



Πανεπιστήμιο Πειραιώς – Τμήμα Πληροφορικής

Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών

«Πληροφορική»

Μεταπτυχιακή Διατριβή

Τίτλος Διατριβής	Συστήματα Αυτόματης Ταυτοποίησης: Υλοποίηση με την Ανάπτυξη της Εφαρμογής Παρακολούθησης Πλοίων «Arc Monitoring» Automatic Identification Systems: Implementation with Vessel Monitoring Application "Arc Monitoring" Development
Όνοματεπώνυμο Φοιτητή	Νικόλαος Σουλαντικός
Πατρώνυμο	Κωνσταντίνος
Αριθμός Μητρώου	ΜΠΠΛ 14077
Επιβλέπων	Ιωάννης Θεοδωρίδης, Καθηγητής

Ημερομηνία Παράδοσης

Σεπτέμβριος 2018

Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή

(υπογραφή)

(υπογραφή)

(υπογραφή)

ΙΩΑΝΝΗΣ ΘΕΟΔΩΡΙΔΗΣ

ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ ΑΡΤΙΚΗΣ

ΝΙΚΟΛΑΟΣ ΠΕΛΕΚΗΣ

Όνομα Επώνυμο
ΒαθμίδαΌνομα Επώνυμο
ΒαθμίδαΌνομα Επώνυμο
Βαθμίδα

Επιτελική Σύνοψη

Με τη ναυτιλία να είναι ολοένα αναπτυσσόμενος τομέας, με σημαντική συνεισφορά στην παγκόσμια οικονομία, η αποφυγή των κινδύνων που δημιουργούνται από τους πολλαπλούς και συνεχώς εξελισσόμενους παράγοντες (κόσμος καυσίμων, μέγεθος πλοίων, πλήθος πληρώματος, αύξηση πειρατείας), καθίσταται πρωταρχικής σημασίας. Σε μια προσπάθεια της διασφάλισης της ασφάλειας στη ναυτιλία, η Συνθήκη για την Ασφάλεια της Ανθρώπινης Ζωής στη Θάλασσα και ο Διεθνής Ναυτιλιακός Οργανισμός προβλέπουν και επιβάλλουν την ύπαρξη Συστημάτων Ταυτοποίησης και Παρακολούθησης Πλοίων. Τα Αυτόματα Συστήματα Ταυτοποίησης αποτελούν ένα είδος τέτοιων συστημάτων που συνεισφέρουν στην διασφάλιση ασφαλούς πλεύσης ενός πλοίου, καθώς παρουσιάζουν δεδομένα που σχετίζονται με την κατάσταση και την πορεία ενός πλοίου σε χρήστες, διευκολύνοντάς τους να πάρουν άμεσα τις βέλτιστες αποφάσεις. Η παρούσα εργασία προσπαθεί να συνεισφέρει στο προαναφερθέν πρόβλημα, με την συνοπτική παρουσίαση των Αυτόματων Συστημάτων Ταυτοποίησης και την ανάπτυξη μιας παραθυρικής εφαρμογής σε C# η οποία υλοποιεί την παρουσίαση και γραφική αναπαράσταση δεδομένων που λαμβάνονται από τα συγκεκριμένα συστήματα.

Abstract

As shipping is a rapidly developing sector, contributing greatly to global economy, it becomes of great importance to avoid the risks originating from multiple and constantly emerging factors such as the size of the vessels and the crew, escalation of piracy etc. Trying to establish maritime security, International Convention for the Safety of Life at Sea and International Maritime Organization, enforce the use of Vessel Identification and Monitoring Systems. The Automatic Identification Systems are such systems that contribute to the direction of ensuring a safe journey, as they capture and present data related to the route and the condition of a vessel, to the end users, thus enabling them to make the best possible decisions. The present paper addresses the abovementioned issue and presents the Automatic Identification systems as well a windows application developed in C#, which facilitates the presentation of data received through the aforesaid systems.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή.....	11
1.1 Περιγραφή του Υπό Μελέτη Προβλήματος.....	9
1.2 Στόχοι της Εργασίας.....	11
1.3 Μεθοδολογία της Εργασίας	11
1.4 Δομή της Εργασίας	11
Κεφάλαιο 2: Συστήματα Ταυτοποίησης και Παρακολούθησης Πλοίων για την Ασφάλεια στη Ναυτιλία.....	32
2.1 Διεθνής Ναυτιλιακός Οργανισμός (International Maritime Organisation)	12
2.2 Διεθνής Συνθήκη για τις Ασφάλεια της Ανθρώπινης Ζωής στη Θάλασσα (International Convention for the Safety of Life at Sea – SOLAS)	13
2.2.1 Κεφάλαιο I: Γενικές Διατάξεις.....	13
2.2.3 Κεφάλαιο II – 1: Κατασκευές (Υποδιαίρεση και Σταθερότητα, Μηχανήματα, Ηλεκτρικές Εγκαταστάσεις).....	13
2.2.4 Κεφάλαιο II – 2: Πυρασφάλεια, Ανίχνευση Πυρκαγιάς και Αντιμετώπιση Πυρκαγιάς.....	14
2.2.5 Κεφάλαιο III: Διάφορα Σωστικά Μέσα και Σχετικές Ρυθμίσεις	14
2.2.6 Κεφάλαιο IV: Ραδιοεπικοινωνίες.....	14
2.2.7 Κεφάλαιο V: Ασφάλεια της Ναυτιλίας.	14
2.2.8 Κεφάλαιο VI: Μεταφορά Φορτίων	14
2.2.10 Κεφάλαιο VIII: Πυρηνικά Πλοία.....	15
2.2.11 Κεφάλαιο IX – Διαχείριση για την Ασφαλή Λειτουργία των Πλοίων.....	15
2.2.12 Κεφάλαιο X: Μέτρα Ασφαλείας για τα Ταχύπλοα Σκάφη.	16
2.2.13 Κεφάλαιο XI – 1: Ειδικά Μέτρα για την Ενίσχυση της Ασφάλειας στη Θάλασσα.....	16
2.2.14 Κεφάλαιο XI – 2	23
2.2.15 Κεφάλαιο XII: Πρόσθετα Μέτρα Ασφάλειας για τα Πλοία Μεταφοράς μη – Συσκευασμένου Φορτίου.	23
2.2.16 Κεφάλαιο XIII: Επαλήθευση της Συμμόρφωσης.....	23
2.2.17 Κεφάλαιο XIV: Μέτρα Ασφάλειας για Πλοία που Πλέουν σε Πολικά Ύδατα.....	23
2.3 Είδη Συστημάτων Ταυτοποίησης και Παρακολούθησης Πλοίου για την Ασφάλεια στη Ναυτιλία	16
231 Σύστημα Αναφοράς Ασφάλειας Πλοίου (Ship Security Reporting System – SSRS).....	17
232 Σύστημα Αυτόματης Ταυτοποίησης (Automatic Identification System – AIS)	18
233 Παγκόσμιο Σύστημα Ασφάλειας και Κινδύνου στη Ναυτιλία (Global Maritime Distress Safety System – GMDSS)	18
234 Σύστημα Ταυτοποίησης και Παρακολούθησης Μεγάλης Εμβέλειας (Long Range Tracking And Identification System – LRIT)	19

25	Αυτοματοποιημένο Σύστημα Δήλωσης (Automated Manifest System – AMS)...	19
26	Σύστημα Παρακολούθησης Πλοίου (Vessel Monitoring System – VMS)	19
27	Αυτοματοποιημένο Σύστημα Διάσωσης Πλοίου Αμοιβαίας Βοήθειας (Automated Mutual Assistance Vessel Rescue System – AMVER)	20
28	Σύστημα Διαχείρισης Πλοίων (Vessel Management System) ...	20
2.4	Μέθοδοι και Τεχνολογίες Υλοποίησης Συστημάτων Ταυτοποίησης και Παρακολούθησης Πλοίων	20
24	Μέθοδοι και Τεχνολογίες Συστημάτων Ταυτοποίησης και Παρακολούθησης Ανά Είδος Πλοίου	20
22	Είδη Μεθόδων και Τεχνολογιών Υλοποίησης Συστημάτων Ταυτοποίησης και Παρακολούθησης Πλοίων	22
Κεφάλαιο 3: Συστήματα Αυτόματης Ταυτοποίησης (AIS).....		25
3.1 Τρόπος Λειτουργίας AIS.....		25
3.2 Αρχιτεκτονική AIS.....		25
3.1.2	AIS Κλάσης A (Κύριο Σύστημα).....	25
3.2.2	AIS Κλάσης Β' (Εναλλακτικό Σύστημα)	26
3.2 Βάσεις Δεδομένων Συστημάτων Αυτόματης Ταυτοποίησης (AIS Databases).....		26
3.2.1	Ιδιότητες μιας Βάσης Δεδομένων AIS.....	27
3.2.2	Πάροχοι Δεδομένων AIS	27
Κεφάλαιο 4: Δημιουργία του Εργαστηριακού Περιβάλλοντος Ανάπτυξης....		27
Κεφάλαιο 5: Η Εφαρμογή Arc Monitoring		32
5.1 Περιγραφή Λειτουργίας της Εφαρμογής Arc Monitoring.....		32
5.1.1	Προβολή Πληροφοριών Περιοχών	33
5.1.2	Προβολή Πληροφοριών Πλοίων	35
5.1.3	Προβολή Πληροφοριών Λιμένων.....	37
5.1.4	Προβολή Ιστορικού Διαδρομής Πλοίου.....	38
5.2 Βάση Δεδομένων AIS της εφαρμογής Arc Monitoring		40
5.2.1	Ο Πίνακας history.....	40
5.2.2	Ο Πίνακας polygon.....	41
5.2.3	Ο Πίνακας port.....	43
5.2.4	Ο Πίνακας rout	44
5.2.5	Ο Πίνακας vessel	44
5.3 Πηγαίος Κώδικας της Εφαρμογής Arc Monitoring.....		45
5.3.1	SQLiteDatabase.cs.....	46
5.3.2	ManageMarkers.cs	47

5.3.3 ArcView.cs	51
Κεφάλαιο 6: Αξιολόγηση της Εφαρμογής και Συμπεράσματα	57

ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1: Πλοία που πλέουν ταυτόχρονα στη θάλασσα σύμφωνα με το Marinetime Traffic.....	9
Εικόνα 2: Ανταλλαγή δεδομένων σε Σύστημα SRSS.....	17
Εικόνα 3: Ανταλλαγή δεδομένων στο Σύστημα GMDSS.....	18
Εικόνα 4: Αρχιτεκτονική Συστήματος LRIT.....	19
Εικόνα 5: Τρόπος λειτουργίας συστήματος VMS.....	22
Εικόνα 6: Ανταλλαγή δεδομένων σε σύστημα Inmarsat – C.....	23
Εικόνα 7: Ανταλλαγή δεδομένων με Σύστημα VHF - DSC.....	24
Εικόνα 8: Ανταλλαγή δεδομένων μέσω συστημάτων AIS.....	26
Εικόνα 9: Πρόσβαση στη σελίδα λήψης του GMAP.NET.....	28
Εικόνα 10: Τα αρχεία του φάκελου greatmaps-master.....	29
Εικόνα 11: Δημιουργία των αρχείων GMAp.NET.Core.dll και GMap.NET.WindowsForms.....	30
Εικόνα 12: Λίστα references που είναι δυνατό να προστεθούν σε ένα project.....	30
Εικόνα 13: Χρήση βιβλιοθηκών του GMAP.NET στην εφαρμογή “Arc Monitoring”.....	31
Εικόνα 14: Κεντρική οθόνη εφαρμογής Arc Monitoring.....	32
Εικόνα 15: Ζώνες χαρακτηρισμένης πλεύσης.....	33
Εικόνα 16: Προβολή λεπτομερούς περιγραφής ζώνης χαρακτηρισμένης πλεύσης.....	34
Εικόνα 17: Προβολή πλοίων.....	35
Εικόνα 18: Προβολή λεπτομερούς περιγραφής πλοίου.....	36
Εικόνα 19: Προβολή λιμένων.....	37
Εικόνα 20: Προβολή λεπτομερούς περιγραφής λιμένος.....	38
Εικόνα 21: Προβολή ιστορικού διαδρομής πλοίου.....	39
Εικόνα 22: Προβολή λεπτομερούς περιγραφής σημείου διέλευσης πλοίου.....	39
Εικόνα 23 Η βάση δεδομένων arc.sqlite.....	40
Εικόνα 24: Στήλες του πίνακα history.....	41
Εικόνα 25: Δεδομένα του πίνακα history.....	41
Εικόνα 26: Στήλες του πίνακα polygon.....	42
Εικόνα 27: Δεδομένα του πίνακα polygon.....	42
Εικόνα 28: Στήλες του πίνακα port.....	43
Εικόνα 29: Δεδομένα του πίνακα port.....	43
Εικόνα 30: Στήλες του πίνακα route.....	44
Εικόνα 31: Δεδομένα του πίνακα route.....	44
Εικόνα 32: Πίνακας vessel.....	45
Εικόνα 33: Δεδομένα του πίνακα vessel.....	45
Εικόνα 34: Ο κώδικας του αρχείου SQLiteDatabase.cs.....	46
Εικόνα 35: Η μέθοδος createPort().....	47
Εικόνα 36: Η μέθοδος createVessel().....	48
Εικόνα 37: Η μέθοδος createPolygon().....	48
Εικόνα 38: Η μέθοδος countPorts().....	49
Εικόνα 39: Η μέθοδος countVessels().....	49
Εικόνα 40: Η μέθοδος countAreas().....	50
Εικόνα 41: Η μέθοδος countAreasNotRecorded().....	50
Εικόνα 42: Η μέθοδος countWayPoints().....	51
Εικόνα 43: Η μεταβλητή vesselClick και η μέθοδος ARCVIEW().....	52
Εικόνα 44: Η μέθοδος gmap_Load().....	52
Εικόνα 45: Η μέθοδος aboutToolStripMenuItem_Click().....	52
Εικόνα 46: Η μέθοδος gmap_OnMarkerClick().....	53
Εικόνα 47: Η μέθοδος gmap_OnPolygonClick().....	53
Εικόνα 48: Η μέθοδος gmap_OnPolygonEnter().....	54
Εικόνα 49: Η μέθοδος loadports_Click().....	54
Εικόνα 50: Η μέθοδος loadAreas_Click().....	55

Εικόνα 51: Η μέθοδος loadVessels_Click().....	55
Εικόνα 52: Η μέθοδος showroute_Click()	56

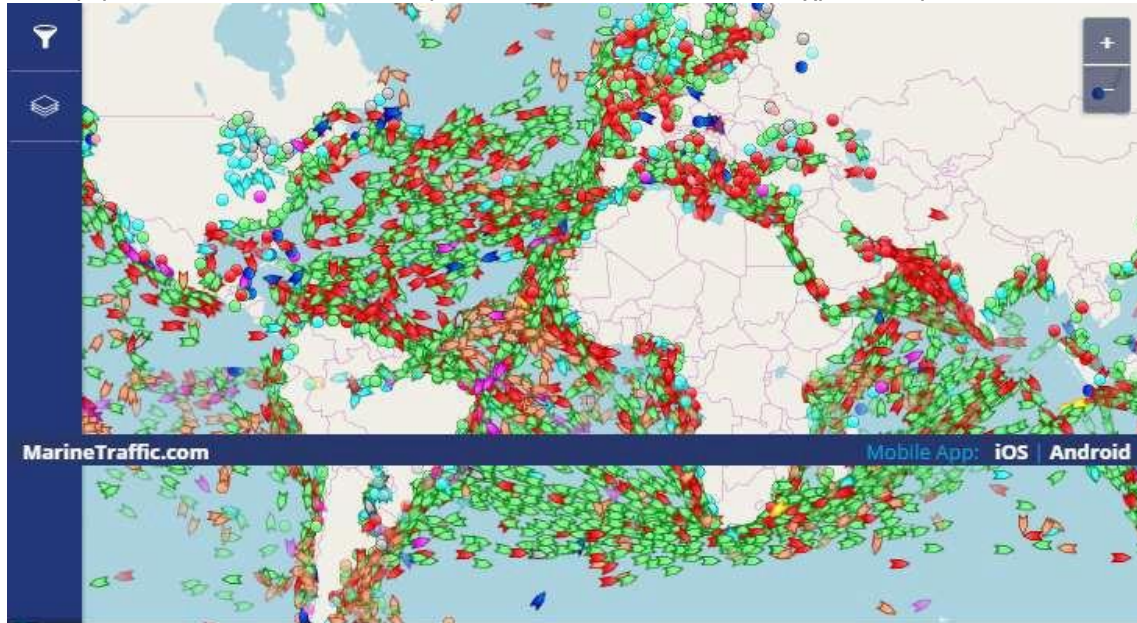
ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1: Συνολικό Φορτίο Εμπορικής Ναυτιλίας την περίοδο 1970 - 2016.....	10
Πίνακας 2: Μέθοδος και Τεχνολογία Υλοποίησης Συστημάτων Ταυτοποίησης και Παρακολούθησης Πλοίου Ανά Είδος Πλοίου.....	21

Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή

1.1 Περιγραφή του Υπό Μελέτη Προβλήματος

Η ναυτιλία είναι ένας ολοένα και αναπτυσσόμενος κλάδος, ιδιαίτερα επικερδής και θεμελιώδης για τις εμπορικές συναλλαγές και την οικονομική ανάπτυξη όλων των χωρών, από την αρχαιότητα μέχρι και σήμερα. Σύμφωνα με έρευνα που πραγματοποίησαν τα Ηνωμένα Έθνη για το έτος 2017 η συνολική αξία του παγκόσμιου θαλάσσιου εμπορίου αξιολογείται γύρω στα 12 τρισεκατομμύρια δολάρια [1]. Εκατομμύρια πλοία πλήθους διαφορετικών χωρών, πλέον ταυτόχρονα σε διαφορετικές θάλασσες του πλανήτη. Η Εικόνα 1 είναι ενδεικτική των πλοίων που πλέον ταυτόχρονα στην θάλασσα:



Εικόνα 1: Πλοία που πλέον ταυτόχρονα σε τμήμα της θάλασσας σύμφωνα με το Marinetime Traffic [2]

Οι απαιτήσεις της σύγχρονης ναυτιλίας οδηγούν στην αύξηση του αριθμού των πλοίων που πλέον ταυτόχρονα στις θάλασσες, αύξηση των μεγεθών των πλοίων, των φορτίων που μεταφέρουν, αύξηση της ταχύτητας τους, αύξηση της πορείας που εκτελεί κάθε πλοίο κ.α. Ο Πίνακας 1 παρουσιάζει ενδεικτικά την αύξηση του συνολικού φορτίου που αντιστοιχεί στο σύνολο της παγκόσμιας εμπορικής ναυτιλίας την περίοδο 1970 – 2016:

Έτος	Πετρέλαιο & Αέριο	Ορυκτός Πλούτος	Στεγνό φορτίο εκτός ορυκτού πλούτου	Σύνολο
1970	1140	448	717	2605
1980	1871	608	1225	3704
1990	1755	988	1265	4008
2000	2163	1295	2526	5894
2005	2422	1709	2978	7109
2006	2698	1814	3188	7700
2007	2747	1953	3334	8034
2008	2742	2065	3422	8229
2009	2642	2085	3131	7858
2010	2772	2335	3302	8409
2011	2794	2486	3505	8785
2012	2841	2742	3614	9197
2013	2829	2923	3762	9514
2014	2825	2985	4033	9843
2015	29322	3121	3971	10023
2016	3055	3172	4059	10287

Πίνακας 1: Συνολικό Φορτίο Εμπορικής Ναυτιλίας την περίοδο 1970 – 2016 [1]

Είναι σαφές ότι οι απαιτήσεις που καλείται να καλύψει η σύγχρονη ναυτιλία εγείρουν σοβαρούς κινδύνους:

- α) αλλαγή και αντιμετώπιση απρόβλεπτων καιρικών συνθηκών που επιφέρουν τα ταξίδια μεγάλων αποστάσεων.
- β) κορεσμό των θαλάσσιων οδών (και δυσκολία ελιγμών επιφέρει το πλήθος των πλοίων που πλέουν ταυτόχρονα).
- γ) ανεπαρκή καύσιμα και πόροι εξυπηρέτησης ενός πλοίου που προκύπτουν κατά τη διάρκεια πλεύσης του.
- δ) αδυναμία προσέγγισης συγκεκριμένων λιμανιών λόγω μεγάλου βυθίσματος ενός πλοίου.
- ε) πειρατεία. [3]

Οι προαναφερθείσες απαιτήσεις που καλείται να καλύψει η σύγχρονη ναυτιλία απαιτούν αντίστοιχα μέτρα προστασίας από τους προαναφερθέντες κινδύνους. Είναι σαφές ότι η διασφάλιση της ασφαλούς πλεύσης και η διατήρηση της αξιοπιστίας μιας ναυτιλιακής εταιρείας στους πελάτες ή στο προσωπικό της, απαιτεί την αποφυγή των κινδύνων μέσω της πρόβλεψης και της έγκαιρης αποτροπής τους. Για το λόγο αυτό ο **Διεθνής Ναυτιλιακός Οργανισμός (International Maritime Organization)**, δημιούργησε τη **Διεθνή Συνθήκη για την Ασφάλεια της Ανθρώπινης Ζωής στη Θάλασσα (International Convention for the Safety of Life at Sea - SOLAS)**. Στα πλαίσια των απαιτήσεων ασφάλειας που τα πλοία υποχρεούνται να ικανοποιήσουν βάση της **συνθήκης SOLAS**, δημιουργούνται και εξελίσσονται **συστήματα αυθεντικοποίησης και παρακολούθησης πλοίων για την ναυτιλιακή ασφάλεια (Vessel identification & Security Systems for Maritime Security)**. Τα **Συστήματα Παρακολούθησης Πλοίων**, υλοποιούνται με διαφορετικές τεχνολογίες και εξοπλισμό, και αποστέλλουν πληροφορίες ζωτικής σημασίας, για τη διασφάλιση της απρόσκοπτης πορείας των πλοίων, αποσκοπώντας στην έγκαιρη αποφυγή κινδύνων.

Ένα τέτοιο σύστημα, είναι το **Σύστημα Αυτόματης Ταυτοποίησης (Automatic Identification System – AIS)**. Το σύστημα AIS είναι ένα αυτόνομο και συνεχές σύστημα που αποτελείται από πομποδέκτες οι οποίοι ανταλλάσσουν δεδομένα (το βύθισμα πλοίου, ιστορικό διαδρομής, βύθισμα λιμανιών κ.α.) από συχνότητες VHS. Μέσω αυτής της επικοινωνίας πλοία και παράκτιοι σταθμοί λαμβάνουν και αποστέλλουν πληροφορίες σχετικά με την τοποθεσία, την ταχύτητα πλοίων κ.α. Τα δεδομένα αυτά απεικονίζονται σε οθόνες συστημάτων πλοήγησης ή σε υπολογιστή, καθιστώντας το AIS ένα από τα βέλτιστα συστήματα από την άποψη της ικανοποίησης των απαιτήσεων της ασφάλειας στη ναυτιλία. Είναι σαφές ότι η απεικόνιση των δεδομένων των συστημάτων AIS είναι

καίριας σημασίας, μιας και είναι ακριβώς διαδικασία εκείνη που επιτρέπει την αξιοποίηση τους.

Για αυτό το λόγο, στην παρούσα εργασία πραγματοποιείται απεύθυνση στο πρόβλημα που περιγράφεται στην συγκεκριμένη παράγραφο, με υλοποίηση ενός τμήματος συστήματος AIS. Συγκεκριμένα, με χρήση της γλώσσας **C#** και της **sqlite**, υλοποιείται η εφαρμογή «**Arc Monitoring**», εφαρμογή σε **C#** η οποία διευκολύνει την εικονική προβολή των δεδομένων που λαμβάνονται από συστήματα AIS.

1.2 Στόχοι της Εργασίας

Βασικός στόχος στις εργασίες είναι η προσπάθεια συμβολής στο ερώτημα της διασφάλισης της ασφαλούς πλεύση ενός πλοίου. Για το σκοπό αυτό παρουσιάζεται το πρότυπο ασφάλειας που ακολουθεί η συντριπτική πλειοψηφία εμπορικών και επιβατηγών πλοίων (**Συνθήκη για την Ασφάλεια της Ανθρώπινης Ζωής στη Θάλασσα – SOLAS**) και έχει επιβάλλει ο **Διεθνής Ναυτιλιακός Οργανισμός (IMO)**, πραγματοποιείται μια συνοπτική παρουσίαση **συστημάτων παρακολούθησης και ταυτοποίησης πλοίων για την ασφάλεια στη ναυτιλία**, εισαγωγή στο Σύστημα Αυτόματης Ταυτοποίησης (Automatic Identification System) και υλοποιείται η εφαρμογή «**Arc Monitoring**», που αποτελεί τμήμα του λογισμικού που ανήκει στον εξοπλισμό ενός τέτοιου συστήματος.

Προκειμένου να επιτευχθεί αυτό θα γίνει:

1. Παρουσίαση της Συνθήκης SOLAS
2. Συνοπτική εισαγωγή στον τρόπο λειτουργίας, σε μεθόδους και τεχνολογίες υλοποίησης συστημάτων παρακολούθησης και ταυτοποίησης πλοίων που προβλέπει η συνθήκη SOLAS και άλλοι σχετικοί κανονισμοί
3. Βασική παρουσίαση των Συστημάτων Αυτόματης Ταυτοποίησης και του τρόπου λειτουργίας τους.
4. Μελέτη περίπτωσης με υλοποίηση της εφαρμογής «**Arc Monitoring**», που αποτελεί τμήμα τέτοιου συστήματος.
5. Εξαγωγή συμπερασμάτων, βάσει της μελέτης περίπτωσης που υλοποιήθηκε.

1.3 Μεθοδολογία της Εργασίας

Η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε για την ολοκλήρωση της παρούσας εργασίας είναι η εξής:

1. Καθορισμός στόχων εργασίας
2. Συλλογή και μελέτη του θεωρητικού υποβάθρου σχετικά με τα Συστήματα Παρακολούθησης και Ταυτοποίησης Πλοίων δίνοντας έμφαση στα Συστήματα Αυτόματης Ταυτοποίησης.
3. Δημιουργία και εγκατάσταση εργαστηριακού περιβάλλοντος για τις ανάγκες μελέτης περίπτωσης.
4. Δημιουργία της εφαρμογής **Arc Monitoring** με χρήση **C#** και **sqlite3**.
5. Αξιολόγηση της εφαρμογής, διεξαγωγή και συγγραφή συμπερασμάτων.

1.4 Δομή της Εργασίας

Η υπόλοιπη εργασία χωρίζεται στα κεφάλαια που αναφέρονται παρακάτω: στο **Κεφάλαιο 2 (Συστήματα Ταυτοποίησης και Παρακολούθησης Πλοίων για την Ασφάλεια στη Ναυτιλία)**, πραγματοποιείται συνοπτική παρουσίαση της Συνθήκης SOLAS που δημιούργησε ο IMO, καθώς και των συστημάτων ταυτοποίησης και παρακολούθησης πλοίων που αυτή προβλέπει. Στο **Κεφάλαιο 3 (Συστήματα Αυτόματης Ταυτοποίησης – AIS)** γίνεται μια αναλυτικότερη παρουσίαση του τρόπου λειτουργίας και της αρχιτεκτονικής των Συστημάτων Αυτόματης Ταυτοποίησης. Στο **Κεφάλαιο 4 (Εγκατάσταση του Εργαστηριακού Περιβάλλοντος)** γίνεται αναφορά των εργαλείων, των λειτουργικών Συστημάτων, προγραμματιστικών γλωσσών και προγραμματιστικών περιβάλλοντων που χρησιμοποιήθηκαν για την ανάπτυξη της εφαρμογής καθώς και επεξήγηση της εγκατάστασης της βιβλιοθήκης που χρησιμοποιήθηκε. Στο **Κεφάλαιο 5 (Η Εφαρμογή “Arc Monitoring”)** γίνεται επεξήγηση του τρόπου λειτουργίας και του πηγαίου κώδικα της εφαρμογής “**Arc Monitoring**”. Στο **Κεφάλαιο 6 (Αξιολόγηση Εφαρμογής και Συμπεράσματα)** παραθέτεται αναλυτικά η εξαγωγή

συμπερασμάτων που προέκυψε από την μελέτη περίπτωσης χρήσης, δηλαδή την υλοποίηση της εφαρμογής «Arc Monitoring».

Κεφάλαιο 2: Συστήματα Ταυτοποίησης και Παρακολούθησης Πλοίων για την Ασφάλεια στη Ναυτιλία

Όπως έχει ήδη αναφερθεί στο Κεφάλαιο 1, θεμελιώδη ρόλο στην διασφάλιση της ασφάλειας στη ναυτιλία, διαδραματίζουν τα Συστήματα Ταυτοποίησης και Παρακολούθησης Πλοίων, η χρήση των οποίων προβλέπεται από την Διεθνή Συνθήκη για την Ασφάλεια της Ανθρώπινης Ζωής στην Θάλασσα και τον Διεθνή Ναυτιλιακό Οργανισμό. Για την καλύτερη κατανόηση της δομής και του τρόπου λειτουργίας των συστημάτων ταυτοποίησης και παρακολούθησης πλοίων, στο παρόν κεφάλαιο πραγματοποιείται μια συνοπτική παρουσίαση απαιτήσεων ασφάλειας που θέτει η Συνθήκη SOLAS, και στη συνέχεια σκιαγραφούνται τα είδη, καθώς και μέθοδοι και τεχνολογίες των συστημάτων αυτών.

2.1 Διεθνής Ναυτιλιακός Οργανισμός (International Maritime Organisation)

Ο Διεθνής Οργανισμός Ναυσιπλοΐας (International Maritime Organisation – IMO) είναι παγκόσμιος οργανισμός των Ηνωμένων Εθνών, ο οποίος θέτει τις αρχές για την ασφάλεια, την προστασία του περιβάλλοντος όσον αφορά στη παγκόσμια Ναυτιλία. Ο πρωταρχικός του ρόλος είναι η δημιουργία και διατήρηση ενός πεδίου ρυθμίσεων το οποίο έχει τη δυνατότητα να εφαρμοστεί σε παγκόσμιο επίπεδο. Μέλη του αποτελούν 173 κράτη. Ο IMO λαμβάνει υπόψη όλες τις πτυχές της διεθνούς ναυτιλίας, προκειμένου να διασφαλίσει το βέλτιστο πλαίσιο κανονισμών. Ο σχεδιασμός, ο τρόπος κατασκευής, ο εξοπλισμός, η επάνδρωση, η λειτουργία του πλοίου είναι μερικά μόνο τομείς της ναυσιπλοΐας οι οποίοι διασφαλίζουν την ασφάλεια, την ενεργειακή αυτόρκεια και όσο το δυνατόν μικρότερη επίδραση στο περιβάλλον, από πλευράς του ζωτικής σημασίας αυτού τομέα του εμπορίου και της μετακίνησης. [4]

2.2 Διεθνής Συνθήκη για τις Ασφάλεια της Ανθρώπινης Ζωής στη Θάλασσα (International Convention for the Safety of Life at Sea – SOLAS)

Ο πιο θεμελιώδης κανονισμός, ο οποίος συμβάλλει στην διατήρηση της ασφάλειας στη ναυτιλία και εφαρμόζεται και τροποποιείται συνεχώς από τον **ΙΜΟ**, είναι η **Διεθνής Συνθήκη για τις Ασφάλεια της Ανθρώπινης Ζωής στη Θάλασσας (Διεθνής Συνθήκη SOLAS)**. Η **Διεθνής Συνθήκη SOLAS** είναι μία συνθήκη η πρώτη έκδοση της οποίας δημιουργήθηκε από τον το **1914** (με αφορμή την βύθιση του Τιτανικού). Ακολούθησε μία δεύτερη έκδοση το **1929**, μια τρίτη το **1948** και μία τέταρτη το **1960**. Η τελική έκδοση (στην οποία γίνονται συνεχώς τροποποιήσεις) δημιουργήθηκε το **1974**.

Ο κύριος στόχος της Διεθνούς Συνθήκης SOLAS είναι να καθοριστούν τα ελάχιστα πρότυπα για την κατασκευή, τον εξοπλισμό και τη λειτουργία των πλοίων, προκειμένου να διασφαλίζεται η ασφάλειά τους. Κάθε κράτος είναι υπεύθυνο για τη συμμόρφωση των πλοίων που φέρουν τη σημαία του. Οι διατάξεις της Συνθήκης SOLAS δίνουν επίσης τη δυνατότητα στα κράτη που συνυπογράφουν να προβούν σε έλεγχο πλοίων άλλων κρατών, σε περίπτωση που αυτά βρίσκονται σε λιμένες που τους ανήκουν. Η ισχύουσα έκδοση της Συνθήκης SOLAS περιλαμβάνει άρθρα που καθορίζουν γενικές υποχρεώσεις, διαδικασίες τροποποίησης κ.ο.κ. Στη συνέχεια της τρέχουσας παραγράφου, θα πραγματοποιηθεί μια συνοπτική παρουσίαση των κεφαλαίων της σύμβασης.

2.2.1 Κεφάλαιο I: Γενικές Διατάξεις

Το κεφάλαιο αυτό περιλαμβάνει κανονισμούς σχετικά με την μορφή και τη διαδικασία έκδοσης εγγράφων που υποδηλώνουν ότι το εκάστοτε πλοίο πληροί τις απαιτήσεις της Σύμβασης. Περιλαμβάνονται επίσης διατάξεις για των έλεγχο πλοίων σε λιμένες άλλων συμβαλλόμενων κυβερνήσεων.

2.2.3 Κεφάλαιο II – 1: Κατασκευές (Υποδιαίρεση και Σταθερότητα, Μηχανήματα, Ηλεκτρικές Εγκαταστάσεις)

Στο Κεφάλαιο II αναφέρεται ότι η υποδιαίρεση των επιβατηγών πλοίων σε υδατοστεγή διαμερίσματα πρέπει να είναι τέτοια ώστε ακόμη και μετά από ζημιά στην καρίνα του πλοίου, το πλοίο να μπορεί να επιπλεύσει και να παραμείνει σταθερό. Στο υπάρχον κεφάλαιο προβλέπονται επίσης οι απαιτήσεις σχετικά με την στεγανότητα για τα επιβατηγά πλοία, καθώς και οι απαιτήσεις σταθερότητας τόσο για τα επιβατηγά όσο και για τα φορτηγά πλοία.

Ο βαθμός υποδιαίρεσης – ο οποίος υπολογίζεται με βάση την μέγιστη απόσταση μεταξύ δύο γειτονικών διαφραγμάτων- ποικίλλει ανάλογα με το μήκος του πλοίου και την υπηρεσία την οποία προσφέρει. Ο υψηλότερος βαθμός υποδιαίρεσης εντοπίζεται στα επιβατηγά πλοία.

Οι απαιτήσεις που αφορούν μηχανήματα και ηλεκτρικές εγκαταστάσεις έχουν σχεδιαστεί για να εξασφαλίζουν ότι οι υπηρεσίες που είναι απαραίτητες για την ασφάλεια του πλοίου, των επιβατών και του πληρώματος, μπορούν να διατηρηθούν υπό διάφορες συνθήκες.

Τα πρότυπα για τα πετρελαιοφόρα και τα φορτηγά πλοία, εγκρίθηκαν το 2010. Οι απαιτήσεις που προκύπτουν από τα πρότυπα αυτά περιλαμβάνουν τον χρόνο σχεδιασμού και κατασκευής, καθώς και το να είναι φιλικά προς το περιβάλλον, καθόλη τη διάρκεια της ζωής τους. Σύμφωνα με τον κανονισμό, τα πλοία πρέπει να έχουν επαρκή αντοχή, ακεραιότητα και σταθερότητα ώστε να ελαχιστοποιούν τον κίνδυνο απώλειας του πλοίου ή ρύπανσης του θαλάσσιου περιβάλλοντος λόγω βλάβης.

2.2.4 Κεφάλαιο II – 2: Πυρασφάλεια, Ανίχνευση Πυρκαγιάς και Αντιμετώπιση Πυρκαγιάς

Το εν λόγω κεφάλαιο περιλαμβάνει λεπτομερείς διατάξεις πυρασφάλειας για όλα τα πλοία και ειδικά μέτρα για τα επιβατηγά πλοία, τα φορτηγά πλοία και τα δεξαμενόπλοια. Συγκεκριμένα, περιλαμβάνει τις ακόλουθες αρχές: διαίρεση του πλοίου σε κύριες και κάθετες ζώνες με θερμικά και δομικά όρια, διαχωρισμό των χώρων διαμονής από το υπόλοιπο του πλοίου, περιορισμένη χρήση καύσιμων υλικών, ανίχνευση πυρκαγιάς στη ζώνη προέλευσής της, περιορισμό και αντιμετώπιση οποιασδήποτε πυρκαγιάς στον χώρο προέλευσής της, προστασία των μέσων διαφυγής, διαθεσιμότητα των πυροσβεστικών συσκευών, ελαχιστοποίηση της πιθανότητας ανάφλεξης τυχόν εύφλεκτου φορτίου.

2.2.5 Κεφάλαιο III: Διάφορα Σωστικά Μέσα και Σχετικές Ρυθμίσεις

Το κεφάλαιο περιλαμβάνει τις απαιτήσεις σχετικά με την ύπαρξη σωστικών μέσων καθώς και σχετικές ρυθμίσεις με αυτά, συμπεριλαμβανομένων των απαιτήσεων για σωσίβια, λέμβους περισυλλογής ανάλογα με τον τύπο του πλοίου. Οι απαιτήσεις αυτές ακολουθούν τον **κανονισμό 34 του Κώδικα Διεθνούς Ζωής (LSA)**.

2.2.6 Κεφάλαιο IV: Ραδιοεπικοινωνίες

Το κεφάλαιο αυτό ενσωματώνει στις απαιτήσεις της συνθήκης το **Παγκόσμιο Σύστημα Ναυτιλίας και Ασφάλειας (GMDSS)**. Όλα τα επιβατηγά και φορτηγά πλοία ολικής χωρητικότητας 300 τόνων και άνω που πραγματοποιούν διεθνή δρομολόγια υποχρεούνται να φέρουν εξοπλισμό ο οποίος έχει σχεδιαστεί κατάλληλα ώστε να αυξήσει τις πιθανότητες διάσωσης μετά από ατύχημα. Σε αυτόν συμπεριλαμβάνονται ραδιοφωνικοί πομποί που δηλώνουν την κατάσταση έκτακτης ανάγκης (**EPIRBs**) και αναμεταδότες αναζήτησης και διάσωσης (**SARTs**) οι οποίοι αποστέλλουν τη θέση του πλοίου ή του σωστικού σκάφους. Οι κανονισμοί του Κεφαλαίου IV καλύπτουν τις υποχρεώσεις των συμβαλλόμενων κυβερνήσεων να παρέχουν υπηρεσίες ραδιοεπικοινωνιών καθώς και τις απαιτήσεις των πλοίων σχετικά με την μεταφορά εξοπλισμού ραδιοεπικοινωνιών. Όλες οι σχετικές διατάξεις του κεφαλαίου διέπονται από τους **Κανονισμούς Ραδιοφωνίας της Διεθνούς Ένωσης Τηλεπικοινωνιών**.

2.2.7 Κεφάλαιο V: Ασφάλεια της Ναυτιλίας

Το συγκεκριμένο κεφάλαιο προσδιορίζει ορισμένες υπηρεσίες ασφάλειας πλοήγησης που πρέπει να παρέχονται από όλα τα συμβαλλόμενα κράτη και θεσπίζει διατάξεις επιχειρησιακού χαρακτήρα που εφαρμόζονται γενικά σε όλα τα δρομολόγια όλων των πλοίων (σε αντίθεση με τα υπόλοιπα κεφάλαια τα οποία αναφέρονται μόνο σε συγκεκριμένες κατηγορίες πλοίων που πραγματοποιούν διεθνή ταξίδια). Τα θέματα που καλύπτονται αφορούν στην ύπαρξη μετεωρολογικών υπηρεσιών για πλοία, την υπηρεσία έρευνας για πάγο, την χάραξη πορείας των πλοίων, και τη διατήρηση υπηρεσιών διάσωσης. Το παρόν κεφάλαιο, επίσης, καθιστά υποχρεωτική την ύπαρξη συσκευών καταγραφής δεδομένων ταξιδιού (**VDR**) και **αυτόματων συστημάτων ταυτοποίησης πλοίων (Automatic Identification Systems – AIS)**.

2.2.8 Κεφάλαιο VI: Μεταφορά Φορτίων

Το παρόν κεφάλαιο καλύπτει όλους τους τύπου φορτίων (με εξαίρεση το υγρό και το αέριο), τα οποία, λόγω των ιδιαίτερων κινδύνων που αντιμετωπίζουν τα πλοία ή τα άτομα που επιβαίνουν σε αυτά, απαιτούν ιδιαίτερη μέριμνα. Οι κανονισμοί που προβλέπονται στο κεφάλαιο VI περιλαμβάνουν

απαιτήσεις σχετικά με τον τρόπο αποθήκευσης και τη διασφάλιση της ασφάλειας του φορτίου. Ταυτόχρονα, το κεφάλαιο προβλέπει ότι τα φορτηγά πλοία τα οποία μεταφέρουν σιτηρά πρέπει να συμμορφώνονται με τον **Διεθνή Κώδικα Σιτηρών**.

2.2.9 Κεφάλαιο VII: Μεταφορά Επικίνδυνων Εμπορευμάτων

Οι κανονισμοί που περιλαμβάνονται στο παρόν κεφάλαιο, διακρίνονται σε τρία μέρη, τα οποία περιγράφονται παρακάτω:

α) i) Μέρος Α: Μεταφορά επικίνδυνων εμπορευμάτων σε συσκευασμένη μορφή

Το συγκεκριμένο τμήμα περιλαμβάνει διατάξεις για την ταξινόμηση, σήμανση, επισήμανση, τεκμηρίωση και αποθήκευση επικίνδυνων εμπορευμάτων. Τα συμβαλλόμενα κράτη καλούνται να εκδώσουν σχετικές οδηγίες σε εθνικό επίπεδο. Ταυτόχρονα, το συγκεκριμένο κεφάλαιο προβλέπει ότι τα πλοία πρέπει να συμμορφώνονται με τον **Κώδικα Διεθνών Ναυτιλιακών Επικίνδυνων Εμπορευμάτων (IMDG)** ο οποίος έχει εκπονηθεί από τον **IMO** και ενημερώνεται συνεχώς για την ύπαρξη νέων επικίνδυνων εμπορευμάτων και αναλαμβάνει την συμπλήρωση ή αναθεώρηση των υφιστάμενων διατάξεων όταν αυτή απαιτείται.

ii) Μέρος Α – 1: Μεταφορά επικίνδυνου φορτίου σε μη – συσκευασμένη μορφή

Το συγκεκριμένο τμήμα καλύπτει τις απαιτήσεις τεκμηρίωσης, αποθήκευσης και διαχωρισμού των μη – συσκευασμένων εμπορευμάτων και προβλέπει την αναφορά περιστατικών που αφορούν τέτοια εμπορεύματα.

β) Μέρος Β

Το εν λόγω τμήμα του κεφαλαίου VII αναφέρεται στην κατασκευή και στον εξοπλισμό πλοίων που μεταφέρουν μη – συσκευασμένες υγρές χημικές ουσίες και προβλέπει την συμμόρφωση των δεξαμενόπλοιων που μεταφέρουν χημικές ουσίες στον **Διεθνή Κώδικα Μη – Συσκευασμένων Χημικών (Κώδικας IBC)**.

γ) Μέρος Γ

Το μέρος Γ αναφέρεται στην κατασκευή και στον εξοπλισμό πλοίων που μεταφέρουν μη συσκευασμένα υδροποιημένα αέρια φορτία, προκειμένου να είναι σύμφωνα με τον **Διεθνή Κώδικα Μεταφορών Αερίου (Κώδικας IGC)**.

δ) Μέρος Δ:

Το συγκεκριμένο μέρος περιλαμβάνει απαιτήσεις για τη μεταφορά συσκευασμένων πυρηνικών καυσίμων, πλουτωνίου και ραδιενεργών αποβλήτων επί των πλοίων. Πιο συγκεκριμένα, απαιτεί από τα πλοία που μεταφέρουν τέτοια φορτία να συμμορφώνονται με τον **Διεθνή Κώδικα για την Ασφαλή Μεταφορά Συσκευασμένων Πυρηνικών Καυσίμων, Πλουτωνίου και Αποβλήτων Υψηλού Επιπέδου Ραδιενέργειας (Κώδικας INF)**. Επίσης, το κεφάλαιο προβλέπει τη μεταφορά επικίνδυνων εμπορευμάτων σύμφωνα με τις διατάξεις του **Διεθνούς Ναυτιλιακού Κώδικα Επικίνδυνων Εμπορευμάτων (Κώδικας IMDG)**.

2.2.10 Κεφάλαιο VIII: Πυρηνικά Πλοία

Το κεφάλαιο περιγράφει τις απαιτήσεις που πρέπει να πληρούν τα πυρηνικά πλοία και εστιάζει κυρίως στους κινδύνους ακτινοβολίας. Αναφέρεται στον λεπτομερή και πλήρη Κώδικα Ασφαλείας για τα Πυρηνικά πλοία που εγκρίθηκε από συνεδρίαση του **IMO** το 1981.

2.2.11 Κεφάλαιο IX – Διαχείριση για την Ασφαλή Λειτουργία των Πλοίων

Το κεφάλαιο IX διασφαλίζει ότι ακολουθείται ο **Κώδικας Διεθνούς Διαχείρισης Ασφάλειας (ISM)**, ο οποίος απαιτεί την καθιέρωση συστήματος διαχείρισης ασφάλειας από τον ιδιοκτήτη του πλοίου ή οποιοδήποτε νομικό πρόσωπο το οποίο έχει την ευθύνη του πλοίου.

2.2.12 Κεφάλαιο X: Μέτρα Ασφαλείας για τα Ταχύπλοα Σκάφη

Το συγκεκριμένο κεφάλαιο διασφαλίζει ότι όλα τα ταχύπλοα σκάφη θα ακολουθούν τις διατάξεις του Διεθνούς Κώδικα Ασφαλείας (Κώδικας HSC).

2.2.13 Κεφάλαιο XI – 1: Ειδικά Μέτρα για την Ενίσχυση της Ασφάλειας στη Θάλασσα

Στο πρώτο μέρος του Κεφαλαίου αποσαφηνίζονται οι απαιτήσεις σχετικά με την εξουσιοδότηση των αναγνωρισμένων οργανισμών που πραγματοποιούν έρευνες και επιθεωρήσεις σχετικά με την συμπεριφορά των διοικήσεων των πλοίων. Συγκεκριμένα, αποσαφηνίζονται οι απαιτήσεις σχετικά με τις ενισχυμένες έρευνες, το καθεστώς αναγνώρισης αριθμού πλοίου και τον έλεγχο από το κράτος στο οποίο ανήκει ο λιμένας που βρίσκονται τα πλοία.

2.2.14 Κεφάλαιο XI – 2

Στο δεύτερο μέρος του Κεφαλαίου XI, στον **κανονισμό XI – 2/3** κατοχυρώνεται ο **Κώδικας Ασφάλειας των Διεθνών Εξοπλισμών των Πλοίων και των Λιμένων (ISPS)**. Τα πλοία πρέπει να συμμορφώνονται υποχρεωτικά με το Α' μέρος του κώδικα, ενώ στο Β' μέρος περιέχονται οδηγίες σχετικά με τον καλύτερο τρόπο που αυτό μπορεί να πραγματοποιηθεί. Ο **κανονισμός XI – 2/8** επιβεβαιώνει τον ρόλο του ατόμου ο οποίος είναι υπεύθυνος με το να λάβει τις αποφάσεις που είναι αναγκαίες για τη διατήρηση της ασφάλειας του πλοίου. Διευκρινίζεται ότι δεν πρέπει να επηρεάζεται από την εταιρεία, τον ναυλωτή του εκάστοτε πλοίου ή οποιοδήποτε άλλο πρόσωπο. Ο **κανονισμός XI – 2/5** απαιτεί την ύπαρξη συστήματος συναγερμού ασφάλειας πλοίου σε τα πλοία. Ο **κανονισμός XI – 2/6** καλύπτει τις απαιτήσεις σχετικά με τις λιμενικές εγκαταστάσεις, αναθέτοντας, μεταξύ άλλων, στις συμβαλλόμενες κυβερνήσεις να εξασφαλίσουν την εκτίμηση της ασφάλειας των λιμενικών εγκαταστάσεων σύμφωνα με τον **Κώδικα ISPS**. Άλλοι κανονισμοί στο παρόν κεφάλαιο καλύπτουν την παροχή πληροφοριών στον IMO, τον έλεγχο πλοίων στον λιμένα (συμπεριλαμβανομένων μέτρων όπως η καθυστέρηση, η κράτηση, ο περιορισμός των επιχειρήσεων) και αναλύουν την σχετική ευθύνη των ναυτιλιακών εταιρειών.

2.2.15 Κεφάλαιο XII: Πρόσθετα Μέτρα Ασφάλειας για τα Πλοία Μεταφοράς μη – Συσκευασμένου Φορτίου

Το κεφάλαιο περιλαμβάνει δομικές απαιτήσεις για φορτηγά πλοία μεταφοράς μη – συσκευασμένου φορτίου με μήκος που υπερβαίνει τα 150 μέτρα.

2.2.16 Κεφάλαιο XIII: Επαλήθευση της Συμμόρφωσης

Το συγκεκριμένο κεφάλαιο καθιστά υποχρεωτικό από την 1^η Ιανουαρίου το σύστημα ελέγχου των κρατών.

2.2.17 Κεφάλαιο XIV: Μέτρα Ασφάλειας για Πλοία που Πλέουν σε Πολικά Ύδατα

Το κεφάλαιο καθιστά υποχρεωτική, από την 1^η Ιανουαρίου 2017, την εισαγωγή και το μέρος IA του **Διεθνούς Κώδικα για τα Πλοία που Πλέουν στα Πολικά Ύδατα (Πολικός Κώδικας)**. [5]

2.3 Είδη Συστημάτων Ταυτοποίησης και Παρακολούθησης Πλοίου για την Ασφάλεια στη Ναυτιλία

Όπως περιεγράφηκε στις Παραγράφους 1.1, 2.1 και 2.2, η διασφάλιση της ασφάλειας ενός πλοίου έγκειται στην συμμόρφωσή του με τη συνθήκη SOLAS αλλά και άλλες διατάξεις και πρότυπα ασφάλειας που επιβάλλει ο ΙΜΟ. Κάποιοι από τους κανονισμούς αυτούς, επιβάλλουν σε πλοία, ναυτιλιακές εταιρίες και κράτη, να υλοποιούν υπηρεσίες όπως δυνατότητα χάραξης και παρακολούθησης της πορείας ενός πλοίου, αποστολή πληροφοριών σχετικών με το πλοίο, αποστολή σήματος σε περίπτωση βλάβης ή κινδύνου κ.α. Αυτό τον σκοπό έρχονται να επιτελέσουν διάφορα συστήματα υπό το γενικό τίτλο **Συστήματα Ταυτοποίησης και Παρακολούθησης Πλοίων για την Ασφάλεια στη Ναυτιλία**. Τα συστήματα αυτά αναφέρονται σε διάφορα κεφάλαια της Συνθήκης SOLAS καθώς και σε άλλους σχετικούς κανονισμούς, και παρουσιάζουν μικρές ή μεγαλύτερες διαφορές: επιτελούν διαφορετικούς σκοπούς, κάνουν χρήση διαφορετικών τεχνολογιών κ.α. Για την καλύτερη κατανόηση του τρόπου λειτουργίας τους, επιχειρείται μια συνοπτική παρουσίαση βασικών ειδών των συστημάτων αυτών.

2.3.1 Σύστημα Αναφοράς Ασφάλειας Πλοίου (Ship Security Reporting System - SSRS)

Το Σύστημα Αναφοράς Ασφάλειας Πλοίου (SSRS) υλοποιεί την αποστολή σημάτων κινδύνου απευθείας στο Κέντρο Ασφάλειας Κινδύνου του Κέρατος της Αφρικής (MSCHOA) και στο UK Maritime Trade Operations (UKMTO). Πρόκειται για μία αναβαθμισμένη έκδοση του Συστήματος Συναγερμού Ασφάλειας Πλοίου (Ship Security Alerting System - SSAS), το οποίο ανταποκρινόταν αργά και ήταν αναποτελεσματικό. [6] Στην Εικόνα 2 σκιαγραφείται η ανταλλαγή δεδομένων σε ένα SSRS:



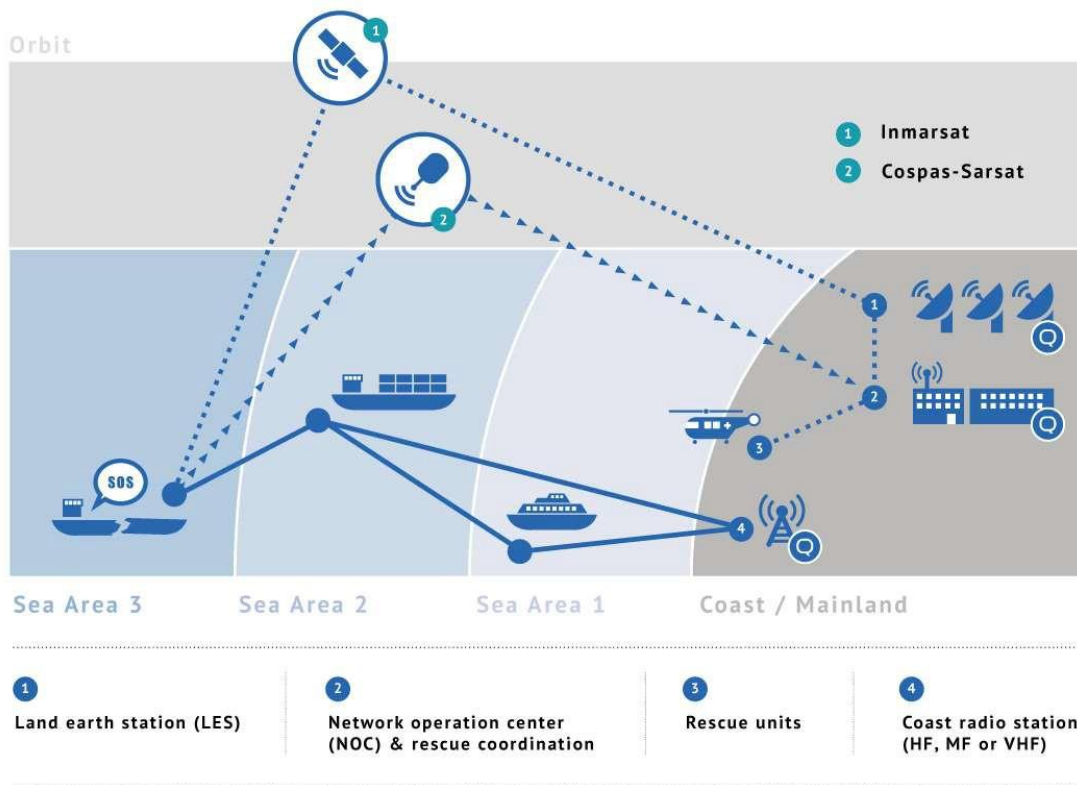
Εικόνα 2: Ανταλλαγή δεδομένων σε Σύστημα SRSS [7]

2.3.2 Σύστημα Αυτόματης Ταυτοποίησης (Automatic Identification System – AIS)

Το Σύστημα Αυτόματης Ταυτοποίησης (AIS) είναι ένα σύστημα παρακολούθησης πλοίων με δυνατότητες που ανταποκρίνονται σε πολλαπλές απαιτήσεις της ασφάλειας στη ναυτιλία, μιας και βοηθά στον ακριβή εντοπισμό της θέσης των πλοίων και αναλαμβάνει την αποστολή ποικίλων πληροφοριών σχετικά με ένα πλοίο. Το σύστημα επίσης πραγματοποιεί αποστολή και λήψη δεδομένων μεταξύ πλοίων ή μεταξύ πλοίων και παραράκιων σταθμών. [6]

2.3.3 Παγκόσμιο Σύστημα Ασφάλειας και Κινδύνου στη Ναυτιλία (Global Maritime Distress Safety System – GMDSS)

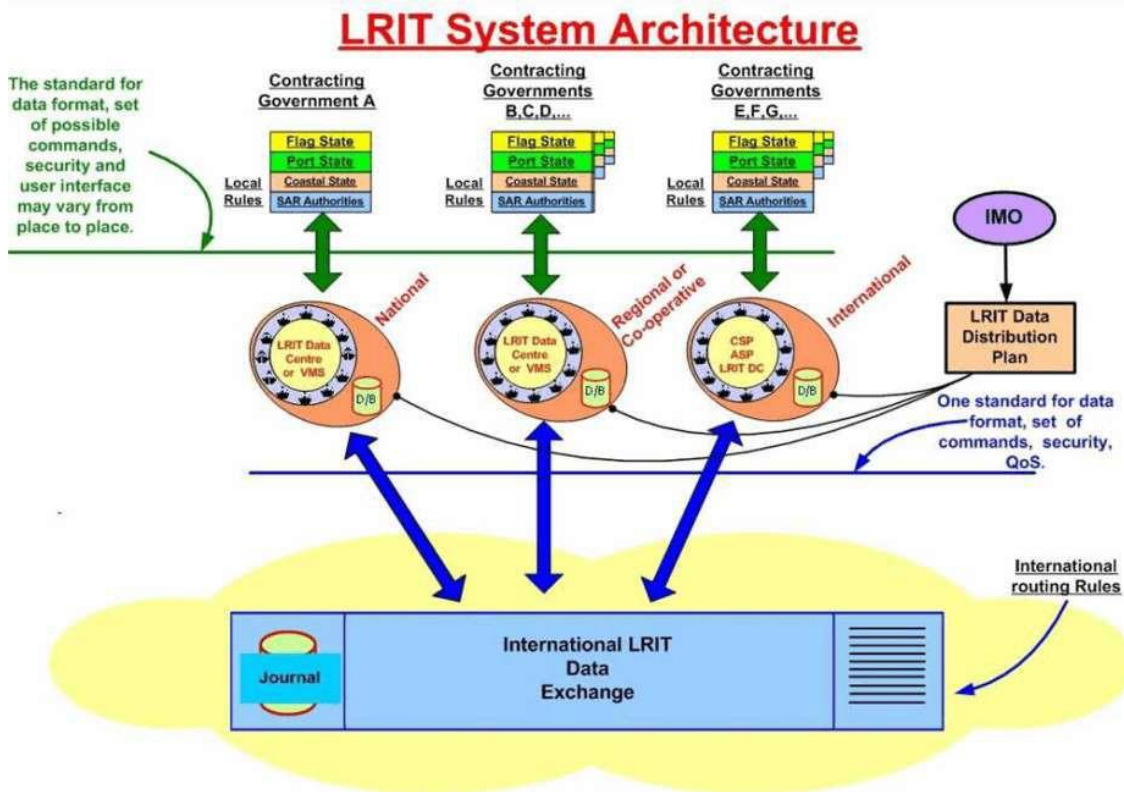
Το Σύστημα Παγκόσμιας Ασφάλειας και Κινδύνου στη Ναυτιλία (GMDSS) αποστέλλει πληροφορίες ασφάλειας στη θάλασσα, χρησιμοποιώντας ένα γενικό κανάλι επικοινωνίας για την λήψη σημάτων κινδύνου από πλοία που βρίσκονται σε κίνδυνο. Για την υλοποίηση της αποστολής και λήψης σημάτων, το GMDSS αξιοποιεί πομπούς και τεχνολογίες όπως οι INMARSAT, NAVEX, EPIRB κ.α. [6] Στην Εικόνα 3 αναπαρίσταται η ανταλλαγή δεδομένων σε ένα σύστημα GMDSS:



Εικόνα 3: Ανταλλαγή δεδομένων στο Σύστημα GMDSS [8]

2.3.4 Σύστημα Ταυτοποίησης και Παρακολούθησης Μεγάλης Εμβέλειας (Long Range Tracking And Identification System – LRIT)

Το Σύστημα Ταυτοποίησης και Παρακολούθησης Μεγάλης Εμβέλειας (LRIT) είναι ένα διεθνές σύστημα εντοπισμού και ταυτοποίησης πλοίων. Το σύστημα αυτό υιοθετήθηκε από τη Συνθήκη SOLAS προκειμένου να εξασφαλίσει ένα λεπτομερές σύστημα παρακολούθησης πλοίων. [6] Στην Εικόνα 4 φαίνεται η αρχιτεκτονική ενός συστήματος LRIT:



Εικόνα 4: Αρχιτεκτονική Συστήματος LRIT [9]

2.3.5 Αυτοματοποιημένο Σύστημα Δήλωσης (Automated Manifest System – AMS)

Το Αυτοματοποιημένο Σύστημα Δήλωσης (AMS) είναι ένα σύστημα παρακολούθησης εμπορευμάτων, το οποίο απαιτεί από τα πλοία να εισάγουν τις λεπτομέρειες του φορτίου το οποίο μεταφέρουν. Το σύστημα αυτό χρησιμοποιήθηκε πρώτη φορά το 2004 στις ΗΠΑ προκειμένου να αυξήσει το επίπεδο ασφάλειας στους θαλάσσιους λιμένες.

2.3.6 Σύστημα Παρακολούθησης Πλοίου (Vessel Monitoring System – VMS)

Το Σύστημα Παρακολούθησης Πλοίων (VMS) είναι ένα σύστημα που χρησιμοποιείται στην ναυτιλιακή βιομηχανία, προκειμένου να καθίσταται γνωστή η θέση των αλιευτικών σκαφών σε όλο τον κόσμο.

2.3.7 Αυτοματοποιημένο Σύστημα Διάσωσης Πλοίου Αμοιβαίας Βοήθειας (Automated Mutual Assistance Vessel Rescue System – AMVER)

Το Αυτοματοποιημένο Σύστημα Διάσωσης Σκαφών Αμοιβαίας Βοήθειας (AMVER) είναι ένα σύστημα ασφάλειας πλοίων, σκοπός του οποίου είναι η παροχή άμεσης βοήθειας σε σκάφη που βρίσκονται σε κατάσταση έκτακτης ανάγκης.

2.3.8 Σύστημα Διαχείρισης Πλοίων (Vessel Management System)

Το Σύστημα Διαχείρισης Πλοίων (VMS) αξιοποιεί ποικίλα εργαλεία προκειμένου να παρακολουθήσει και να διαχειριστεί την κίνηση των πλοίων στη θάλασσα. Με χρήση του GPS, το VMS βοηθά στον εντοπισμό της θέσης των πλοίων, αλλά και στην μεταφορά σημαντικών πληροφοριών δεδομένων σχετικά με τον καιρό και το περιβάλλον. [6]

2.4 Μέθοδοι και Τεχνολογίες Υλοποίησης Συστημάτων Ταυτοποίησης και Παρακολούθησης Πλοίων

Όπως έχει ήδη αναφερθεί στην Παράγραφο 2.3, τα συστήματα ταυτοποίησης και παρακολούθησης πλοίων για την ασφάλεια στη ναυτιλία: α) προϋποθέτουν την ύπαρξη διαφορετικού εξοπλισμού σε πλοία και παράκτιους σταθμούς, β) κάνουν χρήση διαφορετικών τεχνολογιών και μεθόδων υλοποίησης και γ) απευθύνονται σε διαφορετικά είδη πλοίων με βάση το κόστος του εκάστοτε εξοπλισμού και τεχνολογίας. Στη συγκεκριμένη παράγραφο, επιλέγεται μια κατηγοριοποίηση ανάλογα με την τεχνολογία, την μέθοδο υλοποίησης, αλλά και στον τύπο πλοίων στον οποίο τα συστήματα αυτά απευθύνονται. Ακολουθεί μια συνοπτική περιγραφή των τεχνολογιών και μεθόδων που υλοποιούν τα συστήματα αυτά. Ως πρώτο βήμα, ακολουθεί μία πρώτη παρουσίασή τους, με βάση το είδος πλοίου στο οποίο απευθύνονται.

2.4.1 Μέθοδοι και Τεχνολογίες Συστημάτων Ταυτοποίησης και Παρακολούθησης Ανά Είδος Πλοίου

α) Αλλιευτικά Σκάφη:

Κατά τη διαδικασία προσπάθειας ελέγχου της αλιείας, ολόένα και περισσότερα αλιευτικά σκάφη είναι εξοπλισμένα με πομπούς αυτόματους εντοπισμού θέσης (**Automatic Location Communicators – ALCs**) μιας και αυτό καθίσταται υποχρεωτικό από το κράτος του οποίου τη σημαία φέρουν, το κράτος στα ύδατα του οποίου πλέουν (αν πρόκειται για σκάφη που αλιεύουν σε ξένα ύδατα), ή τοπικούς οργανισμούς διαχείρισης αλιείας. Ο πιο διαδεδομένος **ALC** αποτελείται από το σύστημα **Immarsat - C** (που πρόκειται να περιγραφεί παρακάτω) με ενσωματωμένο **GPS**.

β) Πλοία της Συνθήκης SOLAS:

Όπως έχει περιγραφεί αναλυτικότερα στην Παράγραφο 2.2, ο οργανισμός IMO έχει εισάγει ποικίλα μέτρα, πρότυπα και κανονισμούς όπως το Σύστημα Αναφοράς Πλοίου (**Ship Reporting System – SR**), τις Υπηρεσίες Κίνησης Πλοίου (**Vessel Traffic Services – VTS**), το Παγκόσμιο Σύστημα Κινδύνου και Ασφάλειας της Ναυτιλίας (**GMDSS**), το Σύστημα Ψηφιακής Απεικόνισης Χαρτών και Πληροφοριών (**Electronic Chart Display & Information System – ECDIS**), και Σύστημα Αυτόματης Ταυτοποίησης (**Automatic Identification System - AIS**). Σύμφωνα με τη συνθήκη SOLAS, τα εμπορικά πλοία με βάρος άνω των 300 τόνων που πραγματοποιούν διεθνή ταξίδια, προκειμένου να ικανοποιήσουν τις απαιτήσεις των συστημάτων αυτών, φέρουν υποχρεωτικά πομπούς **VHF DSC**, **AIS** και **Immarsat – C**. Επιπροσθέτως, οι πομποί **AIS** είναι υποχρεωτικοί για τα πλοία που ζυγίζουν πάνω από 500 τόνους ανεξαρτήτως εάν αυτά πλέουν σε διεθνή ύδατα και για όλα τα επιβατηγά πλοία ανεξαρτήτως μεγέθους.

γ) Λοιπά Πλοία που δεν Υπακούουν στη Συνθήκη SOLAS:

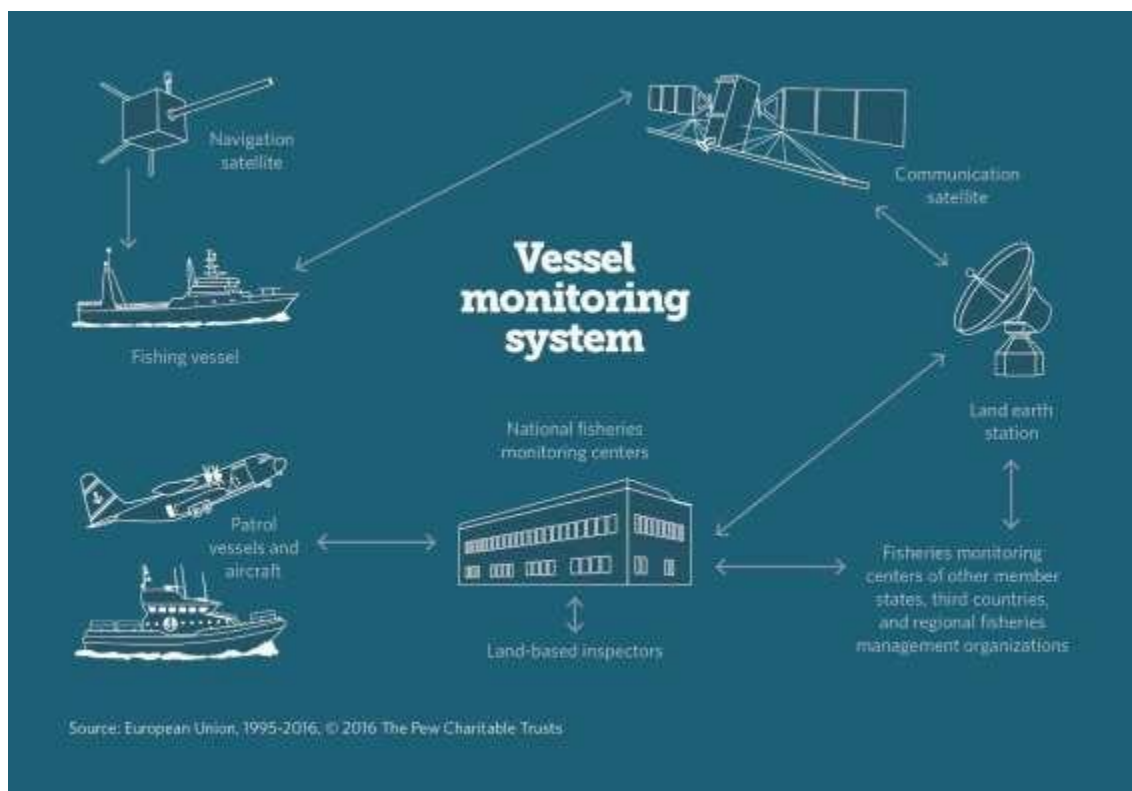
Όσον αφορά στα πλοία τα οποία λόγω είδους, μεγέθους ή πορειών που πραγματοποιούν, δεν εμπίπτουν στη Συνθήκη SOLAS, η διασφάλιση της ασφάλειάς τους γίνεται μέσω της παρακολούθησης τους με διαφορετικές τεχνολογίες και τρόπους. Για παράδειγμα, μέσω νομοθεσιών όπως ο **E – 911** των ΗΠΑ, η παρακολούθηση της πορείας αυτής της κατηγορίας πλοίων γίνεται μέσω λήψης των θέσεων τους από τεχνολογίες που χρησιμοποιούν κινητές συσκευές και υπηρεσίες με βάση την τοποθεσία (**υπηρεσίες LBS**). Συσκευές κινητών τηλεφώνων με ενσωματωμένο GPS, και εφαρμογές που χρησιμοποιούν τεχνολογίες όπως: πρωτόκολλα αποστολής δεδομένων κινητών συσκευών (**GSM, LTE Advanced**), GPS, αλλά και άλλες τεχνολογίες εντοπισμού θέσης μέσω συσκευής κινητού τηλεφώνου, αξιοποιούνται προκειμένου να γνωστοποιείται η θέση, το ιστορικό της πορείας και, συνεπώς, να ενισχύεται η ασφάλεια των συγκεκριμένων σκαφών. [10]

Είδος Πλοίου	Μέθοδος & Τεχνολογία Υλοποίησης
Αλιευτικά Σκάφη	VMS, Automatic Location Communicators (Inmarsat – C)
Πλοία Συνθήκης SOLAS (πλοία άνω των 300 τόνων που πραγματοποιούν ταξίδια σε διεθνή ύδατα)	AIS, Inmarsat – C, VHF DSC
Λοιπά Πλοία	Πρωτόκολλο GPS, Integrated VMS

Πίνακας 2: Μέθοδος και Τεχνολογία Υλοποίησης Συστημάτων Ταυτοποίησης και Παρακολούθησης Πλοίου Ανά Είδος Πλοίου

2.4.2 Είδη Μεθόδων και Τεχνολογιών Υλοποίησης Συστημάτων Ταυτοποίησης και Παρακολούθησης Πλοίων

Προκειμένου να υλοποιηθούν επιτυχώς οι προαναφερθέντες τεχνολογίες και μέθοδοι, με τον τρόπο που αυτές εφαρμόζονται στη διαχείριση και παρακολούθηση πλοίων, πραγματοποιείται ο σχεδιασμός συστημάτων ή υποσυστημάτων ο συνδυασμός των οποίων έχει ως αποτέλεσμα ένα ενιαίο σύστημα. Σε κάθε περίπτωση, η λογική που διέπει το σχεδιασμό των (υπο)συστημάτων αυτών είναι κοινή: κάθε σύστημα συνήθως περιλαμβάνει έναν βασικό σταθμό (ο οποίος βρίσκεται στην ακτή) και έναν κινητό (ο οποίος βρίσκεται στο πλοίο). Κατάλληλα λογισμικά έχουν σχεδιαστεί και εγκατασταθεί στους βασικούς και κινητούς σταθμούς. Στην πλευρά των βασικών σταθμών, το λογισμικό πραγματοποιεί αιτήματα στους κινητούς σταθμούς και λαμβάνει σήματα που αναφέρουν θέση των πλοίων ή/και άλλες πληροφορίες. Από την μεριά των κινητών σταθμών, το λογισμικό καταγράφει τη θέση και τα δεδομένα που σχετίζονται με το πλοίο και πραγματοποιεί αποστολή τους ανά συγκεκριμένη χρονική περίοδο ή όταν λαμβάνει κατάλληλο αίτημα από τους βασικούς σταθμούς. Μετά την επιτυχή ανταλλαγή, τα δεδομένα συνήθως στέλνονται σε κεντρική βάση δεδομένων που βρίσκεται σε κάποιο κέντρο παρακολούθησης, μέσω αποκλειστικών δρόμων επικοινωνίας ή του διαδικτύου. Αυτή η κεντρική βάση δεδομένων μπορεί να αξιοποιηθεί από διάφορες υπηρεσίες (**Vessel Traffic Services**) και εφαρμογές παρακολούθησης πλοίων. [10] Στην Εικόνα 5 παρουσιάζεται σχεδιάγραμμα που απεικονίζει τον τρόπο λειτουργίας ενός VMS, ο ο οποίος είναι ενδεικτικός για τον τρόπο λειτουργίας όλων των συστημάτων ταυτοποίησης και παρακολούθησης πλοίων για την ασφάλεια στη ναυτιλία:

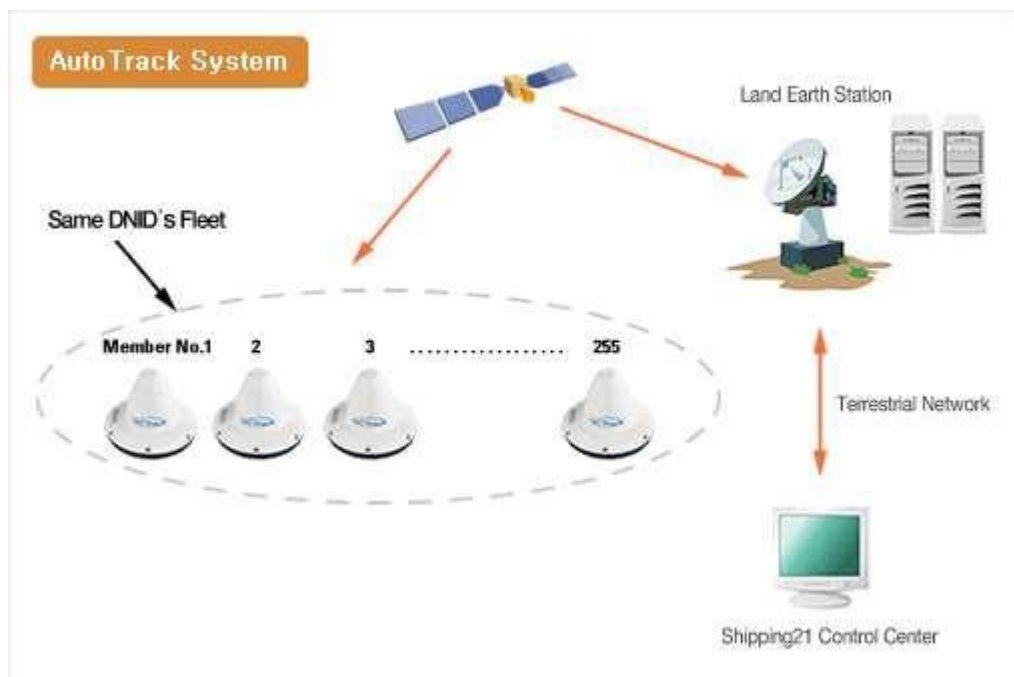


Εικόνα 5: Τρόπος λειτουργίας συστήματος VMS [11]

Έχοντας περιγράψει την βασική λογική του σχεδιασμού των συστημάτων ταυτοποίησης και παρακολούθησης πλοίων στην ναυτιλία, ακολουθεί η αναλυτικότερη περιγραφή των μεθόδων, τεχνολογιών και εξοπλισμών υλοποίησης των συστημάτων αυτών (με βάση τις οποίες γίνεται και η κατηγοριοποίηση στην τρέχουσα παράγραφο).

α) Σύστημα Inmarsat – C:

Το **Inmarsat – C** είναι ένα διπλής κατεύθυνσης σύστημα επικοινωνίας αποθήκευσης και προώθησης, το οποίο μπορεί να διαχειριστεί δεδομένα και μηνύματα μεγέθους έως και 32KB που μεταδίδονται από έναν κινητό σε έναν βασικό σταθμό, από έναν βασικό σε έναν κινητό σταθμό, ή μεταξύ κινητών σταθμών. Τα **Automatic Location Communicators** τύπου Inmarsat – C μπορούν να προγραμματιστούν απομακρυσμένα προκειμένου να αποστέλλουν τη θέση πλοίων κατά συγκεκριμένη χρονική περίοδο ή άμεσα σε περίπτωση που πραγματοποιηθεί αίτημα από κάποιον βασικό σταθμό. Για να πραγματοποιηθεί αυτό, πρέπει πρώτα να γίνει λήψη τους με **DNID (Data Network Identification)** για τη συγκεκριμένη περιοχή του ωκεανού στην οποία τα **ALCs** είναι συνδεδεμένα. Το αίτημα για λήψη της αναφοράς θέσης που αποστέλλουν οι βασικοί σταθμοί, φτάνει στους κινητούς σταθμούς επί των πλοίων με καθυστέρηση ενός λεπτού. Παρόλα αυτά, η αποστολή των αναφορών αυτών σε κάποιο κέντρο παρακολούθησης (ειδικά όταν αυτή πραγματοποιείται μέσω επίγειων κεραιών – **Land Earth Stations**), μπορεί να παρουσιάσει καθυστέρηση 5 έως 10 λεπτών. [10],[12]



Εικόνα 6: Ανταλλαγή δεδομένων σε σύστημα Inmarsat – C [13]

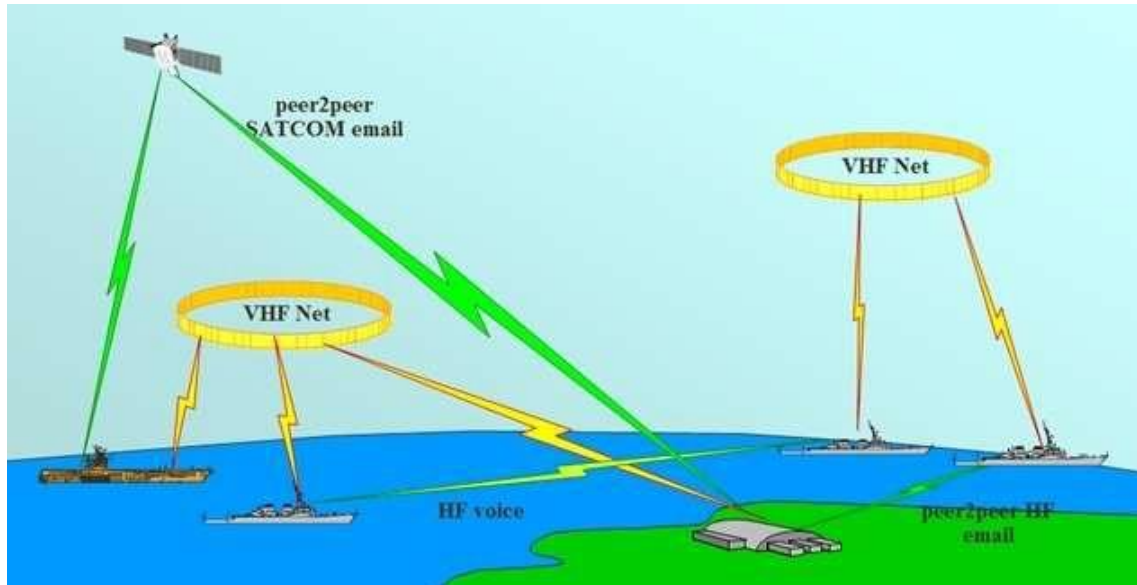
β) Σύστημα AIS:

Οι συσκευές οι οποίες χρησιμοποιούνται στα συστήματα AIS λειτουργούν αυτόνομα, εκπέμποντας στα **161.975** και **162.025 MHz**. Η αυτοοργανωμένη πολλαπλή πρόσβαση με χρονική κατανομή (**πρωτόκολλο SOTDMA**), προκειμένου να τακτοποιηθούν και να αποστέλλουν πληροφορίες σχετικά με την κατάστασή τους σε άλλες AIS συσκευές που βρίσκονται στην περιοχή κάλυψής τους. Οι μεταβαλλόμενες πληροφορίες όπως η θέση GPS, η πορεία και η ταχύτητα του πλοίου αποστέλλονται σε διάστημα 2 – 180 δευτερολέπτων. Οι υπόλοιπες (στατικές) πληροφορίες (όνομα πλοίου, φορτίο, τύπος πλοίου κ.α.) αποστέλλονται κάθε 6 λεπτά. Στο Κεφάλαιο 3 πραγματοποιείται λεπτομερέστερη περιγραφή της λειτουργίας των συστημάτων AIS. [10]

γ) Σύστημα VHF DSC:

Το σύστημα **VHF DSC** είναι ένα σύστημα αποστολής προκαθορισμένων ψηφιακών μηνυμάτων μέσω ναυτιλιακών ραδιοφωνικών συστημάτων Πολύ Υψηλής Συχνότητας (**VHF**), και αποτελεί τον πυρήνα του GMDSS. Λόγω της επιβολής του GMDSS από τη συνθήκη SOLAS, το σύστημα VHF DSC γνωρίζει ευρεία χρήση για τους σκοπούς ταυτοποίησης και παρακολούθησης πλοίων. Παρόλα αυτά,

δεν μπορούν όλα τα είδη εξοπλισμών DSC να υλοποιήσουν λήψη αιτημάτων και αποστολή αναφορών θέσης. Στο παρελθόν έχει παρατηρηθεί ότι οι αναφορές θέσης οι οποίες αποστέλλονται από συσκευές **DSC κλάσης A** ανά 0.0001 λεπτά, χρειάζονται έως και ένα λεπτό προκειμένου να αποσταλούν και να αποκωδικοποιηθούν από τους παράκτιους σταθμούς. Προκύπτει, έτσι, ότι προκειμένου η τεχνολογία να αξιοποιηθεί πλήρως για να καλύψει τις απαιτήσεις του GMDSS, δηλαδή όχι μόνο για παρακολούθηση του πλοίου αλλά και για ανάγκες έρευνας και διάσωσης, ο αντίστοιχος εξοπλισμός επί των κινητών και βασικών σταθμών, πρέπει να αναβαθμίζεται συνεχώς. [10],[14]



Εικόνα 7: Ανταλλαγή δεδομένων με Σύστημα VHF - DSC

δ) Ενσωματωμένο Σύστημα Παρακολούθησης Πλοίου (Integrated VMS):

Είναι σαφές ότι λόγω διαφοράς κόστους αλλά και τύπου εξοπλισμού, οι μέθοδοι και τεχνολογίες παρακολούθησης πλοίων που περιγράφονται παραπάνω δεν είναι κατάλληλες για κάθε τύπο πλοίου. Για τέτοιες περιπτώσεις, μπορεί να γίνει χρήση ενσωματωμένου συστήματος παρακολούθησης πλοίων, το οποίο αποτελείται από σύστημα ψηφιακής απεικόνισης χάρτη και πληροφορίας (**ECDIS**), και δεδομένα που αντλούνται από καταμεμημένες βάσεις στις οποίες εγγράφονται οι πληροφορίες πλοίων ή από ραντάρ παράκτιων σταθμών παρακολούθησης, καθώς και αναφορές θέσης που προέρχονται από ποικίλα είδη **ALCs**. [10]

Κεφάλαιο 3: Συστήματα Αυτόματης Ταυτοποίησης (AIS)

Έχοντας περιγράψει, είδη συστημάτων ταυτοποίησης και παρακολούθησης πλοίων, καθώς και ποικίλες τεχνολογίες και εξοπλισμούς που εξυπηρετούν στην υλοποίηση των συστημάτων αυτών, στο συγκεκριμένο κεφάλαιο θα πραγματοποιηθεί αναλυτικότερη περιγραφή του **Συστήματος Αυτόματης Ταυτοποίησης (Automatic Identification System – AIS)**. Όπως έχει ήδη αναφερθεί στα προηγούμενα κεφάλαια, το **AIS** είναι ένα σύστημα ασφάλειας στη ναυτιλία και **παρακολούθησης της κίνησης πλοίων**. Η χρήση των συστημάτων AIS επιβάλλεται στην πλειοψηφία των πλοίων, από τη Διεθνή Συνθήκη SOLAS και τον IMO. Ο τρόπος λειτουργίας καθώς, οι πληροφορίες που αποστέλλουν τα συστήματα AIS (οι οποίες υπερβαίνουν την απλή αναφορά της θέσης ενός πλοίου) και η τεχνολογία μέσω της οποίας υλοποιείται, το καθιστούν ιδανικό σύστημα με δυνατότητες που ανταποκρίνονται στις ολοένα και αυξανόμενες απαιτήσεις της ασφάλειας στη ναυτιλία.

3.1 Τρόπος Λειτουργίας AIS

Αναλυτικά, η λειτουργία του περιγράφεται ως εξής: Από μία συσκευή AIS παράγονται αυτόνομα εκπεμπόμενα μηνύματα τα οποία περιέχουν πληροφορίες (συμπεριλαμβανομένης της τοποθεσίας του πλοίου, ταχύτητας, προορισμού, αριθμού στροφών, ταυτότητας πλοίου MMSI ID, μεγέθους πλοίου και τρέχουσας ώρας). Η ανταλλαγή των δεδομένων αυτών μεταξύ πλοίων, βασικών σταθμών AIS και δορυφόρους έχει ως αποτέλεσμα την μετατροπή τους σε χρήσιμες πληροφορίες. Η αξιοποίηση των πληροφοριών αυτών είναι αναγκαία για την πραγματοποίηση έξυπνων ελιγμών (πρόβλεψη πορείας πλοίου και αποφυγής συγκρούσεων, προβολής του ιστορικού της πλεύσης ενός πλοίου κ.α.) και επακόλουθα την αποφυγή κινδύνων κατά τη διάρκεια πλεύσης. [15]

3.2 Αρχιτεκτονική AIS

Ένα σύστημα AIS αποτελείται από έναν πομπό **VHF**, δύο δέκτες **VHF TDMA**, έναν δέκτη **VHF DSC**, συνδέσεις θαλάσσιων ηλεκτρονικών επικοινωνιών επί των πλοίων και συστήματα αισθητήρων. Πληροφορίες για το χρόνο και τη θέση λαμβάνονται από ένα ενσωματωμένο σύστημα δορυφορικής πλοήγησης (**GPS**), τέτοιο ώστε να περιέχει έναν δέκτη μέσης συχνότητας (**GNSS**), ώστε να μπορεί να αποδίδεται η θέση σε παράκτια και εσωτερικά ύδατα με ακρίβεια.

Επιπλέον δεδομένα που μεταδίδονται μέσω του AIS λαμβάνονται ηλεκτρονικά από τον εξοπλισμό του πλοίου μέσω συνδέσεων διαχείρισης θαλάσσιων δεδομένων. Το AIS χωρίζεται σε δύο κλάσεις, οι οποίες περιγράφονται στις επόμενες παραγράφους. [3]

3.1.2 AIS Κλάσης A (Κύριο Σύστημα)

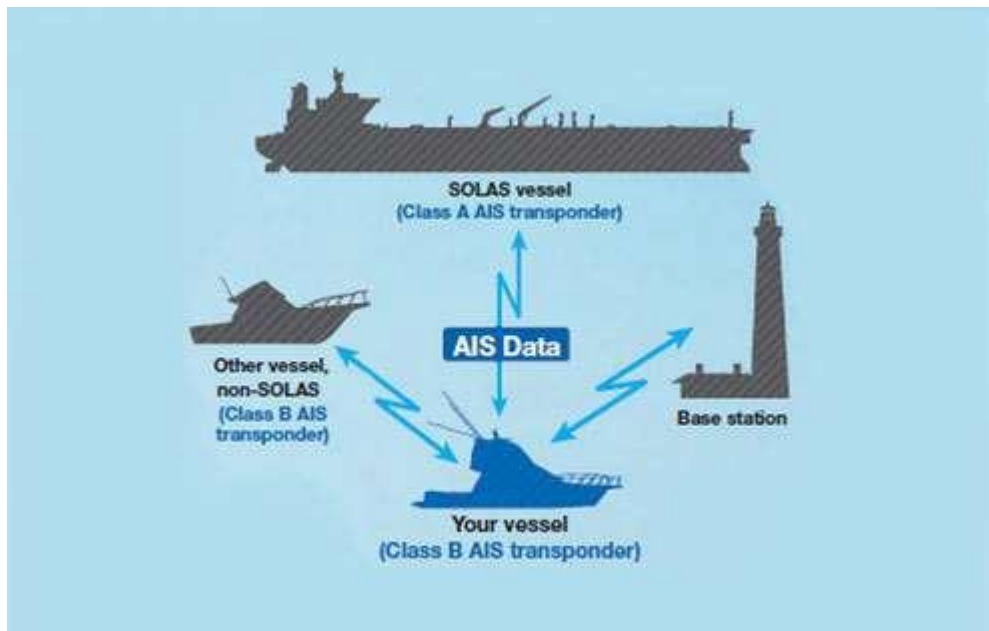
Περιλαμβάνει τον κινητό εξοπλισμό ο οποίος πληροί τα πρότυπα και το πλαίσιο κανονισμών που υιοθέτησε ο IMO. Οι κεντρικοί σταθμοί AIS που ανήκουν στην κλάση A, εκπέμπουν το σημείο στο οποίο βρίσκεται το πλοίο σε χρονική περίοδο 2 – 10 δευτερολέπτων όταν αυτό βρίσκεται εν πλω και κάθε τρία λεπτά όταν είναι αγκυροβολημένο. Ταυτόχρονα, συμπληρωματικά στοιχεία (δεδομένα σχετικά με το ταξίδι και τον προορισμό του πλοίου) αποστέλλονται κάθε έξι λεπτά. Αναλυτικά, το AIS κλάσης A αποστέλλει **1) Μεταβαλλόμενες Πληροφορίες:** i) η ταυτότητα MMSI του πλοίου ii) την κατάσταση του πλοίου (εν πλω, ακυβέρνητο κ.τ.λ.) iii) τον ρυθμό στροφής του πηδαλίου ανά λεπτό iv) τις γεωγραφικές του συντεταγμένες v) την πραγματική πορεία του πλοίου ως προς τον βυθό vi) αληθή πορεία vii) αληθή διόπτευση viii) ώρα σε GMT

2) Μη – μεταβαλλόμενες Πληροφορίες: i) το IMO number (επταψήφιος αριθμός που συσχετίζεται με το λιμάνι νηολόγησης του πλοίου ii) το Call Sign iii) το όνομα του πλοίου (μέχρι και 20 χαρακτήρες) iv) ο τύπος του πλοίου v) οι διαστάσεις του vi) ο τύπος του μηχανισμού εντοπισμού που διαθέτει (GPS, DGPS, LORAN C) **3) Πληροφορίες Σχετικά με το Ταξίδι:** i) το λιμάνι προορισμού (20 χαρακτήρες) ii) την ημερομηνία αφίξεως iii) το βύθισμά του iv) το φορτίο που μεταφέρει. [3]

3.2.2 AIS Κλάσης Β' (Εναλλακτικό Σύστημα)

Η Κλάση Β περιλαμβάνει εξοπλισμό AIS ο οποίος επίσης είναι λειτουργικός με όλους τους σταθμούς AIS αλλά δεν ικανοποιεί απαραίτητα τις προδιαγραφές που έχει θέσει ο IMO, μιας και πρόκειται για αναμεταδότες μικρότερου μεγέθους. Συγκεκριμένα, κάθε μια συσκευή αποτελείται από ένα πομπό VHF, δύο **Carrier Sense Time Division Multiple Access (CSTDMA)** δέκτες, ένα από τα οποία περιπλέκεται με το **VHF DSC**, και μία ενεργή GPS κεραία. Η διαφορά του εξοπλισμού AIS κλάσης Β έγκειται στο ότι παρόλο που και αυτός αποστέλλει πληροφορίες κάθε 3 λεπτά, η θέση των πλοίων αναφέρεται λιγότερο συχνά, ενώ κατά τη διάρκεια της αποστολής των συμπληρωματικών δεδομένων, αποστέλλονται μόνο τα στατικά δεδομένα του σκάφους και όχι οποιαδήποτε πληροφορία με το ταξίδι. Αναλυτικά, τα μηνύματα που εκπέμπουν τα συστήματα AIS κλάσης Β είναι τα εξής: **1) Μηνύματα Σχετικά με την Ασφάλεια του Πλοίου**
2) Μεταβαλλόμενες πληροφορίες: i) Ταυτότητα τύπου MMSI ii) Ώρα σε GMT iii) αληθή ταχύτητα (SOG) iv) αληθή πορεία (COG) v) Θέση πλοίου vi) Προορισμός [3]

Στην Εικόνα 8, παρουσιάζεται η ανταλλαγή δεδομένων μέσω ενός συστήματος AIS:



Εικόνα 8: Ανταλλαγή δεδομένων μέσω συστημάτων AIS [16]

3.2 Βάσεις Δεδομένων Συστημάτων Αυτόματης Ταυτοποίησης (AIS Databases)

Από την περιγραφή του τρόπου λειτουργίας των Συστημάτων AIS, είναι σαφές ότι η επιτυχής αποθήκευση των δεδομένων που αποστέλλονται, προκειμένου αυτά να μπορούν να αξιοποιηθούν από πλοία/σταθμούς AIS, απαιτεί την χρήση κεντρικής βάσης δεδομένων. Παρόλο που δεδομένα τύπου AIS μπορούν να αποκτηθούν από διάφορους παρόχους δεδομένων (**Marinecadastre (Marince), Sailwx**), δεν υπάρχει κάποια αναγνωρισμένη βάση δεδομένων η οποία να μπορεί να αξιοποιηθεί για ερευνητικούς σκοπούς, όπως οι ανάγκες της τρέχουσας εργασίας.

Αυτό καθιστά δυσκολότερη την έρευνα στο πεδίο της ναυτιλίας, μιας και η συλλογή ενός αξιόπιστου συνόλου δεδομένων επιφέρει χρονικό και χρηματικό κόστος.

3.2.1 Ιδιότητες μιας Βάσης Δεδομένων AIS

Βάσει της περιγραφής της λειτουργίας των συστημάτων AIS, τα στοιχεία των δεδομένων που λαμβάνονται και ανταλλάσσονται περιλαμβάνουν τα παρακάτω: **Αληθή ταχύτητα (speed over ground – SOG), αληθής πορεία (course over ground – COG), ταυτότητα τύπου MMSI, ημερομηνία και ώρα, διαστάσεις πλοίου. αριθμός, στροφών (rate of turn – ROT, στοιχεία για τον προορισμό και την πορεία του πλοίου κ.α.** Είναι σαφές ότι μια βάση δεδομένων AIS πρέπει να έχει σχεδιαστεί και υλοποιηθεί έτσι ώστε οι πίνακες και οι στήλες της να επιτρέπουν την αποθήκευση και ταξινόμηση των προαναφερθέντων δεδομένων. [17]

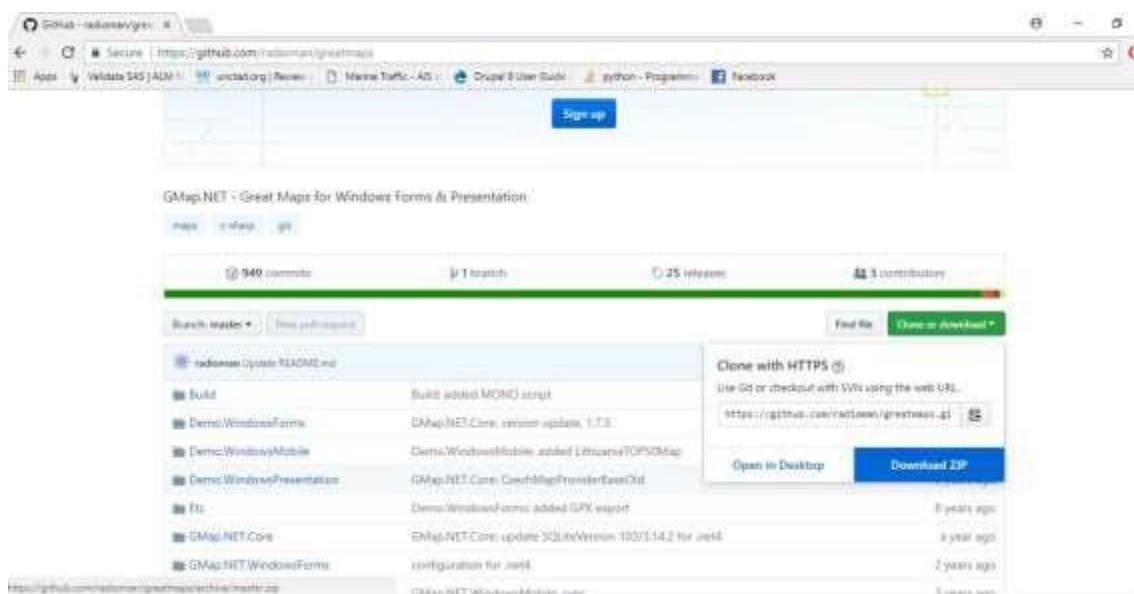
3.2.2 Πάροχοι Δεδομένων AIS

Υπάρχουν αρκετοί πάροχοι δεδομένων AIS, οι οποίοι μέσα από την ανταλλαγή δεδομένων που πραγματοποιείται από τα συστήματα AIS, συλλέγουν πραγματικά δεδομένα που σχετίζονται με όλα τα στοιχεία που αποστέλλουν τα εν λόγω συστήματα. Μερικοί εξ' αυτών είναι το **Marine Traffic, το VT explorer (V.T.E), το Marinecadastre (Marinec.)** και το **Aprs**. [17] Αξίζει να σημειωθεί ότι για την υλοποίηση αυτής της εργασίας, θα πραγματοποιηθεί χρήση AIS δεδομένων από διαφορετικούς παρόχους σχετικά με τα πλοία, τα λιμάνια και τις περιοχές χαρακτηρισμένης πλεύσης, που αξιοποιεί η εφαρμογή "Arc Monitoring". Αναλυτικότερα, τα δεδομένα που χρησιμοποιούνται στην παρούσα εργασία λήφθηκαν από: **α) την Εταιρεία Minerva Marine**, η οποία συλλέγει από τα πλοία του στόλου της και διάφορους σταθμούς AIS βάσει συμφωνιών που έχουν πραγματοποιηθεί με εξωτερικές εταιρείες. [18] **β) την Εθνική Υπηρεσία Γεωσκόπησης των ΗΠΑ**, η οποία διατηρεί τον Παγκόσμιο Δείκτη Λιμένων που περιλαμβάνει στοιχεία για λιμένες και τερματικούς σταθμούς παγκοσμίως (περίπου 3700 καταχωρήσεις) σε μορφή πίνακα. Οι καταχωρήσεις οργανώνονται γεωγραφικά, και για τις ανάγκες της συγκεκριμένης εφαρμογής έχουν επιλεγεί μόνο οι λιμένες που βρίσκονται στην Ελλάδα [19] **γ) από την Joint War Committee**, που είναι μία επιτροπή απαρτίζεται από εκπροσώπους των ασφαλιστικών εταιρειών οι οποίες εκπροσωπούν τα συμφέροντα επιχειρήσεων που σχετίζονται με την ναυπήγηση πολεμικών πλοίων. Η Joint War Committee διατηρεί βάση δεδομένων η οποία περιέχει και πληροφορίες σχετικά με τις ζώνες χαρακτηρισμένης πλεύσης. [20]

Κεφάλαιο 4: Δημιουργία του Εργαστηριακού Περιβάλλοντος Ανάπτυξης

Η εφαρμογή που αναπτύχθηκε για τις ανάγκες της εργασίας, η εφαρμογή “Arc Monitoring” είναι μια παραθυρική εφαρμογή βασισμένη στο framework .NET [21] που υλοποιήθηκε με χρήση γλώσσας C#. [22] Η ανάπτυξη της πραγματοποιήθηκε με χρήση του integrated development environment **Microsoft Visual Studio**. [23] Η λήψη του τελευταίου αρκεί για να μπορεί να χρησιμοποιήσει κανείς όλα τα προαναφερθέντα εργαλεία και πραγματοποιείται μέσω της σελίδας <https://visualstudio.microsoft.com/>. Η βάση δεδομένων, την οποία αξιοποιεί η εφαρμογή, υλοποιήθηκε με χρήση **sqlite3**, [24] η λήψη της οποίας πραγματοποιείται μέσω του website <https://www.sqlite.org/index.html>. Για τις ανάγκες προβολής της βάσης δεδομένων σε γραφικό περιβάλλον, χρησιμοποιήθηκε το SQLite Studio [25], η λήψη του οποίου πραγματοποιήθηκε μέσω της σελίδας <https://sqlitestudio.pl/index.rvt>. Προκειμένου να γίνει εφικτό τμήμα λειτουργιών της εφαρμογής, ενσωματώθηκε η βιβλιοθήκη **GMAP.NET**. [26] Στο κεφάλαιο που ακολουθεί θα περιγραφούν τα βήματα που ακολουθήθηκαν προκειμένου να δημιουργηθεί το περιβάλλον που έκανε εφικτή την ανάπτυξη της εφαρμογής. Μιας και ο τρόπος εγκατάστασης και οι κατάλληλες ρυθμίσεις των περισσότερων εργαλείων που χρησιμοποιήθηκαν είναι γνωστές, το συγκεκριμένο κεφάλαιο θα εστιάσει στην τρόπο εγκατάστασης της βιβλιοθήκης **GMAP.NET**.

Η βιβλιοθήκη **GMAP.NET**, περιέχει κλάσεις και τμήματα κώδικα, τα οποία υλοποιούν επικοινωνία με **Google, Yahoo!, Bing, OpenStreetMap, ArcGIS, Pergo, SigPac, Yendux, Mapy.cz, Maps.it, iKarte.lv, NearMap, OniMap, CloudMade, WikiMapia, MapQuest** κ.α. [25] για τον σκοπό της απεικόνισης χαρτών, διαδρομών και άλλων δεδομένων και πληροφοριών εντός παραθυρικών εφαρμογών Windows. Η λήψη της πραγματοποιείται με πρόσβαση στη σελίδα <https://github.com/radioman/greatmaps> και ύστερα με την επιλογή των **Clone or download** και **Download ZIP**, όπως φαίνεται στην Εικόνα 9.



Εικόνα 9: Πρόσβαση στη σελίδα λήψης του GMAP.NET [26]

Το αρχείο .zip που παραλαμβάνεται με αυτό τον τρόπο περιέχει τον πηγαίο κώδικα ο οποίος παράγει τις απαιτούμενες βιβλιοθήκες που περιέχουν τις κλάσεις και τις μεθόδους που αξιοποιεί η εφαρμογή “Arc Monitoring”. Προκειμένου να γίνει το παραπάνω, χρειάζεται να ακολουθηθούν τα παρακάτω βήματα: 1) να αποσυμπιεστεί το αρχείο .zip και 2) μετά την είσοδο στον αποσυμπιεσμένο φάκελο **greatmaps-master**, να βρεθεί το αρχείο **GMap.NET.sln** και να ανοιχτεί σε περιβάλλον **Visual Studio**, όπως φαίνεται στην Εικόνα 10.

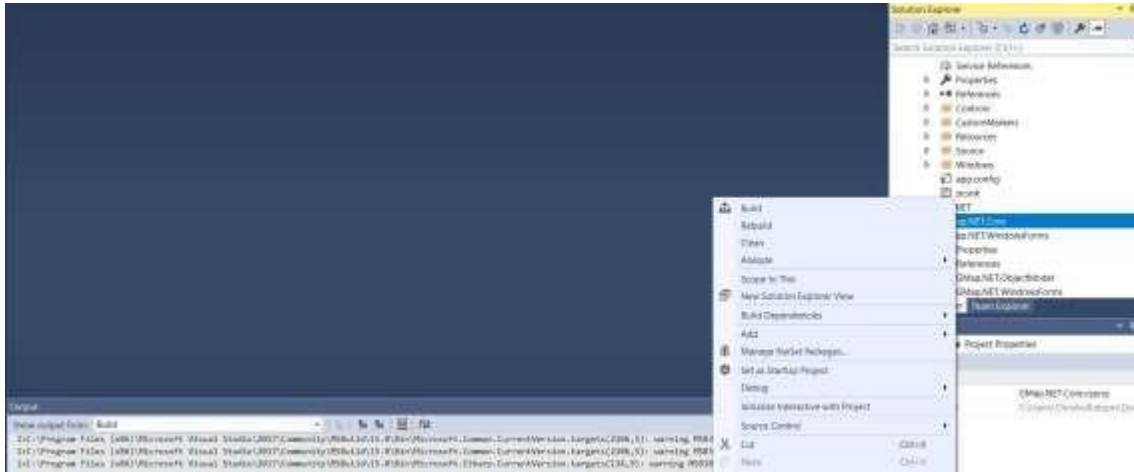
s PC > Downloads > greatmaps-master > greatmaps-master

<input type="checkbox"/>	Name	Date modified	Type	Size
<input type="checkbox"/>	Build	5/28/2018 9:22 PM	File folder	
<input type="checkbox"/>	Demo.WindowsForms	5/28/2018 9:22 PM	File folder	
<input type="checkbox"/>	Demo.WindowsMobile	6/4/2017 2:58 AM	File folder	
<input type="checkbox"/>	Demo.WindowsPresentation	5/28/2018 9:22 PM	File folder	
<input type="checkbox"/>	Etc	6/4/2017 2:58 AM	File folder	
<input type="checkbox"/>	GMap.NET.Core	5/28/2018 9:22 PM	File folder	
<input type="checkbox"/>	GMap.NET.WindowsForms	5/28/2018 9:22 PM	File folder	
<input type="checkbox"/>	GMap.NET.WindowsMobile	6/4/2017 2:58 AM	File folder	
<input type="checkbox"/>	GMap.NET.WindowsPresentation	5/28/2018 9:22 PM	File folder	
<input type="checkbox"/>	Img	6/4/2017 2:58 AM	File folder	
<input type="checkbox"/>	Info	6/4/2017 2:58 AM	File folder	
<input type="checkbox"/>	Java	6/4/2017 2:58 AM	File folder	
<input type="checkbox"/>	packages	5/29/2018 9:05 PM	File folder	
<input type="checkbox"/>	References	6/4/2017 2:58 AM	File folder	
<input type="checkbox"/>	Setup	6/4/2017 2:58 AM	File folder	
<input type="checkbox"/>	Testing	6/4/2017 2:58 AM	File folder	
<input type="checkbox"/>	Tools	6/4/2017 2:58 AM	File folder	
<input type="checkbox"/>	.hgignore	6/4/2017 2:58 AM	HGIGNORE File	1 KB
<input type="checkbox"/>	.hgtags	6/4/2017 2:58 AM	HGTAGS File	2 KB
<input type="checkbox"/>	GMap.NET vs9.sln	6/4/2017 2:58 AM	Visual Studio Solut...	10 KB
<input type="checkbox"/>	GMap.NET vs10.sln	6/4/2017 2:58 AM	Visual Studio Solut...	10 KB
<input checked="" type="checkbox"/>	GMap.NET.sln	6/4/2017 2:58 AM	Visual Studio Solut...	14 KB
<input type="checkbox"/>	README.md	6/4/2017 2:58 AM	MD File	2 KB
<input type="checkbox"/>	UpgradeLog.htm	5/28/2018 9:23 PM	Firefox HTML Doc...	39 KB

Εικόνα 10: Τα αρχεία του φάκελου greatmaps-master

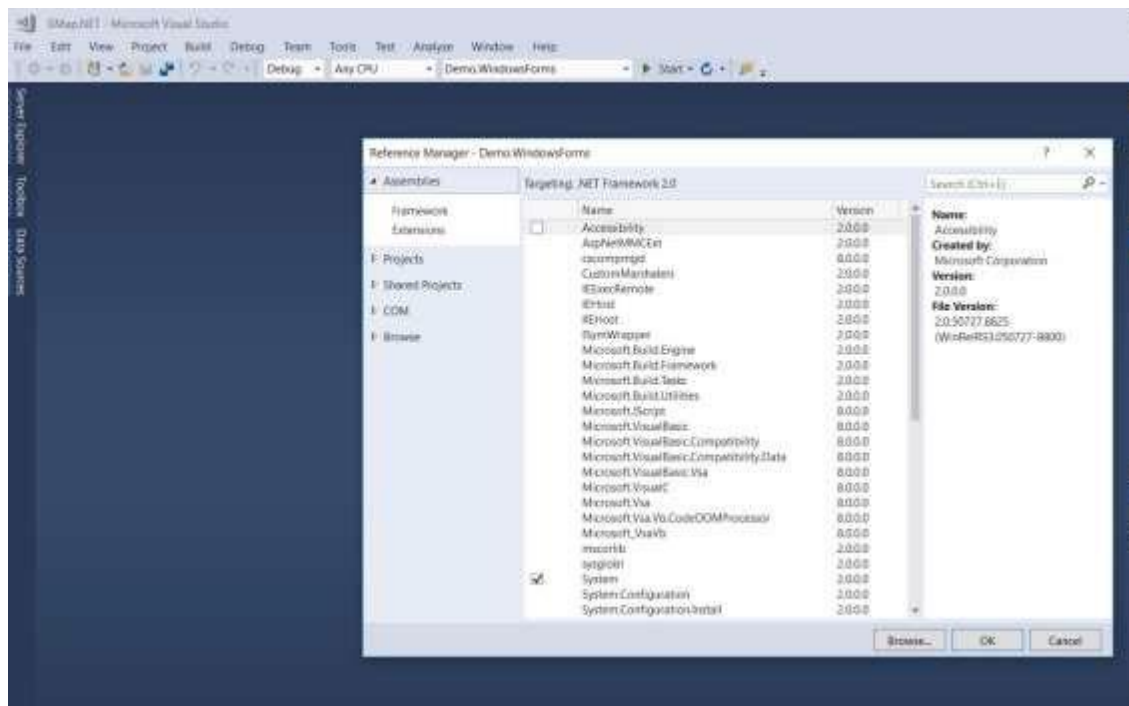
Εφόσον, το αρχείο **.sln** έχει ανοιχτεί σε **Visual Studio**, στο μενού επιλογών δεξιά θα εμφανιστούν δύο projects που περιέχει το συγκεκριμένο αρχείο. Η επιτυχής λειτουργία της εφαρμογής “**Arc Monitoring**” απαιτεί το project **GMap.NET.Core** και το **GMap.NET.WindowsForms** να γίνουν build. Προκειμένου να συμβεί αυτό, επιλέγοντας στις αντίστοιχες καταχωρήσεις, και κάνοντας δεξί κλικ,

επιλέγεται **Build** από το μενού που εμφανίζεται, όπως γίνεται αντιληπτό και από την Εικόνα 11.



Εικόνα 11: Δημιουργία των αρχείων GMap.NET.Core.dll και GMap.NET.WindowsForms

Η επιτυχής ολοκλήρωση του παραπάνω βήματος έχει ως έξοδο δύο αρχεία **.dll**: Το **GMap.NET.Core.dll** και το **GMAP.NET.WindowsForms.dll**. Προκειμένου τα αρχεία αυτά να συμπεριληφθούν σε οποιοδήποτε Visual Studio **project** (όπως και το project που έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία της εφαρμογής “**Arc Monitoring**”) αρκεί να προστεθούν ως **reference**, κάνοντας δεξί κλικ στην καταχώρηση **References** του μενού που εμφανίζεται στα δεξιά του παραθύρου του Visual Studio και επιλέγοντας **Add Reference**. Στη συνέχεια, τα επιθυμητά αρχεία πρέπει να επιλεγούν από λίστα που θα εμφανιστεί, όπως φαίνεται στην Εικόνα 12.



Εικόνα 12: Λίστα references που είναι δυνατό να προστεθούν σε ένα project

Το μόνο που απομένει προκειμένου οι κλάσεις και οι μέθοδοι που αξιοποιεί η εφαρμογή «**Arc Monitoring**» και ορίζονται στα συγκεκριμένα αρχεία **.dll** να καταστούν προσβάσιμες, είναι στο κάθε αρχείο κώδικα, να προστεθούν οι γραμμές που φαίνονται στην Εικόνα 13:

```
10 using GMap.NET;  
11 using GMap.NET.WindowsForms;  
12 using GMap.NET.WindowsForms.Markers;
```

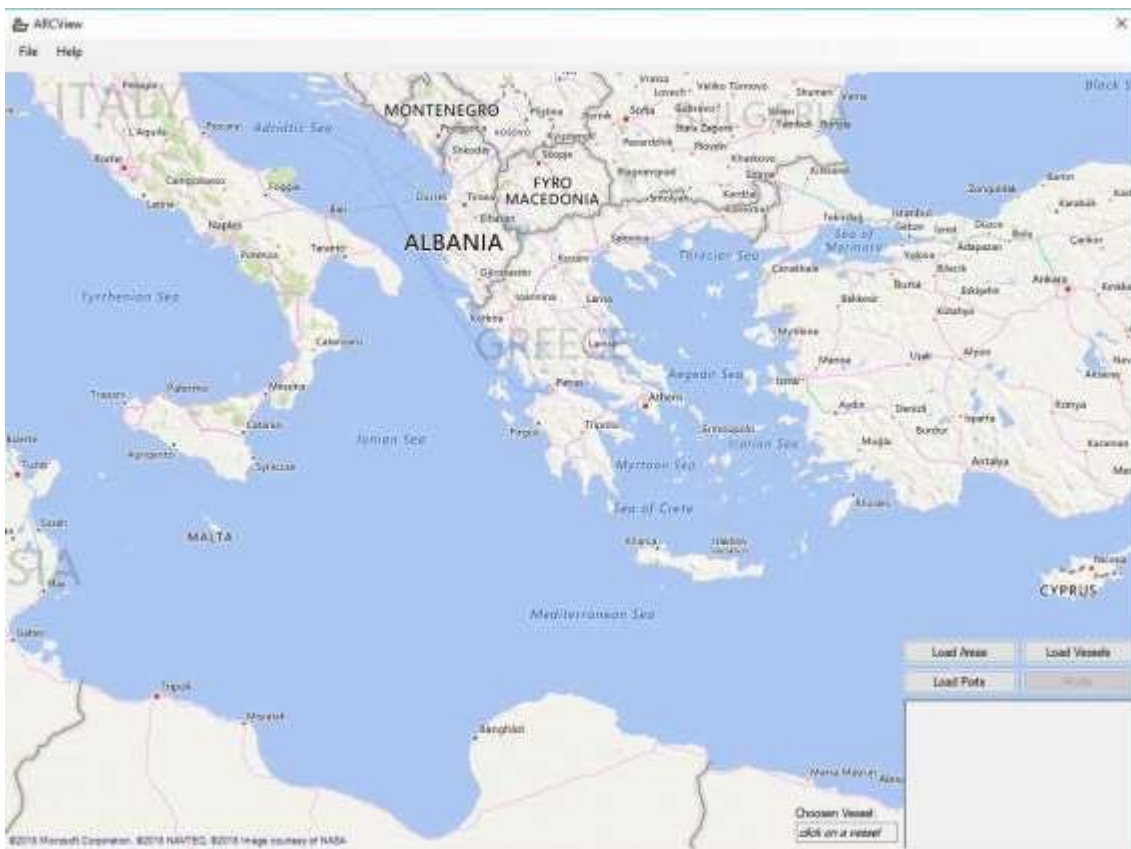
Εικόνα 13: Χρήση βιβλιοθηκών του GMAP.NET στην εφαρμογή “Arc Monitoring”

Κεφάλαιο 5: Η Εφαρμογή Arc Monitoring

Στο συγκεκριμένο κεφάλαιο, περιγράφεται η υλοποίηση της εφαρμογής «**Arc Monitoring**», που αποτελεί τμήμα ενός συστήματος AIS και συγκεκριμένο το τμήμα εκείνο που αναλαμβάνει την προβολή δεδομένων που έχουν ληφθεί από συσκευές ή βάσεις δεδομένων AIS σε κάποια οθόνη ή τερματικό. Η υλοποίηση πραγματοποιήθηκε μέσω παραθυρικής εφαρμογής Windows (**Windows Form Application**) και βάσης δεδομένων **sqlite**, που επέτρεψε την αποθήκευση και την ανάκτηση των δεδομένων AIS. Για την καλύτερη κατανόηση της λειτουργίας της εφαρμογής Arc Monitoring, στην παράγραφο 5.1 σκιαγραφείται η λειτουργία της εφαρμογής, στην παράγραφο 5.2 παρουσιάζεται η βάση δεδομένων η οποία χρησιμοποιείται και στην παράγραφο 5.3 παρουσιάζεται συνοπτικά ο πηγαίος κώδικας της εν λόγω εφαρμογής.

5.1 Περιγραφή Λειτουργίας της Εφαρμογής Arc Monitoring

Η εφαρμογή **Arc Monitoring** αποτελεί μία παραθυρική εφαρμογή Windows, η οποία χρησιμοποιώντας πραγματικά δεδομένα από βάση δεδομένων με στοιχεία που έχουν ληφθεί από AIS, πραγματοποιεί γραφική προβολή των δεδομένων αυτών (ιστορικό πορείας ενός πλοίου, στατικές πληροφορίες πλοίου κ.α.) πάνω σε χάρτη, προκειμένου να διευκολύνει την εξαγωγή χρήσιμων συμπερασμάτων. Γίνεται σαφές ότι με την χρήση του Arc Monitoring σε υπολογιστή με λειτουργικό σύστημα Windows, ένα χρήστης σε ένα πλοίο ή σε παράκτιο σταθμό θα μπορούσε να αντλήσει πληροφορίες σχετικά με την πορεία ενός ή περισσότερων πλοίων, πράγμα που θα διευκόλυne τον βέλτιστο μελλοντικό σχεδιασμό της πορείας, την επιβεβαίωση της ασφάλειας και την πιστοποίηση της κατάστασης ενός πλοίου, την έγκαιρη αποφυγή κινδύνων κ.α. Προκειμένου να εκτελεσθεί η εφαρμογή **Arc Monitoring**, ο χρήστης πρέπει να επιλέξει το εκτελέσιμο αρχείο **ARC.exe**. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να εμφανιστεί η οθόνη που παρουσιάζεται στην Εικόνα 14.



Εικόνα 14: Κεντρική οθόνη εφαρμογής Arc Monitoring

Όπως φαίνεται και στην εικόνα 14, στην κεντρική οθόνη της εφαρμογής εμφανίζεται ένας χάρτης (με τη βοήθεια του GMAP.NET), στον οποίο πρόκειται να προβληθούν τα δεδομένα AIS που έχουν

αποθηκευτεί στη βάση δεδομένων **sqlite**. Η οθόνη αυτή παρέχει στον χρήστη κάποιες δυνατότητες, οι οποίες εμφανίζονται ως κουμπιά κάτω δεξιά: **Load Areas**, **Load Vessels**, **Load Ports**, **Route**. Οι δυνατότητες αυτές θα παρουσιαστούν αναλυτικότερα στις παραγράφους που ακολουθούν.

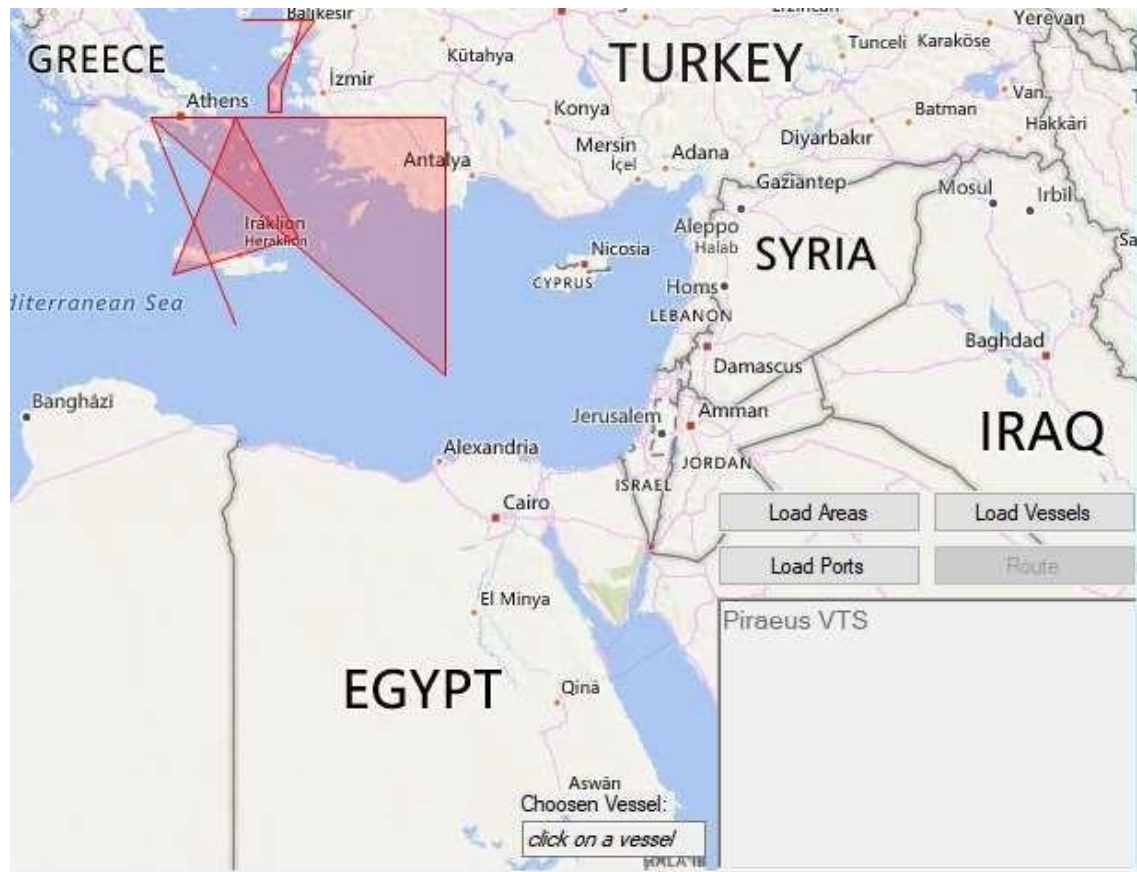
5.1.1 Προβολή Πληροφοριών Περιοχών

Με την επιλογή του κουμπιού **Load Areas**, ένας χρήστης έχει τη δυνατότητα να προβάλλει τις ζώνες χαρακτηρισμένης πλεύσης. Οι ζώνες αυτές παρουσιάζονται με τη μορφή πολυγώνων πάνω στο χάρτη που απεικονίζεται στην εφαρμογή «Arc Monitoring», όπως φαίνεται στην Εικόνα 15.



Εικόνα 15: Ζώνες χαρακτηρισμένης πλεύσης

Επιλέγοντας ένα τέτοιο πολύγωνο, ο χρήστης μπορεί να προβάλλει λεπτομέρειες σχετικά με την ζώνη πλεύσης στην οποία αυτό αντιστοιχεί (και συγκεκριμένα το όνομά της) όπως φαίνεται στην Εικόνα 16.



Εικόνα 16: Προβολή λεπτομερούς περιγραφής ζώνης χαρακτηρισμένης πλεύσης

5.1.2 Προβολή Πληροφοριών Πλοίων

Πατώντας το κουμπί **Load Vessels**, ο χρήστης έχει την δυνατότητα να εμφανίσει τις τρέχουσες θέσεις των πλοίων πάνω στον χάρτη που απεικονίζεται στην εφαρμογή Arc Monitoring, όπως φαίνεται στην Εικόνα 17.



Εικόνα 17: Προβολή πλοίων

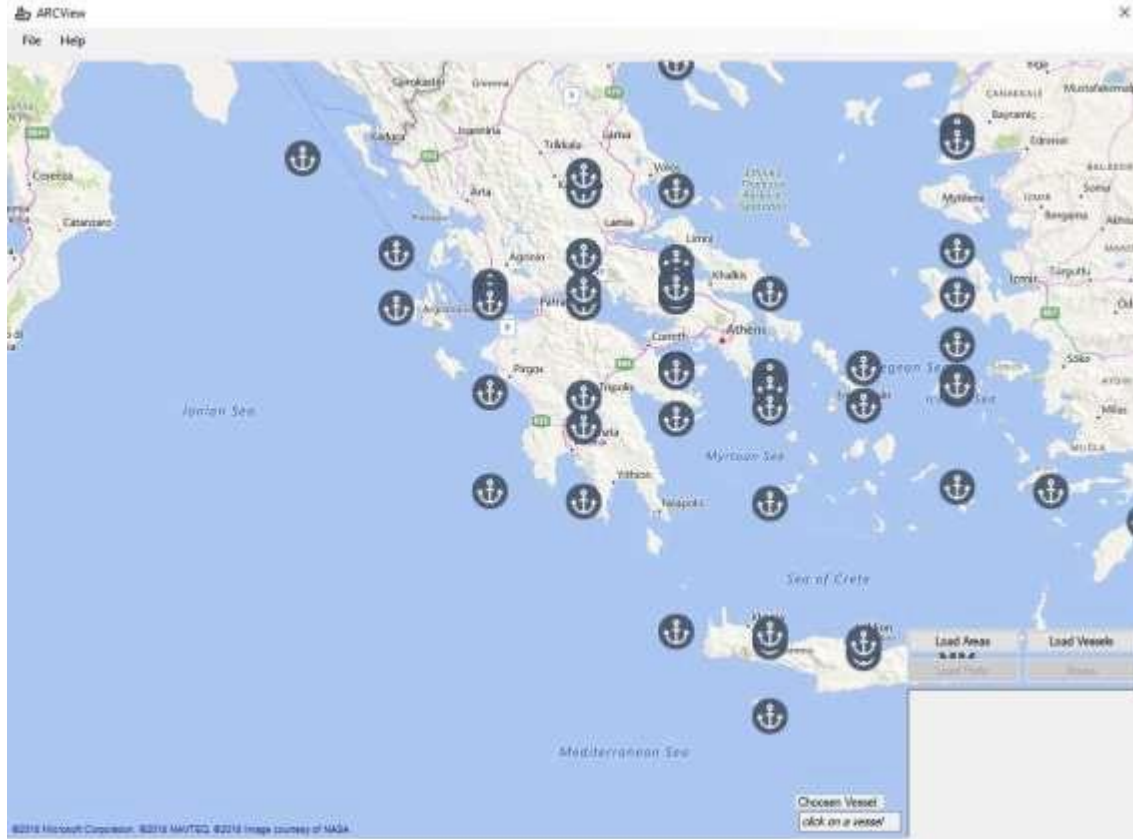
Αφήνοντας τον δείκτη του ποντικιού πάνω από το εικονίδιο ενός πλοίου, ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να παρατηρήσει λεπτομέρειες για το πλοίο αυτό, και συγκεκριμένα το όνομά του και την ημερομηνία και ώρα που αυτό εξέπεμψε τα τελευταία δεδομένα. Το παραπάνω γίνεται αντιληπτό στην Εικόνα 18.



Εικόνα 18: Προβολή λεπτομερούς περιγραφής πλοίου

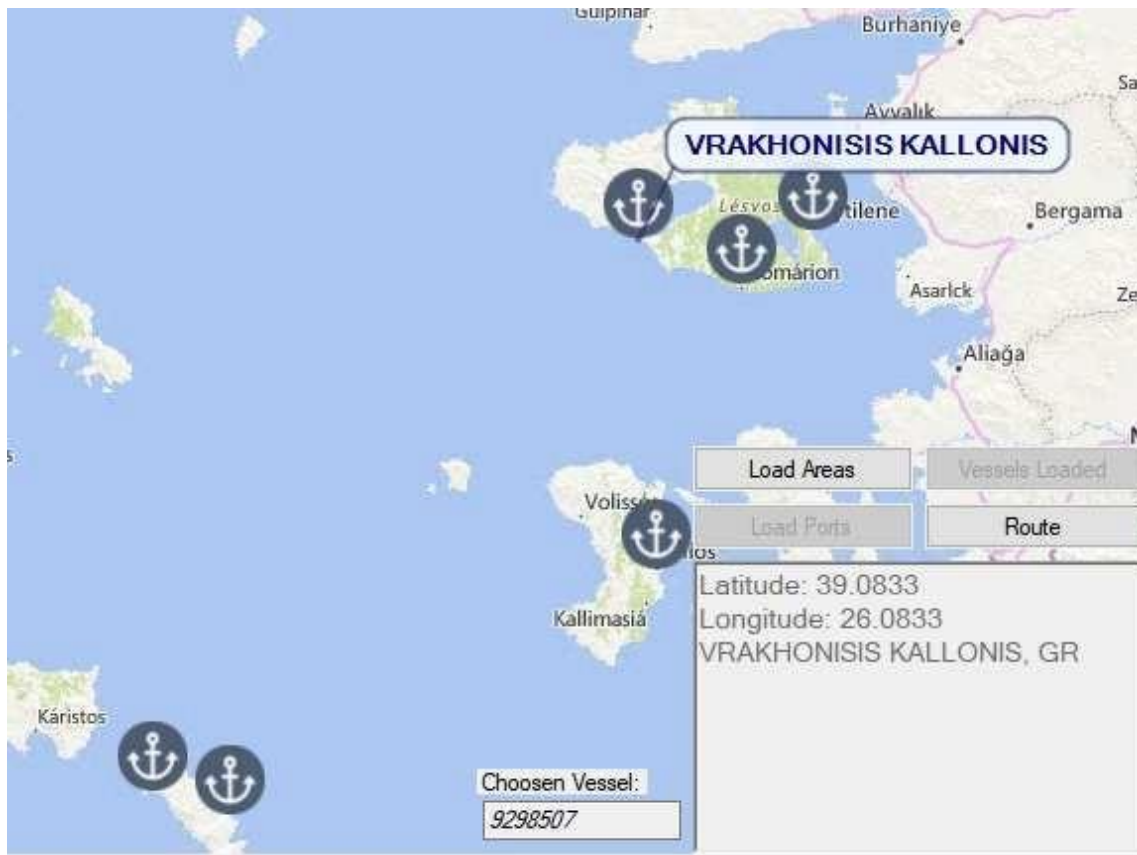
5.1.3 Προβολή Πληροφοριών Λιμένων

Με την επιλογή **Load Ports**, ένας χρήστης έχει την επιλογή να προβάλλει όλα τα λιμάνια για τα οποία υπάρχουν σχετικές πληροφορίες στην **sqlite** βάση δεδομένων αξιοποιεί η εφαρμογή “Arc Monitoring”, όπως φαίνεται στην Εικόνα 19.



Εικόνα 19: Προβολή λιμένων

Επιλέγοντας κάποιο εικονίδιο ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να προβάλλει λεπτομερείς πληροφορίες του αντίστοιχου λιμένα (και συγκεκριμένα συντεταγμένες, όνομα και χώρα στην οποία βρίσκεται ο λιμένας) στην περιοχή που βρίσκεται κάτω δεξιά στην οθόνη της εφαρμογής, όπως φαίνεται στην Εικόνα 20.



Εικόνα 20: Προβολή λεπτομερούς περιγραφής λιμένος

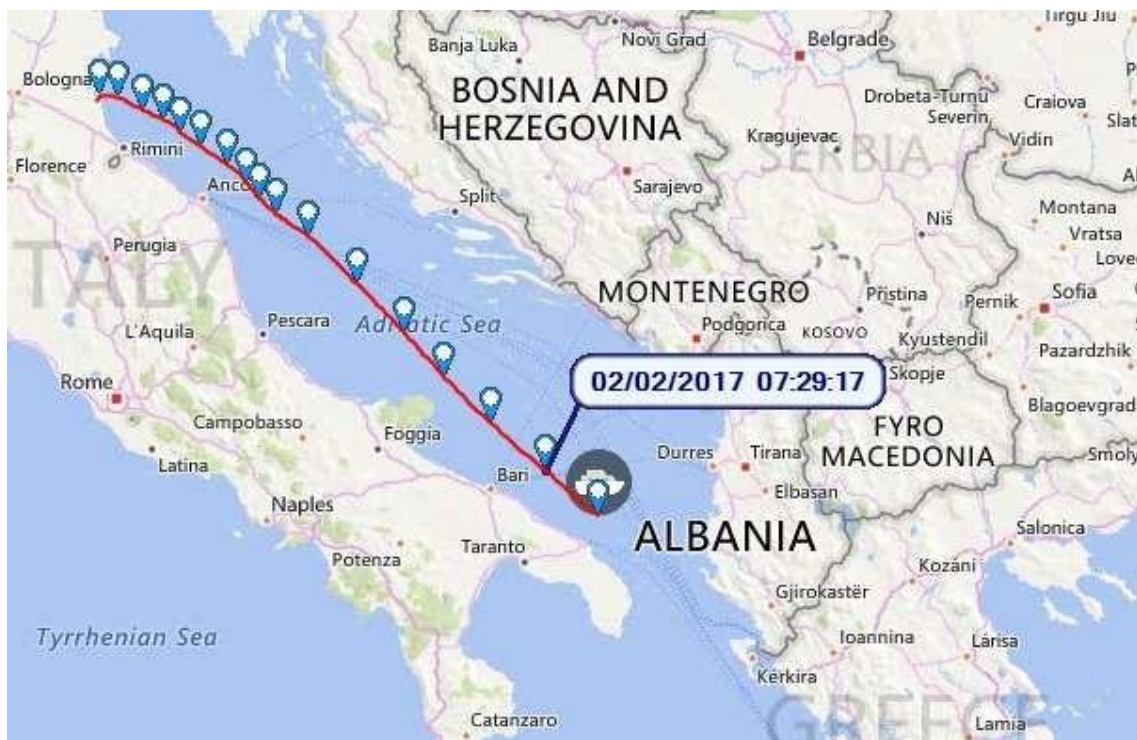
5.1.4 Προβολή Ιστορικού Διαδρομής Πλοίου

Έχοντας επιλέξει ένα εικονίδιο πλοίου, στο κεντρικό μενού της εφαρμογής «Arc Monitoring», γίνεται διαθέσιμο το κουμπί **route**. Με την επιλογή του συγκεκριμένου κουμπιού, ένας χρήστης έχει τη δυνατότητα να προβάλλει το ιστορικό της διαδρομής του αντίστοιχου πλοίου πάνω στο χάρτη. Το ιστορικό της διαδρομής προβάλλεται με την μορφή μιας γραμμής η οποία συνδέει όλα τα σημεία εκείνα από τα οποία το AIS σύστημα του αντίστοιχου πλοίου απέστειλε πληροφορίες, όπως φαίνεται στην Εικόνα 21.



Εικόνα 21: Προβολή ιστορικού διαδρομής πλοίου

Επιλέγοντας ένα τέτοιο σημείο, ο χρήστης μπορεί να δει την ημερομηνία και την ώρα κατά την οποία το πλοίο πέρασε από το σημείο αυτό. Το παραπάνω φαίνεται στην εικόνα 22.



Εικόνα 22: Προβολή λεπτομερούς περιγραφής σημείου διέλευσης πλοίου

5.2 Βάση Δεδομένων AIS της εφαρμογής Arc Monitoring

Όπως έχει ήδη περιγραφεί στην παράγραφο 5.1, για τις ανάγκες της δημιουργίας της εφαρμογής, δημιουργείται βάση δεδομένων στην οποία εισάγονται δεδομένα AIS από τρεις διαφορετικούς πάροχους. Στη συγκεκριμένη παράγραφο, θα περιγράψουμε τη δομή της βάσης δεδομένων που χρησιμοποιεί η εφαρμογή Arc Monitoring, προκειμένου η λειτουργία της εφαρμογής να γίνει πιο κατανοητή. Ανοίγοντας τη βάση δεδομένων (αρχείο **arc.sqlite**) με χρήση του **sqlite studio**, παρατηρούμε την παρακάτω οθόνη:



Εικόνα 23 Η βάση δεδομένων arc.sqlite

Όπως φαίνεται στην Εικόνα 23, η βάση δεδομένων που αξιοποιεί η εφαρμογή “Arc Monitoring” περιέχει τους εξής πίνακες (tables): **history, polygon, port, route, vessel**. Στις επόμενες παραγράφους θα πραγματοποιηθεί αναλυτικότερη περιγραφή των πινάκων αυτών.

5.2.1 Ο Πίνακας history

Ο πίνακας **history**, όπως φαίνεται και στην εικόνα 24, αποτελείται από τις εξής στήλες:

α) imo INTEGER(0,7): Στήλη που περιέχει δεδομένα τύπου INTEGER που αναπαριστούν στον μοναδικό κωδικό που αντιστοιχεί σε ένα πλοίο και έχει αποδοθεί από τον οργανισμό IMO.

β) name (STRING): Στήλη που περιέχει δεδομένα τύπου STRING που αντιστοιχούν σε ονόματα πλοίων.

γ) type (STRING): Στήλη που περιέχει δεδομένα τύπου STRING που αντιστοιχούν στον τύπο του πλοίου.

δ) date (DATE): Στήλη που περιέχει δεδομένα τύπου DATE που αντιστοιχούν στην ημερομηνία στην οποία βρισκόταν το πλοίο από συγκεκριμένο σημείο.

ε) latitude (STRING): Στήλη που περιέχει δεδομένα τύπου STRING που αντιστοιχούν στο γεωγραφικό πλάτος στο οποίο βρίσκεται ένα σημείο από το οποίο έχει πραγματοποιηθεί διέλευση του συγκεκριμένου πλοίου.

στ) longitude (STRING): Στήλη που περιέχει δεδομένα τύπου STRING που αντιστοιχούν στο γεωγραφικό μήκος από το οποίο έχει πραγματοποιηθεί διέλευση του συγκεκριμένου πλοίου.

ζ) timestamp (STRING): Στήλη που περιέχει δεδομένα τύπου STRING που αντιστοιχούν στην ώρα στην οποία ένα πλοίο περνούσε από το σημείο.

Αναλυτικότερα, ο πίνακας history περιέχει εγγραφές οι οποίες αναπαριστούν τοποθεσίες των πλοίων. Συγκεκριμένα κάθε εγγραφή αναφέρει το όνομα του πλοίου, το γεωγραφικό σημείο στο οποίο βρίσκεται το πλοίο την τελευταία φορά που εξέπεμψε δεδομένα AIS.

Name	Data type	Primary Key	Foreign Key	Unique	Check	Not NULL	Collate	Default value
1 imo	INTEGER (0, 7)							NULL
2 name	STRING							NULL
3 type	STRING							NULL
4 date	DATE							NULL
5 time	TIME							NULL
6 latitude	STRING							NULL
7 longitude	STRING							NULL
8 timestamp	STRING							CURRENT_TIMESTAMP

Εικόνα 24: Στήλες του πίνακα history

Στην εικόνα 24 φαίνεται τμήμα των δεδομένων του πίνακα history:

	imo	name	type	date	time	latitude	longitude	timestamp
1	9322827	Minerva Antarctica	Tanker	02/02/2017	10:27:00	51.4504	2.1430667	2017-02-02 11:56:27
2	9322827	Minerva Antarctica	Tanker	02/02/2017	10:27:00	51.4504	2.1430667	2017-02-02 11:56:27
3	9322827	Minerva Antarctica	Tanker	02/02/2017	10:27:00	51.4504	2.1430667	2017-02-02 11:56:27
4	9276585	Minerva Roxanne	Tanker	02/02/2017	10:26:50	55.6827833	16.0260333	2017-02-02 11:56:27
5	9322827	Minerva Antarctica	Tanker	02/02/2017	10:26:34	51.4495	2.1417667	2017-02-02 11:56:27
6	9298650	Amalthea	Tanker	02/02/2017	10:25:46	35.9995667	14.8477667	2017-02-02 11:56:27
7	9363479	Minerva Joy	Tanker	02/02/2017	10:25:34	37.9086833	23.0996	2017-02-02 11:56:27
8	9318008	Minerva Vaso	Tanker	02/02/2017	10:25:18	38.016315	23.5271733	2017-02-02 11:56:27
9	9380063	Minerva Emily	Tanker	02/02/2017	10:24:58	-39.06455	164.9533167	2017-02-02 11:56:27
10	9305855	Minerva Grace	Tanker	02/02/2017	10:24:49	40.3868333	-57.2458333	2017-02-02 11:56:27
11	9411941	Minerva Vera	Tanker	02/02/2017	10:24:39	44.5831633	37.9110267	2017-02-02 11:56:27

Εικόνα 25: Δεδομένα του πίνακα history

5.2.2 Ο Πίνακας polygon

Όπως φαίνεται και στην Εικόνα 26, ο πίνακας **polygon** αποτελείται από τις εξής στήλες:

α) polyid (INTEGER): περιέχει δεδομένα τύπου INTEGER που αναπαριστούν το μοναδικό κωδικό ενός πολυγώνου, με τα πολύγωνα να απαρτίζονται ζώνες χαρακτηρισμένης πλεύσης.

β) name (STRING): περιέχει δεδομένα τύπου STRING που αντιστοιχούν στα ονόματα των ζωνών πλεύσης.

γ) info (VARCHAR): περιέχει δεδομένα τύπου VARCHAR τα οποία αναπαριστούν πληροφορίες για κάθε ζώνη πλεύσης.

δ) latitude (STRING): περιέχει δεδομένα τύπου STRING τα οποία αντιστοιχούν στα γεωγραφικά πλάτη σημείων τα οποία συναποτελούν συγκεκριμένη ζώνη πλεύσης.

ε) longitude (STRING): περιέχει δεδομένα τύπου STRING τα οποία αντιστοιχούν σε γεωγραφικό μήκος σημείων που συναποτελούν συγκεκριμένη ζώνη πλεύσης.

στ) details (VARCHAR): περιέχει δεδομένα τύπου VARCHAR τα οποία αναπαριστούν λεπτομέρειες για ζώνες πλεύσης.

ζ) recorded (BOOLEAN): περιέχει τιμές τύπου BOOLEAN οι οποίες αντιστοιχούν σε 0 ή 1, ανάλογα με το αν η ζώνη πλεύσης απεικονίζεται στην εφαρμογή ή όχι.

η) uniqueid (INTEGER): περιέχει τιμές τύπου INTEGER οι οποίες αντιστοιχούν στον αύξοντα δείκτη των εγγραφών που αντιστοιχούν στα πολύγωνα.

Αναλυτικότερα, ο πίνακας polygon περιέχει εγγραφές οι οποίες αναπαριστούν γεωγραφικά σημεία. Σύνολα αυτών των σημείων (τα οποία έχουν το ίδιο όνομα ζώνης πλεύσης και τον ίδιο μοναδικό κωδικό) αποτελούν τις ζώνες πλεύσεις, οι οποίες αναπαρίστανται με οπτικό τρόπο στην εφαρμογή Arc Monitoring.

Name	Data type	Primary Key	Foreign Key	Unique	Check	Not NULL	Collate	Default value
1 polyid	INTEGER	Primary Key				Not NULL		NULL
2 name	STRING		Foreign Key					NULL
3 info	VARCHAR							NULL
4 latitude	STRING							NULL
5 longitude	STRING							NULL
6 details	VARCHAR							NULL
7 recorded	BOOLEAN							NULL
8 uniqueid	INTEGER							NULL

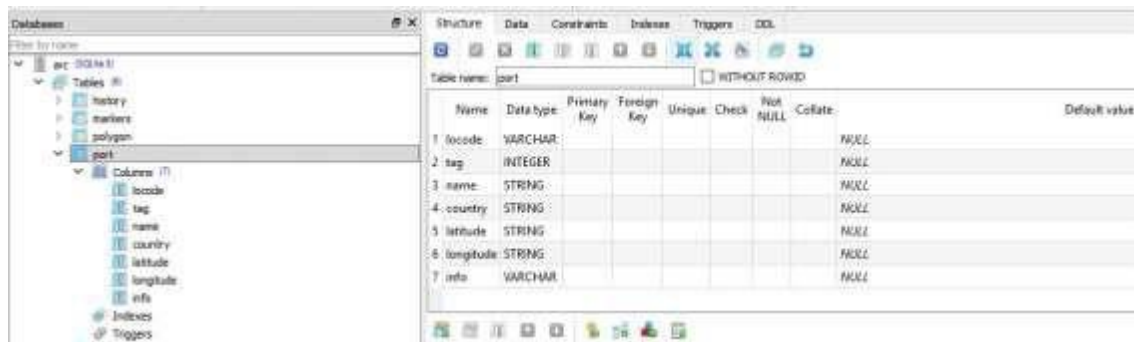
Εικόνα 26: Στήλες του πίνακα polygon

Ενδεικτικές εγγραφές του πίνακα polygon φαίνονται στην Εικόνα 27:

	polyid	name	info	latitude	longitude	details
1	1	Piraeus	Piraeus VTS	38	23	Piraeus VTS
2	1	Piraeus	Piraeus VTS	38	30	Piraeus VTS
3	1	Piraeus	Piraeus VTS	33	30	Piraeus VTS
4	1	Piraeus	Piraeus VTS	38	23	Piraeus VTS
5	2	Crete	Crete Island	35	23,5	Crete Island
6	2	Crete	Crete Island	38	25	Crete Island
7	2	Crete	Crete Island	35,7	26,3	Crete Island
8	3	Chios	Chios Island	38,6	25,8	Chios Island
9	3	Chios	Chios Island	38,1	25,8	Chios Island
10	3	Chios	Chios Island	38,1	26,1	Chios Island

Εικόνα 27: Δεδομένα του πίνακα polygon

5.2.3 Ο Πίνακας port



Εικόνα 28: Στήλες του πίνακα port

Στην Εικόνα 28 φαίνονται οι στήλες του πίνακα port. Όπως φαίνεται και στην εικόνα, είναι οι εξής:

α) locode (VARCHAR): στήλη που περιέχει δεδομένα τύπου VARCHAR τα οποία είναι κωδικιοί που αντιστοιχούν στην τοποθεσία των λιμένων.

β) tag (INTEGER): στήλη που περιέχει δεδομένα τύπου INTEGER που είναι μοναδικοί κωδικοί των λιμένων.

γ) name (STRING): στήλη που περιέχει δεδομένα τύπου STRING που αντιστοιχούν στα ονόματα των λιμένων.

δ) country (STRING): στήλη που περιέχει δεδομένα τύπου STRING που αποτελούν τα ονόματα των χωρών στις οποίες βρίσκονται οι λιμένες.

ε) latitude (STRING): στήλη που περιέχει δεδομένα τύπου STRING που αποτελούν τα γεωγραφικά πλάτη στα οποία βρίσκονται οι λιμένες.

στ) longitude (STRING): στήλη που περιέχει δεδομένα τύπου STRING που αποτελούν τα γεωγραφικά μήκη των λιμένων.

ζ) info (VARCHAR): στήλη που περιέχει δεδομένα τύπου VARCHAR τα οποία αποτελούν αναλυτικότερες πληροφορίες για τους λιμένες.

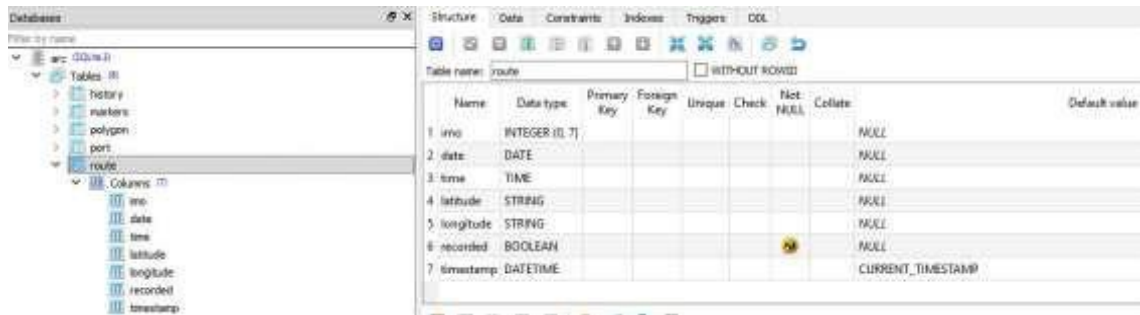
Συγκεκριμένα, ο πίνακας port περιέχει εγγραφές με δεδομένα για την γεωγραφική τοποθεσία των λιμένων της βάσης δεδομένων την οποία αξιοποιεί η εφαρμογή Arc Monitoring. Στην Εικόνα 29 φαίνονται ενδεικτικά δεδομένα του πίνακα port:

	locode	tag	name	country	latitude	longitude	info
1	AASIAAT	760	AASIAAT	GL	60,7	-52,8667	AASIAAT
2	ABADAN	48430	ABADAN	IR	30,3333	48,2833	ABADAN
3	ABASHIRI KO	61120	ABASHIRI KO	JP	44,0167	144,283	ABASHIRI KO
4	ABENRA	30100	ABENRA	DK	55,05	9,43333	ABENRA
5	ABERDEEN	17060	ABERDEEN	US	46,9833	-123,817	ABERDEEN
6	ABERDEEN	32220	ABERDEEN	GB	57,15	-2,08333	ABERDEEN
7	ABIDJAN	46000	ABIDJAN	CI	5,25	-4,01667	ABIDJAN
8	ABU KHAMMASH	45350	ABU KHAMMASH	LY	33,0667	11,8167	ABU KHAMMASH
9	ABU ZABY	48278	ABU ZABY	AE	24,5	54,3333	ABU ZABY
10	ACAJUTLA	15640	ACAJUTLA	SV	13,5833	-89,8333	ACAJUTLA

Εικόνα 29: Δεδομένα του πίνακα port

5.2.4 Ο Πίνακας route

Ο πίνακας route αποτελείται από τις στήλες που φαίνονται στην Εικόνα 30.



Εικόνα 30: Στήλες του πίνακα route

Όπως φαίνεται και στην παραπάνω εικόνα, ο πίνακας route αποτελείται από τις εξής στήλες:

- α) imo (INTEGER):** στήλη που περιέχει δεδομένα τύπου INTEGER που αποτελούν τους μοναδικούς κωδικούς που αποδίδει ο IMO στο κάθε πλοίο.
- β) date (DATE):** Δεδομένα τύπου DATE τα οποία αντιστοιχούν στην ημερομηνία διέλευσης πλοίου από το σημείο στο οποίο αντιστοιχεί η εγγραφή.
- γ) time (TIME):** Στήλη που περιέχει δεδομένα τύπου TIME που αντιστοιχούν στην ώρα διέλευσης πλοίου από το σημείο στο οποίο αντιστοιχεί η εγγραφή.
- δ) latitude (STRING):** Δεδομένα τύπου STRING τα οποία αντιστοιχούν στο γεωγραφικό πλάτος σημείου στο οποίο αντιστοιχεί η εγγραφή.
- ε) longitude (STRING):** Δεδομένα τύπου STRING τα οποία αντιστοιχούν στο γεωγραφικό πλάτος σημείου στο οποίο αντιστοιχεί η εγγραφή.
- στ) recorded (INTEGER):** Δεδομένα τύπου INTEGER που υποδεικνύει αν η συγκεκριμένη εγγραφή έχει αναπαρασταθεί γεωγραφικά στην εφαρμογή “Arc Monitoring” ή όχι (η στήλη λαμβάνει την τιμή 1 και 0 αντίστοιχα).
- ζ) timestamp (INTEGER):** Δεδομένα τύπου STRING τα οποία αντιστοιχούν στην ώρα κατά την οποία το πλοίο βρέθηκε στο γεωγραφικό σημείο στο οποίο αντιστοιχεί η εγγραφή.

Αναλυτικότερα, ο πίνακας route περιέχει εγγραφές οι οποίες έχουν πληροφορίες για παλαιότερες τοποθεσίες πλοίων. Η αναπαραστάση των εγγραφών του πίνακα route με τη χρήση της εφαρμογής Arc Monitoring έχει ως αποτέλεσμα την απεικόνιση του ιστορικού της πορείας ενός πλοίου (η οποία αποτελείται από το σύνολο των εγγραφών που έχουν τον ίδιο κωδικό IMO). Στην Εικόνα 31 φαίνονται ενδεικτικά δεδομένα του πίνακα route.

	imo	date	time	latitude	longitude	recorded	timestamp
1	9322827	02/02/2017	10:27:00	51.4504	2.1430667	1	0
2	9322827	02/02/2017	10:27:00	51.4504	2.1430667	1	0
3	9322827	02/02/2017	10:27:00	51.4504	2.1430667	1	0
4	9276585	02/02/2017	10:26:50	55.6827833	16.0260333	1	0
5	9322827	02/02/2017	10:26:34	51.4495	2.1417667	1	0
6	9298650	02/02/2017	10:25:46	35.9995667	14.8477667	1	0
7	9363479	02/02/2017	10:25:34	37.9086833	23.0996	1	0
8	9318008	02/02/2017	10:25:18	38.016315	23.5271733	1	0
9	9380063	02/02/2017	10:24:58	-39.06455	164.9533167	1	0
10	9305855	02/02/2017	10:24:49	40.3868333	-57.2458333	1	0
11	9411941	02/02/2017	10:24:39	44.5831633	37.9110267	1	0

Εικόνα 31: Δεδομένα του πίνακα route

5.2.5 Ο Πίνακας vessel

Name	Data type	Primary Key	Foreign Key	Unique	Check	Not NULL	Collate	Default value
1 imo	INTEGER					☑		NULL
2 name	STRING					☑		NULL
3 flag	STRING							NULL
4 type	STRING							NULL

Εικόνα 32: Πίνακας vessel

Όπως φαίνεται στην Εικόνα 32 ο πίνακας vessel αποτελείται από τις εξής στήλες:

- α) imo (INTEGER):** Στήλη που περιέχει δεδομένα τύπου INTEGER που αντιστοιχούν στον μοναδικό κωδικό που προσδίδει ο IMO σε κάθε πλοίο.
- β) name (STRING):** Στήλη που περιέχει δεδομένα τύπου STRING που αντιστοιχούν στον όνομα του κάθε πλοίου.
- γ) flag (STRING):** Στήλη που περιέχει δεδομένα τύπου STRING που αντιστοιχούν στη χώρα της σημαίας την οποία φέρει το πλοίο.
- δ) type (STRING):** Στήλη που περιέχει δεδομένα τύπου STRING που αντιστοιχούν στον τύπο του πλοίου το οποίο υπάρχει.

Αναλυτικότερα, ο πίνακας vessel περιέχει εγγραφές που αντιστοιχούν σε πλοία και συγκεκριμένα στο όνομά τους, στο είδος τους και την χώρα προέλευσής τους. Στην Εικόνα 33 μπορούν να παρατηρηθούν ενδεικτικά δεδομένα του πίνακα vessel.

	imo	name	flag	type
1	9282792	Atalandi	Greece	Tanker
2	9304617	Minerva Doxa	Greece	Tanker
3	9318008	Minerva Vaso	Greece	Tanker
4	9322827	Minerva Antarctica	Greece	Tanker
5	9276585	Minerva Roxanne	Greece	Tanker
6	9298650	Amalthea	Greece	Tanker
7	9363479	Minerva Joy	Greece	Tanker
8	9380063	Minerva Emily	Greece	Tanker
9	9305855	Minerva Grace	Greece	Tanker
10	9411941	Minerva Vera	Greece	Tanker
11	9469869	Parapola	Greece	Tanker

Εικόνα 33: Δεδομένα του πίνακα vessel

5.3 Πηγαίος Κώδικας της Εφαρμογής Arc Monitoring

Έχοντας πραγματοποιήσει μια βασική περιγραφή των λειτουργιών της εφαρμογής Arc Monitoring, και έχοντας παρουσιάσει τη βάση δεδομένων που αξιοποιεί προκειμένου να γίνει δυνατή η λειτουργία της, προκειμένου να γίνει πλήρως κατανοητός ο τρόπος λειτουργίας της, σε αυτή την παράγραφο παρουσιάζεται ο πηγαίος κώδικάς της. Ο κώδικας της εφαρμογής “Arc Monitoring” αποτελείται στο κυρίως μέρος του από τρία αρχεία **.cs** (**SQLiteDatabase.cs**, **ManageMarkers.cs**, **ArcView.cs**). Στις επόμενες παραγράφους εξετάζονται τα τμήματα κώδικα που περιέχει το καθένα, ξεχωριστά.

5.3.1 SQLiteDatabase.cs

Στο αρχείο **SQLiteDatabase.cs** περιέχεται ο κώδικας που σχετίζεται με την επικοινωνία της εφαρμογής Arc Monitoring με την sqlite βάση δεδομένων. Ο κώδικας του SQLiteDatabase.cs φαίνεται στην Εικόνα 34:

```

13 class SQLiteDatabase
14 {
15     string dbConnection;
16     string appPath = Path.GetDirectoryName(Application.ExecutablePath);
17     public SQLiteDatabase()
18     {
19         dbConnection = "Data Source="+appPath+"\\arc.sqlite;version=3;";
20     }
21     public DataTable GetDataTable(string sql)
22     {
23         DataTable dt = new DataTable();
24         try
25         {
26             SQLiteConnection cnn = new SQLiteConnection(dbConnection);
27             cnn.Open();
28             SQLiteCommand command = new SQLiteCommand(cnn);
29             command.CommandText = sql;
30             SQLiteDataReader reader = command.ExecuteReader();
31             dt.Load(reader);
32             reader.Close();
33             cnn.Close();
34         }
35         catch (Exception e)
36         {
37             throw new Exception(e.Message);
38         }
39         return dt;
40     }
41     public void execute(string sql)
42     {
43         SQLiteConnection cnn = new SQLiteConnection(dbConnection);
44         cnn.Open();
45         SQLiteCommand command = new SQLiteCommand(sql, cnn);
46         command.ExecuteNonQuery();
47         cnn.Close();
48     }
49 }

```

Εικόνα 34: Ο κώδικας του αρχείου SQLiteDatabase.cs

Αναλυτικότερα, ο κώδικας του αρχείου **SQLiteDatabase.cs** ορίζει μια κλάση **SQLiteDatabase**, η οποία αξιοποιείται προκειμένου να επιτευχθεί η επικοινωνία μεταξύ της εφαρμογής «Arc Monitoring» και της βάσης δεδομένων.

Στην κλάση αυτή ορίζονται οι εξής μεταβλητές και μέθοδοι:

α) string appPath:

Η string μεταβλητή **appPath** έχει ως τιμή το path του εκτελέσιμου αρχείου της εφαρμογής Arc Monitoring.

β) public SQLiteDatabase():

Πρόκειται για τον constructor της εν λόγω κλάσης, ο οποίος δημιουργεί μια string μεταβλητή **dbConnection** που με χρήση του string **appPath** προσδιορίζει το path στο οποίο βρίσκεται το αρχείο **arc.sqlite**, δηλαδή το αρχείο της βάσης δεδομένων που αξιοποιεί η εφαρμογή Arc Monitoring.

γ) public DataTable GetDataTable (string sql):

Η συγκεκριμένη μέθοδος δέχεται ως είσοδο ένα string και επιστρέφει ένα αντικείμενο της κλάσης **DataTable**. Αναλυτικότερα, η μέθοδος αυτή δημιουργεί μία σύνδεση με τη βάση δεδομένων και επιστρέφει πίνακα (αντικείμενο **dt** της κλάσης **DataTable**) βάσει του sql query που έχει δοθεί αρχικά ως είσοδος, με τη μορφή string. Αυτό επιτυγχάνεται με τη χρήση της κλάσης **SQLiteConnection** η οποία χρησιμοποιείται για να δημιουργηθεί το αντικείμενο που αναπαριστά τη σύνδεση με τη βάση δεδομένων καθώς και με μεθόδους όπως η **Open()** που υλοποιούν τη δημιουργία σύνδεσης με τη βάση δεδομένων και άλλες σχετικές λειτουργίες.

δ) public void execute(string sql):

Η μέθοδος **execute()** δέχεται ως είσοδο μία μεταβλητή string και μέσω χρήσεων της κλάσης **SQLiteConnection** και των μεθόδων της **Open()** και **ExecuteQuery()** δημιουργεί μια σύνδεση με τη βάση δεδομένων που αξιοποιεί η εφαρμογή Arc Monitoring και πραγματοποιεί την εκτέλεση του query -που αντιστοιχεί στο string που έχει δοθεί ως είσοδος της μεθόδου- στη βάση.

5.3.2 ManageMarkers.cs

Το δεύτερο αρχείο στο οποίο βασίζεται ο κώδικας της εφαρμογής Arc Monitoring είναι το **ManageMarkers.cs**.

Σε αυτό το αρχείο ορίζεται η κλάση **ManageMarkers** εντός της οποίας ορίζονται μέθοδοι, οι οποίες χρησιμοποιούν τη βιβλιοθήκη **GMAP.NET** και αφορούν στη δημιουργία αντικειμένων βασισμένων στα δεδομένα που περιέχει η βάση δεδομένων που βρίσκεται στο αρχείο `arc.sqlite`, προκειμένου να γίνει επικτική η γραφική αναπαράσταση των αντικειμένων αυτών στη συνέχεια.

Συγκεκριμένα εντός της κλάσης **ManageMarkers** ορίζονται οι εξής μέθοδοι:

α) public static GMAPMarker CreatePort (int i):

```

15 namespace ARC
16 {
17     class ManageMarkers
18     {
19         public static GMapMarker createPort(int i)
20         {
21             SQLiteDatabase db;
22
23             db = new SQLiteDatabase();
24             DataTable ports;
25             string query = "SELECT latitude, longitude, info, tag, name, country, locode FROM port where country='GR'";
26             ports = db.GetDataTable(query);
27
28             double lat = Convert.ToDouble(ports.Rows[i][0]);
29             double lon = Convert.ToDouble(ports.Rows[i][1]);
30             string info = Convert.ToString("Latitude: " + ports.Rows[i][2] + "\nLongitude: " + ports.Rows[i][1] + "\n" + Convert.ToString(ports.Rows[i][4] + ", " + Convert.ToString(ports.Rows[i][5]));
31             string tag = Convert.ToString(ports.Rows[i][3]);
32
33             GMapMarker marker = new GMarkerGoogle(
34                 new PointLatLng(lat, lon), new Bitmap(ARC.Properties.Resources.port));
35
36             marker.ToolTipText = tag;
37             marker.Tag = info;
38
39             return marker;
40         }
41     }
42 }

```

Εικόνα 35: Η μέθοδος createPort()

Η μέθοδος **createPort()** δέχεται ως είσοδο μία ακέραια μεταβλητή *i*, και επιστρέφει ένα αντικείμενο **marker** της κλάσης **GMapMarker**. Αναλυτικότερα, η συγκεκριμένη μέθοδος δημιουργεί ένα αντικείμενο της κλάσης **SQLiteDatabase** και ύστερα ένα αντικείμενο της κλάσης **DataTable**. Στη συνέχεια, ορίζει ένα string query το οποίο δέχεται ως τιμή string που αντιστοιχεί σε query που θα εκτελείται στην βάση **arc.sqlite** κάθε φορά που εκτελείται η μέθοδος **createPort()** ("**SELECT latitude, longitude, info, tag, name, country, locode FROM port where country='GR'**"). Με χρήση της μεθόδου **GetDatatable** που έχει οριστεί στο τμήμα του κώδικα που βρίσκεται στο αρχείο **SQLiteDatabase.cs**, η οποία δέχεται ως είσοδο την τιμή της μεταβλητής query, στην μεταβλητή **ports** εκχωρείται ένα αντικείμενο της κλάσης **DataTable**, που ουσιαστικά αντιστοιχεί στον πίνακα **port** της βάσης **arc.sqlite**. Ύστερα, δεδομένα που σχετίζονται με το αντικείμενο **ports** (δηλαδή με τον πίνακα port) αποθηκεύονται στις **double** και **string** μεταβλητές **lat**, **lon**, **info** και **tag**, οι οποίες αναπαριστούν δεδομένα σχετικά με τις συντεταγμένες αλλά και τις πληροφορίες καταχωρήσεων στον πίνακα port. Με βάση αυτά τα δεδομένα και χρήση της μεθόδου **GMapMarkerGoogle()** δημιουργείται και επιστρέφεται ως έξοδος ένα αντικείμενο **marker** της κλάσης **GMapMarker**. Το αντικείμενο αυτό ουσιαστικά αντιστοιχεί στη γραφική αναπαράσταση ενός λιμένα στην εφαρμογή Arc Monitoring.

β) public static GMapMarker createVessel (int i):

```

41 public static GMapMarker createVessel(int j)
42 {
43     SQLiteDatabase db;
44
45     db = new SQLiteDatabase();
46     DataTable vessels;
47     string query = "select * from (select imo, name, latitude, longitude, cast(date as varchar) || ' ' ||";
48         query += "cast(time as varchar) as timestamp";
49         query += " from history order by date asc, time asc)";
50         query += " group by imo;";
51     vessels = db.GetDataTable(query);
52
53     double lat = Convert.ToDouble(vessels.Rows[j][2]);
54     double lon = Convert.ToDouble(vessels.Rows[j][3]);
55     string info = Convert.ToString("Vessel: "+vessels.Rows[j][1]+"\nDate and time reported: \n"+vessels.Rows[j][4]);
56     string tag = Convert.ToString(vessels.Rows[j][0]);
57
58     GMapMarker marker = new GMarkerGoogle(
59         new PointLatLng(lat, lon), new Bitmap(ARC.Properties.Resources.vessel));
60
61     marker.ToolTipText = info;
62     marker.Tag = tag;
63
64     return marker;
65 }

```

Εικόνα 36: Η μέθοδος createVessel()

Η μέθοδος **createVessel()** δέχεται ως είσοδο έναν ακέραιο **j** και επιστρέφει ένα αντικείμενο της κλάσης **GMapMarker**. Είναι η μέθοδος που υλοποιεί την γραφική αναπαράσταση των σημείων διέλευσης των πλοίων αλλά και των πληροφοριών αυτών που αντιστοιχούν στις καταχωρήσεις του πίνακα history. Ο τρόπος λειτουργίας της μεθόδου είναι παρεμφερής με την μέθοδο **createPort()**.

γ) public static GMapPolygon createPolygon():

```

66 public static GMapPolygon createPolygon()
67 {
68     SQLiteDatabase db;
69
70     db = new SQLiteDatabase();
71     DataTable polygons;
72     int k;
73
74     string query = "select polyid, name, info, latitude, longitude, details, recorded, uniqueid from";
75     query += " polygon where recorded = '0'";
76     query += " order by polyid, uniqueid";
77     polygons = db.GetDataTable(query);
78     List<PointLatLng> points = new List<PointLatLng>();
79     string tag;
80     for(k=1;Convert.ToInt16(polygons.Rows[k][0]) == Convert.ToInt16(polygons.Rows[k - 1][0]);k++)
81     {
82         points.Add(new PointLatLng(Convert.ToDouble(polygons.Rows[k-1][3]), (Convert.ToDouble(polygons.Rows[k-1][4]))));
83         points.Add(new PointLatLng(Convert.ToDouble(polygons.Rows[k][3]), (Convert.ToDouble(polygons.Rows[k][4]))));
84         tag = Convert.ToString(polygons.Rows[k][1]);
85         string query2 = "update polygon set recorded = '1' where uniqueid='"+ Convert.ToString(polygons.Rows[k-1][7]) + "'";
86         string query3 = "update polygon set recorded = '1' where uniqueid='"+ Convert.ToString(polygons.Rows[k][7]) + "'";
87         db.execute(query2);
88         db.execute(query3);
89     }
90     GMapPolygon polygon = new GMapPolygon(points, Convert.ToString(polygons.Rows[k - 1][2]));
91     polygon.Fill = new SolidBrush(Color.FromArgb(50, Color.Red));
92     polygon.Stroke = new Pen(Color.Red, 1);
93
94     polygon.IsHitTestVisible = true;
95     polygon.Name = Convert.ToString(polygons.Rows[k - 1][5]);
96     polygon.Tag = Convert.ToString(polygons.Rows[k - 1][1]);
97     return polygon;
98 }

```

Εικόνα 37: Η μέθοδος createPolygon()

Όπως και με τις προηγούμενες μεθόδους, έτσι και η μέθοδος **createPolygon()**, επιστρέφει ένα αντικείμενο της κλάσης **GMapPolygon**. Είναι υπεύθυνη για τη γραφική αναπαράσταση των επιτρεπόμενων ζωνών πλεύσης που αντιστοιχούν σε καταχωρήσεις στον πίνακα polygon. Με χρήση

της μεθόδου **GetDatatable**, επιστρέφεται αντικείμενο που αντιστοιχεί στον πίνακα polygon. Ορίζεται ένα αντικείμενο **points** της κλάσης **List** το οποίο αντιστοιχεί σε γεωγραφικά σημεία (με βάση το γεωγραφικό μήκος και πλάτος των καταχωρίσεων). Στη συνέχεια, με χρήση μιας επανάληψης οι τιμές της στήλης **recorded** (δείκτης που χρησιμοποιείται για να υποδείξει ότι η γραφική αναπαράσταση των πολυγώνων έχει πραγματοποιηθεί) γίνονται **update** από **0** σε **1** και στο αντικείμενο **points** της κλάσης **List** καταχωρούνται δεδομένα σχετικά με το γεωγραφικό πλάτος και μήκος των καταχωρήσεων στον πίνακα polygon.

Τέλος, δημιουργείται και επιστρέφεται ένα αντικείμενο της κλάσης **GMapPolygon**, με βάση τη λίστα **points**, και με χρήση των μεθόδων **Fill()** και **Stroke()**, ορίζεται το χρώμα του αντικειμένου αυτού.

δ) public static int countPorts():

```

99      public static int countPorts()
100     {
101         SQLiteDatabase db;
102
103         db = new SQLiteDatabase();
104         DataTable count;
105         string query = "SELECT COUNT(tag) FROM port where country='GR'";
106         count = db.GetDataTable(query);
107
108         int i = Convert.ToInt16(count.Rows[0][0]);
109         return i;
110     }

```

Εικόνα 38: Η μέθοδος countPorts()

Η μέθοδος **countPorts()** επιστρέφει τον αριθμό των καταχωρήσεων του πίνακα ports. Ο τρόπος με τον οποίο συμβαίνει αυτό είναι απλός: με χρήση της μεθόδου **GetDataTable()**, και query που ορίζεται στη συγκεκριμένο μέθοδο επιστρέφεται ο αριθμός των καταχωρήσεων που η στήλη country τους έχει τιμή **'GR'** (δηλαδή των εγγραφών που αντιστοιχούν στους ελληνικούς λιμένες). Αυτός ο αριθμός εκχωρείται σε ακέραια μεταβλητή **i**, η οποία είναι και η έξοδος της μεθόδου **countPorts()**.

ε) public static int countVessels():

```

111     public static int countVessels()
112     {
113         SQLiteDatabase db;
114
115         db = new SQLiteDatabase();
116         DataTable count;
117         string query = "SELECT COUNT(distinct imo) FROM history";
118         count = db.GetDataTable(query);
119
120         int j = Convert.ToInt16(count.Rows[0][0]);
121         return j;
122     }

```

Εικόνα 39: Η μέθοδος countVessels()

Η μέθοδος **countVessels()**, με παρόμοιο τρόπο όπως η μέθοδος **countPorts()** επιστρέφει τον αριθμό των εγγραφών του πίνακα history που αντιστοιχούν στα σημεία τα οποία το πλοίο εξέπεμψε τελευταία φορά δεδομένα AIS.

στ) public static int countAreas():

```
123     public static int countAreas()
124     {
125         SQLiteDatabase db;
126
127         db = new SQLiteDatabase();
128         DataTable count;
129         string query = "select count(distinct polyid) from polygon";
130         count = db.GetDataTable(query);
131
132         int k = Convert.ToInt16(count.Rows[0][0]);
133         return k;
134     }
```

Εικόνα 40: Η μέθοδος countAreas()

Η μέθοδος **countAreas()**, επιστρέφει τον αριθμό των εγγραφών του πίνακα **polygon**.

ζ)public static int countAreasNotRecorded():

```
135     public static int countAreasNotRecorded()
136     {
137         SQLiteDatabase db;
138
139         db = new SQLiteDatabase();
140         DataTable count;
141         string query = "select count(distinct polyid) from polygon where recorded = '0'";
142         count = db.GetDataTable(query);
143
144         int k = Convert.ToInt16(count.Rows[0][0]);
145         return k;
146     }
```

Εικόνα 41: Η μέθοδος countAreasNotRecorded()

Η μέθοδος **countAreasNotRecorded()**, επιστρέφει τον αριθμό των εγγραφών του πίνακα **polygon** που η τιμή της στήλης **recorded** των οποίων είναι **0**, δηλαδή των σημείων που αντιστοιχούν σε ζώνες χαρακτηρισμένης πλεύσης και δεν έχουν αναπαρασταθεί ακόμα γεωγραφικά στην εφαρμογή Arc Monitoring.

η) public static int countWaypoints():

```

147     public static int countWaypoints()
148     {
149         SQLiteDatabase db;
150
151         db = new SQLiteDatabase();
152         DataTable count;
153         string query = "SELECT COUNT(imo) FROM history where imo=" + ArcView.vesselClick+"";
154         count = db.GetDataTable(query);
155
156         int l = Convert.ToInt16(count.Rows[0][0]);
157         return l;
158     }
159 }
160

```

Εικόνα	42:	H	μέθοδος	countWayPoints()
--------	-----	---	---------	------------------

Η μέθοδος **countWayPoints()** επιστρέφει τον αριθμό των σημείων της πορείας μίας εγγραφής, η τιμή της στήλης **imo** της οποίας είναι συγκεκριμένη και αντιστοιχεί στο string **ArcView.vesselClick** (string που ορίζεται στο αρχείο **ArcView.cs**).

5.3.3 ArcView.cs

Στο αρχείο **ArcView.cs** ορίζεται ο κώδικας ο οποίος είναι υπεύθυνος για την γραφική αναπαράσταση των δεδομένων της εφαρμογής. Συγκεκριμένα στο αρχείο **ArcView.cs** ορίζονται οι εξής κλάσεις και μέθοδοι:

α) public static string VesselClick:

Η μεταβλητή **VesselClick** είναι μια μεταβλητή τύπου string στην οποία εκχωρούνται συγκεκριμένες τιμές και αξιοποιείται σε μεθόδους που περιγράφονται παρακάτω.

β) public ArcView():

Η μέθοδος **ArcView()** είναι ο constructor της κλάσης **ArcView**, που καλείται κατά την εκτέλεση της εφαρμογής. Η μέθοδος αυτή, κατά την κλήση της, αλλάζει το εικονίδιο των παραθύρων της εφαρμογής Arc Monitoring και θέτει την τιμή **0** στη στήλη **recorded** για όλες τις εγγραφές, του πίνακα **polygon**, υποδεικνύοντας έτσι ότι οι ζώνες χαρακτηριζόμενης πλεύσης δεν έχουν ακόμη αναπαρασταθεί γραφικά.

```

7   using System.Text;
8   using System.Threading.Tasks;
9   using System.Windows.Forms;
10  using GMap.NET;
11  using GMap.NET.WindowsForms;
12  using GMap.NET.WindowsForms.Markers;
13  using GMap.NET.MapProviders;
14
15  namespace ARC
16  {
17      public partial class ARCView : Form
18      {
19          public static string vesselClick;
20          public ARCView()
21          {
22              InitializeComponent();
23              //change the icon of the application
24              this.Icon = ARC.Properties.Resources.boat;
25              //to initialize the database for the polygons to appear
26              SQLiteDatabase db = new SQLiteDatabase();
27              db.execute("update polygon set recorded = '0'");
28          }
29      }

```

Εικόνα 43: Η μεταβλητή vesselClick και η μέθοδος ARCView()

γ) private void gmap_Load (object sender, EventArgs e):

```

30  private void gmap_Load(object sender, EventArgs e)
31  {
32      gmap.MapProvider = GMap.NET.MapProviders.BingMapProvider.Instance;
33      GMaps.Instance.Mode = GMap.NET.AccessMode.ServerOnly;
34      gmap.SetPositionByKeywords("Kalamata, Greece");
35      gmap.ShowCenter = false;
36      showRoute.Enabled = false;
37  }

```

Εικόνα 44: Η μέθοδος gmap_Load()

Η μέθοδος **gmap_Load()** ορίζει τον πάροχο του χάρτη που χρησιμοποιεί η μεταβλητή Arc Monitoring μέσω της εκχώρησης της κατάλληλης τιμής στο **gmap.MapProvider** καθώς και το σημείο στο οποίο θα εστιάξει ο χάρτης κατά την εκκίνηση εφαρμογής μέσω της γραμμής **gmap.SetPositionByKeywords()**.

γ) private void aboutToolStripMenuItem_Click(object sender, EventArgs e):

```

38  private void aboutToolStripMenuItem_Click(object sender, EventArgs e)
39  {
40      MessageBox.Show("Created by Nikolaos Soulantikas\nemail: n.soulantikas@hotmail.com\nTel: +30 6942668388");
41  }

```

Εικόνα 45: Η μέθοδος aboutToolStripMenuItem_Click()

Η συγκεκριμένη μέθοδος δέχεται ως είσοδο ένα αντικείμενο **sender** της κλάσης **object**, ένα αντικείμενο **e** της κλάσης **EventArgs** και εμφανίζει ένα αντικείμενο της κλάσης **MessageBox** που παρουσιάζει πληροφορίες για το δημιουργό της εφαρμογής στην οθόνη του χρήστη.

δ) private void gmap_OnMarkerClick(GMapMarker item, MouseEventArgs e):

```

42:     private void gmap_OnMarkerClick(GMapMarker item, MouseEventArgs e)
43:     {
44:         Console.WriteLine(String.Format("Marker {0} was clicked.", item.Tag));
45:
46:         //MessageBox.Show("Clicked "+item.Tag);
47:         //choose the vessel to show the route for
48:         vesselClick = (string)item.Tag;
49:         //IMO number is 7 digits
50:         if (vesselClick.Length == 7)
51:         {
52:             choice.Text = vesselClick;
53:
54:         }
55:         //show the info of the port in the status box or show further information
56:         else
57:         {
58:             statusBox.Text = (string)item.Tag;
59:         }
60:     }

```

Εικόνα 46: Η μέθοδος gmap_OnMarkerClick()

Η μέθοδος **gmap_OnMarkerClick()**, δέχεται ως είσοδο ένα αντικείμενο **item** της κλάσης **GMapMarker** και ένα αντικείμενο **e** της κλάσης **EventArgs**. Η συγκεκριμένη μέθοδος, σε κάθε επιλογή του δείκτη στο συγκεκριμένο αντικείμενο, ελέγχει την τιμή της string μεταβλητής **vesselClick**. Σε περίπτωση που το μήκος αυτής είναι 7 γράμματα (δηλαδή η τιμή της αντιστοιχεί σε κάποιον κώδικα IMO) τότε το **choice.Text** λαμβάνει την τιμή της μεταβλητής **vesselClick**. Σε κάθε άλλη περίπτωση, το attribute **Text** του αντικειμένου **statusBox** λαμβάνει την τιμή του attribute **Tag** του αντικειμένου **item**. Το παραπάνω σημαίνει ότι στην πρώτη περίπτωση, εμφανίζεται ο κώδικας IMO του πλοίου που αντιστοιχεί στο αντικείμενο τύπου **GMapMarker** που έχει επιλεγεί, ενώ σε αντίθετη περίπτωση στο πεδίο που βρίσκεται κάτω δεξιά στο παράθυρο της εφαρμογής Arc Monitoring, εμφανίζεται το string που αποτελεί την τιμή του attribute **Tag** του συγκεκριμένου **item**.

ε) private void gmap_OnPolygonClick (GMapPolygon item, MouseEventArgs e):

```

61:     private void gmap_OnPolygonClick(GMapPolygon item, MouseEventArgs e)
62:     {
63:         statusBox.Text = Convert.ToString(item.Name);
64:     }

```

Εικόνα 47: Η μέθοδος gmap_OnPolygonClick()

Η μέθοδος **gmap_OnPolygonClick()** δέχεται ως είσοδο ένα αντικείμενο **item** της κλάσης **GMapPolygon** και ένα αντικείμενο **e** της κλάσης **MouseEventArgs**, και κάθε φορά που εκτελείται, το attribute **Text** του αντικειμένου **StatusBox** λαμβάνει την τιμή του **item.Name**, δηλαδή στο πεδίο κάτω δεξιά στο παράθυρο της εφαρμογής Arc Monitoring, εμφανίζεται η τιμή του **item.Name**.

στ) `private void gmap_OnPolygonEnter (GMapPolygon item):`

```

65 private void gmap_OnPolygonEnter(GMapPolygon item)
66 {
67     statusBox.Text = ("This is the polygon of " + item.Tag + ". Click for more details.");
68 }

```

Εικόνα 48: Η μέθοδος gmap_OnPolygonEnter()

Η μέθοδος `gmap_OnPolygonEnter()` δέχεται ως είσοδο ένα αντικείμενο της κλάσης `GMapPolygon` και κατά την κλήση της εμφανίζει στο πεδίο που βρίσκεται κάτω δεξιά στο παράθυρο της εφαρμογής την πρόταση “**This is the polygon of “+item.Tag”.Click for more details**”. Αυτό το μήνυμα ουσιαστικά ενημερώνει το χρήστη σχετικά με το ποια ζώνη χαρακτηριζόμενη πλεύσης είναι αυτή την οποία έχει επιλέξει με το ποντίκι του.

ζ) `private void loadports_Click (object sender, EventArgs e):`

```

69 private void loadPorts_Click(object sender, EventArgs e)
70 {
71     GMapOverlay markers = new GMapOverlay("markers");
72     int countPorts = ManageMarkers.countPorts();
73     for (int i = 0; i < countPorts; i++)
74     {
75         markers.Markers.Add(ManageMarkers.createPort(i));
76     }
77     gmap.Overlays.Add(markers);
78     gmap.Zoom = gmap.Zoom+1;
79     loadPorts.Enabled = false;
80 }

```

Εικόνα 49: Η μέθοδος loadports_Click()

Η συγκεκριμένη μέθοδος δέχεται ως είσοδο ένα αντικείμενο `sender` της κλάσης `object`, ένα αντικείμενο `e` της κλάσης `EventArgs`, και δημιουργεί ένα αντικείμενο της κλάσης `GMapOverlay`. Ύστερα, υπολογίζει τον αριθμό των καταχωρήσεων του πίνακα port με χρήση της μεθόδου `ManageMarkers.countPorts()` και την εκχωρεί στην ακεραία μεταβλητή `countPorts`. Για κάθε τέτοια καταχώρηση, καλεί την `markers.Markers.Add(ManageMarkers.createPort(i))`. Ύστερα, με χρήση της `gmap.Overlays.Add(markers)`, η λίστα `markers` προστίθεται στην λίστα `gmap.Overlays`. Συνοπτικά, η μέθοδος αυτή δημιουργεί ένα overlay πάνω στον χάρτη, το οποίο αποτελείται από τα αντικείμενα `markers` (δηλαδή σημεία πάνω στο χάρτη) που αναπαριστούν γραφικά τις καταχωρήσεις που αντιστοιχούν στους λιμένες της βάσης `arc.sqlite`.

η) private void loadAreas_Click (object sender, EventArgs e):

```

95     private void loadAreas_Click(object sender, EventArgs e)
96     {
97         // -1 because there an extra fake area for populating them
98         int i = ManageMarkers.countAreas()-1;
99         GMapOverlay polygons = new GMapOverlay("polygons");
100        if (ManageMarkers.countAreasNotRecorded() > 0)
101        {
102            for (int k = 0; k < i; k++)
103            {
104                polygons.Polygons.Add(ManageMarkers.createPolygon());
105            }
106            gmap.Overlays.Add(polygons);
107            gmap.Zoom = gmap.Zoom - 1;
108            //Enable or disable reload of areas
109            //loadAreas.Enabled = false;
110        }
111        else i=1;
112    }

```

Εικόνα 50: Η μέθοδος loadAreas_Click()

Η συγκεκριμένη μέθοδος δέχεται ως είσοδο ένα αντικείμενο **sender** της κλάσης **object** και ένα αντικείμενο **e** της κλάσης **EventArgs** και με παρόμοιο τρόπο όπως στην περίπτωση της μεθόδου **loadPorts_Click**, προσθέτει στα **overlays** που χρησιμοποιεί ο χάρτης που αξιοποιεί η εφαρμογή Arc Monitoring, τα πολύγωνα που αντιστοιχούν στις ζώνες χαρακτηριζόμενης πλεύσης.

θ) private void loadVessels_Click (object sender, EventArgs e):

```

81     private void loadVessels_Click(object sender, EventArgs e)
82     {
83         GMapOverlay markers = new GMapOverlay("markers");
84         int countVessels = ManageMarkers.countVessels();
85         for (int j = 0; j < countVessels; j++)
86         {
87             markers.Markers.Add(ManageMarkers.createVessel(j));
88         }
89         gmap.Overlays.Add(markers);
90         gmap.Zoom = gmap.Zoom - 1;
91         loadVessels.Enabled = false;
92         loadVessels.Text = "Vessels Loaded";
93         showRoute.Enabled = true;
94     }

```

Εικόνα 51: Η μέθοδος loadVessels_Click()

Όπως στις δύο προηγούμενες περιπτώσεις, έτσι και στην περίπτωση της μεθόδου **loadVessels_Click()**, η συγκεκριμένη μέθοδος προσθέτει στη λίστα **gmap.Overlays** τα σημεία εκείνα στον χάρτη που αντιστοιχούν στα τρέχοντα σημεία στα οποία βρίσκονται τα πλοία της βάσης **arc.sqlite**.

i) private void showRoute_Click (object sender, EventArgs e):

```

113 private void showRoute_Click(object sender, EventArgs e)
114 {
115     SQLiteDatabase db;
116     db = new SQLiteDatabase();
117     DataTable vesselRoutes;
118     string query = "select imo, name, cast(date as varchar) || ' ' || cast(time as varchar) as timestamp, latitude, longitude";
119     query += " from history where imo=" + vesselClick + " order by date desc, time desc";
120     vesselRoutes = db.GetDataTable(query);
121     double lat;
122     double lon;
123
124     GMapOverlay routes = new GMapOverlay("routes");
125     GMapOverlay markers2 = new GMapOverlay("markers2");
126
127     List<PointLatLng> points = new List<PointLatLng>();
128     //find how many waypoints are available in db for this vessel
129     int countWaypoints = ManageMarkers.countWaypoints();
130     //for every waypoint add a marker that has the info of it
131     for (int l = 0; l < countWaypoints; l++)
132     {
133         points.Add(new PointLatLng(Convert.ToDouble(vesselRoutes.Rows[l][3]), (Convert.ToDouble(vesselRoutes.Rows[l][4]))));
134         for (int m = 0; m < countWaypoints; m += 10)
135         {
136             lat = Convert.ToDouble(vesselRoutes.Rows[m][3]);
137             lon = Convert.ToDouble(vesselRoutes.Rows[m][4]);
138             string info = Convert.ToString(vesselRoutes.Rows[m][2]);
139             GMapMarker marker = new GMapMarkerGoogle(new PointLatLng(lat, lon), new Bitmap(Arc.Properties.Resources.rt));
140             marker.ToolTipText = info;
141             marker.Tag = Convert.ToString(vesselRoutes.Rows[m][2]);
142             markers2.Markers.Add(marker);
143         }
144     }
145     GMapRoute route = new GMapRoute(points, "Vessel Route");
146
147     route.Stroke = new Pen(Color.Red, 2);
148     routes.Routes.Add(route);
149     gmap.Overlays.Add(markers2);
150     gmap.Overlays.Add(routes);
151     gmap.UpdateRouteLocalPosition(route);
152     gmap.Zoom = gmap.Zoom + 1;
153 }

```

Εικόνα 52: Η μέθοδος showroute_Click()

Η μέθοδος **showroute_Click()** δέχεται ως είσοδο ένα αντικείμενο **sender** της κλάσης **object** και ένα αντικείμενο **e** της κλάσης **EventArgs**, δημιουργεί σύνδεση με την βάση δεδομένων **arc.sqlite**, και με χρήση της μεθόδου **db.GetDataTable()** επιστρέφει ένα αντικείμενο που αντιστοιχεί σε εγγραφές του πίνακα **history** που η τιμή τους στη στήλη **imo** ταυτίζεται με την τιμή της string μεταβλητής **vesselClick**. Τα δεδομένα ταξινομούνται σε φθίνουσα σειρά, με βάση την τιμή των στηλών **date** και **time**.

Ύστερα δημιουργούνται δύο νέα αντικείμενα της κλάσης **GMapOverlays** και μια λίστα **points**. Στη συνέχεια με χρήση της συνάρτησης **ManageMarkers.countWaypoints()**, γίνεται καταμέτρηση των εγγραφών που σχετίζονται με το πλοίο που αντιστοιχεί στην εγγραφή με τον εν λόγω IMO (δηλαδή την κατάλληλη τιμή στην στήλη **imo** της εγγραφής) και η τιμή που προκύπτει εκχωρείται στην ακέραια μεταβλητή **waypoints**. Με μια επανάληψη, στη λίστα **points** προστίθενται οι τιμές που αντιστοιχούν στο γεωγραφικό μήκος και πλάτος, και με χρήση εμφωλευμένης επανάληψης δημιουργούνται αντικείμενα της κλάσης **GMapMarker** που αντιστοιχούν στις κατάλληλες συντεταγμένες του χάρτη. Τέλος, δημιουργείται ένα αντικείμενο **route** της κλάσης **GMapRoute**. Το αντικείμενο αυτό προστίθεται στη λίστα **gmap.Overlays**, αφού οριστεί με τη χρήση της κλάσης **Pen** το attribute **route.Stroke**. Συνοπτικά, με την μέθοδο **showroute_Click()**, η εφαρμογή Arc Monitoring υλοποιεί την γραφική αναπαράσταση των πορειών των πλοίων που αντιστοιχούν στις εγγραφές του πίνακα **history**, δημιουργώντας σημεία αντίστοιχα με τις συντεταγμένες που αναφέρονται σε αυτές, και ενώνοντας τα σημεία αυτά μεταξύ τους στην παραθυρική εφαρμογή.

Κεφάλαιο 6: Αξιολόγηση της Εφαρμογής και Συμπεράσματα

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, η ναυτιλία και το θαλάσσιο εμπόριο αποτελεί, αδιαμφισβήτητα, ένα σημαντικό ποσοστό της παγκόσμιας οικονομίας. Το γεγονός αυτό, σε συνδυασμό με την αύξηση των απαιτήσεων που έχει ως αποτέλεσμα, οδηγεί σε ενδεχόμενους κινδύνους, η αντιμετώπιση των οποίων κρίνεται αναγκαία. Η ανάγκη για ελαχιστοποίηση του κόστους, αύξηση των κερδών καθώς και τη διασφάλιση της ασφάλειας του εξοπλισμού και του ανθρώπινου δυναμικού που απασχολείται στον τομέα της ναυτιλίας, όπως και της αξιοπιστίας μιας ναυτιλιακής εταιρείας, απαιτεί την έγκαιρη αποφυγή και όχι απλώς την μετέπειτα αντιμετώπιση των κινδύνων που προκύπτουν κατά την διάρκεια της πλεύσης ενός πλοίου. Μέσω του **Διεθνούς Ναυτιλιακού Οργανισμού (IMO)** και της **Διεθνούς Συνθήκης για την Ασφάλεια της Ανθρώπινης Ζωής στη Θάλασσα (Συνθήκη SOLAS)** που θέτει συγκεκριμένες απαιτήσεις και πρότυπα ασφάλειας, καθώς και δεδομένης της εξέλιξης της τεχνολογίας, τα **Συστήματα Ταυτοποίησης και Παρακολούθησης Πλοίων για την Ασφάλεια στη Ναυτιλία**, και συγκεκριμένα ένα είδος αυτών, τα **Συστήματα Αυτόματης Ταυτοποίησης (AIS)**, διευκολύνουν την επίτευξη του παραπάνω στόχου, μιας και υλοποιούν, με αυτοματοποιημένο τρόπο, την συλλογή, μετάδοση αλλά και προβολή δεδομένων που συλλέγονται από πλοία, κάνοντας δυνατή των παρακολούθηση των τελευταίων.

Λόγω των παραπάνω, χρήστες των Συστημάτων Αυτόματης Ταυτοποίησης (πλήρωμα πλοίων κ.α.) μπορούν να εξάγουν χρήσιμες πληροφορίες (ταχύτητα, πορεία πλοίων, ζώνες που χαρακτηρίζονται επικίνδυνες για την πλεύση κ.α.) που θα τους οδηγήσουν στις βέλτιστες αποφάσεις. Γίνεται λοιπόν εμφανές, ότι λόγω της πολυπλοκότητας και του πλήθους των παραγόντων που απαιτείται να εκτιμηθούν προκειμένου να ληφθεί οποιαδήποτε απόφαση, η εύρεση ενός ευνοήτου τρόπου παρουσίασης του όγκου των δεδομένων που παρέχουν τα συστήματα AIS είναι βασικός πυλώνας μιας επιτυχημένης προσέγγισης στο πρόβλημα που παρουσιάζεται. Ο τρόπος παρουσίασης των AIS δεδομένων και η κατάλληλη επιλογή εργαλείων για αυτό τον σκοπό είναι ίσης σημασίας με τον τρόπο συλλογής τους. Η σωστή και αξιόπιστη σχεδίαση του τμήματος των AIS συστημάτων που αναλαμβάνουν τη λειτουργία αυτή, έχει καθοριστικό ρόλο στην επίτευξη του στόχου τους: την αξιόπιστη παρακολούθηση και βελτιστοποίηση των αποφάσεων που σχετίζονται με την πλεύση ενός πλοίου, προκειμένου να διατηρηθεί η ασφάλεια και η αξιοπιστία σε κάθε πτυχή της ναυτιλίας.

Για το λόγο αυτό, στην παρούσα εργασία, υλοποιήθηκε το τμήμα ενός AIS που αναλαμβάνει την παρουσίαση δεδομένων που λαμβάνονται από συσκευές AIS. Με χρήση της γλώσσας **C#** και του **Microsoft Visual Studio**, υλοποιήθηκε μια παραθυρική εφαρμογή, η οποία αξιοποιώντας τη βιβλιοθήκη **GMAP.NET** και με χρήση χαρτών που παρέχονται από τη Google, απεικονίζει με γραφικό τρόπο πραγματικά δεδομένα που σχετίζονται με την πλεύση και την κατάσταση πλοίων που έχουν ήδη ληφθεί από αναγνωρισμένους παρόχους.

Κινούμενη στα πλαίσια της συνεχούς παρακολούθησης και στην όλο και μεγαλύτερη παροχή πληροφοριών, η εφαρμογή που αναπτύχθηκε στα πλαίσια της παρούσας εργασίας, συνδυάζει διαφορετικούς πόρους και στην απεικόνιση αυτών. Με τον σχεδιασμό και την προσέγγιση της πληροφορίας, κάθε πάροχος ή προμηθευτής πληροφορίας μπορεί να απεικονίσει τα δεδομένα του με γεωγραφική προσέγγιση. Με τα έξτρα στρώματα πληροφορίας (overlays) και με σε συνδυασμό με την ακριβή τοποθεσία των πλοίων, ο χρήστης της εφαρμογής μπορεί με το πάτημα ενός κουμπιού να ελέγξει όλες τις πληροφορίες που αφορούν στην περιοχή που πλέει ή ενδεχομένως να πλέει το πλοίο. Με την εφαρμογή να εστιάζει στα έξτρα στρώματα πληροφορίας, η εφαρμογή έχει ως τελικό αποδέκτη τον χρήστη, ο οποίος είναι και ο καταλληλότερος στο να αναγνωρίζει και να αξιολογεί τις πληροφορίες. Οι αυτόματες διαδικασίες και η τεχνική υλοποίηση αφορούν στην εύκολη και άμεση προβολή των πληροφοριών και όχι στην αυτόματη αναγνώριση κινδύνων.

Στην εποχή όπου η ναυτιλία χρειάζεται όλο και περισσότερο τον έλεγχο ή αξιολόγηση ρίσκου αλλά και την ορθή λήψη καθοριστικών αποφάσεων, ο χρήστης πρέπει να έχει στην διάθεσή του άμεσα την μέγιστη δυνατή πληροφορία, προκειμένου να εξάγει το πόρισμα του. Η εφαρμογή **Arc Monitoring** συμβάλλει επιτυχημένα στην επίτευξη αυτού του σκοπού.

Βιβλιογραφία

- [1] United Nations Conference on Trade and Development, Review of Maritime Transport 2017, United Nations New York and Geneva, 2017
- [2] Marine Traffic: Global Ship Tracking Intelligence [Ηλεκτρονικό], Available: <https://www.marinetraffic.com> [Πρόσβαση: Μάρτιος 2018]
- [3] Παναγιώτης Δημητρίου, Συστήματα Παρακολούθησης Πλοίων Ανά την Υφήλιο και Ανάλογος Εξοπλισμός επί του Πλοίου, Ακαδημία Εμπορικού Ναυτικού Μακεδονίας
- [4] International Maritime Organization, Introduction to IMO [Ηλεκτρονικό], Available: <http://www.imo.org/en/About/Pages/Default.aspx> [Πρόσβαση: Μάρτιος 2018]
- [5] International Maritime Organization, International Convention for the Safety of Life at Sea (SOLAS) - 1974 [Ηλεκτρονικό], Available: [http://www.imo.org/en/About/conventions/listofconventions/pages/international-convention-for-the-safety-of-life-at-sea-\(solas\),-1974.aspx](http://www.imo.org/en/About/conventions/listofconventions/pages/international-convention-for-the-safety-of-life-at-sea-(solas),-1974.aspx) [Πρόσβαση: Μάρτιος 2018]
- [6] Anish, 8 Maritime Systems That Ensures Ship Safety and Security [Ηλεκτρονικό], Available: <https://www.marineinsight.com/marine-safety/8-maritime-systems-that-ensures-ship-safety-and-security/> [Πρόσβαση: Σεπτέμβριος 2018]
- [7] Vira Shipping, ISM / ISPS Management [Ηλεκτρονικό], Available: <http://www.virashipping.com/services/ism-isps-management/> [Πρόσβαση Σεπτέμβριος 2018]
- [8] GMDSS for Oman [Ηλεκτρονικό], Available: <http://qnme.net.om/network-und-communication-solutions/gmdss-for-oman.html> [Πρόσβαση: Σεπτέμβριος 2018]
- [9] MI News Network, The Long Range Tracking and Identification (LRIT) System: Tracking and Monitoring Ships [Ηλεκτρονικό], Available: <https://www.marineinsight.com/maritime-law/the-long-range-tracking-and-identification-lrit-system-tracking-and-monitoring-ships/> [Πρόσβαση: Σεπτέμβριος 2018]
- [10] Shwu-Jing Chang, Vessel identification and monitoring systems for maritime security, IEEE 37th Annual 2003 International Carnahan Conference on Security Technology, 2003. Proceedings, 2003
- [11] The Pew Charitable Trusts, Tracking Fishing Vessels Around the Globe [Ηλεκτρονικό], Available: <https://www.pewtrusts.org/en/research-and-analysis/fact-sheets/2016/05/tracking-fishing-vessels-around-the-globe> [Πρόσβαση: Σεπτέμβριος 2018]
- [12] Wikipedia, Inmarsat – C [Ηλεκτρονικό], Available: <https://en.wikipedia.org/wiki/Inmarsat-C> [Πρόσβαση: Σεπτέμβριος 2018]
- [13] Shipping 21, Vessel Monitoring System [Ηλεκτρονικό], Available: http://www.shipping21.com/intro/english/vms/vms_02.jsp [Πρόσβαση: Σεπτέμβριος 2018]
- [14] Bréhaut, Denise GMDSS: A User's Guide, London: Adlard Coles Nautical, 2009
- [15] Μπουκάβαλας Προκόπιος, Ανάλυση Σύνθετων Γεγονότων του Αυτόματου Συστήματος Ανανώρισης (AIS), Πανεπιστήμιο Πειραιά, Πειραιάς, 2016
- [16] satcomlink, Automatic Identification System [Ηλεκτρονικό], Available: <http://satcomlink.com.my/automatic-identification-system-ais/> [Πρόσβαση: Απρίλιος 2018]
- [17] Shangbo Mao, Enmei Tu, Guanghao Zhang, Lily Rachmawati, Eshan Rajabally, and Guang-Bin Huang, An Automatic Identification System (AIS) Database for Maritime Trajectory Prediction and Data Mining, Nanyang Technological University Singapore, Advanced Technology Centre Rolls-Royce Singapore Pte Ltd, Strategic Research Center Rolls-Royce Plc, Singapore
- [18] Minerva Marine Inc. [Ηλεκτρονικό], Available: <https://www.minervamarine.com/>, [Πρόσβαση: Απρίλιος 2018]
- [19] National Geospatial – Intelligence Agency, World Port Index [Ηλεκτρονικό], Available: https://msi.nga.mil/NGAPortal/MSI.portal?nfpb=true&pageLabel=msi_portal_page_62&pubCode=0015 [Πρόσβαση: Απρίλιος 2018]
- [20] LMA Lloyds, Joint War Committee [Ηλεκτρονικό], Available: <http://www.lmalloyds.com/lma/jointwar> [Πρόσβαση: Απρίλιος 2018]
- [21] .Net, Microsoft [Ηλεκτρονικό], Available: <https://www.microsoft.com/net> [Πρόσβαση: Μάιος 2018]
- [22] #C Guide, Microsoft [Ηλεκτρονικό], Available: <https://docs.microsoft.com/en-us/dotnet/csharp/> [Πρόσβαση: Μάιος 2018]
- [23] SQLite [Ηλεκτρονικό], Available: <https://www.sqlite.org/index.html> [Πρόσβαση: Μάιος 2018]
- [24] Microsoft, Visual Studio [Ηλεκτρονικό], Available: <https://visualstudio.microsoft.com/> [Πρόσβαση: Μάιος 2018]

[25] SQLite Studio [Ηλεκτρονικό], Available: <https://sqlitestudio.pl/index.rvt> [Πρόσβαση: Μάιος 2018]

[26] GitHub, GMap.NET - Great Maps for Windows Forms & Presentation [Ηλεκτρονικό], Available: GMap.NET - Great Maps for Windows Forms & Presentation [Πρόσβαση: Μάιος 2018]