



Τεχνολογικό
Πανεπιστήμιο
Κύπρου

Σχολή Μηχανικής και
Τεχνολογίας

Πτυχιακή εργασία

**Σύστημα Παρακολούθησης και Έγκαιρης Προειδοποίησης Πλοίων
Χρησιμοποιώντας Δεδομένα AIS**

Πάυλος Κωνσταντίνου

Λεμεσός, Μάιος 2021

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΥΠΡΟΥ

Σχολή Μηχανικής και Τεχνολογίας

Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Ηλεκτρονικών
Υπολογιστών και Πληροφορικής

Πτυχιακή εργασία

Σύστημα Παρακολούθησης και Έγκαιρης Προειδοποίησης Πλοίων
Χρησιμοποιώντας Δεδομένα AIS

Πάυλος Κωνσταντίνου

Επιβλέπων Καθηγητής

Δρ. Ηρόδοτος Ηροδότου

Λεμεσός, Μάιος 2021

Πνευματικά δικαιώματα

Copyright © Παυλος Κωνσταντινου 2021

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Η έγκριση της πτυχιακής εργασίας από το Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Ηλεκτρονικών Υπολογιστών και Πληροφορικής του Τεχνολογικού Πανεπιστημίου Κύπρου δεν υποδηλώνει απαραίτητως και αποδοχή των απόψεων του συγγραφέα εκ μέρους του Τμήματος.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερα τον επιβλέπων καθηγητή Δρ. Ηρόδοτο Ηροδότου για την συνεχής καθοδήγηση στην όλη διαδικασία διεκπεραίωσης του έργου.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Χρόνο με το χρόνο παρατηρείτε μια αύξηση των πλοίων στις θάλασσες και αυτό φέρει ως αποτέλεσμα να υπάρχουν διάφοροι κίνδυνοι στους οποίους μπορούν να βρεθούν τα πλοία. Μια μέθοδος που χρησιμοποιείται για την επίλυση αυτών των ζητημάτων είναι με την χρήση του αυτοματοποιημένου συστήματος παρακολούθησης πλοίων, AIS. Σε αυτήν την πτυχιακή εργασία υλοποιήθηκε ένα νέο υπολογιστικό διαδικτυακό σύστημα, το AISafety. Το σύστημα έχει ως απώτερο σκοπό την αναπαράσταση σε πραγματικό χρόνο των πλοίων κλάσης A και B στην ευρύτερη περιοχή της Ανατολικής Μεσογείου με την χρήση AIS δεδομένων. Βασικό χαρακτηριστικό του συστήματος είναι η έγκαιρη και έγκυρη προειδοποίηση για εισερχόμενα και εξερχόμενα πλοία από διάφορες ενδιαφέρουσες περιοχές, αλλά και για τυχόν συγκρούσεις πλοίων. Αυτό επιτυγχάνεται με την υλοποίηση δυο διαφορετικών αλγορίθμων. Ο πρώτος είναι υπεύθυνος για την επίβλεψη της κατάστασης εντός διάφορων περιοχών. Ο χρήστης έχει την δυνατότητα να καθορίζει τον τύπο και την περιγραφή της κάθε περιοχής έτσι ώστε ο αλγόριθμος να την αντιμετωπίζει αναλόγως. Ο δεύτερος αλγόριθμος είναι υπεύθυνος για την πρόβλεψη μέχρι και 15 λεπτά αργότερα για τυχόν συγκρούσεις μεταξύ πλοίων λαμβάνοντας υπόψη τη θέση, την κατεύθυνση και την ταχύτητα των πλοίων.

ABSTRACT

Year after year there has been an increase in the number of ships at sea, resulting in various dangerous situations in which ships can be found. One method used to resolve these issues is through the use of an automated ship tracking system, AIS. A new web-based computer system, AISafety, was implemented in this thesis. The system is online and can visualize in real time class A and B ships in the general area of the Eastern Mediterranean sea using AIS data. A key feature of the system is generating real-time and valid warnings for incoming and outgoing ships from various areas of interest, as well as for potential ship collisions. This is achieved by implementing two different algorithms. The first one is responsible for monitoring the situation within the various areas. The user can specify the type and description of the areas so that the algorithm treats them accordingly. The second algorithm is responsible for predicting up to 15 minutes later any potential collisions between ships, while taking into consideration the ships' position, direction, and speed.

Keywords: AIS, Vessel, AISafety, Vessel monitoring, Collision detection

.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	v
ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ	vii
ΑΠΟΔΟΣΗ ΟΡΩΝ	xiii
1 Εισαγωγή	15
1.1 AIS data.....	15
1.2 Χρήση των AIS Data	16
1.3 Υπάρχοντα έργα με την χρήση AIS Data.....	16
1.4 Τι παρουσιάζει αυτή η διατριβή.....	17
2 Αρχιτεκτονική.....	19
2.1 Συλλογή AIS δεδομένων.....	19
2.2 Αρχιτεκτονική της σελίδας	20
2.3 Αρχιτεκτονική αλγορίθμων παραγωγής ειδοποιήσεων.....	21
2.4 Αρχιτεκτονική Βάσης Δεδομένων	22
3 Μεθοδολογία.....	24
3.1 Μεθοδολογίας δράσης-έρευνας	24
3.1.1 Ξεκίνημα	24
3.1.2 Χειμερινό εξάμηνο	24
3.1.3 Εαρινό εξάμηνο	25
3.2 Δυνατότητες πλατφόρμας	25
3.2.1 Κύρια σελίδα.....	25
3.2.2 Σελίδα παρακολούθησης όλων των ειδοποιήσεων.....	30
3.2.3 Σύστημα διαχείρισης σύνδεσης στην πλατφόρμας και οι ρόλοι που υπάρχουν.....	31
3.2.4 Διαχείριση πολυγώνων	34

3.3	Περιγραφή αλγορίθμων	37
3.3.1	Αλγόριθμος εντοπισμού εισόδων και εξόδων από περιοχές και κινητικότητα σε επικίνδυνες περιοχές	37
3.3.2	Αλγόριθμος πρόβλεψης συγκρούσεων μεταξύ πλοίων	42
4	Αποτελέσματα.....	48
4.1	Αποτελέσματα του αλγορίθμου στις περιπτώσεις είσοδου, εξόδου από μια περιοχή και προσέλευση σε μια επικίνδυνη περιοχή	48
4.2	Αποτελέσματα του αλγορίθμου στην περίπτωση πρόβλεψης σύγκρουσης δυο πλοίων	51
5	Επίλογος.....	53
5.1	Δυσκολίες.....	53
5.2	Προτάσεις για το μέλλον.....	54
5.3	Εν Κατακλείδι	54
6	Βιβλιογραφία	55

Διάγραμμα 1: Πορεία συλλογής AIS δεδομένων	19
Διάγραμμα 2: MVC αρχιτεκτονική του Framework Laravel	20
Διάγραμμα 3: Διαδικασία επικοινωνία αλγορίθμων με την Βάση δεδομένων.....	21
Διάγραμμα 4: Ομαδοποιημένοι οι πίνακες της βάσεις δεδομένων με βάση πια κομμάτια του συστήματος αλληλοεπιδρούν	23
Διάγραμμα 5: Κύρια σελίδα	25
Διάγραμμα 6: Παράδειγμα πληροφοριών για ένα πλοίο το οποίο παρέχει το σύστημα	26
Διάγραμμα 7: Παράδειγμα πληροφοριών που παρέχει το σύστημα για μια περιοχή.....	27
Διάγραμμα 8: Τα μηνύματα χωρίζονται με τρεις ετικέτες όπου παρουσιάζονται με την κάθε μια εικόνα πιο πάνω. Η πρώτη παρέχει πληροφορίες για τις τρεις πιο μακρινές σε χρόνο πρόβλεψης συγκρούσεις και τις τρεις πιο πρόσφατες εισόδους και εξόδους από περιοχές. Η δεύτερη δείχνει τις 6 σε χρόνο πιο πρόσφατες προβλέψεις συγκρούσεις και η τρίτη ετικέτα τις 6 τελευταίες εισόδους και εξόδους πλοίων από τις περιοχές.	28
Διάγραμμα 9: Παράδειγμα αντίδρασης χάρτη σε περίπτωση πατήματος σε μήνυμα πρόβλεψης μελλοντικής σύγκρουσης.	28
Διάγραμμα 10 : Παράδειγμα αντίδρασης χάρτη σε περίπτωση πατήματος σε μήνυμα πρόβλεψης μελλοντικής σύγκρουσης όπου πέρασε ο χρόνος τις πρόβλεψης.	29
Διάγραμμα 11: Παράδειγμα αντίδρασης χάρτη σε περίπτωση πατήματος σε ειδοποίηση εισόδου ή εξόδου πλοίου από συγκεκριμένη περιοχή.	29
Διάγραμμα 12: Σελίδα παρακολούθησης όλων των ειδοποιήσεων όπου παράχθηκαν από το σύστημα	30
Διάγραμμα 13: Οθόνη διαχείρισης χρηστών όπου έχει την δυνατότητα να βλέπει μόνο ο Super Admin	31
Διάγραμμα 14: Οθόνη προφίλ	32
Διάγραμμα 15: Οθόνη αλλαγής κωδικού δια μέσου του προφίλ ενός χρήστη	32
Διάγραμμα 16: Οθόνη φόρμας για την επεξεργασία κάποιου χρήστη	33
Διάγραμμα 17: Οθόνη δημιουργίας νέου χρήστη.....	33

Διάγραμμα 18: Οθόνη που παρουσιάζει το κομμάτι προβολής όλων των πολυγώνων ‘περιοχές’ .Επειτα είναι και ένα παράδειγμα περιγραφής μια περιοχής μετά από το πάτημα στο όνομα της από τον πίνακα που βρίσκεται στα δεξιά.....	34
Διάγραμμα 19: Οθόνη προσθήκης πολυγώνων “περιοχών”. Στο διάγραμμα φαίνονται δυο τρόποι προσθήκης περιοχών. Ένας τρόπος είναι μέσω τις σχεδίασης από το κουμπί που παριστάνει το πολύγωνο όπου φαίνεται στον χαρτιού και ο δεύτερος με την προσθήκη αρχείου geojson μορφής.	36
Διάγραμμα 20: Οθόνη παρουσίασης υπαρχόντων ειδών .Στα δεξιά βλέπουμε μια φόρμα όπου κάποιος χρήστης αναλόγως του “Type of message” θα πάρει και το κατάλληλο χρώμα του πολυγώνου. Το ‘INFO’ αντιπροσωπεύει το μπλε , ‘WARNING’ το κίτρινο , ‘DANGER’ το κόκκινο και το ‘SAFE ZONE’ το πράσινο.....	36
Διάγραμμα 21: Παράσταση όπου δείχνει πέντε διαφορετικά πλοία, για το πως τα βλέπει ο αλγόριθμος. Έχουμε αυτά που είναι ένα σημείο όπου φαίνονται με τους μικρούς κύκλους και αυτά όπου είναι τέσσερα σημεία όπου παριστάνονται με ορθογώνια όπου κάθε γωνιά είναι ένα σημείο. Σημειώνεται πως το μεσαίο ορθογώνιο όπως φαίνεται στην εικόνα ακόμα να αλλάξει η κατάσταση του για αν βγαίνει η μπαίνει στο πολύγωνο ανάλογος της φοράς κινήσεις. Η κατάσταση θα αλλάξει όταν βγει η μπει όλο στο κίτρινο πολύγωνο.....	40
Διάγραμμα 22: Ψευδοκώδικας αλγορίθμου όπου ελέγχει την είσοδο ,έξοδο και προσέλκυση επικίνδυνων περιοχών από πλοία	41
Διάγραμμα 23: Περίπτωση όπου τα διανύσματα δυο πλοίων συγκρούονται και σε κοινό χρονικό διάστημα. Παρατηρείται σύγκρουση στο τέλος της διαδρομής του	44
Διάγραμμα 24: Περίπτωση όπου τα διανύσματα δυο πλοίων συγκρούονται όμως παρατηρείται πως το σημείο ένωσης των διανυσμάτων είναι στην αρχή της διαδρομής του ενός πλοίου και στο τέλος του αλλού. Αυτό φέρει ως αποτέλεσμα να μην συγκρούονται.	44
Διάγραμμα 25: Περίπτωση που ένα πλοίο οδηγείται σε ένα ακίνητο πλοίο. Παρατηρούμαι το κάθετο διάνυσμα με την ποριά του κινούμενου πλοίου που δημιουργεί ο αλγόριθμος.	46

Διάγραμμα 26: Ψευδοκώδικας αλγορίθμου που κάνει προβλέψεις για συγκρούσεις πλοίων.....	47
Διάγραμμα 27: Παράδειγμα περίπτωσης όπου ένα πλοίο εισέρχεται σε μια περιοχή τύπου INFO.....	48
Διάγραμμα 28: Παράδειγμα περίπτωσης όπου ένα πλοίο εξέρχεται από μια περιοχή τύπου INFO.....	48
Διάγραμμα 29: Παράδειγμα περίπτωσης όπου ένα πλοίο πλησιάζει να μπει σε μια περιοχής τύπου DANGER.....	49
Διάγραμμα 30: Παράδειγμα περίπτωσης όπου ένα πλοίο εισέρχεται σε μια περιοχή τύπου SAFE ZONE. Παρατηρείται πως δεν έρχεται κάποια ειδοποίηση για το συγκεκριμένο πλοίο	49
Διάγραμμα 31: Παράδειγμα περίπτωσης όπου φαίνεται ένα πλοίο όπου προηγούμενος έχει βγει από μια περιοχή και στην συνέχεια δοκίμασε να ξανά μπει. Το συγκεκριμένο πλοίο είναι από αυτά όπου υπάρχουν οι διαστάσεις αποθηκευμένες στην βάση δεδομένων. Αυτό φέρει σαν αποτέλεσμα το συγκεκριμένο πλοίο στον αλγόριθμο να διαχειρίζεται σαν τέσσερα σημεία. Βλέπουμε πως δεν έχουμε μήνυμα που να λέει πως το συγκεκριμένο πλοίο εισήλθε στην συγκεκριμένη περιοχή, αυτό σημαίνει πως δεν εισήλθαν όλα τα σημεία του πλοίου στην περιοχή δηλαδή δεν εισήλθε όλο το πλοίο στην περιοχή ακόμα.....	50
Διάγραμμα 32: Παράδειγμα περίπτωσης σύγκρουσης μεταξύ δυο πλοίων .Η συγκεκριμένη περίπτωση είναι αυτή όπου ένα πλοίο είναι σταματημένο και ένα άλλο οδηγείται προς αυτό. Παρατηρείται από τις δυο κάτω εικόνες η ταχύτητα των πλοίων όπου το ένα έχει 0 sog, το άλλο 0,4 sog και έχουν σημείο σύγκρουσης στο σημείο του πλοίου που δεν έχει ταχύτητα.....	51
Διάγραμμα 33: Παράδειγμα περίπτωσης σύγκρουσης μεταξύ δυο πλοίων .Η συγκεκριμένη περίπτωση είναι αυτή όπου κινούνται και τα δυο πλοία και έχουν σημείο σύγκρουσής εκεί όπου αναγραφή η ετικέτα.....	52

ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ

Παρουσιάζονται συνοπτικά όλες οι σημαντικές συντομογραφίες που έχουν χρησιμοποιηθεί στο κείμενο της πτυχιακής και χρειάζονται επεξήγηση π.χ.:

ΤΕΠΑΚ.: Τεχνολογικό Πανεπιστήμιο Κύπρου

VHF Very high frequency

MVC Model View Controller

AIS: Automatic identification system

ΑΠΟΔΟΣΗ ΟΡΩΝ

Στην περίπτωση χρήσης ορολογίας από ξενόγλωσση βιβλιογραφία, αναφέρεται η απόδοση στην ελληνική η οποία θεωρείται περισσότερο δόκιμη. Για παράδειγμα:

Data	Δεδομένα
Server	Διακομιστής
Framework	Λογισμικό όπου βοηθά στην ανάπτυξη εφαρμογών
Request	Αίτημα
Route	Δρομολογητής
Laravel	Συγκεκριμένο Framework όπου βοηθά στην ανάπτυξη εφαρμογών
Query	Ερώτημα ,χρησιμοποιείται στην αλληλεπίδραση με την βάση δεδομένων
Script	Μια σειρά από προγραμματιστικές εντολές όπου εκτελούνται σε ένα υπολογιστικό σύστημα
Warning	Προειδοποίηση
Php	Γλώσσα προγραμματισμού
Services	Πρόγραμμα το οποίο εξυπηρετεί ανάγκη
Backup	Αντίγραφο ασφαλείας
Git	Μέσο επικοινωνία με ένα υπολογιστικό σύστημα με την χρήση εντολών
Repository	Είναι μια δομή δεδομένων όπου αποθηκεύει ένα σετ από αρχεία και φακέλους .Χρησιμοποιείται κύριος για να την δημιουργία χρονιών αντιγράφων σε παράλληλα στησίματα
Project	Έργο
Geogson	Μορφή αρχείου όπου αποθηκεύει σχήματα και σημεία ενός χάρτη

Ψευδοκώδικας	Σειρά από εντολές όπου περιγράφουν την λογική σε απλή γλώσσα ενός μεγάλου προγράμματος
Browser	Πρόγραμμα περιήγησης

1 Εισαγωγή

Στις μέρες μας βλέπουμε μια μεγάλη ανάπτυξη στον τομέα τις ναυσιπλοΐας. Αυτό φέρει ως αποτέλεσμα η θάλασσα, χρόνο με τον χρόνο να φιλόξενα όλο και περισσότερα διαφόρου τύπου πλοία. Αυτά τα πλοία πρέπει με κάποιο τρόπο να παρακολουθούνται και να ειδοποιούνται σε περίπτωση που μπορεί να βρεθούν σε μια επικίνδυνη κατάσταση. Μερικές καταστάσεις στις οποίες μπορεί να βρεθεί ένα πλοίο είναι οι ακόλουθες: μια σύγκρουση με ένα άλλο πλοίο, είσοδος σε μια απαγορευμένη περιοχή, πλοήγησή σε ρηγά νερά, άσχημες καιρικές συνθήκες κτλ. Αυτές οι επικίνδυνες καταστάσεις στις οποίες μπορούν να βρεθούν τα πλοία αν δεν αντιμετωπιστούν σωστά μπορεί να επιφέρουν τεράστια οικονομικά προβλήματα σε εταιρίες ναυσιπλοΐας όμως το χειρότερο είναι πως μπορεί να στοιχήσουν και την ζωή σε ανθρώπους. Εκτός από την προστασία των πλοίων θα πρέπει να ελεγχθεί και η παράνομη δραστηριότητα στην θάλασσα, όπως η παράνομη αλιεία ή ακόμη και η πειρατεία. Τα τελευταία χρόνια αυτά τα προβλήματα προσπαθούν να λυθούν με την χρήση των AIS δεδομένων .

1.1 AIS data

Με τα AIS δεδομένα αναφερόμαστε στα δεδομένα τα οποία εκπέμπουν όλα τα πλοία ανά τακτά χρονικά διαστήματα. Αυτό γίνεται μέσω των πομπών VHF. Τα σήματα αυτά μαζεύονται από τους πομποδέκτες AIS όπου είναι τοποθετημένοι σε άλλα πλοία ή σε χερσαία συστήματα συλλογής. Ο κύριος σκοπός που χρησιμοποιούνται τα AIS Data είναι η εύκολη συλλογή τους, όπου μπορούν να δημιουργήσουν σε μια οθόνη την χαρτογράφηση της περιοχής με αυτά. Στην χαρτογράφηση αυτή μπορούμε να δούμε οποιοδήποτε είδος πλοίου μέσω της βοήθειας ενός πομπού. Μέσω αυτού του σκηνικού ένα πλοίο γνωρίζει την κατεύθυνση κίνησης των πλοίων γύρο από αυτό με κύριο στόχο την ασφάλεια των πλοίων.

1.2 Χρήση των AIS Data

Μερικές χρήσεις αυτών των δεδομένων, όπως αναφέραμε και προηγουμένως, είναι η εύκολη γνώση της τοποθεσίας και της κατεύθυνσης των γύρω πλοίων. Με αυτήν την πληροφορία, μπορούν εύκολα να αντιδράσουν τα πλοία σε περιπτώσεις σύγκρουσης. Επίσης μπορούν να εντοπιστούν ύποπτες κινήσεις που ειδοποιούν για πιθανή απειλή σε άλλα πλοία. Ακόμα όταν κάποιο πλοίο βρεθεί σε άσχημη κατάσταση μπορεί να ειδοποιηθεί και μέσω του σήματος να εντοπιστεί από τους διασώστες. Μια άλλη σημαντική χρήση είναι η βοήθεια στην έρευνα της θάλασσας. Τα δεδομένα AIS παρέχουν μια πλήρη εικόνα της κυκλοφορίας των πλοίων για προγράμματα προστασίας και συμμόρφωσης στην θάλασσα.

1.3 Υπάρχοντα έργα με την χρήση AIS Data

Αρχικά να αναφέρουμε πως χρόνο με το χρόνο αυξάνεται η έρευνα πίσω από τα AIS δεδομένα σύμφωνα με δημοσίευση έρευνας των Svanberg et al τον Αύγουστο του 2019 [7]. Συγκεκριμένα μέχρι εκείνο το διάστημα είχαν εκδοθεί σύμφωνα με τις προδιαγραφές 40 κατάλληλα άρθρα γύρω από τις συγκρούσεις πλοίων και 22 γύρω από την παρακολούθηση των πλοίων. Το άρθρο κλείνει αναφέροντας πως υπάρχουν πολλά πεδία έρευνας όπου μπορούν να παραταθούν ερευνητές με τα AIS δεδομένα.

Φυσικά δεν θα μπορούσαμε να παραλείψουμε από τις αναφορές την πλατφόρμα και το έργο του MarineTraffic [5], όπου είναι ο κορυφαίος πάροχος στον κόσμο στην παρακολούθηση πλοίων. Ο τρόπος εργασίας της παρών εταιρίας, σύμφωνα με την ιστοσελίδα της, είναι με την χρήση διαφόρων σταθμών στον κόσμο που συλλέγουν AIS δεδομένα και παρέχουν σε διάφορους κλάδους της ναυτιλίας πληροφορίες για την ναυτιλιακή τους δραστηριότητα. Αυτό που θα ήθελα να σχολιάσω κυρίως από την πλατφόρμα τους είναι το πόσο όμορφα σχεδιασμένη είναι η πλατφόρμα με τον μεγάλο και διαφόρου τύπου φιλτραρισμάτων σε διάφορα πεδία.

Το 2019 από τους Liu et al [3] δημοσιεύθηκε ένα ερευνητικό άρθρο που περιγράφει ένα framework όπου με την χρήση AIS data γίνονται εντοπισμοί συγκρούσεων μεταξύ πλοίων. Το

σημαντικό μέρος αυτού του framework είναι το μέρος όπου σου δίνει την δυνατότητα παρακολούθησης και ανάλυσης του κινδύνου της σύγκρουσης.

Το 2018 δημοσιεύτηκε μια έξυπνη προσέγγιση με την χρήση μηχανικής μάθησης από τους Chatzikokolakis et al [1] όπου χρησιμοποιούν τα AIS δεδομένα για να εκπαιδεύσουν τα μοντέλα τους. Το συγκεκριμένο μοντέλο έχει ως σκοπό να προβλέψει αν κάποιο πλοίο βρίσκεται σε επικίνδυνη κατάσταση ακόμη και αν δεν στείλει κάποιο μήνυμα για διάσωση.

Μια ακόμα έρευνα που δημοσιεύτηκε το 2018 από τους Sheng et al [7] παρουσιάζει μια μέθοδο χρήσης cluster που βοηθά στο να επιβεβαιώσουν από τα μεγάλα AIS δεδομένα την τροχιά των πλοίων.

Οι Chengkai Zhang et al σε ένα ερευνητικό άρθρο που δημοσιεύτηκε το 2020[8], παρουσιάζει ένα μοντέλο που κάνει πρόβλεψη του προορισμού ενός πλοίου με την σύγκριση υπαρχόντων ιστορικών τροχιαίων πλοίων. Τα ιστορικά των προορισμών παράχθηκαν από AIS δεδομένα πλοίων που πέρασαν στο παρελθόν.

1.4 Τι παρουσιάζει αυτή η διατριβή

Σε αυτή τη διατριβή παρουσιάζεται ένα ολοκληρωμένο υπολογιστικό σύστημα παρουσίασης σημάτων ειδοποιήσεων πλοίων, που ονομάζεται 'AISafety', με την χρήση AIS δεδομένων. Το σύστημα αποτελείται από ένα πραγματικού χρόνου χάρτη που παρουσιάζει την κατεύθυνση κίνησης των πλοίων γύρο από την Κύπρο. Στον χάρτη παρουσιάζονται διάφορα πολύγωνα που δημιουργούνται από τους χρήστες. Τα πολύγωνα παριστάνουν κάποιες περιοχές ενδιαφέροντος και έχουν ως σκοπό την παρακολούθηση της κινητικότητας των πλοίων σε αυτές. Έπειτα για την σωστή λειτουργία του συστήματος χρησιμοποιούνται και δυο αλγόριθμοι που είναι υπεύθυνοι για την παραγωγή των ειδοποιήσεων:

- Πρώτος αλγόριθμος είναι αυτός που χρησιμοποιεί τις σχεδιασμένες περιοχές του χάρτη και ανάλογα με τον τύπο της κάθε περιοχής παρουσιάζει το ανάλογο μήνυμα ειδοποίησης. Ο συγκεκριμένος αλγόριθμος έχει ως σκοπό για την ειδοποίηση της περιπτώσεις που ένα πλοία βγαίνει ή μπαίνει σε μια περιοχή.

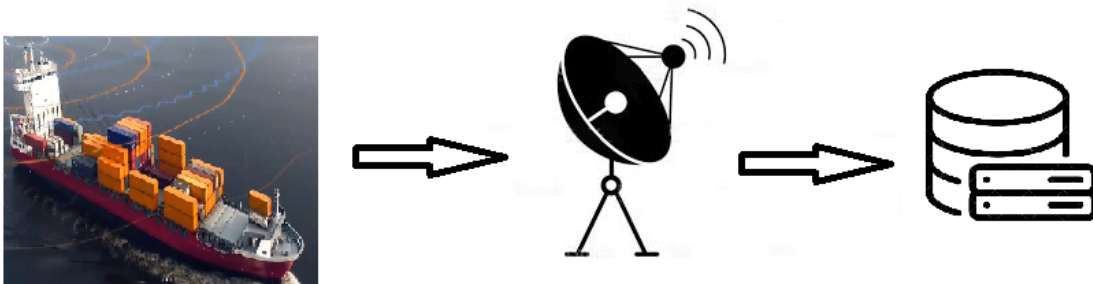
- Δεύτερος αλγόριθμος είναι υπεύθυνος για ειδοποιήσεις σε περίπτωσης συγκρούσεων πλοίων.

Τα μηνύματα που παρουσιάζονται στην πλατφόρμα έχουν την δυνατότητα να αλληλοεπιδρούν με τον πραγματικού χρόνου χάρτη για την καλύτερη κατανόηση της ειδοποίησης.

2 Αρχιτεκτονική

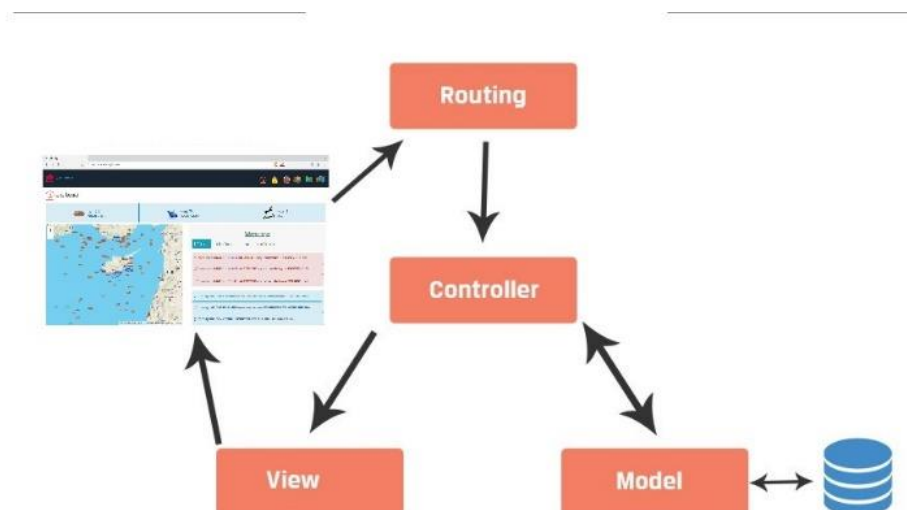
2.1 Συλλογή AIS δεδομένων

Στο μέρος της αρχιτεκτονικής θα γίνεται αναφορά στο πως συλλέγονται τα AIS δεδομένα .Στο κτίριο ΗΜΜΗΥΠ του ΤΕ.ΠΑ.Κ. στεγάζεται μια αντένα που συλλεγεί τα AIS δεδομένα της εμβέλεια της και μέσω ενός λογισμικού αποθηκεύονται σε μια βάση δεδομένων σε ένα server του ΤΕ.ΠΑ.Κ.. Να αναφερθεί επίσης πως εκτός από την αντένα που συλλεγεί δεδομένα το ΤΕ.ΠΑ.Κ. λαμβάνει AIS δεδομένα και από αλλού πάροχος. Τα AIS δεδομένα που συλλέγονται, χωρίζονται σε δυο κατηγορίες και για αυτόν το λόγο χωρίζονται και σε δυο πίνακες αναλόγως του είδους που είναι. Τα σήματα χωρίζονται σε κατηγορίες αναλόγως του τύπου πλοίου που έστειλε το μήνυμα. Η Α κατηγορία είναι τα μεγάλα πλοία που κάνουν μεγάλα δρομολόγια και η Β κατηγορία είναι πλοία μικρότερα των 300 μέτρων μήκους. Τα πλοία Β κατηγορίας είναι πλοία που δεν ανήκουν στο SOLAR και είναι κύριος σκάφη αναψυχής.



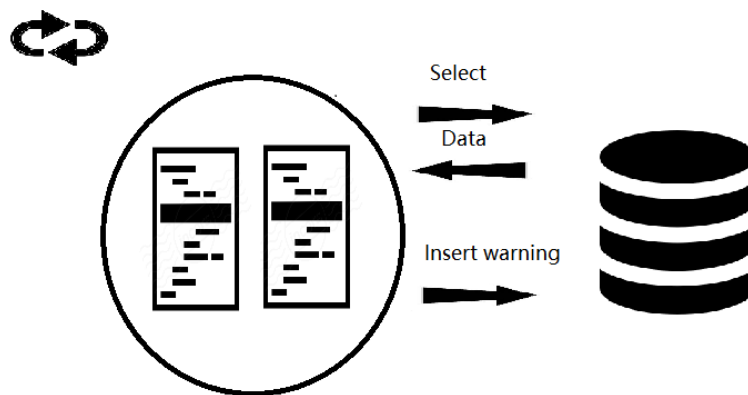
2.2 Αρχιτεκτονική της σελίδας

Στο ίδιο Server όπου βρίσκεται η βάση δεδομένων της συλλογής AIS δεδομένων βρίσκεται και η ιστοσελίδα προβολής των σημάτων ειδοποίησης για πλοία. Η βάση δεδομένων που χρησιμοποιεί η ιστοσελίδα είναι κοινή με αυτή της συλλογής των δεδομένων αφού η σελίδα παρουσιάζει και ένα χάρτη πραγματικού χρόνου με την κατάσταση των πλοίων. Η σελίδα έχει δημιουργηθεί με το PHP framework Laravel το οποίο είναι ένα framework που χρησιμοποιεί MVC αρχιτεκτονική και λειτουργεί με τον εξής τρόπο (Βλέπε διάγραμμα 2). Έχουμε ένα χρήστη ο οποίος αλληλοεπιδρά μέσω του browser του. Κάθε φορά που θα προσπαθεί να αλληλοεπιδράσει στέλνει ένα αίτημα στο route. Ο route είναι ένα κομμάτι κώδικα όπου είναι γραμμένες όλες οι δρομολογήσεις των αιτημάτων που μπορούν να προκύψουν από την σελίδα. Μόλις πάρει το αίτημα ελέγχει σε ποιο controller πρέπει να οδηγηθεί και αυτόματα καλεί τον controller για να επεξεργαστεί το αίτημα. Ο controller αν μπορεί να εξυπηρετήσει το αίτημα του χρήστη χωρίς την χρήση δεδομένων από τη βάση δεδομένων, του σερβίρει απευθείας το κατάλληλο view. Τώρα στην περίπτωση που θα χρειάζεται η χρήση δεδομένων στέλνει ένα αίτημα στο model όπου επικοινωνεί με την βάση δεδομένων. Το model αφού εκτελέσει το ερώτημα θα φορτώσει τα δεδομένα του ερωτήματος και θα τα στείλει στο controller ο οποίος θα τα στείλει στο view. Το view θα εμφανίσει στο χρήστη τα ζητούμενα αποτελέσματα μέσω του browser.



2.3 Αρχιτεκτονική αλγορίθμων παραγωγής ειδοποιήσεων

Οι δυο αλγόριθμοι οι οποίοι είναι υπεύθυνοι για την παραγωγή των σημάτων είναι ένα ανεξάρτητο μέρος από την σελίδα. Είναι δυο scripts γραμμένα σε κώδικα php όπου τρέχουν σαν services στον ίδιο server όπου φιλοξενείται η βάση δεδομένων και η ιστοσελίδα παρουσίασης των μηνυμάτων. Κάθε ένα λεπτό εκτελείται ένα ερώτημα που συλλέγει τα τελευταία χρονικά σήματα των πλοίων που είναι αποθηκευμένα στους δύο πίνακες positionreporta και positionreportb. Αφού εκτελεστεί το ερώτημα ο κάθε αλγόριθμος εκτελεί προσωπικά τις δικές του συνθήκες και μαθηματικές πράξεις. Αν σε κάποιο τρέξιμο εντοπιστούν κάποια warnings εκτελείται ένα ερώτημα που τα αποθηκεύει στον κατάλληλο πίνακα που είναι υπεύθυνος για το συγκεκριμένο script. Αυτή η διαδικασία εκτελείται συνεχώς (Βλέπε διάγραμμα 3).

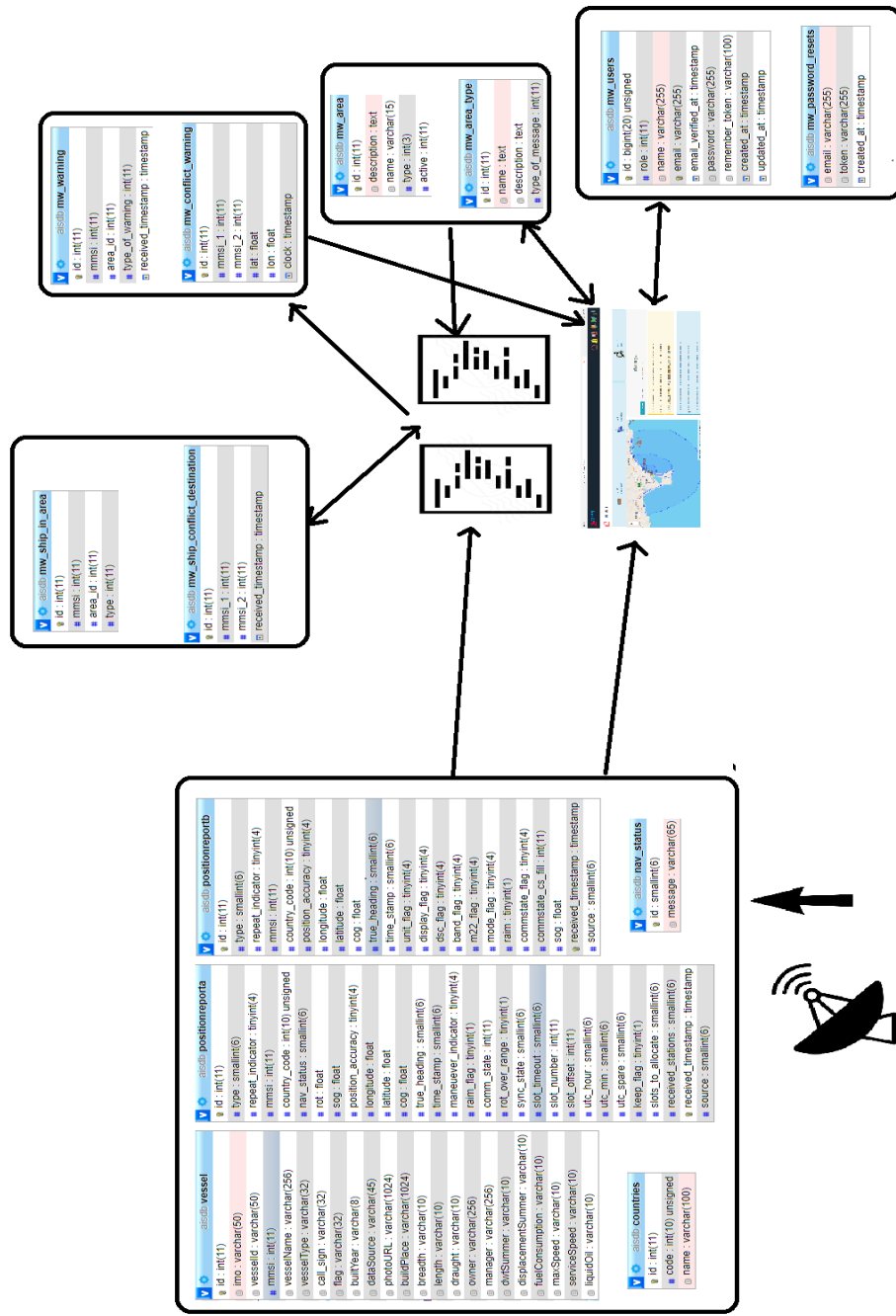


Διάγραμμα 3: Διαδικασία επικοινωνία αλγορίθμων με την Βάση δεδομένων

2.4 Αρχιτεκτονική Βάσης Δεδομένων

Το υπολογιστικό σύστημα AISafety όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως παίρνει τα δεδομένα του από μια βάση δεδομένων. Στο διάγραμμα 4 φαίνεται μια γενική εικόνα όλων των πινάκων που χρησιμοποιούνται και η επικοινωνία τους με το σύστημα. Η μύτη του βέλους αν βλέπει την σελίδα ή τα εικονίδια των δύο κωδικών που παριστάνουν τους αλγορίθμους δείχνει πως παίρνουν δεδομένα από την συγκεκριμένη ομάδα πινάκων. Στην περίπτωση που βλέπουμε το βέλος να έχει την αντίθετη φορά τότε σημαίνει πως η σελίδα ή οι αλγόριθμοι προσθέτουν ή διαγράφουν εγγραφές από τους πίνακες. Το αμφίδρομο βέλος σημαίνει πως συμβαίνουν και οι δύο περιπτώσεις αλληλεπίδρασης μεταξύ πινάκων και σελίδας ή αλγορίθμων.

Μια γενική εικόνα στο τι συμβαίνει στην βάση δεδομένων είναι πως υπάρχει μια ομάδα πινάκων που είναι υπεύθυνη για την καταγραφή των AIS δεδομένων που έρχονται από την антέννα που βρίσκεται στο κτίριο ΗΜΜΗΥΠ. Αυτή η ομάδα τροφοδοτεί με σήματα των πλοίων τους αλγορίθμους και την σελίδα στο κομμάτι του πραγματικού χάρτη. Υπάρχει μια δεύτερη ομάδα πινάκων που βοηθά στην λειτουργία των αλγορίθμων που θα εξηγηθεί σε μεταγενέστερο στάδιο η κύρια τους λειτουργία. Μια τρίτη ομάδα πινάκων έχει ως κύρια της λειτουργία την αποθήκευση των σημάτων που παράγονται από τους αλγορίθμους και την τροφοδοσία των σημάτων στην σελίδα για εμφάνιση τους. Σε μια τέταρτη ομάδα πινάκων γίνεται η διαχείριση των πολυγώνων που αποτελούν τις διάφορες περιοχές που αναλόγως του είδους που έχουν μπορούν να χρησιμοποιηθούν διαφορετικά στους αλγορίθμους. Η συγκεκριμένη ομάδα δέχεται διαχείριση μέσω της σελίδα. Τώρα στην τελευταία ομάδα είναι οι πίνακες που χρησιμοποιούνται για την διαδικασία της τακτοποίησης των χρηστών που συνδέονται.



Διάγραμμα 4: Ομαδοποιημένοι οι πίνακες της βάσεις δεδομένων με βάση τα κομμάτια του συστήματος που αλληλοεπιδρούν

3 Μεθοδολογία

3.1 Μεθοδολογίας δράσης-έρευνας

3.1.1 Ξεκίνημα

Το ξεκίνημα της διατριβής έχει γίνει από τα μέσα Ιουλίου του 2020. Από εκείνο το διάστημα είχαν ξεκινήσει οι πρώτες συναντήσεις με τον επιβλέπων καθηγητή Δρ. Ηρόδοτο Ηροδότου. Όλο το καλοκαίρι αφιερώθηκε σε μια έρευνα πίσω από τα εργαλεία που θα χρησιμοποιηθούν όπως επίσης και την εκμάθησή τους. Ωστόσο μέσα σε εκείνο το διάστημα έγινε η επιλογή και η εκμάθηση του framework Laravel[2]. Ο λόγος που επιλέχθηκε ήταν η ευκολία στην εκμάθηση σε σύγκριση με άλλα framework όπως επίσης και το πόσο διάσημο είναι συγκριτικά στην έξω αγορά με αποτέλεσμα να υπάρχει περισσότερο υλικό βοήθημα στο διαδίκτυο. Για το μέρος της σύνταξης των αλγορίθμων επιλέχθηκε η γλώσσα PHP λόγω της άνεσης με την γλώσσα αφού χρησιμοποιήθηκε και σε άλλα project από εμάς. Έπειτα για το backup που γινόταν συνεχώς χρησιμοποιήθηκε το repository του πανεπιστημίου που δινόταν πρόσβαση μέσω του git. Το καλοκαίρι εκτός από την επιλογή των εργαλείων έγινε και μια έρευνα γύρω από το θέμα. Μελετήθηκαν κυρίως σε θεωρητικό κομμάτι η δομή των AIS δεδομένων και η παραγωγή τους. Το τελευταίο μέρος ήταν το ψάξιμο του πως θα δημιουργηθεί η πλατφόρμα σε γραφικό περιβάλλον όπως επίσης και ποιες θα είναι οι λειτουργίες της .

3.1.2 Χειμερινό εξάμηνο

Αφού έγινε η προετοιμασία του καλοκαιριού από τις αρχές του Σεπτεμβρη ξεκίνησε η υλοποίηση της ιστοσελίδας. Αρχικά έγινε η εγκατάσταση ενός κομματιού της υπάρχουσας βάσης δεδομένων που αυτό θα βοηθούσε στην καλύτερη ανάπτυξη του συστήματος αφού θα έδινε μια καλύτερη επαφή με πραγματικά δεδομένα. Η επαφή με πραγματικά δεδομένα ήταν αρκετά σημαντική αφού με την πάροδο του χρόνου διαπιστώθηκε η ανάγκη της σωστής διαχείρισης του μεγάλου τους όγκου όπως επίσης και αυτών που ήταν καταστραμμένα και είχαν λάθος τιμές.

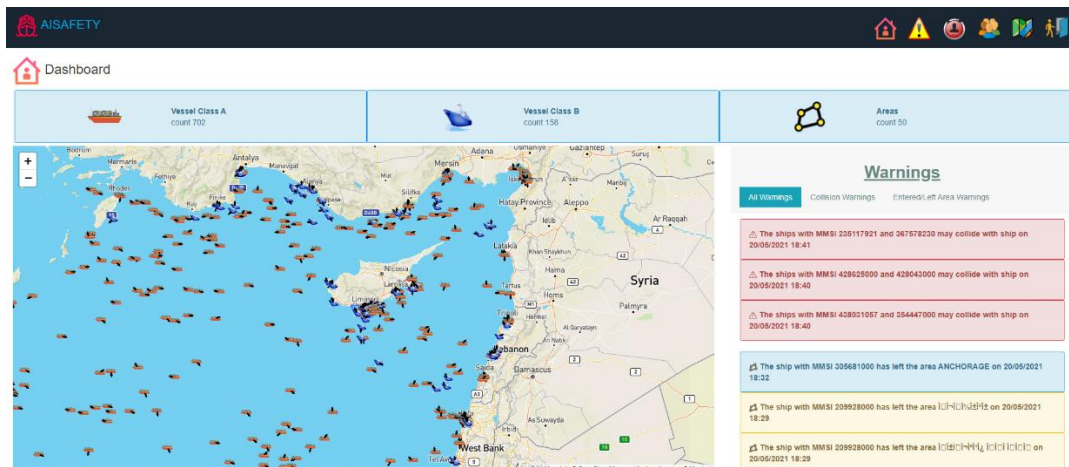
3.1.3 Εαρινό εξάμηνο

Αρχές Ιανουαρίου η υλοποίηση της πλατφόρμα είχε τελειώσει πλήρως. Στην συνέχεια έπρεπε να συνταχθούν οι αλγόριθμοι που θα έτρεχαν σαν script στο server για παραγωγή των μηνυμάτων προειδοποίησης. Ο πρώτος αλγόριθμος που συντάχθηκε ήταν αυτός που ελέγχει την είσοδο ή έξοδο πλοίων από πολύγωνα τα οποία σχεδιάζονται μέσω της πλατφόρμας. Αφού συντάχθηκε αυτός ο αλγόριθμος ξεκίνησε η σύνταξη του δεύτερου όπου σκοπός του είναι να κάνει προβλέψεις για συγκρούσεις πλοίων. Στην συνέχεια έγινε η εγκατάσταση της πλατφόρμας και των αλγορίθμων στο server.

3.2 Δυνατότητες πλατφόρμας

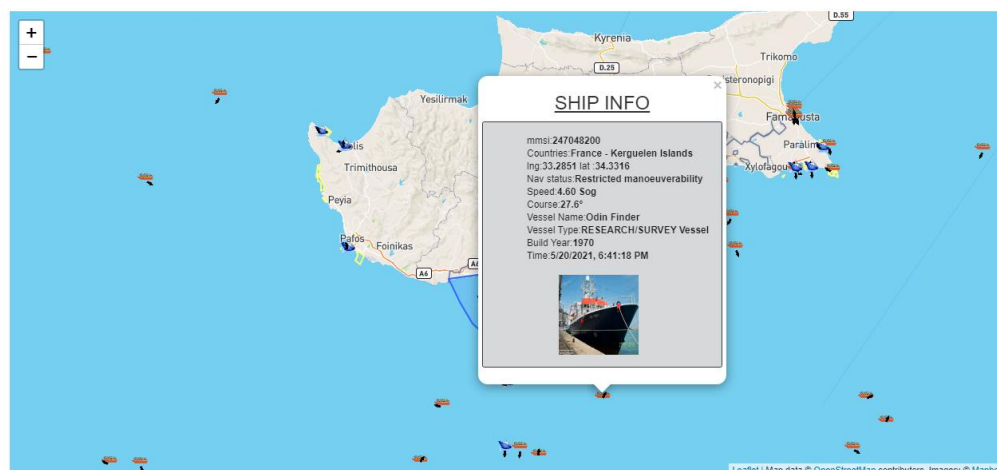
3.2.1 Κύρια σελίδα

Όταν κάποιος εισχωρεί στην πλατφόρμα το πρώτο μέρος όπου αντικρίζει είναι η κύρια σελίδα που είναι ένα από τα σημαντικότερα μέρη της πλατφόρμας. Σκοπός της κύρια σελίδα είναι να δώσει την δυνατότητα στον χρήστη να αλληλοεπιδράσει με τις ειδοποιήσεις που έρχονται από τους αλγόριθμους και με τον πραγματικού χρόνου χάρτη.



Διάγραμμα 5: Κύρια σελίδα

Στον χάρτη βλέπουμε ένα μεγάλο αριθμό εικονιδίων που παριστάνουν την πραγματική θέση ενός πλοίου. Το εικονίδιο του πλοίου είναι αντίστοιχο της κατηγορίας του πλοίου. Το καφέ απευθύνεται στα πλοία κλάσης άλφα και το μπλε στα πλοία κλάσης βήτα. Είναι σημαντικό να αναφέρουμε πως με το πάτημα σε ένα πλοίο ο χρήστης μπορεί να δει διάφορες πληροφορίες του πλοίου (Βλέπε διάγραμμα 6).



Διάγραμμα 6: Παράδειγμα πληροφοριών για ένα πλοίο το οποίο παρέχει το σύστημα

Έπειτα στον χάρτη κάποιος μπορεί να παρακολουθήσει και κάποια πολύγωνα διαφορετικού χρώματος. Το χρώμα χαρακτηρίζει την κατηγορία του πολυγώνου. Το κόκκινο δείχνει μια επικίνδυνη περιοχή όπου ο αλγόριθμος ελέγχει την είσοδο ή έξοδο κάποιου πλοίου. Επίσης δείχνει και την περίπτωση που κάποιο πλοίο οδηγείται μέσα σε αυτή. Το κίτρινο είναι περιοχή προειδοποίησης, το μπλε είναι περιοχή ειδοποίησης και το πράσινο είναι ασφαλές περιοχή όπου καθορίζονται περιοχές που δεν θέλουμε να λαμβάνονται υπόψη από τους δυο αλγόριθμους. Η διαφορά του κίτρινου και του μπλε από το κόκκινο είναι πως δεν στέλνονται ειδοποιήσεις σε περίπτωση που κάποιο πλοίο οδηγείται σε αυτές τις δύο περιοχές. Έπειτα με το πάτημα στο πολύγωνο μιας περιοχής βλέπουμε μια μικρή περιγραφή της περιοχής (Βλέπε διάγραμμα 7).



Διάγραμμα 7: Παράδειγμα πληροφοριών που παρέχει το σύστημα για μια περιοχή

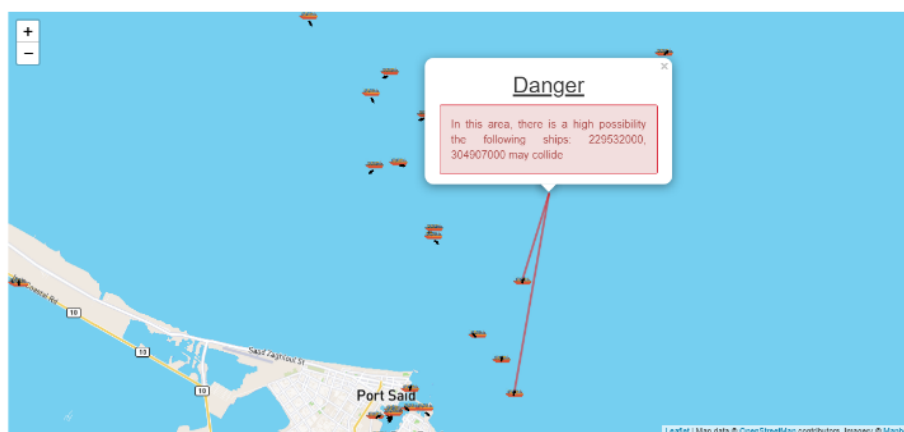
Το δεύτερο σημαντικό μέρος της κύριας σελίδας είναι το κομμάτι της παρουσίασης των μηνυμάτων. Αυτό το μέρος χωρίζεται σε τρία μέρη όπου στο κάθε μέρος οδηγείται κάποιος με την χρήση των τριών ετικετών που βρίσκονται πάνω από τα μηνύματα. Η πρώτη ετικέτα που είναι και η προκαθορισμένη με την είσοδο του χρήστη είναι αυτή που παρουσιάζει στο πάνω μέρος τις τρεις πιο μακρινές σε χρόνο προβλέψεις πιθανών συγκρούσεων και στο κάτω μέρος τα τρία τελευταία σήματα που έρχονται από τον αλγόριθμο ο οποίος ελέγχει αν κάποιο πλοίο εισέρχεται ή εξέρχεται από μια καθορισμένη περιοχή. Τα άλλα δύο μέρη δείχνουν 6 από τις τελευταίες ειδοποιήσεις του κάθε είδους ξεχωριστά στην κάθε ετικέτα. Να σημειώσουμε πως αυτό το μέρος ενημερώνεται δυναμικά κάθε ένα μικρό χρονικό διάστημα από μόνο του χωρίς κάποιος χρήστης να χρειαστεί να ανανεώσει την σελίδα. Μια ακόμη σημαντική δυνατότητα αυτού του μέρους είναι αυτή που ένας χρήστης μπορεί να πατήσει σε ένα από τα μηνύματα και αναλόγως του είδους του μηνύματος εμφανίζεται και το κατάλληλο μήνυμα (βλέπε διαγράμματα 9, 10, 11).

Warnings	
All Warnings	Entered/Left Area Warnings
<p>⚠ The ships with MMSI 622122048 and 622122057 may collide with ship on 29/04/2021 08:58</p> <p>⚠ The ships with MMSI 622122050 and 220207400 may collide with ship on 29/04/2021 08:54</p> <p>⚠ The ships with MMSI 622122048 and 622122046 may collide with ship on 29/04/2021 08:52</p>	
<p>✅ The ship with MMSI 218302900 has left the area PORT AREA at 29/04/2021 08:49</p> <p>✅ The ship with MMSI 367662360 has entered the area PORT AREA at 29/04/2021 08:48</p> <p>✅ The ship with MMSI 367662360 has entered the area TRAFFIC AREA at 29/04/2021 08:48</p>	

Warnings	
All Warnings	Entered/Left Area Warnings
<p>⚠ The ships with MMSI 622122046 and 622122057 may collide with ship on 29/04/2021 08:58</p> <p>⚠ The ships with MMSI 622122053 and 220207400 may collide with ship on 29/04/2021 08:54</p> <p>⚠ The ships with MMSI 622122046 and 622122046 may collide with ship on 29/04/2021 08:53</p> <p>⚠ The ships with MMSI 622122048 and 58800550 may collide with ship on 29/04/2021 08:53</p> <p>⚠ The ships with MMSI 24834000 and 622122051 could have collided on 29/04/2021 08:49</p> <p>⚠ The ships with MMSI 08880000 and 04884000 could have collided on 29/04/2021 08:47</p>	

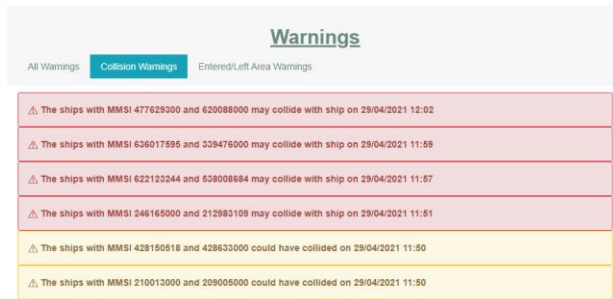
Warnings	
All Warnings	Entered/Left Area Warnings
<p>✅ The ship with MMSI 218302900 has left the area PORT AREA at 29/04/2021 08:49</p> <p>✅ The ship with MMSI 367662360 has entered the area PORT AREA at 29/04/2021 08:48</p> <p>✅ The ship with MMSI 367662360 has entered the area TRAFFIC AREA at 29/04/2021 08:48</p> <p>✅ The ship with MMSI 367662360 has entered the area VTS AREA at 29/04/2021 08:48</p> <p>✅ The ship with MMSI 212941000 has entered the area CPA SOUTH at 29/04/2021 08:43</p> <p>✅ The ship with MMSI 218786000 has left the area TRAFFIC AREA at 29/04/2021 08:40</p>	

Διάγραμμα 8: Τα μηνύματα χωρίζονται με τρεις ετικέτες όπου παρουσιάζονται με την κάθε μια εικόνα πιο πάνω. Η πρώτη παρέχει πληροφορίες για τις τρεις πιο μακρινές σε χρόνο πρόβλεψης συγκρούσεις και τις τρεις πιο πρόσφατες εισόδους και εξόδους από περιοχές. Η δεύτερη δείχνει τις 6 σε χρόνο πιο πρόσφατες προβλέψεις συγκρούσεις και η τρίτη ετικέτα τις 6 τελευταίες εισόδους και εξόδους πλοίων από τις περιοχές.

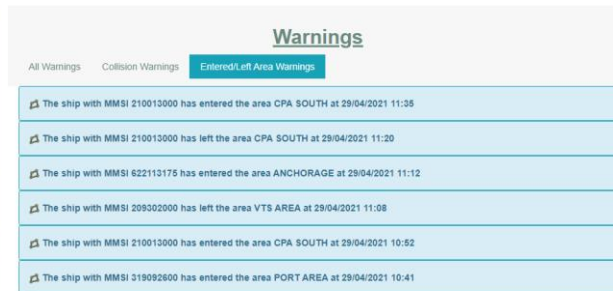


Warnings	
All Warnings	Entered/Left Area Warnings
<p>⚠ The ships with MMSI 229532000 and 304907000 may collide with ship on 20/05/2021 18:53</p> <p>⚠ The ships with MMSI 477023200 and 622112003 may collide with ship on 20/05/2021 18:51</p> <p>⚠ The ships with MMSI 622123219 and 310563000 may collide with ship on 20/05/2021 18:50</p>	
<p>✅ The ship with MMSI 212455000 has left the area ANCHORAGE on 20/05/2021 18:39</p> <p>✅ The ship with MMSI 319547000 has entered the area CPA WEST on 20/05/2021 18:38</p> <p>✅ The ship with MMSI 005681000 has left the area ANCHORAGE on 20/05/2021 18:32</p>	

Διάγραμμα 9: Παράδειγμα αντίδρασης χάρτη σε περίπτωση πατήματος σε μήνυμα πρόβλεψης μελλοντικής σύγκρουσης.



Διάγραμμα 10 : Παράδειγμα αντίδρασης χάρτη σε περίπτωση πατήματος σε μήνυμα πρόβλεψης μελλοντικής σύγκρουσης όπου πέρασε ο χρόνος τις πρόβλεψης.

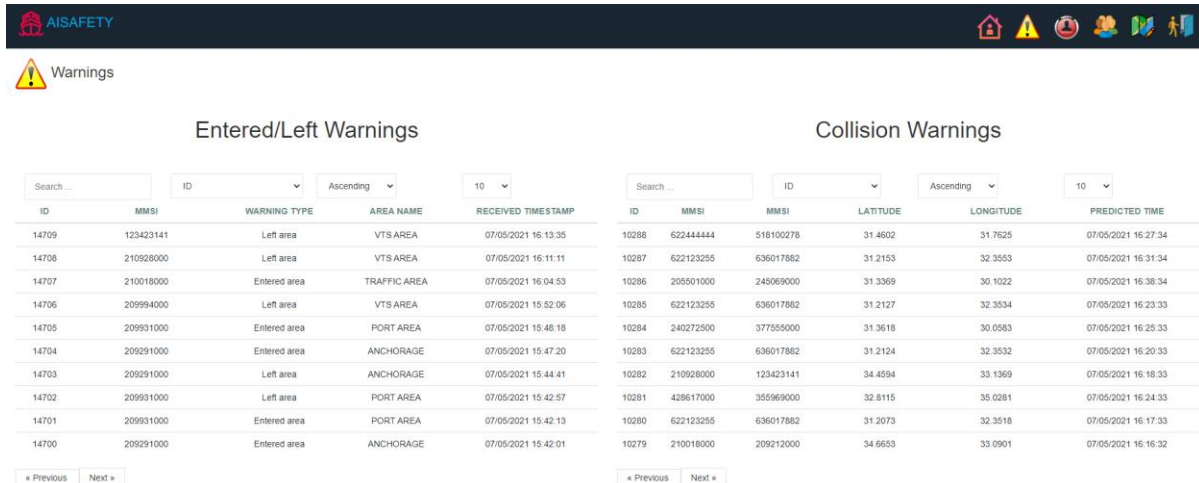


Διάγραμμα 11: Παράδειγμα αντίδρασης χάρτη σε περίπτωση πατήματος σε ειδοποίηση εισόδου ή εξόδου πλοίου από συγκεκριμένη περιοχή.

3.2.2 Σελίδα παρακολούθησης όλων των ειδοποιήσεων

Κατά το σχεδιασμό διαπιστώθηκε πως θα ήταν αρκετά σημαντικό σε ένα μέρος να είναι μαζεμένες όλες οι ειδοποιήσεις. Ο τρόπος προσέγγισης αυτής της ιδέας ήταν με την χρήση δυναμικών πινάκων του framework livewire[4]. Το livewire είναι framework που μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε συνδυασμό με την Laravel. Ο λόγος επιλογής του είναι η εύκολη δημιουργία δυναμικών πινάκων που δεν θα φορτώνει στο browser όλα τα δεδομένα, αλλά μόνο τα απαραίτητα που θα πρέπει να εμφανίζονται. Σε διαφορετική περίπτωση διαπιστώθηκε πως ο μεγάλος όγκος ειδοποιήσεων καθυστερούσε υπερβολικά το browser στο φόρτωμα.

Στο αριστερό πίνακα μπορεί κάποιος να επεξεργαστεί τις ειδοποιήσεις όπου ένα πλοίο εισέρχεται ή εξέρχεται από κάποια περιοχή. Στον δεξί πίνακα βρίσκονται οι ειδοποιήσεις των προβλέψεων στην περίπτωση πιθανότητα σύγκρουσης πλοίων (βλέπε διάγραμμα 12). Ο χρήστης έχει την δυνατότητα να κάνει ταξινόμηση τους πίνακες με όποιο πεδίο επιθυμεί με συνδυασμό κάποιο φίλτράρισμα.



The screenshot shows the AISAFETY Warnings interface. It features a dark header with the AISAFETY logo and navigation icons. Below the header, there is a 'Warnings' section with a yellow warning icon. The interface is divided into two main panels: 'Entered/Left Warnings' and 'Collision Warnings'. Each panel has a search bar, a dropdown for 'ID', a dropdown for 'Ascending', and a '10' dropdown for pagination. The 'Entered/Left Warnings' table has columns: ID, MMSI, WARNING TYPE, AREA NAME, and RECEIVED TIMESTAMP. The 'Collision Warnings' table has columns: ID, MMSI, MMSI, LATITUDE, LONGITUDE, and PREDICTED TIME. Both tables contain 10 rows of data.

ID	MMSI	WARNING TYPE	AREA NAME	RECEIVED TIMESTAMP
14709	123423141	Left area	VTS AREA	07/05/2021 16:13:35
14708	210928000	Left area	VTS AREA	07/05/2021 16:11:11
14707	210018000	Entered area	TRAFFIC AREA	07/05/2021 16:04:53
14706	209994000	Left area	VTS AREA	07/05/2021 15:52:06
14705	209931000	Entered area	PORT AREA	07/05/2021 15:48:18
14704	209291000	Entered area	ANCHORAGE	07/05/2021 15:47:20
14703	209291000	Left area	ANCHORAGE	07/05/2021 15:44:41
14702	209931000	Left area	PORT AREA	07/05/2021 15:42:57
14701	209931000	Entered area	PORT AREA	07/05/2021 15:42:13
14700	209291000	Entered area	ANCHORAGE	07/05/2021 15:42:01

ID	MMSI	MMSI	LATITUDE	LONGITUDE	PREDICTED TIME
10288	622444444	518100276	31.4602	31.7625	07/05/2021 16:27:34
10287	622123255	636017862	31.2153	32.3553	07/05/2021 16:31:34
10286	205501000	245069000	31.3369	30.1022	07/05/2021 16:38:34
10285	622123255	636017862	31.2127	32.3534	07/05/2021 16:23:33
10284	240272500	377555000	31.3618	30.0583	07/05/2021 16:25:33
10283	622123255	636017862	31.2124	32.3532	07/05/2021 16:20:33
10282	210928000	123423141	34.4594	33.1369	07/05/2021 16:18:33
10281	428617000	355969000	32.8115	35.0281	07/05/2021 16:24:33
10280	622123255	636017862	31.2073	32.3516	07/05/2021 16:17:33
10279	210018000	209212000	34.6653	33.0901	07/05/2021 16:16:32

Διάγραμμα 12: Σελίδα παρακολούθησης όλων των ειδοποιήσεων όπου παράχθηκαν από το σύστημα

3.2.3 Σύστημα διαχείρισης σύνδεσης στην πλατφόρμας και οι ρόλοι που υπάρχουν

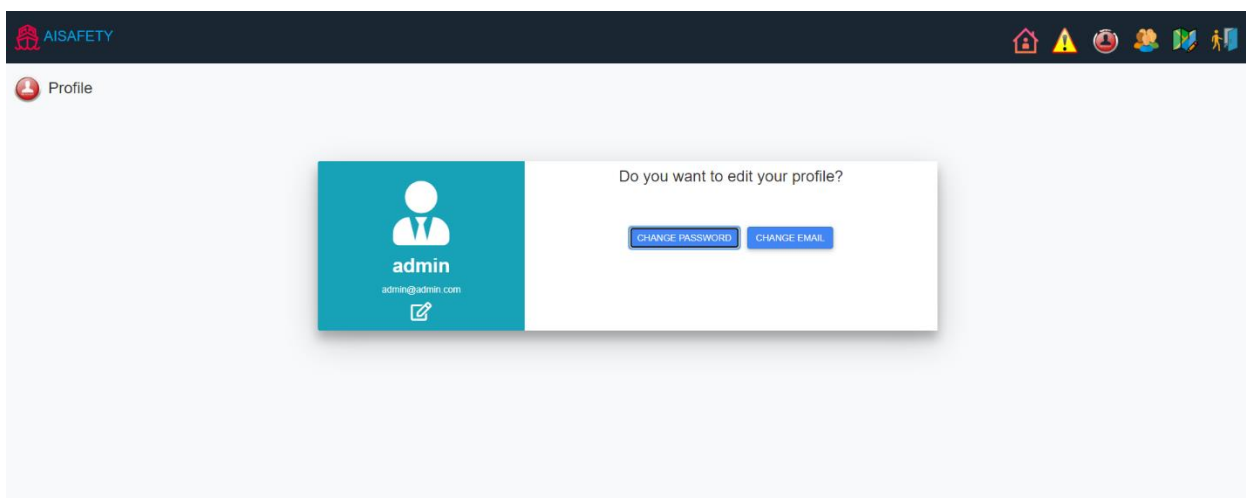
Ένα άλλο σημείο το οποίο έπρεπε να ληφθεί υπόψη στο σχεδιασμό ήταν η επιλογή των ρόλων του συστήματος. Φτάσαμε στο συμπέρασμα πως πρέπει να υπάρχουν τρεις ρόλοι. Αρχικά θα έχουμε το Super Admin ο οποίος θα έρχεται μαζί με την εγκατάσταση του συστήματος και δεν θα διαγράφεται. Στο συγκεκριμένο ρόλο θα παρέχεται η δυνατότητα της διαχείρισης των χρηστών (βλέπε διάγραμμα 13).



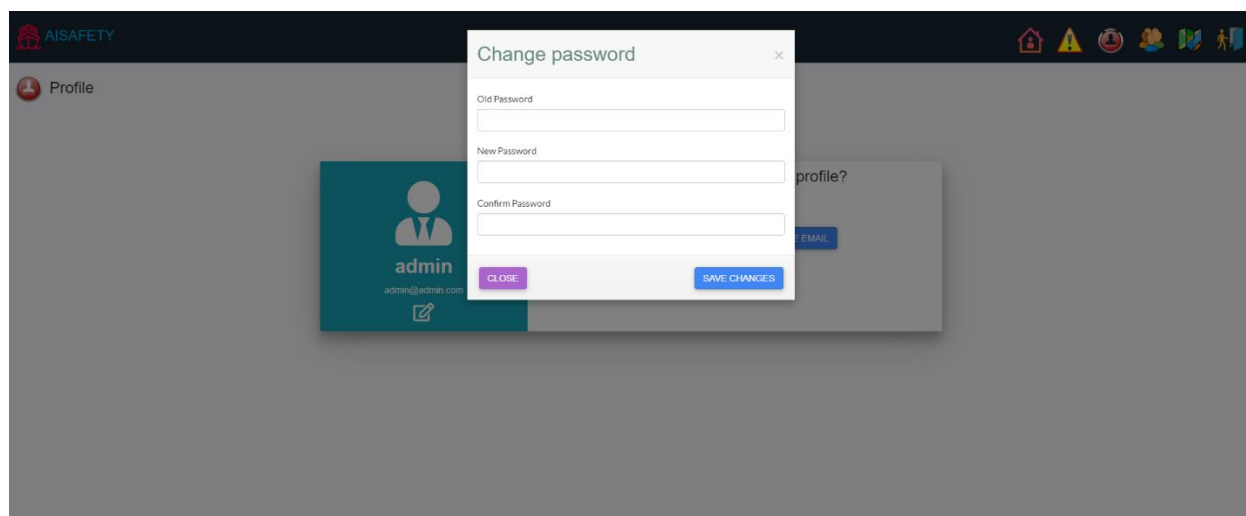
Διάγραμμα 13: Οθόνη διαχείρισης χρηστών όπου έχει την δυνατότητα να βλέπει μόνο ο Super Admin

Έπειτα εκτός από τη διαχείριση των χρηστών θα έχει και την δυνατότητα της δημιουργίας νέου χρήστη. Ο επόμενος ρόλος είναι αυτός του Admin. Σκοπός αυτού του ρόλου είναι η δυνατότητα να δημιουργεί και να επεξεργάζεται τα πολύγωνα που υπάρχουν στο χάρτη. Να σημειωθεί πως του παρέχονται όλες οι δυνατότητες εκτός αυτές της διαχείρισης των χρηστών. Ο τελευταίος ρόλος είναι ο User, ο οποίος θα μπορεί να αλληλοεπιδρά με την κύρια σελίδα και την σελίδα με τους πίνακες των ειδοποιήσεων.

Ένα κοινό μέρος για όλους τους χρήστες είναι το προφίλ. Είναι ένα απλό μέρος της πλατφόρμας όπου κύριο σκοπό έχει να δίνει την δυνατότητα της απλής αλλαγής του κωδικού και του email (βλέπε διάγραμμα 14).



Διάγραμμα 14: Οθόνη προφίλ



Διάγραμμα 15: Οθόνη αλλαγής κωδικού δια μέσου του προφίλ ενός χρήστη

Περιληπτικά στην σελίδα διαχείρισης χρηστών υπάρχει ένας πίνακας όπου μπορεί να γίνει φιλτράρισμα από τον Super Admin. Δίπλα από κάθε χρήστη υπάρχουν τα αντίστοιχα εικονίδια της επεξεργασίας και της διαγραφής που κάνουν την αντίστοιχη ιδιότητα (βλέπε διάγραμμα 13) και το τελευταίο σημείο είναι η δημιουργία νέου χρήστη στο πάνω δεξί μέρος της σελίδας.

Update pavlos

Name

E-Mail Address

Role Admin
 User



Διάγραμμα 16: Οθόνη φόρμας για την επεξεργασία κάποιου χρήστη

Create new user

Name

E-Mail Address

Role Admin
 User

Password

Confirm Password



Διάγραμμα 17: Οθόνη δημιουργίας νέου χρήστη

3.2.4 Διαχείριση πολυγώνων

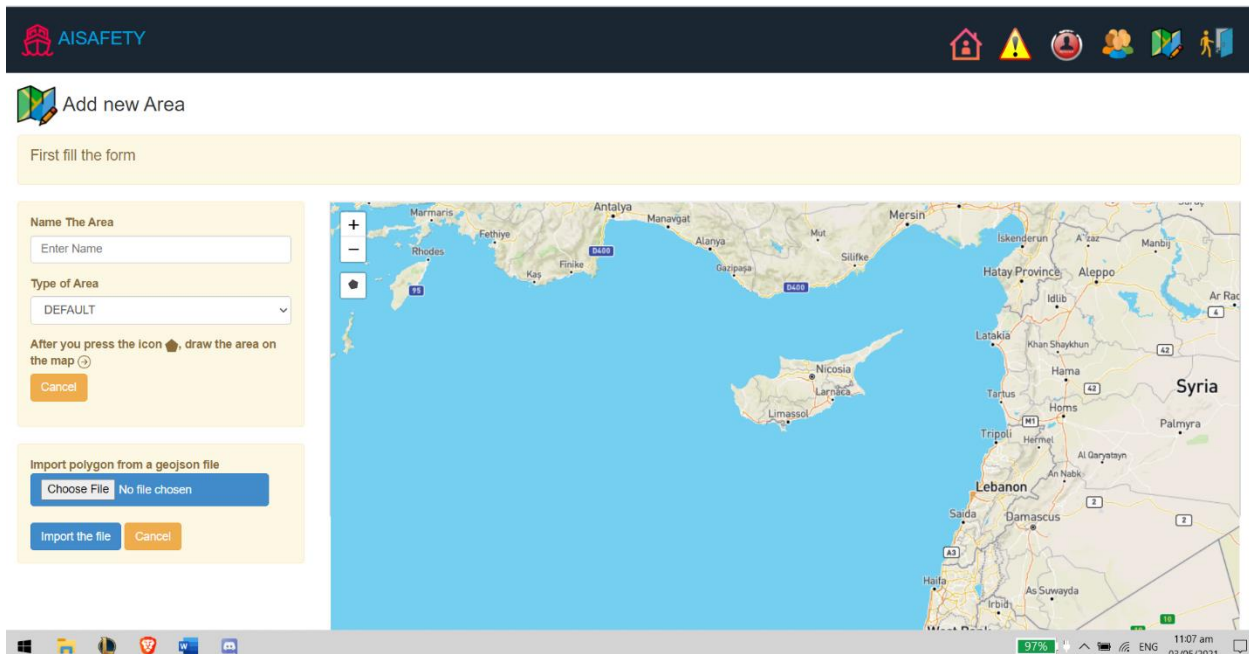
Ένα από τα σημαντικότερα μέρη της πλατφόρμας είναι και αυτό της διαχείρισης των πολυγώνων που έχουν και μια άμεση επαφή με τους αλγόριθμους. Όπως αναφέραμε και προηγουμένως, ένας χρήστης για να έχει πρόσβαση σε αυτό το μέρος πρέπει να έχει τα ανάλογα δικαιώματα. Αυτό το μέρος της πλατφόρμας αποτελείται από ένα χάρτη και ένα πίνακα με όλες τις περιοχές του συστήματος στα δεξιά. Ο ρόλος αυτού του μέρους είναι, μέσω ενός ευχάριστου περιβάλλοντος ο χρήστης να κατανοεί γραφικά τις περιοχές που βρίσκονται στον πίνακα. Αυτή η δυνατότητα δίνεται με το πάτημα στο όνομα της περιοχής που χρειάζεται και αυτόματα θα ανοίξει ένα παράθυρο στο χάρτη με βέλος να δείχνει την περιοχή και με την εξήγηση της ιδιότητας της περιοχής (βλέπε διάγραμμα 18). Έπειτα στο πίνακα υπάρχουν οι ενδείξεις όπου δίνουν την δυνατότητα διαγραφής και επεξεργασία μιας περιοχής.

ID	Name	Type	Edit	Delete
1	Amathus MPA	Marine Protected Area		
2	VTS AREA	Area of Interest		
3	PILOT STATION	Area of Interest		
4	ANCHORAGE	Area of Interest		
5	TRAFFIC AREA	Area of Interest		
6	RED LIGHT	Area of Interest		

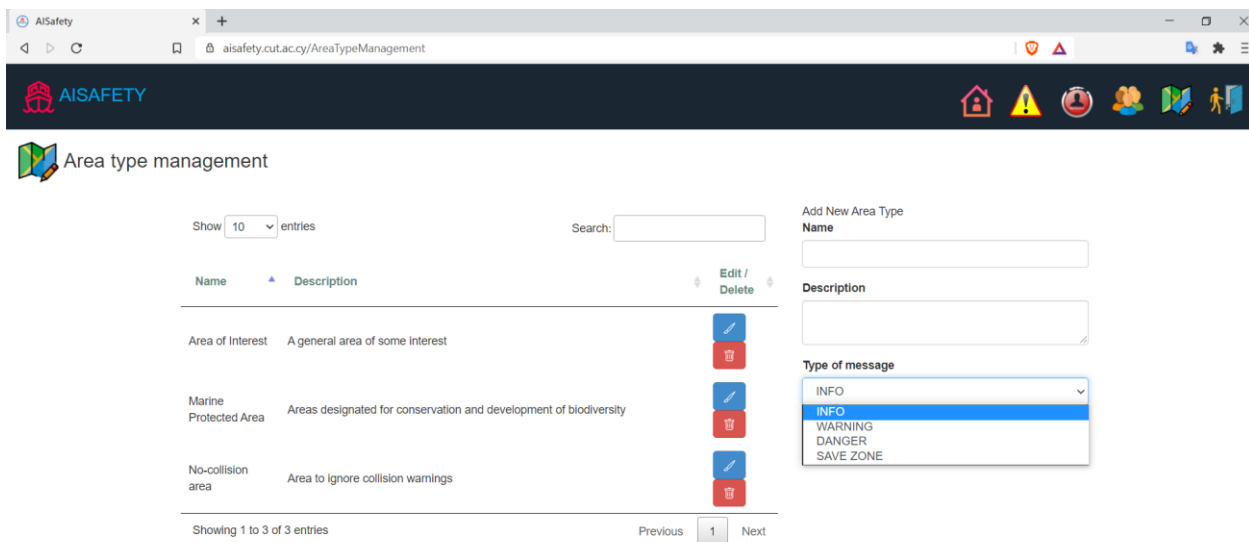
Διάγραμμα 18: Οθόνη που παρουσιάζει το κομμάτι προβολής όλων των πολυγώνων ‘περιοχές’. Έπειτα είναι και ένα παράδειγμα περιγραφής μια περιοχής μετά από το πάτημα στο όνομα της από τον πίνακα που βρίσκεται στα δεξιά.

Αφού εξηγήθηκε πως λειτουργεί αυτό το μέρος της σελίδας θα ακολουθήσει εξήγηση της διαδικασίας δημιουργίας των πολυγώνων. Αρχικά από την κύρια οθόνη παρατηρούμε διαφόρων χρωμάτων πολύγωνα. Το κάθε χρώμα καθορίζει τον τύπο του πολυγώνου όμως πιο τεχνικά στο σχεδιασμό καθορίζει και το πως θα το αντιμετωπίσουν οι αλγόριθμοι. Δηλαδή το πράσινο θα αγνοηθεί από τον αλγόριθμο με τις εισόδους και εξόδους πλοίων από πολύγωνα και στον αλγόριθμο που κάνει προβλέψεις συγκρούσεων θα απορρίψει τα πλοία που βρίσκονται σε αυτές τις περιοχές. Το κίτρινο και το μπλε αντιμετωπίζονται με τον ίδιο τρόπο. Στον αλγόριθμο που εντοπίζει τις εισόδους και εξόδους δουλεύει κανονικά και στον αλγόριθμο των προβλέψεων δεν παίζει κάποιο ρόλο. Το κόκκινο χρώμα είναι το ίδιο με το κίτρινο και το μπλε με την διαφορά πως επειδή είναι μια επικίνδυνη περιοχή κάνει και ένα έξτρα έλεγχο σε περίπτωση όπου κάποιο πλοίο οδηγείτε σε αυτήν την περιοχή.

Για να επιτευχθεί η κατηγοριοποίηση των χρωματισμών των πολυγώνων με ανάλογες επεξηγήσεις των περιοχών εφαρμόστηκε και η δημιουργία του τύπου της περιοχής. Δηλαδή όταν κάποιος χρήστης πάει να δημιουργήσει ένα νέο πολύγωνο, του δίνεται η δυνατότητα να επιλέξει και τον τύπο της περιοχής (βλέπε διάγραμμα 19). Έπειτα οι τύποι των περιοχών δημιουργούνται και στο κατάλληλο μέρος της πλατφόρμας όπου μπορεί κάποιος να οδηγηθεί με το κουμπί του “Add type” όπου βρίσκεται πάνω αριστερά (βλέπε διάγραμμα 18). Να αναφέρουμε πως και η δημιουργία νέας περιοχής γίνεται με την χρήση του κουμπιού “Add area” που βρίσκεται και αυτό πάνω αριστερά.



Διάγραμμα 19: Οθόνη προσθήκης πολυγώνων “περιοχών”. Στο διάγραμμα φαίνονται δυο τρόποι προσθήκης περιοχών. Ένας τρόπος είναι μέσω τις σχεδίασης από το κουμπί που παριστάνει το πολύγωνο όπου φαίνεται στον χαρτιού και ο δεύτερος με την προσθήκη αρχείου geojson μορφής.



χρήστης αναλόγως του “Type of message” θα πάρει και το κατάλληλο χρώμα του πολυγώνου. Το ‘INFO’ αντιπροσωπεύει το μπλε , ‘WARNING’ το κίτρινο , ‘DANGER’ το κόκκινο και το ‘SAFE ZONE’ το πράσινο.

3.3 Περιγραφή αλγορίθμων

3.3.1 Αλγόριθμος εντοπισμού εισόδων και εξόδων από περιοχές και κινητικότητα σε επικίνδυνες περιοχές

Ξεκινώντας την περιγραφή του αλγορίθμου να αναφέρουμε πως χρειάζονται δύο πίνακες της βάσης δεδομένων για την ορθή λειτουργία. Επειδή χρησιμοποιούνται στο διάγραμμα 22 τα ονόματα ‘warning_table’ και ‘ship_in_area’ θα χρησιμοποιηθούν και στην εξήγηση του αλγόριθμου. Ο λόγος που χρειάζονται οι δύο πίνακες είναι, ο ένας για να κρατά μια κατάσταση του αλγόριθμου για την αποφυγή της επανάληψης ειδοποιήσεων και ο δεύτερος για την αποθήκευση των ειδοποιήσεων που παίρνει η σελίδα για να εμφανίσει.

Αρχικά ο αλγόριθμος, όπως φαίνεται και στο διάγραμμα 21, πριν μπει σε μια ασταμάτητη επανάληψη αρχικοποιεί τρεις δομές δεδομένων τύπου πίνακα. Ο λόγος της αρχικοποίησης των πινάκων είναι για την αποθήκευση όλων των ερωτημάτων που χρειάζονται να εκτελεστούν στον αλγόριθμο. Αυτό γίνεται για να αποφεύγετε η υπερφόρτωση από ερωτήματα σε διάστημα λίγων δευτερολέπτων που μπορεί να προκαλέσει ζημιά στην βάση δεδομένων.

Αφού μπει ο αλγόριθμος στο ξεκίνημα των επαναλήψεων, η πρώτη κίνηση που πρέπει να εκτελεστεί είναι το μάζεμα όλων των περιοχών που είναι ‘active’ δηλαδή δεν διαγράφηκαν και ο τύπος των περιοχών που δεν είναι ‘SAFE ZONE’ από την βάση δεδομένων. Στην συνέχεια ο αλγόριθμος μπαίνει σε μια κατάσταση ‘foreach’ όπου παίρνει όλες της περιοχές μια προς μια και εκτελεί την εξής διαδικασία:

Αρχικά εκτελείται ένα ερώτημα που παίρνει όλα τα σήματα που είναι γνήσια για κάθε πλοίο στα τελευταία 10 λεπτά. Ας υποθέσουμε πως όλα τα σήματα βρίσκονται σε μια δομή δεδομένων με το όνομα ‘vessel_in_port’ όπως αναφέρεται και στο διάγραμμα 22. Στην συνέχεια θα εκτελεστεί ακόμα ένα ερώτημα που θα μαζέψει όλες τις εγγραφές από τον πίνακα ‘ship_in_area’ που έχουν στο πεδίο της περιοχής την συγκεκριμένης περιοχής που βρίσκεται αυτήν την στιγμή η επανάληψη. Να αναφέρουμε σε αυτό το σημείο πως ο πίνακα ‘ship_in_area’ κρατάει μια κατάσταση των πλοίων που βρίσκονται σε κάποια περιοχή, δηλαδή έχει μια στήλη για το ‘mmsi’ του πλοίου, μια στήλη για την περιοχή και μια στήλη που υποδηλώνει αν το πλοίο είναι μέσα στην περιοχή ή κοντεύει στην περιοχή που χρειάζεται στην περίπτωση των επικίνδυνων

περιοχών που προσεγγίζονται από κάποιο πλοίο. Σύμφωνα και με το διάγραμμα 22, στην μεταβλητή 'ship_in_area' θα αποθηκευτούν οι περιπτώσεις των πλοίων που βρίσκονται σε μια περιοχή και στην μεταβλητή 'ship_close_of_danger_area' αυτά που δείχνουν πως κάποιο πλοίο πλησιάζει μια περιοχή επικίνδυνης κατάστασης.

Στην συνέχεια ο αλγόριθμος οδηγείται σε μια άλλη κατάσταση 'foreach', που σε κάθε επανάληψη παίρνει ένα ένα τα σήματα που βρίσκονται στην μεταβλητή 'vessel_last_poin'. Ακολουθώς περνά σε μια συνθήκη που ελέγχει το 'length' και το 'breadth' αν είναι και τα δυο μηδέν. Ο λόγος που γίνεται αυτή η διαδικασία είναι επειδή σε μερικά πλοία στην βάση δεδομένων υπάρχουν αυτά τα στοιχεία και θεωρήθηκε πιο σωστό αυτά τα πλοία στους διάφορους ελέγχους να αντιμετωπίζονται σαν τέσσερα σημεία αντί για ένα. Αν αυτή η συνθήκη είναι θετική, τα πλοία αντιμετωπίζονται σαν ένα σημείο αλλιώς σαν τέσσερα όπου θα εξηγηθεί στην συνέχεια ποια είναι η μικρή διαφορά.

Στην συνέχεια ακολουθεί μια άλλη συνθήκη που ελέγχει την περίπτωση όπου το πλοίο υπάρχει στην μεταβλητή 'ship_in_area', δηλαδή το συγκεκριμένο πλοίο σύμφωνα με την προηγούμενη του κατάσταση βρίσκεται στην συγκεκριμένη περιοχή. Έτσι ακολουθώς αφού περνά από μια συνθήκη η οποία ελέγχει τις παρών συντεταγμένες του συγκεκριμένου πλοίου με την συνάρτηση 'is_in_polygon()', μπορούμε να διαπιστώσουμε αν το πλοίο βρίσκεται ακόμα στην περιοχή. Παράδειγμα, αν η προηγούμενη συνθήκη μας λέει πως το πλοίο βρίσκεται σε αυτή την περιοχή και στην συνέχεια μας λέει πως δεν βρίσκεται σε αυτή, ακολουθεί η κατάσταση όπου ο αλγόριθμος θα αποθηκεύσει στον ένα από τους τρεις πίνακες που αρχικοποιήθηκαν στην αρχή, και συγκεκριμένα σε αυτόν που είναι υπεύθυνος για τις ειδοποιήσεις πως το συγκεκριμένο πλοίο την συγκεκριμένη ώρα βγήκε από την συγκεκριμένη περιοχή, όπως και στον πίνακα που μπαίνουν οι καταστάσεις των πλοίων που διαγράφονται από τον πίνακα που λέει πως ένα πλοίο βρίσκεται στην συγκεκριμένη περιοχή.

Στην περίπτωση που δεν ισχύει η συνθήκη που ελέγχει την μεταβλητή 'ship_in_area' αν συμπεριλαμβάνει το πλοίο, οδηγείται σε μια άλλη κατάσταση ο αλγόριθμος. Θα ακολουθήσει η ίδια συνθήκη που υπήρχε και προηγουμένως που ελέγχει αν το πλοίο βρίσκεται στην περιοχή, όμως σε αυτήν την περίπτωση αν η συνθήκη βγει θετική δηλαδή ένα πλοίο βρίσκεται στην συγκεκριμένη περιοχή και η κατάσταση του με βάση την μεταβλητή 'ship_in_area' λέει πως δεν

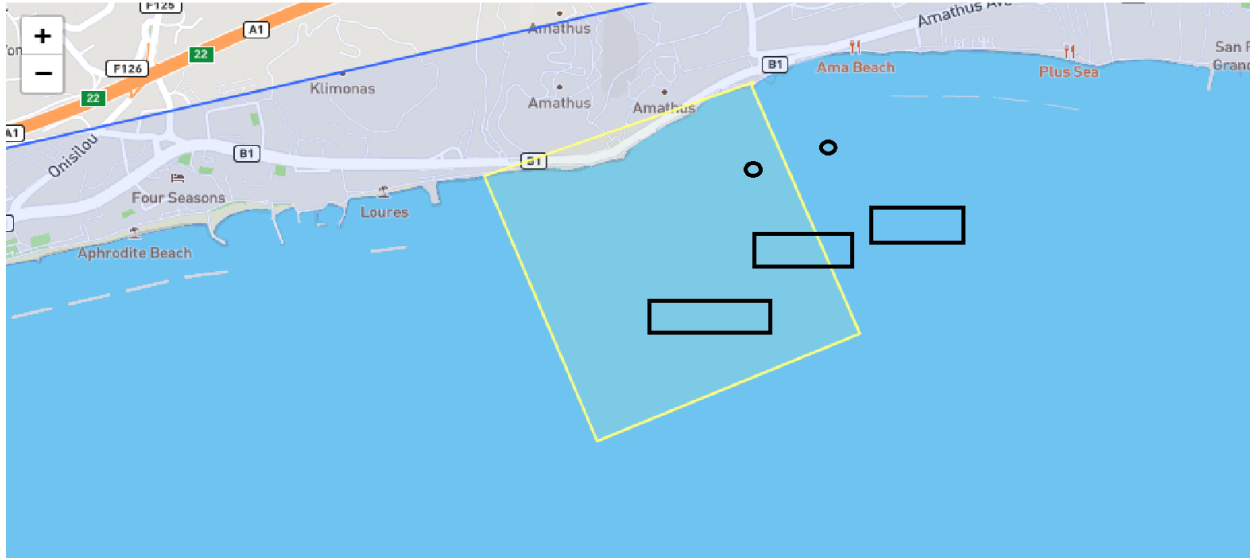
βρίσκεται μέσα, τότε ακολουθεί την εξής διαδικασία: Θα αποθηκευτούν στον πίνακα των ειδοποιήσεων πως το συγκεκριμένο πλοίο μπήκε στην συγκεκριμένη περιοχή. Έπειτα για να κρατηθεί η κατάσταση του πλοίου ότι βρίσκεται σε αυτήν την περιοχή, θα αποθηκευτεί στον πίνακα που είναι υπεύθυνος να προσθέσει τις καταστάσεις των πλοίων που μπαίνουν σε μια περιοχή.

Από την άλλη πλευρά της συνθήκης που ελέγχει αν κάποιο πλοίο μπήκε στην παρούσα περιοχή, αν διαπιστωθεί πως δεν μπήκε ακολουθεί η εξής διαδικασία: Ξεκινώντας ελέγχει αν η περιοχή που βρίσκεται η επανάληψη είναι επικίνδυνη διαφορετικά αγνοείται η συνέχεια του βρόχου. Στην περίπτωση που η περιοχή είναι επικίνδυνη, ακολουθεί μια συνθήκη που ελέγχει αν το πλοίο βρίσκεται στον πίνακα που κρατά την κατάσταση των πλοίων που βρίσκονται κοντά σε επικίνδυνες περιοχές. Αν το πλοίο βρίσκεται κοντά στην περιοχή με βάση την προηγούμενη του κατάσταση που βρίσκεται στον πίνακα και στην συνέχεια αφού περάσει από έλεγχο όπου διαπιστώθηκε πως δεν οδηγείται στην επικίνδυνη περιοχή, τότε θα εκτελεστεί ένα ερώτημα που θα διαγράψει το πλοίο από την κατάσταση που βρισκόταν προηγουμένως. Στην αντίθετη περίπτωση, δηλαδή όπου η κατάσταση του πλοίου δηλώνει πως δεν βρίσκεται κοντά σε επικίνδυνη κατάσταση και μετά από έλεγχο του διαπιστωθεί πως βρίσκεται, τότε εκτελείται ένα ερώτημα στον πίνακα των ειδοποιήσεων πως το συγκεκριμένο πλοίο οδηγείται σε επικίνδυνη περιοχή και άλλο ερώτημα προσθέτει την κατάσταση του πλοίου πως οδηγείται στην συγκεκριμένη απαγορευμένη περιοχή.

Τώρα στην περίπτωση που το πλοίο αντιμετωπίζεται ως τέσσερα σημεία σε όλες τις περιπτώσεις ελέγχονται και τα τέσσερα σημεία. Δηλαδή αν ένα από τα τέσσερα σημεία βρίσκεται σε μια περιοχή και τα υπόλοιπα τρία είναι έξω από την περιοχή τότε σε αυτήν την περίπτωση δεν σημαίνει πως βγήκε ή μπήκε στην περιοχή. Πιο αναλυτικά, δεν θα αλλάξει η κατάσταση του πλοίου σε θέμα εισόδου και εξόδου από μια περιοχή αν δεν διαπιστωθούν και τα τέσσερα σημεία του πλοίου που βρίσκονται εντός η εκτός της περιοχής (βλέπε διάγραμμα 21).

Στο τελευταίο μέρος του αλγορίθμου που πέρασαν όλα τα πλοία από μια περιοχή, προτού οδηγηθεί ο αλγόριθμος στην επόμενη επανάληψη με άλλη περιοχή θα εκτελέσει τα τρία ερωτήματα. Πρώτο ερώτημα είναι η προσθήκη όλων των ειδοποιήσεων στον πίνακα 'warning_table', δεύτερο θα διαγράψει από το πίνακα 'ship_in_area' όπου κρατά την κατάσταση

των πλοίων αυτά που πλέον δεν βρίσκονται σε αυτήν την περιοχή και τελευταίο ερώτημα που θα εκτελεστεί είναι αυτό που θα προσθέσει τα πλοία όπου οδηγήθηκαν στην περιοχή στον πίνακα 'ship_in_area' για να κρατηθεί η κατάσταση τους.



Διάγραμμα 21: Παράσταση όπου δείχνει πέντε διαφορετικά πλοία, για το πως τα βλέπει ο αλγόριθμος. Έχουμε αυτά που είναι ένα σημείο όπου φαίνονται με τους μικρούς κύκλους και αυτά όπου είναι τέσσερα σημεία όπου παριστάνονται με ορθογώνια όπου κάθε γωνιά είναι ένα σημείο. Σημειώνεται πως το μεσαίο ορθογώνιο όπως φαίνεται στην εικόνα ακόμα να αλλάζει η κατάσταση του για αν βγαίνει η μπαίνει στο πολύγωνο ανάλογος της φοράς κινήσεις. Η κατάσταση θα αλλάξει όταν βγει η μπει όλο στο κίτρινο πολύγωνο.

```

1 array()=delete_ship_in_area
2 array()=insert_in_warning
3 array()=insert_ship_in_area
4
5 while(1)
6     areas=query->select all areas which are active and not in save zone
7     foreach (areas as area)
8         vessel_last_coordinate=query->select all vessels last coordinate in the last 10 min which is not corrupted
9         ship_in_area = query->select all vessels which are in the area
10        ship_close_of_danger_area=query->select all vessels which are close to danger area
11        foreach(vessel_last_coordinate as vessel)
12            if(lenght>0 and breadth >0)
13                if(vessel is in ship_in_area)
14                    if( not is_in_polygon(vessel,area))
15                        insert_in_warning[]->data
16                        delete_ship_in_area[]->vessel,area
17                    endif
18                else
19                    if(is_in_polygon(vessel,area))
20                        insert_ship_in_area[]->vessel,area
21                        insert_in_warning[]->data
22                    else
23                        if(area==danger)
24                            if(ship_close_of_danger_area has this vessel)
25                                if(not is_ship_close_of_area(vessel,area))
26                                    query->delete ship_close_of_danger_area(vessel,area)
27                                endif
28                            else
29                                if(is_ship_close_of_area(vessel,area))
30                                    query->insert ship_close_of_danger_area(vessel,area)
31                                    query->insert warning()
32                                endif
33                            endif
34                        endif
35                    endif
36                else
37                    "same prosses but this time you check four marks and not one
38                    because you have length and breadth"
39                endif
40            endforeach
41
42            query->insert_in_warning    ->(warning_table)
43            query->delete_ship_in_area  ->(ship_in_area)
44            query->insert_ship_in_area  ->in(ship_in_area)
45        endforeach
46    endwhile
47
48 --

```

Διάγραμμα 22: Ψευδοκώδικας αλγορίθμου όπου ελέγχει την είσοδο ,έξοδο και προσέλκυση επικίνδυνων περιοχών από πλοία

3.3.2 Αλγόριθμος πρόβλεψης συγκρούσεων μεταξύ πλοίων

Για την περιγραφή του αλγορίθμου χρειάζονται δύο πίνακες από την βάση δεδομένων. Ο ένας πίνακα είναι για την αποθήκευση των στοιχείων της ειδοποίησης και ο άλλος για να κρατά μια κατάσταση των ζευγαριών των πλοίων που είναι σε πρόβλεψη σύγκρουσης έτσι ώστε να αποφεύγεται η επανάληψη ειδοποιήσεων.

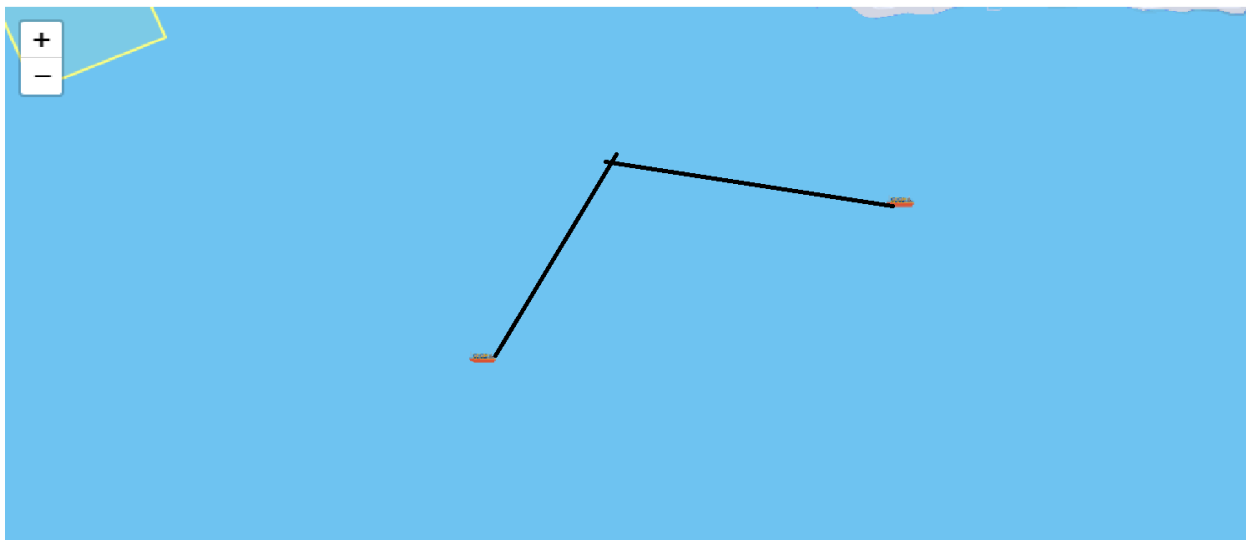
Ο αλγόριθμος αφού ξεκινήσει τις ατέλειωτες του επαναλήψεις, ο πρώτος χώρος που οδηγείται είναι στην εκτέλεση ενός ερωτήματος που διαγράφει όλα τα ζευγάρια πλοίων των οποίων προβλέφθηκε σύγκρουση μεταξύ τους σε χρόνο που η πρόβλεψη πέρασε από τον πίνακα που κρατά την κατάσταση του αλγορίθμου.

Ακολούθως, θα εκτελεστεί ένα ερώτημα που θα συλλέξει όλα τα τελευταία στοιχεία των πλοίων τα οποία είναι έγκυρα δηλαδή δεν είναι κατεστραμμένα. Όταν λέμε καταστραμμένα εννοούμε πως τα σήματα κατά την διαδρομή τους στην ατμόσφαιρα λόγω καιρικών συνθηκών δέχονται μετάλλαξη και φέρει ως αποτέλεσμα να μην είναι έγκυρα. Στην συνέχεια θα εκτελεστεί ένα ερώτημα που θα συλλέξει όλες τις περιοχές που είναι σε κατάσταση 'SAFE ZONE'. Αφού εκτελεστούν τα δυο ερωτήματα ακολουθεί ένας έλεγχος που ελέγχει αν κάποιο πλοίο βρίσκεται σε περιοχή 'SAFE ZONE'. Στην συγκεκριμένη περίπτωση το πλοίο διαγράφεται από την δομή δεδομένων που κρατά όλα τα στοιχεία των πλοίων. Ακολούθως η δομή δεδομένων με τα πλοία θα δεχτεί μια ταξινόμηση στο πεδίο του 'latitude' στο οποίο βρίσκεται το κάθε πλοίο.

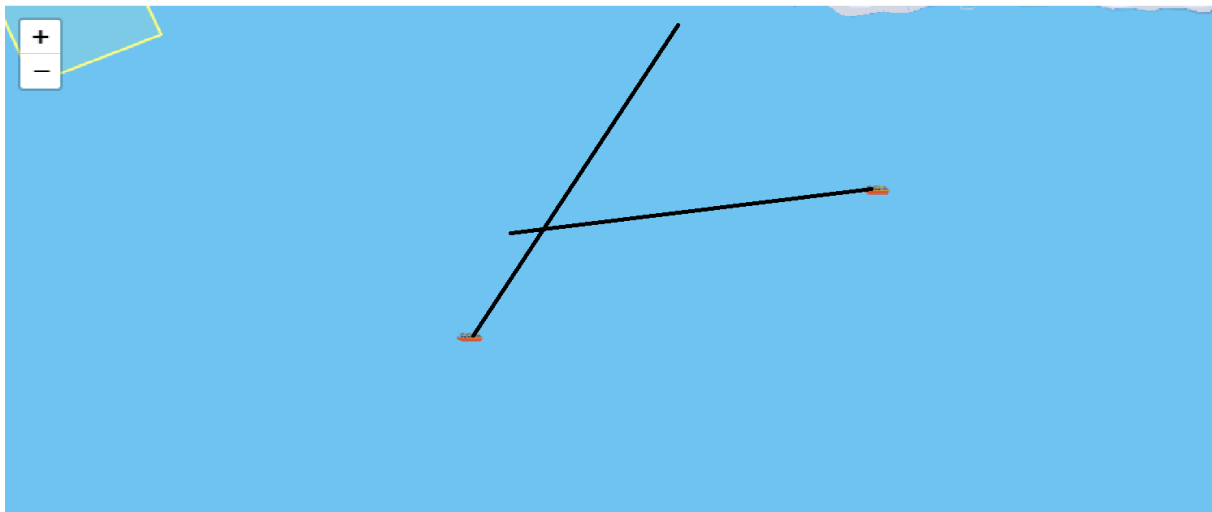
Στην συνέχεια ακολουθεί ένας βρόχος που περνά σε κάθε επανάληψη την ταξινομημένη δομή δεδομένων που περιέχει όλα τα πλοία. Στο εσωτερικό του βρόχου υπάρχει ένας βρόχος τύπου 'while' που οι επαναλήψεις του θα είναι ανάλογες του αριθμού των πλοίων που βρίσκονται σε εμβέλεια που ξεκινά από το latitude του πλοίου στον εξωτερικό κόμβο μέχρι επιπλέον μισό πόντο latitude. Ο λόγος που γίνεται αυτή η διαδικασία είναι για την αποφυγή επιπλέον ελέγχων όπου τα δύο πλοία θα βρίσκονται υπερβολικά μακριά το ένα από το άλλο. Η επιλογή του μισού πόντου latitude είναι μια απόσταση 50 km όπου πιστεύετε πως είναι αρκετά ικανοποιητική. Με αυτόν τον τρόπο δημιουργούνται όλα τα πιθανά ζευγάρια όπου πρέπει να περάσουν από έλεγχο.

Το επόμενο μέρος του αλγορίθμου χωρίζεται σε τρία μέρη ανάλογα της κατάστασης των πλοίων. Η πρώτη περίπτωση είναι αυτή όπου και τα δυο πλοία κινούνται. Στην δεύτερη και τρίτη το ένα από τα δυο κινείται όμως είναι χωρισμένο σε δύο περιπτώσεις αναλόγως αν κινείται το πλοίο του εξωτερικού βρόγχου ή του εσωτερικού

Στην πρώτη περίπτωση που τα δύο πλοία βρίσκονται σε κινητικότητα ο αλγόριθμος οδηγείται σε μια συνθήκη που ελέγχει αν τα διανύσματα των δυο πλοίο ενώνονται. Να σημειώσουμε πως το διάνυσμα κάθε πλοίου είναι το σημείο που βρίσκεται και ενώνεται με το σημείο που θα βρεθεί σε 15 λεπτά σύμφωνα με την ταχύτητα του την παρούσα στιγμή. Ακολούθως, αν διαπιστωθεί πως τα δύο διανύσματα ενώνονται ακολουθεί η διαδικασία υπολογισμού σε πιο χρονικό διάστημα θα βρίσκεται το κάθε πλοίο στο σημείο της σύγκρουσης. Όταν δύο διανύσματα περνούν το ένα πάνω από το άλλο, δεν σημαίνει απαραίτητα πως τα δύο πλοία θα συγκρουστούν αφού μπορεί το κάθε πλοίο να περάσει πάνω από το διάνυσμα σε διαφορετικό χρονικό διάστημα μεγάλης χρονικής διαφοράς. Το επόμενο βήμα είναι του ελέγχου αν ο χρόνος που χρειάζονται τα δυο πλοία να φτάσουν στο σημείο που ενώνονται τα διανύσματα έχει διάφορα δύο λεπτών. Αν η διαφορά δεν ξεπερνά τα δύο λεπτά τότε εκτελούνται δύο ερωτήματα. Το ένα είναι σε αυτό που θα αποθηκευτεί η ειδοποίηση που θα την προβάλλει η ιστοσελίδα και το άλλο αυτό που κρατά την κατάσταση των δυο πλοίων έτσι ώστε στην επόμενη επανάληψη του αλγορίθμου να μην εκτελεστούν τα ερωτήματα. Να σημειωθεί ότι πριν την εκτέλεση των ερωτημάτων εκτελείται ένα άλλο ερώτημα που ελέγχει αν τα δυο συγκεκριμένα πλοία βρίσκονται στο πίνακα που κρατά την κατάσταση του αλγορίθμου. Αν ισχύ η συνθήκη δεν εκτελούνται τα δύο ερωτήματα.



Διάγραμμα 23: Περίπτωση όπου τα διανύσματα δυο πλοίων συγκρούονται και σε κοινό χρονικό διάστημα. Παρατηρείται σύγκρουση στο τέλος της διαδρομής του



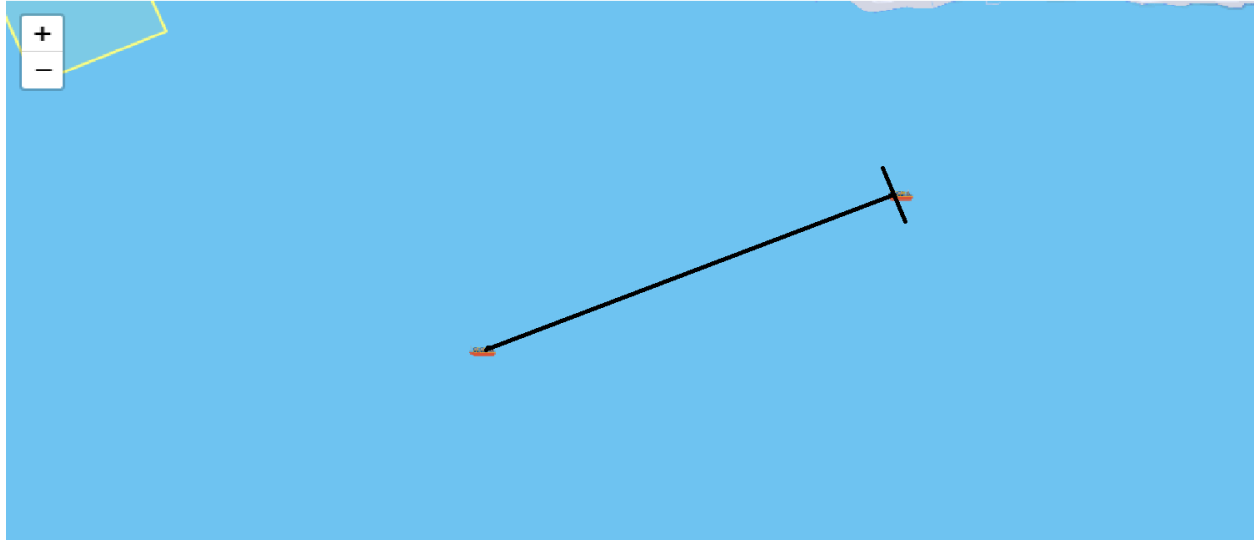
Διάγραμμα 24: Περίπτωση όπου τα διανύσματα δυο πλοίων συγκρούονται όμως παρατηρείται πως το σημείο ένωσης των διανυσμάτων είναι στην αρχή της διαδρομής του ενός πλοίου και στο τέλος του άλλου. Αυτό φέρει ως αποτέλεσμα να μην συγκρούονται.

Τώρα στην περίπτωση όπου το ένα πλοίο κινείται και το άλλο είναι ακίνητο, εκτελείται μια διαφορετική διαδικασία. Να αναφερθεί πως η δεύτερη και η τρίτη περίπτωση είναι οι ίδιες με την διαφορά πως το πλοίο του έξω βρόχου και του μέσα χρησιμοποιούνται αντιθέτως. Οπότε, σε αυτή την περιγραφή η δεύτερη περίπτωση και η τρίτη είναι ακριβώς οι ίδιες με την διαφορά πως τα δύο πλοία αλλάζουν θέση στην όλη διαδικασία.

Σε αυτήν τη φάση έχουμε ένα πλοίο το οποίο κινείται και ένα που είναι ακίνητο. Ξεκινώντας το πλοίο που είναι ακίνητο θα περάσει σε μια συνάρτηση όπου θα το μετατρέψει σε ένα διάνυσμα το οποίο θα είναι κάθετο της φοράς του πλοίου που κινείται. Το διάνυσμα γίνεται 20 μετρά απόσταση με κεντρικό του σημείο τις συντεταγμένες του πλοίου που είναι ακίνητο. Ο λόγος που το πλοίο γίνεται διάνυσμα είναι επειδή είναι τόσο μικρό το σημείο που έρχεται από τα σήματα που στέλνονται από τα πλοία και είναι σχεδόν αδύνατον να περνά από κάποιο διάνυσμα. Έπειτα ένα πλοίο δεν είναι τόσο μικρό για αυτό το παίρνουμε σαν διάνυσμα όπου είναι και πιο κοντά στις πραγματικές διαστάσεις των πλοίων.

Αφού το πλοίο μετατραπεί σε διάνυσμα, τότε τα δυο διανύσματα περνούν στην συνάρτηση όπου θα ελέγξει αν περνά το ένα πάνω από το άλλο. Αν η συνθήκη δείξει πως περνά το ένα πάνω από το άλλο, τότε στην συνέχεια ελέγχει το πλοίο που κινείται σε πόσο χρόνος χρειάζεται να φτάσει το ακίνητο πλοίο.

Στην συνέχεια γίνεται ένας έλεγχος αν τα δυο πλοία βρίσκονται στο πίνακα που κρατά την κατάσταση του αλγορίθμου και αν δει πως δεν υπάρχει το ζευγάρι των πλοίων τότε προχωρά στο επόμενο στάδιο αλλιώς συνεχίζει ο αλγόριθμός με τα επόμενα πλοία. Στο τέλος της εκτέλεσης της επανάληψης του βρόχου, θα εκτελεστούν δύο ερωτήματα. Το πρώτο ερώτημα είναι αυτό της αποθήκευσης της ειδοποίησης που θα εμφανιστεί στην σελίδα και το άλλο αυτό που θα κρατά την κατάσταση του αλγόριθμου.



Διάγραμμα 25: Περίπτωση που ένα πλοίο οδηγείται σε ένα ακίνητο πλοίο. Παρατηρούμαι το κάθετο διάνυσμα με την ποριά του κινούμενου πλοίου που δημιουργεί ο αλγόριθμος.

```

1  while(1)
2      delete->all past conflict ->(conflict_table)
3      vessel=select all vessels coordinates in last 10 min which are not corrupted
4      areas=query->select all save zones which are active
5      foreach(vessel as ship)
6          if ship is in save zone
7              delete from vessel
8          endif
9      endforeach
10
11     vessel->sort_by_latitude
12
13     foreach(vessel)
14         while(next_vessel.latitude - vessel.latitude <0.5)
15             if(next_vessel and vessel move)
16                 if(intersectionOfLines(next_vessel and vessel))
17                     vesel_time=time_which_this_ship_go_to_mark_of_insersection
18                     next_vesel_time=time_which_this_ship_go_to_mark_of_insersection
19                     value= vesel_time-next_vesel_time
20                     time_of_conflict=(vesel_time-next_vesel_time)/2
21                     predict_time=current_time+time_of_conflict
22                     if(value>=-2 and value<=2 )
23                         if this 2 vessel arent in conflict_table
24                             insert->conflict_table(predict_time,vessel,vessel_next)
25                             insert->conflict_warning_table(predict_time,vessel,vessel_next)
26                         endif
27                     endif
28                 endif
29             elseif(next_vessel move and vessel dont move)
30                 vessel.make_point_to_segment
31                 if(intersectionOfLines(next_vessel and vessel))
32                     next_vesel_time=time_which_this_ship_go_to_mark_of_insersection
33                     if this 2 vessel arent in conflict_table and next_vesel_time<15
34                         insert->canflict_table
35                         insert->conflict_warning_table
36                     endif
37                 endif
38             else(vessel move and next_vessel dont move)
39                 vessel_next.make_poin_to_segment
40                 if(intersectionOfLines(next_vessel and vessel))
41                     vesel_time=time_which_this_ship_go_to_mark_of_insersection
42                     if (this 2 vessel arent in conflict_table) and (vesel_time<15)
43                         insert->canflict_table
44                         insert->conflict_warning_table
45                     endif
46                 endif
47             endif
48         endwhile
49     endforeach
50
51 endwhile

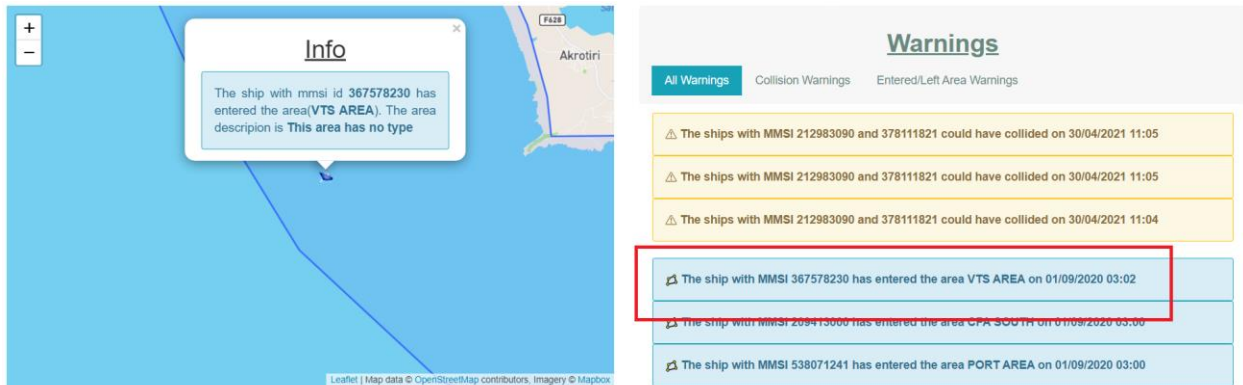
```

Διάγραμμα 26: Ψευδοκώδικας αλγορίθμου που κάνει προβλέψεις για συγκρούσεις πλοίων.

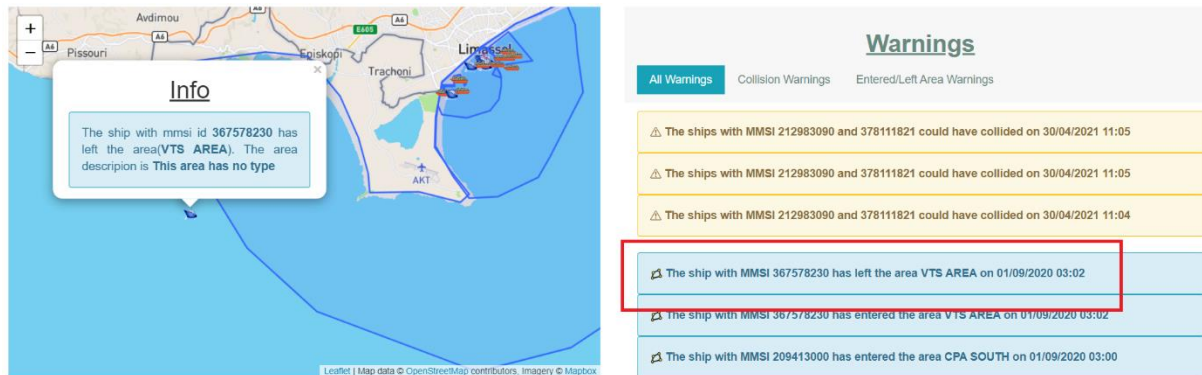
4 Αποτελέσματα

Αφότου εξηγήθηκε ο τρόπος λειτουργίας των αλγορίθμων θα παρουσιαστούν μερικά αποτελέσματα των μηνυμάτων που παρουσιάζουν την λειτουργία των αλγορίθμων.

4.1 Αποτελέσματα του αλγορίθμου στις περιπτώσεις είσοδού, εξόδου από μια περιοχή και προσέγκυση σε μια επικίνδυνη περιοχή



Διάγραμμα 27: Παράδειγμα περίπτωσης όπου ένα πλοίο εισέρχεται σε μια περιοχή τύπου INFO



Διάγραμμα 28: Παράδειγμα περίπτωσης όπου ένα πλοίο εξέρχεται από μια περιοχή τύπου INFO

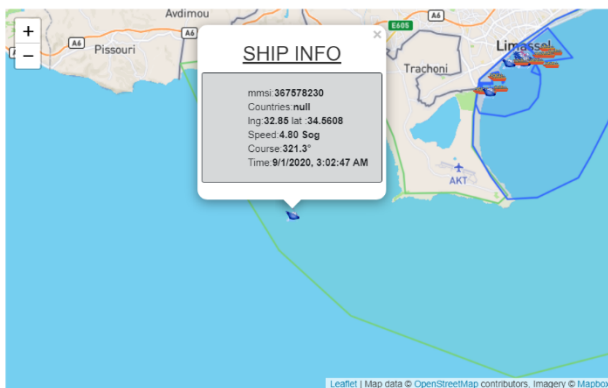


Warnings

All Warnings Collision Warnings Entered/Left Area Warnings

- ⚠ The ships with MMSI 212983090 and 378111821 could have collided on 30/04/2021 11:05
- ⚠ The ships with MMSI 212983090 and 378111821 could have collided on 30/04/2021 11:05
- ⚠ The ships with MMSI 212983090 and 378111821 could have collided on 30/04/2021 11:04
- ⚠ The ship with MMSI 367578230 is approaching the area VTS AREA on 01/09/2020 03:02
- ⚠ The ship with MMSI 367578230 has left the area VTS AREA on 01/09/2020 03:02
- ⚠ The ship with MMSI 367578230 has entered the area VTS AREA on 01/09/2020 03:02

Διάγραμμα 29: Παράδειγμα περίπτωσης όπου ένα πλοίο πλησιάζει να μπει σε μια περιοχής τύπου DANGER

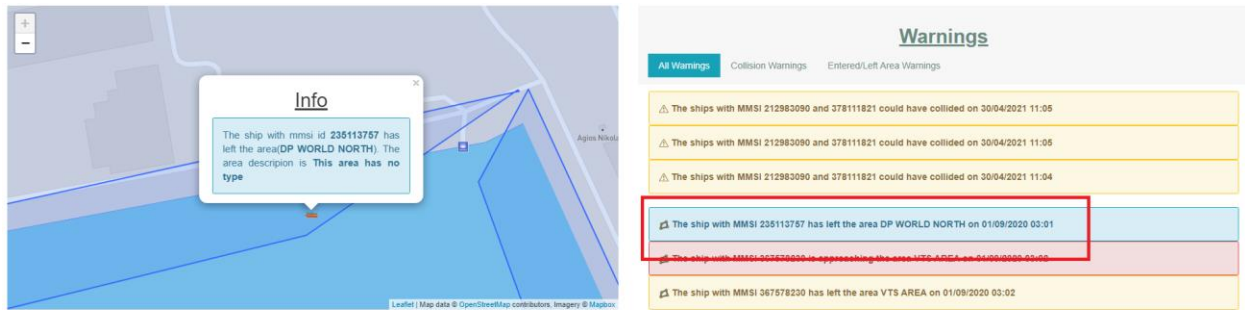


Warnings

All Warnings Collision Warnings Entered/Left Area Warnings

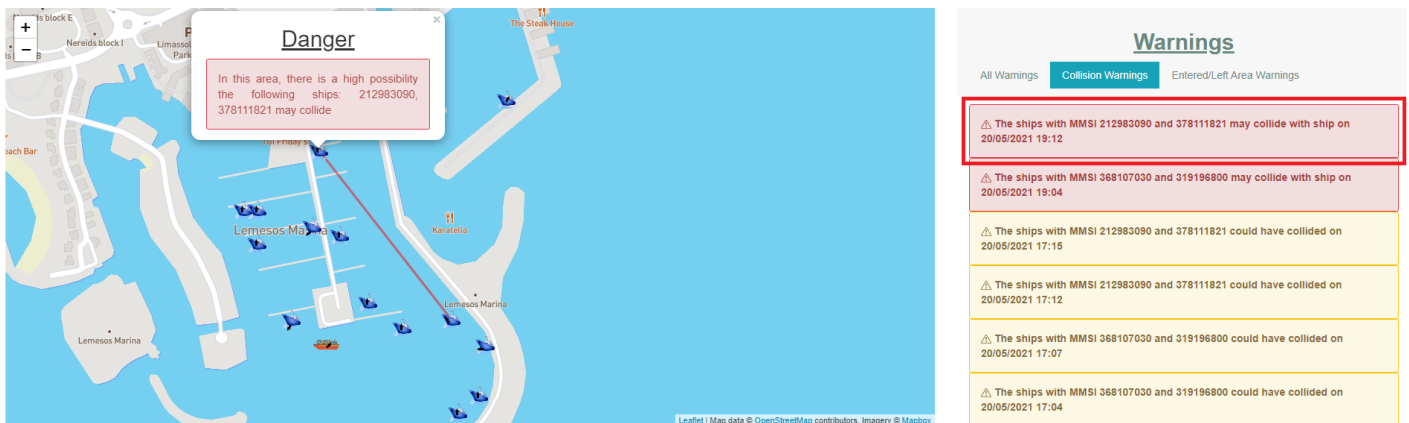
- ⚠ The ship with MMSI 209413000 has entered the area CPA SOUTH on 01/09/2020 03:00
- ⚠ The ship with MMSI 538071241 has entered the area PORT AREA on 01/09/2020 03:00
- ⚠ The ship with MMSI 378111821 has entered the area PORT AREA on 01/09/2020 03:01

Διάγραμμα 30: Παράδειγμα περίπτωσης όπου ένα πλοίο εισέρχεται σε μια περιοχή τύπου SAFE ZONE. Παρατηρείται πως δεν έρχεται κάποια ειδοποίηση για το συγκεκριμένο πλοίο

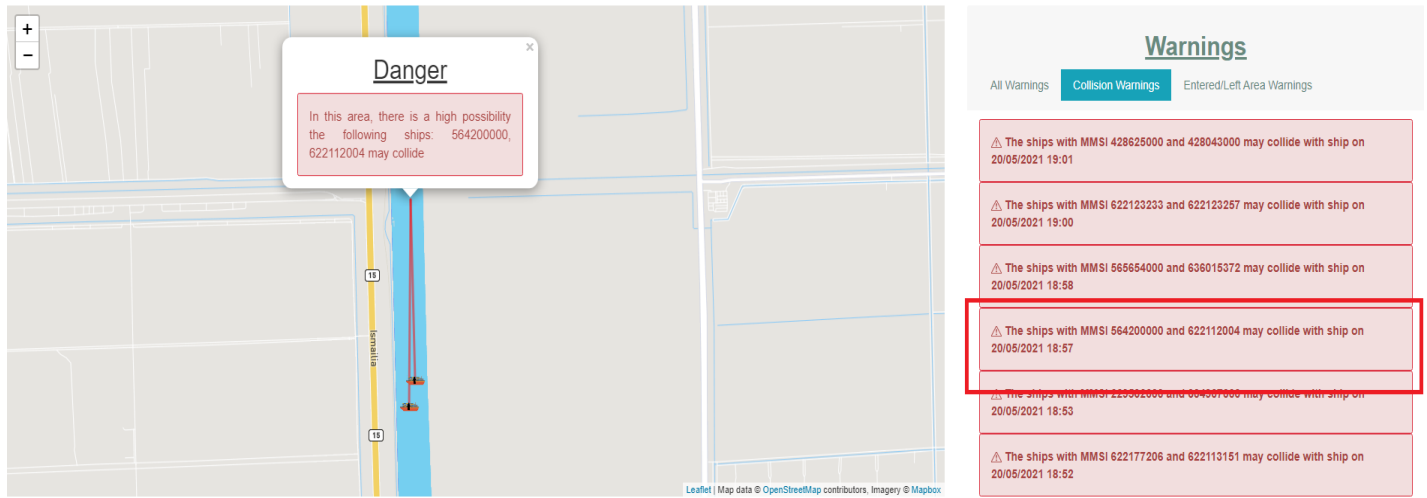


Διάγραμμα 31: Παράδειγμα περίπτωσης όπου φαίνεται ένα πλοίο όπου προηγούμενος έχει βγει από μια περιοχή και στην συνέχεια δοκίμασε να ξανά μπει. Το συγκεκριμένο πλοίο είναι από αυτά όπου υπάρχουν οι διαστάσεις αποθηκευμένες στην βάση δεδομένων. Αυτό φέρει σαν αποτέλεσμα το συγκεκριμένο πλοίο στον αλγόριθμο να διαχειρίζεται σαν τέσσερα σημεία. Βλέπουμε πως δεν έχουμε μήνυμα που να λέει πως το συγκεκριμένο πλοίο εισήλθε στην συγκεκριμένη περιοχή, αυτό σημαίνει πως δεν εισήλθαν όλα τα σημεία του πλοίου στην περιοχή δηλαδή δεν εισήλθε όλο το πλοίο στην περιοχή ακόμα.

4.2 Αποτελέσματα του αλγορίθμου στην περίπτωση πρόβλεψης σύγκρουσης δυο πλοίων



Διάγραμμα 32: Παράδειγμα περίπτωσης σύγκρουσης μεταξύ δυο πλοίων .Η συγκεκριμένη περίπτωση είναι αυτή όπου ένα πλοίο είναι σταματημένο και ένα άλλο οδηγείται προς αυτό.



Διάγραμμα 33: Παράδειγμα περίπτωσης σύγκρουσης μεταξύ δυο πλοίων .Η συγκεκριμένη περίπτωση είναι αυτή όπου κινούνται και τα δυο πλοία και έχουν σημείο σύγκρουσής εκεί όπου αναγραφή η ετικέτα.

5 Επίλογος

5.1 Δυσκολίες

Κατά την υλοποίηση του έργου, διαπιστώθηκαν πολλές δυσκολίες αλλά θα βασιστούμε στις πιο κύριες. Πρώτη δυσκολία ήταν η εκμάθηση του Framework Laravel. Ήταν κάτι καινούριο που σε κάποιες φάσεις της υλοποίησης της σελίδας έφερε πολλές δυσκολίες. Ένα παράδειγμα είναι η διαχείριση των ρόλων όπου έπρεπε να χτιστεί ένας middleware για να ελέγχει αν κάποιος χρήστης έχει τα δικαιώματα πριν εισέλθει σε κάποιο σημείο που ήθελε να παρευρεθεί. Το πρόβλημα λύθηκε με την συνεχή έρευνα στο διαδίκτυο όπου πάρθηκαν ιδέες από πολλά σημεία. Μια άλλη δυσκολία στην υλοποίηση της σελίδας ήταν η υλοποίηση των χαρτών με την χρήση του framework leaflet. Το framework leaflet είναι γλώσσα JavaScript όπου δεν υπήρχε και τόσο καλή εμπειρία στην χρήση της, που κυρίως στις αρχές έφερε μεγάλη δυσκολία. Να αναφερθεί πως λόγος της όχι καλής αρχικής έρευνας στο κομμάτι με το χάρτη κάποια σημεία όπως αυτό της σχεδίασης πολυγώνων είχε γίνει με πολλούς διαφορετικούς τρόπους μέχρι να οδηγηθεί το τελικό αποτέλεσμα. Στο κομμάτι της υλοποίησης των αλγορίθμων δυο ήταν τα δύσκολα σημεία. Το πρώτο ήταν το κομμάτι των μαθηματικών, όπου σε κάποια σημεία λόγω του ότι τον χάρτη δεν μπορούμε να τον πάρουμε και να το διαχειριστούμε σε καρτεσιανή μορφή. Με την έρευνα βρέθηκαν έτοιμες συναρτήσεις που έκαναν τις μετατροπές και λύθηκαν τα προβλήματα. Ένα άλλο μέρος των μαθηματικών ήταν στο κομμάτι του ελέγχου δύο διανυσμάτων για το αν διαπερνά το ένα διάνυσμα το άλλο και σε πιο σημείο το διαπερνά. Λύθηκε και αυτό το κομμάτι των μαθηματικών με την έρευνα. Το δεύτερο κομμάτι ήταν η διαχείριση των δεδομένων που δεν ήταν έγκυρα. Στις αρχές δεν λήφθηκαν υπόψη τα προβληματικά δεδομένα και υπήρξαν αρκετές ειδοποιήσεις και προβλέψεις των αλγορίθμων που ήταν λάθος. Η διαχείριση τους δεν ήταν πολύ δύσκολη αλλά κόστισε χρόνο στις αλλαγές στους αλγορίθμους.

5.2 Προτάσεις για το μέλλον

Δύο προτάσεις για μελλοντική επέκταση του έργου είναι οι εξής:

Πρώτη πρόταση, είναι η προσθήκη αλγορίθμου που θα ελέγχει αν κάποιο πλοίο έρχεται σε ρηχά νερά. Μπορεί να δημιουργηθεί αυτός ο αλγόριθμος με την χρήση κάποιου API όπου θα του δίνεις συντεταγμένες και θα σου επιστρέφει το βάθος του νερού. Αν δεν υπάρχει κάποιο έτοιμο API μπορούν να σχεδιαστούν περιοχές με ένα διάστημα συγκεκριμένου βάθους πχ 10-20 μέτρα και να γίνονται οι ανάλογοι έλεγχοι αν κάποιος πλοίο εισέλθει σε αυτές τις περιοχές.

Δεύτερη πρόταση είναι η προσθήκη αλγορίθμου που θα ελέγχει αν κάποιο πλοίο βρίσκεται σε κακές καιρικές συνθήκες. Υπάρχουν έτοιμα API όπου τους δίνεις συντεταγμένες σαν είσοδο και σου επιστρέφουν στο παρόν χρονικό διάστημα όλα τα στοιχεία των παρών καιρικών συνθηκών. Αυτά τα στοιχεία μπορούν να συγκριθούν και να οδηγήσουν σε συμπεράσματα αν βρίσκεται ένα πλοίο σε κατάλληλες καιρικές συνθήκες. Έπειτα, αφού είναι γνωστή η πορεία των πλοίων μπορούν να γίνουν και υπολογισμοί για την διαδρομή που θα ακολουθήσει το πλοίο αν θα έχει κάποιο θέμα με τις καιρικές συνθηκών.

5.3 Εν Κατακλείδι

Το θέμα της συγκεκριμένης πτυχιακής κατά την άποψη μου ήταν ένα αρκετά ενδιαφέρον θέμα που μου πρόσφερε αρκετά εφόδια για την μελλοντική μου ζωή. Ξεκινώντας με το πως είχα την ευκαιρία να εργαστώ με ένα εργαλείο την Laravel όπου στην αγορά είναι πολύ διαδεδομένο. Έπειτα μου δόθηκε η ευκαιρία να έχω μια μικρή επαφή με μεγάλα δεδομένα και διαχείριση όπως είναι και αυτά των AIS όπου χρειάζονταν κάποιες τεχνικές πίσω από την διαχείριση τους. Και το τελευταίο μέρος είχα την ευκαιρία να γράψω δυο αλγόριθμους που μου πρόσφεραν μεγαλύτερη εμπειρία με την γλώσσα PHP .

6 Βιβλιογραφία

- 1) Chatzikokolakis. (2015). Ανάκτηση από <http://ceur-ws.org/Vol-2083/paper-18.pdf>
- 2) *Laravel*. (χ.χ.). Ανάκτηση από <https://laravel.com/>
- 3) Liu, Z. (2019, August). Ανάκτηση από
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0141118718308198#bib0125>
- 4) *livewire*. (χ.χ.). Ανάκτηση από <https://laravel-livewire.com/>
- 5) *MarineTraffic*. (χ.χ.). Ανάκτηση από <https://www.marinetraffic.com/en/p/company>
- 6) Sheng, P. (2018). Ανάκτηση από <https://www.mdpi.com/2071-1050/10/7/2327/htm>
- 7) Svanberg, M. (2019, August). Ανάκτηση από
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308597X18309667>
- 8) Zhang, C. (2020, September). Ανάκτηση από
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0968090X20306446#b0255>

