Πανεπιστήμιο Πειραιώς – Τμήμα Πληροφορικής

Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών

«Πληροφορική»

Μεταπτυχιακή Διατριβή

Τίτλος Διατριβής	**Εμπλουτισμός της Βάσης Δεδομένων AIS και έλεγχος τήρησης κανονισμών ναυσιπλοΐας εντός του Κεντρικού Λιμένος Πειραιώς και του Σαρωνικού Κόλπου** **Vessel AIS database enrichment & compliance control of the maritime regulations of the Port of Piraeus and Saronikos Gulf area**
Ονοματεπώνυμο Φοιτητή	**Χαρίλαος Βασιλάκος**
Πατρώνυμο	**Παναγιώτης**
Αριθμός Μητρώου	**ΜΠΠΛ 15007**
Επιβλέπων	**Καθηγητής Ιωάννης Θεοδωρίδης**

Ημερομηνία Παράδοσης **Φεβρουάριος 2021**

Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή

(υπογραφή)	(υπογραφή)	(υπογραφή)
Ιωάννης Θεοδωρίδης Καθηγητής	Νικόλαος Πελέκης Αναπληρωτής Καθηγητής	Άγγελος Πικράκης Επίκουρος Καθηγητής

Abstract

As from December 2004, the International Maritime Organisation (IMO) requires all passengers' vessels and all commercial vessels over 299 Gross Tonnage (GT) to carry a Class A AIS transponder.
The Automatic Identification System (AIS) is an automated, autonomous tracking system which is extensively used in the maritime world for the exchange of navigational information between AIS-equipped terminals and ships. Those information can be either static or dynamic data, such as the name of the ship, the International Maritime Organisation number(IMO), the type of the ship and it's destination. Crucial dynamic information, that is transmitted, includes the speed of the ship, the Maritime Mobile Service Identity number (MMSI), the position and course of the ship and a timestamp that designates the exact time in seconds that any data packet was generated. Thanks to an AIS Antenna, that is located on the rooftop of the University of Piraeus, the Datastories Lab team receives AIS signals from the Saronikos Gulf area and stores them in a database, in order to depict them at the lab's website. The aim of this postgraduate thesis is to analyse and use the data that have been collected through 2016, in order to answer questions regarding the compliance of the ships to the Greek maritime regulations. The area of interest includes the wider Saronikos Gulf.

Περίληψη

Από το Δεκέμβριο του 2004, ο Διεθνής Οργανισμός Ναυσιπλοΐας απαιτεί από όλα τα επιβατικά πλοία και τα εμπορικά πλοία, τα οποία ξεπερνούν τους 299 Gross Tonnage, να φέρουν πομποδέκτη Αυτόματου Συστήματος Εντοπισμού, AIS. Το AIS είναι ένα αυτόνομο, αυτόματο σύστημα εντοπισμού, το οποίο χρησιμοποιείται ευρέως στη ναυσιπλοΐα, για την ανταλλαγή πληροφοριών μεταξύ πλοίων και μεταξύ πλοίων και σταθμών. Τα δεδομένα είναι είτε στατικά, είτε δυναμικά και συμπεριλαμβάνουν πληροφορίες όπως, το όνομα του πλοίου, το IMO (διεθνής κωδικός του Οργανισμού Ναυσιπλοΐας), τον τύπο του πλοίου όπως και τον προορισμό του. Σημαντικές πληροφορίες, οι οποίες ανήκουν στα δυναμικά δεδομένα, είναι η ταχύτητα, ο μοναδικός αριθμός αναγνώρισης (mmsi), η θέση του πλοίου, η πορεία του σε μοίρες και ο χρόνος στον οποίο δημιουργήθηκε κάθε τέτοιο πακέτο δεδομένων. Με τη βοήθεια μιας εγκατεστημένης κεραίας στην οροφή του Πανεπιστημίου Πειραιά, η ομάδα του Datastories Lab, συλλέγει σήματα AIS από την ευρύτερη περιοχή του Σαρωνικού Κόλπου, τα αποθηκεύει σε μία βάση δεδομένων και τέλος, τα απεικονίζει μέσω της διαδικτυακής εφαρμογής του εργαστηρίου. Στη συγκεκριμένη διπλωματική εργασία, θα χρησιμοποιηθούν δεδομένα τα οποία έχουν συλλεχθεί κατά το έτος 2016 μέσω της κεραίας, με σκοπό να αξιοποιηθούν ώστε να απαντήσουν σε ερωτήματα σχετικά με την τήρηση των κανονισμών ναυσιπλοΐας, τόσο στον Κεντρικό Λιμένα Πειραιώς όσο και στην ευρύτερη περιοχή του Σαρωνικού Κόλπου.

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές μου ευχαριστίες στον επιβλέποντα καθηγητή κ. Ιωάννη Θεοδωρίδη, για την εμπιστοσύνη που έδειξε προς το πρόσωπό μου, καθ' όλη τη διάρκεια διεκπεραίωσης της διπλωματικής εργασίας. Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Αναπληρωτή Καθηγητή κ. Νικόλαο Πελέκη και τον Επίκουρο Καθηγητή κ. Άγγελο Πικράκη για τη συμμετοχή τους στην Τριμελή Επιτροπή εξέτασης. Συνεχίζοντας, θα ήθελα να απευθύνω ένα μεγάλο ευχαριστώ στους κυρίους Ιωάννη Παπαγιαννόπουλο και Γεώργιο Σαρηγιάννη από τη Διεύθυνση Ασφαλείας του Οργανισμού Λιμένος Πειραιώς για την καίρια βοήθειά τους, καθώς επίσης στον υποψήφιο διδάκτορα κ. Ιωάννη Κοντούλη για την αμέριστη βοήθειά του σε όλους τους τομείς της διπλωματικής εργασίας. Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω ξεχωριστά τον συνάδελφο και φίλο, κ. Γιώργο Μαυρομμάτη για την ευγενή καλοσύνη του να μου παρέχει σημαντικό κομμάτι των δεδομένων από τη δική του διπλωματική εργασία, ώστε η συγκεκριμένη διατριβή να επιτύχει τον σκοπό της. Τέλος, ένα μεγάλο ευχαριστώ στην οικογένειά μου και στους ανθρώπους που βρίσκονται κοντά μου, για τη συμπαράσταση και την υποστήριξη τους σε κάθε μου προσπάθεια.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ 7

1.1 Περιγραφή και στόχοι της Διπλωματικής Εργασίας..... 7
1.2 Κίνητρο για την εκπόνηση της Εργασίας 7
1.3 Δομή Εργασίας 9

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. Απαιτήσεις και Υπόβαθρο Εργασίας 10

2.1 AIS - Automatic Identification System 10
2.2 PostgreSQL / PgAdmin 12
2.3 Η εφαρμογή QGIS3 13
2.4 Η εφαρμογή Tableau Desktop 13

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΒΑΣΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ 14

3.1 Σχεδιασμός Σχεσιακής Βάσης..... 14

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. Ανάλυση και Παρουσίαση των Δεδομένων..... 23

4.1 Παρουσίαση γενικών στοιχείων πλοίων 23
4.2 Παρουσίαση στιγμάτων για το έτος 2016 26
4.3 Παρουσίαση δεδομένων για τη μέση ταχύτητα των πλοίων30
4.4 Ανάλυση τροχιών για το σύνολο των δεδομένων 31

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. Έλεγχος πλοίων ως προς τους επιλεγμένους κανονισμούς ναυσιπλοΐας 35

5.1 Έλεγχος πλοίων ως προς την ταχύτητα βάσει του Ειδικού Κανονισμού Λιμένα Πειραιά..... 35
5.2 Έλεγχος πλοίων ως προς τα όρια αγκυροβολίας βάσει του Ειδικού Κανονισμού Λιμένα Πειραιά 39
5.3 Έλεγχος της απαγορευμένης περιοχής της Ψυττάλειας. 44
5.4 Έλεγχος αποστάσεων από τις ακτές. 46

Συμπεράσματα – Μελλοντικές Έρευνες..... 52

Παράρτημα-Κώδικας..... 54

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Περιγραφή και στόχοι της Διπλωματικής Εργασίας

Στην οροφή του Πανεπιστημίου Πειραιά είναι εγκατεστημένη μία κεραία που λαμβάνει σήματα τύπου AIS (Automatic Identification System), τα οποία εκπέμπουν τα πλοία που κινούνται στην ευρύτερη περιοχή του Σαρωνικού κόλπου. Με βάση τα σήματα αυτά, έχει δημιουργηθεί μία Βάση Δεδομένων, η οποία περιλαμβάνει στοιχεία, τόσο στατικά όσο και κινηματικά.

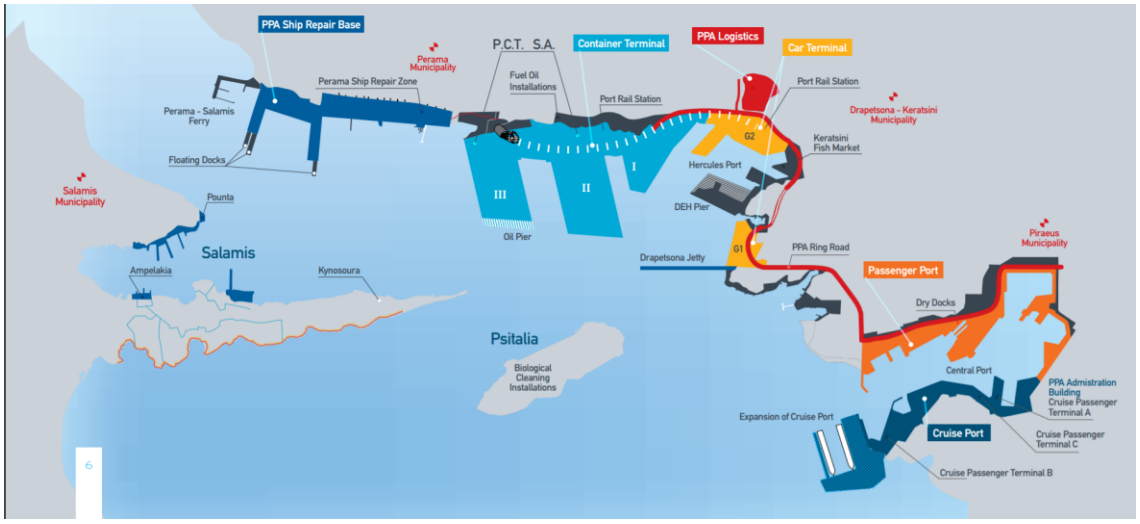
Η παρούσα διπλωματική εργασία συνίσταται στην παρουσίαση των αποτελεσμάτων, αναφορικά με την τήρηση των κανονισμών ναυσιπλοΐας για το συγκεκριμένο χωροχρονικό πλαίσιο.

Επιπλέον, η ΒΔ έχει εμπλουτιστεί με δεδομένα σχετικά με στατικές πληροφορίες για τα πλοία, γεωγραφικές πληροφορίες για τη γειτνιάζουσα με την περιοχή ενδιαφέροντος ακτογραμμή, καθώς και δεδομένα που αφορούν στους κανόνες ναυσιπλοΐας. Βάσει των παραπάνω, σκοπός είναι η αξιολόγηση των πληροφοριών αυτών για την εξαγωγή ασφαλών συμπερασμάτων σχετικά με τη συμπεριφορά των πλοίων στο εν λόγω πλαίσιο.

Συγκεκριμένα, στην παρούσα διπλωματική εργασία θα ελεγχθούν βασικοί νόμοι και κανόνες ναυσιπλοΐας και αν αυτοί πραγματικά τηρούνται στο λιμάνι του Πειραιά αλλά και στην ευρύτερη περιοχή του Σαρωνικού κόλπου, για το ζητούμενο χρονικό διάστημα από τα πλοία. Θα εξεταστούν δεδομένα και περιπτώσεις όπως η επιτρεπόμενη ταχύτητα διέλευσης των πλοίων που εισέρχονται και πλέουν στο λιμάνι, καθώς και οι απαραίτητες αποστάσεις των πλοίων από την ακτογραμμή. Θα εξεταστεί επίσης, η οριοθετημένη (βάσει ΦΕΚ) περιοχή αγκυροβολίας εκτός του Κεντρικού Λιμένα και η οριοθετημένη (βάσει ΦΕΚ) περιοχή νότια της Ψυττάλειας. Τέλος, θα παρουσιαστούν συγκεντρωτικά στοιχεία για όλους τους ελέγχους που έλαβαν χώρα.

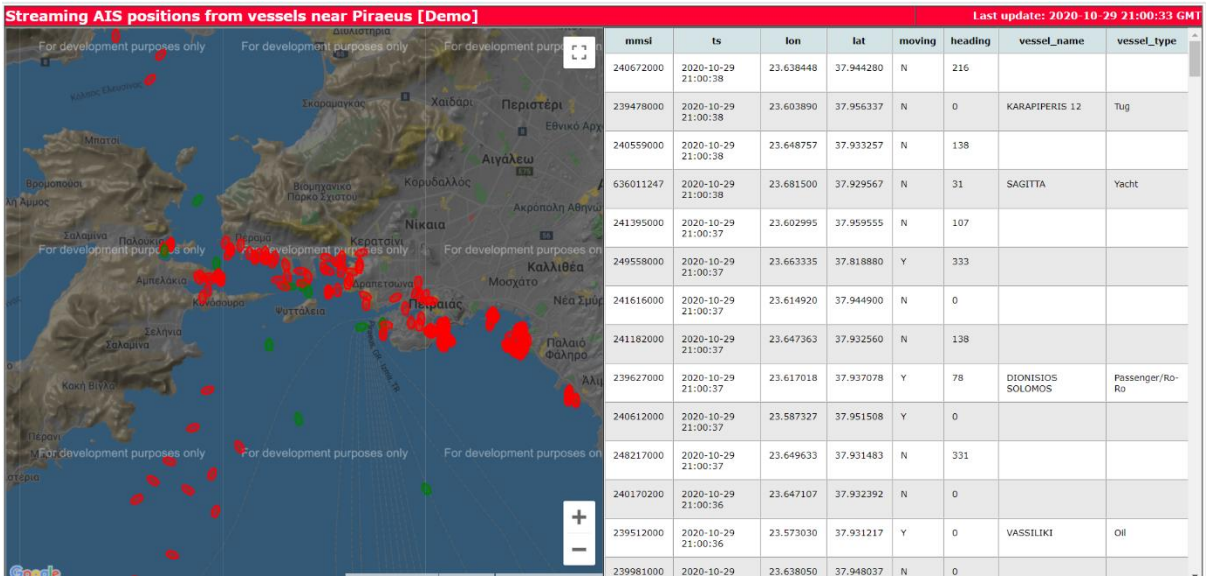
1.2 Κίνητρο για την εκπόνηση της Εργασίας

Καθώς το λιμάνι του Πειραιά αποτελεί το μεγαλύτερο λιμάνι της χώρας και είναι το μεγαλύτερο λιμάνι της Ευρώπης - και ένα από τα μεγαλύτερα στον κόσμο- σε επιβατική κίνηση, καθώς εξυπηρετεί περίπου 20 εκατ. επιβάτες ετησίως, γίνεται εύκολα αντιληπτό το μεγάλο ενδιαφέρον που αποκτά σαν πεδίο έρευνας[13].



Εικόνα 1.1 Κεντρικός Λιμένας Πειραιώς, ΟΛΠ (http://www.olp.gr).

Όλες οι αναλύσεις σχετικά με τα στατιστικά στοιχεία τα οποία θα εξαχθούν από τις πληροφορίες που συλλέγονται από το Πανεπιστήμιο Πειραιώς αλλά και η δυνατότητα παρουσίασης και εξέτασης των χωροχρονικών στοιχείων των πλοίων κατά την κίνησή τους στο λιμάνι του Πειραιά, αποτελούν σημαντικό κίνητρο, καθώς μέσα από την παρατήρηση και τις επιμέρους αναλύσεις μπορούν να εξαχθούν συμπεράσματα για τη συμπεριφορά των πλοίων, τα οποία εκ πρώτης δεν είναι εύκολα εξαγώγιμα.



mmsi	ts	lon	lat	moving	heading	vessel_name	vessel_type
240672000	2020-10-29 21:00:38	23.638448	37.944280	N	216		
239478000	2020-10-29 21:00:38	23.603890	37.956337	N	0	KARAPIPERIS 12	Tug
240559000	2020-10-29 21:00:38	23.648757	37.933257	N	138		
636011247	2020-10-29 21:00:38	23.681500	37.929567	N	31	SAGITTA	Yacht
241395000	2020-10-29 21:00:37	23.602995	37.959555	N	107		
249558000	2020-10-29 21:00:37	23.663335	37.818880	Y	333		
241616000	2020-10-29 21:00:37	23.614920	37.944900	N	0		
241182000	2020-10-29 21:00:37	23.647363	37.932560	N	138		
239627000	2020-10-29 21:00:37	23.617018	37.937078	Y	78	DIONISIOS SOLOMOS	Passenger/Ro-Ro
240612000	2020-10-29 21:00:37	23.587327	37.951508	Y	0		
248217000	2020-10-29 21:00:37	23.649633	37.931483	N	331		
240170200	2020-10-29 21:00:36	23.647107	37.932392	N	0		
239512000	2020-10-29 21:00:36	23.573030	37.931217	Y	0	VASSILIKI	Oil
239981000	2020-10-29	23.638050	37.948037	N	0		

Εικόνα 1.2 Απεικόνιση σε πραγματικό χρόνο των θέσεων των πλοίων. Διαδικτυακή εφαρμογή Πανεπιστημίου Πειραιώς, Datastories Lab (http://infolab.cs.unipi.gr/UniPi-AIS/)

1.3 Δομή Εργασίας

Η δομή της συγκεκριμένης εργασίας εκτείνεται σε πέντε κεφάλαια.

- Στο πρώτο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα κίνητρα και οι βασικοί στόχοι.
- Στο δεύτερο κεφάλαιο γίνεται μια εισαγωγή σε βασικές έννοιες, ενώ παρουσιάζονται οι εφαρμογές που χρησιμοποιήθηκαν για την εκπόνηση της συγκεκριμένης εργασίας.
- Στο τρίτο κεφάλαιο παρουσιάζονται αναλυτικά τα βήματα που πραγματοποιήθηκαν κατά την επεξεργασία των δεδομένων καθώς και ο σχεδιασμός της βάσης που χρησιμοποιήθηκε.
- Στο τέταρτο κεφάλαιο, παρουσιάζονται (με τη χρήση γραφημάτων) στατιστικά αποτελέσματα τόσο για τα πλοία που εντοπίζονται στην περιοχή του κεντρικού λιμένος Πειραιώς, όσο και για το σύνολο των εγγραφών, που αφορούν στην ευρύτερη περιοχή του Σαρωνικού κόλπου.
- Στο πέμπτο κεφάλαιο λαμβάνουν χώρα οι διάφορες εργασίες αναλυτικής δεδομένων, κατά τις οποίες ελέγχεται αν και κατά πόσο τα πλοία πληρούν τις προϋποθέσεις που ορίζονται βάσει των διατάξεων της κείμενης νομοθεσίας σχετικά με την κίνηση και την παραμονή τους στο λιμάνι του Πειραιά, καθώς και στην ευρύτερη περιοχή του Σαρωνικού. Οι πληροφορίες οι οποίες κυρίως λαμβάνονται υπόψη και αξιοποιούνται για τη στοιχειοθέτηση των ερωτημάτων, είναι η ταχύτητα πλεύσης και η απόσταση των πλοίων από την ακτογραμμή.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. Απαιτήσεις και Υπόβαθρο Εργασίας

Στην παρούσα ενότητα, παρουσιάζονται τα συστήματα, τα εργαλεία και οι τεχνολογίες που χρησιμοποιήθηκαν, με κύριο στόχο την εξαγωγή των ορθών συμπερασμάτων και την απεικόνιση των αποτελεσμάτων των ελέγχων των εξεταζόμενων περιπτώσεων.

2.1 AIS - Automatic Identification System

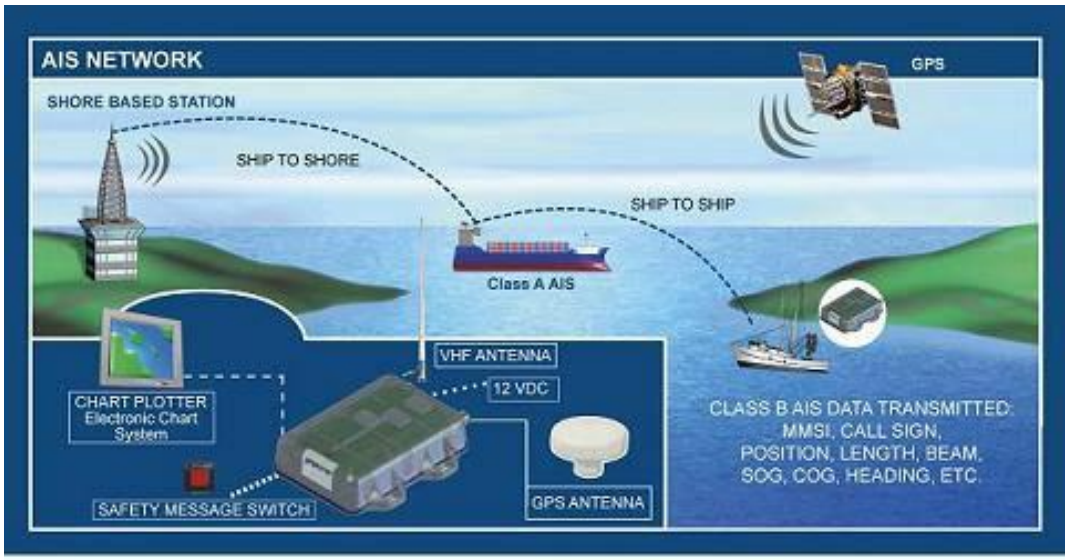
Το σύστημα AIS σχεδιάστηκε αρχικά για να βοηθήσει στην αποφυγή συγκρούσεων των πλοίων, καθώς και για να υποστηρίξει τις λιμενικές αρχές στην επίτευξη του καλύτερου ελέγχου της θαλάσσιας κυκλοφορίας. Έχει υιοθετηθεί από τον Διεθνή Οργανισμό Ναυσιπλοΐας (IMO), από το Δεκέμβριο του 2004 και προσφέρει πληροφορίες για τα πλοία, συμπεριλαμβανομένων της ταυτότητας, του τύπου, της θέσης, της πορείας, της ταχύτητα, της κατάστασης, καθώς και άλλων πληροφοριών σχετικά με την ασφάλεια πλεύσης. Η συλλογή και μετάδοση των πληροφοριών αυτών, σε σταθμούς βάσης AIS στην ξηρά και σε άλλα πλοία που φέρουν τον κατάλληλο εξοπλισμό, γίνεται αυτοματοποιημένα. Όλα τα επιβατικά πλοία, όπως επίσης και όλα τα εμπορικά πλοία, τα οποία ξεπερνούν σε ολική χωρητικότητα τους 299 Gross Tonnage και ταξιδεύουν σε διεθνή ύδατα, είναι υποχρεωμένα να φέρουν πομπό AIS κλάσης A [10].

Οι πομποί AIS που είναι εγκατεστημένοι στα πλοία περιλαμβάνουν έναν δέκτη εντοπισμού θέσης GPS (Global Positioning System) που υπολογίζει τις συντεταγμένες της θέσης του πλοίου, την ταχύτητα και την πορεία του. Περιλαμβάνει επίσης έναν πομπό VHF, ο οποίος μεταδίδει περιοδικά τις πληροφορίες αυτές σε δυο κανάλια VHF (συχνότητες 161,975 MHz και 162,025 MHz – παλιά VHF κανάλια 87 & 88). Άλλα πλοία και σταθμοί βάσης μπορούν να λάβουν τις πληροφορίες αυτές χρησιμοποιώντας έναν δέκτη AIS. Στη συνέχεια, με χρήση ειδικού λογισμικού που επεξεργάζεται τα δεδομένα, τα πλοία εμφανίζονται στις οθόνες συστημάτων πλοήγησης ή σε υπολογιστή[11].

Τύπος Πομπού	**Κατάσταση Πλοίου (Transponder ON)**	**Ρυθμός Μετάδοσης AIS**
Class A	Anchored / Moored	Every 3 Minutes
Class A	Sailing 0-14 knots	Every 10 Seconds
Class A	Sailing 14-23 knots	Every 6 Seconds

Class A	Sailing 0-14 knots and changing course	Every 3.33 Seconds
Class A	Sailing 14-23 knots and changing course	Every 2 Seconds
Class A	Sailing faster than 23 knots	Every 2 Seconds
Class A	Sailing faster than 23 knots and changing course	Every 2 Seconds
Class B	Stopped or sailing up to 2 knots	Every 3 Minutes
Class B	Sailing faster than 2 knots	Every 30 Seconds

Εικόνα 2.1 Συνοπτική παρουσίαση του ρυθμού μετάδοσης AIS βάσει της κατάστασης του πλοίου, Marine Traffic (https://help.marinetraffic.com/hc/en-us/articles/217631867-How-often-do-the-positions-of-the-vessels-get-updated-on-MarineTraffic-)

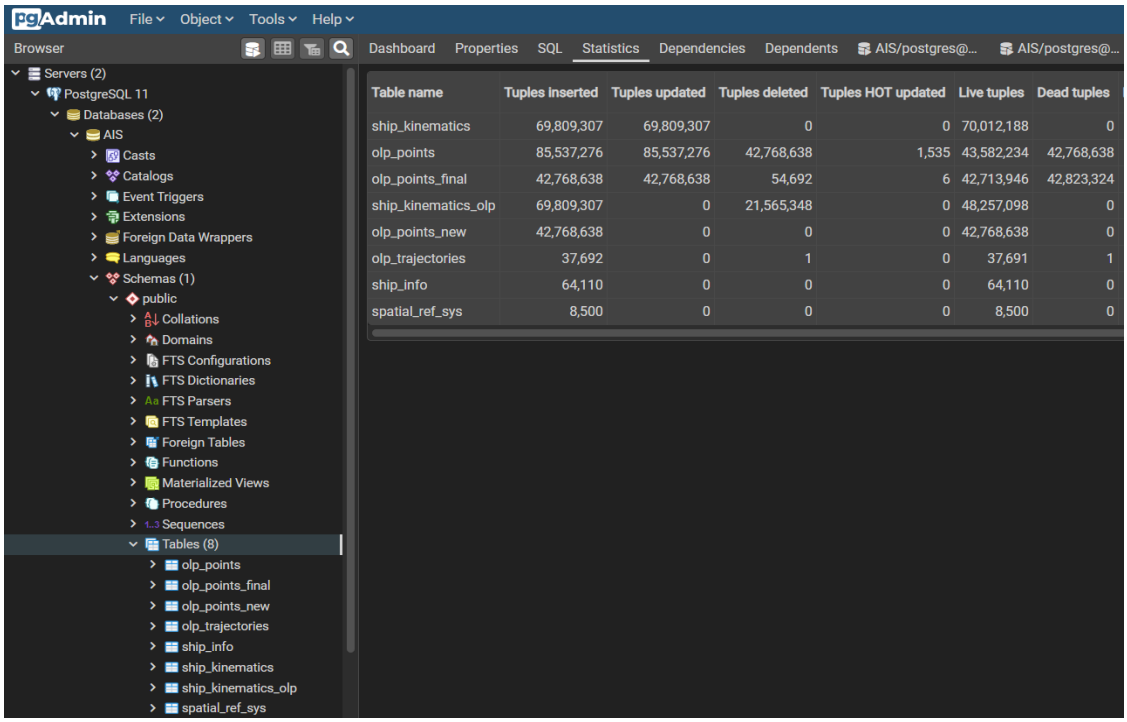


Εικόνα 2.2 Η λειτουργία του συστήματος AIS

2.2 PostgreSQL / PgAdmin

Το πρωταρχικό και βασικό εργαλείο που χρησιμοποιήθηκε για την εκπόνηση της εργασίας είναι η PostgreSQL, ένα σύστημα διαχείρισης βάσεων δεδομένων, μαζί με την επέκταση του PostGIS για την υποστήριξη χωρικών λειτουργιών. Είναι απαραίτητη επομένως η χρήση μιας βάσης δεδομένων που θα παρέχει δυνατότητες υποστήριξης χωρικών δεδομένων. Αυτό επιτυγχάνεται από την PostgreSQL με την υποστήριξη του τύπου δεδομένων geometry. Για να μπορέσουμε να διαχειριστούμε την Postgres θα χρησιμοποιήσουμε στην παρούσα εργασία το εργαλείο PgAdmin. Η έκδοση της PostgreSQL που χρησιμοποιήθηκε είναι η version 11 και για το PgAdmin η έκδοση 4 αντίστοιχα [9].

Μέσα από την εγκατάσταση και τη χρήση του PostGIS έχουμε τη δυνατότητα να συντάξουμε και να εκτελέσουμε τα ερωτήματά μας (queries). Είναι μία επέκταση της PostgreSQL για να υποστηρίζει χωρικά δεδομένα, σύμφωνα με το πρότυπο του OGC [26]. Παρέχει ειδικούς τελεστές για τη σύνταξη ερωτημάτων, λειτουργίες συνάθροισης επάνω σε χωρικά δεδομένα καθώς και χωρικές συναρτήσεις [14].

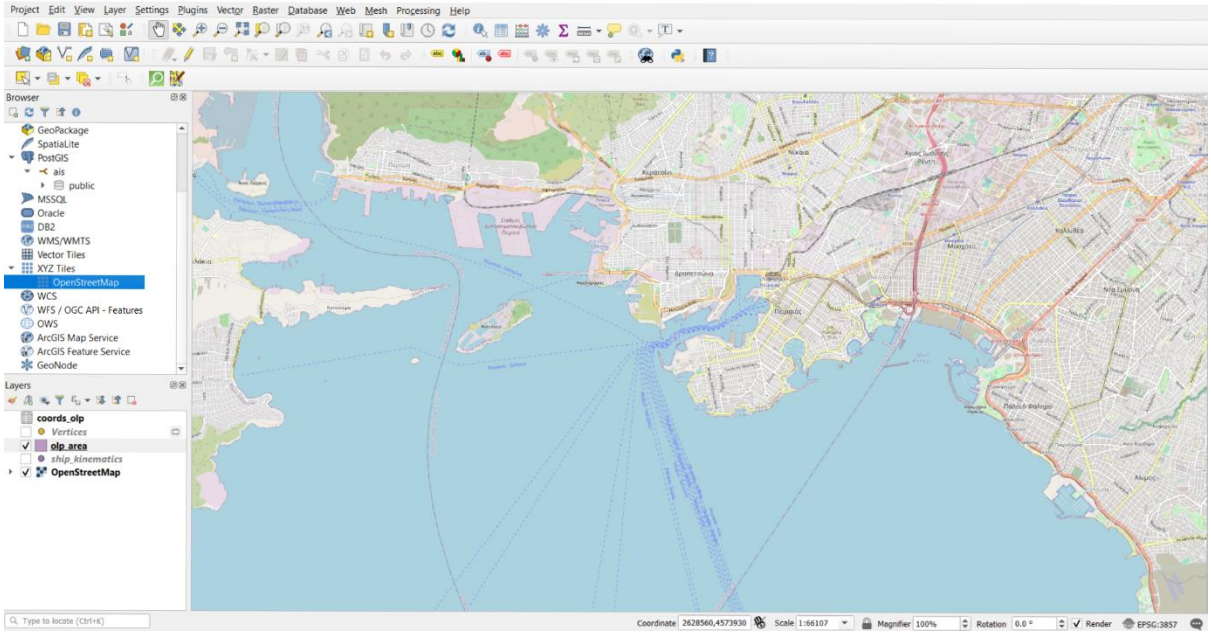


Εικόνα 2.3 Το περιβάλλον του διαχειριστικού εργαλείου PgAdmin για την PostgreSQL

2.3 Η εφαρμογή QGIS3

Επίσης, για την οπτικοποίηση όλων των αποτελεσμάτων και συμπερασμάτων θα χρησιμοποιηθεί η εφαρμογή QGIS3(v.3.14), ώστε να παρουσιαστούν τα αποτελέσματα των συγκρίσεων που έχουν εξαχθεί από τα κατάλληλα ερωτήματα στη Βάση Δεδομένων.

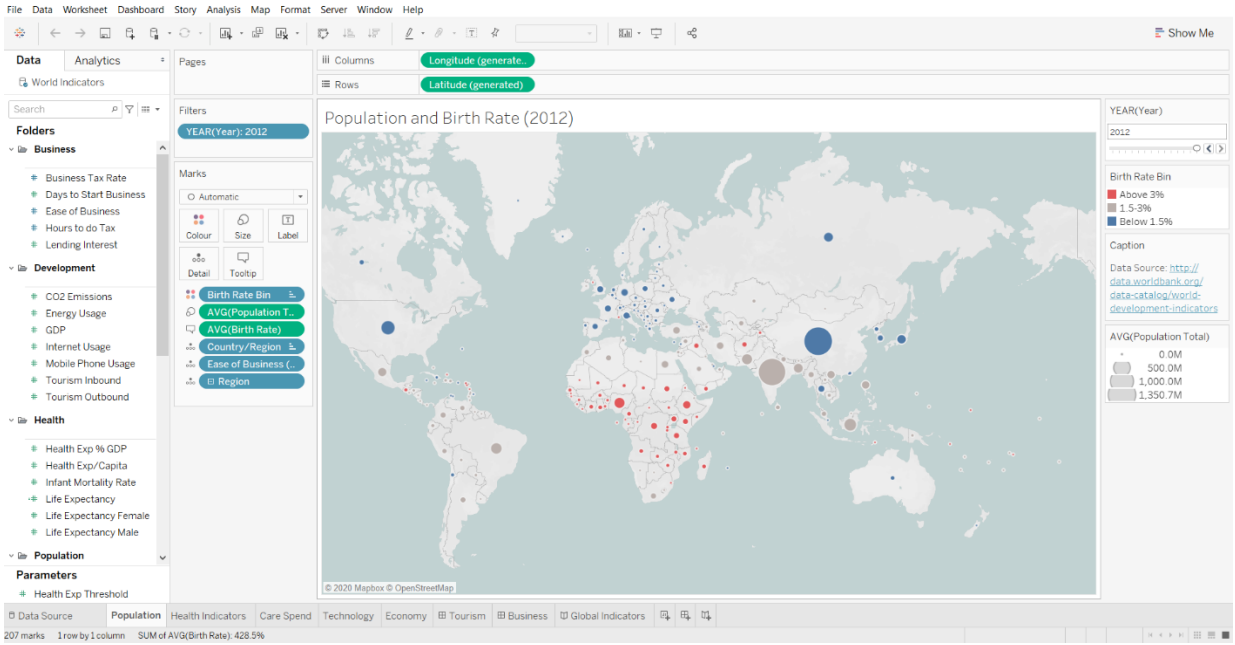
Το QGIS είναι ένα επίσημο πρόγραμμα του Open Source Geospatial Foundation (OSGeo). Λειτουργεί σε Linux, Unix, Mac OSX, Windows και Android και υποστηρίζει λειτουργίες οπτικοποίησης, διαχείρισης, επεξεργασίας και ανάλυσης δεδομένων, για διανυσματικά (vector) και ψηφιδωτά (raster) μοντέλα [15].



Εικόνα 2.4 Περιβάλλον του εφαρμογής QGIS3. Απεικονίζεται ο Κεντρικός Λιμένας Πειραιώς.

2.4 Η εφαρμογή Tableau Desktop

Τέλος, στον τομέα των γραφημάτων και για ευκολότερη κατανόηση των δεδομένων θα χρησιμοποιηθεί η εφαρμογή της Tableau και συγκεκριμένα το προϊόν Tableau Desktop (έκδοση 2020.3).



Εικόνα 2.5 Περιβάλλον της εφαρμογής Tableau Desktop 2020.3

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΒΑΣΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

3.1 Σχεδιασμός Σχεσιακής Βάσης

Στην παρούσα ενότητα, θα αναφερθούν τα βασικά συστατικά της Βάσης, ώστε να γίνει κατανοητός ο τρόπος που θα απεικονιστούν τα δεδομένα.

Ο σχεδιασμός Βάσεων Δεδομένων είναι η δραστηριότητα καθορισμού του σχήματος μιας βάσης δεδομένων σε ένα συγκεκριμένο μοντέλο δεδομένων και χωρίζεται σε τρία Βήματα :

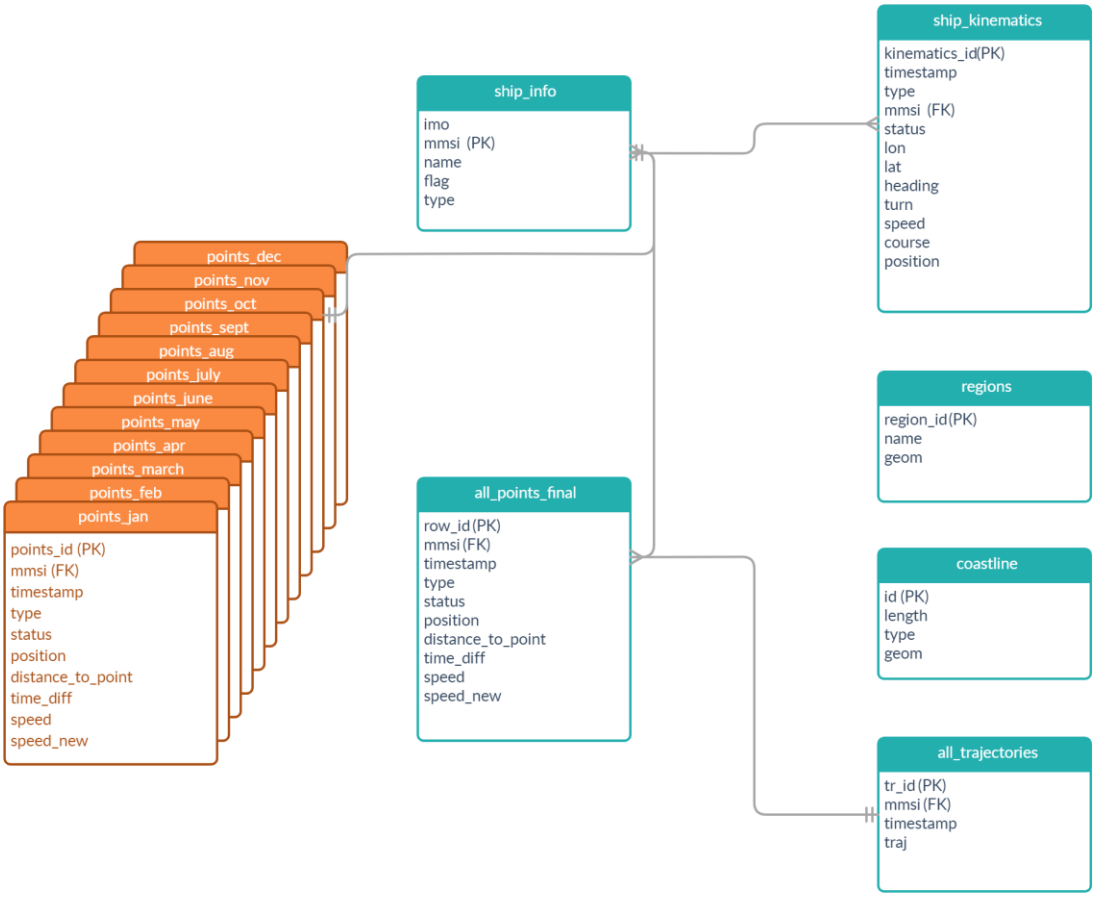
Εννοιολογικός σχεδιασμός

Λογικός σχεδιασμός

Φυσικός σχεδιασμός

Ο Εννοιολογικός σχεδιασμός αποτελείται από το διάγραμμα Οντοτήτων- Συσχετίσεων (Entity - Relationship model-ER), το οποίο χρησιμοποιείται για την εννοιολογική ανάλυση μιας εφαρμογής, για τον ορισμό του λογικού σχήματος. Είναι ένα εργαλείο το οποίο επιτρέπει σε ένα σχεδιαστή να εκφράσει τις λογικές ιδιότητες μιας βάσης δεδομένων σε ένα καθολικό σχήμα. Μια διαγραμματική τεχνική όπου τα αντικείμενα και οι κανόνες μιας εφαρμογής παρουσιάζονται σαν Οντότητες, Σχέσεις, και Ιδιότητες. Στόχος του Διαγράμματος είναι να προσφέρει μια αφαιρετική, αλλά πλήρη περιγραφή του τμήματος του μικρόκοσμου που θα αναπαρασταθεί στη βάση δεδομένων. Αυτή η περιγραφή γίνεται με τη χρήση μιας ημι-τυπικής σημειογραφίας / συμβολισμού.

Στην εικόνα φαίνεται το σχεσιακό σχήμα και ότι το ER model δίνει την τελική εικόνα της τελικής ΒΔ και καταδεικνύει τον τρόπο με τον οποίο προστέθηκαν τα δεδομένα συνολικά.



Εικόνα 3.1 Διάγραμμα ER.

Λογικός Σχεδιασμός - Μετατροπή σχήματος E-R σε σχεσιακό σχήμα

Στη συνέχεια, ακολουθεί η δημιουργία του σχεσιακού μοντέλου της ΒΔ, όπως το τελευταίο προκύπτει από το E-R διάγραμμα. Η μετατροπή ενός διαγράμματος ER σε συλλογή πινάκων αποτελεί την αφετηρία για να προκύψει μια σχεσιακή βάση δεδομένων από μια εννοιολογική σχεδίαση ακολουθώντας τους βασικούς κανόνες της μετατροπής στο σχεσιακό μοντέλο.

1. Ένα (ισχυρό) σύνολο οντοτήτων μετατρέπεται σε πίνακα (με τα ίδια χαρακτηριστικά).

2. Ένα σύνολο συσχετίσεων M:N αναπαρίσταται ως πίνακας με στήλες για τα πρωτεύοντα κλειδιά των οντοτήτων που συμμετέχουν, και επιπλέον όλα τα χαρακτηριστικά του συνόλου συσχετίσεων.

3. Οι συσχετίσεις N:1 και 1:N μπορούν να αναπαρασταθούν απλά με προσθήκη ενός επιπλέον χαρακτηριστικού στην πλευρά 'N', με το πρωτεύον κλειδί της πλευράς '1'. Εάν η συμμετοχή στην πλευρά

'N' είναι μερική, μπορεί να προκύψει η περίπτωση μια στήλη του πίνακα να έχει πολλές κενές τιμές. Οπότε ίσως θα συνέφερε η δημιουργία νέου πίνακα (όπως κάνουμε στην περίπτωση M:N).

Φυσικός σχεδιασμός βάσης δεδομένων

Το τελικό βήμα είναι ο φυσικός σχεδιασμός, όπου καθορίζεται ο εσωτερικός σχεδιασμός της βάσης (π.χ. δομή, οργάνωση αρχείων, διαδρομές προσβάσεων, κτλ.) [].

Σε αυτό το στάδιο, με τη χρήση των εργαλείων που αναφέραμε παραπάνω (PostgreSQL), γίνεται η είσοδος των δεδομένων στη ΒΔ.

Δοθέντων των παραπάνω, ακολουθεί η πλήρωση της ΒΔ με δεδομένα σε πίνακες ως εξής:

Στον πρώτο πίνακα (**ship_kinematics)** απεικονίζονται τα kinematics data για πλοία της ΒΔ, τα οποία έχουν περαστεί από csv αρχεία, δώδεκα στο σύνολό τους, ένα για κάθε μήνα του έτους. Στον αρχικό πίνακα προστέθηκε η στήλη position, η οποία περιέχει αντικείμενα γεωμετρίας και αντιστοιχούν στις θέσεις των πλοίων για κάθε συγκεκριμένη στιγμή. Προκύπτει από το συνδυασμό των στηλών lon και lat με χρήση της συνάρτησης ST_MAKEPOINT. Τα δεδομένα για τον πρώτο πίνακα είναι τα παρακάτω :

timestamp	Χρονοσφραγίδα
type	AIS message type
mmsi	MMSI identifier for vessel // αναγνωριστικό πλοίου
status	Navigational status // κατάσταση πλοίου
lon	Longitude (georeference: WGS 1984) // γεωγραφικό μήκος
lat	Latitude (georeference: WGS 1984) // γεωγραφικό πλάτος
heading	Πορεία σε μοίρες (0-359)
turn	Στροφή, δεξιά ή αριστερά, 0 – 720 μοίρες το λεπτό
speed	Ταχύτητα σε κόμβους (επιτρεπόμενες τιμές: 0-102.2 κόμβοι)
course	Πορεία σε μοίρες (επιτρεπόμενες τιμές: 0-359.9 μοίρες)
position	Γεωγραφικό στίγμα πλοίου. Προκύπτει από τις στήλες lon, lat για κάθε εγγραφή.

Data Output Explain Messages Notifications

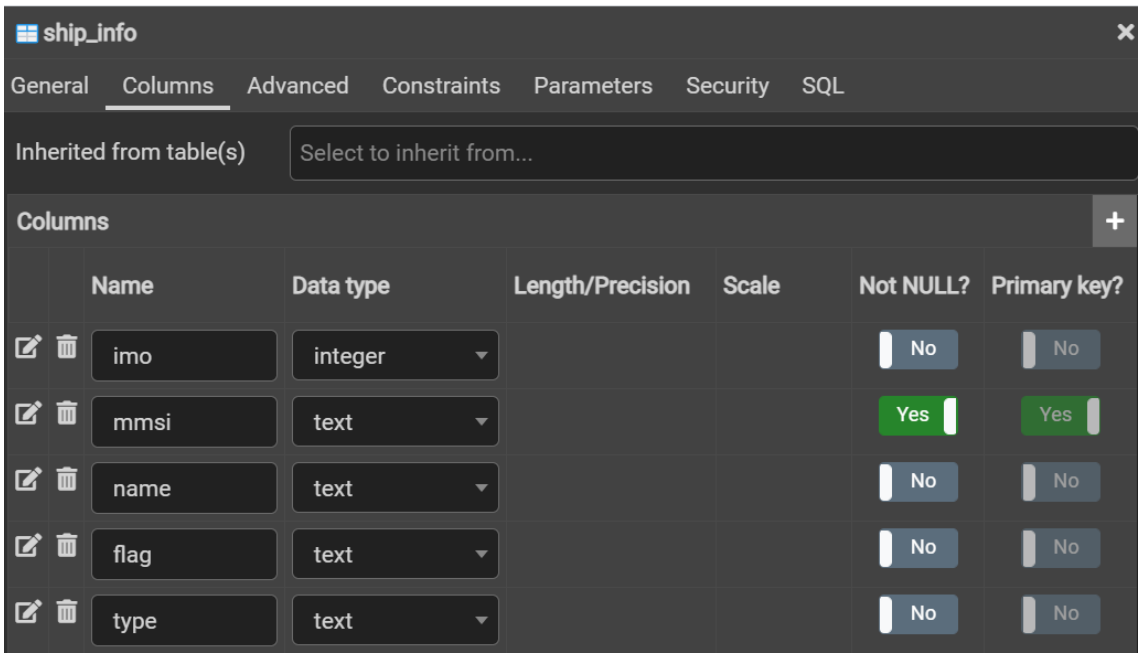
	kinematics_id [PK] integer	timestamp timestamp without time zone	type text	mmsi text	status text	lon double precision	lat double precision	heading integer	turn double precision	speed double precision	course double precision	position geometry
1	31360244	2016-02-18 06:32:20.832	1	247018...	0	23.611	37.9233333333333	335	0	6.1	333	0101000020E6100...
2	31360245	2016-02-18 06:32:20.854	1	237023...	0	23.6114983333333	37.93483	[null]	[null]	32.5	49	0101000020E6100...
3	31360246	2016-02-18 06:32:21.249	1	237024...	8	23.6144	37.9083333333333	[null]	[null]	33.4	11	0101000020E6100...
4	31360247	2016-02-18 06:32:21.382	1	244814...	0	23.6821966666667	37.9293833333333	33	0	0	204.7	0101000020E6100...
5	31360248	2016-02-18 06:32:22.742	1	237023...	0	23.6118333333333	37.9349966666667	[null]	[null]	32.4	50	0101000020E6100...
6	31360249	2016-02-18 06:32:22.955	1	240694...	3	23.610165	37.92938	[null]	[null]	8.8	167.5	0101000020E6100...
7	31360250	2016-02-18 06:32:23.889	1	246922...	0	23.5767333333333	37.8968666666667	295	2.18737412833699	9.6	292.8	0101000020E6100...
8	31360251	2016-02-18 06:32:24.022	1	237991...	0	23.5649116666667	37.96187	[null]	[null]	0	348.3	0101000020E6100...
9	31360252	2016-02-18 06:32:24.102	1	240689...	1	23.5593016666667	37.9096533333333	[null]	[null]	10.2	213	0101000020E6100...
10	31360253	2016-02-18 06:32:24.662	1	374424...	0	23.5559433333333	37.9186683333333	[null]	[null]	0.2	112.9	0101000020E6100...
11	31360254	2016-02-18 06:32:24.876	1	237023...	0	23.6121666666667	37.9349966666667	[null]	[null]	32.4	51	0101000020E6100...
12	31360255	2016-02-18 06:32:25.382	1	237163...	0	23.6059166666667	37.9493333333333	[null]	[null]	0.2	329.9	0101000020E6100...
13	31360256	2016-02-18 06:32:25.516	1	239710...	0	23.6313333333333	37.9411666666667	250	0	0	11	0101000020E6100...
14	31360257	2016-02-18 06:32:25.596	1	237024...	8	23.61455	37.9089333333333	[null]	[null]	33.4	11.3	0101000020E6100...
15	31360258	2016-02-18 06:32:25.835	3	319165...	5	23.6484266666667	37.9330666666667	139	0	0	135.7	0101000020E6100...
16	31360259	2016-02-18 06:32:25.942	1	237008...	5	23.6070833333333	37.917615	56	-5.40147488834236	14.8	51	0101000020E6100...
17	31360260	2016-02-18 06:32:26.316	1	237022...	0	23.6382916666667	37.9449583333333	[null]	[null]	0	347.6	0101000020E6100...
18	31360261	2016-02-18 06:32:26.337	1	239864...	15	23.60063	37.9458416666667	[null]	[null]	8.5	284.5	0101000020E6100...
19	31360262	2016-02-18 06:32:27.062	1	212260...	0	23.6341333333333	37.9426833333333	35	-0.714244613334527	0	301.2	0101000020E6100...
20	31360263	2016-02-18 06:32:27.276	1	237024...	8	23.6146333333333	37.9092333333333	[null]	[null]	33.4	11.3	0101000020E6100...
21	31360264	2016-02-18 06:32:27.462	1	237562...	0	23.5302	37.9635333333333	[null]	[null]	5.3	152.7	0101000020E6100...

Εικόνα 3.2 Πρώτος Πίνακας στη ΒΔ. (ship_kinematics)

Αφού δημιουργήσουμε τον πίνακα με τα συνολικά κινηματικά δεδομένα των πλοίων, δημιουργούμε τον πίνακα με τα στατικά δεδομένα των πλοίων. Ο πίνακας αυτός περιέχει 2700 εγγραφές πλοίων. Τα βασικά στοιχεία των πλοίων του πίνακα, όπως το mmsi, imo, όνομα πλοίου, σημαία και φυσικά τον τύπο του εκάστοτε πλοίου.

imo integer	mmsi [PK] text	name text	flag text	type text
1000000	1000000	LA RICHARDAIS	[null]	Cargo
9695262	10000000	FB264	[null]	Pleasure Craft
8210015	100010001	KMF TUNAS WISESA 03	[null]	Passenger
1026176	100900109	QUAN LIN LIANG YOU 7	[null]	Tanker
7397323	101010000	MANTA ANN	[null]	Tug
3165096	1014473400	SALAMIS	[null]	Cargo
9700940	1028641360	IVQ!PC=NDA 00 00	[null]	Cargo
9411903	1044362668	ACHAEOS	[null]	Ro-Ro/Passenger Ship
1056261	1056261	CHAMPAGNE CHER	[null]	Reserved for future use
9116462	1072678425	AEGEQNQUE EN	[null]	Passengers Ship
9116462	1073727001	AEGEANQUE EN	[null]	Passengers Ship
9000000	110002060	XINLE27	[null]	Not available
9000000	1110000	AA	[null]	Not available
9111395	111110900	TEST	[null]	Container Ship
9109201	111219901	MV.TENRYU	[null]	Cargo
9365973	1115392	KING""YRON	[null]	Cargo
8812863	112	MV GENERAL DEL PILAR	[null]	General Cargo

Εικόνα 3.3 Δεύτερος Πίνακας στη ΒΔ. (ship_info)



3.4 Στοιχεία του πίνακα ship_info.

Σειρά έχει ο πίνακας all_points_final, ο οποίος περιέχει πληροφορίες με τα σημεία των πλοίων του πίνακα ship_kinematics. Τα σημεία, αρχικά, έχουν περαστεί σαν lon και lat αλλά μετά το συνδυασμό των δύο αυτών στηλών και τη χρήση της συνάρτησης ST_MAKEPOINT, προέκυψε μια νέα στήλη geom, η οποία δείχνει το σημείο που βρίσκεται το κάθε πλοίο. Σε συνδυασμό με τη στήλη timestamp μπορούμε να βρούμε το σημείο που μας ενδιαφέρει για οποιαδήποτε κάθε στιγμή.

Ο υπολογισμός της ακριβούς ταχύτητας των πλοίων αποτελεί βασική και αναγκαία προϋπόθεση για την εξαγωγή ασφαλών συμπερασμάτων. Για το λόγο αυτό, προχωρήσαμε στον εκ νέου υπολογισμό της ταχύτητας, χρησιμοποιώντας window function, λαμβάνοντας υπόψη τις διαδοχικές θέσεις ομαδοποιημένες ανά πλοίο, συναρτήσει του χρόνου που μεσολάβησε για τη μετάβαση κατά σειρά από το ένα σημείο στο άλλο. Το αποτέλεσμα της συνάρτησης για την απόσταση μετατρέπεται σε ναυτικά μίλια και το αποτέλεσμα για το χρόνο μετατρέπεται σε ώρες, καθώς έρχεται σαν δευτερόλεπτα[16,17].

Χρησιμοποιήθηκε επίσης η συνάρτηση nullif για να αποφύγουμε τη διαίρεση με το μηδέν. Η συγκεκριμένη συνάρτηση επιστρέφει null στην περίπτωση που το πεδίο του χρόνου ισούται με μηδέν.

	points_id [PK] bigint	mmsi text	timestamp timestamp without time zone	type text	status text	position geometry	distance_prev_point double precision	time_difference double precision	speed double precision	speed_new real
1	1351372	212260000	2016-01-31 04:50:24.702	Ro-Ro/Pa...	0	0101000020E6100000FC8...	0.00100192500195542	0.0023391666677263	0	0.428326
2	1351412	212260000	2016-01-31 04:58:16.073	Ro-Ro/Pa...	0	0101000020E610000027C...	0.00100192500195542	0.00310527775022719	0	0.322652
3	1351424	212260000	2016-01-31 05:01:35.38	Ro-Ro/Pa...	0	0101000020E610000027C...	0.00100192500216899	0.0109627778000302	0	0.0913934
4	1351501	212260000	2016-01-31 05:16:15.353	Ro-Ro/Pa...	0	0101000020E6100000FC8...	0.00141693592639706	0.00265916665395101	0.1	0.53285
5	1351509	212260000	2016-01-31 05:17:36.314	Ro-Ro/Pa...	0	0101000020E61000008A1...	0.00224037240747572	0.00277944438987308	0.7	0.80605
6	1351510	212260000	2016-01-31 05:18:04.82	Ro-Ro/Pa...	0	0101000020E610000043C...	0.0110211749980166	0.00791833334498935	0.9	1.39186
7	1351511	212260000	2016-01-31 05:18:12.367	Ro-Ro/Pa...	0	0101000020E6100000A62...	0.00361249196042679	0.00209638893604279	0.9	1.7232
8	1351512	212260000	2016-01-31 05:18:15.353	Ro-Ro/Pa...	0	0101000020E61000007CF...	0.00100192500216899	0.000829444395171271	0.9	1.20795
9	1351513	212260000	2016-01-31 05:18:19.167	Ro-Ro/Pa...	0	0101000020E61000000A8...	0.00224037240747572	0.00105944448047214	0.9	2.11467
10	1351514	212260000	2016-01-31 05:18:22.207	Ro-Ro/Pa...	0	0101000020E6100000DF4...	0.00100192500195542	0.000844444433848063	0.9	1.18649
11	1351515	212260000	2016-01-31 05:18:26.314	Ro-Ro/Pa...	0	0101000020E6100000B41...	0.00141693592609502	0.00114083329836528	0.9	1.24202
12	1351516	212260000	2016-01-31 05:18:28.874	Ro-Ro/Pa...	0	0101000020E61000006EE...	0.00141693591809102	0.000711111161443922	1	1.99257
13	1351517	212260000	2016-01-31 05:18:31.994	Ro-Ro/Pa...	0	0101000020E610000043A...	0.00100192500195542	0.000866666634877523	1	1.15607
14	1351518	212260000	2016-01-31 05:18:36.313	Ro-Ro/Pa...	0	0101000020E6100000187...	0.00141693592639706	0.00119972222381168	0.9	1.18105
15	1351519	212260000	2016-01-31 05:18:38.82	Ro-Ro/Pa...	0	0101000020E6100000D14...	0.00141693592186649	0.000696388880411784	0.9	2.03469
16	1351520	212260000	2016-01-31 05:18:41.914	Ro-Ro/Pa...	0	0101000020E6100000A60...	0.00100192500195542	0.000859444472524855	0.9	1.16578
17	1351521	212260000	2016-01-31 05:18:45.033	Ro-Ro/Pa...	0	0101000020E6100000A60...	0.00100192499618894	0.000866388877223287	0.9	1.15644
18	1351522	212260000	2016-01-31 05:18:48.351	Ro-Ro/Pa...	0	0101000020E61000007CD...	0.00100192500216899	0.000921666688389248	0.8	1.08708
19	1351523	212260000	2016-01-31 05:18:52.26	Ro-Ro/Pa...	0	0101000020E6100000359...	0.00141693592186649	0.00108583331108093	0.9	1.30493
20	1351524	212260000	2016-01-31 05:18:55.46	Ro-Ro/Pa...	0	0101000020E6100000359...	0.00100192500216899	0.000888888902134365	0.8	1.12717
21	1351525	212260000	2016-01-31 05:18:58.607	Ro-Ro/Pa...	0	0101000020E6100000A6...	0.00100192500195542	0.000874166687329 61	0.8	1.14615

Εικόνα 3.5 Τρίτος Πίνακας στη ΒΔ με τη στήλη της γεωμετρίας (all_points_final).

Τέταρτος πίνακας στο σχεδιασμό της ΒΔ είναι ο πίνακας με τις τροχιές των πλοίων, ο οποίος θα απεικονίζει την τροχιά ανά πλοίο (mmsi) και ανά ημέρα. Ο συγκεκριμένος πίνακας θα δημιουργηθεί με την βοήθεια της st_makeline και την πληροφορία των εγγραφών του πίνακα all_points_final.

	tr_id [PK] bigint	mmsi text	timestamp date	line geometry
1	28745	240931000	2016-10-25	0102000020E61000005901000033A7CB6262A337400...
2	28746	240931000	2016-10-26	0102000020E61000007201000033A7CB6262A337408...
3	28747	240931000	2016-10-27	0102000020E610000043040000 7A53910A63A33740E...
4	28748	240931000	2016-10-28	0102000020E61000008E010000C85FD54662A337403...
5	28749	240931000	2016-10-29	0102000020E61000006A010000336C198361A33740B...
6	28750	240931000	2016-10-30	0102000020E610000047040000A589F2F261A337404...
7	28751	240931000	2016-10-31	0102000020E610000079010000567DAEB662A337405...
8	28696	240931000	2016-09-06	0102000020E610000039010000B48DC4DE9EA637408...
9	28704	240931000	2016-09-14	0102000020E610000049030000C85FD54662A337406...
10	28705	240931000	2016-09-15	0102000020E61000008C0300009DEEC17E62A337403...
11	28706	240931000	2016-09-16	0102000020E6100000330400007A18DF2A62A337408...
12	28707	240931000	2016-09-17	0102000020E6100000ED0300000FD1E80E62A337404...
13	28708	240931000	2016-09-18	0102000020E610000013040000567DAEB662A337404...
14	28709	240931000	2016-09-19	0102000020E610000090400003 3A7CB6262A337403...
15	28710	240931000	2016-09-20	0102000020E610000079010000F0C9BEE62A33740B...
16	28711	240931000	2016-09-21	0102000020E61000003D04000033A7CB6262A337407...
17	28712	240931000	2016-09-22	0102000020E61000006A010000567DAEB662A33740E...
18	28596	240931000	2016-03-08	0102000020E610000010010000D657D277A4A337405...

Εικόνα 3.6 Τέταρτος Πίνακας στη ΒΔ με τη στήλη γεωμετρίας line (all_trajectories)

Επόμενος πίνακας στη βάση είναι ο πίνακας με τις περιοχές ενδιαφέροντος (regions). Στο συγκεκριμένο πίνακα έχει αποθηκευτεί όλη η γεωγραφική πληροφορία για τις περιοχές, στις οποίες θα γίνει ο έλεγχος των κανονισμών, όπως ο Κεντρικός Λιμένας Πειραιώς, το Αγκυροβολίο εκτός λιμένος και η περιοχή νοτιοανατολικά της νήσου Ψυττάλειας.

region_id [PK] bigint	name text	geom geometry
2	Main Port	0103000020E6100000010000026000000CBA1...
7	Agkirovolio	0103000020E6100000010000007000000B3B7...
8	Out_of_Agkirovolio	0103000020E6100000010000000700000044C3...
9	Psitalleia	0103000020E6100000010000005000000B3B7...

Εικόνα 3.7 Πίνακας regions. Περιλαμβάνει τα σημεία ενδιαφέροντος.

Τελευταίος στη ΒΔ, δημιουργήθηκε ο πίνακας με τις ακτογραμμές. Ο συγκεκριμένος πίνακας είναι απαραίτητος για τον έλεγχο της απόστασης των πλοίων από τις ακτές. Τα δεδομένα των ακτογραμμών αλλά και των χερσαίων συνόρων της Ελλάδας είναι διαθέσιμα προς όλους από το Υπουργείο Εσωτερικών και Διοικητικής Ανασυγκρότησης[7]. Τα δεδομένα μεταφορτώθηκαν σε csv αρχείο και περάστηκαν στον πίνακα coastlines.

id [PK] character varying	length numeric	type character varying (254)	geom geometry
1	1085.279053	KRATOS	0105000020E6100000010000000102000000001C000...
2	13590.88965	KRATOS	0105000020E6100000010000000102000000000C010...
3	3756.3479	KRATOS	0105000020E6100000010000000102000000003C000...
4	2476.168945	KRATOS	0105000020E6100000010000000102000000040000...
5	596.3718262	KRATOS	0105000020E6100000010000000102000000013000...
47	1151.734985	AKTH	0105000020E6100000010000000102000000023000...
6	988.7584839	KRATOS	0105000020E6100000010000000102000000026000...
7	3263.529053	KRATOS	0105000020E6100000010000000102000000077000...
8	5988.836914	KRATOS	0105000020E6100000010000000102000000B7000...
9	1872.881958	KRATOS	0105000020E6100000010000000102000000047000...
50	3088.418945	KRATOS	0105000020E6100000010000000102000000045000...
10	4481.234863	KRATOS	0105000020E6100000010000000102000000065000...
11	83.72782135	KRATOS	0105000020E6100000010000000102000000002000...
12	77.84353638	AKTH	0105000020E6100000010000000102000000005000...
15	6687.018066	KRATOS	0105000020E6100000010000000102000000DA000...
16	868.878479	KRATOS	0105000020E6100000010000000102000000001E000...
17	5586.758789	KRATOS	0105000020E6100000010000000102000000069000...

Εικόνα 3.8 Πίνακας coastline.

Για την εξυπηρέτηση μέρους του στόχου της διπλωματικής εργασίας δημιουργήθηκαν επίσης προσωρινοί πίνακες, όπως και views. Η συγκεκριμένη ενέργεια βοηθάει και στο κομμάτι της ανάλυσης των δεδομένων, καθώς παράγουμε τους υπολογισμούς σε επίπεδο βάσης και δε μεταφέρουμε επιπλέον υπολογιστικό φόρτο σε οποιαδήποτε από τις 2 εφαρμογές απεικόνισης, τις οποίες χρησιμοποιήσαμε. Η δημιουργία, λοιπόν, του προσωρινού πίνακα ship_kinematics_olp έγινε με τη βοήθεια του εργαλείου

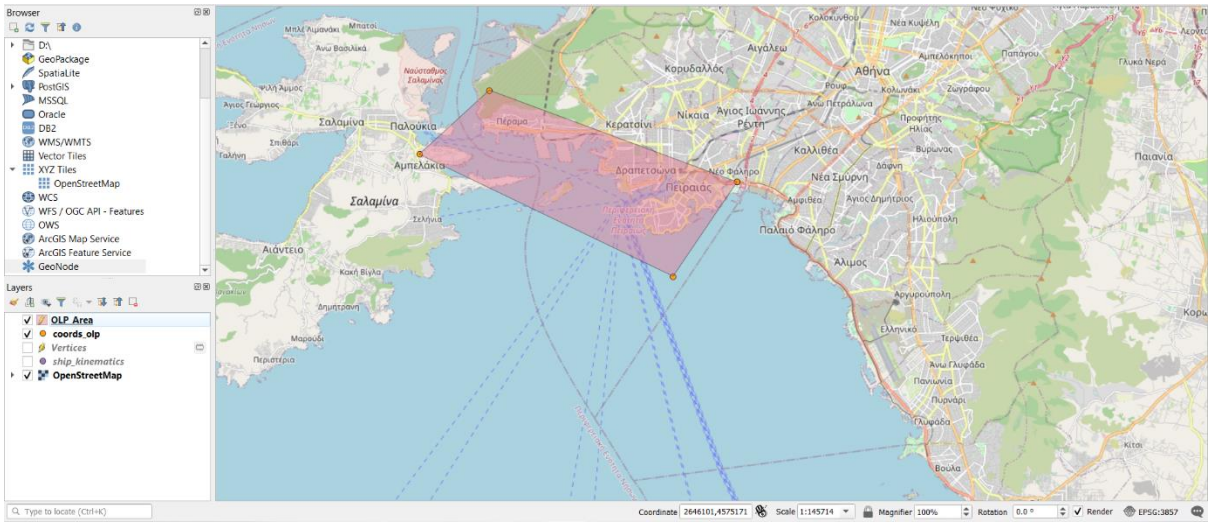
QGIS. Δημιουργήθηκε το πολύγωνο, το οποίο περικλείει την περιοχή ενδιαφέροντος και στη συνέχεια δημιουργήθηκε ο νέος πίνακας ακριβώς με τα ίδια δεδομένα με τον πίνακα ship_kinematics. Στη συνέχεια με τη χρήση της ST_CONTAINS και τις συντεταγμένες που προήλθαν από το QGIS έγινε η διαγραφή των σημείων εκείνων που δεν ανήκουν στο πολύγωνο.

	kinematics_id [PK] integer	timestamp timestamp without time zone	type text	mmsi text	status text	lon double precision	lat double precision	heading integer	turn double precision	speed double precision	course double precision	position geometry
1	19081421	2016-11-23 20:06:31.815	1	357662...	0	23.6477383333333	37.93252	135	0	0	[null]	0101000020E6100...
2	19081422	2016-11-23 20:06:33.228	1	237008...	8	23.64142	37.9446933333333	[null]	[null]	0	[null]	0101000020E6100...
3	19081423	2016-11-23 20:06:33.362	3	241182...	5	23.6472816666667	37.9325833333333	148	0	0	206.3	0101000020E6100...
4	19081424	2016-11-23 20:06:35.335	3	241182...	5	23.6472816666667	37.9325833333333	148	0	0	206.5	0101000020E6100...
5	19081425	2016-11-23 20:06:36.722	1	241442...	0	23.6058333333333	37.9493333333333	266	0	0	181	0101000020E6100...
6	19081426	2016-11-23 20:06:37.095	1	237008...	8	23.641425	37.9446933333333	[null]	[null]	0	[null]	0101000020E6100...
7	19081428	2016-11-23 20:06:37.842	1	239299...	0	23.6503333333333	37.9331666666667	186	0	0	256	0101000020E6100...
8	19081430	2016-11-23 20:06:38.402	1	239924...	0	23.6404	37.94845	267	0	0	348	0101000020E6100...
9	19081432	2016-11-23 20:06:38.829	1	240559...	5	23.6487433333333	37.9332483333333	139	[null]	0	77	0101000020E6100...
10	19081433	2016-11-23 20:06:39.122	3	241182...	5	23.6472866666667	37.9325833333333	148	0	0	206.8	0101000020E6100...
11	19081434	2016-11-23 20:06:39.548	1	240936...	8	23.6500016666667	37.9315816666667	327	0	0	235	0101000020E6100...
12	19081435	2016-11-23 20:06:39.735	1	237470...	0	23.5973666666667	37.9518933333333	[null]	[null]	8.6	41.2	0101000020E6100...
13	19081436	2016-11-23 20:06:41.095	1	237008...	8	23.6414233333333	37.9446933333333	[null]	[null]	0	[null]	0101000020E6100...
14	19081438	2016-11-23 20:06:41.348	3	241182...	5	23.6472866666667	37.9325833333333	148	0	0	207.3	0101000020E6100...
15	19081440	2016-11-23 20:06:41.389	1	357662...	0	23.6477333333333	37.9325133333333	135	0	0	[null]	0101000020E6100...
16	19081441	2016-11-23 20:06:42.562	1	229227...	0	23.59992	37.9492633333333	[null]	[null]	0	137.7	0101000020E6100...
17	19081442	2016-11-23 20:06:42.829	1	239299...	0	23.6503333333333	37.9331666666667	186	0	0	84	0101000020E6100...
18	19081443	2016-11-23 20:06:43.122	3	241182...	5	23.6472866666667	37.9325833333333	148	0	0	207.5	0101000020E6100...
19	19081445	2016-11-23 20:06:45.122	3	241182...	5	23.6472866666667	37.93258	148	0	0	207.6	0101000020E6100...
20	19081446	2016-11-23 20:06:45.229	1	237008...	8	23.6414233333333	37.944695	[null]	[null]	0	[null]	0101000020E6100...
21	19081447	2016-11-23 20:06:47.282	3	241182...	5	23.64729	37.93258	148	0	0	208	0101000020E6100...

Εικόνα 3.9 Προσωρινός Πίνακας στη ΒΔ. (ship_kinematics_olp)

Δημιουργώντας ένα πολύγωνο το οποίο αποτελεί και το σημείο αναφοράς για την περαιτέρω διερεύνηση και εκπλήρωση μέρους των ελέγχων της συγκεκριμένης διατριβής, μειώσαμε κατά 1/3 το πλήθος των εγγραφών από τα κινηματικά δεδομένα μας, εξοικονομώντας με αυτόν τον τρόπο πόρους του συστήματος, κατά τον έλεγχο των περιπτώσεων.

Το πλήθος που απομένει και θα διερευνήσουμε μειώνεται κατά 21.565.348 εγγραφές.



Εικόνα 3.10 Οριοθέτηση περιοχής επιβατικού και εμπορικού λιμένα.

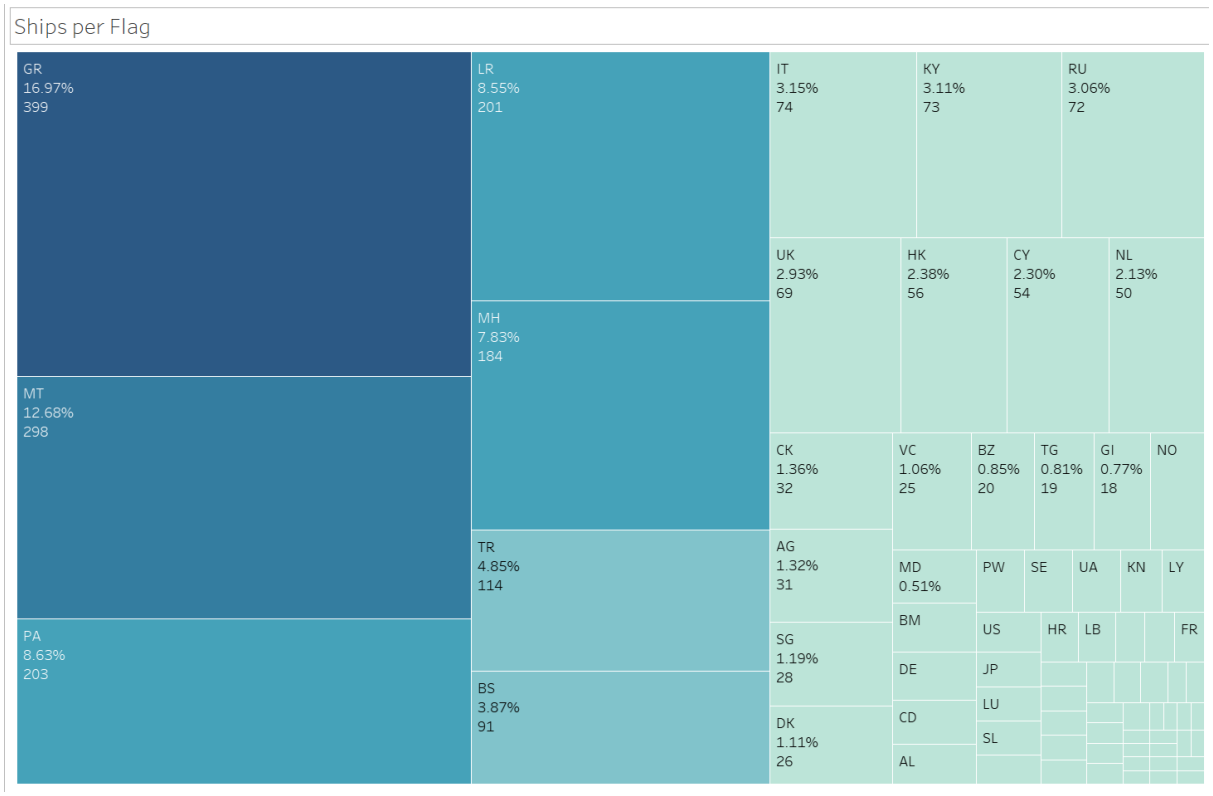
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. Ανάλυση και Παρουσίαση των Δεδομένων

Σε αυτό το κεφάλαιο παρουσιάζονται τα στατιστικά στοιχεία τα οποία έχουν εξαχθεί από τα δεδομένα μας με σκοπό να μας δώσουν μια καλύτερη εικόνα για τα ποσοτικά και τα ποιοτικά χαρακτηριστικά τους. Θα παρουσιαστούν αρχικά τα στοιχεία που αφορούν ολόκληρο το σύνολο των δεδομένων και στη συνέχεια θα εστιάσουμε στα στοιχεία τα οποία αφορούν τον Κεντρικό Λιμένα Πειραιώς.

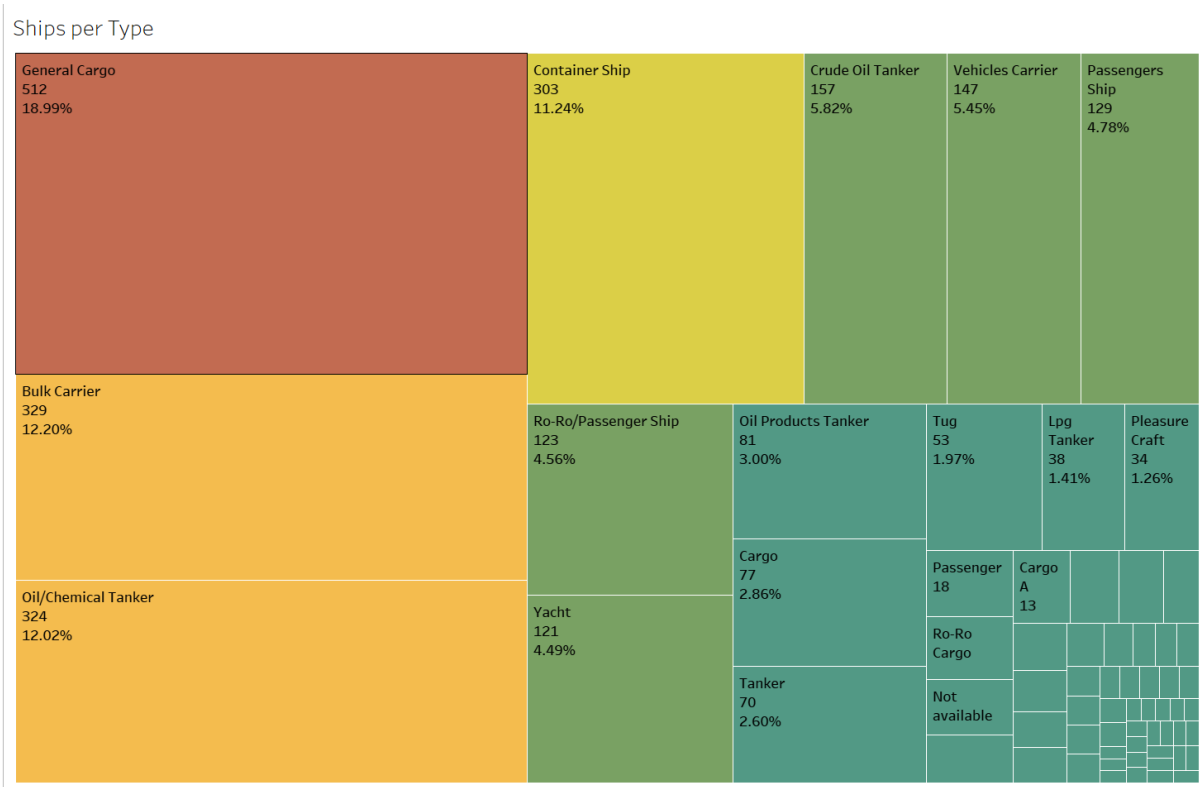
- Τα δεδομένα έχουν ληφθεί κατά τη διάρκεια των δώδεκα μηνών του έτους 2016.
- Ο αριθμός των πλοίων για τα οποία έχουμε κινηματικά δεδομένα → 3.823
- Σύνολο κινηματικών δεδομένων 12 μηνών → 69.809.307 εγγραφές
- Ο αριθμός των πλοίων για τα οποία υπάρχουν κινηματικά δεδομένα και υπάρχουν επίσης στατικά δεδομένα → 2.700
- Ο αριθμός των πλοίων για τα οποία υπάρχουν κινηματικά δεδομένα και υπάρχουν, επίσης, στατικά δεδομένα και βρίσκονται στην περιοχή ενδιαφέροντος (επιβατικό και εμπορικό λιμάνι) → 1.680
- Σύνολο κινηματικών δεδομένων στην περιοχή του επιβατικού και εμπορικού λιμένα → 42.783.811 εγγραφές

4.1 Παρουσίαση γενικών στοιχείων πλοίων

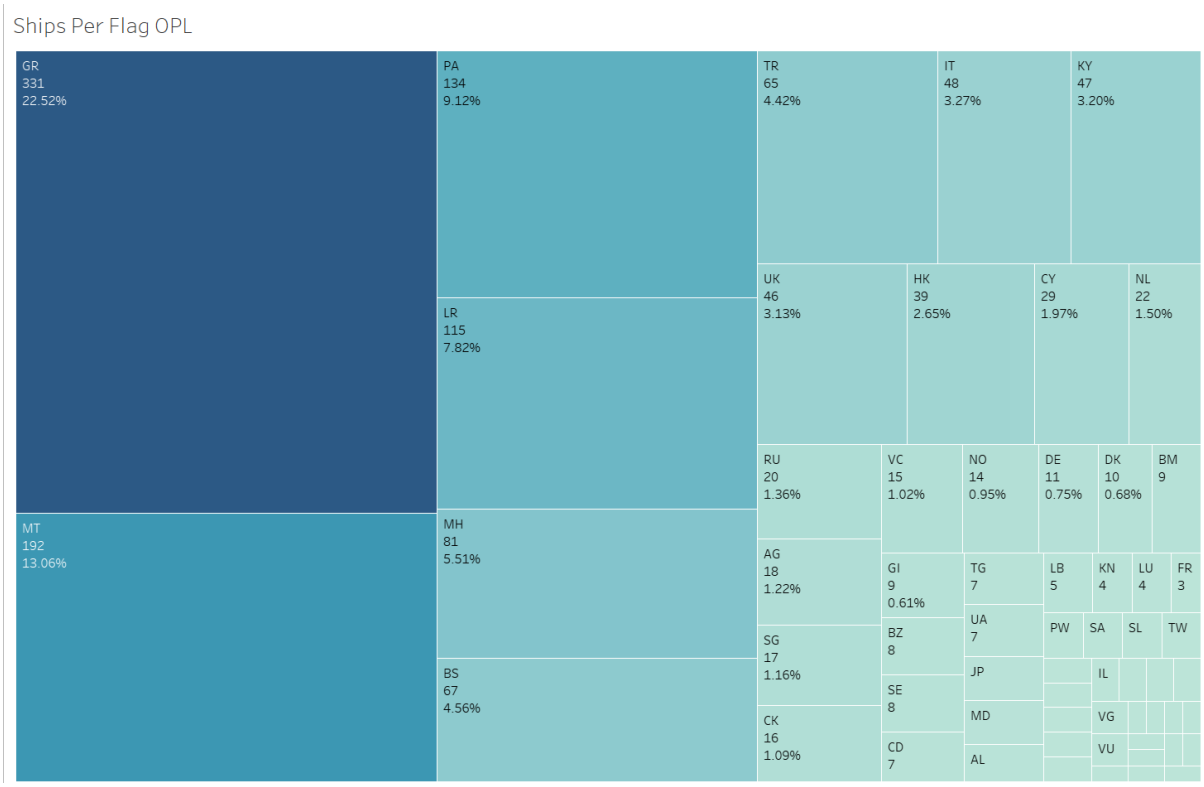
Με τη βοήθεια γραφημάτων θα δούμε τα πλήθη των πλοίων ομαδοποιημένα πρώτα ανά σημαία και αμέσως μετά ανά τύπο πλοίου. Τα δύο πρώτα γραφήματα αφορούν στο σύνολο των δεδομένων (2.700 πλοία), ενώ από τα δύο γραφήματα που ακολουθούν προκύπτει μια συγκριτική εικόνα για τα πλοία εκείνα που βρίσκονται στην περιοχή ενδιαφέροντος, τον Κ.Λ. Πειραιώς (1.680 πλοία).



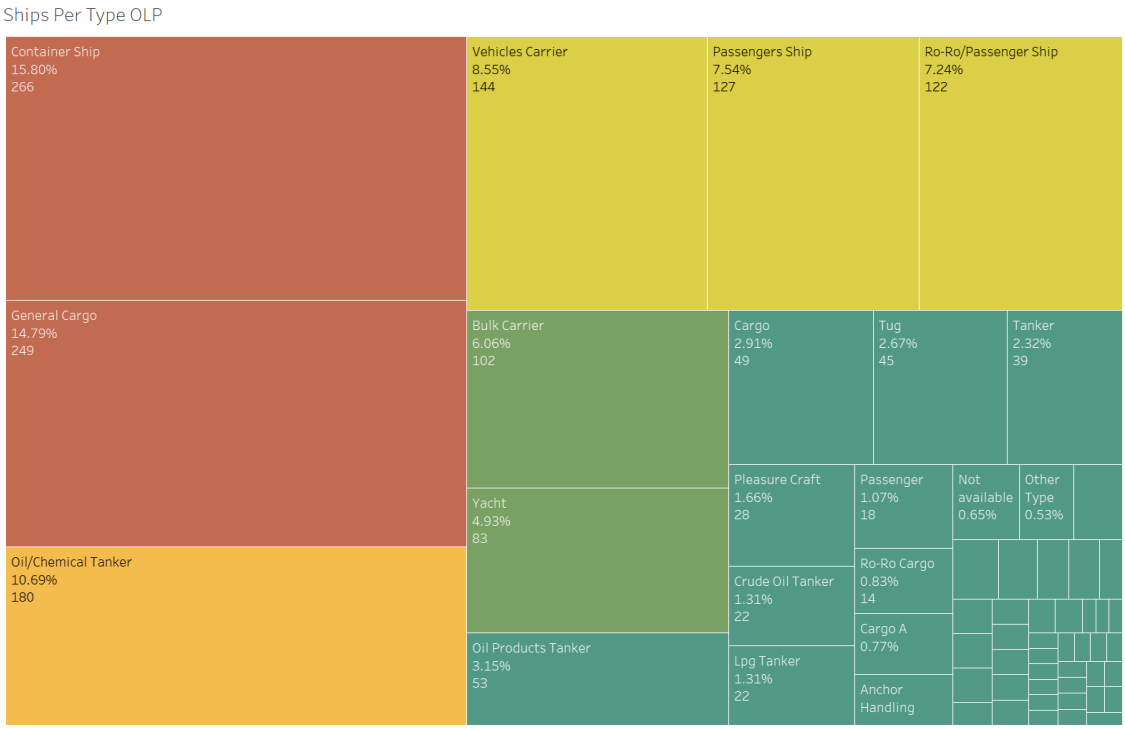
Εικόνα 4.1 Ομαδοποίηση των πλοίων ανά σημαία στην ευρύτερη περιοχή του Σαρωνικού



Εικόνα 4.2 Ομαδοποίηση βάσει του τύπου των πλοίων στην ευρύτερη περιοχή του Σαρωνικού



Εικόνα 4.3 Ομαδοποίηση ανά σημαία στο εμπορικό και στο επιβατικό λιμάνι του Πειραιά

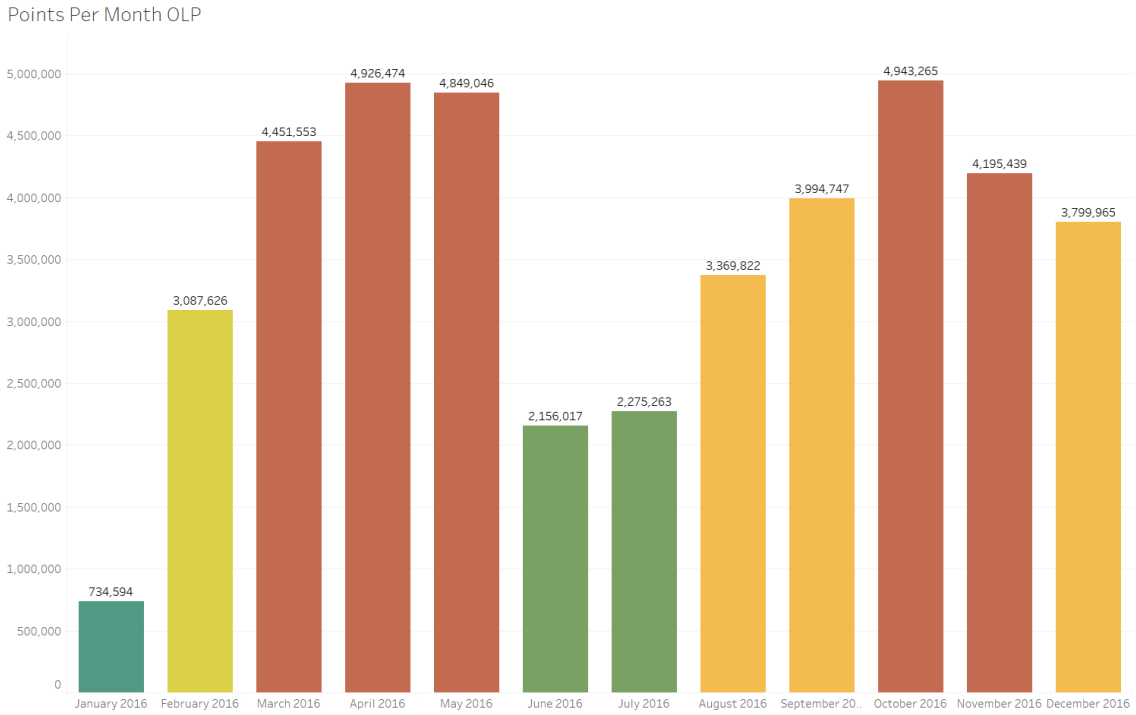


Εικόνα 4.4 Ομαδοποίηση ανά τύπο πλοίου στο εμπορικό και στο επιβατικό λιμάνι του Πειραιά

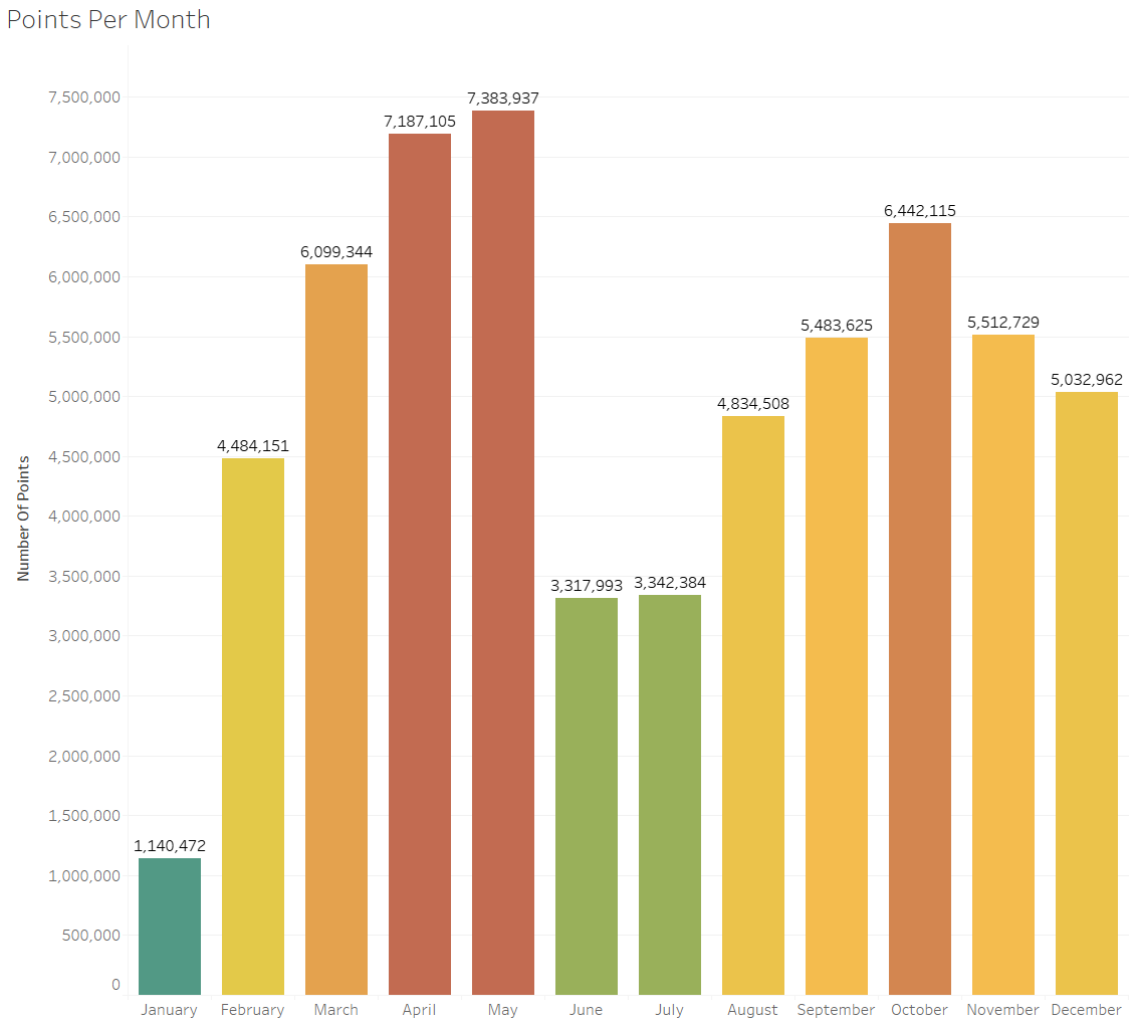
Συνολικά, παρατηρούμε από τα γραφήματα, πως με βάση τη σημαία, τα πλοία που πλέουν με ελληνική σημαία είναι η πλειοψηφία, τόσο στα συνολικά δεδομένα, όσο και στα δεδομένα που αφορούν ειδικότερα στο επιβατικό και εμπορικό λιμάνι του Πειραιά, με ένα ποσοστό της τάξης του 23%. Στη δεύτερη και τρίτη θέση βρίσκονται τα πλοία με σημαία από τη Μάλτα και τον Παναμά και για τα 2 εξεταζόμενα σύνολα δεδομένων. Σχετικά με τον τύπο των πλοίων που συναντώνται περισσότερο, στην ευρύτερη περιοχή είναι τα Cargo Ships με σχεδόν 19% επί του συνόλου και στην περιοχή του Λιμανιού είναι τα Container Ships με 15,83%, ακολουθούμενα από τα Cargo Ships με 14,76%.

4.2 Παρουσίαση στιγμάτων για το έτος 2016

Ακολουθεί η ανάλυση των σημάτων, αρχικά για την περιοχή του επιβατικού και εμπορικού λιμένα Πειραιώς και στη συνέχεια για την ευρύτερη περιοχή του Σαρωνικού κόλπου.



Εικόνα 4.5 Το σύνολο των σημάτων ανά μήνα στην περιοχή του Κ.Λ. Πειραιά - 42.783.811 σήματα.



Εικόνα 4.6 Το σύνολο των σημάτων ανά μήνα στην περιοχή του Σαρωνικού – 60.261.325 σήματα.

Σχετικά με την κατανομή των στιγμάτων των πλοίων ανά μήνα παρατηρούμε πως για τους μήνες Ιανουάριο, Ιούνιο, Ιούλιο και Αύγουστο τα σήματα είναι σημαντικά λιγότερα από τους υπόλοιπους μήνες. Προχωρήσαμε σε χειροκίνητο έλεγχο, ομαδοποιώντας τις εγγραφές μας σε επίπεδο ημέρας και παρατηρήσαμε πως υπάρχουν κενά στα δεδομένα μας. Συγκεκριμένα για τον Ιανουάριο έχουμε παρατηρήσεις μόνο για τις 5 τελευταίες ημέρες (26 – 31/1), για τον Ιούνιο έχουμε παρατηρήσεις μόνο για τις πρώτες 11 ημέρες (1-12/6), για τον Ιούλιο για τις τελευταίες 14 ημέρες (18-31/7), για τον Αύγουστο για τις πρώτες 18 ημέρες (1-19/8), ενώ τέλος για τον Σεπτέμβριο οι παρατηρήσεις ξεκινούν από τις 6/9 και έπειτα.

Points Per Month/Type OLP

type (group)	January 2016	February 20..	March 2016	April 2016	May 2016	June 2016	July 2016	August 2016	September ..	October 2016	November 2..	December 2..	Grand Total
Anchor Handling Vessel	3,397	10,509	44,938	58,118	49,086	15,392	86,285	77,047	44,812	94,951	105,696	82,217	672,448
Cable Layer		90						158				161	409
Cargo Ships	17,348	152,666	201,721	176,618	294,432	48,782	125,577	193,903	78,325	87,139	52,136	65,188	1,493,835
Carriers	17,793	90,447	77,008	75,249	49,522	9,568	28,098	37,634	32,611	47,944	47,217	42,456	555,547
Container Ship	26,708	175,274	248,367	221,271	208,672	111,533	87,381	119,869	136,674	162,439	326,307	189,807	2,014,302
Fishery Research Vessel		3	232	1,868									2,103
Heavy Lift Vessel											248	1,432	1,680
High speed craft				36,526	64,234	21,066	25,620	20,543	72,929	106,856	8,765		356,539
Hydrofoil	2,252	57,252	68,863	76,135	73,567	31,468	45,165	68,411	56,295	41,453	76,722	48,017	645,600
Landing Craft		74	178	204	373	214	261	372	369	227	205	355	2,832
Law Enforcement										58			58
Multi Purpose Offshore Ves..		1,530	4,293	4,229	2,704	2,769	2,126	4,328	3,397	2,256	2,549	24,818	54,999
Not available				396	193	6,240	894	368	4,685		1,335		14,111
Offshore Supply Ship	1,571	5,331	9,778	12,005	8,262	1,683	1,927	3,302	2,171	1,367	824	97	48,318
Other Type	1,225	1,925	453	1,771	1,315	1,334	6,800	20,503	12,386	99,762	87,732	4,674	239,880
Passenger Ships	456,134	1,545,786	2,207,767	2,324,095	2,173,129	987,169	979,488	1,325,433	1,985,845	2,269,250	2,036,128	1,853,040	20,143,264
Patrol Vessel					254					724			978
Pipe Layer Platform			8,680	119,770	42,090	3,331	242						174,113
Pleasure Craft	39,963	175,738	214,820	248,982	286,907	126,237	95,172	178,299	200,376	280,401	395,093	417,848	2,659,836
Pollution Control Vessel							703	1,771	4,270		165		6,909
Reefer			2,300	9,701	10,572	830			1,119	4,035			28,557
Replenishment Vessel				2,810									2,810
Research/Survey Vessel	22	760	661	920	1,795	1,725			4,716	859	308		11,766
Reserved for future use	33	88	54	62			118						355
Sailing				43,081	107,644	53,605							204,330
Sailing Vessel					35	20	194	116	1,626	1,238	181		3,410
Spare - Local Vessel			51	2,701		319							3,071
Suction Dredger			5,860	2,126	2,825					6,917			17,728
Tank Barge	1,256	30,219	33,526	44,032	40,224	23,372	26,312	37,492	49,769	54,434	6,563	5,104	352,303
Tankers	44,160	223,238	435,791	487,591	548,912	297,026	289,638	431,252	417,080	454,568	301,392	380,296	4,310,944
Training Ship						13,348							13,348
Tug	114,120	560,476	781,307	791,974	785,495	356,807	444,702	751,616	712,153	790,722	565,685	590,846	7,245,903
WARSHIP			1,382		523								1,905
Yacht	8,612	56,220	103,523	184,239	96,281	42,179	28,560	97,405	173,139	435,665	180,188	93,609	1,499,620
Grand Total	734,594	3,087,626	4,451,553	4,926,474	4,849,046	2,156,017	2,275,263	3,369,822	3,994,747	4,943,265	4,195,439	3,799,965	42,783,811

Εικόνα 4.7 Το σύνολο των σημάτων ανά μήνα και ανά τύπο πλοίου στην περιοχή του κεντρικού λιμανιού του Πειραιά.

Points Per Month/Type

Type (group)	January	February	March	April	May	June	July	August	September	October	November	December	Grand Total
Anchor Handling Vessel	3,409	10,950	57,812	68,963	52,380	23,144	97,540	88,526	56,530	103,227	110,877	92,309	765,667
Cable Layer		279			249			743				1,033	2,304
Cargo Ships	37,036	262,593	372,272	316,716	409,405	105,733	188,558	286,469	179,746	185,132	220,634	153,769	2,718,063
Carriers	80,864	276,921	231,537	419,869	386,710	137,201	80,854	105,243	97,320	132,186	148,433	106,253	2,203,391
Container Ship	66,422	384,602	461,123	413,538	576,365	206,835	233,575	270,427	276,283	356,083	515,605	351,081	4,111,939
Fishery Research Vessel		3	232	2,078									2,313
Heavy Lift Vessel									6,008	5,388	6,278	1,756	19,430
High speed craft			4	38,766	70,603	24,799	29,423	26,003	78,033	113,768	8,765		390,164
Hydrofoil	4,130	103,349	129,793	140,718	132,621	66,539	82,269	132,239	81,532	61,862	114,812	77,154	1,127,018
Landing Craft		276	624	888	2,394	818	1,054	20,430	3,745	5,569	1,037	12,951	49,786
Law Enforcement										58			58
Multi Purpose Offshore Vessel		1,711	4,293	4,804	3,995	2,769	2,126	4,328	3,397	2,256	2,550	25,636	57,865
Not available	279	976	1,190	3,643	5,904	10,478	6,201	5,487	20,754	9,044	6,053	4,524	74,533
Offshore Supply Ship	1,571	5,711	10,543	13,012	11,606	5,752	2,395	4,001	2,337	1,567	1,630	248	60,373
Other Type	1,225	2,293	502	4,420	6,361	1,334	7,838	21,542	12,413	100,147	87,921	4,754	250,750
Passenger Ships	507,124	1,764,195	2,677,727	2,958,148	2,829,321	1,351,615	1,341,897	1,841,024	2,385,380	2,643,698	2,270,264	2,098,218	24,668,611
Patrol Vessel					331					861			1,192
Pipe Layer Platform			8,680	119,770	42,090	3,331	684						174,555
Pleasure Craft	73,182	271,039	339,323	421,900	484,170	259,753	150,824	284,859	303,394	345,331	437,539	543,113	3,914,427
Pollution Control Vessel		1	1	1	3	49	725	1,774	4,409		1,112	5	8,080
Reefer			5,965	9,701	10,572	2,169	607		1,730	5,791			36,535
Replenishment Vessel				3,042									3,042
Research/Survey Vessel	2,237	4,009	661	2,148	2,046	1,908			4,784	937	308		19,038
Reserved for future use	76	353	98	167			350						1,044
Sailing				43,084	107,708	54,809		5					205,606
Sailing Vessel					109	20	1,133	662	1,842	1,603	237		5,606
Spare - Local Vessel			229	8,066		2,811							11,106
Suction Dredger			6,587	2,462	3,078					7,171			19,298
Suction Hopper Dredger					1,914								1,914
Supply Tender					104								104
Tank Barge	1,256	33,520	37,047	44,524	40,343	24,456	26,741	38,822	50,399	54,661	6,563	5,104	363,436
Tankers	159,056	567,233	701,376	937,224	950,530	448,245	502,127	742,563	774,267	860,268	700,772	622,923	7,966,584
Trailing Suction Hopper Dredger								8,127				2,005	10,132
Training Ship						13,738							13,738
Tug	119,500	583,912	802,004	823,917	810,104	383,331	459,965	761,671	744,288	819,158	581,179	607,499	7,496,528
WARSHIP			1,791		1,135								2,926
Yacht	83,105	210,225	247,930	385,536	441,786	186,356	125,498	189,563	395,034	626,349	290,160	322,627	3,504,169
Grand Total	1,140,472	4,484,151	6,099,344	7,187,105	7,383,937	3,317,993	3,342,384	4,834,508	5,483,625	6,442,115	5,512,729	5,032,962	60,261,325

Εικόνα 4.8 Το σύνολο των σημάτων ανά μήνα και ανά τύπο πλοίου στην ευρύτερη περιοχή του Σαρωνικού.

Σαν πρώτο συμπέρασμα σχετικά με τα σήματα στην περιοχή του λιμανιού του Πειραιά, μπορούμε να επιβεβαιώσουμε πως αποτελεί το σημαντικότερο λιμάνι σχετικά με τα επιβατικά πλοία. Το σύνολο των περισσότερων από 20.000.000 σήματα κατά τη διάρκεια του έτους, μαρτυρά τον πρωταγωνιστικό ρόλο του λιμανιού στον τομέα των μετακινήσεων επιβατικού κοινού. Στη συνέχεια,

ακολουθεί η ομάδα των ρυμουλκών πλοίων (Tug) με 7.200.000 καταγεγραμμένα σήματα και στην τρίτη θέση βρίσκεται η ομάδα των Tankers με 4.300.000 σήματα αντίστοιχα. Η πολύ υψηλή θέση των ρυμουλκών και των Tankers δείχνει πως το λιμάνι του Πειραιά αποτελεί και το μεγαλύτερο εμπορικό λιμάνι της χώρας και πως η χρήση των ρυμουλκών εντός λιμανιού επιβάλλεται για τα πλοία εκείνα που ο όγκος τους δεν αφήνει μεγάλο περιθώριο ευελιξίας στα στενά σημεία εισόδου και εξόδου του λιμένα. Αυτό αποδεικνύεται αθροίζοντας το πλήθος των Tankers, των Container Ships και των Cargo Ships και αντιπαραβάλλοντάς το με το πλήθος των ρυμουλκών πλοίων.

Έχει πραγματοποιηθεί ομαδοποίηση, σε επίπεδο Tableau, των τύπων των πλοίων, όπου αυτό κρίθηκε απαραίτητο, για την καλύτερη απεικόνιση των αποτελεσμάτων. Όλα τα πλοία τύπου Passenger, Cargo, Tanker και Carrier εμπίπτουν στην προαναφερθείσα ομαδοποίηση. Συγκεκριμένα η ομάδα των Passengers αριθμεί 6 τύπους πλοίων, η ομάδα των Cargo 5 τύπους πλοίων, των Tanker 14 τύπους και η ομάδα των Carriers αριθμεί 8 τύπους πλοίων.

4.3 Παρουσίαση δεδομένων για τη μέση ταχύτητα των πλοίων

Συνεχίζοντας με την ανάλυση των δεδομένων, θα παρουσιαστούν τα γραφήματα σχετικά με τη μέση ταχύτητα των πλοίων στο λιμάνι του Πειραιά. Στο συγκεκριμένο γράφημα έχουμε αποκλείσει τις μηδενικές ταχύτητες, ζητώντας οποιαδήποτε εγγραφή ισούται ή ξεπερνά τον 1 κόμβο. Στο γράφημα 4.10, οι παραπλήσιοι τύποι πλοίων έχουν ομαδοποιηθεί, με σκοπό την καλύτερη απεικόνιση των αποτελεσμάτων.

Speed Test Main Port

Type	January	February	March	April	May	June	July	August	September	October	November	December
Anchor Handling Vessel		6.69	5.83	4.85	4.42	5.76	4.61		5.01	5.46	4.39	5.29
Bunkering Tanker		5.06	6.35	4.64	4.80	4.90	5.48	4.71	3.93	4.83	4.99	5.38
Chemical Tanker		2.45	4.39	4.45	4.61	3.27	3.53	3.94	4.54	3.76	4.47	4.98
General Cargo	4.06	4.17							4.12			
High speed craft				7.63	7.63	8.78	9.59	11.13	7.79	8.12	3.57	
Hydrofoil	11.68	12.77	13.21	12.90	13.02	13.23	13.26	13.21	12.74	13.04	13.45	13.46
Oil Products Tanker		3.79	3.36	2.45	2.46	3.50	2.69	2.82	2.63	3.17		
Oil/Chemical Tanker	4.81	4.87	4.97	4.70	4.33	4.52	4.91	4.84	4.77	4.75	5.03	5.04
Other Type										3.39		
Passenger	11.48	10.11	8.94	9.39	9.40	8.27	6.05	6.27	4.37	5.25		
Passengers Ship	10.44	12.52	11.56	11.52	11.09	11.80	11.43	11.65	11.76	10.40	9.15	10.80
Pleasure Craft					39.57				1.32			
Replenishment Vessel				4.20								
Research/Survey Vessel		4.67		4.83	4.50	5.59			5.59	4.34	3.16	
Ro-Ro Cargo												4.83
Ro-Ro/Passenger Ship	6.18	7.12	8.11	7.32	6.74	6.23	6.46	6.25	6.56	5.99	6.10	6.61
Tank Barge		4.56	4.73	4.00	3.70	3.89	4.03	4.16	4.00	3.76		
Tanker	4.68	5.19	4.83	4.75	4.73	4.37	4.79	4.97	4.63	4.60	4.59	4.75
Training Ship						4.74						
Tug	2.39	5.09	5.92	5.01	5.03	4.41	4.91	5.13	5.44	4.39	4.19	3.35
Yacht		6.72										

Εικόνα 4.9 Μέση ταχύτητα ανά μήνα και ανά τύπο πλοίου στην περιοχή του εμπορικού και του επιβατικού Λιμένα Πειραιώς.

Στο γράφημα 4.9, παρουσιάζεται η μέση ταχύτητα των πλοίων στην περιοχή εντός και πλησίον του Κεντρικού Λιμένα Πειραιώς. Παρατηρούμε την προσπάθεια των πλοίων να συμμορφωθούν με τους κανονισμούς του Λιμένα και να ελαττώσουν την ταχύτητά τους μέχρι τους 5 κόμβους. Συγκεκριμένες κατηγορίες πλοίων παρουσιάζουν μέση ταχύτητα για ολόκληρο το έτος, αρκετά πάνω από τα επιτρεπτά όρια, όπως τα σκάφη αναψυχής (Pleasure Craft), τα δελφίνια(Hydrofoil) και τα επιβατικά πλοία(Passenger Ship και Passenger).

AVG Speed All

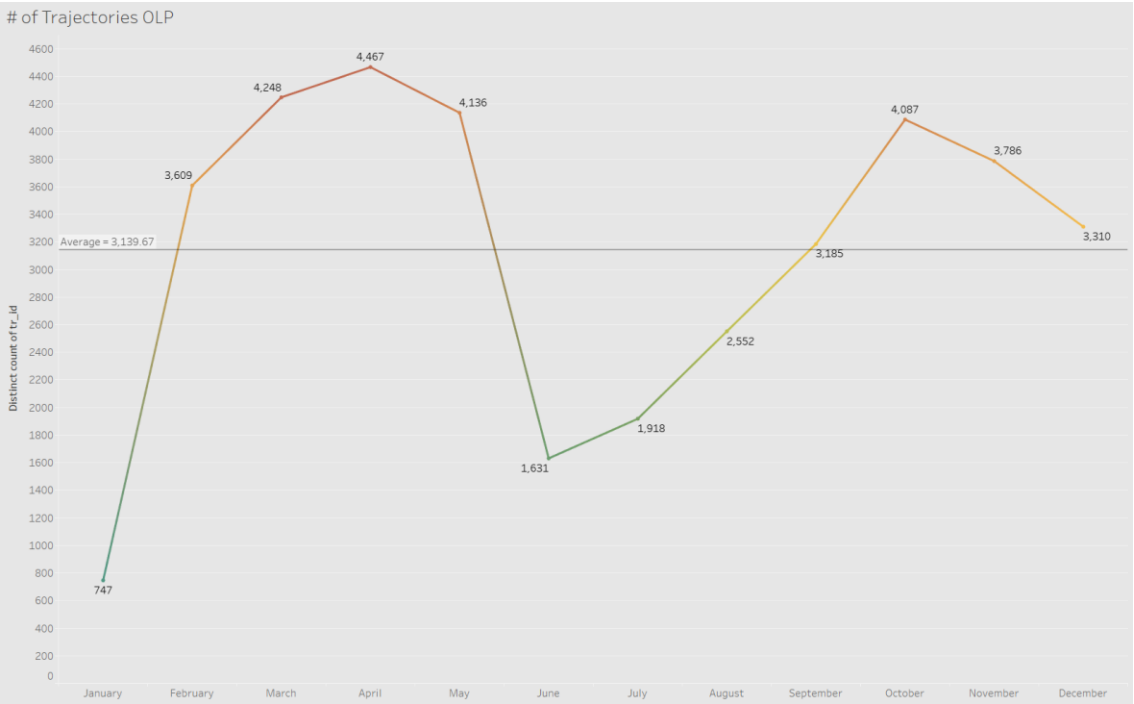
Type (group)	January	February	March	April	May	June	July	August	September	October	November	December
Anchor Handling Vessel	9.84	9.03	6.59	5.63	5.70	7.45	5.89	6.78	6.56	6.77	5.67	6.70
Cable Layer		6.66			8.48			7.95				6.09
Cargo Ships	7.63	6.97	6.73	8.19	7.55	8.68	8.42	8.41	8.21	7.87	6.73	7.70
Carrier Ships	6.14	7.14	7.67	7.30	6.71	6.98	8.69	8.08	8.24	7.67	7.17	7.70
Container Ship	6.93	6.79	6.91	7.22	7.02	7.29	7.21	7.33	7.12	6.94	6.47	6.71
Fishery Research Vessel				6.58								
Heavy Lift Vessel									3.29	6.57	6.47	6.87
High speed craft				21.25	21.63	25.07	24.51	26.45	20.90	20.78	3.77	
Hydrofoil	27.89	30.37	30.25	29.71	29.86	30.39	28.85	30.31	26.97	27.95	27.30	28.42
Landing Craft		7.85	6.79	7.75	8.28	6.90	7.99	8.46	8.09	8.65	7.98	8.33
Multi Purpose Offshore V..		5.74		8.01	4.89			3.17			7.00	5.94
Not available				7.41	9.01	8.65	10.56	8.42	10.39	12.92	10.08	1.27
Offshore Supply Ship		9.22	7.43	9.09	8.45		8.50	7.36	10.75	9.62	8.08	9.11
Other Type		7.75	10.81	6.70	9.21		10.16	7.78	5.95	7.28	8.12	7.40
Passenger Ships	8.69	12.76	13.14	14.38	14.05	14.48	15.15	15.20	14.71	13.59	12.05	12.02
Patrol Vessel					8.22					11.74		
Pipe Layer Platform				1.41	1.51		2.13					
Pleasure Craft	2.73	3.85	2.92	3.19	5.08	5.68	9.51	8.06	8.27	9.98	8.10	2.98
Pollution Control Vessel						6.98	6.40	1.64	5.09		5.61	4.72
Reefer			4.68	1.58	1.51	11.74	9.20		6.77	7.99		
Replenishment Vessel				7.92								
Research/Survey Vessel	7.99	7.41	3.27	9.90	7.67	10.24			9.58	8.63	3.16	
Reserved for future use	12.12	8.15	11.34	8.53			7.64					
Sailing				3.67	6.44	7.91		17.20				
Sailing Vessel							6.85	10.98	10.31	12.25		
Spare - Local Vessel			8.17	4.61		5.86						
Suction Dredger			7.20	5.30	4.92					4.89		
Suction Hopper Dredger					6.84							
Supply Tender					19.30							
Tank Barge	1.71	5.92	5.46	5.07	4.82	5.27	5.14	5.32	4.88	4.58	2.08	5.75
Tankers	8.25	7.88	7.76	7.79	7.90	7.98	7.90	8.07	8.13	7.81	7.55	7.96
Trailing Suction Hopper D..								7.09				9.24
Training Ship						6.92						
Tug	5.58	6.26	6.25	6.12	6.28	6.27	6.05	5.81	5.97	5.76	5.95	5.77
Yacht	2.92	7.40	8.30	6.03	7.24	6.66	10.73	6.77	4.59	3.83	5.97	4.02

Εικόνα 4.10 Μέση ταχύτητα ανά μήνα και ανά τύπο πλοίου στην ευρύτερη περιοχή του Σαρωνικού.

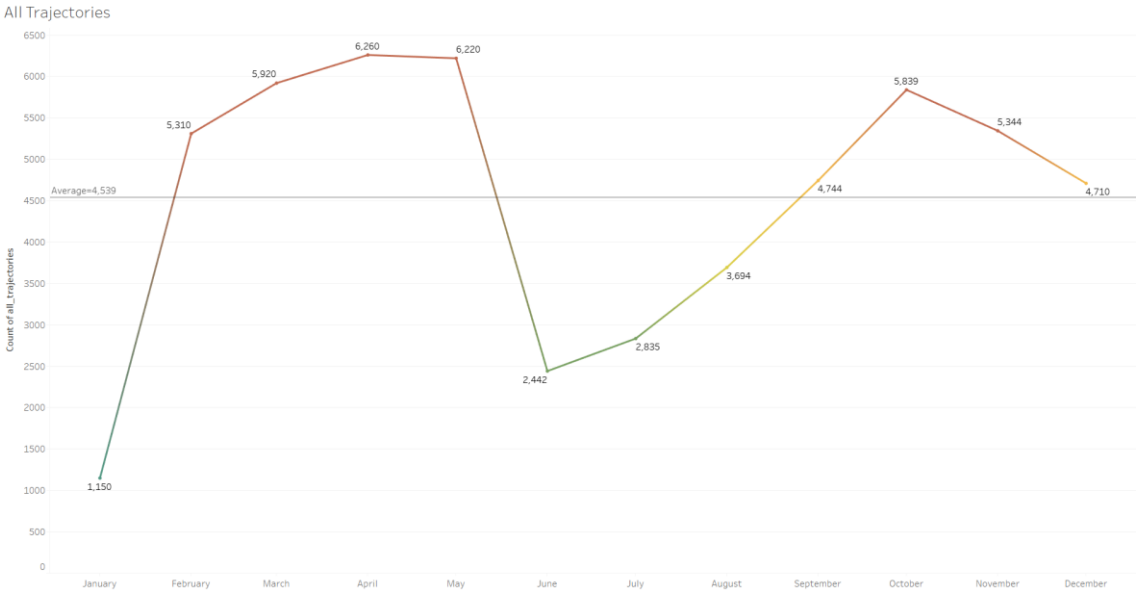
Για την ευρύτερη περιοχή του Σαρωνικού, καταγράφονται υψηλότερες τιμές για τη μέση ταχύτητα ανά τύπο πλοίου, κάτι που είναι αναμενόμενο στην ανοιχτή θάλασσα. Ενδιαφέρον παρουσιάζει η σταδιακή αύξηση της ταχύτητας των επιβατικών πλοίων κατά τους θερινούς μήνες, γεγονός το οποίο συνάδει με την αύξηση του τουρισμού στη χώρα και την ανάγκη εξυπηρέτησης περισσότερων δρομολογίων.

4.4 Ανάλυση τροχιών για το σύνολο των δεδομένων

Αφού έχουμε προχωρήσει στη δημιουργία τροχιών μέσω του πίνακα που φιλοξενεί τα points, μπορούμε να διακρίνουμε στα παρακάτω γραφήματα το σύνολο των τροχιών ανά μήνα για το 2016 αλλά και τα σύνολα των τροχιών ανά τύπο πλοίου και ανά μήνα.



Εικόνα 4.11 Σύνολο τροχιών ανά μήνα στο λιμάνι του Πειραιά για το 2016.



Εικόνα 4.12 Σύνολο τροχιών ανά μήνα για το 2016.

Το σύνολο των τροχιών για το εμπορικό και επιβατικό λιμάνι του Πειραιά για ολόκληρο το έτος ανέρχεται σε 37.676, οι οποίες κατανέμονται στα υποσύνολα των μηνών όπως απεικονίζεται στο γράφημα. Είναι εύκολα αντιληπτή η σταδιακή αύξηση του αριθμού των τροχιών από τον Ιούνιο μέχρι και

τον Οκτώβριο. Η μεγαλύτερη τιμή που συναντάμε στο γράφημα ανήκει στον Απρίλιο με 4.667 τροχιές. Η μέση τιμή για το έτος είναι 3.193 τροχιές.

Οι τροχιές για την ευρύτερη περιοχή του Σαρωνικού παρουσιάζουν ακριβώς την ίδια κατανομή στο χρόνο, με αυξημένη τη μέση τιμή για το έτος κατά 1400 περίπου εγγραφές.

# of Trajectories OLP per Month/Type

type	January	February	March	April	May	June	July	August	September	October	November	December	Grand Total
Ro-Ro/Passenger Ship	196	948	1,185	1,121	1,079	427	517	687	808	996	940	856	9,760
Tug	92	444	471	425	425	170	226	300	406	460	469	426	4,314
Container Ship	61	361	350	358	362	133	202	250	326	410	381	385	3,579
Passengers Ship	44	196	325	413	329	172	178	228	277	374	280	177	2,993
General Cargo	62	270	202	215	240	76	80	125	114	158	179	189	1,910
Yacht	33	182	241	249	194	81	60	70	164	283	218	97	1,872
Oil Products Tanker	25	149	176	173	200	73	100	111	163	218	196	198	1,782
Oil/Chemical Tanker	31	152	140	210	212	69	88	113	146	171	143	173	1,648
Tanker	26	132	158	186	188	79	96	128	158	169	130	116	1,566
Pleasure Craft	21	53	162	165	97	45	22	39	53	75	91	93	916
Bulk Carrier	53	163	100	130	68	7	4	34	15	28	58	71	731
Vehicles Carrier	14	71	79	82	71		35	42	67	84	108	69	722
Anchor Handling Vessel	7	31	68	67	41	18	60	52	43	74	80	84	625
Hydrofoil	5	53	63	66	57	24	26	38	33	38	59	43	505
Bunkering Tanker	8	36	38	49	49	20	22	30	36	57	44	45	434
Ro-Ro Cargo	10	62	45	26	24	13	18	54	44	46	29	22	393
Cargo	7	35	58	48	46	21	18	21	24	33	20	38	369
Lpg Tanker	8	31	35	45	37	15	14	23	28	45	41	42	364
Other Type	6	26	3	28	15	12	6	20	44	65	61	28	314
Chemical Tanker	5	38	38	43	22	9	13	18	22	28	45	20	301
Tanker C			21	39	49	11	13	15	20	34	27	27	256
Tank Barge	5	26	29	29	31	12	14	19	25	31	13	12	246
Passenger	10	32	89	40	24	7	3	4	2	20	10	3	244
Offshore Supply Ship	6	30	31	34	36	12	16	21	24	16	11	2	239
Water Tanker	4	20	20	25	26	12	14	19	24	24	24	18	230
Cement Carrier	3	23	30	29	31	12	11	6	12	24	26	20	227
Multi Purpose Offshore Vessel		10	30	21	18	12	14	19	22	31	30	13	220
High speed craft				8	31	12	13	17	25	31	3		140
Crude Oil Tanker	1	9	7	8	11	4	3	10	5	8	15	10	91
Reefer			7	30	30	3			4	17			91
Pipe Layer Platform			2	30	31	12	5						80
Cargo A		5	10	5		6	3	12	6	4	13	9	73
Asphalt/Bitumen Tanker	1	7	7	9	8	4	2	4	5	1	4		52
Not available				2	3	3	6	2	16		19		51
Sailing				9	19	15							43
Landing Craft		1	2	2	5	2	3	5	6	3	3	7	39
Heavy Load Carrier	1	1	3	7	6	2	3	1	4	4	5		37
Livestock Carrier					16	12					3	4	35
Pollution Control Vessel							6	12	4		3		25
Spare - Local Vessel			4	11		4							19

Εικόνα 4.13 Απεικόνιση του συνόλου των τροχιών ανά μήνα και τύπο πλοίου στο λιμάνι του Πειραιά.

Με τη βοήθεια του γραφήματος μπορούμε να επιβεβαιώσουμε τα πρώτα στοιχεία, καθώς στην ανάλυση ανά μήνα και ανά τύπο πλοίου αποτυπώνεται η αύξηση αμέσως μετά τον Ιούνιο με τον κύριο υπαίτιο να είναι τα πλοία τύπου Ro-Ro/Passenger Ship. Στη στήλη Grand Total απεικονίζεται και η συμμετοχή του κάθε τύπου στο σύνολο των 37.676 τροχιών για το 2016. Τα πλοία τύπου Ro-Ro/ Passenger Ship καταγράφουν καθημερινά περίπου 26 διαδρομές στο λιμάνι.

Μπορούμε να αναλύσουμε ένα ακόμα ενδιαφέρον στοιχείο για τις τροχιές των πλοίων. Στο γράφημα που ακολουθεί παρουσιάζονται το κορυφαία 20 πλοία βάσει του πλήθους των τροχιών για το 2016 ανά μήνα.

# of Trajectories OLP per Month/Type

name	type	January	February	March	April	May	June	July	August	September	October	November	December	Grand T..
MY MARALA	Pleasure Craft	6	27	30	30	31	12	14	19	25	31	30	31	286
BLUE STAR DELOS	Ro-Ro/Passenger Ship	6	27	30	30	31	12	14	19	25	31	30	31	286
ALEXANTER 5	Tug	6	27	30	30	31	12	14	19	25	31	30	31	286
ANEZOYLA	Tanker	6	27	30	30	31	12	14	19	25	31	30	28	283
POSIDON HELLAS	Ro-Ro/Passenger Ship	6	27	27	30	31	12	14	18	25	31	30	31	282
MANDOUDI	Tanker	6	25	30	29	31	12	14	19	25	31	28	30	280
PHIVOS	Ro-Ro/Passenger Ship	6	27	30	30	31	12	14	19	25	31	30	20	275
FLYINGCAT 6	Passengers Ship	2	24	30	27	28	12	14	18	24	31	30	22	262
SIROS	Oil Products Tanker	5	20	30	26	30	12	14	14	24	30	27	29	261
ALEXANDRA G	Bunkering Tanker	4	23	24	30	30	11	13	17	20	29	30	28	259
BLUE STAR NAXOS	Ro-Ro/Passenger Ship	4	24	25	30	19	11	14	19	25	31	26	26	254
PSYTTALIA II	Ro-Ro/Passenger Ship	5	25	27	29	25	10	13	16	23	27	28	25	253
SUNDAY	Yacht	6	27	30	25	30	9	10	2	23	26	30	31	249
IFESTOS 2	Tug	6	27	30	30	30	8	11	11	23	21	25	25	247
AGIOS NEKTARIOS	Tank Barge	5	26	29	29	31	12	14	19	25	31	13	12	246
ARMADORES II	Tug	6	24	13	29	30	11	12	19	19	30	28	24	245
BLUE STAR PAROS	Ro-Ro/Passenger Ship	6	26	29	17	26	5	8	10	25	31	30	31	244
ANATOLY CHURINOV	General Cargo	6	25	28	29	31	12	14	19	17	27	21	15	244
ADAMANTIOS KORAIS	Ro-Ro/Passenger Ship	6	11	29	29	29	11	14	19	25	10	30	28	241
TAXIARCHIS	Tug	3	21	25	23	24	10		17	23	18	12	20	196
Grand Total		106	490	556	562	580	218	249	332	471	559	538	518	5,179

Εικόνα 4.14 Απεικόνιση των 20 πλοίων με τις περισσότερες καταγεγραμμένες τροχιές.

Παρατηρούμε ότι όσα πλοία βρίσκονται στις κορυφαίες θέσεις σχετικά με τις τροχιές έχουν καταγράψει από 196 τροχιές μέχρι και 286, και όλα τα πλοία, ανεξαρτήτως τύπου, παρουσιάζουν την ίδια αύξηση στη διάρκεια των μηνών, σύμφωνα με τα δεδομένα μας. Να αναφερθεί σε αυτό το σημείο πως η μέγιστη τιμή τροχιών ανά μήνα/πλοίο είναι είτε το 30, είτε το 31, καθώς οι τροχιές έχουν υπολογιστεί σε επίπεδο ημέρας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. Έλεγχος πλοίων ως προς τους επιλεγμένους κανονισμούς ναυσιπλοΐας

Στο συγκεκριμένο κεφάλαιο θα παρουσιαστούν οι νόμοι του Ελληνικού Κράτους σχετικά με τη ναυσιπλοΐα και πως αυτοί περιορίζουν την κίνηση οποιουδήποτε πλοίου, το οποίο κινείται σε ελληνικά εθνικά ύδατα.

Θα εστιάσουμε στους νόμους που διέπουν την κίνηση των πλοίων στο λιμένα του Πειραιά, αλλά και στους μικρότερους γειτονικούς λιμένες και αφορούν στην ταχύτητα πλεύσης και θα γίνει έλεγχος ως προς το κατά πόσο τηρούνται οι θεσμοθετημένες αποστάσεις από τις ακτογραμμές.

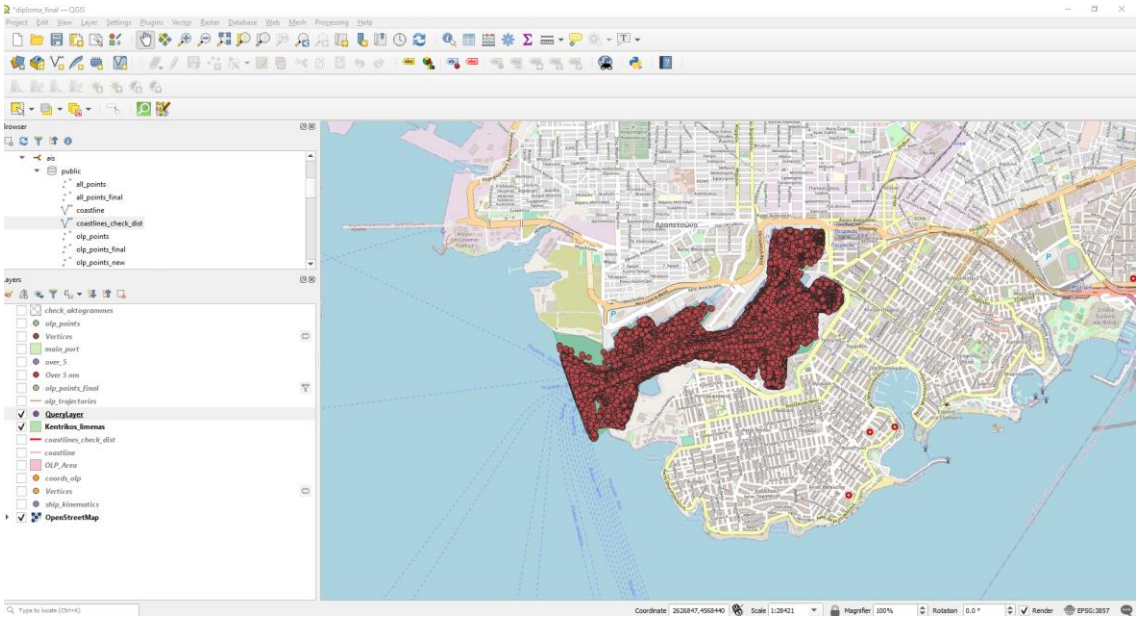
5.1 Έλεγχος πλοίων ως προς την ταχύτητα βάσει του Ειδικού Κανονισμού Λιμένα Πειραιά

Ο Ειδικός Κανονισμός Λιμένος Πειραιώς, ο οποίος αναφέρεται στην ανώτατη επιτρεπτή ταχύτητα των πλοίων εντός του θαλάσσιου χώρου του λιμένος Πειραιώς αλλά και στους παρακείμενους μικρότερους λιμένες τέθηκε πρώτη φορά σε ισχύ την 1η Ιουνίου του 1952. Με βάση το ΦΕΚ Β΄ 103/52 στο Άρθρο 5 αναφέρεται ρητά, πως η ανώτατη επιτρεπτή ταχύτητα των πλοίων, τα οποία εισέρχονται στο λιμένα ορίζεται στα 5 μίλια την ώρα. Επίσης, βάσει του ΦΕΚ Β΄ 85/93 εγκρίνεται εκ νέου ο Ειδικός Κανονισμός Πειραιά περί κινήσεως και αγκυροβολίας πλοίων στο λιμένα Πειραιά. Στο Άρθρο 3, με τίτλο Περιορισμός ταχύτητας, αναφέρεται πως όλα τα πλοία τα οποία εισέρχονται ή εξέρχονται στον κεντρικό λιμένα ή σε λιμένες περιοχής δικαιοδοσίας του Κ.Λ. Πειραιώς, οφείλουν να πλέουν με ελαττωμένη ταχύτητα, με την ταχύτητα των πέντε (5) κόμβων, να αποτελεί πρακτική και ασφαλή ένδειξη προς την οποία να επιδιώκεται η συμμόρφωση.

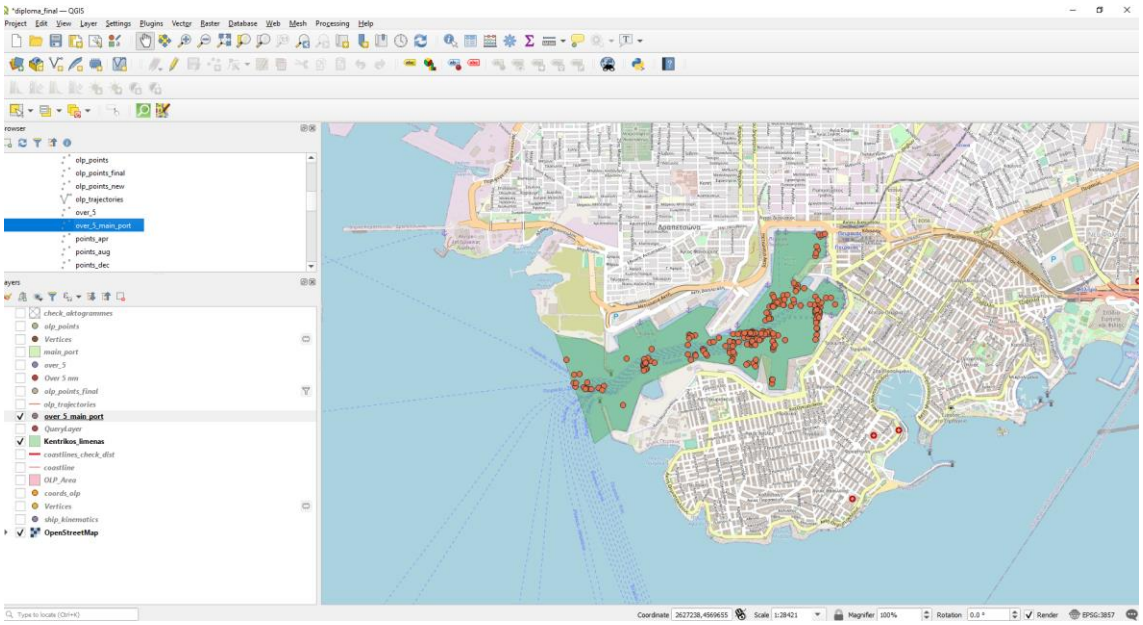
Επειδή οι ακόλουθοι έλεγχοι πραγματοποιήθηκαν σε πραγματικά δεδομένα πλοίων και με γνώμονα την προστασία των προσωπικών δεδομένων, δημιουργήθηκε πίνακας στη βάση δεδομένων με όνομα gdpr_info, ο οποίος φιλοξενεί όσα πλοία έδειξαν παραβατική συμπεριφορά βάσει των κανονισμών. Για όλα τα πλοία δόθηκε ένα νέο χαρακτηριστικό όνομα, Vesselx , με το οποίο θα αναφέρονται σε οποιοδήποτε έλεγχο από εδώ και στο εξής.

Το πρώτο σημείο ενδιαφέροντος, στο οποίο θα γίνει έλεγχος του προαναφερθέντος κανονισμού είναι ο κεντρικός λιμένας Πειραιά. Για το σκοπό αυτό δημιουργήθηκε πολύγωνο, το οποίο περικλείει το επιβατικό λιμάνι και στη συνέχεια αναζητήθηκαν όλες οι εγγραφές από το σύνολο των δεδομένων, οι οποίες βρίσκονται στην περιοχή ενδιαφέροντος και ξεπερνούν την ταχύτητα των 5 κόμβων.

Όπως παρατηρούμε από την πρώτη απεικόνιση τα αποτελέσματα δεν είναι διακριτά, καθώς το πλήθος των παρατηρήσεων ξεπερνά το 1 εκατομμύριο εγγραφές. Για αυτό το λόγο δημιουργήθηκε μέσω PostgreSQL ένα νέο view, το οποίο απεικονίζει μια μοναδική εγγραφή για κάθε πλοίο, το οποίο παραβίασε έστω και μια φορά τον κανονισμό και βρίσκεται στα πρώτα αποτελέσματα του ερωτήματός μας.



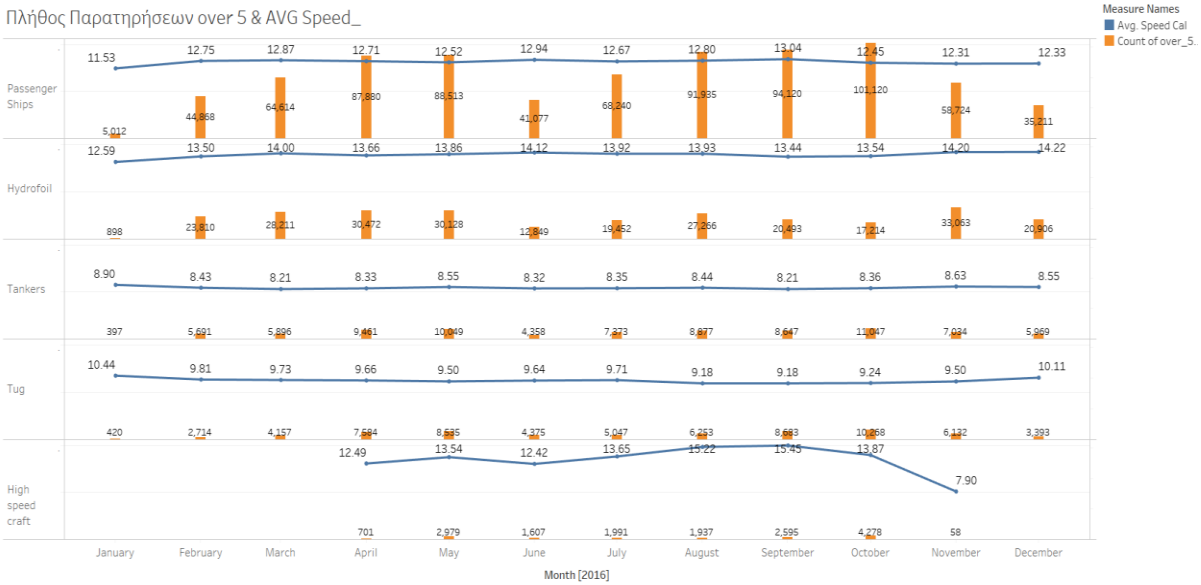
5.1 Κεντρικός λιμένας Πειραιά εντός πολυγώνου και εμφάνιση των σημείων με ταχύτητα μεγαλύτερη των 5 κόμβων. Απεικονίζονται πάνω από 1.000.000 σημεία.



5.2 Κεντρικός λιμένας Πειραιά εντός πολυγώνου και εμφάνιση των σημείων με ταχύτητα μεγαλύτερη των 5 κόμβων.

Για να εξετάσουμε πιο αναλυτικά τα αποτελέσματα του πρώτου ελέγχου, σχετικά με την επιτρεπόμενη ταχύτητα εντός του λιμένα, δημιουργήθηκε το γράφημα με το σύνολο των παρατηρήσεων, ανά τύπο

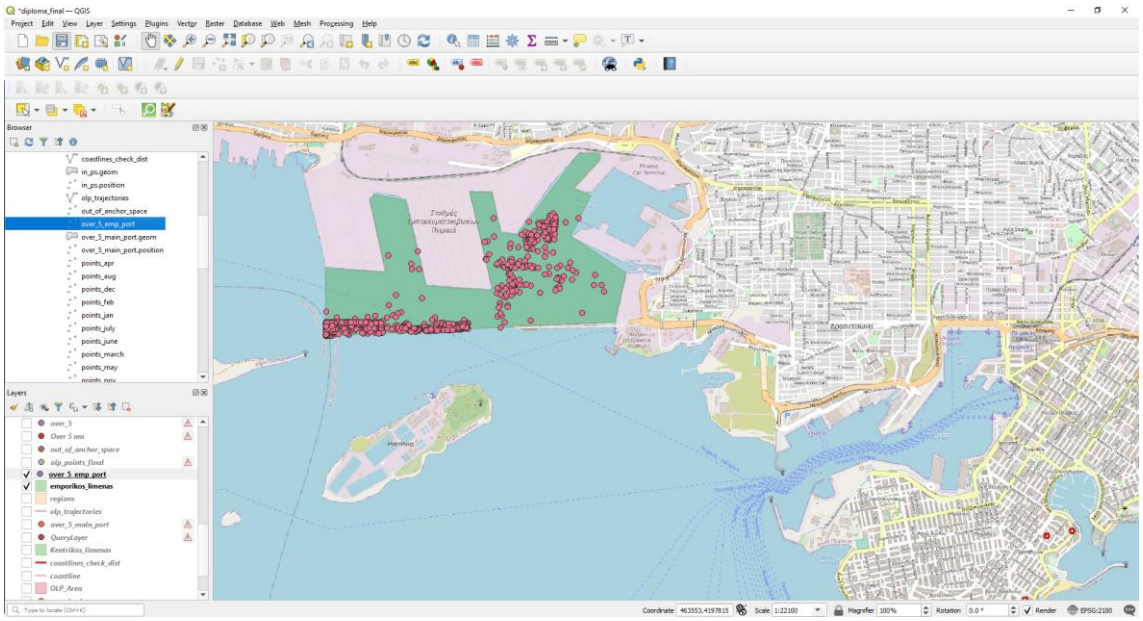
πλοίου και ανά μήνα. Στη συνέχεια, προστέθηκε μια δεύτερη μετρική, η μέση ταχύτητα για κάθε τύπο πλοίου και για κάθε μήνα και παρουσιάζονται οι πέντε κορυφαίοι τύποι πλοίων σε εγγραφές.



5.3 Πλήθος παρατηρήσεων και μέση ταχύτητα ανά μήνα.

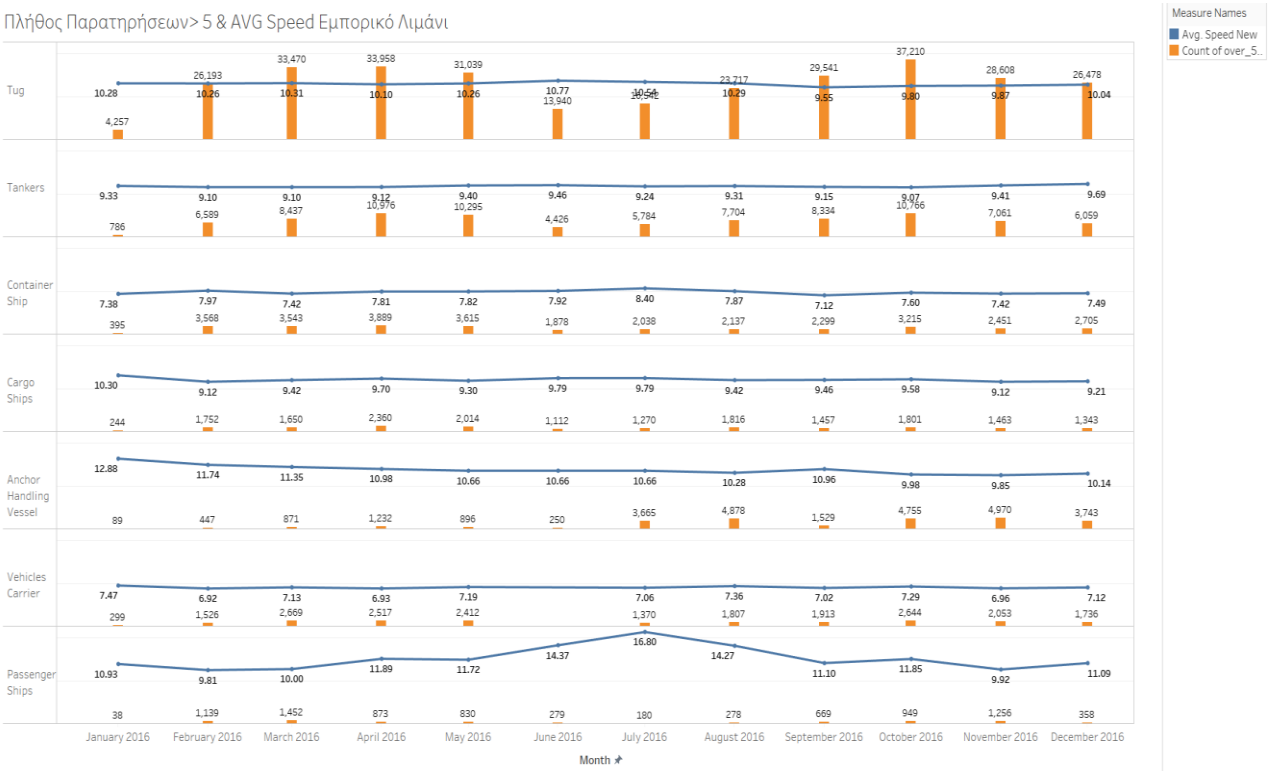
Είναι άμεσα αντιληπτό πως τα επιβατικά πλοία είναι πρώτα στην κατηγορία της παραβίασης του κανονισμού εντός του Κ.Λ. Πειραιώς. Επίσης, εκτός από τον Ιανουάριο, παρουσιάζουν μια μέση ταχύτητα, πάντα μεγαλύτερη των 12 κόμβων. Σε πλήθος παρατηρήσεων άνω των πέντε κόμβων ακολουθούν τα δελφίνια, τα οποία όμως παρουσιάζουν τις μεγαλύτερες τιμές μέσης ταχύτητας από όλους τους τύπους πλοίων. Η πλειονότητα των ταχυτήτων αγγίζει ή ξεπερνάει τους 14 κόμβους. Ενδιαφέρον επίσης παρουσιάζει το γεγονός, πως κατά την αρχή της θερινής περιόδου όλες οι εγγραφές για περιπτώσεις άνω των 5 κόμβων εντός λιμένα ελαττώνονται σε πλήθος.

Με την ίδια ακριβώς λογική έγινε ο αντίστοιχος έλεγχος για το εμπορικό λιμάνι του Πειραιά. Δημιουργήθηκε το αντίστοιχο view και προχωρήσαμε σε ανάλυση των αποτελεσμάτων.



5.4 Εμπορικό λιμάνι Πειραιά εντός πολυγώνου και εμφάνιση των σημείων με ταχύτητα μεγαλύτερη των 5 κόμβων.

Όπως και στο επιβατικό λιμάνι, δημιουργήθηκε το γράφημα με το σύνολο των παρατηρήσεων, ανά τύπο πλοίου και ανά μήνα, μαζί με τη μετρική της μέσης ταχύτητας. Για το συγκεκριμένο γράφημα επιλέχθηκαν οι 7 κορυφαίοι τύποι πλοίων σε παρατηρήσεις εντός του εμπορικού λιμένα.

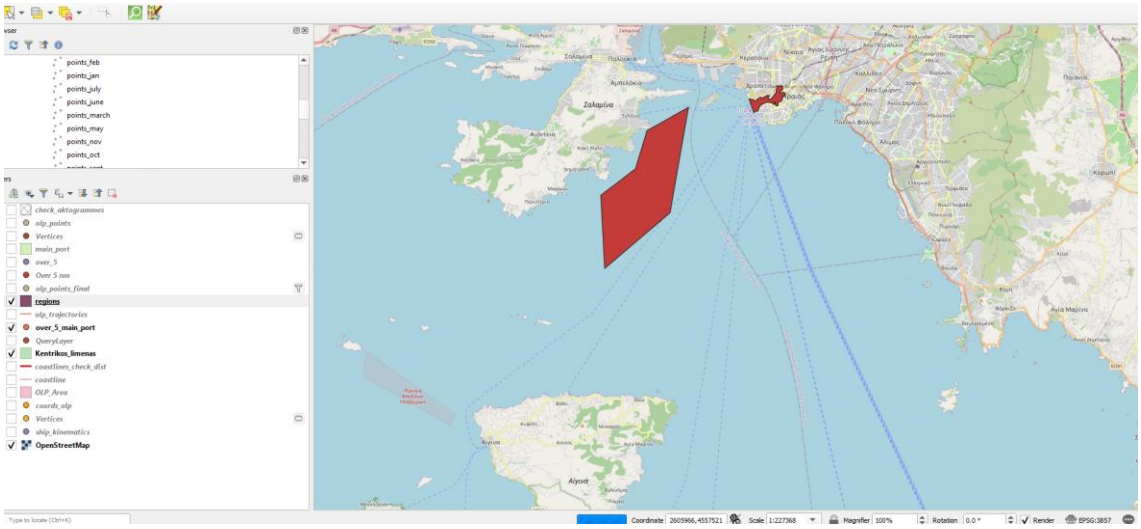


5.5 Πλήθος παρατηρήσεων και μέση ταχύτητα ανά μήνα στο εμπορικό λιμάνι.

Πρωταγωνιστικό ρόλο στο εμπορικό λιμάνι, όπως ήταν αναμενόμενο, έχουν τα ρυμουλκά πλοία, καθώς εξυπηρετούν τα πολύ μεγαλύτερα σε όγκο πλοία, κατά την είσοδο και την έξοδό τους από το λιμάνι. Η διαφορά τους σε πλήθος παρατηρήσεων με τα υπόλοιπα πλοία είναι τεράστια, καθώς το πλήθος των παρατηρήσεων των ρυμουλκών είναι τριπλάσιο σε μηνιαία βάση ακόμα και από τη δεύτερη κατά σειρά ομάδα, αυτή των Tankers. Τα υπόλοιπα πλοία, τα οποία παρουσιάζουν ένα σημαντικό πλήθος από εγγραφές, είναι οι ομάδες των Container Ships, των Cargo Ships και των Carriers. Στην έβδομη θέση του γραφήματος συναντάμε τα επιβατικά πλοία, τα οποία κάνουν σαφώς σπανιότερες εμφανίσεις στο εμπορικό λιμάνι από ότι στο επιβατικό, η μέση ταχύτητά τους όμως βρίσκεται αρκετά υψηλότερα από την επιτρεπόμενη, με μεγαλύτερη σε τιμή παρατήρηση, εκείνη του μηνός Ιουνίου, με 16.80 ναυτικά μίλια.

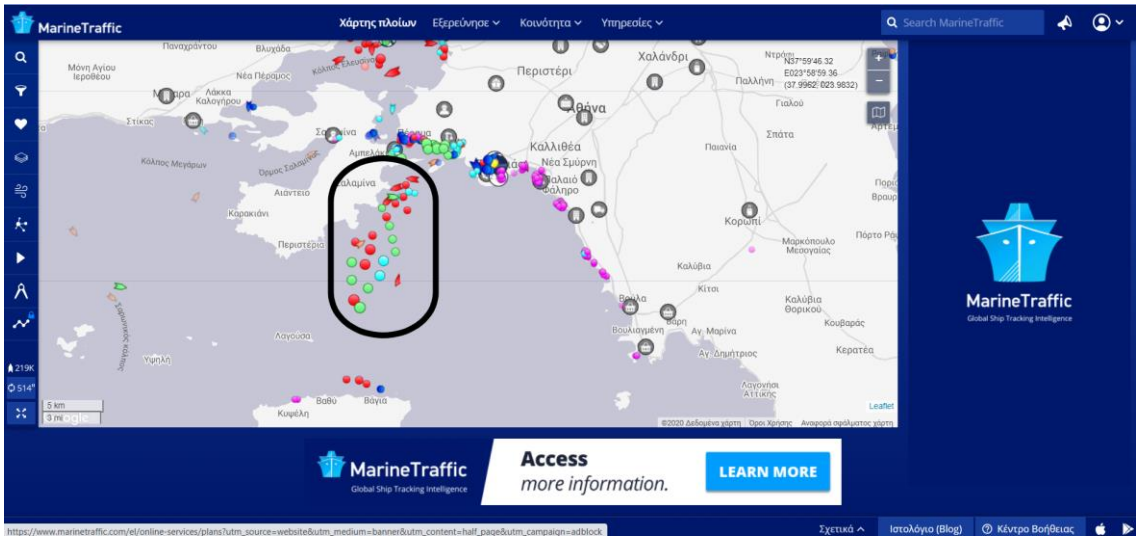
5.2 Έλεγχος πλοίων ως προς τα όρια αγκυροβολίας βάσει του Ειδικού Κανονισμού Λιμένα Πειραιά

Βάσει της Υπουργικής Απόφασης με αριθμό 3131.2.2/93, η οποία εγκρίνει τον Ειδικό Κανονισμό Λιμένα Πειραιά, με τίτλο «Περί κινήσεως και αγκυροβολιάς πλοίων στο λιμένα Πειραιά», στο Άρθρο 8 οριοθετείται η θαλάσσια περιοχή, έξω από τον Κεντρικό Λιμένα, στην οποία υποχρεούνται να αγκυροβολήσουν τα πλοία μέχρι να εισέλθουν στο Κεντρικό Λιμένα ή να αποχωρήσουν από την ευρύτερη περιοχή. Η περιοχή βρίσκεται νοτιοανατολικά της νήσου Σαλαμίνας και βόρεια της Αίγινας. Με τη βοήθεια των συντεταγμένων, οι οποίες αναφέρονται ρητά στο Άρθρο [21], σχηματίζουμε το πολύγωνο το οποίο περιέχει τη θαλάσσια περιοχή όπου και επιτρέπεται η αγκυροβόληση, το οποίο θα μας βοηθήσει στον επόμενο έλεγχό μας.

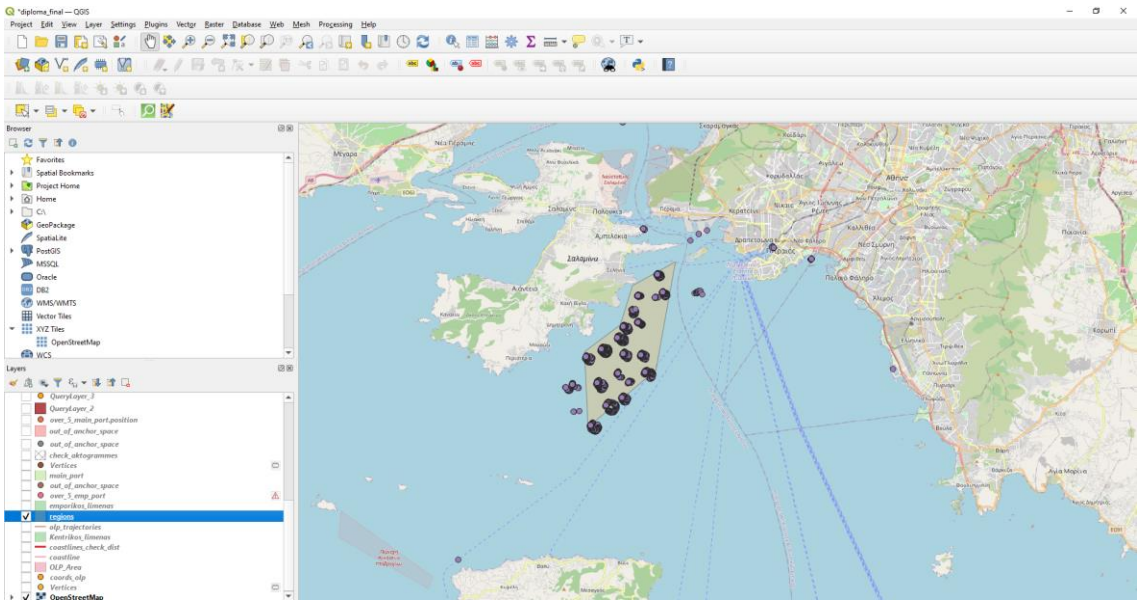


5.6 Αναπαράσταση οριοθετημένης περιοχής αγκυροβολίας εκτός λιμένα

Πριν πραγματοποιηθεί ο έλεγχος, παρατηρούμε από τη ζωντανή ενημέρωση της ιστοσελίδας Marine Traffic, πως πράγματι, όλα τα αγκυροβολημένα πλοία εκτός του Κεντρικού Λιμένα βρίσκονται στην υποδειγμένη, βάσει ΦΕΚ, περιοχή. Επιλέχθηκαν επιπροσθέτως, οι ημέρες 20/5 και 21/5 από τα δεδομένα μας και παρουσιάστηκαν τα σημεία με τη βοήθεια του qgis. Επίσης, σε χειροκίνητο έλεγχο που πραγματοποιήθηκε, όλα τα πλοία στο αγκυροβόλιο βρίσκονται σε κατάσταση At Anchor.



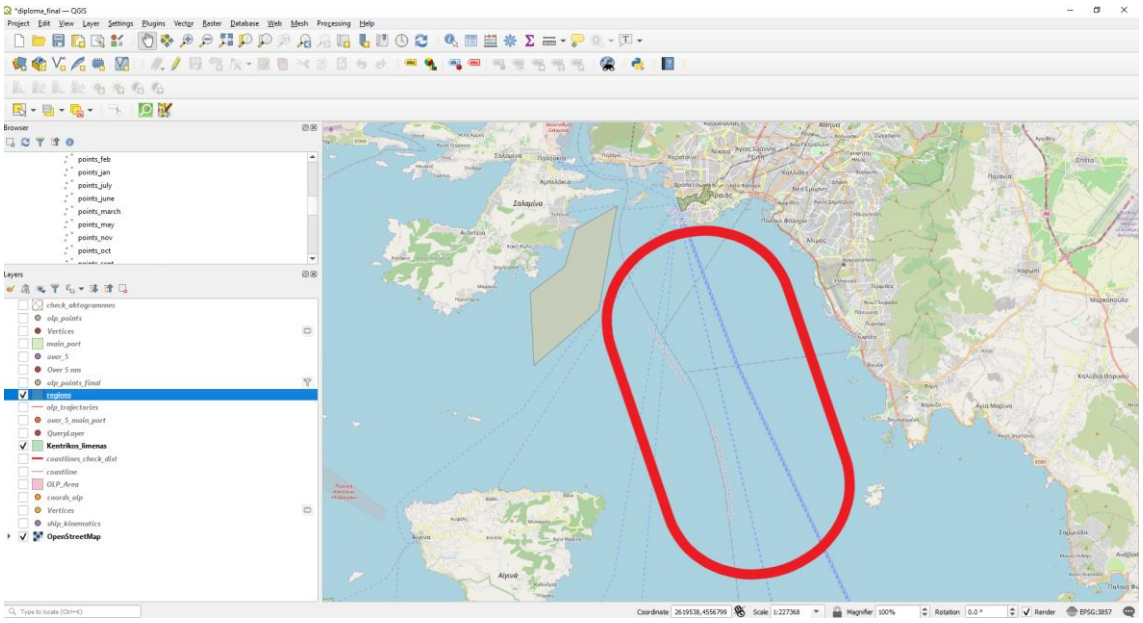
5.7 Πλοία εντός αγκυροβολίου από τη ζωντανή ενημέρωση του Marine Traffic (https://www.marinetraffic.com/el/ais/home/centerx:23.6/centery:37.9/zoom:11).



5.8 Πλοία εντός της περιοχής του αγκυροβολίου στις 20/5/2016 και 21/5/2016.

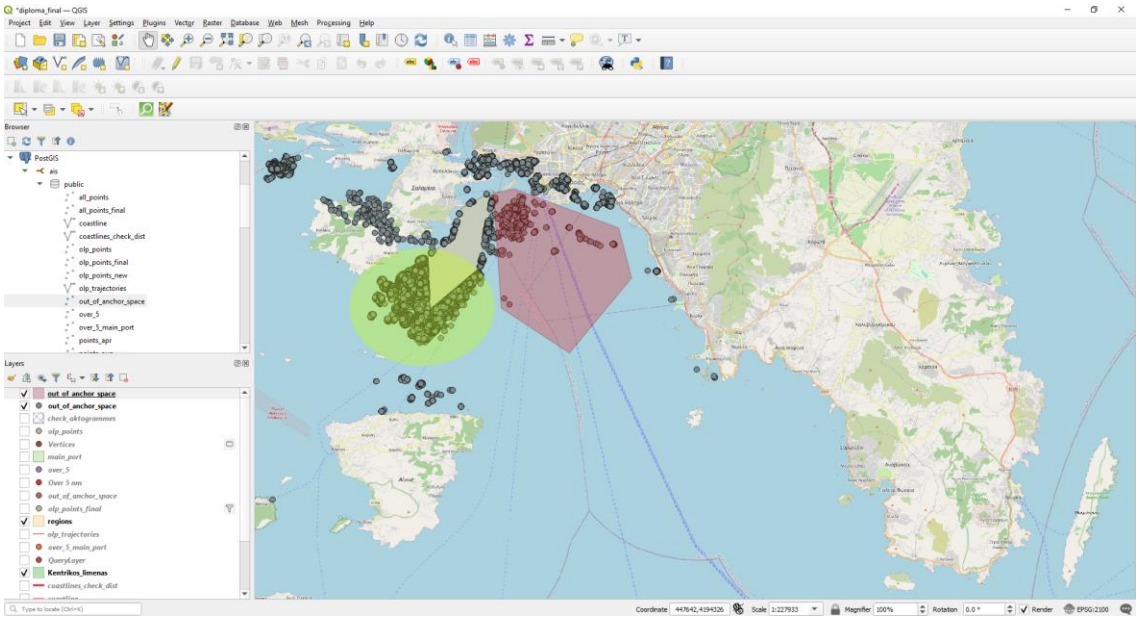
Η οριοθετημένη περιοχή αγκυροβολίας βρίσκεται αριστερά από τους κυριότερους θαλάσσιους δρόμους από και προς τον Κεντρικό Λιμένα. Από τις διαδρομές αυτές γίνεται η σύνδεση του Πειραιά με

όλα τα νησιά των Κυκλάδων, των Δωδεκανήσων, Βορείου Αιγαίου, Αργοσαρωνικού και φυσικά αποτελεί και θαλάσσιο πέρασμα για το νησί της Κρήτης. Είναι εύκολα κατανοητό πως οποιοδήποτε αγκυροβολημένο πλοίο εντός αυτών των θαλάσσιων δρόμων θα αποτελούσε κίνδυνο για τα πλοία που εκτελούν τα καθημερινά δρομολόγια.



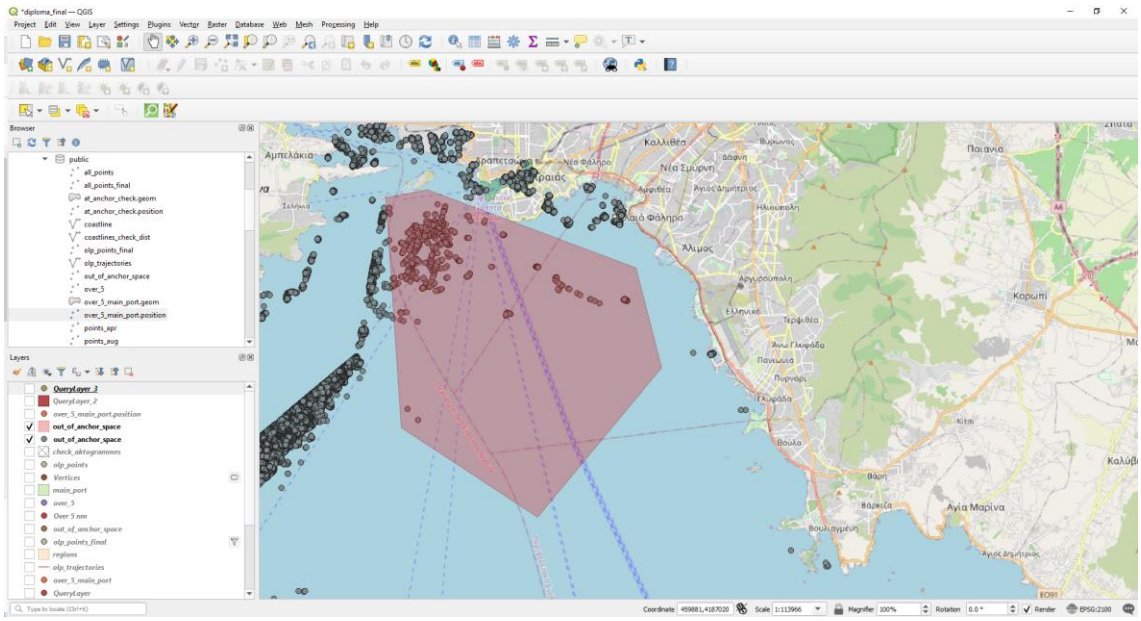
5.9 Απεικόνιση των θαλάσσιων διαδρομών, αριστερά του αγκυροβολίου.

Θα γίνει έλεγχος για το εάν υπάρχουν αγκυροβολημένα πλοία εκτός του οριοθετημένου θαλάσσιου χώρου αγκυροβολίας. Για τα σκοπό αυτό δημιουργήθηκε ένας νέος προσωρινός πίνακας με τα κινηματικά δεδομένα των πλοίων που βρέθηκαν σε κατάσταση επ' αγκύρα στην ευρύτερη περιοχή του Σαρωνικού. Από τα πρώτα αποτελέσματα του συγκεκριμένου ερωτήματος, προέκυψαν εγγραφές πλοίων σε κατάσταση επ'αγκύρα αλλά με ταχύτητα, η οποία ξεπερνούσε τους δέκα (10) κόμβους. Σε έλεγχο στον πίνακα ship_kinematics βρέθηκαν συνολικά 202.315 εγγραφές με το συγκεκριμένο status και ταχύτητα, η οποία δεν αντιστοιχεί σε αγκυροβολημένο πλοίο. Πρακτικά αυτό σημαίνει πως έχουμε λάβει σήματα με λανθασμένο status και για τους σκοπούς της συγκεκριμένης διπλωματικής εργασίας εμπλουτίσαμε το ερώτημά μας με τη συνθήκη η ταχύτητα του εκάστοτε αγκυροβολημένου πλοίου να μην ξεπερνά τον ένα (1) κόμβο. Στη συνέχεια, ζητήθηκαν οι εγγραφές εκείνες για τις οποίες υπάρχει καταγεγραμμένο στίγμα εκτός του αγκυροβολίου με ταχύτητα μικρότερη του ενός κόμβου και, ακολούθως, παρουσιάζονται στο χάρτη.



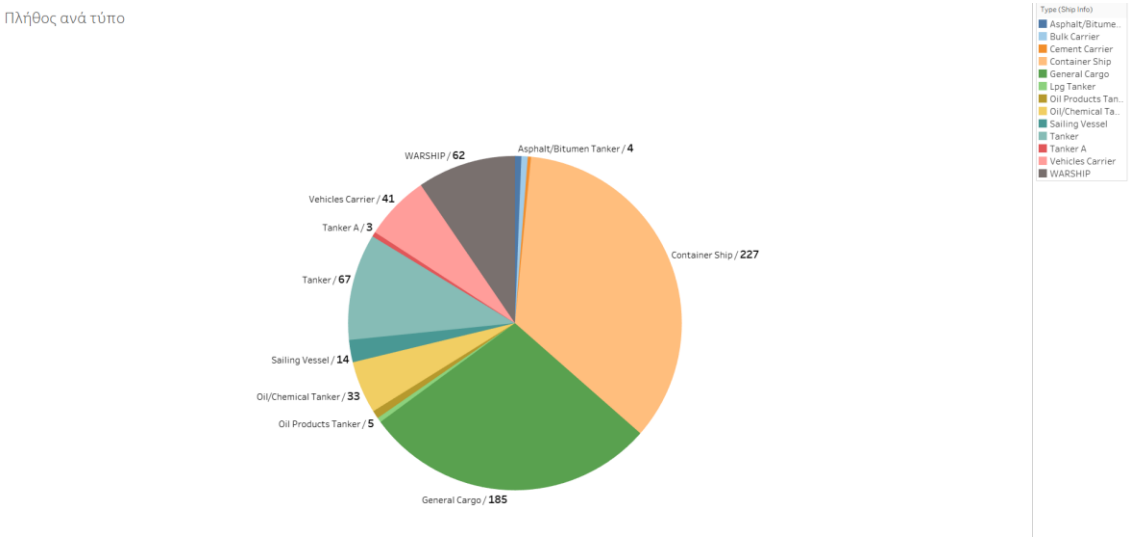
5.10 Θέσεις πλοίων επ' αγκύρα εκτός οριοθετημένου αγκυροβολίου.

Παρατηρούμε πως υπάρχει ένας μεγάλος αριθμός στιγμάτων εκτός αγκυροβολίου, στην περιοχή ενδιαφέροντος. Οι παρατηρήσεις εντός του πράσινου κύκλου είναι πολύ κοντά στην οριοθετημένη περιοχή και δεν βρίσκονται εντός μεγάλων θαλάσσιων δρόμων, ώστε ο βαθμός κινδύνου για σύγκρουση να είναι μεγάλος. Η περιοχή όμως η οποία περικλείεται εντός του κόκκινου πολυγώνου, βρίσκεται ακριβώς εντός της πορείας τακτικών δρομολογίων επιβατικών πλοίων και έχει ενδιαφέρον να προχωρήσουμε σε περαιτέρω ανάλυση των συγκεκριμένων παρατηρήσεων.



5.11 Θέσεις πλοίων επ' αγκύρα εκτός οριοθετημένου αγκυροβολίου.

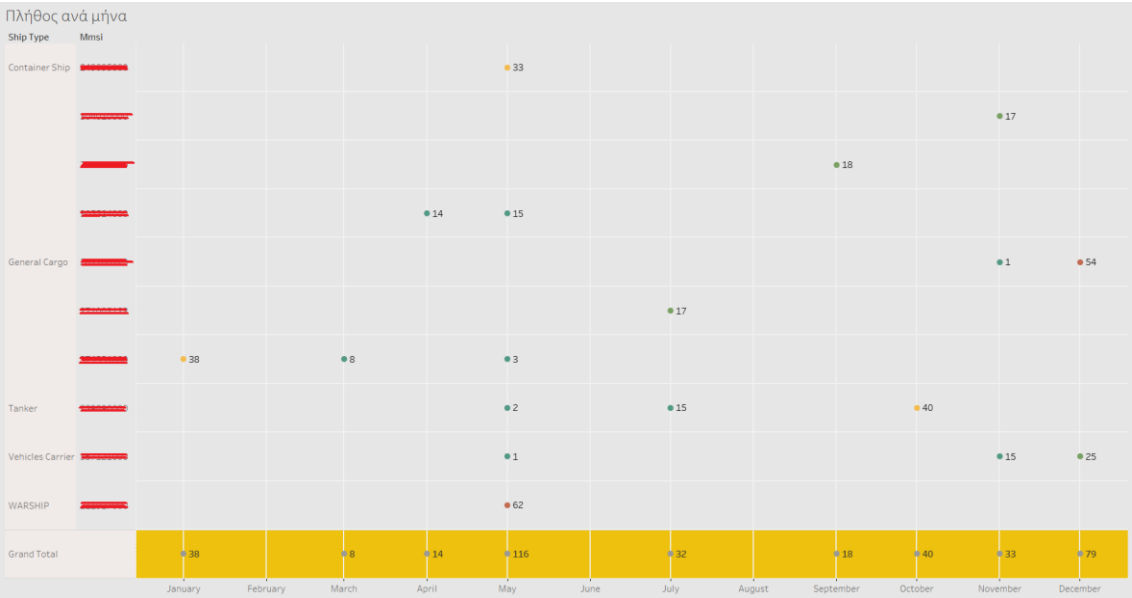
Για την περαιτέρω ανάλυση των στιγμάτων δημιουργήθηκε ένα ενδιάμεσος πίνακας, στον οποίο αποθηκεύτηκε η πληροφορία για τα πλοία, τα οποία βρίσκονται στη συγκεκριμένη περιοχή. Κατά το διάστημα των 12 μηνών, 53 πλοία βρέθηκαν σε κατάσταση επ' αγκύρα 650 φορές, εκτός του οριοθετημένου αγκυροβολίου και εντός θαλάσσιων διαδρομών. Στο διάγραμμα που ακολουθεί γίνεται ο διαχωρισμός ανά τύπο πλοίου, ώστε να γίνει κατανοητό ποια πλοία είναι αυτά τα οποία συμβάλλουν περισσότερο σε αυτό το αποτέλεσμα.



5.12 Πλήθος στιγμάτων ανά τύπο πλοίου, εντός επικίνδυνης περιοχής.

Παρατηρούμε πως από τις 650 εγγραφές, οι 412 ανήκουν σε Containers και Cargo Ships.

Περιορίζουμε το παραπάνω αποτέλεσμα με βάση τα 10 κορυφαία πλοία σε εμφανίσεις στην περιοχή και δημιουργούμε το διάγραμμα με τις εμφανίσεις ανά πλοίο και ανά μήνα.



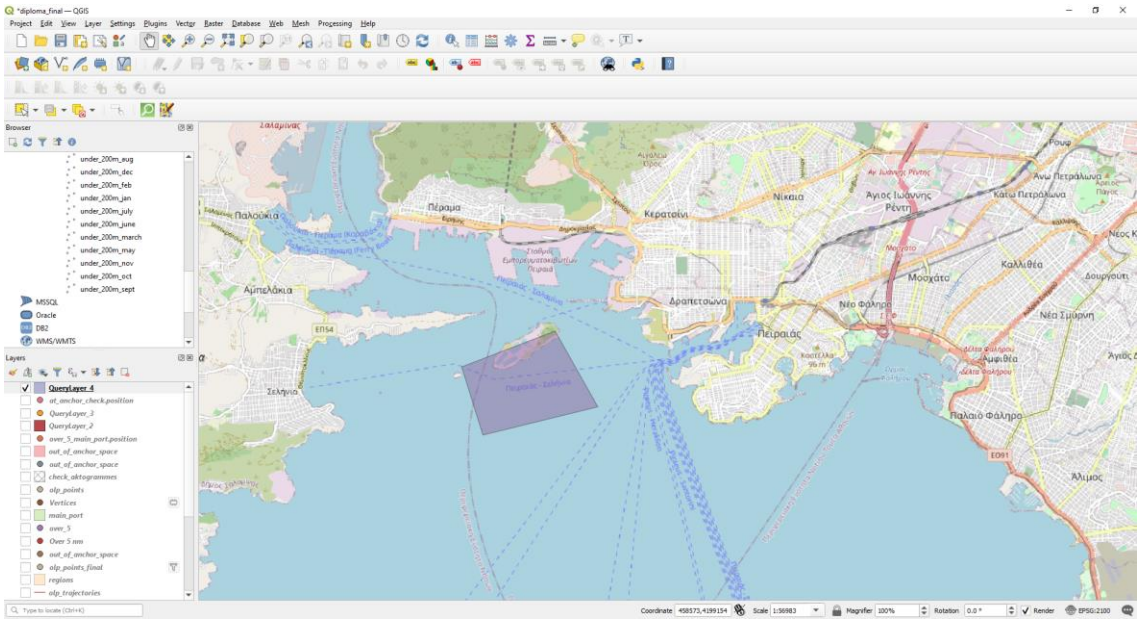
5.13 Απεικόνιση των 10 κορυφαίων πλοίων σε εμφανίσεις εντός επικίνδυνης περιοχής, ανά τύπο και ανά μήνα.

Ο μήνας Μάιος έχει τις περισσότερες παρατηρήσεις, καθώς το πολεμικό πλοίο Vessel07 με γερμανική σημαία, σημείωσε 62 AIS σήματα εντός της περιοχής ενδιαφέροντος, συμβάλλοντας αισθητά στο σύνολο των 116 παρατηρήσεων για το μήνα. Όλες τα στίγματα έχουν δοθεί σε διάστημα μίας ημέρας, συγκεκριμένα στις 7 Μαΐου. Το πολεμικό πλοίο δεν υπήρχε στα στατικά δεδομένα μας και προχωρήσαμε σε χειροκίνητη εισαγωγή στον πίνακα, βάσει των πληροφοριών από την ιστοσελίδα Marine Traffic [23]. Ενδιαφέρον επίσης παρουσιάζει και η επαναλαμβανόμενη εμφάνιση συγκεκριμένων πλοίων στη συγκεκριμένη περιοχή ενδιαφέροντος, όπως τα tanker πλοία με mmsi 374331000 και 239896600.

5.3 Έλεγχος της απαγορευμένης περιοχής της Ψυττάλειας.

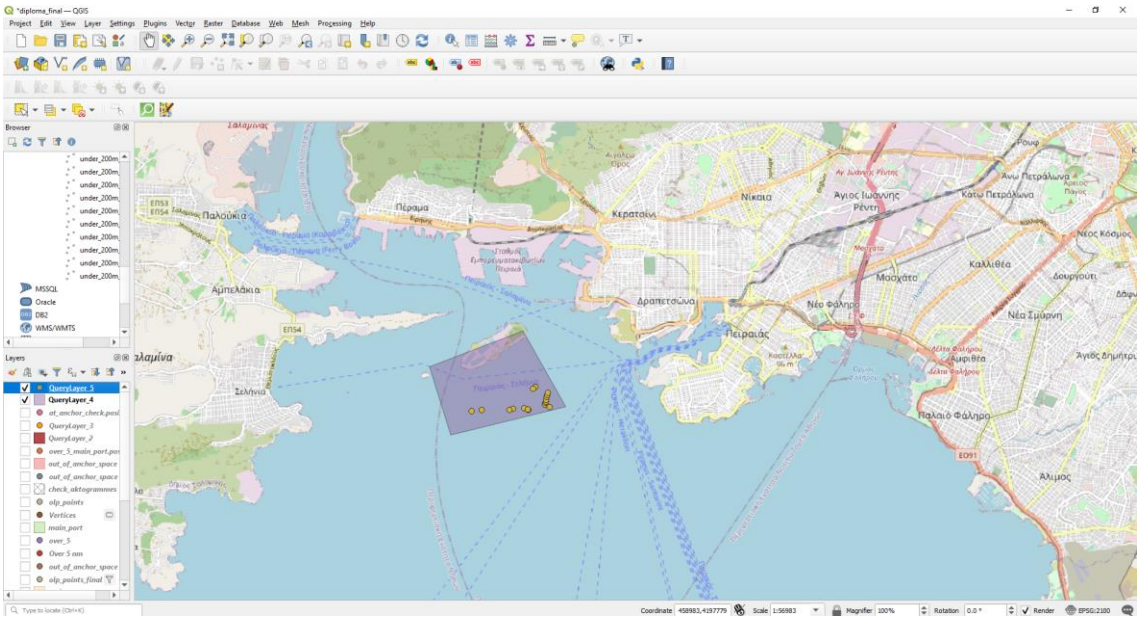
Το Κέντρο Επεξεργασίας Λυμάτων της Ψυττάλειας (ΚΕΛΨ) λειτουργεί από το 1994. Πρόκειται για ένα από τα μεγαλύτερα ΚΕΛ στην Ευρώπη και διεθνώς, με δυναμικότητα κάλυψης πληθυσμού 5.600.000 κατοίκων. Πρόσφατα και εν μέσω της πανδημίας του COVID-19, χρησιμοποιήθηκαν τα λύματα στην είσοδο της Ψυττάλειας, για τη μέτρηση του ιικού φορτίου στην πρωτεύουσα. Η εκροή της διαδικασίας επεξεργασίας διαχέεται στον Σαρωνικό Κόλπο μέσω αγωγών βαθιάς διάχυσης [18].

Για την προστασία των αγωγών εκβολής λυμάτων νοτίως της νήσου, στο Άρθρο 9 του Ειδικού Κανονισμού Λιμένα Πειραιά, απαγορεύεται η για οποιαδήποτε λόγο αγκυροβολία των πλοίων στη θαλάσσια περιοχή, η οποία απεικονίζεται στο επόμενο γράφημα, βάσει των συντεταγμένων που ορίζονται στον Κανονισμό [21].



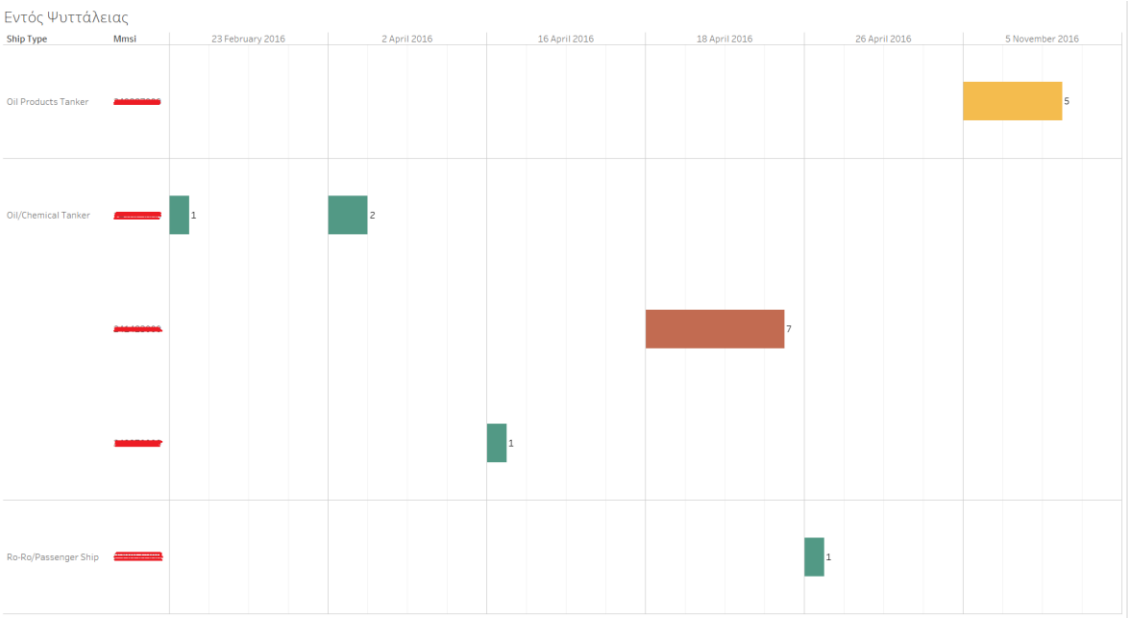
5.14 Οριοθετημένη θαλάσσια περιοχή απαγόρευσης αγκυροβολίας λόγω αγωγών εκβολής λυμάτων.

Για τον έλεγχο, δημιουργήσαμε στον πίνακα regions μια νέα περιοχή, μέσω του σχεδιασμού του πολυγώνου στο qgis. Στη συνέχεια, ζητήσαμε ais σήματα για τα πλοία εκείνα που βρίσκονται αγκυροβολημένα εντός της περιοχής ενδιαφέροντος.



5.15 Σήματα AIS επ' αγκύρα πλοίων, εντός της απαγορευμένης περιοχής της Ψυττάλειας.

Ο έλεγχος επιστρέφει μόνο πέντε πλοία, τα οποία έχουν αγκυροβολήσει τουλάχιστον μία φορά εντός της περιοχής. Ακολουθούν αναλυτικά τα αποτελέσματα, καθώς και ποια πλοία αφορούν.



5.16 Έλεγχος βάσει τύπου και mmsi πλοίου.

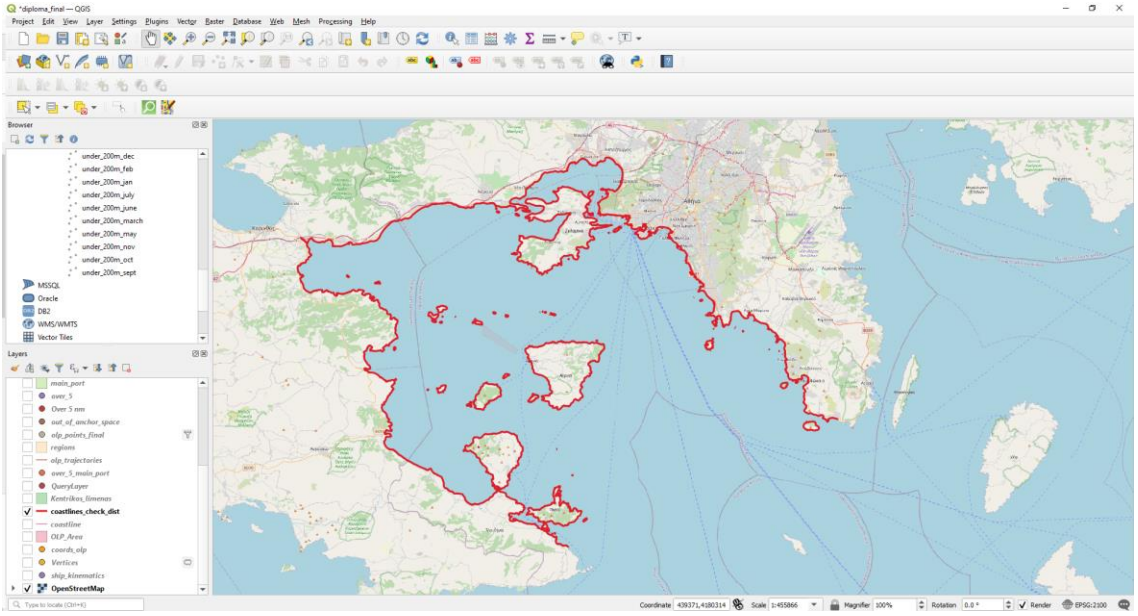
Σχεδόν στο σύνολό τους, τα πλοία τα οποία έχουν υποπέσει τουλάχιστον μια φορά στην παράβαση του κανονισμού, ανήκουν στην κατηγορία των πετρελαιοφόρων. Ο ελάχιστος αριθμός εμφανίσεως των στιγμάτων ίσως να φανερώνει πώς έγιναν οι απαραίτητες συστάσεις από τις Λιμενικές Αρχές και τα πλοία συμμορφώθηκαν με τις υποδείξεις.

5.4 Έλεγχος αποστάσεων από τις ακτές.

Για τον τελευταίο έλεγχο, επιλέχθηκε η επιτρεπτή απόσταση από τις ακτές για τα κινούμενα πλοία. Στην ελληνική νομοθεσία, υπάρχει επίσημος κανονισμός μόνο για τα ταχύπλοα σκάφη. Ο κανονισμός αναφέρει πως απαγορεύεται σε κάθε περίπτωση η πλεύση με ταχύτητα μεγαλύτερη των πέντε κόμβων και σε απόσταση μικρότερη των διακοσίων μέτρων από την ακτογραμμή, ακόμη και σε περιοχές στις οποίες δεν υπάρχουν λουόμενοι. Καθώς τα περισσότερα ταχύπλοα σκάφη δεν είναι υποχρεωμένα βάσει νόμου να φέρουν συσκευή AIS[19], είναι πολύ πιθανό να μην έχουμε τα απαραίτητα δεδομένα για τέτοιου είδους παραβάσεις, αλλά έχει ενδιαφέρον να επιβεβαιώσουμε την παραπάνω υπόθεση σε συνδυασμό με το Γενικό Κανονισμό Λιμένων Σαρωνικού -εγκρίθηκε με το ΦΕΚ 2243/Β-, ο οποίος στο Άρθρο 4, παράγραφο γ, αναφέρει πως όλα τα πλοία υποχρεούνται να πλέουν ήρεμα σε ακτίνα ενός ναυτικού μιλίου από το λιμένα και σε κάθε περίπτωση με ταχύτητα όχι ανώτερη από πέντε (5) ναυτικά μίλια την ώρα [20].

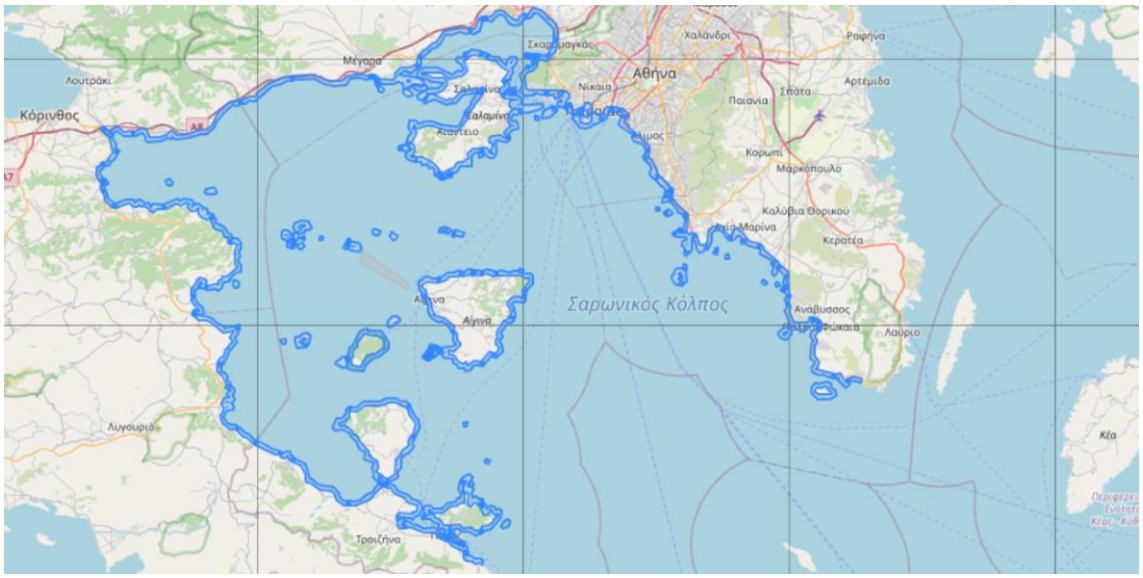
Για το λόγο αυτό, ο έλεγχος θα γίνει για όλα τα πλοία της βάσης μας, αφού δημιουργήσουμε νέους προσωρινούς πίνακες με τα σημεία ανά μήνα, και θα γίνει σύγκριση με τον πίνακα ο οποίος φιλοξενεί τα δεδομένα των ακτογραμμών. Έχει δημιουργηθεί νέος πίνακας coastlines_check_dist, ο

οποίος συντηρεί την πληροφορία μόνο για τις ακτογραμμές του Σαρωνικού, ώστε οι υπολογισμοί να είναι ταχύτεροι.



5.17 Ακτογραμμές Σαρωνικού.

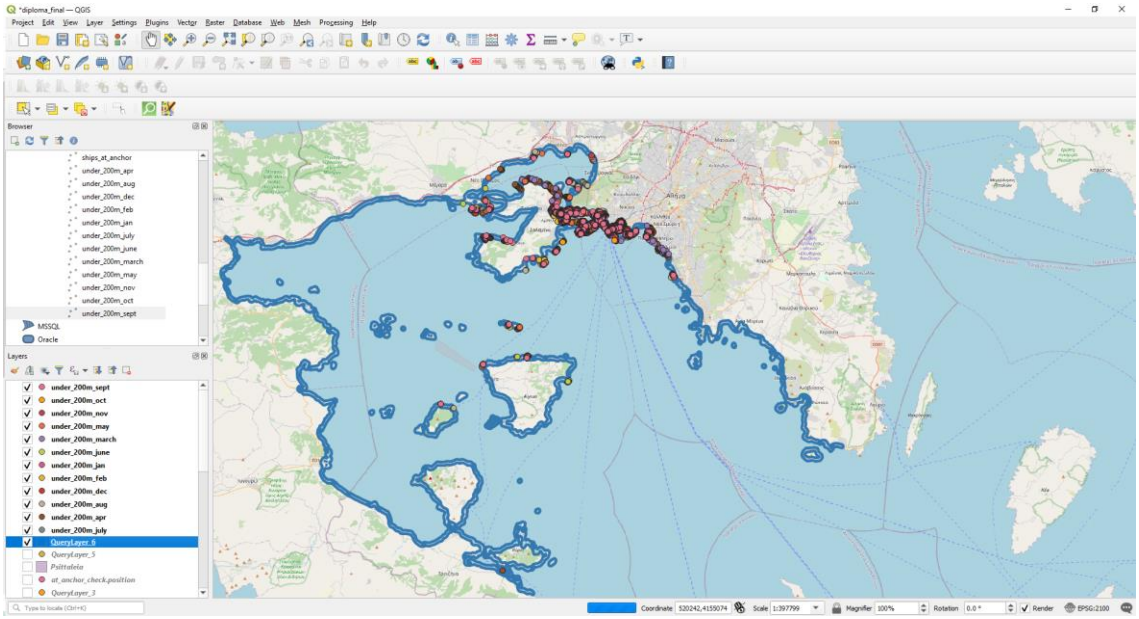
Βάσει του νόμου για τα ταχύπλοα, θα προχωρήσουμε σε αύξηση της ακτίνας δράσης της ακτογραμμής κατά τα 200 μέτρα, με τη χρήση της συνάρτησης ST_BUFFER. Καθώς τα δεδομένα για την ακτογραμμή του Σαρωνικού είναι σε SRID 4326, θα χρειαστεί να ορίσουμε το μετρικό της απόστασης σε μοίρες. Βάσει του υπολογισμού θέτουμε την αύξηση της ακτίνας σε 0,0022 μοίρες και έχουμε το παρακάτω αποτέλεσμα για την περιοχή ενδιαφέροντος.



5.18 Ακτογραμμές Σαρωνικού με αυξημένη ακτίνα κατά 200 μέτρα.

Στη συνέχεια, ζητάμε για κάθε μήνα του χρόνου ξεχωριστά (από τους ξεχωριστούς μηνιαίους πίνακες με τα points) τις εγγραφές εκείνες οι οποίες βρίσκονται εντός της ακτίνας και τις αποθηκεύουμε σε δώδεκα προσωρινούς πίνακες ώστε να διευκολυνθεί η απεικόνιση.

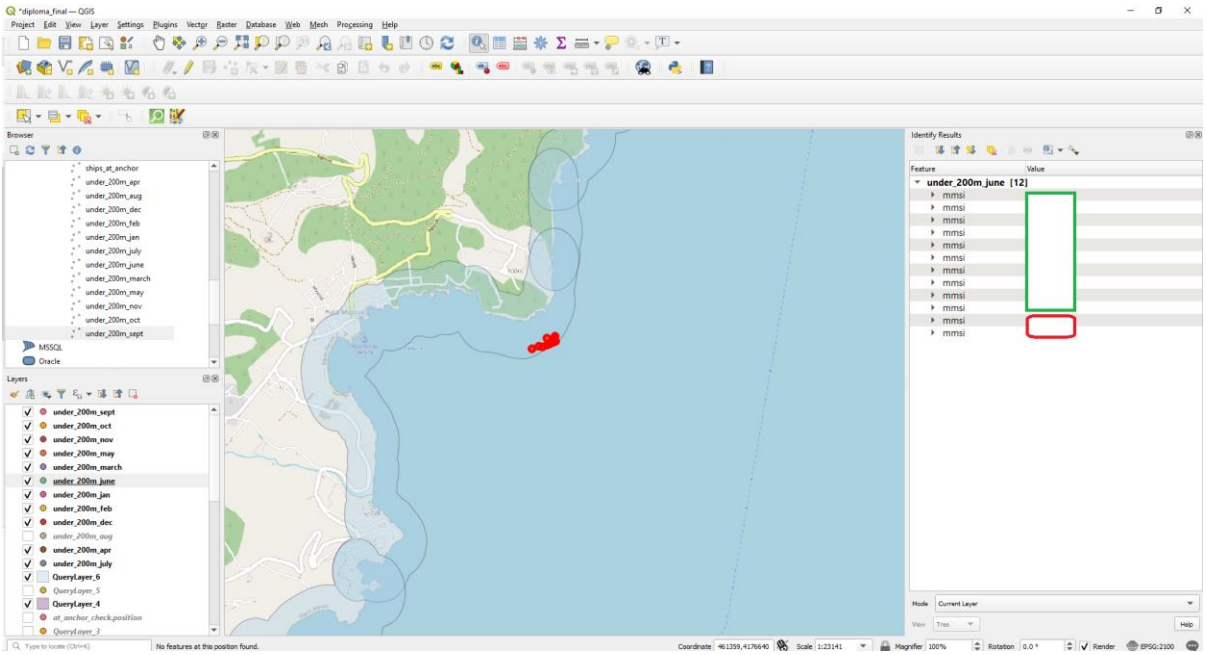
Σε όλους τους ελέγχους που πραγματοποιήθηκαν, η εικόνα είναι πανομοιότυπη. Εξαιρουμένων βεβαίως των περιοχών, οι οποίες έχουν ρόλο λιμένα και είναι μακριά από ακτές, οι περιοχές που παρουσιάζουν ενδιαφέρον και πιθανή παραβατική συμπεριφορά, είναι οι ακτογραμμές της Αίγινας και της Ελευσίνας. Δημιουργώντας σαν layers στο qgis τους πίνακες με τα προαναφερθέντα σημεία, έχουμε την παρακάτω εικόνα.



5.19 Όλες οι εγγραφές οι οποίες βρίσκονται εντός της ενισχυμένης ακτίνας των ακτογραμμών.

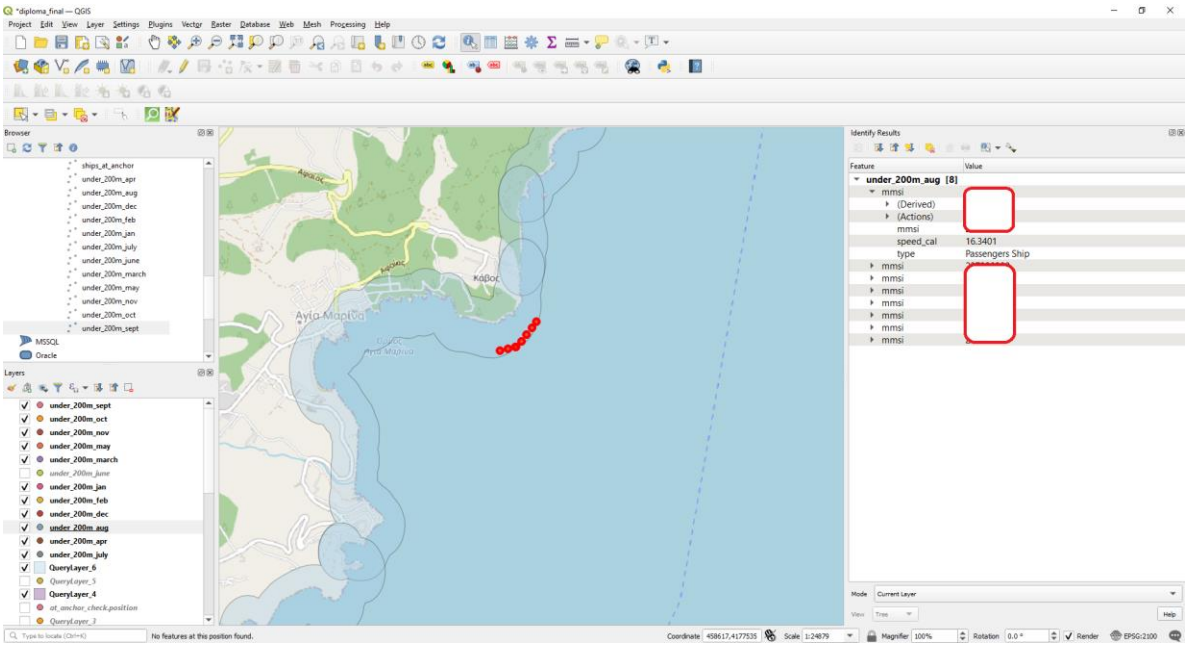
Προχωρήσαμε σε επιλογή συγκεκριμένων σημείων από τα αποτελέσματά μας, ώστε να εμβαθύνουμε σε περιοχές που παρουσιάζουν ενδιαφέρον.

Τον Ιούνιο του 2016, τα επιβατικά πλοία Vessel01 και Vessel02, υπό ελληνική σημαία, βρίσκονται σε πολύ κοντινή απόσταση από την ακτογραμμή και πλέουν με ταχύτητες μεγαλύτερες των 15 κόμβων. Τέτοιες ταχύτητες, σε τόσο κοντινή απόσταση από την ακτογραμμή μπορούν να προκαλέσουν σοβαρά ατυχήματα στους λουόμενους, καθώς κάθε καλοκαίρι αναφέρονται περιστατικά τραυματισμών από κύματα, τα οποία προκλήθηκαν από επιβατικά πλοία. Τα δύο πλοία, επίσης, δε συμμορφώνονται με τον κανονισμό για την ήρεμη πλεύση κατά την είσοδο και έξοδο από τον λιμένα. Στην περιοχή, υπάρχουν επίσης παραλίες και μικροί όρμοι, οι οποίοι είναι πιθανό να φιλοξενούν λουόμενους.



5.20 Σήματα από δύο επιβατικά εντός των διακοσίων μέτρων από την ακτογραμμή και με ταχύτητα μεγαλύτερη των 5 κόμβων, ανατολικά της Αίγινας.

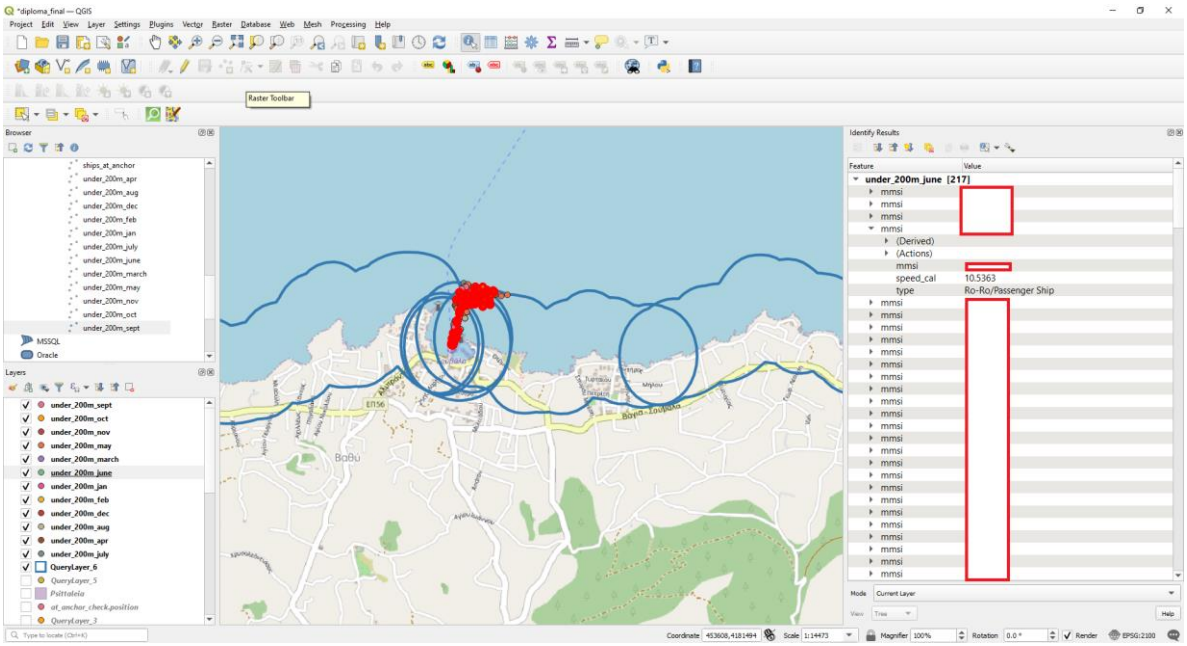
Το επιβατικό Vessel02 επιδεικνύει την ίδια συμπεριφορά και μέσα στον Αύγουστο του ίδιου έτους.



5.21 Σήματα AIS με ταχύτητα > 5 κόμβων και απόσταση από ακτογραμμή < 200 μέτρων (Αύγουστος 2016).

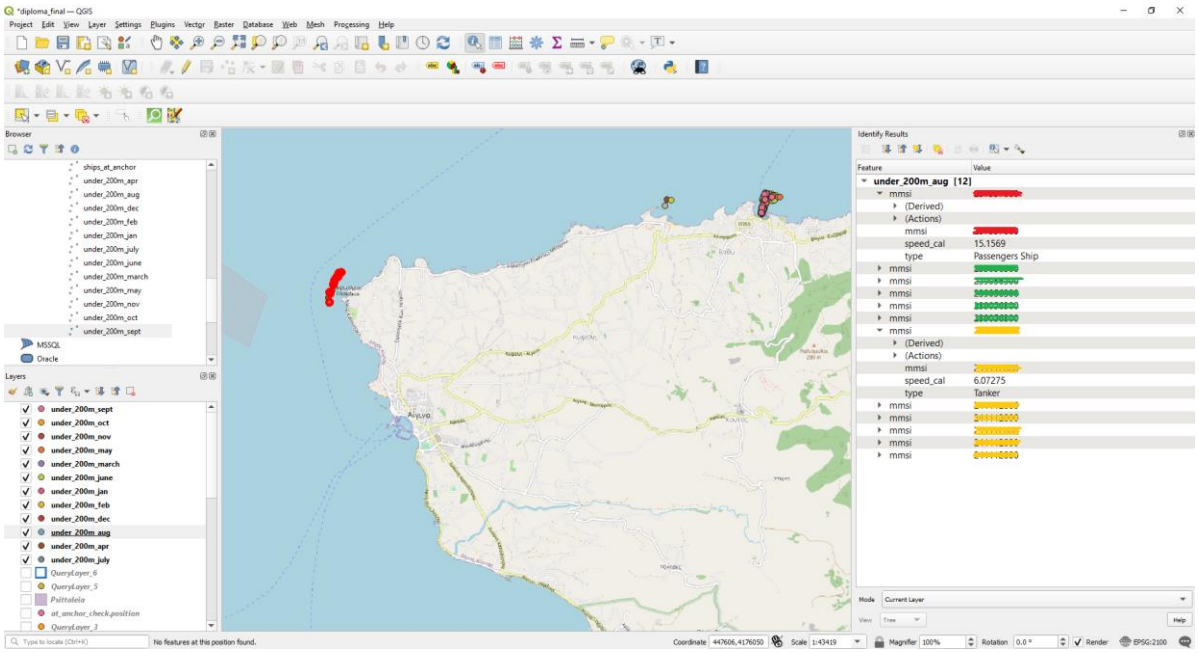
Εμπλουτισμός της Βάσης Δεδομένων AIS και έλεγχος τήρησης κανονισμών ναυσιπλοΐας εντός του Κεντρικού Λιμένος Πειραιώς και του Σαρωνικού Κόλπου

Στην περιοχή της Αίγινας και συγκεκριμένα στην περιοχή του λιμανιού της Σουβάλας, παρουσιάζεται ένα μεγάλο πλήθος από παρατηρήσεις, οι οποίες πληρούν τις προϋποθέσεις του ελέγχου. Παρουσιάζεται ξανά το επιβατικό πλοίο Vessel01, να πλέει σε απόσταση μικρότερη των διακοσίων μέτρων, με ταχύτητα μεγαλύτερη από 5 κόμβους. Στην περιοχή πλησίον του λιμανιού υπάρχουν δύο παραλίες, γεγονός που έπρεπε να λειτουργήσει ανασταλτικά στην ταχύτητα του πλοίου. Η συγκεκριμένη συμπεριφορά συναντάται για όλους τους μήνες, εκτός από τους Νοέμβριο, Δεκέμβριο, Ιανουάριο και Φεβρουάριο. Γίνεται αμέσως αντιληπτό, πως το συγκεκριμένο επιβατικό πλοίο εκτελεί τα δρομολόγια διασύνδεσης του λιμανιού κατά τους θερινούς μήνες.



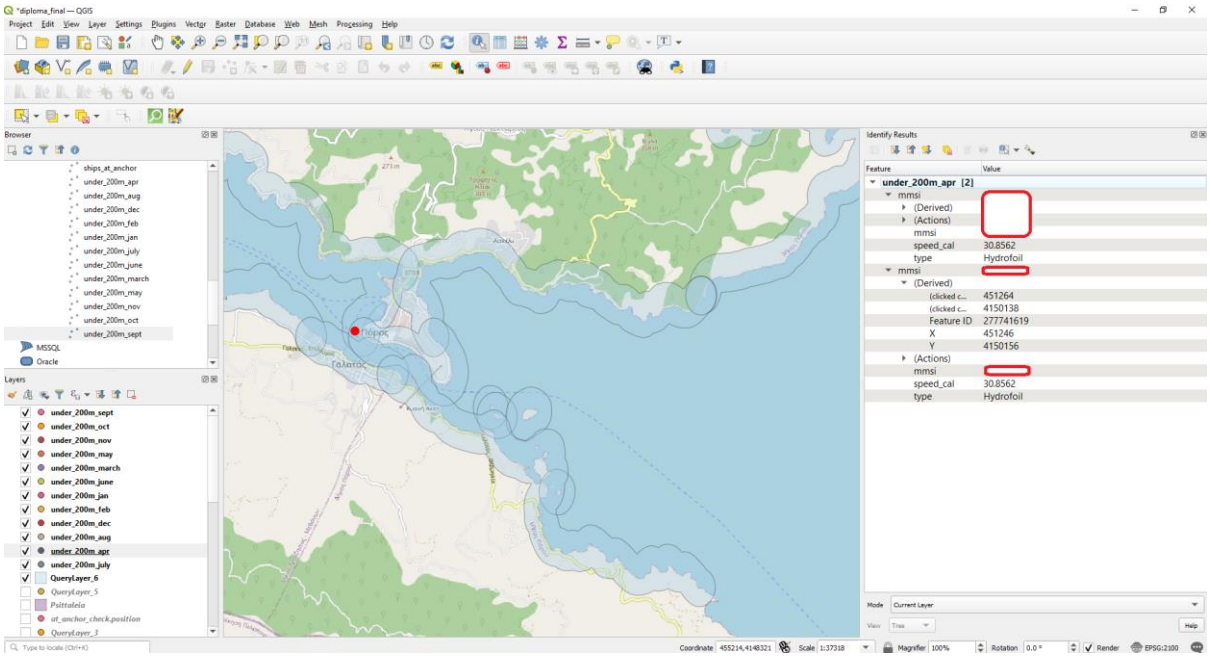
5.22 Vessel01, Ιούνιος 2016 – 217 εγγραφές με ταχύτητα > 5 κόμβων και απόσταση από ακτογραμμή < 200 μέτρων.

Σαν τελευταίο σημείο ενδιαφέροντος στο νησί της Αίγινας παρουσιάζεται το Ακρωτήριο Πλακάκια. Είναι η τελευταία στροφή πριν την είσοδο στον κεντρικό λιμένα του νησιού. Και εδώ παρουσιάζονται εγγραφές, οι οποίες εμπίπτουν στον έλεγχό μας. Πρόκειται για τα επιβατικά πλοία Vessel03 και Vessel05 το tanker Vessel04. Η ταχύτητα του tanker είναι ελάχιστα ανώτερη της επιτρεπτής, 5.7 κόμβους. Το επιβατικό Vessel03 παρουσιάζει ταχύτητες μεγαλύτερες των 15 κόμβων ενώ το επιβατικό Vessel05 κινείται με περίπου 14 κόμβους στο συγκεκριμένο σημείο.



5.23 Ακρωτήριο Πλακάκια -Αίγινα. Παρατηρήσεις Αυγούστου 2016

Σε μια ακόμη ενδιαφέρουσα παρατήρηση, καθώς είναι και η μοναδική από τη συγκεκριμένη περιοχή, τον Απρίλιο του 2016,έχει καταγραφεί το δελφίνι Vessel06, να πλέει ταχύτητα ίση με 30 κόμβους, εντός του λιμένα Πόρου. Η συγκεκριμένη εγγραφή, εκτός του ότι παραβιάζει τον Γενικό Κανονισμό Λιμένων Σαρωνικού, δημιουργεί επικίνδυνες συνθήκες στις παραπλήσιες παραλίες.



5.24 Παρατήρηση με ταχύτητα > 5 κόμβων και απόσταση από ακτογραμμή < 200 μέτρων εντός του λιμένα Πόρου (Απρίλιος 2016).

Συμπεράσματα – Μελλοντικές Έρευνες

Εν κατακλείδι, σκοπός της διατριβής αυτής, ήταν ο εμπλουτισμός της υπάρχουσας βάσης δεδομένων του Πανεπιστημίου με νέα δεδομένα, τα οποία προέκυψαν από ενδελεχείς αναλύσεις, με σκοπό η νέα εμπλουτισμένη βάση να αποτελέσει αναφορά για μελλοντικές αναζητήσεις και έρευνες αλλά και να εξαχθούν χρήσιμα συμπεράσματα για υποθέσεις που αφορούν τον ευρύτερο χώρο της ναυσιπλοΐας.

Στα πλαίσια της παρούσας μελέτης ασχοληθήκαμε με συγκεκριμένα άρθρα-κανονισμούς και από συγκεκριμένα ΦΕΚ. Αναλυτικά παρουσιάζονται στον ακόλουθο πίνακα.

ΦΕΚ / Υ.Α	Άρθρο	Τίτλος
ΦΕΚ Β΄ 103/52	Άρθρο 5	Περιορισμός ταχύτητας
ΦΕΚ Β΄ 85/93	Άρθρο 3	Περιορισμός ταχύτητας
ΦΕΚ Β΄ 85/93	Άρθρο 8	Όρια αγκυροβολίου Πειραιώς
ΦΕΚ Β΄ 85/93	Άρθρο 9	Προστασία Αγωγού
ΦΕΚ 2243/Β	Άρθρο 4/γ	Πλοήγηση Είσπλους Έκπλους

Ενδιαφέρον παρουσιάζουν και τα άρθρα στον ακόλουθο πίνακα αλλά δεν προλάβαμε να ασχοληθούμε εκτενώς, μπορούν όμως να ελεγχθούν σε μελλοντικές έρευνες.

ΦΕΚ	Άρθρο	Τίτλος
ΦΕΚ Β΄ 85/93	Άρθρο 2	Δίαυλος – Είσοδος και έξοδος στον Κεντρικό Λιμένα Πειραιώς
ΦΕΚ Β΄ 85/93	Άρθρο 4/2	Κίνηση πλοίων εντός του διαύλου εισόδου λιμένος
ΦΕΚ Β΄ 85/93	Άρθρο 5	Κίνηση πλοίων προς όρμο Κερατσινίου-Στενό Περάματος
ΦΕΚ Β΄ 85/93	Άρθρο 6	Όρια διαύλου όρμου Κερατσινίου (Απαγόρευση Αγκυροβολίας)
ΦΕΚ Β΄ 85/93	Άρθρο 7/2&3	Κίνηση πλοίων εντός του όρμου Κερατσινίου

Από την έρευνα για τη συγκεκριμένη διατριβή, προέκυψαν τρεις νέες περιοχές ενδιαφέροντος, τις οποίες διέπουν κανονισμοί του Γενικού Κανονισμού Λιμένων. Θα μπορούσαν να αξιοποιηθούν σαν περιοχές ελέγχου στο σύστημα το Πανεπιστημίου και να εξάγονται εβδομαδιαία ή μηνιαία reports σχετικά με την παραβατικότητα στην ευρύτερη περιοχή, ώστε να εμπλουτιστούν οι πληροφορίες, οι οποίες προσφέρονται ήδη από το σύστημα. Επιπροσθέτως, θα μπορούσε να δημιουργηθεί ένα αυτόματο σύστημα alerting-monitor tool, με σκοπό τη real-time ενημέρωση για την εικόνα των εν λόγω περιοχών. Οποιοδήποτε σήμα εντός απαγορευμένης περιοχής αγκυροβολίας, θα οδηγούσε στη δημιουργία αυτόματου alert στην εφαρμογή του εργαστηρίου, όπως επίσης και οποιοδήποτε σήμα εντός της ακτίνας των 200 μέτρων από τις ακτογραμμές, θα μπορούσε να αποτελέσει σημαντική ειδοποίηση για πιθανό κίνδυνο. Με τη χρήση του συγκεκριμένου tool και σε συνάρτηση με τους κανόνες για αποφυγή συγκρούσεων, θα μπορούσε να είχε δημιουργηθεί έγκαιρα τον Οκτώβριο του 2020, ένα alert για την περίπτωση του ναυτικού ατυχήματος εντός της οριοθετημένης περιοχής αγκυροβολίας, μεταξύ του ελληνικού πολεμικού πλοίου ‘Καλλιστώ’ και του φορτηγού πλοίου ‘Maersk Launceston’, το οποίο έπλεε υπό πορτογαλική σημαία. Από τη σύγκρουση το πολεμικό πλοίο υπέστη σοβαρότατες ζημιές και τραυματίστηκαν ελαφρά 2 από τα μέλη του πληρώματος.

Βάσει των εξαχθέντων αποτελεσμάτων, είμαστε σε θέση να υποστηρίξουμε πως ο κανονισμός σχετικά με την ταχύτητα κατά την είσοδο και πλοήγηση των πλοίων στο Κεντρικό Λιμένα, δεν τηρείται από το σύνολο των πλοίων. Από το σύνολο των 1680 πλοίων των δεδομένων μας για τον Κεντρικό Λιμένα, τα 228 από αυτά, το 13.5%, έχουν παραβιάσει τον κανονισμό έστω και μία φορά. Η πλειοψηφία των πλοίων τα οποία παραβιάζουν τον κανονισμό, τείνει να διατηρεί τουλάχιστον διπλάσια ταχύτητα, από την επιτρεπόμενη, με τα επιβατικά πλοία να παρουσιάζουν τα περισσότερα στίγματα σε πλήθος και μία μέση ταχύτητα άνω των 12 κόμβων στο επιβατικό λιμάνι του Πειραιά. Για την περιοχή του εμπορικού λιμένα η κατάσταση είναι εντελώς διαφορετική. Από το σύνολο των 1387 πλοίων, τα οποία επισκέφθηκαν την περιοχή, τα 1348 από αυτά, το 97%, έχουν παραβιάσει το όριο ταχύτητας, τουλάχιστον μια φορά.

Για τις οριοθετημένες περιοχές αγκυροβόλησης εκτός λιμένα, οι κανονισμοί τηρούνται με μεγαλύτερη προσοχή. Ελάχιστα πλοία αγκυροβολούν εκτός των ορίων του Αγκυροβολίου, το 2% του συνόλου έχει αγκυροβολήσει στη μη επιτρεπόμενη περιοχή νότια της Ψυττάλειας, μόλις 5 πλοία από το σύνολο των δεδομένων μας.

Για τον έλεγχο σχετικά με τις αποστάσεις από τις ακτογραμμές και την ανώτατη ταχύτητα πλεύσης, τα αποτελέσματα δείχνουν πως οι παραβάσεις τελούνται κατά τους θερινούς μήνες και από πλοία, τα οποία εκτελούν τακτικά δρομολόγια κατά τους μήνες αυτούς. Σίγουρα η μεγάλη ζήτηση συμβάλει στο να αναπτύσσονται μεγαλύτερες ταχύτητες, όπως είδαμε και στο συγκριτικό διάγραμμα με τις τιμές της μέσης ταχύτητας στην ανοιχτή θάλασσα, αλλά αυτό δεν είναι ελαφρυντικό για τους κυβερνήτες των πλοίων.

Παράρτημα-Κώδικας

Δημιουργία Βάσης Δεδομένων

CREATE DATABASE AIS;

Δημιουργία extension postgis

CREATE EXTENSION postgis;

Δημιουργία πίνακα ship_info

CREATE TABLE ship_info
(imo integer, mmsi text PRIMARY KEY, name text, flag text, type text);

Η εισαγωγή των στατικών δεδομένων έγινε με τη χρήση του import από το pgadmin.

Δημιουργία πίνακα ship_kinematics

CREATE TABLE ship_kinematics
(kinematics_id integer Primary key, timestamp double precision, type text, mmsi text references ship_info, status text, lon double precision, lat double precision, heading integer, turn double precision, speed double precision, course double precision);

Η εισαγωγή των κινηματικών δεδομένων και για τους 12 μήνες έγινε με τη χρήση του import από το pgadmin.

Έλεγχος πλήθους πλοίων μεταξύ ship_kinematics και ship_info

SELECT COUNT (DISTINCT mmsi) FROM ship_kinematics ----3823

where mmsi in (select mmsi from ship_info) ----2696*

*Στο πλήθος των 2696 πλοίων τα οποία βρέθηκαν και στους 2 πίνακες, προστέθηκαν χειροκίνητα άλλες 4 εγγραφές, αυξάνοντας το πλήθος στα 2700 πλοία.

Δημιουργία πίνακα all_points_final

CREATE TABLE all_points (points_id bigint Primary key, mmsi text, timestamp double precision, type text, status text, position geometry(point,4326), distance_from_prev_point double precision, time_diff double precision, speed double precision, speed_new real);

INSERT INTO all_points (mmsi, timestamp, type, status, position, speed)

SELECT ship_info.mmsi, ship_kinematics.timestamp, ship_info.type, ship_kinematics.status, ship_kinematics.position, ship_kinematics.speed

FROM ship_kinematics,ship_info

WHERE ship_info.mmsi=ship_kinematics.mmsi;

CREATE TABLE all_points_final (points_id bigint Primary key, mmsi text, timestamp double precision, type text, status text, position geometry(point,4326), distance_from_prev_point double precision, time_diff double precision, speed double precision, speed_new real);

INSERT INTO all_points_final (mmsi, timestamp, type, status, position, distance_from_prev_point, time_diff, speed)

SELECT all_points.mmsi, all_points.timestamp, all_points.type, all_points.status, all_points.position, ST_DISTANCE(all_points.position,lag(all_points.position,1) OVER (PARTITION BY all_points.mmsi ORDER BY all_points.timestamp))*111.325*0.54,

(all_points.timestamp - lag(all_points.timestamp,1) OVER (partition BY all_points.mmsi order by all_points.timestamp))/3600, all_points.speed

FROM all_points;

alter table all_points_final

alter column timestamp set data type timestamp without time zone

using timestamp without time zone 'epoch'+timestamp *interval'1 second';

UPDATE all_points_final SET speed_new= distance_prev_point / (nullif (time_difference,0))

Δημιουργία views με τα points ανά μήνα*

---

create or replace view points_dec as

```
SELECT *
FROM all_points_final
where timestamp between '2016-12-01' and '2016-12-31'
```

*Η ίδια διαδικασία ακολουθήθηκε και για τους υπόλοιπους μήνες.

Έλεγχος για κενά σημεία στα δεδομένα μας σε επίπεδο ημέρας

```
select date_trunc('day',timestamp), count(*)
from all_points_final
group by date_trunc('day',timestamp)
```

Δημιουργία πίνακα all_trajectories

```
CREATE TABLE all_trajectories (tr_id bigserial primary key, mmsi text references ship_info, timestamp date, line geometry (linestring, 4326));
```

Εισαγωγή τροχιών στον πίνακα με τη χρήση της ST_MAKELINE

```
INSERT INTO all_trajectories (mmsi, line, timestamp)
SELECT mmsi, ST_MAKELINE (position ORDER BY timestamp), DATE_TRUNC('day', timestamp)
FROM all_points_final
GROUP BY mmsi, DATE_TRUNC ('day' ,timestamp);
```

Δημιουργία πίνακα regions και εμπλουτισμός με τις περιοχές ενδιαφέροντος.

```
CREATE TABLE regions (region_id bigint primary key, name text, geom geometry (polygon, 4326));
```

```
INSERT INTO regions (name, geom)

SELECT 'Main Port',

ST_BuildArea(ST_GEOMFROMTEXT('polygon((23.617 37.9414,23.6199
37.9409917136199,23.6213894770977 37.9405,23.6217745045471
37.9399795408458,23.6228782499019 37.9402831941417,23.6226472334323
37.9412751194986,23.6254964365576 37.9424492179244,23.6264461709327
37.9415990105931,23.6301167659499 37.9434208714015,23.6317852182305
37.9432184446533,23.6305017933993 37.9418824141298,23.6310408318284
```

37.9411941465019,23.6330686430617 37.941356092406,23.6366622325891
37.9449795386856,23.6370215915419 37.9487444946952,23.6415135784511
37.9485825650738,23.6415392469477 37.9470442158703,23.639126408265
37.9450605075113,23.6405125070827 37.9443925120311,23.6414365729612
37.9453236555786,23.6430280197519 37.9445544508869,23.6433360417114
37.9436435401806,23.6425403183161 37.9427326181824,23.6411028825051
37.9429957745861,23.6409488715254 37.9409309836466,23.6403841645996
37.9399997844379,23.6381253368967 37.9396353989271,23.6379456574203
37.9374490479231,23.6364055476229 37.9374288036284,23.635712498214
37.9399592972481,23.6351991282815 37.9380563741703,23.6336076814908
37.939149548769,23.6298344124871 37.9395544241237,23.6248803926386
37.9377122232463,23.623417288331 37.9344730767728,23.6222878744796
37.9345945473416,23.6205680852057 37.9335822864684,23.617 37.9414))',4326));

```
INSERT INTO regions (name, geom)
SELECT 'Agkirovolio',
ST_BuildArea(ST_GEOMFROMTEXT('polygon((23.5733 37.9367,
                                       23.5600 37.8767,
                                       23.5128 37.8450,
                                       23.5100 37.8867,
                                       23.5350 37.9017,
                                       23.5433 37.9233,
                                       23.5733 37.9367))',4326));
```

```
INSERT INTO regions (name, geom)
SELECT 'Out_of_Agkirovolio',
ST_BuildArea(ST_GEOMFROMTEXT('polygon((23.5731565430208 37.9350644652246,
                                       23.5926111641797 37.9380907396271,
                                       23.6898842699742 37.9095572952607,
                                       23.7019893675842 37.8728096775161,
                                       23.6444901539368 37.8175,
                                       23.5809          37.8503,
                                       23.5731565430208 37.9350644652246))',4326));
```

```
INSERT INTO regions (name, geom)

SELECT 'Psitalleia',

ST_BuildArea(ST_GEOMFROMTEXT('polygon((23.573333 37.936667, 23.578333 37.924167,
23.605000 37.929444, 23.595000 37.943333, 23.573333 37.936667))',4326));
```

```
INSERT INTO regions (name, geom)

SELECT 'Emporiko Limani',

ST_BuildArea(ST_GEOMFROMTEXT('polygon((23.6069 37.9493, 23.6079 37.9528, 23.6029 37.9554,
23.6047 37.9583, 23.6032 37.9588, 23.6055 37.9608, 23.6054 37.9614, 23.6036 37.9613, 23.5981
37.9555,  23.5966 37.9556, 23.5958 37.9585, 23.5938 37.9585, 23.5959 37.9515,  23.5899 37.9518,
23.5880 37.9579, 23.5852 37.9583, 23.5848 37.9579,  23.5862 37.9528, 23.5811 37.9530, 23.5808
37.9531, 23.5809 37.9482, 23.6069 37.9493))',4326));
```

Δημιουργία view για έλεγχο ταχύτητας πλοίων εντός εμπορικού λιμένα

```
-----------------------------------------------------------------------------------------
CREATE OR REPLACE VIEW over_5_emp_port as

(SELECT  all_points_final.mmsi,

          all_points_final."position",

          all_points_final.speed_new,

          all_points_final.timestamp

         FROM all_points_final,regions

        WHERE regions.region_id = '10'

AND st_contains(regions.geom, all_points_final."position") = true

AND all_points_final.speed_new > 5.1)
```

Δημιουργία view για έλεγχο ταχύτητας πλοίων εντός επιβατικού λιμένα

```
-----------------------------------------------------------------------------------------
CREATE OR REPLACE VIEW over_5_main_port as (

SELECT all_points_final.mmsi,
```

```
    all_points_final."position",
    all_points_final.speed_new
 FROM all_points_final, regions
WHERE regions.name = 'Main Port'
AND st_contains(regions.geom, all_points_final."position") = true
AND all_points_final.speed_cal > 5.1)
```

Έλεγχος ημερών 20/5 και 21/5 από τον προσωρινό πίνακα at_anchor_check

---

```
select position from at_anchor_check
where date_trunc between '2016-05-20' and '2016-05-21'
```

Δημιουργία πίνακα coastline_check_dist μόνο με τις ακτογραμμές εντός Σαρωνικού κόλπου.

```
CREATE TABLE coastline_check_dist AS
SELECT *
FROM coastline
WHERE ST_CONTAINS (ST_GEOMFROMTEXT ('polygon ((22.9447 37.9180, 23.5352 38.0737,
23.6723 38.0158, 24.0241 37.6706, 23.4985 37.4284, 23.1725 37.5851,
22.9447 37.9180))',4326), geom) = TRUE ;
```

Αύξηση ακτίνας ακτογραμμής Σαρωνικού κατά 0.0022 μοίρες.

```
SELECT st_buffer(geom,0.0022)
FROM coastline_check_dist;
```

Έλεγχος για εγγραφές σε απόσταση μικρότερη από 200 μέτρα και ταχύτητα μεγαλύτερη από 5 ναυτικά μίλια. Ο έλεγχος έγινε για κάθε μήνα ξεχωριστά.

```
SELECT points_july.position

FROM points_july, coastlines_check_dist

WHERE speed_new >5

AND ST_INTERSECTS(ST_Buffer(coastlines_check_dist.geom,0.0022), points_july.POSITION)=true
```

Δημιουργία προσωρινού πίνακα με τις εγγραφές οι οποίες βρίσκονται σε κατάσταση αγκυροβολημένο από τον ship_kinematics πίνακα

```
CREATE table ships_at_anchor as

select * from ship_kinematics

where status = '1'
```

Έλεγχος εγγραφών που έχουν αγκυροβολήσει εντός απαγορευμένης περιοχής Ψυττάλειας

```
select * from ships_at_anchor anc, regions

WHERE regions.region_id = '9'

and anc.speed < '1.5'

and ST_CONTAINS(regions.geom,anc.position)=true
```

Δημιουργία προσωρινού πίνακα με τις εγγραφές των πλοίων που έχουν αγκυροβολήσει εκτός Αγκυροβολίου.

```
CREATE  table out_of_anchor_space as

SELECT anc.mmsi, anc.position, anc.type, date_trunc('day', timestamp)
```

```
FROM ships_at_anchor anc, regions
WHERE regions.region_id = '7'
and ST_CONTAINS (regions.geom,anc.position)=false
GROUP BY anc.mmsi, anc.position, anc.type, date_trunc('day', timestamp)
order by date_trunc('day', timestamp), anc.mmsi, anc.position, anc.type asc;
```

Έλεγχος σημείων εντός επιβατικού και εμπορικού λιμένα και σύγκριση με το πλήθος των παραβατών.

```
select count (distinct mmsi) from over_5_main_port   -- 227


select count (distinct mmsi) from over_5_emp_port    --1348


select count (distinct mmsi)
from all_points_final, regions
WHERE regions.region_id = '10'
AND st_contains(regions.geom, all_points_final."position") = true    --1387


select count (distinct mmsi)
from all_points_final, regions
WHERE regions.region_id = '2'
AND st_contains(regions.geom, all_points_final."position") = true    --1680
```

Βιβλιογραφικές Αναφορές - Γλωσσάρι

1. Science Direct, http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0306437916304185, last accessed 2020/29/10.
2. Marine Traffic, https://www.marinetraffic.com, last accessed 2020/10/10.
3. Vessel Tracker, https://www.vesseltracker.com, last accessed 2017/06/08
4. Fortune Greece, http://www.fortunegreece.com/article/i-elliniki-eteria-pou-entopizi-se-pragmatiko-chrono-8-000-thesis-plion-to-defterolepto/, last accessed 2017/06/08.
5. OLP, http://www.olp.gr/el/regulations-and-tariffs, last accessed 2020/10/29.
6. http://www.lucacazzanti.net/papers/2016_ieee_big_data_port_statistics.pdf, last accessed 2017/11/26.
7. Geodata, http://geodata.gov.gr/dataset/aktogramme, last accessed 2020/11/26.
8. Vessel Finder, https://www.vesselfinder.com/?p=1464, last accessed 2017/11/26.
9. PostgreSQL, https://www.postgresql.org/, last accessed 2020/10/29.
10. Marine Traffic,https://help.marinetraffic.com/hc/en-us/articles/204581828-What-is-the-Automatic-Identification-System-AIS- , last accessed 2020/12/12.
11. Navcen, https://www.navcen.uscg.gov/?pageName=AISmain ,last accessed 2020/10/10.
12. Maritime Info, https://www.maritimeinfo.org/en/Maritime-Directory/tug-operators, last accessed 2020/10/30.
13. ΟΛΠ, http://www.olp.gr/el/coastal-shipping/coasting , last accessed 2020/12/12.
14. Postgis, https://postgis.net/ , last accessed 2020/10/29.
15. QGIS, https://qgis.org/en/site/about/index.html , last accessed 2020/12/12.
16. USNA Edu, https://www.usna.edu/Users/oceano/pguth/md_help/html/approx_equivalents.htm, last accessed 2020/10/29.
17. Bluemoment, https://www.bluemoment.com/jsutility/converters.html , last accessed 2020/10/29.
18. ΕΥΔΑΠ, https://www.eydap.gr/TheCompany/DrainageAndSewerage/Sewerage/, last accessed 2020/11/26.
19. E-nomothesia,https://www.e-nomothesia.gr/kat-naytilia-nausiploia/thalassies-sugkoinonies/proedriko-diatagma-49-2005.html ,last accessed 2020/12/02.
20. Κανονισμός Λιμένων Σαρωνικού, https://www.e-nomothesia.gr/kat-naytilia-nausiploia/kanonismoi-limenon/ya-2133-2-33882-2015.html , last accessed 2020/12/12.
21. ΦΕΚ 85/Β/19-2-1993, https://www.e-nomothesia.gr/kat-naytilia-nausiploia/kanonismoi-limenon/upourgike-apophase-3131-2-2-93-phek-85b-19-2-1993.html , last accessed 2020/11/26.

22. Marine Traffic, https://help.marinetraffic.com/hc/en-us/articles/217631867-How-often-do-the-positions-of-the-vessels-get-updated-on-MarineTraffic-, last accessed 2020/12/02
23. MarineTraffic, https://www.marinetraffic.com/el/ais/details/ships/shipid:143994/mmsi:211927000/imo:0/vessel:BONN/_:f7960ad2d9e6606159cc97699e9c8937, last accessed 2020/11/26.
24. ER, http://infolab.cs.unipi.gr/, last accessed 2020/10/29.
25. ΦΕΚ 444/Β'/1999, http://www.et.gr/idocs-nph/search/pdfViewerForm.html?args=5C7QrtC22wE56mFqysdfkXdtvSoClrL8KdL0NqcgvJR5MXD0LzQTLf7MGgcO23N88knBzLCmTXKaO6fpVZ6Lx3UnKl3nP8NxdnJ5r9cmWyJWelDvWS_18kAEhATUkJb0x1LIdQ163nV9K--td6SIuZvP8U6W9OJMzL1oEU3L8UvSAtGyU03WHRrNzKarE77t, last accessed 2020/12/02.
26. OGC, https://www.ogc.org/, last accessed 2020/12/12.
27. ER-Model, http://infolab.cs.unipi.gr/pre-eclass/courses/db/db-post/slides/plh/01-DBdesign.pdf, last accessed 2020/12/12.