

**ΑΚΑΔΗΜΙΑ ΕΜΠΟΡΙΚΟΥ ΝΑΥΤΙΚΟΥ
Α.Ε.Ν ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ:

ΛΑΜΠΟΥΡΑ ΣΤΕΦΑΝΙΑ

**“Κενό ασφαλείας στην τεχνολογία AIS και εξαφάνιση πλοίων -
εμφάνιση πλοίων φαντασμάτων”**

ΤΟΥ ΣΠΟΥΔΑΣΤΗ : ΤΣΙΠΡΑΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ

Α.Γ.Μ : 3323

Ημερομηνία ανάληψης της εργασίας:

Ημερομηνία παράδοσης της εργασίας:

A/A	Όνοματεπώνυμο	Ειδικότητα	Αξιολόγηση	Υπογραφή
1				
2				
3				
ΤΕΛΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ				

Ο ΔΙΕΥΘΥΝΤΗΣ ΣΧΟΛΗΣ : ΤΣΟΥΛΗΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ

Πρόλογος

Από τα τέλη του 2004 έγινε αναγκαστικό για τα πλοία με χωρητικότητα πιο μεγάλη από 299GT (gross tonnage) να έχουν καθορισμένους πομποδέκτες του συστήματος AIS. Ταυτόχρονα, με τη σημαντική και άμεση εξέλιξη της ευρυζωνικότητας έγινε δυνατή η λήψη αλλά και η διανομή διαμέσου του διαδικτύου των στοιχείων της ναυσιπλοΐας με φθινό και μαζικό τρόπο.

Η αναγκαστική αυτή χρησιμοποίηση ενός τεράστιου συνόλου σκαφών του εν λόγω συστήματος από την περίοδο του 2004 μέχρι και σήμερα, σε συνδυασμό με την ταυτόχρονη ραγδαία εξέλιξη των παραπάνω δικτύων, είτε με επίγειες υποδομές είτε διαμέσου των δικτύων τρίτης γενιάς (και στη σύγχρονη εποχή τέταρτης γενιάς) των εταιριών κινητής τηλεφωνίας, έκανε δυνατή την ευχέρεια εύκολης διακίνησης και συλλογής γεωγραφικών πληροφοριών οι οποίες έχουν άμεση σχέση με τη γενικότερη και συνολική κινητικότητα όλων των πλοίων.

Η δομή της συγκεκριμένης πτυχιακής εργασίας χωρίζεται σε 2 κεφάλαια. Στο πρώτο κεφάλαιο θα αναλύσουμε βασικά στοιχεία και χαρακτηριστικά του παραπάνω συστήματος όπου θα αναλυθεί η καταγραφή θέσεων των σκαφών και η μέθοδος με την οποία αντλούνται αυτά τα στοιχεία, θα μελετήσουμε τον τρόπο δράσης του συστήματος αυτής της μορφής, τη γενική αποτίμηση των ικανοτήτων τους αλλά και τις απαιτήσεις που έχει. Στο τελευταίο κεφάλαιο θα ερευνήσουμε διεξοδικά τα κενά ασφαλείας που περιέχονται και έχουν εντοπιστεί από έρευνες που έχουν γίνει για τη συγκεκριμένη τεχνολογία.

Στο εν λόγω κεφάλαιο θα παρουσιάσουμε τις εφαρμογές και τους περιορισμούς που υπάρχουν στην τεχνολογία αυτή, τις απειλές που δημιουργεί ενώ παράλληλα θα υπάρξουν παραδείγματα εξαφάνισης και εμφάνισης πλοίων φαντασμάτων. Τέλος θα μελετήσουμε και θα αξιολογήσουμε την εφαρμογή αυτή με στόχο να παρουσιάσουμε καλύτερες προτεινόμενες λύσεις που έχουν άμεση σχέση με το συγκεκριμένο σύγχρονο ζήτημα.

Πίνακας Περιεχομένων

ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	2
ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ	3
ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ ΕΙΚΟΝΩΝ/ΠΙΝΑΚΩΝ	4
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 - ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	5
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 - AIS	7
2.1 Τι είναι.....	7
2.2 Εμβέλεια.....	12
2.3 Συσχέτιση των πηγών δεδομένων και τρόπος λειτουργίας συστήματος.....	14
2.4 Γενική αποτίμηση των δυνατοτήτων του συστήματος.....	18
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 - ΚΕΝΟ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ AIS	24
3.1 AIS και ανθρώπινο λάθος.....	24
3.2 Εφαρμογές και περιορισμοί.....	28
3.3 Απειλές	29
3.3.1 Πλαστογράφιση των πλοίων	31
3.3.2 Πλαστογράφιση των βοηθημάτων ναυσιπλοΐας και σύγκρουσης.....	32
3.3.3 Πλαστογράφιση AIS-SART και πειρατεία	34
3.3.4 Διακοπή διαθεσιμότητας και αξιολόγηση λογισμικών.....	36
3.4 Παραδείγματα εξαφάνισης και εμφάνισης πλοίων	39
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	42
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	44

Περιεχόμενα Εικόνων

Εικόνα 2.1 : Σύστημα AIS.....	8
Εικόνα 2.2 : Χάρτης εμφάνισης πλοίων μέσω συστήματος AIS.....	9
Εικόνα 2.3 : Πομποδέκτης AIS τύπου A.....	10
Εικόνα 2.4 : Ανταλλαγή δεδομένων μέσω συστήματος AIS	14
Εικόνα 2.5 : Αποτύπωση εικόνας στο ραντάρ και σύστημα AIS.....	19
Εικόνα 2.6 : Ανταλλαγή πληροφοριών μεταξύ πλοίων και VTS	20
Εικόνα 2.7 : Σύγκριση των δυνατοτήτων ανίχνευσης του ραντάρ και του AIS κατά τον πλου εγγύς ακτών	23
Εικόνα 3.1 : Πιθανά σενάρια επίθεσης στο AIS	31

Περιεχόμενα Πινάκων

Πίνακας 3.1 : Απειλές AIS	30
---------------------------------	----

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η σύγχρονη τεχνολογία σε συνδυασμό με την ευαισθητοποίηση επέφεραν ένα σύγχρονο νομοθετικό πλαίσιο και μηχανισμούς παρακολούθησης που προσφέρουν την ευχέρεια βελτίωσης της ασφάλειας των θαλάσσιων δρόμων καθώς επίσης και της αποτροπής ναυτικών ατυχημάτων. Στη σύγχρονη εποχή υφίστανται περιοχές αλλά και διαδρομές στις οποίες εντοπίζεται σημαντική κινητικότητα πλοίων όλων των ειδών, με επίπτωση να αναφερόμαστε σήμερα σε θαλάσσιους δρόμους και θαλάσσιες λεωφόρους.

Ένα από τα σύγχρονα ζητήματα τα τελευταία έτη στο περιβάλλον του διαδικτύου και της πληροφορικής ήταν η ανταλλαγή δεδομένων σε πραγματικό χρόνο. Αρκετά λογισμικά και εφαρμογές είχαν ανακαλυφτεί για την εν λόγω δράση αλλά και για τη διαδικασία της επεξεργασίας δεδομένων πραγματικού χρόνου που έχουν την ευχέρεια να εντοπίσουν τεράστια απήχηση.

Ένας από τους κλάδους που δεν θα ήταν εφικτό να μείνει ανέπαφος από τη σημαντική αυτή ανοδική τάση των συγκεκριμένων τεχνολογιών ήταν φυσικά η ναυσιπλοΐα. Ανέκαθεν ήταν καθοριστικής σημασίας η ευχέρεια ελέγχου τόσο των παράκτιων τοποθεσιών όσο και των ανοιχτών θαλασσών για αρκετές αιτίες όπως ανάμεσα σε άλλες, η ασφάλεια των σκαφών, η ανίχνευση τους, η παρακολούθηση της θαλάσσιας κυκλοφορίας καθώς επίσης και η γενικότερη αποφυγή συγκρούσεων.

Στη σύγχρονη εποχή από τα κυριότερα συστήματα τα οποία χρησιμοποιούνται αναγκαστικά από τα πλοία άνω των 299 κόνων, καθώς επίσης και προαιρετικά από όλων των ειδών τα πλεούμενα είναι το σύστημα αυτόματης ταυτοποίησης το οποίο στη διεθνή βιβλιογραφία καλείται AIS το οποίο βγαίνει από τα αρχικά γράμματα της αγγλικής φράσης Automatic Identification System.

Παρά τη χρησιμότητα που έχει η συγκεκριμένη εφαρμογή, όμως, έχουν εντοπιστεί σημαντικά κενά ασφαλείας στην εν λόγω τεχνολογία η οποία συνδυάζεται από εξαφάνιση αλλά και εμφάνιση πλοίων φαντασμάτων. Ο κυριότερος σκοπός της συγκεκριμένης πτυχιακής εργασίας την οποία καλούμαστε να εκπονήσουμε είναι να εντοπίσουμε και να παρουσιάσουμε τα συγκεκριμένα κενά ασφαλείας έτσι ώστε να γίνουν κατανοητά τα ελαττώματα που εμφανίζει αυτή η τεχνολογία. Για να γίνει, όμως, αυτό αρχικά θα παρουσιάσουμε διεξοδικά μερικά βασικά στοιχεία της εφαρμογής αυτής με στόχο υπάρξει μια πλήρης άποψη για αυτήν και με το πέρας της συγκεκριμένης πτυχιακής να είμαστε σε θέση να βγάλουμε τα καλύτερα δυνατά συμπεράσματα.

AIS

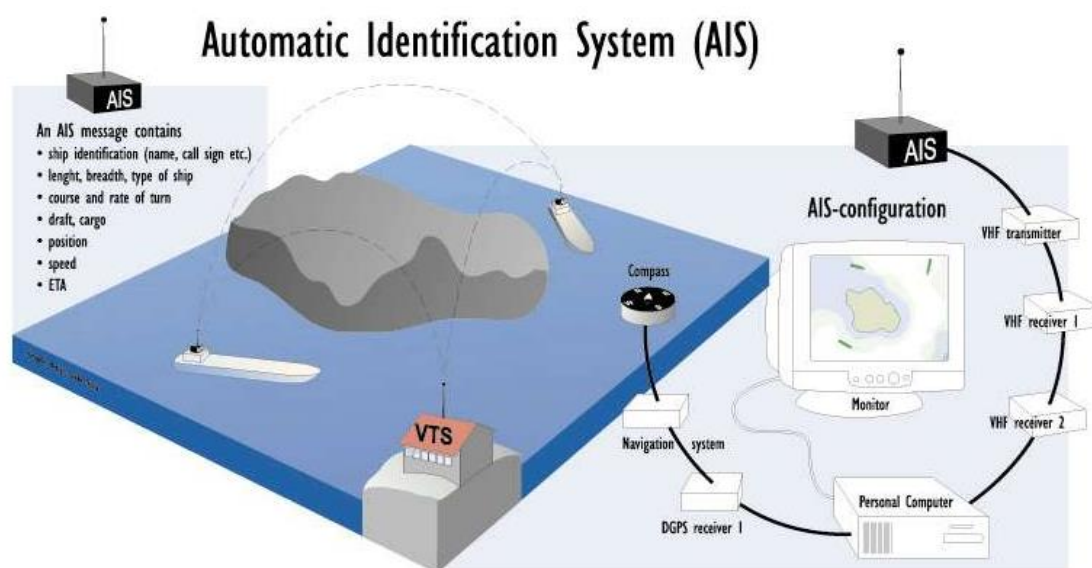
2.1 Τι είναι

Στην αρχή το συγκεκριμένο σύστημα αναπτύχθηκε με βασικότερο στόχο να βοηθήσει την αποφυγή συγκρούσεων πλοίων, αλλά και να βοηθήσει τις λιμενικές αρχές στην επίτευξη της βέλτιστης παρακολούθησης της θαλάσσιας κυκλοφορίας. Οι πομποί του εν λόγω συστήματος οι οποίες είναι τοποθετημένοι στα πλοία περιέχουν έναν δέκτη ανίχνευσης της τοποθεσίας μέσω GPS το οποίο έχει την ευχέρεια υπολογισμού των συντεταγμένων της τοποθεσίας του εκάστοτε πλοίου, της ταχύτητας την οποία έχει καθώς επίσης και της κατεύθυνσης του.¹

Περιέχει, ακόμα, έναν πομπό VHF, που μεταδίδει περιοδικά τα δεδομένα αυτής της μορφής σε δυο κανάλια αυτής της μορφής (με συχνότητες 161,975 MHz και 162, 025 MHz ενώ τα παλαιότερα VHF κανάλια είχαν 87 και 88 αντίστοιχα). Άλλα πλοία είτε σταθμοί βάσης έχουν την ευχέρεια να λαμβάνουν δεδομένα αυτής της μορφής κάνοντας χρήση ενός δέκτη AIS. Μετέπειτα, χρησιμοποιώντας εξειδικευμένη εφαρμογή η οποία μπορεί να επεξεργαστεί τα στοιχεία αυτά, τα πλοία εμφανίζονται στις οθόνες συστημάτων πλοήγησης είτε στους H/Y.

¹ The Nautical Institute, (2005a), *AIS Initialisation, International Marine Accident Reporting Scheme*, MARS 200532, Seaways, the International Journal of the Nautical Institute, July, pp. 17-18.

Σε ότι έχει να κάνει με την εμβέλεια του συγκεκριμένου συστήματος είναι σημαντικό να τονιστεί πως τυπικά τα πλοία με τον εν λόγω δέκτη με μια εξωτερική κεραία η οποία τοποθετείται 15 σχεδόν μέτρα πάνω από το θαλάσσιο επίπεδο, είναι εφικτό να λαμβάνουν δεδομένα αυτής της μορφής μέσα σε ακτίνα η οποία δεν ξεπερνά τα 20 ναυτικά μίλια. Οι σταθμοί βάσης οι οποίοι τοποθετούνται σε πιο μεγάλο υψόμετρο, είναι δυνατόν να επεκτείνουν τη συγκεκριμένη εμβέλεια έως και 60 ναυτικά μίλια, ακόμη και πίσω από απομακρυσμένα βουνά.²



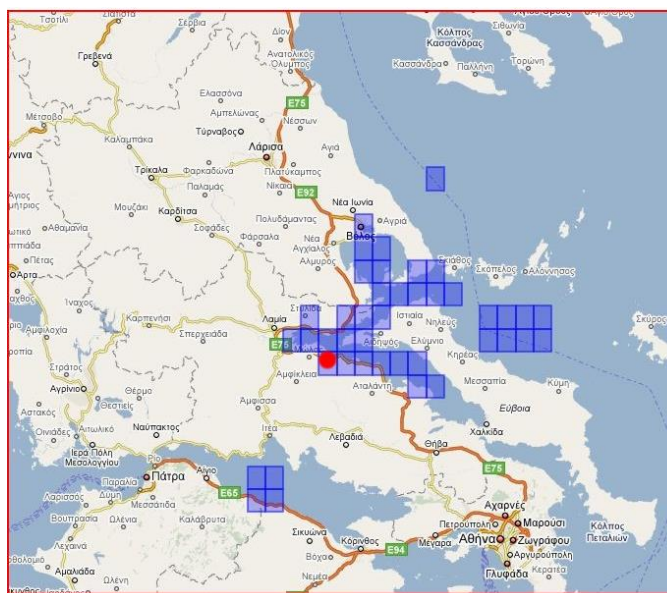
Εικόνα 2.1 : Σύστημα AIS³

Η εμβέλεια των συγκεκριμένων συστημάτων έχει άμεση επιρροή αλλά και εξάρτηση από το υψόμετρο της κεραίας, τα εμπόδια τα οποία περιέχονται τριγύρω από την κεραία του καθώς επίσης και από τις καιρικές συνθήκες οι οποίες

² Α. Καμαρινάκης, (2008), *Οδηγίες εγκατάστασης του συστήματος αυτόματης αναγνώρισης πλοίων (AIS)*, Χρονικά ναυπηγών - μηχανικών, Τεύχος 108, σελ. 6-9, Αθήνα.

³ N. Toledo, M. Higuero, E. Jacob and M. Aguado, (2009), *A Novel Architecture for Secure, Always-Best Connected Ship-Shore Communications*, Intelligent Transport Systems Telecommunications (ITST), October, pp. 192-197.

επικρατούν. Έχουν εντοπιστεί πλοία μέχρι και 150 ναυτικά μίλια μακριά με μια μικρότερη φορητή κεραία η οποία ήταν εγκαθιστάμενη σε βουνό νησιού το οποίο είχε υψόμετρο 700 μέτρα. Οι σταθμοί βάσης στη ναυτιλία έχουν τη δυνατότητα να καλύψουν εντελώς μια ακτίνα της τάξης των 40 μιλίων και περιοδικά είναι εφικτό να δέχονται δεδομένα από πλοία τα οποία βρίσκονται έως και 100 μίλια μακριά.⁴



Εικόνα 2.2 : Χάρτης εμφάνισης πλοίων μέσω συστήματος AIS⁵

Γενικότερα, είναι σημαντικό να τονιστεί πως το συγκεκριμένο σύστημα ελέγχου ακτογραμμών χρησιμοποιείται ως επί το πλείστον για την αναγνώριση και την ανίχνευση πλοίων με την υποστήριξη ηλεκτρονικής ανταλλαγής στοιχείων και πληροφοριών. Τα δεδομένα αυτής της μορφής τα οποία ανταλλάσσονται περιέχουν την αναγνώριση του κάθε πλοίου, την ακριβή τοποθεσία του, την κατεύθυνση αλλά

⁴ Ν. Νικητάκος, (2007), *Ηλεκτρονικές υπηρεσίες και εφαρμογές στη ναυτιλία : Ισχύουσα κατάσταση και προοπτικές*, Διημερίδα "Ναυτιλία και νέες τεχνολογίες", Αθήνα.

⁵ Α.Η. Παλληκάρης, Γ.Θ. Κατσούλης, (2008), *Ιστορική εξέλιξη και προοπτικές της ηλεκτρονικής ναυτιλίας*, Ναυσίβιο Χώρα, Τεύχος 2, Αθήνα.

και την ταχύτητα την οποία έχει με στόχο να παρουσιάζονται σε ένα ηλεκτρονικό πληροφοριακό σύστημα που περιέχει ναυτικούς χάρτες διαδεδομένο σαν ECDIS.⁶

Από το Δεκέμβρη του 2004, ο Διεθνής Οργανισμός Ναυτιλίας (IMO), απαιτεί από όλα τα πλοία άνω των 299GT να έχουν το συγκεκριμένο σύστημα που μεταδίδει περιοδικά τα παραπάνω στοιχεία αλλά και σε πολλές περιπτώσεις και ένα σύνολο στατικών δεδομένων όπως για παράδειγμα την ονομασία του εκάστοτε πλοίου, τις διαστάσεις του αλλά και άλλες λεπτομέρειες που έχουν άμεση σχέση με το συγκεκριμένο ταξίδι το οποίο υλοποιούν. Ο εν λόγω κανονισμός ήταν ο 1^{ος} ο οποίος είχε να κάνει με τη χρησιμοποίηση του παραπάνω συστήματος και βρήκε εφαρμογή σε περισσότερα από 100 χιλιάδες πλοία σε διεθνές επίπεδο.⁷



Εικόνα 2.3 : Πομποδέκτης AIS τύπου A⁸

⁶ Ν. Νικητάκος, (2011), *Συστήματα θαλάσσιας επιτήρησης*, Ημερίδα Ελληνικού Τμήματος AFCEA, Υπηρεσίες Ηλεκτρονικής Επιτήρησης και Ταυτοποίησης για τον έλεγχο των συνόρων, Θεσσαλονίκη.

⁷ A. Embankment, (2009), *Guidelines for the installation of a shipborne automatic identification system (AIS)*, IMO - International Maritime Organization, 6 January.

⁸ Α. Καμαρινάκης, (2008), *Οδηγίες εγκατάστασης του συστήματος αυτόματης αναγνώρισης πλοίων (AIS)*, *Χρονικά ναυπηγών - μηχανικών*, Τεύχος 108, σελ. 6-9, Αθήνα.

Από την περίοδο του 2006, το εν λόγω σύστημα αναπτύσσεται συνεχώς με στόχο να έχει την ευχέρεια να καλύπτει πιο μεγάλο φάσμα πρακτικών που να είναι εφικτό να χρησιμοποιηθούν από μεγαλύτερα πλοία έως και μικρότερα ψαράδικα σκάφη καθώς επίσης και σωστικές λέμβους. Έτσι, αναπτύχθηκαν καθορισμένες προδιαγραφές για το σύστημα αυτής της μορφής τύπου Β με κυριότερο στόχο την ανάπτυξη μιας πιο απλοποιημένης και πιο μικρής σε ό,τι αφορά το κόστος συσκευής.⁹

Η εταιρία SRT Marine Technology της Αγγλίας ανέπτυξε και παρουσίασε εκείνη την περίοδο το 1^ο σύστημα αυτής της μορφής τύπου Β της οποίας το κόστος ήταν αρκετά πιο χαμηλό από τις ισχύουσες έως εκείνη την εποχή συσκευές. Η συγκεκριμένη κατάσταση προκάλεσε αρκετά κράτη όπως για παράδειγμα η Σιγκαπούρη, η Κίνα αλλά και η Τουρκία να εκδώσουν καινούριες εντολές που είχαν άμεση σχέση με τη χρησιμοποίηση των παραπάνω συσκευών σε εμπορικά πλοία διαφορετικών μεγεθών και επομένως η χρησιμοποίηση του εν λόγω συστήματος παρουσίασε σημαντική εκθετική ανοδική τάση.¹⁰

Την περίοδο του 2010 τα πιο πολλά εμπορικά πλοία που έπλεαν σε ευρωπαϊκά νερά περιείχαν συσκευές τύπου Α ενώ η ΕΕ είχε οριοθετήσει για όλα τα πλοία της ΕΕ τα οποία είναι μεγαλύτερα από 16 μέτρα έως τα μέσα του 2014 κανονισμό βάσει με τον οποίο ήταν σημαντικό να έχουν εξοπλιστεί με συστήματα αυτής της μορφής. Σύμφωνα με έρευνες που έγιναν θεωρείται πως από το 2012 σχεδόν 250 χιλιάδες πλοία είχαν τοποθετήσει το σύστημα αυτής της μορφής ενώ σχεδόν 1 εκατομμύριο πλοία θα υποχρεούνταν να το τοποθετήσουν μέσα στα επόμενα έτη.¹¹

⁹ J.H. Park, Y.H. Jung, K. Lee, K.W. Lee, M.-S. Jun, (2012), *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, March, pp. 1-20.

¹⁰ A. Irshad, W. Noshairwan, M. Shafiq, S. Khurram, E. Irshad and M. Usman, (2008), *Security Enhancement in MANET Authentication by checking the CRL status of Servers*, International Journal of Advanced Science and Technology (IJAST), vol. 1, December, pp. 91-98.

¹¹ B. Lee, N. Park, (2014), *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 applied mathematics, vol. 2014, August.

2.2 Εμβέλεια

Όλοι οι σταθμοί βάσης είναι εξοπλισμένοι με έναν δέκτη αυτής της μορφής, έναν Η/Υ και μια σύνδεση στο διαδίκτυο. Ο συγκεκριμένος δέκτης λαμβάνει πληροφορίες που υποβάλλονται σε επεξεργασία από μια απλή εφαρμογή στον Η/Υ και μετέπειτα αποστέλλονται σε μια κεντρική βάση δεδομένων διαμέσου μιας διαδικτυακής υπηρεσίας. Η εν λόγω εφαρμογή είναι δωρεάν για όσους ενδιαφέρονται με άδεια χρήσης GNU. Τα στοιχεία αυτά τα οποία λαμβάνονται από τον παραπάνω δέκτη είναι κωδικοποιημένα σε μηνύματα NMEA (6-bit απλού κειμένου).¹²

Γενικότερα, τα μηνύματα αυτής της μορφής περιέχουν τους παρακάτω κύριους τύπους δεδομένων. Οι τύποι αυτοί είναι οι εξής:

- ✚ Δυναμικά δεδομένα όπως για παράδειγμα η τοποθεσία του σκάφους, η ταχύτητα που έχει, η κατεύθυνση του καθώς επίσης και η ταχύτητα στροφής
- ✚ Στατικά δεδομένα όπως για παράδειγμα η ονομασία του, ο αριθμός IMO και MMSI καθώς επίσης και οι διαστάσεις του
- ✚ Δεδομένα τα οποία έχουν άμεση σχέση με το καθορισμένο ταξίδι το οποίο πραγματοποιείται, όπως για παράδειγμα προορισμός, εκτιμώμενη άφιξη (ETA) καθώς επίσης και βύθισμα¹³

Η βασική βάση δεδομένων δέχεται και επεξεργάζεται ένα μεγάλο όγκο στοιχείων και πληροφοριών. Από τα συγκεκριμένα στοιχεία είναι εφικτό να αποθηκεύσει τα πιο σημαντικά, που είναι χρήσιμα και θα προσφέρουν μια καλή εικόνα των τοποθετήσεων που έχει το εκάστοτε σκάφος. Παράλληλα, περιέχει

¹² Α.Η. Παλληκάρης, Γ.Θ. Κατσούλης, (2008), *Ιστορική εξέλιξη και προοπτικές της ηλεκτρονικής ναυτιλίας*, Ναυσίβιο Χώρα, Τεύχος 2, Αθήνα.

¹³ The Nautical Institute, (2006), *AIS Inaccuracies, International Marine Accident Reporting Scheme*, MARS 200552, Seaways, the International Journal of the Nautical Institute, January, pp. 19-20.

γεωγραφικά δεδομένα και στοιχεία για τα λιμάνια και για άλλες τοποθεσίες, φωτογραφίες σκαφών καθώς επίσης και λοιπά σημαντικά δεδομένα.¹⁴

Οι συγκεκριμένες θέσεις των σκαφών και τα ίχνη της κατεύθυνσης τους εμφανίζονται με την υποστήριξη χαρτών Google Maps αλλά και με την τεχνολογία της δυναμικής HTML. Το ιστορικό των θέσεων αυτών, οι αφίξεις αλλά και οι αναχωρήσεις σε λιμάνια αλλά και διάφορα άλλα στατιστικά δεδομένα είναι ανιχνεύσιμα μέσα από την ιστοσελίδα του συγκεκριμένου συστήματος.¹⁵

Τα στοιχεία και οι πληροφορίες οι οποίες λαμβάνονται καταχωρούνται στη βάση δεδομένων σε πραγματικό χρόνο και επομένως είναι άμεσα διαθέσιμα στο χάρτη και στις άλλες σελίδες. Παρά το γεγονός αυτό, όμως, οι θέσεις μερικών σκαφών είναι πιθανόν να μην ανανεώνονται συνέχεια (όπως για παράδειγμα στην περίπτωση στην οποία ένα σκάφος είναι οριακά μέσα στην εμβέλεια των σταθμών λήψης). Στη συγκεκριμένη περίπτωση μερικά σκάφη είναι δυνατόν να παρουσιάζονται μέχρι και μια ώρα ύστερα από την τελευταία λήψη τους.¹⁶

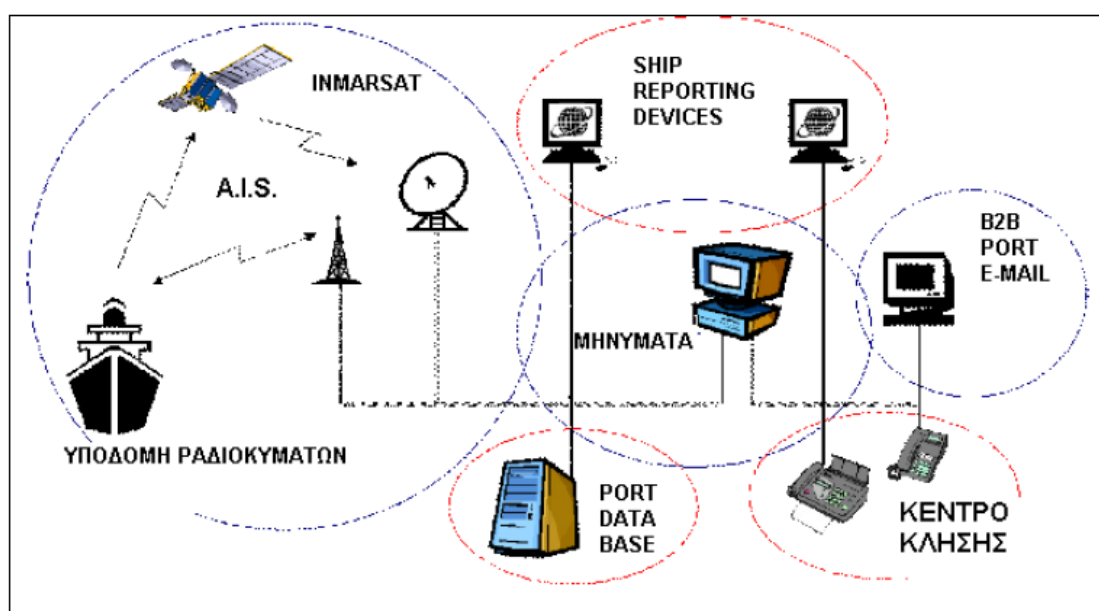
¹⁴ A. Lee, S. Zetterberg, (2010), *Establishing an IALA AIS Binary Message Register: Recommended Process*, IALA Conference 17, pp. 108–115.

¹⁵ The Nautical Institute, (2005b), *AIS Inaccuracies, International Marine Accident Reporting Scheme (MARS) MARS 200552*, Seaways, the International Journal of the Nautical Institute, November, pp. 19-20.

¹⁶ N. Bailey, (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.

2.3 Συσχέτιση των πηγών δεδομένων και τρόπος λειτουργίας συστήματος

Η συσχέτιση των οπτικών απεικονίσεων αλλά και των εικόνων μέσω ραντάρ διαμέσου υπογραφών S-AIS παρέχουν την ευχέρεια στον τελικό χειριστή να βρει άμεσα όλους τους τύπους πλοίου. Ένα τεράστιο όφελος του εν λόγω συστήματος είναι η ευκολία με την οποία έχει τη δυνατότητα να συσχετίσει με επιπλέον δεδομένα από άλλες πηγές, όπως για παράδειγμα ραντάρ, οπτικά, ESM αλλά και με τα πιο πολλά εργαλεία SAR όπως για παράδειγμα τα GMDSS SRSAT και AMVER.¹⁷



Εικόνα 2.4 : Ανταλλαγή δεδομένων μέσω συστήματος AIS¹⁸

¹⁷ The Nautical Institute, (2005a), *AIS Initialisation, International Marine Accident Reporting Scheme, MARS 200532*, Seaways, the International Journal of the Nautical Institute, July, pp. 17-18.

¹⁸ C. 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.

Τα δορυφορικά ραντάρ αυτής της μορφής και λοιπές πηγές είναι δυνατόν να παίζουν καθοριστικό ρόλο στη θαλάσσια επιτήρηση και τον έλεγχο διαμέσου την εύρεσης όλων των πλοίων σε καθορισμένες θαλάσσιες τοποθεσίες ενδιαφέροντος με ένα εξαιρετικά σημαντικό και καθοριστικό γνώρισμα που έχει άμεση σχέση με το συντονισμό ενεργειών διάσωσης τεράστιας εμβέλειας είτε σε λοιπά ζητήματα VTS.¹⁹

Σε ότι έχει να κάνει με τη λειτουργία του συγκεκριμένου συστήματος είναι σημαντικό να τονιστεί πως τα δεδομένα τα οποία προσφέρονται διαμέσου αυτού, όπως για παράδειγμα το μοναδικό αναγνωριστικό, η τοποθεσία του, τα γνωρίσματα του πλοίου καθώς επίσης και άλλα στοιχεία όπως η ταχύτητα είναι εφικτό να παρουσιαστούν σε μια οθόνη H/Y είτε σε μια οθόνη ECDIS όπως επισημάνθηκε και παραπάνω. Το σύστημα αυτής της μορφής έχει σαν κυριότερο σκοπό να βοηθά στην πλοήγηση τους αξιωματικούς των πλοίων αλλά και τις λιμενικές αρχές.²⁰

Το σύστημα αυτό έχει την ευχέρεια να ενσωματώνει έναν τυπικό πομπό και δέκτη VHF σε ένα μηχανισμό ανίχνευσης της τοποθεσίας, όπως ένα LORAN-C είτε έναν δέκτη GPS, ο οποίος σε συνδυασμό με άλλους ηλεκτρονικούς αισθητήρες πλοήγησης, όπως είναι για παράδειγμα μια γυροσκοπική πυξίδα είτε ένα οριοθετημένο φλας είναι δυνατόν να προσφέρουν επαρκή και με σαφήνεια στοιχεία για την τοποθεσία του εκάστοτε πλοίου, την ταχύτητα την οποία έχει, το ίχνος αλλά και την κατεύθυνση του.²¹

Άλλα δεδομένα και στοιχεία όπως η ονομασία του πλοίου και ο αριθμός κλήσης VHF προγραμματίζονται μέσα στη συσκευή αυτή κατά τη διαδικασία της εγκατάστασης και αναμεταδίδονται και εκείνα συχνά. Τα σήματα τα οποία δέχονται από τους άλλους αναμεταδότες αυτής της μορφής που εντοπίζονται να είναι

¹⁹ P. Farmer, (2004), *AIS-Assisted Collision*, Letters to seaways, Seaways, The International Journal of the Nautical Institute, September, pp. 27-28.

²⁰ Α. Καμαρινάκης, (2008), *Οδηγίες εγκατάστασης του συστήματος αυτόματης αναγνώρισης πλοίων (AIS)*, Χρονικά ναυπηγών - μηχανικών, Τεύχος 108, σελ. 6-9, Αθήνα.

²¹ Ν. Νικητάκος, (2011), *Συστήματα θαλάσσιας επιτήρησης, Ημερίδα Ελληνικού Τμήματος AFCEA, Υπηρεσίες Ηλεκτρονικής Επιτήρησης και Ταυτοποίησης για τον έλεγχο των συνόρων*, Θεσσαλονίκη.

εγκατεστημένα σε άλλα σκάφη ή σε συστήματα όπως το VTS που βρίσκονται εγκαθιστάμενα σε σταθμούς ξηράς κατά μήκος της ακτογραμμής. Ακόμα, από την περίοδο του 2008 έχουν εγκατασταθεί δέκτες αυτής της μορφής και σε διάφορους δορυφόρους με βασικότερο στόχο την ανεύρεση του επίγειου δικτύου πομποδεκτών αλλά και τη βέλτιστη διαχείριση των δεδομένων για βέλτιστη διεθνή κάλυψη.²²

Ένας αναμεταδότης αυτής της μορφής είναι εφικτό να δρα φυσιολογικά με αυτόνομο και συνεχόμενο τρόπο, δίχως να υφίσταται καμία εξάρτηση από την περίπτωση στην οποία δρα στην ανοικτή θάλασσα είτε σε παράκτιες και εσωτερικές τοποθεσίες. Οι συγκεκριμένοι πομποί κάνουν χρήση 2 διαφοροποιημένων συχνοτήτων VHF θαλάσσιων καναλιών 87B και 88B όπως έχει τονιστεί και παραπάνω. Σε περίπτωση, όμως, που ένα ραδιοφωνικό κανάλι είναι σημαντικό, ο εκάστοτε σταθμός είναι καθοριστικής σημασίας να εκπέμπει και να δέχεται περισσότερα από δυο κανάλια αυτής της μορφής με βασικότερο στόχο να αποφύγει ζητήματα παρεμβολών.²³

Έτσι ώστε να εξασφαλιστεί πως οι μεταδόσεις αυτές των διαφοροποιημένων αναμεταδοτών δεν παρουσιάζονται κατά την ίδια ώρα, τα σήματα πολυπλέκονται χρονικά κάνοντας χρήση μιας τεχνολογίας η οποία καλείται αυτό-οργάνωση του χρόνου πρόσβασης (STDMA). Με στόχο να γίνει η πιο αποδοτική χρησιμοποίηση του διαθέσιμου εύρους ζώνης, τα πλοία τα οποία έχουν αγκυροβολήσει είτε είναι εν κινήσει χωρίς μεγάλη ταχύτητα διαβιβάζουν λιτότερο συχνά συγκριτικά με αυτά τα οποία έχουν αναπτύξει μεγαλύτερη ταχύτητα είτε κάνουν ελιγμούς. Οι ρυθμοί ανανέωσης αρχίζουν από 3 λεπτά για αγκυροβολημένα είτε δεμένα πλοία έως και 2 δευτέρα για γρήγορη κινητικότητα είτε για πλοία τα οποία πραγματοποιούν διάφορους ελιγμούς.

²² Α.Η. Παλληκάρης, Γ.Θ. Κατσούλης, (2008), *Ιστορική εξέλιξη και προοπτικές της ηλεκτρονικής ναυτιλίας*, Ναυσίβιο Χώρα, Τεύχος 2, Αθήνα.

²³ Ν. Νικητάκος, (2007), *Ηλεκτρονικές υπηρεσίες και εφαρμογές στη ναυτιλία : Ισχύουσα κατάσταση και προοπτικές*, Διημερίδα "Ναυτιλία και νέες τεχνολογίες", Αθήνα.

Το εύρος κάλυψης της συσκευής αυτής της μορφής μοιάζει με άλλες εφαρμογές του ίδιου τύπου. Το εύρος του εκάστοτε ασυρμάτου οριοθετείται σε μεγάλο βαθμό από αρκετά κριτήρια, όπως είναι για παράδειγμα το ύψος και η ποιότητα της εκάστοτε κεραίας εκπομπής και το ύψος και την ποιότητα της εκάστοτε κεραίας λήψης.²⁴ Η μετάδοση του είναι καλύτερη σε σχέση με του ραντάρ, εξαιτίας του πιο μεγάλου μήκους κύματος που έχει, με βασικότερο σκοπό να είναι εφικτό να κατορθωθεί γύρω από γωνίες και πίσω από τα νησιά, σε περίπτωση στην οποία η μάζα γης δεν είναι εξαιρετικά υψηλή. Το βλέμμα (απόσταση και κάλυψη τοποθεσίας) μπροστά στη θάλασσα είναι 20 ν.μ. ονομαστικά (37 χιλιόμετρα). Με την καθοριστική υποστήριξη των σταθμών αναμετάδοσης, η κάλυψη για σκάφη και σταθμούς αυτής της μορφής είναι δυνατόν να παρουσιάσει τεράστια βελτίωση.²⁵

Το εν λόγω σύστημα χρησιμοποιεί TDMA (Time-Division Multiple Access) με βασικότερο σκοπό να μπορέσει να μεταδώσει την VHF συχνότητα η οποία είναι διαδεδομένη και σαν VHF Data Link. Στο σημείο αυτό είναι σημαντικό να επισημανθεί πως υφίστανται δυο δεσμευμένες συχνότητες που χρησιμεύουν στο συγκεκριμένο σύστημα, το AIS-1 αλλά και το AIS-2.²⁶

Η εκάστοτε συχνότητα από αυτές διακρίνεται σε 2250 χρονοθυρίδες που επαναλαμβάνονται κάθε 1 λεπτό και οι μονάδες αυτής της μορφής αποστέλλονται μέσω πακέτων δεδομένων που εκπέμπονται σε εκείνες τις θυρίδες. Παράλληλα, οι εν λόγω μονάδες οι οποίες εντοπίζονται στο εσωτερικό κομμάτι της συγκεκριμένης εμβέλειας ακούνε τις παραπάνω θυρίδες και έχουν την ευχέρεια να λάβουν τα δεδομένα αυτής της μορφής. Τέλος, θα πρέπει να αναφερθεί πως υφίστανται 27

²⁴ A. Lee, S. Zetterberg, (2010), *Establishing an IALA AIS Binary Message Register: Recommended Process*, IALA Conference 17, pp. 108–115.

²⁵ N. Bailey, (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.

²⁶ J.H. Park, Y.H. Jung, K. Lee, K.W. Lee, M.-S. Jun, (2012), *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, March, pp. 1-20.

διαφοροποιημένες μορφές μηνυμάτων οι οποίες είναι εφικτό να ανταλλαχθούν καθώς αναλύονται και περιγράφονται από το πρωτόκολλο ITU 1371-4.²⁷

2.4 Γενική αποτίμηση των δυνατοτήτων του συστήματος

Οι αναμεταδότες επί σκαφών του συγκεκριμένου συστήματος είναι εφικτό να μεταδώσουν δεδομένα τα οποία έχουν άμεση σχέση με την ταυτότητα του σκάφους, όπως για παράδειγμα η ονομασία του, το διακριτικό κλήσεως του, τις διαστάσεις του, τον τύπο του και διάφορα άλλα ναυτιλιακά δεδομένα. Τα στοιχεία αυτής της μορφής ανανεώνονται συνεχώς και λαμβάνονται από όλους τους σταθμούς σε καθορισμένες τοποθεσίες. Με την τοποθέτηση παράκτιων σταθμών αναμετάδοσης του παραπάνω σήματος η κάλυψη είναι εφικτό να βελτιωθεί σημαντικά.²⁸

Το συγκεκριμένο σύστημα κατορθώνει την άμεση ανίχνευση και την αναγνώριση των παραπλεόντων σκαφών, ακόμα και στην περίπτωση στην οποία εκείνα απομακρύνονται από την ξηρά, πίσω από κάποιο νησί είτε μέσα σε έναν όρμο και έτσι δεν είναι εφικτή η ανίχνευση τους διαμέσου ενός ραντάρ όπως συμβαίνει στην εικόνα 2.5 που ακολουθεί.²⁹

²⁷ N. Toledo, M. Higuero, E. Jacob and M. Aguado, (2009), *A Novel Architecture for Secure, Always-Best Connected Ship-Shore Communications*, Intelligent Transport Systems Telecommunications (ITST), October, pp. 192-197.

²⁸ N. Bailey, (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.

²⁹ The Nautical Institute, (2005b), *AIS Inaccuracies, International Marine Accident Reporting Scheme (MARS) MARS 200552*, Seaways, the International Journal of the Nautical Institute, November, pp. 19-20.



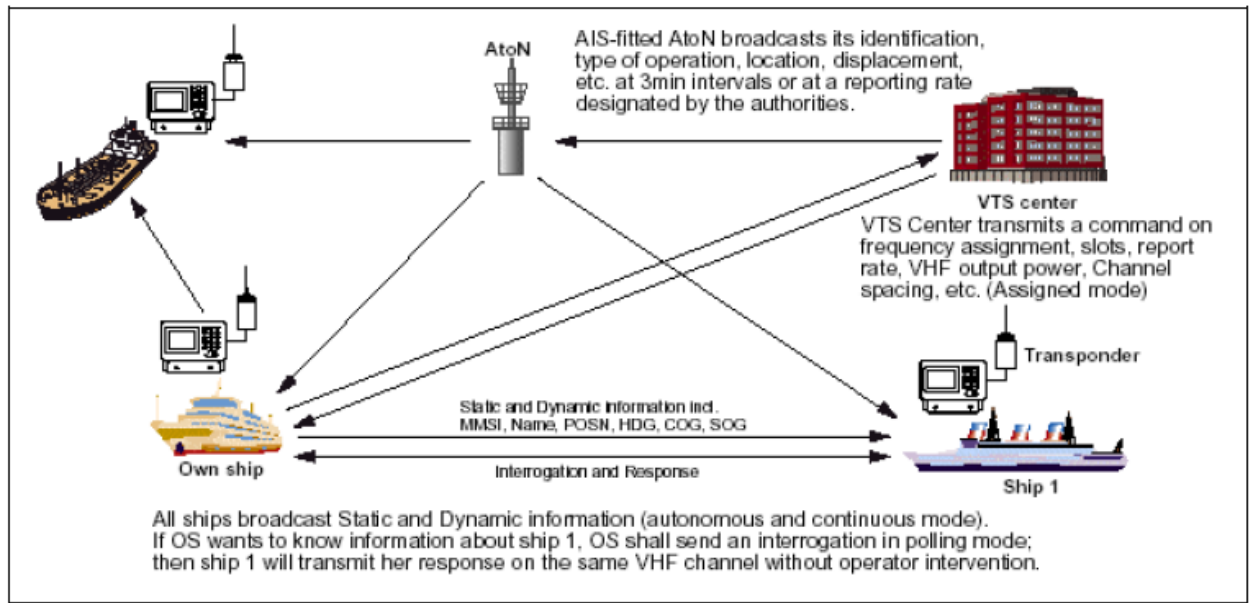
Εικόνα 2.5 : Αποτύπωση εικόνας στο ραντάρ και σύστημα AIS³⁰

Τα δεδομένα τα οποία εκπέμπονται από τα σκάφη θαλάσσιας τοποθεσίας λαμβάνονται, επεξεργάζονται και αξιοποιούνται όχι μονάχα από τα παραπλέοντα σκάφη, αλλά και από τους εκάστοτε παράκτιους σταθμούς των συστημάτων παρακολούθησης θαλάσσιας κυκλοφορίας με στόχο την ανάπτυξη πιο γρήγορης και άμεσης απεικόνισης της ναυτιλιακής κατάστασης σε πραγματικό χρόνο.³¹

Το συγκεκριμένο σύστημα είναι εφικτό να τοποθετηθεί και σε πλωτά βοηθήματα ναυτιλίας όπως για παράδειγμα σημαντήρες είτε λοιπές τακτικές κατασκευές στη θάλασσα, με βασικότερο σκοπό τα παραπλέοντα σκάφη να τα βρίσκουν σε πιο μεγάλες αποστάσεις συγκριτικά με τις αποστάσεις ανίχνευσης μέσω ενός ραντάρ. Σε παράκτιες τοποθεσίες, όπου δρα ένα τέτοιο σύστημα κυκλοφορίας είναι εφικτό να συλλέγονται όλα τα δεδομένα για τα μη εξοπλισμένα με το συγκεκριμένο σύστημα σκάφη και με τον τρόπο αυτόν να διαβιβάζονται σε μορφή μηνύματος προς όλα τα σκάφη τα οποία πλέον στην παραπάνω τοποθεσία.

³⁰ The Nautical Institute, (2005a), *AIS Initialisation*, International Marine Accident Reporting Scheme, MARS 200532, Seaways, the International Journal of the Nautical Institute, July, pp. 17-18.

³¹ C. 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.



Εικόνα 2.6 : Ανταλλαγή πληροφοριών μεταξύ πλοίων και VTS³²

Η τεχνολογία αυτής της μορφής ως επί το πλείστον εστιάζει στα ισχύοντα επικοινωνιακά συστήματα, δορυφορικά είτε επίγεια, σε ναυτιλιακούς αισθητήρες καθώς επίσης και σε ηλεκτρονικούς εξοπλισμούς σύγχρονων επικοινωνιών. Έτσι, το συγκεκριμένο σύστημα είναι πλήρως εξαρτώμενο από τις συσκευές GPS. Η εν λόγω δέσμευση και σχέση παρουσιάζει την ανάγκη ενεργητικής ανίχνευσης την οποία προσφέρει το σύγχρονο σύστημα ραντάρ.³³

Το τελευταίο δεν έχει καμία απολύτως δέσμευση από τη διαθεσιμότητα του παραπάνω συστήματος. Το ραντάρ ARPA αποτελεί μια καθοριστική πρόοδο των ηλεκτρονικών ναυτικών οργάνων, με βασικότερο στόχο την αποδοτικότερη αποφυγή των συγκρούσεων. Η συγκεκριμένη συσκευή με ικανότητες αυτής της μορφής υλοποιεί μετρήσεις επίλυσης ζητημάτων που έχουν άμεση σχέση με την κινητικότητα για τους σκοπούς οι οποίοι παρουσιάζονται στην οθόνη του εκάστοτε ραντάρ.

³² The Nautical Institute, (2006), *AIS Inaccuracies*, International Marine Accident Reporting Scheme, MARS 200552, Seaways, the International Journal of the Nautical Institute, January, pp. 19-20.

³³ Ν. Νικητάκος, (2011), *Συστήματα θαλάσσιας επιτήρησης*, Ημερίδα Ελληνικού Τμήματος AFCEA, Υπηρεσίες Ηλεκτρονικής Επιτήρησης και Ταυτοποίησης για τον έλεγχο των συνόρων, Θεσσαλονίκη.

Με την χρήση των συγκεκριμένων δυνατοτήτων ο ναυτιλλόμενος έχει την ευχέρεια να αντιμετωπίζει πιο εύκολα επικίνδυνες καταστάσεις σε περιβάλλον ναυτιλιακής κινητικότητας, καθώς απαλλάσσεται από επαναλαμβανόμενες και χρονοβόρες δράσεις τις οποίες καλούνταν να τις υλοποιήσει με το χέρι και μετρήσεις οι οποίες κατά κύριο λόγο επικεντρώνονται στη δράση εκτίμησης των παραπάνω καταστάσεων και λήψεων σημαντικών για την ασφάλεια των σκαφών αποφάσεων.³⁴

Η ενεργητική τακτική ανίχνευσης δεν είναι εφικτό σε καμία περίπτωση να παραγκωνιστεί, έχοντας σαν βασικό στοιχείο το γεγονός πως το σύστημα αυτής της μορφής χρειάζεται τη συμφωνία των σκαφών που πλέουν σε κοινό δίκτυο.³⁵ Σε περίπτωση στην οποία ένα σκάφος δεν έχει στη διάθεση του παρόμοιας μορφής σύστημα (όπως για παράδειγμα ένα μικρό αλιευτικό πλοίο είτε πλοίο αναψυχής) ή δεν συμμετέχει στο σύστημα, από επιλογή ή όχι, τότε είναι σημαντικό να ανιχνευτεί διαμέσου ενός συστήματος ραντάρ το οποίο αναφέρθηκε παραπάνω. Κάτι αντίστοιχο πρέπει να γίνει και στην περίπτωση στην οποία υφίσταται κάποιος άλλος εξίσου σημαντικός κίνδυνος όπως για παράδειγμα ένα επιπλέον αντικείμενο.³⁶

Οι παραπάνω διαπιστώσεις και τα συμπεράσματα αυτά σε καμία περίπτωση δεν αναιρούν τα καθοριστικής σημασίας οφέλη τα οποία παρέχει το συγκεκριμένο σύστημα. Απλά τοποθετούν το εν λόγω ηλεκτρονικό ναυτικό όργανο στην κατάλληλη βάση, αποφεύγοντας με αυτόν τον τρόπο τις επικίνδυνες απλουστεύσεις, οι οποίες

³⁴ A. Embankment, (2009), *Guidelines for the installation of a shipborne automatic identification system (AIS)*, IMO - International Maritime Organization, 6 January.

³⁵ J.H. Park, Y.H. Jung, K. Lee, K.W. Lee, M.-S. Jun, (2012), *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, March, pp. 1-20.

³⁶ B. Lee, N. Park, (2014), *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-pplied mathematics, vol. 2014, August.

είναι δυνατόν να δημιουργήσουν λανθασμένα συμπεράσματα της κατάργησης του ενός συστήματος από το άλλο.³⁷

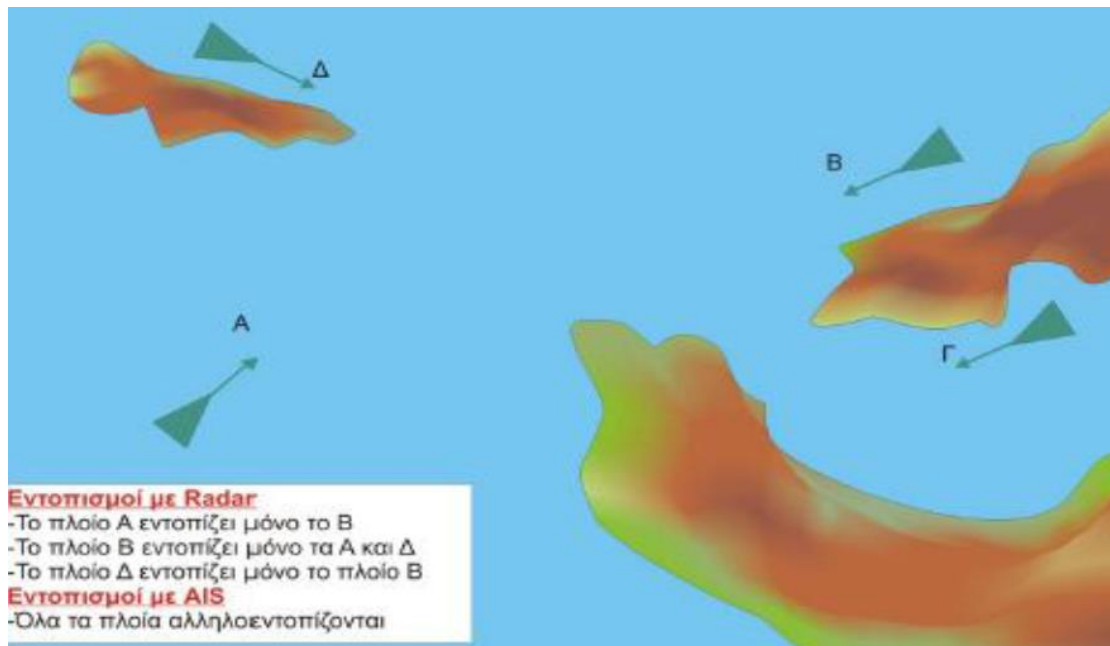
Το συγκεκριμένο σύστημα έχει την ευχέρεια να αποδειχθεί ένα σημαντικό ναυτιλιακό βοήθημα υλοποίησης ασφαλούς ναυτιλίας και αποφυγής συγκρούσεων, στην περίπτωση στην οποία χρησιμοποιείται μαζί με άλλα ηλεκτρονικά ναυτιλιακά όργανα της γέφυρας λόγω των προβλημάτων ασφαλείας που παρουσιάζει και τα οποία θα μελετήσουμε διεξοδικά στο επόμενο κεφάλαιο της συγκεκριμένης πτυχιακής εργασίας που καλούμαστε να εκπονήσουμε.³⁸

Η αποδοτικότητα του βελτιστοποιείται μέσω της σύνδεσης του με το ECDIS, στην περίπτωση δηλαδή στην οποία είναι εφικτή η παράλληλη παράθεση και σύγκριση των δεδομένων από διαφοροποιημένες πηγές, σε κοινό πληροφοριακό απεικονιστικό μέσο. Κυρίως η συσχέτιση των δεδομένων αυτής της μορφής από το συγκεκριμένο σύστημα και από ένα ραντάρ όπως προαναφέρθηκε, είναι αυτή η οποία αποσαφηνίζει σε μεγάλο βαθμό την εικόνα της ναυτιλιακής κατάστασης και παρουσιάζει σημαντική ανοδική τάση της πιθανότητας της κατάλληλης απόφασης που έχει άμεση σχέση με τους απαραίτητους ελιγμούς αποφυγής συγκρούσεων.³⁹ (βλέπε εικόνα 2.7).

³⁷ P. Farmer, (2004), *AIS-Assisted Collision, Letters to seaways*, Seaways, The International Journal of the Nautical Institute, September, pp. 27-28.

³⁸ J.H. Park, Y.H. Jung, K. Lee, K.W. Lee, M.-S. Jun, (2012), *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, March, pp. 1-20.

³⁹ A. Irshad, W. Noshairwan, M. Shafiq, S. Khurram, E. Irshad and M. Usman, (2008), *Security Enhancement in MANET Authentication by checking the CRL status of Servers*, International Journal of Advanced Science and Technology(IJAST), vol. 1, December, pp. 91-98.



Εικόνα 2.7 : Σύγκριση των δυνατοτήτων ανίχνευσης του ραντάρ και του AIS κατά τον πλου εγγύς ακτών⁴⁰

⁴⁰ Α. Καμαρινάκης, (2008), *Οδηγίες εγκατάστασης του συστήματος αυτόματης αναγνώρισης πλοίων (AIS)*, Χρονικά ναυπηγών - μηχανικών, Τεύχος 108, σελ. 6-9, Αθήνα.

ΚΕΝΟ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ AIS

3.1 AIS και ανθρώπινο λάθος

Ο κυριότερος σκοπός του Διεθνούς Ναυτιλιακού Οργανισμού από την εφαρμογή αυτής της μορφής είναι η τροφοδότηση της ασφάλειας αλλά και της αποδοτικότητας της ναυσιπλοΐας, η ασφάλεια της ζωής στη θάλασσα και η προστασία του θαλάσσιου περιβάλλοντος. Το βασικότερο κίνητρο για την υιοθέτηση του συγκεκριμένου συστήματος ήταν η αυτόνομη ευχέρεια του στην ανεύρεση άλλων τοποθεσιών AIS των σκαφών και να προσφέρει επιπλέον ακριβοί δεδομένα τα οποία έχουν άμεση σχέση με τα πλοία-στόχους τα οποία είναι εφικτό να χρησιμοποιηθούν με στόχο την αποφυγή συγκρούσεων.

Παράλληλα, υφίσταται η δυνατότητα της ανεύρεσης άλλων εξοπλισμών στόχων σε περιστάσεις ως επί το πλείστον στις οποίες η ανεύρεση με ραντάρ είναι ιδιαίτερα περιορισμένη, όπως για παράδειγμα σε στροφές, πίσω από λόφους και σε συνθήκες περιορισμένης ορατότητας από ομίχλη, βροχή κλπ. Τα εν λόγω θέματα έχουν, επίσης, τεθεί στην 16^η σύνοδο της επιτροπής IALA AIS.⁴¹

⁴¹ Κ. Γκουντενούδης, (2009), *AIS μελέτη εγκατάστασης, διασύνδεσης, ναυτιλιακή εκμετάλλευση, αρχές λειτουργίας*, Πτυχιακή εργασία, Ακαδημία Εμπορικού Ναυτικού Μακεδονίας, Σχολή Πλοιάρχων Μηχανιώνας.

Έχει υλοποιηθεί μελέτη στο Πανεπιστήμιο Liverpool John Moores με κυριότερο σκοπό να ερευνηθεί το ζήτημα του ανθρώπινου σφάλματος σε ότι έχει να κάνει με τους τομείς ακρίβειας των στοιχείων AIS τα οποία μεταδίδονται και τον αντίκτυπο τους στη γέφυρα των σκαφών. Η συγκεκριμένη έρευνα μελετά τα αποτελέσματα 3 διαφορετικών ερευνών που παρείχαν στοιχεία του AIS για καθορισμένα από τα επιμέρους πλαίσια της εν λόγω εφαρμογής. Οι 3 αυτές έρευνες περιέχονται από τα εξής :

- Έρευνα για τη συγκεκριμένη εφαρμογή εστιάζοντας στο VTS που υλοποιήθηκε για σχεδόν 1 μήνα στον σταθμό κυκλοφορίας σκαφών στην Αγγλία σε πλοία τα οποία φεύγουν από και πλησιάζουν στο λιμάνι, τα οποία είναι σε αγκυροβόλιο και παραπλεύρως στο λιμάνι, σε ένα ολικό σύνολο 94 διαφοροποιημένων πλοίων⁴²
- Έρευνα με στόχο την άντληση στοιχείων και πληροφοριών από το συγκεκριμένο σύστημα, η οποία υλοποιήθηκε για τα στοιχεία τα οποία παρουσιάζονται από την AISLive Company of Lloyds Register-Fairplay Ltd. Τα στοιχεία αποτελούνταν από περισσότερες από 400 χιλιάδες αναφορές αυτής της μορφής σε διεθνές επίπεδο. Διαλέχτηκαν σχεδόν 31 χιλιάδες ενδείξεις του συστήματος αυτού για μια αναλυτική μελέτη
- Προληπτική έρευνα του συστήματος αυτής της μορφής η οποία υλοποιήθηκε διαμέσου των λειτουργιών του AISWeb της Dolphin Maritime Software Ltd, της Μεγάλης Βρετανίας, σε μια ευρεία γεωγραφική τοποθεσία. Τα στοιχεία αυτά αναλύθηκαν κατά περιόδους και ημερομηνίες ad-hoc⁴³

⁴² A. Καμαρινάκης, (2008), *Οδηγίες εγκατάστασης του συστήματος αυτόματης αναγνώρισης πλοίων (AIS)*, Χρονικά ναυπηγών - μηχανικών, Τεύχος 108, σελ. 6-9, Αθήνα.

⁴³ A. Irshad, W. Noshairwan, M. Shafiq, S. Khurram, E. Irshad and M. Usman, (2008), *Security Enhancement in MANET Authentication by checking the CRL status of Servers*, International Journal of Advanced Science and Technology(IJAST), vol. 1, December, pp. 91-98.

Οι παραπάνω έρευνες έδειξαν σημαντικές ενδείξεις λαθών. Τα σημαντικότερα σφάλματα σύμφωνα με τις παραπάνω μελέτες είχαν άμεση σχέση με τον αριθμό MMSI, με τον τύπο του πλοίου (ως επί το πλείστον το βασικότερο ζήτημα ήταν η περιττή ασάφεια όπως για παράδειγμα η χρησιμοποίηση του Cargo για ένα πλοίο, στην οποία ήταν εφικτό να έχει γίνει χρήση της λέξης tanker), την ονομασία πλοίου και διακριτικό σήματα κλήσης πλοίου, το μήκος και το πλάτος του πλοίου, το βύθισμα και την κατάσταση πλεύσης του σκάφους.⁴⁴

Τα ζητήματα MMSI είχαν κατά κύριο λόγο βρεθεί σε αρκετά πλοία τα οποία μετάδιδαν τον εσφαλμένο προεπιλεγμένο MMSI 1193046. Σύμφωνα με τα συγκεκριμένες έρευνες το ζήτημα της ονομασίας και του διακριτικού σήματος προερχόταν κυρίως στο μη επαρκή αριθμό των γνωρισμάτων τα οποία ήταν διαθέσιμα και που περιορίζει σε μεγάλο βαθμό το συγκεκριμένο πλαίσιο στους 20 χαρακτήρες στον εξοπλισμό του εν λόγω συστήματος.⁴⁵

Τα κυριότερα λάθη αυτής της μορφής είναι εξαιτίας σφαλμάτων εγκατάστασης είτε λόγω του σχεδιασμού των ρυθμίσεων, κάτι το οποίο δεν προσφέρει την ευχέρεια της παρουσίας της πλήρους ονομασίας του σκάφους σε περίπτωση στην οποία είναι πιο μεγάλο από 20 χαρακτήρες. Σημαντικά λάθη, επίσης γίνονται στην κατάσταση πλεύσης η οποία αποτελεί ένα καθοριστικό δεδομένο για την επίγνωση της κατάστασης αλλά και την αποφυγή συγκρούσεων. Είναι μεγάλης σημασίας για τους εκάστοτε πλοηγούς να έχουν επίγνωση και να είναι κατάλληλα προετοιμασμένοι για παρόμοιες καταστάσεις και μη σαφή δεδομένα μέσα από την εξειδικευμένη εκπαίδευση του συστήματος αυτής της μορφής τόσο στον προγραμματισμό όσο και στις εκάστοτε προοπτικές ερμηνείας των παραπάνω δεδομένων.

⁴⁴ N. Toledo, M. Higuero, E. Jacob and M. Aguado, (2009), *A Novel Architecture for Secure, Always-Best Connected Ship-Shore Communications*, Intelligent Transport Systems Telecommunications (ITST), October, pp. 192-197.

⁴⁵ N. Νικητάκος, (2007), *Ηλεκτρονικές υπηρεσίες και εφαρμογές στη ναυτιλία : Ισχύουσα κατάσταση και προοπτικές*, Διημερίδα "Ναυτιλία και νέες τεχνολογίες", Αθήνα.

Σημαντικά σφάλματα υφίστανται και αφορούν στον προορισμό αλλά και την αναμενόμενη ώρα άφιξης. Κάποιες από τις μη ορισμένες είτε εσφαλμένες καταχωρήσεις του συγκεκριμένου συστήματος για τον προορισμό που εντοπίστηκαν ήταν ένα σύνολο αντί του προορισμού, η ονομασία του κράτους και όχι του λιμανιού, μια συντετμημένη ονομασία δύσκολη να μελετηθεί αλλά και άκυρες καταχωρήσεις είτε απλώς ένα κενό πλαίσιο. Είναι σημαντικό να τονιστεί πως η έρευνα αυτή ήταν σε θέση να ανιχνεύσει μονάχα τις μη συμφωνίες και αρκετές λάθος καταχωρήσεις οι οποίες δεν εντοπίστηκαν.⁴⁶

Σε διαφορετική περίπτωση, οι μη ορισμένες καταχωρήσεις αυτής της μορφής και ο προορισμός τους είναι εφικτό στην πραγματικότητα να έχουν άμεση σχέση με εκείνο το οποίο πραγματικά γνώριζαν τα πλοία σε ένα μικρό αριθμό περιστάσεων. Η γνώση αυτή του ορθού προορισμού των υπόλοιπων πλοίων στο εν λόγω σύστημα είναι δυνατόν να είναι εξαιρετικά χρήσιμη σε τοποθεσίες με υψηλή κυκλοφοριακή συμφόρηση και στην εκάστοτε προσέγγιση των λιμένων είτε στην εισχώρηση σε εσωτερικές πλωτές οδούς.⁴⁷

Μερικά ακόμα σημαντικά λάθη είναι εφικτό να υφίστανται στην ορθή εγκατάσταση του συγκεκριμένου συστήματος και στην τοποθέτηση των κατάλληλων συσκευών πλοήγησης, στη σαφήνεια όλων των στοιχείων, στην κατάρτιση των ναυτικών που χρησιμοποιούν τον εν λόγω εξοπλισμό αλλά και σε διάφορες περιστάσεις ατυχημάτων όπου θα πρέπει να γίνει η κατάλληλη χρήση ενός μηνύματος ασφαλείας με στόχο να αποσταλεί μια προειδοποίηση σύγκρουσης.⁴⁸

⁴⁶ J.H. Park, Y.H. Jung, K. Lee, K.W. Lee, M.-S. Jun, (2012), *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, March, pp. 1-20.

⁴⁷ Ν. Νικητάκος, (2011), *Συστήματα θαλάσσιας επιτήρησης*, Ημερίδα Ελληνικού Τμήματος AFCEA, Υπηρεσίες Ηλεκτρονικής Επιτήρησης και Ταυτοποίησης για τον έλεγχο των συνόρων, Θεσσαλονίκη.

⁴⁸ B. Lee, N. Park, (2014), *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, August.

3.2 Εφαρμογές και περιορισμοί

Το συγκεκριμένο σύστημα πρώτα αρχικά αναπτύχθηκε με στόχο την αποφυγή συγκρούσεων ανάμεσα σε τεράστια σκάφη που έπλεαν σε ανοιχτές θάλασσες και βρίσκονται εκτός εμβέλειας από τους μηχανισμούς ελέγχου παραθαλάσσιων τοποθεσιών. Η τεχνολογία αυτής της μορφής έχει την ευχέρεια να αναγνωρίζει το εκάστοτε σκάφος αλλά και δεδομένα του όπως για παράδειγμα την ακριβή του θέση και την κατεύθυνση που έχει. Με τα εν λόγω δεδομένα αναπτύσσεται το στίγμα του εκάστοτε σκάφους σε πραγματικό χρόνο.⁴⁹

Οι προδιαγραφές του συγκεκριμένου συστήματος περιέχουν ένα σύνολο αυτόματων Η/Υ που ως επί το πλείστον εστιάζουν στα δεδομένα τα οποία συλλέγονται από το εκάστοτε σκάφος όπως για παράδειγμα την προσέγγιση εγγύτερου σημείου και συναγερμούς σύγκρουσης. Παρά το γεγονός πως εστιάζοντας στους συγκεκριμένους κανονισμούς του συστήματος αυτής της μορφής χρειάζεται η παρουσία μονάχα των κυριότερων στοιχείων υπό μορφή κειμένου όπου τα στοιχεία αυτά συλλέγονται και είναι δυνατόν να τροφοδοτούνται και σε άλλους ψηφιακούς γραφικούς χάρτες αλλά και ραντάρ με βασικότερο σκοπό να προσφέρουν καθοριστικά δεδομένα τα οποία έχουν άμεση σχέση με την πλεύση σε μια μονάχα οθόνη.⁵⁰

Το σύστημα αυτό χρησιμοποιείται κυρίως από αρκετές εθνικές λιμενικές αρχές για τον έλεγχο του αλιευτικού στόλου του κάθε κράτους καθώς βοηθάει σημαντικά τις αρχές στην αξιόπιστη παρακολούθηση των πλοίων αυτής της μορφής τα οποία πλέουν κατά μήκος της ακτογραμμής τους και μάλιστα με εξαιρετικά μικρό κόστος. Η διαδικασία παρακολούθησης παράκτιων τοποθεσιών είναι σημαντικό να υλοποιηθεί σε ακτίνα μέχρι 60 μιλίων με την περιοχή αλλά και την ποιότητα των παράκτιων αυτών σταθμών.

⁴⁹ Χ. Μελετίου, (2014), *Γεωγραφικά δεδομένα ναυσιπλοΐας - Επιτήρηση πλοίων και περιοχών*, Διπλωματική εργασία, Πανεπιστήμιο Πειραιώς, Τμήμα Πληροφορικής, Πειραιάς.

⁵⁰ Α.Η. Παλληκάρης, Γ.Θ. Κατσούλης, (2008), *Ιστορική εξέλιξη και προοπτικές της ηλεκτρονικής ναυτιλίας*, Ναυσίβιο Χώρα, Τεύχος 2, Αθήνα.

Σε θαλάσσιες τοποθεσίες και λιμένες οι οποίοι εμφανίζουν τεράστια κίνηση, το εν λόγω σύστημα σε συνδυασμό με τοπικά VTS προσφέρει μια ολοκληρωμένη εικόνα για την οριοθέτηση και την κινητικότητα των σκαφών αυτών. Ακόμα τα στοιχεία τα οποία έχουν προέλευση από το σύστημα αυτό είναι δυνατόν να επεξεργαστούν με παρόμοια μέθοδο με στόχο να αναπτύξουν καθορισμένα πρότυπα κινητικότητας για συγκεκριμένα πλοία. Ο έλεγχος των προτύπων αυτού του τύπου βοηθάει σε μεγάλο βαθμό τη συντήρηση της ασφάλειας αφού σε περίπτωση μεταβολής των καθορισμένων προτύπων προσφέρεται η ευχέρεια συναγερμού.⁵¹

Παρά το γεγονός αυτό, πάντως, είναι σημαντικό να τονιστεί πως μελέτες έχουν αποδείξει πως το σύστημα αυτής της μορφής προς το παρόν δεν είναι εφικτό να προσφέρει μεγάλη αξιοπιστία στην αποφυγή ναυαγίων. Η βασικότερη αιτία εντοπίζεται στο γεγονός πως ο αυτοματισμός του εν λόγω συστήματος έχει άμεση σχέση ως επί το πλείστον με την εκπομπή και λήψη πληροφοριών των οποίων η ακεραιότητα έχει άμεση εξάρτηση από αρκετές χειροκίνητες καταχωρήσεις και το γεγονός αυτό έχει σαν συνέπεια την τεράστια αναξιοπιστία στην ποιότητα των στοιχείων που λαμβάνονται από το σύστημα αυτό.⁵²

3.3 Απειλές

Όπως μπορούμε να διακρίνουμε από τον πίνακα που ακολουθεί (βλέπε πίνακα 3.1), οι απειλές αυτής της μορφής κατηγοριοποιούνται σε 3 βασικές κατηγορίες που είναι η πλαστογράφιση, η πειρατεία αλλά και η διακοπή διαθεσιμότητας. Για την εκάστοτε απειλή, εμφανίζεται με σαφήνεια και λεπτομέρεια εάν είναι εφικτό να υλοποιηθεί διαμέσου λογισμικού, ραδιοσυχνότητας είτε και των δυο. Είναι σημαντικό να τονιστεί πως στην εικόνα 3.1 που ακολουθεί περιέχονται

⁵¹ A. Irshad, W. Noshairwan, M. Shafiq, S. Khurram, E. Irshad and M. Usman, (2008), *Security Enhancement in MANET Authentication by checking the CRL status of Servers*, International Journal of Advanced Science and Technology(IJAST), vol. 1, December, pp. 91-98.

⁵² A. Embankment, (2009), *Guidelines for the installation of a shipborne automatic identification system (AIS)*, IMO - International Maritime Organization, 6 January.

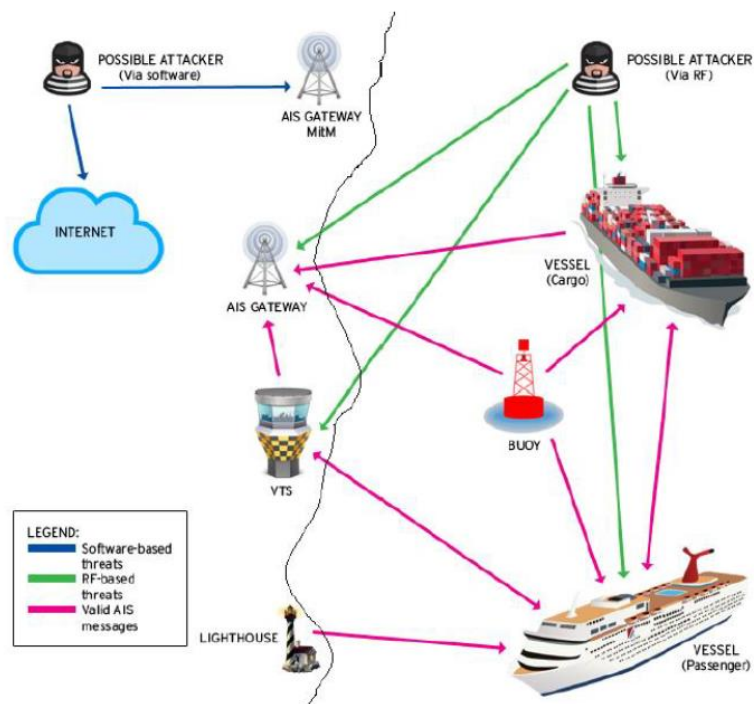
δεδομένα που έχουν άμεση σχέση με το που επιτίθενται οι εκάστοτε εισβολείς της συγκεκριμένης υποδομής.⁵³

Πίνακας 3.1 : Απειλές AIS⁵⁴

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

⁵³ The Nautical Institute, (2006), *AIS Inaccuracies, International Marine Accident Reporting Scheme, MARS 200552*, Seaways, the International Journal of the Nautical Institute, January, pp. 19-20.

⁵⁴ A. Lee, S. Zetterberg, (2010), *Establishing an IALA AIS Binary Message Register: Recommended Process*, IALA Conference 17, pp. 108–115.



Εικόνα 3.1 : Πιθανά σενάρια επίθεσης στο AIS⁵⁵

3.3.1 Πλαστογράφηση των πλοίων

Η εν λόγω απειλή έχει άμεση σχέση με την ανάπτυξη ενός έγκυρου ανύπαρκτου, όμως, σκάφους. Η συγκεκριμένη δράση περιέχει την ανάθεση στατικών δεδομένων στο πλασματικό σκάφος, όπως για παράδειγμα ονομασία, αναγνωριστικά (όπως MMSI και διακριτικό κλήσης), AG, τύπος σκάφους, τύπος φορτίου, κατασκευαστής και διάσταση αλλά και δυναμικά δεδομένα και στοιχεία όπως είναι για παράδειγμα η κατάσταση του σκάφους (σε πορεία πλεύσης είτε αγκυροβολημένο), τοποθεσία, ταχύτητα, κατεύθυνση αλλά και προορισμός.

⁵⁵ The Nautical Institute, (2005b), *AIS Inaccuracies, International Marine Accident Reporting Scheme (MARS) MARS 200552, Seaways*, the International Journal of the Nautical Institute, November, pp. 19-20.

Εκτός από τα σκάφη, τα αεροσκάφη τα οποία συμμετέχουν σε ενέργειες μελετών και διάσωσης είναι εφικτό να πλαστογραφηθούν. Στην πραγματικότητα τα αεροσκάφη είναι εξοπλισμένα με παρόμοιας μορφής συστήματα τάξης Β βάσει με τον κανονισμό που ισχύει. Όπως είναι εφικτό να καταλάβει κάποιος, η εν λόγω απειλή παρέχει σε έναν εισβολέα ένα τεράστιο φάσμα κακόβουλων πρακτικών, όπως για παράδειγμα η πλαστογράφηση ενός πλοίου με στόχο να φαίνεται πως εντάσσεται στη δικαιοδοσία μιας άλλης χώρας είτε ενός σκάφους το οποίο μεταφέρει πυρηνικά και το οποίο πλέει σε ύδατα κράτους ελεύθερου από πυρηνικά.⁵⁶

Ακόμα, η διαδικασία αυτή στα σκάφη εμφανίζει ένα θέμα ως προς τα αυτοματοποιημένα συστήματα αλλά και την ταυτοποίηση στοιχείων και εξαγωγής συμπερασμάτων που έχουν άμεση σχέση με τα συλλεγόμενα δεδομένα του συγκεκριμένου συστήματος, όπως για παράδειγμα στην ανεύρεση των σκαφών τα οποία ρίχνουν πετρέλαιο στην ανοικτή θάλασσα. Ένας επιτιθέμενος έχει την ευχέρεια να πλαστογραφήσει τα συγκεκριμένα δεδομένα με βασικότερο σκοπό να κατορθώσει να κατηγορήσει το πλοίο κάποιου άλλου, για παράδειγμα και όχι του αληθινού δράστη.⁵⁷

3.3.2 Πλαστογράφηση των βοηθημάτων ναυσιπλοΐας και σύγκρουσης

Τα συγκεκριμένα βοηθήματα χρησιμοποιούνται τις περισσότερες φορές με στόχο την προσφορά υποστήριξης στη διαδικασία κυκλοφορίας των σκαφών, για παράδειγμα, κατά μήκος ενός καναλιού είτε ενός λιμένα είτε με στόχο να προσφέρουν προειδοποίηση σε ότι έχει να κάνει με κινδύνους όπως για παράδειγμα

⁵⁶ N. Bailey, (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.

⁵⁷ The Nautical Institute, (2005a), *AIS Initialisation, International Marine Accident Reporting Scheme*, MARS 200532, Seaways, the International Journal of the Nautical Institute, July, pp. 17-18.

άμπωτη, ξέρα κλπ τα οποία εντάσσονται τις περισσότερες φορές στις ανοιχτές θάλασσες. Η διαδικασία αυτής της μορφής αποτελείται από την ανάπτυξη μη αληθών δεδομένων με κυριότερο σκοπό να κατορθώσουν να δειλάσουν ένα σκάφος με στόχο να υλοποιήσει εσφαλμένους χειρισμούς.⁵⁸

Κάποια παραδείγματα που έχουν σχέση με την τοποθέτηση ενός είτε πιο πολλών σημαντήρων στην εισχώρηση ενός λιμανιού με στόχο να παραποιηθεί η κατάσταση της ισχύουσας κυκλοφορίας είτε τη τοποθέτηση μιας μη αληθινής σηματοδούρας, που θα καθοδηγεί κακόβουλα ένα σκάφος σε αβαθή ύδατα. Έχοντας σαν δεδομένο το σύνολο των διαφοροποιημένων βοηθημάτων αυτής της μορφής, είναι σημαντικό να επισημανθεί πως υφίσταται αρκετά και διαφορετικά σενάρια επιθέσεων όπως για παράδειγμα πλαστογράφηση σκαφών με συνέπεια την εξαφάνιση τους.

Σε ότι έχει να κάνει με τη διαδικασία πλαστογράφησης σύγκρουσης, είναι σημαντικό να αναφερθεί πως η αποφυγή μιας τέτοιας κατάστασης αποτελεί την κύρια πρακτική του εν λόγω συστήματος, που έχει εισαχθεί αποδοτικά σαν ένας μηχανισμός ελάττωσης του κινδύνου των συγκρούσεων ανάμεσα σε πλοία, κυρίως στις ανοικτές θάλασσες, όπου δεν υφίσταται ο παραμικρός έλεγχος από τις εκάστοτε λιμενικές αρχές. Το συγκεκριμένο σύστημα, στην πραγματικότητα, προσφέρει τη δυνατότητα της αυτόματης απάντησης ύστερα από την ανεύρεση και την αναμονή μιας σύγκρουσης.⁵⁹

Η εν λόγω δράση καλείται CPA (πλησιέστερο σημείο προσέγγισης) και δρα μετρώντας την ελάχιστη απόσταση ανάμεσα σε 2 σκάφη που τουλάχιστον το ένα είναι εν κινήσει. Κάνοντας χρήση της παραπάνω δράσης, ένα σκάφος είναι δυνατόν να ρυθμιστεί με στόχο να ενεργοποιήσει μια ειδοποίηση, τόσο οπτικά όσο και στην κονσόλα του καπετάνιου είτε ηχητικών διαμέσου μιας σειρήνας και με τον τρόπο

⁵⁸ C. 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.

⁵⁹ Ν. Νικητάκος, (2011), *Συστήματα θαλάσσιας επιτήρησης*, Ημερίδα Ελληνικού Τμήματος AFCEA, Υπηρεσίες Ηλεκτρονικής Επιτήρησης και Ταυτοποίησης για τον έλεγχο των συνόρων, Θεσσαλονίκη.

αυτόν να χρειαστεί η μεταβολή της κατεύθυνσης, έτσι ώστε να αποφευχθεί μια σύγκρουση. Η απειλή υλοποιείται με την πλαστογράφιση ενός σκάφους να είναι σε κατεύθυνση σύγκρουσης με ένα άλλο στοχευόμενο σκάφος. Αυτό ενεργοποιεί μια προειδοποίηση σύγκρουσης στο σύστημα αυτής της μορφής στο σκάφος θύμα και υφίσταται η ευχέρεια να οδηγήσει το πλοίο εκτός πορείας σε βράχο είτε σε προσάραξη κατά την άμπωτη.⁶⁰

3.3.3 Πλαστογράφιση AIS-SART και πειρατεία

Εκτός από την αποφυγή των συγκρούσεων που αναφέρθηκε παραπάνω, το σύστημα αυτής της μορφής χρησιμοποιείται ευρέως για εταιρίες μελέτης αλλά και διάσωσης. Οι αναμεταδότες μελέτης και διάσωσης είναι αυτόνομες, αδιάβροχες συσκευές οι οποίες προορίζονται ως επί το πλείστον για περιπτώσεις άμεσης ανάγκης, κατά βάση με στόχο να βοηθήσουν στην ανεύρεση και την τοποθεσία των σκαφών αλλά και των ανθρώπων οι οποίοι είναι σε κατάσταση κινδύνου στην θάλασσα.

Το AIS-SART ενεργοποιείται αυτόματα στην περίπτωση στην οποία έρθει σε επαφή με το νερό και αποστέλλει ένα σήμα κινδύνου σε συνδυασμό με τη θέση GPS για την ανίχνευση των επιζώντων. Η εκάστοτε απειλή η οποία ανιχνεύεται συνίσταται στην ανάπτυξη ενός μη αληθινού σήματος κινδύνου για ένα άτομο στη θάλασσα με συντεταγμένες οι οποίες επιλέγονται από τον εισβολέα.⁶¹

Βάσει με τις προδιαγραφές του πρωτοκόλλου αυτής της μορφής, οι εν λόγω αναμεταδότες έχουν την ευχέρεια ενεργοποίησης μιας ειδοποίησης στην περίπτωση στην οποία λαμβάνεται ένα παρόμοιας μορφής μήνυμα. Στο συγκεκριμένο σενάριο, ο

⁶⁰ Κ. Γκουντενούδης, (2009), *AIS μελέτη εγκατάστασης, διασύνδεσης, ναυτιλιακή εκμετάλλευση, αρχές λειτουργίας*, Πτυχιακή εργασία, Ακαδημία Εμπορικού Ναυτικού Μακεδονίας, Σχολή Πλοιάρχων Μηχανιώνας.

⁶¹ N. Toledo, M. Higuero, E. Jacob and M. Aguado, (2009), *A Novel Architecture for Secure, Always-Best Connected Ship-Shore Communications*, Intelligent Transport Systems Telecommunications (ITST), October, pp. 192-197.

εισβολέας (ο οποίος καλείται και πειρατής) ενεργοποιεί μια ειδοποίηση αυτού του είδους με στόχο να κατορθώσει να δαμάσει το θύμα του να πλοηγηθεί σε ένα εχθρικό και ελεγχόμενο από τον επιτιθέμενο θαλάσσιο χώρο της θάλασσας. Θα πρέπει να τονιστεί πως από το νομοθετικό πλαίσιο το οποίο υφίσταται, ένα σκάφος είναι αναγκασμένο να συμμετέχει σε μια εταιρία διάσωσης στην περίπτωση στην οποία λαμβάνει ένα μήνυμα μελέτης και διάσωσης.⁶²

Η πειρατεία του εν λόγω συστήματος έχει άμεση σχέση με τη μεταβολή οποιουδήποτε δεδομένου σε ότι έχει να κάνει με τους υπάρχοντες σταθμούς του συγκεκριμένου συστήματος, όπως για παράδειγμα να αφορά το φορτίο, την ταχύτητα, την τοποθεσία αλλά και τη σημαία ενός πραγματικού σκάφους. Ένα άλλο χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι η περίπτωση στην οποία ο πειρατής αλλάζει κακόβουλα τα δεδομένα τα οποία προσφέρονται από τα βοηθήματα πλοήγησης τα οποία υφίστανται στο λιμάνι από τις αρχές και προσφέρουν υποστήριξη αλλά και έλεγχο στα σκάφη.

Στην επίθεση στο λογισμικό, ο επιτιθέμενος κρυφακούει την επικοινωνία και έχει την ευχέρεια να αντικαθιστά αυθαίρετα τα δεδομένα του συγκεκριμένου συστήματος. Στην επίθεση στις ραδιοσυχνότητες, ο πειρατής παρακάμπτει το αρχικό μήνυμα με ένα πιο μεγάλης ισχύος το οποίο, όμως, αποτελεί μη αληθινό σήμα. Και στις δυο αυτές περιπτώσεις, ο λήπτης του εκάστοτε μηνύματος λαμβάνει μια αλλαγμένη από τον πειρατή έκδοση του μηνύματος του εν λόγω συστήματος του αποστολέα.⁶³

⁶² J.H. Park, Y.H. Jung, K. Lee, K.W. Lee, M.-S. Jun, (2012), *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, March, pp. 1-20.

⁶³ B. Lee, N. Park, (2014), *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, August.

3.3.4 Διακοπή διαθεσιμότητας και αξιολόγηση λογισμικών

Έχουν αναπτυχθεί 3 μορφές επιθέσεων στη συγκεκριμένη δράση. Δεδομένου πως οι εν λόγω επιθέσεις είναι εφικτό να υλοποιηθούν μονάχα στις ραδιοσυχνότητες θα πρέπει να τις χωρίσουμε σε πενία θύρας, σε μεταπήδηση συχνότητας καθώς επίσης και σε επίθεση συγχρονισμού. Στην πρώτη από αυτές τις κατηγορίες ο πειρατής υποδύεται τη ναυτιλιακή αρχή και λαμβάνει όλο το περιβάλλον των μεταδόσεων με στόχο την αποτροπή της επικοινωνίας ανάμεσα σε όλους τους σταθμούς μέσα σε μια καθορισμένη τοποθεσίας κάλυψης. Η απειλή αυτής της μορφής έχει σαν επίπτωση το γεγονός πως ο πειρατής είναι εφικτό να απενεργοποιήσει τα συστήματα αυτής της μορφής σε τεράστια κλίμακα με συνέπεια να υπάρχει εξαφάνιση είτε εμφάνιση σκαφών.⁶⁴

Η 2^η απειλή από αυτές που αναφέρθηκαν παραπάνω αφορά το γεγονός όταν ο πειρατής υποδύεται τη ναυτιλιακή αρχή και προσφέρει οδηγίες σε έναν είτε πιο πολλούς αναμεταδότες με στόχο να μεταβάλει τις συχνότητες δράσης τους. Βάσει με τις προδιαγραφές του πρωτοκόλλου, ο σταθμός υποδοχής χρειάζεται να συντηρεί τα στοιχεία, κάτι το οποίο κάνει την εν λόγω επίθεση επίμονη, ακόμα και στην περίπτωση στην οποία είναι σημαντική η επανεκκίνηση του συστήματος αυτής της μορφής.⁶⁵

Ακόμα, η συγκεκριμένη δράση είναι εφικτό να δεσμευθεί σε μια καθορισμένη τοποθεσία, δηλαδή ένας πειρατής έχει την ευχέρεια να προγραμματίσει ένα στοχευόμενο σκάφος να μεταβάλει τη συχνότητα του στην περίπτωση στην οποία βρίσκεται σε κοντινή απόσταση κάνοντας άχρηστο το σύστημα AIS. Στο σημείο αυτό θα πρέπει να τονιστεί πως σε συσκευές τύπου B, το συγκεκριμένο πρότυπο αποτρέπει τη χειροκίνητη επαναφορά του αναμεταδότη και δεν ενημερώνει τον χειριστή για μεταβολές συχνοτήτων.

⁶⁴ Χ. Μελετίου, (2014), *Γεωγραφικά δεδομένα ναυσιπλοΐας - Επιτήρηση πλοίων και περιοχών*, Διπλωματική εργασία, Πανεπιστήμιο Πειραιώς, Τμήμα Πληροφορικής, Πειραιάς.

⁶⁵ Α. Καμαρινάκης, (2008), *Οδηγίες εγκατάστασης του συστήματος αυτόματης αναγνώρισης πλοίων (AIS)*, Χρονικά ναυπηγών - μηχανικών, Τεύχος 108, σελ. 6-9, Αθήνα.

Στην τελευταία κατηγορία απειλών έχουμε τους πειρατές οι οποίοι καθοδηγούν κακόβουλα τον αναμεταδότη του εν λόγω συστήματος με στόχο να καθυστερήσει τον χρόνο μετάδοσης και ο επιτιθέμενος με μια απλή ανανέωση οδηγιών του να έχει τη δυνατότητα να αποτρέψει τους αναμεταδότες από την επιπλέον επικοινωνία για την τοποθεσία του. Αυτή η απειλή για παράδειγμα είναι δυνατόν να εξαφανίσει ένα πλοίο από το ραντάρ του συστήματος αυτού. Ακόμα, ο πειρατής έχει τη δυνατότητα να υπερφορτώσει την κυκλοφορία των σκαφών, περιέχοντας και σκάφη και υπηρεσίες εξυπηρέτησης της κυκλοφορίας των σκαφών, ζητώντας από τους ισχύοντες σταθμούς να αποστέλλουν δεδομένα αυτής της μορφής αλλά και ενημερώσεις σε αρκετά μεγάλο ρυθμό.⁶⁶

Εκτός, όμως, από όλα τα παραπάνω σημαντικές απειλές και κενά ασφαλείας στο συγκεκριμένο σύστημα δημιουργούνται και από τα λογισμικά που περιέχονται σε αυτό. Οι 3 κυριότεροι ηλεκτρονικοί πάροχοι δεδομένων του συστήματος αυτού είναι το Marine Traffic, το AisHUB αλλά και το Vessel Finder. Στην περίπτωση στην οποία υλοποιείται αναφορά στο σύστημα αυτό, είναι σημαντικό να περιέχεται και το AIVDM, που αποτελεί το πρωτόκολλο επιπέδου εφαρμογής το οποίο χρησιμοποιείται από αυτά τα συστήματα με στόχο την ανταλλαγή φράσεων των στοιχείων, δηλαδή από τους αναμεταδότες των σκαφών τα οποία μεταδίδουν την τοποθεσία τους είτε από τις λειτουργίες εξυπηρέτησης κυκλοφορίας σκαφών τα οποία ελέγχουν τα σκάφη του λιμανιού.⁶⁷

Ενώ οι εγκαταστάσεις του εν λόγω συστήματος επάνω στα σκάφη έχουν άμεση σχέση με το υλικό, το λογισμικό το οποίο χρησιμοποιείται για τη διαδικασία φόρτωσης των στοιχείων αυτής της μορφής έχει άμεση σχέση με τους διαδικτυακούς παρόχους. Παρά το γεγονός πως αυτές οι λειτουργίες είναι εξαιρετικά σημαντικές για την ανεύρεση και την πλοήγηση, υφίστανται θέματα ασφαλείας στις εφαρμογές τους. Λόγω της χαλαρής φύσης πραγματοποίησης των συγκεκριμένων δεκτών, οι πάροχοι

⁶⁶ A. Lee, S. Zetterberg, (2010), *Establishing an IALA AIS Binary Message Register: Recommended Process*, IALA Conference 17, pp. 108–115.

⁶⁷ Χ. Μελετίου, (2014), *Γεωγραφικά δεδομένα ναυσιπλοΐας - Επιτήρηση πλοίων και περιοχών*, Διπλωματική εργασία, Πανεπιστήμιο Πειραιώς, Τμήμα Πληροφορικής, Πειραιάς.

τις περισσότερες φορές είναι αναγκασμένοι να δέχονται όλων των ειδών τα στοιχεία τα οποία λαμβάνουν, δεδομένου πως αποτελούν με λίγα λόγια μια μορφή κοινοπραξίας ανάμεσα σε χειριστές και γενικότερα ανθρώπων οι οποίοι μοιράζονται πληροφορίες. Η κατάσταση αυτή, όμως, εμφανίζει πολλά ζητήματα ασφαλείας.

Οι πάροχοι αφήνουν αρκετές τακτικές συλλογής στοιχείων, όπως τα προκαθορισμένα emails, εφαρμογές κινητών τηλεφώνων και λογισμικού προώθησης. Στην περίπτωση στην οποία αναπτύσσεται ένα τέτοιο μήνυμα το λογισμικό αυτής της μορφής έχει την ευθύνη της αντιγραφής και της αποστολής ενός μηνύματος προς τους κατάλληλους παρόχους. Στο διάστημα αυτό είναι εφικτό να οριοθετηθούν και να διαβιβαστούν στατιστικά δεδομένα σε σχεδόν πραγματικό χρόνο.⁶⁸

Το λογισμικό αυτής της μορφής είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθεί με στόχο τη δημοσίευση μηνυμάτων τα οποία λήφθηκαν από μια πύλη, δηλαδή από έναν τοπικό δέκτη. Οι πύλες τις περισσότερες φορές είναι κατά μήκος των ακτογραμμών και στις λειτουργίες εξυπηρέτησης κυκλοφορίας σκαφών τα οποία δρουν από τις εκάστοτε λιμενικές αρχές. Έρευνες έδειξαν πως υφίστανται ζητήματα ασφαλείας με όλους τους παραπάνω διαδικτυακούς παρόχους. Οι εν λόγω πάροχοι, για παράδειγμα, εμφανίζουν ελλείψεις που αφορούν την αξιολόγηση αλλά και την πιστοποίηση.⁶⁹

Επίσης, οι παραπάνω πάροχοι δεν υλοποιούν ελέγχους με στόχο να εξασφαλίσουν πως το μήνυμα το οποίο προέρχεται από ένα πλοίο προέρχεται όντως από την ίδια τοποθεσία από την οποία το πλοίο υποτίθεται πως στέλνει το εν λόγω μήνυμα. Κάτι αντίστοιχο γίνεται και όταν υφίσταται παρακολούθηση ταυτότητας για τη διασφάλιση πως το πλοίο το οποίο αποστέλλει τη φράση AIVDM είναι ο ορθός αποστολέας. Τα ζητήματα τα οποία έχουν ανιχνευτεί επιτρέπουν στον πειρατή να

⁶⁸ B. Lee, N. Park, (2014), *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 applied mathematics, vol. 2014, August.

⁶⁹ N. Νικητάκος, (2011), *Συστήματα θαλάσσιας επιτήρησης*, Ημερίδα Ελληνικού Τμήματος AFCEA, Υπηρεσίες Ηλεκτρονικής Επιτήρησης και Ταυτοποίησης για τον έλεγχο των συνόρων, Θεσσαλονίκη.

υλοποιήσει τόσο επιθέσεις πλαστογραφίας όσο και επιθέσεις MITM κατά των επηρεαζόμενων παρόχων.⁷⁰

Στη διαδικασία της πλαστογράφησης αναπτύσσονται έγκυρα δεδομένα από απόσταση, όπως για παράδειγμα μη υπαρκτό σκάφος είτε βοήθημα ναυσιπλοΐας από το πουθενά κοντά σε ένα σώμα ύδατος είτε έναν αληθινό σταθμό. Για τη διαδικασία επαλήθευσης της συγκεκριμένης απειλής γίνεται χρήση των κωδικοποιητών που αναφέρθηκαν παραπάνω για την ανάπτυξη μιας αβλαβούς φράσεων τονίζοντας πως είναι άμπωτη σε κλειστή λίμνη σε μικρή απόσταση.⁷¹

3.4 Παραδείγματα εξαφάνισης και εμφάνισης πλοίων

Όπως έχει αποδειχτεί και από όσα αναφέρθηκαν παραπάνω είναι εφικτή η εξαφάνιση πλοίων, η εμφάνιση ψεύτικων σκαφών φαντασμάτων αλλά και η εκπομπή μη αληθινών μηνυμάτων έκτακτης ανάγκης, λόγω της έλλειψης μέτρων ασφαλείας στη συγκεκριμένη τεχνολογία, που χρησιμοποιείται σε περισσότερα από 400 χιλιάδες σκάφη σε διεθνές επίπεδο. Βάσει με δημοσίευμα του MIT Technology Review, τα σκάφη που κάνουν χρήση του παραπάνω συστήματος εκπέμπουν ένα καθορισμένο ραδιοσήμα με την τοποθεσία τους και άλλα στοιχεία, με βασικότερο στόχο άλλα πλοία και λιμενικές αρχές να έχουν την ευχέρεια να έχουν έναν χάρτη με τις θέσεις όλων των σκαφών σε μια συγκεκριμένη τοποθεσία σε πραγματικό χρόνο.

Σύμφωνα με τις οδηγίες του Διεθνούς Οργανισμού Ναυσιπλοΐας, η εμφάνιση του συστήματος αυτού είναι αναγκαστική σε επιβατηγά πλοία αλλά και σε φορτηγά ενός καθορισμένου όγκου και πάνω. Το σύστημα αυτής της μορφής αξιοποιείται, ακόμα, και από φάρους είτε σηματοδούρες. Όπως έχουν τονίσει έρευνες που έχουν γίνει

⁷⁰ Χ. Μελετίου, (2014), *Γεωγραφικά δεδομένα ναυσιπλοΐας - Επιτήρηση πλοίων και περιοχών*, Διπλωματική εργασία, Πανεπιστήμιο Πειραιώς, Τμήμα Πληροφορικής, Πειραιάς.

⁷¹ A. Irshad, W. Noshairwan, M. Shafiq, S. Khurram, E. Irshad and M. Usman, (2008), *Security Enhancement in MANET Authentication by checking the CRL status of Servers*, International Journal of Advanced Science and Technology(IJAST), vol. 1, December, pp. 91-98.

τα προηγούμενα χρόνια, ήταν εφικτή η παραβίαση του συγκεκριμένου συστήματος σε επίπεδο βάσης.⁷²

Διαμέσου της αγοράς μιας τέτοιας συσκευής αξίας 700 ευρώ και σύνδεσης της σε έναν Η/Υ στην τοποθεσία του λιμένα, οι μελετητές είχαν την ευχέρεια να δέχονται σήματα από πλοία σε μικρή απόσταση και να αποστέλλουν αλλαγμένες εκδόσεις με στόχο να κάνουν τους υπόλοιπους χειριστές του εν λόγω συστήματος να βλέπουν σκάφη σε σημεία που δεν βρίσκονται εκεί στην πραγματικότητα.

Διαμέσου του συγκεκριμένου εξοπλισμού και λογισμικού είναι εφικτό το μπλοκάρισμα των εκπομπών σκαφών με το σύστημα αυτό, με σκοπό να μην είναι ορατές οι κινήσεις τους. Οι πειρατικές εκπομπές είναι εφικτό, επίσης, να χρησιμοποιηθούν και για μη αληθινά σήματα κινδύνου, όπως για παράδειγμα συναγερμούς σύγκρουσης είτε ενημερώσεις που έχουν άμεση σχέση με ανθρώπους στη θάλασσα. Όπως έδειξαν οι παραπάνω έρευνες, τα ψευδή αυτά μηνύματα παρουσιάστηκαν σε χάρτες στοιχείων αυτής της μορφής που προσφέρονται από διαδικτυακές υπηρεσίες.⁷³

Σε μια τέτοια περίπτωση, ένα πλοίο εντοπίζεται και στη συνέχεια εξαφανίζεται από τον χάρτη και τη συγκεκριμένη τοποθεσία και να κάνει την εμφάνιση του σε άλλη τοποθεσία. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η περίπτωση στην οποία εξαφανίστηκε πλοίο στον Μισσισίπη και εντοπίστηκε μετά από λίγο σε λίμνη του Ντάλας. Ένα άλλο παράδειγμα αποτελεί η εμφάνιση ενός ψεύτικου σκάφους φαντάσματος στα ανοιχτά της Ιταλίας, η κατεύθυνση του οποίου δημιούργησε τη φράση “rwned” που χρησιμοποιείται από χάκερ σαν μια ένδειξη παραβιασμένου συστήματος.

⁷² A. Embankment, (2009), *Guidelines for the installation of a shipborne automatic identification system (AIS)*, IMO - International Maritime Organization, 6 January.

⁷³ B. Lee, N. Park, (2014), *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, August.

Το συγκεκριμένο σύστημα αποτελεί εύκολο στόχο μιας και τα σήματα του δεν έχουν καθορισμένη μορφή μηχανισμού παρακολούθησης αυθεντικότητας είτε λοιπής κρυπτογράφησης. Όπως έδειξαν οι παραπάνω έρευνες όλα τα σκάφη είναι εφικτό να δεχτούν σημαντικές επιρροές αλλά και επιδράσεις από τα παραπάνω θέματα αφού δεν έχει να κάνει μονάχα με τον εξοπλισμό, αλλά με το πρωτόκολλο. Τα σκάφη και οι λιμενικές αρχές κάνουν χρήση, ακόμα, ραντάρ για την ανίχνευση εμποδίων και άλλων πλοίων, αλλά το σύστημα αυτό είχε παρουσιαστεί σαν μια πιο εύκολη και πιο αποδοτική εναλλακτική επιλογή.⁷⁴

⁷⁴ J.H. Park, Y.H. Jung, K. Lee, K.W. Lee, M.-S. Jun, (2012), *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, March, pp. 1-20.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στη συγκεκριμένη πτυχιακή εργασία παρουσιάσαμε αναλυτικά τον τρόπο δράσης και λειτουργίας του εν λόγω συστήματος που χρησιμοποιείται για την ασφάλεια, την ανίχνευση αλλά και τον έλεγχο πλοίων και όχι μόνο. Ακόμα, μελετήσαμε διεξοδικά τα κριτήρια τα οποία είναι σημαντικό να πληρεί αλλά και τις ελλείψεις του, το λάθη του και τα κενά ασφαλείας τα οποία το καθιστούν εξαιρετικά ευάλωτο σε κακόβουλες επιθέσεις.

Μια πρόταση για αντιμετώπιση αυτών των προβλημάτων που υπάρχουν σε ότι έχει να κάνει με τα κενά ασφαλείας που εντοπίζονται στο συγκεκριμένο σύστημα θα μπορούσαμε να προτείνουμε με το πέρας της πτυχιακής αυτής εργασίας έναν μηχανισμό αυθεντικοποίησης σκαφών που κάνει χρήση του MMSI με στόχο την αυθεντικοποίηση ανάμεσα στα σκάφη αλλά και τις χερσαίες βάσεις και είναι εφικτό με αυτόν τον τρόπο να ελαττωθεί σημαντικά το σύνολο των απειλών ασφαλείας και κατά συνέπεια να εξασφαλιστεί σε μεγάλο βαθμό η αξιοπιστία των δεδομένων τα οποία ανταλλάσσονται ανάμεσα στα πλοία στη σημερινή εποχή.

Μια πρόταση για μελλοντική έρευνα που θα μπορούσε να γίνει είναι ένας κρυπτογραφικός αλγόριθμος που να εξασφαλίζει επιπλέον αξιοπιστία των ναυτικών στοιχείων και πληροφοριών αποτρέποντας με αυτόν τον τρόπο την παραποίηση στοιχείων και δεδομένων και καθιστώντας το εν λόγω σύστημα περισσότερο ασφαλές και ως επί το πλείστον με λιγότερα κενά ασφαλείας τα οποία παρέχουν το δικαίωμα στους εκάστοτε πειρατές να μπορούν να δημιουργήσουν σημαντικά προβλήματα στη ναυτιλιακή επικοινωνία με αποτέλεσμα να υπάρξουν λιγότερες εξαφανίσεις αλλά και

εμφανίσεις πλοίων φαντασμάτων όπως παρουσιάσαμε σημαντικές περιπτώσεις στην εν λόγω πτυχιακή εργασία την οποία καλούμαστε να φέρουμε εις πέρας.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- 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.
- Delft C., (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.
- Embankment A., (2009), *Guidelines for the installation of a shipborne automatic identification system (AIS)*, IMO - International Maritime Organization, 6 January.
- Farmer P., (2004), *AIS-Assisted Collision, Letters to seaways, Seaways*, The International Journal of the Nautical Institute, September, pp. 27-28.
- Irshad A., Noshairwan W., Shafiq M., Khurram S., Irshad E. and Usman M., (2008), *Security Enhancement in MANET Authentication by checking the CRL status of Servers*, International Journal of Advanced Science and Technology(IJAST), vol. 1, December, pp. 91-98.
- Lee A., Zetterberg S., (2010), *Establishing an IALA AIS Binary Message Register: Recommended Process*, IALA Conference 17, pp. 108–115.
- Lee B., Park N., (2014), *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, August.
- Park J.H., Jung Y.H., Lee K., Lee K.W., Jun M.-S., (2012), *An Enhanced Light-weight Anonymous Au-thentication and Encryption Protocol in Wireless Sensor Network*, International Journal of Database Theory and Application (IJDTA), vol. 5, no. 1, March, pp. 1-20.
- The Nautical Institute, (2005a), *AIS Initialisation, International Marine Accident Reporting Scheme*, MARS 200532, Seaways, the International Journal of the Nautical Institute, July, pp. 17-18.

- The Nautical Institute, (2005b), *AIS Inaccuracies, International Marine Accident Reporting Scheme (MARS)*, MARS 200552, Seaways, the International Journal of the Nautical Institute, November, pp. 19- 20.
- The Nautical Institute, (2006), *AIS Inaccuracies, International Marine Accident Reporting Scheme*, MARS 200552, Seaways, the International Journal of the Nautical Institute, January, pp. 19-20.
- Toledo N., Higuero M., Jacob E. and Aguado M., (2009), *A Novel Architecture for Secure, Always-Best Connected Ship-Shore Communications*, Intelligent Transport Systems Telecommunications (ITST), October, pp. 192-197.
- Γκουντενούδης Κ., (2009), *AIS μελέτη εγκατάστασης, διασύνδεσης, ναυτιλιακή εκμετάλλευση, αρχές λειτουργίας*, Πτυχιακή εργασία, Ακαδημία Εμπορικού Ναυτικού Μακεδονίας, Σχολή Πλοιάρχων Μηχανιώνας.
- Καμαρινάκης Α., (2008), *Οδηγίες εγκατάστασης του συστήματος αυτόματης αναγνώρισης πλοίων (AIS)*, Χρονικά ναυπηγών - μηχανικών, Τεύχος 108, σελ. 6-9, Αθήνα.
- Μελετίου Χ., (2014), *Γεωγραφικά δεδομένα ναυσιπλοΐας - Επιτήρηση πλοίων και περιοχών*, Διπλωματική εργασία, Πανεπιστήμιο Πειραιώς, Τμήμα Πληροφορικής, Πειραιάς.
- Νικητάκος Ν. , (2007), *Ηλεκτρονικές υπηρεσίες και εφαρμογές στη ναυτιλία : Ισχύουσα κατάσταση και προοπτικές*, Ημερίδα "Ναυτιλία και νέες τεχνολογίες", Αθήνα.
- Νικητάκος Ν. , (2011), *Συστήματα θαλάσσιας επιτήρησης*, Ημερίδα Ελληνικού Τμήματος AFCEA, Υπηρεσίες Ηλεκτρονικής Επιτήρησης και Ταυτοποίησης για τον έλεγχο των συνόρων, Θεσσαλονίκη.
- Παλληκάρης Α.Η., Κατσούλης Γ.Θ., (2008), *Ιστορική εξέλιξη και προοπτικές της ηλεκτρονικής ναυτιλίας*, Ναυσίβιο Χώρα, Τεύχος 2, Αθήνα.