

ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ
ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ



ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ
ΟΡΓΑΝΩΣΗΣ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

ΘΕΜΑ:

ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΓΙΑ ΤΗΝ
ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΚΑΙ ΤΟΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟ ΤΟΥ
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΥ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑΤΟΣ ΜΕΣΩΝ ΜΑΖΙΚΗΣ
ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ.
ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΣΕ ΛΙΜΑΝΙΑ ΚΑΙ ΚΡΟΥΑΖΙΕΡΟΠΛΟΙΑ.

Επιβλέπων Καθηγητής :
ΣΠΥΡΙΔΩΝ ΠΑΠΑΕΥΘΥΜΙΟΥ

Μεταπτυχιακός Φοιτητής : Νικολουδάκης Γεώργιος
Α.Μ.: 2011019014

ΧΑΝΙΑ, 2015

Επιτροπή αξιολόγησης και έγκρισης της Μεταπτυχιακής Διατριβής, του Μεταπτυχιακού Φοιτητή Νικολουδάκη Γεωργίου με Α.Μ. 2011019014, συγκροτούμενη από :

Παπαευθυμίου Σπυρίδων, Επίκουρο Καθηγητή. (ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ)

Γρηγορούδη Ευάγγελο, Αναπληρωτή Καθηγητή.

Κανέλλο Φώτιο, Λέκτορα.

Copyright © Νικολουδάκης Γεώργιος, 2015

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Οι απόψεις, οι προτάσεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο, εκφράζουν τον συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν επίσημες θέσεις.

Ευχαριστίες

Καταρχήν θα ήθελα να ευχαριστήσω τον καθηγητή μου κ. Σπύρο Παπαευθυμίου για την υποστήριξη και την πολύτιμη συνεισφορά του στην υλοποίηση αυτής της εργασίας

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον αναπληρωτή καθηγητή κ. Ευάγγελο Γρηγορούδη και τον Λέκτορα Φώτη Κανέλλο οι οποίοι δέχτηκαν να αξιολογήσουν την μεταπτυχιακή μου διατριβή.

Ευχαριστώ την Υποψήφια Διδάκτορα Αλεξάνδρα Μαραγκογιάννη για όλη την συνεργασία που είχαμε στα πλαίσια εκπόνησης της διατριβής. Τους φίλους μου και συμφοιτητές μου για όλες τις καλές στιγμές που περάσαμε κατά την διάρκεια των σπουδών μας.

Τέλος και περισσότερο από όλους, ευχαριστώ τους γονείς μου για την αμέριστη βοήθεια και την συμπαράσταση τους καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μου.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα εργασία έχει σαν σκοπό την δημιουργία ενός πληροφοριακού συστήματος για την μέτρηση και την παρουσίαση της Αέριας Ρύπανσης που προκύπτει από την δραστηριότητα των Μέσων Μαζικής Μεταφοράς. Για την ανάπτυξη του συστήματος χρησιμοποιείται σαν μελέτη εργασίας η δραστηριότητα των κρουαζιερόπλοιων εντός του Ελλαδικού χώρου. Με βάση τις υπάρχουσες μελέτες, την σχετική νομοθεσία και το θεσμικό πλαίσιο που διέπει τις μεταφορές, αλλά και πάντα σύμφωνα με την παρούσα κατάσταση, υλοποιείται μια μοντελοποίηση για το συγκεκριμένο τύπο δραστηριότητας η οποία δύναται να επεκταθεί και στα υπόλοιπα Μέσα Μαζικής Μεταφοράς. Το σύστημα ενοποιώντας διάφορες τεχνολογίες καθιστά αποτελεσματική την εισαγωγή, τη διαχείριση και την παρουσίαση όλων εκείνων των δεδομένων που είναι απαραίτητα για την διεξαγωγή μετρήσεων και εξαγωγή αποτελεσμάτων ατμοσφαιρικής ρύπανσης. Εκτός του βασικού του ρόλου που είναι η εξαγωγή και η παρουσίαση του αποτελέσματος μετρήσεων αέριας ρύπανσης δρα επικουρικά εξάγοντας και επιμέρους αποτελέσματα (πχ στατιστικά δεδομένα) που διευκολύνουν την σφαιρική κατανόηση του προβλήματος.

Η ανάπτυξη του συστήματος έγινε με γνώμονα την ευκολία στη χρήση, την επεκτασιμότητα, την ορθή λειτουργία και την εύκολη συντήρησή του. Επίσης δόθηκε έμφαση στη φορητότητα ώστε να είναι δυνατή η εκμετάλλευσή του από διάφορες πλατφόρμες. Σε σημεία τα οποία διαπιστώθηκε ότι οι υπάρχουσες μεθοδολογίες έχουν κενά ή παραδοχές λόγω έλλειψης πραγματικών δεδομένων έγινε ανάπτυξη υποσυστημάτων και μεθοδολογιών ικανών για την παροχή πραγματικών δεδομένων ανά περίπτωση. Η επαλήθευση και η πιστοποίηση ορθής λειτουργίας του προγράμματος έγινε με την ανάλυση αποτελεσμάτων δραστηριότητας κρουαζιερόπλοιων ενός ολόκληρου έτους για τα κυριότερα ελληνικά λιμάνια, με την αποτύπωση κινήσεων πλοίων εντός του Αιγαίου Πελάγους, αλλά και με τον υπολογισμό της συνολικής επιβάρυνσης που προκύπτει από τις δραστηριότητες πλοίων ενός αυξημένης κίνησης λιμένα όπως αυτός της Θεσσαλονίκης.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 : ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
1.1 ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ	1
1.1.1 Ατμοσφαιρική Ρύπανση	1
1.1.2 Φαινόμενο του Θερμοκηπίου - Κλιματική Αλλαγή	4
1.2 ΣΤΟΧΟΣ ΚΑΙ ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΣΥΝΕΙΣΦΟΡΑ	5
1.3 ΔΟΜΗ ΤΗΣ ΔΙΑΤΡΙΒΗΣ	6
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 : ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ	7
2.1 ΤΡΟΠΟΙ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗΣ ΤΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ	7
2.1.2 Από «Κάτω προς τα πάνω» Προσέγγιση (Bottom Up)	8
2.2 ΚΑΤΗΓΟΡΙΟΠΟΙΗΣΗ ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ	8
2.3 ΠΗΓΕΣ ΠΡΟΕΛΕΥΣΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ	10
2.4 ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΟΥ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ	11
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 : ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΡΥΠΩΝ ΠΛΟΙΩΝ ΕΝΤΟΣ ΛΙΜΕΝΑ	14
3.1 ΑΝΑΛΥΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΕΚΤΙΜΗΣΗΣ ΤΩΝ ΕΚΠΕΜΠΟΜΕΝΩΝ ΡΥΠΩΝ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΠΟΙΗΣΗ ΣΕ ΛΙΜΑΝΙΑ	14
3.2 ΑΝΑΛΥΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΕΚΤΙΜΗΣΗΣ ΤΩΝ ΕΚΠΕΜΠΟΜΕΝΩΝ ΡΥΠΩΝ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΚΙΝΗΣΗ ΤΩΝ ΠΛΟΙΩΝ ΣΕ ΑΝΟΙΧΤΕΣ ΘΑΛΑΣΣΕΣ	18

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ 21

4.1 ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΕΣ ΚΑΙ ΜΗ-ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ 21

4.2 ΔΟΜΙΚΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ..... 22

4.2.1 Σύστημα Διαχείρισης Βάσεως Δεδομένων..... 23

4.2.2 Αυτόνομη Εφαρμογή Διαχείρισης – Υπολογισμού Παρουσίασης. 25

4.2.3 Σύστημα Γεωγραφικών Πληροφοριών. 26

4.2.4 Ιστοσελίδα Παρουσίασης Δεδομένων και Αποτελεσμάτων.28

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 : ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ 29

5.1 ΣΥΣΤΗΜΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΒΑΣΕΩΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ - ΣΥΣΤΗΜΑ ΣΥΛΛΟΓΗΣ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ ΚΙΝΗΣΗΣ..... 29

5.2 ΑΥΤΟΝΟΜΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ – ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗΣ..... 32

5.2.1 Main Database Data 33

5.2.2 Data 37

5.2.3 Calculator 38

5.3 ΣΥΣΤΗΜΑ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ..... 42

5.4 ΙΣΤΟΣΕΛΙΔΑ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΚΑΙ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ.44

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 : ΕΠΕΚΤΑΣΙΜΟΤΗΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ..... 47

6.1 ΕΠΕΚΤΑΣΗ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΓΙΑ ΟΛΟΥΣ ΤΟΥ ΤΥΠΟΥΣ ΠΛΟΙΩΝ. 47

6.2 ΕΠΕΚΤΑΣΗ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΣΕ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΟ ΜΕΣΟ ΜΑΖΙΚΗΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ 49

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7 : ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ	51
6.1 ΑΕΡΙΟΙ ΡΥΠΟΙ ΛΙΜΕΝΩΝ ΚΡΟΥΑΖΙΕΡΑΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ ΕΤΟΥΣ 2013	51
6.2 ΠΑΡΑΚΟΥΛΗΘΗΣΗ – ΑΠΟΤΥΠΩΣΗ ΠΟΡΕΙΑΣ ΚΑΙ ΕΞΑΓΩΓΗ ΡΥΠΩΝ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΑΠΟ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ ΠΛΟΙΩΝ.	57
6.3 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΡΥΠΩΝ ΛΙΜΕΝΑ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ ΓΙΑ ΤΟ ΕΤΟΣ 2014 ΑΠΟ ΤΗΝ ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ ΠΛΟΙΩΝ.....	60
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8 : ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	61
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9 : ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΕΚΤΑΣΕΙΣ.....	62
ΕΠΙΛΟΓΟΣ	64
BIBLIOGRAPHY	65
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α	67

ΛΙΣΤΑ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1 Πηγές Ατμοσφαιρικής Ρύπανσης ανά Κλάδο	2
Εικόνα 2 Προσέγγιση Πορείας με ευθύγραμμα τμήματα.....	19
Εικόνα 3 Δομικό Διάγραμμα Συστήματος.....	22
Εικόνα 4 Ιεραρχική Δομή Αποθηκευμένης Πληροφορίας.....	24
Εικόνα 5 Σύστημα Συλλογής Γεωγραφικών Δεδομένων Κίνησης	26
Εικόνα 6 Ενσωμάτωση Πίνακα Γεωγραφικής Κίνησης Πλοίων στην Υποκατηγορία.....	27
Εικόνα 7. Σύστημα Συλλογής Γεωγραφικών Πληροφοριών Κίνησης	30
Εικόνα 8 Εφαρμογή Συλλογής Γεωγραφικών Πληροφοριών Κίνησης.....	32
Εικόνα 9 Καθορισμός Παραμέτρων Σύνδεσης Βάσης Δεδομένων	33
Εικόνα 10 Κύριο Παράθυρο Εφαρμογής.....	34
Εικόνα 11 Κύριο Παράθυρο Διαχείρισης Πλοίου.....	35
Εικόνα 12 Παράθυρα Αναζήτησης και Διαχείρισης Χαρακτηριστικών Πλοίου.....	35
Εικόνα 13. Παράθυρο Διαχείρισης Λιμένων	37
Εικόνα 14 Παράθυρο Επεξεργασίας Συντελεστών Εκπομπής – Φορτίου.....	38
Εικόνα 15 Παράθυρο Επεξεργασίας Ετήσιας Δραστηριότητας Πλοίων	39
Εικόνα 16 Παράθυρο Επιλογής Δεδομένων Υπολογισμού Εκπομπών Αερίων	39
Εικόνα 17 Παράθυρο Υπολογισμού Εκπεμπόμενων Αερίων Λιμένα (1)	40
Εικόνα 18 Παράθυρο Υπολογισμού Εκπεμπόμενων Αερίων Λιμένα (2)	41
Εικόνα 19 Ορισμός Περιοχής Μετρήσεων Ενδιαφέροντος	43
Εικόνα 20 Αρχική σελίδα Ιστοχώρου	44
Εικόνα 21 Χαρακτηριστικά εμφάνισης Υποκατηγοριών	45
Εικόνα 22 Εμφάνιση δεδομένων Πλοίων της Κατηγορίας Κρουαζιερόπλοια	46
Εικόνα 23 Υποκατηγορίες Κατηγορίας Πλοίων.....	48
Εικόνα 24 Συνολικά Αποθηκευμένη Πληροφορία Πλοίων Κατηγορίας	49
Εικόνα 25 Μεσόγειος Θάλασσα.....	51
Εικόνα 26 Λιμάνια Μελέτης για το Έτος 2013	52
Εικόνα 27 Γράφημα Συγκεντρωτικών Αποτελεσμάτων 2013 (Αέριοι Ρύποι).....	56
Εικόνα 28 Γράφημα Συγκεντρωτικών Αποτελεσμάτων 2013 (Αέρια Θερμοκηπίου)	56
Εικόνα 29 Δεδομένα Κίνησης Πλοίων προερχόμενα από το σύστημα AIS	58
Εικόνα 30 Δεδομένα Από το Σύστημα Συλλογής Γεωγραφικών Δεδομένων Κίνησης	58
Εικόνα 31 Ορισμός Περιοχής Μέτρησης Ρύπων.....	59

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 : ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ

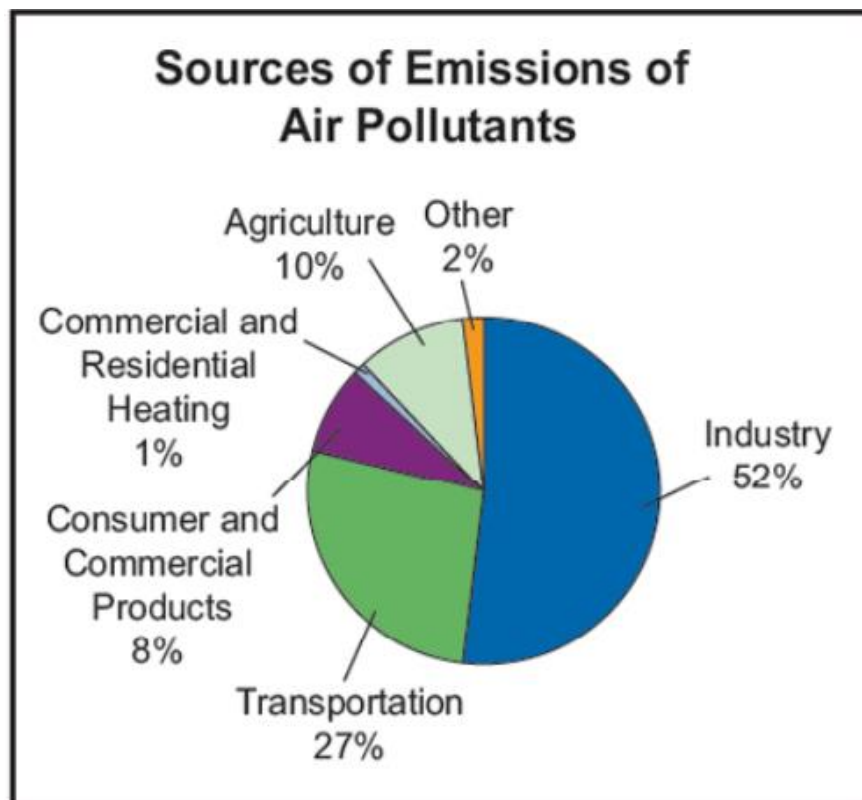
Η παρούσα εργασία έχει ως επίκεντρο την ανάπτυξη πληροφοριακού συστήματος για τον υπολογισμό των ρύπων αλλά και των αερίων του θερμοκηπίου, που παράγονται από τη δραστηριότητα των κρουαζιερόπλοιων αλλά και άλλων μέσων μαζικής μεταφοράς. Για τον λόγο αυτό κρίνεται σκόπιμο να αναφερθούν κάποιες βασικές έννοιες σχετικά με το κύριο αποτέλεσμα του πληροφοριακού μας συστήματος το οποίο είναι οι ρύποι και τα αέρια του θερμοκηπίου.

1.1.1 Ατμοσφαιρική Ρύπανση

Ατμοσφαιρική ρύπανση ονομάζεται η παρουσία ρύπων στην ατμόσφαιρα, δηλαδή κάθε είδους ουσιών, θορύβου ή ακτινοβολίας σε ποσότητα, συγκέντρωση ή διάρκεια τέτοια ώστε να είναι δυνατόν να προκληθούν αρνητικές συνέπειες στην ανθρώπινη υγεία, στους ζωντανούς οργανισμούς και στο οικοσύστημα. Η ατμοσφαιρική ρύπανση μπορεί να προκαλέσει επίσης υποβάθμιση της ποιότητας του περιβάλλοντος. [1]

Η προέλευση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης μπορεί να είναι είτε από φυσικές πηγές ρύπανσης όπως πυρκαγιές, ηφαίστεια είτε από ανθρωπογενείς δραστηριότητες όπως η παραγωγή ενέργειας με καύσιμα, η βιομηχανία και οι μεταφορές. Η ατμοσφαιρική ρύπανση έχει σημαντικές επιδράσεις στην υγεία, καθώς σχετίζεται με αναπνευστικά προβλήματα και καρδιοπάθειες. Έχει άμεση αρνητική επίδραση σε άτομα με αναπνευστικά προβλήματα ενώ μακροπρόθεσμη έκθεση σε ατμοσφαιρική ρύπανση μπορεί να προκαλέσει καρκίνο, νευρολογικά προβλήματα ενώ σε ακραίες περιπτώσεις μπορεί να οδηγήσει σε θάνατο.

Η συμβολή του κάθε κλάδου στην ατμοσφαιρική ρύπανση φαίνεται στην Εικόνα 1. Οι ρύποι διαχωρίζονται σε πρωτογενείς ρύπους οι οποίοι είναι αυτοί που εκλύονται απευθείας στον αέρα και δευτερογενείς ρύπους οι οποίοι δημιουργούνται από αντιδράσεις των πρωτογενών με το περιβάλλον τους.



Εικόνα 1 Πηγές Ατμοσφαιρικής Ρύπανσης ανά Κλάδο

Οι κυριότεροι ρύποι οι οποίοι και υπολογίζονται από το πληροφοριακό μας σύστημα είναι :

1. Τα οξείδια του Αζώτου (NO_x)

Το μονοξείδιο του αζώτου (NO) και το διοξείδιο του αζώτου (NO_2) παράγονται από την οξείδωση του αέρα στους κινητήρες εσωτερικής καύσης και από την καύση ορυκτών καυσίμων κυρίως σε ηλεκτροπαραγωγούς σταθμούς και κεντρικές θερμάνσεις. Το NO_2 είναι αέριο με καφέ χρώμα, διαλυτό στο νερό, ισχυρό οξειδωτικό, με οξεία ερεθιστική οσμή. Σε υψηλές συγκεντρώσεις είναι υπεύθυνο για οξεία ερεθιστική οσμή καθώς επίσης και για την καφέ όψη του αστικού ουρανού. Τα οξείδια του αζώτου NO και NO_2 εμπλέκονται και ενεργοποιούν τον φωτοχημικό κύκλο αντιδράσεων στην ατμόσφαιρα και το σχηματισμό έτσι της φωτοχημικής ρύπανσης, συμβάλλοντας στον έλεγχο του τροποσφαιρικού όζοντος. Επίσης συμβάλλουν στην δημιουργία της όξινης βροχής και προκαλούν ρύπανση. Το διοξείδιο του αζώτου (NO_2) σε υψηλές

συγκεντρώσεις προκαλεί αναπνευστικά προβλήματα, ιδιαίτερα σε άτομα που υποφέρουν από άσθμα και σε παιδιά.

2. Τα οξείδια του Θείου (SO_x)

Το μονοξείδιο του θείου (SO) είναι αέριο άχρωμο, άοσμο σε χαμηλές συγκεντρώσεις αλλά με έντονη ερεθιστική μυρωδιά σε πολύ ψηλές συγκεντρώσεις. Στην ατμόσφαιρα το SO αντιδρά με οξυγόνο (O₂) για να σχηματίσει διοξείδιο του θείου (SO₂) που εμφανίζει έντονη δραστικότητα με υδρατμούς, σχηματίζοντας ομίχλη θειικού οξέος ή θειώδους οξέος, φαινόμενο που απαντάται στην ρύπανση από όξινη βροχή. Τα οξείδια του θείου παράγονται κατά την καύση ορυκτών καυσίμων που περιέχουν θείο όπως ο λιγνίτης και το πετρέλαιο. Κυριότερες ανθρωπογενείς πηγές προέλευσης του διοξειδίου του θείου είναι οι ηλεκτροπαραγωγοί σταθμοί, οι χημικές βιομηχανίες, τα διυλιστήρια πετρελαίου, οι κεντρικές θερμάνσεις και τα πετρελαιοκίνητα αυτοκίνητα που χρησιμοποιούν καύσιμο με υψηλή περιεκτικότητα σε θείο.

Μακροχρόνια έκθεση στα οξείδια του θείου μπορεί να προκαλέσει αναπνευστικά προβλήματα, να τροποποιήσει τον αμυντικό μηχανισμό των πνευμόνων και να επιδεινώσει τυχόν υπάρχουσες καρδιοαγγειακές παθήσεις. Άτομα με καρδιοαγγειακές, χρόνιες πνευμονολογικές παθήσεις, καθώς και μικρά παιδιά και ηλικιωμένοι είναι ιδιαίτερα ευπαθείς σε τέτοιες συνθήκες.

3. Αιωρούμενα Σωματίδια (PM)

Τα αιωρούμενα σωματίδια είναι μικρά τεμάχια ύλης σε στερεή ή υγρή φάση που μπορούν να αιωρούνται στην ατμόσφαιρα για μεγάλα χρονικά διαστήματα. Τέτοια σωματίδια είναι η σκόνη, ο καπνός, διάφορα μέταλλα κλπ. Σημαντικό ρόλο έχουν τα σωματίδια που έχουν διάμετρο μέχρι 10 (PM₁₀) και ιδίως τα σωματίδια με πολύ μικρή διάμετρο (PM_{2,5}), διότι το μέγεθός τους επιτρέπει την είσοδό τους στο αναπνευστικό σύστημα προκαλώντας σοβαρά αναπνευστικά προβλήματα. Τα αιωρούμενα σωματίδια επηρεάζουν την αναπνοή και προκαλούν ασθένειες στο αναπνευστικό σύστημα, στους πνεύμονες και στην καρδιά. Τα παιδιά, τα άτομα που πάσχουν από άσθμα ή έχουν καρδιολογικά προβλήματα και οι ηλικιωμένοι

είναι ομάδες πληθυσμού ιδιαίτερα ευαίσθητες στην έκθεση σε υψηλές συγκεντρώσεις αιωρούμενων σωματιδίων στην ατμόσφαιρα.

1.1.2 Φαινόμενο του Θερμοκηπίου - Κλιματική Αλλαγή.

Το φαινόμενο του θερμοκηπίου είναι η διαδικασία κατά την οποία η ατμόσφαιρα ενός πλανήτη συγκρατεί θερμότητα και συμβάλλει στην αύξηση της θερμοκρασίας της επιφάνειάς του.

Η Διακυβερνητική Επιτροπή του ΟΗΕ για την Αλλαγή του Κλίματος (IPCC) εξέδωσε την πλέον ισχυρή προειδοποίηση ότι η κλιματική αλλαγή είναι «αδιαμφισβήτητη» και ότι οι άνθρωποι και οι δράσεις τους, είναι οι κύριοι υπαίτιοι του φαινομένου τα τελευταία 60 χρόνια [2]. Στην προηγούμενη έκθεσή της, που δημοσιεύθηκε το 2007 [3], η IPCC κατέληξε στο συμπέρασμα ότι οι αυξήσεις της θερμοκρασίας που καταγράφηκαν ήταν «πολύ πιθανές» λόγω των αερίων του θερμοκηπίου που οφείλονται στην ανθρώπινη δραστηριότητα. Σήμερα, έπειτα από έξι χρόνια, έχουν αναβαθμιστεί σε «εξαιρετικά πιθανές». Στη μαθηματική διάλεκτο, αυτό ισοδυναμεί με μετάβαση από το 90% στο 95%.

Όλα τα αέρια συστατικά της ατμόσφαιρας που συμβάλλουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου, αναφέρονται συνολικά με τον όρο αέρια του θερμοκηπίου. Απορροφούν την μεγάλη μήκους κύματος γήινη ακτινοβολία και επανεκπέμπουν θερμική ακτινοβολία θερμαίνοντας την επιφάνεια. Τα Αέρια του Θερμοκηπίου είναι στο σύνολό τους είκοσι και κατέχουν μικρότερο όγκο από το 1% του συνολικού όγκου της ατμόσφαιρας. Από τα παραπάνω αέρια, το καθένα παρουσιάζει διαφορετικό δυναμικό πλανητικής θέρμανσης (Global Warming Potential) [4]. Εντούτοις, το διοξείδιο του άνθρακα παρουσιάζει το μεγαλύτερο ενδιαφέρον για τον άνθρωπο εξαιτίας των βλαβερών συνεπειών που διαφαίνονται σε μία ανθρώπινη ζωή από αυτό.

Τα κυριότερα αέρια, που προκαλούν το φαινόμενο του θερμοκηπίου και είναι καθορισμένα από το πρωτόκολλο του Κιότο [5], υπολογίζονται από το πληροφοριακό μας σύστημα και είναι :

1. Διοξείδιο του άνθρακα (CO₂)

Καταλαμβάνει δεσπόζουσα θέση έναντι των άλλων, λόγω της αυξημένης αναλογικά παραγόμενης ποσότητας και συχνότητας, προερχόμενο κυρίως από την καύση ορυκτών καυσίμων και κατά την εκτέλεση των περισσότερων μέχρι τώρα δραστηριοτήτων. Η διάρκεια ζωής του κυμαίνεται στα 50-200 χρόνια, ανάλογα με τον τρόπο ανακύκλωσης και επιστροφής του στο έδαφος και τους ωκεανούς.

2. Μεθάνιο (CH₄)

Το μεθάνιο με ισοδύναμο 25 φορές το CO₂, το οποίο προκύπτει από την καύση ή την αποσύνθεση βιομάζας (οργανικού υλικού) και από την παραγωγή ή και τον εξευγενισμό της βενζίνης και του φυσικού αερίου. Δεσμεύει θερμότητα 23 φορές πιο αποτελεσματικά από το CO₂, αλλά έχει μικρότερη διάρκεια ζωής (10 - 15 χρόνια).

3. Υποξείδιο του αζώτου (N₂O)

Το υποξείδιο του αζώτου (N₂O), με ισοδύναμο 298 του CO₂, το οποίο εκλύεται από την ανθρώπινη δραστηριότητα κατά την αποτέφρωση των στερεών αποβλήτων, από τα αζωτούχα λιπάσματα, την καύση ορυκτών καυσίμων και τη βιομηχανική χημική παραγωγή με χρήση αζώτου.

1.2 ΣΤΟΧΟΣ ΚΑΙ ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΣΥΝΕΙΣΦΟΡΑ

Για την αντιμετώπιση ενός προβλήματος αρχικό βήμα αποτελεί η μέτρηση και ο προσδιορισμός του. Στόχος της παρούσας διατριβής είναι αρχικά η μελέτη των υφιστάμενων ερευνών που αφορούν στην ατμοσφαιρική ρύπανση που παράγεται από τα κρουαζιερόπλοια και εν συνεχεία η μοντελοποίησή της ώστε να υλοποιηθεί από ένα πληροφοριακό σύστημα το οποίο έχοντας σαν βάση την μοντελοποίηση αυτή θα μπορούσε να επεκταθεί και σε επιπλέον μέσα μεταφοράς. Το τελικό αποτέλεσμα θα είναι ένα πληροφοριακό σύστημα το οποίο θα φροντίζει τη διαχείριση της πληροφορίας, τον υπολογισμό των απαιτούμενων μετρήσεων και τέλος την παρουσίαση των αποτελεσμάτων. Το αποτέλεσμα υλοποίησης θα

αποτελεί ένα εργαλείο στα χέρια των ερευνητών ώστε να είναι δυνατή η εξερεύνηση νέων περιοχών έρευνας με το λιγότερο δυνατό κόστος και κόπο. Επιπλέον, η επαναχρησιμοποίηση της πληροφορίας καθώς και τα διαθέσιμα αποθηκευμένα αποτελέσματα βοηθούν στην ταχύτερη εξαγωγή συμπερασμάτων αλλά και συγκρίσεων.

1.3 ΔΟΜΗ ΤΗΣ ΔΙΑΤΡΙΒΗΣ

Στο Κεφάλαιο 2 γίνεται μια περιγραφή του προβλήματος το οποίο το πληροφοριακό μας σύστημα καλείται να υποστηρίξει. Παρουσιάζονται τα βασικά στοιχεία σχετικών ερευνών πάνω στο ίδιο αντικείμενο καθώς και η παρούσα κατάσταση.

Στο Κεφάλαιο 3 περιγράφεται η μεθοδολογία και το μαθηματικό μοντέλο που χρησιμοποιείται από το πληροφοριακό σύστημα για τον υπολογισμό των ρύπων ανά περίπτωση.

Στο Κεφάλαιο 4 παρουσιάζεται αναλυτικά ο τρόπος σχεδίασης του συστήματος.

Στο Κεφάλαιο 5 παρουσιάζεται αναλυτικά ο τρόπος υλοποίησης του συστήματος.

Στο Κεφάλαιο 6 προτείνονται και παρουσιάζονται μεθοδολογίες για την επέκταση της λειτουργίας του συστήματος σε ευρύτερες κατηγορίες μέσων.

Στο Κεφάλαιο 7 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα από την χρήση του προγράμματος για την μέτρηση των ρύπων σε τρία διαφορετικά αντιπροσωπευτικά σενάρια μετρήσεων.

Στο Κεφάλαιο 8 αναλύονται τα συμπεράσματα που πρόέκυψαν από την ανάπτυξη, τον σχεδιασμό, την υλοποίηση, αλλά και την λειτουργία του συστήματος.

Στο Κεφάλαιο 9 προτείνονται μελλοντικές επεκτάσεις του προγράμματος που θα αυξήσουν τόσο την πληρότητα όσο και την αποτελεσματικότητά του.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 : ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ

Αδιαμφισβήτητα η ναυτιλία έχει αυξημένη επίδραση στην επιβάρυνση του περιβάλλοντος και οι συνεχώς αυξανόμενοι ρυθμοί ανάπτυξής της, καθιστούν το πρόβλημα πιο πιεστικό. Αν θεωρήσουμε τη ναυτιλία σαν αυτόνομο κράτος τότε αυτή θα κατείχε την έκτη θέση στους παραγωγούς αέριας ρύπανσης.

Παρόλη την αυξημένη σημασία του προβλήματος της ατμοσφαιρικής ρύπανσης που προέρχεται από την ναυτιλία, υπάρχει σχετικά περιορισμένη ερευνητική δραστηριότητα πάνω στο συγκεκριμένο τομέα. Ακόμα όμως και οι έρευνες που υπάρχουν παρουσιάζουν τεράστιες αποκλίσεις ακόμα και για τις ίδιες ποσότητες μέτρησης, αποκλίσεις που πολλές φορές αγγίζουν και το 100% των μετρήσεων [6]. Οι αποκλίσεις οφείλονται τόσο σε διαφορετικούς τρόπους προσέγγισης του προβλήματος όσο και σε διαφορετικές παραδοχές αλλά και πηγές προέλευσης δεδομένων ανά έρευνα.

2.1 ΤΡΟΠΟΙ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗΣ ΤΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ

Δύο είναι οι βασικοί τρόποι προσέγγισης και δύο οι διαστάσεις του προβλήματος. Η μία διάσταση του προβλήματος είναι η ποσότητα των ρύπων που παράγεται από τα εξεταζόμενα μέσα και η δεύτερη διάσταση του προβλήματος είναι η γεωγραφική τοποθεσία στην οποία παράγονται οι ρύποι. Οι τρόποι προσέγγισης είναι είτε από «Κάτω προς τα πάνω» (Bottom Up) είτε από «Πάνω προς τα Κάτω» (Top Down).

Στις από «Πάνω προς τα Κάτω» προσεγγίσεις χρησιμοποιείται συνήθως η ποσότητα του καυσίμου που καταναλώθηκε για τον υπολογισμό των εκπεμπόμενων ρύπων και των αερίων του θερμοκηπίου που παράγονται. Αντιθέτως, στις από «Κάτω προς τα πάνω» προσεγγίσεις ο υπολογισμός των εκπεμπόμενων ρύπων δεν χρησιμοποιεί την κατανάλωση καυσίμου, αλλά τα τεχνικά χαρακτηριστικά και τις πληροφορίες δραστηριότητας του μέσου. Οι από «Κάτω προς τα πάνω» προσεγγίσεις είναι πιο ακριβείς και αποτελεσματικές, αλλά απαιτούν περισσότερο κόπο στη συλλογή και τη διαχείριση των δεδομένων όπως παρουσιάζεται στη συνέχεια.

2.1.2 Από «Κάτω προς τα πάνω» Προσέγγιση (Bottom Up)

Η προσέγγιση από «Κάτω προς τα πάνω» υπολογίζει τους συνολικά εκπεμπόμενους ρύπους υπολογίζοντας τους ρύπους που παράγει η μικρότερη δυνατή οντότητα που στην περίπτωση μας είναι ένα μεμονωμένο πλοίο. Η άθροιση των εκπομπών όλων των οντοτήτων μας δίνει τη συνολική εκπομπή. Στην απλή της μορφή η μέθοδος κατανέμει εν συνεχεία τους ρύπους στις περιοχές δραστηριοποίησης των οντοτήτων. Όταν η μέθοδος λαμβάνει υπόψη και την ακριβή γεωγραφική τοποθεσία στην οποία εκπέμπονται οι ρύποι ονομάζεται «Πλήρης Προσέγγιση από κάτω προς τα πάνω» (Full Bottom Up).

Το πληροφοριακό σύστημα που υλοποιείται στην παρούσα εργασία χρησιμοποιεί από «Κάτω προς τα πάνω» προσέγγιση δεδομένου ότι είναι πιο ακριβής αλλά και το σύστημά μας έρχεται να καλύψει όλες εκείνες τις δυσκολίες που κατά το [6] εμφανίζονται στην υιοθέτηση της προσέγγισης αυτής. Στην συνέχεια παρουσιάζονται τα δεδομένα που απαιτούνται για την εφαρμογή της προσέγγισης αυτής καθώς και οι πηγές προέλευσής τους.

2.2 ΚΑΤΗΓΟΡΙΟΠΟΙΗΣΗ ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ

Για την υλοποίηση της προσέγγισης που παρουσιάζεται στην παράγραφο 2.1.2 απαιτούνται δεδομένα τα οποία προέρχονται από διάφορες πηγές και μπορούν να κατηγοριοποιηθούν ανάλογα την εξάρτησή τους ως εξής:

1. Δεδομένα που εξαρτώνται από το πλοίο σαν οντότητα

Τα δεδομένα της συγκεκριμένης κατηγοριοποίησης αφορούν κυρίως τα τεχνικά χαρακτηριστικά του πλοίου όπως ισχύς κυρίων και εφεδρικών μηχανών, έτος κατασκευής του πλοίου, τύπος μηχανών (SSD | MSD | HSD) και φυσικά το όνομα του πλοίου και ο αριθμός ταυτοποίησης IMO.

2. Δεδομένα που εξαρτώνται από τον Λιμένα Δραστηριότητας

Κατά τον υπολογισμό εκπομπών που οφείλεται στην δραστηριότητα πλοίων εντός λιμένα είναι απαραίτητη η συλλογή δεδομένων που εξαρτώνται από τον λιμένα δραστηριοποίησης όπως η ταχύτητα εισόδου και εξόδου των πλοίων, η διανυθείσα απόσταση από την είσοδο του λιμανιού στο σημείο κατάπλου, ο χρόνος εκτέλεσης ελιγμών κατά τον απόπλου και κατάπλου των πλοίων αλλά και η συνολική δραστηριότητα του λιμένα που περιλαμβάνει αναλυτικό πίνακα αφίξεων - αναχωρήσεων και χρόνου ελλιμενισμού στον λιμένα.

3. Δεδομένα που εξαρτώνται από την κατηγορία στην οποία ανήκει το πλοίο.

Ανάλογα με την κατηγορία που ανήκει το πλοίο (κρουαζιερόπλοιο, πετρελαιοφόρο) υπάρχουν δεδομένα και συντελεστές υπολογισμένα ή ερευνητικά τεκμηριωμένα για τις συγκεκριμένες κατηγορίες. Τέτοια δεδομένα είναι οι συντελεστές εκπομπών μηχανών, οι συντελεστές φορτίου μηχανών και ο συνήθης μέγιστος χρόνος ελλιμενισμού.

4. Δεδομένα Εξαρτώμενα από την χρονική περίοδο δραστηριοποίησης

Είναι γεγονός ότι σημαντικό ρόλο στον υπολογισμό των εκπεμπόμενων ρύπων διαδραματίζει και η χρονική περίοδος δραστηριοποίησης. Για παράδειγμα οι συντελεστές φορτίου μεταβάλλονται ανάλογα με την περίοδο και παίρνουν μεγαλύτερες τιμές κατά τη θερινή περίοδο για προφανείς λόγους, όπως πχ η χρησιμοποίηση κλιματιστικών στους χώρους των επιβατών. Συνεπώς η χρονική περίοδος δραστηριοποίησης είναι ένα σημαντικό δεδομένο που πρέπει να ληφθεί υπόψη πριν τον υπολογισμό των εκπεμπόμενων αερίων.

5. Γεωγραφικά δεδομένα δραστηριοποίησης.

Για τον υπολογισμό των ρύπων κατά την κίνηση των πλοίων είναι απαραίτητη η συλλογή γεωγραφικών δεδομένων θέσης – πορείας και ταχύτητας των πλοίων. Τα δεδομένα αυτά θα χρησιμοποιηθούν τόσο στον υπολογισμό των ρύπων όσο και στην γεωγραφική τους κατανομή κατά την εκπομπή.

2.3 ΠΗΓΕΣ ΠΡΟΕΛΕΥΣΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Οι πηγές προέλευσης των δεδομένων της παραγράφου 2.2 παρουσιάζονται παρακάτω.

1. Δεδομένα που εξαρτώνται από το πλοίο σαν οντότητα.

Τα τεχνικά χαρακτηριστικά των πλοίων είναι δύσκολα στην εύρεσή τους καθώς οι εταιρίες (κατασκευάστριες – πλοιοκτήτριες) δεν υποχρεούνται στην δημοσιοποίησή τους. Κυριότερες πηγές τέτοιων δεδομένων είναι εμπορικές βάσεις δεδομένων όπως η βάση δεδομένων SeaWeb [7] αλλά και μεμονωμένα από όπου αυτά παρέχονται.

2. Δεδομένα που εξαρτώνται από τον λιμένα δραστηριότητας

Τα δεδομένα αυτά όπως ο πίνακας δραστηριότητας προέρχονται κατά κύριο λόγο από τις λιμενικές αρχές. Δευτερεύοντα δεδομένα όπως η απόσταση κίνησης και ο χρόνος ελιγμών, μπορούν να εξαχθούν είτε από παρατήρηση είτε από μελέτη κίνησης πλοίων ή αντίστοιχων χαρτών.

3. Δεδομένα που εξαρτώνται από την κατηγορία στην οποία ανήκει το πλοίο.

Προέρχονται κατά κύριο λόγο από αντίστοιχες μελέτες - έρευνες είτε από επίσημες αρχές όπως ο IMO. Συνήθως προσαρμόζονται στο μελετούμενο πρόβλημα κατά περίπτωση.

4. Γεωγραφικά δεδομένα δραστηριοποίησης.

Προέρχονται κυρίως από δεδομένα AIS είτε από εμπορικές εφαρμογές που τα διαθέτουν προς χρήση είτε από εγκαταστημένους δέκτες. Το σύστημα AIS σχεδιάστηκε αρχικά για να βοηθήσει την αποφυγή συγκρούσεων πλοίων, καθώς και να υποστηρίξει τις λιμενικές αρχές στην επίτευξη του καλύτερου ελέγχου της θαλάσσιας κυκλοφορίας. Οι πομποί AIS που είναι εγκατεστημένοι στα πλοία περιλαμβάνουν έναν δέκτη εντοπισμού θέσης GPS που υπολογίζει τις συντεταγμένες της θέσης του πλοίου, την ταχύτητά του και την πορεία του και του αναμεταδίδει. Στη συνέχεια, ο αποδέκτης του σήματος μπορεί με χρήση ειδικού

λογισμικού που επεξεργάζεται τα δεδομένα να αποθηκεύσει ή να χρησιμοποιήσει την πληροφορία αυτή. Στην παρούσα εργασία παρουσιάζεται επίσης και ένας εναλλακτικός τρόπος συλλογής γεωγραφικών δεδομένων δραστηριοποίησης ο οποίος προσαρμόζεται στο πρόβλημα και μπορεί να χρησιμοποιηθεί είτε αυτόνομα είτε συμπληρωματικά με τα υπάρχοντα συστήματα. Η παρουσίασή του γίνεται στα Κεφάλαια 4 και 5.

2.4 ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΟΥ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Στις προηγούμενες ενότητες παρουσιάστηκε ο τρόπος προσέγγισης, τα απαραίτητα δεδομένα και οι πηγές προέλευσής τους. Η μελέτη των παραπάνω σε συνδυασμό με την σχετική βιβλιογραφία αποκάλυψε προβλήματα που σχετίζονται τόσο με τον τρόπο προσέγγισης του προβλήματος όσο και με τα δεδομένα τα οποία παρουσιάζονται στην συγκεκριμένη ενότητα. Επίσης αναφέρετε ο τρόπος με τον οποίο η παρούσα εργασία προσεγγίζει τα προβλήματα αυτά.

Αρχικά η εύρεση των τεχνικών χαρακτηριστικών των μεταφορικών μέσων είναι δύσκολη καθώς οι εταιρίες (κατασκευάστριες ή πλοιοκτήτριες) δεν υποχρεούνται στην δημοσιοποίηση τους. Οι βάσεις δεδομένων τεχνικών χαρακτηριστικών είναι εμπορικές και συνήθως με μεγάλο κόστος στην χρήση τους. Επιπλέον δεν επιτρέπουν την αναδημοσίευση κάποιων δεδομένων. Πολλές φορές απαιτείται συνδυαστική αναζήτηση δεδομένων από περισσότερες από μια πηγές. Η υλοποίηση ανεξάρτητης βάσης δεδομένων από το πληροφοριακό μας σύστημα επιτρέπει την καλύτερη οργάνωση και διαχείριση της πληροφορίας, την διασταύρωσή της και την επαναχρησιμοποίησή της με το λιγότερο δυνατό κόστος.

Διάφορα δεδομένα (ιδίως τεχνικά χαρακτηριστικά) είναι διαβαθμισμένα, συνεπώς πρέπει να μοντελοποιηθεί το σύστημα έτσι ώστε οι χρήστες χωρίς να έχουν άμεση πρόσβαση στα δεδομένα αυτά να μπορούν να τα χρησιμοποιούν μέσω του συστήματος για την διεξαγωγή μετρήσεων. Συνεπώς κρίνεται απαραίτητη η δυνατότητα επικάλυψης πληροφορίας (masking) ανάλογα με την διαβάθμιση των χρηστών. Με την προτεινόμενη μοντελοποίηση προβάλετε ένα πρότυπο ελάχιστης απαιτούμενης πληροφορίας για την διεξαγωγή μετρήσεων και

τα υπόλοιπα δεδομένα αναλαμβάνει το σύστημα να τα παρέχει στην μονάδα υπολογισμού χωρίς την παρέμβαση του χρήστη.

Τα δεδομένα από τις λιμενικές αρχές για την δραστηριότητα του κάθε λιμένα δεν ακολουθούν κάποιο πρότυπο στην καταγραφή τους. Πολλές φορές είναι χειρόγραφα, εμπεριέχουν λάθη και τα δεδομένα δεν είναι απόλυτα ακριβή. Η παρούσα εργασία προτείνει ένα είδος τυποποίησης της παραπάνω πληροφορίας ενώ επίσης δύναται να προβεί σε συνδυασμό πηγών δεδομένων για την διασταύρωση της ορθότητας της πληροφορίας.

Η προσέγγιση προϋποθέτει κάποιες παραδοχές ή προηγούμενα υπολογισμένα δεδομένα από αντίστοιχες έρευνες. Οι παραδοχές όπως έχουμε ήδη αναφέρει είναι και η αιτία για τις μεγάλες αποκλίσεις που παρουσιάζονται στις σχετικές έρευνες. Το σύστημα δίνει την δυνατότητα εύκολης επεξεργασίας των δεδομένων που προέρχονται από αυτές καθώς και άμεση εμφάνιση της επίδρασης τους στο τελικό αποτέλεσμα. Έτσι ο χρήστης μπορεί να προσεγγίσει καλύτερα της ρεαλιστικές τιμές βελτιστοποιώντας τις υπάρχουσες παραδοχές για το πρόβλημα που μελετά.

Παρατηρείται το φαινόμενο για υποκατηγορίες του προβλήματος υπολογισμού (όπως πχ διαφορετικές κατηγορίες πλοίων) να υπάρχουν διαφορετικές μοντελοποιήσεις στις έρευνες. Αυτό καθιστά αδύνατο τον υπολογισμό συνολικής δραστηριότητας με την ίδια μέθοδο. Η παρούσα εργασία έρχεται να προτείνει ένα ενιαίο υπολογιστικό μοντέλο επεκτάσιμο όχι μόνο στα πλοία αλλά και στα άλλα μέσα μαζικής μεταφοράς. Η χρήση του ενιαίου μοντέλου απλοποιεί την συλλογή των δεδομένων, φροντίζει για την συνέπεια των δεδομένων και των μετρήσεων και κάνει εφικτή τη σύγκρισή τους.

Σε περιπτώσεις μεγάλων λιμένων ο υπολογισμός ρύπων πλοίων κατά την κίνησή τους παρουσιάζει αυξημένο όγκο δεδομένων που δεν είναι εύκολα διαχειρίσιμος. Η υιοθέτηση από το σύστημα κατάλληλου συστήματος διαχείρισης βάσης δεδομένων καθιστά εύκολη την οργάνωση και τη διαχείριση όλης αυτής της απαιτούμενης πληροφορίας. Επίσης επιτρέπει την αυτοματοποιημένη επαλήθευσή

της καθώς και την εξαγωγή απαραίτητων στοιχείων μέτρησης όπως στατιστικά δεδομένα με αυτόματο τρόπο.

Το σύστημα προσδιορισμού της γεωγραφικής θέσης (AIS) εμφανίζει διάφορα προβλήματα στην χρήση του. Μερικά από αυτά είναι ότι δεν είναι όλα τα πλοία εφοδιασμένα με αυτό, υπάρχουν αρκετές περιοχές που δεν υπάρχει κάλυψη από το σύστημα ενώ επίσης η πρόσβαση σε ιστορικά στοιχεία είναι ιδιαίτερα ακριβή και χρονοβόρα. Το σύστημα έρχεται να προτείνει ένα σύστημα το οποίο χρησιμοποιώντας σύγχρονες τεχνολογίες έρχεται να εξαλείψει όλα τα μειονεκτήματα της χρήσης του συστήματος AIS στον υπολογισμό των εκπεμπόμενων ρύπων.

Η παρούσα εργασία καλείται λοιπόν να υλοποιήσει μια μοντελοποίηση ευρέως χρησιμοποιούμενη με τον μικρότερο δυνατό αριθμό παραδοχών. Το αποτέλεσμα δεν θα είναι μόνο οι εκπομπές αλλά και όλα εκείνα τα σχετικά δεδομένα που θα υποστηρίζουν την έρευνα. Επίσης η εφαρμοσιμότητα και η λειτουργικότητα του συστήματος θα είναι ανεξάρτητη του εύρους του πεδίου εφαρμογής της έρευνας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 : ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΡΥΠΩΝ ΠΛΟΙΩΝ ΕΝΤΟΣ ΛΙΜΕΝΑ

3.1 ΑΝΑΛΥΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΕΚΤΙΜΗΣΗΣ ΤΩΝ ΕΚΠΕΜΠΟΜΕΝΩΝ ΡΥΠΩΝ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΠΟΙΗΣΗ ΣΕ ΛΙΜΑΝΙΑ.

Για τον υπολογισμό των αέριων ρύπων κάθε πλοίου κατά την διάρκεια της δραστηριότητας τους εντός του λιμένα (απόπλους, κατάπλους, ελλιμενισμός) χρησιμοποιείται η (εξίσωση 1):

$$E_i = \sum_{j,k} (T_j \cdot P_k \cdot LF_{j,k} \cdot EF_{i,k})$$

Εξίσωση 1

Όπου :

E: Σύνολο των εκπεμπόμενων αερίων σε τόνους.

i: Ο τύπος του αερίου που μελετάται (NO_x, SO_x, PM, CO₂, CH₄, N₂O).

J: Φάση λειτουργίας του Πλοίου (Maneuvering, Hoteling).

k: Τύπος της Μηχανής (Κύρια, Εφεδρική).

P: Ισχύς του τύπου της μηχανής που μελετάται.

LF: Συντελεστής Φορτίου της Μηχανής.

EF: Συντελεστής εκπομπών κάθε αερίου.

T: Ο χρόνος της Δραστηριότητας.

Η εξίσωση 1 μπορεί να αναλυθεί περαιτέρω ως εξής.

Οι φάσεις λειτουργίας του πλοίου εντός του λιμένα απλοποιούνται σε δύο, αυτή της εκτέλεσης ελιγμών ως το σημείο πρόσδεσης (maneuvering) και στην φάση

που το πλοίο εκτελεί ελλιμενισμό (Hoteling). Αρά οι συνολικοί εκπεμπόμενοι ρύποι μπορούν να γραφούν ως (εξίσωση 2):

$$E_{total,i} = E_{man,i} + E_{hot,i}$$

Εξίσωση 2

Όπου :

E_{total}: Σύνολο των εκπεμπόμενων αερίων.

i: Ο τύπος του αερίου που μελετάται (NO_x, SO_x, PM, CO₂,CH₄, N₂O).

E_{man}: Σύνολο των εκπεμπόμενων αερίων συγκεκριμένου τύπου κατά την διάρκεια κινήσεως απόπλου –κατάπλου (Maneuvering).

E_{hot}: Σύνολο των εκπεμπόμενων αερίων συγκεκριμένου τύπου κατά την διάρκεια του ελλιμενισμού (Hoteling).

Θεωρώντας δεδομένο ότι οι ρύποι που εκπέμπει το κάθε πλοίο προέρχονται από την λειτουργία της κύριας μηχανής αλλά και των βοηθητικών μηχανών οι συνολικά εκπεμπόμενοι ρύποι μπορούν να γραφτούν και ως (εξίσωση 3)

$$E_{total,i} = E_{ME,i} + E_{AE,i}$$

Εξίσωση 3

Όπου :

E_{total}: Σύνολο των εκπεμπόμενων αερίων.

i: Ο τύπος του αερίου που μελετάται (NO_x, SO_x, PM, CO₂,CH₄ N₂O).

E_{ME} : Σύνολο των εκπεμπόμενων αερίων συγκεκριμένου τύπου οφειλόμενες στις κύριες μηχανές του πλοίου (Main Engine).

E_{AE} : Σύνολο των εκπεμπόμενων αερίων συγκεκριμένου τύπου οφειλόμενες στις εφεδρικές μηχανές του πλοίου (Auxiliary Engine).

Η οποία μπορεί και να γραφεί και σύμφωνα με την εξίσωση 2 αν κάνουμε διάκριση ανά φάση λειτουργίας και ανά τύπο μηχανής ως η (εξίσωση 4)

$$E_{total,i} = E_{ME_{man},i} + E_{ME_{hot},i} + E_{AE_{man},i} + E_{AE_{hot},i}$$

Εξίσωση 4

Συνεπώς οι εκπεμπόμενοι ρύποι ανά διαδικασία προκύπτουν από τους παρακάτω τύπους (εξίσωση 5&6):

$$E_{Man_{total},i} = T_m * ((P_{ME} \cdot LF_{ME_{MAN}} \cdot EF_{ME,i}) + (P_{AE} \cdot LF_{AE_{MAN}} \cdot EF_{AE,i})) * N * 10^{-6}$$

Εξίσωση 5

$$E_{HOT_{total},i} = H * ((P_{ME} \cdot LF_{ME_{HOT}} \cdot EF_{ME,i}) + (P_{AE} \cdot LF_{AE_{HOT}} \cdot EF_{AE,i})) * 10^{-6}$$

Εξίσωση 6

Όπου :

E_{ManTotal} : Σύνολο των εκπεμπόμενων αερίων σε τόνους κατά την διάρκεια μανουβρών.

E_{HotTotal} : Σύνολο των εκπεμπόμενων αερίων σε τόνους κατά την διάρκεια ελλιμενισμού.

T_m: Χρόνος κατάπλου -απόπλου.

P_{ME}: Ισχύς Κύριων Μηχανών του Πλοίου.

P_{AE}: Ισχύς Εφεδρικών Μηχανών του Πλοίου.

LF_{MEMAN}: Συντελεστής Φορτίου Κύριας μηχανής του πλοίου κατά την διάρκεια των μανουβρών.

LF_{AE MAN}: Συντελεστής Φορτίου Εφεδρικής μηχανής του πλοίου κατά την διάρκεια των μανουβρών.

LF_{MEHOT}: Συντελεστής Φορτίου Κύριας μηχανής του πλοίου κατά την διάρκεια του ελλιμενισμού.

LF_{AEHOT}: Συντελεστής Φορτίου Εφεδρικής μηχανής του πλοίου κατά την διάρκεια του ελλιμενισμού.

EF_{ME}: Συντελεστής εκπομπών Κύριας μηχανής του πλοίου.

EF_{AE}: Συντελεστής εκπομπών Εφεδρικής μηχανής του πλοίου.

N: Αριθμός εισόδων – εξόδων του πλοίου από το λιμάνι.

Σαν χρόνο κατάπλου –απόπλου (**T_m**) ορίζουμε τον χρόνο που ένα πλοίο χωρίς να είναι δεμένο εκτελεί διαδικασίες εντός λιμένα και υπολογίζεται προσεγγιστικά δεδομένου ότι τα πλοία κινούνται εντός λιμένα με σταθερή ταχύτητα (εξίσωση 7):

$$T_m = \frac{Inbound\ Speed}{D} + \frac{OutBound\ Speed}{D} + Maneuvring\ Time$$

Εξίσωση 7

Όπου :

Tm: Χρόνος κατάπλου -απόπλου.

Inbound Speed: Ταχύτητα εισόδου (Km/h)

Outbound Speed: Ταχύτητα εξόδου (Km/h)

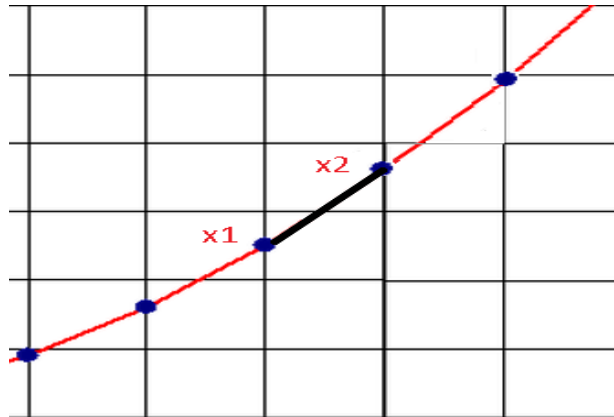
D: Απόσταση από την είσοδο του Λιμένα ως το σημείο δεσίματος.

Maneuvering Time: Χρόνος μανουβρών προσέγγισης - απόπλου.

3.2 ΑΝΑΛΥΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΕΚΤΙΜΗΣΗΣ ΤΩΝ ΕΚΠΕΜΠΟΜΕΝΩΝ ΡΥΠΩΝ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΚΙΝΗΣΗ ΤΩΝ ΠΛΟΙΩΝ ΣΕ ΑΝΟΙΧΤΕΣ ΘΑΛΑΣΣΕΣ.

Ο υπολογισμός των ρύπων που εκπέμπονται κατά την πλεύση ενός πλοίου υπολογίζεται διασπώντας την πορεία του σε μικρά ευθύγραμμα τμήματα που προσεγγίζουν όσο το δυνατόν την πραγματική πορεία του πλοίου, υπολογίζοντας του ρύπους σε κάθε ευθύγραμμο τμήμα ξεχωριστά και αθροίζοντας στο τέλος τους ρύπους για όλη την διαδρομή (Εικόνα 2).

Θεωρώντας δεδομένο ότι υπάρχουν σημεία ($x_1, x_2 \dots x_n$) που ορίζουν την πορεία του πλοίου και για κάθε σημείο είναι γνωστά τα (Lat, Lon, TimeStamp) όπου Lat το Γεωγραφικό πλάτος (latitude), Lon το Γεωγραφικό μήκος (longitude) και TimeStamp η ώρα την οποία το πλοίο βρισκόταν στο συγκεκριμένο σημείο.



Εικόνα 2 Προσέγγιση Πορείας με ευθύγραμμα τμήματα

$$E_{total,i} = T * ((P_{ME} \cdot LF_{ME} \cdot EF_{ME,i}) + (P_{AE} \cdot LF_{AE} \cdot EF_{AE,i})) * 10^{-6}$$

Όπου :

E_{Total} : Σύνολο των εκπεμπόμενων αερίων σε τόνους κατά την διάρκεια πλεύσης από σημείο X1 στο X2 (Εικόνα 2).

i: Ο τύπος του αερίου που μελετάται (NO_x, SO_x, PM, CO₂,CH₄ N₂O).

T: Χρόνος Πλεύσης (Time(X2)-Time(X1))

P_{ME}: Ισχύς Κύριων Μηχανών του Πλοίου.

P_{AE}: Ισχύς Εφεδρικών Μηχανών του Πλοίου.

LF_{ME}: Συντελεστής Φορτίου Κύριας μηχανής του πλοίου κατά την διάρκεια πλεύσης X1-X2.

LF_{AE}: Συντελεστής Φορτίου Εφεδρικής μηχανής του πλοίου κατά την διάρκεια πλεύσης X1-X2.

EF_{ME}: Συντελεστής εκπομπών Κύριας μηχανής του πλοίου κατά την πλεύση X1-X2.

EF_{ME}: Συντελεστής εκπομπών Εφεδρικής μηχανής του πλοίου κατά την πλεύση X1-X2.

Για όλα τα παραπάνω χρησιμοποιούνται δεδομένα όπως την 6.1 εκτός από τους συντελεστές φορτίου της κύριας μηχανής που υπολογίζονται ως εξής [8]:

$$LF_{ME} = \left(\frac{AS}{0,94 * MS} \right)^3$$

Όπου:

AS: Μέση Ταχύτητα Πλεύσης μεταξύ των δύο σημείων.

MS: Μέγιστη Ταχύτητα Πλοίου.

Η μέση ταχύτητα του πλοίου βρίσκεται θεωρώντας ότι το πλοίο κινείται ευθύγραμμα ομαλά μεταξύ των δυο σημείων συνεπώς

$$AS = d/T$$

Η διανυομένη απόσταση (d) για την μετάβαση από το σημείο X1 στο X2 υπολογίζεται ως:

$$d = \text{acos}(\sin(\text{latX1}) \sin(\text{latX2}) + \cos(\text{latX1}) \cos(\text{latX2}) \cos(\text{longX2} - \text{longX1})) R$$

όπου:

R : Η ακτίνα της Γής (6,371km)

LatX1: Γεωγραφικό πλάτος σημείου X1

LatX2: Γεωγραφικό πλάτος σημείου X1

LongX1: Γεωγραφικό μήκος σημείου X2

LongX2: Γεωγραφικό μήκος σημείου X2

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Στα προηγούμενα κεφάλαια παρουσιάστηκαν τόσο η προσέγγιση του προβλήματος που καλείται το πληροφοριακό σύστημα να υποστηρίξει όσο και ο τρόπος υπολογισμού των απαιτούμενων μεγεθών. Στο παρών κεφάλαιο παρουσιάζονται οι βασικές επιλογές σχεδίασης για την ανάπτυξη του πληροφοριακού μας συστήματος.

4.1 ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΕΣ ΚΑΙ ΜΗ-ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ

Οι λειτουργικές απαιτήσεις είναι στην ουσία οι λειτουργίες που επιθυμούμε το πληροφοριακό μας σύστημα να εκτελεί και οι μη λειτουργικές απαιτήσεις ο τρόπος με τον οποίο εκτελεί τις παραπάνω λειτουργίες. Οι βασικές λειτουργικές απαιτήσεις για την κατασκευή του συστήματος είναι:

1. Οργάνωση - Διαχείριση της απαιτούμενης πληροφορίας
2. Υπολογισμός Ρύπων – Αερίων Θερμοκηπίου
3. Παρουσίαση των αποτελεσμάτων
4. Εξαγωγή επιπλέον μετα-δεδομένων σχετικών με τα Αποτελέσματα και το εξεταζόμενο πρόβλημα.

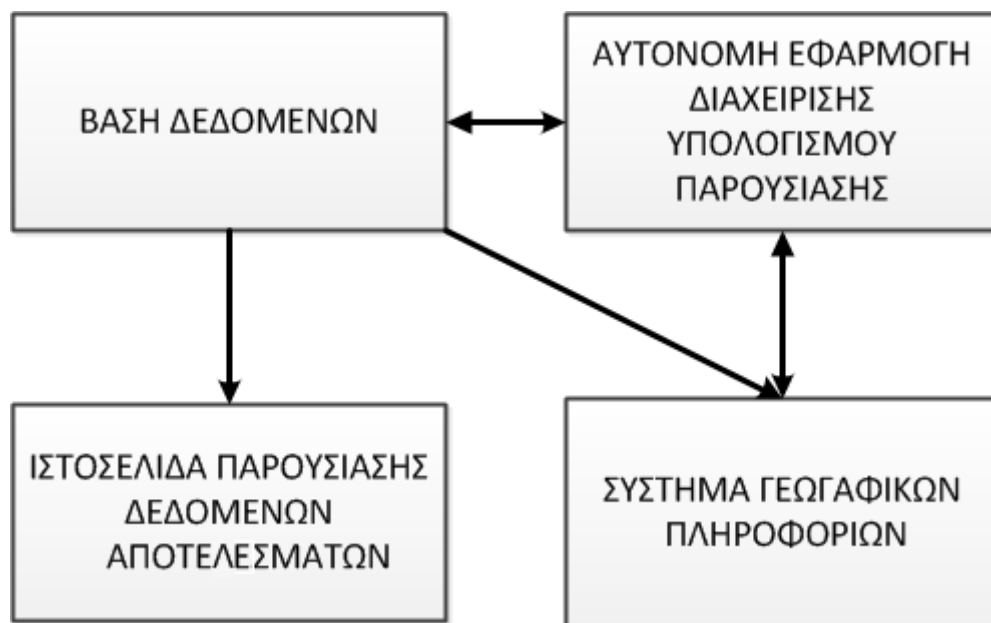
Οι λειτουργικές αυτές απαιτήσεις θα πρέπει να εναρμονίζονται με τις μη λειτουργικές απαιτήσεις του συστήματος που είναι:

1. Ευκολία στην χρήση
2. Ευελιξία – Επεκτασιμότητα
3. Φορητότητα
4. Ιδιωτικότητα της πληροφορίας
5. Συνέπεια

Οι παραπάνω απαιτήσεις αποτέλεσαν τους βασικούς πυλώνες τόσο για την σχεδίαση όσο και για την υλοποίηση του συστήματός μας.

4.2 ΔΟΜΙΚΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Τα δομικά συστατικά του πληροφοριακού συστήματος μας παρουσιάζονται σε αυτή την ενότητα. Για την αποθήκευση των δεδομένων επιλέχθηκε η υλοποίηση ενός συστήματος διαχείρισης βάσεων δεδομένων. Στην βάση δεδομένων θα αποθηκεύονται όλες οι διαθέσιμες πληροφορίες για την διεξαγωγή ερευνών. Για την εισαγωγή – επεξεργασία - προβολή των δεδομένων θα αναπτυχθεί αυτόνομη εφαρμογή η οποία θα είναι υπεύθυνη για τον υπολογισμό των απαιτούμενων μετρήσεων και την προβολή των αποτελεσμάτων. Για λόγους αποκλειστικά παρουσίασης πρωτογενών δεδομένων και αποτελεσμάτων πέραν της αυτόνομης εφαρμογής θα αναπτυχθεί επιπλέον διαδικτυακή εφαρμογή με πρόσβαση στα δεδομένα αυτά. Για τις ανάγκες του υπολογισμού ρύπων κατά την πλεύση θα υλοποιηθεί πρόσθετο σύστημα γεωγραφικών πληροφοριών στην αυτόνομη εφαρμογή. Τα δομικά συστατικά του συστήματος και ο τρόπος που αλληλεπιδρούν παρουσιάζονται στην (Εικόνα 3).



Εικόνα 3 Δομικό Διάγραμμα Συστήματος.

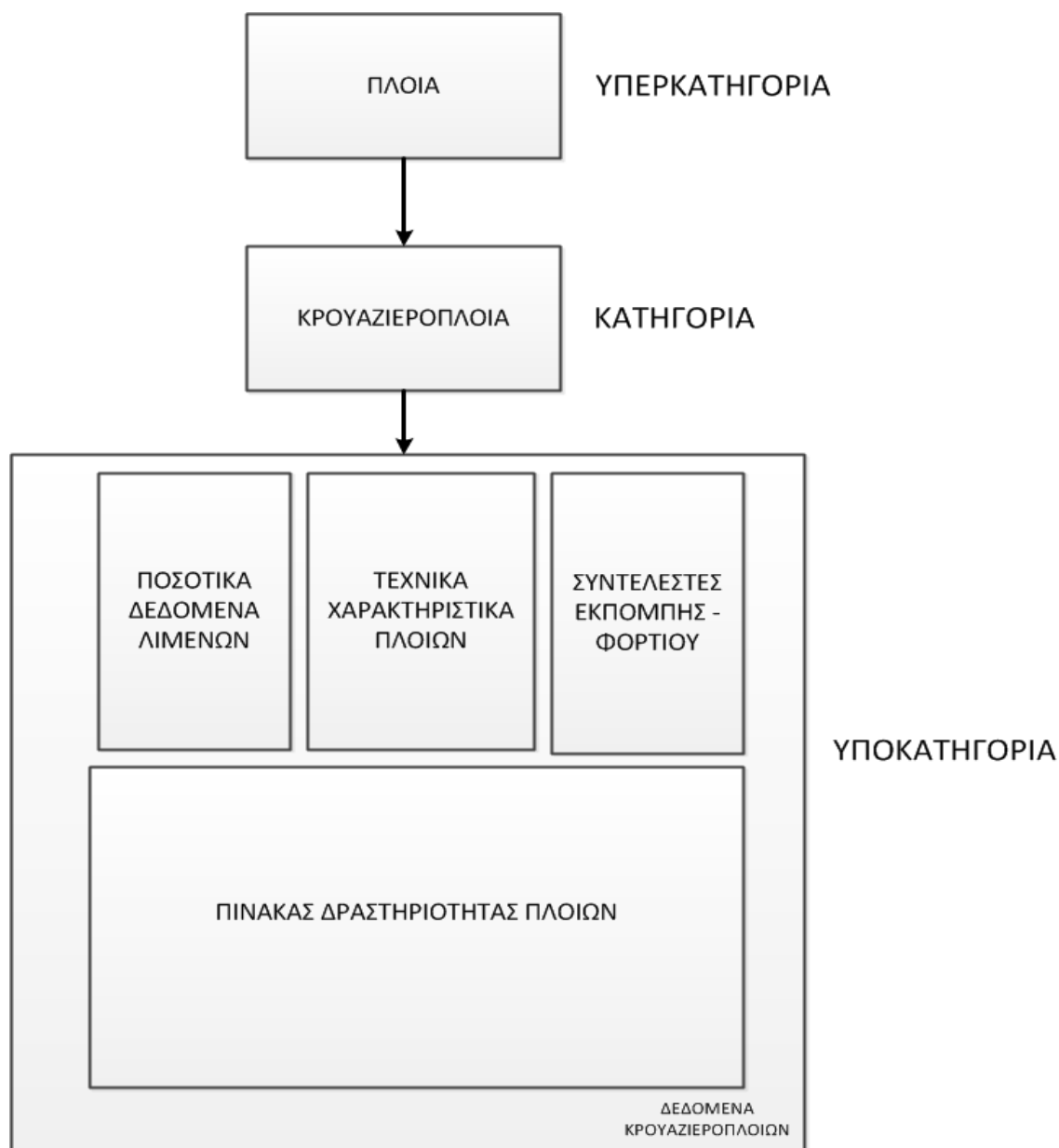
Από το σχήμα εύκολα διακρίνεται ότι και οι τρεις εφαρμογές επικοινωνούν με τη βάση δεδομένων (μονόδρομη επικοινωνία) αλλά μόνο η αυτόνομη εφαρμογή είναι ικανή να τροποποιήσει τη βάση δεδομένων (αμφίδρομη επικοινωνία). Στις παρακάτω ενότητες παρουσιάζονται οι απαιτήσεις και ο ρόλος του κάθε συστήματος ξεχωριστά.

4.2.1 Σύστημα Διαχείρισης Βάσεως Δεδομένων.

Το Σ.Δ.Β.Δ. του πληροφοριακού μας συστήματος είναι υπεύθυνο για την αποθήκευση των πληροφοριών που απαιτούνται από το σύστημα. Επιλέχτηκε να λειτουργεί σε ένα αυτόνομο εξυπηρετητή ώστε να είναι διαθέσιμο από τις υπόλοιπες εφαρμογές. Η πρόσβαση στα δεδομένα καθώς και η δυνατότητα επεξεργασίας τους εξαρτάται από το επίπεδο διαπίστευσης του χρήστη των εφαρμογών που συνδέονται με την βάση δεδομένων. Η αποθήκευση της πληροφορίας πραγματοποιείται βάση ιεραρχικής δομής, η οποία για την περίπτωση των κρουαζιερόπλοιων που αποτελεί την μελέτη εργασίας του συστήματός μας, παρουσιάζεται στην (Εικόνα 4). Στην ιεραρχική αυτή δομή αποθηκεύονται όλες οι απαιτούμενες πληροφορίες που αναφέρθηκαν στην παράγραφο 2.3. Μια Υπερκατηγορία ομαδοποιεί όλες τις κατηγορίες των μέσων, ενώ η υποκατηγορία συγκεντρώνει όλα εκείνα τα απαραίτητα δεδομένα της κατηγορίας για τον υπολογισμό των εκπομπών. Στην περίπτωση που εξετάζεται η Κατηγορία «Κρουαζιερόπλοια» ανήκει στην κατηγορία «Πλοία» και μια υποκατηγορία «Δεδομένα Κρουαζιερόπλοιων» φιλοξενεί όλα τα απαραίτητα δεδομένα.

Συνοπτικά ο πίνακας δεδομένων λιμένων αποθηκεύει τα απαιτούμενα χαρακτηριστικά των λιμένων και χρησιμοποιείται στην ομαδοποίηση των εκπομπών ανά συγκεκριμένη περιοχή. Ο πίνακας τεχνικών χαρακτηριστικών των πλοίων αποθηκεύει όλα εκείνα τα τεχνικά χαρακτηριστικά των πλοίων που είναι απαραίτητα για τον υπολογισμό των εκπομπών αλλά και επιπλέον χαρακτηριστικά χρήσιμα για μετέπειτα στατιστική ανάλυση. Ο πίνακας συντελεστών εκπομπής και φορτίου αποθηκεύει τις συγκεκριμένες παραμέτρους της υποκατηγορίας. Ο πίνακας δραστηριότητας πλοίων είναι εκείνος που αντιστοιχίζει ένα λιμένα του πίνακα λιμένων με ένα πλοίο του πίνακα τεχνικών χαρακτηριστικών πλοίων και

αποθηκεύει την ετήσια δραστηριότητα του πλοίου στο συγκεκριμένο λιμένα. Η ιεραρχία που παρουσιάζεται είναι μέρος της ευρύτερης μοντελοποίησης και αποτελεί πρότυπο για οποιαδήποτε Υπερκατηγορία-Κατηγορία απαιτηθεί. Αναλυτικές πληροφορίες επέκτασης παρουσιάζονται στο Κεφάλαιο 6.



Εικόνα 4 Ιεραρχική Δομή Αποθηκευμένης Πληροφορίας

4.2.2 Αυτόνομη Εφαρμογή Διαχείρισης – Υπολογισμού Παρουσίασης.

Η εφαρμογή αυτή αποτελεί ανεξάρτητο τμήμα του συστήματος και συνδέεται με τη βάση δεδομένων. Αποτελεί την κύρια διεπαφή του χρήστη με το σύστημα και τα δεδομένα. Επιτελεί τρεις βασικές λειτουργίες:

- 1) Διαχείριση Δεδομένων.
- 2) Εκτέλεση Υπολογισμών Εκπομπών.
- 3) Παρουσίαση Αποτελεσμάτων.

Η διαχείριση των δεδομένων αναφέρεται στην εισαγωγή, επεξεργασία και διαγραφή όλων των δεδομένων που υπάρχουν στην βάση δεδομένων. Λόγω της διαβάθμισης της πληροφορίας υλοποιήθηκαν τρία επίπεδα χρηστών με αντίστοιχες εξουσιοδοτήσεις.

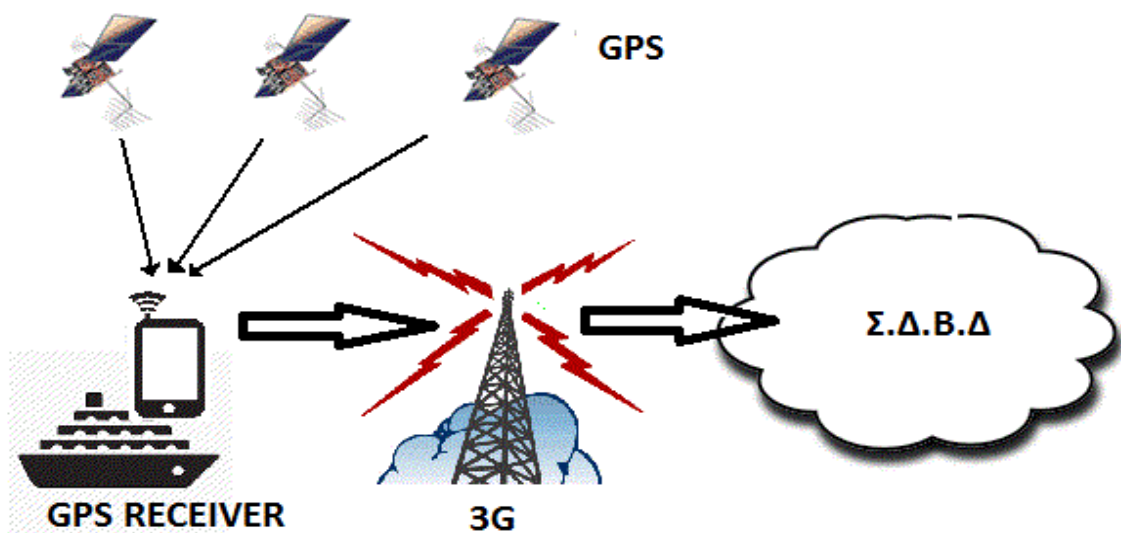
- Απλός Χρήστης: Έχει δυνατότητα πρόσβασης και τροποποίησης μόνο στον Πίνακα Δραστηριότητας τον οποίο μπορεί και να τροποποιήσει για να κάνει υπολογισμούς. Επίσης έχει δυνατότητα εμφάνισης των συντελεστών εκπομπών και φορτίου. Δεν έχει πρόσβαση σε κανένα άλλο δεδομένο.
- Μέσος Χρήστης: Έχει δυνατότητα τροποποίησης του Πίνακα δραστηριότητας και εμφάνισης μόνο των τεχνικών χαρακτηριστικών των λιμένων και της βάσεως δεδομένων των πλοίων καθώς και δυνατότητα τροποποίησης των συντελεστών εκπομπών και φορτίου.
- Διαχειριστής: Έχει απεριόριστη πρόσβαση και δυνατότητα τροποποίησης όλων των δεδομένων.

Η εκτέλεση υπολογισμών γίνεται χρησιμοποιώντας την υπολογιστική ισχύ του τερματικού του χρήστη και αφορά είτε ένα λιμένα καθ' έτος είτε συγκεντρωτικά όλους τους λιμένες της κατηγορίας ανά έτος. Αφού γίνουν οι απαραίτητοι υπολογισμοί αναλυτικά, τα δεδομένα παρουσιάζονται στον χρήστη. Η κατηγοριοποίηση γίνεται αναλυτικά για κάθε αέριο και συγκεντρωτικά τόσο για τους ρύπους όσο και για τα αέρια του θερμοκηπίου.

4.2.3 Σύστημα Γεωγραφικών Πληροφοριών.

Η αυτόνομη εφαρμογή που παρουσιάστηκε στην παράγραφο 4.2.2 έχει σαν σκοπό τον υπολογισμό των ρύπων και των αερίων του θερμοκηπίου από την δραστηριοποίηση εντός των λιμένων. Αρχικός στόχος της παρούσας εργασίας ήταν και ο υπολογισμός των αερίων αυτών κατά την πλεύση των πλοίων.

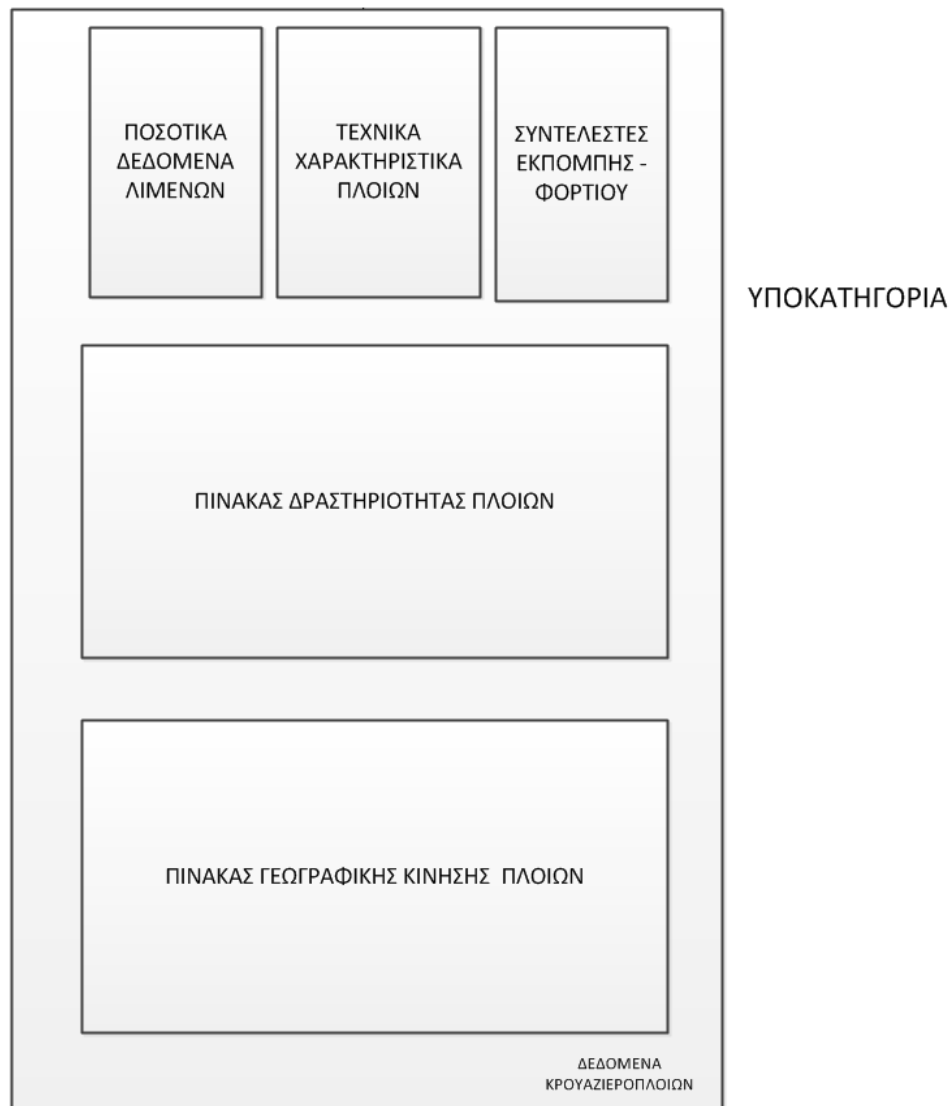
Για την εκπλήρωση της απαίτησης αυτής σχεδιάστηκε και υλοποιήθηκε σύστημα γεωγραφικών πληροφοριών. Το σύστημα αυτό έχει δύο λειτουργίες. Καταρχήν την απεικόνιση της πορείας των πλοίων σε χάρτη βάση γεωγραφικών δεδομένων που έχουν εισαχθεί στη βάση και δεύτερον τον υπολογισμό των αερίων ρύπων και αερίων θερμοκηπίου εντός σαφούς ορισμένης γεωγραφικής περιοχής. Η βάση δεδομένων τροποποιήθηκε στις «Υποκατηγορίες» όπως φαίνεται στο σχήμα ώστε να αποθηκεύει και πληροφορίες κίνησης των πλοίων (Εικόνα 6).



Εικόνα 5 Σύστημα Συλλογής Γεωγραφικών Δεδομένων Κίνησης

Δεδομένου ότι τα γεωγραφικά δεδομένα κίνησης πλοίων προέρχονται κατά κύριο λόγο από το σύστημα AIS που παρουσιάζει τα προβλήματα που αναφέρονται στην παράγραφο 2.4 σχεδιάστηκε εναλλακτικό σύστημα συλλογής γεωγραφικών δεδομένων κίνησης πλοίων. Το σύστημα συνδυάζει δεδομένα

προερχόμενα από το σύστημα GPS και δειγματοληπτόντας σημεία από την πορεία του πλοίου συνδέεται στη βάση μέσω του δικτύου 3G και τα αποθηκεύει στη βάση . Σε περιοχές που δεν υπάρχει κάλυψη δικτύου η συσκευή αποθηκεύει τα δεδομένα και τα αποστέλλει όταν βρεθεί εντός κάλυψης (Εικόνα 5).



Εικόνα 6 Ενσωμάτωση Πίνακα Γεωγραφικής Κίνησης Πλοίων στην Υποκατηγορία

4.2.4 Ιστοσελίδα Παρουσίασης Δεδομένων και Αποτελεσμάτων.

Δεδομένης της ύπαρξης τόσο σχετικά μεγάλου όγκου αλλά και δυσεύρετης πληροφορίας για την εκτέλεση των υπολογισμών κρίθηκε σκόπιμη η ανάπτυξη διεπαφής μέσω ιστοσελίδας ώστε να είναι εύκολη η πρόσβαση στα δεδομένα αυτά καθώς και στα αποτελέσματά τους. Η πρόσβαση αυτή θα διευκολύνει αντίστοιχες ή σχετικές μελέτες επί των σχετικών δεδομένων.

Η ιστοσελίδα βασίζεται σε ένα Σύστημα Διαχείρισης Περιεχομένου (CMS) και φιλοξενείται στο ίδιο υλικό με το Σ.Δ.Β.Δ, Είναι προσβάσιμη από το διαδίκτυο ενώ κατ' αντιστοιχία υπάρχουν τα ίδια επίπεδα χρηστών που περιγράφηκαν στην παράγραφο 4.2.1.

Μέσω της ιστοσελίδας είναι δυνατή η δυναμική παρουσίαση όλων των δεδομένων που χρησιμοποιούνται στους υπολογισμούς καθώς και τα αποτελέσματά τους. Η πρόσβαση στα δεδομένα γίνεται με απευθείας σύνδεση με τη βάση δεδομένων. Ο τρόπος ανάπτυξής της συμβάλλει στην αποτελεσματική διαχείριση, συντήρηση, επέκταση και χρησιμοποίηση από όλα τα σύγχρονα μέσα που μπορούν να έχουν πρόσβαση σε αυτή.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 : ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

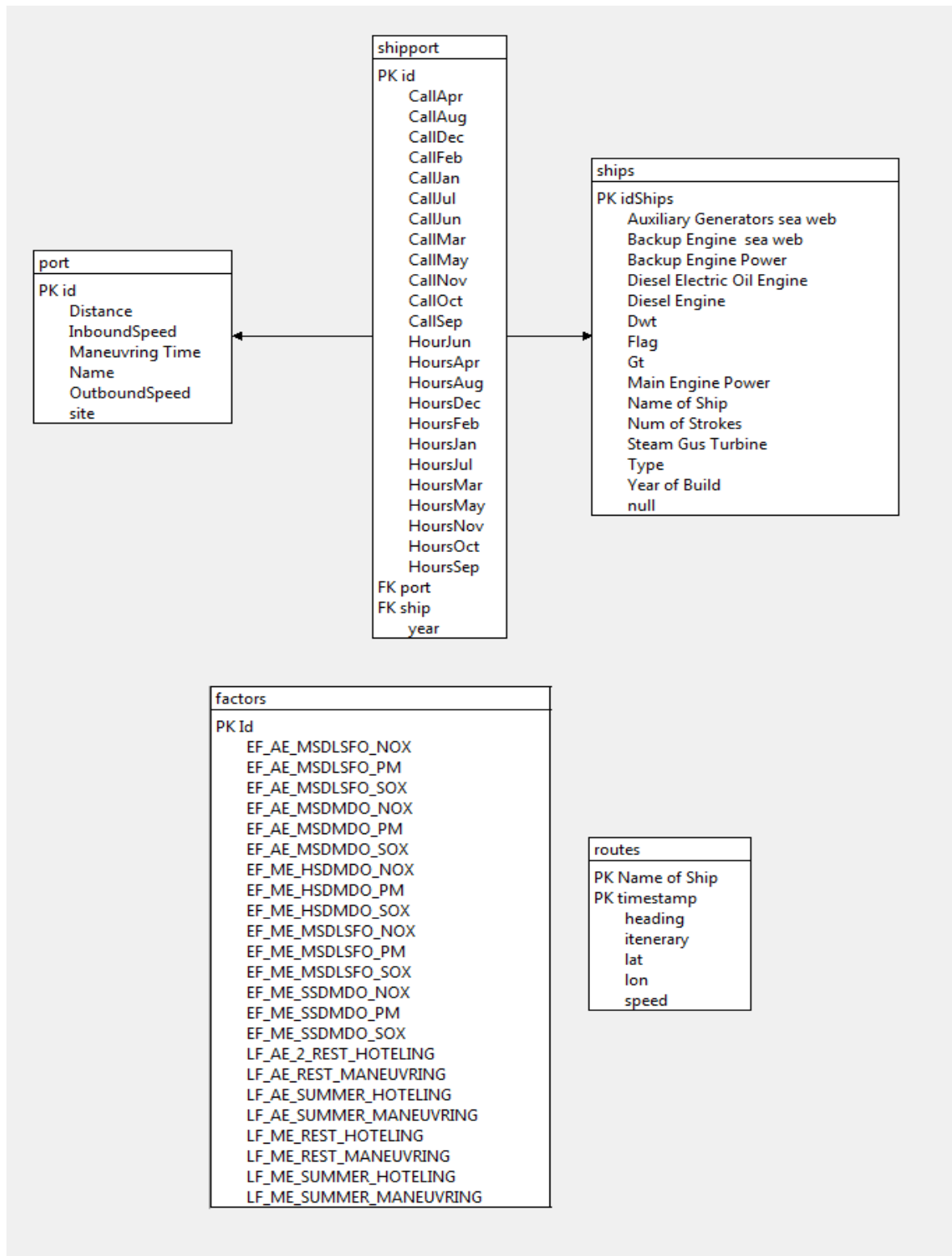
Στο παρακάτω κεφάλαιο παρουσιάζεται ο τρόπος ο οποίος υλοποιήθηκαν τα δομικά συστατικά του πληροφοριακού μας συστήματος εκπληρώνοντας τις απαιτήσεις σχεδίασης που αναφέρθηκαν στο προηγούμενο κεφάλαιο.

5.1 ΣΥΣΤΗΜΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΒΑΣΕΩΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ - ΣΥΣΤΗΜΑ ΣΥΛΛΟΓΗΣ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ ΚΙΝΗΣΗΣ.

Για τις ανάγκες υλοποίησης ενός συστήματος διαχείρισης βάσεως δεδομένων χρησιμοποιήθηκε η Mysql [9]. Η Mysql είναι ένα ανοικτού κώδικα ελεύθερο λογισμικό διαχείρισης σχεσιακών δεδομένων (RDBMS) και ανήκει στην εταιρία Oracle. Το γεγονός ότι η Mysql είναι σχεσιακή βάση δεδομένων συνεπάγεται ότι η οργάνωση των δεδομένων γίνεται σε διαφορετικούς πίνακες οι οποίοι σχετίζονται μεταξύ τους με κάποιο σαφώς ορισμένο τρόπο. Μέσα στους πίνακες οργανώνεται όλη η απαιτούμενη πληροφορία. Οι λόγοι οι οποίοι επιλέχτηκε η mysql είναι κυρίως η υψηλή απόδοση, η ευκολία στην χρήση (SQL), η υποστήριξη από την πλειονότητα των γλωσσών προγραμματισμού, και η μεταφερσιμότητα. Επιπλέον υποστηρίζει και υποστηρίζεται από το σύστημα διαχείρισης περιεχόμενου που αναπτύχθηκε και παρουσιάζεται στην παράγραφο 5.4.

Κάθε κατηγορία πλοίων εισάγεται σε ξεχωριστό σχήμα της βάσης. Το σχήμα της βάσης που χρησιμοποιήθηκε για τα κρουαζιερόπλοια παρουσιάζεται στην (Εικόνα 7). Ο πίνακας «port» αποθηκεύει τα δεδομένα των λιμένων, ο πίνακας «ship» αποθηκεύει τα χαρακτηριστικά των πλοίων, ενώ ο πίνακας «shipport» αποθηκεύει την δραστηριότητα ενός συγκεκριμένου πλοίου του πίνακα ships σε ένα συγκεκριμένο λιμάνι του πίνακα port για ένα συγκεκριμένο έτος 'year'. Ο πίνακας «factors» αποθηκεύει τους συντελεστές φορτίου και εκπομπών για τις διάφορες περιπτώσεις που έχουν ήδη αναφερθεί. Κάθε γραμμή του συγκεκριμένου πίνακα αποθηκεύει όλους του απαιτούμενους συντελεστές για τον υπολογισμό των επιλεγμένων ρύπων ή αερίων του θερμοκηπίου συνεπώς είναι

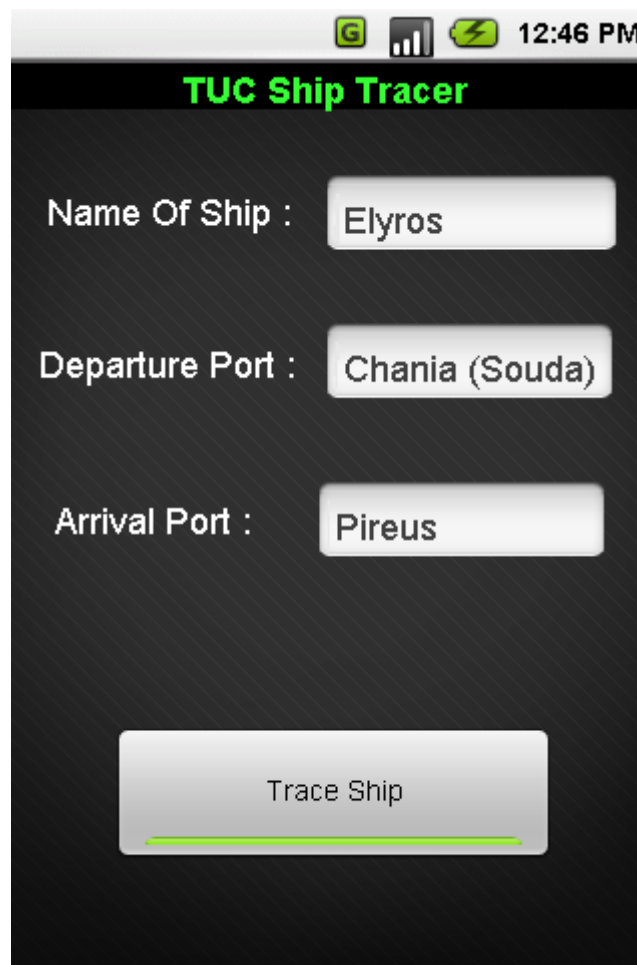
δυνατή η αποθήκευση περισσότερων του ενός προφίλ συντελεστών για κάθε κατηγορία και η μετέπειτα χρησιμοποίησή τους στους υπολογισμούς.



Εικόνα 7. Σύστημα Συλλογής Γεωγραφικών Πληροφοριών Κίνησης

Ο πίνακας «routes» χρησιμοποιείται από το σύστημα γεωγραφικών πληροφοριών που αναπτύχθηκε. Σε αυτόν είτε εισάγονται απευθείας δεδομένα συστήματος AIS είτε χρησιμοποιείται το σύστημα συλλογής γεωγραφικών πληροφοριών κίνησης μεταφορικών μέσων που σχεδιάστηκε και αναπτύχθηκε στην παρούσα εργασία και λειτουργεί ως εξής :

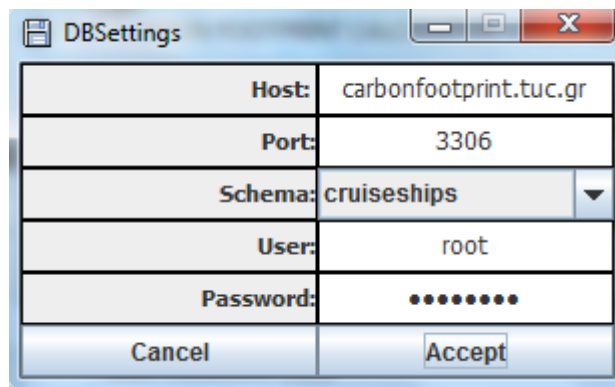
Σε μία κοινή συσκευή (phone , tablet) με ενσωματωμένο δέκτη GPS και σύνδεση με το κινητό δίκτυο δεδομένων (LTE | 4g | 3g | GPRS) εκτελείται μια java εφαρμογή που αναπτύξαμε η οποία κάνει δειγματοληψία σταθερού χρόνου στο δέκτη GPS και συλλέγει πληροφορίες πραγματικού χρόνου και γεωγραφικών συντεταγμένων. Αν υπάρχει διαθέσιμο δίκτυο την στιγμή εκείνη η εφαρμογή συνδέεται με τη βάση δεδομένων και καταχωρεί τα στοιχεία στη βάση με το προκαθορισμένο δρομολόγιο και όνομα του πλοίου το οποίο έχει καταχωρηθεί από τον χρήστη κατά την επιβίβασή του στο πλοίο. Αν δεν υπάρχει διαθέσιμο δίκτυο η εφαρμογή αποθηκεύει τα δεδομένα σε ένα προσωρινό χώρο αποθήκευσης και συνεχίζει τη συλλογή και αποθήκευση καινούριων δεδομένων. Ανά τακτά διαστήματα ελέγχει για την ύπαρξη δικτύου και στην περίπτωση που βρεθεί εντός δικτύου αποθηκεύει στη βάση δεδομένων του συστήματος τα προσωρινά δεδομένα και τα διαγράφει από την συσκευή. Η εφαρμογή εκτελείται στο παρασκήνιο και αλληλεπιδρά με τον χρήστη μόνο κατά την έναρξή της στην οποία ζητά να καταχωρηθεί το δρομολόγιο και το όνομα του πλοίου και στην περίπτωση που υπάρχει απώλεια του σήματος GPS. Το γραφικό περιβάλλον της εφαρμογής παρουσιάζεται στην (Εικόνα 8).



Εικόνα 8 Εφαρμογή Συλλογής Γεωγραφικών Πληροφοριών Κίνησης

5.2 ΑΥΤΟΝΟΜΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ – ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗΣ.

Η αυτόνομη εφαρμογή διαχείρισης υπολογισμού και παρουσίασης αναπτύχθηκε εξ' ολοκλήρου χρησιμοποιώντας τη γλώσσα προγραμματισμού JAVA. Η γλώσσα Java χρησιμοποιήθηκε λόγω της ικανότητας εκτέλεσής της σε εικονική μηχανή ανεξάρτητα του λειτουργικού συστήματος που χρησιμοποιείται, γεγονός που ελαχιστοποιεί τους περιορισμούς χρήσης του προγράμματος. Η σύνδεση με την βάση δεδομένων υλοποιήθηκε με τη χρήση του MySQL Connector/J. Κατά την έναρξη του προγράμματος ο χρήστης καλείται να προσδιορίσει τα δεδομένα που πρόκειται να προσπελάσει και παρουσιάζονται στην (Εικόνα 9).

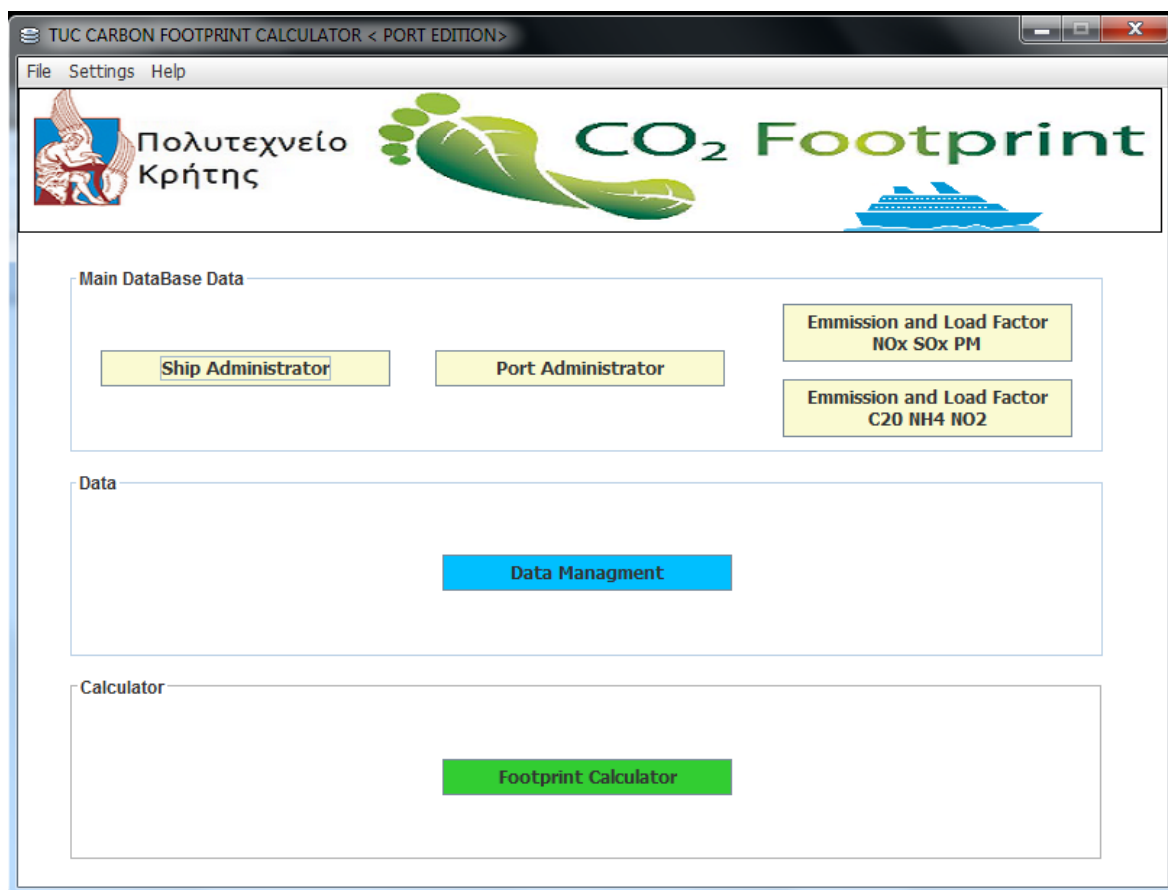


Εικόνα 9 Καθορισμός Παραμέτρων Σύνδεσης Βάσης Δεδομένων

Μετά την επιλογή των παραμέτρων σύνδεσης με τη Βάση Δεδομένων του Προγράμματος εμφανίζεται το κύριο παράθυρο της εφαρμογής (Εικόνα 10). Υπάρχουν τρία βασικά πεδία εντός του κυρίου παραθύρου. Το πεδίο Main Database Data αφορά τα κύρια δεδομένα υπολογισμού που είναι τα χαρακτηριστικά των λιμανιών των πλοίων και οι συντελεστές εκπομπής. Το πεδίο Data αφορά τα δεδομένα που θα εισάγονται από τους ερευνητές για τον υπολογισμό των εκπομπών και αφορούν τις δραστηριότητες πλοίων εντός λιμένων. Το πεδίο Calculator αφορά τον υπολογισμό των ρύπων και αερίων αφού τα προηγούμενα δεδομένα έχουν εισαχθεί επιτυχώς στην βάση δεδομένων.

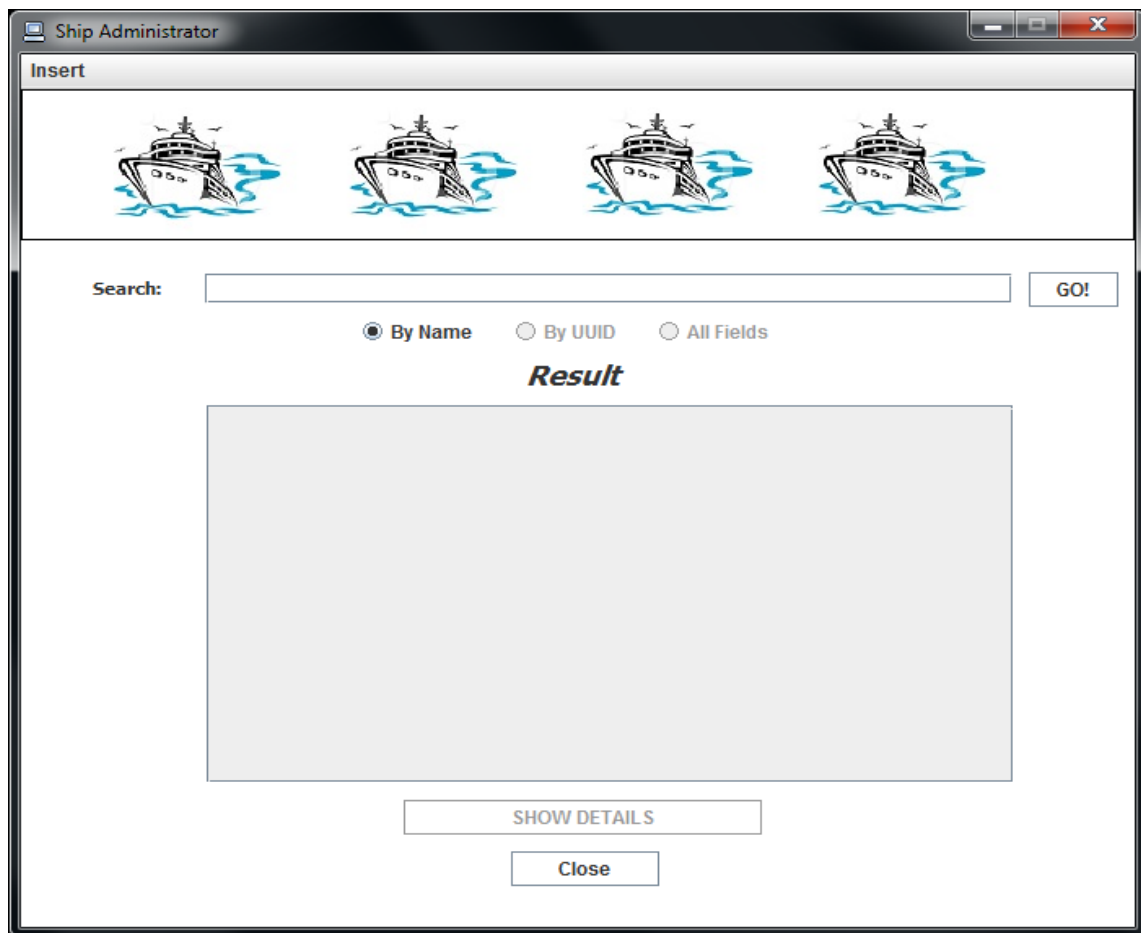
5.2.1 Main Database Data

Στο πεδίο αυτό εμφανίζονται οι επιλογές Ship Administrator, Port Administrator και Emission and Load Factor. Επιλέγοντας το Ship Administrator εμφανίζεται παράθυρο στο οποίο ο χρήστης δύναται να δει όλα τα πλοία με τα χαρακτηριστικά τους, της κατηγορίας που έχει επιλέξει στην αρχικοποίηση του προγράμματος (Εικόνα 11). Υπάρχουν διάφορες επιλογές για τα κριτήρια που χρησιμοποιούνται στην αναζήτηση ενός συγκεκριμένου πλοίου. Υπάρχει επίσης δυνατότητα εισαγωγής νέου πλοίου ή τροποποίησης των χαρακτηριστικών ενός υπάρχοντος ή οριστικής διαγραφής ενός πλοίου. Κατά την εισαγωγή ή τροποποίηση των χαρακτηριστικών των πλοίων πραγματοποιείται έλεγχος ορθότητας των δεδομένων και σε αντίθετη περίπτωση εμφανίζεται αντίστοιχο μήνυμα λάθους στον χρήστη.

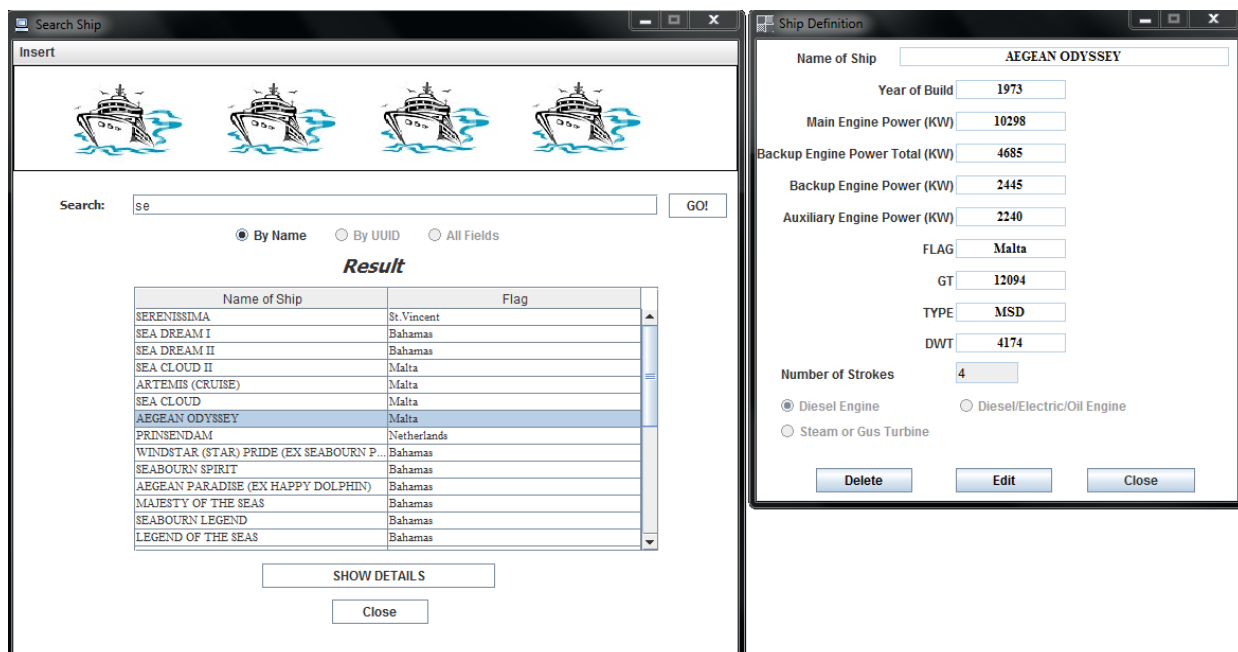


Εικόνα 10 Κύριο Παράθυρο Εφαρμογής

Η εισαγωγή νέου πλοίου γίνεται επιλέγοντας το Insert στο κύριο παράθυρο αναζήτησης πλοίου ενώ η εμφάνιση, η τροποποίηση των χαρακτηριστικών ενός υπάρχοντος πλοίου ή η διαγραφή του γίνεται επιλέγοντας το επιθυμητό πλοίο και πατώντας το Show Details (Εικόνα 12). Τα παραπάνω παράθυρα αποτελούν το γραφικό περιβάλλον της διαχείρισης του πίνακα Ships της βάσης δεδομένων μας όπως αυτή παρουσιάστηκε στην προηγούμενη ενότητα. Σε περίπτωση διαγραφής πλοίου για το οποίο έχουν καταχωρηθεί είτε δεδομένα δραστηριότητας λιμένων ή γεωγραφικών δεδομένων ο χρήστης ενημερώνεται και στη συνέχεια γίνεται διαγραφή και των σχετικών με το πλοίο δεδομένων.



Εικόνα 11 Κύριο Παράθυρο Διαχείρισης Πλοίου



Εικόνα 12 Παράθυρα Αναζήτησης και Διαχείρισης Χαρακτηριστικών Πλοίου

Επιλέγοντας το Port Administrator εμφανίζεται παράθυρο στο οποίο ο χρήστης δύναται να δει όλα τα λιμάνια με τα χαρακτηριστικά τους, της κατηγορίας που έχει επιλέξει στην αρχικοποίηση του προγράμματος (Εικόνα 13). Η αναζήτηση των λιμένων γίνεται βάση του ονόματός τους ή της περιοχής που βρίσκονται. Υπάρχει επίσης δυνατότητα εισαγωγής νέου λιμένα ή τροποποίησης των χαρακτηριστικών ενός υπάρχοντος ή οριστικής διαγραφής ενός λιμένα. Η εισαγωγή νέου λιμένα πραγματοποιείται επιλέγοντας την επιλογή Insert, ενώ για τη διαγραφή ή την τροποποίηση ενός λιμένα απαιτείται η επιλογή των Delete Port και Edit Port αντίστοιχα. Κατά την εισαγωγή ή τροποποίηση των χαρακτηριστικών των λιμένων πραγματοποιείται έλεγχος ορθότητας των δεδομένων και σε αντίθετη περίπτωση εμφανίζεται αντίστοιχο μήνυμα λάθους στον χρήστη. Το παραπάνω παράθυρο αποτελεί το γραφικό περιβάλλον της διαχείρισης του πίνακα Ports της βάσης δεδομένων μας όπως αυτή παρουσιάστηκε στην προηγούμενη ενότητα. Σε περίπτωση διαγραφής λιμένα για το οποίο έχουν καταχωρηθεί δεδομένα δραστηριότητας λιμένων, ο χρήστης ενημερώνεται και στη συνέχεια γίνεται διαγραφή των σχετικών με το λιμάνι και τις δραστηριότητές του δεδομένων.

Επιλέγοντας το Emission and Load Factor εμφανίζονται παράθυρα για την διαχείριση των συντελεστών φορτίου και εκπομπής τόσο των αερίων ρύπων όσο και των αερίων του θερμοκηπίου αντίστοιχα (Εικόνα 14). Υπάρχει δυνατότητα επεξεργασίας των συντελεστών επιλέγοντας το Edit. Κατά την τροποποίηση των συντελεστών πραγματοποιείται έλεγχος ορθότητας των δεδομένων και σε αντίθετη περίπτωση εμφανίζεται αντίστοιχο μήνυμα λάθους στον χρήστη. Επισημαίνεται ότι οι συντελεστές φορτίου είναι ανεξάρτητοι από τον τύπο των αερίων συνεπώς τυχόν αλλαγή τους για μία ομάδα αερίων επηρεάζει άμεσα και τους συντελεστές των υπόλοιπων ομάδων αερίων. Το παραπάνω παράθυρο αποτελεί το γραφικό περιβάλλον της διαχείρισης του πίνακα Factors της βάσης δεδομένων μας όπως αυτή παρουσιάστηκε στην προηγούμενη ενότητα.

Port Administrator

Insert

Search:

Name
Chania (Souda)
Corfu

Port Definition

Port Name :

Distance in Port	<input type="text" value="1.3"/>	Km
Inbound Speed	<input type="text" value="5"/>	Knots
Outbound Speed	<input type="text" value="8"/>	Knots
Maneuvring time	<input type="text" value="9"/>	min
Tm	<input type="text" value="0.37813175"/>	Hours

Εικόνα 13. Παράθυρο Διαχείρισης Λιμένων

5.2.2 Data

Συνεχίζοντας, στο πεδίο Data υπάρχει η επιλογή Data Management η οποία εμφανίζει το παράθυρο επεξεργασίας ετήσιας δραστηριότητας ενός πλοίου σε ένα λιμένα (Εικόνα 15). Ο χρήστης αφού επιλέξει το λιμάνι του ενδιαφέροντος και το πλοίο από τα ήδη καταχωρημένα στην βάση, επιλέγει το έτος αναφοράς. Αν υπάρχουν καταχωρήσεις για τον παραπάνω συνδυασμό εμφανίζονται και ο χρήστης μπορεί να τις επεξεργαστεί. Αν δεν υπάρχουν καταχωρήσεις δημιουργείται νέο αρχείο καταγραφής και ο χρήστης εισάγει τα δεδομένα. Στο

χρήστη δίνεται επίσης και η δυνατότητα διαγραφής του αρχείου δραστηριοτήτων. Το παραπάνω παράθυρο αποτελεί το γραφικό περιβάλλον της διαχείρισης του πίνακα Factors της βάσης δεδομένων μας όπως αυτή παρουσιάστηκε στην προηγούμενη ενότητα.

Emission factor of Main Engine (g/KWH-1)			
	NOx	SOx	PM
SSD/MDO	13.6	4.1	0.9
MSD/LSFO	11.2	6.6	2.4
HSD/MDO	9.6	4.5	0.9

Emission factor of Auxiliary Engine (g/KWH-1)			
	NOx	SOx	PM
MSD/MDO	13.9	4.3	0.3
MSD/LSFO	14.7	6.5	0.8

Load factor of Main Engine		
	Summer	Rest Year
Maneuvring	0.2	0.2
Hotelling	0	0

Load Factor of Auxialliary Engine		
	Summer	Rest Year
Maneuvring	0.75	0.6
Hoteling	0.6	0.3

Edit
Close

Εικόνα 14 Παράθυρο Επεξεργασίας Συντελεστών Εκπομπής – Φορτίου

5.2.3 Calculator

Στο πεδίο αυτό υλοποιείται το υπολογιστικό τμήμα της εφαρμογής μας. Ο χρήστης επιλέγοντας το footprint calculator οδηγείται στο παράθυρο που φαίνεται στην (Εικόνα 16). Εκεί γίνεται η επιλογή του λιμένα ενδιαφέροντος και του αντίστοιχου έτους. Στους δυο πίνακες εμφανίζονται οι ετήσιες δραστηριότητες κάθε πλοίου στον λιμένα για ολόκληρο το έτος καθώς και οι

Year Report

Select Port

Name:

Name
Piraeus
Rhodes
Santorini
Thessaloniki
Volos

Select Ship

Name:

Name of Ship	Flag
COSTA DELIZIOSA	Italy
MSC MAGNIFICA	Panama
NIEUW AMSTERDAM	Netherlands
QUEEN ELIZABETH	Bermuda

Select Year

2013

Port: **Piraeus** Ship: **COSTA DELIZIOSA** Year: **2013**

Year Definition

	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
HOURS IN PORT	6	0	0	6	6	12	12	12	12	6	12	7
NUMBER OF CALLS	1	0	0	1	1	2	2	2	2	1	2	1

Εικόνα 15 Παράθυρο Επεξεργασίας Ετήσιας Δραστηριότητας Πλοίων

Port and Year Selection for cruiseships



Select Port: **Piraeus** Year: **2013**

Name of Ship	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Hours in Port												
AEGEAN ODYSSEY	0.0	0.0	0.0	62.0	0.0	60.0	14.0	65.0	59.0	14.0	0.0	0.0
AEGEAN PARADISE (EX HAP...	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.0	10.0	5.0	25.0	0.0	0.0	0.0
AIDAAURA	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.0	0.0	9.0	0.0	0.0	0.0	0.0
AIDADIVA	0.0	0.0	0.0	8.0	16.0	16.0	24.0	16.0	16.0	16.0	10.0	0.0
AIDAMAR	0.0	9.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.0	0.0	0.0
ARCADIA	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.0	11.0	0.0
ARTANIA	0.0	0.0	0.0	7.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.0	0.0
ARTEMIS (CRUISE)	0.0	0.0	44.0	89.833	24.0	0.0	55.0	94.25	36.0	54.25	41.5	0.0
ASTOR	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	22.0	16.0	0.0
ASUKA II	0.0	0.0	0.0	0.0	15.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Total Hours:	8908.549											
Number of Calls												
AEGEAN ODYSSEY	0	0	0	1	0	1	1	5	1	1	0	0
AEGEAN PARADISE (EX HAP...	0	0	0	0	0	2	2	1	1	5	0	0
AIDAAURA	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0
AIDADIVA	0	0	0	1	2	2	3	2	2	2	1	0
AIDAMAR	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
ARCADIA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
ARTANIA	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0
ARTEMIS (CRUISE)	0	0	1	2	1	0	1	2	2	2	1	0
ASTOR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0
ASUKA II	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Total Calls:	711.0											

Εικόνα 16 Παράθυρο Επιλογής Δεδομένων Υπολογισμού Εκπομπών Αερίων

συνολικές κλήσεις και ώρες ελλιμενισμού των πλοίων. Ο χρήστης εν συνεχεία καλείται να επιλέξει την οικογένεια αερίων τις οποίες επιθυμεί να υπολογίσει οπότε και οδηγείται σε αντίστοιχο παράθυρο όπως αυτό παρουσιάζεται στην (Εικόνα 17). Στο παράθυρο αυτό εμφανίζονται οι συγκεντρωτικές εκπομπές της οικογένειας αερίων που έχει επιλεγεί καθώς και οι συγκεντρωτικές εκπομπές ανά τύπο αερίου ανά μήνα καθώς και οι συνολικές εκπομπές ανά τύπο αερίου για όλο το έτος. Για κάθε αέριο της επιλεγμένης οικογένειας εμφανίζεται μια ξεχωριστή καρτέλα στο παράθυρο η οποία φαίνεται και στην (Εικόνα 18). Στην καρτέλα αυτή γίνεται διαχωρισμός ανά δραστηριότητα ανά πλοίο και ανά μήνα και παρουσιάζονται αναλυτικά τα αποτελέσματα. Στο παράθυρο αυτό υπάρχει επίσης και η επιλογή εξαγωγής των συγκεντρωτικών αποτελεσμάτων σε λογιστικό φύλλο για τη μετέπειτα χρήση – επεξεργασία των δεδομένων. Η ενέργεια αυτή πραγματοποιείται επιλέγοντας το κουμπί «Export in Excel» στο κάτω μέρος του παραθύρου.

Total NOx											
Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
5.478	2.362	12.357	40.995	62.155	92.274	105.339	122.325	64.989	89.023	35.986	3.495
Total NOx											636.778

Total SOx											
Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
2.39	1.068	4.807	14.898	25.427	37.26	43.771	50.008	26.373	35.628	14.688	1.59
Total SOx											257.908

Total PM											
Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
0.342	0.155	0.592	1.623	3.265	4.506	5.457	6.118	3.403	4.468	1.898	0.238
Total PM											32.065

Total											
Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
8.21	3.585	17.756	57.516	90.847	134.04	154.567	178.451	94.765	129.119	52.572	5.323
Total Emissions											926.751

Export in Excel

Close

Εικόνα 17 Παράθυρο Υπολογισμού Εκπεμπόμενων Αερίων Λιμένα (1)

Results Piraeus 2013 cruiseships													
Total	NOx	SOx	PM										
Name of Ship	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	
Maneuvring													
AEGEAN ODYSSEY	0.0	0.0	0.0	0.029	0.0	0.034	0.034	0.171	0.029	0.029	0.0	0.0	
AEGEAN PARADISE (EX HAPPY ...	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.093	0.093	0.047	0.04	0.201	0.0	0.0	
AIDAAURA	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.069	0.0	0.069	0.0	0.0	0.0	0.0	
AIDADIVA	0.0	0.0	0.0	0.08	0.16	0.181	0.272	0.181	0.16	0.16	0.08	0.0	
AIDAMAR	0.0	0.08	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.08	0.0	0.0	
ARCADIA	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.151	0.151	0.0	
ARTANIA	0.0	0.0	0.0	0.133	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.133	0.0	
ARTEMIS (CRUISE)	0.0	0.0	0.005	0.009	0.005	0.0	0.005	0.011	0.009	0.009	0.005	0.0	
Total NOx Maneuvring													
Total	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	
NoxMan	0.874	0.349	1.613	4.286	7.71	7.868	8.859	10.171	8.762	10.69	4.625	0.63	
Hoteling													
AEGEAN ODYSSEY	0.0	0.0	0.0	1.211	0.0	2.344	0.547	2.54	1.153	0.274	0.0	0.0	
AEGEAN PARADISE (EX HAPPY ...	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.543	0.543	0.271	0.136	0.678	0.0	0.0	
AIDAAURA	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.608	0.0	0.608	0.0	0.0	0.0	0.0	
AIDADIVA	0.0	0.0	0.0	0.353	0.706	1.412	2.118	1.412	0.706	0.706	0.441	0.0	
AIDAMAR	0.0	0.419	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.441	0.0	0.0	
ARCADIA	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.971	0.971	0.0	
ARTANIA	0.0	0.0	0.0	0.796	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.138	0.0	
ARTEMIS (CRUISE)	0.0	0.0	0.147	0.299	0.08	0.0	0.367	0.628	0.12	0.181	0.138	0.0	
Total NOx Hoteling													
Total	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	
NoxHot	4.604	2.013	10.744	36.709	54.445	84.406	96.48	112.154	56.227	78.333	31.361	2.865	
Close													

Εικόνα 18 Παράθυρο Υπολογισμού Εκπεμπόμενων Αερίων Λιμένα (2)

5.3 ΣΥΣΤΗΜΑ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ.

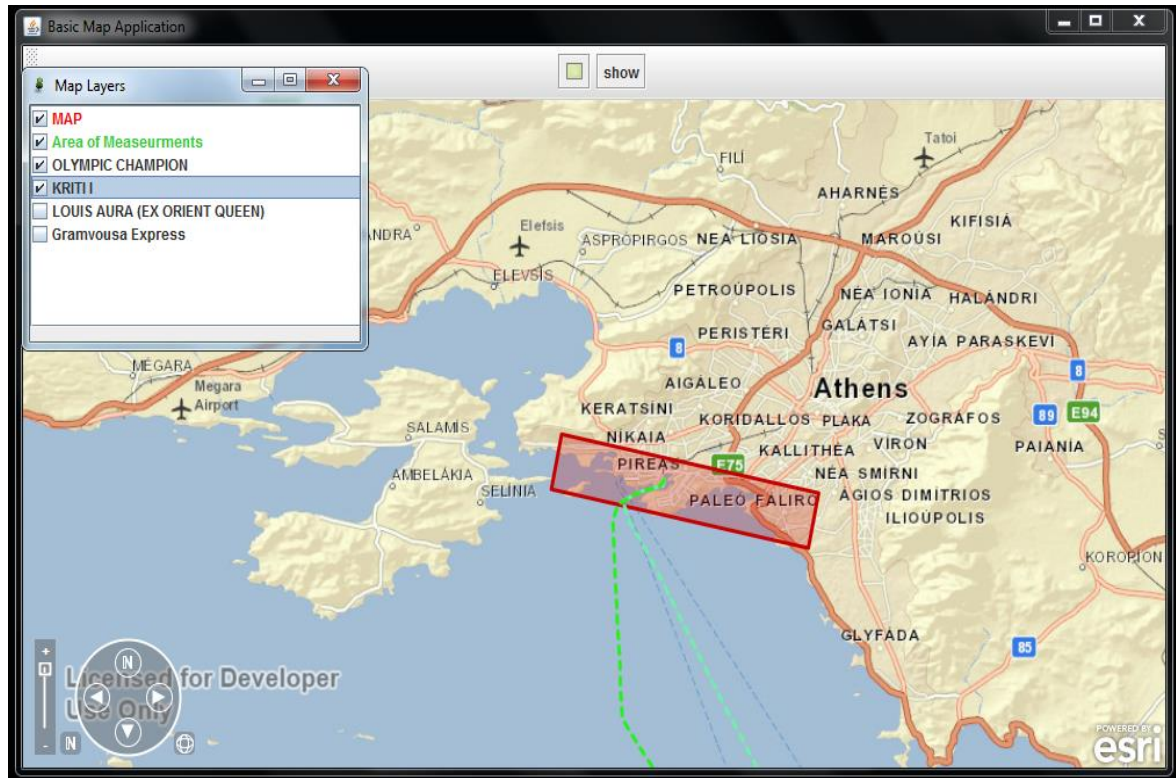
Η υλοποίηση του συστήματος γεωγραφικών πληροφοριών και του συστήματος υπολογισμού ρύπων καθορισμένης περιοχής έγινε χρησιμοποιώντας τη γλώσσα προγραμματισμού Java. Έγινε χρήση του ArcGIS SDK (<https://developers.arcgis.com/java/>) ενώ σαν βάση χρησιμοποιήθηκε ένας παγκόσμιος χάρτης της εταιρίας ESRI (<http://www.esri.com/>). Το αποτέλεσμα παρουσιάζεται στην Εικόνα 19.

Το σύστημα ενσωματώνει δυνατότητες τόσο περιστροφής όσο και εστίασης (zoom) για την εύρεση της επιθυμητής από το χρήστη περιοχής. Το σύστημα αντλεί της πληροφορίες του από τον πίνακα «routes» της βάσης δεδομένων, στην οποία έχουν εισαχθεί δεδομένα κίνησης πλοίων είτε από συστήματα AIS είτε από την εφαρμογή συλλογής γεωγραφικών πληροφοριών που αναπτύχθηκε και παρουσιάστηκε στην παράγραφο 5.1.

Η απεικόνιση της πληροφορίας γίνεται μέσω πολλαπλών επιπέδων «Layers». Το βασικό επίπεδο είναι αυτό που απεικονίζει τον χάρτη, ενώ εν συνεχεία εμφανίζεται ένα διαφορετικό επίπεδο για κάθε καταχωρημένο δρομολόγιο πλοίου. Το ανώτερο επίπεδο αποτελείται από την περιοχή μετρήσεων που εισάγεται από τον χρήστη. Ο χρήστης επιλέγει τα επίπεδα που τον ενδιαφέρουν για την διεξαγωγή της μέτρησης από τα διαθέσιμα που βρίσκονται στο παράθυρο «Map Layers» και εν συνεχεία σχεδιάζει την περιοχή ενδιαφέροντος που επιθυμεί να διεξάγει την μέτρηση εκπομπής ρύπων. Όλα τα επιλεγμένα επίπεδα εμφανίζονται στο χάρτη με πορείες ξεχωριστού χρώματος η καθεμία και συμπεριλαμβάνονται στον υπολογισμό του τελικού αποτελέσματος. Υπάρχει η δυνατότητα επιλογής περισσότερων της μιας περιοχών ενδιαφέροντος. Στην περίπτωση αυτή το αποτέλεσμα εκπομπής ρύπων είναι το άθροισμα των εκπεμπόμενων ρύπων των διακριτών περιοχών. Το σχήμα της περιοχής μετρήσεων έχει καθοριστεί σε ορθογώνιο παραλληλόγραμμο του οποίου οι διαστάσεις και η θέση καθορίζονται από τον χρήστη.

Το σύστημα υπολογισμού του γεωγραφικού συστήματος μετά την επιλογή των περιοχών ενδιαφέροντος από το χρήστη, εξάγει με βάση τις συντεταγμένες

όλες τις πορείες των πλοίων που εμπεριέχονται στην περιοχή μετρήσεων. Εν συνεχεία με βάση την διαδικασία υπολογισμού που παρουσιάστηκε στο Κεφάλαιο 3 υπολογίζονται οι παραγόμενοι ρύποι για κάθε πλοίο ξεχωριστά και στην συνέχεια αθροίζονται και παρουσιάζονται στο χρήστη.

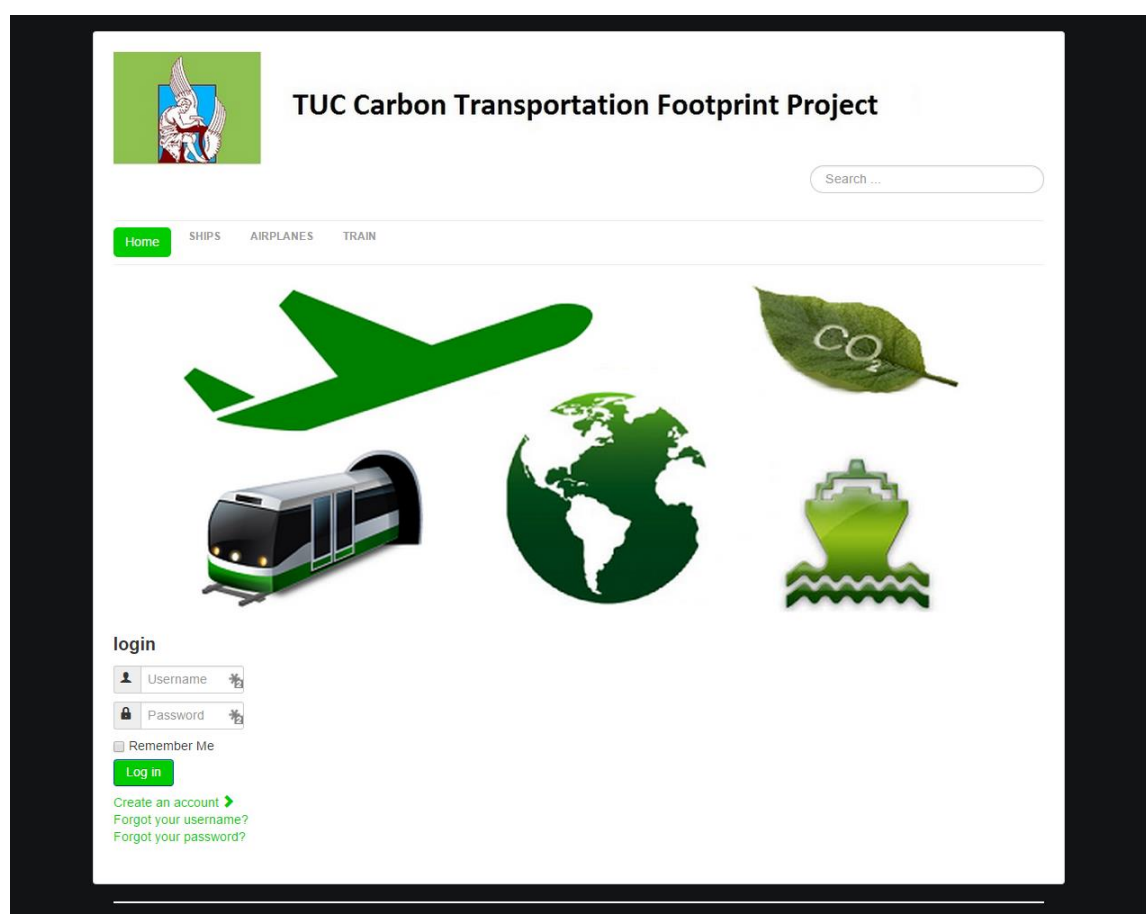


Εικόνα 19 Ορισμός Περιοχής Μετρήσεων Ενδιαφέροντος

5.4 ΙΣΤΟΣΕΛΙΔΑ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΚΑΙ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ.

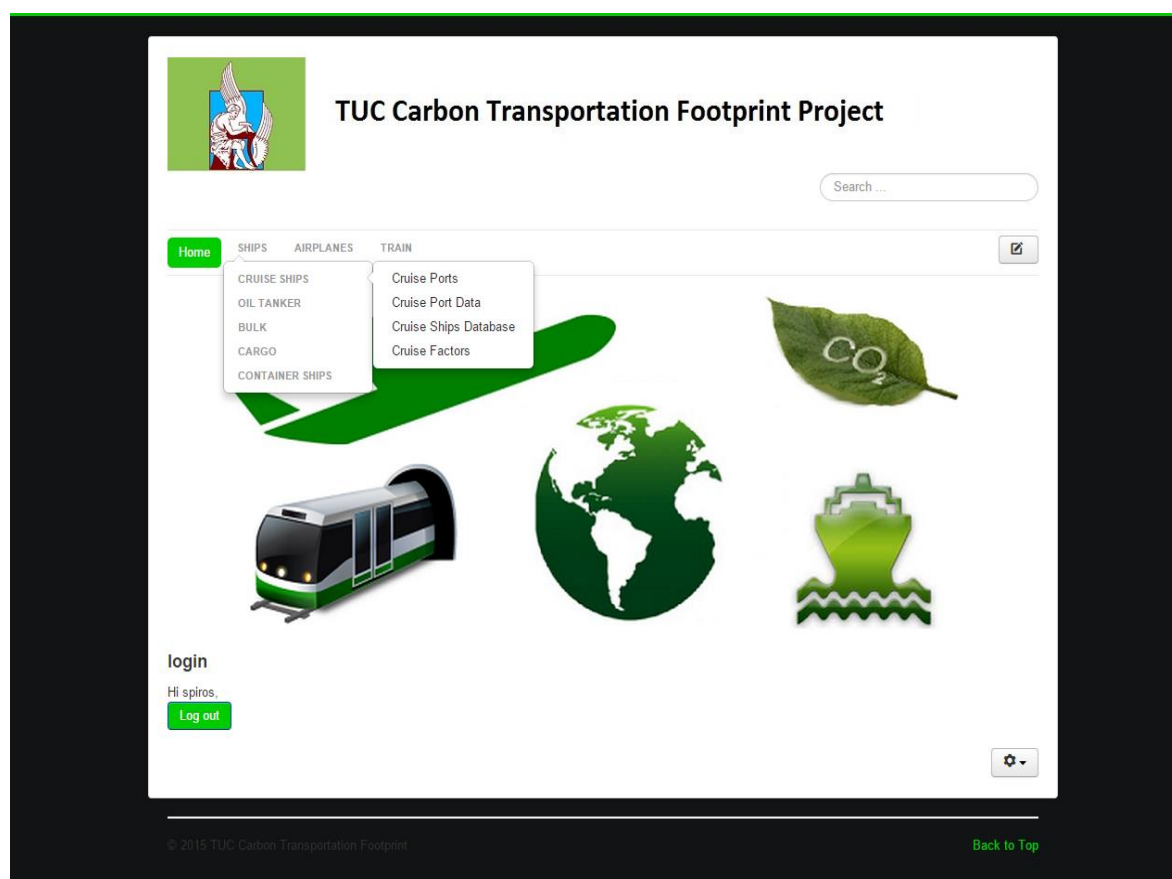
Η ιστοσελίδα παρουσίασης δεδομένων αναπτύχθηκε χρησιμοποιώντας σαν βάση το σύστημα διαχείρισης περιεχομένου Joomla και φιλοξενείται στην διεύθυνση <http://carbonfootprint.tuc.gr>. Η ιστοσελίδα έχει σαν σκοπό την παρουσίαση των δεδομένων που εμπεριέχει η βάση δεδομένων που έχει αναπτυχθεί. Η ανάκτηση, η διαχείριση και η επεξεργασία των δεδομένων της βάσεως γίνεται μέσω διεπαφών με την χρήση των γλωσσών php και javascript που αναπτύχθηκαν για το σκοπό αυτό.

Η αρχική σελίδα παρουσιάζεται στην Εικόνα 20. Για την είσοδο στα δεδομένα της εφαρμογής απαιτείται η πιστοποίηση του χρήστη στο πεδίο «Login». Έπειτα από την πιστοποίηση του χρήστη είναι δυνατή η πρόσβαση στα δεδομένα. Υπάρχει μια βασική καρτέλα για κάθε τύπο μέσου μεταφοράς (ships, airplane, train).



Εικόνα 20 Αρχική σελίδα Ιστοχώρου
Σελίδα 44

Για κάθε καταχωρημένη υποκατηγορία που υπάρχει στη βάση μας εμφανίζεται ξεχωριστό υπομενού που περιλαμβάνει δεδομένα για τους λιμένες, τη δραστηριότητα των πλοίων στους λιμένες, τα πλοία της υποκατηγορίας που υπάρχουν αποθηκευμένα στη βάση μας και τους συντελεστές που χρησιμοποιούνται για την υποκατηγορία αυτή όπως φαίνεται και στην Εικόνα 21. Ο χρήστης μπορεί να επιλέξει τα χαρακτηριστικά για τα οποία ενδιαφέρεται και τα δεδομένα της βάσης θα εμφανιστούν εντός της ιστοσελίδας όπως φαίνεται στην Εικόνα 22.



Εικόνα 21 Χαρακτηριστικά εμφάνισης Υποκατηγοριών



TUC Carbon Transportation Footprint Project

[Home](#) [SHIPS](#) [AIRPLANES](#) [TRAIN](#)

Cruise Ships Database

Num	Name of Ship	Year of Build	Main Engine Power	Backup Engine Power	Backup Engine	Auxiliary Generators	Flag	Gt Time	Dwt	Type	Diesel Engine	Diesel Electric Oil Engine	Steam Gas Turbine	Num of Strokes
1	SERENISSIMA	1960	2537	3140	980	2180	St.Vincent	2598	590	SSD	1	0	0	4
2	THE OCEANIC	1966	18536	5000	0	5000	Unknown	28891	5572	SSD	1	0	0	2
3	OASIA	1973	17646	4080	0	4080	Bahamas	24492	5954	SSD	1	0	0	2
4	OCEAN DREAM	1981	19556	13240	0	13240	Panama	35265	5694	SSD	1	0	0	4
5	SAGA SAPPHIRE	1981	21270	12340	0	12340	Malta	37049	5168	SSD	1	0	0	4
6	ISLAND ESCAPE	1982	15740	12970	0	12970	Bahamas	40171	4294	SSD	1	0	0	2
7	THOMSON SPIRIT	1983	22706	15956	5356	10900	Malta	33930	4217	SSD	1	0	0	2
8	THOMSON CELEBRATION	1984	21600	10900	0	10900	Malta	33933	4243	SSD	1	0	0	4
9	GRAND HOLIDAY	1985	23518	15000	0	15000	Portugal	46052	7186	SSD	1	0	0	2
10	THOMSON DREAM	1986	23796	10700	0	10700	Malta	54763	5340	SSD	1	0	0	4
11	GRAND CELEBRATION	1987	23510	15000	0	15000	Portugal	47263	6405	SSD	1	0	0	4
12	HAMBURG (ex COLUMBUS)	1997	10560	7440	0	7440	Bahamas	15067	1378	SSD	1	0	0	4
13	ROYAL CLIPPER	2000	3730	7440	0	3600	Malta	4425	1000	SSD	1	0	0	4
14	SHERAKHAN	1998	1014	620	0	620	Netherlands	1945	0	HSD	1	0	0	4
15	SEA DREAM I	1984	3540	3078	1590	1488	Bahamas	4333	450	HSD	1	0	0	4
16	SEA DREAM II	1985	3540	3078	1590	1488	Bahamas	4333	450	HSD	1	0	0	4
17	BELEM	1986	658	238.524	0	0	France	531	0	HSD	1	0	0	4
18	ORIENT QUEEN II	1989	3896	2390	0	2380	Panama	7478	1173	HSD	1	0	0	4
19	LE PONANT	1991	1980	810	286	524	France	1189	92	HSD	1	0	0	4

Εικόνα 22 Εμφάνιση δεδομένων Πλοίων της Κατηγορίας Κρουαζιερόπλοια

Η σχεδίαση και η ανάπτυξη του ιστοχώρου έγινε με έμφαση στην εύκολη πρόσβαση από την πλειονότητα των συσκευών με δυνατότητα πλοήγησης στο διαδίκτυο (Responsive Design).Επίσης δόθηκε έμφαση στη μελλοντική επέκταση του πληροφοριακού μας συστήματος τόσο σε άλλες υποκατηγορίες όσο και σε άλλα μέσα μεταφοράς τα οποία ο ιστοχώρος είναι έτοιμος να υποστηρίξει.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 : ΕΠΕΚΤΑΣΙΜΟΤΗΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Η αρχική εφαρμογή υλοποίησης του Συστήματος ήταν ο υπολογισμός των ρύπων που παράγονται από την δραστηριότητα των Κρουαζιερόπλοιων. Πάραυτα όπως έχει αναφερθεί και στα προηγούμενα κεφάλαια στόχος ήταν η δυνατή επέκταση του Συστήματος τόσο σε άλλες κατηγορίες Πλοίων όσο και σε άλλα Μέσα Μαζικής Μεταφοράς. Στο παρών κεφάλαιο παρουσιάζεται η μεθοδολογία για την επέκταση του συστήματος τόσο για των υπολογισμό ρύπων πλοίων διαφορετικών κατηγοριών από κρουαζιερόπλοια όσο και η αντιστοιχία επέκτασης σε άλλα μέσα μαζικής μεταφοράς. Η μεθοδολογία αυτή δεν είναι δεσμευτική, αλλά αποτελεί ένα ενδεικτικό τρόπο για την επέκταση του συστήματος.

6.1 ΕΠΕΚΤΑΣΗ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΓΙΑ ΟΛΟΥΣ ΤΟΥ ΤΥΠΟΥΣ ΠΛΟΙΩΝ.

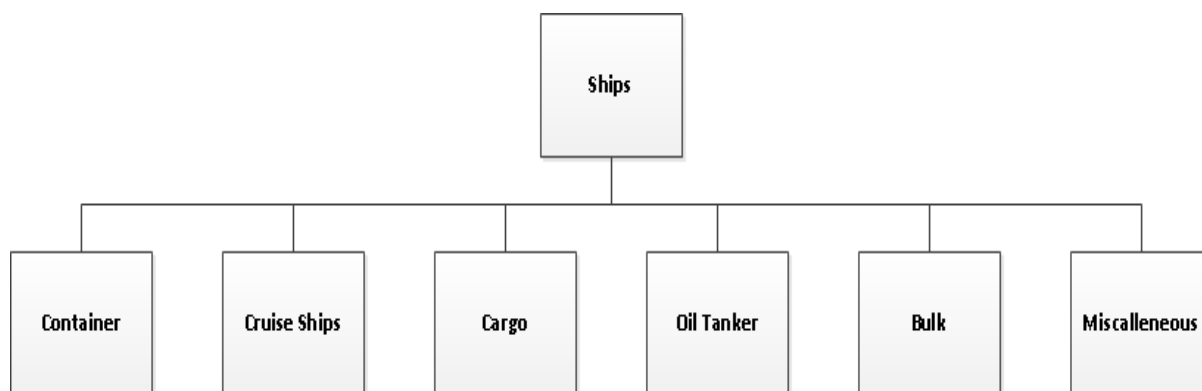
Το μοντέλο υπολογισμού των Ρύπων αλλά και των αερίων του θερμοκηπίου των υπόλοιπων κατηγοριών πλοίων είναι το ίδιο με αυτό που εφαρμόζεται στα Κρουαζιερόπλοια. Η επιθυμητή λειτουργία μετρήσεων απαιτεί την κατά κατηγορία ανάλυση των εκπομπών ανά λιμάνι.

Αρχικά δημιουργήθηκε μια Υπερκατηγορία με το όνομα <Πλοία> η οποία θα φιλοξενήσει όλες τις κατηγορίες πλοίων και θα τα κάνει εύκολα διακριτά από όλα τα υπόλοιπα μέσα.

Κάτω από την Υπερκατηγορία <Πλοία> δημιουργήθηκαν 6 διαφορετικές κατηγορίες πλοίων όπως αυτές παρουσιάζονται στην (Εικόνα 23). Οι κατηγορίες που επιλέχτηκαν είναι:

1. Πλοία αποκλειστικά για εμπορευματοκιβώτια (Container Ships)
2. Κρουαζιερόπλοια (Cruise Ships)
3. Φορτηγά Πλοία (Cargo)
4. Πετρελαιοφόρα (Oil Tanker)
5. Πλοία Μεταφοράς Χύμα Φορτίου (Bulk)
6. Λοιπά Πλοία (Miscellaneous)

Η κατηγορία 'Λοιπά Πλοία' φιλοξενεί πλοία που δεν ανήκουν στις υπόλοιπες κατηγορίες όπως επίσης και Πλοία ειδικού προορισμού όπως τα πλοία ψυγεία (Refrigerated ship), τα αλιευτικά (Fishing boat), τα ωκεανογραφικά (Oceanographic ships), τα πλοία τοποθέτησης καλωδίων (Cable ships), τα εκπαιδευτικά (Training ships), τα μετεωρολογικά (Meteorological ships) καθώς και τα βοηθητικής Ναυτιλίας.

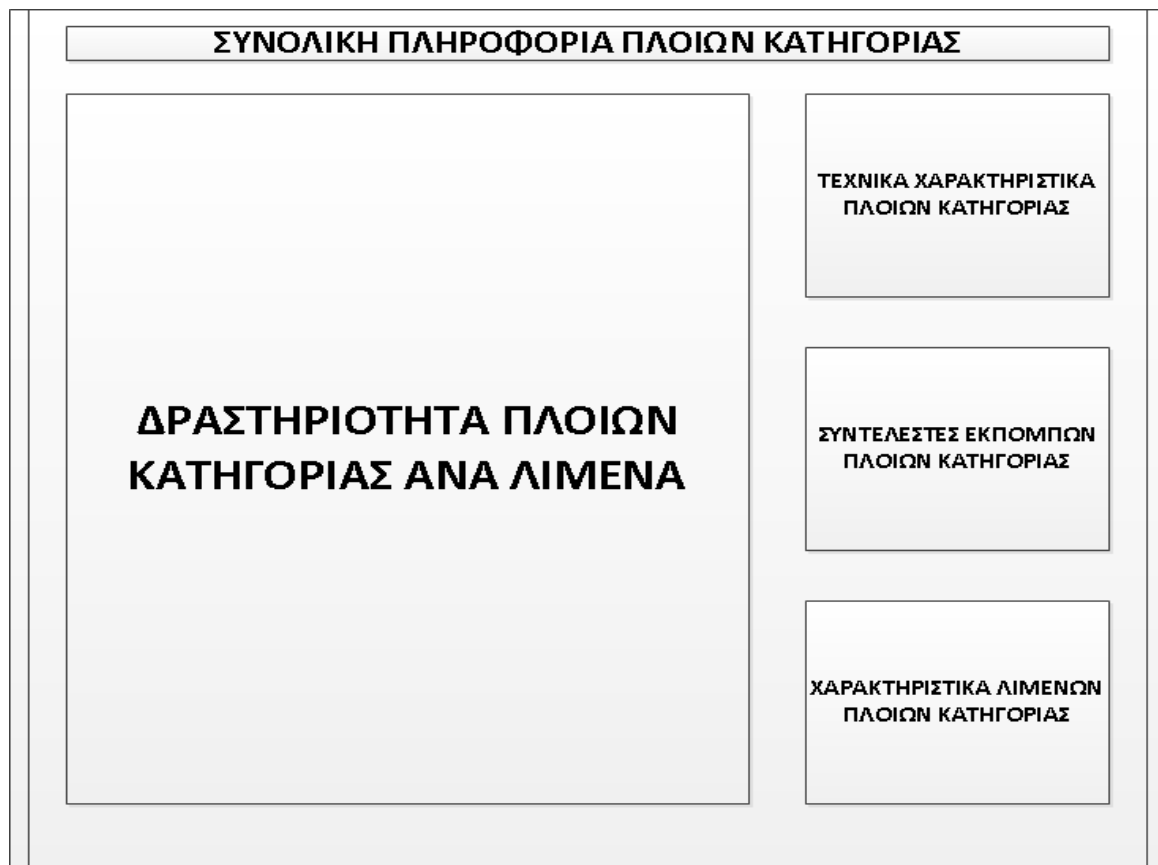


Εικόνα 23 Υποκατηγορίες Κατηγορίας Πλοίων

Κάθε κατηγορία διατηρεί τα δικά της: (Εικόνα 24)

1. Δεδομένα χαρακτηριστικών Πλοίων Κατηγορίας.
2. Δεδομένα χαρακτηριστικών Λιμανιών.
3. Συντελεστές Εκπομπής Κατηγορίας.
4. Τη Συνολική δραστηριότητα Πλοίων ανά Κατηγορία.

Η επιλογή για την κάθε κατηγορία να διατηρεί διαφορετικά δεδομένα για τα λιμάνια έγινε διότι παρατηρήθηκε σε πραγματικά δεδομένα ότι τόσο το σημείο που προσδένουν διάφορες κατηγορίες πλοίων είναι διαφορετικό σε κάθε λιμάνι όσο και ότι δύναται να μεταβάλλεται η μέση ταχύτητα ελιγμών καθώς και ο χρόνος εκτέλεσης μανούβρων ανά κατηγορία πλοίων. Δεδομένου ότι το μοντέλο προσδιορισμού των ρύπων είναι το ίδιο για όλες τις κατηγορίες, το ίδιο μοντέλο χρησιμοποιείται για όλες τις παραπάνω κατηγορίες πλοίων.



Εικόνα 24 Συνολικά Αποθηκευμένη Πληροφορία Πλοίων Κατηγορίας

6.2 ΕΠΕΚΤΑΣΗ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΣΕ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΟ ΜΕΣΟ ΜΑΖΙΚΗΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ

Στην παρούσα ενότητα παρουσιάζεται μια πρόταση επέκτασης του συστήματος σε διαφορετικό μέσο μαζικής μεταφοράς καθώς και η μεθοδολογία και οι απαραίτητες υλοποιήσεις για την πραγματοποίηση της επέκτασης. Ας υποθέσουμε ότι το σύστημά μας πρόκειται να χρησιμοποιηθεί για τον υπολογισμό των ρύπων που παράγουν τα αεροπλάνα. Η μοντελοποίηση που έχουμε χρησιμοποιήσει μας επιτρέπει αντί να χτίσουμε τον πυρήνα δεδομένων για το νέο μέσο να βρούμε απλά τις αντιστοιχίες με το ήδη υλοποιημένο μέσο (πλοία). Ο πίνακας αντιστοιχιών φαίνεται στον (Πίνακας 1). Για το Σύστημα δεν υπάρχει ουσιαστική μεταβολή στην διαχείριση των δεδομένων και η αλλαγή στην ονοματολογία βοηθάει μόνο τον χρήστη κατά τη διάρκεια οπτικοποίησης της πληροφορίας.

ΟΝΤΟΤΗΤΑ ΣΕ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΠΛΟΙΩΝ	ΟΝΤΟΤΗΤΑ ΣΕ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΑΕΡΟΠΛΑΝΩΝ
ΛΙΜΑΝΙ	ΑΕΡΟΔΡΟΜΙΟ
ΠΛΟΙΟ	ΑΕΡΟΠΛΑΝΟ
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΕΚΠΟΜΠΩΝ – ΦΟΡΤΙΟΥ ΠΛΟΙΩΝ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΕΚΠΟΜΠΩΝ ΦΟΡΤΙΟΥ ΑΕΡΟΠΛΑΝΩΝ
ΜΟΝΤΕΛΟ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΠΛΟΙΩΝ	ΜΟΝΤΕΛΟ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΑΕΡΟΠΛΑΝΩΝ

Πίνακας 1 Αντιστοιχίες Χαρακτηριστικών μεταξύ Μέσων Μεταφοράς

Αναλυτικότερα, η οντότητα αεροδρόμιο φροντίζει για το γεωγραφικό προσδιορισμό εκπομπής των ρύπων αλλά επίσης περιέχει τα επιχειρησιακά δεδομένα του αερολιμένα όπως μήκος διαδρόμου, μήκος διαδρομής τροχοδρόμησης, μέγιστο ύψος υπολογισμού επίδρασης.

Η οντότητα αεροπλάνο σε αντιστοιχία με την οντότητα πλοίο, περιέχει τα τεχνικά χαρακτηριστικά των αεροπλάνων όπως τύπος, ισχύς κινητήρα, αριθμός κινητήρων κτλ.

Οι συντελεστές εκπομπών περιέχουν τους συντελεστές εκπομπής ανά κινητήρα ή τύπο αεροπλάνου για καθένα από τους ρύπους μέτρησης. Οι συντελεστές φορτίου περιέχουν τα δεδομένα για το φορτίο των κινητήρων στις διάφορες φάσης δραστηριότητας όπως η απογείωση, η προσγείωση, η τροχοδρόμηση.

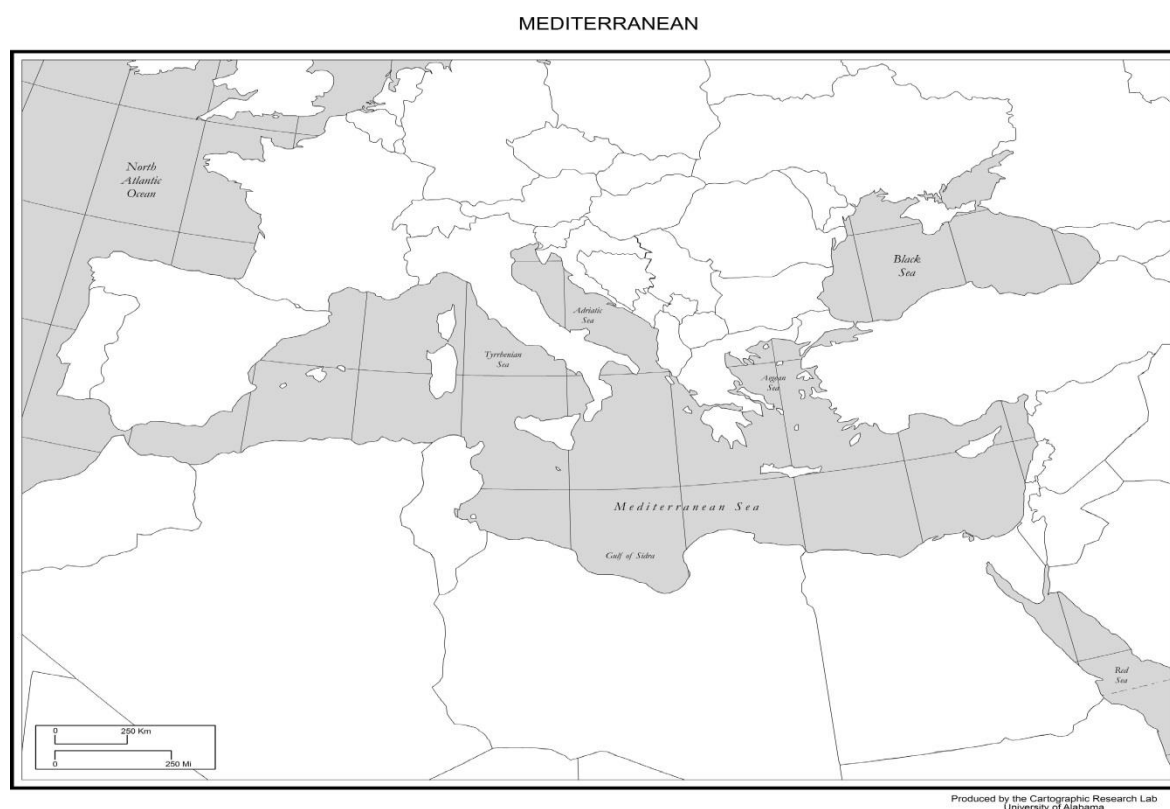
Το μοντέλο υπολογισμού καλείται να συνδυάσει όλα τα παραπάνω δεδομένα κατ' αντιστοιχία με το μοντέλο υπολογισμού ρύπων πλοίων σε συνδυασμό με τον πίνακα δραστηριότητας και να εξάγει τα ζητούμενα αποτελέσματα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7 : ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

Για την επαλήθευση της λειτουργίας του προγράμματος αλλά και για επιστημονικούς λόγους στο σύστημα εισήχθησαν πραγματικά δεδομένα τα αποτελέσματα των οποίων παρουσιάζονται στο παρακάτω.

6.1 ΑΕΡΙΟΙ ΡΥΠΟΙ ΛΙΜΕΝΩΝ ΚΡΟΥΑΖΙΕΡΑΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ ΕΤΟΥΣ 2013

Για το έτος 2013 το 83,7% των κρουαζιερόπλοιων που δραστηριοποιούνται στη Μεσόγειο επισκέφτηκε τα ελληνικά λιμάνια (Εικόνα 25).



Εικόνα 25 Μεσόγειος Θάλασσα

Για το υπολογισμό των αέριων ρύπων αλλά και τον αερίων του θερμοκηπίου που παράχθηκαν από την δραστηριότητα των κρουαζιερόπλοιων εντός των λιμανιών μελετήθηκαν τα 18 πιο σημαντικά λιμάνια όπως αυτά παρουσιάζονται στην Εικόνα 26.



Εικόνα 26 Λιμάνια Μελέτης για το Έτος 2013

Δημιουργήθηκε στο σύστημα Βάση δεδομένων κρουαζιερόπλοιων και σε αυτή εισήχθησαν 139 πλοία με όλα τα απαραίτητα τεχνικά τους χαρακτηριστικά. Εν συνεχεία καταχωρήθηκαν στο σύστημα τα λιμάνια της (Εικόνα 26) με όλες τις απαραίτητες πληροφορίες όπως αυτές παρουσιάζονται στον (Πίνακας 2).

Όνομα Λιμανιού	Διανυόμενη Απόσταση (km)	Ταχύτητα Εισόδου (knots)	Ταχύτητα Εξόδου (knots)	Χρόνος Ελιγμών (min)
Piraeus	1.85	5	8	9
Santorini	3	5	8	9
Mykonos	0.9	5	8	9
Corfu	0.8	5	8	9
Rhodes	0.6	5	8	9
Katakolo	0.55	5	8	9
Heraklio	1.7	5	8	9
Patmos	0.3	5	8	9
Argostoli	0.5	5	8	9
Kos	0.5	5	8	9
Chania	1.3	5	8	9
Zakynthos	0.6	5	8	9
Volos	1.5	5	8	9
Lavrio	0.6	5	8	9
Thessaloniki	0.55	5	8	9

Πίνακας 2: Δεδομένα Λιμανιών

Οι συντελεστές εκπομπών που χρησιμοποιήθηκαν τόσο για τις κύριες όσο και για τις εφεδρικές μηχανές φαίνονται στον (Πίνακας 3)

ΚΥΡΙΕΣ ΜΗΧΑΝΕΣ			
	SSD	MSD	HSD
NO_x	13.6	11.2	09.6
SO_x	04.1	06.0	04.5
PM	00.9	02.4	00.9
CO₂	647	745	0.031
CH₄	0.01	0.01	0.031
N₂O	0.031	0.01	0.031

ΕΦΕΔΡΙΚΕΣ ΜΗΧΑΝΕΣ		
	MSD (MDO)	MSD (LSFO)
NO_x	13.9	14.7
SO_x	04.3	06.5
PM	00.3	00.8
C0₂	722	690
CH₄	0.008	0.008
N₂O	0.008	0.031

Πίνακας 3 : Συντελεστές Εκπομπών Κρουαζιερόπλοιων

Οι συντελεστές φορτίου που χρησιμοποιήθηκαν ανά φάση τόσο για τις κύριες όσο και για τις εφεδρικές μηχανές φαίνονται στον (Πίνακας 4). Σαν καλοκαιρινή περίοδος θεωρήθηκαν οι μήνες Ιούνιος, Ιούλιος και Αύγουστος.

ΚΥΡΙΕΣ ΜΗΧΑΝΕΣ		
	ΚΑΛΟΚΑΙΡΙΝΗ ΠΕΡΙΟΔΟΣ	ΧΕΙΜΕΡΙΝΗ ΠΕΡΙΟΔΟΣ
ΚΙΝΗΣΗ – ΜΑΝΟΥΒΡΕΣ	0.20	0.20
ΕΝΛΙΜΕΝΙΣΜΟΣ	0	0
ΕΦΕΔΡΙΚΕΣ ΜΗΧΑΝΕΣ		
	ΚΑΛΟΚΑΙΡΙΝΗ ΠΕΡΙΟΔΟΣ	ΧΕΙΜΕΡΙΝΗ ΠΕΡΙΟΔΟΣ
ΚΙΝΗΣΗ – ΜΑΝΟΥΒΡΕΣ	0.75	0.60
ΕΝΛΙΜΕΝΙΣΜΟΣ	0.60	0.30

Πίνακας 4: Συντελεστές Φορτίου

Οι δραστηριότητες ανά λιμάνι πάρθηκαν από τις αρμόδιες αρχές των λιμένων και αφορούν τις συνολικές ετήσιες επισκέψεις του κάθε πλοίου και το χρόνο ελλιμενισμού τους. Συγκεντρωτικά αποτελέσματα φαίνονται στον (Πίνακας 5),

ΛΙΜΑΝΙ	ΕΠΙΣΚΕΨΕΙΣ ΠΛΟΙΩΝ	ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΩΡΕΣ ΕΝΛΙΜΕΝΙΣΜΟΥ
Piraeus	711	8808.5
Santorini	582	5105.0
Mykonos	485	5375.0
Corfu	480	4744.0
Rhodes	373	4001.7
Katakolo	307	2218.4
Heraklion	177	1583.3
Patmos	177	969.5
Argostoli	100	711.8
Kos	86	860.8
Chania	47	386.0
Zakynthos	35	220.0

Volos	31	307.0
Lavrio	20	96.0
Thessaloniki	18	240.0
Kavala	14	141.5
Igoumenitsa	14	151.0
Milos	9	84.0

Πίνακας 5: Συγκεντρωτική Δραστηριότητα ανά λιμάνι

Τα ετήσια αποτελέσματα ανά λιμάνι αλλά και συγκεντρωτικά όπως υπολογίστηκαν από το σύστημα φαίνονται στους (Πίνακας 6) και (Πίνακας 7) καθώς και στην (Εικόνα 27) και (Εικόνα 28) όπου παρουσιάζονται και οι ρύποι ανά φάση λειτουργίας.

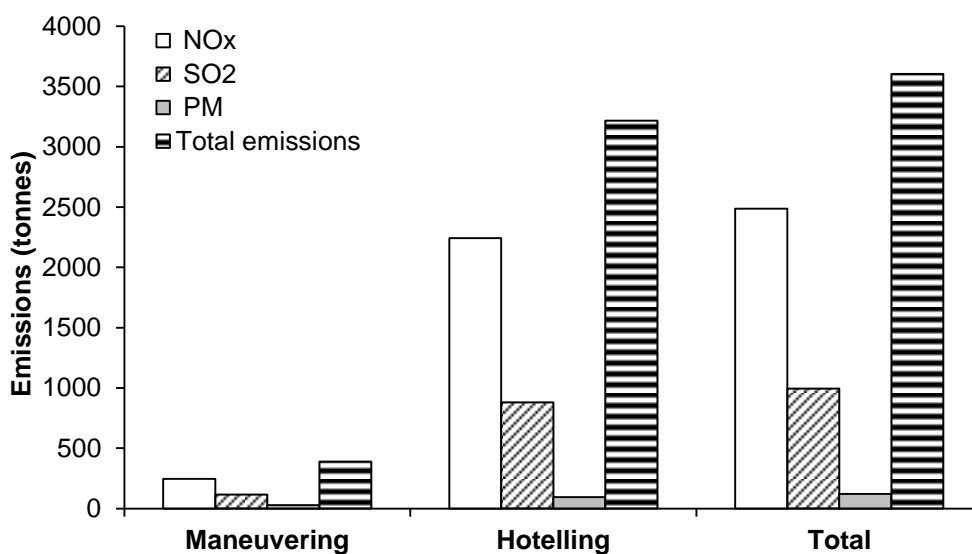
ΛΙΜΑΝΙ	NO _x (tons)	SO ₂ (tons)	PM (tons)	Total (tons)
Piraeus	636.78	257.91	32.07	926.8
Santorini	421.15	174.50	23.33	618.99
Mykonos	332.78	127.44	14.28	474.50
Corfu	322.96	128.70	15.41	467.06
Rhodes	242.11	102.57	12.71	357.38
Katakolo	173.79	72.35	9.18	255.33
Heraklion	132.66	45.18	4.37	182.21
Patmos	28.34	9.60	0.93	38.86
Argostoli	57.43	21.59	2.39	81.40
Kos	20.45	8.54	1.05	30.04
Chania	56.64	24.82	3.34	84.80
Zakynthos	10.22	4.35	0.57	15.13
Volos	14.68	5.02	0.50	20.20
Lavrio	2.25	0.74	0.08	3.06
Thessaloniki	12.27	3.92	0.32	16.52
Kavala	15.50	5.12	0.45	21.07
Igoumenitsa	4.38	1.38	0.11	5.87
Milos	3.55	1.56	0.20	5.31
ΣΥΝΟΛΟ	2487.9	995.3	121.3	3604.5

Πίνακας 6: Συγκεντρωτικά Αποτελέσματα 2013 (Αέριοι Ρύποι)

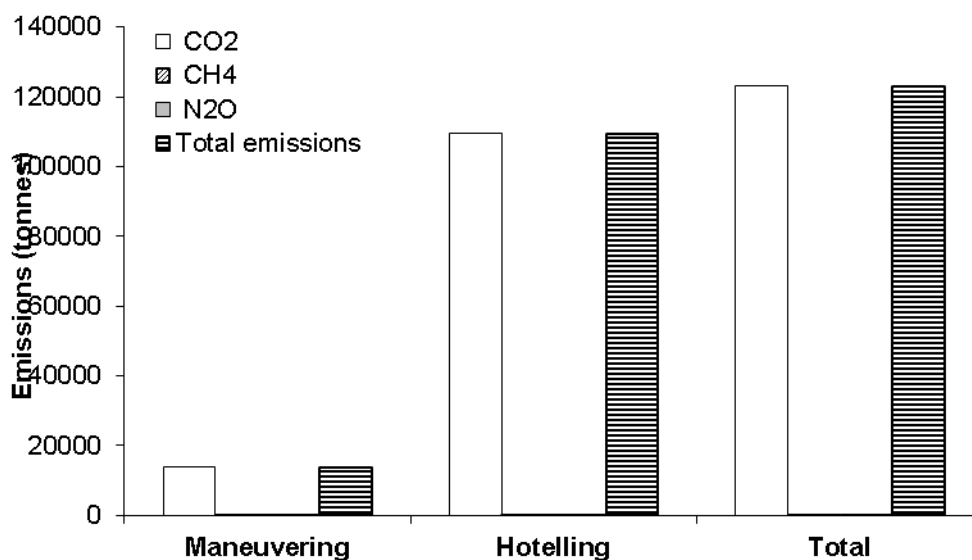
ΛΙΜΑΝΙ	CO ₂ (tons)	CH ₄ (tons)	N ₂ O (tons)	Total (tons)
Piraeus	31438.8	0.36	1.4	31440.5
Santorini	20873.0	0.24	0.9	20874.2
Mykonos	16579.4	0.19	0.73	16580.3
Corfu	15953.8	0.18	0.70	15954.7
Rhodes	11663.9	0.13	0.52	11664.6
Katakolo	8496.6	0.10	0.38	8497.1
Heraklion	6831.5	0.08	0.30	6831.9
Patmos	1464.4	0.02	0.06	1464.5
Argostoli	2881.1	0.03	0.13	2881.3
Kos	992.39	0.01	0.04	992.4

Chania	2732.4	0.03	0.12	2732.6
Zakynthos	497.7	0.01	0.02	497.8
Volos	757.31	0.01	0.03	757.4
Lavrio	118.83	0.00	0.01	118.8
Thessaloniki	637.9	0.01	0.03	638.0
Kavala	799.82	0.01	0.03	799.9
Igoumenitsa	228.49	0.00	0.01	228.5
Milos	170.02	0.00	0.01	170.0
ΣΥΝΟΛΟ	123117.6	1.4	5.4	123124.4

Πίνακας 7: Συγκεντρωτικά Αποτελέσματα 2013 (Αέρια Θερμοκηπίου)



Εικόνα 27 Γράφημα Συγκεντρωτικών Αποτελεσμάτων 2013 (Αέριοι Ρύποι)



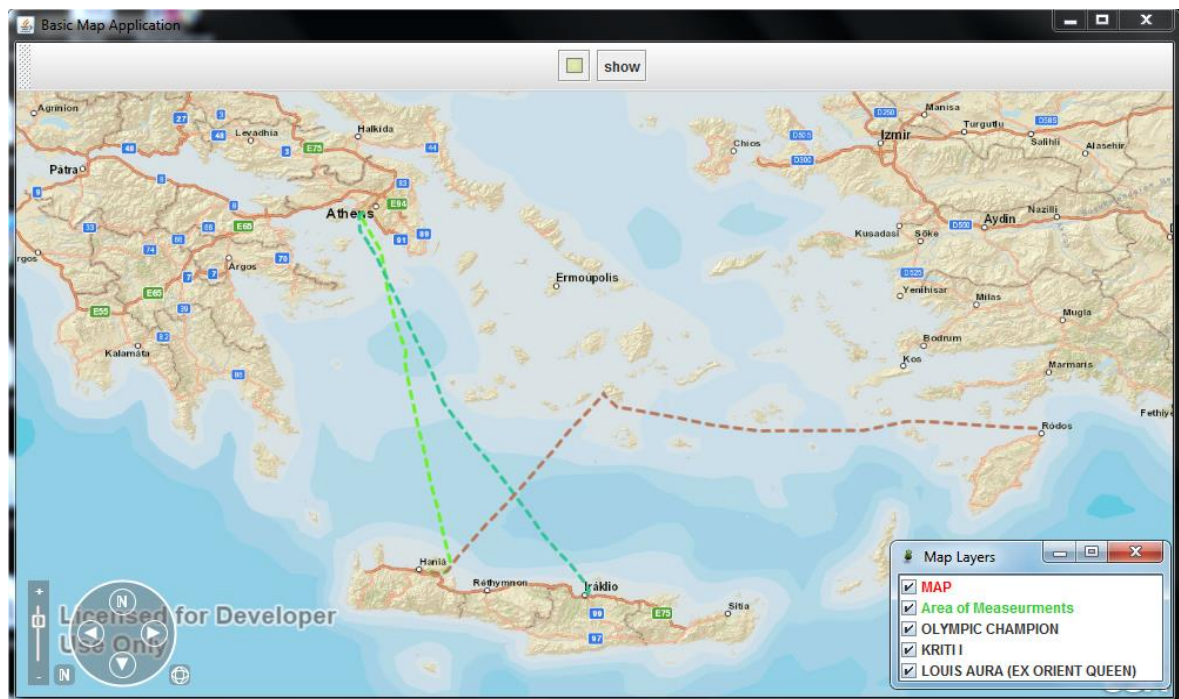
Εικόνα 28 Γράφημα Συγκεντρωτικών Αποτελεσμάτων 2013 (Αέρια Θερμοκηπίου)

Επισημαίνεται ότι το παραπάνω αποτελεί μόνο ένα δείγμα των αποτελεσμάτων που μπορούν να εξαχθούν από το πρόγραμμα καθώς όλες οι δυνατότητες παρουσίασης αποτελεσμάτων δεν δύναται να παρουσιαστούν στα πλαίσια του κειμένου αυτού.

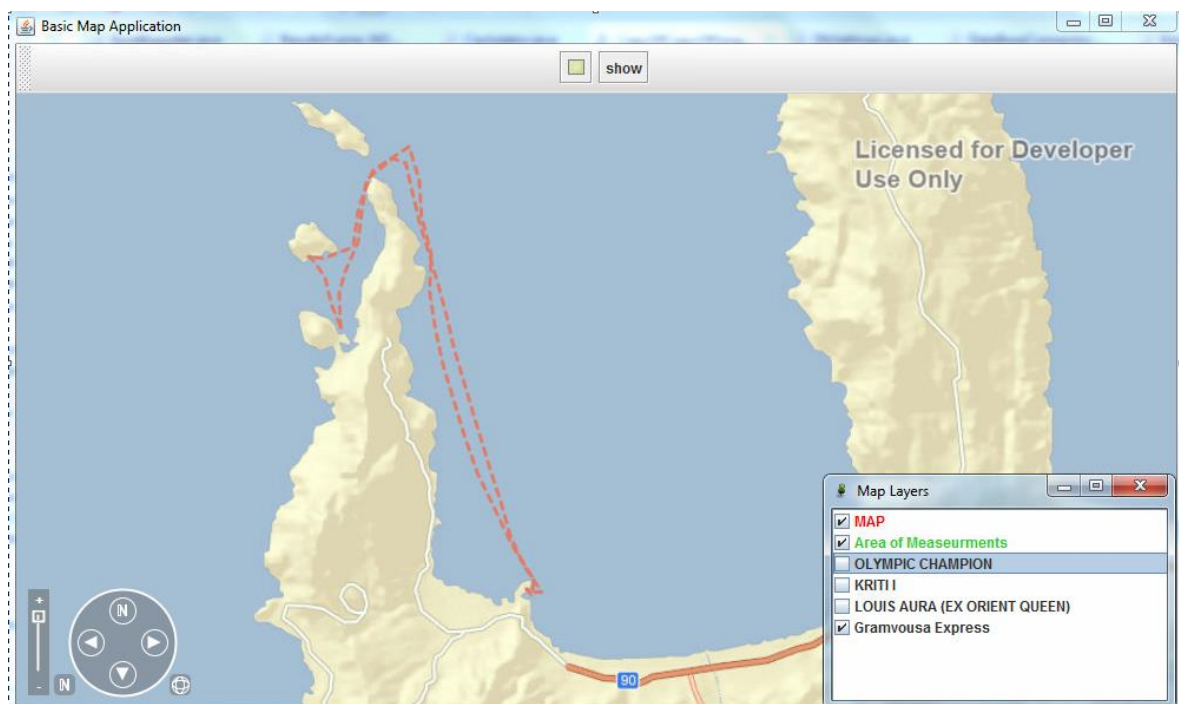
6.2 ΠΑΡΑΚΟΥΛΗΘΗΣΗ – ΑΠΟΤΥΠΩΣΗ ΠΟΡΕΙΑΣ ΚΑΙ ΕΞΑΓΩΓΗ ΡΥΠΩΝ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΑΠΟ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ ΠΛΟΙΩΝ.

Για την επαλήθευση της λειτουργίας αποτύπωσης πορείας και υπολογισμού ρύπων περιοχής του πληροφοριακού συστήματος χρησιμοποιήθηκαν συνδυαστικά δεδομένα:

1. Δεδομένα προερχόμενα από εταιρίες που παρέχουν υπηρεσίες παρακολούθησης ναυτιλίας σε πραγματικό χρόνο [10]. Τα δεδομένα περιελάμβαναν ένα τμήμα της κρουαζιέρας του πλοίου Lois Aura (Χανιά – Ίος – Ρόδος) και τα δρομολόγια της ANEK lines για τις γραμμές Χανιά - Πειραιάς και Ηράκλειο – Πειραιάς για τα πλοία Olympic Champion και ΚΡΗΤΗ Ι αντίστοιχα. Η εξαγωγή των δεδομένων από τις αντίστοιχες υπηρεσίες και η εισαγωγή τους στη βάση δεδομένων του συστήματος έγινε με αυτοματοποιημένο τρόπο. (Εικόνα 29)
2. Δεδομένα που συλλέχθηκαν σε πραγματικό χρόνο από συσκευή που βρισκόταν πάνω στο πλοίο και χρησιμοποιούσε το σύστημα GPS για την εύρεση του σημείου που βρισκόταν το πλοίο ανά πάσα δειγματοληπτούμενη χρονική στιγμή (Γεωγραφικό Πλάτος, Γεωγραφικό Μήκος , Ώρα) και το δίκτυο δεδομένων 3G για την μεταφορά των δεδομένων στο πληροφοριακό σύστημα σε πραγματικό χρόνο (Σύστημα Συλλογής Γεωγραφικών Δεδομένων Κίνησης). Η συλλογή δεδομένων έγινε για το πλοίο ΓΡΑΜΒΟΥΣΑ ΕΞΠΡΕΣ της εταιρίας Cretan Daily Cruises που εκτελεί ημερήσιες κρουαζιέρες στην περιοχή της Γραμβούσας και του Μπάλου αναχωρώντας από το λιμάνι της Κισσάμου.(Εικόνα 30)



Εικόνα 29 Δεδομένα Κίνησης Πλοίων προερχόμενα από το σύστημα AIS

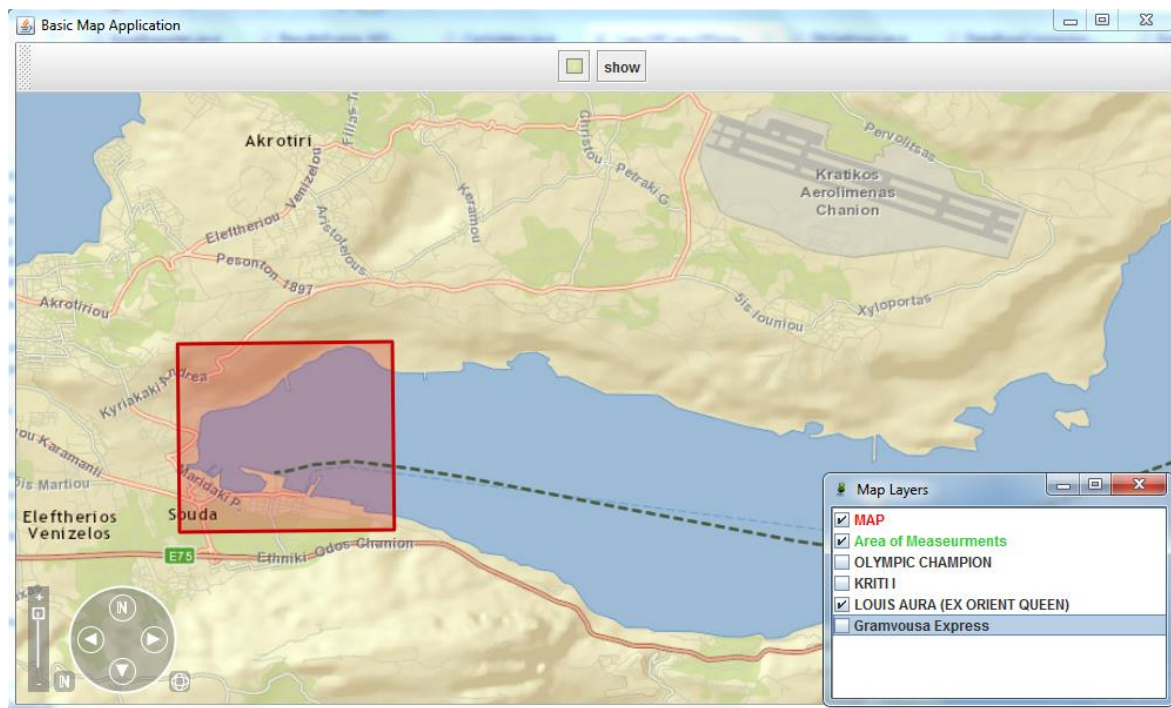


Εικόνα 30 Δεδομένα Από το Σύστημα Συλλογής Γεωγραφικών Δεδομένων Κίνησης

Για την επαλήθευση λειτουργίας υπολογισμού ρύπων μελετήθηκε η χωρική περιοχή του λιμανιού των Χανίων για την κίνηση του πλοίου Lois Aura κατά την

Σελίδα 58

αναχώρησή του. Η αποτύπωση της κίνησης καθώς και η γεωγραφική περιοχή προσδιορισμού φαίνονται στην (Εικόνα 31) και τα αποτελέσματα φαίνονται στον (Πίνακας 8).



Εικόνα 31 Ορισμός Περιοχής Μέτρησης Ρύπων

Αέριοι Ρύποι	
NOx (tons)	0.021
SO2 (tons)	0.01
PM (tons)	0.003
Total	0.034

GHG	
CO2 (tons)	1,296
CH4 (tons)	1*10-6
N2O (tons)	1*10-6
Total	1,296

Πίνακας 8: Συνολικές εκπομπές Ρύπων και Αερίων Θερμοκηπίου στην Περιοχή Μετρήσεως

Τα εξαγόμενα αποτελέσματα είναι σε απόλυτη αντιστοιχία με την εφαρμογή της μεθόδου που περιγράφεται στην παράγραφο 6.1 για το ίδιο πλοίο και το ίδιο λιμάνι.

6.3 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΡΥΠΩΝ ΛΙΜΕΝΑ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ ΓΙΑ ΤΟ ΕΤΟΣ 2014 ΑΠΟ ΤΗΝ ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ ΠΛΟΙΩΝ.

Υπολογισμός και παρουσίαση ρύπων Λιμένα Θεσσαλονίκης για το έτος 2014 από την συνολική δραστηριότητα πλοίων.

Η δυνατότητα επέκτασης του συστήματος για μέσα μεταφοράς πέραν των κρουαζιερόπλοιων εξετάστηκε εισάγοντας δεδομένα για όλους τους τύπους πλοίων που επισκέφτηκαν το λιμάνι της Θεσσαλονίκης το έτος 2014. Η κατηγοριοποίηση των πλοίων με τα δεδομένα που εισήχθησαν φαίνεται στον (Πίνακας 9)

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΠΛΟΙΩΝ	ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΩΡΕΣ	ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΕΠΙΣΚΕΨΕΙΣ
OilTanker	118	11814.260	424
Bulk	199	27221.113	583
Cargo	181	14203.050	236
Containers	79	12519.490	615
Miscellaneous	36	4285.230	182
Cruise Ships	15	314.000	28
Σύνολο	628	70357.123	2068

Πίνακας 9 Συγκεντρωτική Δραστηριότητα ανα Κατηγορία Πλοίου

Οι συντελεστές ανά κατηγορία που χρησιμοποιήθηκαν φαίνονται στο Παράρτημα Α. Τα αποτελέσματα ανά κατηγορία καθώς και τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα του λιμανιού παρουσιάζονται στον (Πίνακας 10)

	NOx(tons)	SOx(tons)	PM(tons)	ΣΥΝΟΛΟ(tons)
OilTanker	194.029	59.875	9.971	263.87
Bulk	80.184	24.732	4.165	109.081
Cargo	29.71	9.182	1.545	40.437
Containers	144.72	43.90	7.66	196.30
Miscellaneous	22.21	6.89	1.2	30.32
Cruise Ships	13.78	5.17	0.55	19.52
ΣΥΝΟΛΟ	484.633	149.749	25.091	659.528

Πίνακας 10 Συγκεντρωτικές Εκπομπές Ρύπων ανα Κατηγορία Πλοίου

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8 : ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από την μελέτη του προβλήματος και από την ανάπτυξη του πληροφοριακού συστήματος εξήχθησαν διάφορα ενδιαφέροντα συμπεράσματα.

Αρχικά η “από κάτω προς τα πάνω προσέγγιση” υπολογισμού των ρύπων δίνει ακριβεστέρα αποτελέσματα αλλά βοηθάει και στον καλύτερο εντοπισμό του προβλήματος και την στοχευόμενη αντιμετώπισή του. Ο μεγάλος όγκος δεδομένων που παρουσιάζεται ως τροχοπέδη στις περισσότερες μελέτες, αντιμετωπίζεται με την χρήση πληροφοριακού συστήματος που φροντίζει την διαχείριση και την οργάνωση της πληροφορίας. Η χρήση του πληροφοριακού συστήματος δίνει επίσης την δυνατότητα επέκτασης των μετρούμενων μεγεθών σε περισσότερα μέσα και δίνεται η δυνατότητα εξαγωγής συνολικής εικόνας εκπεμπόμενων ρύπων και αερίων σε ολόκληρες γεωγραφικές περιοχές.

Η χρήση του συστήματος συλλογής γεωγραφικών πληροφοριών δίνει την δυνατότητα εξερεύνησης της δραστηριότητας πλοίων σε περιοχές που θεωρούνταν μαύρα κουτιά λόγω των περιορισμών του συστήματος AIS. Πλέον είναι δυνατός ο υπολογισμός με την χρήση ρεαλιστικών δεδομένων και όχι υποθετικών όπως συνέβαινε στις μέχρι τώρα μελέτες.

Η εύκολη πρόσβαση σε οργανωμένα υπάρχοντα δεδομένα βοηθάει στην επέκταση της έρευνας χωρίς να είναι αναγκαία η επανασυλλογή των δεδομένων. Επιπλέον καθίσταται εύκολη η χρήση ήδη υπαρχόντων υπολογισμένων δεδομένων για τη διενέργεια συγκρίσεων και για τη μελέτη της διαχρονικής εξέλιξης των φαινομένων.

Αυτό που πρέπει να επισημανθεί είναι η ανάγκη τυποποίησης των συλλεγόμενων δεδομένων όπως για παράδειγμα των λιμενικών αρχών στην συλλογή δεδομένων δραστηριότητας λιμένα έτσι ώστε να υπάρχει ομοιογένεια στα προσβάσιμα δεδομένα και να είναι ευκολότερη η μοντελοποίηση των μεθόδων μέτρησης με τη χρήση ρεαλιστικών δεδομένων χωρίς την ανάγκη υποθέσεων – παραδοχών.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9 : ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΕΚΤΑΣΕΙΣ

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται προτάσεις μελλοντικής επέκτασης του συστήματος. Ο τρόπος υλοποίησης του συστήματος επιτρέπει, όπως έχει ήδη αναφερθεί, την εύκολη επέκταση του συστήματος αφού αρκεί μόνο η περιγραφή του μοντέλου και ο καθορισμός των παραμέτρων για την πραγματοποίηση οποιασδήποτε μέτρησης απαιτείται. Συνεπώς το σύστημα επεκτείνεται κατά κάποιο τρόπο από τον χρήστη ο οποίος επιλέγοντας το πρόβλημα που θέλει να αναλύσει επεκτείνει το σύστημα στο επιθυμητό πεδίο εφαρμογής. Παράδειγμα τέτοιας εφαρμογής θα ήταν η ενσωμάτωση δεδομένων κίνησης πχ λεωφορείων ή τρένων και η εξαγωγή αποτελεσμάτων από τις κατηγορίες αυτές.

Πέραν της επέκτασης από το πεδίο εφαρμογής θα αναφέρουμε προτάσεις επέκτασης τόσο σε διαδικασίες όσο και σε τεχνικά χαρακτηριστικά που θα μπορούσαν να συμβάλουν στην αύξηση της πληρότητας του προγράμματος στο πεδίο εφαρμογής του.

Μια προτεινόμενη επέκταση θα ήταν η ενσωμάτωση υπολογισμού της απαιτούμενης ισχύος που καταναλώνεται κατά τον ελλιμενισμό των πλοίων ώστε να εξεταστούν τα οφέλη της τροφοδότησης πλοίων από την ξηρά (cold ironing) [11]. Η μοντελοποίηση που έχει γίνει καθώς και τα διαχειριζόμενα δεδομένα επιτρέπουν αυτόν τον υπολογισμό. Τα αποτελέσματα στη συνέχεια θα μπορούσαν να εξαχθούν με κατάλληλο τρόπο (μορφοποίηση) ώστε να είναι δυνατή η άμεση εισαγωγή τους σε ένα πρόγραμμα μοντελοποίησης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας όπως το HOMER [12] και να εξεταστεί κατά πόσο είναι υλοποιήσιμη ή ικανοποιητική η λύση. Σε περίπτωση εύρεσης αντίστοιχης λύσης, το σύστημα θα μπορεί άμεσα να υπολογίσει τα οφέλη από την εφαρμογή της, απαλείφοντας τους ρύπους που παράγονται κατά την διάρκεια του ελλιμενισμού.

Άλλη προτεινόμενη επέκταση θα ήταν η χρησιμοποίηση του Συστήματος Γεωγραφικών Δεδομένων για την αποτύπωση της γεωγραφικής κατανομής των ρύπων ανά γεωγραφική περιοχή. Δεδομένου ότι ο τρόπος υλοποίησης του συστήματος υπολογίζει τους εκπεμπόμενους ρύπους και γνωρίζει τη γεωγραφική

του περιοχής θα ήταν εφικτή η ενσωμάτωση μαθηματικών και ίσως μετρολογικών μοντέλων που θα περιγράφουν την κατανομή αυτή των ρύπων και θα δίνουν στο χρήστη οπτική άποψη της κατάστασης ολόκληρης της γεωγραφικής περιοχής που θέλει να εξετάσει.

Συνεχίζοντας με τις προτάσεις επέκτασης, ιδιαίτερα χρήσιμη θα ήταν η διασύνδεση του προγράμματος με ήδη υπάρχουσες μεγάλες βάσεις δεδομένων τόσο για την επαλήθευση των δεδομένων που εισάγονται όσο για την εισαγωγή δεδομένων από αυτές με αυτοματοποιημένο τρόπο. Η διασύνδεση θα γίνει με την υιοθέτηση των διεπαφών (API) που οι περισσότερες υποστηρίζουν. Σε αντιστοιχία με την πρόταση αυτή θα ήταν επίσης αποτελεσματική η προσθήκη στο πρόγραμμα δυνατότητας εισαγωγής δεδομένων από διαφορές πηγές (Data Mining, Data Parsing) με αυτοματοποιημένο τρόπο που θα οδηγούσε στην εύκολη διεύρυνση της διαθέσιμης πληροφορίας.

Όσον αφορά μόνο στα τεχνικά χαρακτηριστικά του συστήματος μπορούν να πραγματοποιηθούν :

1. Βελτίωση γραφικού περιβάλλοντος της διαχειριστικής εφαρμογής σε JAVA και ενσωμάτωση λειτουργιών που θα προκύψουν από αναλυτικότερη έρευνα στο πεδίο εφαρμογής.
2. Βελτίωση και εμπλουτισμός της ιστοσελίδας παρουσίασης των αποτελεσμάτων της εφαρμογής. Ενσωμάτωση βιβλιογραφικού υλικού, δημοσιευμένου υλικού και υποσυστήματος που θα μπορεί ο χρήστης να πραγματοποιήσει συγκρίσεις αποτελεσμάτων για τη μελέτη διαχρονικής εξέλιξης φαινομένων.
3. Υλοποίηση διεπαφής του συστήματος με διεπαφές τρίτων προγραμμάτων σχετικών με το γνωστικό αντικείμενο, για την αυτοματοποιημένη ροή δεδομένων χωρίς την παρέμβαση του χρήστη.
4. Βελτίωση της πολυχρηστικότητας για την υποστήριξη νέων κατηγοριών χρηστών στο μέλλον αλλά και την εξασφάλιση της διακριτικότητας συγκεκριμένων δεδομένων.

ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Σχεδόν όλοι οι τομείς της ανθρώπινης δραστηριότητας σχετίζονται με εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου και διοξειδίου του άνθρακα. Ίσως μία από τις επικείμενες μεγάλες οικονομικές κρίσεις θα προέλθει από τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής. Είναι γεγονός ότι αν δε ληφθούν ριζικά μέτρα για τη διαχείριση των επιπτώσεων και τη μετάβαση σε μια οικονομία αποδοτικής χρήσης των πόρων και απεξάρτησης από τον άνθρακα, θα ξεπεράσουμε το χείλος των μη αναστρέψιμων οικολογικών επιπτώσεων.

Η κρίση αυτή θα επηρεάσει τα κράτη, τους οργανισμούς, τις επιχειρήσεις, τους ανθρώπους. Για να μπορέσει να επιτευχθεί συγχρόνως βιώσιμη οικονομική ανάπτυξη και προστασία του περιβάλλοντος, πρέπει να υιοθετηθούν όλες εκείνες οι προσπάθειες που έχουν ευεργετικά αποτελέσματα και συμβάλλουν στη μείωση των ζημιών που υπέστησαν τα οικοσυστήματα και το περιβάλλον.

Η παρούσα εργασία παρόλο που επικεντρώνεται στο ζήτημα της μέτρησης των αερίων ρύπων αποτελεί ένα σημαντικό βήμα για την κατανόηση του προβλήματος και τη λήψη στοχευμένων αλλά και αποτελεσματικών μέτρων για την αντιμετώπισή του.

<< Από τη στιγμή που κάποιος έχει συναίσθηση του κακού που έκανε, από τότε αρχίζει η διαδικασία της βελτίωσής του.>>

Πυθαγόρας 6^{ος} αι. π.Χ.

BIBLIOGRAPHY

- [1] Υπουργείο Εθνικής Παιδείας και Θρησκευμάτων, Ατμοσφαιρική ρύπανση, 2000.
- [2] IPCC, Working Group III Report, Climate Change 2013 “Mitigation of Climate Change”, 2013.
- [3] IPCC, Working Group III Report, Climate Change 2007 “Mitigation of Climate Change”, 2007.
- [4] IPCC, 4rd Assessment Report-Climate Change , 2007.
- [5] Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, Οδηγός Εφαρμογής του Συστήματος Εμπορίας Δικαιωμάτων Εκπομπών στην Ελλάδα, 2006.
- [6] A. Miola and B. Ciuffo, "Estimating air emissions from ships: Meta-analysis of modelling approaches and available data sources," *Atmospheric Environment*, vol. 45, no. 13, pp. 2242-2251, 2011.
- [7] (2014) Sea-Web Database by IHS. [Online]. www.sea-web.com
- [8] Lee, Corbett, Wang, Cheng, Ho Yau, "Estimation of exhaust emission from ocean-going vessels in Hong Kong," *Sci. Total Environ.* , vol. 431, p. 299.2012
- [9] "MySQL 5.6.17 Community Server (Software)," 2015.
- [10] Marine Traffic. [Online]. www.marinetraffic.com
- [11] Π. Καρουφλίδης, Ανάλυση της διαδικασίας ηλεκτροδότησης ελλιμενισμένων πλοίων από ξήρα (cold ironing) και εφαρμογή στα λιμάνια της Κρήτης., 2013.
- [12] (2015) Software HOMER Pro® by HOMER Energy. [Online]. http://www.homerenergy.com/HOMER_pro.html

-
- [13] E. Tzannatos, "Ship emissions and their externalities for the port of Piraeus-Greece," *Atmospheric Environment*, vol. 44, no. 3, pp. 400-407, 2010.
- [14] "Maragkogianni A., Papaefthimiou S., 'Estimating the social cost of cruise ships' air emissions in major ports of Greece', *Transportation Research Part D: Transport and Environment* (36), 10-17," 2015.
- [15] E. Tzannatos, "Cost assessment of ship emission reduction methods at berth: the case of the Port of Piraeus, Greece, Maritime Policy & Management," *The flagship journal of international shipping and port*, pp. 427-445, 2010.
- [16] (2015) MySQL 5.5 Reference Manual. [Online].
<http://dev.mysql.com/doc/refman/5.5/en/>
- [17] "Buhaug, Ø.; Corbett, J.J.; Endresen, O.; Eyring, V.; Faber, J.; Hanayama, S.; Lee, D.S.; Lee, D.; Lindstand, H.; Markowska, A.Z.; Mjelde, A.; Nelissen, D.; Nilsen, J.; Palsson, C.; Winebrake, J.J.; Wu, W.Q.; Yoshida, K. Second IMO GHG Study," London, UK, 2009.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α

Στο παράρτημα παρουσιάζονται οι συντελεστές εκπομπών και φορτίου που χρησιμοποιήθηκαν στο συνολικό υπολογισμό των αέριων ρύπων και αερίων του θερμοκηπίου για την δραστηριότητα πλοίων στο λιμένα της Θεσσαλονίκης για το έτος 2014. Οι συντελεστές προέκυψαν από την μελέτη αντίστοιχης βιβλιογραφίας και προσαρμογής της στα δεδομένα του λιμένα και των πλοίων που δραστηριοποιούνται σε αυτόν.

1. Oiltanker

	Emission factor of ME (g KWh-1)			Emission factor of AE (g KWh-1)		
	NOx	SOx	PM	NOx	SOx	PM
SSD	17	4.3	1.05			
MSD	13	4.3	1.11			
HSD	12.7	4.3	1.11	13.9	4.3	0.71

Πίνακας 1 Συντελεστές Εκπομπής Κατηγορίας OilTanker

	Load Factor of ME		Load Factor of AE	
	Summer	Rest year	Summer	Rest year
Maneuvering	0.2	0.2	0.45	0.45
Hotelling	0	0	0.67	0.67

Πίνακας 2 Συντελεστές φορτίου Κατηγορίας OilTanker

2. Bulk

	Emission factor of ME (g KWh-1)			Emission factor of AE (g KWh-1)		
	NO _x	SO _x	PM	NO _x	SO _x	PM
SSD	17	4.3	1.05			
MSD	13	4.3	1.11			
HSD	12.7	4.3	1.11	13.9	4.3	0.71

Πίνακας 3 Συντελεστές Εκπομπής Κατηγορίας Bulk

	Load Factor of ME		Load Factor of AE	
	Summer	Rest year	Summer	Rest year
Maneuvering	0.2	0.2	0.45	0.45
Hotelling	0	0	0.22	0.22

Πίνακας 4 Συντελεστές φορτίου Κατηγορίας Bulk

3. Cargo

	Emission factor of ME (g KWh-1)			Emission factor of AE (g KWh-1)		
	NO _x	SO _x	PM	NO _x	SO _x	PM
SSD	17	4.3	1.05			
MSD	13	4.3	1.11			
HSD	12.7	4.3	1.11	13.9	4.3	0.71

Πίνακας 5 Συντελεστές Εκπομπής Κατηγορίας Cargo

	Load Factor of ME		Load Factor of AE	
	Summer	Rest year	Summer	Rest year
Maneuvering	0.2	0.2	0.45	0.45
Hotelling	0	0	0.22	0.22

Πίνακας 6 Συντελεστές φορτίου Κατηγορίας Cargo

4. Container

	Emission factor of ME (g KWh-1)			Emission factor of AE (g KWh-1)		
	NOx	SOx	PM	NOx	SOx	PM
SSD	17	4.3	1.05			
MSD	13	4.3	1.11			
HSD	12.7	4.3	1.11	13.9	4.3	0.71

Πίνακας 7 Συντελεστές Εκπομπής Κατηγορίας Container

	Load Factor of ME		Load Factor of AE	
	Summer	Rest year	Summer	Rest year
Maneuvering	0.2	0.2	0.45	0.45
Hotelling	0	0	0.17	0.17

Πίνακας 8 Συντελεστές φορτίου Κατηγορίας Container

5. Miscellaneous Ships

	Emission factor of ME (g KWh-1)			Emission factor of AE (g KWh-1)		
	NOx	SOx	PM	NOx	SOx	PM
SSD	17	4.3	1.05			
MSD	13	4.3	1.11			
HSD	12.7	4.3	1.11	13.9	4.3	0.71

Πίνακας 9 Συντελεστές Εκπομπής Κατηγορίας Miscellaneous

	Load Factor of ME		Load Factor of AE	
	Summer	Rest year	Summer	Rest year
Maneuvering	0.2	0.2	0.45	0.45
Hotelling	0	0	0.17	0.17

Πίνακας 10 Συντελεστές φορτίου Κατηγορίας Miscellaneous