
23. <https://web.archive.org/web/20120226131351/http://www.cnsa.gov.cn/n615708/n620172/n677078/n751578/62676.html>
24. <https://web.archive.org/web/20100327075557/http://www.sinodefence.com/space/spaceraft/beidou1.asp>
25. https://web.archive.org/web/20100803170454/http://news.xinhuanet.com/english2010/china/2010-08/01/c_13424634.htm
26. http://www.esa.int/Our_Activities/Navigation/Galileo/Why_Europe_needs_Galile
27. http://www.esa.int/Our_Activities/Navigation/Galileo_begins_serving_the_globe
28. <https://cordis.europa.eu/news/rcn/20005/en>
29. <https://cordis.europa.eu/news/rcn/20005/en>
30. https://web.archive.org/web/20170627221451/http://www.ifatca.org/system/files/public_docs/gnss.pdf
31. https://web.archive.org/web/20170627221451/http://www.ifatca.org/system/files/public_docs/gnss.pdf
32. <http://www.imo.org/en/OurWork/safety/navigation/pages/ais.aspx>
33. <https://www.jpost.com/Middle-East/Avoiding-detection-The-team-tracking-Irans-attempt-to-cloak-its-oil-exports-570236>
34. <http://transition.fcc.gov/omd/dataquality/peer-reviews/ais/source-1.pdf>
35. <https://www.marinetraffic.com/en/p/expand-coverage>
36. <https://www.navcen.uscg.gov/?pageName=typesAIS>
37. https://www.iec.ch/about/brochures/pdf/technology/maritime_nav_rc_2.pdf
38. <https://jotron.com/product-category/gmdss-ais-lights/>
39. https://web.archive.org/web/20110812115648/http://www.nautinst.org/ais/PDF/AIS_Human_Factors.pdf
40. <http://sailing-info.gr/articles/sailing/1460-2011-05-22-16-16-30>
41. <http://kotsanas.com/exh.php?exhibit=1101003>
42. <http://sailing-info.gr/articles/sailing/1460-2011-05-22-16-16-30>

43. <http://www.imo.org/en/MediaCentre/PressBriefings/Pages/06-electronic-information-exchange-.aspx>
44. [http://www.imo.org/en/About/Conventions/ListOfConventions/Pages/Convention-on-Facilitation-of-International-Maritime-Traffic-\(FAL\).aspx](http://www.imo.org/en/About/Conventions/ListOfConventions/Pages/Convention-on-Facilitation-of-International-Maritime-Traffic-(FAL).aspx)
- http://www.esa.int/Our_Activities/Navigation/EGNOS/What_is_EGNOS
 - https://gssc.esa.int/navipedia/index.php/EGNOS_Future_and_Evolutions
 - <https://www.marineinsight.com/marine-navigation/gyro-compass-on-ships-construction-working-and-usage/>
 - <https://www.ncwsbcast.gr/portrait/arthro/660472/o-cfcurctis-tis-asurmatis-tilcgrafias-goulielmo-markoni>
 - <http://www.e-nautilia.sr/blos-post-9778/>
 - <https://www2.humboldt.edu/scimus/HSC.36-53/Usins-sextant-swins.sij>
 - <https://www.naftemporiki.gr/>
 - <https://www.tovima.gr/2013/03/06/science/epibebaiwnetai-o-thrylos-tis-iliopetras-twn-bikingk/>
 - <https://kostasvakouftsis.blogspot.com/2013/03/sunstone-unearthed-from-sixteenth.html>
 - <http://www.pronews.gr/istoria/85538-i-thryliki-iliopetra-ton-vikingk-ypirxe-pragmatika>
 - <http://schoolpress.sch.gr/peir2news/?p=400>
 - <https://gr.pinterest.com/eugenpodolean/astrolabe/?lp=true>
 - <https://www2.humboldt.edu/scimus/HSC.36-53/Descriptions/Sextant-LS.htm>
 - <http://www.imo.org/en/MediaCentre/PressBriefings/Pages/06-electronic-information-exchange-.aspx>
 - [http://www.imo.org/en/About/Conventions/ListOfConventions/Pages/Convention-on-Facilitation-of-International-Maritime-Traffic-\(FAL\).aspx](http://www.imo.org/en/About/Conventions/ListOfConventions/Pages/Convention-on-Facilitation-of-International-Maritime-Traffic-(FAL).aspx)
 - https://web.archive.org/web/20110812115648/http://www.nautinst.org/ais/PDF/AIS_Human_Factors.pdf
 - <http://sailing-info.gr/articles/sailing/1460-2011-05-22-16-16-30>
 - <http://kotsanas.com/exh.php?exhibit=1101003>
 - <http://sailing-info.gr/articles/sailing/1460-2011-05-22-16-16-30>
 - <http://www.imo.org/en/OurWork/safety/navigation/pages/ais.aspx>
 - <https://www.jpost.com/Middle-East/Avoiding-detection-The-team-tracking-Irans-attempt-to-cloak-its-oil-exports-570236>
 - <http://transition.fcc.gov/omd/dataquality/peer-reviews/ais/source-1.pdf>
 - <https://www.marinetraffic.com/en/p/expand-coverage>
 - <https://www.navcen.uscg.gov/?pageName=typesAIS>

- https://www.iec.ch/about/brochures/pdf/technology/maritime_nav_rc_2.pdf
- <https://jotron.com/product-category/gmdss-ais-lights/>
- http://www.esa.int/Our_Activities/Navigation/Galileo_begins_serving_the_globe
- <https://cordis.europa.eu/news/rcn/20005/en>
- <https://cordis.europa.eu/news/rcn/20005/en>
- https://web.archive.org/web/20170627221451/http://www.ifatca.org/system/files/public_docs/gnss.pdf
- https://web.archive.org/web/20170627221451/http://www.ifatca.org/system/files/public_docs/gnss.pdf
- <https://www.bbc.com/news/technology-16337648>
- <https://www.bbc.com/news/technology-20852150>
- <http://en.yibada.com/articles/132467/20160617/beidou-navigation-satellite-system-chinas-more-accurate-version-of-gps-nears-completion.htm>
- <https://www.livemint.com/Technology/9rkTgLBMCHVottY3rP636J/Chinas-BeiDou-navigation-satellite-rival-to-US-GPS-starts.html>
- <https://www.itwire.com/science-news/space/9201-chinese-BeiDou-navigation-satellite-launched-from-long-march-3a-rocket>
- <https://web.archive.org/web/20120226131351/http://www.cnsa.gov.cn/n615708/n620172/n677078/n751578/62676.html>
- <https://web.archive.org/web/20100327075557/http://www.sinodefence.com/space/spacecraft/beidou1.asp>
- https://web.archive.org/web/20100803170454/http://news.xinhuanet.com/english2010/china/2010-08/01/c_13424634.htm
- http://www.esa.int/Our_Activities/Navigation/Galileo/Why_Europe_needs_Galileo
- https://www.faa.gov/news/press_releases/news_story.cfm?contentKey=4006
- http://commdocs.house.gov/committees/Trans/hpw106-100.000/hpw106-100_1.HTM
- https://www.faa.gov/about/office_org/headquarters_offices/ato/service_units/techops/navservices/gnss/faq/waas/
- https://splash.alaskasworld.com/newsroom/QXnews/QXstories/QX_20100108_104108.asp
- <https://web.archive.org/web/20151106015542/http://www.unoosa.org/pdf/icg/2008/icg3/08-1.pdf>
- <https://web.archive.org/web/20070612214444/http://gps.faa.gov/Library/waas-f-text.htm>

- <https://timesofindia.indiatimes.com/blogs/mindfly/ensuring-safety-and-reliability-through-indigenous-satellite-navigation-system-gagan/>
- <https://web.archive.org/web/20090519215721/http://www.asmmag.com/news/india-approves-gagan-system>
- <https://www.thehindu.com/news/national/kerala/gagan-system-ready-for-operations/article5565700.ece>
- http://www.esa.int/Our_Activities/Navigation/EGNOS/What_is_EGNOS
- https://gssc.esa.int/navipedia/index.php/EGNOS_Future_and_Evolutions
- <http://slideplaver.gr/slide/2869569/>