



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΑ
ΤΜΗΜΑ ΨΗΦΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ
ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΑΣΦΑΛΕΙΑ
ΨΗΦΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ**

Ασφάλεια Συστήματος AIS

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Νικολαΐδης Αλέξανδρος

MTE 1216

Επιβλέπων: Δρ. Σωκράτης Κάτσικας
Καθηγητής

Πειραιάς, Ιούνιος 2015

ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	2
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο ΠΡΟΒΟΛΗ ΚΑΙ ΧΡΗΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ AIS	3
1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ	3
1.2 ΙΣΤΟΡΙΚΟ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ	6
1.2.1 Αναμεταδότες AIS για πλοία	6
1.2.2 Δορυφορικά συστήματα AIS (S-AIS).....	7
1.2.3 Συσχέτιση των πηγών δεδομένων	10
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΥΤΟΜΑΤΗΣ ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗΣ (AIS)	11
2.1 ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΥΤΟΜΑΤΗΣ ΤΑΥΤΟΠΟΙΗΣΗΣ (AIS) ΚΑΙ ΑΝΘΡΩΠΙΝΟ ΣΦΑΛΜΑ	15
2.2 ΕΥΡΗΜΑΤΑ	16
2.2.1 Αριθμός MMSI	16
2.2.2 Τύπος Πλοίου	17
2.2.3 Όνομα πλοίου και διακριτικό σήμα κλήσης πλοίου.....	18
2.2.4 Κατάσταση πλεύσης του πλοίου	19
2.2.5 Μήκος και πλάτος πλοίου	22
2.2.6 Βύθισμα.....	22
2.2.7 Άλλα προβλήματα που σχετίζονται με το AIS.....	23
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ.....	25
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο ΠΩΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΕΙ ΤΟ AIS.....	29
4.1 ΒΑΣΙΚΗ ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ.....	29
4.2 ΈΛΕΓΧΟΣ ΚΑΙ ΕΓΚΡΙΣΗ ΤΟΥ ΤΥΠΟΥ.....	32
4.3 ΤΥΠΟΙ ΜΗΝΥΜΑΤΩΝ	33
4.4 ΛΕΙΠΤΟΜΕΡΗΣ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ: ΜΟΝΑΔΕΣ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑΣ Α.....	33
4.4.1 Πληροφορίες Μετάδοσης.....	37
4.5 ΛΕΙΠΤΟΜΕΡΗΣ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ: ΜΟΝΑΔΕΣ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑΣ Β	38
4.6 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ: ΔΕΚΤΕΣ AIS	39
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο ΑΣΦΑΛΕΙΑ	40
5.1 ΙΜΟ ΚΑΙ ΔΙΕΘΝΕΙΣ ΣΥΜΒΑΣΕΙΣ	40
5.1.1 Περιγραφή της διαδικασίας	40
5.2 ΑΝΑΦΟΡΑ ΣΕ ΣΥΜΒΑΣΕΙΣ.....	43
5.2.1 MARPOL 1973/78 (Διεθνής σύμβαση για την προστασία της θαλάσσιας ρύπανσης από τα πλοία).....	43
5.2.2 Διεθνής σύμβαση περί αστικής ευθύνης για ζημιές από πετρέλαιο, 1969/1992	44
5.2.3 Διεθνή σύμβαση περί ίδρυσης κεφαλαίου για την αποζημίωση από πετρέλαιο, 1971 – Fund convention.....	46
5.3 ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΤΩΝ ΑΠΕΙΛΩΝ.....	47
5.3.1 Πλαστογράφιση των πλοίων [SW / RF]	48
5.3.2 Πλαστογράφιση των βοηθημάτων ναυσιπλοΐας [SW / RF]	49
5.3.3 Πλαστογράφιση σύγκρουσης (CPA) [RF]	49
5.3.4 Πλαστογράφιση AIS-SART [RF].....	50
5.3.5 Πρόγνωση Καιρού [RF]	50
5.3.6 Πειρατεία του AIS [SW / RF]	51
5.3.7 Διακοπή Διαθεσιμότητας [RF]	51
5.3.8 Αξιολόγηση του Λογισμικού	52
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6^ο ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗ ΛΥΣΗ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ	55
6.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ	55
6.2 ΔΙΑΜΟΙΡΑΣΜΟΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ SHIP TO SHIP	55
6.3 ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ (BA) ΚΑΙ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ (AA).....	55
6.3 ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΑΥΘΕΝΤΙΚΟΠΟΙΗΣΗΣ.....	57
6.3.1 Αυθεντικοποίηση	59
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ	62
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	63

Εισαγωγή

Σκοπός της παρούσης εργασίας είναι να μελετήσει και να αναλύσει το σύστημα που καθορίζει τη γεωγραφική θέση των καραβιών. Η μεθοδολογία της εργασίας στηρίζεται στη συλλογή δευτερογενών δεδομένων, τα οποία συλλέχθηκαν μέσα από βιβλία άρθρα σε περιοδικά αλλά και μέσα από επίσημους διαδικτυακούς τόπους.

Η εργασία ολοκληρώνεται μέσα από πέντε κεφάλαια. Το πρώτο κεφάλαιο μελετά την προβολή και τη χρήση των δεδομένων AIS, επιχειρώντας μια ιστορική ανασκόπηση και εν συνεχεία παρουσιάζοντας τους αναμεταδότες AIS για τα πλοία, τα δορυφορικά συστήματα AIS και τη συσχέτιση των πηγών δεδομένων.

Το δεύτερο κεφάλαιο μελετά το ιστορικό ανάπτυξης των AIS και συγκεκριμένα τις αναμεταδόσεις AIS επί των πλοίων, επί των δορυφόρων και τέλος συσχετίζει τις πηγές δεδομένων.

Το τρίτο κεφάλαιο αναλύει τις εφαρμογές των AIS και το τέταρτο κεφάλαιο παραθέτει τον τρόπο λειτουργίας του AIS. Συγκεκριμένα περιγράφει τη βασική επισκόπηση, τον έλεγχο και την έγκριση του τύπου, τους τύπους μηνυμάτων, τη λεπτομερή περιγραφή μονάδων κατηγορίας A και B και τέλος τους αποδέκτες AIS.

Το πέμπτο και τελευταίο κεφάλαιο μεταδίδει την ασφάλεια και συγκεκριμένα τον IMO και τις διεθνείς συμβάσεις και τέλος κάνει αναφορές σε άλλες συμβάσεις όπως στη MARPOL 1973/78, στη διεθνή σύμβαση περί αστικής ευθύνης για ζημιές από πετρέλαιο και στη διεθνή σύμβαση περί ίδρυσης κεφαλαίου για την αποζημίωση από πετρέλαιο.

Κεφάλαιο 1^ο Προβολή και χρήση δεδομένων AIS

1.1 Εισαγωγή

Το Σύστημα Αυτόματης Αναγνώρισης (Automatic Identification System , AIS) είναι ένα αυτόματο σύστημα παρακολούθησης που χρησιμοποιείται σε πλοία και σε υπηρεσίες εξυπηρέτησης κυκλοφορίας πλοίων για την ταυτοποίηση και τον εντοπισμό σκαφών με ηλεκτρονική ανταλλαγή δεδομένων με άλλα κοντινά πλοία, με σταθμούς βάσης AIS, και με δορυφόρους. Όταν χρησιμοποιούνται οι δορυφόροι για την ανίχνευση των υπογραφών AIS τότε χρησιμοποιείται ο όρος Δορυφορικό Σύστημα Αυτόματης Αναγνώρισης (S-AIS). Οι πληροφορίες από το AIS συμπληρώνουν το ραντάρ θαλάσσης, το οποίο εξακολουθεί να είναι η κύρια μέθοδος αποφυγής συγκρούσεων στις θαλάσσιες μεταφορές, όπως φαίνεται στις εικόνες 1 και 2 (AIS internet contribution, 2014).

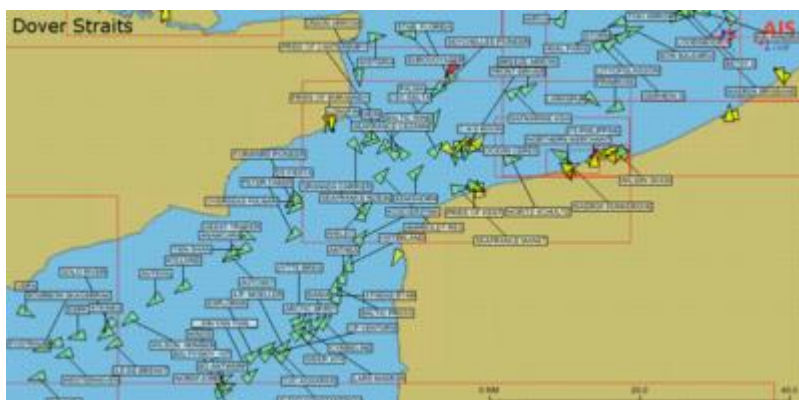


Εικόνα 1. Ένας συντονιστής θαλάσσιας κυκλοφορίας που χρησιμοποιεί το AIS και το ραντάρ για τη διαχείριση της κυκλοφορίας των πλοίων.



Εικόνα 2. Ένα σύστημα AIS σε πλοίο το οποίο παρουσιάζει την θέση και απόσταση των κοντινών σκαφών σε μια μορφή εμφάνισης τύπου ραντάρ.

Η παρακάτω εικόνα απεικονίζει μια γραφική απεικόνιση των δεδομένων AIS επί του πλοίου.



Εικόνα 3. Μια γραφική απεικόνιση των δεδομένων AIS επί του πλοίου.

Οι πληροφορίες που παρέχονται από τον εξοπλισμό AIS, όπως η μοναδική ταυτοποίηση, η θέση, η πορεία και η ταχύτητα, μπορούν να εμφανίζονται σε μια οθόνη ή ένα ECDIS. Το AIS έχει στόχο να βοηθήσει τους αξιωματικούς ενός σκάφους που βρίσκονται σε υπηρεσία και να επιτρέψει στις ναυτιλιακές αρχές να παρακολουθούν και να ελέγχουν τις κινήσεις των πλοίων. Το AIS ενσωματώνει έναν τυποποιημένο VHF πομποδέκτη με ένα σύστημα εντοπισμού θέσης, όπως aGPS ή δέκτη LORAN-C, με άλλους αισθητήρες ηλεκτρονικής πλοήγησης, όπως μια γυροσκοπική πυξίδα ή έναν δείκτη ταχύτητας στροφής. Τα σκάφη που είναι εξοπλισμένα με πομποδέκτες και αναμεταδότες AIS μπορούν να παρακολουθούνται από τους σταθμούς βάσης AIS που βρίσκονται κατά μήκος των ακτογραμμών ή, όταν είναι εκτός της εμβέλειας των επίγειων δικτύων, μέσω του αυξανόμενου αριθμού των δορυφόρων που είναι εξοπλισμένα με ειδικούς δέκτες AIS οι οποίοι είναι ικανοί να αναλύσουν έναν μεγάλο αριθμό υπογραφών (Atlantis leaves Columbus with a radio eye on Earth's sea traffic, 2009).

Η Διεθνής Σύμβαση για την Ασφάλεια της Ανθρώπινης Ζωής στη Θάλασσα του Διεθνούς Ναυτιλιακού Οργανισμού, απαιτεί την τοποθέτηση του AIS πάνω σε πλοία διεθνών πλόων με ολική χωρητικότητα (GT) 300 ή περισσότερο, και σε όλα τα επιβατηγά πλοία ανεξαρτήτως μεγέθους.

Το AIS προορίζεται, κυρίως, για να επιτρέψει στα πλοία να παρακολουθούν τη θαλάσσια κυκλοφορία στην περιοχή τους και να παρακολουθούνται και τα ίδια

από άλλα πλοία. Αυτό απαιτεί έναν ειδικό πομπό VHF AIS που επιτρέπει την προβολή της τοπικής κυκλοφορίας σε έναν AIS πλώτερ ή σε μία οθόνη υπολογιστή, ενώ ταυτόχρονα μεταδίδονται πληροφορίες σχετικά με το ίδιο το πλοίο σε άλλους δέκτες AIS. Οι Λιμενικές Αρχές ή άλλες αρμόδιες υπηρεσίες στην ξηρά μπορεί να είναι εξοπλισμένες μόνο με δέκτες, έτσι ώστε να μπορούν να παρακολουθούν την τοπική κίνηση, χωρίς την ανάγκη μετάδοσης της δικής τους τοποθεσίας. Όλη η κυκλοφορία μέσω των πομπών AIS μπορεί να παρακολουθηθεί με αυτόν τον τρόπο και είναι πολύ αξιόπιστη, αλλά περιορίζεται στο φάσμα VHF, περίπου 10-20 ναυτικά μίλια (AIS internet contribution, 2014).

Εάν δεν υπάρχει διαθέσιμο το κατάλληλο πλώτερ, τα σήματα από τον αναμεταδότη AIS στην περιοχή μπορούν να προβληθούν μέσω ενός υπολογιστή χρησιμοποιώντας μία από τις πολλές εφαρμογές πληροφορικής, όπως τα ShipPlotter και Gnuais. Αυτές οι εφαρμογές αποδιαμορφώνουν το σήμα από ένα τροποποιημένο ναυτιλιακό ραδιοτηλέφωνο VHF, το οποίο είναι συντονισμένο με τις συχνότητες AIS και το μετατρέπουν σε ψηφιακή μορφή, την οποία μπορεί να διαβάσει ο υπολογιστής, και την προβάλλουν στην οθόνη. Αυτά τα δεδομένα μπορούν στη συνέχεια να μοιραστούν μέσω ενός τοπικού δικτύου ή ενός δικτύου ευρείας περιοχής μέσω πρωτοκόλλων TCP ή UDP, αλλά θα εξακολουθούν να περιορίζονται στο συλλογικό φάσμα των ραδιοφωνικών δεκτών που χρησιμοποιούνται στο δίκτυο. Επειδή οι εφαρμογές AIS παρακολούθησης μέσω υπολογιστή και ραδιοφωνικών πομποδεκτών κανονικού VHF δεν διαθέτουν αναμεταδότες AIS, μπορούν να χρησιμοποιηθούν από χερσαίες εγκαταστάσεις, που δεν έχουν καμία ανάγκη μετάδοσης σήματος ή ως μια φθηνή εναλλακτική λύση σε μια ειδική συσκευή AIS για τα μικρότερα σκάφη για να παρακολουθούν την τοπική κυκλοφορία, αλλά, φυσικά, ο χρήστης θα παραμένει αθέατος από τα άλλα πλοία στο δίκτυο (LUXSPACE Sarl, 2012).

Μια δευτερεύουσα, απρογραμματίστη και αναδυόμενη χρήση για τα δεδομένα που αποκτώνται από το AIS είναι να τα καταστήσει ορατά στο κοινό, μέσω του διαδικτύου, χωρίς την ανάγκη δέκτη AIS. Τα παγκόσμια δεδομένα αναμεταδότη AIS που συλλέγονται δορυφορικά και από σταθμούς ξηράς με δυνατότητα σύνδεσης στο Διαδίκτυο συγκεντρώνονται και διατίθενται στο διαδίκτυο μέσω ενός αριθμού παροχών υπηρεσιών. Τα δεδομένα που συγκεντρώνονται με αυτόν τον τρόπο μπορούν να προβληθούν σε οποιαδήποτε διαδικτυακή συσκευή με δυνατότητα παρέχοντας παγκόσμιας εμβέλειας δεδομένα θέσης σε πραγματικό χρόνο από οπουδήποτε στον κόσμο. Τα τυπικά δεδομένα περιλαμβάνουν το όνομα του σκάφους,

τις λεπτομέρειες, την θέση, την ταχύτητα και την κατεύθυνση σε ένα χάρτη, είναι αναζητήσιμα και έχουν δυνητικά απεριόριστη, παγκόσμια εμβέλεια και το ιστορικό τους αρχειοθετείται. Τα περισσότερα από αυτά τα δεδομένα είναι δωρεάν, αλλά τα δορυφορικά δεδομένα και ειδικές υπηρεσίες όπως η αναζήτηση αρχείων συνήθως παρέχονται με κάποιος κόστος. Τα δεδομένα είναι μόνο για ανάγνωση και οι χρήστες δεν φαίνονται στο ίδιο το δίκτυο AIS. Στην ξηρά, οι AIS δέκτες που συμβάλλουν στο διαδίκτυο διαχειρίζονται συνήθως από μεγάλο αριθμό εθελοντών ("Atlantis leaves Columbus with a radio eye on Earth's sea traffic, 2009). Οι κινητές εφαρμογές AIS είναι επίσης άμεσα διαθέσιμες για χρήση με τηλεφωνικές συσκευές Android, Windows και iOS. Οι πλοιοκτήτες και οι αποστολείς φορτίων χρησιμοποιούν αυτές τις υπηρεσίες για να εντοπίζουν και να παρακολουθούν τα πλοία και τα φορτία τους, ενώ οι λάτρεις των πλοίων μπορούν να τα εκμεταλλευτούν στις φωτογραφικές συλλογές τους (LUXSPACE Sarl, 2012).

1.2 Ιστορικό ανάπτυξης

1.2.1 Αναμεταδότες AIS για πλοία

Η συμφωνία SOLAS του IMO το 2002, περιελάμβανε μια υποχρεωτική απαίτηση ώστε τα περισσότερα σκάφη άνω των 300GT (Gross Tonnage) που εκτελούν διεθνή δρομολόγια να τοποθετήσουν πάνω στα πλοία έναν πομποδέκτη τύπου AIS A κατηγορίας. Αυτή ήταν η πρώτη εντολή για τη χρήση του εξοπλισμού AIS και αφορούσε περίπου 100.000 σκάφη.

Το 2006, η επιτροπή των προτύπων για το AIS δημοσίευσε τις προδιαγραφές για τον πομποδέκτη AIS κατηγορίας B, με σκοπό να καταστεί δυνατή η χρήση μίας απλούστερης και με χαμηλότερο κόστος συσκευής AIS. Οι πομποδέκτες χαμηλού κόστους κατηγορίας B έγιναν διαθέσιμοι μέσα στο ίδιο έτος ενεργοποιώντας έτσι την υιοθέτηση της υποχρεωτικής απαίτησης από πολλές χώρες και καθιστώντας εμπορικά βιώσιμη την εγκατάσταση μεγάλης κλίμακας συσκευών AIS στα πλοία όλων των μεγεθών.

Από το 2006, οι επιτροπές τεχνικών προτύπων του AIS συνέχισαν να εξελίσσουν το πρότυπο για το AIS και τον τύπο των προϊόντων για να καλύψουν ένα ευρύ φάσμα εφαρμογών στα μεγαλύτερα σκάφη μέχρι για μικρά αλιευτικά και σωσίβιες λέμβους. Παράλληλα, οι κυβερνήσεις και οι αρχές έχουν εκπονήσει σχέδια

για την τοποθέτηση συσκευών AIS σε ποικίλες κατηγορίες σκαφών για τη βελτίωση της ασφάλειας. Οι περισσότερες υποχρεωτικές απαιτήσεις επικεντρώθηκαν στα εμπορικά πλοία, ενώ στα σκάφη αναψυχής αποτελεί επιλεκτική επιλογή η τοποθέτησή του. Το 2010 τα περισσότερα εμπορικά πλοία που δραστηριοποιούνται στις ευρωπαϊκές εσωτερικές πλωτές οδούς όφειλαν να τοποθετήσουν μία συσκευή κατηγορίας A εσωτερικής πλωτής οδού, όλα τα αλιευτικά σκάφη της ΕΕ άνω των 16 μέτρων θα έπρεπε να έχουν τοποθετήσει μία συσκευή κατηγορίας A έως το Μάιο του 2014 και στις ΗΠΑ αναμένεται μία παράταση των υφιστάμενων κανόνων τοποθέτησης του AIS. Εκτιμάται ότι το 2012, περίπου 250.000 σκάφη είχαν τοποθετήσει έναν πομποδέκτη AIS κάποιου τύπου, με ένα επιπλέον εκατομμύριο σκαφών να αναμένεται να το πράξουν στο εγγύς μέλλον (AIS internet contribution, 2014).

1.2.2 Δορυφορικά συστήματα AIS (S-AIS)

Το AIS αναπτύχθηκε στη δεκαετία του 1990 ως ένα δίκτυο αναγνώρισης και εντοπισμού υψηλής έντασης και μικρής εμβέλειας και την εποχή εκείνη, δεν είχε προβλεφθεί να είναι ανιχνεύσιμο και από το διάστημα. Παρ' όλα αυτά, από το 2005, διάφοροι φορείς έχουν πειραματιστεί με την ανίχνευση των μεταδόσεων του AIS με την χρήση δορυφορικών δεκτών και από το 2008, εταιρείες όπως η exactEarth, η Orbcomm και η Spacequest, καθώς και διάφορα κυβερνητικά προγράμματα έχουν αναπτύξει δέκτες AIS για δορυφόρους. Το σύστημα πρόσβασης TDMA που χρησιμοποιείται από το σύστημα AIS δημιουργεί σημαντικά τεχνικά ζητήματα για την αξιόπιστη λήψη των μηνυμάτων AIS από όλους τους τύπους των πομποδεκτών: Κατηγορίας A, Κατηγορίας B, Identifier, AtoN και SART. Ωστόσο, η βιομηχανία επιδιώκει να αντιμετωπίσει αυτά τα ζητήματα μέσω της ανάπτυξης νέων τεχνολογιών και τα επόμενα έτη ο υφιστάμενος περιορισμός των δορυφορικών συστημάτων AIS στα μηνύματα της κατηγορίας A είναι πιθανό να βελτιωθεί σημαντικά με την προσθήκη μηνυμάτων Κατηγορίας B και Identifier (Lee & Zetterberg, 2010).

Η βασική πρόκληση για τους φορείς εκμετάλλευσης δορυφορικών συστημάτων AIS είναι η δυνατότητα λήψης πολύ μεγάλου αριθμού μηνυμάτων AIS ταυτόχρονα από ένα μεγάλο δορυφορικό αποτύπωμα λήψης. Υπάρχει ένα εγγενές θέμα στο πλαίσιο του προτύπου AIS. Το σύστημα πρόσβασης TDMA το οποίο ορίζεται στο πρότυπο AIS δημιουργεί 4.500 διαθέσιμες χρονοθυρίδες σε κάθε λεπτό,

αλλά αυτό μπορεί εύκολα να κατακλυστεί από τα μεγάλα αποτυπώματα δορυφορικής λήψης και την αύξηση του αριθμού των πομποδεκτών AIS, με αποτέλεσμα να παρουσιαστούν συγκρούσεις στα μηνύματα, τις οποίες ο δορυφορικός δέκτης δεν μπορεί να επεξεργαστεί. Εταιρείες όπως η exactEarth αναπτύσσουν νέες τεχνολογίες, όπως το ABSEA, που θα εντάσσονται στους πομποδέκτες των επίγειων και δορυφορικών συστημάτων και που θα βοηθήσουν στην αξιόπιστη ανίχνευση των μηνυμάτων Κατηγορίας B από το διάστημα χωρίς να επηρεάζεται η απόδοση του επίγειου AIS.

Η προσθήκη των μηνυμάτων Κατηγορίας A και B μέσω δορυφόρων, θα μπορούσε να επιτρέψει μία πραγματικά παγκόσμια κάλυψη από το AIS, αλλά, επειδή οι περιορισμοί TDMA σε σχέση με τους δορυφόρους ποτέ δεν θα ξεπεράσουν την απόδοση της λήψης ενός επίγειου δικτύου, οι δορυφόροι θα ενισχύσουν μάλλον παρά θα αντικαταστήσουν το επίγειο σύστημα.

Οι αναμεταδότες AIS στα πλοία έχουν ένα οριζόντιο εύρος το οποίο είναι εξαιρετικά μεταβλητό και φτάνει συνήθως μόνο τα περίπου 74 χιλιόμετρα (46 μίλια). Φθάνουν πολύ περισσότερη απόσταση κάθετα – στην τροχιά των 400 χιλιομέτρων του Διεθνούς Διαστημικού Σταθμού (ΔΔΣ) (AIS internet contribution, 2014).

Τον Νοέμβριο του 2009, το διαστημικό λεωφορείο STS-129 τοποθέτησε δύο κεραίες, μια κεραία AIS VHF και μία κεραία Amateur Radio στη μονάδα Columbus του ΔΔΣ. Και οι δύο κεραίες κατασκευάστηκαν σε συνεργασία μεταξύ του ΕΟΔ και της ομάδας ARISS (Amateur Radio στον ΔΔΣ). Ξεκινώντας από το Μάιο του 2010, η Ευρωπαϊκή Υπηρεσία Διαστήματος δοκιμάζει έναν δέκτη AIS από το Kongsberg Seatex (Νορβηγία) σε μία κοινοπραξία που καθοδηγείται από την FFI (Νορβηγία), στο πλαίσιο της παρουσίασης της τεχνολογίας για την διαστημική παρακολούθηση των πλοίων. Αυτό αποτελεί ένα πρώτο βήμα προς μια υπηρεσία παρακολούθησης AIS μέσω δορυφόρου (AIS Application Specific Messags, 2012).

Το 2008, ξεκίνησε η Orbcomm εκτόξευσε δορυφόρους με εγκατεστημένο σύστημα AIS σε συνεργασία με την Αμερικανική Ακτοφυλακή για να αποδειχθεί η ικανότητα λήψης μηνυμάτων του AIS από το διάστημα. Το 2009, η LuxSpace, μια εταιρεία με έδρα το Λουξεμβούργο, εκτόξευσε τον δορυφόρο RUBIN-9.1 (AIS Pathfinder 2), ο οποίος λειτουργεί σε συνεργασία με τις διαστημικές υπηρεσίες SES και Redu Space. Στα τέλη του 2011 και στις αρχές του 2012, η Orbcomm και η LuxSpace εκτόξευσαν δύο σκάφη στους μικροδορυφόρους AIS, ένα σε ισημερινή τροχιά και το άλλο σε μια πολική τροχιά (VesselSat-2 και VesselSat-1).

Το 2007, οι ΗΠΑ πειραματίστηκαν με την διαστημική παρακολούθηση μέσω AIS με τον δορυφόρο TacSat-2. Ωστόσο, τα λαμβανόμενα σήματα ήταν κατεστραμμένα λόγω της ταυτόχρονης λήψης πολλών σημάτων από το δορυφορικό αποτύπωμα.

Τον Ιούλιο του 2009, η SpaceQuest εκτόξευσε τα AprizeSat-3 και AprizeSat-4 με δέκτες AIS. Το 2010, αυτοί έλαβαν με επιτυχία σήματα από τους δοκιμαστικούς φάρους SART της Αμερικανικής Ακτοφυλακής που βρίσκονταν στην Χαβάη. Τον Ιούλιο του 2010, η SpaceQuest και η exactEarth του Καναδά ανακοίνωσαν μια συμφωνία σύμφωνα με την οποία τα δεδομένα από τα AprizeSat-3 και AprizeSat-4 θα ενσωματωθούν στο σύστημα exactEarth και θα διατίθενται σε όλο τον κόσμο ως μέρος της υπηρεσίας τους exactAIS(TM).

Στις 12 του Ιούλη 2010, ο νορβηγικός δορυφόρος AISSat-1 εκτοξεύθηκε με επιτυχία σε πολική τροχιά. Ο σκοπός του δορυφόρου είναι να βελτιωθεί η επιτήρηση των θαλάσσιων δραστηριοτήτων στον αιώτατο Βορρά. Ο AISSat-1 είναι ένας νανο-δορυφόρος, με διάσταση μόνο 20x20x20 εκ., με ένα δέκτη AIS που κατασκευάστηκε από την Kongsberg Seatex, ζυγίζει έξι κιλά και έχει το σχήμα ενός κύβου.

Στις 25 Φεβρουαρίου 2013, μετά από καθυστέρηση ενός έτους, το Πανεπιστήμιο του Aalborg εκτόξευσε τον AAUSAT3. Είναι ένας κυβικός δορυφόρος 1U, με βάρος μόλις 800 γραμμάρια, που αναπτύχθηκε αποκλειστικά από φοιτητές από το Τμήμα Ηλεκτρονικών Συστημάτων. Μεταφέρει δύο δέκτες AIS, έναν παραδοσιακό και ένα δέκτη SDR. Το έργο προτάθηκε και χρηματοδοτήθηκε από τον Οργανισμό Ναυτικής Ασφάλειας της Δανίας. Ήταν μια τεράστια επιτυχία και κατά τις πρώτες 100 ημέρες κατέβασε περισσότερα από 800.000 μηνύματα AIS και αρκετά αρχικά δείγματα ραδιοσήματος του 1 MHz. Λαμβάνει και στα δύο κανάλια AIS ταυτόχρονα και έχει λάβει μηνύματα κατηγορίας A καθώς και κατηγορίας B. Το κόστος, συμπεριλαμβανομένης της εκτόξευσης ήταν μικρότερο από € 200.000.

Σήμερα, η καναδική exactEarth λειτουργεί το μεγαλύτερο δορυφορικό δίκτυο AIS, παρέχοντας παγκόσμια κάλυψη με χρήση 5 δορυφόρων. Αυτό το δίκτυο θα επεκταθεί σημαντικά τα επόμενα έτη. Επιπλέον η exactEarth εμπλέκεται στην ανάπτυξη της τεχνολογίας ABSEA που θα επιτρέψει στο δίκτυό της την αξιόπιστη ανίχνευση υψηλού ποσοστού μηνυμάτων τύπου κατηγορίας B, καθώς και A.

Η Orbcomm θα εκτοξεύσει 17 επιπλέον δορυφόρους, ως μέρος τους σχεδίου δορυφορική αναπλήρωσης OG2 (Orbcomm Generation 2), οι οποίοι όλοι θα έχουν

δέκτες AIS και θα κατεβάζουν στοιχεία στους 16 υφιστάμενους χερσαίους σταθμούς της Orbcomm σε όλο τον κόσμο.

Στις 14 Ιουλίου 2014, η Orbcomm εκτόξευσε τους πρώτους 6 από τους 17 δορυφόρους OG2 πάνω σε έναν πύραυλο SpaceX Falcon 9 από το Ακρωτήριο Κανάβεραλ της Φλόριντα. Κάθε δορυφόρος OG2 μεταφέρει έναν δέκτη AIS. Και οι 6 δορυφόροι OG2 τέθηκαν με επιτυχία σε τροχιά και άρχισαν να στέλνουν δεδομένα τηλεμετρίας στην Orbcomm αμέσως μετά την εκτόξευση. Η επιτυχής έναρξη λειτουργίας αυτών των δορυφόρων παρέχει στην Orbcomm το μεγαλύτερο αστερισμό δορυφόρων AIS (8 δορυφόροι), συμπεριλαμβανομένων των δύο δορυφόρων VesselSat που κατασκευάστηκαν από την LuxSpace.

1.2.3 Συσχέτιση των πηγών δεδομένων

Η συσχέτιση των οπτικών εικόνων και των εικόνων ραντάρ μέσω υπογραφών S-AIS δίνουν την δυνατότητα στον τελικό χρήστη να εντοπίσει γρήγορα όλους τους τύπους σκαφών. Ένα μεγάλο πλεονέκτημα του S-AIS είναι η ευκολία με την οποία μπορεί να συσχετιστεί με πρόσθετες πληροφορίες από άλλες πηγές, όπως ραντάρ, οπτικά, ESM, και με τα περισσότερα εργαλεία SAR, όπως τα GMDSS SARSAT και AMVER. Τα δορυφορικά ραντάρ και άλλες πηγές μπορούν να συμβάλουν στη θαλάσσια επιτήρηση με την ανίχνευση όλων των σκαφών σε συγκεκριμένες θαλάσσιες περιοχές ενδιαφέροντος, ένα ιδιαίτερα χρήσιμο χαρακτηριστικό στον συντονισμό προσπαθειών διάσωσης μεγάλης εμβέλειας ή σε θέματα VTS (Lee & Zetterberg, 2010).

Κεφάλαιο 2^ο Σύστημα Αυτόματης Αναγνώρισης (AIS)

Το AIS (Automatic Identification System) είναι ένα Σύστημα Αυτόματης Ταυτοποίησης ώστε να ενισχυθεί η ασφάλεια της κυκλοφορίας των πλοίων με την αυτόματη ανταλλαγή επικαιροποιημένων πληροφοριών, καθώς και η παρακολούθηση και ο έλεγχος των πλοίων. Από το 2002, το AIS αποτελεί μία υποχρεωτική ηλεκτρονική εγκατάσταση στα πλοία διεθνών πλόων με ολική χωρητικότητα τουλάχιστον 300GT και σε όλα τα επιβατηγά πλοία, ανεξαρτήτως μεγέθους. Πρόκειται για ένα σύστημα που είναι επωφελές στην ναυτιλιακή βιομηχανία και στις μέρες μας τα σκάφη αναψυχής και τα ναυτιλιακά σκάφη είναι συχνά εξοπλισμένα με το σύστημα αυτόματης Ταυτοποίησης. Με έναν εκτιμώμενο αριθμό πάνω από 300.000 εγκαταστάσεις, σύμφωνα με έναν πάροχο του συστήματος στο διαδίκτυο, το AIS είναι σήμερα μία σημαντική και ευρέως χρησιμοποιούμενη τεχνολογία και λύση στις έξυπνες μεταφορές. Σαφώς, ο αριθμός των εξοπλισμένων σκαφών με AIS μπορεί να είναι μεγαλύτερος. Ορισμένα γνωστά οφέλη είναι η παρακολούθηση της κυκλοφορίας, η αποφυγή συγκρούσεων, οι επιχειρήσεις έρευνας και διάσωσης, οι έρευνες ατυχημάτων και ως βοήθημα ναυσιπλοΐας.

Το AIS λειτουργεί με την απόκτηση συντεταγμένων GPS και ανταλλαγής μέσω ραδιοφωνικών μεταδόσεων τρεχουσών και επικαιροποιημένων πληροφοριών μεταξύ των πλοίων και των ναυτιλιακών αρχών, δηλαδή υπηρεσίες εξυπηρέτησης κυκλοφορίας πλοίων που βρίσκονται στην ξηρά. Οι πληροφορίες αυτές του AIS περιλαμβάνουν (δίχως να περιορίζονται σε αυτές) την θέση, το όνομα και το φορτίο και βοηθά στην ναυσιπλοΐα των πλοίων, επίσης χρησιμοποιείται συχνά από τις λιμενικές αρχές για παροχή βοήθειας στην πλοήγηση του πλοίου ή προειδοποίησης για πιθανούς κινδύνους, άμπωτη, βραχώδεις επιφάνειες εδάφους και ξέρες που βρίσκονται συνήθως στην θάλασσα. Στην ανοιχτή θάλασσα, οι φάροι κινδύνου που διαθέτουν AIS χρησιμοποιούνται για την σηματοδότηση και τον εντοπισμό ανθρώπων στην θάλασσα. Τα δεδομένα του AIS συλλέγονται και ανταλλάσσονται μεταξύ των παρόχων AIS που δραστηριοποιούνται μέσω του Διαδικτύου, τα οποία προσφέρουν οπτικοποίηση δεδομένων AIS, παρακολούθηση και υποβολή εκθέσεων σε δωρεάν ή εμπορικές μορφές.

Δεδομένης της πρωταρχικής σημασίας και της επικράτησης του συστήματος για την ασφάλεια των θαλάσσιων μεταφορών, πραγματοποιήθηκε μία ολοκληρωμένη

αξιολόγηση της ασφάλειας του AIS, με την αντιμετώπισή του τόσο ως προς το λογισμικό, όσο και στο υλικό (software και hardware) (π.χ. ραδιοσυχνότητες). Συνολικά, εντοπίστηκαν απειλές που επηρεάζουν το AIS σε παγκόσμιο επίπεδο, είτε σε επίπεδο εφαρμογής του ή στην προδιαγραφή του πρωτοκόλλου του. Επιτρέπουν, για παράδειγμα, την απενεργοποίηση των επικοινωνιών AIS (δηλαδή, DoS), την παραποίηση των υφιστάμενων δεδομένων AIS (δηλαδή, τροποποίηση των πληροφοριών που μεταδίδονται από ένα πλοίο), την ενεργοποίηση ειδοποιήσεων έρευνας και διάσωσης ώστε να παρασυρθεί ένα πλοίο-θύμα σε πλοήγηση σε έναν εχθρικό και ελεγχόμενο από τον επιτιθέμενο θαλάσσιο χώρο ή την απομίμηση μιας σύγκρουσης, ώστε ενδεχομένως να τεθεί το πλοίο εκτός πορείας. Είναι ενδιαφέρον το γεγονός ότι σύμφωνα με το Bloomberg (2015), κατά το παρελθόν το AIS βρέθηκε να έχει μολυνθεί με πλαστές πληροφορίες, π.χ. με ιρανικά πλοία να έχουν αλλάξει τις σημαίες τους σε σημαία Ζανζιβάρης, όταν ΗΠΑ και ΕΕ σκλήρυναν τις κυρώσεις για το πυρηνικό πρόγραμμα του Ιράν.

Εν ολίγοις, πραγματοποιήθηκαν τα εξής:

- Διεξήχθη μία αξιολόγηση της ασφάλειας του AIS όπου εισήχθη ένα κυβερνο-φυσικό σύστημα ώστε να ενισχυθεί η παρακολούθηση των σκαφών και να παρασχεθεί επιπλέον ασφάλεια στις θαλάσσιες μεταφορές, πλέον των συμβατικών εγκαταστάσεων ραντάρ.
- Σχεδιάστηκε και υλοποιήθηκε ένας καινοτόμος πομπός με βάση το λογισμικό AIS, ο οποίος ονομάστηκε AISTX.
- Εντοπίστηκαν και επαληθεύθηκαν αρκετές απειλές που επηρεάζουν τόσο την τρέχουσα εφαρμογή, όσο και την προδιαγραφή του πρωτοκόλλου του AIS.
- Πραγματοποιήθηκε μία υπεύθυνη ενημέρωση και συνεργασία με τους επηρεαζόμενους παρόχους και τα διεθνή πρότυπα.

Από την Σύμβαση SOLAS του IMO το 2002, το Σύστημα Αυτόματης Ταυτοποίησης (AIS) είναι απαραίτητο στα διεθνή πλοία με ολική χωρητικότητα 300GT και άνω και σε όλα τα επιβατηγά πλοία, ανεξάρτητα από το μέγεθός τους. Η δεύτερη γενιά συσκευών AIS, που ονομάζονται αναμεταδότες κατηγορίας B, καθιερώθηκαν το 2006 και χρησιμοποιούνται σε μεγάλο βαθμό στην ναυτιλιακή βιομηχανία,. Σε σύγκριση με τους προκατόχους τους, δηλαδή τις συσκευές κατηγορίας A, οι συσκευές κατηγορίας B είναι συνήθως μικρότεροι, με χαμηλότερο

κόστος και απλούστεροι στην λειτουργία. Συνήθως χρησιμοποιούνται σε μικρότερα σκάφη, σε σκάφη αναψυχής ή οποιοδήποτε αλιευτικό σκάφος κάτω των 300 τόνων. Από το 2010, οι κανονισμοί που σχετίζονται με το AIS προσαρμόζονται συνεχώς, καθιστώντας ευκολότερη την εφαρμογή και την ανάπτυξη των εγκαταστάσεων AIS. Από το 2014, το AIS εκτιμάται ότι θα λειτουργεί σε τουλάχιστον 300.000 πλοία και στο εγγύς μέλλον ο αριθμός αυτός αναμένεται να φτάσει κοντά στο ένα εκατομμύριο.

Σήμερα, το AIS αποτελεί μία σημαντική τεχνολογία και λύση στην παρακολούθηση της κυκλοφορίας των πλοίων και στην παροχή βοήθειας. Οι πλοιοκτήτες και οι ναυτιλιακές αρχές βασίζονται στο σύστημα AIS για να συμπληρώσουν τα παραδοσιακά ραντάρ για την αποφυγή συγκρούσεων και τον εντοπισμό θέσης, πέραν των συμπληρωματικών συστημάτων, όπως οπτικές παρατηρήσεις, ηχητικές ανταλλαγές και LRIT (συστημάτων μεγάλου βεληνεκούς Ταυτοποίησης και εντοπισμού).

Το AIS έχει πολλά οφέλη που προωθούνται. Κάθε πλοίο μεταδίδει ένα σήμα AIS το οποίο μπορεί να παραληφθεί από κοντινά πλοία και έτσι οι καπετάνιοι γνωρίζουν την θέση των άλλων πλοίων. Επιπλέον, το AIS παρέχει βοήθεια στην πλοήγηση. Το πρότυπο των βοηθημάτων στην ναυσιπλοΐα (AtoN) αναπτύχθηκε με την ικανότητα μετάδοσης των θέσεων και των ονομάτων των αντικειμένων, εκτός από των πλοίων, όπως είναι η βοήθεια στην πλοήγηση και οι θέσεις του δείκτη και δυναμικά δεδομένα που αντικατοπτρίζουν το περιβάλλον του δείκτη (π.χ., ρεύματα και κλιματικές συνθήκες). Αυτά τα βοηθήματα μπορεί να βρίσκονται στην ξηρά, όπως σε έναν φάρο ή σε πλατφόρμες ύδατος, όπως οι σημαδούρες. Παραδείγματα εγκαταστάσεων AtoN παρέχονται από τους διαδικτυακούς παρόχους AIS, όπως είναι το Marine Traffic.

Τέλος, ένα παράδειγμα της σημασίας της χρήσης του AIS αφορά στην διερεύνηση των ατυχημάτων. Εφόσον το AIS παρέχει συντεταγμένες GPS, πορεία, ταχύτητα εδάφους, καθώς και πρόσθετες πληροφορίες, αποδεικνύεται περισσότερο πολύτιμο στην διερεύνηση ατυχημάτων σε σχέση με την λιγότερο ακριβή τεχνολογία ραντάρ που χρησιμοποιείται ευρέως μέχρι σήμερα. Για τον ίδιο λόγο, το AIS χρησιμοποιείται ευρέως στους αναμεταδότες έρευνας και διάσωσης. Τα AIS- SART είναι αυτόνομες, αδιάβροχες συσκευές που προορίζονται για καταστάσεις έκτακτης ανάγκης, κυρίως για την ανίχνευση και θέση πλοίων και ανθρώπων που βρίσκονται σε κίνδυνο, και συγκεκριμένα στη θάλασσα.

Το AIS λειτουργεί με την απόκτηση συντεταγμένων GPS και την ανταλλαγή πληροφοριών σε περιφερειακό επίπεδο με κοντινούς σταθμούς μέσω VHF, δηλαδή δύο ραδιοφωνικά κανάλια που λειτουργούν στα 161.975 MHz και 162.025 MHz, και με τους παρόχους του AIS που λειτουργούν μέσω του Διαδικτύου. Αυτοί οι πάροχοι συλλέγουν δεδομένα κυρίως μέσω των πυλών AIS που έχουν αναπτυχθεί γεωγραφικά, δηλαδή κατά μήκος των ακτογραμμών και στις υπηρεσίες κυκλοφορίας των πλοίων VTS (Vessel Traffic Service) που λειτουργούν από τις λιμενικές αρχές. Ένα VTS είναι ένα σύστημα παρακολούθησης της κυκλοφορίας των πλοίων που είναι εγκατεστημένο από τις ναυτιλιακές αρχές παρόμοιο με τα συστήματα ελέγχου της εναέριας κυκλοφορίας που υπάρχουν στην αεροπορία. Επιπλέον, μεμονωμένα άτομα, όπως ένας καπετάνιος πλοίου, μπορεί να ανεβάσει δεδομένα του AIS, χρησιμοποιώντας μία εφαρμογή κινητού με ένα ειδικό λογισμικό αποστολής, η οποία αναπαράγει και αποστέλλει τα δεδομένα στον επιθυμητό πάροχο μόλις αυτά τα δεδομένα γίνουν διαθέσιμα.

Οι πληροφορίες AIS μεταδίδονται, συλλέγονται και ανταλλάσσονται σε τακτική βάση (ο χρόνος κυμαίνεται από λίγα δευτερόλεπτα έως λεπτά, ανάλογα με το είδος των πληροφοριών και την κατάσταση του σταθμού). Για παράδειγμα, ένα πλοίο εξοπλισμένο με σύστημα κατηγορίας B που πλέει με ταχύτητα μεγαλύτερη των 23 κόμβων υποτίθεται ότι μεταδίδει την θέση του κάθε 5 δευτερόλεπτα. Αντιθέτως, ένα βοήθημα για τη ναυσιπλοΐα, για παράδειγμα, ένας φάρος ή μια σηματοδούρα προειδοποίησης κινδύνου, αποστέλλει κάθε 3 λεπτά.

Σύμφωνα με τον κανονισμό, κάθε σταθμός επικοινωνίας, όπως ένα πλοίο, πρέπει να έχει κάνει εγγραφή και να έχει αποκτήσει έγκυρη αναγνώριση AIS, δηλαδή μία Ταυτότητα Ναυτιλιακής Κινητής Υπηρεσίας MMSI (Maritime Mobile Service Identity) και ένα διακριτικό σήμα κλήσης (call-sign), τα οποία εκδίδονται από τις επίσημες ναυτιλιακές αρχές, όπως π.χ. την Αμερικανική Ακτοφυλακή και το Υπουργείο Οικονομικής Ανάπτυξης της Ιταλίας. Το MMSI αποτελείται από έναν μοναδικό αριθμό εννέα ψηφίων ο οποίος αποτελεί το αναγνωριστικό ενός σταθμού. Τα τρία πρώτα ψηφία του MMSI, τα Ψηφία Ναυτιλιακής Ταυτότητας (MID), καθορίζουν την χώρα (π.χ. 247 για την Ιταλία και 338 για τις ΗΠΑ, σύμφωνα με το ITU-R). Τα διακριτικά σήματα είναι μια ονομασία για τα ραδιόφωνα ή τους σταθμούς AIS που εμφανίζονται πρόθυμα να ανοίξουν επικοινωνία και χρησιμοποιούνται ευρέως σε πλοία, αεροσκάφη, στον στρατό, τα διαστημόπλοια και από τους ραδιοερασιτέχνες.

Τέλος, οι πληροφορίες AIS παρέχονται μέσω διαγραμμάτων-σχεδιογράφων ή μέσω των παρόχων, π.χ. Vessel Finder, τα οποία, σε σχεδόν πραγματικό χρόνο, απεικονίζουν την κατάσταση των άλλων σκαφών στην περιοχή, τα βοηθήματα πλοήγησης και άλλες χρήσιμες ναυτιλιακές πληροφορίες, όπως δελτία πρόγνωσης καιρού ή κρίσιμες καταστάσεις. Τα συστήματα αυτά επιτρέπουν την παγκόσμια πρόσβαση στα στατιστικά στοιχεία του AIS, τα σκάφη, τους φάρους, τις θέσεις των σημαδούρων και αντίστοιχα λεπτομερή στοιχεία σε μια απλή, εύκολη στην πλοήγηση οθόνη ή ιστοσελίδα. Επιπλέον, οι πληροφορίες από το AIS που συλλέγονται από τους παρόχους είναι χρήσιμες για τον προσδιορισμό, για παράδειγμα, πλοίων που ρίπτουν πετρέλαιο στην ανοιχτή θάλασσα και την πρόβλεψη του οικονομικού οφέλους που απέδωσε το θαλάσσιο εμπόριο (Bloomberg, 2015).

2.1 Σύστημα αυτόματης Ταυτοποίησης (AIS) και ανθρώπινο σφάλμα

Ο στόχος του Διεθνούς Ναυτιλιακού Οργανισμού (IMO) (2001) από την εφαρμογή του AIS είναι να ενισχυθεί η ασφάλεια και η αποτελεσματικότητα της ναυσιπλοΐας, η ασφάλεια της ζωής στην θάλασσα και η προστασία του θαλάσσιου περιβάλλοντος. Το κίνητρο για την υιοθέτηση του AIS ήταν η αυτόνομη ικανότητα του στον εντοπισμό άλλων θέσεων AIS των πλοίων και να παρέχει επιπλέον ακριβείς πληροφορίες σχετικά με τα πλοία-στόχους που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την αποφυγή συγκρούσεων. Έχει την ικανότητα να ανιχνεύει άλλους εξοπλισμένους στόχους σε περιπτώσεις όπου η ανίχνευση με ραντάρ είναι περιορισμένη, όπως σε στροφές, πίσω από λόφους και σε συνθήκες περιορισμένης ορατότητας από ομίχλη, βροχή, κλπ. Τα ζητήματα αυτά έχουν επίσης τεθεί στην 16η σύνοδο της Επιτροπής IALA AIS. Έχει πραγματοποιηθεί έρευνα στο Πανεπιστήμιο Liverpool John Moores για να διερευνηθεί το θέμα του ανθρώπινου λάθους σχετικά με την ακρίβεια των δεδομένων AIS που μεταδίδονται και τον αντίκτυπό τους στην γέφυρα των πλοίων. Αυτή η μελέτη εξετάζει τα αποτελέσματα τριών ξεχωριστών μελετών δεδομένων του AIS για ορισμένα από τα επιμέρους πεδία του AIS. Οι τρεις μελέτες αποτελούνται από:

1- Μελέτη για το AIS με βάση το VTS η οποία διεξήχθη για περίπου ένα μήνα (Σεπτέμβρης - Οκτώβρης 2005) στον σταθμό κυκλοφορίας πλοίων (VTS) στο Λίβερπουλ σε πλοία που φεύγουν από και πλησιάζουν στο λιμάνι, που είναι σε

αγκυροβόλιο και παραπλεύρως στο λιμάνι, σε ένα συνολικό αριθμό 94 διαφορετικών σκαφών.

2- Μελέτη για την άντληση δεδομένων από το AIS που πραγματοποιήθηκε για τα δεδομένα που καταγράφονται από την AISLive Company of Lloyds Register-Fairplay Ltd. Τα δεδομένα αποτελούνταν από 400.059 αναφορές AIS (1/3/2005-17/3/2005) σε παγκόσμιο επίπεδο. Επιλέχθηκαν 30.946 ενδείξεις AIS για μια πιο λεπτομερή ανάλυση.

3- Προληπτική μελέτη AIS που διεξήχθη μέσω των υπηρεσιών του AISweb της Dolphin Maritime Software Ltd, του Ηνωμένου Βασιλείου, σε μια ευρεία γεωγραφική περιοχή (23/11/2005-2/5/2006). Τα δεδομένα καταγράφηκαν κατά περιόδους και ημερομηνίες ad-hoc.

2.2 Ευρήματα

Τα ευρήματα της έρευνας συνοψίζονται παρακάτω ανά πεδίο πληροφοριών AIS.

2.2.1 Αριθμός MMSI

Το πρόβλημα με τον αριθμό MMSI παρατηρήθηκε ιδίως σε πολλά σκάφη που μεταδίδουν τον εσφαλμένο προεπιλεγμένο αριθμό MMSI 1193046 (Ναυτικό Ινστιτούτο, 2005α). Αυτός μπορεί να είναι ο προεπιλεγμένος αριθμός MMSI για ένα συγκεκριμένο μοντέλο πομπού AIS που λόγω λάθους ρύθμισης του εξοπλισμού κατά την εγκατάσταση ή μιας συγκεκριμένης βλάβης του εξοπλισμού, προεπιλέγει αυτόν τον αριθμό. Όποια και αν είναι η αιτία, περισσότερα από ένα πλοία έχουν χρησιμοποιήσει αυτόν τον αριθμό MMSI ταυτόχρονα.

Στις παρατηρήσεις της μελέτης για το AIS υπήρχαν 26 σκάφη που μετέδιδαν τον εσφαλμένο αριθμό MMSI 1193046, με διαφορετικές ενδείξεις, με τη χρήση της βάσης δεδομένων AISweb. Ανιχνεύθηκαν τρεις ακόμη αριθμοί MMSI (0, 1, 999999999) που εμφανίζονταν σε πολλαπλούς σταθμούς στη μελέτη. Το φαινόμενο αυτό είναι σοβαρό. Οι αξιωματικοί ναυσιπλοΐας στην γέφυρα πρέπει να ελέγχουν τα δεδομένα AIS που μεταδίδονται τακτικά για να βεβαιωθούν ότι ο εξοπλισμός τους AIS δεν παρουσιάζει ελαττώματα και ότι μεταδίδει τις σωστές πληροφορίες. Υπάρχουν και άλλες παρόμοιες εκθέσεις (Ναυτικό Ινστιτούτο, 2005β, 2005γ) ανταλλαγής στόχων με ξαφνική και απρόσμενη αλλαγή των δεδομένων μεταξύ των

σκαφών. Στην μελέτη «άντλησης δεδομένων AIS», το 2% των εσφαλμένων στατικών πληροφοριών που εντοπίστηκαν αφορούσαν στο πεδίο των αριθμών MMSI και ο οποίος περιλαμβάνει μόνο εκείνες τις λανθασμένες καταχωρήσεις MMSI με αριθμούς που έχουν λιγότερα από 9 ψηφία. Είναι πιθανό ότι, ακόμη και με τον σωστό αριθμό ψηφίων, μερικά από τα ψηφία που φαίνονται να είναι λάθος σε σχέση με την ακριβή βάση δεδομένων MMSI. Αυτό θα μπορούσε να οφείλεται σε σφάλματα εγκατάστασης. Σε ένα μικρό αριθμό περιπτώσεων θα μπορούσε να οφείλεται σε εξοπλισμό δοκιμής.

2.2.2 Τύπος Πλοίου

Στην «μελέτη AIS με βάση το VTS», το 6% των σκαφών δεν διέθετε τύπο σκάφους και το 3% προσδιορίστηκε απλά ως «σκάφος». Τα προβλήματα αυτής της κατηγορίας περιλαμβάνουν ασαφείς ή παραπλανητικούς τύπους σκαφών. Συνήθως καταγράφεται ο γενικός τύπος πλοίου «Cargo» ή «Vessel» στον εξοπλισμό AIS, παρά ένας περισσότερο πληροφοριακός τύπος πλοίου, αλλά υπάρχουν και άλλες ιδιαιτερότητες.

Σε ορισμένες περιπτώσεις, το πρόβλημα είναι η περιττή ασάφεια, όπως για παράδειγμα η χρήση του «Cargo» για ένα σκάφος, όταν θα μπορούσε να έχει χρησιμοποιηθεί πιο σωστά η λέξη «tanker». Σε άλλες περιπτώσεις, το πιο σημαντικό και κατάλληλο περιγραφικό στοιχείο μπορεί να είναι δύσκολο να εκτιμηθεί, αν δεν παρασχεθούν περισσότερες πληροφορίες στους πλοηγούς και τους εγκαταστάτες. Για παράδειγμα, ένα υψηλής ταχύτητας σκάφος go-go μπορεί νομίμως να οριστεί ως «High Speed Craft» ή «Passenger» ή «Cargo» στο AIS. Και οι τρεις τύποι παρατηρήθηκαν να αναφέρονται χωριστά σε τρία συγγενικά πλοία που εξυπηρετούν τον ίδιο λιμένα. Το πρόβλημα έγκειται στο ότι δεν έχουν οριστεί αρκετές κατηγορίες που να καλύπτουν όλους τους τύπους πλοίων και δεν είναι εφικτό να υπάρχει κάθε πιθανός τύπος πλοίου. Ωστόσο, ορισμένες πολύ κοινές και διακριτές κατηγορίες πλοίων, όπως πλοίο εμπορευματοκιβωτίων, οχηματαγωγό πλοίο και πλοίο μεταφοράς φορτίου χύδην, δεν επισημαίνονται ξεχωριστά στην προδιαγραφή AIS και χαρακτηρίζονται ως πλοία «Cargo». Η διαφοροποίηση θα ήταν χρήσιμη για την οπτική αναγνώριση στην θάλασσα, καθώς και για τους χειριστές VTS.

Ομοίως ο προσδιορισμός «Tanker» ισχύει και για τις διάφορες κατηγορίες δεξαμενοπλοίων μεταφοράς χημικών προϊόντων, δεξαμενοπλοίων μεταφοράς πετρελαίου και δεξαμενοπλοίων μεταφοράς φυσικού αερίου. Ωστόσο, η ενσωμάτωση περισσότερων τύπων πλοίων θα απαιτούσε χρονοβόρες ρυθμίσεις και αλλαγές στο σύστημα που δεν θα ήταν εφικτές σε σύντομο χρονικό διάστημα.

Στο ισχύον σύστημα, κάτι τέτοιο όμως θα ενίσχυε την εμπιστοσύνη στο σύστημα, εάν οι πλοηγοί μπορούσαν να βλέπουν πιο ακριβείς περιγραφές με λιγότερες διακυμάνσεις μεταξύ παρόμοιων σκαφών. Αυτό μπορεί να επιβληθεί μόνο σε πρώτη φάση, μέσα από την παροχή καλύτερης καθοδήγησης των εγκαταστατών του συστήματος και των πλοηγών. Επιπλέον, αυτό το λεγόμενο στατικό πεδίο που δείχνει «τον τύπο του σκάφους» μεταβάλλεται για ορισμένους τύπους σκαφών σύμφωνα με το καθεστώς πλοήγησής τους στο ταξίδι.

2.2.3 Όνομα πλοίου και διακριτικό σήμα κλήσης πλοίου

Αν και στην περιορισμένη «μελέτη του AIS με βάση το VTS» δεν εντοπίστηκαν καθόλου εσφαλμένα ονόματα ή διακριτικά σήματα, στην ευρύτερη «μελέτη άντλησης δεδομένων AIS», τα προβλήματα που παρατηρήθηκαν ήταν ότι τα πεδία έμεναν κενά. Κανένα όνομα ή διακριτικό σήμα κλήσεως δεν δόθηκε στο 0,5% του συνόλου των μηνυμάτων AIS που καταγράφηκαν. Ένα άλλο πρόβλημα που παρατηρήθηκε ήταν η χρήση συντετμημένης ονομασίας του πλοίου που σε πολλές περιπτώσεις, αλλά όχι σε όλες, οφειλόταν στον ανεπαρκή αριθμό των χαρακτήρων που ήταν διαθέσιμος και ο οποίος περιορίζει το πεδίο αυτό στους 20 χαρακτήρες στον εξοπλισμό AIS. Τα σφάλματα σε αυτές τις δύο κατηγορίες είναι είτε λόγω λάθους εγκατάστασης ή εξαιτίας του σχεδιασμού των ρυθμίσεων, κάτι που δεν επιτρέπει την εμφάνιση του πλήρους ονόματος του πλοίου εάν είναι μεγαλύτερο από 20 χαρακτήρες. Αυτοί οι περιορισμοί όμως σημαίνουν ότι μπορεί να υπάρξει σύγχυση σχετικά με το όνομα του πλοίου, ειδικά όταν ο πρωταρχικός σκοπός του AIS ήταν να αντιμετωπιστεί αυτό το πρόβλημα. Αποτελεί ακόμα κοινή πρακτική να χρησιμοποιείται το όνομα του πλοίου στις ηχητικές επικοινωνίες, ακόμη και αν διατίθενται πλέον οι εναλλακτικές λύσεις με την χρήση του αριθμού MMSI (μέσω Ψηφιακής Επιλεκτικής Κλήσης) ή του διακριτικού σήματος.

2.2.4 Κατάσταση πλεύσης του πλοίου

Στην «μελέτη του AIS με βάση το VTS», το 30% των πλοίων εντοπίστηκαν να εμφανίζουν ανακριβείς πληροφορίες για την κατάσταση και υπήρχαν πιθανώς περισσότερα παραδείγματα που δεν παρατηρήθηκαν από την έρευνα. Το 4% εμφάνιζε εσφαλμένη κατάσταση σκαφών σε πορεία πλεύσης που χρησιμοποιούν τις μηχανές τους, δείχνοντας ότι χρησιμοποιούσαν τα ιστία τους, μια επιλογή που θα πρέπει να χρησιμοποιείται μόνο από για πλοία που ταξιδεύουν με ιστία. Άλλα παραδείγματα που ανιχνεύθηκαν από την έρευνα περιλαμβάνουν ένα πλοίο το οποίο έπλεε με 10 κόμβους να παρουσιάζεται ως αγκυροβολημένο και πλοία που ήταν αγκυροβολημένα να εμφανίζονται ότι έπλεαν.

Η κατάσταση πλεύσης αποτελεί μία πολύ σημαντική πληροφορία για την επίγνωση της κατάστασης και την αποφυγή συγκρούσεων. Μάλλον εξαιτίας μπερδέματος, ο προγραμματισμός των δεδομένων του AIS δείχνει ότι η πλεύση για ορισμένες κατηγορίες σκαφών δίδεται στο πεδίο του τύπου του πλοίου, καθώς και στο πεδίο πλεύσης. Στον Πίνακα 2 δίδονται μερικά παραδείγματα τύπων πλοίων, η διαφορετική κατάστασή τους, σύμφωνα με το IRPCS και τα αντίστοιχα δεδομένα, τα οποία θα πρέπει να φαίνονται από το AIS. Τα παραδείγματα έχουν επιλεγεί για να δείξουν το πώς η φιλοσοφία των καταχωρήσεων των δεδομένων AIS είναι διαφορετική μεταξύ των διαφόρων τύπων σκαφών. Σε ορισμένες κατηγορίες, το σύστημα έχει διατηρήσει τον τύπο του πλοίου, σύμφωνα με την φιλοσοφία των στατικών δεδομένων AIS. Έτσι, για παράδειγμα, ένα αλιευτικό σκάφος παραμένει ένα αλιευτικό σκάφος σε κάθε ταξίδι του. Το σχετικό πεδίο με το ταξίδι της πλεύσης θα διαφέρει για το ταξίδι ανάλογα με το αν το σκάφος ασχολείται με την αλιεία ή όχι. Ομοίως στον πίνακα 2, ένα ιστιοφόρο θα αλλάξει μόνο την κατάσταση πλεύσης του και όχι τον τύπο του σκάφους. Αντίθετα, στον πίνακα 2, ένα ρυμουλκό θα εμφανίζεται στο στατικό πεδίο του τύπου του σκάφους ως «ρυμουλκό» όταν δεν εμπλέκεται σε ρυμούλκηση. Όταν το ρυμουλκό εμπλέκεται με την ρυμούλκηση, το λεγόμενο στατικό πεδίο του τύπου σκάφους αλλάζει από «ρυμουλκό» σε «ρυμούλκηση» ή «ρυμούλκηση και το μήκος του ρυμουλκούμενου υπερβαίνει τα 200 μέτρα ή το πλάτος υπερβαίνει τα 25 μέτρα», όπως ισχύει. Ο λόγος γι' αυτή την διαφοροποίηση στις ρυθμίσεις του AIS οφείλεται στο ότι το πεδίο με την κατάσταση πλεύσης μπορεί στη συνέχεια να χρησιμοποιηθεί για να δείξει πότε το ρυμουλκό «περιορίζεται ως προς την ικανότητά του να ελίσσεται». Παρομοίως, μία βυθοκόρος

θα αλλάξει τον τύπο του πλοίου καθ' όλο το ταξίδι της. Δεν είναι σαφές εάν ένα πιλοτικό σκάφος πρέπει ή δεν πρέπει να αλλάζει τον τύπο του σκάφους όταν δεν ασχολείται με καθήκοντα πλοήγησης.

Είναι σημαντικό για τους πλοηγούς να γνωρίζουν και να είναι προετοιμασμένοι για τέτοιες ασάφειες μέσα από την ειδική κατάρτιση στο AIS τόσο στον προγραμματισμό όσο και στις προοπτικές ερμηνείας των πληροφοριών.

Anti-collision information defined by lights and shapes under the International Regulations for Preventing Collisions at Sea			Equivalent settings on an AIS receiver programmed according to the IALA Guidelines for AIS		
Category of vessel	Navigation status	Extra information	Vessel type	Navigational status	Extra information
Power driven vessel	Underway	L < 50m or L ≥ 50m	Passenger/cargo/tanker/HSC/other types of ship	Underway using engine	In length field
Pilot vessel - Not engaged in pilotage duty	Underway	L < 50m or L ≥ 50m	Other vessel or still Pilot vessel?	Underway using engine	In length field
	At anchor	L < 50m or L ≥ 50m	Other vessel or still Pilot vessel?	At anchor	In length field
Pilot vessel - Engaged in pilotage duty	Underway	L < 50m or L ≥ 50m	Pilot vessel	Underway using engine	In length field
	At anchor	L < 50m or L ≥ 50m	Pilot vessel	At anchor	In length field
Tug - Not engaged in towing	Underway or making way	L < 50m or L ≥ 50m	Tug	Underway using engine	In length & speed fields
Tug - Engaged in towing	Underway or making way	L < 50m or L ≥ 50m & L of tow ≤ 200m	Towing	Underway using engine	In length & speed fields
Tug - Engaged in towing	Underway or making way	L < 50m or L ≥ 50m & L of tow > 200m	Towing & L of the tow exceeds 200m or breadth exceeds 25m	Underway using engine	In length & speed fields
Tug – Engaged in towing and restricted in her ability to manoeuvre	Underway or making way	L < 50m or L ≥ 50m & L of tow ≤ 200m	Towing	Restricted in her ability to manoeuvre	In length & speed fields
Tug – Engaged in towing and restricted in her ability to manoeuvre	Underway or making way	L < 50m or L ≥ 50m & L of tow > 200m	Towing & L of the tow exceeds 200m or breadth exceeds 25m	Restricted in her ability to manoeuvre	In length & speed fields
Fishing vessel - Not engaged in fishing	Underway or making way	L < 50m or L ≥ 50m	Fishing	Underway using engine	In length & speed fields
	At anchor	L < 50m or L ≥ 50m	Fishing	At anchor	In length field
Fishing vessel – Engaged in trawling	Underway or making way or at anchor	L < 50m or L ≥ 50m	Fishing	Engaged in fishing	In length & speed fields
Fishing vessel - Other than trawler engaged in fishing	Underway or making way or at anchor	L < 50m or L ≥ 50m	Fishing	Engaged in fishing	In length & speed fields
Fishing vessel - Other than trawler engaged in fishing with outlying gear >150m	Underway or making way or at anchor	L < 50m or L ≥ 50m	Fishing	Engaged in fishing	In length & speed fields. Use of safety message field communicated to indicate obstruction?
Dredger - Not engaged in dredging or underwater operation	Underway or making way	L < 50m or L ≥ 50m	Cargo ship or other type	Underway using engine	In length & speed fields
	At anchor	L < 50m or L ≥ 50m	Cargo ship or other type	At anchor	In length field
Dredger - Engaged in dredging or underwater operation with obstruction	Underway or making way or at anchor	L < 50m or L ≥ 50m	Engaged in dredging or underwater operations	Restricted in her ability to manoeuvre	In length & speed fields. Use of safety message field communicated to indicate obstruction?
Sailing vessel - under sail only	Underway		Sailing	Underway by sail	
Sailing vessel - Propelled by machinery (with or without sail)	Underway		Sailing	Underway using engine	

Πίνακας 1. Σύγκριση επιλεγμένων τύπων πλοίων και κατάσταση πλοήγησης όπως ορίζεται από τον IRPCS και τις επιλογές του AIS όπως ορίζονται από την IALA.

2.2.5 Μήκος και πλάτος πλοίου

Στην «μελέτη για το AIS με βάση το VTS», το 47% των πλοίων εμφανίζονται με λανθασμένο μήκος και το 18% με λανθασμένο πλάτος στις πληροφορίες AIS. Τα σφάλματα μήκους εμφάνιζαν:

6,4% των πλοίων με 0 μήκος

36,3% με ανακρίβεια μεταξύ 1 έως και 5 μέτρων και

4,3% με ανακρίβεια άνω των 5 μέτρων.

Τα σφάλματα πλάτους εμφάνιζαν:

6,3% των πλοίων με 0 πλάτος

8,5% με ανακρίβεια μεταξύ 1 έως και 5 μέτρων και

3,2% με ανακρίβεια άνω των 5 μέτρων.

Ένα άλλο 67% των παρατηρούμενων πλοίων εμφάνιζαν σφάλμα μικρότερο από 1 μέτρο στο πλάτος, το οποίο δεν έχει συμπεριληφθεί στα σχήματα ανακρίβειας για το πλάτος. Αν και αναμφίβολα, ορισμένες αποκλίσεις οφείλονται σε στρογγυλοποιήσεις, η πλειοψηφία των περιπτώσεων εμφάνιζε ανακριβείς πληροφορίες ως προς τα δεκαδικά ψηφία (π.χ. 23,7 αντί 23,3). Αν και αυτό το πρόβλημα δεν θεωρείται κρίσιμο, μπορεί όμως να υποδηλώνει μια συγκεκριμένη αντιμετώπιση γενικά στα δεδομένα AIS.

2.2.6 Βύθισμα

Μια προφανής ασυμφωνία στο 17% των καταχωρίσεων του AIS για το βύθισμα του πλοίου που παρατηρήθηκε από την «μελέτη άντλησης δεδομένων AIS» είναι η μη διαθεσιμότητα ή αναφορά 0 μέτρων για το βύθισμα του πλοίου. Παρατηρήθηκε επίσης ότι στο 14% των καταχωρίσεων AIS το βύθισμα εμφανίζεται μεγαλύτερο από το μήκος του πλοίου.

Προορισμός και αναμενόμενη ώρα άφιξης (ETA)

Στην «μελέτη άντλησης δεδομένων AIS» του δείγματος των 30.946 μεταδόσεων πληροφοριών AIS, το 49% παρουσίασε προφανή σφάλματα στα πεδία του προορισμού και της ETA (Estimate Time of Arrival). Μερικές από τις αόριστες ή λανθασμένες καταχωρήσεις AIS για τον προορισμό που διαπιστώθηκαν ήταν: ένας αριθμός αντί του προορισμού, το όνομα της χώρας και όχι του λιμένα, μια

συντετμημένη ονομασία δύσκολη να ερμηνευθεί, οι λέξεις «not available» ή «not defined» ή «null», επίσης άκυρες καταχωρίσεις ή απλώς κενό πεδίο. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι η μελέτη ήταν σε θέση να εντοπίσει μόνο τις ασυμφωνίες και πολλές λανθασμένες καταχωρήσεις δεν παρατηρήθηκαν.

Αντιθέτως, οι αόριστες καταχωρίσεις για την ETA και τον προορισμό μπορεί στην πραγματικότητα να αφορούσαν αυτό που πραγματικά γνώριζαν τα σκάφη σε ένα μικρό αριθμό περιπτώσεων. Η ακριβής γνώση του σωστού προορισμού των άλλων σκαφών στο AIS μπορεί να είναι πολύ χρήσιμη σε περιοχές με υψηλή κυκλοφοριακή συμφόρηση και στην προσέγγιση των λιμένων ή στην είσοδο σε εσωτερικές πλωτές οδούς. Παρατηρήθηκε ότι η ETA δεν ενημερωνόταν σε έναν αριθμό μεταδόσεων AIS. Παρά το γεγονός ότι αυτά τα πεδία είναι προαιρετικά, αν πρόκειται να φανούν χρήσιμα, τα πλοία θα πρέπει να τα ενημερώνουν με ακρίβεια και τακτικά.

Κατεύθυνση, πορεία πάνω από το έδαφος (COG), ταχύτητα πάνω από το έδαφος (SOG) και θέση

Δυστυχώς κατά τη διάρκεια αυτής της έρευνας δεν ήταν δυνατόν να διερευνηθεί η κατεύθυνση, η πορεία πάνω από το έδαφος, η ταχύτητα πάνω από το έδαφος και η θέση. Περαιτέρω έρευνα για την ακρίβεια αυτών των βασικών πληροφοριών AIS είναι πολύ σημαντική, αν το AIS πρόκειται να χρησιμοποιηθεί για σκοπούς αποφυγής συγκρούσεων και την επιτυχή συγχώνευση δεδομένων με πληροφορίες από το ραντάρ. Ωστόσο, στην «μελέτη άντλησης δεδομένων από το AIS» διαπιστώθηκε ότι το 1% είχε δείξει γεωγραφικό πλάτος άνω των 90° και μήκος άνω των 180° ή θέση 0° N/S, 0° E/W. Επιπλέον αναφέρθηκαν μία απόκλιση κατεύθυνσης 90 μοιρών ή περισσότερο (Ναυτικό Ινστιτούτο, 2006) και μία λανθασμένη μετάδοση θέσης 00°N 000°W (Ναυτικό Ινστιτούτο, 2005γ).

2.2.7 Άλλα προβλήματα που σχετίζονται με το AIS

Η σωστή εγκατάσταση του AIS και η ενσωμάτωσή του με άλλες συσκευές πλοήγησης, η ακρίβεια των δεδομένων που εισάγονται στο σύστημα με το χέρι και η ικανότητα των ναυτικών να ερμηνεύουν σωστά τις λαμβανόμενες πληροφορίες εγείρουν μεγάλες ανησυχίες εάν το AIS πρόκειται να χρησιμοποιηθεί για την

ενίσχυση της λήψης αποφάσεων στην γέφυρα του πλοίου. Ο Bailey (2005) ισχυρίζεται ότι το 80% των μηνυμάτων AIS περιέχουν κάποιο σφάλμα ή ανακρίβειες.

Η εγκατάσταση του AIS και η εκπαίδευση των ναυτικών στην χρήση του εξοπλισμού είναι σημαντικά ζητήματα που επηρεάζουν τις λειτουργίες του AIS και στα οποία δεν έχει δοθεί προτεραιότητα στην εφαρμογή του AIS. Έχει υποστηριχθεί (Ναυτικό Ινστιτούτο, 2005γ) ότι το AIS έχει τη δυνατότητα να αποτελέσει ένα χρήσιμο βοήθημα πλοήγησης αν χρησιμοποιηθεί σωστά, λόγω του υψηλού ρυθμού ενημέρωσής του σχετικά με τις αλλαγές που γίνονται από τα άλλα πλοία. Ωστόσο, προς το παρόν η πραγματικότητα είναι ότι σε πολλές περιπτώσεις, οι πληροφορίες που παρέχονται είναι παραπλανητικές. Αυτό είναι ιδιαίτερα επικίνδυνο όταν κάποιες φορές χρειάζεται να βασιστεί κανείς στις κρίσιμες πληροφορίες του AIS, όπως όταν η ορατότητα είναι περιορισμένη και όταν η ικανότητα ανίχνευσης του ραντάρ είναι περιορισμένη.

Στην περίπτωση του ατυχήματος μεταξύ του *Hyundai Dominion* και του *Sky Hope* (Marine Accident Investigation Branch (MAIB), 2005) χρησιμοποιήθηκε ένα μήνυμα κειμένου ασφαλείας για να σταλεί μία προειδοποίηση σύγκρουσης η οποία δεν είχε εντοπιστεί από το απευθυνόμενο σκάφος. Δεν είναι σαφές κατά πόσον τα μηνύματα κειμένου θα πρέπει να χρησιμοποιούνται για τέτοιους σκοπούς από τους ναυτικούς. Εάν τόσο τα ακουστικά, όσο και τα οπτικά σήματα προειδοποίησης με ρυθμιζόμενες επιμέρους παραμέτρους απόκρισης πρόκειται να χρησιμοποιούνται, θα μπορούσαν να ενσωματωθούν για να διευκολυνθεί η καλύτερη και πιο κατάλληλη απόκριση (Hellier και Edworthy, 1999). Τα προειδοποιητικά σήματα με ήχο μαζί με ένα μήνυμα κειμένου τα οποία θα εμφανίζονταν στην οθόνη προς ενημέρωση των ναυτικών για τυχόν ασυμβατότητα της κατάστασης πλεύσης με την ταχύτητα θα μπορούσαν να έχουν ισχυρό αντίκτυπο στη μείωση του κινδύνου σε επικίνδυνες καταστάσεις (Baldwin και May, 2005).

Αν οι ρυθμιστικές αρχές επιμείνουν ότι το AIS θα πρέπει να χρησιμοποιείται ως βοήθημα κατά των συγκρούσεων, τότε είναι απαραίτητο να διαβιβάζεται ορθή πληροφόρηση. Αντίθετα προς τις προθέσεις, υπάρχουν κάποιες ενδείξεις ότι η τεχνολογία AIS στην πραγματικότητα αυξάνει τις κλήσεις VHF μεταξύ των πλοίων για τον σκοπό της αποφυγής συγκρούσεων. Ο Bailey (2005) ισχυρίζεται ότι περίπου το 90% των 245 περιπτώσεων των κλήσεων VHF που καταγράφηκαν από το Κανάλι της Ακτοφυλακής του Ντόβερ ως προς την Υπηρεσία Πληροφοριών Πλοήγησης

(CNIS) αφορούσαν στην αποφυγή συγκρούσεων. Αυτό μπορεί να προκαλέσει περισσότερες παραβιάσεις των κανονισμών κατά των συγκρούσεων και να μειώσει την ικανότητα του OOW (Officer of the Watch) να μπορεί να λαμβάνει τα κατάλληλα μέτρα σε επαρκή χρόνο, όπως απαιτείται από τον κανονισμό αποφυγής συγκρούσεων. Έτσι, θα μπορούσε να είναι ένας παράγοντας που αυξάνει τον κίνδυνο σύγκρουσης σε ορισμένες περιπτώσεις. Οι κλήσεις VHF θα μπορούσαν να προκαλέσουν σύγχυση μεταξύ δύο πλοίων, αν δεν συμφωνούν πάνω σε συγκεκριμένες ενέργειες που απαιτούνται (Swift, 2004). Η αυξημένη ικανότητα για τοπικές ρυθμίσεις μεταξύ των πλοίων με την χρήση VHF μπορεί να προκαλέσει μεγαλύτερη σύγχυση και παραβίαση των κανόνων κυκλοφορίας (KOK) (Farmer, 2004).

Κεφάλαιο 3^ο Εφαρμογές



Εικόνα 4. Οθόνη AIS ενός σκάφους με κείμενο, η οποία προβάλλει την εμβέλεια των κοντινών σκαφών, τα έδρανα και τα ονόματα.

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

Αποφυγή συγκρούσεων: Το AIS αναπτύχθηκε από τις τεχνικές επιτροπές του Διεθνούς Ναυτιλιακού Οργανισμού (IMO) ως μια τεχνολογία για την αποφυγή συγκρούσεων μεταξύ των μεγάλων πλοίων στη θάλασσα, τα οποία δεν βρίσκονται εντός της εμβέλειας των συστημάτων που βρίσκονται στην ξηρά. Η τεχνολογία εντοπίζει κάθε πλοίο ξεχωριστά, μαζί με την συγκεκριμένη θέση και τις κινήσεις του, επιτρέποντας μια εικονική εικόνα που δημιουργείται σε πραγματικό χρόνο. Τα πρότυπα του AIS περιλαμβάνουν μια ποικιλία αυτόματων υπολογισμών που βασίζονται σε αναφορές της θέσης, όπως το πλησιέστερο σημείο προσέγγισης (CPA) και ειδοποιήσεις σύγκρουσης. Καθώς το AIS δεν χρησιμοποιείται από όλα τα σκάφη,

συνήθως χρησιμοποιείται σε συνδυασμό με ραντάρ. Όταν ένα πλοίο πλέει στη θάλασσα, οι πληροφορίες για την κίνηση και την ταυτότητα των άλλων πλοίων στην περιοχή είναι ζωτικής σημασίας ώστε οι πλοηγοί να μπορούν να λαμβάνουν αποφάσεις για να αποφευχθεί η σύγκρουση με άλλα πλοία και άλλοι κίνδυνοι (ρηχά νερά ή βράχια). Για τον ίδιο σκοπό χρησιμοποιείται σαφώς και η οπτική παρατήρηση (π.χ. με γυμνά μάτια, με κυάλια ή με κυάλια νυχτερινής όρασης), οι ηχητικές ανταλλαγές (π.χ., σφυρίχτρα, κόρνα και ο ασύρματος VHF) και το ραντάρ ή το αυτόματο ραντάρ (Automatic Radar Plotting Aid). Ωστόσο, αυτοί οι προληπτικοί μηχανισμοί μερικές φορές αποτυγχάνουν λόγω των χρονικών καθυστερήσεων, τους περιορισμούς του ραντάρ, τους λανθασμένους υπολογισμούς και τις δυσλειτουργίες της οθόνης και μπορεί να προκληθεί σύγκρουση. Ενώ οι απαιτήσεις του AIS είναι να εμφανίζει μόνο πολύ βασικές πληροφορίες κειμένου, τα δεδομένα που αποκτώνται μπορούν να ενσωματωθούν με έναν γραφικό ηλεκτρονικό χάρτη ή σε μια οθόνη ραντάρ κι έτσι να παρέχουν ολοκληρωμένες πληροφορίες πλεύσης σε μία μόνο οθόνη.

Παρακολούθηση και Έλεγχος Στόλου Αλιείας: Το AIS χρησιμοποιείται ευρέως από τις εθνικές αρχές για τον εντοπισμό και την παρακολούθηση των δραστηριοτήτων των εθνικών αλιευτικών στόλων τους. Το AIS επιτρέπει στις Αρχές να παρακολουθούν αξιόπιστα, οικονομικά και αποτελεσματικά την δραστηριότητα των αλιευτικών σκαφών κατά μήκος της ακτογραμμής τους, συνήθως έως και 60 μίλια μακριά (ανάλογα με την τοποθεσία και την ποιότητα των σταθμών/δεκτών που βρίσκονται στην ακτή) και με επιπλέον δεδομένα από δορυφορικά δίκτυα.

Υπηρεσίες κυκλοφορίας σκαφών: Σε ύδατα και λιμάνια με πολύ μεγάλη κυκλοφορία, μπορεί να υπάρχει μία τοπική υπηρεσία εξυπηρέτησης κυκλοφορίας πλοίων (VTS) για τη διαχείριση της κυκλοφορίας των πλοίων. Εδώ, το AIS παρέχει πρόσθετη επίγνωση της κυκλοφορίας και πληροφορίες σχετικά με τη διαμόρφωση και τις κινήσεις των πλοίων.

Ασφάλεια στη θάλασσα: Το AIS επιτρέπει στις Αρχές να εντοπίζουν συγκεκριμένα σκάφη καθώς και να παρακολουθούν την δραστηριότητά τους εντός ή πλησίον της Αποκλειστικής Οικονομικής Ζώνης μίας χώρας. Όταν τα δεδομένα AIS συγχωνεύονται με τα υπάρχοντα συστήματα ραντάρ, οι αρχές είναι σε θέση να διακρίνουν τα σκάφη πιο εύκολα. Τα δεδομένα AIS μπορούν να επεξεργαστούν αυτόματα και να δημιουργούνται κανονικοποιημένα πρότυπα δραστηριότητας για μεμονωμένα σκάφη, τα οποία όταν παραβιαστούν σημαίνει ο συναγερμός,

αναδεικνύοντας έτσι τις πιθανές απειλές για την πιο αποτελεσματική χρήση των ομάδων ασφαλείας. Το AIS βελτιώνει την επίγνωση του θαλάσσιου τομέα και επιτρέπει την αυξημένη ασφάλεια και τον έλεγχο. Επιπλέον, το AIS μπορεί να εφαρμοστεί σε ποτάμια και λίμνες.

Βοήθημα στην ναυσιπλοΐα: Το AIS Aids to Navigation (AtoN) είναι ένα τυποποιημένο προϊόν το οποίο αναπτύχθηκε με την δυνατότητα να μεταδίδει τις θέσεις και τα ονόματα αντικειμένων, εκτός από τα πλοία, όπως ένα βοήθημα πλοήγησης και τις θέσεις δείκτη και δυναμικά στοιχεία που αντανακλούν το περιβάλλον του δείκτη (π.χ., ρεύματα και κλιματολογικές συνθήκες). Τα βοηθήματα αυτά μπορούν να βρίσκονται στην ξηρά, π.χ. σε ένα φάρο ή στο νερό σε πλατφόρμες ή σε σημαδούρες. Η αμερικανική ακτοφυλακή έχει προτείνει ότι το AIS θα μπορούσε να αντικαταστήσει τους φάρους ραντάρ που χρησιμοποιούνται σήμερα ως ηλεκτρονικά βοηθήματα ναυσιπλοΐας (SOLAS'1974, 2000) Το AtoN επιτρέπει στις αρχές να παρακολουθούν εξ αποστάσεως την κατάσταση μιας σημαδούρας, την κατάσταση ενός φαναριού, καθώς και να μεταδίδει δεδομένα σε πραγματικό χρόνο μέσω αισθητήρων (π.χ. καιρός και κατάσταση της θάλασσας) που βρίσκονται στην σημαδούρα σε πλοία που είναι εξοπλισμένα με AIS πομποδέκτες ή στις τοπικές αρχές. Ένα AtoN θα μεταδίδει τη θέση και την ταυτότητά του, μαζί με όλες τις άλλες πληροφορίες. Το πρότυπο AtoN επιτρέπει επίσης την εκπομπή των θέσεων του «Εικονικού AtoN», όπου μία μόνο συσκευή μπορεί να μεταδίδει μηνύματα με μια «ψεύτικη» θέση τέτοια ώστε ένας δείκτης AtoN να εμφανίζεται μεν στους ηλεκτρονικούς χάρτες, αλλά να μην υπάρχει στην πραγματικότητα η στην θέση αυτή.

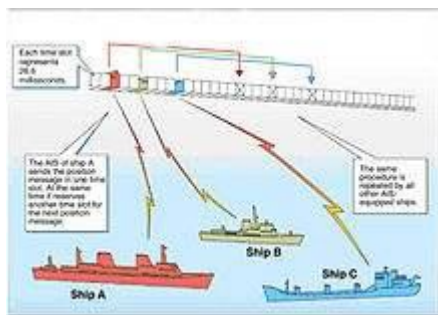
Έρευνα και διάσωση: Για τον συντονισμό των πόρων των θαλάσσιων επιχειρήσεων έρευνας και διάσωσης, είναι επιτακτική ανάγκη να υπάρχουν δεδομένα σχετικά με την κατάσταση της θέσης και πλευσης των άλλων πλοίων στην περιοχή. Σε τέτοιες περιπτώσεις, το AIS μπορεί να παρέχει πρόσθετες πληροφορίες και αυξημένη γνώση επί των διαθέσιμων πόρων, ακόμη και αν η εμβέλεια του συστήματος AIS είναι περιορισμένη σε εύρος ασύρματου VHF. Το πρότυπο AIS οραματίστηκε επίσης την πιθανή χρήση σε αεροσκάφη έρευνας και διάσωσης και περιλαμβάνει ένα μήνυμα (AIS Μήνυμα 9) για τα αεροσκάφη να αναφέρουν τη θέση τους. Για την παροχής βοήθειας σε πλοία και αεροσκάφη έρευνας και διάσωσης στον εντοπισμό ανθρώπων που βρίσκονται σε κίνδυνο, αναπτύχθηκαν οι προδιαγραφές (IEC 61.097 - 14 Ed 1.0) για έναν πομπό έρευνας και διάσωσης τύπου AIS (AIS-SART) από την TC80 AIS της IEC. Το AIS-SART προστέθηκε στις ρυθμίσεις του Παγκόσμιου Ναυτιλιακού

Συστήματος Κινδύνου και Ασφαλείας από την 1η Ιανουαρίου 2010. Τα AIS-SART ήταν διαθέσιμα στην αγορά, τουλάχιστον από το 2009. Οι πρόσφατοι κανονισμοί υποχρεώνουν την εγκατάσταση των συστημάτων AIS σε όλα τα σκάφη Ασφάλειας της Ανθρώπινης Ζωής στη Θάλασσα (SOLAS) και σε σκάφη πάνω από 300 τόνους (EMC Analysis of Universal Automatic Identification and Public Correspondence Systems in the Maritime VHF Band)

Διερεύνηση ατυχήματος: Οι πληροφορίες AIS που λαμβάνονται από το VTS είναι σημαντικές και στην διερεύνηση ατυχημάτων, δεδομένου ότι παρέχουν ακριβή ιστορικά στοιχεία για τον χρόνο, την ταυτότητα, την θέση GPS, την πορεία πάνω από το έδαφος, την ταχύτητα (με log/SOG) κλπ., σε αντίθεση με τις λιγότερο ακριβείς πληροφορίες που παρέχονται από το ραντάρ. Μια πιο ολοκληρωμένη εικόνα των γεγονότων θα μπορούσε να ληφθεί με συστήματα καταγραφής δεδομένων ταξιδιού (VDR), εφόσον τα δεδομένα είναι διαθέσιμα και διατηρούνται επί του σκάφους ως προς τις λεπτομέρειες των κινήσεων του πλοίου, την φωνητική επικοινωνία και τις εικόνες από το ραντάρ κατά τη διάρκεια των ατυχημάτων. Ωστόσο, τα δεδομένα VDR δεν διατηρούνται λόγω της περιορισμένης δωδεκάωρης αποθήκευσης σύμφωνα με τον κανόνα του IMO (AIS internet contribution, 2014)

Παρακολούθηση στόλου και φορτίου: Το AIS μέσω του Διαδικτύου μπορεί να χρησιμοποιηθεί από τους διαχειριστές στόλου ή πλοίου για την παρακολούθηση της παγκόσμιας θέσης των πλοίων τους. Οι αποστολείς φορτίων ή οι ιδιοκτήτες των υπό διαμετακόμιση εμπορευμάτων, μπορούν να παρακολουθούν την πορεία των φορτίων τους και να προβλέπουν τον χρόνο άφιξής τους στο λιμάνι (AIS Messages, 2010).

Κεφάλαιο 4^ο Πώς λειτουργεί το AIS



Εικόνα 5. Επισκόπηση συστήματος από την αμερικανική ακτοφυλακή

4.1 Βασική επισκόπηση

Οι αναμεταδότες AIS εκπέμπουν αυτόματα πληροφορίες, όπως τη θέση τους, την ταχύτητα και συνθήκες πλεύσης, σε τακτά χρονικά διαστήματα μέσω ενός πομποδέκτη VHF που είναι ενσωματωμένος στον αναμεταδότη. Οι πληροφορίες προέρχονται από αισθητήρες πλοήγησης του πλοίου, συνήθως από έναν δέκτη και μία γυροσκοπική πυξίδα από το παγκόσμιο δορυφορικό σύστημα πλοήγησης (GNSS). Άλλες πληροφορίες, όπως το όνομα του σκάφους και τα διακριτικά κλήσης VHF, έχουν προγραμματιστεί κατά την εγκατάσταση του εξοπλισμού και μεταδίδονται επίσης τακτικά. Τα σήματα λαμβάνονται από αναμεταδότες AIS που έχουν εγκατασταθεί σε άλλα πλοία ή σε χερσαία συστήματα, όπως σε συστήματα VTS. Οι λαμβανόμενες πληροφορίες μπορούν να εμφανίζονται σε οθόνες ή σε πλότερ διαγραμμάτων, δείχνοντας τις θέσεις των άλλων πλοίων με τον ίδιο τρόπο όπως μια οθόνη ραντάρ. Τα δεδομένα μεταδίδονται μέσω ενός συστήματος παρακολούθησης το οποίο κάνει χρήση μιας ζεύξης δεδομένων Self-Organized Time Division Multiple Access (SOTDMA) η οποία σχεδιάστηκε από τον Σουηδό εφευρέτη Håkan Lans (Schwehr & Zetterberg (2010)).

Το πρότυπο AIS περιλαμβάνει αρκετούς τύπους προϊόντων. Οι προδιαγραφές για κάθε τύπο προϊόντος παρέχουν λεπτομερείς τεχνικές προδιαγραφές που διασφαλίζουν την συνολική ακεραιότητα του παγκόσμιου συστήματος AIS εντός του οποίου όλοι οι τύποι του προϊόντος πρέπει να λειτουργούν. Οι κύριοι τύποι προϊόντων στα πρότυπα του συστήματος AIS είναι οι εξής (AIS internet contribution, 2014):

Κατηγορία A: Πρόκειται για έναν πομποδέκτη AIS που είναι τοποθετημένος επί του σκάφους και λειτουργεί χρησιμοποιώντας το SOTDMA. Απευθύνεται σε μεγάλα εμπορικά πλοία, καθώς η χρήση του SOTDMA απαιτεί από έναν πομποδέκτη να διατηρεί έναν διαρκώς ενημερωμένο χάρτη των θυρίδων στην μνήμη του έτσι ώστε να γνωρίζει εκ των προτέρων ποιες θυρίδες θα είναι διαθέσιμες για την μετάδοση. Οι πομποδέκτες SOTDMA στην συνέχεια προ-ανακοινώνουν την μετάδοσή τους, δεσμεύοντας αποτελεσματικά την θυρίδα για την εκπομπή τους. Ως εκ τούτου, οι μεταδόσεις του SOTDMA τίθενται σε προτεραιότητα στο πλαίσιο του συστήματος AIS. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω 2 δεκτών που βρίσκονται σε συνεχή λειτουργία. Οι πομποδέκτες Κατηγορίας A πρέπει να διαθέτουν μία ολοκληρωμένη προβολή, να εκπέμπουν στα 12,5W, να έχουν δυνατότητα διασύνδεσης με πολλαπλά συστήματα του πλοίου και να προσφέρουν μια εκλεπτυσμένη επιλογή χαρακτηριστικών και λειτουργιών. Ο προεπιλεγμένος ρυθμός μετάδοσης είναι κάθε λίγα δευτερόλεπτα. Οι συμβατές συσκευές τύπου AIS Κατηγορίας A λαμβάνουν όλα τα είδη των μηνυμάτων AIS.

Κατηγορία B: Πομποδέκτης AIS που είναι τοποθετημένος πάνω στο σκάφος και ο οποίος λειτουργεί με τη χρήση είτε ενός CSTDMA ή SOTDMA. Σήμερα υπάρχουν 2 ξεχωριστές προδιαγραφές από τον IMO για τον πομποδέκτη κατηγορίας B ο οποίος απευθύνεται σε λιγότερο εμπορικές και ψυχαγωγικές αγορές. Οι πομποδέκτες CSTDMA (Carrier Sense Time Division Multiple Access) «ακούν» τον χάρτη των θυρίδων αμέσως πριν από τη μετάδοση και αναζητούν εκείνη την θυρίδα στην οποία ο «θόρυβος» είναι ο ίδιος ή παρόμοιος με τον θόρυβο του περιβάλλοντος, πράγμα που σημαίνει ότι το μηχάνημα δεν χρησιμοποιείται από άλλη συσκευή AIS. Οι πομποδέκτες Κατηγορίας B μεταδίδουν στα 2 W και δεν απαιτείται να έχουν μια ολοκληρωμένη απεικόνιση. Μπορούν να συνδεθούν με τα περισσότερα συστήματα απεικόνισης όπου τα ληφθέντα μηνύματα θα εμφανίζονται στις λίστες ή θα επικαλύπτονται στα διαγράμματα. Ο προεπιλεγμένος ρυθμός μετάδοσης είναι συνήθως κάθε 30 δευτερόλεπτα, αλλά αυτό μπορεί να ποικίλλει ανάλογα με την ταχύτητα του σκάφους ή τις οδηγίες από τους σταθμούς βάσης. Το πρότυπο τύπου κατηγορίας B απαιτεί να υπάρχει ένα ενσωματωμένο GPS και ορισμένοι δείκτες LED. Ο εξοπλισμός κατηγορίας B λαμβάνει όλα τα είδη των μηνυμάτων AIS.

Σταθμός βάσης: Ο πομποδέκτης AIS που βρίσκεται εγκατεστημένος στην ξηρά λειτουργεί με τη χρήση SOTDMA. Οι σταθμοί βάσης έχουν ένα πολύπλοκο σύνολο χαρακτηριστικών και λειτουργιών που στο πρότυπο AIS είναι σε θέση να ελέγχουν το

σύστημα AIS και όλες τις συσκευές που λειτουργούν μαζί του. Έχει την δυνατότητα να αναγνωρίζει επιμέρους αναμεταδότες για αναφορές κατάστασης και/ή τις μεταβολές στην συχνότητα της μετάδοσης.

Βοηθήματα ναυσιπλοΐας (AtoN): Πομποδέκτης που βρίσκεται στην ακτή ή σε σημαδόουρα και ο οποίος λειτουργεί με τη χρήση FATDMA (Fixed Access Time Division Multiple Access). Είναι σχεδιασμένος για να συλλέγει και να διαβιβάζει δεδομένα που σχετίζονται με τη θάλασσα και τις καιρικές συνθήκες, καθώς και μηνύματα AIS για την επέκταση της κάλυψης του δικτύου.

Πομποδέκτης αναζήτησης και διάσωσης (SART): Ειδική συσκευή AIS που δημιουργήθηκε ως φάρος εκπομπής μηνύματος έκτακτης ανάγκης και λειτουργεί με τη χρήση PATDMA ή, όπως αποκαλείται μερικές φορές με «τροποποιημένο SOTDMA». Η συσκευή επιλέγει τυχαία μία θυρίδα για την μετάδοση και μεταδίδει μία σειρά οκτώ μηνυμάτων ανά λεπτό για να μεγιστοποιήσει την πιθανότητα επιτυχούς μετάδοσης. Μια συσκευή SART υποχρεούται να εκπέμπει κατ' ανώτατο σε μία εμβέλεια πέντε μιλίων και να μεταδίδει μια ειδική μορφή του μηνύματος η οποία αναγνωρίζεται από άλλες συσκευές AIS. Η συσκευή έχει σχεδιαστεί για περιοδική χρήση και μόνο σε περιπτώσεις έκτακτης ανάγκης λόγω της λειτουργίας PATDMA (AIS Application Specific Messages, 2011).

Ειδικοί αναμεταδότες AIS: Παρά το γεγονός ότι υπάρχουν δημοσιευμένες προδιαγραφές για το AIS από τον IMO/IEC, διάφορες αρχές επέτρεψαν και ενθάρρυναν την ανάπτυξη υβριδικών συσκευών AIS. Οι συσκευές αυτές αποσκοπούν στη διατήρηση της ακεραιότητας του πυρήνα της δομής μετάδοσης του AIS και του σχεδιασμού του για να διασφαλίζεται η επιχειρησιακή αξιοπιστία, αλλά για να προστεθεί μια σειρά από πρόσθετα χαρακτηριστικά και λειτουργίες τα οποία θα ανταποκρίνονται στις συγκεκριμένες ανάγκες τους. Ο πομποδέκτης AIS «Identifier» είναι ένα τέτοιο προϊόν, όπου ο πυρήνας Κατηγορίας B με τεχνολογία CSTDMA έχει σχεδιαστεί για να εξασφαλίσει ότι η συσκευή λειτουργεί σε πλήρη συμμόρφωση με τις προδιαγραφές του IMO, αλλά με μια σειρά από αλλαγές που έχουν γίνει για να μπορέσει να λειτουργεί με μπαταρία, να έχει χαμηλό κόστος και να είναι πιο εύκολο σε επίπεδο εγκατάστασης και παραγωγής σε μεγάλο αριθμό. Τέτοιες συσκευές δεν έχουν διεθνή πιστοποίηση σύμφωνα με τις προδιαγραφές του IMO, δεδομένου ότι συμμορφώνονται με πλήθος διαφόρων σχετικών προδιαγραφών. Συνήθως, οι σχετικές αρχές πραγματοποιούν τις δικές τους λεπτομερείς τεχνικές αξιολόγησης και δοκιμών

για να εξασφαλιστεί ότι ο πυρήνας της λειτουργίας της συσκευής δεν βλάπτει το διεθνές σύστημα AIS.

Οι δέκτες AIS δεν καθορίζονται στα πρότυπα AIS, επειδή δεν πραγματοποιούν την λειτουργία της μετάδοσης δεδομένων. Ως εκ τούτου, η κύρια απειλή για την ακεραιότητα οποιουδήποτε συστήματος AIS είναι οι μη συμβατές μεταδόσεις AIS κι έτσι απαιτείται προσοχή στις προδιαγραφές όλων των συσκευών μετάδοσης AIS. Ωστόσο, αξίζει επίσης να σημειωθεί ότι οι πομποδέκτες AIS μεταδίδουν σε πολλαπλά κανάλια, όπως απαιτείται από τις προδιαγραφές AIS. Ως εκ τούτου, οι δέκτες μονού καναλιού ή πολυπλεξίας, δεν θα λαμβάνουν όλα τα μηνύματα AIS. Μόνο οι δέκτες δύο καναλιών μπορούν να λαμβάνουν όλα τα μηνύματα AIS.

4.2 Έλεγχος και έγκριση του τύπου

Το AIS είναι μια τεχνολογία που έχει αναπτυχθεί υπό την αιγίδα του Διεθνούς Ναυτιλιακού Οργανισμού με τις τεχνικές επιτροπές του. Οι τεχνικές επιτροπές έχουν αναπτύξει και δημοσιεύσει μία σειρά από προδιαγραφές του προϊόντος AIS. Κάθε προδιαγραφή ορίζει με προσοχή ένα συγκεκριμένο προϊόν AIS που έχει δημιουργηθεί για να λειτουργήσει με έναν συγκεκριμένο τρόπο με όλες τις άλλες καθορισμένες συσκευές AIS, εξασφαλίζοντας έτσι τη διαλειτουργικότητα του συστήματος AIS σε όλο τον κόσμο. Η διατήρηση της ακεραιότητας των προδιαγραφών θεωρείται κρίσιμης σημασίας για την απόδοση του συστήματος AIS και την ασφάλεια των πλοίων και των αρχών που χρησιμοποιούν αυτήν την τεχνολογία. Ως εκ τούτου οι περισσότερες χώρες απαιτούν τα προϊόντα AIS να ελέγχονται ανεξάρτητα και να πιστοποιούνται για τη συμμόρφωσή τους με συγκεκριμένες δημοσιευμένες προδιαγραφές. Τα προϊόντα που δεν έχουν ελεγχθεί και πιστοποιηθεί από την αρμόδια αρχή, μπορεί να μην συμφωνούν με τις απαιτούμενες δημοσιευμένες προδιαγραφές AIS και ως εκ τούτου δεν μπορούν να λειτουργήσουν όπως αναμένεται στον τομέα αυτό. Οι πιο ευρέως αναγνωρισμένες και αποδεκτές πιστοποιήσεις είναι η οδηγία R&TTE, η αμερικανική Ομοσπονδιακή Επιτροπή Επικοινωνιών και η Βιομηχανία του Καναδά, φορείς οι οποίοι απαιτούν ανεξάρτητη πιστοποίηση από εξειδικευμένο και ανεξάρτητο οργανισμό ελέγχου των προϊόντων (USPTO, 2010).

4.3 Τύποι Μηνυμάτων

Υπάρχουν 27 διαφορετικοί τύποι κορυφαίων μηνυμάτων που καθορίζονται στην ITU 1371-4 (μέσα από την δυνατότητα για 64) ότι μπορούν να σταλούν από τους πομποδέκτες AIS (Top User Photos, 2008)

Τα μηνύματα AIS 6, 8, 25 και 26 παρέχουν «Ειδικά Μηνύματα Εφαρμογής» (Application Specific Messages, ASM) τα οποία επιτρέπουν στις αρμόδιες αρχές να ορίσουν επιπλέον υποτύπους μηνυμάτων AIS. Υπάρχουν παραλλαγές τύπου «addressed» (ABM) και «broadcast» (BBM) του μηνύματος. Τα μηνύματα «addressed», ενώ περιέχουν έναν προορισμό MMSI, δεν είναι απόρρητα και μπορούν να αποκωδικοποιηθούν από οποιονδήποτε δέκτη.

Μία από τις πρώτες χρήσεις των ASM ήταν η χρήση των δυαδικών μηνυμάτων του AIS (μήνυμα τύπου 8) από το Saint Lawrence Seaway για την παροχή πληροφοριών σχετικά με τα επίπεδα των υδάτων και τις καιρικές συνθήκες. Η Διώρυγα του Παναμά χρησιμοποιεί AIS μηνύματα τύπου 8 για την παροχή πληροφοριών σχετικά με τις βροχές κατά μήκος του καναλιού και του ανέμου. Το 2010, ο Διεθνής Ναυτιλιακός Οργανισμός εξέδωσε την εγκύκλιο 289 που καθορίζει την επόμενη επανάληψη των ASMs για τα μηνύματα του τύπου 6 και 8. Οι Alexander, Schwehr και Zetterberg πρότειναν ότι η κοινότητα των αρμοδίων αρχών θα μπορούσε να συνεργαστεί για την διατήρηση ενός περιφερειακού μητρώου αυτών των μηνυμάτων και των θέσεων χρήσης τους. Η Διεθνής Ένωση των Θαλάσσιων βοηθημάτων ναυσιπλοΐας και Θαλάσσιας Σήμανσης (IALA-AISM) δημιούργησε μια διαδικασία για τη συλλογή των συγκεκριμένων μηνυμάτων περιφερειακής εφαρμογής ("Atlantis leaves Columbus with a radio eye on Earth's sea traffic, 2009)

4.4 Λεπτομερής περιγραφή: μονάδες Κατηγορίας A

Κάθε συσκευή AIS, αποτελείται από έναν πομπό VHF, δύο δέκτες VHF TDMA, έναν ψηφιακό δέκτη VHF επιλεκτικής κλήσης (DSC) και συνδέσεις με συστήματα του πλοίου π.χ. οθόνη και αισθητήρα μέσω των πρότυπων θαλάσσιων ηλεκτρονικών επικοινωνιών (όπως το NMEA 0183, επίσης γνωστό ως πρότυπο IEC 61162). Ο συγχρονισμός είναι ζωτικής σημασίας για τον σωστό συγχρονισμό και χαρτογράφηση των θυρίδων (προγραμματισμός μετάδοσης) για μια μονάδα κατηγορίας A. Ως εκ τούτου, κάθε μονάδα πρέπει να έχει μια εσωτερική χρονική

βάση και να συγχρονίζεται με ένα παγκόσμιο δορυφορικό σύστημα πλοήγησης (π.χ. GPS) (LUXSPACE Sarl, 2011). Ο εσωτερικός δέκτης μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για πληροφορίες θέσης. Ωστόσο, η θέση αυτή συνήθως παρέχεται από έναν εξωτερικό δέκτη, όπως το GPS, το LORAN ή ένα αδρανειακό σύστημα πλοήγησης και ο εσωτερικός δέκτης χρησιμοποιείται μόνο ως εφεδρικό σύστημα για πληροφορίες θέσης. Άλλες πληροφορίες που μεταδίδονται από το AIS, εφόσον είναι διαθέσιμες σε ηλεκτρονική μορφή, λαμβάνονται από τον εξοπλισμό του πλοίου μέσω των πρότυπων θαλάσσιων συνδέσεων δεδομένων. Οι πληροφορίες κατεύθυνσης, θέσης (γεωγραφικό πλάτος και μήκος), η «ταχύτητα πάνω από το έδαφος» και η ταχύτητα πλευσης, αποτελούν δεδομένα που συνήθως παρέχονται από όλα τα πλοία που είναι εξοπλισμένα με το σύστημα AIS. Μπορούν επίσης να παρέχονται άλλες πληροφορίες, όπως ο προορισμός και το ETA (ACSAC, 2014).

Ένας αναμεταδότης AIS λειτουργεί κανονικά με αυτόνομο και συνεχή τρόπο, ανεξάρτητα από το αν λειτουργεί σε ανοικτές θάλασσες ή σε παράκτιες ή ηπειρωτικές περιοχές. Οι αναμεταδότες AIS χρησιμοποιούν δύο διαφορετικές συχνότητες, τα VHF θαλάσσια κανάλια 87B (161.975 MHz) και 88B (162.025 MHz) και χρησιμοποιούν διαμόρφωση στα 9,6 kbit/s GMSK σε κανάλια 25 ή 12,5 kHz χρησιμοποιώντας το πακέτο πρωτοκόλλου υψηλού επιπέδου ελέγχου σύνδεσης δεδομένων (HDLC). Αν και μόνο ένα ραδιοφωνικό κανάλι είναι αναγκαίο, κάθε σταθμός μεταδίδει και λαμβάνει σε πάνω από δύο ραδιοφωνικά κανάλια για την αποφυγή προβλημάτων παρεμβολών και για να μπορούν τα κανάλια να μετατοπίζονται χωρίς να υπάρχει απώλεια της επικοινωνίας από άλλα πλοία. Το σύστημα προσφέρει αυτόματη επίλυση διενέξεων μεταξύ αυτού και άλλων σταθμών, καθώς και την ακεραιότητα των επικοινωνιών η οποία διατηρείται ακόμη και σε περιπτώσεις υπερφόρτωσης.

Προκειμένου να διασφαλιστεί ότι οι μεταδόσεις VHF διαφορετικών αναμεταδοτών δεν θα εμφανίζονται την ίδια στιγμή, τα σήματα πολυπλέκονται χρονικά με τη χρήση μιας τεχνολογίας που ονομάζεται Self-Organized Time Division Multiple Access (SOTDMA) (ESA, 2009).

Για να πραγματοποιείται η πλέον αποτελεσματική χρήση του διαθέσιμου εύρους ζώνης, τα σκάφη που είναι αγκυροβολημένα ή κινούνται αργά εκπέμπουν λιγότερο συχνά από ό,τι εκείνα που κινούνται πιο γρήγορα ή κάνουν ελιγμούς. Ο ρυθμός εκπομπής κυμαίνεται από 3 λεπτά για τα αγκυροβολημένα σκάφη έως 2 δευτερόλεπτα για τα σκάφη που κινούνται γρήγορα ή κάνουν ελιγμούς, με το

τελευταίο να είναι παρόμοιο με εκείνο των συμβατικών θαλάσσιων ραντάρ (ITU-R M.1371-4, 2012).

Κάθε σταθμός AIS προσδιορίζει το δικό του πρόγραμμα μετάδοσης με βάση το ιστορικό κυκλοφορίας της σύνδεσης δεδομένων και την γνώση των πιθανών μελλοντικών δράσεων από άλλους σταθμούς. Μια αναφορά για την θέση από έναν σταθμό εντάσσεται σε μία από τις 2.250 χρονοθυρίδες οι οποίες δημιουργούνται κάθε 60 δευτερόλεπτα σε κάθε συχνότητα. Οι σταθμοί AIS συγχρονίζονται συνεχώς από μόνοι τους, για να αποφευχθεί η επικάλυψη των μεταδόσεων της θυρίδας. Η επιλογή των θυρίδων από τον σταθμό AIS γίνεται τυχαία μέσα σε ένα καθορισμένο χρονικό διάστημα και με ένα τυχαίο χρονικό όριο μεταξύ 4 και 8 λεπτών. Όταν ένας σταθμός αλλάζει την θυρίδα του, ανακοινώνει και τη νέα θέση και το χρονικό όριο για την εν λόγω θέση. Με αυτό τον τρόπο, οι νέοι σταθμοί, συμπεριλαμβανομένων εκείνων των σταθμών που ξαφνικά βρίσκονται εντός της εμβέλειας του ραδιοφώνου κοντά σε άλλα σκάφη, πάντα θα λαμβάνονται από τα σκάφη αυτά.

Η απαιτούμενη χωρητικότητα αναφοράς των πλοίων, σύμφωνα με το πρότυπο επιδόσεων του IMO είναι τουλάχιστον 2.000 χρονοθυρίδες ανά λεπτό, αν και το σύστημα παρέχει 4.500 χρονοθυρίδες ανά λεπτό. Η λειτουργία εκπομπής SOTDMA επιτρέπει στο σύστημα να είναι υπερφορτωμένο από 400 έως 500% μέσω της κοινής χρήσης των θυρίδων και να εξακολουθεί να παρέχει σχεδόν 100% απόδοση για πλοία σε απόσταση μικρότερη των 8 έως 10 ναυτικών μιλίων μεταξύ τους σε μία λειτουργία εκπομπής από πλοίο σε πλοίο. Σε περίπτωση υπερφόρτωσης του συστήματος, μόνο στόχοι που είναι πιο μακριά υπόκεινται σε απόρριψη προκειμένου να δοθεί προτεραιότητα σε πιο κοντινούς στόχους οι οποίοι και παρουσιάζουν περισσότερη ανησυχία για τα πλοία. Στην πράξη, η ικανότητα του συστήματος είναι σχεδόν απεριόριστη, επιτρέποντας σε ένα μεγάλο αριθμό πλοίων να εξυπηρετούνται ταυτόχρονα στο σύστημα.

Η περιοχή κάλυψης του συστήματος είναι ίδια με άλλες εφαρμογές VHF. Το εύρος του κάθε ασυρμάτου VHF καθορίζεται από πολλούς παράγοντες, όπως: το ύψος και η ποιότητα της κεραίας εκπομπής και το ύψος και η ποιότητα της κεραίας λήψης. Η διάδοσή του είναι καλύτερη από εκείνη του ραντάρ, λόγω του μεγαλύτερου μήκους κύματος, έτσι ώστε να είναι δυνατόν να επιτευχθεί η σύνδεση ακόμη και όταν το πλοίο βρίσκεται πίσω από νησιά. Η απόσταση look-ahead στη θάλασσα είναι ονομαστικά τα 20 ναυτικά μίλια (37 χιλιόμετρα). Με τη βοήθεια των σταθμών

αναμετάδοσης, η κάλυψη τόσο για το πλοίο, όσο και για τους σταθμούς VTS μπορεί να βελτιωθεί σημαντικά (The Nautical Institute, 2015).

Το σύστημα είναι συμβατό με ψηφιακά συστήματα επιλεκτικής κλήσης, επιτρέποντας στα χερσαία συστήματα GMDSS (Global Maritime Distress and Safety System) την δημιουργία καναλιών λειτουργίας AIS χωρίς μεγάλο κόστος και τον εντοπισμό και την παρακολούθηση πλοίων που διαθέτουν το σύστημα AIS και το οποίο προορίζεται να αντικαταστήσει πλήρως τα υφιστάμενα συστήματα αναμετάδοσης που βασίζονται στο DSC.

Σήμερα, κατασκευάζονται χερσαία συστήματα δικτύων AIS σε όλο τον κόσμο. Ένα από τα μεγαλύτερα συστήματα σε πλήρη λειτουργία και με πλήρη δυνατότητα δρομολόγησης σε πραγματικό χρόνο βρίσκεται στην Κίνα. Αυτό το σύστημα κατασκευάστηκε μεταξύ του 2003 και του 2007 από την Saab TransponderTech. Το σύνολο της κινεζικής ακτογραμμής καλύπτεται με περίπου 250 σταθμούς βάσης, συμπεριλαμβανομένων εβδομήντα εξυπηρετητών υπολογιστών σε τρεις κύριες περιοχές. Εκατοντάδες χρήστες από την ακτή, συμπεριλαμβανομένων περίπου είκοσι πέντε σκαφών της υπηρεσίας εξυπηρέτησης κυκλοφορίας (VTS) που συνδέονται με το δίκτυο, είναι σε θέση να έχουν μία εικόνα της θαλάσσιας περιοχής και μπορούν επίσης να επικοινωνούν με κάθε πλοίο χρησιμοποιώντας SRM (Safety Related Messages). Όλα τα δεδομένα διατίθενται σε πραγματικό χρόνο. Το σύστημα σχεδιάστηκε για να βελτιώσει την ασφάλεια των πλοίων και των λιμενικών εγκαταστάσεων. Είναι επίσης σχεδιασμένο σύμφωνα με μια αρχιτεκτονική SOA με σύνδεση που βασίζεται στην θυρίδα και χρησιμοποιεί το IEC AIS τυποποιημένο πρωτόκολλο για τους χρήστες VTS. Οι σταθμοί βάσης διαθέτουν μονάδες (IEC 62320 - 1) και ένα δίκτυο τρίτης γενιάς.

Στις αρχές του 2007 εγκρίθηκε ένα νέο παγκόσμιο πρότυπο για τους σταθμούς βάσης AIS, το πρότυπο IEC 62320 - 1. Η παλιά σύσταση IALA και το νέο πρότυπο IEC 62320-1 δεν είναι συμβατά μεταξύ τους σε ορισμένες λειτουργίες και ως εκ τούτου οι επισυναπτόμενες λύσεις δικτύου θα πρέπει να αξιολογούνται. Αυτό δεν θα επηρεάσει τους χρήστες, αλλά οι κατασκευαστές του συστήματος πρέπει να αναβαθμίσουν το λογισμικό προκειμένου να εξυπηρετεί το νέο πρότυπο. Εδώ και αρκετό καιρό αναμένεται ένα πρότυπο για σταθμούς βάσης AIS. Επί του παρόντος, υπάρχουν τα δίκτυα ad-hoc με κινητά της κατηγορίας A. Οι σταθμοί βάσης μπορούν να ελέγχουν την κίνηση των μηνυμάτων AIS σε μια περιοχή, κάτι που αναμένεται να μειώσει τον αριθμό των συγκρούσεων των πακέτων (JOTRON, 2012).

4.4.1 Πληροφορίες Μετάδοσης

Longitude – to 0.0001 minutes

Ένας πομποδέκτης AIS στέλνει τα ακόλουθα δεδομένα κάθε 2 έως 10 δευτερόλεπτα ανάλογα με την ταχύτητα του σκάφους και κάθε 3 λεπτά όταν είναι αγκυροβολημένο:

Maritime Mobile Service Identity (MMSI): ένας μοναδικός αριθμός ταυτοποίησης εννέα ψηφίων.

Κατάσταση πλεύσης: «αγκυροβολημένο», «καθ' οδόν χρησιμοποιώντας τη μηχανή(ές)», «ακυβέρνητο», κ.λπ.

Ταχύτητα στροφής: δεξιά ή αριστερά, 0 έως 720 μοίρες ανά λεπτό

Ταχύτητα πάνω από το έδαφος: 0,1-κόμβοι (0,19 km/h) από 0 έως 102 κόμβους (189km/h)

Ακρίβεια θέσης:

Γεωγραφικό Μήκος - σε 0,0001 λεπτά

Γεωγραφικό Πλάτος - σε 0,0001 λεπτά

Πορεία σε σχέση με το έδαφος: σε σχέση με τον αληθινό Βορρά έως 0,1°

Πραγματική κατεύθυνση: από 0 έως 359 μοίρες (για παράδειγμα από μια γυροσκοπική πυξίδα)

Πραγματικά έδρανα στην δική του θέση: από 0 έως 359 μοίρες

Δευτερόλεπτα UTC: Τα δευτερόλεπτα σε ώρα UTC όταν δημιουργήθηκαν αυτά τα δεδομένα. Δεν υπάρχει πλήρης χρονοσήμανση.

Επιπλέον, τα ακόλουθα δεδομένα μεταδίδονται κάθε 6 λεπτά:

Αριθμός αναγνώρισης IMO του πλοίου: ένας επταψήφιος αριθμό που παραμένει αμετάβλητος από την μεταφορά της εγγραφής του πλοίου σε άλλη χώρα

Διακριτικό κλήσεως ασυρμάτου: διεθνές διακριτικό κλήσεως ασυρμάτου, με επτά χαρακτήρες, το οποίο ανατίθεται σε ένα σκάφος από την χώρα του μητρώου καταγραφής του πλοίου

Όνομα: 20 χαρακτήρες για να αντιπροσωπεύει το όνομα του σκάφους

Είδος πλοίου/φορτίου

Διαστάσεις πλοίου: προς το πλησιέστερο μέτρο

Θέση της κεραίας του συστήματος εντοπισμού θέσης (π.χ. GPS) επί του σκάφους: σε μέτρα

Τύπος του συστήματος εντοπισμού θέσης: π.χ. GPS, DGPS ή LORAN-C.

Βύθισμα του πλοίου: 0,1 μέτρα έως 25,5 μέτρα

Προορισμός: μέγιστο έως 20 χαρακτήρες

ETA (εκτιμώμενη ώρα άφιξης) στον τόπο προορισμού: σε ώρα UTC
μήνας/ημερομηνία ώρα: λεπτά

προαιρετικά: ένα σκάφος μπορεί να ζητήσει από τα άλλα σκάφη να παρέχουν υψηλή ακρίβεια του χρόνου UTC και χρονοσήμανση (IEC Technical Committee 80, 2012)

4.5 Λεπτομερής περιγραφή: Μονάδες Κατηγορίας B

Οι αναμεταδότες της κατηγορίας B είναι μικρότεροι, πιο απλοί και με χαμηλότερο κόστος από ό,τι οι πομποδέκτες της Κατηγορίας A. Καθένας αποτελείται από έναν πομπό VHF, δύο VHF δέκτες Carrier Sense Time Division Multiple Access (CSTDMA) δέκτες, για την VHF DSC (ψηφιακή επιλεκτική κλήση) και για την ενεργή κεραία GPS. Παρά το γεγονός ότι η μορφή των δεδομένων εξόδου μοιάζει με πληροφορίες κατεύθυνσης, οι γενικές μονάδες δεν έχουν διασυνδεθεί με μια πυξίδα, έτσι ώστε αυτά τα δεδομένα να μεταδίδονται σπάνια. Η έξοδος είναι η τυπική ροή δεδομένων AIS σε 38.400 kbit/s, σε μορφές όπως RS232 ή/και NMEA. Προκειμένου να αποφευχθεί η υπερφόρτωση του διαθέσιμου εύρους ζώνης, η ισχύς μετάδοσης περιορίζεται στα 2 W, δίνοντας ένα εύρος περίπου 5-10 ναυτικών μιλίων. Από τον Νοέμβριο του 2009 σχεδόν όλες οι μονάδες της κατηγορίας B χρησιμοποιούν πίνακες τεχνολογίας Software Radio Technology (SRT), με εξαίρεση τα Furuno, AMEC, Weatherdock και Vesper Marine.

Τέσσερις τύποι μηνυμάτων έχουν καθοριστεί για τις μονάδες της κατηγορίας B:

Μήνυμα 14: Μηνύματα που σχετίζονται με την ασφάλεια. Αυτό το μήνυμα μεταδίδεται κατόπιν αιτήματος του χρήστη. Ορισμένοι αναμεταδότες έχουν ένα κουμπί που επιτρέπει την αποστολή του μηνύματος ή την αποστολή του μέσω διασύνδεσης με το λογισμικό. Στέλνει ένα προκαθορισμένο μήνυμα ασφάλειας.

Μήνυμα 18: Standard Class B CS Position Report: Αυτό το μήνυμα αποστέλλεται κάθε 3 λεπτά, όπου η ταχύτητα πάνω από το έδαφος (SOG) είναι μικρότερη από 2 κόμβους ή κάθε 30 δευτερόλεπτα για μεγαλύτερες ταχύτητες. MMSI, χρόνος, SOG, COG, γεωγραφικό μήκος, γεωγραφικό πλάτος, πραγματική κατεύθυνση

Μήνυμα 19: Extended Class B Equipment Position Report: Το μήνυμα αυτό έχει σχεδιαστεί για το πρωτόκολλο SOTDMA και είναι πάρα πολύ μεγάλο για να

μεταδοθεί ως CSTDMA. Ωστόσο, ένας παράκτιος σταθμός μπορεί να καλέσει τον αναμεταδότη να στείλει αυτό το μήνυμα. MMSI, χρόνος, SOG, COG, γεωγραφικό μήκος, γεωγραφικό πλάτος, πραγματική κατεύθυνση, τύπος του πλοίου, διαστάσεις.

Μήνυμα 24: Class B CS Static Data Report: Αυτό το μήνυμα αποστέλλεται κάθε 6 λεπτά, το ίδιο χρονικό διάστημα, όπως στους αναμεταδότες της Κατηγορίας A. Λόγω του μήκους του, αυτό το μήνυμα χωρίζεται σε δύο μέρη τα οποία αποστέλλονται με διαφορά ενός λεπτού. Το μήνυμα αυτό καθορίστηκε με τις αρχικές προδιαγραφές AIS, κάποιες μονάδες λοιπών της κατηγορίας A να μπορεί να χρειάζονται μία αναβάθμιση στο firmware τους ώστε να είναι σε θέση να αποκωδικοποιήσουν αυτό το μήνυμα. MMSI, όνομα του σκάφους, τύπος του πλοίου, διακριτικό κλήσεως, διαστάσεις και αναγνωριστικό προμηθευτή εξοπλισμού ("Types of Automatic Identification Systems", 2013).

4.6 Περιγραφή: δέκτες AIS

Ορισμένοι κατασκευαστές προσφέρουν δέκτες AIS οι οποίοι έχουν σχεδιαστεί για την παρακολούθηση της κυκλοφορίας AIS. Αυτοί μπορεί να έχουν δύο δέκτες για την παρακολούθηση και των δύο συχνοτήτων ταυτόχρονα ή μπορούν να μετακινούνται μεταξύ των συχνοτήτων (με αυτόν τον τρόπο χάνουν τα μηνύματα στο άλλο κανάλι, αλλά έχουν μειωμένη τιμή). Σε γενικές γραμμές θα παράγουν δεδομένα τύπου RS232, NMEA, USB ή UDP για προβολή σε ηλεκτρονικά διαγράμματα πλότερ ή σε υπολογιστές.

Κεφάλαιο 5^ο Ασφάλεια

Λόγω της μη αυθεντικοποιημένης και χωρίς κρυπτογράφηση φύσης του AIS, πρόσφατα οι Balduzzi κ.ά. έδειξαν ότι το AIS είναι ευάλωτο σε διάφορες απειλές (π.χ. spoofing, hijacking). Οι απειλές αυτές επηρεάζουν τόσο την εφαρμογή όσο και την προδιαγραφή του πρωτοκόλλου, κάνοντας τα προβλήματα σχετικά με όλες τις εγκαταστάσεις των αναμεταδοτών AIS (εκτιμάται σε 300.000 +) (Schwehr, 2010; de Selding, 2014)

5.1 IMO και Διεθνείς Συμβάσεις

Οι διεθνείς συμβάσεις αποτελούν σημαντική πηγή δικαίου για την εφαρμογή του Δικαίου της Θάλασσας. Οι διεθνείς συμβάσεις και άλλες πολυμερείς πράξεις (κώδικες, πρωτόκολλα, συστάσεις, οδηγίες), δημιουργούν στα Κράτη διεθνείς συμβατικές υποχρεώσεις. Οι κυβερνήσεις οι οποίες τις κυρώνουν, συμφωνούν να εναρμονίσουν τους νόμους τους με τις διατάξεις αυτών. Όσον αφορά τις ναυτιλιακές συμβάσεις, αυτές έχουν δημιουργηθεί υπό την αιγίδα του IMO. Ο σκοπός του IMO είναι να καθιερώσει πρότυπα (standards) τα οποία να γίνουν αποδεκτά από όσο το δυνατό περισσότερες χώρες και να μπορούν να εφαρμοστούν, έτσι ώστε να εξαιρεθούν οι διαφορές κατά την εφαρμογή τους από τα Κράτη. Ο IMO έχει υιοθετήσει πολυμερείς συμβάσεις σε θέματα που αφορούν ιδίως την ασφάλεια των πλοίων και την πρόληψη της ρύπανσης από πλοία. Ακολουθεί η περιγραφή της διαδικασίας με την οποία δημιουργείται και τίθεται σε ισχύ μια σύμβαση.

5.1.1 Περιγραφή της διαδικασίας

Υιοθέτηση (adoption)

Πρόταση για δημιουργία μιας διεθνούς συμφωνίας μπορεί να γίνει σε ένα από τα όργανα του IMO. Η επίσημη αποδοχή γίνεται είτε από την Συνέλευση είτε από το Συμβούλιο. Ένα σχέδιο της συμφωνίας (draft of the treaty) προετοιμάζεται τότε σε μία από τις κύριες επιτροπές ή υποεπιτροπές του IMO. Όταν το σχέδιο γίνει αποδεκτό από την ενδιαφερόμενη επιτροπή (Επιτροπή Ναυτιλιακής Ασφάλειας, Επιτροπή Προστασίας Θαλάσσιου Περιβάλλοντος ή την Νομική Επιτροπή), τότε υποβάλλεται

σε μια διεθνή διπλωματική συνδιάσκεψη (international diplomatic conference) στην οποία προσκαλούνται όλα τα μέλη του ΟΗΕ και οι εξειδικευμένες οργανώσεις του (agencies). Μία διπλωματική συνδιάσκεψη του IMO διαρκεί δύο έως τέσσερις εβδομάδες, στο τέλος της οποίας υιοθετείται επισήμως μια τελική σύμβαση ή άλλη συμφωνία (ISM CODE IMO).

Κύρωση (Ratification)

Ύστερα από την υιοθέτηση της σύμβασης, το βάρος των ενεργειών μετατίθεται στις Κυβερνήσεις. Ο χρόνος που απαιτείται για να τεθεί μια σύμβαση σε ισχύ, εξαρτάται από τον χρόνο που χρειάζονται οι κυβερνήσεις για να κυρώσουν την σύμβαση. Η συγκατάθεση των Κρατών μπορεί να γίνει δια της υπογραφής (signature), κύρωσης (ratification), αποδοχής (acceptance), έγκρισης (approval) ή της προσχώρησης (accession).

Τούτο εξαρτάται από την επιθυμία των ενεχομένων κρατών. Αυτή η διαδικασία γενικά αναφέρεται σαν «κύρωση» και σύμφωνα με το Σύνταγμα, μια σύμβαση, μετά την κύρωση της αποτελεί αναπόσπαστο μέρος της εθνικής νομοθεσίας του Κράτους και υπερισχύει από κάθε άλλη διάταξη νόμου που βρίσκεται σε σύγκρουση με αυτή.

Οι συμβάσεις του IMO τίθενται σε ισχύ ύστερα από την κύρωση τους από ένα συγκεκριμένο αριθμό κρατών. Οι περισσότερες από τις συμβάσεις του IMO για να τεθούν σε ισχύ απαιτούν, πέραν από τον απαιτούμενο αριθμό κρατών, να έχουν συνολικά κάποιο ποσοστό της διεθνούς χωρητικότητας. Για παράδειγμα η ΔΣ MARPOL 73/78 στο άρθρο 15 αναφέρει: «*Η παρούσα σύμβαση θα τεθεί σε ισχύ 12 μήνες μετά την ημερομηνία κατά την οποία κυρώσουν τη Σύμβαση όχι λιγότερα από 15 Κράτη που κατέχουν συνολικά το 50% του παγκόσμιου εμπορικού στόλου σε ολική χωρητικότητα*» (MARPOL, 2006).

Μια κυβέρνηση που κυρώνει μια σύμβαση θα πρέπει να διασφαλίσει ότι το εθνικό της δίκαιο είναι σύμφωνο με τις διατάξεις της σύμβασης. Τούτο συνήθως συνεπάγεται κάποιου είδους εσωτερικής νομοθετικής ρύθμισης. Όταν δε οι απαιτήσεις για να τεθεί η σύμβαση σε ισχύ έχουν πληρωθεί, ακολουθεί μια «περίοδος χάριτος». Αυτή η περίοδος ποικίλλει, από λίγους μήνες έως ένα ή και δύο χρόνια. Τούτο δίνει τη δυνατότητα στα ενεχόμενα κράτη να λάβουν τα αναγκαία μέτρα για να

εφαρμόσουν τις διατάξεις της σύμβασης.

Εφαρμογή (Implementation)

Τούτο είναι το τρίτο στάδιο και σε πολλές περιπτώσεις είναι το πιο σημαντικό. Σε πολλές περιπτώσεις ή κύρια ευθύνη για την εφαρμογή μιας διεθνούς σύμβασης πέφτει στο Κράτος σημαίας του πλοίου. Εν τούτοις, πολλές συμβάσεις του IMO περιέχουν επίσης διατάξεις με τις οποίες επιτρέπουν ή απαιτούν από άλλα Κράτη, ιδίως Κράτη λιμένος (port states), να εφαρμόσουν τις απαιτήσεις των σχετικών συμβάσεων. Συνεπώς η αποτελεσματικότητα μιας σύμβασης εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό στον τρόπο με τον οποίο ένα κράτος την εφαρμόζει. Ο IMO, σαν οργανισμός, δεν έχει την εξουσία ή τα μέσα να εφαρμόσει τις συμβάσεις αντί των κρατών. Ο ρόλος του IMO είναι να παροτρύνει τις κυβερνήσεις να λάβουν τα απαιτούμενα μέτρα. Και όπου είναι αναγκαίο, ο Οργανισμός παρέχει τεχνική συμβουλή και βοήθεια στις κυβερνήσεις όταν αυτές τις χρειασθούν.

Τροποποίηση (amendment)

Όλες οι πολυμερείς συμβάσεις του IMO περιέχουν διατάξεις σχετικά με τροποποιήσεις. Τούτο είναι σημαντικό ιδίως σε τεχνική σύμβαση υιοθετημένη από τον IMO, η οποία χρειάζεται να εκσυγχρονίζεται και να τροποποιείται έτσι ώστε να προσαρμόζεται στις ταχείες αλλαγές της ναυτιλίας και της τεχνολογίας.

Σε μερικές συμβάσεις, οι προτεινόμενες τροποποιήσεις οι οποίες έχουν υιοθετηθεί πρέπει να γίνονται αποδεκτές από ένα καθορισμένο ποσοστό Συμβαλλομένων Κρατών πριν αυτές τεθούν σε ισχύ. Τούτο είναι γνωστό σαν διαδικασία «ρητής αποδοχής» (express acceptance). Σε άλλες περιπτώσεις έχει υιοθετηθεί το καλούμενο σύστημα «σιωπηρής αποδοχής» (tacit acceptance). Τούτο σημαίνει ότι, οι τροποποιήσεις θα τεθούν σε ισχύ σε καθορισμένη ημερομηνία εκτός αν ένας συμφωνημένος αριθμός συμβαλλομένων κρατών ρητώς υποδεικνύει την αντίρρηση του στις τροποποιήσεις αυτές. Η διαδικασία της «σιωπηρής αποδοχής» υιοθετήθηκε από τον IMO για να γίνονται οι τροποποιήσεις πιο εύκολα και γρήγορα.

Καταγγελία

Μια διεθνής σύμβαση μπορεί να καταγγελθεί σύμφωνα με το κείμενο του

σχετικού άρθρου που θα αναφέρεται στη σύμβαση αυτή. Για παράδειγμα το άρθρο 18(1) της MARPOL 73/78

αναφέρει: *«Η παρούσα σύμβαση ή παράρτημα της μπορεί να καταγγελθεί από οποιοδήποτε Μέρος της σύμβασης σε οποιοδήποτε χρόνο μετά παρέλευση πέντε ετών από την ημερομηνία που η σύμβαση ή το παράρτημα τεθεί σε ισχύ για αυτό το Μέρος».*

Εγγραφή – δημοσίευση

Σύμφωνα με το άρθρο 102 του Χάρτη των Ηνωμένων Εθνών, κάθε διεθνής συνθήκη και διεθνής συμφωνία που τίθεται σε ισχύ, θα αποστέλλεται προς εγγραφή και δημοσίευση από τον Γενικό Γραμματέα των Ηνωμένων Εθνών.

5.2 Αναφορά σε συμβάσεις

5.2.1 MARPOL 1973/78 (Διεθνής σύμβαση για την προστασία της θαλάσσιας ρύπανσης από τα πλοία)

Κυρίαρχη θέση στον τομέα της προστασίας του θαλάσσιου περιβάλλοντος κατέχει η ΔΣ για την Πρόληψη της Ρύπανσης της Θάλασσας από τα Πλοία (International Convention for the Prevention of Pollution from Ships) το 1973 μαζί με το Πρωτόκολλο του 1978, η οποία τέθηκε σε ισχύ το 1983 και είναι γνωστή ως MARPOL. Η εν λόγω σύμβαση περιλαμβάνει σήμερα έξι παραρτήματα και δύο πρωτόκολλα. (Αναλυτική παρουσίαση της MARPOL γίνεται σε κατοπινό στάδιο αυτής της εργασίας) (Coutroubis, A.D Shipping Policies, Conventions & Regulations Lecture 4).

Η ιδέα της δημιουργίας μιας ΔΣ που να καλύπτει όλες τις μορφές θαλάσσιας ρύπανσης τέθηκε το 1968 κατά τη διάρκεια της 23ης συνόδου της ΓΣ του ΟΗΕ. Η συνέλευση του IMO αποφάσισε να συγκαλέσει μια διεθνή συνδιάσκεψη για τη θαλάσσια ρύπανση το 1973, με σκοπό την προετοιμασία μιας ΔΣ για τη μείωση της ρυπάνσεως του θαλάσσιου περιβάλλοντος. Η διεθνής συνδιάσκεψη για τη θαλάσσια ρύπανση πραγματοποιήθηκε στο Λονδίνο στα τέλη του 1973. Οι αντιπρόσωποι των κρατών – μελών ήταν 77 ενώ άλλα 7 κράτη συμμετείχαν ως παρατηρητές (American Bureau of Shipping, 2000).

Η συνδιάσκεψη υιοθέτησε τη ΔΣ για τη Πρόληψη της Θαλάσσιας Ρυπάνσεως από τα Πλοία (International Convention for the Prevention of Pollution from Ships – MARPOL) αρχικά με τα 5 παραρτήματα της. Η MARPOL αντικατέστησε την προηγούμενη σύμβαση του IMO, την OILPOL (1954) και τις τροποποιήσεις της και θεωρείται μια από τις σπουδαιότερες στον τομέα της θαλάσσιας ρύπανσης. Περιλαμβάνει πλέον (από το 1997) έξι Παραρτήματα και δύο πρωτόκολλα.

Οι περισσότεροι κανονισμοί της MARPOL αναφέρονται σε ζητήματα σχεδιασμού, κατασκευής, εξοπλισμού των πλοίων, επιθεωρήσεων και ευκολιών υποδοχής καταλοίπων (EYK). Με άλλα λόγια, η MARPOL καλύπτει όλες τις περιπτώσεις τεχνικής φύσεως για τη ρύπανση της θάλασσας από τα εμπορικά πλοία εκτός από τις εσκεμμένες απορρίψεις υλικών (dumping) και εφαρμόζεται σε όλους τους τύπους των εμπορικών πλοίων, εκτός αυτών που χρησιμοποιούνται για την εξόρυξη και εκμετάλλευση της υφαλοκρηπίδας και του βυθού των θαλασσών (π.χ. εξέδρες, επιπλέοντα γεωτρύπανα κλπ).

Σε αντίθεση με όλες τις άλλες μέχρι τότε συμβάσεις του IMO για τη θαλάσσια ρύπανση, η MARPOL αναφέρεται σε όλες τις μορφές θαλάσσιας ρύπανσης που προκαλούνται από τη λειτουργία των εμπορικών πλοίων. Ο σκοπός της MARPOL ορίζεται σαφώς στο άρθρο 1, όπου ως σημείο αναφορά είναι η πρόληψη της ρύπανσης των θαλασσών από την απόρριψη επικίνδυνων ουσιών.

Πρόσθετα, ο IMO τονίζει ότι ο κύριος στόχος της MARPOL είναι η εξαφάνιση της εσκεμμένης ρύπανσης της θάλασσας από πετρέλαιο και άλλες τοξικές ουσίες και η μείωση των απορρίψεων λόγω ατυχήματος. Η MARPOL εφαρμόζεται σε δεξαμενόπλοια άνω των 150 κόρων και σε όλα τα πλοία άνω των 400 κοχ που εκτελούν διεθνείς πλόες

5.2.2 Διεθνής σύμβαση περί αστικής ευθύνης για ζημιές από πετρέλαιο, 1969/1992

Στη συνδιάσκεψη των Βρυξελλών ο IMO προχώρησε στην καθιέρωση στο 1969 της Συμβάσεως Αστικής Ευθύνης Συνεπεία Ζημιών από Πετρελαϊκή Ρύπανση (International Convention on Civil Liability for Oil Pollution Damage), που τέθηκε σε ισχύ το 1975 και είναι γνωστή ως CLC (Δελτίο της Ναυτιλίας, 1998).

Ο ΚΙΝΔ και οι σύγχρονες εθνικές νομοθεσίες ορίζουν ότι ο εκμεταλλευόμενος το πλοίο απαλλάσσεται των υποχρεώσεων που απορρέουν από δικαιοπραξίες ή αδικοπραξίες του πλοιάρχου, πληρώματος και πλοηγού αν παραχωρηθεί το πλοίο και το μικτό ναύλο ή αν αντί για παραχώρηση προσφέρει χρηματικό ποσό που αντιστοιχεί σε ποσό ίσο με την αξία του πλοίου. Οι απαιτήσεις όμως των πληγέντων από ζημιές ρύπανσης ήταν τεράστιες και το συνεχώς αυξανόμενο μέγεθος των δεξαμενοπλοίων θα δημιουργούσε μεγαλύτερες καταστροφές στο μέλλον.

Έτσι, η διεθνής κοινότητα έχοντας επίγνωση αφενός των κινδύνων ρύπανσης λόγω της παγκόσμιας μεταφοράς πετρελαίου δια θαλάσσης και αφετέρου της ανάγκης εξασφάλισης επαρκούς αποζημίωσης στα θύματα των ζημιών από την ρύπανση, θεώρησε αναγκαίο και επιτακτικό την υιοθέτηση ομοιόμορφων διεθνών κανόνων και διαδικασιών αντιμετώπισης του προβλήματος.

Ο IMO, αρμόδιο όργανο ελέγχου των θαλάσσιων μεταφορών και προστασίας του θαλάσσιου περιβάλλοντος, συγκάλεσε το 1969 Διπλωματική Διάσκεψη, η οποία υιοθέτησε τη «Διεθνή Σύμβαση περί Αστικής Ευθύνης για Ζημιές από Πετρέλαιο, 1969 – CLC Convention» που καθιέρωσε την αρχή της περιορισμένης ευθύνης του πλοιοκτήτη και προέβλεψε σύστημα υποχρεωτικής ασφάλισης των πλοιοκτητών.

Επειδή η CLC δεν παρείχε επαρκή αποζημίωση στους ζημιωθέντες από τη ρύπανση, ο IMO συγκάλεσε το 1971 Διπλωματική Διάσκεψη η οποία υιοθέτησε την «Διεθνή Σύμβαση περί ίδρυσης Κεφαλαίου για την Αποζημίωση από Πετρέλαιο, 1971 – Fund Convention». Η χώρα μας έχει κυρώσει και τις δύο αυτές συμβάσεις, οι οποίες τροποποιήθηκαν με δύο πρωτόκολλα και τώρα είναι γνωστές ως CLC 1992 και FUND 1992. Την 1η Απριλίου 2002 οι συμβάσεις αυτές αριθμούσαν 82 και 76 Κράτη – Μέλη αντίστοιχα.

Η εν λόγω σύμβαση έχει εφαρμογή σε περιπτώσεις ζημιών ρυπάνσεως που προκαλούνται από τη διαρροή πετρελαιοειδών από έμπορτα Δ/Ξ στο έδαφος και την αιγιαλίτιδα ζώνη ενός συμβαλλόμενου κράτους. Το κριτήριο λοιπών είναι ο τόπος και όχι η σημαία του πλοίου ή η εθνικότητα του πλοιοκτήτη. Η CLC εφαρμόζεται μόνο στις περιπτώσεις εκείνες όπου τα πλοία μεταφέρουν πετρέλαιο ως φορτίο και όχι όταν η απόρριψη πετρελαίου προέρχεται από καύσιμα σε ταξίδι υπό έρμα.

Σύμφωνα με την CLC, ο πλοιοκτήτης είναι αποκλειστικά υπεύθυνος για

οποιαδήποτε ζημιά που προκαλείται από ρύπανση πετρελαίου και είναι υπόχρεος αποζημιώσεως εκτός εάν η ζημιά προέρχεται από: α) πολεμικές πράξεις, β) πράξη ή παράλειψη τρίτου, που είχε την πρόθεση να προξενήσει ζημιά και γ) από αμέλεια ή άλλη παράνομη πράξη κυβερνήσεως ή άλλης Αρχής υπεύθυνης για τη συντήρηση των φάρων και άλλων βοηθημάτων ναυσιπλοΐας. Η CLC όμως, αναγνωρίζοντας τα απρόβλεπτα συμβάντα, που μπορεί να αντιμετωπίσει ο πλοιοκτήτης κατά τη μεταφορά του φορτίου, προβλέπει πως ο τελευταίος δικαιούται να περιορίσει την ευθύνη του ορισμένο ποσό, εκτός εάν το θύμα αποδείξει ότι το περιστατικό ρυπάνσεως προκλήθηκε από κάποιο προσωπικό σφάλμα του πλοιοκτήτη.

5.2.3 Διεθνή σύμβαση περί ίδρυσης κεφαλαίου για την αποζημίωση από πετρέλαιο, 1971 – Fund convention

Το καθεστώς της σύμβασης CLC επικρίθηκε ως ανεπαρκές εφόσον δεν μπορούσε να παρέχει πλήρη αποζημίωση στα θύματα. Επομένως ήταν αναγκαίο να καθιερωθεί ένα σύστημα συμπληρωματικής αποζημιώσεως και ο IMO προχώρησε το 1971 στην υιοθέτηση της σύμβασης για την Ίδρυση Διεθνούς Κεφαλαίου με Σκοπό την Αποζημίωση σε Περιπτώσεις Ρυπάνσεως από Πετρέλαιο (Convention on the Establishment of an International Fund for Compensation for Oil Pollution Damage), η οποία τέθηκε σε ισχύ το 1978. Είναι γνωστή ως FUND και συμβαλλόμενα μέρη μπορούν να είναι μόνο τα κράτη-μέλη της CLC. Οι κύριοι σκοποί της FUND είναι η παροχή μιας συμπληρωματικής αποζημίωσης στα θύματα της ρύπανσης που δεν εξασφάλισαν επαρκή αποζημίωση σύμφωνα με τη CLC και η παροχή αποζημιώσεως στον πλοιοκτήτη για ποσοστό της ευθύνης που υπέχει σύμφωνα με τη CLC εκτός εάν η ρύπανση προκαλείται από εκ προθέσεως παράβαση του πλοιοκτήτη.

Ανώτατο όργανο της Fund είναι η συνέλευση, η οποία αποτελείται από αντιπροσώπους όλων των κρατών μελών και συνέρχεται μια φορά το χρόνο. Η συνέλευση εκλέγει την εκτελεστική επιτροπή η οποία αποτελείται από 15 κράτη – μέλη και έχει ως κύριο έργο να εγκρίνει διακανονισμούς απαιτήσεων που εγείρονται σύμφωνα με τη σύμβαση Fund.

Η Fund χρηματοδοτείται από συνεισφορές των εισαγωγέων του δια θαλάσσης μεταφερομένου πετρελαίου στα συμβαλλόμενα κράτη. Η συνεισφορά υπολογίζεται κάθε φορά που λαμβάνεται πετρέλαιο στον λιμένα εισαγωγής, ασχέτως αν ο λιμένας

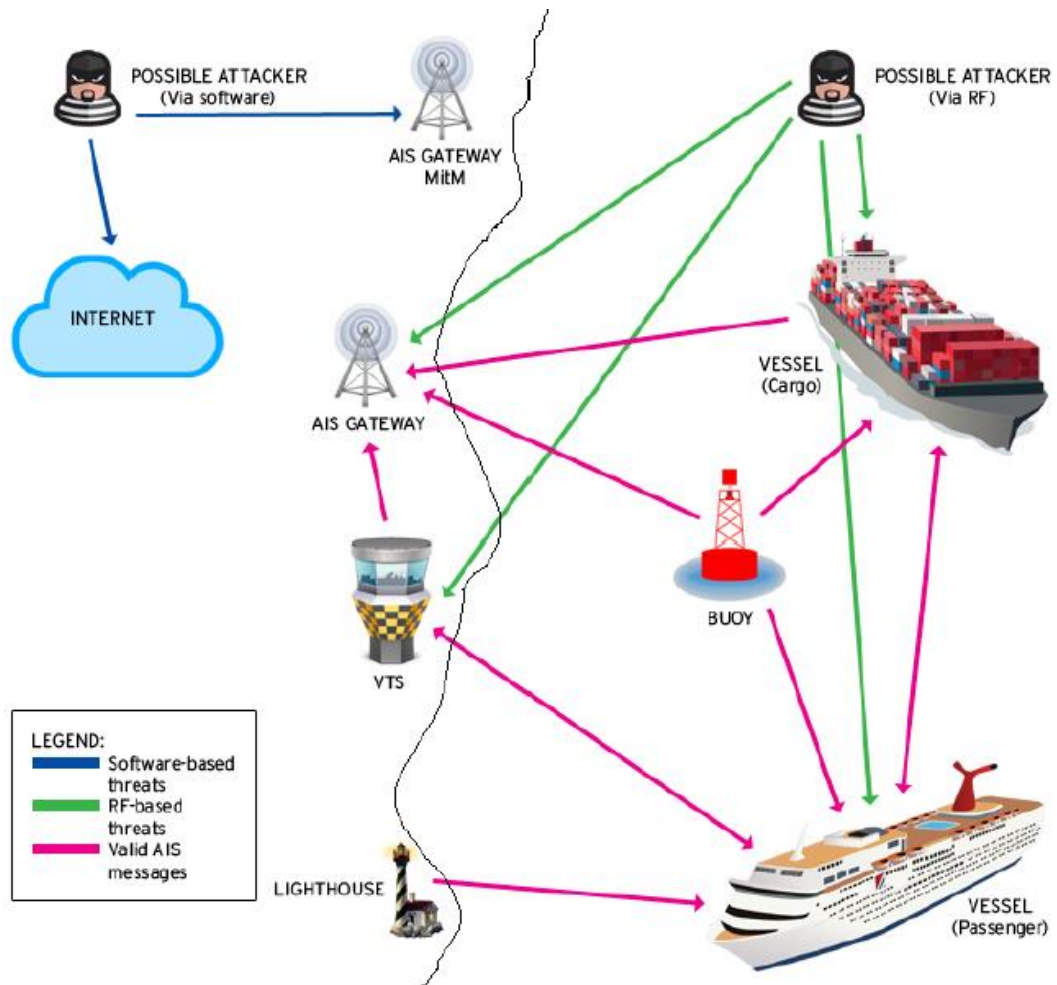
φόρτωσης είναι σε ξένο κράτος ή σε άλλο λιμένα του κράτους εισαγωγής. Σε όλα τα συμβαλλόμενα κράτη οι συνεισφορές στη Fund θα γίνονται από κάθε πρόσωπο που κατά τη διάρκεια του προηγούμενου ημερολογιακού έτους παρέλαβε πάνω από 150.000 τόνους πετρέλαιο.¹⁷ Το ύψος των συνεισφορών ποικίλλει από έτος σε έτος, και τούτο διότι και οι πληρωμές για αποζημιώσεις ποικίλουν. Αντιθέτως, οι χώρες εξαγωγής μεγάλων ποσοτήτων πετρελαίου, μέλη της Fund, αλλά που έχουν εισάγει ετησίως λιγότερο από 150.000 πετρέλαιο, θα τύχουν πλήρους αποζημίωσης σε περίπτωση ζημιάς ρύπανσης, χωρίς αυτές να έχουν συνεισφέρει στη Fund (CE Delft, 2006).

5.3 Επισκόπηση των απειλών

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζονται γενικά οι απειλές που εντοπίστηκαν από την έρευνα. Όπως φαίνεται στον Πίνακα 2, οι απειλές ομαδοποιήθηκαν σε τρεις κατηγορίες: πλαστογράφιση, πειρατεία και διακοπή διαθεσιμότητας. Για κάθε απειλή, παρουσιάζεται με λεπτομέρεια αν μπορεί να πραγματοποιηθεί μέσω λογισμικού (SW), ραδιο-συχνότητας (RF) ή και των δύο. Σημειώστε ότι η εικόνα 6 περιλαμβάνει τις πληροφορίες σχετικά με το πού επιτίθενται οι εισβολείς στην υποδομή του AIS.

Macrocategory	Threat	Software Based	RF Based
Spoofing	Ship spoofing	Yes	Yes
	AtoN spoofing	Yes	Yes
	SAR spoofing	Yes	Yes
	Closest point of approach (CPA) spoofing	No	Yes
	Distress beacon spoofing	No	Yes
	Faking weather forecasts	No	Yes
Hijacking	Hijacking	Yes	Yes
Availability disruption	Slot starvation	No	Yes
	Frequency hopping	No	Yes
	Timing attacks	No	Yes

Πίνακας 2.



Εικόνα 6. Πιθανά σενάρια επίθεσης στο AIS

5.3.1 Πλαστογράφιση των πλοίων [SW / RF]

Αυτή η πρώτη απειλή αφορά στην κατασκευή (spoofing) ενός έγκυρου ανύπαρκτου όμως πλοίου. Αυτή η διαδικασία περιλαμβάνει την ανάθεση στατικών πληροφοριών στο πλασματικό πλοίο, όπως όνομα, αναγνωριστικά (δηλαδή, MMSI και διακριτικό κλήσης), AG, τύπο πλοίου, τύπο φορτίου, κατασκευαστή και διάσταση, καθώς και δυναμικές πληροφορίες, όπως κατάσταση του πλοίου (π.χ. σε πορεία πλεύσης ή αγκυροβολημένο), θέση, ταχύτητα, πορεία και προορισμός. Εκτός από τα πλοία, τα αεροσκάφη που συμμετέχουν σε ενέργειες έρευνας και διάσωσης (SAR) μπορούν επίσης να πλαστογραφηθούν. Στην πραγματικότητα, τα αεροσκάφη SAR είναι εξοπλισμένα με AIS τάξης B σύμφωνα με τον κανονισμό. Όπως μπορεί να φανταστεί κανείς, η απειλή αυτή δίνει σε έναν εισβολέα ένα μεγάλο εύρος κακόβουλων σεναρίων, όπως η πλαστογράφιση ενός σκάφους ώστε να φαίνεται ότι

βρίσκεται στην δικαιοδοσία ενός αντίπαλου κράτους ή ενός πλοίου που μεταφέρει πυρηνικά και που πλέει σε ύδατα χώρας ελεύθερης από πυρηνικά. Επιπλέον, η πλαστογράφιση στα πλοία παρουσιάζει ένα ζήτημα ως προς τα αυτοματοποιημένα συστήματα και την ταυτοποίηση δεδομένων και εξαγωγής συμπερασμάτων σχετικά με τις συλλεγόμενες πληροφορίες AIS, για παράδειγμα στην ανίχνευση των πλοίων που ρίχνουν πετρέλαιο στην ανοικτή θάλασσα. Ένας επιτιθέμενος μπορεί να πλαστογραφήσει τις πληροφορίες αυτές για να κατηγορήσει το σκάφος κάποιου άλλου, για παράδειγμα και όχι του πραγματικού δράστη.

5.3.2 Πλαστογράφιση των βοηθημάτων ναυσιπλοΐας [SW / RF]

Τα βοηθήματα ναυσιπλοΐας (AtoNs) χρησιμοποιούνται συνήθως για την παροχή βοήθειας στην κυκλοφορία των πλοίων, για παράδειγμα, κατά μήκος ενός καναλιού ή ενός λιμένα ή για να παρέχουν προειδοποίηση σχετικά με κινδύνους, π.χ. άμπωτη, ξέρα κλπ. που βρίσκονται συνήθως στην ανοικτή θάλασσα. Η πλαστογράφιση των AtoNs αποτελείται από την κατασκευή ψευδών πληροφοριών με στόχο να δελεάσουν ένα πλοίο ώστε να πραγματοποιήσει λάθος χειρισμούς. Μερικά παραδείγματα αναφέρονται στην τοποθέτηση ενός ή περισσότερων σημαντήρων στην είσοδο ενός λιμένα ώστε να παραποιηθεί η κατάσταση της υφιστάμενης κυκλοφορίας ή η τοποθέτηση μιας ψεύτικης σημαδούρας η οποία θα καθοδηγεί κακόβουλα ένα πλοίο σε αβαθή ύδατα. Δεδομένου του αριθμού των διαφόρων βοηθημάτων ναυσιπλοΐας, υπάρχουν πολλαπλά σενάρια επιθέσεων όπως και στην πλαστογράφιση των πλοίων.

5.3.3 Πλαστογράφιση σύγκρουσης (CPA) [RF]

Η αποφυγή συγκρούσεων αποτελεί την βασική εφαρμογή του AIS, το οποίο έχει εισαχθεί αποτελεσματικά ως ένα σύστημα μείωσης του κινδύνου των συγκρούσεων μεταξύ των σκαφών, ιδίως στην ανοικτή θάλασσα, όπου δεν υπάρχει παρακολούθηση από τις λιμενικές αρχές. Το σύστημα AIS, στην πραγματικότητα, επιτρέπει την αυτόματη απάντηση μετά την ανίχνευση και την αναμονή μιας σύγκρουσης. Αυτή η λειτουργία ονομάζεται CPA (πλησιέστερο σημείο προσέγγισης) και λειτουργεί υπολογίζοντας την ελάχιστη απόσταση μεταξύ δύο πλοίων στα οποία τουλάχιστον το ένα βρίσκεται σε κίνηση. Χρησιμοποιώντας το CPA, ένα πλοίο μπορεί να ρυθμιστεί ώστε να ενεργοποιήσει μία ειδοποίηση, τόσο οπτικά όσο και

στην κονσόλα του καπετάνιου ή ηχητικά μέσω μιας σειρήνας και να αλλάξει πορεία, προκειμένου να αποφευχθεί μια σύγκρουση. Η απειλή πραγματοποιείται με την πλαστογράφιση ενός πλοίου να βρίσκεται σε πορεία σύγκρουσης με ένα άλλο στοχευμένο πλοίο. Αυτό ενεργοποιεί μία προειδοποίηση σύγκρουσης στο σύστημα CPA στο πλοίο θύμα και μπορεί να οδηγήσει το σκάφος εκτός πορείας σε βράχο ή σε προσάραξη κατά την άμπωτη.

5.3.4 Πλαστογράφιση AIS-SART [RF]

Εκτός από την αποφυγή των συγκρούσεων, το AIS χρησιμοποιείται ευρέως για επιχειρήσεις έρευνας και διάσωσης. Οι αναμεταδότες έρευνας και διάσωσης (αναμεταδότες ραντάρ) είναι αυτόνομες, αδιάβροχες συσκευές που προορίζονται για περιστατικά έκτακτης ανάγκης, κυρίως για να βοηθήσουν στην ανίχνευση και την θέση των πλοίων και των ανθρώπων που βρίσκονται σε κίνδυνο στην θάλασσα. Το AIS-SART ενεργοποιείται αυτόματα όταν έρθει σε επαφή με το νερό και στέλνει ένα σήμα κινδύνου μαζί με τηMn θέση GPS για τον εντοπισμό του επιζώντα. Η απειλή που εντοπίζεται συνίσταται στην παραγωγή ενός ψευδούς σήματος κινδύνου για έναν άνθρωπο στη θάλασσα με συντεταγμένες που επιλέγονται από τον εισβολέα. Σύμφωνα με τις προδιαγραφές του πρωτοκόλλου, οι αναμεταδότες AIS ενεργοποιούν μία ειδοποίηση όταν λαμβάνεται ένα τέτοιο μήνυμα. Σε αυτό το σενάριο, ο εισβολέας (δηλαδή, ένας πειρατής) ενεργοποιεί μία ειδοποίηση SART ώστε να δελεάσει το θύμα του να πλοηγηθεί σε ένα εχθρικό και ελεγχόμενο από τον επιτιθέμενο θαλάσσιο χώρο της θάλασσας. Σημειώνεται ότι δια νόμου, ένα πλοίο υποχρεούται να συμμετέχει σε μία επιχείρηση διάσωσης όταν λαμβάνει ένα μήνυμα έρευνας και διάσωσης.

5.3.5 Πρόγνωση Καιρού [RF]

Μία εφαρμογή του AIS είναι η επικοινωνία δυναμικών δεδομένων που αντικατοπτρίζουν το μεταβαλλόμενο περιβάλλον, όπως τα ρεύματα και τις κλιματικές συνθήκες. Χρησιμοποιείται ένας ειδικός τύπος μηνυμάτων, κυρίως δυαδικών, για την μετάδοση αυτών των πληροφοριών. Η απειλή αυτή αποτελείται από ανακοίνωση ψευδών καιρικών προγνώσεων.

5.3.6 Πειρατεία του AIS [SW / RF]

Η πειρατεία του AIS αφορά στην μεταβολή οποιασδήποτε πληροφορίας σχετικά με τους υπάρχοντες σταθμούς AIS, π.χ. σχετικά με το φορτίο, την ταχύτητα, την θέση και την σημαία ενός πραγματικού πλοίου. Ένα άλλο παράδειγμα είναι όταν ο εισβολέας τροποποιεί κακόβουλα τις πληροφορίες που παρέχονται από τα βοηθήματα πλοήγησης που υπάρχουν στον λιμένα από τις αρχές και παρέχουν βοήθεια και παρακολούθηση στα πλοία. Στην επίθεση στο λογισμικό, ο επιτιθέμενος κρυφακούει (π.χ. MiTM) την επικοινωνία και αντικαθιστά αυθαίρετα τις πληροφορίες AIS. Στην επίθεση στις ραδιοσυχνότητες, ο επιτιθέμενος παρακάμπτει το αρχικό μήνυμα AIS με ένα υψηλότερης ισχύος ψευδές σήμα. Και στις δύο περιπτώσεις, ο λήπτης του μηνύματος λαμβάνει μία τροποποιημένη από τον εισβολέα έκδοση του αρχικού μηνύματος AIS του αποστολέα του μηνύματος.

5.3.7 Διακοπή Διαθεσιμότητας [RF]

Έχουν εντοπιστεί τρεις τύποι επιθέσεων στην διακοπή της διαθεσιμότητας. Δεδομένου ότι αυτές οι επιθέσεις μπορούν να πραγματοποιηθούν μόνο στις ραδιοσυχνότητες, εδώ συνοψίζεται η πρακτική εφαρμογή τους:

- Πενία Θύρας (Slot Starvation): Ο εισβολέας υποδύεται την ναυτιλιακή αρχή και καταλαμβάνει όλο τον χώρο των μεταδόσεων/διευθύνσεων AIS με σκοπό την αποτροπή της επικοινωνίας μεταξύ όλων των σταθμών εντός της περιοχής κάλυψης και περιλαμβάνει πλοία και τα βοηθήματα ναυσιπλοΐας, καθώς και τις πύλες AIS πύλες που χρησιμοποιούνται στην παρακολούθηση της κυκλοφορίας. Ως αποτέλεσμα, ο εισβολέας μπορεί να απενεργοποιήσει τα συστήματα AIS σε μεγάλη κλίμακα.
- Μεταπήδηση Συχνότητας (Frequency Hopping): Σε μια επίθεση μεταπήδησης συχνότητων, ο εισβολέας υποδύεται την ναυτιλιακή αρχή και δίνει εντολή σε έναν ή περισσότερους αναμεταδότες AIS να αλλάξουν τις συχνότητες λειτουργίας τους. Σύμφωνα με τις προδιαγραφές του πρωτοκόλλου, ο σταθμός υποδοχής απαιτείται να διατηρεί τις πληροφορίες, γεγονός που καθιστά την επίθεση επίμονη, ακόμη και αν γίνει επανεκκίνηση του συστήματος. Επιπλέον, αυτή η λειτουργία μπορεί να δεσμευθεί σε μια γεωγραφική περιοχή, δηλαδή ένας εισβολέας μπορεί να προγραμματίσει ένα στοχευμένο πλοίο να αλλάξει την συχνότητά του όταν φθάσει σε μία περιοχή που έχει επιλεγεί από τον

εισβολέα και αυτό καθιστά το AIS άχρηστο. Σημειώστε ότι για συσκευές κατηγορίας B, το πρότυπο AIS αποτρέπει την χειροκίνητη επαναφορά του αναμεταδότη και δεν ενημερώνει τον χρήστη για την αλλαγή συχνότητας.

- Επίθεση συγχρονισμού (Timing Attack): Σε αυτήν την επίθεση, ο κακόβουλος χρήστης καθοδηγεί τον αναμεταδότη AIS να καθυστερήσει τον χρόνο μετάδοσης και ο επιτιθέμενος με μία απλή ανανέωση της εντολής του, μπορεί να αποτρέψει τον αναμεταδότη(ες) από την περαιτέρω επικοινωνία της θέσης του. Αυτό για παράδειγμα μπορεί να εξαφανίσει ένα σκάφος από το ραντάρ του AIS. Επίσης, ο εισβολέας μπορεί να υπερφορτώσει την κυκλοφορία των πλοίων, συμπεριλαμβανομένων των πλοίων και των υπηρεσιών εξυπηρέτησης της κυκλοφορίας πλοίων, ζητώντας από τους υπάρχοντες σταθμούς να αποστέλλουν πληροφορίες AIS και ενημερώσεις σε πολύ υψηλούς ρυθμούς.

5.3.8 Αξιολόγηση του Λογισμικού

Σε αυτή την ενότητα εξετάζονται οι απειλές που εντοπίστηκαν σε σχέση με το λογισμικό. Αξιολογήθηκαν τρεις δημοφιλείς ηλεκτρονικοί πάροχοι πληροφοριών AIS, το Marine Traffic, το AisHUB και το Vessel Finder και απεδείχθη ότι υπόκεινται στις ίδιες απειλές.

Όταν γίνεται αναφορά στο AIS θα πρέπει να συμπεριλαμβάνεται και το AIVDM, το πρωτόκολλο επιπέδου εφαρμογής που χρησιμοποιείται από το AIS για την ανταλλαγή των φράσεων των δεδομένων, δηλαδή από τους αναμεταδότες AIS των πλοίων που μεταδίδουν την θέση τους ή από τις υπηρεσίες εξυπηρέτησης κυκλοφορίας πλοίων (VTS) που παρακολουθούν τα πλοία στο λιμάνι. Το AIVDM ορίζει 27 είδη μηνυμάτων με το καθένα να έχει έναν αντίστοιχο σκοπό και αξία που υποδεικνύει τον σκοπό του. Ο πλήρης κατάλογος δίνεται στο [10]. Για παράδειγμα, το μήνυμα τύπου 1 χρησιμοποιείται στις επικοινωνίες μεταξύ πλοίων και πλοίων με σταθμούς για την ανταλλαγή ενημερωμένων αναφορών θέσης και το μήνυμα 24 περιγράφει τον τύπο του πλοίου, το φορτίο, τις διαστάσεις και το όνομά του. Για τους σκοπούς της παρούσας μελέτης θα χρησιμοποιηθεί ένα εργαλείο κωδικοποίησης γραμμένο σε Python, που ονομάζεται κωδικοποιητής AIVDM και ο οποίος χρησιμοποιήθηκε για την δημιουργία αυθαίρετων φράσεων AIVDM και για την

διεξαγωγή της αξιολόγησης τόσο του λογισμικού, όσο και των ραδιοσυχνοτήτων του AIS.

Ενώ οι εγκαταστάσεις του AIS πάνω στα πλοία αφορούν στο υλικό, το λογισμικό χρησιμοποιείται για την φόρτωση των δεδομένων του AIS από τους διαδικτυακούς παρόχους. Αν και αυτές οι υπηρεσίες είναι πολύ χρήσιμες για τον εντοπισμό και την πλοήγηση, υπάρχουν ζητήματα ασφάλειας στις εφαρμογές τους. Εξαιτίας της χαλαρής φύσης υλοποίησης των δεκτών AIS, οι διαδικτυακοί πάροχοι συχνά υποχρεούνται να δέχονται οποιαδήποτε δεδομένα λαμβάνουν, δεδομένου ότι αποτελούν ουσιαστικά μία κοινοπραξία μεταξύ χρηστών και γενικότερα ατόμων που διαμοιράζονται δεδομένα. Αυτό, ωστόσο, παρουσιάζει αρκετά προβλήματα ασφαλείας.

Οι πάροχοι AIS επιτρέπουν πολλαπλούς τρόπους συλλογής δεδομένων AIS, όπως τα προ-διαμορφωμένα e-mail, εφαρμογές κινητών τηλεφώνων και λογισμικού προώθησης λογισμικού, όπως το AIS Dispatcher. Όταν παράγεται ένα μήνυμα AIS, το λογισμικό προώθησης αντιγράφει και στέλνει το μήνυμα προς τους επιθυμητούς παρόχους (π.χ., από το UDP/5321 για το Marine Traffic). Το διάστημα της προώθησης αυτών των μηνυμάτων μπορεί να καθοριστεί κι έτσι να διαβιβάζονται στατιστικά στοιχεία σε σχεδόν πραγματικό χρόνο στους παρόχους AIS. Το ίδιο λογισμικό μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την δημοσίευση μηνυμάτων AIS που λήφθηκαν από μία πύλη AIS, δηλαδή έναν τοπικό δέκτη VHF που μπορεί ο καθένας να έχει σπίτι του. Οι πύλες συχνά βρίσκονται κατά μήκος των ακτογραμμών και στις υπηρεσίες εξυπηρέτησης κυκλοφορίας πλοίων που λειτουργούν από τις λιμενικές αρχές. Εντοπίστηκαν θέματα ασφαλείας με όλους τους προαναφερόμενους διαδικτυακούς παρόχους. Αυτοί οι πάροχοι, για παράδειγμα, παρουσιάζουν ελλείψεις ως προς την αξιολόγηση και την πιστοποίηση. Δεν πραγματοποιούν ελέγχους ώστε να διασφαλίσουν ότι το μήνυμα που προέρχεται από ένα σκάφος προέρχεται όντως από την ίδια περιοχή όπου το σκάφος υποτίθεται ότι αποστέλλει το μήνυμα. Ομοίως, δεν υπάρχει έλεγχος ταυτότητας για να εξασφαλιστεί ότι το σκάφος που αποστέλλει την φράση AIVDM είναι ο σωστός αποστολέας. Όπως φαίνεται στον Πίνακα 2, τα προβλήματα που έχουν εντοπισθεί επιτρέπουν σε έναν εισβολέα να πραγματοποιήσει τόσο επιθέσεις πλαστογράφησης, όσο και επιθέσεις MITM κατά των επηρεαζόμενων παρόχων. Στην πλαστογράφηση κατασκευάζονται έγκυρες πληροφορίες AIS από απόσταση, π.χ. ένα ανύπαρκτο πλοίο ή βοήθημα ναυσιπλοΐας από το πουθενά κοντά

σε ένα σώμα νερού ή έναν πραγματικό σταθμό AIS. Για την επαλήθευση αυτής της απειλής χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά ο κωδικοποιητής AIVDM για την παραγωγή μιας αβλαβούς φράσεως AIVDM αναφέροντας άμπωτη σε κλειστή λίμνη σε κοντινή απόσταση. Αυτή η φράση δημοσιεύθηκε στους παρόχους μέσω μιας γενικής δικτύωσης πελατών όπως το netcat. Σημειώστε ότι το μήνυμα 21 προορίζεται για αναφορές σε AtoNs και το 13 χρησιμοποιείται για σημαδούρες. Επιπλέον, τα AtoNs έχουν MMSI σε μορφή 99MIDXXXX ανά προδιαγραφή. Ένα παράδειγμα δίνεται στα ακόλουθα:

Καταχώρηση 1: Παράδειγμα πλαστογράφησης UDP στο Marine Traffic. Δημιουργήθηκε μία προ-διαμορφωμένη αναφορά σε e-mail για ένα αγκυροβολημένο σκάφος, π.χ. την καταχώρηση 2, η οποία εστάλη στην διεύθυνση λήψης του στοχευμένου παρόχου υπηρεσιών:

Καταχώρηση 2: Παράδειγμα πλαστογράφησης e-mail στο Marine Traffic. Υλοποιήθηκε ένα αυτοματοποιημένο πρόγραμμα που χρησιμοποιεί αρχεία KMZ του Google Earth για να κάνει έναν πλαστογραφημένο σταθμό AIS να ακολουθήσει μια πορεία με την πάροδο του χρόνου, π.χ. ένα πλασματικό γενικό πλοίο με την λέξη PWNED στη Μεσόγειο Θάλασσα, όπως απεικονίζεται στο Σχήμα 2. Γενικά, όλα τα πειράματα ήταν επιτυχή και επέτρεψαν την παραπλάνηση και την φόρτωση έγκυρων μηνυμάτων AIS στους παρόχους υπό αξιολόγηση.

Οι επιθέσεις ενδιάμεσης οντότητας ή «Man-in-the-middle» περιλαμβάνουν την τροποποίηση ή την έγχυση εσφαλμένων δεδομένων στην επικοινωνία AIS ενός σταθμού μετάδοσης έγκυρων φράσεων AIVDM. Αρχικά υπεκλάπησαν έγκυρες φράσεις AIVDM που μεταδίδονται εναερίως από έναν κοντινό σταθμό (δηλαδή τον αναμεταδότη AIS), με την ανάπτυξη μίας ελεγχόμενης πύλης AIS η οποία ρυθμίστηκε με ένα AIS Dispatcher και ένα USB dongle AIS receiver. Στη συνέχεια χρησιμοποιήθηκε ένας διακομιστής μεσολάβησης για την υποκλοπή, τροποποίηση και δημοσίευση των μηνυμάτων AIS στους διαδικτυακούς παρόχους, οι οποίοι αποδέχθηκαν κάθε παραποιημένο μήνυμα ανεμπόδιστα. Σε ένα δεύτερο πείραμα, λήφθηκε ένα υπάρχον πλοίο και πλαστογραφήθηκαν διάφορες πληροφορίες του πλοίου μέσω του λογισμικού, έτσι ώστε οι πάροχοι τελικά παρουσίαζαν το πλοίο να βρίσκεται σε διαφορετική θέση από όπου αρχικά ήταν.

Κεφάλαιο 6^ο Προτεινόμενη Λύση Ασφάλειας

6.1 Εισαγωγή

Στην παρών κεφάλαιο θα αναλύσω και θα παρουσιάσω την ανάγκη δημιουργίας ενός συστήματος το οποίο θα συγκεντρώνει – ενσωματώνει – αναλύει και εν τέλει συναλλάσει ναυτικά δεδομένα με ασφαλή τρόπο τα οποία θα διασφαλίζουν την επικοινωνία μεταξύ των πλοίων καθώς και την περαιτέρω προστασία του περιβάλλοντος. Συγκεκριμένα το σύστημα επικεντρώνεται στην ανάπτυξη δομών και υπηρεσιών για τη συναλλαγή ναυτικών δεδομένων μεταξύ των πλοίων και των συστημάτων ξηράς VTS (Vessel Traffic Service).

6.2 Διαμοιρασμός πληροφοριών Ship to Ship

Όπως προαναφέρθηκε στο κεφαλαίο 2 το AIS κατασκευάστηκε κυρίως σαν εργαλείο για τη ναυτιλιακή ασφάλεια και την αποτροπή συγκρούσεων μεταξύ των πλοίων σύμφωνα με τις προϋποθέσεις και τα τεχνολογικά χαρακτηριστικά που έθεσε ο IMO (International Maritime Organization) χωρίς όμως να λαμβάνει υπόψη την ασφαλή μετάδοση των δεδομένων.

Επί του παρόντος υπάρχουν 27 μηνύματα AIS εκ των οποίων τα μηνύματα 1, 2, 3 χρησιμοποιούνται στο να συναλλάσουν πληροφορίες σχετικά με την τοποθεσία του πλοίου τα οποία μπορούν να παραποιηθούν με τις επιθέσεις που είδαμε στο κεφάλαιο 5 και κατ' επέκταση τίθεται μεγάλο ναυτικό θέμα για την ασφάλεια και όχι μόνο.

6.3 Βασικές απαιτήσεις (BA) και απαιτήσεις ασφαλείας (AA)

Εδώ θα αναλύσω τις βασικές απαιτήσεις καθώς και τις βασικές απαιτήσεις ασφαλείας που θα επιτρέπουν την ασφαλή ανταλλαγή πληροφοριών μεταξύ των υπηρεσιών (ΥΠ) του συστήματος και των πλοίων.

- BA1-ΥΠ: Απαιτείται το δίκτυο να συλλεγεί και να συναλλάσει τις πληροφορίες των πλοίων.

- BA2-ΥΠ: Απαιτούνται πληροφορίες για κάθε πλοίο ξεχωριστά σχετικά με την ταχύτητα του, τοποθεσία του, το δρομολόγιο του και δευτερεύοντες πληροφορίες (τύπος πλοίου, φορτίου, κτλ.).
- BA3-ΥΠ: Απαιτούνται πληροφορίες σχετικά με την κατάσταση του πλοίου.
- BA4-ΥΠ: Απαιτείται διασύνδεση στην υπηρεσία παγκοσμίως για την ανταλλαγή πληροφοριών με ασφάλεια.

Απαιτήσεις ασφάλειας για της υπηρεσίες του συστήματος για την συναλλαγή ναυτιλιακών πληροφοριών.

- AA1: Η ασύρματη δικτύωση για την Ship to Ship επικοινωνία ή την επικοινωνία μεταξύ του πλοίου και του χερσαίου σταθμού θα πρέπει να είναι απρόσκοπτη και διαπιστευμένη.
- AA2: Οι πληροφορίες του πλοίου συμπεριλαμβανομένων και των πληροφοριών τοποθεσίας, προειδοποίηση έκτακτης ανάγκης και πληροφορίες traffic control θα πρέπει να είναι διαπιστευμένες μεταξύ των πλοίων και των χερσαίων σταθμών.
- AA3: Οι συναλλασσόμενες πληροφορίες μεταξύ των πλοίων και των χερσαίων σταθμών δε πρέπει να παραποιούνται κακόβουλα κατά την αποστολή ή την λήψη.
- AA4: Οι συναλλασσόμενες πληροφορίες δε πρέπει να είναι εκτεθειμένες σε μη εξουσιοδοτημένο χρήστη.

Στο παρακάτω πίνακα 3 φαίνεται συνοπτικά οι σχέσεις μεταξύ των υπηρεσιών και απαιτήσεων ασφάλειας.

Πίνακας 3.

Απαιτήσεις Ασφάλειας	Υπηρεσίες
AA1. Έμπιστο δίκτυο για απρόσκοπτη λειτουργία και αμοιβαία έμπιστο	BA1-ΥΠ, BA2-ΥΠ, BA3-ΥΠ, BA4-ΥΠ,
AA2. Έμπιστες πληροφορίες μεταξύ των πλοίων και των χερσαίων σταθμών	BA1-ΥΠ, BA2-ΥΠ, BA3-ΥΠ, BA4-ΥΠ,
AA3 Διατήρηση εγκυρότητας της λαμβανομένης πληροφορίας ενάντια κακόβουλης μεταποίησης	BA1-ΥΠ, BA2-ΥΠ, BA3-ΥΠ, BA4-ΥΠ,
AA4 Διατήρηση εμπιστευτικότητας της λαμβανομένης πληροφορίας σε έναν μόνο εξουσιοδοτημένο χρήστη	BA1-ΥΠ, BA2-ΥΠ,

Οι παραπάνω απαιτήσεις μπορούν να επιτευχθούν με υπάρχουσες τεχνολογίες για την έμπιστη - αξιόπιστη επικοινωνία.

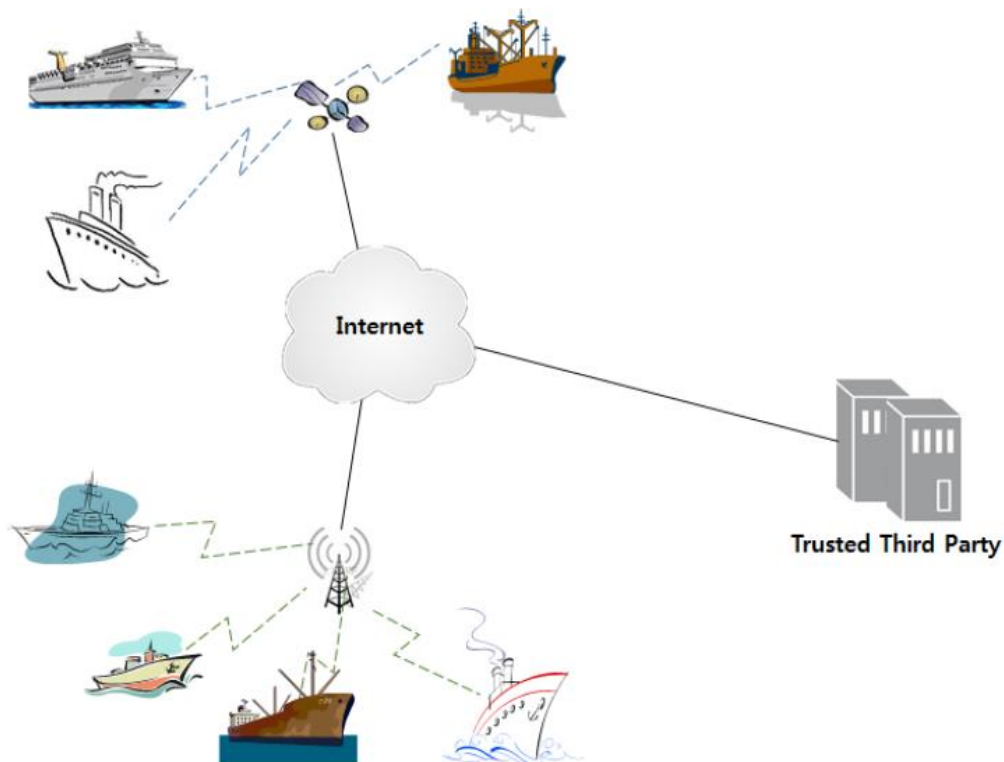
- Αυθεντικοποίηση: Μπορεί να χρησιμοποιηθεί το EAP (Extensible Authentication Protocol) το οποίο χρησιμοποιείται στα ασύρματα δίκτυα.
- Εξουσιοδότηση: Είναι η λειτουργία που επιτρέπει έναν χρήστη να προβεί σε πόρους και λειτουργίες οι οποίες του επιτρέπονται.
- Κρυπτογράφηση δεδομένων: Είναι η λειτουργία που αποτρέπει την παραποίηση πληροφοριών.
- Ασφάλεια δικτύου: Είναι η λειτουργία που επιτρέπει την απρόσκοπτη και ασφαλή μετάδοση δεδομένων.

6.3 Παρουσίαση συστήματος αυθεντικοποίησης

Όπως είδαμε στα παραπάνω κεφάλαια οι απειλές ασφαλείας όπως Denial of Service (DDoS), replay attacks, παραποίηση δεδομένων είναι δυνατών να πραγματοποιηθούν μέσω των συστημάτων επικοινωνίας των πλοίων.

Πως μπορεί να γίνει να αυθεντικοποίηση σε πρώτο χρόνο; Φυσικά χρησιμοποιώντας έναν αξιόπιστο τρίτο άτομο (TTP) όπως για παράδειγμα τον IMO ή έναν χερσαίο σταθμό.

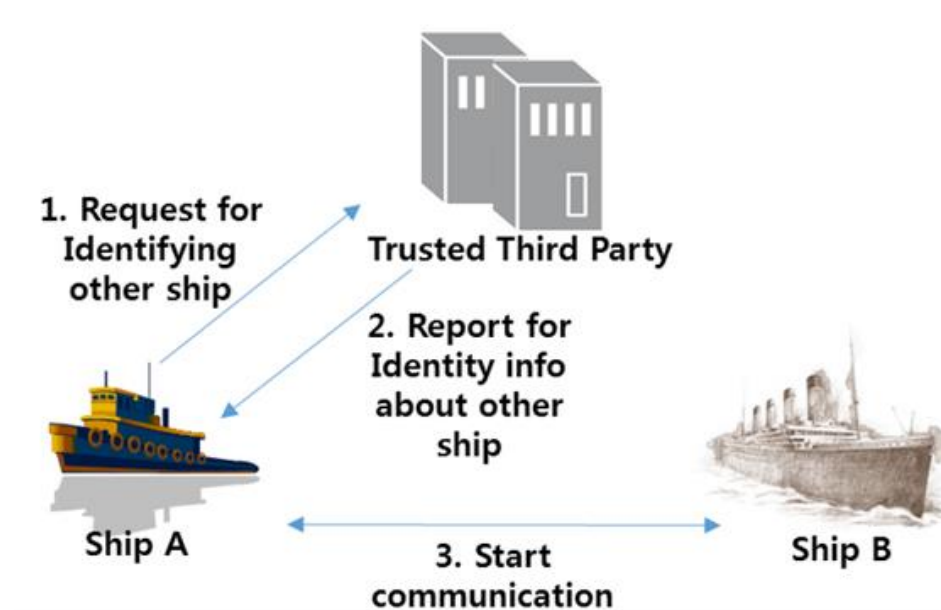
Στις παρακάτω εικόνες 7 και 8 μπορούμε να δούμε τη διαδικασία.



Εικόνα 7. Αυθεντικοποίηση πλοίων χρησιμοποιώντας έναν TTP.

Οι προϋποθέσεις για να επιτευχθεί η αυθεντικοποίηση θα πρέπει:

- Τα πλοία να έχουν σύστημα AIS
- Τα πλοία να είναι συνδεδεμένα στο Internet
- Το δίκτυο του πλοίου να είναι αξιόπιστο εκ των έσω
- Η ακεραιότητα των συναλλασσόμενων δεδομένων να είναι έγκυρη



Εικόνα 8.

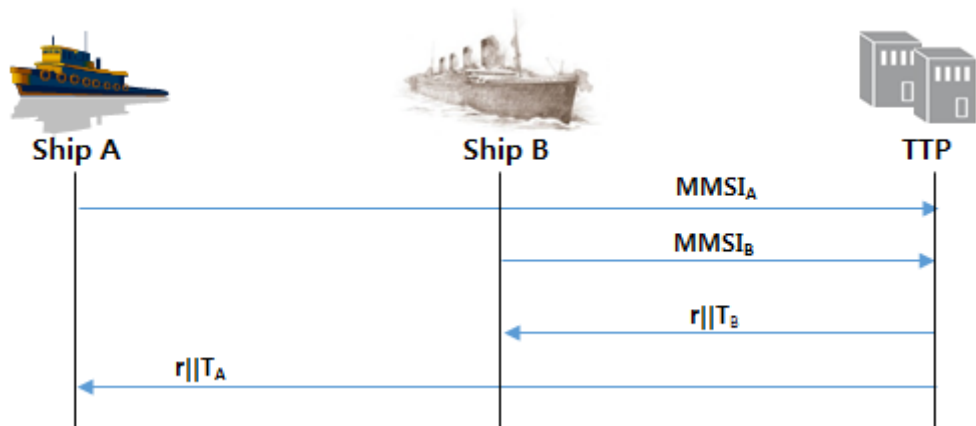
6.3.1 Αυθεντικοποίηση

Για να επιτευχθεί η αυθεντικοποίηση αναμεσα στο πλοίο και τον TTP το σύστημα θα χρησιμοποιεί το MMSI (Maritime Mobile Service Identity) το οποίο ούτως ή άλλως χρησιμοποιείται στο AIS και θα αποτελείται από τρία βήματα:

- $H()$: Μια hash function
- h : ένα hash το οποίο υπολογίζεται από την $H()$
- MMSI: Το μοναδικό αναγνωριστικό Maritime Mobile Service Identity
- r : ένας τυχαίος αριθμός
- T : Ένα timestamp
- TTP: Ένα αξιόπιστο τρίτο μέλος

Βήμα 1. Pre - Authentication

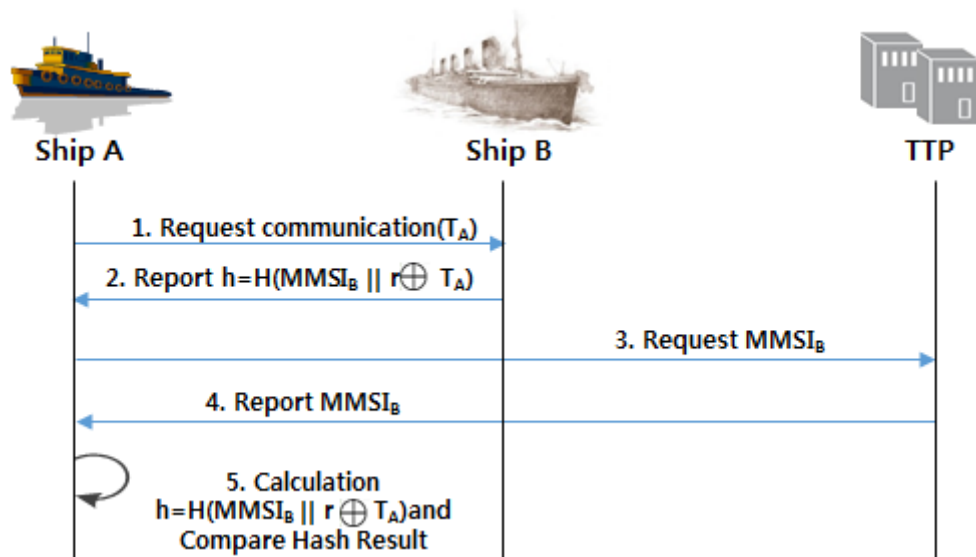
Το πλοίο αποστέλλει στον TTP το MMSI πρώτου γίνει η αμοιβαία αυθεντικοποίηση και έπειτα λαμβάνει έναν τυχαίο αριθμό r και την timestamp T όπως φαίνεται και στην εικόνα 9.



Εικόνα 9. Pre – Authentication Το πλοίο A και το πλοίο B αποστέλλουν το MMSI τους στον TTP και αυτός αποστέλλει το r και την T .

Βήμα 2. Mutual Authentication

Εάν το πλοίο A θέλει να επικοινωνήσει με το πλοίο B, αυτό πραγματοποιείται μέσω του TTP όπως βλέπουμε στην εικόνα 10.



Εικόνα 10.

Αναλυτικότερα η αυθεντικοποίηση ολοκληρώνεται σε 5 βήματα:

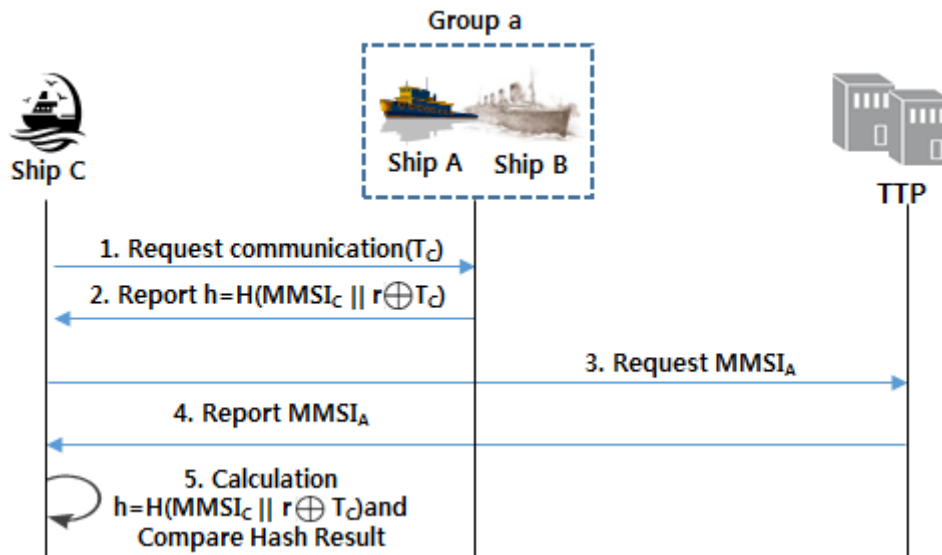
1. Το πλοίο A ζητάει να επικοινωνήσει με το πλοίο B και στέλνει την timestamp T_A στο πλοίο B.

2. Το πλοίο B δημιουργεί ένα hash που αποτελείται από το MMSI_B του, ένα τυχαίο αριθμό r που παρέχεται από τον TTP και την timestamp του πλοίου A (T_A).
3. Το πλοίο A ζητάει το MMSI_B του πλοίου από τον TTP.
4. Ο TTP παρέχει το MMSI_B στο πλοίο A.
5. Το πλοίο A συγκρίνει τα δυο hash που έλαβε, το ένα από το πλοίο B και το άλλο, η τιμή που υπολόγισε ο TTP χρησιμοποιώντας το MMSI_B.

Βήμα 2. Αυθεντικοποίηση στόλου

Τι συμβαίνει όμως εάν θέλουν να επικοινωνήσουν περισσότερο από ένα πλοία; Θα ήταν πραγματικά μη αποδοτικό εάν χρειαζόταν κάθε πλοίο ξεχωριστά να πρέπει να αυθεντικοποιηθεί το ένα με το άλλο. Επομένως ένα τουλάχιστον δυο πλοία έχουν αυθεντικοποιηθεί μεταξύ τους τότε ο TTP θα πρέπει να παράξει ένα group key και για τα δυο πλοία, τότε τα πλοία μοιράζονται ίδιο GroupID_a ($GID = \{MMSI_A, MMSI_B, GKey_a \text{ (Group Key)}\}$) και ανήκουν σε ένα σύνολο.

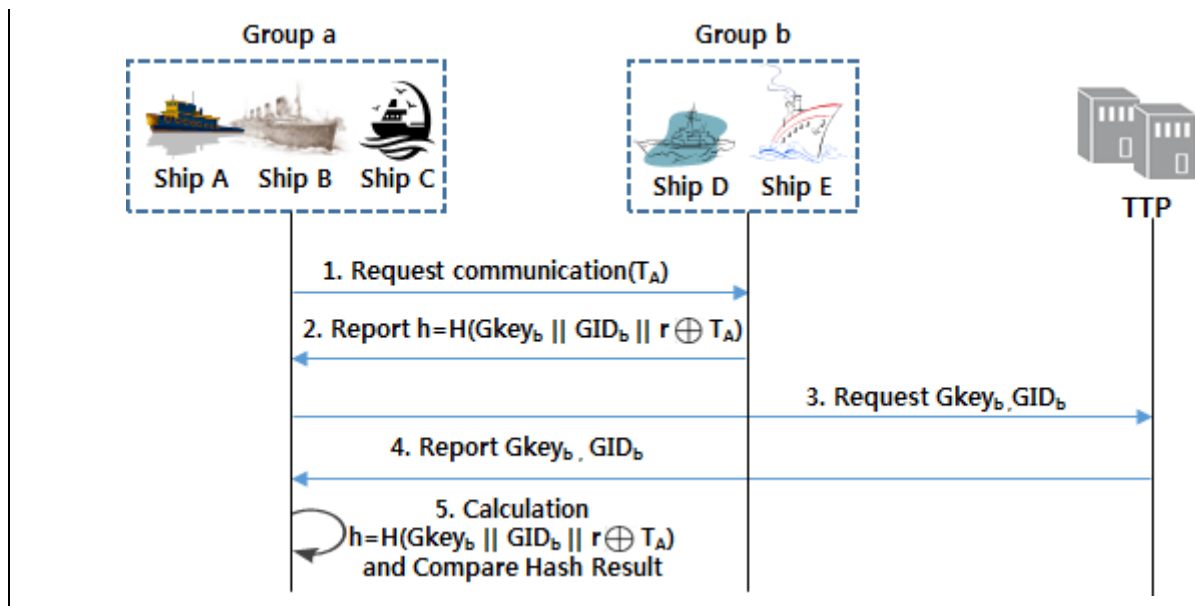
Εάν ένα τρίτο πλοίο Γ το οποίο δεν ανήκει στο Group θέλει να επικοινωνήσει με το πλοίο A, τότε θα πρέπει να αυθεντικοποιηθεί με το A και ως εκ τούτου γίνεται αυτόματα μέλος του Group



Εικόνα 11.

Με την ίδια λογική εάν το πλοίο A θέλει να επικοινωνήσει με ένα πλοίο Δ το οποίο είναι μέρος ενός Group B, τότε το πλοίο A προχωράει σε αυθεντικοποίηση με το Group B απευθείας αντί να με το πλοίο Δ από μόνο του. Συνεπώς όλα τα μέλη, και

των δυο Group, μπορούν να συνομιλούν και να ανταλλάσσουν πληροφορίες μεταξύ τους δίχως να χρειάζονται περαιτέρω τρόποι αυθεντικοποίησης.



Εικόνα 12.

Με αυτό το τρόπο μπορούμε να διασφαλίσουμε αξιόπιστες ανταλλαγές πληροφορίας μέσω των πιστοποιημένων μελών ενός στόλου.

Το σύστημα φυσικά μπορεί να εξοπλισθεί με περισσότερα μέσα ασφάλειας χρησιμοποιώντας κάποιο κρυπτογραφικό αλγόριθμο ώστε να διασφαλίσει την ακεραιότητά των δεδομένων.

Συμπεράσματα και μελλοντική μελέτη

Στη παρούσα διπλωματική εργασία είδαμε αναλυτικά τι είναι το Automatic Identification System (AIS) το οποίο χρησιμοποιείται για την ασφάλεια - εντοπισμό – παρακολούθηση πλοίων και όχι μόνο. Επίσης είδαμε αναλυτικά το τρόπο λειτουργίας του, τους κανόνες και τις προϋποθέσεις που πρέπει να πληρεί καθώς και τις ελλείψεις του, τα σφάλματα του και τα κενά ασφάλειας που το καθιστούν ευάλωτο σε κακόβουλες επιθέσεις.

Πρότεινα ένα σύστημα αυθεντικοποίησης πλοίων το οποίο χρησιμοποιεί το MMSI για την αυθεντικοποίηση αναμεσα στα πλοία και τις χερσαίες βάσεις και μπορεί να μειώσει τις απειλές ασφαλείας και κατ' επέκταση να διασφαλίσει την αξιοπιστία των πληροφοριών που ανταλλάσσουν μεταξύ τους πλοία.

Αυτό που πρέπει να μελετηθεί και να υλοποιηθεί στο μέλλον είναι ένας κρυπτογραφικός αλγόριθμος το οποίο να διασφαλίζει περαιτέρω την αξιοπιστία των

ναυτικών δεδομένων αποτρέποντας την παραποίηση δεδομένων και καθιστώντας το σύστημα περισσότερο ασφαλές.

Βιβλιογραφία

- [1]"AIS Application Specific Messags". IALA-AISM.
- [2]"AIS internet contribution". www.marinetraffic.com. Retrieved 29 July 2014.
- [3]"AIS Messages". U.S. Coast Guard Navigation Center.
- [4]"Atlantis leaves Columbus with a radio eye on Earth's sea traffic". *ESA*. 4 December 2009.
- [5]"Circular 289: Guidance On the Use of AIS Application-Specific Messages". IMO. Alexander, Lee; Schwehr, Zetterberg (2010). "Establishing an IALA AIS Binary
- [6]A Security Evaluation of AIS - ACSAC 2014 publication
- [7]AIS Application Specific Messags". IALA-AISM. Retrieved 2012-11-30. IEC 61993-2 Clause 6.2
- [8]AIS internet contribution". www.marinetraffic.com.
- [9]Alexander, Lee; Schwehr, Zetterberg (2010). "Establishing an IALA AIS Binary Message Register: Recommended Process". *IALA Conference 17*: 108–115.
- [10] <http://www.navcen.uscg.gov/?pageName=AISMessages>
- [11]American Bureau of Shipping.(2000) Document of Compliance,
- [12]Atlantis leaves Columbus with a radio eye on Earth's sea traffic". *ESA*. 4 December 2009. Archived from the original on 8 December 2009.
- [13]Bailey, N. (2005) Training, Technology and AIS: Looking Beyond the Box. *Proceeding of The Seafarers International Research Centre's Fourth International Symposium*, Cardiff University, UK, 7th July
- [14]Baldwin, C. L. and May, J. F. (2005) Verbal Collision Avoidance Messages of Varying Perceived Urgency Reduce Crashes in High Risk Scenarios. *Proceedings of the Third International Driving Symposium on Human Factors in Driver Assessment, Training and Vehicle Design*, Maine, USA
- [15]Bloomberg L.P. Bloomberg Commodities. <http://www.bloomberg.com/professional/markets/commodities/>

- Bloomberg. Iran Oil Tankers Said by Zanzibar to Signal Wrong Flag.
<http://www.bloomberg.com/news/2012-10-19/iranian-oil-tankers-said-by-zanzibar-to-be-signaling-wrong-ag.html>.
- [16]CE Delft.(2006) *Greenhouse Gas Emissions for Shipping and Implementation Guidance for the Marine Fuel Sulphur Directive*, Commissioned by: European Commission
- Coutroubis, A.D Shipping Policies, Conventions & Regulations Lecture 4
- de Selding, Peter (14 July 2014). "Falcon 9 Successfully Launches Six Orbcomm Satellites". Space News. Space News.
- [17]Dekker, S. (2002) Reconstructing Human Contributions to Accidents: the New View on Error and Performance. *Journal of Safety Research*, Pergamon. No. **33**, p. 371-385.
- [18]Digital ship pirates: Researchers crack vessel tracking system
- [19]EMC Analysis of Universal Automatic Identification and Public Correspondence Systems in the Maritime VHF Band
- [20]ESA satellite receiver brings worldwide sea traffic tracking within reach".ESA. 23 April 2009
- [21]ESA satellite receiver brings worldwide sea traffic tracking within reach".ESA. 23 April 2009.
- [22]Farmer, P. (2004) AIS-Assisted Collision, Letters to seaways. *Seaways*, The International Journal of the Nautical Institute, September, p. 27-28.
- [23]Hellier, E. and Edworthy, J. (1999) Technical Note on Using Psychophysical Techniques to Achieve Urgency Mapping in Auditory Warnings. *Applied Ergonomics*, Vol. **30**, Issue 2, Elsevier Science Ltd, p. 167-171.
- [24]<http://www.nordicspace.net/PDF/NSA239.pdf>
- [25]IEC 61993-2 Clause 6.2
- [26]IEC Technical Committee 80. "Maritime Navigation and Radiocommunication Equipment and Systems".
- [27]International Maritime Organisation (IMO) (2001) Guidelines for the Onboard Operational Use of Shipborne Automatic Identification Systems (AIS), as Amended by ITU-1371. Resolution A.917(22). London.
- [28]ISM CODE IMO
- [29]LUXSPACE Sarl - LuxSpace successfully launches AIS satellite on PSLV". LuxSpace.

- [30]Marine Accident Investigation Branch (MAIB) (2005) *Report on the Investigation of the Collision between Hyundai Dominion and Sky Hope in the East China Sea on 21 June 2004 (Report No. 17/2005)*,
- [31]MARPOL 1973/78, IMO publications, Consolidated Edition 2006
- [32]Message Register: Recommended Process". *IALA Conference 17*: 108–115.
- [33]National Transportation Safety Board (NTSB) (1997) *Grounding of the Panamanian Passenger Ship Royal Majesty on Rose and Crown Shoal near Nantucket, Massachusetts, June 10, 1995. Marine Accident Report*, Washington, DC.
- [34]News Room - SpaceQuest, Ltd
- [35]Pomeroy, R.V. and Tomlinson, C. M. (2000) A System Approach to Integrating the Human Element into Marine Engineering Systems. Proceeding of the Conference on Human Factors in Ship Design and Operation, Royal Institution of Naval Architects, September.
- [36]Reason, J. (1990) *Human Error*. Cambridge University Press, Cambridge
- [37]Recommendation ITU-R M.1371-4. *Technical characteristics for an automatic identification system using time division multiple access in the VHF maritime mobile band (Recommendation ITU-R M.1371-4)*. International Telecommunications Union.
- [38]Software-based AIS Transmitter - GnuRadio implementation
- [39]SOLAS'1974, December 2000 amendments
- [40]SpaceQuest receiving AIS SART messages from orbit". Kurt Schwehr. 29 April 2010.
- [41]Successful launch of Norwegian satellite The Norwegian Space Centre
- [42]Swift, A. J. (2004) Bridge Team Development. *Seaways*, the International Journal of the Nautical Institute, October, p. 6-7.
- [43]The Nautical Institute (2005a) AIS Initialisation, International Marine Accident Reporting Scheme, MARS 200532. *Seaways*, the International Journal of the Nautical Institute, July, p. 17-18.
- [44]The Nautical Institute (2005b) *AIS Forum – Reported Problems*. [Online] Available at: <http://www.nautinst.org/ais/reportedProbs.htm>, Accessed 23 November 2005.

- [45]The Nautical Institute (2005c) AIS Inaccuracies, International Marine Accident Reporting Scheme (MARS) MARS 200552. *Seaways*, the International Journal of the Nautical Institute, November, p. 19- 20.
- [46]The Nautical Institute (2006) AIS Inaccuracies, International Marine Accident Reporting Scheme, MARS 200552. *Seaways*, the International Journal of the Nautical Institute, January, p. 19-20.
- [47]The Nautical Institute. "Automatic Identification System (AIS): A Human Factors Approach". *www.nautinst.org*. The Nautical Institute.
to: a b <http://www.cmlmicro.com/Press/briefs/index.asp?/Press/briefs/ais.htm>
- [48]Top User Photos, [Vessel Tracker Community](#).
- [49]Tron AIS-SART - AIS-SART / Radar SART". JOTRON.
to: ^a <http://www.cmlmicro.com/Press/briefs/index.asp?/Press/briefs/ais.htm>
Types of Automatic Identification Systems". U.S. Coast Guard Navigation Center.
Types of Automatic Identification Systems". U.S. Coast Guard Navigation Center.
UK. [Online] Available at:
http://www.maib.gov.uk/publications/investigation_reports/2005/hyundai.cfm,
Accessed: 30/11/2005
- [50]US patent 5506587, Lans, Håkan, "Position indicating system", issued 1996-04-09, assigned to GP&C Systems International AB
- [51]USPTO ex-parte reexamination certificate (7428th), issued on March 30, 2010
Vulnerabilities Discovered in Global Vessel Tracking Systems - Disclosure during HITB 2013
- [52]Whittingham, R.B. (2004) *The Blame Machine: Why Human Error Causes Accidents*. Elsevier Butterworth Heinemann, Oxford, UK.
- [53]Δελτίο της Ναυτιλίας, ΝΕΕ, ειδική έκδοση, τεύχος 152 (Ιούλιος 1998), σελ. 5.
- [54] A. Irshad, W. Noshairwan, M. Shafiq, S. Khurram, E. Irshad and M. Usman, "Security Enhancement in MANET Authentication by checking the CRL status of Servers", *International Journal of Advanced Science and Technology(IJAST)*, vol. 1, (2008) December, pp. 91-98.
- [55] B. Lee and N. Park, "Performance Improvement based Authentication Protocol for Inter-Vessel Traffic Ser-vice Data Exchange Format Protocol based on U-navigation System in WoT Environment", *Journal of ap-plied mathematics*, vol. 2014, (2014) August.

- [56] E.-S. Lee, H.-J. Lee, K. Lee and J.-H. Park, "Automating Configuration System and Protocol for Next-Generation Home Appliances," *ETRI Journal*, vol. 35, no. 6, (2013) December, pp. 1094-1104.
- [57] H. Modares, A. Moravejosharieh, R. B. Salleh and J. Lloret, "Enhancing Security in Mobile IPv6", *ETRI Journal*, vol. 36, no. 1, (2014) February, pp. 51-61.
- [58] J.-H. Park, Y.-H. Jung, K.-H. Lee, K.-W. Lee and M.-S. Jun, "An Enhanced Light-weight Anonymous Authentication and Encryption Protocol in Wireless Sensor Network," *International Journal of Database Theory and Application (IJDTA)*, vol. 5, no. 1, (2012) March, pp. 1-20.
- [59] J. Ok Kwon and Ik Rae Jeong, "Relations among Security Models for Authenticated Key Exchange," *ETRI Journal*, vol. 36, no. 5, (2014) October, pp. 856-864.
- [60] K. Sharma and M. K. Ghose, "Cross Layer Security Framework for Wireless Sensor Networks," *International Journal of Security and Its Applications (IJSIA)*, vol. 5, no.1, (2011) January, pp. 39-52.
- [61] K. Sharma, M. K. Ghose, D. Kumar, R. P. Kumar Singh and V. K. Pandey, "A Comparative Study of Various Security Approaches Used in Wireless Sensor Networks", *International Journal of Advanced Science and Technology (IJAST)*, vol. 17, (2010) April, pp. 31-44.
- [62] Md. S. Islam and S. A. Rahman, "Anomaly Intrusion Detection System in Wireless Sensor Networks: Security Threats and Existing Approaches," *International Journal of Advanced Science and Technology (IJAST)*, vol. 36, (2011) November, pp. 1-8.
- [63] P. Kumar, A. Gurtov, M. Ylianttila, S.-G. Lee and H. Lee, "A Strong Authentication Scheme with User Privacy for Wireless Sensor Networks," *ETRI Journal*, vol. 35, no. 5, (2013) October, pp. 889-899.
- [64] T. Wenjun and H. Bin, "A Stronger Formal Security Model of Three-party Authentication and Key Distribution Protocol for 802.11i," *International Journal of Security and Its Applications (IJSIA)*, vol. 6, no. 4, October (2011), pp. 163-174.

- [65] T.-H. Chen and W.-K. Shih, "A Robust Mutual Authentication Protocol for Wireless Sensor Networks," *ETRI Journal*, vol. 32, no. 5, (2010) October, pp. 704-712.
- [66] A. Weintri, R. Wawruch, C. Specht, L. Guema, and Z. Pietrzykowski, "Polish Approach to e-Navigation Concept," *TransNav, International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation*, vol. 1, no. 3, September (2007), pp. 261-269.
- [67] N. Toledo, M. Higuero, E. Jacob and M. Aguado, "A Novel Architecture for Secure, Always-Best Connected Ship-Shore Communications," *Intelligent Transport Systems Telecommunications (ITST)*, (2009) October, pp. 192-197.