



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΛΕΤΗΣ ΠΛΟΙΟΥ ΚΑΙ ΘΑΛΑΣΣΙΩΝ
ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ



ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
“ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ ΕΚΠΟΜΠΩΝ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ
(CO₂) ΣΕ ΣΤΑΘΜΟ ΕΜΠΟΡΕΥΜΑΤΟΚΙΒΩΤΙΩΝ”

ΡΟΔΙΤΗΣ ΕΥΑΓΓΕΛΟΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ Ε.Μ.Π. ΧΑΡΙΛΑΟΣ Ν. ΨΑΡΑΥΤΗΣ

Αθήνα, Οκτώβριος 2011

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Σε αυτό το σημείο θα ήθελα να ευχαριστήσω τον εισηγητή καθηγητή κύριο Χαρίλαο Ν. Ψαραύτη για την ευκαιρία που μου έδωσε να ασχοληθώ με το συγκεκριμένο θέμα καθώς και τον υποψήφιο διδάκτορα κύριο Χρήστο Κοντόβα για τις πολύτιμες συμβουλές του και τη βοήθεια που πάντοτε παρείχε. Ευχαριστώ επίσης όλους όσους με προθυμία προσέφεραν και μου μετέδωσαν τις γνώσεις του πάνω στο αντικείμενο και ειδικά τον Υποπλοίαρχο του Λιμενικού Σώματος κύριο Ράπτη Δημήτριο, η συμβολή του οποίου στην πραγματοποίηση της παρούσας εργασίας υπήρξε καθοριστική. Τέλος, να ευχαριστήσω τους γονείς μου για την αμέριστη συμπαράσταση, στήριξη και υπομονή που επέδειξαν καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μου. Δίκαια, πιστεύω, αξίζει η εκπόνηση αυτής της διπλωματικής να τους αφιερωθεί ολοκληρωτικά, ως ελάχιστο δείγμα αναγνώρισης των θυσιών τους.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Αναμφίβολα οι θαλάσσιες μεταφορές αποτελούσαν και αποτελούν το σημαντικότερο και μεγαλύτερο κομμάτι της αλυσίδας των παγκοσμίων μεταφορών όλων των ειδών φορτίου. Η ανάπτυξη των θαλάσσιων μεταφορών είναι ισχυρά συνδεδεμένη και άμεσα εξαρτώμενη με το παγκόσμιο εμπόριο. Σημαντικό ρόλο στην πραγματοποίηση των θαλάσσιων μεταφορών παίζουν τα λιμάνια τα οποία από την αρχαιότητα αποτελούσαν χώρους διακίνησης ανθρώπων και εμπορευμάτων, εργασίας αλλά και ενίσχυσης της εθνικής οικονομίας. Βέβαια η κατάσταση δεν έχει μείνει η ίδια από τότε. Παλαιότερα ο ρόλος του λιμανιού περιοριζόταν στις αφίξεις και αναχωρήσεις των πλοίων καθώς και στις παραδοσιακές τους λειτουργίες – φόρτωση / εκφόρτωση, προς και από τα πλοία. Σήμερα, ο ρόλος των λιμανιών έχει αλλάξει. Τα λιμάνια είναι τώρα οι καταλύτες που δημιουργούν μεγάλο φάσμα εμπορικών ευκαιριών στις περιοχές που τα περικλείουν και που παρέχουν ένα φάσμα άλλων πρόσθετων υπηρεσιών. Έτσι καλούνται μέσα από τον έντονο ανταγωνισμό που αναπτύσσεται μεταξύ τους να καλύψουν τις ανάγκες που ολοένα και μεγαλώνουν, και να προσφέρουν ολοένα και καλύτερες υπηρεσίες τηρώντας υπάρχουσες νομοθεσίες και κανονισμούς. Σε πολλές όμως περιπτώσεις αυτή η πίεση του ανταγωνισμού οδηγεί σε πλημμελή εφαρμογή των κανόνων ασφαλείας και παράκαμψη της ισχύουσας νομοθεσίας. Οι αρνητικές επιδράσεις που ασκεί στο περιβάλλον η λειτουργία των λιμανιών είναι ποικίλες και καλύπτουν όλα τα λειτουργικά επίπεδα του. Τα λιμάνια συμβάλλουν στην ατμοσφαιρική ρύπανση καθώς πολλές πηγές που εκπέμπουν αέριους ρύπους σχετίζονται άμεσα ή έμμεσα με αυτά. Οι ποσότητες αυτές των αέριων ρύπων εξαρτώνται από το μέγεθος του εκάστοτε λιμανιού και είναι επιβλαβείς για την υγεία, τον αέρα, το νερό και τέλος προκαλούν θόρυβο και φωτορύπανση διαταράσσοντας τις κοντινές κοινότητες και βλάπτοντας τα θαλάσσια ενδιαίτηματα.

ABSTRACT

There is no doubt that the marine transport was and is the most important and the greatest part of the chain of global transport of all types of cargo. The development of marine transport is strongly linked and directly depends on the world trade. Important role in the realization of marine transport play the ports which in the antiquity were premises trafficking in human beings, goods, work and helped the national Economy to be strengthened. Of course the situation is not the same nowadays. Previously the role of the port was restricted to the arrivals and the departures of ships and on their traditional functions - loading/unloading to and from ships. Today, the role of ports has changed. Ports are now catalysts which create a great range of commercial opportunities in areas where they incorporate and which provide a range of other additional services. So by the strong competition between them they are invited to cover the needs increasingly, to grow, and to offer more and better services subject to compliance with existing laws and regulations. In many cases, nevertheless this pressure of competition leads to incorrect application of safety rules and circumvention of the existing legislation. The negative effects which carry on the environment the operation of ports are various and cover all operational levels of the port. Ports contribute to air pollution because many sources which emit gaseous pollutants are closely related with them. The quantities of gases of pollutants depend on the size of each port, they are harmful for the health, the air, the water and finally they can cause noise and light pollution disturbing the near communities and harming the marine dwellings.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ	5
ΛΙΣΤΑ ΣΧΗΜΑΤΩΝ	9
ΛΙΣΤΑ ΠΙΝΑΚΩΝ	18
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	22
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ ΚΑΙ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΡΥΠΑΝΣΗ	24
1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ	24
1.2 ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ	25
1.2.1 Γενικά	25
1.2.2 Τα αέρια του θερμοκηπίου.....	26
1.2.3 Επιπτώσεις του φαινομένου του θερμοκηπίου.....	34
1.3 ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΟΙ ΡΥΠΟΙ	38
1.3.1 Γενικά	38
1.3.2 Τύποι ατμοσφαιρικής ρύπανσης.....	38
1.3.3 Επιπτώσεις των ατμοσφαιρικών ρύπων	46
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΕΜΠΟΡΕΥΜΑΤΟΚΙΒΩΤΙΩΝ ΣΤΑ ΛΙΜΑΝΙΑ	47
2.1 ΘΑΛΑΣΣΙΕΣ ΜΕΤΑΦΟΡΕΣ	47
2.2 ΣΥΝΔΥΑΣΜΕΝΕΣ ΜΕΤΑΦΟΡΕΣ	50
2.3 ΔΙΑΚΙΝΗΣΗ ΕΜΠΟΡΕΥΜΑΤΟΚΙΒΩΤΙΩΝ	53
2.3.1 Τερματικοί σταθμοί εμπορευματοκιβωτίων	53
2.3.2 Υπερπόντιες μεταφορές εμπορευματοκιβωτίων	55
2.3.3 Εισαγωγή εμπορευματοκιβωτίων	57
2.3.4 Εξαγωγή εμπορευματοκιβωτίων.....	59
2.3.5 Μεταφορά κενών εμπορευματοκιβωτίων	60
2.4 ΔΙΑΚΙΝΗΣΗ ΕΜΠΟΡΕΥΜΑΤΟΚΙΒΩΤΙΩΝ ΣΤΟΝ ΤΕΡΜΑΤΙΚΟ ΣΤΑΘΜΟ “Χ” .	62
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΕΚΤΙΜΗΣΗΣ ΑΕΡΙΩΝ ΡΥΠΩΝ ΣΤΑ ΛΙΜΑΝΙΑ	64
3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ	64
3.2 ΠΟΛΙΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ	66
3.2.1 Πηγές εκπομπών που σχετίζονται με τα λιμάνια	66
3.2.2 Όρια απογραφής	68
3.2.3 Διπλή καταμέτρηση	69
3.2.4 Περίοδος απογραφής και έτος αναφοράς	70
3.2.5 Συγκρίνοντας απογραφές αποτυπώματος άνθρακα	71

3.3 ΤΕΧΝΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ	72
3.3.1 Εισαγωγή	72
3.3.2 Βάσεις απογραφής εκπομπών	72
3.3.3 Τρεις κοινές προσεγγίσεις	73
3.4 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΕΚΤΙΜΗΣΗΣ ΕΚΠΟΜΠΩΝ	76
3.4.1 Κινητές πηγές εκπομπών	78
3.4.2 Εξοπλισμός χειρισμού και μεταφοράς φορτίου	79
3.4.3 Σκάφη εσωτερικής ναυσιπλοΐας.....	82
3.4.4 Ποντοπόρα πλοία.....	86
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΕΚΤΙΜΗΣΗΣ ΕΜΠΟΜΠΩΝ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ	
ΑΝΘΡΑΚΑ (CO₂) ΣΤΟΝ ΤΕΡΜΑΤΙΚΟ ΣΤΑΘΜΟ “Χ”	104
4.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ	104
4.2 ΠΟΝΤΟΠΟΡΑ ΠΛΟΙΑ	104
4.2.1 Περιγραφή πηγής	105
4.2.2 Γεωγραφική οριοθέτηση	105
4.2.3 Εύρεση στοιχείων και πληροφοριών.....	109
4.2.3.1 Κέντρο διαχείρισης της θαλάσσιας κυκλοφορίας (VTS)	109
4.2.3.2 Πλοηγική υπηρεσία	110
4.2.3.3 Lloyd’s Register των πλοίων	110
4.2.3.4 Πληρώματα των πλοίων.....	111
4.2.4 Επιχειρησιακό προφίλ	111
4.2.4.1 Χρόνος ταξιδιού	111
4.2.4.2 Χρόνος ελιγμών	112
4.2.4.3 Χρόνος παραμονής σε θέση αγκυροβολίας.....	112
4.2.4.4 Χρόνος παραμονής στον.....	112
4.2.5 Μεθοδολογία εκτίμησης εκπομπών CO ₂	112
4.2.5.1 Μέγιστη συνεχής ισχύς προωστήριας μηχανής	114
4.2.5.2 Συντελεστής φορτίου προωστήριας μηχανής	114
4.2.5.3 Δραστηριότητα προωστήριας μηχανής.....	115
4.2.5.4 Συντελεστές εκπομπών CO ₂ προωστήριας μηχανής	116
4.2.5.5 Ισχύς ηλεκτρομηχανών	116
4.2.5.5 Συντελεστής φορτίου ηλεκτρομηχανών	116
4.2.5.6 Δραστηριότητα ηλεκτρομηχανών.....	117
4.2.5.7 Συντελεστές εκπομπών CO ₂ ηλεκτρομηχανών	118
4.3 ΣΚΑΦΗ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΝΑΥΣΙΠΛΟΪΑΣ.....	118
4.3.1 Περιγραφή πηγής	119
4.3.2 Γεωγραφική οριοθέτηση	119

4.3.3	Εύρεση στοιχείων και πληροφοριών.....	120
4.3.4	Επιχειρησιακό προφίλ.....	120
4.3.5	Μεθοδολογία εκτίμησης εκπομπών CO ₂	120
4.3.5	Ονομαστική ισχύς της κύριας μηχανής ρυμουλκών.....	121
4.3.6	Χρονική δραστηριότητα ρυμουλκών.....	122
4.3.7	Συντελεστής φορτίου κύριας μηχανής.....	122
4.3.8	Συντελεστής εκπομπών CO ₂	123
4.4	ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΚΑΙ ΧΕΙΡΙΣΜΟΥ ΦΟΡΤΙΟΥ.....	123
4.4.1	Περιγραφή πηγής.....	123
4.4.2	Γεωγραφική οριοθέτηση.....	124
4.4.3	Εύρεση στοιχείων και πληροφοριών.....	125
4.4.4	Επιχειρησιακό προφίλ.....	126
4.4.5	Μεθοδολογία εκτίμησης εκπομπής ρύπων.....	127
4.4.5.1	Ηλεκτρικές γερανογέφυρες προβλήτα (electric wharf cranes).....	128
4.4.5.2	Ανυψωτικά μηχανήματα στοιβασίας και μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων (straddle carriers).....	129
4.4.5.3	Μηχανήματα χειρισμού κενών εμπορευματοκιβωτίων (empty container handlers).....	131
4.4.5.4	Τράκτορες (terminal tractors).....	133
	ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5:ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΕΚΠΟΜΠΩΝ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ (CO₂) ΣΤΟΝ ΤΕΡΜΑΤΙΚΟ ΣΤΑΘΜΟ “Χ”.....	136
5.1	ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΠΛΟΙΩΝ ΕΜΠΟΡΕΥΜΑΤΟΚΙΒΩΤΙΩΝ.....	136
5.1.1	Γενικά.....	136
5.1.2	Αποτελέσματα εκπομπών CO ₂	137
5.1.3	Χαρακτηριστικά πλοίων.....	179
5.1.4	Χρόνοι καταστάσεων πλοίων.....	182
5.2	ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΡΥΜΟΥΛΚΩΝ.....	186
5.2.1	Γενικά.....	186
5.2.2	Αποτελέσματα εκπομπών CO ₂	186
5.3	ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΚΑΙ ΧΕΙΡΙΣΜΟΥ ΦΟΡΤΙΟΥ.....	189
5.3.1	Γενικά.....	189
5.3.1	Ηλεκτρικές γερανογέφυρες προβλήτα.....	190
5.3.2	Μηχανήματα στοιβασίας και μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων.....	196
5.3.3	Νταλίκες.....	198
5.3.4	Μηχανήματα χειρισμού κενών εμπορευματοκιβωτίων.....	200
5.4	ΣΥΝΟΛΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΕΚΠΟΜΠΩΝ.....	202

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 : ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΕΚΠΟΜΠΩΝ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ (CO₂) ΣΤΟΝ ΤΕΡΜΑΤΙΚΟ ΣΤΑΘΜΟ “Χ” ΜΕ ΑΛΛΑ ΛΙΜΑΝΙΑ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΜΕΤΡΩΝ ΓΙΑ ΤΗ ΜΕΙΩΣΗ ΤΟΥΣ	207
6.1 ΓΕΝΙΚΑ.....	207
6.2 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΕΚΠΟΜΠΩΝ CO₂ ΤΟΥ ΤΕΡΜΑΤΙΚΟΥ ΣΤΑΘΜΟΥ “Χ” ΜΕ ΑΛΛΑ ΛΙΜΑΝΙΑ.....	208
6.3 ΝΟΜΟΘΕΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΓΙΑ ΤΟΥΣ ΑΕΡΙΟΥΣ ΡΥΠΟΥΣ ΣΤΑ ΠΛΟΙΑ ΚΑΙ ΣΤΑ ΛΙΜΑΝΙΑ.....	215
6.3.1 Παράρτημα VI της Δ.Σ MARPOL 73/78	215
6.3.2 Τροποποιήσεις στο Παράρτημα VI της Δ.Σ MARPOL 73/78	218
6.3.3 Νομοθεσία και οδηγίες της Ευρωπαϊκής Ένωσης σχετικά με τα λιμάνια, τα πλοία και τα μέσα μεταφοράς	219
6.3.4 Νομοθεσία που ισχύει στη Βόρεια Αμερική: Λιμάνι του Λος Άντζελες	223
6.3.5 Διάφορες άλλες πρωτοβουλίες	224
6.4 ΠΡΟΤΑΣΗ ΜΕΤΡΩΝ ΜΕ ΣΚΟΠΟ ΤΗ ΜΕΙΩΣΗ ΤΩΝ ΕΚΠΟΜΠΩΝ CO₂ ΣΤΟΝ ΤΕΡΜΑΤΙΚΟ ΣΤΑΘΜΟ “Χ” ΚΑΙ ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΑ ΛΙΜΑΝΙΑ.....	228
6.4.1 Γενικά	228
6.4.2 Μέτρα που αφορούν τα ποντοπόρα πλοία	228
6.4.3 Μέτρα που αφορούν τα σκάφη εσωτερικής ναυσιπλοΐας	231
6.4.4 Μέτρα που αφορούν τις λιμενικές εργασίες.....	232
6.4.4.1 Γενικά.....	232
6.4.4.2 Ηλεκτροδότηση ελλιμενισμένων πλοίων από το δίκτυο ξηράς (Cold Ironing).....	233
6.4.4.3 Ηλεκτρικό ρεύμα διανομής δικτύου (Grid Electricity).....	235
6.4.4.4 Χρήση φυσικού αερίου	236
6.4.4.5 Μέτρα που αφορούν τον εξοπλισμό μεταφοράς και χειρισμού φορτίου	237
6.5 ΑΔΥΝΑΜΙΕΣ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΗ ΜΕΤΡΩΝ ΓΙΑ ΤΗ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΟΥ	240
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	244
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	245

ΛΙΣΤΑ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

ΣΧΗΜΑ 1.1: ΔΙΕΛΕΥΣΗ ΗΛΙΑΚΗΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ	25
ΣΧΗΜΑ 1.2: ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΠΟΥ ΦΑΙΝΕΤΑΙ Η ΣΥΜΜΕΤΟΧΗ ΤΩΝ ΑΕΡΙΩΝ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ ΜΕ ΑΝΘΡΩΠΟΓΕΝΗ ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ ΣΤΗΝ ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΤΟΥ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟΥ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ.....	28
ΣΧΗΜΑ 1.3: ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗΣ CO ₂ ΣΕ ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΜΕ ΤΗΝ ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗ ΤΗΣ ΜΕΣΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ.....	30
ΣΧΗΜΑ 1.4: ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗΣ CH ₄ ΣΥΝΑΡΤΗΣΕΙ ΤΟΥ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟΥ ΠΛΑΤΟΥΣ (LATITUDE) ΚΑΙ ΤΟΥ ΧΡΟΝΟΥ	32
ΣΧΗΜΑ 1.5: ΤΗΞΗ ΤΩΝ ΠΑΓΩΝ ΣΤΗΝ ΑΡΚΤΙΚΗ (ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ ΑΠΟ ΔΟΡΥΦΟΡΟ).....	36
ΣΧΗΜΑ 1.6: ΑΝΘΡΩΠΟΓΕΝΕΙΣ ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΘΕΙΟΥ ΣΕ ΠΑΓΚΟΣΜΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ	40
ΣΧΗΜΑ 1.7: ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΘΕΙΟΥ ΑΝΑ ΠΕΡΙΟΧΗ	41
ΣΧΗΜΑ 1.8: ΑΠΛΟΥΣΤΕΥΜΕΝΟΣ ΚΥΚΛΟΣ ΤΩΝ ΟΞΕΙΔΙΩΝ ΤΟΥ ΑΖΩΤΟΥ.....	43
ΣΧΗΜΑ 2.1: ΥΠΕΡΠΟΝΤΙΑ ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΕΜΠΟΡΕΥΜΑΤΟΚΙΒΩΤΙΩΝ ΟΣΟΝ ΑΦΟΡΑ ΤΑ ΛΙΜΑΝΙΑ ΤΩΝ ΗΠΑ.....	56
ΣΧΗΜΑ 2.2: ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΕΜΠΟΡΕΥΜΑΤΟΚΙΒΩΤΙΩΝ ΟΣΟΝ ΑΦΟΡΑ ΤΑ ΛΙΜΑΝΙΑ ΤΩΝ ΗΠΑ.....	57
ΣΧΗΜΑ 2.3: ΕΞΑΓΩΓΗ ΕΜΠΟΡΕΥΜΑΤΟΚΙΒΩΤΙΩΝ ΟΣΟΝ ΑΦΟΡΑ ΤΑ ΛΙΜΑΝΙΑ ΤΩΝ ΗΠΑ.....	59
ΣΧΗΜΑ 2.4: ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΚΕΝΩΝ ΕΜΠΟΡΕΥΜΑΤΟΚΙΒΩΤΙΩΝ ΟΣΟΝ ΑΦΟΡΑ ΤΑ ΛΙΜΑΝΙΑ ΤΩΝ ΗΠΑ.....	61
ΣΧΗΜΑ 2.5: ΥΠΟΘΕΤΙΚΟΣ ΤΕΡΜΑΤΙΚΟΣ ΣΤΑΘΜΟΣ ΕΜΠΟΡΕΥΜΑΤΟΚΙΒΩΤΙΩΝ “Χ”	63
ΣΧΗΜΑ 3.1: ΤΑ ΤΡΙΑ ΠΕΔΙΑ ΠΗΓΩΝ ΕΚΠΟΜΠΩΝ ΡΥΠΩΝ	68
ΣΧΗΜΑ 3.2: ΣΚΑΦΟΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΝΑΥΣΙΠΛΟΪΑΣ	83
ΣΧΗΜΑ 3.3: ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΚΤΙΜΗΣΗΣ ΕΚΠΟΜΠΩΝ ΣΚΑΦΩΝ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΝΑΥΣΙΠΛΟΪΑΣ.....	86
ΣΧΗΜΑ 3.4: ΤΥΠΟΙ ΠΡΟΩΣΗΣ	88
ΣΧΗΜΑ 3.5: ΒΟΗΘΗΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΙΣΧΥΟΣ.....	90
ΣΧΗΜΑ 3.6: ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΡΟΟΩΣΗΣ, ΒΟΗΘΗΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΩΝ ΚΑΙ ΛΕΒΗΤΩΝ ΣΕ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ TRANSIT, MANEUVERING ΚΑΙ BERTH ΓΙΑ ΠΛΟΙΑ ΜΕ Η ΧΩΡΙΣ ΜΕΙΩΤΗΡΑ.....	93

ΣΧΗΜΑ 3.7: ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΡΟΟΩΣΗΣ, ΒΟΗΘΗΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΩΝ ΚΑΙ ΛΕΒΗΤΩΝ ΣΕ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ TRANSIT, MANEUVERING ΚΑΙ BERTH ΓΙΑ ΝΤΙΖΕΛ/ΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΠΛΟΙΑ.....	94
ΣΧΗΜΑ 3.8: ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΡΟΟΩΣΗΣ, ΒΟΗΘΗΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΩΝ ΚΑΙ ΛΕΒΗΤΩΝ ΣΕ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ TRANSIT, MANEUVERING ΚΑΙ BERTH ΓΙΑ ΑΤΜΟΣΤΡΟΒΙΛΑ ΠΛΟΙΑ.....	95
ΣΧΗΜΑ 3.9: ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΡΟΗΣ ΕΚΤΙΜΗΣΗΣ ΕΚΠΟΜΠΩΝ ΡΥΠΩΝ ΠΡΟΩΣΤΗΡΙΩΝ ΜΗΧΑΝΩΝ (INVENTORY OF AIR EMISSIONS CY 2010)	98
ΣΧΗΜΑ 4.1: ΘΑΛΑΣΣΙΑ ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ ΕΚΠΟΜΠΩΝ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ	105
ΣΧΗΜΑ 4.2: ΔΙΑΥΛΟΣ ΔΙΑΧΩΡΙΣΜΟΥ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ (TRAFFIC SEPARATION SCHEME)	106
ΧΑΡΤΗΣ 4.3: ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΟΥ ΠΙΛΟΤΟΥ: ΠΕΡΙΚΛΕΙΕΤΑΙ ΑΠΟ ΤΙΣ ΚΟΚΚΙΝΕΣ ΔΙΑΚΕΚΟΜΜΕΝΕΣ ΓΡΑΜΜΕΣ.....	107
ΣΧΗΜΑ 4.4: ΠΕΡΙΟΧΗ ΑΓΚΥΡΟΒΟΛΙΟΥ: ΠΕΡΙΚΛΕΙΕΤΑΙ ΑΠΟ ΤΙΣ ΠΡΑΣΙΝΕΣ ΔΙΑΚΕΚΟΜΜΕΝΕΣ ΓΡΑΜΜΕΣ.....	108
ΣΧΗΜΑ 4.5: ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ ΕΚΠΟΜΠΗΣ ΡΥΠΩΝ ΡΥΜΟΥΛΚΩΝ: ΔΙΑΔΡΟΜΗ ΜΕΤΑΞΥ ΤΟΥ ΣΗΜΕΙΟΥ ΕΚΚΙΝΗΣΗΣ ΤΩΝ ΡΥΜΟΥΛΚΩΝ ΚΑΙ ΤΟΥ ΠΡΟΒΛΗΤΑ ΤΟΥ ΤΕΡΜΑΤΙΚΟΥ ΣΤΑΘΜΟΥ “Χ”	119
ΣΧΗΜΑ 4.6: ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΤΟΥ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΚΑΙ ΧΕΙΡΙΣΜΟΥ ΦΟΡΤΙΟΥ ΠΟΥ ΛΕΙΤΟΥΡΓΕΙ ΣΤΟΝ ΣΤΑΘΜΟ ΕΜΠΟΡΕΥΜΑΤΟΚΙΒΩΤΙΩΝ “Χ”.....	124
ΣΧΗΜΑ 4.6: ΤΕΡΜΑΤΙΚΟΣ ΣΤΑΘΜΟΣ ΕΜΠΟΡΕΥΜΑΤΟΚΙΒΩΤΙΩΝ “Χ”	125
ΣΧΗΜΑ 4.2: ΖΡΜC:ΈΝΑ ΑΠΟ ΤΑ ΜΟΝΤΕΛΑ ΓΕΡΑΝΟΓΕΦΥΡΩΝ ΠΡΟΒΛΗΤΑΣ ΠΟΥ ΛΕΙΤΟΥΡΓΟΥΝ ΣΤΟΝ ΣΤΑΘΜΟ ΕΜΠΟΡΕΥΜΑΤΟΚΙΒΩΤΙΩΝ “Χ”.....	129
ΣΧΗΜΑ 4.3: KALLMAR CSC 350: ΑΝΥΨΩΤΙΚΟ ΜΗΧΑΝΗΜΑ ΣΤΟΙΒΑΣΙΑΣ ΚΑΙ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΕΜΠΟΡΕΥΜΑΤΟΚΙΒΩΤΙΩΝ.....	131
ΣΧΗΜΑ 4.4: KALLMAR DCE 90-45: ΜΗΧΑΝΗΜΑ ΧΕΙΡΙΣΜΟΥ ΚΕΝΩΝ ΕΜΠΟΡΕΥΜΑΤΟΚΙΒΩΤΙΩΝ	133
ΣΧΗΜΑ 4.5: KALMAR TR 618I: ΤΡΑΚΤΟΡΕΣ ΤΕΡΜΑΤΙΚΟΥ ΣΤΑΘΜΟΥ “Χ”..	135
ΣΧΗΜΑ 5.1: ΑΡΙΘΜΟΣ ΠΛΟΙΩΝ ΑΝΑ ΜΗΝΑ ΠΟΥ ΚΑΤΕΠΛΕΥΣΑΝ ΣΤΟΝ ΣΤΑΘΜΟ ΕΜΠΟΡΕΥΜΑΤΟΚΙΒΩΤΙΩΝ “Χ”	137
ΣΧΗΜΑ 5.2: ΤΟΝΟΙ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ CO ₂ ΑΝΑ ΜΗΝΑ ΠΟΥ ΕΞΕΠΕΜΨΑΝ ΤΑ ΠΛΟΙΑ ΕΜΠΟΡΕΥΜΑΤΟΚΙΒΩΤΙΩΝ.....	138
ΣΧΗΜΑ 5.3: ΤΟΝΟΙ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ CO ₂ ΑΝΑ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ.....	139
ΣΧΗΜΑ 5.4: ΤΟΝΟΙ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ CO ₂ ΑΝΑ ΤΥΠΟ ΜΗΧΑΝΗΣ	139

ΣΧΗΜΑ 5.5: ΤΟΝΟΙ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ CO₂ ΑΝΑ ΜΗΝΑ ΚΑΙ ΑΝΑ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ	140
ΣΧΗΜΑ 5.6: ΤΟΝΟΙ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ CO₂ ΑΝΑ ΜΗΝΑ ΚΑΙ ΑΝΑ ΤΥΠΟ ΜΗΧΑΝΗΣ	140
ΣΧΗΜΑ 5.7: ΤΟΝΟΙ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ CO₂ ΑΝΑ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΚΑΙ ΑΝΑ ΤΥΠΟ ΜΗΧΑΝΗΣ.....	141
ΣΧΗΜΑ 5.8: ΤΟΝΟΙ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ CO₂ ΠΟΥ ΕΚΠΕΜΦΘΗΚΑΝ ΑΝΑ ΤΥΠΟ CONTAINERSHIP (DWT).....	142
ΣΧΗΜΑ 5.9: ΤΟΝΟΙ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ CO₂ ΠΟΥ ΕΚΠΕΜΦΘΗΚΑΝ ΣΤΗΝ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ TRANSIT ΑΝΑ ΤΥΠΟ CONTAINERSHIP (DWT)	143
ΣΧΗΜΑ 5.10: ΤΟΝΟΙ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ CO₂ ΠΟΥ ΕΚΠΕΜΦΘΗΚΑΝ ΣΤΗΝ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ MANEUVERING ΑΝΑ ΤΥΠΟ CONTAINERSHIP (DWT).....	143
ΣΧΗΜΑ 5.11: ΤΟΝΟΙ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ CO₂ ΠΟΥ ΕΚΠΕΜΦΘΗΚΑΝ ΣΤΗΝ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ BERTH ΑΝΑ ΤΥΠΟ CONTAINERSHIP (DWT).....	144
ΣΧΗΜΑ 5.12: ΤΟΝΟΙ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ CO₂ ΠΟΥ ΕΚΠΕΜΦΘΗΚΑΝ ΣΤΗΝ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ANCHORAGE ΑΝΑ ΤΥΠΟ CONTAINERSHIP (DWT)	144
ΣΧΗΜΑ 5.13: ΤΟΝΟΙ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ CO₂ ΠΟΥ ΕΚΠΕΜΦΘΗΚΑΝ ΑΠΟ ΤΙΣ ΚΥΡΙΕΣ ΜΗΧΑΝΕΣ ΑΝΑ ΤΥΠΟ CONTAINERSHIP (DWT).....	145
ΣΧΗΜΑ 5.14: ΤΟΝΟΙ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ CO₂ ΠΟΥ ΕΚΠΕΜΦΘΗΚΑΝ ΑΠΟ ΤΙΣ ΒΟΗΘΗΤΙΚΕΣ ΜΗΧΑΝΕΣ ΑΝΑ ΤΥΠΟ CONTAINERSHIP (DWT)	145
ΣΧΗΜΑ 5.15: ΤΟΝΟΙ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ CO₂ ΠΟΥ ΕΚΠΕΜΦΘΗΚΑΝ ΣΤΗΝ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ TRANSIT ΑΝΑ ΤΥΠΟ CONTAINERSHIP (DWT), ΤΟΝ ΙΑΝΟΥΑΡΙΟ ΤΟΥ 2010.....	147
ΣΧΗΜΑ 5.16: ΤΟΝΟΙ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ CO₂ ΠΟΥ ΕΚΠΕΜΦΘΗΚΑΝ ΣΤΗΝ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ MANEUVERING ΑΝΑ ΤΥΠΟ CONTAINERSHIP (DWT), ΤΟΝ ΙΑΝΟΥΑΡΙΟ ΤΟΥ 2010.....	147
ΣΧΗΜΑ 5.17: ΤΟΝΟΙ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ CO₂ ΠΟΥ ΕΚΠΕΜΦΘΗΚΑΝ ΣΤΗΝ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ BERTH ΑΝΑ ΤΥΠΟ CONTAINERSHIP (DWT), ΤΟΝ ΙΑΝΟΥΑΡΙΟ ΤΟΥ 2010.....	148
ΣΧΗΜΑ 5.18: ΤΟΝΟΙ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ CO₂ ΠΟΥ ΕΚΠΕΜΦΘΗΚΑΝ ΣΤΗΝ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ANCHORAGE ΑΝΑ ΤΥΠΟ CONTAINERSHIP (DWT), ΤΟΝ ΙΑΝΟΥΑΡΙΟ ΤΟΥ 2010.....	148
ΣΧΗΜΑ 5.19: ΤΟΝΟΙ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ CO₂ ΠΟΥ ΕΚΠΕΜΦΘΗΚΑΝ ΑΠΟ ΤΙΣ ΚΥΡΙΕΣ ΜΗΧΑΝΕΣ ΑΝΑ ΤΥΠΟ CONTAINERSHIP (DWT), ΤΟΝ ΙΑΝΟΥΑΡΙΟ ΤΟΥ 2010.....	149

ΣΧΗΜΑ 5.20: ΤΟΝΟΙ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ CO ₂ ΠΟΥ ΕΚΠΕΜΦΘΗΚΑΝ ΑΠΟ ΤΙΣ ΒΟΗΘΗΤΙΚΕΣ ΜΗΧΑΝΕΣ ΑΝΑ ΤΥΠΟ CONTAINERSHIP (DWT), ΤΟΝ ΙΑΝΟΥΑΡΙΟ ΤΟΥ 2010.....	149
ΣΧΗΜΑ 5.21: ΤΟΝΟΙ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ CO ₂ ΑΝΑ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΠΛΟΙΟΥ ΠΟΥ ΕΚΠΕΜΦΘΗΚΑΝ ΤΟΝ ΙΑΝΟΥΑΡΙΟ ΤΟΥ 2010....	150
ΣΧΗΜΑ 5.22: ΤΟΝΟΙ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ CO ₂ ΑΝΑ ΤΥΠΟ ΜΗΧΑΝΗΣ ΠΛΟΙΟΥ ΠΟΥ ΕΚΠΕΜΦΘΗΚΑΝ ΤΟΝ ΙΑΝΟΥΑΡΙΟ ΤΟΥ 2010.....	150
ΣΧΗΜΑ 5.23: ΤΟΝΟΙ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ CO ₂ ΑΝΑ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΚΑΙ ΑΝΑ ΤΥΠΟ ΜΗΧΑΝΗΣ ΠΛΟΙΟΥ ΠΟΥ ΕΚΠΕΜΦΘΗΚΑΝ ΤΟΝ ΙΑΝΟΥΑΡΙΟ ΤΟΥ 2010.....	151
ΣΧΗΜΑ 5.24: ΤΟΝΟΙ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ CO ₂ ΠΟΥ ΕΚΠΕΜΦΘΗΚΑΝ ΣΤΗΝ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ TRANSIT ΑΝΑ ΤΥΠΟ CONTAINERSHIP (DWT), ΤΟΝ ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟ ΤΟΥ 2010.....	152
ΣΧΗΜΑ 5.25: ΤΟΝΟΙ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ CO ₂ ΠΟΥ ΕΚΠΕΜΦΘΗΚΑΝ ΣΤΗΝ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ MANEUVERING ΑΝΑ ΤΥΠΟ CONTAINERSHIP (DWT), ΤΟΝ ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟ ΤΟΥ 2010.....	153
ΣΧΗΜΑ 5.26: ΤΟΝΟΙ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ CO ₂ ΠΟΥ ΕΚΠΕΜΦΘΗΚΑΝ ΣΤΗΝ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ BERTH ΑΝΑ ΤΥΠΟ CONTAINERSHIP (DWT), ΤΟΝ ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟ ΤΟΥ 2010.....	153
ΣΧΗΜΑ 5.27: ΤΟΝΟΙ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ CO ₂ ΠΟΥ ΕΚΠΕΜΦΘΗΚΑΝ ΣΤΗΝ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ANCHORAGE ΑΝΑ ΤΥΠΟ CONTAINERSHIP (DWT), ΤΟΝ ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟ ΤΟΥ 2010.....	154
ΣΧΗΜΑ 5.28: ΤΟΝΟΙ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ CO ₂ ΠΟΥ ΕΚΠΕΜΦΘΗΚΑΝ ΑΠΟ ΤΙΣ ΚΥΡΙΕΣ ΜΗΧΑΝΕΣ ΑΝΑ ΤΥΠΟ CONTAINERSHIP (DWT), ΤΟΝ ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟ ΤΟΥ 2010.....	154
ΣΧΗΜΑ 5.29: ΤΟΝΟΙ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ CO ₂ ΠΟΥ ΕΚΠΕΜΦΘΗΚΑΝ ΑΠΟ ΤΙΣ ΒΟΗΘΗΤΙΚΕΣ ΜΗΧΑΝΕΣ ΑΝΑ ΤΥΠΟ CONTAINERSHIP (DWT), ΤΟΝ ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟ ΤΟΥ 2010.....	155
ΣΧΗΜΑ 5.30: ΤΟΝΟΙ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ CO ₂ ΑΝΑ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΠΛΟΙΟΥ ΠΟΥ ΕΚΠΕΜΦΘΗΚΑΝ ΤΟΝ ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟ ΤΟΥ 2010.....	155
ΣΧΗΜΑ 5.31: ΤΟΝΟΙ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ CO ₂ ΑΝΑ ΤΥΠΟ ΜΗΧΑΝΗΣ ΠΛΟΙΟΥ ΠΟΥ ΕΚΠΕΜΦΘΗΚΑΝ ΤΟΝ ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟ ΤΟΥ 2010.....	156
ΣΧΗΜΑ 5.32: ΤΟΝΟΙ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ CO ₂ ΑΝΑ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΚΑΙ ΑΝΑ ΤΥΠΟ ΜΗΧΑΝΗΣ ΠΛΟΙΟΥ ΠΟΥ ΕΚΠΕΜΦΘΗΚΑΝ ΤΟΝ ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟ ΤΟΥ 2010.....	156

ΣΧΗΜΑ 5.33: ΤΟΝΟΙ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ CO ₂ ΠΟΥ ΕΚΠΕΜΦΘΗΚΑΝ ΣΤΗΝ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ TRANSIT ΑΝΑ ΤΥΠΟ CONTAINERSHIP (DWT), ΤΟΝ ΜΑΡΤΙΟ ΤΟΥ 2010.....	158
ΣΧΗΜΑ 5.34: ΤΟΝΟΙ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ CO ₂ ΠΟΥ ΕΚΠΕΜΦΘΗΚΑΝ ΣΤΗΝ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ MANEUVERING ΑΝΑ ΤΥΠΟ CONTAINERSHIP (DWT), ΤΟΝ ΜΑΡΤΙΟ ΤΟΥ 2010.....	158
ΣΧΗΜΑ 5.35: ΤΟΝΟΙ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ CO ₂ ΠΟΥ ΕΚΠΕΜΦΘΗΚΑΝ ΣΤΗΝ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ BERTH ΑΝΑ ΤΥΠΟ CONTAINERSHIP (DWT), ΤΟΝ ΜΑΡΤΙΟ ΤΟΥ 2010.....	159
ΣΧΗΜΑ 5.36: ΤΟΝΟΙ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ CO ₂ ΠΟΥ ΕΚΠΕΜΦΘΗΚΑΝ ΣΤΗΝ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ANCHORAGE ΑΝΑ ΤΥΠΟ CONTAINERSHIP (DWT), ΤΟΝ ΜΑΡΤΙΟ ΤΟΥ 2010.....	159
ΣΧΗΜΑ 5.37: ΤΟΝΟΙ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ CO ₂ ΠΟΥ ΕΚΠΕΜΦΘΗΚΑΝ ΑΠΟ ΤΙΣ ΚΥΡΙΕΣ ΜΗΧΑΝΕΣ ΑΝΑ ΤΥΠΟ CONTAINERSHIP (DWT), ΤΟΝ ΜΑΡΤΙΟ ΤΟΥ 2010.....	160
ΣΧΗΜΑ 5.38: ΤΟΝΟΙ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ CO ₂ ΠΟΥ ΕΚΠΕΜΦΘΗΚΑΝ ΑΠΟ ΤΙΣ ΒΟΗΘΗΤΙΚΕΣ ΜΗΧΑΝΕΣ ΑΝΑ ΤΥΠΟ CONTAINERSHIP (DWT), ΤΟΝ ΜΑΡΤΙΟ ΤΟΥ 2010.....	160
ΣΧΗΜΑ 5.39: ΤΟΝΟΙ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ CO ₂ ΑΝΑ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΠΛΟΙΟΥ ΠΟΥ ΕΚΠΕΜΦΘΗΚΑΝ ΤΟΝ ΜΑΡΤΙΟ ΤΟΥ 2010.....	161
ΣΧΗΜΑ 5.40: ΤΟΝΟΙ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ CO ₂ ΑΝΑ ΤΥΠΟ ΜΗΧΑΝΗΣ ΠΛΟΙΟΥ ΠΟΥ ΕΚΠΕΜΦΘΗΚΑΝ ΤΟΝ ΜΑΡΤΙΟ ΤΟΥ 2010.....	161
ΣΧΗΜΑ 5.41: ΤΟΝΟΙ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ CO ₂ ΑΝΑ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΚΑΙ ΑΝΑ ΤΥΠΟ ΜΗΧΑΝΗΣ ΠΛΟΙΟΥ ΠΟΥ ΕΚΠΕΜΦΘΗΚΑΝ ΤΟΝ ΜΑΡΤΙΟ ΤΟΥ 2010.....	162
ΣΧΗΜΑ 5.42: ΤΟΝΟΙ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ CO ₂ ΠΟΥ ΕΚΠΕΜΦΘΗΚΑΝ ΣΤΗΝ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ TRANSIT ΑΝΑ ΤΥΠΟ CONTAINERSHIP (DWT), ΤΟΝ ΑΠΡΙΛΙΟ ΤΟΥ 2010.....	163
ΣΧΗΜΑ 5.43: ΤΟΝΟΙ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ CO ₂ ΠΟΥ ΕΚΠΕΜΦΘΗΚΑΝ ΣΤΗΝ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ MANEUVERING ΑΝΑ ΤΥΠΟ CONTAINERSHIP (DWT), ΤΟΝ ΑΠΡΙΛΙΟ ΤΟΥ 2010.....	164
ΣΧΗΜΑ 5.44: ΤΟΝΟΙ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ CO ₂ ΠΟΥ ΕΚΠΕΜΦΘΗΚΑΝ ΣΤΗΝ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ BERTH ΑΝΑ ΤΥΠΟ CONTAINERSHIP (DWT), ΤΟΝ ΑΠΡΙΛΙΟ ΤΟΥ 2010.....	164
ΣΧΗΜΑ 5.45: ΤΟΝΟΙ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ CO ₂ ΠΟΥ ΕΚΠΕΜΦΘΗΚΑΝ ΣΤΗΝ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ANCHORAGE ΑΝΑ ΤΥΠΟ CONTAINERSHIP (DWT), ΤΟΝ ΑΠΡΙΛΙΟ ΤΟΥ 2010.....	165

ΣΧΗΜΑ 5.46: ΤΟΝΟΙ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ CO ₂ ΠΟΥ ΕΚΠΕΜΦΘΗΚΑΝ ΑΠΟ ΤΙΣ ΚΥΡΙΕΣ ΜΗΧΑΝΕΣ ΑΝΑ ΤΥΠΟ CONTAINERSHIP (DWT), ΤΟΝ ΑΠΡΙΛΙΟ ΤΟΥ 2010.....	165
ΣΧΗΜΑ 5.47: ΤΟΝΟΙ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ CO ₂ ΠΟΥ ΕΚΠΕΜΦΘΗΚΑΝ ΑΠΟ ΤΙΣ ΒΟΗΘΗΤΙΚΕΣ ΜΗΧΑΝΕΣ ΑΝΑ ΤΥΠΟ CONTAINERSHIP (DWT), ΤΟΝ ΑΠΡΙΛΙΟ ΤΟΥ 2010	166
ΣΧΗΜΑ 5.48: ΤΟΝΟΙ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ CO ₂ ΑΝΑ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΠΛΟΙΟΥ ΠΟΥ ΕΚΠΕΜΦΘΗΚΑΝ ΤΟΝ ΑΠΡΙΛΙΟ ΤΟΥ 2010.....	166
ΣΧΗΜΑ 5.49: ΤΟΝΟΙ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ CO ₂ ΑΝΑ ΤΥΠΟ ΜΗΧΑΝΗΣ ΠΛΟΙΟΥ ΠΟΥ ΕΚΠΕΜΦΘΗΚΑΝ ΤΟΝ ΑΠΡΙΛΙΟ ΤΟΥ 2010.....	167
ΣΧΗΜΑ 5.50: ΤΟΝΟΙ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ CO ₂ ΑΝΑ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΚΑΙ ΑΝΑ ΤΥΠΟ ΜΗΧΑΝΗΣ ΠΛΟΙΟΥ ΠΟΥ ΕΚΠΕΜΦΘΗΚΑΝ ΤΟΝ ΑΠΡΙΛΙΟ ΤΟΥ 2010	167
ΣΧΗΜΑ 5.51: ΤΟΝΟΙ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ CO ₂ ΠΟΥ ΕΚΠΕΜΦΘΗΚΑΝ ΣΤΗΝ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ TRANSIT ΑΝΑ ΤΥΠΟ CONTAINERSHIP (DWT), ΤΟΝ ΜΑΙΟ ΤΟΥ 2010.....	169
ΣΧΗΜΑ 5.52: ΤΟΝΟΙ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ CO ₂ ΠΟΥ ΕΚΠΕΜΦΘΗΚΑΝ ΣΤΗΝ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ MANEUVERING ΑΝΑ ΤΥΠΟ CONTAINERSHIP (DWT), ΤΟΝ ΜΑΙΟ ΤΟΥ 2010	169
ΣΧΗΜΑ 5.53: ΤΟΝΟΙ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ CO ₂ ΠΟΥ ΕΚΠΕΜΦΘΗΚΑΝ ΣΤΗΝ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ BERTH ΑΝΑ ΤΥΠΟ CONTAINERSHIP (DWT), ΤΟΝ ΜΑΙΟ ΤΟΥ 2010.....	170
ΣΧΗΜΑ 5.54: ΤΟΝΟΙ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ CO ₂ ΠΟΥ ΕΚΠΕΜΦΘΗΚΑΝ ΣΤΗΝ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ANCHORAGE ΑΝΑ ΤΥΠΟ CONTAINERSHIP (DWT), ΤΟΝ ΜΑΙΟ ΤΟΥ 2010	170
ΣΧΗΜΑ 5.55: ΤΟΝΟΙ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ CO ₂ ΠΟΥ ΕΚΠΕΜΦΘΗΚΑΝ ΑΠΟ ΤΙΣ ΚΥΡΙΕΣ ΜΗΧΑΝΕΣ ΑΝΑ ΤΥΠΟ DWT CONTAINERSHIP ΤΟΝ ΜΑΙΟ ΤΟΥ 2010.....	171
ΣΧΗΜΑ 5.56: ΤΟΝΟΙ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ CO ₂ ΠΟΥ ΕΚΠΕΜΦΘΗΚΑΝ ΑΠΟ ΤΙΣ ΒΟΗΘΗΤΙΚΕΣ ΜΗΧΑΝΕΣ ΑΝΑ ΤΥΠΟ CONTAINERSHIP (DWT), ΤΟΝ ΜΑΙΟ ΤΟΥ 2010	171
ΣΧΗΜΑ 5.57: ΤΟΝΟΙ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ CO ₂ ΑΝΑ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΠΛΟΙΟΥ ΠΟΥ ΕΚΠΕΜΦΘΗΚΑΝ ΤΟΝ ΜΑΙΟ ΤΟΥ 2010	172
ΣΧΗΜΑ 5.58: ΤΟΝΟΙ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ CO ₂ ΑΝΑ ΤΥΠΟ ΜΗΧΑΝΗΣ ΠΛΟΙΟΥ ΠΟΥ ΕΚΠΕΜΦΘΗΚΑΝ ΤΟΝ ΜΑΙΟ ΤΟΥ 2010	172

ΣΧΗΜΑ 5.59: ΤΟΝΟΙ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ CO₂ ΑΝΑ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΚΑΙ ΑΝΑ ΤΥΠΟ ΜΗΧΑΝΗΣ ΠΛΟΙΟΥ ΠΟΥ ΕΚΠΕΜΦΘΗΚΑΝ ΤΟΝ ΜΑΙΟ ΤΟΥ 2010	173
ΣΧΗΜΑ 5.60: ΤΟΝΟΙ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ CO₂ ΠΟΥ ΕΚΠΕΜΦΘΗΚΑΝ ΣΤΗΝ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ TRANSIT ΑΝΑ ΤΥΠΟ CONTAINERSHIP (DWT), ΤΟΝ ΙΟΥΝΙΟ ΤΟΥ 2010.....	174
ΣΧΗΜΑ 5.61: ΤΟΝΟΙ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ CO₂ ΠΟΥ ΕΚΠΕΜΦΘΗΚΑΝ ΣΤΗΝ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ MANEUVERING ΑΝΑ ΤΥΠΟ CONTAINERSHIP (DWT), ΤΟΝ ΙΟΥΝΙΟ ΤΟΥ 2010	175
ΣΧΗΜΑ 5.62: ΤΟΝΟΙ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ CO₂ ΠΟΥ ΕΚΠΕΜΦΘΗΚΑΝ ΣΤΗΝ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ BERTH ΑΝΑ ΤΥΠΟ CONTAINERSHIP (DWT), ΤΟΝ ΙΟΥΝΙΟ ΤΟΥ 2010.....	175
ΣΧΗΜΑ 5.63: ΤΟΝΟΙ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ CO₂ ΠΟΥ ΕΚΠΕΜΦΘΗΚΑΝ ΣΤΗΝ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ANCHORAGE ΑΝΑ ΤΥΠΟ CONTAINERSHIP (DWT), ΤΟΝ ΙΟΥΝΙΟ ΤΟΥ 2010	176
ΣΧΗΜΑ 5.64: ΤΟΝΟΙ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ CO₂ ΠΟΥ ΕΚΠΕΜΦΘΗΚΑΝ ΑΠΟ ΤΙΣ ΚΥΡΙΕΣ ΜΗΧΑΝΕΣ ΑΝΑ ΤΥΠΟ CONTAINERSHIP (DWT), ΤΟΝ ΙΟΥΝΙΟ ΤΟΥ 2010.....	176
ΣΧΗΜΑ 5.65: ΤΟΝΟΙ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ CO₂ ΠΟΥ ΕΚΠΕΜΦΘΗΚΑΝ ΑΠΟ ΤΙΣ ΒΟΗΘΗΤΙΚΕΣ ΜΗΧΑΝΕΣ ΑΝΑ ΤΥΠΟ CONTAINERSHIP (DWT), ΤΟΝ ΙΟΥΝΙΟ ΤΟΥ 2010	177
ΣΧΗΜΑ 5.66: ΤΟΝΟΙ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ CO₂ ΑΝΑ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΠΛΟΙΟΥ ΠΟΥ ΕΚΠΕΜΦΘΗΚΑΝ ΤΟΝ ΙΟΥΝΙΟ ΤΟΥ 2010	177
ΣΧΗΜΑ 5.67: ΤΟΝΟΙ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ CO₂ ΑΝΑ ΤΥΠΟ ΜΗΧΑΝΗΣ ΠΛΟΙΟΥ ΠΟΥ ΕΚΠΕΜΦΘΗΚΑΝ ΤΟΝ ΙΟΥΝΙΟ ΤΟΥ 2010.....	178
ΣΧΗΜΑ 5.68: ΤΟΝΟΙ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ CO₂ ΑΝΑ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΚΑΙ ΑΝΑ ΤΥΠΟ ΜΗΧΑΝΗΣ ΠΛΟΙΟΥ ΠΟΥ ΕΚΠΕΜΦΘΗΚΑΝ ΤΟΝ ΙΟΥΝΙΟ ΤΟΥ 2010	178
ΣΧΗΜΑ 5.69: ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ ΜΕΤΑΦΟΡΙΚΗΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑΣ ΠΛΟΙΩΝ ΕΜΠΟΡΕΥΜΑΤΟΚΙΒΩΤΙΩΝ	180
ΣΧΗΜΑ 5.70: ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ ΜΕΓΙΣΤΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΠΛΟΙΩΝ ΕΜΠΟΡΕΥΜΑΤΟΚΙΒΩΤΙΩΝ	180
ΣΧΗΜΑ 5.71: ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ ΣΥΝΟΛΙΚΗΣ ΙΣΧΥΣ ΚΥΡΙΑΣ ΜΗΧΑΝΗΣ ΠΛΟΙΩΝ ΕΜΠΟΡΕΥΜΑΤΟΚΙΒΩΤΙΩΝ	181
ΣΧΗΜΑ 5.72: ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ ΣΥΝΟΛΙΚΗΣ ΙΣΧΥΣ ΒΟΗΘΗΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΩΝ ΠΛΟΙΩΝ ΕΜΠΟΡΕΥΜΑΤΟΚΙΒΩΤΙΩΝ	181

ΣΧΗΜΑ 5.73: ΤΟΝΟΙ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ CO₂ ΑΝΑ ΜΗΝΑ ΠΟΥ ΕΞΕΠΕΜΨΑΝ ΤΑ ΡΥΜΟΥΛΚΑ	187
ΣΧΗΜΑ 5.74: ΤΟΝΟΙ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ CO₂ ΠΟΥ ΕΚΠΕΜΦΘΗΚΑΝ ΑΝΑ ΙΣΧΥ ΡΥΜΟΥΛΚΩΝ	187
ΣΧΗΜΑ 5.75: ΑΡΙΘΜΟΣ ΡΥΜΟΥΛΚΩΝ ΑΝΑ ΜΗΝΑ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΘΗΚΑΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΛΟΗΓΗΣΗ ΤΩΝ CONTAINERSHIPS	188
ΣΧΗΜΑ 5.76: ΑΡΙΘΜΟΣ ΡΥΜΟΥΛΚΩΝ ΜΕ ΤΗΝ ΑΝΑΛΟΓΗ ΙΣΧΥ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΘΗΚΑΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΛΟΗΓΗΣΗ ΤΩΝ CONTAINERSHIPS.....	189
ΣΧΗΜΑ 5.77: ΔΙΑΚΙΝΗΣΗ ΤΕΥΣ ΑΝΑ ΜΗΝΑ	190
ΣΧΗΜΑ 5.78: ΣΥΝΟΛΙΚΟΣ ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΙΛΟΒΑΤ ΑΝΑ ΜΗΝΑ ΠΟΥ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΑΝ ΟΙ ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΓΕΡΑΝΟΓΕΦΥΡΕΣ ΠΡΟΒΛΗΤΑ	191
ΣΧΗΜΑ 5.79: ΤΟΝΟΙ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ CO₂ ΑΝΑ ΜΗΝΑ ΠΟΥ ΕΚΠΕΜΦΘΗΚΑΝ ΑΠΟ ΤΙΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΓΕΡΑΝΟΓΕΦΥΡΕΣ ΠΡΟΒΛΗΤΑ.....	191
ΣΧΗΜΑ 5.80: ΔΙΑΚΙΝΗΣΗ ΤΕΥΣ ΑΝΑ ΤΥΠΟ CONTAINERSHIP (DWT).....	193
ΣΧΗΜΑ 5.81: ΣΥΝΟΛΙΚΟΣ ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΙΛΟΒΑΤ (KW) ΑΝΑ ΤΥΠΟ CONTAINERSHIP (DWT) ΠΟΥ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΑΝ ΟΙ ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΓΕΡΑΝΟΓΕΦΥΡΕΣ ΠΡΟΒΛΗΤΑ.....	193
ΣΧΗΜΑ 5.82: ΤΟΝΟΙ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ CO₂ ΑΝΑ ΤΥΠΟ CONTAINERSHIP (DWT) ΠΟΥ ΕΚΠΕΜΦΘΗΚΑΝ ΑΠΟ ΤΙΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΓΕΡΑΝΟΓΕΦΥΡΕΣ ΠΡΟΒΛΗΤΑΣ.....	194
ΣΧΗΜΑ 5.83: ΩΡΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΓΕΡΑΝΟΓΕΦΥΡΩΝ ΠΡΟΒΛΗΤΑ ΑΝΑ ΜΗΝΑ.....	195
ΣΧΗΜΑ 5.84: ΑΡΙΘΜΟΣ ΓΕΡΑΝΟΓΕΦΥΡΑΣ ΠΡΟΒΛΗΤΑ ΚΑΙ ΩΡΕΣ ΠΟΥ ΛΕΙΤΟΥΡΓΗΣΕ Η ΚΑΘΕΜΙΑ	195
ΣΧΗΜΑ 5.85: ΩΡΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΩΝ ΣΤΟΙΒΑΣΙΑΣ ΚΑΙ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΕΜΠΟΡΕΥΜΑΤΟΚΙΒΩΤΙΩΝ ΑΝΑ ΜΗΝΑ	196
ΣΧΗΜΑ 5.86: ΤΟΝΟΙ ΚΑΥΣΙΜΟΥ ΑΝΑ ΜΗΝΑ ΠΟΥ ΚΑΤΑΝΑΛΩΘΗΚΑΝ ΑΠΟ ΤΑ ΑΝΥΨΩΤΙΚΑ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΑ ΣΤΟΙΒΑΣΙΑΣ ΚΑΙ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΕΜΠΟΡΕΥΜΑΤΟΚΙΒΩΤΙΩΝ	197
ΣΧΗΜΑ 5.87: ΤΟΝΟΙ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ CO₂ ΑΝΑ ΜΗΝΑ ΠΟΥ ΕΚΠΕΜΦΘΗΚΑΝ ΑΠΟ ΤΑ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΑ ΣΤΟΙΒΑΣΙΑΣ ΚΑΙ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΕΜΠΟΡΕΥΜΑΤΟΚΙΒΩΤΙΩΝ	197
ΣΧΗΜΑ 5.88: ΩΡΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΩΝ ΝΤΑΛΙΚΩΝ ΑΝΑ ΜΗΝΑ	198
ΣΧΗΜΑ 5.89: ΤΟΝΟΙ ΚΑΥΣΙΜΟΥ ΑΝΑ ΜΗΝΑ ΠΟΥ ΚΑΤΑΝΑΛΩΘΗΚΑΝ ΑΠΟ ΤΙΣ ΝΤΑΛΙΚΕΣ	199
ΣΧΗΜΑ 5.90: ΤΟΝΟΙ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ CO₂ ΑΝΑ ΜΗΝΑ ΠΟΥ ΕΚΠΕΜΦΘΗΚΑΝ ΑΠΟ ΤΙΣ ΝΤΑΛΙΚΕΣ.....	199

ΣΧΗΜΑ 5.91: ΑΡΙΘΜΟΣ ΒΑΡΔΙΩΝ ΑΝΑ ΜΗΝΑ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΩΝ ΧΕΙΡΙΣΜΟΥ ΚΕΝΩΝ ΕΜΠΟΡΕΥΜΑΤΟΚΙΒΩΤΙΩΝ	200
ΣΧΗΜΑ 5.92: ΤΟΝΟΙ ΚΑΥΣΙΜΟΥ ΑΝΑ ΜΗΝΑ ΠΟΥ ΚΑΤΑΝΑΛΩΘΗΚΑΝ ΑΠΟ ΤΑ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΑ ΧΕΙΡΙΣΜΟΥ ΚΕΝΩΝ ΕΜΠΟΡΕΥΜΑΤΟΚΙΒΩΤΙΩΝ.....	201
ΣΧΗΜΑ 5.93: ΤΟΝΟΙ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ CO ₂ ΑΝΑ ΜΗΝΑ ΠΟΥ ΕΚΠΕΜΦΘΗΚΑΝ ΑΠΟ ΤΑ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΑ ΧΕΙΡΙΣΜΟΥ ΚΕΝΩΝ ΕΜΠΟΡΕΥΜΑΤΟΚΙΒΩΤΙΩΝ	201
ΣΧΗΜΑ 5.94: ΤΟΝΟΙ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ CO ₂ ΑΝΑ ΜΗΝΑ ΠΟΥ ΕΚΠΕΜΦΘΗΚΑΝ ΣΥΝΟΛΙΚΑ ΑΠΟ ΠΛΟΙΑ, ΡΥΜΟΥΛΚΑ ΚΑΙ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟ ΧΕΙΡΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΕΜΠΟΡΕΥΜΑΤΟΚΙΒΩΤΙΩΝ	203
ΣΧΗΜΑ 5.95: ΤΟΝΟΙ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ CO ₂ ΠΟΥ ΕΚΠΕΜΦΘΗΚΑΝ ΑΝΑ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΠΗΓΗΣ ΕΚΠΟΜΠΩΝ ΡΥΠΩΝ	203
ΣΧΗΜΑ 5.96: ΤΟΝΟΙ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ CO ₂ ΠΟΥ ΕΚΠΕΜΦΘΗΚΑΝ ΑΝΑ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ ΧΕΙΡΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΕΜΠΟΡΕΥΜΑΤΟΚΙΒΩΤΙΩΝ	204
ΣΧΗΜΑ 5.97: ΚΙΛΑ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ CO ₂ ΠΟΥ ΕΚΠΕΜΦΘΗΚΑΝ ΑΝΑ ΤΕΥ ΑΝΑ ΜΗΝΑ.....	205
ΣΧΗΜΑ 5.98: ΚΙΛΑ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ CO ₂ ΠΟΥ ΕΚΠΕΜΦΘΗΚΑΝ ΑΝΑ ΤΕΥ ΑΝΑ ΠΗΓΗ ΕΚΠΟΜΠΩΝ.....	206
ΣΧΗΜΑ 6.1: ΤΟΝΟΙ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ CO ₂ ΠΟΥ ΕΚΠΕΜΦΘΗΚΑΝ ΑΝΑ ΤΕΡΜΑΤΙΚΟ ΣΤΑΘΜΟ ΕΜΠΟΡΕΥΜΑΤΟΚΙΒΩΤΙΩΝ.....	209
ΣΧΗΜΑ 6.2: ΤΟΝΟΙ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ CO ₂ ΠΟΥ ΕΚΠΕΜΦΘΗΚΑΝ ΑΝΑ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΠΗΓΗΣ ΚΑΙ ΑΝΑ ΣΤΑΘΜΟ ΕΜΠΟΡΕΥΜΑΤΟΚΙΒΩΤΙΩΝ	209
ΣΧΗΜΑ 6.3: ΤΟΝΟΙ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ CO ₂ ΠΟΥ ΕΚΠΕΜΦΘΗΚΑΝ ΑΝΑ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΠΗΓΗΣ ΣΤΟΝ ΣΤΑΘΜΟ ΕΜΠΟΡΕΥΜΑΤΟΚΙΒΩΤΙΩΝ “X” ...	210
ΣΧΗΜΑ 6.4: ΤΟΝΟΙ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ CO ₂ ΠΟΥ ΕΚΠΕΜΦΘΗΚΑΝ ΑΝΑ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΠΗΓΗΣ ΣΤΟΝ ΣΤΑΘΜΟ ΕΜΠΟΡΕΥΜΑΤΟΚΙΒΩΤΙΩΝ ΤΟΥ ΛΙΜΑΝΙΟΥ ΤΟΥ ΛΟΣ ΆΝΤΖΕΛΕΣ	210
ΣΧΗΜΑ 6.5: ΤΟΝΟΙ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ CO ₂ ΠΟΥ ΕΚΠΕΜΦΘΗΚΑΝ ΑΝΑ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΠΗΓΗΣ ΣΤΟΝ ΣΤΑΘΜΟ ΕΜΠΟΡΕΥΜΑΤΟΚΙΒΩΤΙΩΝ ΤΟΥ ΛΙΜΑΝΙΟΥ ΤΟΥ ΜΟΝΤΡΕΑΛ	211
ΣΧΗΜΑ 6.6: ΚΙΛΑ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ CO ₂ ΑΝΑ ΤΕΥ ΓΙΑ ΚΑΘΕ ΣΤΑΘΜΟ ΕΜΠΟΡΕΥΜΑΤΟΚΙΒΩΤΙΩΝ	212
ΣΧΗΜΑ 6.7 :ΚΙΛΑ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ CO ₂ ΠΟΥ ΕΚΠΕΜΦΘΗΚΑΝ ΑΠΟ ΤΑ ΠΛΟΙΑ ΑΝΑ ΤΕΥ ΓΙΑ ΚΑΘΕ ΣΤΑΘΜΟ ΕΜΠΟΡΕΥΜΑΤΟΚΙΒΩΤΙΩΝ.....	213

ΣΧΗΜΑ 6.8: ΚΙΛΑ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ CO ₂ ΠΟΥ ΕΚΠΕΜΦΘΗΚΑΝ ΑΠΟ ΤΟΝ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΚΑΙ ΧΕΙΡΙΣΜΟΥ ΦΟΡΤΙΟΥ ΑΝΑ ΤΕΥ ΓΙΑ ΚΑΘΕ ΣΤΑΘΜΟ ΕΜΠΟΡΕΥΜΑΤΟΚΙΒΩΤΙΩΝ	214
ΣΧΗΜΑ 6.9: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ COLD IRONING	234
ΣΧΗΜΑ 6.10: ΠΛΟΙΟ ΚΑΤΑ ΤΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΤΡΟΦΟΔΟΤΗΣΗΣ ΤΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΤΟΥ ΑΝΑΓΚΩΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΞΗΡΑ.....	234
ΣΧΗΜΑ 6.11: ΥΒΡΙΔΙΚΟΣ ΤΡΑΚΤΟΡΑΣ ΤΕΡΜΑΤΙΚΟΥ ΣΤΑΘΜΟΥ ΕΜΠΟΡΕΥΜΑΤΟΚΙΒΩΤΙΩΝ	239
ΣΧΗΜΑ 6.12: ΥΒΡΙΔΙΚΟ ΑΝΥΨΩΤΙΚΟ ΜΗΧΑΝΗΜΑ ΣΤΟΙΒΑΣΙΑΣ ΚΑΙ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΕΜΠΟΡΕΥΜΑΤΟΚΙΒΩΤΙΩΝ ΤΕΡΜΑΤΙΚΟΥ ΣΤΑΘΜΟΥ	239

ΛΙΣΤΑ ΠΙΝΑΚΩΝ

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.1: ΕΚΠΟΜΠΕΣ CO ₂ ΚΑΤΑ ΜΕΣΟ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΈΝΩΣΗ.....	47
ΠΙΝΑΚΑΣ 2.2: ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ.	48
ΠΙΝΑΚΑΣ 2.3: ΠΟΣΟΣΤΟ ΑΡΝΗΤΙΚΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΜΕΤΑΦΟΡΙΚΗΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑΣ ΑΠΟ ΤΑ ΔΙΑΦΟΡΑ ΜΕΣΑ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ. .	48
ΠΙΝΑΚΑΣ 2.4: ΕΜΠΟΡΕΥΜΑΤΑ ΑΝΑ ΜΕΤΑΦΟΡΙΚΟ ΜΕΣΟ.	49
ΠΙΝΑΚΑΣ 3.1: ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΦΟΡΤΙΟΥ ΤΩΝ ΔΙΑΦΟΡΩΝ ΣΚΑΦΩΝ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΝΑΥΣΙΠΛΟΪΑΣ.....	84
ΠΙΝΑΚΑΣ 3.2: ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΕΚΠΟΜΠΩΝ ΑΕΡΙΩΝ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΩΣΤΙΚΗ ΙΣΧΥ ΠΟΝΤΟΠΟΡΩΝ ΠΛΟΙΩΝ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΩΝΤΑΣ ΥΠΟΛΟΙΠΟ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ, GR/KW-HR.....	101
ΠΙΝΑΚΑΣ 3.3: ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΕΚΠΟΜΠΩΝ ΑΕΡΙΩΝ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ ΓΙΑ ΤΙΣ ΒΟΗΘΗΤΙΚΕΣ ΜΗΧΑΝΕΣ ΠΟΝΤΟΠΟΡΩΝ ΠΛΟΙΩΝ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΩΝΤΑΣ ΥΠΟΛΟΙΠΟ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ, GR/KW-HR.....	102
ΠΙΝΑΚΑΣ 3.4: ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΕΚΠΟΜΠΩΝ ΑΕΡΙΩΝ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ ΓΙΑ ΑΤΜΟΛΕΒΗΤΕΣ ΠΟΝΤΟΠΟΡΩΝ ΠΛΟΙΩΝ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΩΝΤΑΣ ΥΠΟΛΟΙΠΟ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ, GR/KW-HR.....	103
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.1: ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΦΟΡΤΙΟΥ ΚΥΡΙΑΣ ΜΗΧΑΝΗΣ ΠΛΟΙΩΝ ΣΤΙΣ ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ.	114

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.2: ΠΟΣΟΣΤΟ ΧΡΟΝΟΥ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΚΥΡΙΑΣ ΜΗΧΑΝΗΣ ΠΛΟΙΩΝ ΣΤΙΣ ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ.....	115
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.3: ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΦΟΡΤΙΟΥ ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΩΝ ΠΛΟΙΩΝ ΣΤΙΣ ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ.....	117
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.4: ΠΟΣΟΣΤΟ ΧΡΟΝΟΥ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΩΝ ΠΛΟΙΩΝ ΣΤΙΣ ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ.....	117
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.5 : ΧΡΟΝΟΣ ΕΛΙΓΜΩΝ ΡΥΜΟΥΛΚΩΝ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΗΝ ΙΠΠΟΔΥΝΑΜΗ	122
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.6: ΕΛΑΧΙΣΤΗ, ΜΕΣΗ ΚΑΙ ΜΕΓΙΣΤΗ ΙΣΧΥ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ ΧΕΙΡΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΕΜΠΟΡΕΥΜΑΤΟΚΙΒΩΤΙΩΝ.....	126
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.7: ΕΛΑΧΙΣΤΟ, ΜΕΣΟ ΚΑΙ ΜΕΓΙΣΤΟ ΕΤΟΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ ΧΕΙΡΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΕΜΠΟΡΕΥΜΑΤΟΚΙΒΩΤΙΩΝ.	126
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.8: ΕΛΑΧΙΣΤΕΣ, ΜΕΣΕΣ ΚΑΙ ΜΕΓΙΣΤΕΣ ΩΡΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ ΧΕΙΡΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΕΜΠΟΡΕΥΜΑΤΟΚΙΒΩΤΙΩΝ.	127
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.9: ΕΛΑΧΙΣΤΗ, ΜΕΣΗ ΚΑΙ ΜΕΓΙΣΤΗ ΑΝΥΨΩΤΙΚΗ ΜΕΤΑΦΟΡΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ ΧΕΙΡΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΕΜΠΟΡΕΥΜΑΤΟΚΙΒΩΤΙΩΝ.	127
ΠΙΝΑΚΑΣ 5.1: ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΚΠΟΜΠΩΝ ΣΕ ΤΟΝΟΥΣ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ CO₂ ΑΝΑ ΜΗΝΑ ,ΑΝΑ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΚΑΙ ΑΝΑ ΤΥΠΟ ΜΗΧΑΝΗΣ.....	137
ΠΙΝΑΚΑΣ 5.2: ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΚΠΟΜΠΩΝ ΣΕ ΤΟΝΟΥΣ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ CO₂ ΑΝΑ ΤΥΠΟ CONTAINERSHIP (DWT), ΑΝΑ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΚΑΙ ΑΝΑ ΤΥΠΟ ΜΗΧΑΝΗΣ.	141
ΠΙΝΑΚΑΣ 5.3: ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΚΠΟΜΠΩΝ ΣΕ ΤΟΝΟΥΣ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ CO₂ ΑΝΑ ΤΥΠΟ CONTAINERSHIP (DWT), ΑΝΑ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΚΑΙ ΑΝΑ ΤΥΠΟ ΜΗΧΑΝΗΣ ΠΟΥ ΕΚΠΕΜΦΘΗΚΑΝ ΤΟΝ ΙΑΝΟΥΑΡΙΟ ΤΟΥ 2010.	146
ΠΙΝΑΚΑΣ 5.4: ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΚΠΟΜΠΩΝ ΣΕ ΤΟΝΟΥΣ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ CO₂ ΑΝΑ ΤΥΠΟ CONTAINERSHIP (DWT) , ΑΝΑ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΚΑΙ ΑΝΑ ΤΥΠΟ ΜΗΧΑΝΗΣ ΠΟΥ ΕΚΠΕΜΦΘΗΚΑΝ ΤΟΝ ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟ ΤΟΥ 2010	151
ΠΙΝΑΚΑΣ 5.5: ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΚΠΟΜΠΩΝ ΣΕ ΤΟΝΟΥΣ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ CO₂ ΑΝΑ ΤΥΠΟ CONTAINERSHIP (DWT) , ΑΝΑ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΚΑΙ ΑΝΑ ΤΥΠΟ ΜΗΧΑΝΗΣ ΠΟΥ ΕΚΠΕΜΦΘΗΚΑΝ ΤΟΝ ΜΑΡΤΙΟ ΤΟΥ 2010	157
ΠΙΝΑΚΑΣ 5.6: ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΚΠΟΜΠΩΝ ΣΕ ΤΟΝΟΥΣ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ CO₂ ΑΝΑ ΤΥΠΟ CONTAINERSHIP (DWT), ΑΝΑ	

ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΚΑΙ ΑΝΑ ΤΥΠΟ ΜΗΧΑΝΗΣ ΠΟΥ ΕΚΠΕΜΦΘΗΚΑΝ ΤΟΝ ΑΠΡΙΛΙΟ ΤΟΥ 2010.....	162
ΠΙΝΑΚΑΣ 5.7: ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΚΠΟΜΠΩΝ ΣΕ ΤΟΝΟΥΣ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ CO₂ ΑΝΑ ΤΥΠΟ CONTAINERSHIP (DWT), ΑΝΑ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΚΑΙ ΑΝΑ ΤΥΠΟ ΜΗΧΑΝΗΣ ΠΟΥ ΕΚΠΕΜΦΘΗΚΑΝ ΤΟΝ ΜΑΙΟ ΤΟΥ 2010.....	168
ΠΙΝΑΚΑΣ 5.8: ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΚΠΟΜΠΩΝ ΣΕ ΤΟΝΟΥΣ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ CO₂ ΑΝΑ ΤΥΠΟ CONTAINERSHIP (DWT), ΑΝΑ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΚΑΙ ΑΝΑ ΤΥΠΟ ΜΗΧΑΝΗΣ ΠΟΥ ΕΚΠΕΜΦΘΗΚΑΝ ΤΟΝ ΜΑΙΟ ΤΟΥ 2010.....	173
ΠΙΝΑΚΑΣ 5.9: ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΠΛΟΙΩΝ ΕΜΠΟΡΕΥΜΑΤΟΚΙΒΩΤΙΩΝ.....	179
ΠΙΝΑΚΑΣ 5.10: ΧΡΟΝΟΙ ΤΑΞΙΔΙΟΥ ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ TRANSIT	182
ΠΙΝΑΚΑΣ 5.11: ΧΡΟΝΟΙ ΕΛΙΓΜΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ MANEUVERING	183
ΠΙΝΑΚΑΣ 5.12: ΧΡΟΝΟΙ ΠΑΡΑΜΟΝΗΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ANCHORAGE .	184
ΠΙΝΑΚΑΣ 5.13: ΧΡΟΝΟΙ ΠΑΡΑΜΟΝΗΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ BERTH.....	184
ΠΙΝΑΚΑΣ 5.14: ΑΡΙΘΜΟΣ ΠΛΟΙΩΝ, ΑΡΙΘΜΟΣ ΑΦΙΞΕΩΝ ΚΑΙ ΠΟΣΟΣΤΟ ΣΥΧΝΩΝ ΑΦΙΞΕΩΝ.....	185
ΠΙΝΑΚΑΣ 5.15: ΤΟΝΟΙ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ ΑΝΑ ΜΗΝΑ ΚΑΙ ΑΝΑ ΙΣΧΥΣ ΡΥΜΟΥΛΚΟΥ.....	186
ΠΙΝΑΚΑΣ 5.16: ΑΡΙΘΜΟΣ ΡΥΜΟΥΛΚΩΝ ΑΝΑ ΜΗΝΑ ΚΑΙ ΑΝΑ ΜΕΓΕΘΟΣ ΙΣΧΥΟΣ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΘΗΚΑΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΛΟΗΓΗΣΗ ΤΩΝ CONATAINERSHIPS.....	188
ΠΙΝΑΚΑΣ 5.17: ΚΙΝΗΣΕΙΣ ΕΜΠΟΡΕΥΜΑΤΟΚΙΒΩΤΙΩΝ, ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΙΣΧΥΣ ΠΟΥ ΚΑΤΑΝΑΛΩΘΗΚΕ ΚΑΙ ΤΟΝΟΙ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ CO₂ ΠΟΥ ΕΚΠΕΜΦΘΗΚΑΝ ΑΝΑ ΜΗΝΑ ΑΠΟ ΤΙΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΓΕΡΑΝΟΓΕΦΥΡΕΣ ΠΡΟΒΛΗΤΑ.....	190
ΠΙΝΑΚΑΣ 5.18: ΔΙΑΚΙΝΗΣΗ ΤΕΥΣ, ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΙΣΧΥΣ ΠΟΥ ΚΑΤΑΝΑΛΩΘΗΚΕ ΚΑΙ ΤΟΝΟΙ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ CO₂ ΠΟΥ ΕΚΠΕΜΦΘΗΚΑΝ ΑΝΑ ΤΥΠΟ CONTAINERSHIP(DWT), ΑΠΟ ΤΙΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΓΕΡΑΝΟΓΕΦΥΡΕΣ ΠΡΟΒΛΗΤΑ	192
ΠΙΝΑΚΑΣ 5.19: ΑΡΙΘΜΟΣ ΓΕΡΑΝΟΓΕΦΥΡΑΣ ΚΑΙ ΩΡΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΑΝΑ ΜΗΝΑ	194
ΠΙΝΑΚΑΣ 5.20: ΩΡΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ, ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΚΑΥΣΙΜΟΥ ΚΑΙ ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ CO₂ ΑΝΑ ΜΗΝΑ ΤΩΝ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΩΝ ΣΤΟΙΒΑΣΙΑΣ ΚΑΙ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΕΜΠΟΡΕΥΜΑΤΟΚΙΒΩΤΙΩΝ	196

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.21: ΩΡΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ, ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΚΑΥΣΙΜΟΥ ΚΑΙ ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ CO₂ ΑΝΑ ΜΗΝΑ ΤΩΝ ΝΤΑΛΙΚΩΝ.	198
ΠΙΝΑΚΑΣ 5.22: ΩΡΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ, ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΚΑΥΣΙΜΟΥ ΚΑΙ ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ CO₂ ΑΝΑ ΜΗΝΑ ΤΩΝ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΩΝ ΧΕΙΡΙΣΜΟΥ ΚΕΝΩΝ ΕΜΠΟΡΕΥΜΑΤΟΚΙΒΩΤΙΩΝ	200
ΠΙΝΑΚΑΣ 5.23: ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΚΠΟΜΠΩΝ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ CO₂ ΠΟΥ ΕΚΠΕΜΦΘΗΚΑΝ ΑΠΟ ΤΑ ΠΛΟΙΑ, ΤΑ ΡΥΜΟΥΛΚΑ ΚΑΙ ΤΟΝ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟ ΧΕΙΡΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΕΜΠΟΡΕΥΜΑΤΟΚΙΒΩΤΙΩΝ	202
ΠΙΝΑΚΑΣ 5.24: ΔΙΑΚΙΝΗΣΗ ΤΕΥΣ , ΕΚΠΟΜΠΕΣ CO₂ ΑΝΑ ΜΗΝΑ ΚΑΙ ΕΚΠΟΜΠΕΣ CO₂ ΑΝΑ ΤΕΥ.....	204
ΠΙΝΑΚΑΣ 5.25: ΔΙΑΚΙΝΗΣΗ ΤΕΥΣ, ΕΚΠΟΜΠΕΣ CO₂ ΑΝΑ ΠΗΓΗ ΚΑΙ ΕΚΠΟΜΠΕΣ CO₂ ΑΝΑ ΤΕΥ.....	205
ΠΙΝΑΚΑΣ 6.1: ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΕΚΠΟΜΠΩΝ CO₂ ΜΕΤΑΞΥ ΤΩΝ ΤΕΡΜΑΤΙΚΩΝ ΣΤΑΘΜΩΝ ΤΟΥ ΛΙΜΑΝΙΟΥ ΤΟΥ ΛΟΣ ΆΝΤΖΕΛΕΣ, ΤΟΥ ΛΙΜΑΝΙΟΥ JURONG ΤΗΣ ΣΙΓΚΑΠΟΥΡΗΣ, ΤΟΥ ΤΕΡΜΑΤΙΚΟΥ ΣΤΑΘΜΟΥ ΤΟΥ ΜΟΝΤΡΕΑΛ ΚΑΙ ΤΟΥ ΣΤΑΘΜΟΥ ΕΜΠΟΡΕΥΜΑΤΟΚΙΒΩΤΙΩΝ “X”	208
ΠΙΝΑΚΑΣ 6.2: ΔΙΑΚΙΝΗΣΗ ΤΕΥΣ, ΕΚΠΟΜΠΕΣ CO₂ ΑΝΑ ΤΕΡΜΑΤΙΚΟ ΣΤΑΘΜΟ ΕΜΠΟΡΕΥΜΑΤΟΚΙΒΩΤΙΩΝ ΚΑΙ ΕΚΠΟΜΠΕΣ CO₂ ΑΝΑ ΤΕΥ	211
ΠΙΝΑΚΑΣ 6.3: ΔΙΑΚΙΝΗΣΗ ΤΕΥΣ, ΕΚΠΟΜΠΕΣ CO₂ ΤΩΝ ΠΛΟΙΩΝ ΑΝΑ ΤΕΡΜΑΤΙΚΟ ΣΤΑΘΜΟ ΕΜΠΟΡΕΥΜΑΤΟΚΙΒΩΤΙΩΝ ΚΑΙ ΑΝΑ ΤΕΥ.....	213
ΠΙΝΑΚΑΣ 6.4: ΔΙΑΚΙΝΗΣΗ ΤΕΥΣ, ΕΚΠΟΜΠΕΣ CO₂ ΤΟΥ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΚΑΙ ΧΕΙΡΙΣΜΟΥ ΦΟΡΤΙΟΥ ΑΝΑ ΣΤΑΘΜΟ ΕΜΠΟΡΕΥΜΑΤΟΚΙΒΩΤΙΩΝ ΚΑΙ ΑΝΑ ΤΕΥ.....	214

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Σκοπός της εργασίας

Σκοπός της συγκεκριμένης εργασίας είναι η μελέτη των αέριων ρύπων που εκπέμπονται από τα λιμάνια και τις διάφορες δραστηριότητες που συνδέονται άμεσα ή έμμεσα με αυτά. Ειδικότερα σκοπός μας είναι η εκτίμηση των εκπομπών των αέριων ρύπων και συγκεκριμένα του διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) σε έναν υποθετικό τερματικό σταθμό εμπορευματοκιβωτίων που για τις ανάγκες της εργασίας μας θα τον ονομάσουμε “X” και ο οποίος βρίσκεται σε μια υποθετική χώρα “Ψ”. Αρχικά καταγράφονται και αναλύονται οι διάφοροι τύποι ατμοσφαιρικών ρύπων και αερίων του θερμοκηπίου, καθώς και η συμβολή τους στην κλιματική αλλαγή. Στη συνέχεια παρουσιάζεται ο τομέας της διακίνησης εμπορευματοκιβωτίων και η συμβολή του στην ανάπτυξη των θαλάσσιων μεταφορών. Έπειτα παρουσιάζεται ο τρόπος εκτίμησης των αέριων ρύπων καθώς και η συγκεκριμένη μεθοδολογία που εφαρμόστηκε για την εκτίμηση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) στον σταθμό εμπορευματοκιβωτίων “X”. Τέλος παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των εκπομπών αυτών, γίνεται σύγκριση τους με αυτά άλλων σταθμών εμπορευματοκιβωτίων και προτείνονται μέτρα με σκοπό τη μείωση τους. Στο σημείο αυτό είναι βασικό να αναφέρουμε ότι η ποσοτικοποίηση των επιπέδων του διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) που εκπέμφθηκαν από τις διάφορες δραστηριότητες στον τερματικό σταθμό εμπορευματοκιβωτίων “X” βασίστηκε σε στοιχεία που καταφέραμε να συλλέξουμε και αφορούν μόνο ένα εξάμηνο λειτουργίας του τερματικού σταθμού “X” και συγκεκριμένα από 01/01/2010 έως 31/06/2010. Πρέπει να τονιστεί επίσης ότι τα στοιχεία αυτά δεν είναι αναγκαστικά αντιπροσωπευτικά της μακροπρόθεσμης απόδοσης του τερματικού σταθμού “X”.

Δομή της εργασίας

Η δομή της εργασίας είναι η ακόλουθη:

- Στο πρώτο κεφάλαιο γίνεται μια παρουσίαση των αερίων του θερμοκηπίου καθώς και των ατμοσφαιρικών ρύπων που εκπέμπονται από τις διάφορες δραστηριότητες στα λιμάνια.
- Στο δεύτερο κεφάλαιο παρουσιάζεται ο τομέας της διακίνησης εμπορευματοκιβωτίων και η συμβολή του στην ανάπτυξη των θαλασσιών μεταφορών και επίσης περιγράφεται ο υποθετικός τερματικός σταθμός εμπορευματοκιβωτίων “X”.

- Στο τρίτο κεφάλαιο περιγράφονται οι πηγές αέριων ρύπων στα λιμάνια καθώς και η μεθοδολογία εκτίμησης των εκπομπών που προέρχονται από αυτές τις πηγές
- Στο τέταρτο κεφάλαιο αναλύεται η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε για τον υπολογισμό των επιπέδων διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) που εκπέμφθηκαν από τις διάφορες πηγές στον τερματικό σταθμό εμπορευματοκιβωτίων “X” κατά τη χρονική περίοδο που μελετάμε.
- Στο πέμπτο κεφάλαιο παρουσιάζονται σε μορφή πινάκων και διαγραμμάτων τα αποτελέσματα των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) που αφορούν τον τερματικό σταθμό εμπορευματοκιβωτίων “X”, τα οποία εξήχθησαν ύστερα από επεξεργασία των διαφόρων στοιχείων στο πρόγραμμα Microsoft Excel.
- Τέλος στο έκτο κεφάλαιο γίνεται μία σύγκριση των αποτελεσμάτων των εκπομπών που προέκυψαν για τον τερματικό σταθμό εμπορευματοκιβωτίων “X” με κάποια άλλα λιμάνια και προτείνονται διάφορα μέτρα με σκοπό τον περιορισμό και τη μείωσή τους.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ ΚΑΙ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΡΥΠΑΝΣΗ

1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Πολλές από τις πηγές που εκπέμπουν ρύπους σχετίζονται άμεσα ή έμμεσα με τις εργασίες στα λιμάνια και τις γύρω περιοχές. Αυτές οι πηγές εκπομπής ρύπων περιλαμβάνουν τους σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας που τροφοδοτούν τις διάφορες κτιριακές εγκαταστάσεις που λειτουργούν στα λιμάνια, τον ηλεκτροκίνητο εξοπλισμό χειρισμού και μεταφοράς φορτίου των λιμανιών, τον εξοπλισμό χειρισμού και μεταφοράς φορτίου που λειτουργεί με καύσιμα, τα πλοία που προσεγγίζουν τα λιμάνια, τα ρυμουλκά λιμενικά σκάφη, τα σκάφη αναψυχής, τα φορτηγά και τα βαρέα οχήματα, τα οχήματα διοίκησης και προσωπικού, τις σιδηροδρομικές μηχανές κλπ. Οι πηγές αυτές παράγουν αέρια του θερμοκηπίου, κυρίως διοξείδιο του άνθρακα (CO₂), μεθάνιο (CH₄) και υποξείδιο του αζώτου (N₂O), καθώς και άλλους συγκεκριμένους ατμοσφαιρικούς ρύπους όπως τα οξειδία του αζώτου (NO_x) το μονοξείδιο του άνθρακα (CO), τα αιωρούμενα σωματίδια (PM) και (DPM), τα οξειδία του θείου (SO_x) και τους υδρογονάνθρακες (HC). Οι εκπομπές των ρύπων αυτών παίζουν σημαντικό ρόλο στο φαινόμενο του θερμοκηπίου που αποτελεί την κύρια αιτία εμφάνισης της θέρμανσης της γης που με τη σειρά της επιδρά στην κλιματική αλλαγή (1).

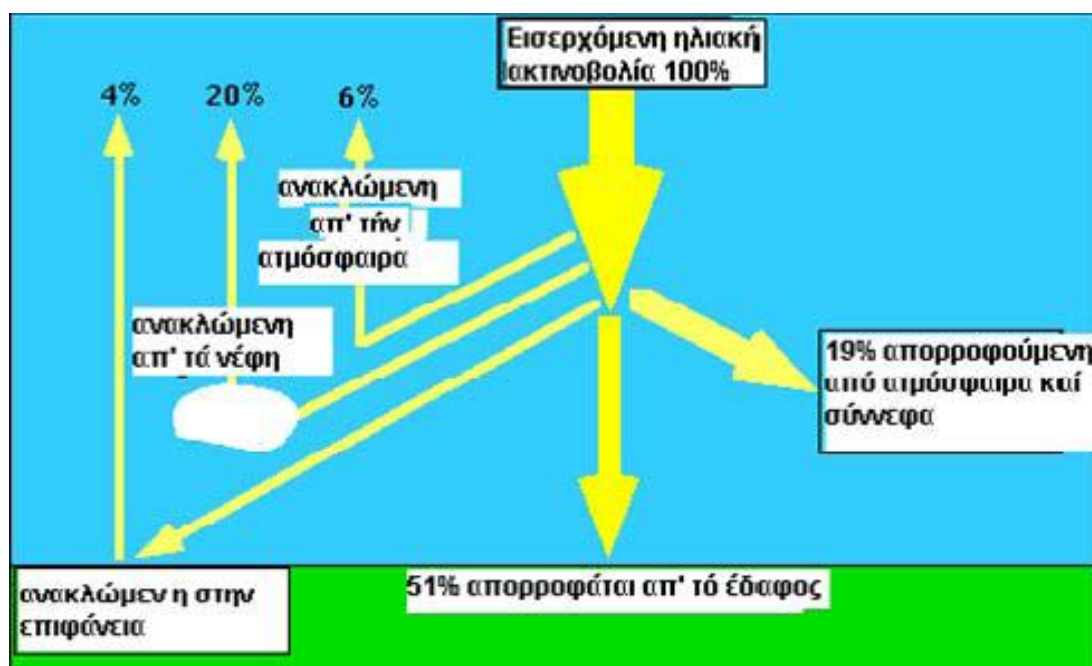
Με τον όρο κλιματική αλλαγή αναφερόμαστε στη μεταβολή του παγκόσμιου κλίματος και ειδικότερα σε μεταβολές των μετεωρολογικών συνθηκών που εκτείνονται σε μεγάλη χρονική κλίμακα. Τέτοιου τύπου μεταβολές περιλαμβάνουν στατιστικά σημαντικές διακυμάνσεις ως προς τη μέση κατάσταση του κλίματος ή τη μεταβλητότητά του, που εκτείνονται σε βάθος χρόνου δεκαετιών ή περισσότερων ακόμα ετών. Βασική μορφή εμφάνισης της κλιματικής αλλαγής αποτελεί η «Θέρμανση της Γης» (Global Warming). Η αύξηση της θερμοκρασίας της Γης με τη σειρά της επιφέρει αρνητικές συνέπειες στο φυσικό περιβάλλον, στους έμβιους οργανισμούς και τα οικοσυστήματα αλλά ακόμη και στην ανθρώπινη κοινωνία και οικονομία. Η κύρια αιτία εμφάνισης της θέρμανσης της Γης και γενικότερα της κλιματικής αλλαγής είναι το «Φαινόμενο του Θερμοκηπίου» (Greenhouse Effect) Οι κλιματικές αλλαγές οφείλονται σε φυσικές διαδικασίες, καθώς και σε ανθρώπινες δραστηριότητες με επιπτώσεις στο κλίμα, όπως η τροποποίηση της σύνθεσης της ατμόσφαιρας. Στη Σύμβαση-Πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για τις Κλιματικές Μεταβολές (UNFCCC), η κλιματική αλλαγή ορίζεται ειδικότερα ως η μεταβολή στο

κλίμα που οφείλεται άμεσα ή έμμεσα σε ανθρώπινες δραστηριότητες, διακρίνοντας τον όρο από την κλιματική μεταβλητότητα που έχει φυσικά αίτια **(2)**.

1.2 ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ

1.2.1 Γενικά

Όπως αναφέρθηκε η κλιματική αλλαγή οφείλεται κατά κύριο λόγο στη θέρμανση της Γης (Global Warming) που προκαλείται από το Φαινόμενο του Θερμοκηπίου. Το φαινόμενο του θερμοκηπίου είναι μια φυσική διαδικασία. Το χρειαζόμαστε για να διατηρούμε τη Γη ζεστή, ώστε να υπάρχει ζωή και ανάπτυξη. Δίχως αυτό, η Γη θα ήταν κρύα περίπου $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$, και δεν θα μπορούσε να υπάρχει ζωή. Αντιθέτως, η μέση θερμοκρασία της Γης διατηρείται στο επίπεδο των $15\text{ }^{\circ}\text{C}$, χάρις στο φαινόμενο αυτό **(3)**. Τα αέρια του θερμοκηπίου σχηματίζουν ένα 'στρώμα' πάνω από το έδαφος της Γης σε ένα ορισμένο ύψος, ώστε αφού επιτρέψουν να εισέλθει η υπέρυθρη ακτινοβολία του ήλιου, αυτή απορροφάται κατά ένα μέρος από τη Γη και την ατμόσφαιρα.



Σχήμα 1.1: Διέλευση ηλιακής ακτινοβολίας

Όπως φαίνεται στο Σχήμα 1.1 (4) μόνο το 51% της ηλιακής ακτινοβολίας απορροφάται από την επιφάνεια της Γης και χρησιμοποιείται για τη θέρμανση της επιφάνειας και της χαμηλότερης ατμόσφαιρας, για την τήξη των πάγων ή του χιονιού, την εξάτμιση των υδάτων και την πρόκληση της φωτοσυνθέσεως στα φυτά. Από το υπόλοιπο 49%, το 4% ανακλάται από την επιφάνεια και επιστρέφει προς το διάστημα, το 26 % ανακλάται πίσω από τα νέφη και τα σωματίδια της ατμόσφαιρας και το 19 % απορροφάται από τα ατμοσφαιρικά αέρια, σωματίδια και νέφη. Το στρώμα των αερίων λοιπόν, επιτρέπει τη διέλευση της ακτινοβολίας αλλά ταυτόχρονα την εγκλωβίζει, μοιάζει δηλαδή με τη λειτουργία ενός θερμοκηπίου και ο Γάλλος μαθηματικός Fourier το ονόμασε το 1822 φαινόμενο του θερμοκηπίου. Τα τελευταία χρόνια λέγοντας φαινόμενο θερμοκηπίου δεν αναφερόμαστε στη φυσική διεργασία, αλλά στην έξαρση αυτής, λόγω της ρύπανσης της ατμόσφαιρας από τις ανθρωπογενείς δραστηριότητες. Οι ποσότητες αερίων του θερμοκηπίου που εκλύονται στην ατμόσφαιρα έχουν αυξηθεί ανησυχητικά τις τελευταίες δεκαετίες λόγω των εντεινόμενων ανθρωπογενών δραστηριοτήτων παγκοσμίως. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να παγιδεύεται στην ατμόσφαιρα θερμότητα, οπότε ενισχύεται το "φαινόμενο του θερμοκηπίου" ή αλλιώς υπερθέρμανση του πλανήτη.

1.2.2 Τα αέρια του θερμοκηπίου

Λέγοντας αέρια του θερμοκηπίου εννοούμε εκείνα τα αεριώδη συστατικά της ατμόσφαιρας, τα οποία απορροφούν και εκπέμπουν την ακτινοβολία στα συγκεκριμένα μήκη κύματος μέσα στο φάσμα της υπέρυθρης ακτινοβολίας που εκπέμπεται από τη γήινη επιφάνεια, την ατμόσφαιρα και τα σύννεφα. Τα αέρια του θερμοκηπίου τα οποία παράγονται με φυσικές και βιομηχανικές διαδικασίες είναι τα αέρια εκείνα που παρόντα στην ατμόσφαιρα μειώνουν την απώλεια θερμότητας στο διάστημα και επομένως συμβάλλουν στις σφαιρικές θερμοκρασίες μέσω του φαινομένου του θερμοκηπίου. Ο υδρατμός (H_2O), το διοξείδιο του άνθρακα (CO_2), το νιτρώδες οξείδιο (N_2O), το μεθάνιο (CH_4), και το όζον (O_3) είναι τα αρχικά αέρια θερμοκηπίου στη γήινη ατμόσφαιρα. Επιπλέον υπάρχουν διάφορα εξ ολοκλήρου κατασκευασμένα από τον άνθρωπο αέρια θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα, όπως αλογόνα (βρώμιο, χλώριο) μαζί με άνθρακα (halocarbons) εξαφθοριούχο θείο - sulphur hexafluoride - (SF_6), φθοριωμένοι υδρογονάνθρακες – hydrofluorocarbons - (HFCs) και οι υπερφθοράνθρακες – perfluorocarbons - (PFCs).

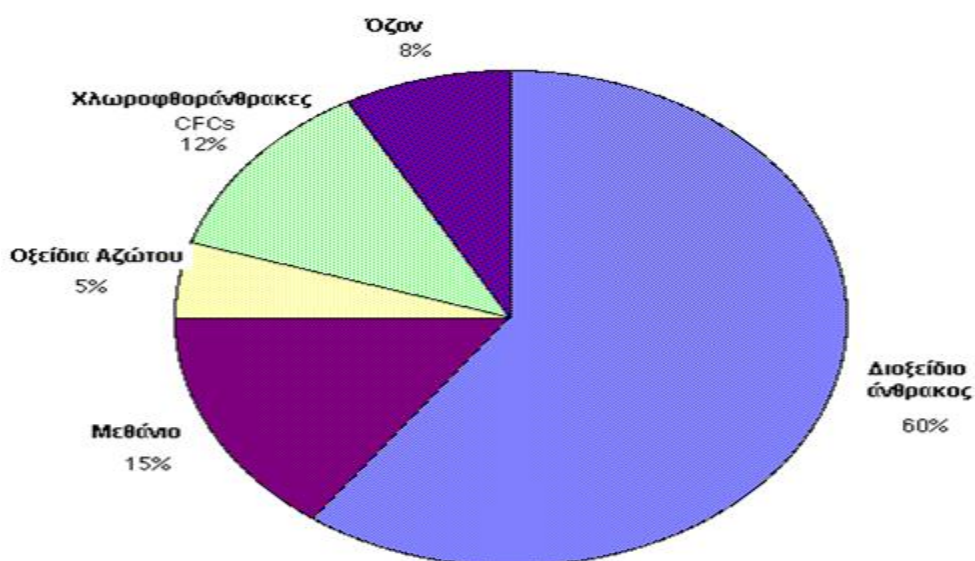
Η πρώτη εκτεταμένη προσπάθεια για τη μείωση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου εγκαθιδρύθηκε με τη μορφή του πρωτοκόλλου του Κιότο το οποίο υιοθετήθηκε στη διεθνή διάσκεψη του Κιότο στις 11 Δεκεμβρίου 1997. Σύμφωνα με τις ρυθμίσεις του Πρωτοκόλλου του Κιότο, οι βιομηχανικές χώρες συνολικά υποχρεούνται να μειώσουν τις εκπομπές των αερίων του φαινομένου του θερμοκηπίου κατά 5,2% κατά μέσο όρο σε σχέση με τα επίπεδα του 1990, κατά τη διάρκεια της πρώτης «περιόδου δέσμευσης», η οποία καλύπτει τα έτη 2008 έως 2012. Για τις αναπτυσσόμενες χώρες δεν καθορίζονται στόχοι ως προς τις εκπομπές. Αναφέρεται ότι προτιμήθηκε ο καθορισμός πενταετούς περιόδου δέσμευσης αντί ενός έτους στόχου για να εξομαλυνθούν οι ετήσιες διακυμάνσεις των εκπομπών αερίων που οφείλονται σε ανεξέλεγκτους παράγοντες, όπως ο καιρός.

Τα αέρια που πραγματεύεται το Πρωτόκολλο του Κιότο είναι έξι :

- διοξείδιο του άνθρακα CO₂ (που αποτελεί το σημαντικότερο αέριο),
- μεθάνιο CH₄,
- υποξείδιο του αζώτου N₂O,
- υδροφθοράνθρακες HFC,
- πλήρως φθοριωμένοι υδρογονάνθρακες ή υπερφθοράνθρακες PFC και
- εξαφθοριούχο θείο SF₆.

Στο Σχήμα 1.2 (5) φαίνεται η συμμετοχή των αερίων του θερμοκηπίου που έχουν ανθρώπινη προέλευση που συντελούν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου.

ΣΥΜΜΕΤΟΧΗ ΤΩΝ ΑΝΘΡΩΠΟΓΕΝΩΝ ΡΥΠΩΝ ΣΤΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ



Σχήμα 1.2: Διάγραμμα που φαίνεται η συμμετοχή των αερίων του θερμοκηπίου με ανθρωπογενή προέλευση στην ενίσχυση του φαινομένου του θερμοκηπίου.

Στο ακριβώς παραπάνω σχήμα βλέπουμε ότι από τα αέρια του θερμοκηπίου με ανθρωπογενή προέλευση το διοξείδιο του άνθρακα (CO_2) παίζει τον πιο σημαντικό ρόλο στην υπερθέρμανση του πλανήτη με ποσοστό 60% και ακολουθούν το μεθάνιο (CH_4) και οι χλωροφθοράνθρακες CFC με 15% και 12% αντίστοιχα. Ο εμπλουτισμός λοιπόν της ατμόσφαιρας με αέρια όπως το διοξείδιο του άνθρακα (CO_2) ή το μεθάνιο (CH_4), έχουν ως αποτέλεσμα την θέρμανση του πλανήτη, εφόσον δεν συνοδεύονται από άλλες μεταβολές στην ατμόσφαιρα. Ανθρωπογενείς δραστηριότητες συντελούν στην αύξηση της συγκέντρωσης των αερίων των κατώτερων στρωμάτων της ατμόσφαιρας (διοξείδιο του άνθρακα, υδρατμοί, χλωροφθοράνθρακες, όζον κλπ.), συνεισφέροντας με 450 εκατομμύρια τόνους μεθανίου κάθε χρόνο (6). Οι συγκεντρώσεις σε διοξείδιο του άνθρακα και μεθάνιο έχουν αυξηθεί από το 1750 κατά 31% και 149% αντίστοιχα, ενώ βρίσκονται στα υψηλότερα επίπεδα των τελευταίων 650.000 ετών. Εκτιμάται ότι τα τρία τέταρτα της ανθρωπογενούς παραγωγής διοξειδίου του άνθρακα, οφείλεται σε χρήση ορυκτών καυσίμων, ενώ το υπόλοιπο μέρος προέρχεται από αλλαγές που συντελούνται στο έδαφος, κυρίως μέσω της αποδάσωσης.

Διοξείδιο του άνθρακα (CO₂)

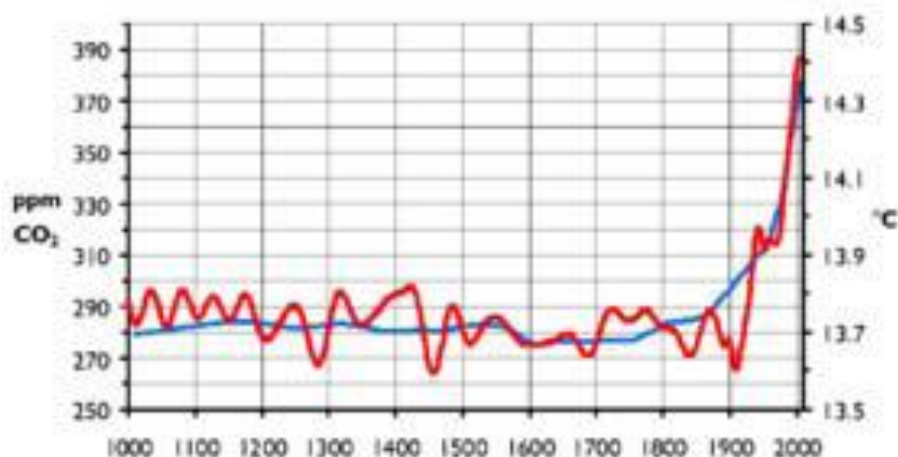
Το διοξείδιο του άνθρακα (CO₂) είναι το πιο σημαντικό από τα αέρια που διατηρούν ζεστή την ατμόσφαιρά μας. Τέσσερα δισεκατομμύρια χρόνια πριν, η συγκέντρωσή του στην ατμόσφαιρα ήταν πολύ υψηλότερη σε σχέση με σήμερα (80% σε σχέση με τη συγκέντρωση του 0,03 % που παρατηρείται σήμερα). Όμως, μέσω της φωτοσύνθεσης το ποσοστό της συγκέντρωσής του στην ατμόσφαιρα κατά τη διάρκεια του χρόνου ελαττώθηκε κατά πολύ. Όλη αυτή η ποσότητα του διοξειδίου του άνθρακα εγκλωβίστηκε μέσα σε οργανισμούς, που στη συνέχεια σχημάτισαν ορυκτά, όπως οι γαιάνθρακες και το πετρέλαιο, στο στερεό φλοιό της γης.

Κατά τη διάρκεια του φυσικού κύκλου του διοξειδίου του άνθρακα, η ποσότητα CO₂ στην ατμόσφαιρά διατηρείται σε ισορροπία. Μέσω της αναπνοής και της αποσύνθεσης των φυτών αλλά και των ηφαιστειακών εκρήξεων, απελευθερώνεται φυσικό CO₂ στην ατμόσφαιρα, όπου παραμένει για 100 περίπου χρόνια. Απομακρύνεται πάλι από την ατμόσφαιρα, μέσω της φωτοσύνθεσης των φυτών και μέσω της διάλυσης του στο νερό (για παράδειγμα, στους ωκεανούς). Η ποσότητα του φυσικά παραγόμενου CO₂ εξισορροπείται σχεδόν απόλυτα από την ποσότητα που αφαιρείται με φυσικό τρόπο. Οι ανθρωπογενείς δραστηριότητες, όμως, έχουν επίδραση σε αυτό το ισοζύγιο, και είναι αυτές που σε μεγάλο βαθμό ευθύνονται για την υπερθέρμανση του πλανήτη.

Δεδομένα δείχνουν ότι οι ανθρωπίνες δραστηριότητες έχουν προσθέσει στην ατμόσφαιρα 2.3 τρισεκατομμύρια τόνους CO₂ τα τελευταία 200 χρόνια. Η μεγαλύτερη απόλυτη αύξηση στις εκπομπές του διοξειδίου του άνθρακα παρουσιάστηκε το 2004, όταν μόνο από την κατανάλωση των ορυκτών καυσίμων προστέθηκαν στην ατμόσφαιρα πάνω από 28 εκατομμύρια τόνοι διοξειδίου του άνθρακα **(7)**. Ευθύνεται παγκοσμίως για τουλάχιστον 69% του ενισχυμένου φαινομένου των αερίων του θερμοκηπίου. Ειδικότερα στις βιομηχανικές χώρες, το διοξείδιο του άνθρακα αποτελεί τουλάχιστον το 80% των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου. Ακόμη το ποσοστό διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα το 2005 (379 ppm) υπερβαίνει κατά πολύ τα φυσικά όρια των τελευταίων 650.000 ετών (180 - 300 ppm) **(8)**.

Στο Σχήμα 1.3 **(9)** παρουσιάζονται τα επίπεδα συγκέντρωσης του CO₂ τα τελευταία 1000 χρόνια (μπλε καμπύλη, άξονας τιμών αριστερά) σε σύγκριση με τη διακύμανση της μέσης θερμοκρασίας (κόκκινη γραμμή, άξονας τιμών δεξιά).

Παρατηρούμε ότι από το 1900 και ύστερα έχουμε μια σημαντική αύξηση της συγκέντρωσης του CO₂ και από εκεί που είχαμε το 1990 μια συγκέντρωση γύρω στα 300 ppm έχουμε φτάσει το 2000 να μιλάμε για μία συγκέντρωση της τάξης των 380 ppm με συνεχή αυξητική τάση για το μέλλον. Εξίσου ανάλογη όπως φαίνεται είναι και η διακύμανση της μέσης θερμοκρασίας το οποίο έχει αναφερθεί και παραπάνω.

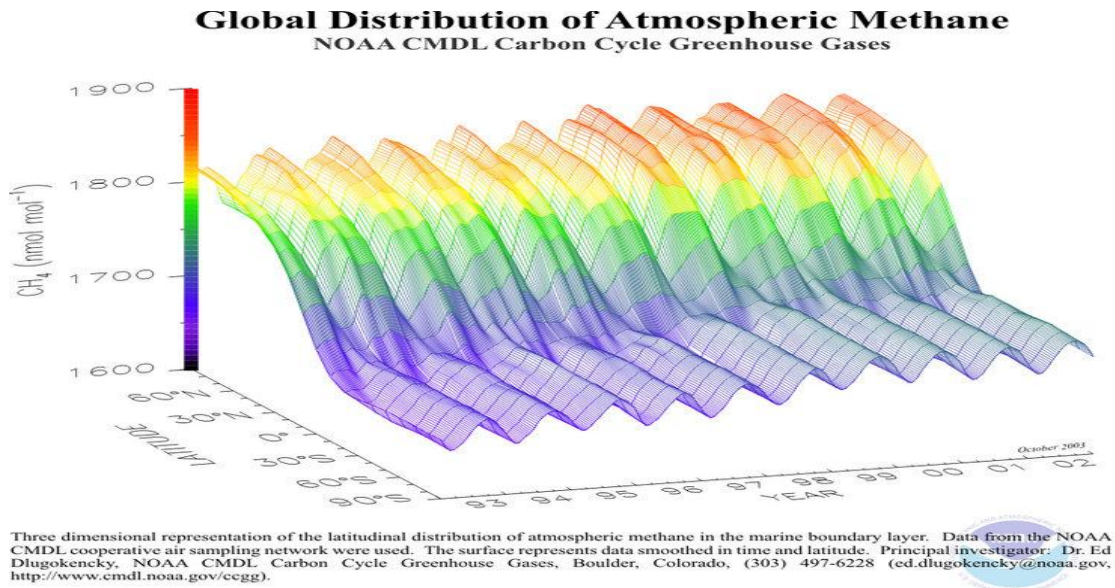


Σχήμα 1.3: Διάγραμμα συγκέντρωσης CO₂ σε σύγκριση με την διακύμανση της μέσης θερμοκρασίας

Η ευθύνη βέβαια για τις τόσες μεγάλες συγκεντρώσεις CO₂ βαρύνει τα ανεπτυγμένα κράτη αφού το 1999, 7 έθνη (Καναδάς, Γαλλία, Γερμανία, Ιταλία, Ιαπωνία, ΗΠΑ και Ρωσία) ευθύνονταν για σχεδόν το 50% των παγκοσμίων εκπομπών CO₂. Ειδικότερα οι ΗΠΑ ευθύνονται για το 24.7% των παγκόσμιων εκπομπών CO₂, η Γαλλία για το 1.8%, η Ιταλία για το 2.0%, η Γερμανία για το 3.7%, η Μ. Βρετανία για το 2% **(10)**. Τέλος όσον αφορά την Ελλάδα το 0,4 των παγκόσμιων εκπομπών CO₂ αντιστοιχεί σε αυτήν. Κάθε κάτοικος της Ελλάδας, όμως, παράγει περίπου 9 τόνους CO₂ κάθε χρόνο, σχεδόν 10% πιο πάνω από τον μέσο ευρωπαϊκό όρο **(11)**.

Μεθάνιο (CH₄)

Το δεύτερο σημαντικότερο αέριο μετά το CO₂ για το ενισχυμένο φαινόμενο του θερμοκηπίου είναι το μεθάνιο (CH₄). Από τις απαρχές της βιομηχανικής επανάστασης οι συγκεντρώσεις του μεθανίου έχουν διπλασιαστεί και συμβάλλουν κατά περίπου 20% στην ενίσχυση των αερίων του θερμοκηπίου. Στις βιομηχανικές χώρες το μεθάνιο αποτελεί το 15% των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου. Το ποσοστό του μεθανίου στην ατμόσφαιρα το 2005 ήταν (1774 ppb) υπερβαίνει κατά πολύ το φυσικό όριο των τελευταίων 650.000 ετών (320 - 790 ppb) **(12)**. Το μεθάνιο συντίθεται κατά κύριο λόγο, από βακτήρια που ενισχύονται με οργανικές ύλες ελλείψει οξυγόνου. Συνεπώς, εκπέμπεται από διάφορες φυσικές πηγές και από πηγές που επηρεάζονται από την ανθρώπινη δραστηριότητα, με κυριότερες τις ανθρωπογενείς εκπομπές. Οι φυσικές πηγές περιλαμβάνουν υγροτόπους και ωκεανούς. Οι πηγές που επηρεάζονται από την ανθρώπινη δραστηριότητα περιλαμβάνουν την εξόρυξη και την καύση ορυκτών καυσίμων, την κτηνοτροφία (τα βοοειδή καταναλώνουν φυτά, τα οποία ζυμώνονται στο πεπτικό τους σύστημα και τα οποία εκπέμπουν μεθάνιο μέσω της εκπνοής και των περιττωμάτων τους), τις ρυζοκαλλιέργειες (οι ορυζώνες παράγουν μεθάνιο καθώς οι οργανικές ύλες του εδάφους αποσυντίθενται χωρίς αρκετό οξυγόνο) και τους χώρους ταφής (κι εδώ τα οργανικά απόβλητα αποσυντίθενται χωρίς αρκετό οξυγόνο). Αξίζει να σημειωθεί ότι η κυριότερη πηγή αύξησης του μεθανίου είναι πιθανότατα ο συνδυασμός των ανθρώπινων γεωργικών δραστηριοτήτων με τη χρήση ορυκτών καυσίμων σύμφωνα με την τέταρτη Έκθεση (Fourth Assessment Report) αξιολόγησης της Διακυβερνητικής Ομάδας Ειδικών για την εξέλιξη του Κλίματος (IPCC) που ολοκληρώθηκε το 2007 **(12)**. Στο σχήμα 1.4 **(14)** παρουσιάζεται η συγκέντρωση του μεθανίου σε σχέση με τον χρόνο και το γεωγραφικό πλάτος μέχρι και το έτος 2003. Παρατηρούμε ότι η συγκέντρωση είναι υψηλότερη στο βόρειο ημισφαίριο δεδομένου ότι οι περισσότερες πηγές (φυσικές και ανθρώπινες) είναι μεγαλύτερες.



Σχήμα 1.4: Διάγραμμα συγκέντρωσης CH₄ συναρτήσει του γεωγραφικού πλάτους (latitude) και του χρόνου

Υποξείδιο του αζώτου ή Νιτρώδες οξείδιο (N₂O)

Το υποξείδιο του αζώτου απελευθερώνεται με φυσικό τρόπο από τους ωκεανούς και τα δάση, καθώς και από τα βακτήρια του εδάφους. Οι πηγές που επηρεάζονται από την ανθρώπινη δραστηριότητα περιλαμβάνουν τα αζωτούχα λιπάσματα, την καύση των ορυκτών καυσίμων και τη βιομηχανική χημική παραγωγή με χρήση αζώτου όπως είναι η επεξεργασία λιμάτων. Η γεωργία βέβαια είναι η κύρια πηγή του ανθρώπινου παραχθέντος νιτρώδους οξειδίου: καλλιεργώντας το χώμα, η χρήση των λιπασμάτων αζώτου, και ο χειρισμός ζωικών αποβλήτων μπορούν όλα να υποκινήσουν τα φυσικά βακτηρίδια για να παραγάγουν περισσότερο νιτρώδες οξείδιο. Ο τομέας του ζωικού κεφαλαίου (πρώτιστα αγελάδες, κοτόπουλα, και χοίροι) παράγει το 65% του ανθρώπινου νιτρώδους οξειδίου **(15)**. Το νιτρώδες οξείδιο λοιπόν, σε αντίθεση από τα άλλα οξείδια (εκτός από το διοξείδιο του άνθρακα), είναι ένα σημαντικό αέριο θερμοκηπίου. Οι βιομηχανικές πηγές αποτελούν μόνο το 20% όλων των ανθρωπογενών πηγών, και περιλαμβάνουν την παραγωγή του νάιλον και νιτρικού οξέος, και το κάψιμο του ορυκτού καυσίμου στις εσωτερικές μηχανές.

Φθοριούχα αέρια θερμοκηπίου

Λέγοντας φθοριούχα αέρια θερμοκηπίου εννοούμε τους υδροφθοράνθρακες HFC, τους πλήρως φθοριωμένοι υδρογονάνθρακες ή υπερφθοράνθρακες PFC και το εξαφθοριούχο θείο SF₆. Είναι τα μόνα αέρια θερμοκηπίου που δεν έχουν συντεθεί με φυσικό τρόπο, αλλά έχουν δημιουργηθεί από τον άνθρωπο για βιομηχανικούς σκοπούς. Το μερίδιό τους στις εκπομπές αερίων θερμοκηπίου από τις βιομηχανικές χώρες είναι περίπου 1,5%. Όμως είναι εξαιρετικά ισχυρά και μπορούν να παραμείνουν στην ατμόσφαιρα για αρκετές χιλιάδες χρόνια. Οι υδροφθοράνθρακες (HFC) δεν περιέχουν κανένα χλώριο. Αποτελούνται εξ ολοκλήρου από τον άνθρακα, το υδρογόνο, και το φθόριο και εξαιτίας της απουσίας χλωρίου ή βρωμίου δεν έχουν κανένα γνωστό αποτέλεσμα στο στρώμα του όζοντος. Χρησιμοποιούνται συνήθως για τη ψύξη και την κατάψυξη συμπεριλαμβανομένων των συστημάτων κλιματισμού. Μόνο οι ενώσεις που περιέχουν το χλώριο και το βρώμιο θεωρούνται ικανές για να βλάψουν το στρώμα όζοντος **(16)**. Εντούτοις, οι υδροφθοράνθρακες (HFC) και οι πλήρως φθοριωμένοι υδρογονάνθρακες ή υπερφθοράνθρακες (Perfluorocarbons) PFC που εκπέμπονται κατά την παραγωγή αλουμινίου και χρησιμοποιούνται στην ηλεκτρονική βιομηχανία, αναπτύσσουν δραστηριότητα από μια διαφορετική σφαίρα των αερίων θερμοκηπίων, που δεν καταστρέφουν το όζον, αλλά προκαλούν την παγκόσμια αύξηση της θερμοκρασίας λόγω του φαινομένου του θερμοκηπίου. Ο Allan Thornton, President of Environmental Investigation Agency, και περιβαλλοντολόγος λέει ότι οι υδροφθοράνθρακες (HFC) είναι μέχρι 12.500 φορές τόσο ισχυρές από όσο το διοξείδιο του άνθρακα στην παγκόσμια αύξηση της θερμοκρασίας λόγω του φαινομένου του θερμοκηπίου.

1.2.3 Επιπτώσεις του φαινομένου του θερμοκηπίου

Όπως συμπεραίνουμε από τα παραπάνω η κλιματική αλλαγή συμβαίνει και επηρεάζει σε αρκετά μεγάλο βαθμό τόσο τον άνθρωπο όσο την πανίδα και τα οικοσυστήματα. Στη συνέχεια γίνεται μια αναφορά στις κυριότερες επιπτώσεις του φαινομένου του θερμοκηπίου.

ΑΚΡΑΙΑ ΚΑΙΡΙΚΑ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ

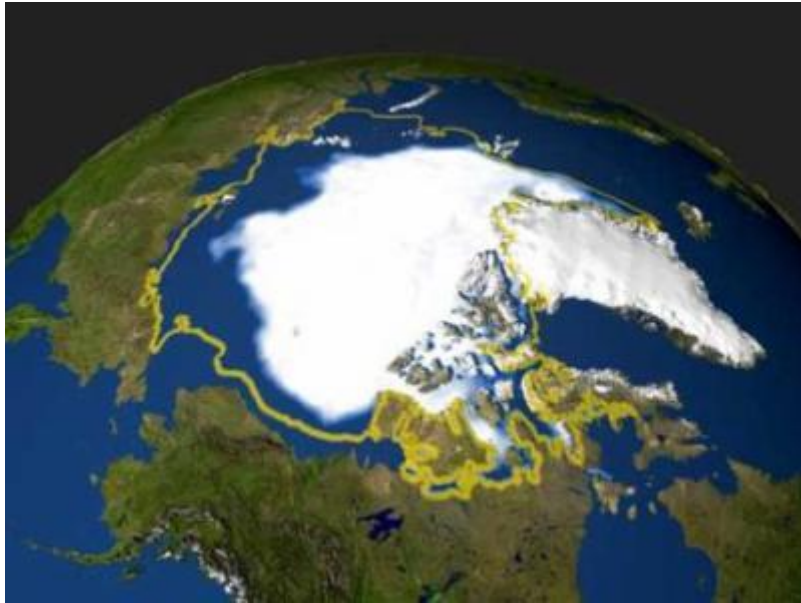
Η Διακυβερνητική Επιτροπή για την Κλιματική Αλλαγή (Intergovernmental Panel on Climate Change - IPCC) προβλέπει άνοδο της θερμοκρασίας της ατμόσφαιρας της γης από 1,4°C έως 5,8°C έως το τέλος του αιώνα. Μια τέτοια αύξηση είναι πιθανό να εντείνει ακραία καιρικά φαινόμενα, όπως οι έντονες βροχοπτώσεις, οι τυφώνες, οι καύσωνες. Παρόλο που νέα ακραία καιρικά φαινόμενα συνέβαιναν κάθε χρόνο σε κάποια περιοχή της γης, ο αριθμός αυτών βαίνει με αυξανόμενο ρυθμό τα τελευταία χρόνια. Η παγκόσμια θέρμανση λόγω ανθρωπογενών αιτίων ήταν ένας βασικός παράγοντας της ξηρασίας στην Αυστραλία το 2002, η οποία θεωρείται ως χειρότερη που έχει παρατηρηθεί ποτέ. Πόλεις, όπως η Αθήνα, το Σικάγο, το Μιλάνο, το Νέο Δελχί και το Παρίσι έχουν βιώσει τις ολέθριες επιπτώσεις της υπερβολικής ζέστης παρελθόντων καυσώνων. Ο καύσωνας του καλοκαιριού του 2003, που προκάλεσε το θάνατο χιλιάδων ανθρώπων, ήταν ο χειρότερος στην Ευρώπη κατά τα τελευταία 500 τουλάχιστον χρόνια. Υπερ-τυφώνες του τύπου Mitch και Floyd μπορεί να γίνουν συνηθισμένο φαινόμενο. Τα ακραία καιρικά φαινόμενα, οι πλημμύρες και η ξηρασία εκτιμάται ότι θα απειλήσουν τους πόρους τροφής και νερού σε διάφορες περιοχές του πλανήτη. Κατά συνέπεια, η έλλειψη ζωτικών φυσικών πόρων, αλλά και η εξάπλωση ασθενειών όπως η ελονοσία, αναμένεται να προκαλέσουν περιφερειακές συγκρούσεις, καθώς μεγάλος αριθμός περιβαλλοντικών προσφύγων θα αναγκαστεί να εγκαταλείψει τις εστίες του.

ΑΝΟΔΟΣ ΤΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΤΗΣ ΘΑΛΑΣΣΑΣ

Η κλιματική αλλαγή μπορεί να προκαλέσει άνοδο του επιπέδου της στάθμης της θάλασσας μέχρι και κατά 5 χιλιοστά κάθε χρόνο, για τα επόμενα 100 χρόνια. Μετρήσεις αποδεικνύουν ότι η μέση στάθμη της θάλασσας σε παγκόσμιο επίπεδο έχει ανέβει περίπου 0,1–0,2 μέτρα κατά τον 200 αιώνα. Αν συνεχιστούν οι ίδιοι ρυθμοί, η στάθμη της θάλασσας θα ανέβει σχεδόν 1 μέτρο έως το 2100 **(17)**. Η άνοδος αυτή που είναι αποτέλεσμα της αύξησης της θερμοκρασίας της γης απειλεί ολόκληρα νησιωτικά έθνη που βρίσκονται σε χαμηλό επίπεδο σε σχέση με το επίπεδο της θάλασσας στον Ειρηνικό και τον Ινδικό Ωκεανό. Καθώς αυξάνονται οι θερμοκρασίες, οι θάλασσες απορροφούν περισσότερη θερμότητα από την ατμόσφαιρα προκαλώντας την επέκταση και άνοδο της στάθμης των νερών τους. Ταυτόχρονα, οι πάγοι της Γροιλανδίας και της Ανταρκτικής, καθώς και οι χερσαίοι παγετώνες θα συνεχίσουν να λιώνουν λόγω του θερμότερου κλίματος, και να συνεισφέρουν ακόμα περισσότερο στην άνοδο της στάθμης της θάλασσας. Έως το 2080 το επίπεδο της στάθμης της θάλασσας μπορεί να αυξηθεί από 9 έως 48 εκ. σύμφωνα με ένα "σενάριο όπου οι εκπομπές διατηρούνται σε χαμηλά επίπεδα" και από 16 έως 69 εκ. σύμφωνα με ένα "σενάριο όπου οι εκπομπές φθάνουν σε υψηλά επίπεδα". Αρκετά λοιπόν νησιωτικά κράτη στον Ειρηνικό Ωκεανό απειλούνται με καθολική εξαφάνιση ενώ αγροτικές και αστικές περιοχές κοντά σε ακτές σε ολόκληρο τον κόσμο θα απειληθούν λόγω της ανόδου της στάθμης των θαλασσών.

ΥΠΟΧΩΡΗΣΗ ΠΑΓΕΤΩΝΩΝ

Οι παγετώνες είναι αρχαίοι ποταμοί συμπιεσμένου χιονιού, οι οποίοι έρπουν στο ανάγλυφο του εδάφους, διαμορφώνοντας την επιφάνεια του πλανήτη. Αποτελούν το μεγαλύτερο απόθεμα γλυκού νερού του πλανήτη, καλύπτοντας συνολικά περιοχή ίση σε έκταση με αυτήν της Νότιας Αμερικής. Η υποχώρηση των παγετώνων άρχισε κατά τη μικρή παγετώδη περίοδο (γύρω στο 1850) και συνεχίζεται μέχρι σήμερα. Τις τελευταίες δεκαετίες όμως, οι παγετώνες λιώνουν με ρυθμούς που δεν είναι δυνατό να εξηγηθούν με βάση ιστορικές τάσεις. Η αύξηση της θερμοκρασίας του πλανήτη είναι ένα γεγονός που συμβάλει στο λιώσιμο των πάγων.



Σχήμα 1.5: Τήξη των πάγων στην Αρκτική (φωτογραφία από δορυφόρο)

Σύμφωνα με υπολογιστικά κλιματικά μοντέλα προσομοίωσης και την υιοθέτηση διαφορετικών εκτιμήσεων για το μέλλον προβλέπεται ότι μια άνοδος της θερμοκρασίας της τάξης των 4°C θα εξαλείψει σχεδόν όλους τους παγετώνες που υπάρχουν στον πλανήτη **(18)**. Για τη Γροιλανδία τα σενάρια είναι ακόμα πιο απαισιόδοξα, καθώς το λιώσιμο των παγετώνων μπορεί να προκληθεί από μια αύξηση της θερμοκρασίας της τάξης των 2 έως 3°C . Σύμφωνα ακόμα και με το πιο αισιόδοξο σενάριο (best case scenario) μια άνοδος της τάξης του 1°C μαζί με μια αύξηση των βροχοπτώσεων και των χιονοπτώσεων θα έχει ως αποτέλεσμα οι παγετώνες να συνεχίσουν να χάνουν όγκο ακόμα και κατά τη διάρκεια του επόμενου αιώνα. Παρόλο που μόνο ένα μικρό ποσοστό των μόνιμων παγετώνων βρίσκονται εκτός της Γροιλανδίας και της Ανταρκτικής, αυτοί οι παγετώνες είναι εξαιρετικά σημαντικοί, γιατί είναι ιδιαίτερα ευάλωτοι στην κλιματική αλλαγή και η συρρίκνωσή τους επηρεάζει άμεσα τους ανθρώπινους πληθυσμούς και τα οικοσυστήματα. Το συνεχές και γενικευμένο λιώσιμο των παγετώνων κατά τη διάρκεια του επόμενου αιώνα θα οδηγήσει σε πλημμύρες, σε ελλείψεις νερού για εκατομμύρια ανθρώπους και, λόγω της ανόδου της στάθμης των θαλασσών, σε καταστροφή πολλών παράκτιων κοινοτήτων και ενδιαιτημάτων **(19)**. Στο σχήμα 1.5 **(20)** φαίνεται από δορυφόρο το λιώσιμο των πάγων στο βόρειο ημισφαίριο.

ΥΓΕΙΑ

Η αποσταθεροποίηση του κλίματος μπορεί να επηρεάσει την υγεία με πολλούς τρόπους. Σε ένα θερμότερο κλίμα με έντονα καιρικά φαινόμενα (π.χ. συχνότερα κύματα καύσωνα), αναμένεται να αυξηθούν π.χ. οι καρδιαγγειακές παθήσεις και τα κρούσματα θερμοπληξίας. Ακόμη, η αυξημένη θερμοκρασία ευνοεί την ανάπτυξη και διάδοση μεταδοτικών νόσων όπως η ελονοσία, ο κίτρινος πυρετός και η δυσεντερία. Μια έμμεση επίπτωση της υπερθέρμανσης του πλανήτη είναι η διαθεσιμότητα του νερού, η οποία αναμένεται να ελαττωθεί. Στις φτωχές χώρες, όπου οι συνθήκες υγιεινής δεν είναι ιδιαίτερα αναπτυγμένες, η ελάττωση του διαθέσιμου νερού αναμένεται να εντείνει τα ήδη υπαρκτά προβλήματα, αυξάνοντας τα κρούσματα θανάτων από μολυσμένα νερά.

ΦΥΣΗ ΚΑΙ ΑΓΡΙΑ ΠΑΝΙΔΑ

Η αλλαγή του κλίματος που οφείλεται σε ανθρωπογενείς δραστηριότητες μετρά ήδη τα πρώτα της θύματα. Τα ζώα και τα φυτά βρίσκονται κάτω από ολοένα και αυξανόμενο κίνδυνο λόγω της αλλαγής του κλίματος. Οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στη φύση και την άγρια πανίδα εμφανίζονται με διάφορους τρόπους όπως είναι η ολοκληρωτική εξαφάνιση του ενδιαιτημάτων συμπεριλαμβανομένων των παράκτιων οικοσυστημάτων (κοραλλιογενή ύφαλοι). Ακόμα και τα οικοσυστήματα που δε θα εξαφανιστούν ολοκληρωτικά, μπορεί να υποστούν σοβαρές και ανεπανόρθωτες αλλαγές. Η θέρμανση επηρεάζει τις κρύες θάλασσες καθώς και τις βιοκοινότητες στους πόλους. Επίσης θα υπάρξει μετακίνηση των βέλτιστων ενδιαιτημάτων σε μεγαλύτερα ύψη ή σε μεγαλύτερα γεωγραφικά πλάτη. Στις περιοχές όπου δεν υπάρχουν μεγαλύτερα ύψη ή όπου οι αλλαγές γίνονται με ταχύ ρυθμό, ώστε να μην είναι δυνατή η προσαρμογή των οικοσυστημάτων και των ειδών, θα παρουσιαστούν απώλειες σε τοπικό επίπεδο ή εξαφανίσεις σε παγκόσμιο επίπεδο. Άλλες αλλαγές στα οικοσυστήματα μπορεί να είναι προσωρινές, παρόλο που ο διαχωρισμός μεταξύ προσωρινών και μόνιμων αλλαγών είναι δύσκολος. Η ξηρασία είναι ένα καλό παράδειγμα προσωρινών αλλαγών, καθώς η αύξηση της συχνότητας των περιόδων ξηρασίας έχει μετρήσιμες επιπτώσεις σε πολλά είδη.

1.3 ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΟΙ ΡΥΠΟΙ

1.3.1 Γενικά

Ατμοσφαιρική ρύπανση καλείται η παρουσία στην ατμόσφαιρα ρύπων σε ποσότητα, συγκέντρωση ή διάρκεια, που έχουν ως αποτέλεσμα την αλλοίωση της δομής, της σύστασης και των χαρακτηριστικών της ατμόσφαιρας. Αυτές οι αλλαγές μπορούν να προκαλέσουν αρνητικές επιπτώσεις στην υγεία, στους ζωντανούς οργανισμούς και τα οικοσυστήματα και γενικά να καταστήσουν το περιβάλλον ακατάλληλο για τις επιθυμητές χρήσεις του.

Οι κυριότεροι ατμοσφαιρικοί ρύποι είναι :

- Το Διοξείδιο του Θείου (SO₂)
- Το Μονοξείδιο του Άνθρακα (CO)
- Τα Οξειδία του Αζώτου (NO_x)
- Τα Αιωρούμενα Σωματίδια (PM)
- Οι πτητικές οργανικές ενώσεις (VOCS)
- Το Βενζόλιο (C₆H₆)
- Ο Μόλυβδος (Pb)

1.3.2 Τύποι ατμοσφαιρικής ρύπανσης

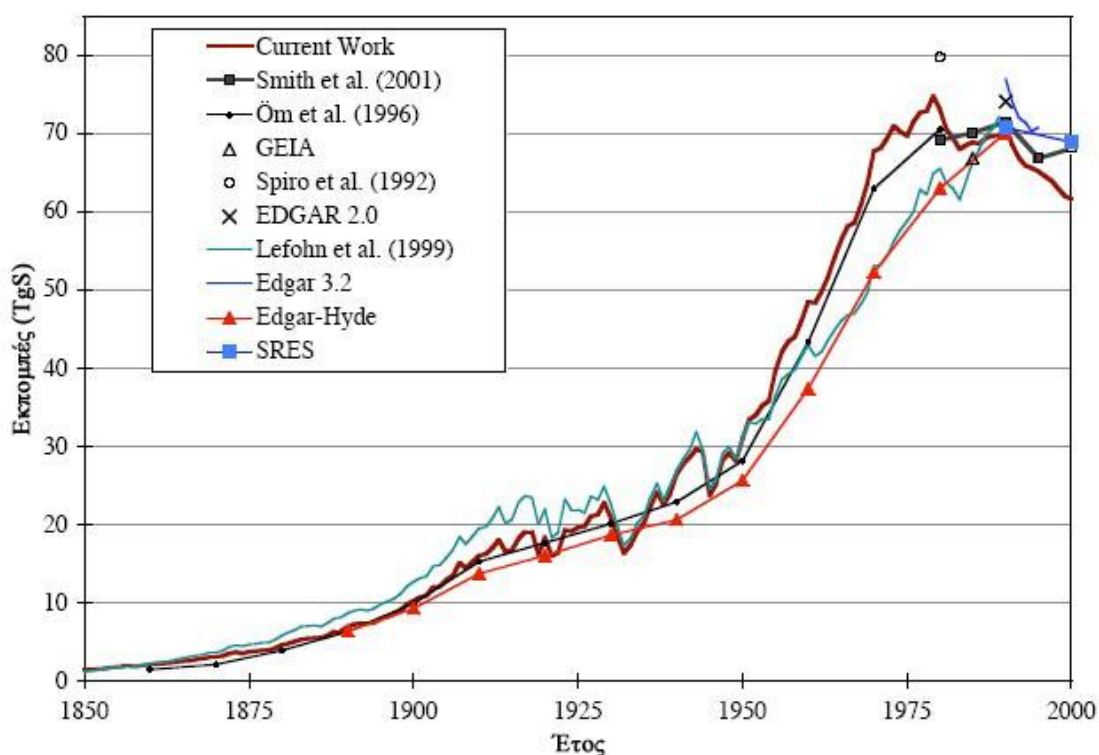
Ο πρώτος τύπος ατμοσφαιρικής ρύπανσης που εμφανίστηκε είναι αυτός που χαρακτηρίζεται από υψηλές συγκεντρώσεις των χημικών ενώσεων του θείου (κυρίως διοξείδιο του θείου SO₂) και των σωματιδίων που σχηματίζονται από την καύση καυσίμων με υψηλή περιεκτικότητα σε θείο, όπως το κάρβουνο. Σε αυτήν την περίπτωση η ατμοσφαιρική ρύπανση αποτελείται κυρίως από διοξείδιο του θείου και αιωρούμενα σωματίδια που περιέχουν διάφορες θειούχες ενώσεις. Εμφανίζεται σε πόλεις που βρίσκονται σε ψυχρά κλίματα (Λονδίνο, Νέα Υόρκη, Σικάγο) με κυριότερες πηγές την παραγωγή της ηλεκτρικής αλλά και της θερμικής ενέργειας που χρησιμοποιείται για την θέρμανση των κτιρίων **(21)**. Το κλασικό ή συμβατικό νέφος έγινε αντιληπτό στην Αθήνα από μετρήσεις του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών το 1969. Στη φάση εκείνη επικρατέστεροι ρύποι ήταν το διοξείδιο του θείου (SO₂) και ο καπνός προερχόμενοι κυρίως από τις κεντρικές θερμάνσεις και τα πετρελαιοκίνητα

αυτοκίνητα. Μετά την ευρεία χρήση της βενζίνης ως καύσιμο υλικό των μηχανών των αυτοκινήτων εμφανίστηκε από τα μέσα του 20ου αιώνα ένας νέος τύπος ατμοσφαιρικής ρύπανσης. Τα προϊόντα λοιπόν του πετρελαίου θεωρήθηκαν υπεύθυνα για ένα νέο τύπο ατμοσφαιρικής ρύπανσης, το λεγόμενο φωτοχημικό νέφος που εμφανίζεται κυρίως τη θερινή περίοδο του έτους σε όλες τις μεγαλουπόλεις του κόσμου στις οποίες γίνεται μεγάλη χρήση των αυτοκινήτων. Το φωτοχημικό νέφος διαφέρει από τη μέχρι τότε γνωστή ατμοσφαιρική ρύπανση, που προκαλείται από της χημικές ενώσεις του θείου και τα αιωρούμενα σωματίδια τους χειμερινούς μήνες. Αποτελείται από χημικές ενώσεις που παράγονται από μια σειρά φωτοχημικών αντιδράσεων όταν άπλετο ηλιακό φως, σε συνδυασμό με υψηλές θερμοκρασίες και χαμηλή υγρασία, ακτινοβολεί μια ατμόσφαιρα που περιέχει πτητικές οργανικές ενώσεις (VOCS) και οξειδία του αζώτου (NOX) **(22)**. Τα οξειδία του αζώτου (NOX) ανήκουν στους πρωτεύοντες (πρωτογενείς) αέριους ρύπους γιατί παράγονται άμεσα. Κύρια πηγή παραγωγής τους είναι όλα τα μέσα μεταφοράς άρα και τα πλοία **(23)**. Οι πρωτογενείς ρύποι και οι πτητικές οργανικές ενώσεις (VOCS) μετατρέπονται γρήγορα σε δευτερογενείς (δευτερεύοντες) (οργανικές ενώσεις του αζώτου, οξυγονούχους υδρογονάνθρακες, φωτοχημικά αεροζόλ), που προκαλούν σοβαρές επιπτώσεις στην υγεία ανθρώπων, φυτών και ζώων, ίσως και σοβαρότερες ακόμη από αυτές των πρωτογενών ρύπων **(24)**. Η ονομασία τους δευτερογενείς (δευτερεύοντες) οφείλεται στο ότι είναι προϊόντα της φωτοχημικής αντίδρασης των οξειδίων του αζώτου (NOX) στην ατμόσφαιρα **(25)**. Στη συνέχεια περιγράφονται και δίνονται κάποια γενικά στοιχεία όσον αφορά τους ατμοσφαιρικούς ρύπους.

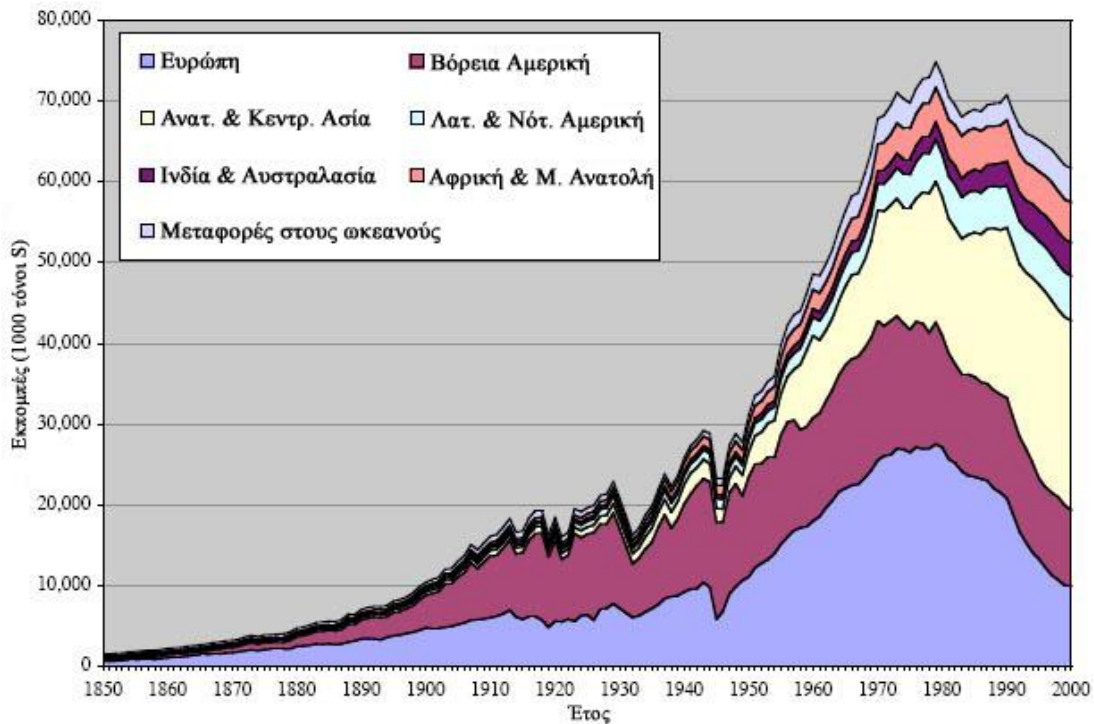
Διοξείδιο του Θείου (SO₂)

Το διοξείδιο του θείου (SO₂) είναι ένας από τους κύριους ρύπους της ατμόσφαιρας. Είναι αέριο, άχρωμο, με χαρακτηριστική δυσάρεστη οσμή. Διαλύεται στην υγρασία του ατμοσφαιρικού αέρα μετατρέπόμενο σε θειώδες οξύ. Σε ξηρό αέρα οξειδώνεται σε SO₃, το οποίο μετατρέπεται σε θειικό οξύ H₂SO₄, κύριο συστατικό της όξινης βροχής. Προέρχεται κύρια από τις καύσεις, όταν το καύσιμο (στερεό ή υγρό) περιέχει θείο (περίπτωση καυσίμων στα πλοία). Άλλες σημαντικές ανθρωπογενείς πηγές διοξειδίου του θείου είναι η διύλιση πετρελαίου και η βιομηχανική κατεργασία θειούχων ενώσεων **(26)**. Το συνολικό ποσό διοξειδίου του

θείου που εκλυόταν στην ατμόσφαιρα του πλανήτη το 1980, προερχόταν κατά τα 2/3 από βιογεωχημικές δραστηριότητες (υδρόθειο που παράγεται λόγω σήψης ουσιών και ηφαιστειακής δράσης μεταβάλλεται σε διοξείδιο του θείου) και κατά το 1/3 μόνο από ανθρωπογενείς δραστηριότητες. Διαχρονικές έρευνες (Smith et al. 2004) δείχνουν ότι οι εκπομπές SO₂ σε παγκόσμιο επίπεδο ακολούθησαν μια αυξητική πορεία από το 1850 μέχρι τις αρχές της δεκαετίας του 1980 (εξαιρετικά αυξητική από το 1950 έως το 1980) για αρχίσουν να υποχωρούν τα τελευταία 25 χρόνια (Σχήμα 1.6) **(27)**. Βασικοί πλέον υπεύθυνοι για τις εκπομπές SO₂ στην ατμόσφαιρα είναι η Κεντρική και Ανατολική Ασία και, κατ' επέκταση η Ευρώπη και η Βόρεια Αμερική (Σχήμα 1.7) **(28)**. Οι πηγές που ευθύνονται κατά κανόνα για τις σχετικές εκπομπές είναι κυρίως η καύση του άνθρακα και λιγότερο του πετρελαίου **(29)**.



Σχήμα 1.6: Ανθρωπογενείς εκπομπές διοξειδίου του θείου σε παγκόσμιο επίπεδο



Σχήμα 1.7: Συνολικές εκπομπές διοξειδίου του θείου ανά περιοχή

Εκτός από την συμβολή τους στη δημιουργία της όξινης βροχής σημαντικές είναι και οι επιπτώσεις που έχουν τα οξείδια του θείου πάνω στον άνθρωπο. Μακροχρόνια έκθεση στο διοξείδιο του θείου μπορεί να προκαλέσει αναπνευστικά προβλήματα, να τροποποιήσει τον αμυντικό μηχανισμό των πνευμόνων και να επιδεινώσει τυχόν υπάρχουσες καρδιαγγειακές παθήσεις. Άτομα με καρδιαγγειακές και χρόνιες πνευμονολογικές παθήσεις (όπως η βρογχίτιδα ή το εμφύσημα), τα άτομα που πάσχουν από άσθμα, καθώς και τα μικρά παιδιά και οι ηλικιωμένοι είναι ιδιαίτερα ευπαθή σε τέτοιες συνθήκες. Αντίθετα η βραχυπρόθεσμη έκθεση σε ψηλές συγκεντρώσεις του διοξειδίου του θείου μπορεί να προκαλέσει βρογχοσπασμούς, πνεμονικό οίδημα, βρογχική ανάφλεξη, ερεθισμούς στα μάτια και αυξημένη αντίσταση στις εναέριες οδούς των ενηλίκων που είναι υγιείς **(30)**.

Μονοξειδίο του Άνθρακα (CO)

Το μονοξειδίο του άνθρακα ή ανθρακώδες οξείδιο είναι ένα άχρωμο, άοσμο και άγευστο αέριο που είναι λίγο ελαφρύτερο από τον ατμοσφαιρικό αέρα. Το μονοξειδίο του άνθρακα παράγεται από μερική οξειδωση ανθρακούχων ενώσεων ή και άνθρακα. Παράγεται όταν δεν υπάρχει αρκετό οξυγόνο για να παραχθεί διοξείδιο του άνθρακα (CO₂), όπως συμβαίνει όταν λειτουργεί καυστήρας ή μηχανή εσωτερικής καύσης σε κλειστό χώρο. Με την παρουσία οξυγόνου, το μονοξειδίο του άνθρακα μπορεί να καεί, δίνοντας μια γαλάζια φλόγα και παράγοντας διοξείδιο του άνθρακα. Είναι πολύ τοξικό για τους ανθρώπους και τα ζώα σε υψηλές συγκεντρώσεις, παρ' όλο που παράγεται σε μικρές ποσότητες από τον κανονικό ζωικό μεταβολισμό και θεωρείται ότι συμμετέχει σε κάποιες φυσιολογικές βιολογικές λειτουργίες.

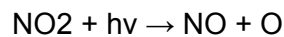
Οξειδία του Αζώτου (NOx)

Οι εκπομπές των NOx προέρχονται κυρίως από ανθρωπογενείς δραστηριότητες και κυρίως από αυτήν της καύσης, όπου το NO σχηματίζεται από αντίδραση μεταξύ του αζώτου (N) και του οξυγόνου (O₂) στο περιβάλλον της καύσης. Οι κύριες ανθρωπογενείς δραστηριότητες εκπομπής NOx που προέρχονται από πηγές καύσης, είναι οι μεταφορές (οδικές, αεροπορικές, θαλάσσιες). Η ποσότητα σχηματισμού οφείλεται στις συνθήκες πίεσης και θερμοκρασίας της διαδικασίας της καύσης. Μικρές ποσότητες NO₂ (συνήθως <10%) εκπέμπονται κατευθείαν από την καύση. Τα NOx βέβαια εκπέμπονται και από φυσικά και οι κεραυνοί. Να αναφέρουμε σε αυτό το σημείο ότι τα οξειδία του αζώτου (NOx) ανήκουν στους πρωτεύοντες (πρωτογενείς) αέριους ρύπους γιατί παράγονται άμεσα.

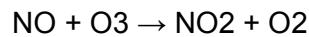
Το άζωτο υπάρχει στην ατμόσφαιρα με τις εξής μορφές **(31)** :

- αμμωνία (NH₃),
- αμμώνιο (NH₄),
- υποοξειδίο του αζώτου (N₂O),
- μονοξειδίο του αζώτου (NO),
- διοξείδιο του αζώτου (NO₂),
- νιτρώδες οξύ (HNO₂),
- νιτρικό οξύ (HNO₃),
- ελεύθερες ρίζες (NO-3).

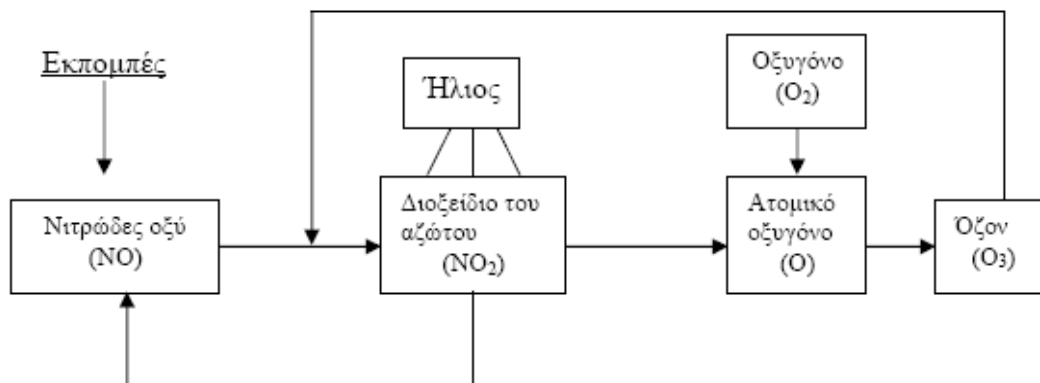
Στα κατώτερα στρώματα της ατμόσφαιρας η μόνη σημαντική παραγωγή ατόμων οξυγόνου είναι από τη φωτόλυση του NO₂:



όπου το φωτόνιο $h\nu$ έχει μήκος κύματος μεταξύ 280-430 nm. Το NO που δημιουργείται, αντιδρά γρήγορα με το O₃ και αναπαράγει NO₂:



Το σύνολο αυτών των αντιδράσεων δημιουργεί ένα κύκλο που παρουσιάζεται στο Σχήμα 1.8 (32):



Σχήμα 1.8: Απλουστευμένος κύκλος των οξειδίων του αζώτου

Τα οξείδια του αζώτου συμμετέχουν στην εμφάνιση ποικιλίας αρνητικών επιπτώσεων στο περιβάλλον, όπως οι σημαντικές αλλαγές στη σύσταση ορισμένων ειδών βλάστησης υδροβιοτόπων και χερσαίων εκτάσεων, η εμφάνιση της όξινης βροχής, η οξίνιση και ο ευτροφισμός γλυκών υδάτων, η μειωμένη ορατότητα, η αύξηση επιπέδων τοξινών σε διάφορα είδη ψαριών και άλλων υδρόβιων ζώων.(33) Εξίσου σημαντικές επιπτώσεις έχουν τα οξείδια του αζώτου πάνω στον άνθρωπο. Η περιορισμένη διαλυτότητα τους επιτρέπει να διεισδύσουν βαθιά στο κατώτερο αναπνευστικό σύστημα. Οι ενοχλήσεις μπορούν να αρχίσουν από χαμηλές συγκεντρώσεις των 15 ppb (ppb: μέρη στο εκατομμύριο), με τσούξιμο στα μάτια και στη μύτη. Από 25 ppb αρχίζουν οι αναπνευστικές ενοχλήσεις, με βήχα, δύσπνοια, πόνους στο στήθος, βήχα με κίτρινο επίχρισμα ή αίμα, κυάνωση, πυρετό, κρίση άσθματος, αυξημένο αναπνευστικό ρυθμό, τραχειοβρογχίτιδα, βρογχοπνευμονία και

πνευμονικό οίδημα. Έκθεση σε 150-200 ppm μπορεί να οδηγήσει σε θανατηφόρα πνευμονική ίωση. Το διοξείδιο του αζώτου αντιδρά επίσης με την αιμοσφαιρίνη δημιουργώντας αδρανείς ενώσεις, με κύρια την μεθαιμοσφαιρίνη, της οποίας τα επίπεδα χρησιμοποιούνται και σαν ένδειξη του ύψους της ατμοσφαιρικής ρύπανσης σε μονοξείδιο και διοξείδιο του αζώτου. Μ' αυτό τον τρόπο εμποδίζεται η οξυγόνωση των ιστών. Το αποτέλεσμα είναι ταχυπαλμία υπέρταση και καρδιακή αρρυθμία **(34)**.

Αιωρούμενα Σωματίδια (PM)

Πρόκειται για σωματίδια στερεής ή υγρής φάσης, τα οποία αιωρούνται στην ατμόσφαιρα. Τέτοια σωματίδια είναι η σκόνη, ο καπνός, διάφορα μέταλλα κλπ. Διακρίνονται ανάλογα τη διάμετρό τους. Σημαντικό ρόλο έχουν τα σωματίδια που έχουν διάμετρο μέχρι 10 μm (PM-10) 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 PM-10 αποτελούνται από λεπτομερώς διαχωρισμένη ανόργανη ύλη-ορυκτά, όπως οξείδια του αργιλίου, πυρίτιο, σίδηρο και κάλιο. Τα PM-2,5 αιωρούμενα σωματίδια διαμέτρου μικρότερης των 2,5 μm (<2,5μm) αναφέρονται ως λεπτόκοκκα σωματίδια, PM-2,5 ("fine" particles). Τα PM-2,5 προκύπτουν από πολλές, διαφορετικές πηγές, όπως από τα καυσαέρια των αυτοκινήτων, από διάφορες βιομηχανικές εγκαταστάσεις, από εργοστάσια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, καθώς επίσης και από οικιακές εστίες φωτιάς, τζάκια, φούρνοι κ.ά., κι έτσι η σύστασή τους ποικίλλει. Δημιουργούνται επίσης από αέρια πυρανάφλεξης, τα οποία μετατρέπονται με χημικό τρόπο σε σωματίδια. Τα αιωρούμενα σωματίδια βέβαια δεν είναι ένας ενιαίος ρύπος, αλλά μάλλον είναι ένα μίγμα πολλών ρύπων. Μέτρο της προσροφητικής ικανότητας των σωματιδίων αποτελεί η ειδική επιφάνειά τους, η οποία αυξάνει όσο μειώνεται η διάμετρος των σωματιδίων. Αυτό συγκλίνει και με τις τελευταίες δημοσιευμένες έρευνες σύμφωνα με τις οποίες τα πιο επικίνδυνα για την ανθρώπινη υγεία σωματίδια είναι αυτά με την μικρότερη διάμετρο. Η κυκλοφορία των οχημάτων αποτελεί την κύρια πηγή αιωρούμενων σωματιδίων, ενώ η διασπορά τους εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τα μετεωρολογικά δεδομένα της περιοχής. Οι τιμές των αιωρούμενων σωματιδίων είναι εμφανώς χαμηλότερες κατά τους τρεις καλοκαιρινούς μήνες, ενώ αυξάνονται σημαντικά τους μήνες του χρόνου που το κρύο είναι

εντονότερο. Στη φύση τα αιωρούμενα σωματίδια βρίσκονται σε ηφαίστεια , θαλάσσια σταγονίδια, γύρη από λουλούδια, σπόρους μυκήτων και σωματίδια του εδάφους **(35)**.

Πτητικές οργανικές ενώσεις (VOCS)

Οι πτητικές οργανικές ενώσεις ή αλλιώς Volatile Organic Compounds (VOCs) είναι οργανικές ενώσεις που περιέχουν άνθρακα και υδρογόνο οπότε μπορούμε να πούμε ότι είναι μίγματα υδρογονανθράκων. Όπως είναι γνωστό τα περισσότερα συστατικά της βενζίνης και των άλλων πετρελαϊκών προϊόντων είναι υδρογονάνθρακες που διαιρούνται σε δύο κυρίως κατηγορίες **(36)** :

- τους αλειφατικούς,
- τους αρωματικούς.

Η ομάδα των αλειφατικών υδρογονανθράκων περιέχει τα αλκάνια, τα αλκένια (ολεφίνες) και τα αλκύνια. Τα αλκάνια (κορεσμένοι υδρογονάνθρακες) είναι αδρανή και γενικά δεν λαμβάνουν μέρος στις ατμοσφαιρικές φωτοχημικές αντιδράσεις. Τα αλκένια (ολεφίνες) είναι ακόρεστα και πολύ ενεργά στην ατμοσφαιρική φωτοχημεία. Τα αλκύνια (όπως π.χ. το αιθυλένιο) με παρουσία ηλιακού φωτός αντιδρούν με το διοξείδιο του αζώτου σε υψηλές συγκεντρώσεις και σχηματίζουν δευτερογενείς ρυπαντές, όπως το νιτρικό υπεροξυακετύλιο (PAN) και το όζον (O₃). Τα αλκύνια, αν και πολύ ενεργά, είναι σχετικώς σπάνια και έτσι δεν απασχολούν τη μελέτη της ρύπανσης του αέρα. Η ομάδα των αρωματικών υδρογονανθράκων είναι βιοχημικά και βιολογικά ενεργή ενώ μερικοί από αυτούς είναι καρκινογόνοι. Όλα τα αρωματικά παράγονται από το βενζόλιο ή σχετίζονται με αυτό. Αν και τα αρωματικά δεν δείχνουν τη χημική δραστηριότητα των ακόρεστων αλειφατικών υδρογονανθράκων εξετάζονται σε κάθε μελέτη της ρύπανσης του αέρα επειδή πολλές απ' αυτές τις ενώσεις αποδείχθηκαν καρκινογόνες. Τέτοιες ενώσεις εκπέμπονται και από τις εξατμίσεις των αυτοκινήτων. Οι υδρογονάνθρακες που παρουσιάζονται στην ατμόσφαιρα είναι φυσικής και ανθρωπογενούς προελεύσεως. Οι πιο πολλοί φυσικοί υδρογονάνθρακες προέρχονται από βιολογικές πηγές αν και μικρές ποσότητες αυτών προέρχονται και από γεωθερμικές δραστηριότητες, από ανθρακωρυχεία, από φυσικό αέριο πετρελαιοπηγών και από πυρκαγιές. Οι κυριότερες ανθρωπογενείς πηγές υδρογονανθράκων είναι οι βιομηχανίες (κυρίως τα διυλιστήρια πετρελαίου) και σε μικρότερο βαθμό οι μεταφορές συμπεριλαμβανομένων και των πλοίων.

1.3.3 Επιπτώσεις των ατμοσφαιρικών ρύπων

Τις τελευταίες δεκαετίες έχει παρουσιαστεί μια αύξηση του ενδιαφέροντος για τα φαινόμενα μεταφοράς μεγάλης κλίμακας και για τις παγκόσμιες επιπτώσεις της ατμοσφαιρικής ρύπανσης. Πρώτα στην Βόρεια Ευρώπη και έπειτα στη Νοτιοανατολική Αμερική ανακαλύφθηκε ότι οι μεγάλες εκπομπές των πρωτογενών ρύπων υπόκεινται σε χημικές μεταβολές στην ατμόσφαιρα. Αυτές οι μεταβολές οδηγούν σε αποστάσεις εκατοντάδων ή και χιλιάδων χιλιομέτρων από την πηγή (πάντα προς την κατεύθυνση του ανέμου) στο σχηματισμό χημικών ενώσεων, τους δευτερογενείς ρύπους, που είναι υπεύθυνοι για ορισμένα σοβαρά αποτελέσματα όπως η όξινη εναπόθεση ή πιο γνωστή ως όξινη βροχή **(37)**. Φαινόμενο που οφείλεται στη ρύπανση της ατμόσφαιρας και κατά το οποίο ποσότητες κυρίως θειικού και νιτρικού οξέος φτάνουν στο έδαφος σε υγρή μορφή, μεταφερόμενες με τη βροχή, το χιόνι, την ομίχλη, το χαλάζι κ.λπ., με καταστρεπτικές επιπτώσεις στη χλωρίδα και την πανίδα, καθώς και σε κτίρια και μνημεία. Ο όρος 'όξινη βροχή', χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά για να περιγράψει τη ρυπασμένη βροχή στο Μάντσεστερ της Βρετανίας στη διάρκεια της βιομηχανικής επανάστασης τον 19ο αιώνα και εξακολουθεί να χρησιμοποιείται παρά το ότι θεωρείται σωστότερος ο όρος 'όξινη κατακρήμνιση'. Κύρια αιτία για το σχηματισμό της όξινης βροχής είναι το διοξείδιο του θείου (SO₂), που εκλύεται από βιομηχανίες που χρησιμοποιούν ορυκτά καύσιμα, καθώς και τα οξειδία του αζώτου (NO_x), που περιέχονται κυρίως στα καυσαέρια των αυτοκινήτων. Τέλος στην υγεία του ανθρώπου οι ρύποι προκαλούν μεγάλα προβλήματα. Ενδεικτικά να αναφέρουμε αναπνευστικά και καρδιαγγειακά προβλήματα, αποδυνάμωση του ανοσοποιητικού συστήματος, προβλήματα στο αίμα και το συκώτι. Ενδεικτικά να αναφέρουμε ότι η υπερβολική έκθεση στα οξειδία του αζώτου μπορεί να προκαλέσει προβλήματα στο αίμα, το συκώτι, τους πνεύμονες και τη σπλήνα. Όταν το διοξείδιο του θείου είναι επίσης παρόν, μπορεί να συνδράμει για να αυξήσει τη ζημιά ακόμη περισσότερο σε σχέση με τα μεμονωμένα αποτελέσματα που επιφέρουν τα οξειδίου του αζώτου και του θείου ξεχωριστά **(38)**.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΕΜΠΟΡΕΥΜΑΤΟΚΙΒΩΤΙΩΝ ΣΤΑ ΛΙΜΑΝΙΑ

2.1 ΘΑΛΑΣΣΙΕΣ ΜΕΤΑΦΟΡΕΣ

Οι θαλάσσιες μεταφορές αντιπροσωπεύουν το 98% των μεταφορών του παγκοσμίου εμπορίου και πάνω από το 90% του εμπορίου της Ευρωπαϊκής Κοινότητας με τον υπόλοιπο κόσμο. Ένα μέρος από αυτό το ποσοστό, δηλαδή το 35% περίπου, αφορά τις θαλάσσιες μεταφορές εμπορευμάτων μεταξύ των κρατών μελών της κοινότητας ή τη Ναυτιλία Μικρών Αποστάσεων. Ο τομέας αυτός των μεταφορών χαρακτηρίζεται από τα εξής **(1)**:

- Φιλικότητα προς το περιβάλλον (βλ.πίνακα 2.1) **(2)**.
- Οικονομικό ενεργειακό μέσο μεταφοράς (βλ.πίνακα 2.2) **(3)**.
- Οι νέες λιμενικές υποδομές που απαιτούνται μπορούν να δημιουργηθούν με συγκριτικά χαμηλό περιβαλλοντικό κόστος.
- Σημαντική δυνατότητα ανάπτυξης στα πλαίσια της μετατόπισης της κυκλοφορίας από κορεσμένους χερσαίους δρόμους (βλ. πίνακα 2.3) **(4)**.

Πίνακας 2.1: Εκπομπές CO₂ κατά μέσο μεταφοράς στην Ευρωπαϊκή Ένωση.

Τρόποι μεταφοράς	Γραμμάρια / τόνοι χλμ.
Οδικές	190
Σιδηροδρομικές	30
Εσωτερική ναυσιπλοία	30

Πηγή: Χλωμούδης Κ.(2005), "Λιμενικός Σχεδιασμός στη σύγχρονη λιμενική βιομηχανία", Εκδόσεις ΤζΕΙ & Τζέι Ελλάς, Πειραιάς.

Πίνακας 2.2: Κατανομή ενεργειακής απόδοσης μεταφορών.

Ενεργειακή απόδοση (Συμπεριλαμβανόμενης της ενέργειας για υποδομή)	Megajoules per ton / km
Φορτηγό	0,7 – 1,2
Τραίνο (χύδην φορτία)	0,6
Δ/Ξ για παράκτιο εμπόριο	0,3
Πλοία εμπορευματοκιβωτίων	0,12

Πηγή: Χλωμούδης Κ. (2005), "Λιμενικός Σχεδιασμός στη σύγχρονη λιμενική βιομηχανία", Εκδόσεις ΤζΕΙ & Τζέι Ελλάς, Πειραιάς.

Πίνακας 2.3: Ποσοστό αρνητικών επιπτώσεων από την ανάπτυξη μεταφορικής δραστηριότητας από τα διάφορα μέσα μεταφοράς.

	Αερομεταφορές	Σιδηροδρομικές μεταφορές	Ναυτιλία	Οδικές μεταφορές
Θόρυβος	26%	10%	0%	64%
Χρήση γης	1%	7%	1%	91%
Υποδομή	2%	37%	5%	56%
Ατυχήματα	1%	1%	0%	98%

Πηγή: Χλωμούδης Κ. (2005), "Λιμενικός Σχεδιασμός στη σύγχρονη λιμενική βιομηχανία", Εκδόσεις ΤζΕΙ & Τζέι Ελλάς, Πειραιάς.

Η αλματώδης ανάπτυξη του τομέα των θαλασσίων μεταφορών, οφείλεται σε μια σειρά πλεονεκτημάτων, τα οποία είναι: η οικονομία που επιτυγχάνεται καθώς είναι ο τύπος μεταφοράς με το χαμηλότερο και το πιο ανταγωνιστικό κόστος, το γεγονός ότι στη μεταφορά μέσω πλοίων υπάρχει άφθονος χώρος για ογκώδη αντικείμενα,

θεωρητικά οτιδήποτε μπορεί να μεταφερθεί δια θαλάσσης και τέλος η μεγάλη ποικιλία τύπων σκαφών που έχουν αναπτυχθεί τα τελευταία χρόνια. Από την άλλη όμως, ο τύπος των θαλασσίων μεταφορών παρουσιάζει και ορισμένα μειονεκτήματα, όπως: αποτελεί την πιο χρονοβόρα διαδικασία σε σύγκριση με τους υπόλοιπους τύπους μεταφοράς (χερσαίες, εναέριας), ο χειρισμός είναι σκληρός καθώς η ασφάλιση, η δεματοποίηση και η μεταφορά προς και από το πλοίο είναι δαπανηρές και κουραστικές διαδικασίες, υπάρχει αυξημένη απαίτηση για αποθέματα και η ασυνέπεια στις αναχωρήσεις είναι συχνό φαινόμενο.

Πίνακας 2.4: Εμπορεύματα ανά μεταφορικό μέσο.

Εμπορεύματα ανά μεταφορικό μέσο (δισ. τόνο – χμ) 2000	
Μεταφορικό μέσο	Ποσοστό
Οδικές	68,8%
Σιδηροδρομικές	1,6%
Θαλάσσιες	29,6%
Ποσοστιαία μεταβολή (1999 – 2000): 47%	

Πηγή: Χλωμούδης Κ.(2005), "Λιμενικός Σχεδιασμός στη σύγχρονη λιμενική βιομηχανία", Εκδόσεις ΤΖΕΙ & Τζέι Ελλάς, Πειραιάς.

Η ποσοστιαία συμμετοχή των μεταφορικών μέσων στις εμπορευματικές μεταφορές εξαρτάται σημαντικά, μεταξύ άλλων, από τη γεωγραφική θέση και τη μορφολογία της κάθε χώρας. Ο πίνακας 2.4 **(5)** αναφέρεται στο έτος 2000 και λαμβάνεται υπόψιν μόνο το εντός των συνόρων μεταφορικό έργο. Οι θαλάσσιες μεταφορές καλύπτουν το 30%, ενώ η μεγαλύτερη αδυναμία εντοπίζεται στην αμελητέα συμμετοχή του σιδηρόδρομου. Αντίθετα στην Ε.Ε οι θαλάσσιες και οι ποτάμιες μεταφορές καλύπτουν περίπου το 20% της ζήτησης και το υπόλοιπο 10% του έργου πραγματοποιείται με σιδηρόδρομους και αγωγούς **(6)**. Ακόμα από τον πίνακα 2.4 προκύπτει ότι η κίνηση εμπορευμάτων αυξάνεται κατά 47% στη διάρκεια της δεκαετίας, υποδηλώνοντας μια συνολική αύξηση της ζήτησης αγαθών αλλά και μεταβολές στη χωροταξική κατανομή των επιχειρήσεων.

Η ποικιλία των τύπων σκαφών που χρησιμοποιούνται στις θαλάσσιες μεταφορές είναι μεγάλη. Μέχρι τις αρχές του 1955 οι μέθοδοι και τα μέσα των θαλασσιών μεταφορών έδειχναν στασιμότητα. Τα συνήθη φορτηγά πλοία όταν προσέγγιζαν τα λιμάνια ήταν υποχρεωμένα να παραμένουν για μεγάλο χρονικό διάστημα, όσο διαρκούσε η εκφόρτωση τους, σε γεραμούς. Αυτή η διαδικασία ήταν δαπανηρή, διότι η διακίνηση των πάσης φύσεως εμπορευμάτων, φορτωμένων και στοιβαγμένων στα αμπάρια των φορτηγών, ήταν πολύ δύσκολη και απαιτούσε χρόνο. Στην συνέχεια κατασκευάστηκαν ειδικά φορτηγά μεταφοράς υγρών καυσίμων, ορυκτών, φρούτων, αερίων κτλ. Και τα λεγόμενα "Bulk Carriers", φορτηγά μεγαλύτερης χωρητικότητας, προσαρμοσμένα ειδικά για μεταφορές ορισμένων χύμα προϊόντων (ζάχαρη, τσιμέντο, σιτηρά, μεταλλεύματα, κλπ.), όπου τα ναυπήγησαν Σκανδιναβοί εφοπλιστές το 1955 (7).

Η ευρύτερη χρήση πλοίων μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων (containerships) και οι νέοι μέθοδοι μεταφοράς και συσκευασίας βελτίωσαν δραστικά τα αποτελέσματα του κλάδου των θαλασσιών μεταφορών και προδικάζουν μια ακόμα ευνοϊκότερη εξέλιξη τα επόμενα χρόνια. Αυτά τα παραπάνω τρία σημεία ήταν εκείνα που συντέλεσαν κυρίως στην ποσοτική και ποιοτική βελτίωση του κλάδου. Η εμφάνιση αυτού του νέου τύπου, του containership άρχισε στις ΗΠΑ το 1965, και συνδύαζε τα πλεονεκτήματα των προηγούμενων τύπων σκαφών. Τα containerships καθιστούν δυνατή τη μεταφορά διαφόρων ομοιογενών προϊόντων με την τοποθέτησή τους σε εμπορευματοκιβώτια, τα οποία στη συνέχεια τοποθετούνται μέσα στο πλοίο. Τα εμπορευματοκιβώτια αποτελούν έναν εύκολο προς φόρτωση και εκφόρτωση τρόπο μεταφοράς, σε υπερατλαντικό και διεθνές επίπεδο.

2.2 ΣΥΝΔΥΑΣΜΕΝΕΣ ΜΕΤΑΦΟΡΕΣ

Η πολυπλοκότητα των παγκοσμίων κέντρων εμπορίου απαιτεί ένα εκτεταμένο δίκτυο μεταφορών με παροχή μεγαλύτερης ποικιλίας μεταφορικών υπηρεσιών για τη σύνδεση ολόκληρου του πλέγματος του παγκόσμιου εμπορίου που αποτελείται από μεγάλα, μεσαία και μικρά κέντρα. Η επέκταση του υφιστάμενου δικτύου παροχής μεταφορικών υπηρεσιών είναι μια πρώτη απαίτηση αυτού του νέου εμπορίου. Σήμερα ημιτελή προϊόντα ή μεταποιημένο φορτίο, στο διεθνές εμπόριο, απαιτούν σημαντικές βελτιώσεις τόσο στην ταχύτητα όσο και στην ασφάλεια της μεταφοράς.

Όσο αυξάνεται η αξία, ο παράγοντας χρόνος στη μεταφορά είναι τόσο σημαντικός ώστε ένα σημαντικό και ολοένα αυξανόμενο ποσοστό αυτών των αγαθών να μεταφέρεται εναέρια. Εκτός από την ταχύτητα και την ασφάλεια, μεγάλης σημασίας είναι και οι άλλες απαιτήσεις, όπως η αξιοπιστία του χρόνου παράδοσης και η συχνότητα των μεταφορικών υπηρεσιών. Γι' αυτό μεγάλης σημασίας είναι ένα εκτεταμένο σύστημα πληροφόρησης και επικοινωνίας ιδιαίτερα για την άμεση γνώση όλης της πορείας του μεταφορικού έργου. Λύση σε όλες τις παραπάνω απαιτήσεις δίνουν οι συνδυασμένες μεταφορές.

Με τον όρο συνδυασμένες μεταφορές εννοούμε τη μεταφορά φορτίου χρησιμοποιώντας διαφορετικά μέσα μεταφοράς, όπου το μεγαλύτερο μέρος του ταξιδιού σιδηροδρομικά ή μέσω θαλάσσης, ενώ το αρχικό ή τελικό τμήμα μεταφοράς γίνεται οδικά. Τα διάφορα μέσα μεταφοράς δεν λειτουργούν ανταγωνιστικά μεταξύ τους, αλλά συμπληρωματικά, παρέχοντας ποιότητα, οικονομία και ταχύτητα. Οι συνδυασμένες μεταφορές δημιουργούν ενιαία οργάνωση σε ολόκληρη την αλυσίδα την αλυσίδα των συστημάτων μεταφοράς μεταξύ του αποστολέα και του παραλήπτη και στοχεύουν στην αύξηση της ταχύτητας διανομής των φορτίων και στη μείωση του μη παραγωγικού κεφαλαίου. Πραγματοποιούνται δε κάτω από τον έλεγχο, το σχεδιασμό και την ευθύνη ενός "διαμεταφορέα" **(8)**. Ο ρόλος της συνδυασμένης μεταφοράς είναι αυτός της συνεργασίας, της συμπληρωματικότητας και της συνύπαρξης των μεταφορικών μέσων, λειτουργεί δε στη βάση του συνδυασμού των άλλων τρόπων μεταφοράς και χαρακτηρίζεται από την ικανότητά της να απορροφά τις δυσλειτουργίες, τα προβλήματα και τις αναποτελεσματικότητες της οδικής κυρίως μεταφοράς.

Η πολιτική για τις συνδυασμένες μεταφορές πρέπει να επιτρέπει στο χρήστη την καλύτερη χρήση των διαφόρων μέσων μεταφοράς. Η ύπαρξη ενός αποδοτικού συστήματος μεταφοράς αποτελεί βασική προϋπόθεση για την ανταγωνιστικότητα της Ευρωπαϊκής Ένωσης και αν λάβουμε υπόψιν ότι την τελευταία τριακονταετία οι εμπορευματικές μεταφορές έχουν παρουσιάσει αύξηση 70%, θεωρούμε τις μεταφορές μια αναπτυσσόμενη βιομηχανία. Η εφαρμογή των συνδυασμένων μεταφορών συνδέεται άμεσα με τη χρήση του εμπορευματοκιβωτίου ως το μοναδικό (σχεδόν) μεταφορικό μέσο που επιτρέπει τη σύνδεση και των τριών μέσων μεταφοράς: του πλοίου, του βαγονιού και του αυτοκινήτου.

Το μοντέλο των συνδυασμένων μεταφορών βοηθά στην εξοικονόμηση χρόνου, την ελαχιστοποίηση του κόστους, την άρση των δυσκολιών προσβασιμότητας σε διάφορες αγορές καθώς και στην αξιοποίηση των μεταφορικών μέσων με ελαχιστοποίηση της επιβάρυνσης του περιβάλλοντος. Η εφαρμογή του μοντέλου των συνδυασμένων μεταφορών είναι ιδιαίτερα επιτυχής στο σιδηρόδρομο και τη ναυτιλία. Στην Ελλάδα και σε πολλές άλλες χώρες σε αντίθεση με τις θαλάσσιες μεταφορές τα πλεονεκτήματα των οποίων οδήγησαν στη ραγδαία εξάπλωσή τους, η ανάπτυξη των σιδηροδρομικών μεταφορών υπήρξε βραδεία. Ως βασικότερες αιτίες της καθυστέρησης αυτής μπορούν να αναφερθούν τα μεγάλα κεφάλαια που απαιτούνται για την ανάπτυξη των δικτύων, οι γεωμορφολογικοί παράγοντες που καθιστούσαν την εξάπλωσή τους δαπανηρή καθώς και το γεγονός, πως οι οδικές μεταφορές κρίνονταν πιο συμφέρουσες πριν την μεγάλη αύξηση της τιμής του πετρελαίου. Σήμερα η κατάσταση αλλάζει συνεχώς και σε πολλές χώρες η χρήση του σιδηροδρόμου έχει αυξηθεί κατακόρυφα, ενώ οι σιδηροδρομικές μεταφορές συνδυάζονται με τις θαλάσσιες για τους λόγους που προαναφέρθηκαν. Μεταξύ των παραγόντων που εμποδίζουν την περαιτέρω ανάπτυξη των συνδυασμένων μεταφορών σε μια χώρα είναι **(9)**: το κόστος διακίνησης και οι καθυστερήσεις κατά τη μεταφόρτωση των εμπορευμάτων από το ένα μέσο στο άλλο, οι καθυστερήσεις στα λιμάνια για λόγους που αφορούν τον εκσυγχρονισμό τους, την αδράνεια και αργούς ρυθμούς των τελωνείων, οι περίπλοκες διαδικασίες εκδόσεως εγγράφων, οι απαιτήσεις των πελατών για έγκαιρη παράδοση και η αρνητική εικόνα που επικρατεί σχετικά με τις παραδοσιακές θαλάσσιες μεταφορές μικρής κλίμακας.

Πρέπει λοιπόν να συνδυαστούν οι τρόποι μεταφοράς ούτως ώστε να αξιοποιούνται τα πλεονεκτήματα του καθενός και να δημιουργείται μια αλυσίδα μεταφοράς, που να είναι συνολικά πιο αποτελεσματική, αποδοτική και βιώσιμη. Ο συνδυασμός των διάφορων τρόπων μεταφοράς, με σκοπό να προσφέρονται εν γένει καλύτερες συνδέσεις έχει κεφαλαιώδη σημασία για την ανάπτυξη εναλλακτικών λύσεων έναντι των οδικών μεταφορών. Ορισμένοι μεγάλοι λιμένες διαθέτουν τώρα προηγμένους τερματικούς σταθμούς εμπορευμάτων και καλές σιδηροδρομικές ή πλωτές συνδέσεις, όπου ενσωματώνονται οι διάφοροι τρόποι μεταφοράς. Παρόλο ότι οι συνδυασμένες μεταφορές αντιπροσωπεύουν μικρό ποσοστό των εμπορευματικών μεταφορών μεταξύ 2% - 4% αυξάνονται με ρυθμό περίπου 10% ετησίως.

2.3 ΔΙΑΚΙΝΗΣΗ ΕΜΠΟΡΕΥΜΑΤΟΚΙΒΩΤΙΩΝ

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω η χρήση των εμπορευματοκιβωτίων προκάλεσε επανάσταση στις θαλάσσιες μεταφορές και στον κλάδο των μεταφορών γενικότερα. Η μεταφορά εμπορευματοκιβωτίων έχει αυξήσει την ικανότητα και την αποτελεσματικότητα του συστήματος μεταφοράς. Λόγω της εγγενούς αποτελεσματικότητας των φορτίων με εμπορευματοκιβώτια τα είδη των φορτίων που αποστέλλονται με εμπορευματοκιβώτια παρουσιάζουν αύξηση σε ετήσια βάση. Για την καλύτερη κατανόηση της λειτουργίας του διεθνούς δικτύου μεταφορών που συνδέεται με τα λιμάνια περιγράφονται παρακάτω οι τερματικοί σταθμοί διαχείρισης εμπορευματοκιβωτίων, οι υπερπόντιες μεταφορές εμπορευματοκιβωτίων, ο τρόπος εισαγωγής και εξαγωγής εμπορευματοκιβωτίων καθώς και ο τρόπος χειρισμού των άδειων εμπορευματοκιβωτίων.

2.3.1 Τερματικοί σταθμοί εμπορευματοκιβωτίων

Σημαντικό ρόλο στην διαχείριση των εμπορευματοκιβωτίων παίζουν οι τερματικοί σταθμοί, οι οποίοι συνδέουν τα θαλάσσια με τα χερσαία και ποτάμια μεταφορικά μέσα, παρέχοντας υπηρεσίες για το χειρισμό και τον έλεγχο της κίνησης των εμπορευματοκιβωτίων από τα πλοία στο οδικό και σιδηροδρομικό δίκτυο και αντίστροφα. Μερικοί παράγοντες ιδιαίτερης σημασίας σε ότι αφορά τις λειτουργίες του τερματικού σταθμού είναι:

- Η ύπαρξη μεγάλου βάθους (ώστε να αποφεύγεται η υπερβολική βυθοκόρηση).
- Οι ωκεανογραφικές και μετεωρολογικές συνθήκες να είναι τέτοιες ώστε οι κινήσεις των πλοίων και οι λειτουργίες του λιμένα να διακόπτονται πολύ σπάνια.
- Ο λιμένας πρέπει να παρέχει καλές διευκολύνσεις πλοήγησης, διαθεσιμότητα ρυμουλκών και πιλότων και υπηρεσίες διάσωσης οποιαδήποτε ώρα της ημέρας ή της νύχτας.
- Ο εξοπλισμός φόρτωσης και εκφόρτωσης (γερανοί, οχήματα μεταφοράς, κτλ).
- Επαρκείς υπηρεσίες πρέπει να είναι διαθέσιμες στην αποβάθρα και εκεί πρέπει να υπάρχουν κατάλληλες συνθήκες για ανταλλαγή πληρώματος.

- Η καλή μεταφορική σύνδεση με την ενδοχώρα να είναι απαραίτητη.
- Ικανοποιητικά μέτρα ασφαλείας, μέτρα πυρόσβεσης και υπηρεσίες εκτάκτου ανάγκης.
- Προστασία του περιβάλλοντος και έλεγχος της ρύπανσης.
- Αποτελεσματικότητα και απλότητα των διοικητικών διαδικασιών.

Τα τερματικά για τα πλοία εμπορευματοκιβωτίων πρέπει να εξυπηρετούν τα σκάφη όσο το δυνατόν γρηγορότερα. Είναι απαραίτητο:

- Τα σκάφη να μην περιμένουν για την προσόρμιση και οι διαδικασίες πρόσδεσης να μπορούν να επιτευχθούν γρήγορα.
- Οι διαδικασίες χειρισμού των πλοίων εμπορευματοκιβωτίων να διενεργούνται σε εικοσιτετράωρη βάση καθ' όλη τη διάρκεια του έτους.
- Μεγάλες περιοχές συσσώρευσης να είναι διαθέσιμες, εξοπλισμένες με άριστες οδικές και σιδηροδρομικές συνδέσεις.

Όσον αφορά τις υπηρεσίες που παρέχονται από τους τερματικούς σταθμούς εμπορευματοκιβωτίων πρέπει να ισχύουν τα εξής:

- Η περιοχή αποθήκευσης πρέπει να εγκατασταθεί, όπου είναι δυνατόν, ακριβώς πίσω από την αποβάθρα καθώς οι διαδικασίες φόρτωσης και εκφόρτωσης απαιτούν όλο το μήκος της αποβάθρας.
- Εγκαταστάσεις γερανών εμπορευματοκιβωτίων πρέπει να σχεδιαστούν από κοινού με την ίδια την αποβάθρα επειδή οι γερανοί χειρισμού με ασάλινους σκελετούς ασκούν πολύ μεγάλες δυνάμεις (κάθετες δυνάμεις λόγω του βάρους των γερανών ασάλινων σκελετών και οριζόντιες δυνάμεις λόγω των ανέμων).
- Το μέσο μήκος των αποβάθρων για τα μεγάλα πλοία πρέπει να είναι 250– 300 μέτρα (150 μέτρα για τα τροφοδοτικά πλοία). Εάν απαιτούνται πολλές αποβάθρες, είναι προτιμότερο να χτιστούν σε σειρά προκειμένου

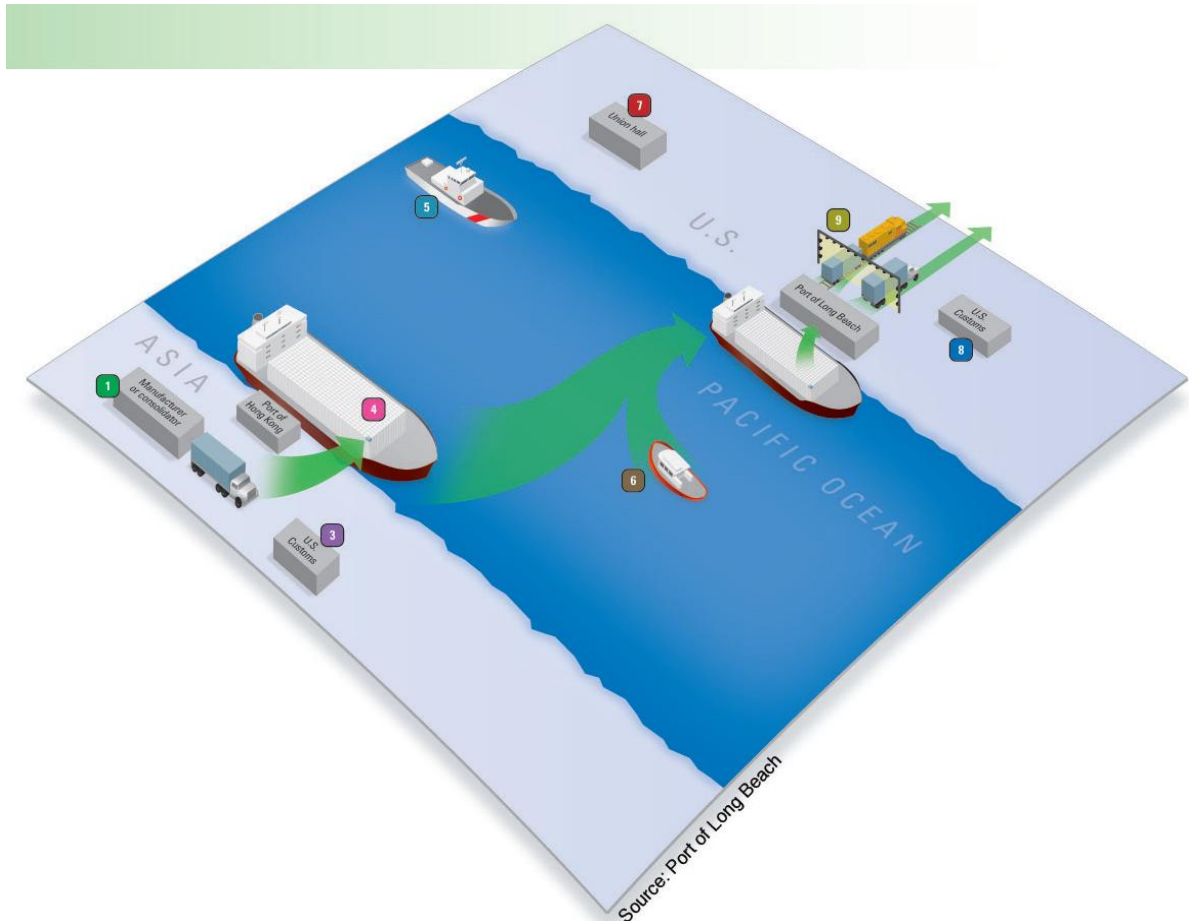
να επιτραπεί στους γεραμούς να λειτουργήσουν σε οποιαδήποτε αποβάθρα.

- Η διακίνηση εμπορευματοκιβωτίων απαιτεί μια μεγάλη περιοχή αποθήκευσης και μια καλά ελεγχόμενη λειτουργική οργάνωση. Η απαραίτητη εξαρτάται από την κίνηση, από το εάν ο χώρος πρέπει να παρασχεθεί για έναν σταθμό εμπορευματοκιβωτίων, από τον εξοπλισμό χειρισμού, το υιοθετημένο ύψος στοιβάδας (τα εμπορευματοκιβώτια στοιβαγμένα από 1 έως 5 το ένα πάνω στο άλλο) και τον μέσο χρόνο παραμονής. Στην πράξη συχνά διαπιστώνεται ότι η στοιβάδα τριών φορτωμένων εμπορευματοκιβωτίων εισαγωγών ενδείκνυται για αποτελεσματικό χειρισμό. Υπάρχουν βέβαια δυνατότητες για στοιβάδα μέχρι 6 εμπορευματοκιβώτια, όπως για παράδειγμα στο λιμάνι της Σιγκαπούρης όπου υπάρχει πρόβλημα έλλειψης χώρου.

2.3.2 Υπερπόντιες μεταφορές εμπορευματοκιβωτίων

Τα εισαγόμενα φορτία συνήθως ξεκινούν από μια υπερπόντια κατασκευή, από τον προμηθευτή ή από μια εγκατάσταση ενοποίησης όπου τα αντικείμενα τοποθετούνται μέσα σε μεταλλικά εμπορευματοκιβώτια. Τα εμπορευματοκιβώτια αυτά γενικά τα συναντάμε σε δύο κοινά μήκη: αυτά των είκοσι ποδών (20 feet or 1 TEU) και αυτά των σαράντα ποδών (40 feet or 2 TEUs). Άλλα μεγέθη όπως αυτά των σαράντα πέντε ποδών (45 feet) και των πενήντατριών ποδών (53 feet) χρησιμοποιούνται επίσης. Ο αγοραστής μπορεί να επικοινωνήσει με μια επαγγελματική βιομηχανία που είναι γνωστή ως μια "επιχείρηση μεταφοράς εμπορευμάτων" ή εταιρεία logistics για να συντονίσει την οδική μεταφορά του φορτίου. Το φορτίο στη συνέχεια μεταφέρεται σε ένα λιμάνι άλλης χώρας με ειδικά πλοία (containerships) τα οποία είναι σχεδιασμένα για να μεταφέρουν εμπορευματοκιβώτια. Τα πλοία εμπορευματοκιβωτίων μεταφέρουν τα εμπορευματοκιβώτια στο λιμάνι όπου εκεί ξεφορτώνονται και προωθούνται στην συνέχεια σε τοπικούς ή διεθνείς προορισμούς.

Στο παρακάτω σχήμα παρουσιάζεται η διαδικασία που ακολουθείται όσον αφορά τις υπερπόντιες μεταφορές εμπορευματοκιβωτίων στις ΗΠΑ (10).



Σχήμα 2.1: Υπερπόντια μεταφορά εμπορευματοκιβωτίων όσον αφορά τα λιμάνια των ΗΠΑ

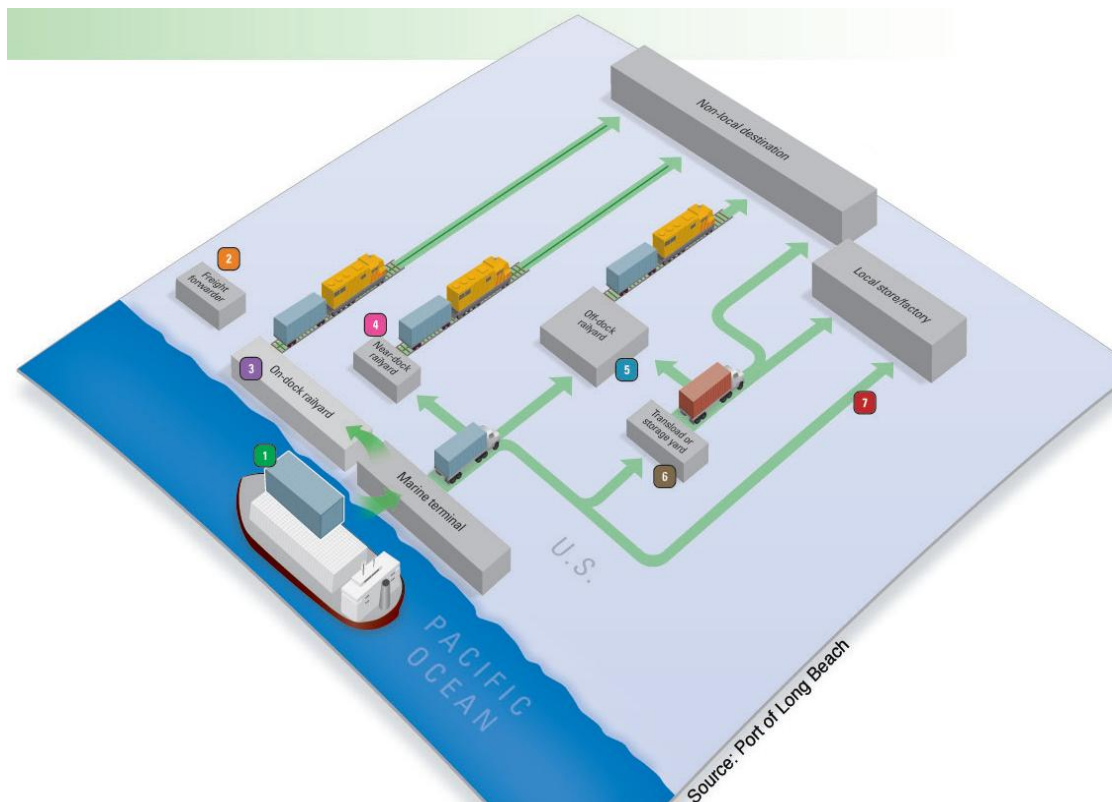
Τα βήματα που ακολουθούνται είναι τα εξής :

1. Παραγγελία προϊόντος.
2. Τα εμπορευματοκιβώτια μεταφέρονται στο ξένο λιμάνι.
3. Πραγματοποίηση ελέγχου από Αμερικάνους τελωνειακούς πράκτορες που βασίζεται στα ξένα λιμάνια.
4. Τα εμπορευματοκιβώτια φορτώνονται στο πλοίο εμπορευματοκιβωτίων (containership).
5. Διεξαγωγή έρευνας για το πλοίο, το φορτίο και το πλήρωμα από την ακτοφυλακή.
6. Το πλοία εμπορευματοκιβωτίων οδηγείται στην προβλήτα με τη βοήθεια ενός πιλότου.
7. Το πλοίο ξεφορτώνεται από τους εργάτες του λιμανιού.
8. Πραγματοποίηση ελέγχου από Αμερικάνους τελωνειακούς πράκτορες.
9. Τα εμπορευματοκιβώτια ελέγχονται για ακτινοβολία.

2.3.3 Εισαγωγή εμπορευματοκιβωτίων

Μόλις το πλοίο προσεγγίζει το λιμάνι τα εισερχόμενα εμπορευματοκιβώτια είτε μεταφέρονται με τρένα ή φορητά στον τελικό προορισμό τους ή σε έναν από τους πολλούς ενδιάμεσους σταθμούς όπως, αποθήκες και κέντρα διανομής. Τα βήματα που θα ακολουθηθούν μόλις το εμπορευματοκιβώτιο φύγει από την προβλήτα εξαρτώνται από τον τελικό προορισμό του.

Στο παρακάτω σχήμα παρουσιάζεται η διαδικασία που ακολουθείται όσον αφορά τις εισαγωγές εμπορευματοκιβωτίων στις ΗΠΑ (11).



Σχήμα 2.2: Εισαγωγή εμπορευματοκιβωτίων όσον αφορά τα λιμάνια των ΗΠΑ

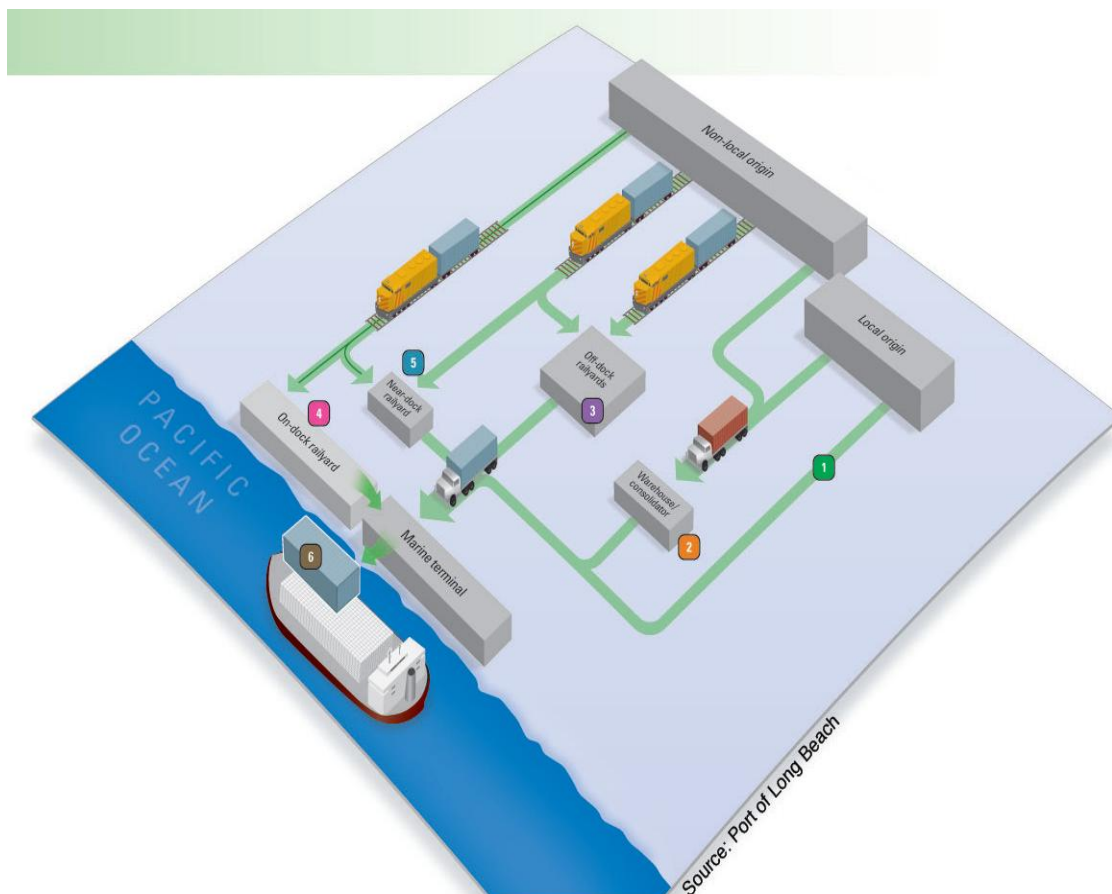
Τα βήματα που ακολουθούνται είναι τα εξής:

1. Ο υπεύθυνος φορέας εκμετάλλευσης του τερματικού σταθμού θα μεριμνήσει για τους εργάτες οι οποίοι θα ξεφορτώσουν το πλοίο. Τα εμπορευματοκιβώτια τοποθετούνται σε φορηγά, σιδηροδρόμους ή σε μηχανήματα χειρισμού και μεταφοράς φορτίου για την αποθήκευσή τους στον τερματικό σταθμό.
2. Η εταιρεία φορηγών ή ο χειριστής της αμαξοστοιχίας έρχεται σε επαφή με την επιχείρηση μεταφοράς εμπορευμάτων ή την εταιρεία logistics με σκοπό την μεταφορά των εμπορευματοκιβωτίων έξω από τον τερματικό σταθμό.
3. Τα φορτία τοποθετούνται απευθείας στην αμαξοστοιχία αν αυτή διατίθεται από τον τερματικό σταθμό.
4. Αμαξοστοιχίες που βρίσκονται κοντά στον τερματικό σταθμό χρησιμοποιούνται εφόσον είναι αναγκαία η επιπρόσθετη απαίτηση για χωρητικότητα. Στην περίπτωση αυτή χρησιμοποιούνται φορηγά για να μεταφέρουν τα εμπορευματοκιβώτια από τον τερματικό σταθμό στην αμαξοστοιχία.
5. Αμαξοστοιχίες εκτός του τερματικού σταθμού χρησιμοποιούνται για να συντονίσουν τις διανομές στους εθνικούς προορισμούς. Τα εμπορευματοκιβώτια μεταφέρονται στις αμαξοστοιχίες με φορηγά, στη συνέχεια ταξινομούνται και ομαδοποιούνται ανάλογα με τον τελικό τους προορισμό.
6. Τα εμπορευματοκιβώτια συχνά μεταφέρονται με φορηγά σε μία εγκατάσταση εντός του τερματικού σταθμού όπου εκεί γίνεται εκφόρτωση τους, διαλογή τους και μεταφόρτωση τους σε μεγαλύτερα φορηγά. Στη συνέχεια τα εμπορευματοκιβώτια μεταφέρονται από την εγκατάσταση σε περιφερειακά κέντρα διανομής, τοπικά καταστήματα ή σε αμαξοστοιχίες εκτός του τερματικού σταθμού.

2.3.4 Εξαγωγή εμπορευματοκιβωτίων

Η Εξαγωγή εμπορευματοκιβωτίων είναι παρόμοια με την εισαγωγή εμπορευματοκιβωτίων ωστόσο η ροή είναι προς την αντίστροφη κατεύθυνση. Όπως συμβαίνει με τα εισαγόμενα φορτία έτσι και τα εξαγόμενα φορτία μπορεί να απαιτήσουν πολλαπλές ενδιάμεσες στάσεις μεταξύ παραγωγού / κατασκευαστή και του λιμανιού.

Στο παρακάτω σχήμα παρουσιάζεται η διαδικασία που ακολουθείται όσον αφορά τις εξαγωγές εμπορευματοκιβωτίων στις ΗΠΑ (12).



Σχήμα 2.3: Εξαγωγή εμπορευματοκιβωτίων όσον αφορά τα λιμάνια των ΗΠΑ

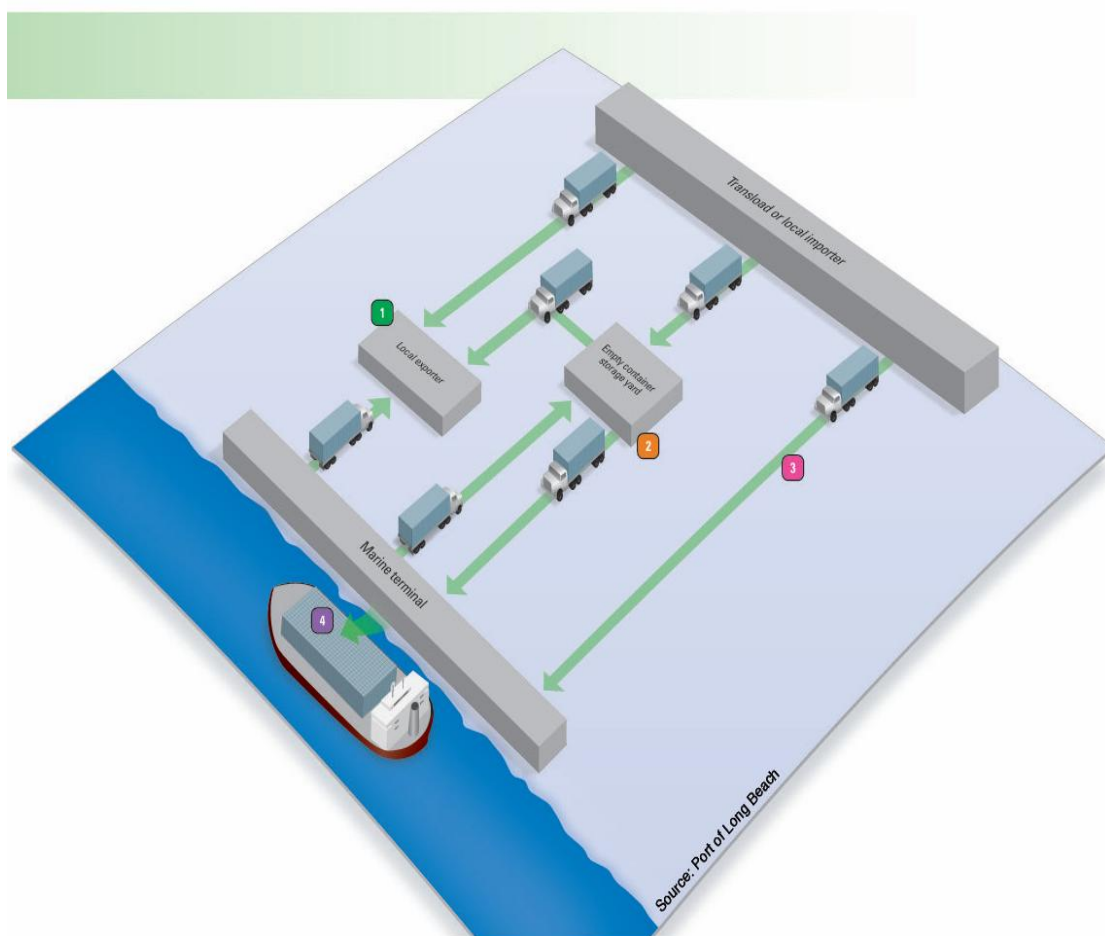
Τα βήματα που ακολουθούνται είναι τα εξής:

1. Τα τοπικής προέλευσης φορτία παραδίδονται από τον παραγωγό, κατασκευαστή ή εταιρεία εξαγωγής άμεσα στον τερματικό σταθμό.
2. Τα τοπικής ή μη τοπικής προέλευσης φορτία παραδίδονται σε αποθήκες όπου αποθηκεύονται προσωρινά μαζί με άλλα φορτία προς εξαγωγή. Τα φορτία στη συνέχεια μεταφέρονται από εγχώρια φορτηγά στον τερματικό σταθμό για να μεταφερθούν με τη σειρά τους στα πλοία εμπορευματοκιβωτίων.
3. Ορισμένα από τα μη τοπικής προέλευσης φορτία παραδίδονται μέσω της αμαξοστοιχίας σε αποθηκευτικούς χώρους εκτός της αποβάθρας όπου στη συνέχεια με τη βοήθεια φορτηγών μεταφέρονται στον τερματικό σταθμό.
4. Ορισμένα από τα μη τοπικής προέλευσης φορτία μεταφέρονται με την αμαξοστοιχία απευθείας στον τερματικό σταθμό όπου φορτώνονται στα πλοία ή αποθηκεύονται προσωρινά μέχρι να φορτωθούν στο κατάλληλο πλοίο.
5. Ορισμένα από τα μη τοπικής προέλευσης φορτία μεταφέρονται με την αμαξοστοιχία σε αποθηκευτικούς χώρους κοντά στην αποβάθρα όπου από εκεί τα παραλαμβάνουν φορτηγά για ένα σύντομο ταξίδι μέχρι τον τερματικό σταθμό
6. Ο απόπλους του πλοίου πραγματοποιείται εφόσον τα εισαγόμενα φορτία έχουν ξεφορτωθεί και τα εξαγόμενα φορτία έχουν με τη σειρά τους φορτωθεί σε αυτό.

2.3.5 Μεταφορά κενών εμπορευματοκιβωτίων

Δεδομένου ότι πολλές χώρες εισάγουν περισσότερα αγαθά απ' ότι εξάγουν πολλά κενά εμπορευματοκιβώτια αποστέλλονται πάλι μέσω υπερπόντιων μεταφορών για να επαναχρησιμοποιηθούν ή κρατούνται για να χρησιμοποιηθούν στην εγχώρια αγορά για άλλους σκοπούς . Για παράδειγμα όσον αφορά τις ΗΠΑ συνήθως το ένα τρίτο από τα εμπορευματοκιβώτια που φορτώνονται στα πλοία είναι γεμάτα ενώ το ένα τρίτο είναι κενά.

Το παρακάτω σχήμα δείχνει τη διακίνηση των κενών εμπορευματοκιβωτίων μετά την παράδοση των γεμάτων εισαγόμενων εμπορευματοκιβωτίων στις τοπικές επιχειρήσεις ή στις εγκαταστάσεις μεταφόρτωσης (13).



Σχήμα 2.4: Μεταφορά κενών εμπορευματοκιβωτίων όσον αφορά τα λιμάνια των ΗΠΑ

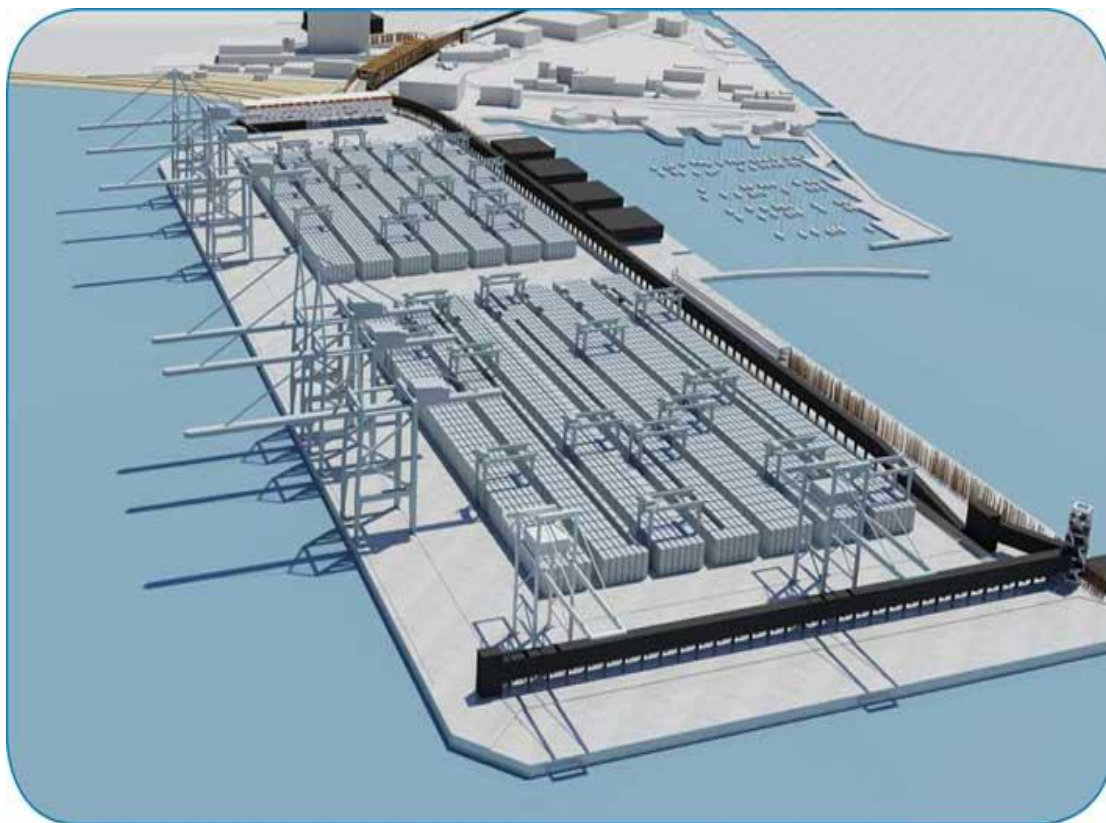
Τα βήματα που ακολουθούνται είναι τα εξής:

1. Τα άδεια εμπορευματοκιβώτια παραδίδονται σε έναν τοπικό εξαγωγέα για να τα γεμίσει. Η απευθείας παράδοση των εμπορευματοκιβωτίων μεταξύ των εισαγωγέων και των εξαγωγέων ενθαρρύνεται έτσι ώστε να μειωθεί ο αριθμός των ταξιδιών που πραγματοποιούν τα φορητά.
2. Τα κενά εμπορευματοκιβώτια παραδίδονται από τον τοπικό εισαγωγέα σε μία αποθηκευτική εγκατάσταση όπου από εκεί μεταφέρονται με φορητά στον τερματικό σταθμό για εξαγωγή ή σε έναν εξαγωγέα ο οποίος θα τα γεμίσει με φορτίο.
3. Τα κενά εμπορευματοκιβώτια παραδίδονται απευθείας από τον τοπικό εισαγωγέα στον τερματικό σταθμό με σκοπό την εξαγωγή τους.
4. Τα κενά εμπορευματοκιβώτια φορτώνονται σε πλοία μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων για να εξαχθούν στο εξωτερικό και να επαναχρησιμοποιηθούν

2.4 ΔΙΑΚΙΝΗΣΗ ΕΜΠΟΡΕΥΜΑΤΟΚΙΒΩΤΙΩΝ ΣΤΟΝ ΤΕΡΜΑΤΙΚΟ ΣΤΑΘΜΟ “Χ”

Ο τερματικός σταθμός “Χ” όπως προαναφέραμε στην εισαγωγή της συγκεκριμένης εργασίας αποτελεί έναν υποθετικό τερματικό σταθμό εμπορευματοκιβωτίων ο οποίος βρίσκεται σε ένα λιμάνι κάποιας χώρας “Ψ”. Στον υποθετικό τερματικό σταθμό εμπορευματοκιβωτίων “Χ” λειτουργούν 15 ηλεκτρικές γερανογέφυρες προβλήτα από τις οποίες οι 3 είναι super post panamax και οι υπόλοιπες post panamax, 55 ανυψωτικά μηχανήματα στοιβασίας και μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων (straddle carriers), 30 νταλίκες (terminal tractors) και 15 μηχανήματα χειρισμού κενών εμπορευματοκιβωτίων (empty container handlers).

Στο σχήμα 2.4 παρουσιάζεται μια σκαριφηματική απεικόνιση του τερματικού σταθμού εμπορευματοκιβωτίων “X” (14).



Σχήμα 2.5: Υποθετικός τερματικός σταθμός εμπορευματοκιβωτίων “X”

Επεξεργασία σχήματος: Ροδίτης Ευάγγελος

Τα αποτελέσματα των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) που παρουσιάζονται στη συνέχεια εκτιμήθηκαν με βάση τις δραστηριότητες που έλαβαν χώρα στον τερματικό σταθμό εμπορευματοκιβωτίων “X”.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΕΚΤΙΜΗΣΗΣ ΑΕΡΙΩΝ ΡΥΠΩΝ ΣΤΑ ΛΙΜΑΝΙΑ

3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Όπως περιγράφηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο τα τελευταία χρόνια υπήρξε αλματώδης αύξηση των θαλασσίων μεταφορών. Αυτό είχε σαν αποτέλεσμα να αλλάξει και ο ρόλος των λιμανιών και να μετατραπούν σε καταλύτες που δημιουργούν μεγάλο φάσμα εμπορικών ευκαιριών στις περιοχές που τα περικλείουν. Οι ολοένα και αυξανόμενες δραστηριότητες στις περιοχές των λιμανιών έχουν αρνητικό αντίκτυπο στο περιβάλλον λόγω των ρύπων που εκπέμπονται στην ατμόσφαιρα. Έτσι συστάθηκε η Παγκόσμια Πρωτοβουλία για το Κλίμα Λιμένων (WPCI) με σκοπό: α) να αυξηθεί η ευαισθητοποίηση και η δράση όσον αφορά τα αέρια του θερμοκηπίου όπως αυτά περιγράφηκαν στο πρώτο κεφάλαιο, β) να πραγματοποιεί μελέτες και στρατηγικές για την μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, γ) να παρέχει μια φόρμα πληροφοριών όσον αφορά το λιμάνι, δ) καθώς και να παρέχει πληροφορίες σχετικά με τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στο θαλάσσιο περιβάλλον του λιμανιού.

Ως μέρος της αποστολής της Παγκόσμια Πρωτοβουλίας για το Κλίμα Λιμένων (WPCI) είναι να παρέχει μία φόρμα για ανταλλαγή πληροφοριών η οποία αποτελεί ένα καθοδηγητικό έγγραφο που προορίζεται να χρησιμεύσει ως μία εισαγωγή στο σύνολο των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου που εκπέμπονται άμεσα και έμμεσα από τις δραστηριότητες στα λιμάνια (αποτύπωμα άνθρακα) και ως ένας οδηγός για τα λιμάνια που θέλουν να αναπτύξουν ή να βελτιώσουν τις εκπομπές αυτές. Επίσης έχει εξελιχθεί σε μια συνεργασία ανάμεσα στα περισσότερα λιμάνια της Βόρεια Αμερικής με τα Ευρωπαϊκά λιμάνια με κοινό ενδιαφέρον την ανταλλαγή γνώσεων και μεθόδων που σχετίζονται με τον σχεδιασμό και την ανάπτυξη μελετών αποτυπώματος άνθρακα.

Πριν την έναρξη της πραγματικής διαδικασίας απογραφής, υπάρχουν διάφορες βασικές ερωτήσεις που πρέπει τα λιμάνια να απαντήσουν. Οι απαντήσεις σε αυτές τις ερωτήσεις θα συμβάλλουν στο σχεδιασμό της προσέγγισης, στον καθορισμό των πληροφοριών που χρειάζονται, στο καθορισμό των γεωγραφικών συνόρων και στο επίπεδο λεπτομέρειας της απογραφής.

Τα βασικά ερωτήματα είναι:

- Τι οδηγεί στην ανάπτυξη μιας απογραφής εκπομπής αερίων του θερμοκηπίου;
- Πως θα χρησιμοποιηθούν οι πληροφορίες;
- Οι πληροφορίες θα αλλάξουν με την πάροδο του χρόνου;
- Ποιές κατηγορίες πηγών θα καλυφθούν;
- Ποιά είναι τα γεωγραφικά όρια της απογραφής;
- Ποιό είναι το επίπεδο λεπτομέρειας των πληροφοριών;

Υπάρχουν διάφοροι λόγοι για την ανάπτυξη μιας απογραφής αποτυπώματος άνθρακα. Ένας λόγος είναι απλά να αποκαλύψει τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου κατά τη λειτουργία του λιμανιού. Ένας άλλος λόγος είναι ο εντοπισμός τομέων στους οποίους μπορούν να γίνουν βελτιώσεις όπως στην ενεργειακή απόδοση και στις λειτουργίες του λιμανιού. Η κατανόηση των πηγών εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και ο εντοπισμός των τομέων που επιδέχονται βελτιώσεις μπορεί να διευκολύνει σε μεγάλο βαθμό την ανάπτυξη των στρατηγικών μείωσης των εκπομπών και να αποφέρει οικονομικό και περιβαλλοντικό όφελος. Εκτός από αυτές τις ευεργετικές χρήσεις μιας μελέτης αποτυπώματος άνθρακα, ορισμένα λιμάνια μπορεί να χρειαστούν μία τέτοια έρευνα εφόσον την απαιτήσει κάποια κυβερνητική αρχή. Μία έρευνα αποτυπώματος άνθρακα μπορεί να επεκταθεί πέρα από τα άμεσα όρια του λιμανιού και να περιλαμβάνει ολόκληρη την αλυσίδα εφοδιασμού, από τους κατασκευαστές ή προμηθευτές έως τα σημεία διανομής και τα καταστήματα λιανικής πώλησης. Αυτός ο τύπος επεκταμένης έρευνας μπορεί να απαιτηθεί από κατασκευαστές, εμπόρους λιανικής πώλησης, ή άλλους συμμετέχοντες στην αλυσίδα εφοδιασμού και μπορεί να οδηγήσει στην αναγνώριση ευκαιριών για την βελτίωση της αποδοτικότητας.

3.2 ΠΟΛΙΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

Αυτή η ενότητα παρέχει μία συζήτηση για το είδος των δραστηριοτήτων στα λιμάνια που συνήθως έχει ως αποτέλεσμα την εκπομπή αερίων του θερμοκηπίου και παρέχει ένα πλαίσιο πολιτικής που αποτελεί μέρος της διαδικασίας σχεδιασμού και εκτέλεσης μιας έρευνας αποτυπώματος άνθρακα. Αυτά τα θέματα πολιτικής περιλαμβάνουν τα φυσικά και λειτουργικά όρια της απογραφής, το χρονικό διάστημα που καλύπτει, εκτιμήσεις για τη δυνατότητα διπλής καταμέτρησης και σύγκρισης μεταξύ δύο απογραφών ή μεταξύ πολλών.

3.2.1 Πηγές εκπομπών που σχετίζονται με τα λιμάνια

Όπως ειπώθηκε στην εισαγωγή του πρώτου κεφαλαίου πολλές από τις πηγές που εκπέμπουν ρύπους σχετίζονται άμεσα ή έμμεσα με τις εργασίες στα λιμάνια. Οι πηγές αυτές περιλαμβάνουν τα πλοία που καταφθάνουν στα λιμάνια, τα ρυμουλκά, τα σκάφη αναψυχής, τα λιμενικά σκάφη, τον μηχανοκίνητο και ηλεκτροκίνητο εξοπλισμό του λιμανιού κλπ. Οι πηγές αυτές παράγουν αέρια του θερμοκηπίου, κυρίως διοξείδιο του άνθρακα (CO₂), μεθάνιο (CH₄) και υποξείδιο του αζώτου (N₂O), καθώς και άλλους συγκεκριμένους ατμοσφαιρικούς ρύπους όπως τα οξειδία του αζώτου (NO_x) το μονοξείδιο του άνθρακα (CO), τα αιωρούμενα σωματίδια (PM) και (DPM), τα οξειδία του θείου (SO_x) και τους υδρογονάνθρακες (HC).

Οι σχέσεις αυτών των πηγών στα διοικητικά όργανα των λιμανιών διαφέρουν ανάλογα με τον τύπο πηγής καθώς και μεταξύ των επιμέρους λιμανιών. Όσον αφορά την ιδιοκτησία και την ευθύνη, τα λιμάνια μπορούν να χωριστούν σε δύο γενικές κατηγορίες:

- **Landlord Ports:** Αυτά τα λιμάνια είτε έχουν στην ιδιοκτησία τους τη γη στην οποία βρίσκονται ή τους παραχωρείται η ευθύνη να διαχειριστούν τη γη αυτή, και στις περισσότερες των περιπτώσεων να αναπτύξουν τις λιμενικές εγκαταστάσεις όπως τερματικούς σταθμούς, αλλά μισθώνουν τη γη και τις εγκαταστάσεις σε φορείς εκμετάλλευσης τερματικών σταθμών οι οποίοι είναι υπεύθυνοι για τον εξοπλισμό που χρησιμοποιείται στους σταθμούς αυτούς.

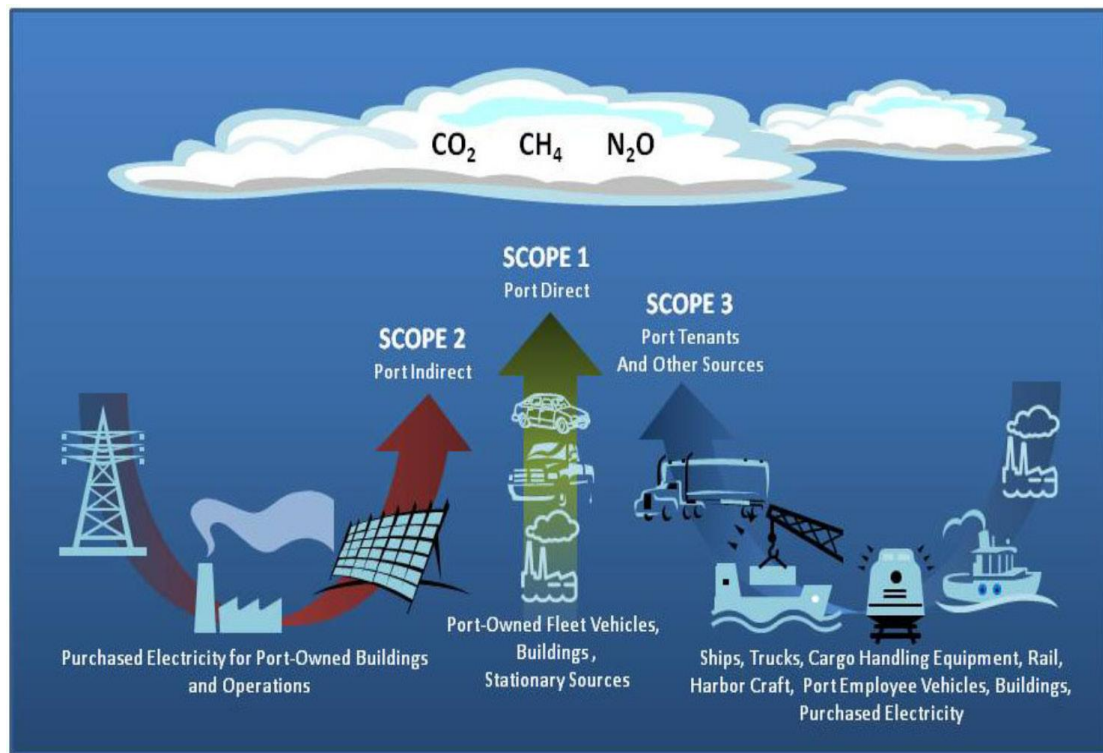
- **Operating Ports:** Αυτά τα λιμάνια κατέχουν, αναπτύσσουν και χειρίζονται τις εγκαταστάσεις των τερματικών σταθμών και τον εξοπλισμό που υπάρχει σε αυτούς .

Ορισμένα λιμάνια ενσωματώνουν χαρακτηριστικά και των δύο τύπων όπως τα λιμάνια που κατέχουν τη γη και τον κύριο εξοπλισμό τερματικού σταθμού αλλά μισθώνουν τον τερματικό σταθμό σε έναν φορέα ο οποίος εκμεταλλεύεται τον εξοπλισμό του λιμανιού αλλά και τον δικό του εξοπλισμό.

Η σχέση της διοικητικής αρχής του λιμανιού με τον τερματικό σταθμό είναι σημαντική για τον καθορισμό ευθύνης στις διάφορες δραστηριότητες. Κατά την ανάπτυξη μίας απογραφής αποτυπώματος άνθρακα η ποσοτικοποίηση των εκπομπών που παράγονται από τις δραστηριότητες στα λιμάνια θα πρέπει να ομαδοποιείται στα εξής τρία πεδία:

1. Άμεσες πηγές λιμανιού: Οι πηγές αυτές είναι άμεσα υπό τον έλεγχο και τη λειτουργία του φορέα που διαχειρίζεται το λιμάνι και περιλαμβάνουν ιδιόκτητα ή μισθωμένα λιμενικά οχήματα, κτίρια, εξοπλισμό μεταφοράς φορτίου και κάθε άλλη πηγή εκπομπών ρύπων που ανήκει και λειτουργεί από τη διοικητική αρχή του λιμανιού.
2. Έμμεσες πηγές λιμανιού: Οι πηγές αυτές περιλαμβάνουν την ηλεκτρική ενέργεια που προμηθεύεται το λιμάνι για τη λειτουργία των εγκαταστάσεών του και του εξοπλισμού του.
3. Άλλες έμμεσες πηγές : Οι πηγές αυτές συνήθως συνδέονται με τις λειτουργίες του μισθωτή και περιλαμβάνουν πλοία, λιμενικά σκάφη, ρυμουλκά σκάφη, σιδηροδρομικές μηχανές, φορτηγά, κτίρια ενοικιαστή, ηλεκτρικό ρεύμα μισθωτή και μέσα μετακίνησης προσωπικού μισθωτή (προσωπικά αυτοκίνητα, τρένα, δημόσια μέσα μεταφοράς).

Στο παρακάτω σχήμα απεικονίζονται οι τρεις διαφορετικοί τύποι πηγών **(1)**.



Σχήμα 3.1: Τα τρία πεδία πηγών εκπομπών ρύπων

3.2.2 Όρια απογραφής

Μια σημαντική παράμετρος για την ανάπτυξη κάθε απογραφής εκπομπών είναι η φυσική και λειτουργική περιοχή ή ο τομέας που καλύπτει τις δραστηριότητες που περιλαμβάνονται στη μελέτη. Ο καθορισμός των ορίων βοηθά στο να απαντηθούν μερικές ερωτήσεις όπως: το ποιες δραστηριότητες θα συμπεριληφθούν στη μελέτη και από που θα αρχίσουμε να μετράμε. Για τους ρύπους που έχουν κατά τόπους επιδράσεις όπως τα NO_x τα SO_x και τα PM, η τοποθεσία και η γειτνίαση με κατοικημένες περιοχές διαδραματίζουν ρόλο στον καθορισμό ορίων για την απογραφή εκπομπών και στην επακολουθούμενη ανάπτυξη στρατηγικής ελέγχου. Ωστόσο η γεωγραφική περιοχή που καλύπτεται από μια απογραφή εκπομπών δεν είναι αποκλειστικά στην αρμοδιότητα αυτής της μελέτης. Μπορεί να υπάρχουν πηγές εκπομπών στην περιοχή που δεν συμπεριλαμβάνονται στην μελέτη. Για παράδειγμα μία απογραφή εκπομπών ρύπων για ένα λιμάνι μπορεί να περιλαμβάνει τη δραστηριότητα σιδηροδρόμου που σχετίζεται με τις λιμενικές εργασίες σε μια ευρεία περιοχή. Η περιοχή αυτή μπορεί να εκτείνεται πέρα από τα όρια του λιμένα και να περιλαμβάνει και άλλες δραστηριότητες του σιδηροδρόμου που δεν σχετίζονται με τις

εργασίες στο λιμάνι και συνεπώς δεν συμπεριλαμβάνονται στην μελέτη. Οι απογραφές αερίων του θερμοκηπίου περιλαμβάνουν εκπομπές από πηγές που δεν περιλαμβάνονται συνήθως στις παραδοσιακές απογραφές εκπομπών όπως : οι εκπομπές από σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας λόγω του ότι η ηλεκτρική ενέργεια έχει αγοραστεί. Αυτά δεν περιλαμβάνονται στις παραδοσιακές απογραφές εκπομπών επειδή οι εκπομπές από τις ηλεκτροπαραγωγικές μονάδες έχουν απογραφεί ξεχωριστά και ελέγχονται από την υπάρχουσα σταθερή πηγή ρυθμιστικής δομής. Επειδή η ηλεκτρική ενέργεια μπορεί να παραχθεί σε μεγάλη απόσταση από το σημείο χρήσης της η έννοια ενός φυσικού ορίου σε μια απογραφή αποτυπώματος άνθρακα είναι λιγότερο σαφής από μια παραδοσιακή απογραφή εκπομπών.

Τα όρια συχνά βασίζονται στη διαχείριση και στο οικονομικό επίπεδο ευθύνης του λιμανιού ή του ενοικιαστή ή των ναυτιλιακών εταιρειών. Μπορούν επίσης να θεσπιστούν από τους πολιτικούς φορείς, ρυθμιστικούς οργανισμούς ή διεθνείς συμφωνίες. Αν το λιμάνι έχει την ευχέρεια να δημιουργήσει τα δικά του όρια, το ζήτημα της ευθύνης διαχείρισης είναι σημαντικό ζήτημα επειδή αν μια φορά το λιμάνι έχει εκτιμήσει τις εκπομπές στο πλαίσιο της απογραφής η επόμενη λογική προσδοκία είναι να λειτουργήσει προς τη μείωση των εκπομπών αυτών. Εάν η απογραφή περιορίζεται σε δραστηριότητες ή πηγές σε χώρους που το λιμάνι έχει κάποιο βαθμό ελέγχου, τότε κάθε μέτρο μείωσης των εκπομπών θα επηρεάσει όλες τις εκπομπές της απογραφής. Εάν η απογραφή περιλαμβάνει εκπομπές πηγές ή δραστηριότητες που το λιμάνι δεν έχει κανέναν έλεγχο δηλαδή (στρατιωτικές δραστηριότητες, διελεύσεις πλοίων που δεν σχετίζονται με το λιμάνι) τότε αυτές οι εκπομπές δεν είναι δυνατόν να επηρεαστούν από τα μέτρα ελέγχου των εκπομπών του λιμανιού και μπορούν να μετριάσουν την αποτελεσματικότητα των μέτρων.

3.2.3 Διπλή καταμέτρηση

Η διπλή καταμέτρηση αποτελεί σημαντικό παράγοντα για την ανάπτυξη των ορίων μιας απογραφής εκπομπών συγκρίνοντας απογραφές μεταξύ λιμανιών ή μεταξύ διαφορετικών δραστηριοτήτων ή οικονομικών τομέων. Η διπλή καταμέτρηση συμβαίνει όταν οι δραστηριότητες που εκπέμπουν αέρια του θερμοκηπίου περιλαμβάνονται σε περισσότερες από μία απογραφές. Αυτό μπορεί να συμβεί για παράδειγμα όταν ένα λιμάνι περιλαμβάνει στην απογραφή του τις εκπομπές από τις δραστηριότητες ενός μισθωτή όπως στο πεδίο 3 ενώ ο μισθωτής περιλαμβάνει τις εκπομπές στην απογραφή του όπως στο πεδίο 1. Οι έννοιες των πεδίων 1,2,3 όπως

περιγράφηκαν παραπάνω εγγυώνται τη δυνατότητα για διπλή καταμέτρηση. Είναι σημαντικό επομένως να γίνει κατανοητό τι συμπεριλαμβάνεται όταν οι εκπομπές καταρτίζονται και όταν γίνονται συγκρίσεις ανάμεσα εμπορικά και βιομηχανικά όρια. Για παράδειγμα αν μια διεθνής αλυσίδα εφοδιασμού ήταν στο στάδιο της αξιολόγησης τα συνδυασμένα αποτυπώματα άνθρακα ενός κατασκευαστή (δύο εσωτερικά δίκτυα μεταφορών ένα σε κάθε άκρο της αλυσίδας, δύο λιμάνια, δύο τερματικοί σταθμοί και ένα σκάφος της εταιρείας) θα αποτελούσαν τα στοιχεία της αλυσίδας. Τα αποθέματα άνθρακα όλων αυτών των στοιχείων αν είναι όλα διαθέσιμα θα έπρεπε να αξιολογηθούν διαφορετικά για να αφαιρεθούν κοινές δραστηριότητες.

3.2.4 Περίοδος απογραφής και έτος αναφοράς

Το λογικό επόμενο βήμα μετά την ανάπτυξη μιας απογραφής αποτυπώματος άνθρακα είναι η δράση με σκοπό τη μείωση των εκπομπών αυτών. Γνωρίζοντας το αυτό εκ των προτέρων μπορεί να επηρεάσει την επιλογή ενός έτους αναφοράς για την μέτρηση της μείωσης. Μια βάση αναφοράς μπορεί να είναι οποιαδήποτε στιγμή στο παρελθόν, από το πιο πρόσφατο ολοκληρωμένο ημερολογιακό έτος έως μια χρονική στιγμή στο παρελθόν. Κάποια πρωτόκολλα καθορίζουν μια αρχική χρονική τιμή ως στόχο για τις μελλοντικές μειώσεις, για παράδειγμα να μειωθούν οι εκπομπές στα επίπεδα των εκπομπών του 1990. Θα πρέπει να είναι γνωστές οι εκπομπές εκείνου του έτους προκειμένου να γνωρίζουμε το επίπεδο των εκπομπών που στοχεύουμε. Αν παλαιότερες μειώσεις εκπομπών είναι δυνατόν να τεκμηριωθούν τότε μπορεί να είναι χρήσιμο να επιλεγεί ένα έτος αναφοράς πριν από το οποίο οι μειώσεις έλαβαν χώρα ώστε να πιστωθεί η πρόοδος που αντιπροσωπεύουν. Ένα πιο πρόσφατο έτος αναφοράς είναι γενικά πιο εύκολο να τεκμηριωθεί επειδή τα αρχεία είναι πιο άμεσα διαθέσιμα. Το χρονικό διάστημα που καλύπτει μια απογραφή μπορεί να αποτελέσει μια σημαντική πηγή διαφορών μεταξύ απογραφών επειδή οι ετήσιες αλλαγές στις δραστηριότητες και τις εκπομπές κάνουν μία απευθείας σύγκριση δύσκολη. Οι όγκοι εμπορευμάτων αλλάζουν τα σκάφη και ο εξοπλισμός αλλάζουν καθώς και οι στρατηγικές ελέγχου που εφαρμόζονται. Όλα αυτά επηρεάζουν κάθε απογραφή με διαφορετικό τρόπο. Για αυτούς τους λόγους το έτος της κάθε απογραφής αποτυπώματος άνθρακα πρέπει να σημειωθεί πριν γίνουν συγκρίσεις.

3.2.5 Συγκρίνοντας απογραφές αποτυπώματος άνθρακα

Υπάρχουν πολλές αποφάσεις και παραδοχές που πρέπει να γίνουν κατά την ανάπτυξη μιας απογραφής αποτυπώματος άνθρακα. Μια από τις πρώτες αντιδράσεις όταν δημοσιεύεται μία απογραφή είναι η σύγκριση της με αυτές άλλων λιμανιών προκειμένου να εκτιμηθεί πως μπορεί κανείς να λειτουργήσει σε σύγκριση με τους άλλους. Ωστόσο λόγω των πολλών μεταβλητών που εμπλέκονται μία σύγκριση κατά γράμμα τυπικά δεν μπορεί να γίνει χωρίς την τροποποίηση του ενός ή των δύο βάζοντας τους σε ένα κοινό πλαίσιο. Τα στοιχεία της απογραφής θα πρέπει να ρυθμιστούν σύμφωνα με το μέγεθος του λιμανιού, τα επίπεδα απόδοσης κλπ. Ός ένα απλό παράδειγμα συγκρίνοντας ένα λιμάνι με διακίνηση 2,5 εκατομμύρια εμπορευματοκιβώτια των 20 ποδών το χρόνο και ετήσιες εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου 80.000 τόνους με ένα μεγαλύτερο λιμάνι διακίνησης 5 εκατομμύριων εμπορευματοκιβωτίων και 150.000 τόνων εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, θα μπορούσαμε να αναγάγουμε τις εκπομπές σε τόνους ανά εμπορευματοκιβώτια (tons/TEUs). Για παράδειγμα το μικρότερο λιμάνι έχει μία “ απόδοση εκπομπών” 80.000 tons/2,5 millions TEUs που ισοδυναμεί με 32.000 tons/million TEU ενώ το μεγαλύτερο λιμάνι έχει μία “ απόδοση εκπομπών” 150.000 tons/5 millions TEUs που ισοδυναμεί με 30.000 tons/million TEU. Το μεγαλύτερο λιμάνι εκπέμπει περισσότερα αέρια του θερμοκηπίου συνολικά αλλά όσον αφορά την αναγωγή των εκπομπών του ανά μονάδα όγκου οι εκπομπές του είναι μικρότερες. Πολλά βασικά στοιχεία πρέπει να ληφθούν υπόψιν πριν τη σύγκριση των αποτυπωμάτων άνθρακα μεταξύ δύο ή περισσότερων λιμανιών με τον κατάλληλο τρόπο. Τα στοιχεία αυτά περιλαμβάνουν:

- Τα γεωγραφικά όρια
- Την ημερομηνία (χρονική περίοδος της απογραφής)
- Την μέθοδο και την προσέγγιση που ακολουθείται
- Το επίπεδο και την ποιότητα των δεδομένων που χρησιμοποιούνται
- Τον τύπο του λιμανιού (Landlord, Operating)
- Τις κατηγορίες πηγών που περιλαμβάνονται στα πεδία 1,2,3
- Τις μονάδες μέτρησης

3.3 ΤΕΧΝΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

3.3.1 Εισαγωγή

Αυτή η ενότητα παρέχει το τεχνικό υπόβαθρο για την ανάπτυξη απογραφών εκπομπών και μια συζήτηση για τα μεγάλα τεχνικά θέματα που σχετίζονται με την ανάπτυξη μιας απογραφής αποτυπώματος άνθρακα.

3.3.2 Βάσεις απογραφής εκπομπών

Τρία στοιχεία είναι βασικά για την ανάπτυξη μιας απογραφής αποτυπώματος άνθρακα ή μιας απογραφής άλλων ρύπων (NO_x, SO_x, PM, κλπ.). Αυτά τα στοιχεία είναι:

- Πηγή δεδομένων (Source Data): Αυτό το στοιχείο παρέχει λεπτομέρειες για τα χαρακτηριστικά των πηγών εκπομπών που περιλαμβάνουν το μέγεθος και την αξιολόγηση του κινητήρα ή της μονάδας παραγωγής ενέργειας εκφραζόμενη τυπικά σε κιλοβάτ (KW) ή μεγαβάτ (MW), τον τύπο του καυσίμου που καταναλώνεται, τις πληροφορίες τεχνολογίας του κινητήρα (δίχρονος, τετράχρονος, υπερτροφοδοτούμενος), την ηλικία του κινητήρα, τον κατασκευαστή, το μοντέλο, κλπ.
- Δεδομένα δραστηριότητας (Activity Data): Αυτό το στοιχείο παρέχει λεπτομέρειες για το πως η πηγή λειτουργεί με την πάροδο του χρόνου και πως τα φορτία του κινητήρα και η κατανάλωση καυσίμου αλλάζουν ανάλογα με τον τρόπο λειτουργίας, την ταχύτητα τα ποσοστά παραγωγής ενέργειας, κλπ.
- Συντελεστές εκπομπών (Emission Factors): Αυτό το στοιχείο παρέχει τη δυνατότητα για τη μετατροπή των ποσών παραγωγής ενέργειας ή κατανάλωσης καυσίμου σε ποσοστά εκπομπών ρύπων που πρόκειται να διαμορφωθούν.

Κατά τη μελέτη μιας απογραφής αποτυπώματος άνθρακα, η διαθεσιμότητα αυτών των τριών στοιχείων επηρεάζει την επιλογή της προσέγγισης που πρέπει να ληφθεί κατά τη διενέργεια της απογραφής. Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δοθεί στην

επιθυμητή ακρίβεια, τον προγραμματισμένο σκοπό της απογραφής, το απαιτούμενο χρονικό διάστημα και τους περιορισμούς. Όλοι αυτοί οι παράγοντες θα επηρεάσουν τη λήψη αποφάσεων που σχετίζονται με τη διαδικασία της απογραφής.

3.3.3 Τρεις κοινές προσεγγίσεις

Υπάρχουν τρεις κοινές προσεγγίσεις που χρησιμοποιούνται για την ανάπτυξη μιας απογραφής αποτυπώματος άνθρακα. Οι απογραφές που βασίζονται στις δραστηριότητες παρέχουν τα υψηλότερα επίπεδα ακρίβειας και η ακρίβεια των υβριδικών προσεγγίσεων ενισχύεται από τα υψηλότερα επίπεδα των συγκεκριμένων δεδομένων δραστηριότητας.

Προσέγγιση βάσει δραστηριοτήτων (Activity-Based):

- Η προσέγγιση αυτή χρησιμοποιεί πολύ στενά μοντέλα για τις πραγματικές δραστηριότητες του λιμανιού.
- Χρησιμοποιεί εξοπλισμό με συγκεκριμένες πηγές δεδομένων όπως: πραγματική ισχύς κινητήρα, πραγματική κατανάλωση κινητήρα, κλπ.
- Χρησιμοποιεί εξοπλισμό με συγκεκριμένα δεδομένα δραστηριότητας όπως: ώρες λειτουργίας, συντελεστές φορτίου, κατανάλωση καυσίμου, κλήσεις σκαφών, κλπ.
- Χρησιμοποιεί είτε πηγές με συγκεκριμένα δεδομένα δοκιμών εκπομπών ή συντελεστές εκπομπών για τις κατηγορίες των πηγών και τους τύπους εξοπλισμού.
- Μετατρέπει τα στοιχεία για την κατανάλωση ενέργειας που συνήθως εκφράζεται είτε σε ενέργεια ή σε κατανάλωση καυσίμου, σε εκτιμήσεις εκπομπών.
- Απαιτεί σημαντικό χρόνο για να διεξαχθεί η πρώτη απογραφή, μέχρι ένα χρόνο ή και περισσότερο.
- Μπορεί να παρέχει πρόοδο στη στρατηγική μείωσης ή παρακολούθησης των εκπομπών.

Οι εκπομπές γενικά υπολογίζονται χρησιμοποιώντας την ακόλουθη εξίσωση :

Όπου:

Energy or Fuel Consumption: Είναι ο συνδυασμός της πηγής και των δεδομένων που συνήθως εκφράζεται σε ίππους-ώρες (hp-hrs), κιλοβατώρες (kW-hrs), ή μεγαβάτ-ώρες (MW-hrs) όταν πρόκειται για ενέργεια ή γαλόνια (gallons) ή κιλά (kg) ή τόνους (tons) όταν πρόκειται για κατανάλωση καυσίμου (fuel consumption).

Emission Factor: Αντιπροσωπεύει τα χαρακτηριστικά των παραγόμενων εκπομπών που ποικίλουν ανάλογα με τον τύπο πηγής ανά μονάδα κατανάλωσης ενέργεια. Συνήθως εκφράζεται σε γραμμάρια ανά ίππους-ώρες (grams/hp-hr), σε γραμμάρια ανά κιλοβατώρες (grams/kW-hr), ή σε γραμμάρια ανά μεγαβάτ-ώρες (grams/MW-hr) ή σε λίβρες ανά γαλόνι (lb/gal) ή σε γραμμάρια ανά κιλά (g/kg) όταν πρόκειται για κατανάλωση καυσίμου.

Emissions: Εκφράζονται είτε σε τόνους (tons) ή μετρικούς τόνους (tonnes).

Προσέγγιση με υποκατάστατα δεδομένων (Surrogate-Based):

- Η προσέγγιση αυτή χρησιμοποιεί υποκατάστατα δεδομένα για να αντικαταστήσει τις πηγές δεδομένων, τα δεδομένα δραστηριότητας, την κατανάλωση ενέργειας, και τις εκπομπές ανά δραστηριότητα.
- Είναι συνήθως λιγότερο ακριβής από την προσέγγιση βάσει δραστηριοτήτων αλλά μπορεί να είναι σημαντική ανάλογα με τα υποκατάστατα δεδομένα που χρησιμοποιούνται.
- Χρησιμοποιεί είτε υποκατάστατα για την πηγή και τα δεδομένα δραστηριότητας ή υποκατάστατα για τις εκπομπές. Αυτά τα υποκατάστατα δεδομένα συνήθως λαμβάνονται από δημοσιευμένες μελέτες, έγγραφα ή έρευνες άλλων λιμανιών.

- Η ακρίβεια εξαρτάται από το κατά πόσο τα υποκατάστατα δεδομένα ταιριάζουν με τις πραγματικές λειτουργίες.
- Απαιτεί συνήθως λίγο χρόνο για να διενεργηθεί.
- Συνήθως δεν μπορεί να παρέχει πρόοδο στη στρατηγική μείωσης ή παρακολούθησης των εκπομπών.

Οι εκπομπές γενικά υπολογίζονται χρησιμοποιώντας τις ακόλουθες εξισώσεις:

$$\text{Emissions} = \text{Activity} \times \text{Surrogate Emissions/Activity} \quad \text{Εξίσωση 3.2}$$

ή

$$\text{Emissions} = \text{Surrogate Energy Consumption} \times \text{Emissions Factor} \quad \text{Εξίσωση 3.3}$$

Όπου:

Activity: Οι δραστηριότητες που σχετίζονται με το λιμάνι όπως: κλήσεις πλοίων, αριθμός εξοπλισμού φορτίου, αγορά καυσίμων, εργαζόμενοι, διακίνηση φορτηγών, κλπ.

Surrogate Emissions/Activity: Εκπομπές από μια δημοσιευμένη μελέτη, απογραφή, κλπ. ανά δραστηριότητα: κλήσεις πλοίων, αριθμός εξοπλισμού φορτίου, εργαζόμενοι, αγορά καυσίμων, διακίνηση φορτηγών, κλπ.

Emissions: Εκφράζονται είτε σε τόννους (tons) ή μετρικούς τόννους (tonnes).

Surrogate Energy Consumption: Υποκατάστατα ενεργειακής κατανάλωσης βασισμένα σε δημοσιευμένες μελέτες, ανά είδος εξοπλισμού, τύπο σκάφους κλπ.

Υβριδική προσέγγιση (Hybrid):

- Η προσέγγιση αυτή χρησιμοποιεί ποικίλους συνδυασμούς τόσο της προσέγγισης βάσει δραστηριοτήτων όσο και της προσέγγισης με υποκατάστατα δεδομένα ανάλογα με τη διαθεσιμότητα των δεδομένων, των υποκατάστατων του χρονικού περιορισμού κλπ.
- Η ακρίβεια εξαρτάται από το ποιες πηγές υπολογίζονται χρησιμοποιώντας υποκατάστατα και πόσο κοντά αυτά τα υποκατάστατα δεδομένα ανταποκρίνονται στις πραγματικές λειτουργίες.
- Μπορεί να μειώσει το χρόνο που απαιτείται για την ανάπτυξη της απογραφής.
- Δυνητικά θα μπορούσε να παρέχει πρόοδο στη στρατηγική μείωσης εκπομπών, ειδικά αν τα στοιχεία της προσέγγισης βάσει δραστηριοτήτων και της προσέγγισης με υποκατάστατα διαφοροποιούνται ώστε το λιμάνι να επωφεληθεί από τα διαθέσιμες λεπτομέρειες των στοιχείων της προσέγγισης βάσει δραστηριότητας.
- Τα στοιχεία της απογραφής τα οποία αναπτύσσονται χρησιμοποιώντας υποκατάστατα, μπορούν δυνητικά να αναβαθμιστούν και να κάνουν χρήση συγκεκριμένων πληροφοριών δραστηριότητας αν αυτές οι πληροφορίες είναι διαθέσιμες.

3.4 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΕΚΤΙΜΗΣΗΣ ΕΚΠΟΜΠΩΝ

Αυτή η ενότητα παρουσιάζει τις μεθόδους που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την εκτίμηση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου που σχετίζονται με τα λιμάνια. Πολλά από τα είδη πηγών που μπορεί να συμπεριληφθούν σε μια απογραφή αερίων του θερμοκηπίου μπορεί να έχουν ήδη συμπεριληφθεί σε μια υπάρχουσα απογραφή εκπομπών όπως ο εξοπλισμός χειρισμού και μεταφοράς φορτίου ή τα θαλάσσια σκάφη. Για τις πηγές που ήδη συμπεριλαμβάνονται σε μια υπάρχουσα απογραφή εκπομπών (που αναπτύχθηκε για άλλους ρύπους) οι εκτιμήσεις εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου μπορούν να αναπτυχθούν ως μια επέκταση της υπάρχουσας απογραφής εκπομπών. Αν δεν υπάρχει υφιστάμενη απογραφή εκπομπών υπάρχει μια ποικιλία μεθόδων που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να γίνουν εκτιμήσεις.

Ωστόσο είναι σημαντικό πρώτα να αναπτυχθεί μία δομή που θα οργανώσει τις πηγές εκπομπών που βασίζονται σε λειτουργικά χαρακτηριστικά. Η δομή θα βοηθήσει να εντοπιστούν οι πηγές και να μειωθεί η πιθανότητα διπλού υπολογισμού των εκπομπών. Η δομή θα επηρεαστεί από τη σχεδιασμένη προσέγγιση είτε αυτή είναι μια προσέγγιση βάσει δραστηριότητας ή μια προσέγγιση με υποκατάστατα δεδομένα ή μία υβριδική προσέγγιση και των δύο. Χρησιμοποιώντας μια προσέγγιση με υποκατάστατα ή μια υβριδική προσέγγιση θα προκύψει μία λιγότερο ακριβής εκτίμηση των εκπομπών απ' ό,τι μια λεπτομερής προσέγγιση. Οι πηγές των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου στα λιμάνια εμπίπτουν γενικά σε δύο κατηγορίες: τις κινητές πηγές και τις σταθερές πηγές. Οι κινητές πηγές περιλαμβάνουν γενικά τον εξοπλισμό μεταφοράς που δεν έχει σχεδιαστεί να λειτουργεί σε δημόσιους δρόμους, τα οχήματα μεταφοράς αγαθών που κινούνται σε δημόσιους δρόμους, μικρότερα οχήματα που μεταφέρουν ανθρώπους όπως αυτοκίνητα και λεωφορεία, σιδηρόδρομους και σκάφη. Οι σταθερές πηγές περιλαμβάνουν μονάδες πετρελαίου θέρμανσης, φορητές ή εκτάκτου ανάγκης γεννήτριες εξοπλισμός και κτίρια που καταναλώνουν ηλεκτρική ενέργεια καθώς και εξοπλισμός ψύξης. Μπορεί να υπάρχει μία κατηγορία πηγών που θα πρέπει να εξακριβωθεί αν είναι κινητή ή σταθερή, όπως οι σταθεροί γερανοί που μπορεί να λειτουργούν με κινητήρες καυσίμου ή τα περονοφόρα ανυψωτικά μηχανήματα που μπορεί να λειτουργούν με ηλεκτρικό ρεύμα. Όπως αναφέρθηκε παραπάνω τα βασικά στοιχεία δεδομένων για την ανάπτυξη μιας λεπτομερούς απογραφής εκπομπών είναι: οι πηγές δεδομένων συμπεριλαμβανομένου του αριθμού, της ηλικίας και του μεγέθους της πηγής, τα δεδομένα δραστηριότητας όπως ώρες λειτουργίας, μίλια που διανύθηκαν, μέσα φορτία και κατανάλωση καυσίμου και τέλος οι συντελεστές εκπομπών (η ποσότητα ρύπου ανά μονάδα καυσίμου ή ενέργειας). Τα δεδομένα των πηγών θα πρέπει να προέρχονται από τον ιδιοκτήτη ή το χειριστή της πηγής εκπομπών επειδή είναι ο ειδικός για δραστηριότητες που διεξάγονται. Ορισμένα στοιχεία δραστηριότητας όπως οι ετήσιες ώρες λειτουργίας, μπορούν να ζητηθούν από τον ιδιοκτήτη ή τον χειριστή. Άλλοι τύποι πληροφοριών δραστηριοτήτων όπως για παράδειγμα ο μέσος συντελεστής φορτίου για διαφορετικούς τύπους εξοπλισμού ή ο συντελεστής εκπομπών μπορεί να ληφθούν από δημοσιευμένες τεκμηριωμένες μελέτες.

3.4.1 Κινητές πηγές εκπομπών

Οι κινητές πηγές που αναφέρθηκαν παραπάνω παρουσιάζονται στις επόμενες επιμέρους ενότητες. Οι περισσότερες από αυτές κινούνται με κινητήρες που καίνε καύσιμο αν και ορισμένες μπορεί να είναι ηλεκτροκίνητες. Ο πιο κοινός τύπος καυσίμου για αυτές τις πηγές είναι το καύσιμο ντίζελ, με τα βιοκαύσιμα, τη βενζίνη, το προπάνιο και το φυσικό αέριο να χρησιμοποιούνται περιστασιακά για ορισμένους τύπους οχημάτων ή εξοπλισμού. Ο ηλεκτρικός εξοπλισμός λειτουργεί πιο συχνά με μπαταρία δεδομένου ότι η χρήση των καλωδίων ισχύος δυσχεραίνει την κινητικότητα. Μία εξαίρεση αποτελεί η τροφοδοσία αγκυροβολημένων σκαφών με ηλεκτρικό ρεύμα από την ξηρά ώστε να μπορέσει το πλοίο να απενεργοποιήσει τους πετρελαιοκινητήρες του. Επίσης οι σύγχρονοι γερανοί προβλήτας, οι γερανοί σε ράγες (RMG) και οι ελαστικοφόροι γερανοί (RTG) ολοένα και περισσότερο χρησιμοποιούν ηλεκτρική ενέργεια.

Κινητές πηγές που λειτουργούν με καύσιμο

Το κυρίαρχο αέριο του θερμοκηπίου διοξείδιο του άνθρακα (CO₂) είναι άμεσα συνδεδεμένο με την ποσότητα του καταναλισκόμενου καυσίμου, έτσι η κατανάλωση καυσίμου παρέχει τις κατάλληλες πληροφορίες για την εκτίμηση των εκπομπών από τις πηγές αυτές. Ως εναλλακτική λύση πιο συνεπής με τις υπάρχουσες απογραφές εκπομπών μπορεί να χρησιμοποιηθεί η παραγωγή ενέργειας σε κιλοβατώρες (kW-hrs). Η κατανάλωση καυσίμου και η παραγωγή ενέργειας συνδέονται με μία τιμή που είναι γνωστή ως Break Specific Fuel Consumption (BSFC) το οποίο είναι ένα μέτρο της κατανάλωσης καυσίμου ανά μονάδα παραγωγής ενέργειας εκφραζόμενη σε μονάδες γραμμάρια καυσίμου ανά κιλοβατώρες (g/kW-hr). Η μέση τιμή της BSFC ποικίλει για διαφορετικούς τύπους κινητήρων και ακόμα για διαφορετικές ταχύτητες λειτουργίας ενός συγκεκριμένου κινητήρα. Στην πράξη μία μέση τιμή έχει δοθεί σε διαφορετικούς τύπους κινητήρων. Η κατανάλωση καυσίμου μπορεί να εκτιμηθεί από την παραγωγή ενέργειας με πολλαπλασιασμό, φροντίζοντας να χρησιμοποιηθούν οι κατάλληλες μονάδες. Αντίθετα η παραγωγή ενέργειας μπορεί να εκτιμηθεί με βάση την κατανάλωση καυσίμου διαιρώντας την κατανάλωση καυσίμου που υπολογίστηκε από την BSFC. Η αξία αυτών των μετατροπών είναι ότι επιτρέπουν την τυποποίηση των μονάδων σε περίπτωση που τα δεδομένα συλλέγονται σε μορφή ενέργειας και κατανάλωσης καυσίμου.

Ηλεκτρικές κινητές πηγές

Οι ηλεκτρικές πηγές παράγουν δευτερογενείς ή έμμεσες εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, όταν η πηγή παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας τροφοδοτείται με ορυκτά καύσιμα. Οι εκτιμήσεις γίνονται λαμβάνοντας υπόψιν το ποσό της ηλεκτρικής ενέργειας που χρησιμοποιείται από τον εξοπλισμό κατά τη λειτουργία του ή κατά την επαναφόρτιση των μπαταριών του. Επειδή υπάρχει ενέργεια που χάνεται κατά τη διάρκεια της φόρτισης, οι εκτιμήσεις που βασίζονται στην ενέργεια που χρησιμοποιείται από το όχημα πρέπει να αναπροσαρμοστεί με την επιβολή συντελεστή απόδοσης για τον υπολογισμό του ποσού ηλεκτρικής ενέργειας που χρησιμοποιείται από το φορτιστή. Ενώ η ηλεκτρική ενέργεια μετρείται σε κιλοβατώρες (kW-hrs) όπως στους κινητήρες καυσίμου, μια σημαντική διαφορά είναι ότι η ενέργεια είναι η ηλεκτρική ενέργεια που εισάγεται στον εξοπλισμό ενώ στους κινητήρες καυσίμου η ενέργεια είναι αυτή που παράγει ο κινητήρας. Οι τιμές αυτές δεν είναι ίδιες λόγω της αποτελεσματικότητας των μηχανικών συστημάτων.

3.4.2 Εξοπλισμός χειρισμού και μεταφοράς φορτίου

Ο εξοπλισμός χειρισμού και μεταφοράς φορτίου περιλαμβάνει: τους γερανούς, τα περνοφόρα ανυψωτικά μηχανήματα, τα μηχανήματα στοιβασίας και μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων, τα μηχανήματα χειρισμού κενών εμπορευματοκιβωτίων, τις νταλίκες, τους ελαστικοφόρους γερανούς, τις γερανογέφυρες σε ράγες, κλπ. Υπάρχουν συνήθως και άλλοι τύποι εξοπλισμού που συνοδεύουν τα παραπάνω μηχανήματα στην εκτίμηση της εκπομπής ρύπων αν και δε χρησιμοποιούνται άμεσα για τη μεταφορά φορτίου. Στην κατηγορία αυτή του εξοπλισμού συμπεριλαμβάνονται: εκσκαφείς, καθαριστικά μηχανήματα, μπουλντόζες, ρυμουλκά βαγονιών, κλπ. Παρακάτω παρουσιάζονται οι τρεις βασικές προσεγγίσεις που περιγράφηκαν στην ενότητα 3.3.3 για την ανάπτυξη απογραφής εκπομπών: προσέγγιση βάσει δραστηριότητας, προσέγγιση με υποκατάστατα δεδομένα, υβριδική προσέγγιση. Για μια ετήσια απογραφή βάσει δραστηριότητας η ακόλουθη λίστα είναι ένα παράδειγμα των δεδομένων που θα πρέπει να συλλεχθούν για κάθε μέρος του εξοπλισμού μεταφοράς και χειρισμού φορτίου που λειτουργεί με καύσιμο.

Δεδομένα πηγών :

- Όνομα και εσωτερικός αριθμός αναγνώρισης εξοπλισμού
- Τύπος εξοπλισμού
- Έτος μοντέλου
- Κατασκευαστής κινητήρα
- Ονομασία μοντέλου
- Τύπος καυσίμου
- Ονομαστική ισχύς
- Μέθοδοι και συστήματα ελέγχου εκπομπών

Δεδομένα δραστηριότητας:

- Ετήσιες ώρες λειτουργίας
- Κατανάλωση καυσίμου (ανά έτος ή ανά ώρα)
- Μέσος συντελεστής φορτίου κατά τη λειτουργία

Δεδομένα εκπομπών:

- Συντελεστές εκπομπών κατάλληλοι για τους τύπους κινητήρων της απογραφής σε kg εκπομπών/kW-hr ή kg εκπομπών /liter ή kg καυσίμου (ή lbs εκπομπών/gallon καυσίμου)
- Συντελεστές ελέγχου (τοίς εκατό μείωση που προσφέρεται από συσκευές ελέγχου των εκπομπών οι οποίες εντοπίστηκαν).

Για ηλεκτροκίνητο εξοπλισμό η πηγή δεδομένων θα περιλαμβάνει κυρίως κιλοβατώρες (kW-hrs) επαναφόρτισης εάν είναι διαθέσιμες. Αν τα στοιχεία επαναφόρτισης δεν είναι γνωστά οι εκπομπές από την επαναφόρτιση μπορεί να χρειαστεί να συμπεριληφθεί μαζί με την ηλεκτρική κατανάλωση των κτιρίων και των εγκαταστάσεων. Οι συντελεστές εκπομπών θα πρέπει να αντνακλούν τις εκπομπές των μονάδων παραγωγής ενέργειας, κατά προτίμηση ειδικές με τον συνδυασμό τεχνολογιών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας που χρησιμοποιείται για την παροχή

ρεύματος στην περιοχή που απογράφεται. Για άλλους τύπους ηλεκτροκίνητου εξοπλισμού όπως οι γερανοί προβλήτας, η κατανάλωση ρεύματος σε μεγαβατώρες (MW-hrs) μπορεί να εκτιμηθεί από τους λογαριασμούς κοινής ωφέλειας.

Όλα τα δεδομένα πηγών που αναφέρθηκαν παραπάνω δεν είναι άμεσα αναγκαία για την εκτίμηση των εκπομπών. Δεδομένα όπως ο εσωτερικός αριθμός αναγνώρισης, ο κατασκευαστής και το μοντέλο μπορούν να χρησιμοποιηθούν στον επόμενο σχεδιασμό αν οι αλλαγές στον εξοπλισμό θεωρούνται ως ένα μέσο για τη μείωση των εκπομπών. Ανάλογα με τις πληροφορίες που συγκεντρώθηκαν, οι εκπομπές μπορεί να υπολογιστούν χρησιμοποιώντας στοιχεία κατανάλωσης καυσίμου ή ενέργειας.

Αν χρησιμοποιηθούν στοιχεία κατανάλωσης καυσίμου η εξίσωση θα είναι:

Εξίσωση 3.4

Emissions (kg pollutant/yr) = Fuel consumption (liters fuel/yr) x Emission Factor (kg pollutant/liter fuel)

Όπου:

Emissions = Εκπομπές σε κιλά ανά έτος

Fuel Consumption = Κατανάλωση καυσίμου σε λίτρα καυσίμου ανά έτος (liters fuel/yr)

Emission Factor = Συντελεστής εκπομπών σε κιλά ρύπων ανά λίτρο καυσίμου (kg pollutant/liter fuel)

Αν χρησιμοποιηθούν στοιχεία ενέργειας η εξίσωση θα είναι:

Εξίσωση 3.4

Emissions (kg pollutant/yr) = Rated Power (kW) x Load Factor (αδιάστατο) x Operating Time (hours/yr) x Emission Factor (kg pollutant/kW-hr)

Όπου:

Emissions = Εκπομπές σε κιλά ανά έτος

Rated Power = Ονομαστική ισχύς του κινητήρα σε ιπποδύναμη(hp) ή κιλοβάτ(kw)

Load Factor = Συντελεστής φορτίου(ο λόγος του μέσου φορτίου που χρησιμοποιείται σε κανονική λειτουργία σε σύγκριση με το πλήρες φορτίο στη μέγιστη ονομαστική ισχύ)

Operating Time = Χρόνος λειτουργίας εκφραζόμενος σε μονάδες που αντιστοιχούν στον συντελεστή εκπομπών.

Emission Factor = Συντελεστής εκπομπών εκφραζόμενος σε γραμμάρια ρύπου ανά μονάδα εργασίας ή χρόνου.

Και για τις δύο περιπτώσεις είναι σημαντικό να υπολογιστούν οι εκπομπές χρησιμοποιώντας διαφορετικά καύσιμα, επειδή οι συντελεστές εκπομπών είναι διαφορετικοί για κάθε καύσιμο. Επίσης τα καύσιμα που έχουν ταξινομηθεί ως βιοκαύσιμα (π.χ βιοντίζελ, αιθανόλη) θα πρέπει να υπολογίζονται χωριστά ακόμα και αν το βιοκαύσιμο είναι στοιχείο ενός μίγματος καυσίμου όπως ένα μίγμα βιοντίζελ B20 και πετρέλαιο ντίζελ.

3.4.3 Σκάφη εσωτερικής ναυσιπλοΐας

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζονται οι μέθοδοι που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την εκτίμηση των αερίων του θερμοκηπίου που εκπέμπονται από τα σκάφη εσωτερικής ναυσιπλοΐας. Τα σκάφη εσωτερικής ναυσιπλοΐας χαρακτηρίζονται από τα πλοία που περνούν το μεγαλύτερο μέρος του χρόνου τους μέσα ή κοντά σε λιμάνια και συνήθως μορφή διαμετακόμισης, ελιγμών και ακινησίας. Τα πλοία που υπάγονται σε αυτήν την κατηγορία περιλαμβάνουν μια ευρεία ποικιλία τύπων σκαφών και εφαρμογές που έχουν την τάση να λειτουργούν μέσα και γύρω από ένα λιμάνι ή χρησιμοποιούνται για παροχή συνδρομής στις λιμενικές εργασίες και στις τοπικές δημόσιες μεταφορές. Τα σκάφη εσωτερικής ναυσιπλοΐας διαφέρουν

από τα ποντοπόρα σκάφη στο ότι δεν διασχίζουν ωκεανούς ή θάλασσες σε τυπική λειτουργία .Η κατηγορία αυτή περιλαμβάνει:

- Βοηθητικά ρυμουλκά για την παροχή συνδρομής στα ποντοπόρα πλοία κατά τη διάρκεια ελιγμών.
- Τοπικά πλοία για τη μεταφορά επιβατών σε καθορισμένα σημεία κοντά σε λιμάνια.
- Εκδρομικά σκάφη που χρησιμοποιούνται σε εμπορικά αξιοθέατα.
- Σκάφη πλήρωματος που μεταφέρουν το πλήρωμα από τα πλοία στην ακτή.
- Κυβερνητικά σκάφη συμπεριλαμβανομένης της πυροσβεστικής και της ακτοφρουράς.
- Εμπορικά αλιευτικά σκάφη που χρησιμοποιούνται για την εμπορική αλιευτική βιομηχανία.
- Σκάφη αναψυχής, συνήθως ιδιόκτητες μικρές βάρκες και κότερα.

Τα σκάφη εσωτερικής ναυσιπλοΐας είναι εξοπλισμένα με έναν ή δύο κινητήρες πρόωσης και μία ή περισσότερες βοηθητικές μηχανές και συνήθως χρησιμοποιούν αποστάγματα καυσίμου. Στο παρακάτω σχήμα απεικονίζεται ένα τέτοιο σκάφος **(2)**.



Σχήμα 3.2: Σκάφος εσωτερικής ναυσιπλοΐας

Όπως συμβαίνει με όλες τις κινητές πηγές για να εκτιμηθούν οι εκπομπές αυτών των σκαφών θα πρέπει να συγκεντρωθούν όσο το δυνατόν περισσότερες πληροφορίες σχετικά με τα σκάφη αυτά και τις μηχανές τους. Οι πληροφορίες που πρέπει να συλλεχθούν αφορούν το είδος και το μέγεθος των πλοίων, ο αριθμός και ισχύς των κινητήρων για κάθε σκάφος, η ποσότητα και το είδος του καυσίμου που καταναλώνεται και το είδος των δραστηριοτήτων τους. Μόλις γίνουν γνωστά αυτά τα χαρακτηριστικά οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου μπορεί να εκτιμηθούν από την ακόλουθη εξίσωση:

$$E = \text{Power} \times \text{Act} \times \text{LF} \times \text{EF}$$

Εξίσωση 3.5

Όπου:

E = Εκπομπές ρύπων σε τόνους.

Power = Ονομαστική ισχύς της κύριας μηχανής σε ίππους(hr) ή σε κιλοβάτ(kw).

Act = Δραστηριότητα, εκφραζόμενη σε μονάδες που αντιστοιχούν στον συντελεστή εκπομπών.

LF = Συντελεστής φορτίου (ο λόγος του μέσου φορτίου που χρησιμοποιείται κατά την κανονική λειτουργία του κινητήρα σε σχέση με το πλήρες φορτίο στη μέγιστη ονομαστική του ιπποδύναμη).

EF = Συντελεστής εκπομπών ρύπων, εκφραζόμενος σε γραμμάρια ανά μονάδα εργασίας ή χρόνου.

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται οι συντελεστές φορτίου των διάφορων σκαφών εσωτερικής ναυσιπλοΐας **(3)**.

Πίνακας 3.1: Συντελεστές φορτίου των διάφορων σκαφών εσωτερικής ναυσιπλοΐας.

Τύπος σκάφους	Τύπος μηχανής	
	Κύρια	Βοηθητική
Βοηθητικό ρυμουλκό	0,31	0,43
Αλιευτικό	0,27	0,43
Σκάφος πληρώματος	0,45	0,43
Εκδρομικό	0,42	0,43

Επιβατικό	0,42	0,43
Κυβερνητικό	0,51	0,43
Ρυμουλκό ωκεανού	0,68	0,43
Άλλα	0,52	0,43
Ρυμουλκό	0,31	0,43
Σκάφος εργασίας	0,45	0,43

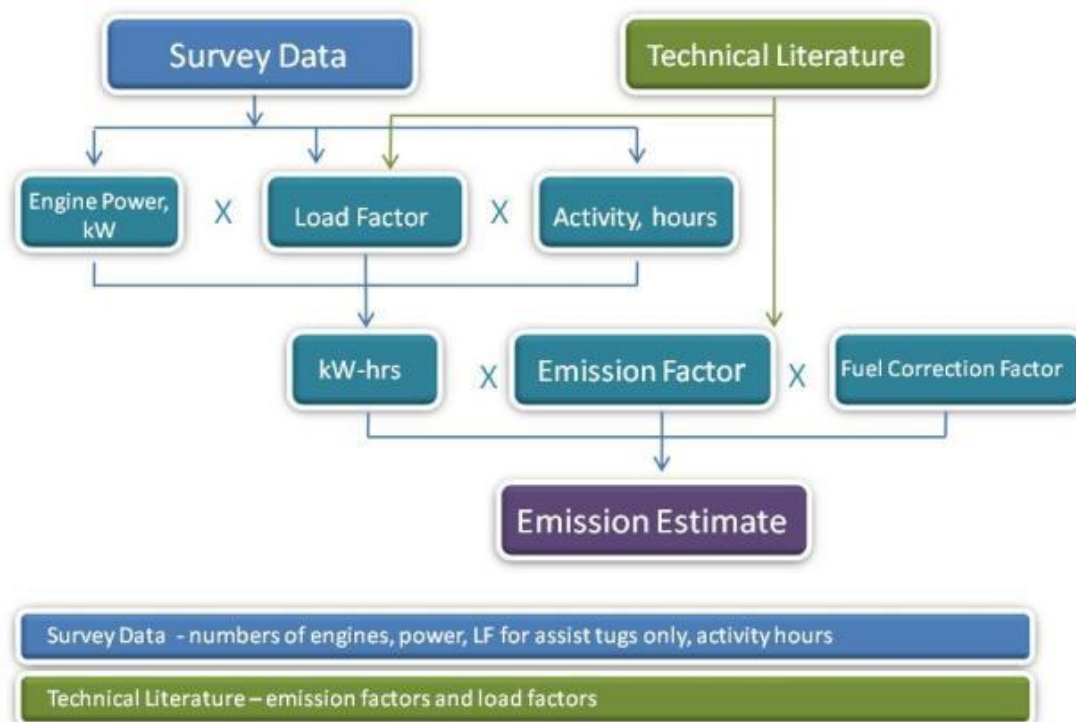
Πηγή: WPCI Mission Statement http://wpci.nl/about_us/mission_statement.php

Οι συντελεστές εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου για διάφορα μεγέθη κινητήρων που εκφράζονται σε γραμμάρια ρύπου ανά μονάδα εργασίας είναι συνήθως διαθέσιμα από την πολιτεία ή από την προστασία εθνικού περιβάλλοντος ή τους ρυθμιστικούς οργανισμούς. Κατά τη διάρκεια πιστοποίησης οι κινητήρες δοκιμάζονται υπό διάφορους συνδυασμούς φορτίων ώστε να εξασφαλίζεται ότι οι εκπομπές τους είναι κάτω από τα επιτρεπόμενα όρια που καθορίζονται για τα πρότυπα εκπομπών. Αν και το διοξείδιο του άνθρακα CO₂ και το μεθάνιο CH₄ συνήθως μετριοούνται κατά τη διάρκεια της πιστοποίησης, ειδικές δοκιμές νιτρικών οξειδίων N₂O δεν είναι εύκολο να επιτευχθούν. Μολονότι οι εκπομπές μεθανίου CH₄ και νιτρικών οξειδίων N₂O τείνουν να είναι μικρές σε σύγκριση με αυτές του διοξειδίου του άνθρακα, ωστόσο παραμένουν σημαντικές λόγω του σχετικά υψηλού δυναμικού θέρμανσης του πλανήτη. Τέλος οι ιδιότητες των διαφόρων καυσίμων ή οι τεχνολογίες των κινητήρων μπορεί να έχουν δραματικό αντίκτυπο στις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου. Κατά τη διαδικασία πιστοποίησης οι κινητήρες δοκιμάζονται με τυποποιημένα καύσιμα αναφοράς που μπορεί να διαφέρουν από τα καύσιμα που διατίθενται στο εμπόριο. Στην παρακάτω εξίσωση προστίθεται δύο επιπλέον μεταβλητές, μία μεταβλητή FCF, η οποία όπως ο συντελεστής φορτίου είναι αδιάστατη και αντιπροσωπεύει τις διαφορές μεταξύ των πιστοποιημένων καυσίμων και των καυσίμων του εμπορίου καθώς και μία μεταβλητή CF, η οποία αντιπροσωπεύει τη μεταβολή στις εκπομπές που οφείλονται στην εγκατάσταση μιας στρατηγικής ή μιας τεχνολογίας ελέγχου των εκπομπών όπως για παράδειγμα τα υβριδικά συστήματα ισχύος. Οι μεταβλητές FCF και CF μπορεί να προέρχονται από τις ρυθμιστικές αρχές ή από οργανισμούς ή ιδρύματα που συμμετέχουν στις δοκιμές του κινητήρα και τη μοντελοποίηση των εκπομπών.

$$E = \text{Power} \times \text{ACT} \times \text{LF} \times \text{EF} \times \text{FCF} \times \text{CF}$$

Εξίσωση 3.6

Στο παρακάτω σχήμα περιγράφεται η εξίσωση 3.6 για τον υπολογισμό εκπομπών σκαφών εσωτερικής ναυσιπλοΐας (4):



Σχήμα 3.3: Διαγραμματική ανάλυση εκτίμησης εκπομπών σκαφών εσωτερικής ναυσιπλοΐας.

3.4.4 Ποντοπόρα πλοία

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζονται οι μέθοδοι που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την εκτίμηση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου από ποντοπόρα πλοία. Τα ποντοπόρα πλοία αντιπροσωπεύουν τον πιο αποτελεσματικό τρόπο μεταφοράς σε σχέση με κάθε άλλη κατηγορία κινητής πηγής. Τα ποντοπόρα πλοία αντιπροσωπεύουν την πιο σύνθετη κατηγορία από τη σκοπιά της μοντελοποίησης του αέρα καθώς τα πλοία έχουν πολλές διαφορετικές πηγές, τύπους φορτίων και λειτουργίες. Τα πλοία αυτά αποτελούν συνήθως μια από τις μεγαλύτερες κατηγορίες πηγών εκπομπών και ως εκ τούτου η ποιότητα των παραδοχών που χρησιμοποιήθηκαν κατά την εκτίμηση των εκπομπών τους είναι καθοριστικής σημασίας. Δεν υπάρχει γενικός κανόνας για τον προσδιορισμό των γεωγραφικών ορίων όταν σχεδιάζεται μία απογραφή εκπομπών από ποντοπόρα πλοία. Όπως οι

άλλες κατηγορίες πηγών, τα γεωγραφικά όρια θα πρέπει να καθοριστούν τουλάχιστον σε εκείνους τους τομείς στους οποίους το λιμάνι πρόκειται να αναλάβει την ευθύνη για τον έλεγχο και την δυνητική μείωση των εκπομπών.

Οι πηγές εκπομπών για ποντοπόρα πλοία περιλαμβάνουν συστήματα πρόωσης που παρέχουν κίνηση του πλοίου στο νερό, βοηθητικά συστήματα για τις ηλεκτρικές απαιτήσεις και βοηθητικούς λέβητες που παράγουν ζεστό νερό και ατμό για τις ανάγκες του μηχανοστασίου και του πληρώματος. Μέσα σε κάθε μία από αυτές τις δραστηριότητες υπάρχουν διάφορα κομμάτια του εξοπλισμού που λειτουργούν με διαφορετικό τρόπο ανάλογα με τις λειτουργίες του πλοίου. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι οι αποτεφρωτήρες δεν περιλαμβάνονται συνήθως στις εκτιμήσεις εκπομπών λόγω του ότι οι αποτεφρωτήρες δεν χρησιμοποιούνται κοντά στην ξηρά και σε κατοικημένες περιοχές. Συνεντεύξεις με το πλήρωμα των σκαφών και τους φορείς εκμετάλλευσης τους δείχνουν ότι τα σκάφη δεν χρησιμοποιούν τους αποτεφρωτήρες τους ενώ βρίσκονται σε θέση αγκυροβολίας ή κοντά σε παράκτια ύδατα. Ωστόσο εάν τα όρια είναι πανωκεάνια τότε οι αποτεφρωτήρες ίσως συμπεριλαμβάνονται.

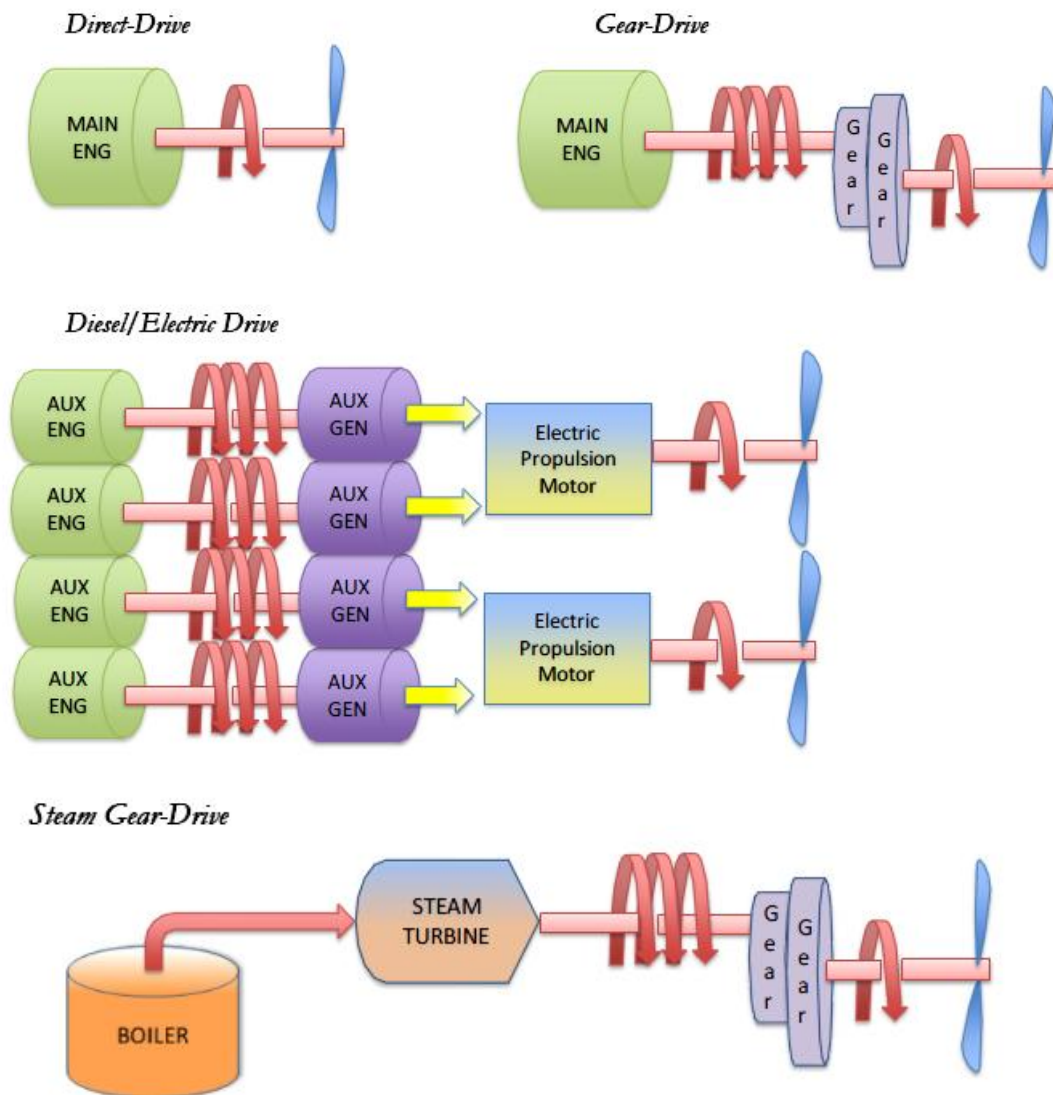
Τα προωστικά συστήματα παράγουν ενέργεια η οποία μεταφράζεται σε κίνηση των ποντοπόρων πλοίων στο νερό. Υπάρχουν τέσσερις τύποι τυπικών συστημάτων πρόωσης που συναντάμε στα ποντοπόρα πλοία:

- Απευθείας σύνδεση (Direct drive)
- Σύνδεση με μειωτήρα (Geared drive)
- Ντίζελ/ηλεκτρικός (Diesel/electric)
- Ατμοκίνητος σύνδεση με μειωτήρα (Steam powered/gear drive)

Υπάρχουν και διάφορα άλλα είδη συστημάτων πρόωσης που είναι σχετικά σπάνια όπως:

- Αεριοστρόβιλος (Gas turbine)
- Ατμοκίνητος ηλεκτρικός (Steam electric)

Το παρακάτω σχήμα απεικονίζει τον εξοπλισμό που συνδέεται με τους τέσσερις χαρακτηριστικούς τύπους συστημάτων πρόωσης **(5)**.



Σχήμα 3.4: Τύποι πρόωσης

Απευθείας σύνδεση (Direct drive): Συνήθως μεγάλη ονομαστική ισχύς και αργή ταχύτητα του κινητήρα που είναι άμεσα συνδεδεμένος με τον άξονα της έλικας. Αυτό το σύστημα πρόωσης είναι ο πιο κοινός τύπος πρόωσης που συναντάμε σε πλοία εμπορευματοκιβωτίων, πλοία μεταφοράς χύδην φορτίου, ψυγεία και RO-RO.

Σύνδεση με μειωτήρα (Geared drive): Συνήθως υψηλή ή μεσαία ονομαστική ισχύ και μεσαίες στροφές του κινητήρα που είναι συνδεδεμένος με μειωτήρα που μειώνει τις

στροφές του κινητήρα στις κατάλληλες στροφές τις έλικας. Η ταχύτητα περιστροφής του κινητήρα είναι υψηλότερη από τις στροφές της έλ

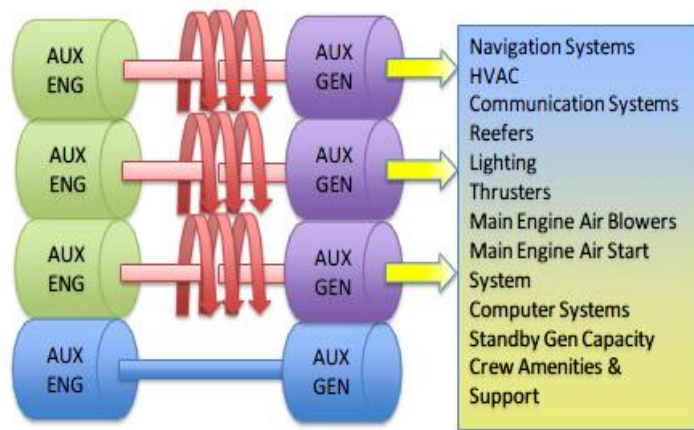
Ντίζελ/ηλεκτρικός (Diesel/electric): Συνήθως μία ή περισσότερες μεσαίας ονομαστικής ισχύς και μεσαίας ταχύτητας μηχανές που είναι συνδεδεμένες με ένα σύστημα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας που παράγει ενέργεια για τον ηλεκτρικό κινητήρα πρόωσης. Αυτό το σύστημα πρόωσης το συναντάμε πιο συχνά σε επιβατικά πλοία, κρουαζιερόπλοια , δεξαμενόπλοια και σε κάποιες άλλες κατηγορίες πλοίων.

Ατμοστρόβιλος σύνδεση με μειωτήρα (Steam powered/gear drive): Συνήθως υψηλού και μεσαίου ονομαστικής ισχύς λέβητες που παράγουν ατμό για να μετατρέψουν μια τουρμπίνα ατμού η οποία συνδέεται με μειωτήρα που μειώνει τις στροφές της τουρμπίνας στις κατάλληλες στροφές της έλικας. Οι στροφές της τουρμπίνας είναι μεγαλύτερες από αυτές της έλικας.

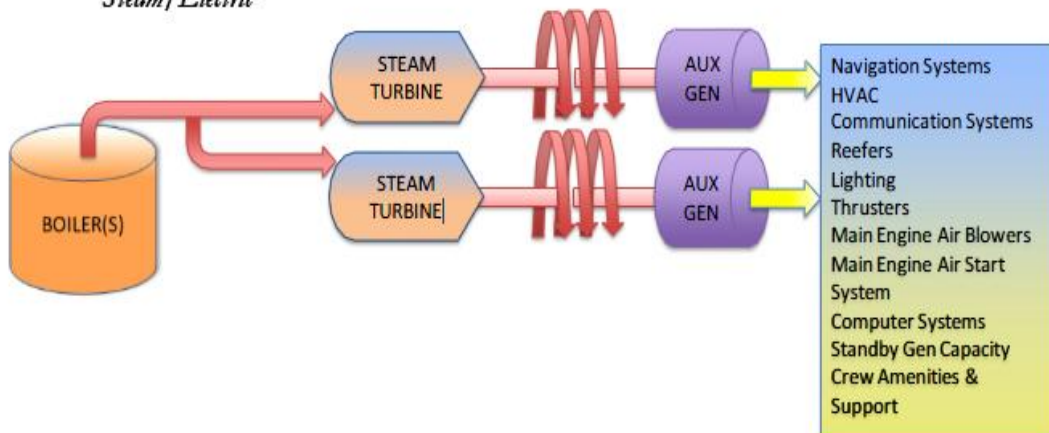
Τα βοηθητικά συστήματα προμηθεύουν το πλοίο και το πλήρωμα με την απαιτούμενη ποσότητα ενέργειας η οποία εξαρτάται από τις λειτουργίες του πλοίου. Επιπλέον τα βοηθητικά συστήματα ισχύος συνήθως σχεδιάζονται με πρόσθετη ικανότητα σε περίπτωση που ο κινητήρας απενεργοποιείται λόγω μηχανικής βλάβης. Συνήθως τα πλοία με τύπους πρόωσης απευθείας σύνδεσης και σύνδεσης με μειωτήρα χρησιμοποιούν βοηθητικές μηχανές σε μία διαμόρφωση ντίζελ/ηλεκτρική για την παραγωγή των διαφόρων απαιτήσεων του πλοίου, του φορτίου και του πληρώματος κατά τη διάρκεια κάθε μιας από τις καταστάσεις λειτουργίας. Ορισμένα πλοία που έχουν μεγάλες εγκαταστάσεις ατμού μπορεί να χρησιμοποιούν μια τουρμπίνα ατμού για να παράγουν βοηθητική ισχύ. Τα ντίζελ/ηλεκτρικά πλοία χρησιμοποιούν τα ίδια συστήματα που παράγουν ισχύ πρόωσης.

Στο παρακάτω σχήμα απεικονίζονται τα Βοηθητικά συστήματα ισχύος **(6)**:

Diesel/Electric



Steam/Electric



Σχήμα 3.5: Βοηθητικά συστήματα ισχύος

Το ζεστό νερό και ο ατμός σε ένα πλοίο δημιουργούνται είτε από λέβητες ή από εναλλάκτες θερμότητας. Οι λέβητες χρησιμοποιούν μαζούτ για την θέρμανση και το ζεστό νερό, το ζεστό νερό και ο ατμός τροφοδοτούν το σύστημα θέρμανσης, τροφοδοτούν τις αντλίες εκφόρτωσης (δεξαμενόπλοια), και τις ανάγκες του πληρώματος. Οι εναλλάκτες θερμότητας χρησιμοποιούν τη θερμότητα των αποβλήτων από τις μηχανές του πλοίου (κινητήρες πρόωσης κυρίως) για την παραγωγή ζεστού νερού και ατμού.

Συνήθως υπάρχουν τρεις τύποι των λειτουργιών των πλοίων που περιλαμβάνονται στις απογραφές αερίων του θερμοκηπίου. Οι τύποι αυτοί των λειτουργιών περιγράφονται παρακάτω.

Διαμετακόμιση (Transit): Κατά τη διάρκεια αυτής της λειτουργίας ένα πλοίο πλέει στον ανοιχτό ωκεανό/θάλασσα. Τυπικά:

- Το πλοίο ταξιδεύει με την ταχύτητά του ή την σταθερή ταχύτητα.
- Οι προωστήριες μηχανές λειτουργούν στα υψηλότερα φορτία τους.
- Οι βοηθητικές μηχανές λειτουργούν στα χαμηλότερα φορτία τους.
- Οι βοηθητικοί λέβητες δεν λειτουργούν ενώ οι εναλλάκτες θερμότητας λειτουργούν λόγω των υψηλών φορτίων πρόωσης.
- Η κατανάλωση καυσίμου βρίσκεται στο υψηλότερο επίπεδο λόγω των απαιτήσεων του συστήματος πρόωσης ενώ η κατανάλωση καυσίμου των βοηθητικών μηχανών είναι χαμηλή.

Ελιγμοί (Maneuvering): Κατά τη διάρκεια αυτής της λειτουργίας ένα πλοίο λειτουργεί μέσα σε περιορισμένα κανάλια και μέσα στο λιμάνι πλησιάζοντας ή αναχωρώντας από την περιοχή αγκυροβολίας του. Η απόσταση ελιγμών είναι διαφορετική για κάθε λιμάνι ανάλογα με τη γεωγραφική διαμόρφωση του λιμανιού. Τυπικά:

- Το πλοίο κινείται με την χαμηλότερη ταχύτητά του.
- Οι προωστήριες μηχανές λειτουργούν με χαμηλά φορτία.
- Οι βοηθητικές μηχανές λειτουργούν στα υψηλότερα φορτία τους και οι επιπρόσθετες γεννήτριες είναι ανοιχτές σε περίπτωση που μια βοηθητική μηχανή σταματήσει να λειτουργεί.
- Οι βοηθητικοί λέβητες είναι ανοιχτοί επειδή οι εναλλάκτες θερμότητας δεν λειτουργούν λόγω των χαμηλών φορτίων του κινητήρα πρόωσης.
- Η κατανάλωση καυσίμου είναι πολύ χαμηλή για το σύστημα πρόωσης, είναι υψηλότερο για τις βοηθητικές μηχανές και χαμηλή για τους βοηθητικούς λέβητες.

Διανυκτέρευση (Hotteling): Κατά τη διάρκεια αυτής της λειτουργίας ένα πλοίο είναι αγκυροβολημένο είτε στο αγκυροβόλιο ή στην προβλήτα. Τυπικά:

- Το πλοίο δεν κινείται.
- Οι κινητήρες πρόωσης είναι σβηστοί.
- Τα φορτία των βοηθητικών μηχανών είναι υψηλά

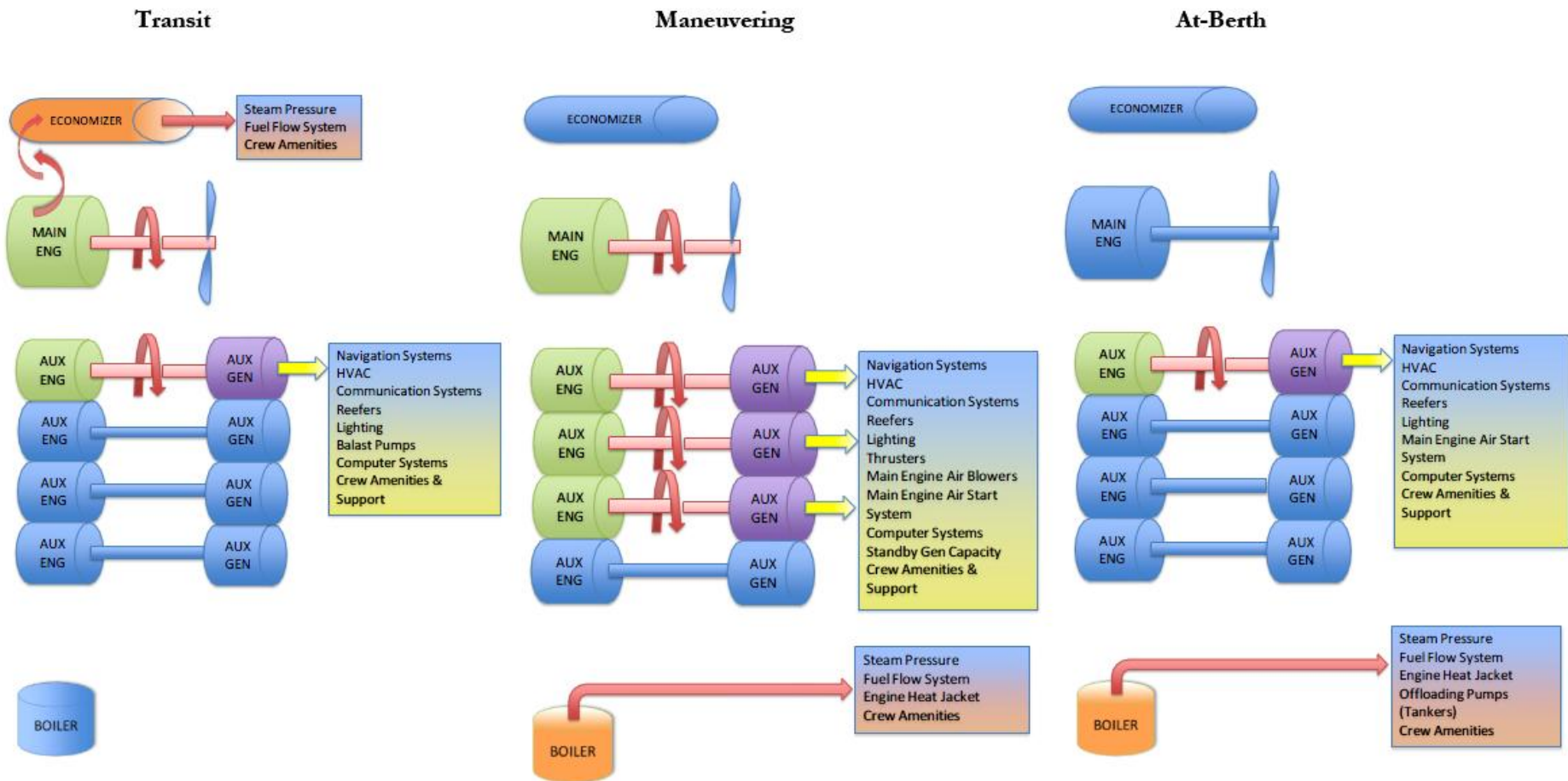
- Οι βοηθητικοί λέβητες λειτουργούν συνήθως για να διατηρήσουν τον κινητήρα πρόωσης και τα συστήματα καυσίμου ζεστά σε περίπτωση που το πλοίο διαταχθεί να εγκαταλείψει το λιμάνι σε σύντομο χρονικό διάστημα και για τις ανάγκες του πληρώματος.
- Η κατανάλωση καυσίμου μπορεί να είναι μέτρια προς υψηλή για τα βοηθητικά μηχανήματα και μέτρια έως πολύ υψηλή για τους λέβητες.

Τα παρακάτω σχήματα αναπαριστούν το πως τα τρία συστήματα (σύστημα πρόωσης, σύστημα βοηθητικών μηχανών, σύστημα βοηθητικών λεβήτων) αλλάζουν ανάλογα με τον τρόπο λειτουργίας. Σημειώνεται ότι ο εξοπλισμός με μπλε χρώμα είναι σβηστός.

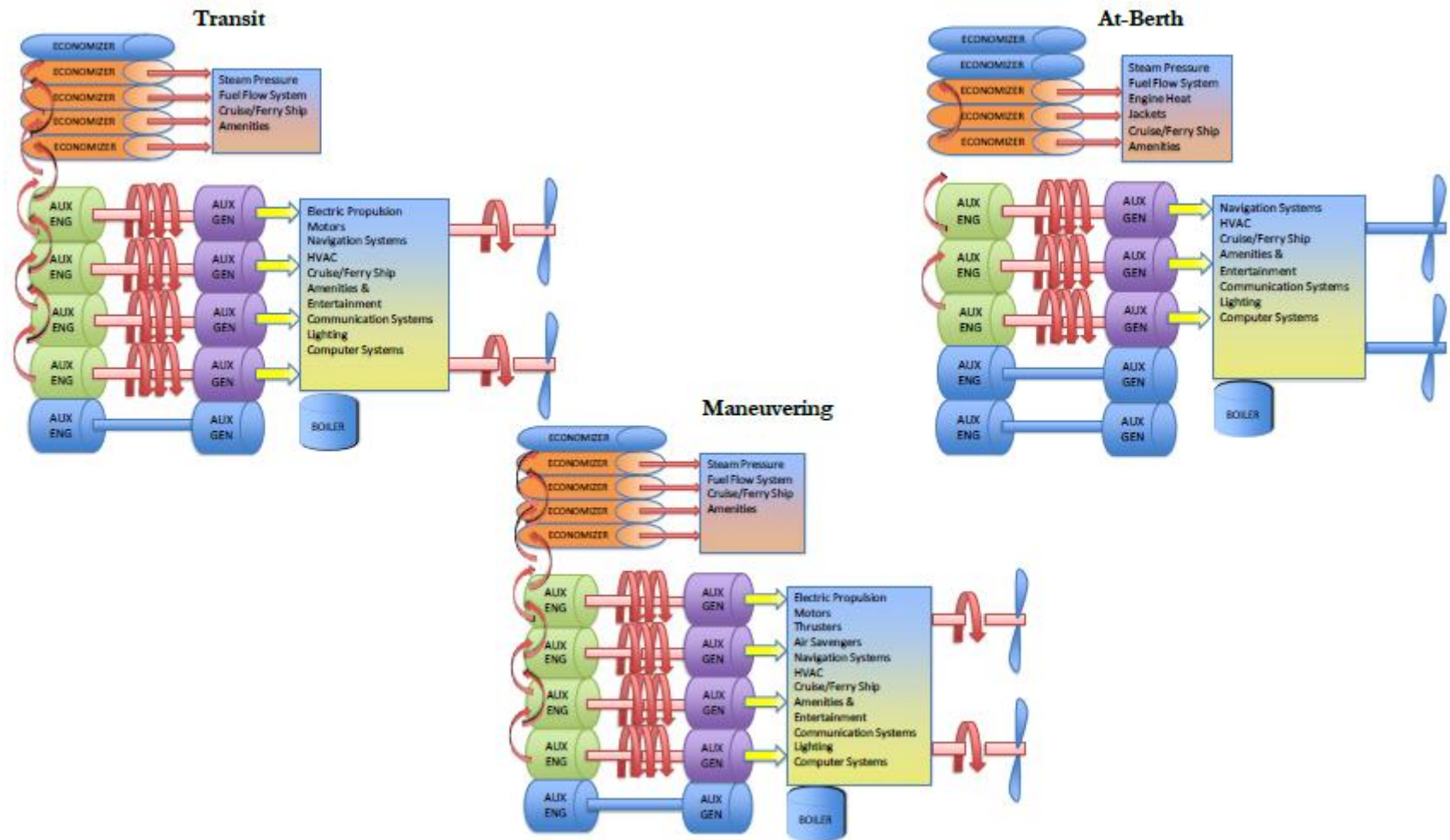
Το σχήμα 3.6 απεικονίζει το πως λειτουργούν το σύστημα πρόωσης, το σύστημα βοηθητικών μηχανών και το σύστημα λεβήτων σε πλοία με κινητήρα απευθείας σύνδεσης ή σύνδεσης με μειωτήρα στις καταστάσεις διαμετακόμισης (transit), ελιγμών (maneuvering) και αγκυροβολίας (berth) **(7)**.

Το σχήμα 3.7 απεικονίζει το πως λειτουργούν το σύστημα πρόωσης, το σύστημα βοηθητικών μηχανών και το σύστημα λεβήτων σε πλοία ντίζελ/ηλεκτρικά στις καταστάσεις διαμετακόμισης (transit), ελιγμών (maneuvering) και αγκυροβολίας (berth) **(8)**.

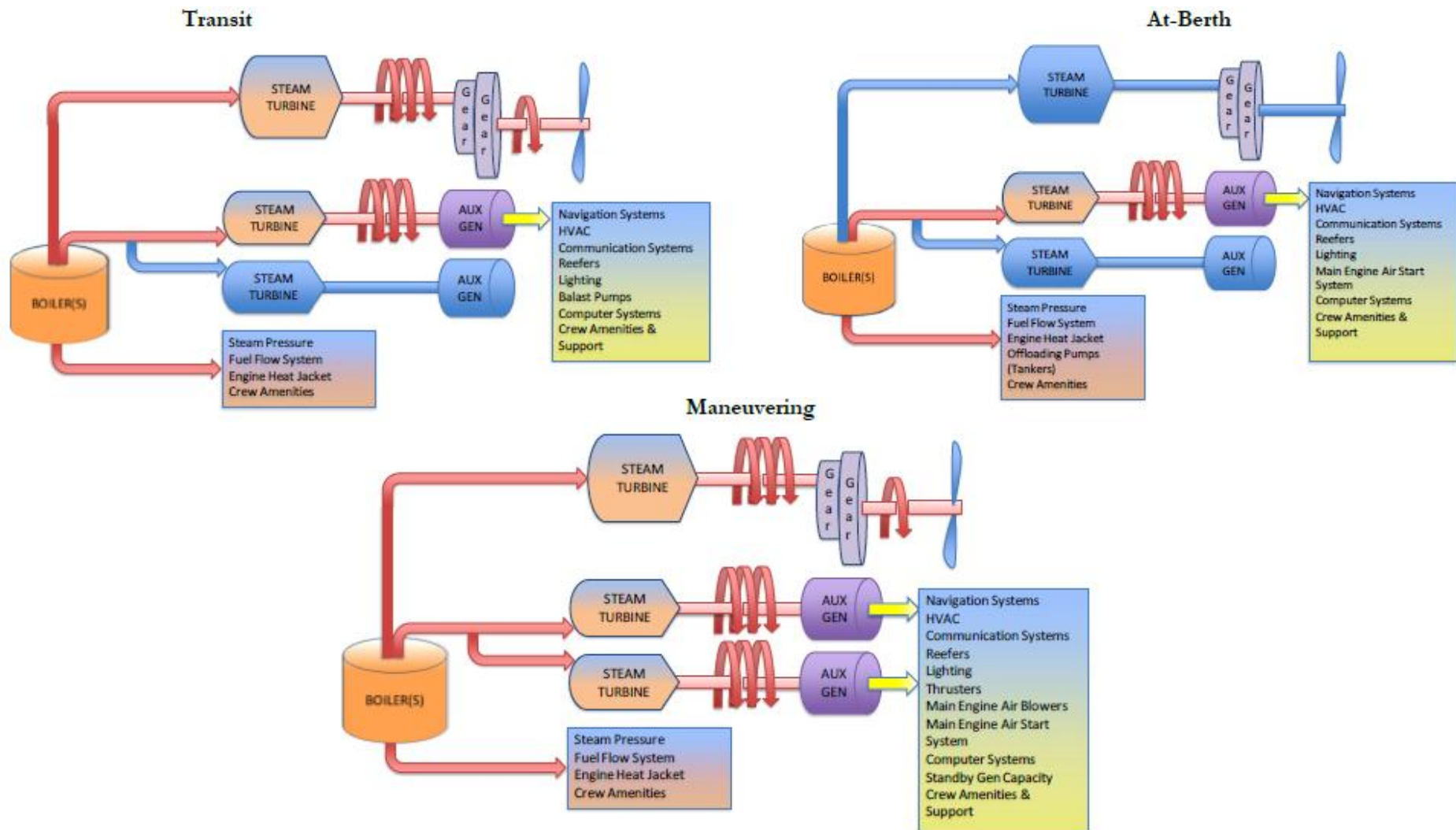
Το σχήμα 3.8 απεικονίζει το πως λειτουργούν το σύστημα πρόωσης, το σύστημα βοηθητικών μηχανών και το σύστημα λεβήτων σε ατμοστρόβιλα πλοία στις καταστάσεις διαμετακόμισης (transit), ελιγμών (maneuvering) και αγκυροβολίας (berth) **(9)**.



Σχήμα 3.6: Σύστημα προώσης, βοηθητικών μηχανών και λεβήτων σε κατάσταση transit, maneuvering και berth για πλοία με ή χωρίς μειωτήρα



Σχήμα 3.7: Σύστημα προώσης, βοηθητικών μηχανών και λεβήτων σε κατάσταση transit, maneuvering και berth για ντίζελ/ηλεκτρικά πλοία



Σχήμα 3.8: Σύστημα προώσης, βοηθητικών μηχανών και λεβήτων σε κατάσταση transit, maneuvering και berth για αμμοστρόβιλα πλοία

Για σκοπούς εκτίμησης των εκπομπών τα ποντοπόρα πλοία συνήθως κατηγοριοποιούνται ανάλογα με το είδος του φορτίου που μεταφέρουν. Οι κατηγορίες αυτές είναι:

- Πλοία που μεταφέρουν αυτοκίνητα
- Φορτηγά πλοία ξηρού χύδην φορτίου
- Πλοία εμπορευματοκιβωτίων
- Κρουαζιερόπλοια
- Επιβατικά οχηματαγωγά πλοία
- Πλοία γενικού φορτίου
- Πλοία ψυγεία
- Δεξαμενόπλοια
- Πλοία RO-RO

Όπως συμβαίνει με όλες τις κινητές πηγές η εκτίμηση των εκπομπών των ποντοπόρων πλοίων απαιτεί τη συγκέντρωση όσο το δυνατόν περισσότερων πληροφοριών για τα πλοία, το επίπεδο δραστηριότητάς τους και των λειτουργιών τους μέσα στο γεωγραφικό χώρο της απογραφής. Τα ποντοπόρα πλοία απαιτούν τα περισσότερα δεδομένα σε σχέση με τις άλλες κατηγορίες κινητών πηγών. Τα είδη των δεδομένων αυτών περιγράφονται παρακάτω.

Δεδομένα πλοίων: Βρίσκονται συνήθως χρησιμοποιώντας το νηολόγιο του Lloyd το οποίο παρέχει τα χαρακτηριστικά των πλοίων όπως: τύπος πρόωσης, ισχύς της κύριας μηχανής, ηλικία του πλοίου, ταχύτητα και μερικές φορές πληροφορίες σχετικά με τις εγκαταστημένες βοηθητικές μηχανές και τους λέβητες. Υποκατάστατα επιχειρησιακά δεδομένα μπορεί επίσης να προέρχονται από δημοσιευμένες απογραφές εκπομπών άλλων λιμανιών.

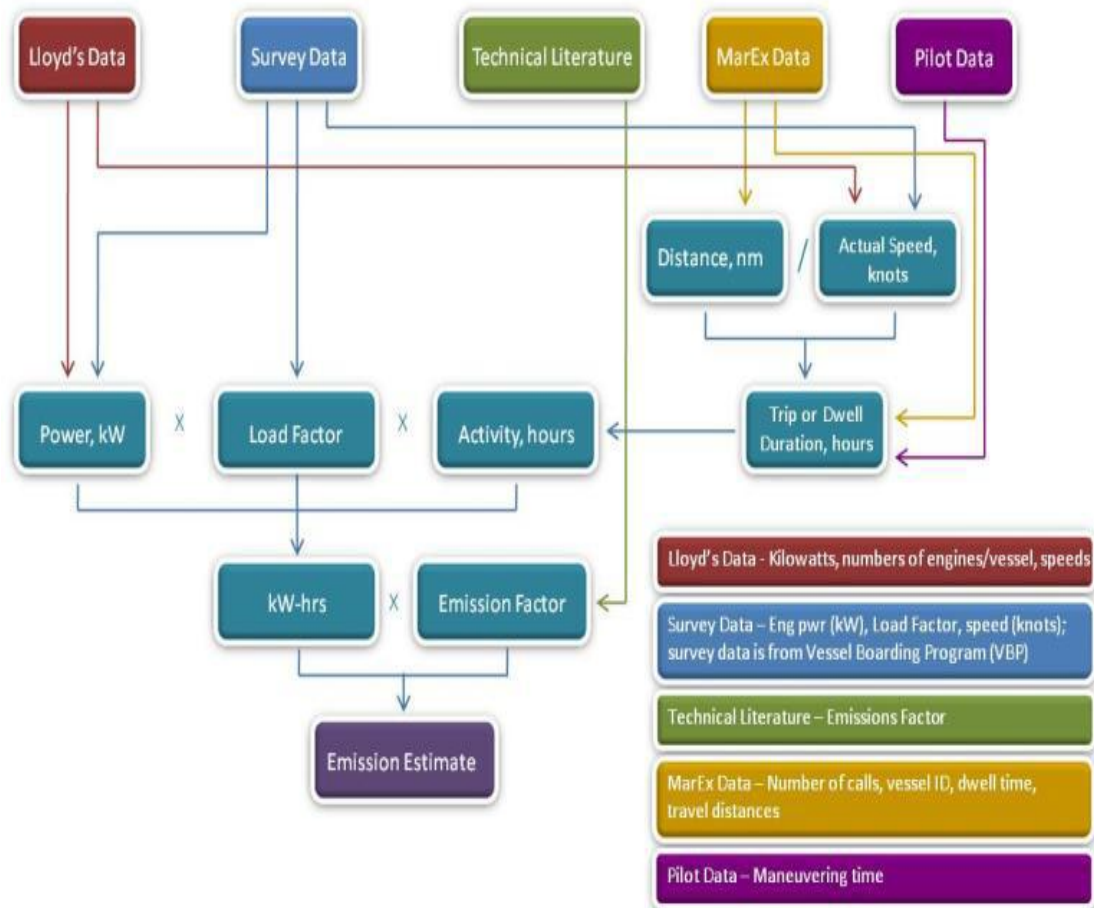
Δεδομένα δραστηριότητας: Τα δεδομένα αυτά μπορεί να παρέχονται μέσω των πλοηγών ή των συστημάτων κυκλοφορίας των πλοίων (VTS). Οι πληροφορίες που συγκεντρώνονται από αυτές τις πηγές περιλαμβάνουν τον αριθμό του διεθνούς ναυτιλιακού οργανισμού (IMO), την ημερομηνία, την ώρα, τη θέση αγκυροβολίας και μερικές φορές πληροφορίες για την ταχύτητα. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι τυπικά στοιχεία για την κατανάλωση καυσίμου δεν είναι διαθέσιμα και ως εκ τούτου οι

εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου υπολογίζονται με βάση την ενέργεια. Υπάρχουν προοληπτικές ζώνες (PZ) που βρίσκονται έξω από την είσοδο των περισσότερων λιμανιών. Η προοληπτική ζώνη (PZ) είναι μια περιοχή που ελέγχεται από το VTS όπου τα πλοία υποχρεούνται να επιβραδύνουν έτσι ώστε να μειωθεί ο κίνδυνος σύγκρουσης. Τα πλοία κινούνται μέσω της προοληπτικής ζώνης (PZ) και συνήθως περιμένουν στην σειρά τον πλοηγό που θα τα οδηγήσει προς και από το λιμάνι. Οι ταχύτητες αυτής της ζώνης μπορεί να ληφθούν μέσω των πλοηγών των λιμανιών. Τα δεδομένα δραστηριότητας κατηγοριοποιούνται ως: άφιξη, αναχώρηση, βάρδιες, αγκυροβολία και αγκυροβολία στην προβλήτα.

Δεδομένα κατάστασης: Τα δεδομένα κατάστασης χρησιμοποιούνται για να περιγραφεί η γεωγραφική περιοχή της απογραφής των τριών καταστάσεων λειτουργίας που περιγράφηκαν παραπάνω (διαμετακόμιση, ελιγμοί, διανυκτέρευση).

Γεωγραφικά δεδομένα: Μόλις τα γεωγραφικά όρια της απογραφής εκπομπών έχουν προσδιοριστεί, συγκεντρώνονται πληροφορίες για τη θέση των πλοίων που ταξιδεύουν μέσα σε αυτήν την περιοχή από ναυτικούς χάρτες ή από συζητήσεις με τους πλοηγούς, τους διαχειριστές του συστήματος ελέγχου κυκλοφορίας των πλοίων, και τους καπετάνιους των πλοίων.

Οι εκπομπές ρύπων για τα ποντοπόρα πλοία υπολογίζονται με βάση την απαίτηση σε ενέργεια για τη λειτουργία του σκάφους, ενέργεια που εκφράζεται σε κιλοβατώρες (kW-hrs) πολλαπλασιασμένη με έναν συντελεστή εκπομπών ρύπων (EF), όπου ο συντελεστής εκπομπών ρύπων εκφράζεται σε γραμμάρια ανά κιλοβατώρα (g/kW-hr). Συντελεστές εκπομπών ρύπων και ρυθμίσεις συντελεστών εκπομπής ρύπων για χαμηλά φορτία προωστήριων μηχανών εφαρμόζονται έπειτα στα διάφορα στοιχεία της δραστηριότητας. Η διαδικασία για τον υπολογισμό των εκπομπών από τις προωστήριες μηχανές απεικονίζεται ως διάγραμμα ροής στο σχήμα 3.9(10):



Σχήμα 3.9: Διάγραμμα ροής εκτίμησης εκπομπών ρύπων προωστήριων μηχανών (Inventory of Air Emissions CY 2010)

Οι εξισώσεις 3.7 και 3.8 αποτελούν τις βασικές εξισώσεις που χρησιμοποιούνται στον υπολογισμό των εκπομπών ρύπων.

$$E = \text{Energy} \times EF \times FCF \times CF$$

Εξίσωση 3.7

Όπου:

E = Εκπομπές ρύπων από τις μηχανές

Energy = Απαιτούμενη ενέργεια σε κιλοβατώρες (kW-hrs) υπολογισμένη σύμφωνα με την εξίσωση 3.8 παρακάτω σαν την ενεργειακή απόδοση της κύριας μηχανής κατά τη συγκεκριμένη χρονική περίοδο.

EF = Συντελεστής εκπομπής ρύπων , εκφραζόμενος σε g/kW-hr

FCF = Διορθωτικός συντελεστής καυσίμου

CF = Συντελεστής ελέγχου για τεχνολογίες μείωσης εκπομπών

Ο όρος ενέργεια (Energy) της παραπάνω εξίσωσης υπολογίζεται χρησιμοποιώντας την εξίσωση 3.8.

Energy = MCR x LF x Act

Εξίσωση 3.8

Όπου:

MCR = Μέγιστη συνεχής ονομαστική ισχύς του κινητήρα σε κιλοβάτ (kW)

LF = Συντελεστής φορτίου

Act = Δραστηριότητα σε ώρες (hrs)

Μέγιστη συνεχής ισχύς

Η μέγιστη συνεχής ισχύς ορίζεται ως η δοκιμασμένη από τον κατασκευαστή ισχύ του κινητήρα, για τη μελέτη αυτή θεωρείται ότι η τιμή που δίνει ο Lloyd για τη μέγιστη συνεχή ισχύ είναι η πιο εγκεκριμένη. Οι διεθνείς προδιαγραφές απαιτούν να υποβάλλεται η μέγιστη συνεχής ισχύς σε kw και σχετίζεται με τη μέγιστη διαθέσιμη ισχύ του πλοίου κατά τη διάρκεια μέσης φόρτωσης και μέσων συνθηκών θάλασσας. Ωστόσο ένα σκάφος που λειτουργεί στο 100% της μέγιστης συνεχής ισχύς είναι πολύ δαπανηρό όσο αναφορά την κατανάλωση καυσίμου και τη συντήρηση του κινητήρα για αυτό το λόγο οι περισσότεροι χειριστές περιορίζουν τη μέγιστη ισχύ στο 83% της μέγιστης συνεχούς ισχύς

Συντελεστής φορτίου

Συντελεστής φορτίου είναι ο λόγος της ισχύος εξόδου από την προωστήρια μηχανή σε μια συγκεκριμένη ταχύτητα προς τη μέγιστη συνεχή ισχύ της μηχανής (MCR). Ο συντελεστής φορτίου της προωστήριας μηχανής υπολογίζεται χρησιμοποιώντας το νόμο της προπέλας ο οποίος λέει ότι το φορτίο της προωστήριας μηχανής είναι ανάλογο με την ταχύτητα του πλοίου εις τον κύβο. Ως εκ

τούτου, το φορτίο της προωστήριας μηχανής σε μια δεδομένη ταχύτητα υπολογίζεται διαιρώντας την πραγματική ταχύτητα του πλοίου προς την μέγιστη ταχύτητά του και το κλάσμα υψώνεται εις τον κύβο.

$$LF = (AS/MS)^3$$

Εξίσωση 3.9

Όπου:

LF = Συντελεστής φορτίου επί τοις εκατό

AS = Πραγματική ταχύτητα σε κόμβους

MS = Μέγιστη ταχύτητα σε κόμβους

Για μερικές περιπτώσεις ο συντελεστής φορτίου που έχει υπολογιστεί χρησιμοποιώντας τα πραγματικά δεδομένα ταχύτητας που καταγράφονται υπερβαίνει το 83% της μέγιστης συνεχής ισχύος. Αυτό μπορεί να συμβαίνει σε πλοία που ταξιδεύουν πιο γρήγορα από τη μέγιστη ονομαστική τους ταχύτητα λόγω των συνθηκών ανέμων ή ρευμάτων. Για τους σκοπούς εκτίμησης των εκπομπών συνίσταται ο συντελεστής φορτίου να έχει ανώτατο όριο τη μονάδα το 100% δηλαδή ώστε να μην υπολογίζονται συντελεστές φορτίου μεγαλύτεροι από 100%.

Δραστηριότητα

Η δραστηριότητα μετριέται σε ώρες λειτουργίας. Ο χρόνος διέλευσης σε μία ζώνη εκτιμάται από τον καθορισμό του χρόνου που χρειάζεται για τη μετακίνηση μέσα σ'αυτή τη ζώνη. Αυτός μετριέται παίρνοντας την απόσταση (D) σε ναυτικά μίλια (nm) και διαιρώντας την με την πραγματική ταχύτητα του πλοίου (AS) κόμβους (knots).

$$Act = D/AS$$

Εξίσωση 3.10

Συντελεστές εκπομπών

Οι συντελεστές εκπομπών της κύριας μηχανής σε παγκόσμιο επίπεδο βασίζονται σε περιορισμένα στοιχεία. Οι συντελεστές εκπομπών για τα αέρια του θερμοκηπίου CO₂, CH₄ και N₂O τεκμηριώθηκαν στη μελέτη του IVL το 2004 (11). Τα πλοία υποχρεούνται να λειτουργούν τις κύριες μηχανές τους με υπόλοιπο πετρελαίου το

οποίο είναι ενδιάμεσο μαζούτ (IFO 380) ή ένα με παρόμοιες προδιαγραφές, με μέση περιεκτικότητα σε θείο 2,7%. Η μέση περιεκτικότητα των καυσίμων σε θείο αλλάζουν με το χρόνο και την τοποθεσία. Οι δύο κυρίαρχες μορφές κινητήρων πρόωσης είναι:

- Αργόστροφοι πετρελαιοκινητήρες με ανώτατο όριο στροφών του κινητήρα μικρότερο από 130 στροφές (rpm).
- Μεσόστροφοι πετρελαιοκινητήρες με μέγιστες στροφές του κινητήρα πάνω από 130 στροφές (rpm) και κατά κανόνα μεγαλύτερες από 400 στροφές (rpm).

Ο πίνακας 3.2 (12) περιλαμβάνει συντελεστές εκπομπών για τα αέρια του θερμοκηπίου και συγκεκριμένα για το διοξείδιο του άνθρακα (CO₂), το μεθάνιο (CH₄) και το διοξείδιο του αζώτου (N₂O). Ο συντελεστές εκπομπών για το CO₂E βασίζονται στο παγκόσμιο δυναμικό θέρμανσης του πλανήτη των τριών αερίων του θερμοκηπίου δηλαδή: (CO₂=1, CH₄=21, N₂O=310). Θα πρέπει να σημειωθεί ότι οι αλλαγές στον τύπο του καυσίμου συνήθως δεν επηρεάζουν τους συντελεστές εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου, εκτός από το μεθάνιο (CH₄) το οποίο έχει συντελεστή διόρθωσης καυσίμου 0,94 για καύσιμα ελαφρύτερα από τα υπόλοιπα καυσίμων.

Πίνακας 3.2: Συντελεστές εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου για την προωστική ισχύ ποντοπόρων πλοίων χρησιμοποιώντας υπόλοιπο πετρελαίου, gr/kw-hr.

Engine	MY	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂ E
Slow speed diesel	<=1999	620	0,012	0,031	629,9
Medium speed diesel	<=1999	683	0,010	0,031	692,8
Slow speed diesel	2000+	620	0,012	0,031	629,9
Medium speed diesel	2000+	683	0,010	0,031	692,8
Gas turbine	All	970	0,002	0,080	994,8
Steamship	All	970	0,002	0,080	994,8

Πηγή: IVL 2004

Οι συντελεστές εκπομπών βοηθητικών μηχανών παρουσιάζονται στον πίνακα 3.3 (13).

Πίνακας 3.3: Συντελεστές εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου για τις βοηθητικές μηχανές ποντοπόρων πλοίων χρησιμοποιώντας υπόλοιπο πετρελαίου, gr/kw-hr.

Engine	MY	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂ E
Medium speed	All	683	0,008	0,031	692,8

Πηγή: IVL 2004

Εκτός από τις βοηθητικές μηχανές που χρησιμοποιούνται για να παράγουν ηλεκτρική ενέργεια για τις επί του σκάφους εφαρμογές, τα περισσότερα ποντοπόρα πλοία έχουν έναν ή περισσότερους λέβητες που χρησιμοποιούνται για την θέρμανση των καυσίμων και για να παράγουν ζεστό νερό και ατμό. Οι λέβητες υποχρεούνται να λειτουργούν μόνο σε μειωμένες ταχύτητες όπως κατά τη διάρκεια ελιγμών στο λιμάνι και όταν το πλοίο βρίσκεται στο λιμάνι και οι κύριες μηχανές είναι σβηστές. Οι συντελεστές εκπομπών που χρησιμοποιούνται για τους ατμολέβητες βασίζονται σε συντελεστές εκπομπών της ENTEC (14). Οι συντελεστές εκπομπών για τους ατμολέβητες (ENTEC 2002) παρουσιάζονται στον πίνακα 3.4 (15).

Πίνακας 3.4: Συντελεστές εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου για ατμολέβητες ποντοπόρων πλοίων χρησιμοποιώντας υπόλοιπο πετρελαίου, gr/kw-hr

Engine	CO₂	CH₄	N₂O	CO₂E
Steam boilers	970	0,002	0,08	994,8

Πηγή: ENTEC, Quantification of Emissions from Ships Associated with Ship Movements between Ports in the European Community, Final Report, July 2002. Prepared for the European Commission.

Υπάρχουν και κάποιες άλλες κατηγορίες πηγών εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου που σχετίζονται με τις δραστηριότητες στα λιμάνια των οποίων η μεθοδολογία υπολογισμού των εκπομπών τους δεν μελετάται στην παρούσα εργασία. Οι πηγές αυτές περιλαμβάνουν: τις σιδηροδρομικές αμαξοστοιχίες και τα βαρέα οχήματα που κινούνται σε χώρους εντός του λιμανιού και γύρω από αυτό και χρησιμοποιούνται για τη μεταφορά εμπορευματοκιβωτίων, τον εξοπλισμό που σχετίζεται με την κατασκευή νέων λιμενικών εγκαταστάσεων καθώς και τη συντήρησή τους όπως εκσκαφείς, κόφτες, μπουλντόζες, φορητές εργοταξιακές γεννήτριες κλπ. και τέλος τις σταθερές πηγές εκπομπών αέριων ρύπων όπως εγκαταστάσεις παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, λέβητες, φορητές γεννήτριες εκτάκτου ανάγκης, ηλεκτρική ενέργεια που χρησιμοποιείται από κτιριακές εγκαταστάσεις, φωτισμό, ψυγεία ζήτησης ισχύος κλπ.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΕΚΤΙΜΗΣΗΣ ΕΜΠΟΜΠΩΝ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ (CO₂) ΣΤΟΝ ΤΕΡΜΑΤΙΚΟ ΣΤΑΘΜΟ “Χ”

4.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στο προηγούμενο κεφάλαιο αναπτύχθηκε η μεθοδολογία εκτίμησης εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και γενικότερα αερίων ρύπων. Στο παρών κεφάλαιο αναπτύσσεται η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε για τον υπολογισμό των επιπέδων διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) που εκπέμφθηκαν από τις δραστηριότητες που έλαβαν χώρα στον υποθετικό τερματικό σταθμό εμπορευματοκιβωτίων “Χ” κατά τη χρονική περίοδο από 01/01/2010 έως 31/06/2010. Οι πηγές εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) οι οποίες εξετάζονται στη συγκεκριμένη μελέτη περιλαμβάνουν:

- Τα ποντοπόρα πλοία
- Τα σκάφη εσωτερικής ναυσιπλοΐας
- Τον εξοπλισμό χειρισμού και μεταφοράς φορτίου

4.2 ΠΟΝΤΟΠΟΡΑ ΠΛΟΙΑ

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζονται οι διάφορες κατηγορίες πηγών που λήφθηκαν υπόψιν για την εκτίμηση των εκπομπών CO₂ που προέρχονται από τα ποντοπόρα πλοία. Οι κατηγορίες αυτές περιλαμβάνουν:

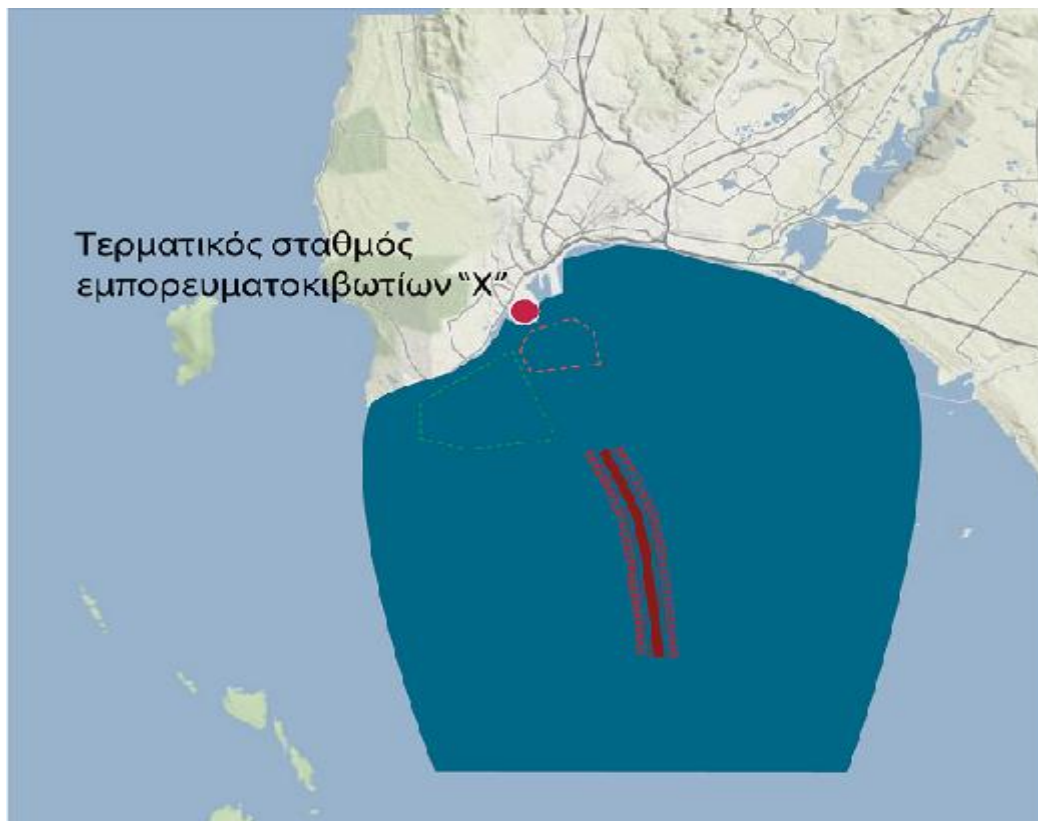
- 1) Την περιγραφή της πηγής
- 2) Τη γεωγραφική οριοθέτηση μέσα στα πλαίσια της οποίας γίνεται η εκτίμηση της εκπομπής των ρύπων
- 3) Τα στοιχεία και τις πληροφορίες που αποκτήθηκαν
- 4) Τη μεθοδολογία εκτίμησης εκπομπής των ρύπων

4.2.1 Περιγραφή πηγής

Στην παρούσα εργασία λήφθηκαν υπόψιν τα πλοία μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων που κατέπλευσαν στον τερματικό σταθμό εμπορευματοκιβωτίων “X” κατά την χρονική περίοδο από 1/1/2010 έως 31/06/2010. Τα ρυμουλκά πλοία τα οποία χρησιμοποιήθηκαν για τη ρυμούλκηση των παραπάνω πλοίων εξετάζονται σε παρακάτω κεφάλαιο. Στο παραπάνω χρονικό διάστημα είχαμε 449 αφίξεις πλοίων πολλά από τα οποία κατέπλευσαν περισσότερες από μία φορά.

4.2.2 Γεωγραφική οριοθέτηση

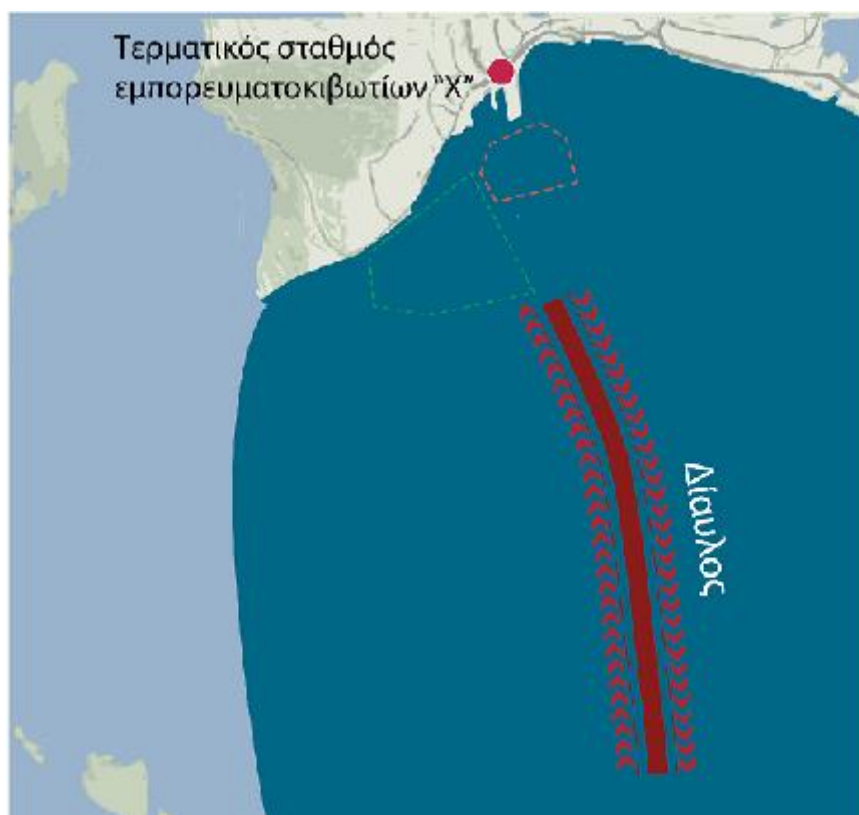
Η γεωγραφική έκταση της θαλάσσιας περιοχής στα πλαίσια της οποίας έγινε η εκτίμηση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) από τα πλοία μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων παρουσιάζεται στα παρακάτω σχήματα **(1)**.



Σχήμα 4.1: Θαλάσσια περιοχή μελέτης εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα

Επεξεργασία σχήματος: Ροδίτης Ευάγγελος

Η περιοχή μελέτης μας ξεκινάει μερικά μίλια πριν το πλοίο μπει στο δίαυλο διαχωρισμού κυκλοφορίας (traffic separation scheme) **(2)**. Τα μίλια αυτά ποικίλουν από πλοίο σε πλοίο καθώς εξαρτώνται από τη χρονική στιγμή που ο καπετάνιος επικοινωνεί με το κέντρο διαχείρισης της θαλάσσιας κυκλοφορίας (VTS) του λιμανιού όπου βρίσκεται ο τερματικός σταθμός εμπορευματοκιβωτίων “X”. Συνήθως ο χρόνος που μεσολαβεί από τη στιγμή που ο καπετάνιος του εκάστοτε πλοίου καλεί το κέντρο διαχείρισης θαλάσσιας κυκλοφορίας μέχρι τη στιγμή που το πλοίο προσεγγίζει το δίαυλο κυμαίνεται από τριάντα έως εξήντα λεπτά. Στη συνέχεια το πλοίο εισέρχεται μέσα στο δίαυλο ο οποίος περιλαμβάνει τη διαχωριστική ζώνη η οποία έχει πλάτος ενάμιση μίλι και τις γραμμές κυκλοφορίας εκατέρωθεν της ζώνης οι οποίες έχουν ένα μίλι πλάτος η καθεμία. Η δεξιά γραμμή κυκλοφορίας όπως φαίνεται στο χάρτη είναι για τα πλοία που εισέρχονται στο δίαυλο και η αριστερή για αυτά που εξέρχονται από το δίαυλο. Ο δίαυλος έχει περίπου δώδεκα μίλια μήκος. Ο χρόνος που χρειάζεται το κάθε πλοίο για να διασχίσει τον δίαυλο ποικίλει και εξαρτάται από την ταχύτητα του πλοίου και την κίνηση που υπάρχει μέσα στο σε αυτόν. Συνήθως μέσα στο δίαυλο τα πλοία κινούνται με ταχύτητα που κυμαίνεται από οχτώ έως δώδεκα μίλια την ώρα, η οποία σε χρόνο μεταφράζεται ενενήντα έως εξήντα λεπτά.



Σχήμα 4.2: Δίαυλος διαχωρισμού κυκλοφορίας (traffic separation scheme)

Επεξεργασία σχήματος: Ροδίτης Ευάγγελος

Κατά την έξοδο του πλοίου από το δίαυλο υπάρχουν δύο εναλλακτικές περιπτώσεις:

Αν το πλοίο πρόκειται να καταπλεύσει αμέσως στον σταθμό εμπορευματοκιβωτίων “X” τότε κατευθύνεται προς την περιοχή του πιλότου σχήμα 4.3 (3) έτσι ώστε με τη καθοδήγηση του πλοηγού και τη βοήθεια των ρυμουλκών να δέσει στον προβλήτα του τερματικού σταθμού εμπορευματοκιβωτίων “X” και να ξεκινήσουν άμεσα οι εργασίες φόρτωσης ή εκφόρτωσης του. Η περιοχή που ο πιλότος αναλαμβάνει την καθοδήγηση του πλοίου απέχει περίπου έξι μίλια από τον δίαυλο. Ο προβλήτας απέχει από την περιοχή του πιλότου περίπου δύο μίλια. Η ταχύτητα με την οποία το πλοίο ρυμουλκείται από την περιοχή του πιλότου στον προβλήτα είναι τρία με τέσσερα μίλια αρχικά και συνεχώς ελαττώνεται όσο αυτό πλησιάζει.



Χάρτης 4.3: Περιοχή του πιλότου: Περικλείεται από τις κόκκινες διακεκομμένες γραμμές

Επεξεργασία σχήματος: Ροδίτης Ευάγγελος

Αν όμως δεν υπάρχει η δυνατότητα το πλοίο να καταπλεύσει άμεσα στον προβλήτα είτε γιατί δεν μπορεί να το εξυπηρετήσει τη δεδομένη χρονική στιγμή είτε γιατί δεν υπάρχει διαθέσιμος πιλότος τότε το πλοίο κατευθύνεται στην περιοχή του αγκυροβολίου σχήμα 4.4 (4) η οποία απέχει περίπου τέσσερα με οχτώ μίλια ανάλογα με τη θέση που θα πάρει το πλοίο μέσα σε αυτή.



Σχήμα 4.4: Περιοχή αγκυροβολίου: Περικλείεται από τις πράσινες διακεκομμένες γραμμές

Επεξεργασία σχήματος: Ροδίτης Ευάγγελος

Στην περιοχή του αγκυροβολίου το πλοίο είτε αφήνεται να παρασυρθεί από τη θάλασσα δίχως να ρίξει άγκυρα το λεγόμενο «drifting» αν πρόκειται να μείνει εκεί για μικρό χρονικό διάστημα που κυμαίνεται από μερικά λεπτά έως μερικές ώρες, είτε ρίχνει άγκυρα αν πρόκειται να μείνει εκεί για διάστημα πολλών ωρών ώσπου να του δοθεί εντολή να καταπλεύσει προς την περιοχή του πιλότου με σκοπό στη συνέχεια να ρυμουλκηθεί προς τον σταθμό εμπορευματοκιβωτίων “X”. Συνήθως όμως η πλειοψηφία των πλοίων μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων που καταπλέουν στον τερματικό σταθμό εμπορευματοκιβωτίων “X” μετά την έξοδό τους από το δίαυλο κατευθύνονται άμεσα προς την περιοχή του πιλότου.

4.2.3 Εύρεση στοιχείων και πληροφοριών

Διάφορες πηγές δεδομένων και λειτουργικές γνώσεις σχετικά με τις θαλάσσιες δραστηριότητες στην περιοχή μελέτης του λιμανιού που βρίσκεται ο σταθμός εμπορευματοκιβωτίων “X” καθώς και τις γενικότερες δραστηριότητες στον σταθμό εμπορευματοκιβωτίων “X” συγκεντρώθηκαν και χρησιμοποιήθηκαν με σκοπό την κατάρτιση των απαραίτητων δεδομένων για την εκτίμηση των εκπομπών ρύπων. Οι πηγές αυτές περιλαμβάνουν:

- Κέντρο διαχείρισης της θαλάσσιας κυκλοφορίας (VTS)
- Πλοηγικός σταθμός του λιμανιού στον οποίο βρίσκεται ο σταθμός εμπορευματοκιβωτίων “X”
- Lloyd’s Register
- Πληρώματα των πλοίων
- Ναυτικοί χάρτες
- Κάθε πηγή αναλύεται στις παρακάτω ενότητες

4.2.3.1 Κέντρο διαχείρισης της θαλάσσιας κυκλοφορίας (VTS)

Τα κέντρα VTS αποτελούν τα κατά τόπους επιχειρησιακά κέντρα διαχείρισης της θαλάσσιας κυκλοφορίας. Αναπτύσσονται σε επιλεγμένες περιοχές για τη βελτίωση της ασφάλειας ναυσιπλοΐας και την προστασία του θαλάσσιου περιβάλλοντος. Η υπηρεσία αυτή έχει τη δυνατότητα να επικοινωνεί άμεσα και να αλληλεπιδρά με τα

πλοία και να δίνει λύσεις στα προβλήματα ασφάλειας που δημιουργούνται στη περιοχή ευθύνης της. Τα κέντρα VTS εγκαθίστανται σε χώρους των οικείων Λιμενικών Αρχών της χώρας και επιβλέπουν την εφαρμογή των κανονισμών διαχείρισης θαλάσσιας κυκλοφορίας με τρόπο παρόμοιο με αυτόν που εφαρμόζεται στη διαχείριση της εναέριας κυκλοφορίας. Το κέντρο VTS του λιμανιού που βρίσκεται ο σταθμός εμπορευματοκιβωτίων “X” αποτέλεσε τη βασική πηγή δεδομένων που περιλαμβάνει:

- Τα ονόματα των πλοίων που αφίχθησαν
- Τις ημερομηνίες και την ώρα κλήσης των πλοίων προς το VTS προτού αυτά διέλθουν από το δίαυλο.
- Τις ημερομηνίες και τις ώρες άφιξης των πλοίων στην θέση του αγκυροβολίου
- Τις ημερομηνίες και τις ώρες άφιξης των πλοίων στην περιοχή του πιλότου
- Το συνολικό χρόνο διαμονής του πλοίου στη θέση αγκυροβολίου
- Το προηγούμενο και τον επόμενο λιμάνι προορισμού

4.2.3.2 Πλοηγική υπηρεσία

Ο πλοηγικός σταθμός του λιμανιού στον οποίο βρίσκεται ο σταθμός εμπορευματοκιβωτίων “X” αποτέλεσε τη βασική πηγή δεδομένων που περιλάμβανε την ημερομηνία και την ακριβή ώρα που ο πλοηγός πήρε τον έλεγχο της γέφυρας του πλοίου από την περιοχή του πιλότου μέχρι την στιγμή που το πλοίο κατέπλευσε στον σταθμό εμπορευματοκιβωτίων “X” και η αντίστροφη διαδικασία. Τα δεδομένα ημερομηνίας και ώρας χρησιμοποιήθηκαν για τον υπολογισμό του συνολικού χρόνου ελιγμών του εκάστοτε πλοίου.

4.2.3.3 Lloyd’s Register των πλοίων

Ο Lloyd’s θεωρείται η κύρια πηγή για την εύρεση των χαρακτηριστικών στοιχείων των πλοίων όπως η χωρητικότητα, η ταχύτητα, ισχύς κύριας μηχανής και άλλων παραμέτρων. Η εταιρεία είναι γνωστή σαν μία κοινωνία ταξινόμησης των πλοίων για το σκοπό της ασφάλισης τους σε διεθνή βάση. Για τα πλοία που έχουν ταξινομηθεί από τον Lloyd’s τα δεδομένα είναι αρκετά πλήρη σε σχέση με τα πλοία που

χρησιμοποιούν ένα διαφορετικό πιστοποιητικό ασφαλείας. Ο Lloyd's χρησιμοποιήθηκε στην εργασία μας για τη λήψη πληροφοριών όπως, η ισχύς της κύριας μηχανής των πλοίων, η ταχύτητα τους και η χωρητικότητά τους.

4.2.3.4 Πληρώματα των πλοίων

Η καλύτερη πηγή δεδομένων που αφορούν τα πλοία και τις δραστηριότητες τους είναι τα ίδια τα άτομα που εργάζονται σε αυτά όπως οι αξιωματικοί γέφυρας και οι μηχανικοί. Για την επίτευξη της μελέτης μας έγιναν συναντήσεις και συζητήσεις με τα πληρώματα των πλοίων έτσι ώστε να συγκεντρωθούν και να εξακριβωθούν τα διάφορα στοιχεία που αφορούν τη λειτουργία τους.

4.2.4 Επιχειρησιακό προφίλ

Για τον υπολογισμό της συνολικής δραστηριότητας του κάθε πλοίου στην παρούσα εργασία καταρτίσαμε τέσσερις διαφορετικές κατηγορίες οι οποίες είναι:

- Χρόνος ταξιδιού (transit time)
- Χρόνος ελιγμών (maneuvering time)
- Χρόνος παραμονής σε θέση αγκυροβολίας (anchorage time)
- Χρόνος παραμονής στον σταθμό εμπορευματοκιβωτίων "X" (berth time)

4.2.4.1 Χρόνος ταξιδιού

Είναι το χρονικό διάστημα που μεσολαβεί από τη χρονική στιγμή που ο αξιωματικός της γέφυρας του πλοίου επικοινωνεί με το κέντρο διαχείρισης θαλάσσιας κυκλοφορίας του λιμανιού όπου βρίσκεται ο σταθμός εμπορευματοκιβωτίων "X" λίγο πριν μπει στο δίαυλο, μέχρι το πλοίο να φτάσει στην περιοχή του πιλότου αν πρόκειται να καταπλεύσει άμεσα στον σταθμό εμπορευματοκιβωτίων "X" ή διαφορετικά μέχρι να φτάσει στη θέση αγκυροβολίας.

4.2.4.2 Χρόνος ελιγμών

Είναι είναι το άθροισμα του χρόνου που χρειάζεται το πλοίο για να μεταφερθεί με τη βοήθεια του πλοηγού και των ρυμουλκών από την περιοχή του πιλότου στον σταθμό εμπορευματοκιβωτίων “X” και το αντίστροφο.

4.2.4.3 Χρόνος παραμονής σε θέση αγκυροβολίας

Είναι το συνολικό χρονικό διάστημα που το πλοίο παραμένει σε θέση αγκυροβολίας. Στην περίπτωση της εργασίας μας δεν λάβαμε υπόψιν το χρόνο που κάποια πλοία αντί να αγκυροβολούν απλά αφήνονται να παρασυρθούν από τα θαλάσσια ρεύματα το λεγόμενο “drifting”. Επίσης ο χρόνος που χρειάστηκαν τα αγκυροβολημένα πλοία να φτάσουν από τη θέση αγκυροβολίας τους στην περιοχή του πιλότου στην παρούσα εργασία προστέθηκε στο χρόνο ελιγμών.

4.2.4.4 Χρόνος παραμονής στον σταθμό εμπορευματοκιβωτίων “X”

Είναι το συνολικό χρονικό διάστημα από τη στιγμή που ο πλοηγός αποβιβάζεται από το πλοίο και αυτό δένει στον προβλήτα μέχρι τη χρονική στιγμή που ο πλοηγός επιβιβάζεται πάλι στο πλοίο με σκοπό να το κατευθύνει από τον προβλήτα στην περιοχή του πιλότου όπου από εκεί αποβιβάζεται και αφήνει τον έλεγχο του πλοίου στους αξιωματικούς της γέφυρας για να συνεχίσει το ταξίδι του.

4.2.5 Μεθοδολογία εκτίμησης εκπομπών CO₂

Οι εκπομπές ρύπων από τα ποντοπόρα πλοία όπως αναφέρθηκε στο κεφάλαιο 3 και συγκεκριμένα στην ενότητα 3.4.4 υπολογίζονται με βάση την απαίτηση σε ενέργεια για τη λειτουργία του σκάφους, ενέργεια που εκφράζεται σε κιλοβατώρες (kW-hrs) πολλαπλασιασμένη με έναν συντελεστή εκπομπής ρύπων. Οι εξισώσεις 3.7 και 3.8 που περιγράφηκαν στην ενότητα 3.4.4 αποτέλεσαν τις βασικές εξισώσεις που χρησιμοποιήθηκαν για τον υπολογισμό των εκπομπών ρύπων από τα πλοία που κατέπλευσαν στον σταθμό εμπορευματοκιβωτίων “X” με τη διαφορά ότι στην παρούσα εργασία δεν λήφθηκαν υπόψιν ο διορθωτικός

συντελεστής καυσίμου FCF καθώς και ο συντελεστής ελέγχου για τεχνολογίες μείωσης εκπομπών CF. Άρα η παραλλαγή της εξίσωσης 3.7 που χρησιμοποιήθηκε είναι:

$$E = \text{Energy} \times EF$$

Εξίσωση 4.1

Όπου:

E = Εκπομπές ρύπων από τις μηχανές

Energy = Απαιτούμενη ενέργεια σε κιλοβατώρες (kW-hrs) υπολογισμένη σύμφωνα με την εξίσωση 4.2 παρακάτω σαν την ενεργειακή απόδοση της κύριας μηχανής κατά τη συγκεκριμένη χρονική περίοδο.

EF = Συντελεστής εκπομπής ρύπων σε gr/kw-hr

Ο όρος ενέργεια (Energy) της παραπάνω εξίσωσης υπολογίζεται χρησιμοποιώντας την εξίσωση 4.2

$$\text{Energy} = \text{MCR} \times \text{LF} \times \text{Act}$$

Εξίσωση 4.2

Όπου:

MCR = Μέγιστη συνεχής ονομαστική ισχύς του κινητήρα σε κιλοβάτ (kW)

LF = Συντελεστής φορτίου

Act = Δραστηριότητα σε ώρες (hrs)

Ο τομέας της μεθοδολογίας εκτίμησης εκπομπής ρύπων περιλαμβάνει τη μεθοδολογία που χρησιμοποιείται για τις πρωσθήριες μηχανές και για τις βοηθητικές μηχανές. Οι πρωσθήριες μηχανές αναφέρονται συχνά ως κύριες μηχανές. Βοηθητικοί λέβητες και αποτεφρωτήρες δεν περιλαμβάνονται στις εκτιμήσεις των εκπομπών ρύπων στην περιοχή που μελετάμε. Ειδικά για τους αποτεφρωτήρες όπως αναφέρθηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο, σύμφωνα με τους χειριστές των σκαφών και γενικότερα τη θαλάσσια βιομηχανία, οι αποτεφρωτήρες δεν χρησιμοποιούνται όταν τα σκάφη βρίσκονται σε θέση αγκυροβολίας ή κοντά σε παράκτια ύδατα.

4.2.5.1 Μέγιστη συνεχής ισχύς προωστήριας μηχανής

Η μέγιστη συνεχής ισχύς ορίζεται ως η δοκιμασμένη από τον κατασκευαστή ισχύ του κινητήρα, για τη μελέτη αυτή θεωρείται ότι η τιμή που δίνει ο Lloyd για τη μέγιστη συνεχή ισχύ είναι η πιο εγκεκριμένη. Οι διεθνείς προδιαγραφές απαιτούν να υποβάλλεται η μέγιστη συνεχής ισχύς σε kw και σχετίζεται με τη μέγιστη διαθέσιμη ισχύ του πλοίου κατά τη διάρκεια μέσης φόρτωσης και μέσων συνθηκών θάλασσας. Ωστόσο ένα σκάφος που λειτουργεί στο 100% της μέγιστης συνεχής ισχύς είναι πολύ δαπανηρό όσο αναφορά την κατανάλωση καυσίμου και τη συντήρηση του κινητήρα για αυτό το λόγο οι περισσότεροι χειριστές περιορίζουν τη μέγιστη ισχύ στο 83% της μέγιστης συνεχούς ισχύος **(5)**.

4.2.5.2 Συντελεστής φορτίου προωστήριας μηχανής

Στην περίπτωση της μελέτης μας οι συντελεστές φορτίου δεν υπολογίστηκαν σύμφωνα με την εξίσωση 3.9 που περιγράφηκε στην ενότητα 3.4.2 στο κεφάλαιο 3, καθώς υπήρχαν αντικειμενικές δυσκολίες στην εύρεση της πραγματικής ταχύτητας του πλοίου για διαφορετικές χρονικές στιγμές. Έτσι χρησιμοποιήθηκαν για την κύρια μηχανή των πλοίων οι συντελεστές φορτίου που λαμβάνει υπόψιν η ENTEC και οι οποίοι είναι διαφορετικοί για κάθε κατάσταση του πλοίου. Έτσι ανάλογα με τις καταστάσεις στις οποίες βρίσκεται το πλοίο έχουμε τους αντίστοιχους συντελεστές για την κύρια μηχανή οι οποίοι περιγράφονται στον πίνακα 4.1 **(6)**

Πίνακας 4.1: Συντελεστές φορτίου κύριας μηχανής πλοίων στις διάφορες καταστάσεις.

Κύρια μηχανή (main engine)	
Κατάσταση	Συντελεστής φορτίου (LF)%
Ταξιδιού (transit)	80%
Ελιγμών (maneuvering)	20%

Θέσης αγκυροβολίας (at anchorage)	0%
Θέσης προβλήτας (at berth)	20%

Πηγή: *European Commission Directorate General Environment Service Contract on Ship Emissions: Assignment, Abatement and Market-based Instruments, Task 2 – General Report 2.4 Engine Load Factors*

4.2.5.3 Δραστηριότητα προωστήριας μηχανής

Η δραστηριότητα της κύριας μηχανής μετρείται σε ώρες λειτουργίας. Στην περίπτωση της εργασίας μας θεωρήσαμε πάλι τα ποσοστά του χρόνου λειτουργίας της κύριας μηχανής σύμφωνα με αυτά που δημοσιεύει η ENTEC. Τα ποσοστά αυτά παρουσιάζονται στον πίνακα 4.2 (7).

Πίνακας 4.2: Ποσοστό χρόνου λειτουργίας κύριας μηχανής πλοίων στις διάφορες καταστάσεις.

Κύρια μηχανή (main engine)	
Κατάσταση	Χρόνος λειτουργίας κύριας μηχανής (%)
Ταξιδιού (transit)	100%
Ελιγμών (maneuvering)	100%
Θέσης αγκυροβολίας (at anchorage)	0%
Θέσης προβλήτας (at berth)	5%

Πηγή: *European Commission Directorate General Environment Service Contract on Ship Emissions: Assignment, Abatement and Market-based Instruments, Task 2 – General Report 2.4 Engine Load Factors*

4.2.5.4 Συντελεστές εκπομπών CO₂ προωστήριας μηχανής

Ο συντελεστής εκπομπών για την κύρια μηχανή λήφθηκε σύμφωνα με τη δημοσίευση του IMO (8). Έτσι στην παρούσα εργασία θεωρώντας ότι οι κύριες μηχανές των πλοίων χρησιμοποιούν καύσιμο υψηλής περιεκτικότητας σε θείο, ο συντελεστής εκπομπών EF διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) λήφθηκε ίσος με: 3,021 kg CO₂ / kg καυσίμου σε όλες τις καταστάσεις (transit,maneuvering,at berth,at anchorage) και θεωρώντας ότι η κατανάλωση καυσίμου για μεσόστροφους κινητήρες diesel είναι περίπου 190 gr/kw-hr.

4.2.5.5 Ισχύς ηλεκτρομηχανών

Η ισχύς των ηλεκτρομηχανών των πλοίων στην εργασία μας υπολογίστηκε σύμφωνα με τον τύπο που δημοσιεύει ο IMO (9) και αναφέρεται στην ισχύ των ηλεκτρομηχανών. Σύμφωνα με τον τύπο αυτό για πλοία με ισχύ κύριας μηχανής μικρότερη των 10.000 kw η ισχύς των ηλεκτρομηχανών ορίζεται από το παρακάτω τύπο:

Εξίσωση 4.3

$$\text{Ισχύς ηλεκτρομηχανών (kw)} = 5\% \times \text{Ισχύς κύριας μηχανής (kw)}$$

Ενώ για πλοία με κύρια μηχανή μεγαλύτερη ή ίση με 10.000 kw η ισχύς των ηλεκτρομηχανών ορίζεται ως εξής:

Εξίσωση 4.4

$$\text{Ισχύς ηλεκτρομηχανών (kw)} = 2,5\% + 250 \times \text{Ισχύς κύριας μηχανής (kw)}$$

4.2.5.5 Συντελεστής φορτίου ηλεκτρομηχανών

Για τον συντελεστή φορτίου των ηλεκτρομηχανών θεωρήσαμε πάλι τους συντελεστές που δημοσιεύσει η ENTEC. Έτσι ανάλογα με τις καταστάσεις στις οποίες βρίσκεται το πλοίο έχουμε τους αντίστοιχους συντελεστές για τις ηλεκτρομηχανές των πλοίων οι οποίοι περιγράφονται στον πίνακα 4.3 (10).

Πίνακας 4.3: Συντελεστές φορτίου ηλεκτρομηχανών πλοίων στις διάφορες καταστάσεις.

Ηλεκτρομηχανές (auxiliary engines)	
Κατάσταση	Συντελεστής φορτίου (LF) (%)
Ταξιδιού (transit)	30%
Ελιγμών (maneuvering)	50%
Θέσης αγκυροβολίας (at anchorage)	50%
Θέσης προβλήτας (at berth)	40%

Πηγή: European Commission Directorate General Environment Service Contract on Ship Emissions: Assignment, Abatement and Market-based Instruments, Task 2 – General Report 2.4 Engine Load Factors

4.2.5.6 Δραστηριότητα ηλεκτρομηχανών

Η δραστηριότητα των ηλεκτρομηχανών μετριέται και αυτή σε ώρες λειτουργίας όπως συμβαίνει και με την κύρια μηχανή. Στην περίπτωση της εργασίας μας θεωρήσαμε πάλι τα ποσοστά του χρόνου λειτουργίας των ηλεκτρομηχανών σύμφωνα με αυτά που δημοσιεύει η ENTEC. Τα ποσοστά αυτά παρουσιάζονται στον πίνακα 4.4 (11).

Πίνακας 4.4: Ποσοστό χρόνου λειτουργίας ηλεκτρομηχανών πλοίων στις διάφορες καταστάσεις.

Ηλεκτρομηχανές (auxiliary engines)	
Κατάσταση	Χρόνος λειτουργίας κύριας μηχανής (%)
Ταξιδιού (transit)	100%
Ελιγμών (maneuvering)	100%

Θέσης αγκυροβολίας (at anchorage)	100%
Θέσης προβλήτα (at berth)	100%

Πηγή: European Commission Directorate General Environment Service Contract on Ship Emissions: Assignment, Abatement and Market-based Instruments, Task 2 – General Report 2.4 Engine Load Factors

4.2.5.7 Συντελεστές εκπομπών CO₂ ηλεκτρομηχανών

Ο συντελεστής εκπομπών που αφορούν τις ηλεκτρομηχανές των πλοίων λήφθηκαν σύμφωνα με τη δημοσίευση του IMO (12). Έτσι στην παρούσα εργασία θεωρώντας ότι οι ηλεκτρομηχανές των πλοίων χρησιμοποιούν καύσιμο χαμηλής περιεκτικότητας σε θείο, ο συντελεστής εκπομπών EF διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) λήφθηκε ίσος με: 3,021 kg CO₂ / kg καυσίμου στις καταστάσεις (transit, maneuvering, at anchorage) και 3,075 στην κατάσταση at berth θεωρώντας ότι η κατανάλωση καυσίμου για τις ηλεκτρομηχανές είναι περίπου 210 gr/kw-hr.

4.3 ΣΚΑΦΗ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΝΑΥΣΙΠΛΟΪΑΣ

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζονται οι διάφορες κατηγορίες πηγών για την εκτίμηση των εκπομπών των αέριων ρύπων που προέρχονται από τα σκάφη εσωτερικής ναυσιπλοΐας. Για τις ανάγκες της παρούσας εργασίας μελετήθηκαν μόνο οι εκπομπές των ρυμουλκών σκαφών που χρησιμοποιήθηκαν για τη ρυμούλκηση των πλοίων εμπορευματοκιβωτίων που κατέπλευσαν στον σταθμό εμπορευματοκιβωτίων “X”. Οι κατηγορίες αυτές περιλαμβάνουν:

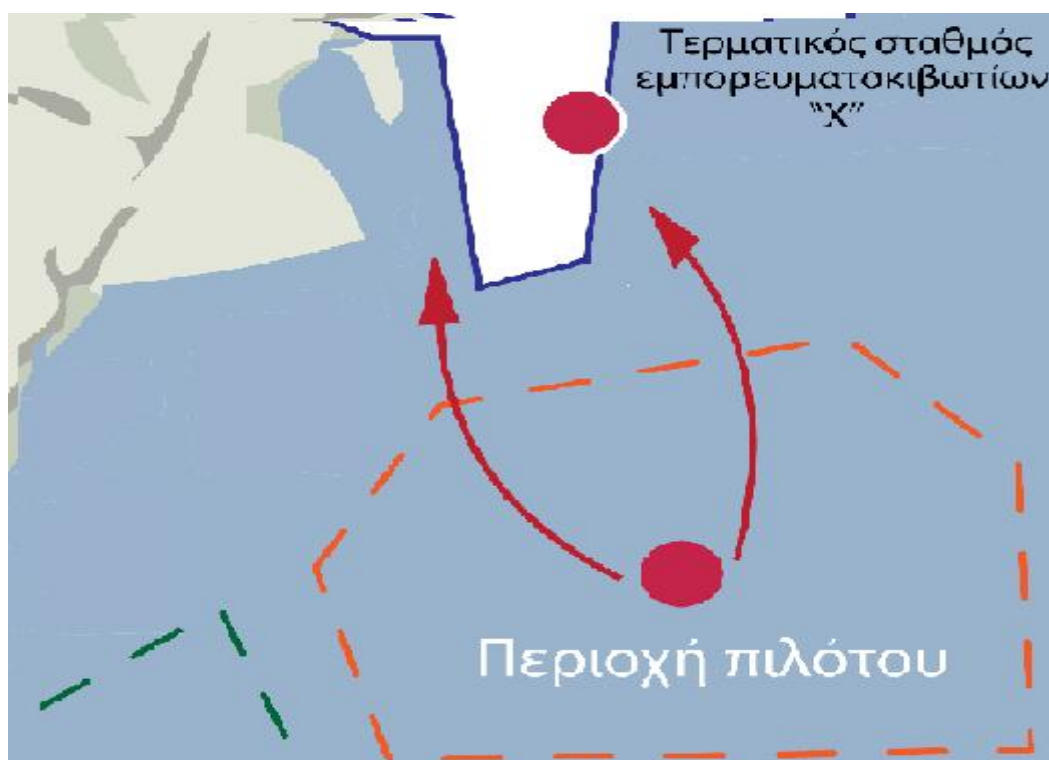
- 1) Την περιγραφή της πηγής
- 2) Τη γεωγραφική οριοθέτηση μέσα στα πλαίσια της οποίας γίνεται η εκτίμηση της εκπομπής των ρύπων
- 3) Τα στοιχεία και τις πληροφορίες που αποκτήθηκαν
- 4) Τη μεθοδολογία εκτίμησης εκπομπής των ρύπων

4.3.1 Περιγραφή πηγής

Τα πλοία που καταπλέουν στον σταθμό εμπορευματοκιβωτίων “X” ρυμουλκούνται ή συνοδεύονται πάντα από ρυμουλκά σκάφη ο αριθμός και η ισχύς των οποίων εξαρτάται από το μέγεθος των πλοίων που ρυμουλκούν.

4.3.2 Γεωγραφική οριοθέτηση

Η γεωγραφική έκταση της θαλάσσιας περιοχής στα πλαίσια της οποίας έγινε η εκτίμηση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) από τα ρυμουλκά, περιλαμβάνει την διαδρομή που διανύουν τα ρυμουλκά από την περιοχή του πιλότου έως τον σταθμό εμπορευματοκιβωτίων “X” και το αντίστροφο. Η διαδρομή αυτή απεικονίζεται στον παρακάτω σχήμα (13) ανάλογα με την πλευρά του προβλήτα που πρόκειται να καταπλεύσουν τα πλοία εμπορευματοκιβωτίων (δεξιά ή αριστερά).



Σχήμα 4.5: Περιοχή μελέτης εκπομπής ρύπων ρυμουλκών: Διαδρομή μεταξύ του σημείου εκκίνησης των ρυμουλκών και του προβλήτα του τερματικού σταθμού “X”

Επεξεργασία σχήματος: Ροδίτης Ευάγγελος

4.3.3 Εύρεση στοιχείων και πληροφοριών

Οι ακόλουθες πηγές χρησιμοποιήθηκαν για την συλλογή δεδομένων που αφορούν τα ρυμουλκά:

- Οι ναυτιλιακές εταιρείες που κατέχουν τα ρυμουλκά.
- Οι χειριστές των ρυμουλκών αυτών.
- Οι παράμετροι λειτουργίας των ρυμουλκών που περιλαμβάνουν τον αριθμό, τον τύπο, την ιπποδύναμη και την κατανάλωση της κύριας μηχανής. (οι βοηθητικές μηχανές των ρυμουλκών δεν λήφθηκαν υπόψιν στην περίπτωση της εργασίας μας)
- Η χρονική δραστηριότητα των ρυμουλκών

4.3.4 Επιχειρησιακό προφίλ

Ήρθαμε σε επαφή με τις ναυτιλιακές εταιρείες που συνεργάζονται με τον σταθμό εμπορευματοκιβωτίων “X” και κατέχουν τα ρυμουλκά με σκοπό να μας ενημερώσουν για τα διάφορα χαρακτηριστικά των σκαφών αυτών. Επειδή δεν ήταν δυνατό να συλλέξουμε στοιχεία που κατέγραφαν την κάθε χρονική στιγμή τα συγκεκριμένα ρυμουλκά που ρυμούλκησαν το κάθε πλοίο θεωρήσαμε στην εργασία μας ότι το κάθε πλοίο που κατέπλευσε στον σταθμό εμπορευματοκιβωτίων “X” συνοδεύτηκε ή ρυμουλκήθηκε από έναν αριθμό ρυμουλκών ο οποίος βασίστηκε στο μέγεθος των πλοίων που ρυμουλκήθηκαν.

4.3.5 Μεθοδολογία εκτίμησης εκπομπών CO₂

Σε αυτήν την ενότητα περιγράφεται η μεθοδολογία υπολογισμού των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα που προήλθαν από τα ρυμουλκά πλοία. Ο υπολογισμός των εκπομπών αυτών βασίστηκε στην εξίσωση 3.5 που περιγράφηκε στο κεφάλαιο 3 και συγκεκριμένα στην ενότητα 3.4.3. Τα στοιχεία της έρευνας περιλαμβάνουν κυρίως στοιχεία που συλλέχτηκαν από τις ναυτιλιακές εταιρείες που κατέχουν τα ρυμουλκά

καθώς και από την τεχνική βιβλιογραφία. Στην παρούσα εργασία εκτιμήθηκαν μόνο οι εκπομπές από την κύρια μηχανή του κάθε ρυμουλκού δίχως να λαμβάνονται υπόψιν οι βοηθητικές μηχανές του.

Σύμφωνα με τα παραπάνω η βασική εξίσωση που χρησιμοποιήθηκε για τον υπολογισμό των εκπομπών ρύπων από ρυμουλκά είναι:

$$E = \text{Power} \times \text{Act} \times \text{LF} \times \text{EF}$$

Εξίσωση 4.5

Όπου:

E = Εκπομπές ρύπων σε τόνους

Power = Ονομαστική ισχύς της κύριας μηχανής σε κιλοβάτ(kw)

Act = Δραστηριότητα σε ώρες (hrs)

LF = Συντελεστής φορτίου (ο λόγος του μέσου φορτίου που χρησιμοποιείται κατά την κανονική λειτουργία του κινητήρα σε σχέση με το πλήρες φορτίο στη μέγιστη ονομαστική του ιπποδύναμη)

EF = Συντελεστής εκπομπής ρύπων , εκφραζόμενος σε g/kw-hr

4.3.5 Ονομαστική ισχύς της κύριας μηχανής ρυμουλκών

Ανάλογα με το μέγεθος του κάθε πλοίου που ρυμουλκήθηκε επιλέξαμε τα απαιτούμενα ρυμουλκά των εταιρειών που συνεργάζονται με τον σταθμό εμπορευματοκιβωτίων “X”. Έτσι η ονομαστική ισχύς των κύριων μηχανών των ρυμουλκών που χρησιμοποιήθηκαν βασίστηκε στο μέγεθος του πλοίου που ρυμούλκησαν. Τα μεγέθη των πλοίων που κατέπλευσαν στον σταθμό εμπορευματοκιβωτίων “X” ξεκινούν από 5767 κοχ το μικρότερο μέχρι 78179 κοχ το μεγαλύτερο.

4.3.6 Χρονική δραστηριότητα ρυμουλκών

Ο χρόνος λειτουργίας του κάθε ρυμουλκού σχετίζεται με τον χρόνο ελιγμών του πλοίου (maneuvering time) που συνοδεύει η ρυμουλκεί από την περιοχή του πιλότου έως τον σταθμό εμπορευματοκιβωτίων “X”. Έτσι στην περίπτωση της μελέτης μας ως χρόνος λειτουργίας του κάθε ρυμουλκού θεωρήθηκε ο συνολικός χρόνος ελιγμών του συγκεκριμένου πλοίου που ρυμούλκησε, τον οποίο βρήκαμε από τα στοιχεία του πλοηγικού σταθμού του λιμανιού όπου βρίσκεται ο σταθμός εμπορευματοκιβωτίων “X”.

Πίνακας 4.5 : Χρόνος ελιγμών ρυμουλκών με βάση την ιπποδύναμη

Ισχύς ρυμουλκού	Ελάχιστος χρόνος ελιγμών(min)	Μέγιστος χρόνος ελιγμών(min)	Μέσος χρόνος ελιγμών(min)
552 kw	50	130	82,24
828 kw	60	210	90,57
1003 kw	55	140	92,56
1324 kw	95	110	101,43
1471 kw	60	155	101,84
3500 kw	70	175	109,87

4.3.7 Συντελεστής φορτίου κύριας μηχανής

Ο συντελεστής φορτίου της κύριας μηχανής χρησιμοποιείται στους υπολογισμούς των εκπομπών ώστε να αντικατοπτρίζει το γεγονός ότι κατά μέσο όρο η κύρια μηχανή δεν λειτουργεί στη μέγιστη ονομαστική της ισχύ. Σύμφωνα με τους χειριστές των ρυμουλκών τα οποία χρησιμοποιούνται για τη ρυμούλκηση των πλοίων εμπορευματοκιβωτίων, το ποσοστό στο οποίο λειτουργούν οι κύριες μηχανές των ρυμουλκών κατά τη διάρκεια μιας ρυμούλκησης κυμαίνεται γύρω στο 40% της μέγιστης ονομαστικής ισχύς τους.

4.3.8 Συντελεστής εκπομπών CO₂

Ο συντελεστής εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) για τις κύριες μηχανές των ρυμουλκών σκαφών λήφθηκε με βάση τη δημοσίευση του IMO (14). Έτσι στην παρούσα εργασία θεωρήθηκε ότι για καύσιμο υψηλής περιεκτικότητας σε θείο ο συντελεστής εκπομπών EF διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) των κύριων μηχανών των ρυμουλκών είναι ίσος με 3,021 kg CO₂/kg καυσίμου θεωρώντας ότι η κατανάλωση καυσίμου είναι περίπου 190 gr/kw-hr για μεσόστροφες diesel μηχανές.

4.4 ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΚΑΙ ΧΕΙΡΙΣΜΟΥ ΦΟΡΤΙΟΥ

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζονται οι διάφορες κατηγορίες πηγών που χρησιμοποιήθηκαν για την εκτίμηση των εκπομπών CO₂, για τις διάφορες κατηγορίες του εξοπλισμού μεταφοράς και χειρισμού φορτίου που λειτουργούν στον σταθμό εμπορευματοκιβωτίων “X”. Οι κατηγορίες πηγών περιλαμβάνουν:

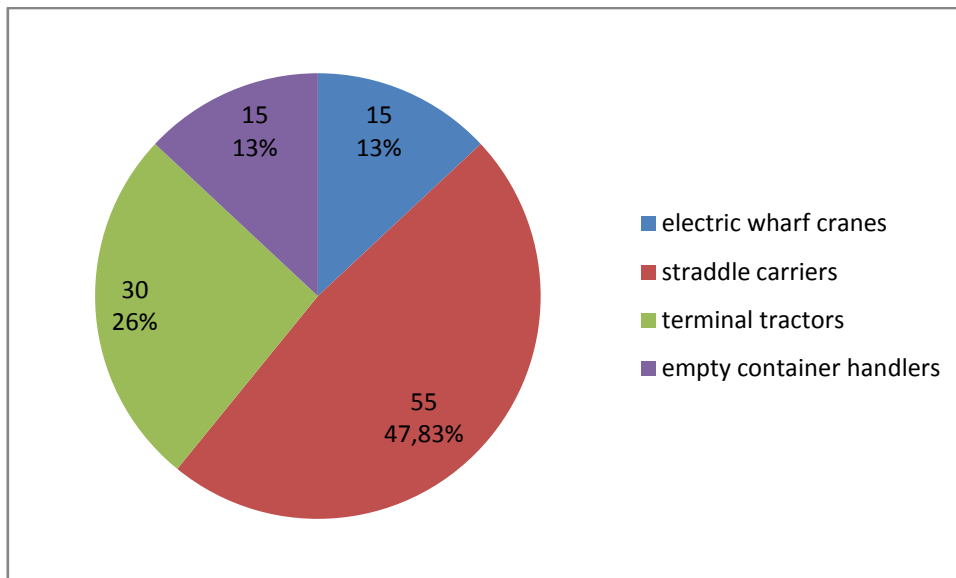
- 1) Την περιγραφή της πηγής
- 2) Τη γεωγραφική οριοθέτηση
- 3) Εύρεση στοιχείων και πληροφοριών
- 4) Χαρακτηριστικά λειτουργίας
- 5) Μεθοδολογία εκτίμησης ρύπων

4.4.1 Περιγραφή πηγής

Ο εξοπλισμός μεταφοράς και χειρισμού φορτίου περιλαμβάνει συγκεκριμένα τον εξοπλισμό χειρισμού και μεταφοράς φορτίου που λειτουργεί στον σταθμό εμπορευματοκιβωτίων “X”. Με βάση την απογραφή η οποία πραγματοποιήθηκε το χρονικό διάστημα που μελετά η παρούσα εργασία στον τερματικό σταθμό εμπορευματοκιβωτίων “X” εντοπίστηκε ο παρακάτω εξοπλισμός μεταφοράς και χειρισμού εμπορευματοκιβωτίων τον οποίο παρουσιάσαμε στο κεφάλαιο 2 στην ενότητα 2.4:

- 15 ηλεκτρικές γερανογέφυρες προβλήτας (electric wharf cranes)
- 55 ανυψωτικά μηχανήματα στοιβασίας και μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων (straddle carriers)
- 30 νταλίκες (terminal tractors)
- 15 μηχανήματα χειρισμού κενών εμπορευματοκιβωτίων (empty container handlers)

Οι γερανογέφυρες προβλήτα χρησιμοποιούν ηλεκτρικό ρεύμα για τη λειτουργία τους ενώ ο υπόλοιπος εξοπλισμός μεταφοράς και χειρισμού εμπορευματοκιβωτίων λειτουργεί με καύσιμο ντίζελ.



Σχήμα 4.6: Κατανομή του εξοπλισμού μεταφοράς και χειρισμού φορτίου που λειτουργεί στον σταθμό εμπορευματοκιβωτίων “X”

4.4.2 Γεωγραφική οριοθέτηση

Στο σχήμα 4.6 (15) παρουσιάζεται η γεωγραφική οριοθέτηση για τον εξοπλισμό μεταφοράς και χειρισμού φορτίου στον οποίο επικεντρώθηκε η εργασία μας για την εκτίμηση των εκπομπών CO₂.



Σχήμα 4.6: Τερματικός σταθμός εμπορευματοκιβωτίων “X”

Επεξεργασία σχήματος: Ροδίτης Ευάγγελος

4.4.3 Εύρεση στοιχείων και πληροφοριών

Ήρθαμε σε επαφή με το προσωπικό που χειρίζεται τον εξοπλισμό μεταφοράς φορτίου του τερματικού σταθμού εμπορευματοκιβωτίων “X” είτε αυτοπροσώπως, ή μέσω ηλεκτρονικού ταχυδρομείου (email) ή τηλεφώνου για να λάβουμε πληροφορίες σχετικά με τα παρακάτω:

- Τύπος εξοπλισμού
- Κατασκευαστής
- Μάρκα και μοντέλο εξοπλισμού
- Εσωτερικός αριθμός αναγνώρισης εξοπλισμού
- Ονομαστική ιπποδύναμη(hp) ή κιλοβάτ(kw)
- Τύπος καυσίμου που χρησιμοποιείται
- Κατανάλωση καυσίμου
- Εναλλακτικά καύσιμα που χρησιμοποιούνται
- Ετήσιες ώρες λειτουργίας
- Νέος εξοπλισμός που πρόκειται λειτουργήσει

4.4.4 Επιχειρησιακό προφίλ

Οι πίνακες 4.6, 4.7, 4.8 και 4.9 παρουσιάζουν συνοπτικά τα στοιχεία του εξοπλισμού μεταφοράς και χειρισμού εμπορευματοκιβωτίων που συλλέχθηκαν από τον τερματικό σταθμό εμπορευματοκιβωτίων “X”. Οι πίνακες αυτοί περιλαμβάνουν την καταμέτρηση του συνόλου του εξοπλισμού, το εύρος και το μέσο όρο ιπποδύναμης, το έτος κατασκευής καθώς και τις ώρες λειτουργίας ανά τύπο εξοπλισμού.

Πίνακας 4.6: Ελάχιστη, μέση και μέγιστη ισχύ εξοπλισμού χειρισμού και μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων.

Εξοπλισμός τερματικού σταθμού	Αριθμός	Ισχύς(KW)		
		MIN	MAX	AVERAGE
Electric wharf cranes	15	1600(KVA)	2000(KVA)	1800(KVA)
Straddle carriers	55	303	368	320
Empty container handlers	15	na	na	167
terminal tractors	30	190	211	200

Πίνακας 4.7: Ελάχιστο, μέσο και μέγιστο έτος κατασκευής εξοπλισμού χειρισμού και μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων.

Εξοπλισμός τερματικού σταθμού	Αριθμός	Μοντέλο(έτος)		
		MIN	MAX	AVERAGE
Electric wharf cranes	15	1987	2010	1998
Straddle carriers	55	1992	2004	2000
Empty container handlers	15	1998	2008	2004
terminal tractors	30	1994	2008	2002

Πίνακας 4.8: Ελάχιστες, μέσες και μέγιστες ώρες λειτουργίας εξοπλισμού χειρισμού και μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων.

Εξοπλισμός τερματικού σταθμού	Αριθμός	Ώρες λειτουργίας		
		MIN	MAX	AVERAGE
Electric wharf cranes	15	141	1868,2	877,876
Straddle carriers	55	na	na	na
Empty container handlers	15	na	na	na
terminal tractors	30	na	na	na

Πίνακας 4.9: Ελάχιστη, μέση και μέγιστη ανυψωτική μεταφορική ικανότητα εξοπλισμού χειρισμού και μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων.

Εξοπλισμός τερματικού σταθμού	Αριθμός	Ανυψωτική ικανότητα σε τόννους		
		MIN	MAX	AVERAGE
Electric wharf cranes	15	41	65	53
Straddle carriers	55	35	40	36
Empty container handlers	15	5	9	7
terminal tractors	30	20	30	25

4.4.5 Μεθοδολογία εκτίμησης εκπομπής ρύπων

Οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα που προήλθαν από τον εξοπλισμό χειρισμού και μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων υπολογίστηκαν με βάση την εξίσωση 3.4 η οποία περιγράφηκε στο κεφάλαιο 3 και συγκεκριμένα στην ενότητα 3.4.2. Έτσι σύμφωνα με την εξίσωση 3.4 για τον κάθε τύπο εξοπλισμού οι εκπομπές εκτιμώνται χρησιμοποιώντας στοιχεία κατανάλωσης καυσίμου.

$$E = \text{FuelConsumption} \times EF$$

Εξίσωση 4.6

Όπου:

E = Εκπομπές σε τόννους ανά έτος

Fuel Consumption = Κατανάλωση καυσίμου σε λίτρα καυσίμου ανά χρόνο (liters fuel/yr)

EF = Συντελεστής εκπομπών σε κιλά ρύπων ανά λίτρο καυσίμου (kg CO₂/liter fuel)

Στη συνέχεια περιγράφεται αναλυτικά ο τρόπος υπολογισμού των εκπομπών CO₂ για τον κάθε τύπο εξοπλισμού.

4.4.5.1 Ηλεκτρικές γερανογέφυρες προβλήτα (electric wharf cranes)

Ο υπολογισμός εκπομπών ρύπων διοξειδίου του άνθρακα CO₂ πραγματοποιήθηκε με βάση τον συνολικό αριθμό κινήσεων εμπορευματοκιβωτίων που πραγματοποιήθηκαν κατά το χρονικό διάστημα που μελετάμε. Αφού συγκεντρώσαμε από τα αρχεία του σταθμού εμπορευματοκιβωτίων “X” όλες τις κινήσεις εμπορευματοκιβωτίων που πραγματοποιήθηκαν το χρονικό διάστημα ενός εξαμήνου βρήκαμε τη συνολική ποσότητα ρεύματος που καταναλώθηκε από τις γερανογέφυρες προβλήτα, θεωρώντας με βάση μελέτες που έχουν πραγματοποιηθεί σε άλλα λιμάνια ότι η κάθε γερανογέφυρα καταναλώνει 6 κιλοβατώρες ανά διακίνηση TEU. Έτσι προέκυψαν οι παρακάτω εξισώσεις που αφορούν την κατανάλωση ρεύματος των γερανογεφυρών προβλήτας και τις εκπομπές τους σε CO₂:

Total consumption=Total TEUs x 6 kw/TEU

Εξίσωση 4.7

Emissions=Total fuel consumption x Emission factor

Εξίσωση 4.8

Όπου:

Total TEUs = Τα συνολικά TEUs που διακινήθηκαν τη χρονική περίοδο που μελετάμε.

Emission factor = Συντελεστής εκπομπών σε κιλά ρύπων ανά λίτρο καυσίμου (kg CO₂/kw-hr)

Ο συντελεστής εκπομπών CO₂ που χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα εργασία λήφθηκε ίσος με 1,149 kg CO₂ /kw-hr και αναφέρεται στις εκπομπές CO₂ που παράγει η κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος της χώρας “Ψ” που βρίσκεται ο σταθμός εμπορευματοκιβωτίων “Χ”.

Στο παρακάτω σχήμα απεικονίζεται ένα από τα μοντέλα γερανογεφυρών προβλήτας που λειτουργούν στον σταθμό εμπορευματοκιβωτίων “Χ” (16).



Σχήμα 4.2: ZPMC: Ένα από τα μοντέλα γερανογεφυρών προβλήτας που λειτουργούν στον σταθμό εμπορευματοκιβωτίων “Χ”

4.4.5.2 Ανυψωτικά μηχανήματα στοιβασίας και μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων (straddle carriers)

Για τον υπολογισμό των εκπομπών ρύπων των ανυψωτικών μηχανημάτων στοιβασίας και μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων βρήκαμε αρχικά τη συνολική κατανάλωση καυσίμου των μηχανημάτων αυτών για το χρονικό διάστημα ενός

εξαμήνου. Επειδή δεν τηρούνταν στοιχεία στον σταθμό εμπορευματοκιβωτίων “X” όσο αναφορά τα συνολικά καύσιμα που χρησιμοποιήθηκαν για τα συγκεκριμένα μηχανήματα υπολογίστηκαν με βάση τις εξής εξισώσεις:

Εξίσωση 4.9

Total fuel consumption=Total activity x Number of straddle carriers x Fuel consumption of straddle carrier

Εξίσωση 4.10

Emissions=Total fuel consumption x Emission factor

Όπου:

Total activity = Συνολικές ώρες λειτουργίας των μηχανημάτων

Number of straddle carriers = Αριθμός μηχανημάτων που λειτούργησαν

Fuel consumption of straddle carrier = Η κατανάλωση καυσίμου του κάθε μηχανήματος

Emission factor = Συντελεστής εκπομπών σε κιλά ρύπων ανά λίτρο καυσίμου (kg CO₂/liter fuel)

Σύμφωνα με πληροφορίες που αντλήθηκαν από τους χειριστές των μηχανημάτων και τους επόπτες του τερματικού σταθμού εμπορευματοκιβωτίων “X”, σε κάθε post panamax γερανογέφυρα που πραγματοποιεί φορτοεκφόρτωση πλοίου χρησιμοποιούνται τέσσερα τέτοια μηχανήματα ενώ στις super post panamax γερανογέφυρες χρησιμοποιούνται δύο μηχανήματα στοιβασίας και μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων και τέσσερις νταλίκες. Έτσι ο συνολικός χρόνος λειτουργίας των μηχανημάτων εκτιμήθηκε με βάση το συνολικό χρόνο λειτουργίας των γερανογεφυρών. Η κατανάλωση καυσίμου του κάθε μηχανήματος είναι ίση με 25 λίτρα ανά ώρα (liter/hr). Ο συντελεστής εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα για τα συγκεκριμένα μηχανήματα και για το καύσιμο που χρησιμοποιούν λήφθηκε από τη δημοσίευση του IMO και είναι ίσος με 2,64 kg CO₂/litre fuel για καύσιμο diesel oil (17).

Στο παρακάτω σχήμα παρουσιάζεται ένα από τα μοντέλα ανυψωτικών μηχανημάτων στοιβασίας και μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων που λειτουργούν στον σταθμό εμπορευματοκιβωτίων “X” (18).



Σχήμα 4.3: Kallmar CSC 350: Ανυψωτικό μηχάνημα στοιβασίας και μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων

4.4.5.3 Μηχανήματα χειρισμού κενών εμπορευματοκιβωτίων (empty container handlers)

Ο υπολογισμός των εκπομπών ρύπων των μηχανημάτων κενών εμπορευματοκιβωτίων πραγματοποιήθηκε και αυτός λαμβάνοντας υπόψιν την εξίσωση 3.4 που βασίζεται στην κατανάλωση καυσίμου. Επειδή και σε αυτή την περίπτωση όπως και στα μηχανήματα στοιβασίας και χειρισμού εμπορευματοκιβωτίων δεν τηρούνταν στοιχεία στον σταθμό εμπορευματοκιβωτίων "X" που αφορούσαν τη συνολική κατανάλωση καυσίμου για το χρονικό διάστημα που μελετάμε, τα συνολικά καύσιμα που κατανάλωσαν τα μηχανήματα αυτά και οι εκπομπές CO₂ υπολογίστηκαν με βάση τις παρακάτω εξισώσεις:

Εξίσωση 4.11

Total fuel consumption=Total activity x Number of empty container handlers x Fuel consumption of empty container handler

Εξίσωση 4.12

Emissions=Total fuel consumption x Emission factor

Όπου:

Total activity = Συνολικές ώρες λειτουργίας των μηχανημάτων

Number of empty container handler = Αριθμός μηχανημάτων που λειτούργησαν

Fuel consumption of empty container handler = Η κατανάλωση καυσίμου του κάθε μηχανήματος

Emission factor = Συντελεστής εκπομπών σε κιλά ρύπων ανά λίτρο καυσίμου (kg CO₂/liter fuel)

Σύμφωνα με πληροφορίες που αντλήθηκαν από τους χειριστές των μηχανημάτων και τους επόπτες του σταθμού εμπορευματοκιβωτίων “X” , σε κάθε βάρδια του σταθμού εμπορευματοκιβωτίων “X” (ο σταθμός εμπορευματοκιβωτίων “X” λειτουργεί σε 3 οχτάωρες βάρδιες) χρησιμοποιούνται 5 μηχανήματα χειρισμού κενών εμπορευματοκιβωτίων. Έτσι ο συνολικός χρόνος λειτουργίας των μηχανημάτων αυτών υπολογίστηκε με βάση τον συνολικό αριθμό βαρδιών που πραγματοποιήθηκαν το χρονική περίοδο που μελετάμε και ανέρχονται σε 443 βάρδιες. Η κατανάλωση καυσίμου του κάθε μηχανήματος λήφθηκε ίση με 13 λίτρα ανά ώρα (liter/hr) και ο συντελεστής εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα όπως και στα μηχανήματα στοιβασίας και μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων ίσος με 2,64 kg CO₂/litre fuel για καύσιμο diesel oil **(19)**.

Στο παρακάτω σχήμα παρουσιάζεται ένα από τα μοντέλα μηχανημάτων χειρισμού κενών εμπορευματοκιβωτίων που λειτουργούν στον σταθμό εμπορευματοκιβωτίων “X” **(20)**.



Σχήμα 4.4: Kallmar DCE 90-45: Μηχάνημα χειρισμού κενών εμπορευματοκιβωτίων

4.4.5.4 Τράκτορες (terminal tractors)

Ο υπολογισμός των εκπομπών CO₂ των μηχανημάτων αυτών πραγματοποιήθηκε λαμβάνοντας υπόψη την εξίσωση 3.4 που βασίζεται στην κατανάλωση καυσίμου. Επειδή και σε αυτήν την περίπτωση δεν τηρούνταν στοιχεία στον σταθμό εμπορευματοκιβωτίων “X” όσο αφορά τη συνολική κατανάλωση καυσίμων των μηχανημάτων αυτών για το χρονικό διάστημα της μελέτης μας, η κατανάλωση καυσίμου και οι εκπομπές CO₂ υπολογίστηκαν με βάση τις παρακάτω εξισώσεις:

Εξίσωση 4.13

Total fuel consumption=Total activity x Number of terminal tractors x Fuel consumption of terminal tractor

Εξίσωση 4.13

Emissions=Total fuel consumption x Emission factor

Όπου:

Total activity = Συνολικές ώρες λειτουργίας των μηχανημάτων

Number of empty terminal tractor = Αριθμός μηχανημάτων που λειτούργησαν

Fuel consumption of terminal tractor = Η κατανάλωση καυσίμου του κάθε μηχανήματος

Emission factor = Συντελεστής εκπομπών σε κιλά ρύπων ανά λίτρο καυσίμου (kg CO₂/liter fuel)

Σύμφωνα με πληροφορίες που αντλήθηκαν από τους χειριστές των μηχανημάτων και τους επόπτες του τερματικού σταθμού εμπορευματοκιβωτίων “X”, όπως αναφέρθηκε και παραπάνω οι τράκτορες στον σταθμό εμπορευματοκιβωτίων “X” χρησιμοποιούνται μόνο στις super post panamax γερανογέφυρες. Σε κάθε μία από τις γερανογέφυρες αυτές που πραγματοποιούν φορτοεκφόρτωση εμπορευματοκιβωτίων χρησιμοποιούνται 4 νταλίκες. Έτσι ο συνολικός χρόνος λειτουργίας των μηχανημάτων εκτιμήθηκε με βάση το συνολικό χρόνο λειτουργίας των γερανογεφυρών αυτών. Η κατανάλωση καυσίμου του κάθε μηχανήματος λήφθηκε ίση με 11 λίτρα ανά ώρα (liter/hr) και ο συντελεστής εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα όπως στα παραπάνω μηχανήματα που κινούνται με πετρέλαιο κίνησης λήφθηκε από τη δημοσίευση του IMO ίσος με 2,64 kg CO₂/litre fuel για καύσιμο diesel oil **(21)**.

Στο παρακάτω σχήμα παρουσιάζεται ένα από τα μοντέλα τρακτόρων που λειτουργούν στον σταθμό εμπορευματοκιβωτίων “X” **(22)**.



Σχήμα 4.5: Kalmar Tr 618i: Τράκτορες τερματικού σταθμού “X”

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΕΚΠΟΜΠΩΝ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ (CO₂) ΣΤΟΝ ΤΕΡΜΑΤΙΚΟ ΣΤΑΘΜΟ “X”

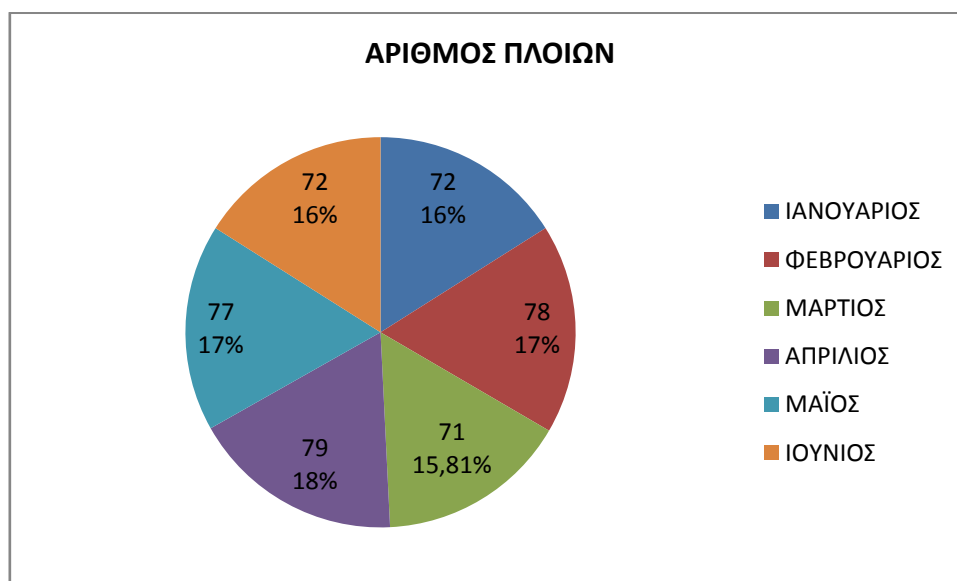
Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα CO₂ όπως αυτά εκτιμήθηκαν με βάση τις μεθόδους που περιγράφηκαν στο προηγούμενο κεφάλαιο. Τα αποτελέσματα αυτά αφορούν με τη σειρά τα πλοία εμπορευματοκιβωτίων, τα ρυμουλκά καθώς και τον εξοπλισμό χειρισμού και μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων όπως αυτά απογράφηκαν το χρονικό διάστημα της μελέτης μας. Όλα αυτά τα αποτελέσματα καταγράφονται με τη μορφή πινάκων και διαγραμμάτων τα οποία προήλθαν ύστερα από επεξεργασία των διαφόρων στοιχείων που συγκεντρώθηκαν στο πρόγραμμα Microsoft excel.

5.1 ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΠΛΟΙΩΝ ΕΜΠΟΡΕΥΜΑΤΟΚΙΒΩΤΙΩΝ

5.1.1 Γενικά

Σε αυτήν την ενότητα παρουσιάζονται πίνακες και διαγράμματα που αναφέρονται στην ποσοτικοποίηση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα που εκπέμφθηκαν από τα πλοία εμπορευματοκιβωτίων που κατέπλευσαν στον σταθμό εμπορευματοκιβωτίων “X” κατά το χρονικό διάστημα της μελέτης μας. Τα αποτελέσματα των εκπομπών κατηγοριοποιούνται ανά μήνα, ανά κατάσταση λειτουργίας (transit, maneuvering, anchorage, berth), ανά τύπο μηχανής (main engine, auxiliary engine) και ανά τύπο containership με βάση το DWT. Όσο αναφορά τις εκπομπές CO₂ ανά τύπο containership τα πλοία εμπορευματοκιβωτίων ταξινομήθηκαν σε 9 κατηγορίες με βάση το DWT τους. Ακόμη παρουσιάζονται διάφορα στοιχεία που αφορούν κάποια χαρακτηριστικά τους όπως: η χωρητικότητά τους (DWT, GT), η ταχύτητά τους και η ιπποδύναμή τους (main engine, auxiliary engine) και τέλος καταγράφονται οι χρόνοι για κάθε κατάσταση λειτουργίας των πλοίων αυτών.

Στον σταθμό εμπορευματοκιβωτίων “X” κατέπλευσαν συνολικά 449 πλοία κατά το χρονικό διάστημα της μελέτης μας. Από τον παρακάτω πίνακα διακρίνουμε ότι υπάρχει μία αντιστοιχία όσο αναφορά τον αριθμό των πλοίων που καταπλέουν στον συγκεκριμένο προβλήτα.



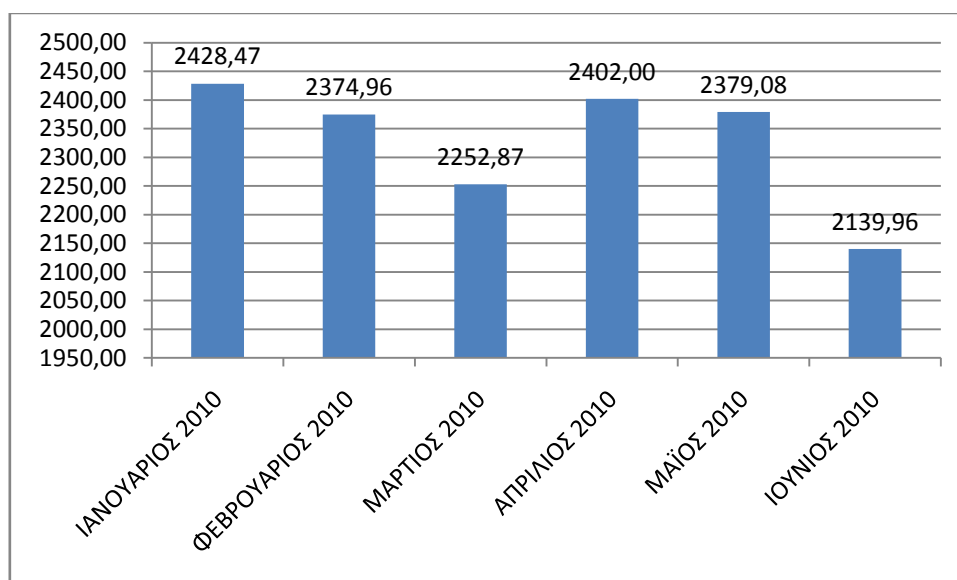
Σχήμα 5.1: Αριθμός πλοίων ανά μήνα που κατέπλευσαν στον σταθμό εμπορευματοκιβωτίων “X”

5.1.2 Αποτελέσματα εκπομπών CO₂

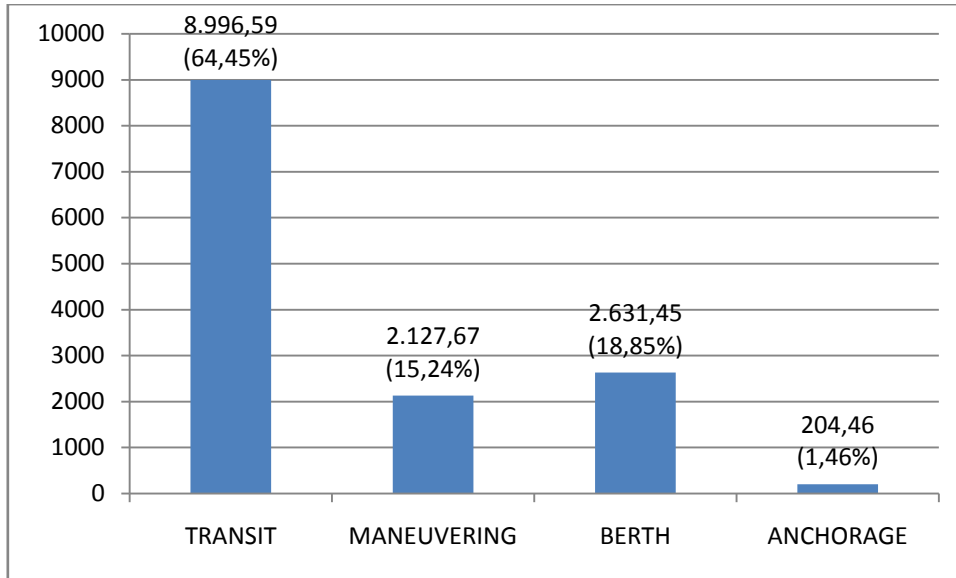
Πίνακας 5.1: Συγκεντρωτικός πίνακας εκπομπών σε τόνους διοξειδίου του άνθρακα CO₂ ανά μήνα ,ανά κατάσταση λειτουργίας και ανά τύπο μηχανής

ΜΗΝΑΣ	ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΚΑΙ ΤΥΠΟΣ ΜΗΧΑΝΗΣ								TOTAL (ΜΗΝΕΣ)
	TRANSIT		MANEUVERING		ANCHORAGE		BERTH		
	ΜΕ	ΑΕ	ΜΕ	ΑΕ	ΜΕ	ΑΕ	ΜΕ	ΑΕ	
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ 2010	1475,33	21,37	361,79	35,04	0,00	33,19	195,13	306,63	2428,47
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2010	1472,06	21,91	340,56	33,18	0,00	24,12	187,54	295,60	2374,96
ΜΑΡΤΙΟΣ 2010	1464,42	21,54	300,55	29,67	0,00	31,04	157,28	248,38	2252,87
ΑΠΡΙΛΙΟΣ 2010	1481,85	22,11	332,79	32,92	0,00	66,02	180,01	286,31	2402,00

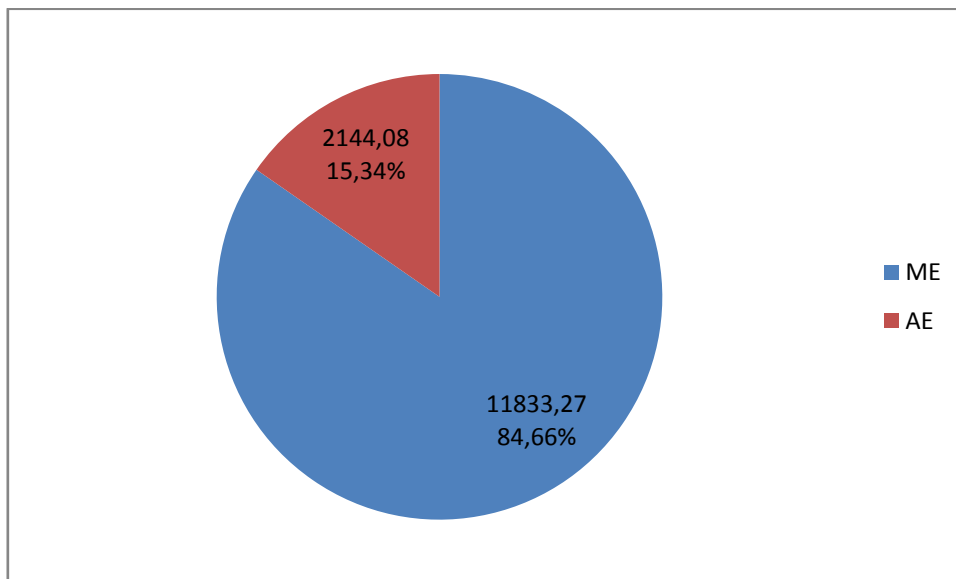
ΜΑΪΟΣ 2010	1589,79	23,58	302,33	30,01	0,00	25,03	157,22	251,12	2379,08
ΙΟΥΝΙΟΣ 2010	1393,31	20,64	301,30	29,69	0,00	25,07	140,01	229,94	2139,96
TOTAL (ΤΥΠΟΣ ΜΗΧΑΝΗΣ)	8876,76	131,14	1939,32	190,51	0,00	204,46	1017,20	1617,97	13977,35
TOTAL (ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ)	9007,90		2129,82		204,46		2635,17		
TOTAL	13977,35								



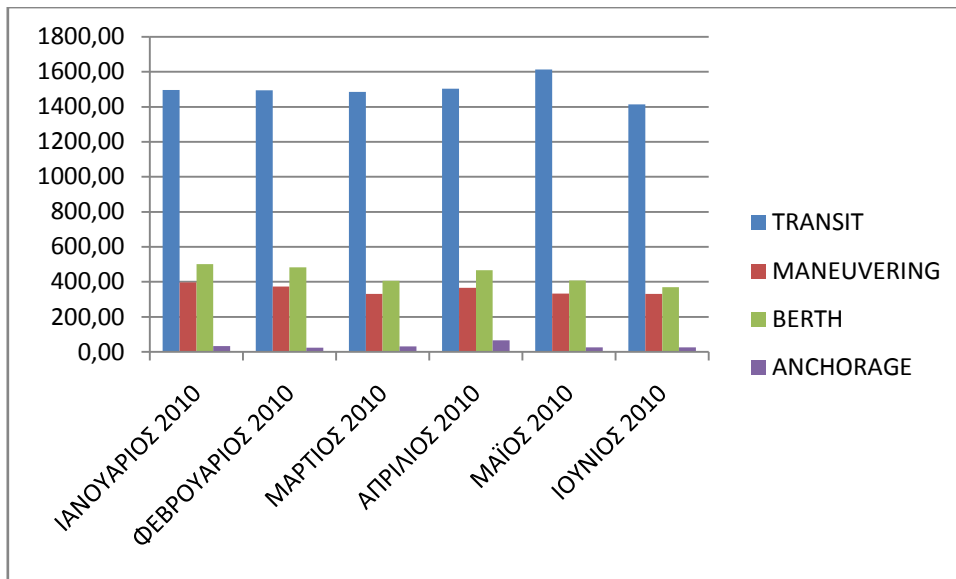
Σχήμα 5.2: Τόνοι διοξειδίου του άνθρακα CO₂ ανά μήνα που εξέπεμψαν τα πλοία εμπορευματοκιβωτίων



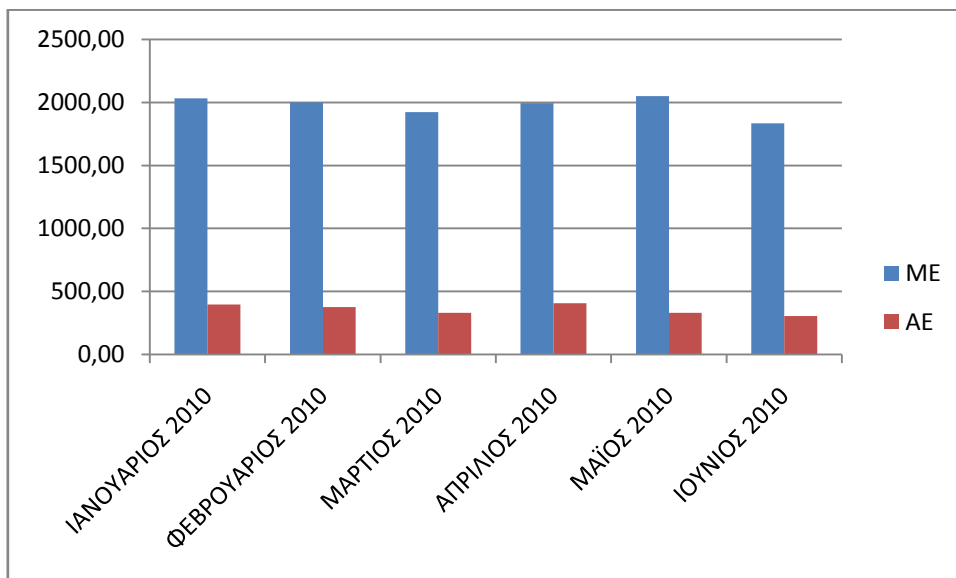
Σχήμα 5.3: Τόνοι διοξειδίου του άνθρακα CO₂ ανά κατάσταση λειτουργίας



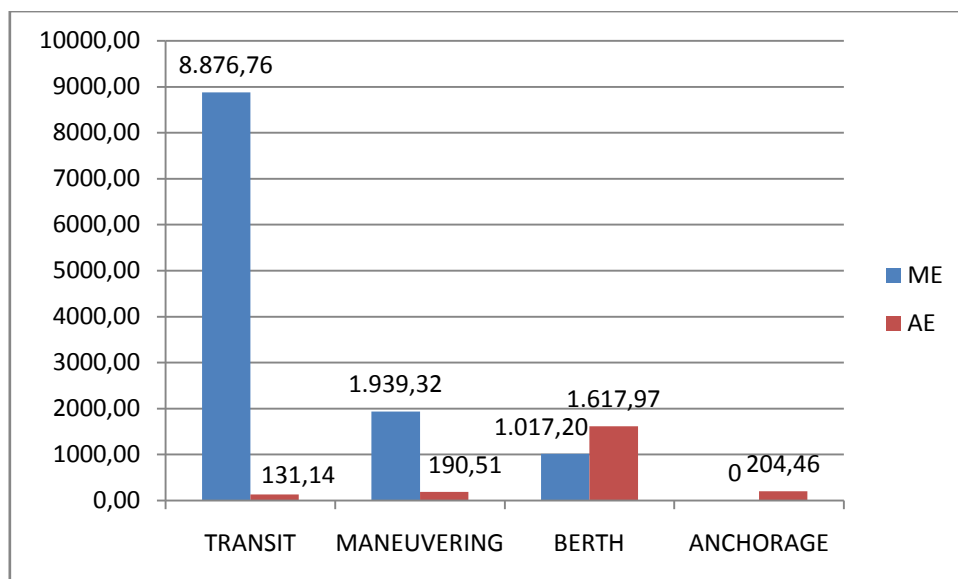
Σχήμα 5.4: Τόνοι διοξειδίου του άνθρακα CO₂ ανά τύπο μηχανής



Σχήμα 5.5: Τόνοι διοξειδίου του άνθρακα CO₂ ανά μήνα και ανά κατάσταση λειτουργίας



Σχήμα 5.6: Τόνοι διοξειδίου του άνθρακα CO₂ ανά μήνα και ανά τύπο μηχανής

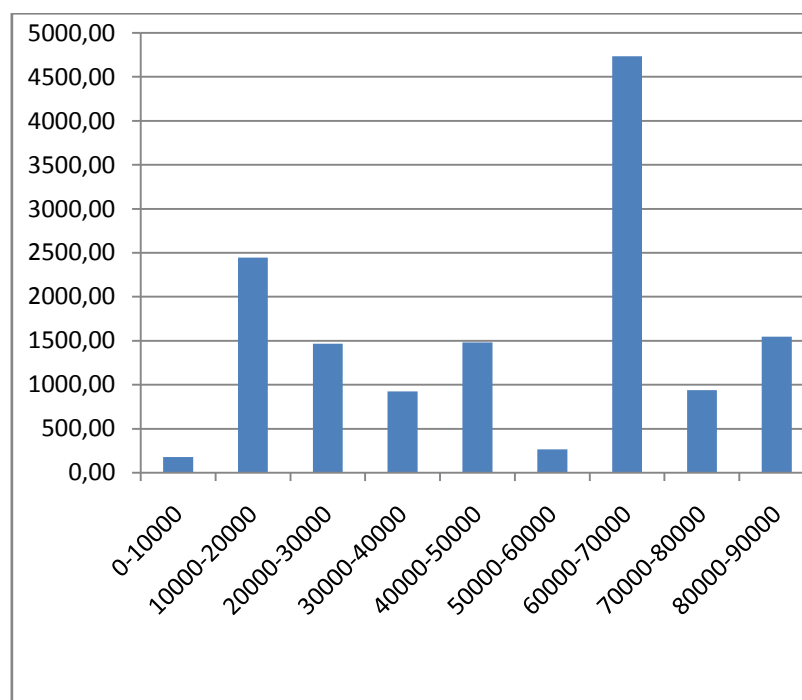


Σχήμα 5.7: Τόνοι διοξειδίου του άνθρακα CO₂ ανά κατάσταση λειτουργίας και ανά τύπο μηχανής

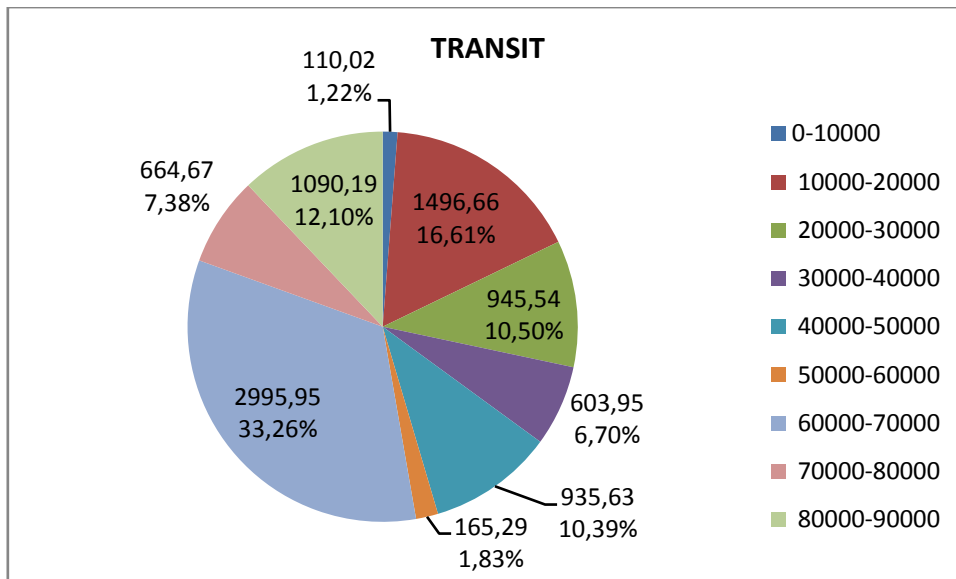
Πίνακας 5.2: Συγκεντρωτικός πίνακας εκπομπών σε τόνους διοξειδίου του άνθρακα CO₂ ανά τύπο containership (DWT), ανά κατάσταση λειτουργίας και ανά τύπο μηχανής.

ΤΥΠΟΣ CONTAINERSHIP ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΟ DWT(TONS)	ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΚΑΙ ΤΥΠΟΣ ΜΗΧΑΝΗΣ								TOTAL
	TRANSIT		MANEUVERING		ANCHOR AGE		BERTH		
	ME	AE	ME	AE	ME	AE	ME	AE	
0-10000	107,79	2,23	20,76	2,87	0,00	7,22	11,09	24,95	176,90
10000-20000	1467,18	29,48	309,29	41,45	0,00	69,27	164,52	362,55	2443,75
20000-30000	929,11	16,43	208,18	24,54	0,00	57,16	78,96	151,10	1465,48
30000-40000	594,72	9,23	133,66	13,78	0,00	19,11	57,88	97,31	925,69
40000-50000	922,32	13,31	195,43	18,78	0,00	14,54	123,16	191,97	1479,50
50000-60000	163,03	2,26	34,12	3,15	0,00	0,00	25,75	39,01	267,31

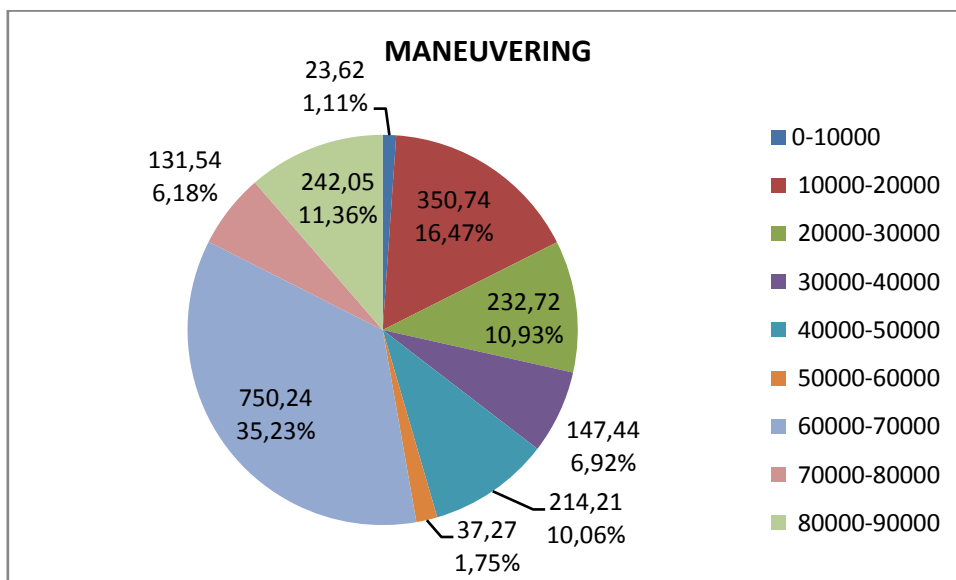
60000-70000	2958,50	37,45	691,92	58,32	0,00	36,42	401,76	550,88	4735,25
70000-80000	656,87	7,80	121,89	9,65	0,00	0,73	61,37	79,12	937,43
80000-90000	1077,24	12,95	224,08	17,97	0,00	0,00	92,72	121,08	1546,03
TOTAL (ΤΥΠΟΣ ΜΗΧΑΝΗΣ)	8876,76	131,14	1939,32	190,51	0,00	204,46	1017,20	1617,97	13977,35
TOTAL (ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ)	9007,90		2129,82		204,46		2635,17		
TOTAL	13977,35								



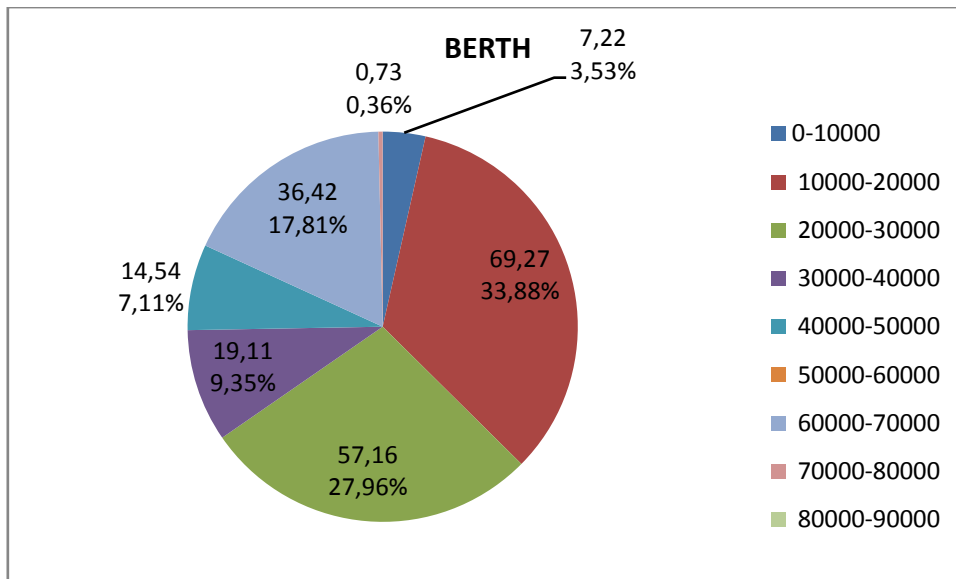
Σχήμα 5.8: Τόνοι διοξειδίου του άνθρακα CO₂ που εκπέμφθηκαν ανά τύπο containership (DWT)



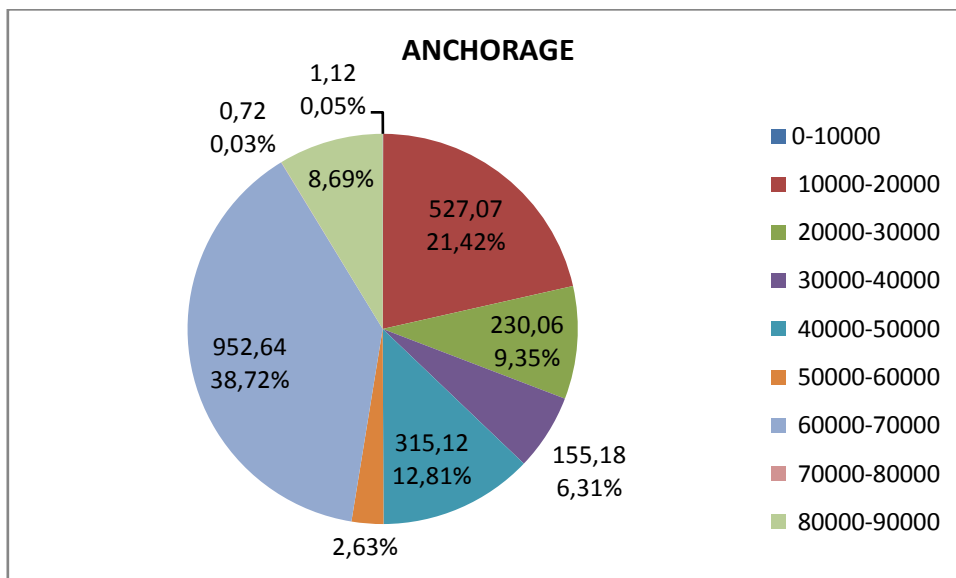
Σχήμα 5.9: Τόνοι διοξειδίου του άνθρακα CO₂ που εκπέμφθηκαν στην κατάσταση TRANSIT ανά τύπο containership (DWT)



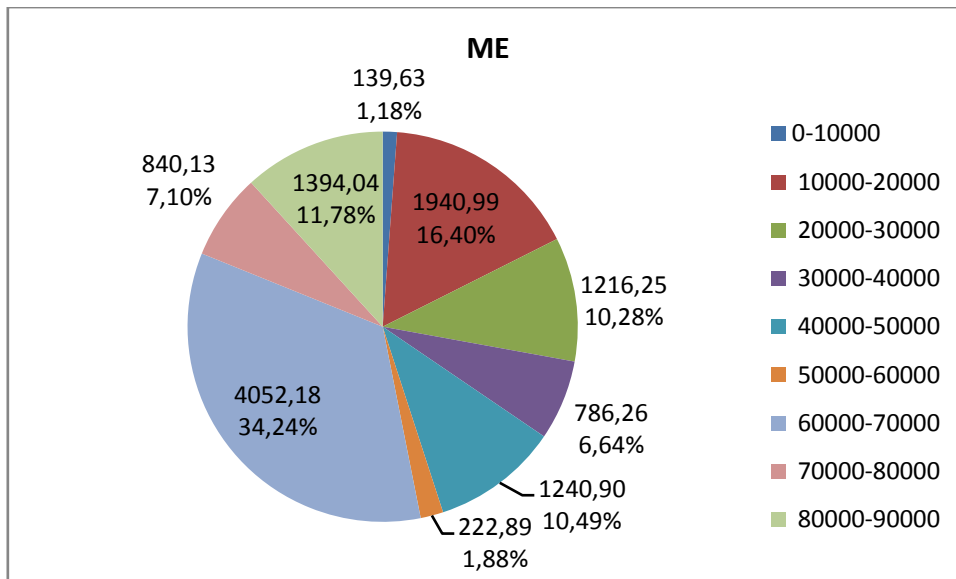
Σχήμα 5.10: Τόνοι διοξειδίου του άνθρακα CO₂ που εκπέμφθηκαν στην κατάσταση MANEUVERING ανά τύπο containership (DWT)



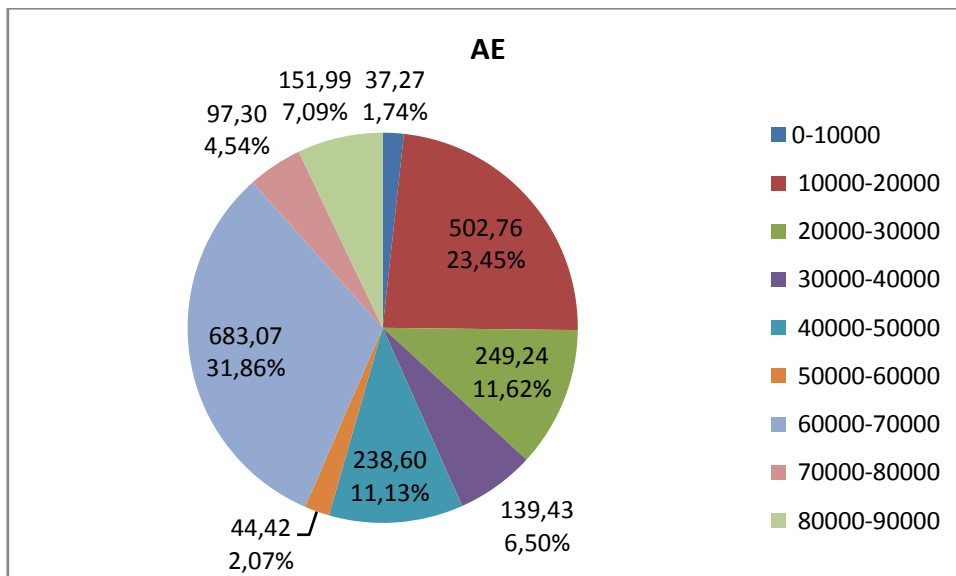
Σχήμα 5.11: Τόνοι διοξειδίου του άνθρακα CO₂ που εκπέμφθηκαν στην κατάσταση BERTH ανά τύπο containership (DWT)



Σχήμα 5.12: Τόνοι διοξειδίου του άνθρακα CO₂ που εκπέμφθηκαν στην κατάσταση ANCHORAGE ανά τύπο containership (DWT)



Σχήμα 5.13: Τόνοι διοξειδίου του άνθρακα CO₂ που εκπέμφθηκαν από τις κύριες μηχανές ανά τύπο containership (DWT)



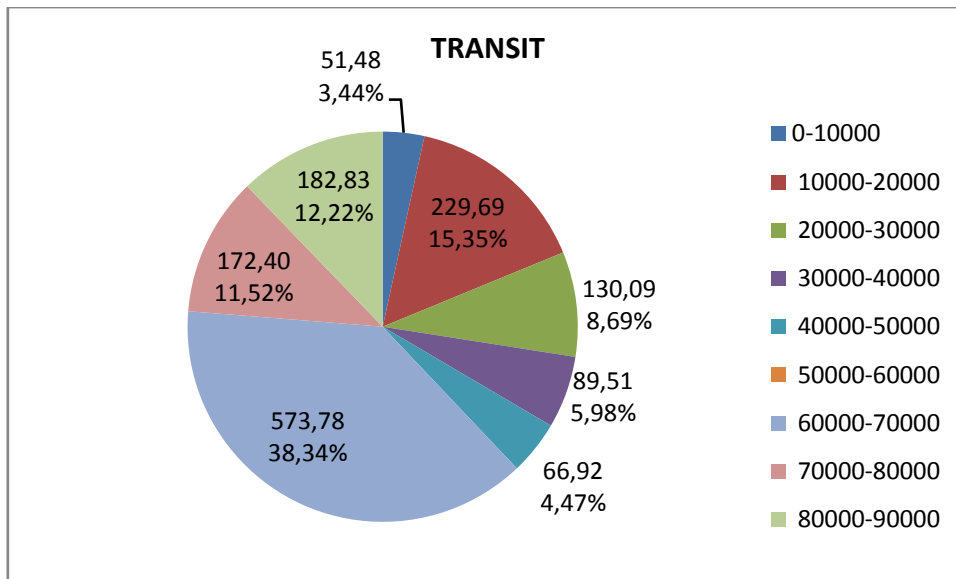
Σχήμα 5.14: Τόνοι διοξειδίου του άνθρακα CO₂ που εκπέμφθηκαν από τις βοηθητικές μηχανές ανά τύπο containership (DWT)

Στη συνέχεια παρουσιάζονται τα αποτελέσματα που αφορούν τις εκπομπές CO₂ των πλοίων εμπορευματοκιβωτίων για κάθε μήνα ξεχωριστά:

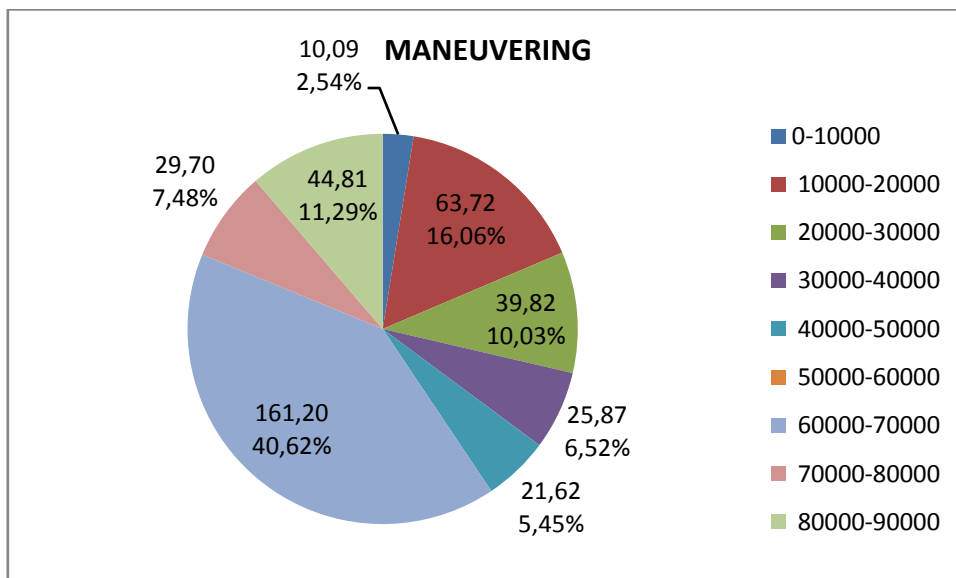
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ 2010

Πίνακας 5.3: Συγκεντρωτικός πίνακας εκπομπών σε τόνους διοξειδίου του άνθρακα CO₂ ανά τύπο containership (DWT), ανά κατάσταση λειτουργίας και ανά τύπο μηχανής που εκτέμφθηκαν τον Ιανουάριο του 2010.

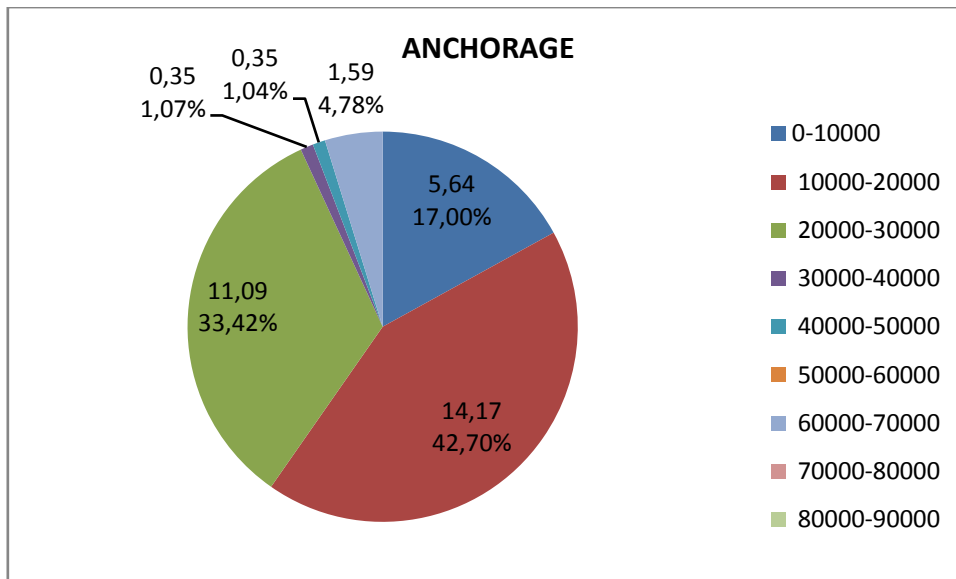
ΤΥΠΟΣ CONTAINERSHIP ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΟ DWT(TONS)	ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΚΑΙ ΤΥΠΟΣ ΜΗΧΑΝΗΣ								TOTAL
	TRANSIT		MANEUVERING		BERTH		ANCHORAGE		
	ΜΕ	ΑΕ	ΜΕ	ΑΕ	ΜΕ	ΑΕ	ΜΕ	ΑΕ	
0-10000	50,44	1,05	8,87	1,23	3,76	8,46	0,00	5,64	79,44
10000-20000	225,26	4,43	56,34	7,38	30,48	66,45	0,00	14,17	404,51
20000-30000	127,78	2,31	35,55	4,27	15,15	29,42	0,00	11,09	225,57
30000-40000	88,16	1,34	23,49	2,38	9,37	15,49	0,00	0,35	140,59
40000-50000	66,00	0,92	19,78	1,84	15,27	23,20	0,00	0,35	127,35
50000-60000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
60000-70000	566,65	7,13	148,75	12,44	89,83	123,00	0,00	1,59	949,40
70000-80000	170,38	2,02	27,52	2,18	14,55	18,75	0,00	0,00	235,40
80000-90000	180,67	2,16	41,48	3,32	16,73	21,85	0,00	0,00	266,21
TOTAL (ΤΥΠΟΣ ΜΗΧΑΝΗΣ)	1475,33	21,37	361,79	35,04	195,13	306,63	0,00	33,19	2428,47
TOTAL (ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ)	1496,70		396,83		501,76		33,19		
TOTAL	2428,47								



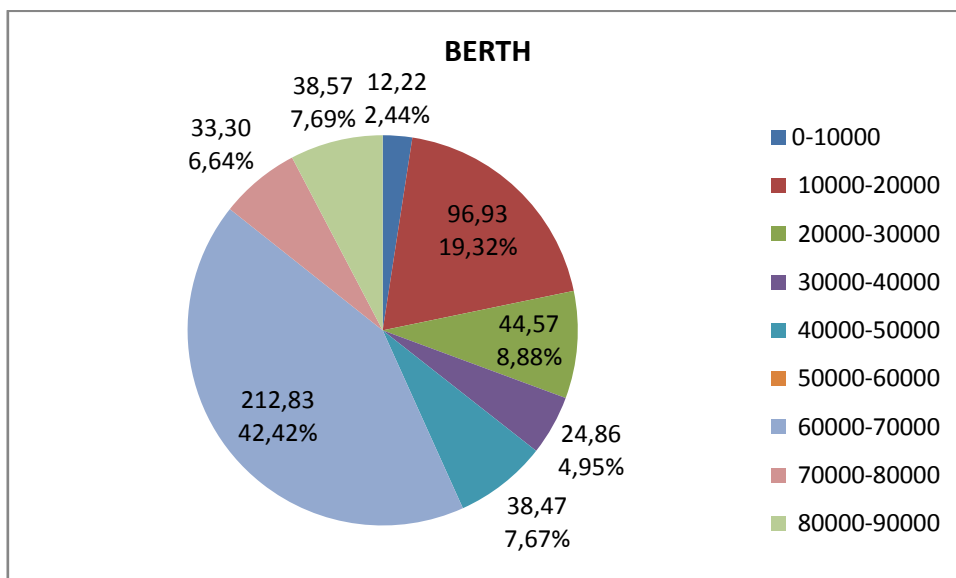
Σχήμα 5.15: Τόνοι διοξειδίου του άνθρακα CO₂ που εκπέμφθηκαν στην κατάσταση TRANSIT ανά τύπο containership (DWT), τον Ιανουάριο του 2010



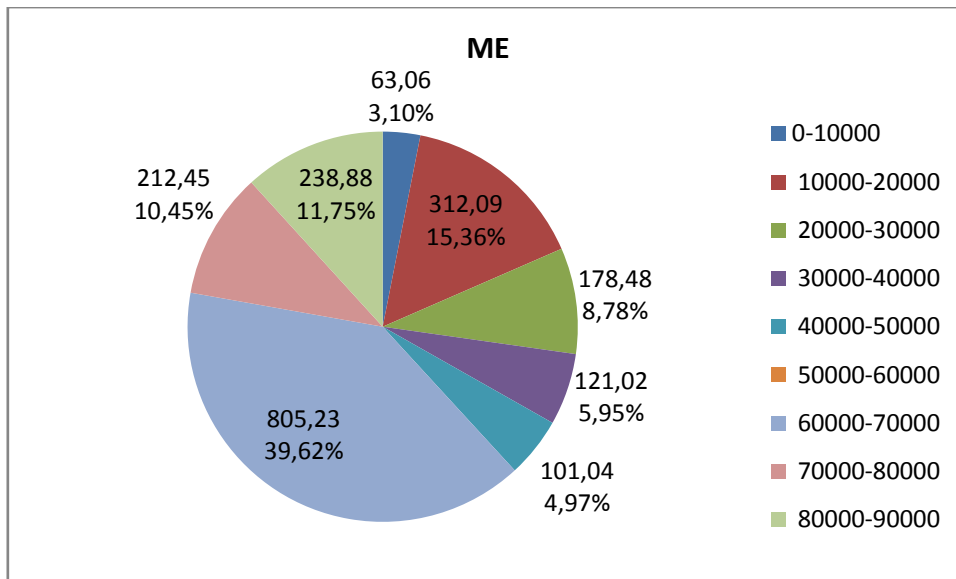
Σχήμα 5.16: Τόνοι διοξειδίου του άνθρακα CO₂ που εκπέμφθηκαν στην κατάσταση MANEUVERING ανά τύπο containership (DWT), τον Ιανουάριο του 2010



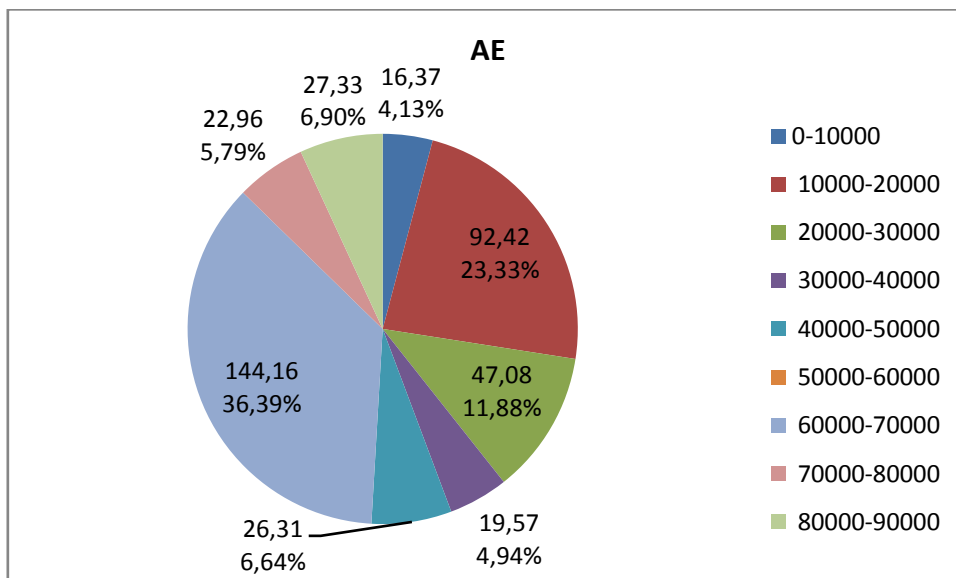
Σχήμα 5.17: Τόνοι διοξειδίου του άνθρακα CO₂ που εκπέμφθηκαν στην κατάσταση BERTH ανά τύπο containership (DWT), τον Ιανουάριο του 2010



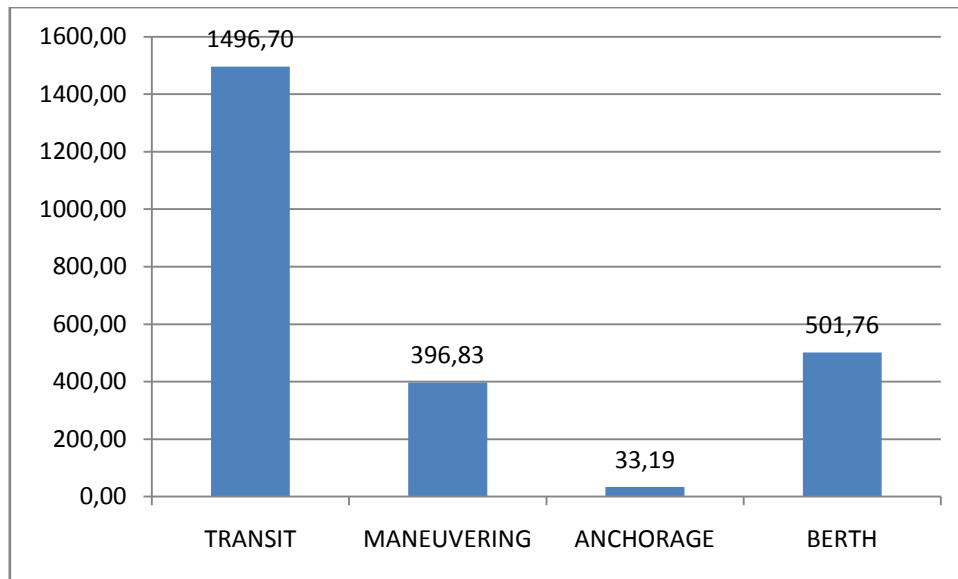
Σχήμα 5.18: Τόνοι διοξειδίου του άνθρακα CO₂ που εκπέμφθηκαν στην κατάσταση ANCHORAGE ανά τύπο containership (DWT), τον Ιανουάριο του 2010



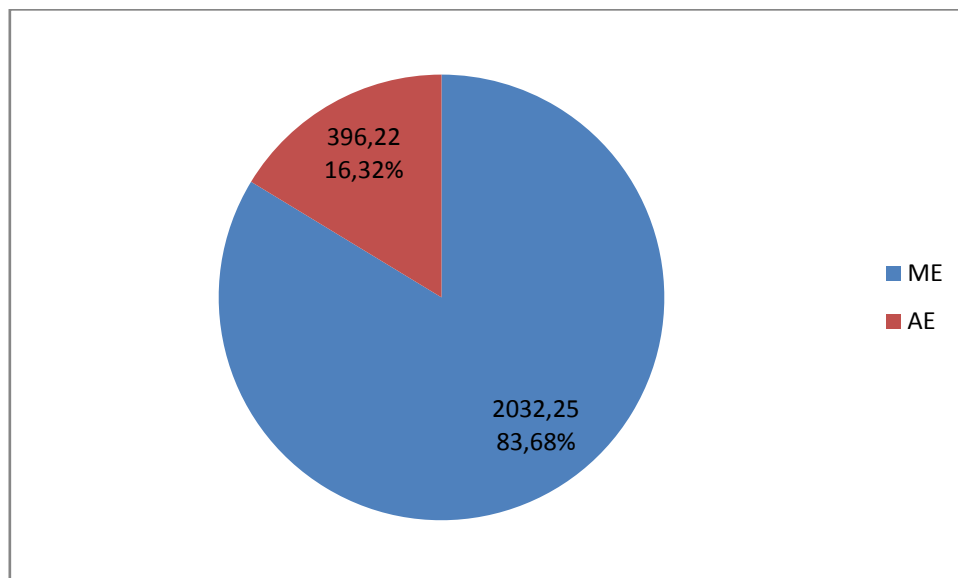
Σχήμα 5.19: Τόνοι διοξειδίου του άνθρακα CO₂ που εκπέμφθηκαν από τις κύριες μηχανές ανά τύπο containership (DWT), τον Ιανουάριο του 2010



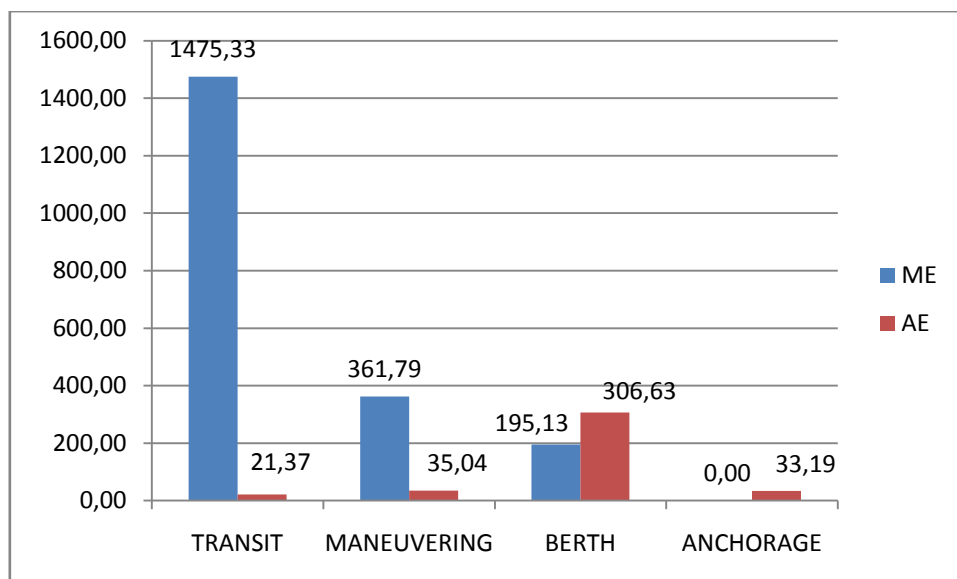
Σχήμα 5.20: Τόνοι διοξειδίου του άνθρακα CO₂ που εκπέμφθηκαν από τις βοηθητικές μηχανές ανά τύπο containership (DWT), τον Ιανουάριο του 2010



Σχήμα 5.21: Τόνοι διοξειδίου του άνθρακα CO₂ ανά κατάσταση λειτουργίας πλοίου που εκπέμφθηκαν τον Ιανουάριο του 2010



Σχήμα 5.22: Τόνοι διοξειδίου του άνθρακα CO₂ ανά τύπο μηχανής πλοίου που εκπέμφθηκαν τον Ιανουάριο του 2010



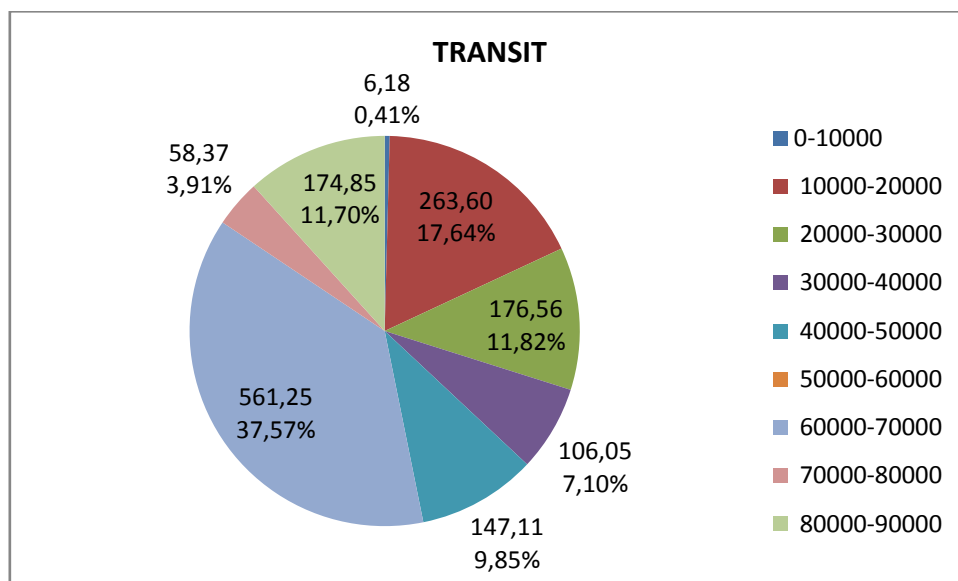
Σχήμα 5.23: Τόνοι διοξειδίου του άνθρακα CO₂ ανά κατάσταση λειτουργίας και ανά τύπο μηχανής πλοίου που εκπέμφθηκαν τον Ιανουάριο του 2010

ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2010

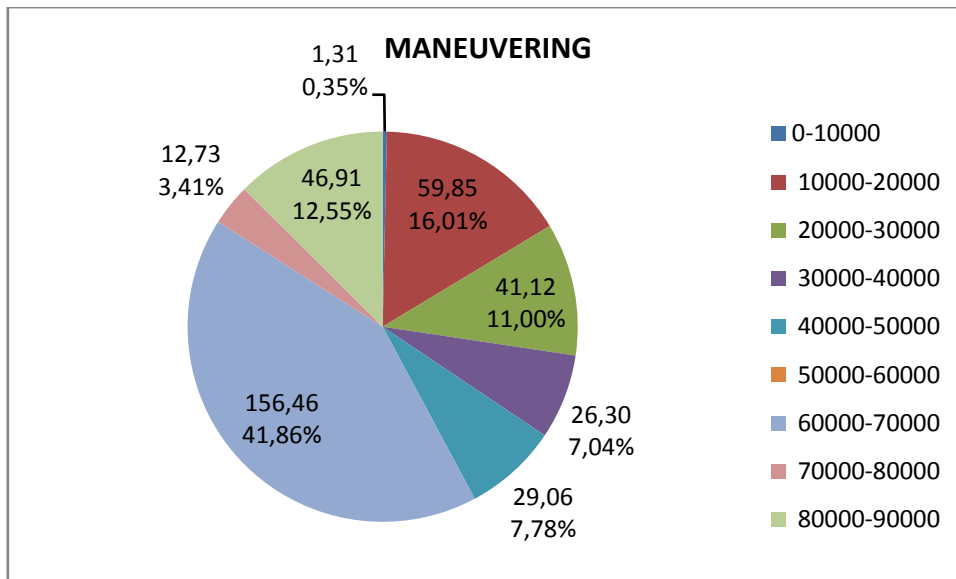
Πίνακας 5.4: Συγκεντρωτικός πίνακας εκπομπών σε τόνους διοξειδίου του άνθρακα CO₂ ανά τύπο containership (DWT) , ανά κατάσταση λειτουργίας και ανά τύπο μηχανής που εκπέμφθηκαν τον Φεβρουάριο του 2010

ΤΥΠΟΣ CONTAINERSHIP ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΟ DWT(TONS)	ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΚΑΙ ΤΥΠΟΣ ΜΗΧΑΝΗΣ								TOTAL
	TRANSIT		MANEUVERING		BERTH		ANCHORAGE		
	ME	AE	ME	AE	ME	AE	ME	AE	
0-10000	6,06	0,13	1,15	0,16	0,67	1,50	0,00	0,00	9,66
10000-20000	258,40	5,20	52,76	7,09	28,50	62,85	0,00	5,28	420,08
20000-30000	173,54	3,02	36,83	4,28	17,77	33,57	0,00	6,45	275,45
30000-40000	104,39	1,66	23,80	2,50	11,69	19,84	0,00	3,02	166,90
40000-50000	144,99	2,13	26,49	2,58	15,61	24,46	0,00	1,48	217,73
50000-60000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

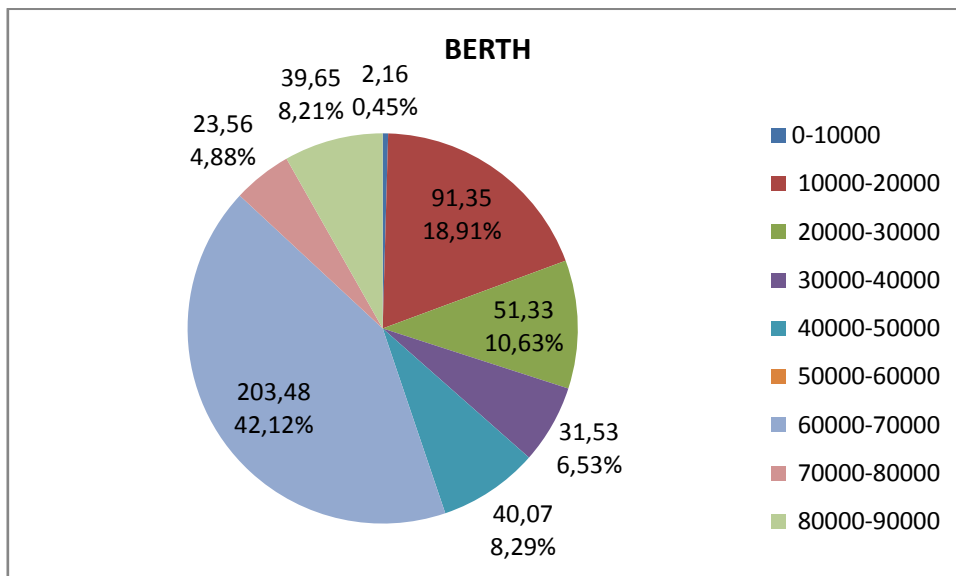
60000-70000	554,25	7,01	144,31	12,15	85,84	117,64	0,00	7,88	929,08
70000-80000	57,68	0,68	11,80	0,93	10,29	13,27	0,00	0,00	94,66
80000-90000	172,76	2,08	43,41	3,49	17,18	22,47	0,00	0,00	261,40
TOTAL (ΤΥΠΟΣ ΜΗΧΑΝΗΣ)	1472,06	21,91	340,56	33,18	187,54	295,60	0,00	24,12	2374,96
TOTAL (ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ)	1493,96		373,74		483,14		24,12		
TOTAL	2374,96								



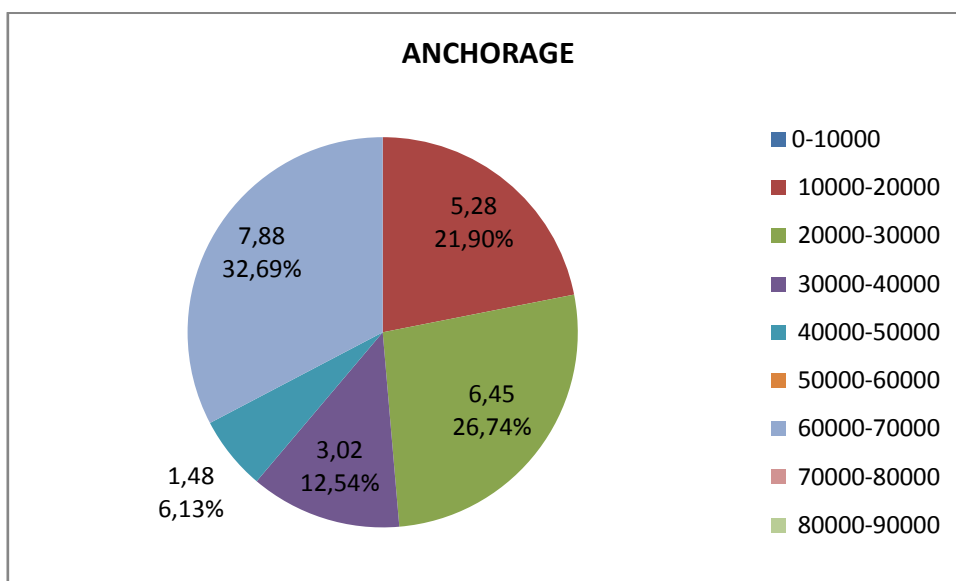
Σχήμα 5.24: Τόνοι διοξειδίου του άνθρακα CO₂ που εκπέμφθηκαν στην κατάσταση TRANSIT ανά τύπο containership (DWT), τον Φεβρουάριο του 2010



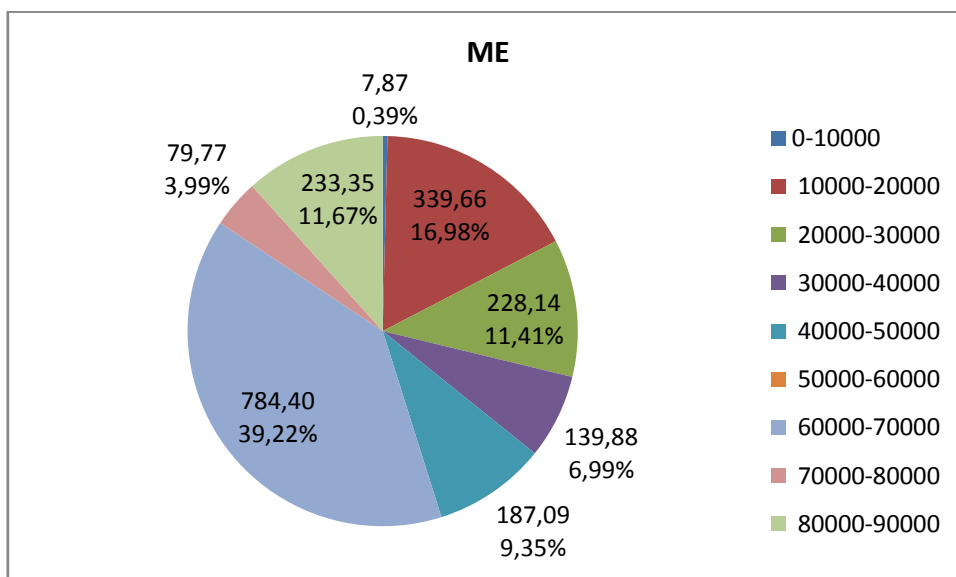
Σχήμα 5.25: Τόνοι διοξειδίου του άνθρακα CO₂ που εκπέμφθηκαν στην κατάσταση MANEUVERING ανά τύπο containership (DWT), τον Φεβρουάριο του 2010



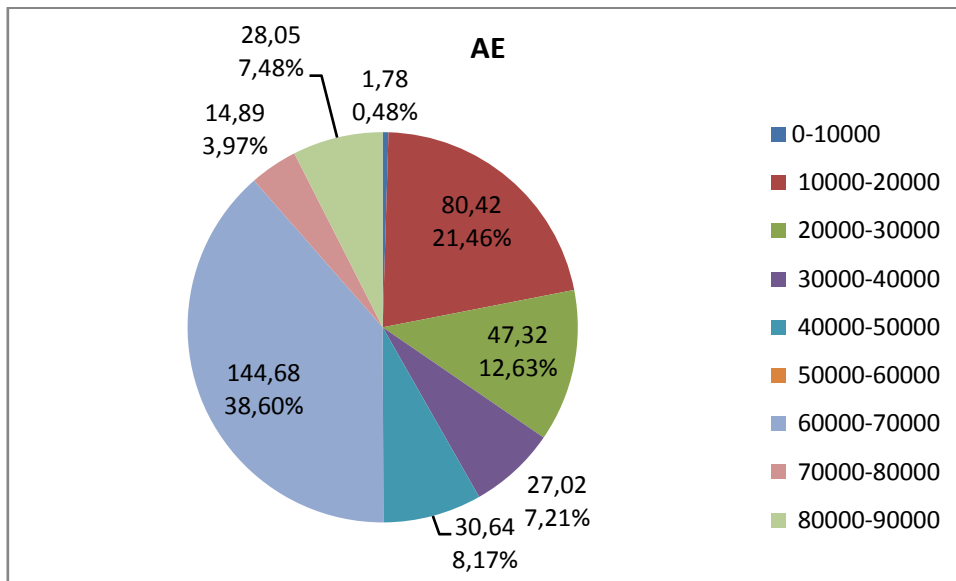
Σχήμα 5.26: Τόνοι διοξειδίου του άνθρακα CO₂ που εκπέμφθηκαν στην κατάσταση BERTH ανά τύπο containership (DWT), τον Φεβρουάριο του 2010



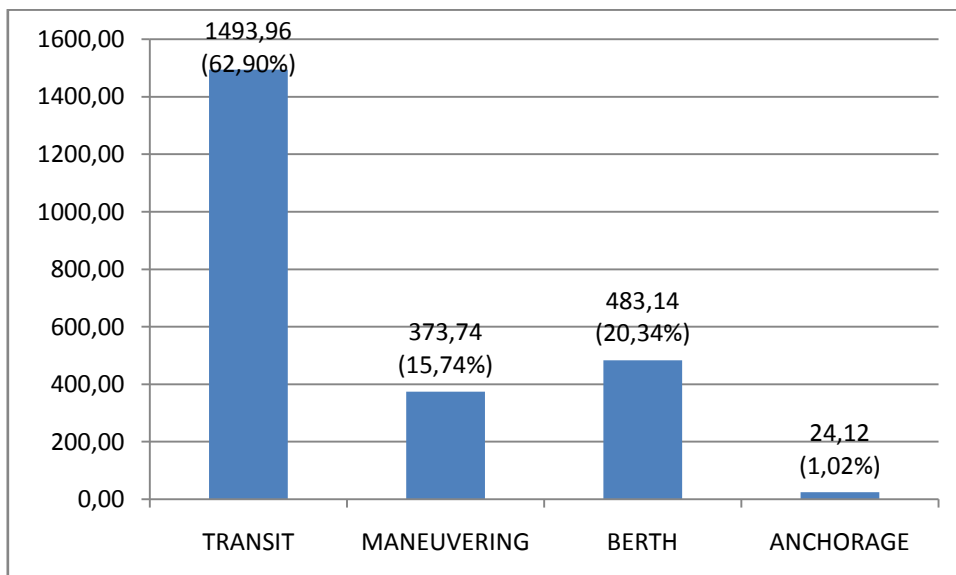
Σχήμα 5.27: Τόνοι διοξειδίου του άνθρακα CO₂ που εκπέμφθηκαν στην κατάσταση ANCHORAGE ανά τύπο containership (DWT), τον Φεβρουάριο του 2010



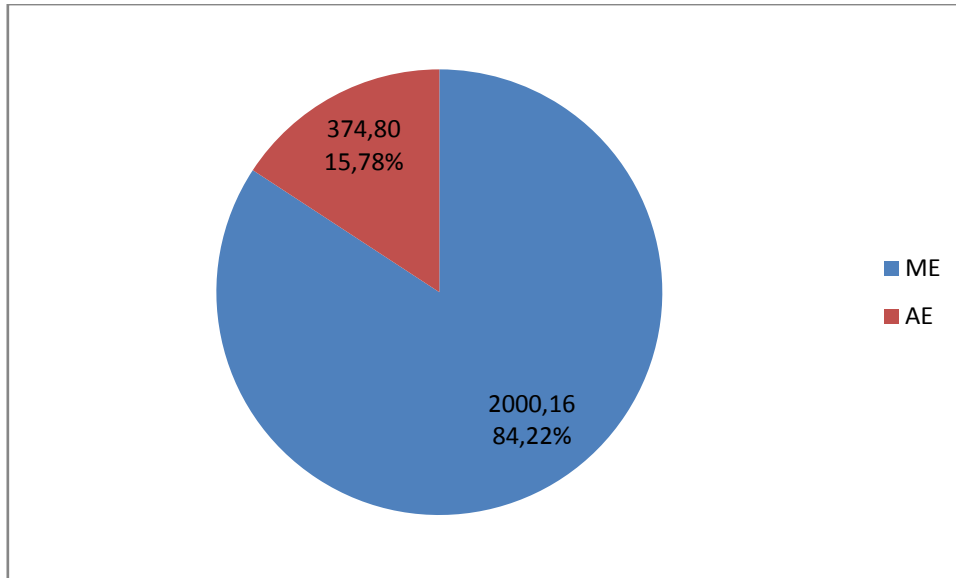
Σχήμα 5.28: Τόνοι διοξειδίου του άνθρακα CO₂ που εκπέμφθηκαν από τις κύριες μηχανές ανά τύπο containership (DWT), τον Φεβρουάριο του 2010



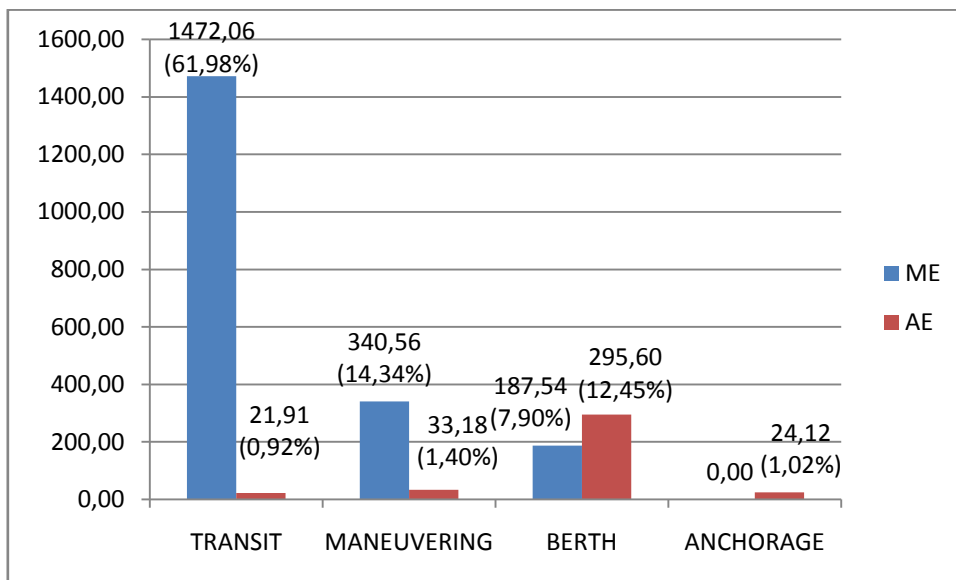
Σχήμα 5.29: Τόνοι διοξειδίου του άνθρακα CO₂ που εκπέμφθηκαν από τις βοηθητικές μηχανές ανά τύπο containership (DWT), τον Φεβρουάριο του 2010



Σχήμα 5.30: Τόνοι διοξειδίου του άνθρακα CO₂ ανά κατάσταση λειτουργίας πλοίου που εκπέμφθηκαν τον Φεβρουάριο του 2010



Σχήμα 5.31: Τόνοι διοξειδίου του άνθρακα CO₂ ανά τύπο μηχανής πλοίου που εκπέμφθηκαν τον Φεβρουάριο του 2010

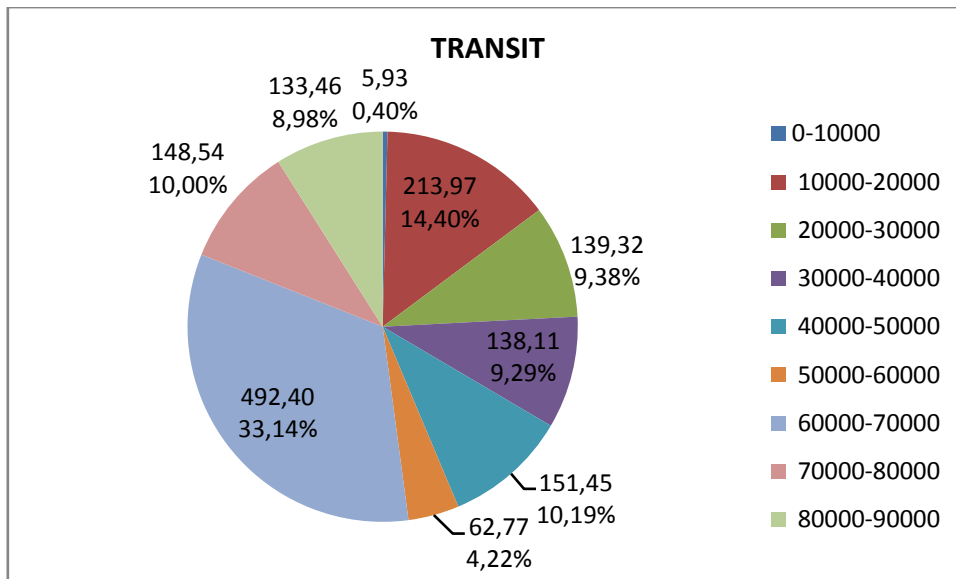


Σχήμα 5.32: Τόνοι διοξειδίου του άνθρακα CO₂ ανά κατάσταση λειτουργίας και ανά τύπο μηχανής πλοίου που εκπέμφθηκαν τον Φεβρουάριο του 2010

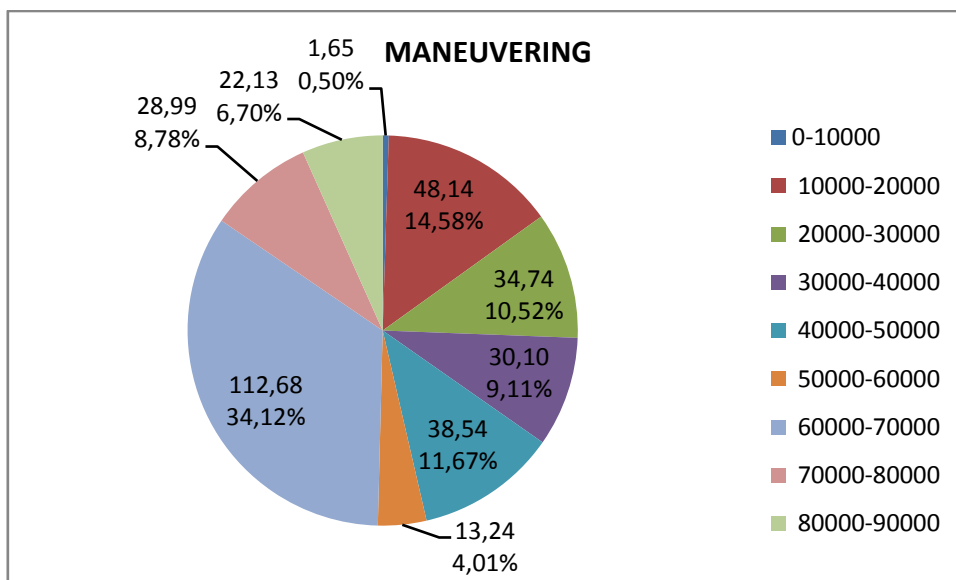
ΜΑΡΤΙΟΣ 2010

Πίνακας 5.5: Συγκεντρωτικός πίνακας εκπομπών σε τόνους διοξειδίου του άνθρακα CO₂ ανά τύπο containership (DWT) , ανά κατάσταση λειτουργίας και ανά τύπο μηχανής που εκπέμφθηκαν τον Μάρτιο του 2010

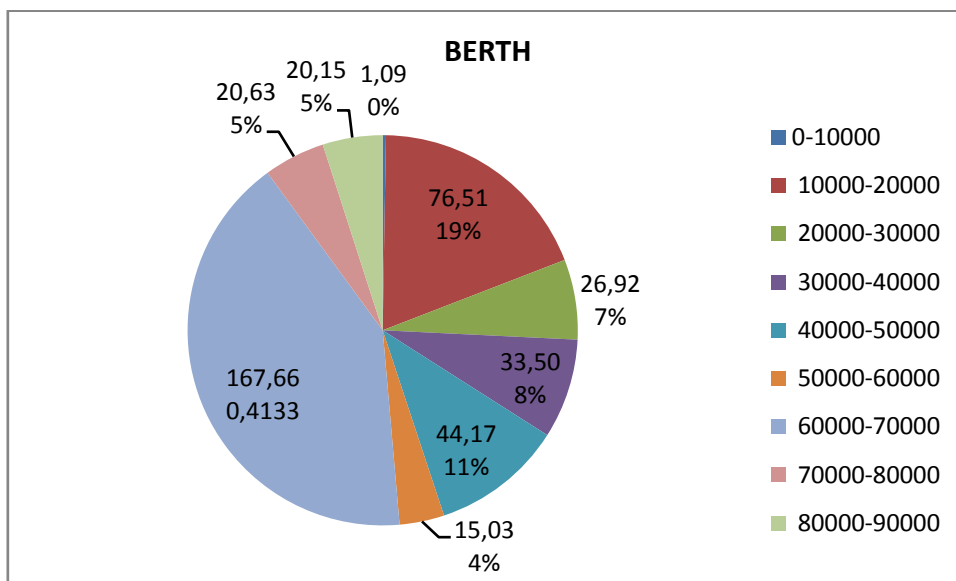
ΤΥΠΟΣ CONTAINERSHIP ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΟ DWT(TONS)	ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΚΑΙ ΤΥΠΟΣ ΜΗΧΑΝΗΣ								TOTAL
	TRANSIT		MANEUVERING		BERTH		ANCHORAGE		
	ΜΕ	ΑΕ	ΜΕ	ΑΕ	ΜΕ	ΑΕ	ΜΕ	ΑΕ	
0-10000	5,81	0,12	1,45	0,20	0,34	0,76	0,00	0,50	9,18
10000-20000	209,69	4,29	42,37	5,78	23,67	52,83	0,00	9,40	348,02
20000-30000	136,83	2,50	30,95	3,79	9,03	17,90	0,00	8,80	209,78
30000-40000	135,97	2,14	27,24	2,85	12,31	21,19	0,00	11,29	213,00
40000-50000	149,28	2,17	35,12	3,42	17,21	26,96	0,00	1,05	235,21
50000-60000	61,92	0,84	12,15	1,10	6,03	9,00	0,00	0,00	91,05
60000-70000	486,25	6,15	103,92	8,76	70,95	96,72	0,00	0,00	772,75
70000-80000	146,79	1,74	26,87	2,13	9,01	11,62	0,00	0,00	198,16
80000-90000	131,87	1,59	20,48	1,65	8,74	11,41	0,00	0,00	175,73
TOTAL (ΤΥΠΟΣ ΜΗΧΑΝΗΣ)	1464,42	21,54	300,55	29,67	157,28	248,38	0,00	31,04	2252,87
TOTAL (ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ)	1485,96		330,22		405,66		31,04		
TOTAL	2252,87								



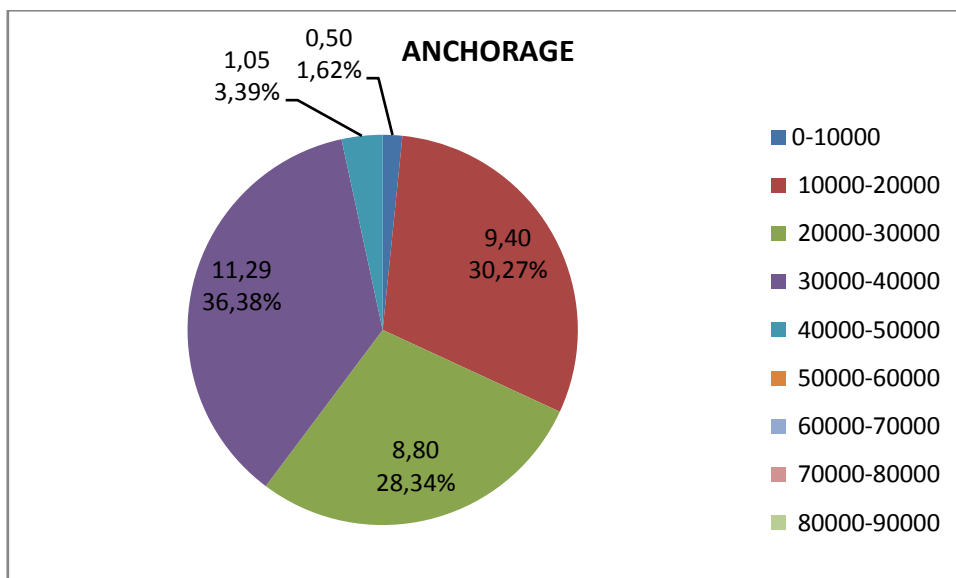
Σχήμα 5.33: Τόνοι διοξειδίου του άνθρακα CO₂ που εκπέμφθηκαν στην κατάσταση TRANSIT ανά τύπο containership (DWT), τον Μάρτιο του 2010



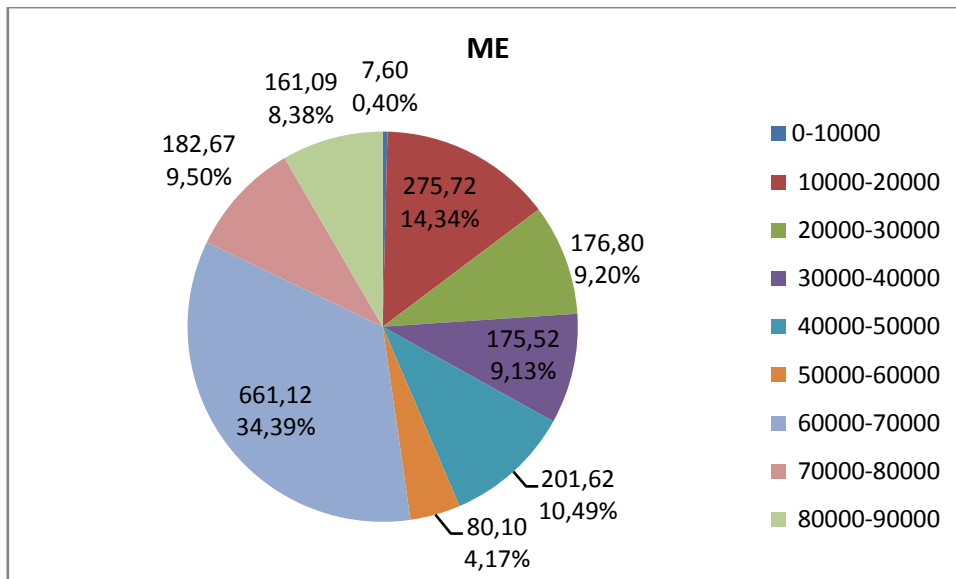
Σχήμα 5.34: Τόνοι διοξειδίου του άνθρακα CO₂ που εκπέμφθηκαν στην κατάσταση MANEUVERING ανά τύπο containership (DWT), τον Μάρτιο του 2010



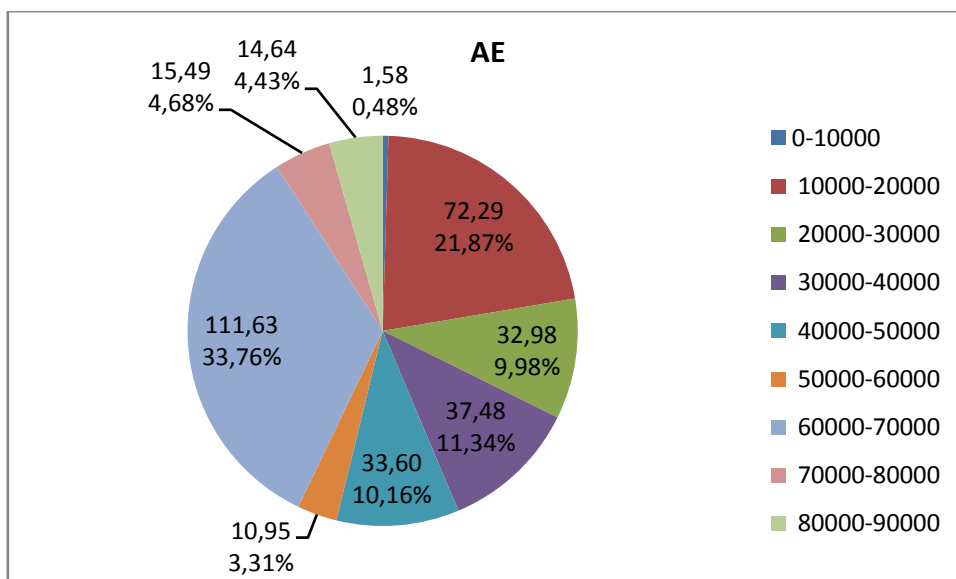
Σχήμα 5.35: Τόνοι διοξειδίου του άνθρακα CO₂ που εκπέμφθηκαν στην κατάσταση BERTH ανά τύπο containership (DWT), τον Μάρτιο του 2010



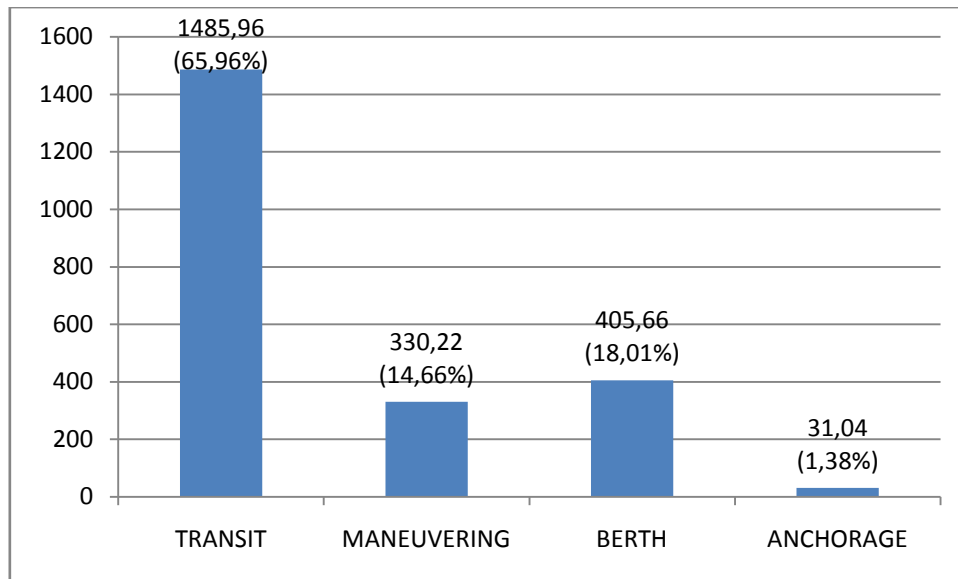
Σχήμα 5.36: Τόνοι διοξειδίου του άνθρακα CO₂ που εκπέμφθηκαν στην κατάσταση ANCHORAGE ανά τύπο containership (DWT), τον Μάρτιο του 2010



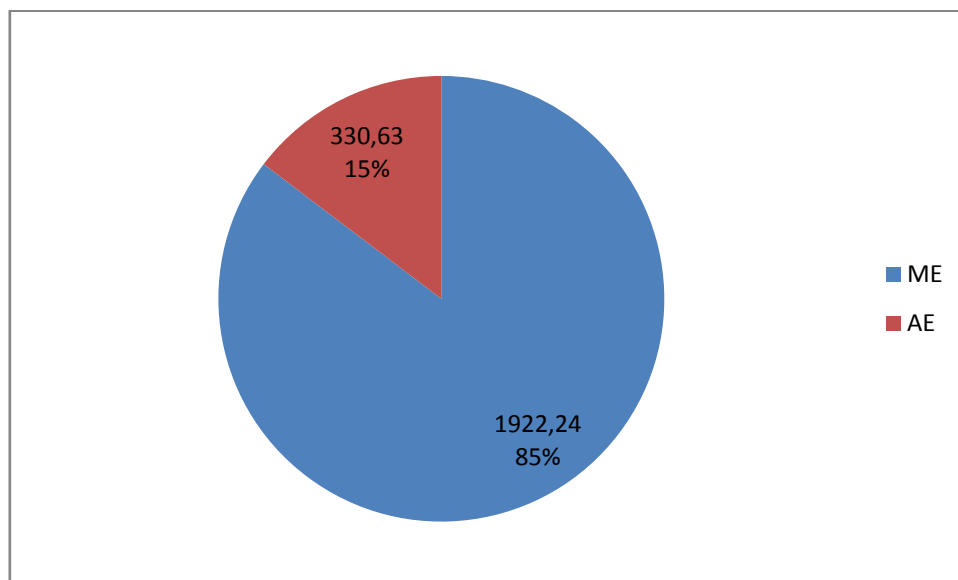
Σχήμα 5.37: Τόνοι διοξειδίου του άνθρακα CO₂ που εκπέμφθηκαν από τις κύριες μηχανές ανά τύπο containership (DWT), τον Μάρτιο του 2010



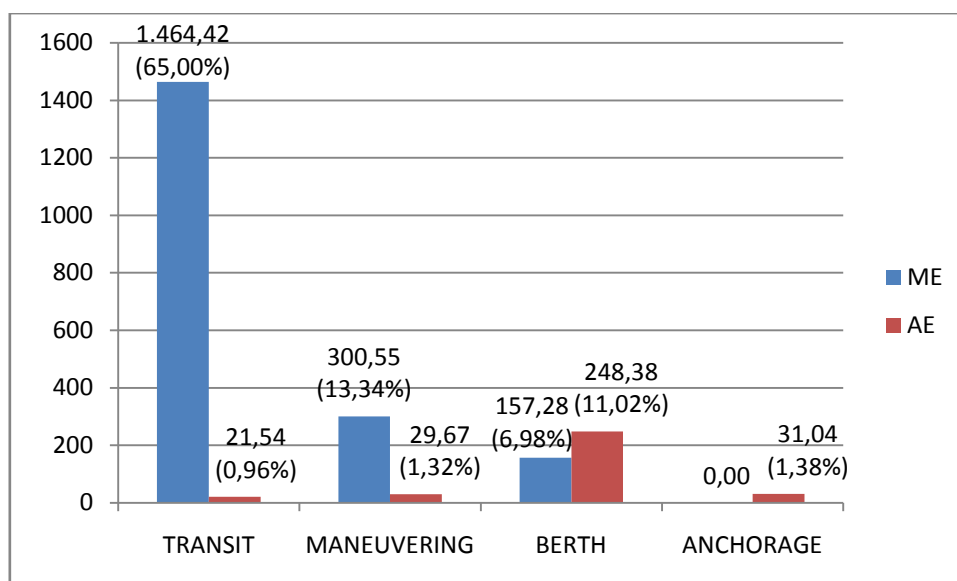
Σχήμα 5.38: Τόνοι διοξειδίου του άνθρακα CO₂ που εκπέμφθηκαν από τις βοηθητικές μηχανές ανά τύπο containership (DWT), τον Μάρτιο του 2010



Σχήμα 5.39: Τόνοι διοξειδίου του άνθρακα CO₂ ανά κατάσταση λειτουργίας πλοίου που εκπέμφθηκαν τον Μάρτιο του 2010



Σχήμα 5.40: Τόνοι διοξειδίου του άνθρακα CO₂ ανά τύπο μηχανής πλοίου που εκπέμφθηκαν τον Μάρτιο του 2010



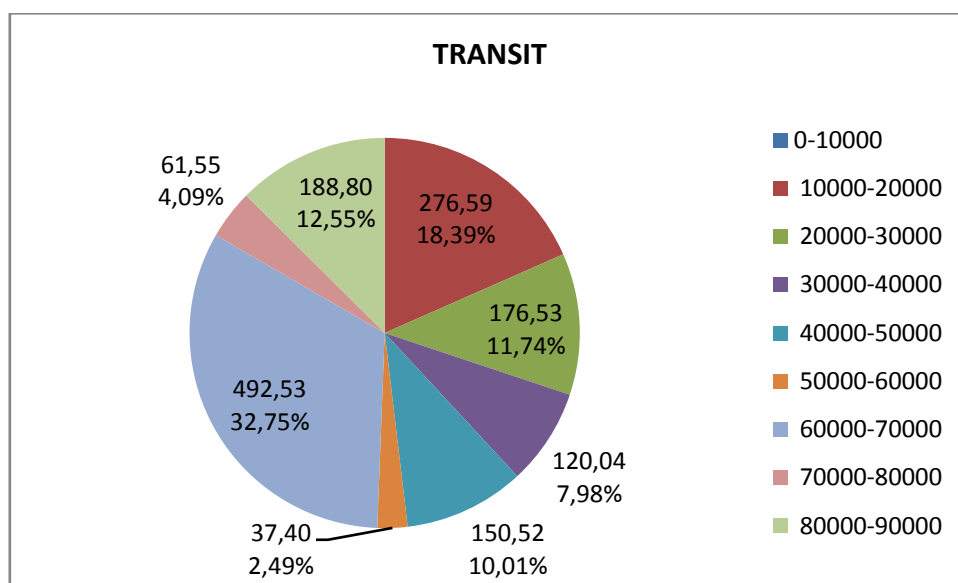
Σχήμα 5.41: Τόνοι διοξειδίου του άνθρακα CO₂ ανά κατάσταση λειτουργίας και ανά τύπο μηχανής πλοίου που εκπέμφθηκαν τον Μάρτιο του 2010

ΑΠΡΙΛΙΟΣ 2010

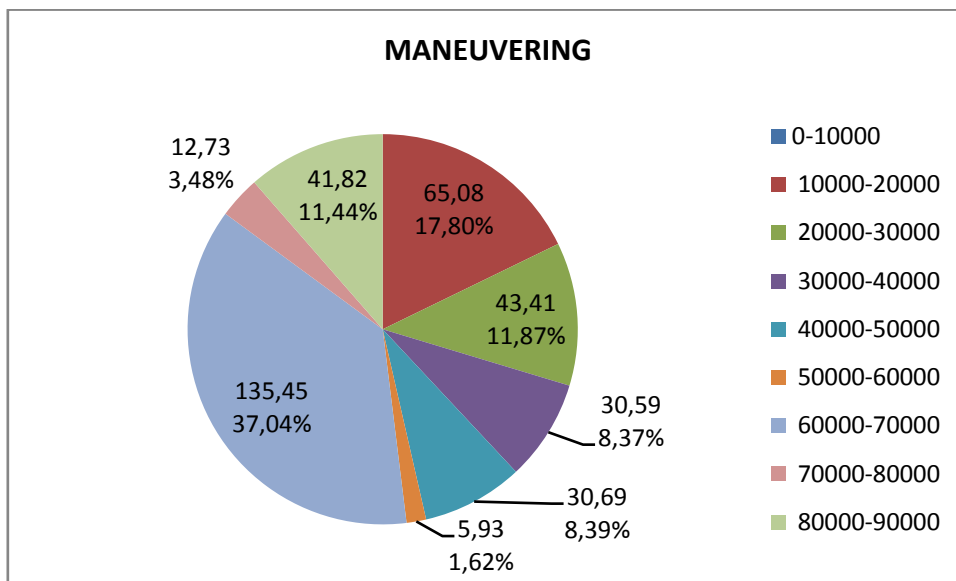
Πίνακας 5.6: Συγκεντρωτικός πίνακας εκπομπών σε τόνους διοξειδίου του άνθρακα CO₂ ανά τύπο containership (DWT), ανά κατάσταση λειτουργίας και ανά τύπο μηχανής που εκπέμφθηκαν τον Απρίλιο του 2010.

ΤΥΠΟΣ CONTAINERSHIP ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΟ DWT(TONS)	ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΚΑΙ ΤΥΠΟΣ ΜΗΧΑΝΗΣ								TOTAL
	TRANSIT		MANEUVERING		BERTH		ANCHORAGE		
	ME	AE	ME	AE	ME	AE	ME	AE	
0-10000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10000-20000	271,13	5,45	57,35	7,73	28,58	62,88	0,00	15,11	448,23
20000-30000	173,48	3,04	38,88	4,54	14,55	27,43	0,00	21,65	283,57
30000-40000	118,24	1,80	27,78	2,81	12,12	19,97	0,00	2,62	185,34
40000-50000	148,37	2,15	28,00	2,69	25,87	40,45	0,00	2,59	250,12
50000-60000	36,88	0,52	5,42	0,51	7,66	11,66	0,00	0,00	62,65

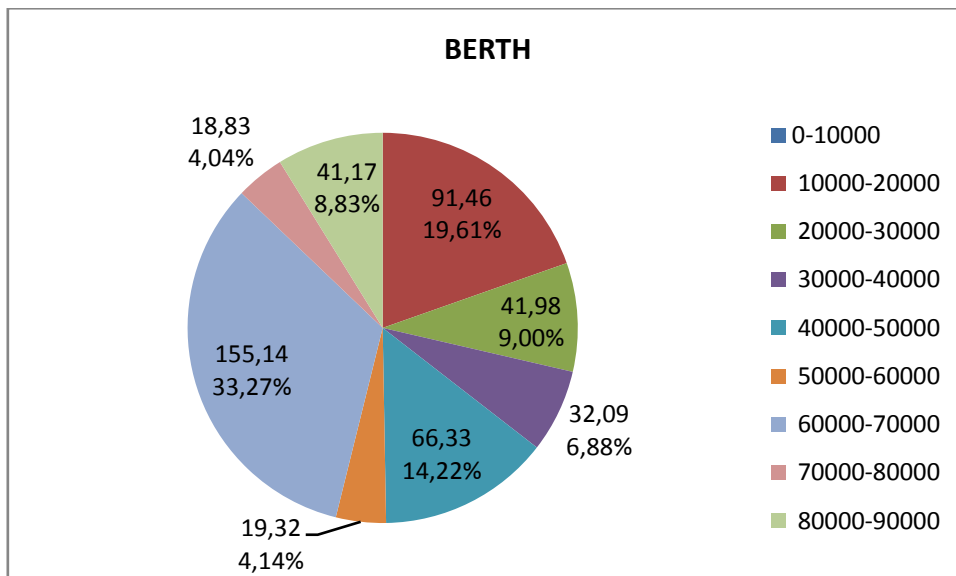
60000-70000	486,34	6,19	124,84	10,61	65,13	90,01	0,00	24,06	807,17
70000-80000	60,83	0,72	11,80	0,93	8,23	10,61	0,00	0,00	93,12
80000-90000	186,57	2,23	38,72	3,10	17,87	23,30	0,00	0,00	271,79
TOTAL (ΤΥΠΟΣ ΜΗΧΑΝΗΣ)	1481,85	22,11	332,79	32,91	180,01	286,31	0,00	66,02	2402,00
TOTAL (ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ)	1503,96		365,71		466,32		66,02		
TOTAL	2402,00								



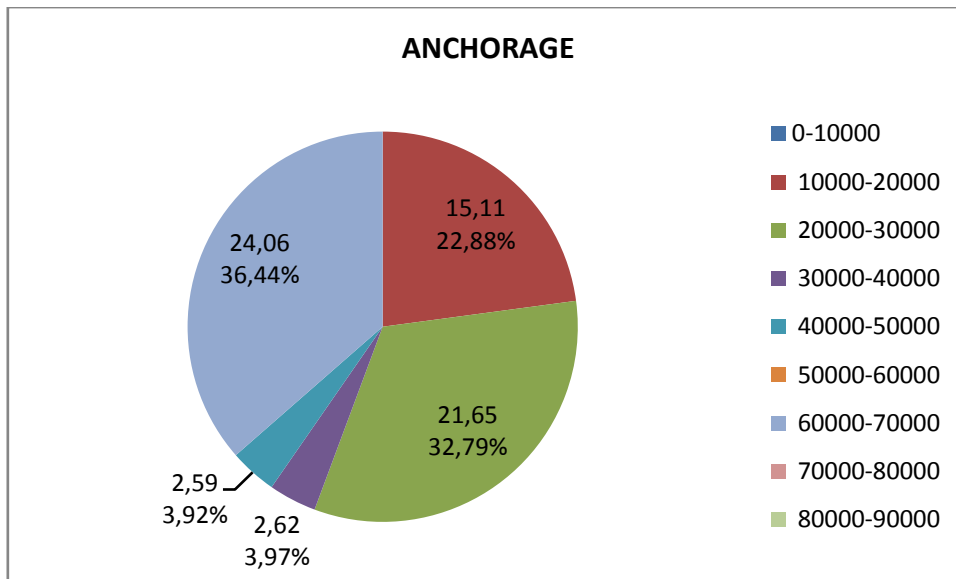
Σχήμα 5.42: Τόνοι διοξειδίου του άνθρακα CO₂ που εκπέμφθηκαν στην κατάσταση TRANSIT ανά τύπο containership (DWT), τον Απρίλιο του 2010



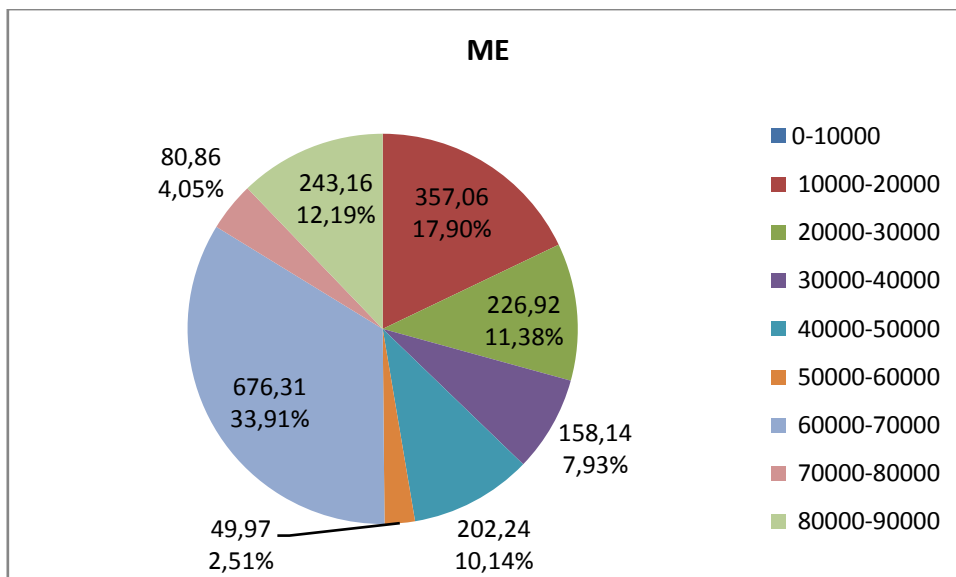
Σχήμα 5.43: Τόνοι διοξειδίου του άνθρακα CO₂ που εκπέμφθηκαν στην κατάσταση MANEUVERING ανά τύπο containership (DWT), τον Απρίλιο του 2010



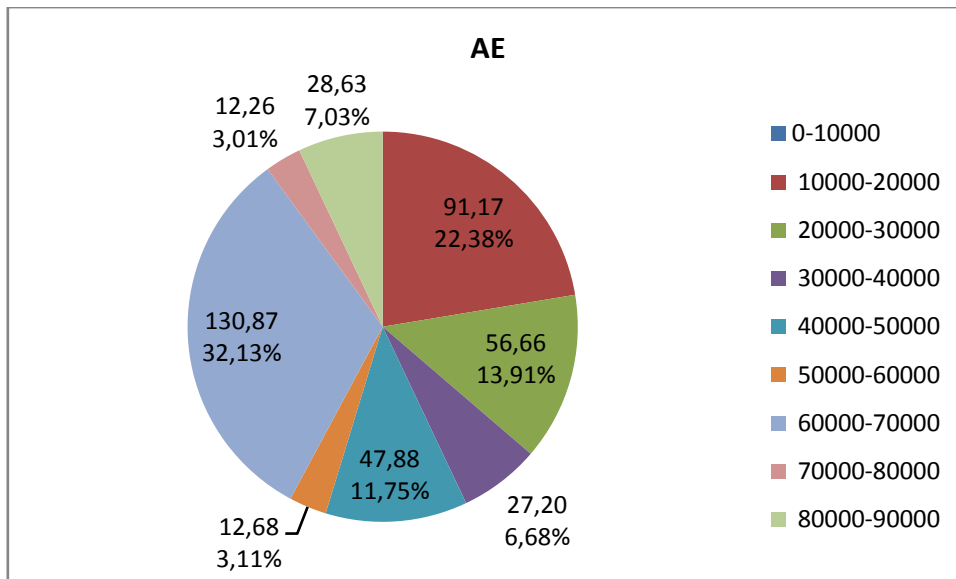
Σχήμα 5.44: Τόνοι διοξειδίου του άνθρακα CO₂ που εκπέμφθηκαν στην κατάσταση BERTH ανά τύπο containership (DWT), τον Απρίλιο του 2010



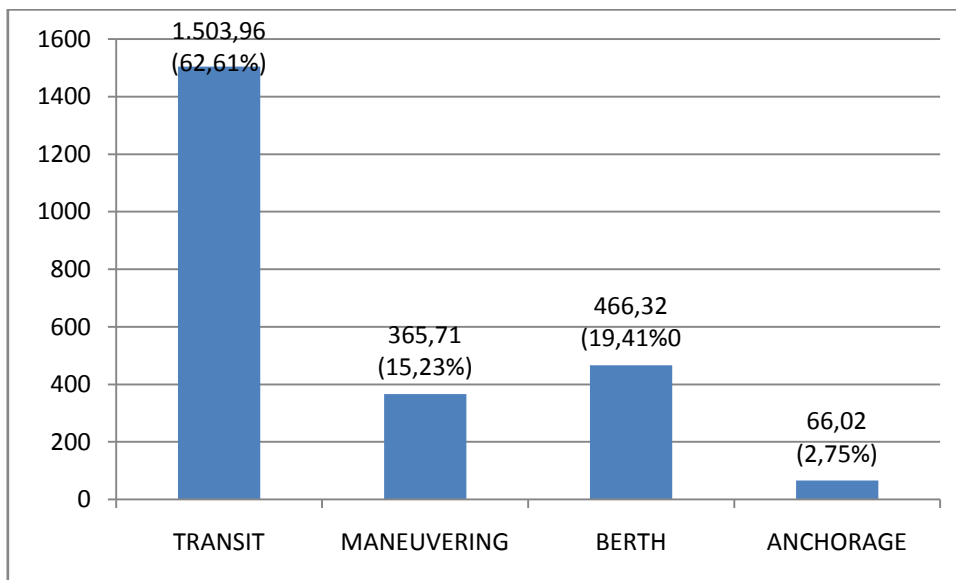
Σχήμα 5.45: Τόνοι διοξειδίου του άνθρακα CO₂ που εκπέμφθηκαν στην κατάσταση ANCHORAGE ανά τύπο containership (DWT), τον Απρίλιο του 2010



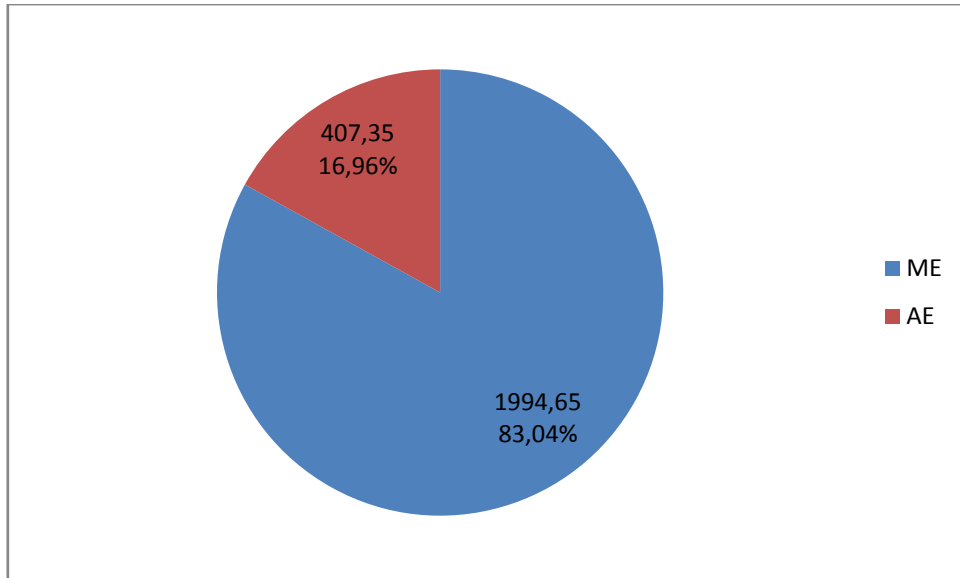
Σχήμα 5.46: Τόνοι διοξειδίου του άνθρακα CO₂ που εκπέμφθηκαν από τις κύριες μηχανές ανά τύπο containership (DWT), τον Απρίλιο του 2010



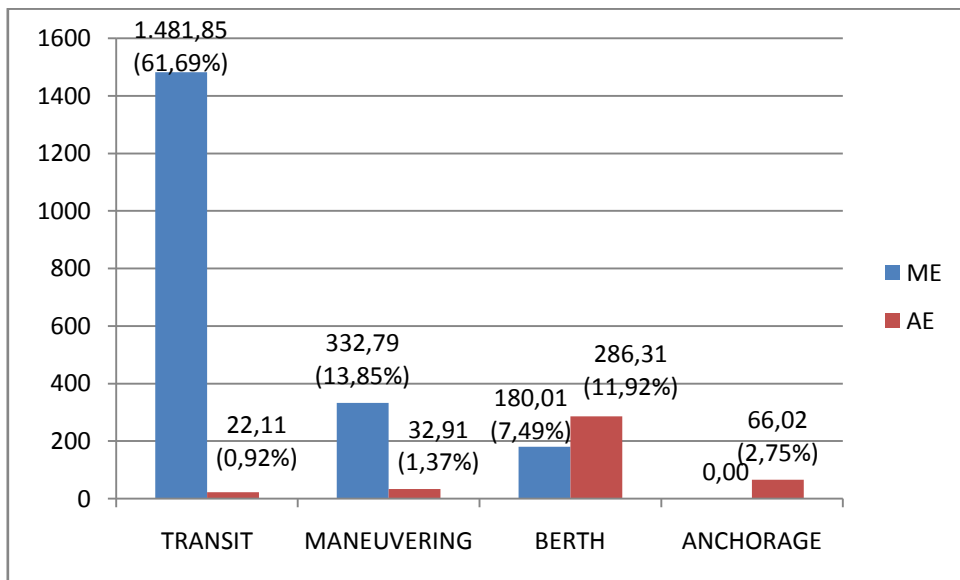
Σχήμα 5.47: Τόνοι διοξειδίου του άνθρακα CO₂ που εκπέμφθηκαν από τις βοηθητικές μηχανές ανά τύπο containership (DWT), τον Απρίλιο του 2010



Σχήμα 5.48: Τόνοι διοξειδίου του άνθρακα CO₂ ανά κατάσταση λειτουργίας πλοίου που εκπέμφθηκαν τον Απρίλιο του 2010



Σχήμα 5.49: Τόνοι διοξειδίου του άνθρακα CO₂ ανά τύπο μηχανής πλοίου που εκπέμφθηκαν τον Απρίλιο του 2010

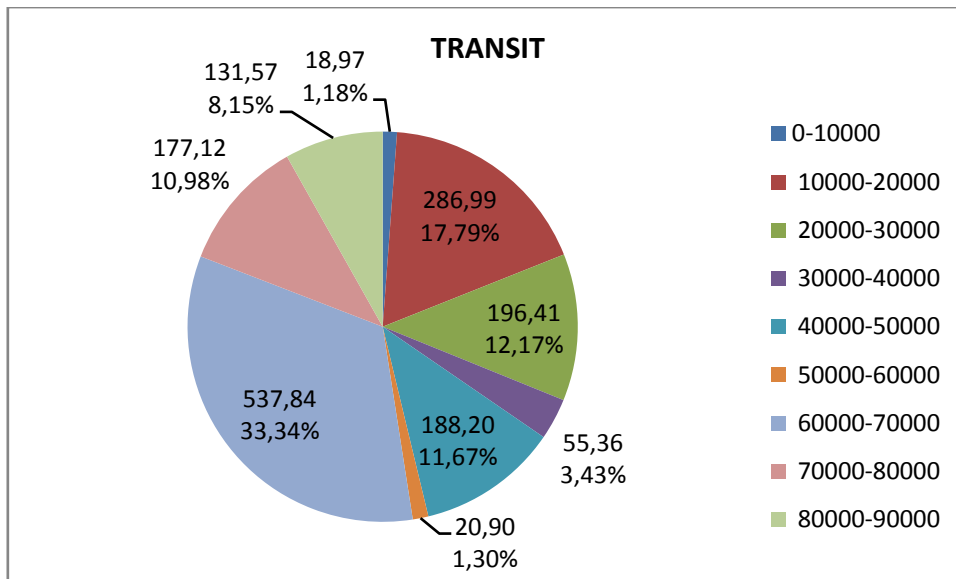


Σχήμα 5.50: Τόνοι διοξειδίου του άνθρακα CO₂ ανά κατάσταση λειτουργίας και ανά τύπο μηχανής πλοίου που εκπέμφθηκαν τον Απρίλιο του 2010

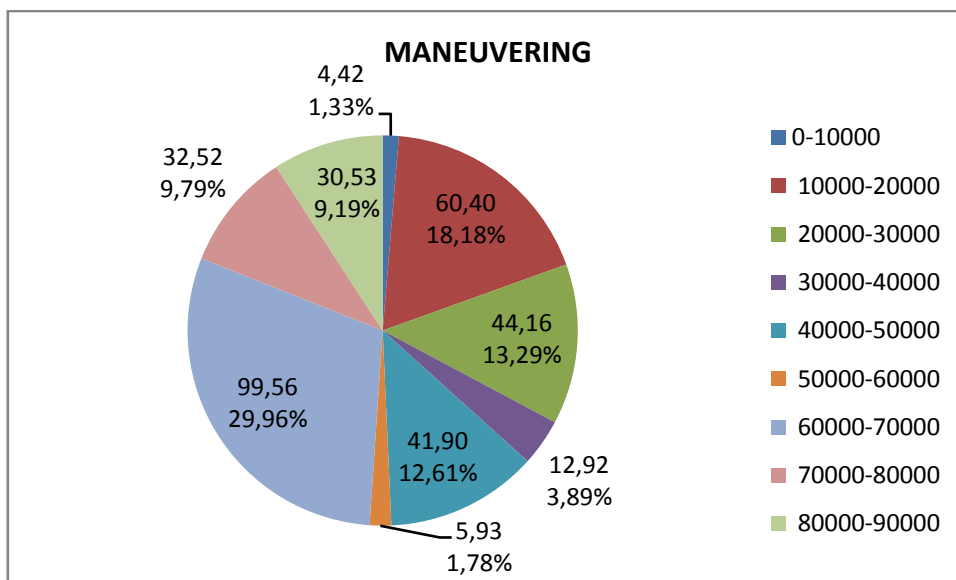
ΜΑΪΟΣ 2010

Πίνακας 5.7: Συγκεντρωτικός πίνακας εκπομπών σε τόνους διοξειδίου του άνθρακα CO₂ ανά τύπο containership (DWT), ανά κατάσταση λειτουργίας και ανά τύπο μηχανής που εκπέμφθηκαν τον Μάιο του 2010.

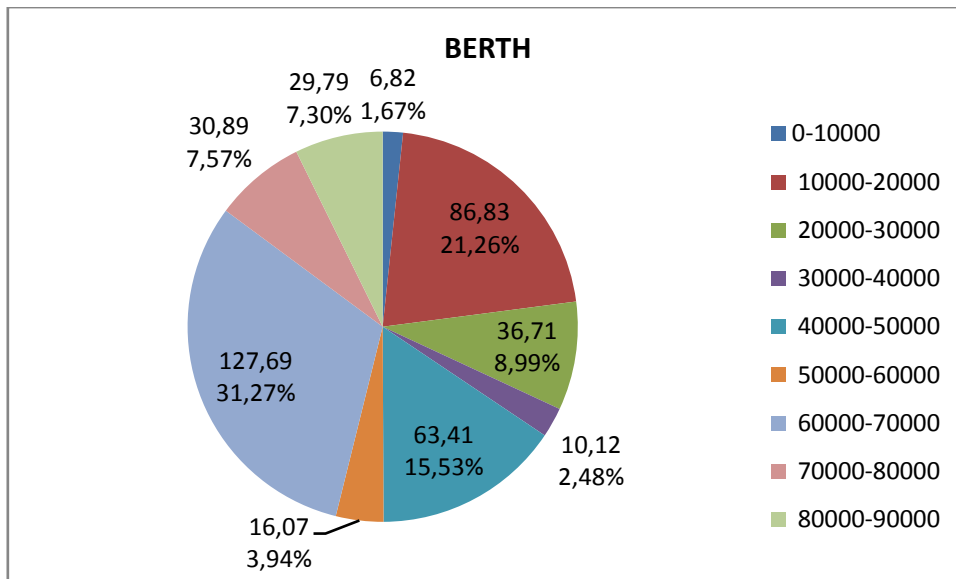
ΤΥΠΟΣ CONTAINERSHIP ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΟ DWT(TONS)	ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΚΑΙ ΤΥΠΟΣ ΜΗΧΑΝΗΣ								TOTAL
	TRANSIT		MANEUVERING		BERTH		ANCHORAGE		
	ΜΕ	ΑΕ	ΜΕ	ΑΕ	ΜΕ	ΑΕ	ΜΕ	ΑΕ	
0-10000	18,58	0,39	3,88	0,54	2,10	4,72	0,00	0,00	30,21
10000-20000	281,36	5,63	53,30	7,11	27,19	59,64	0,00	10,63	444,86
20000-30000	193,00	3,41	39,52	4,63	12,56	24,14	0,00	6,47	283,75
30000-40000	54,53	0,83	11,73	1,19	3,81	6,31	0,00	0,00	78,40
40000-50000	185,54	2,66	38,25	3,65	24,81	38,60	0,00	5,96	299,48
50000-60000	20,61	0,29	5,42	0,51	6,37	9,70	0,00	0,00	42,90
60000-70000	531,12	6,72	91,82	7,73	53,99	73,70	0,00	1,97	767,05
70000-80000	175,04	2,08	30,13	2,39	13,50	17,40	0,00	0,00	240,54
80000-90000	130,00	1,57	28,26	2,27	12,89	16,90	0,00	0,00	191,89
TOTAL (ΤΥΠΟΣ ΜΗΧΑΝΗΣ)	1589,79	23,58	302,33	30,01	157,22	251,12	0,00	25,03	2379,08
TOTAL (ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ)	1613,37		332,34		408,34		25,03		
TOTAL	2379,08								



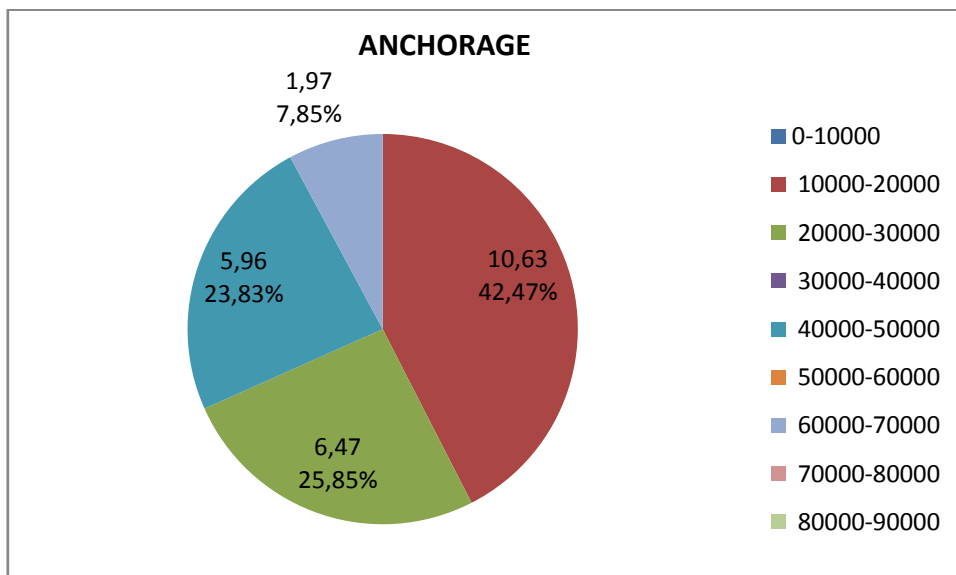
Σχήμα 5.51: Τόνοι διοξειδίου του άνθρακα CO₂ που εκπέμφθηκαν στην κατάσταση TRANSIT ανά τύπο containership (DWT), τον Μάιο του 2010



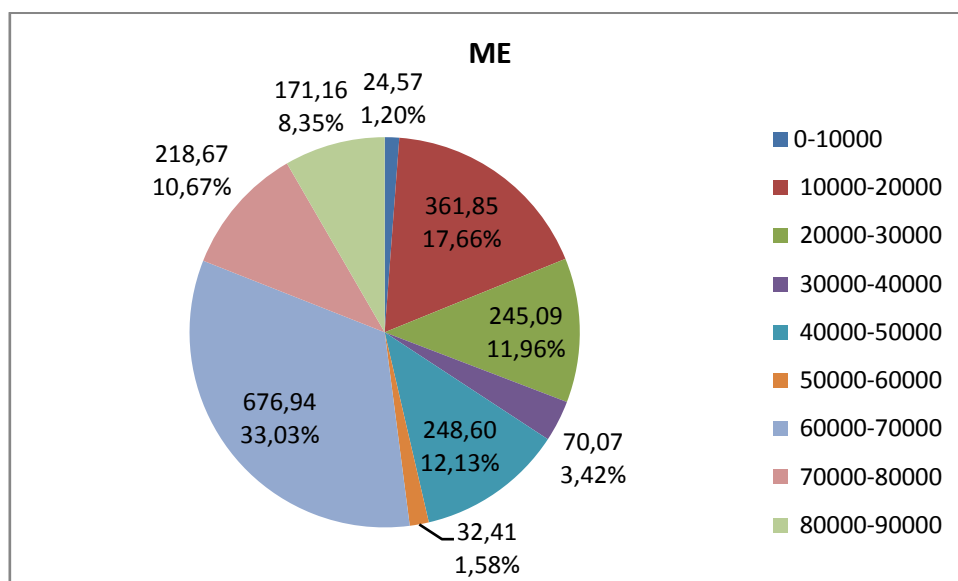
Σχήμα 5.52: Τόνοι διοξειδίου του άνθρακα CO₂ που εκπέμφθηκαν στην κατάσταση MANEUVERING ανά τύπο containership (DWT), τον Μάιο του 2010



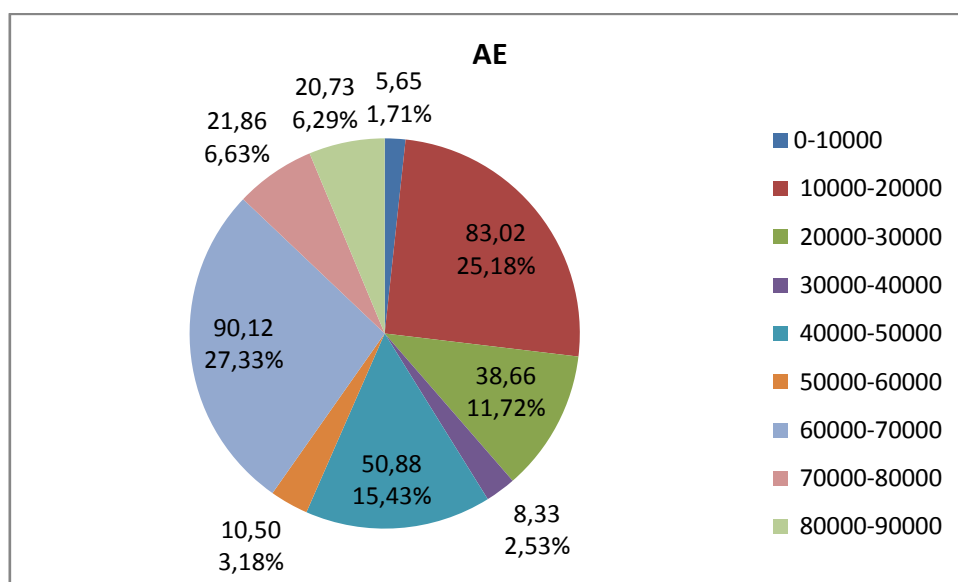
Σχήμα 5.53: Τόνοι διοξειδίου του άνθρακα CO₂ που εκπέμφθηκαν στην κατάσταση BERTH ανά τύπο containership (DWT), τον Μάιο του 2010



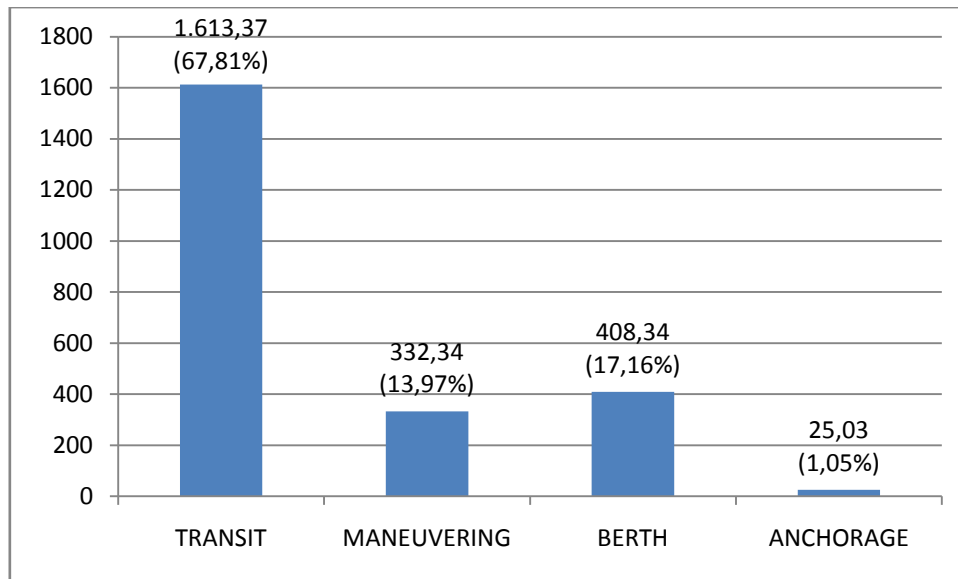
Σχήμα 5.54: Τόνοι διοξειδίου του άνθρακα CO₂ που εκπέμφθηκαν στην κατάσταση ANCHORAGE ανά τύπο containership (DWT), τον Μάιο του 2010



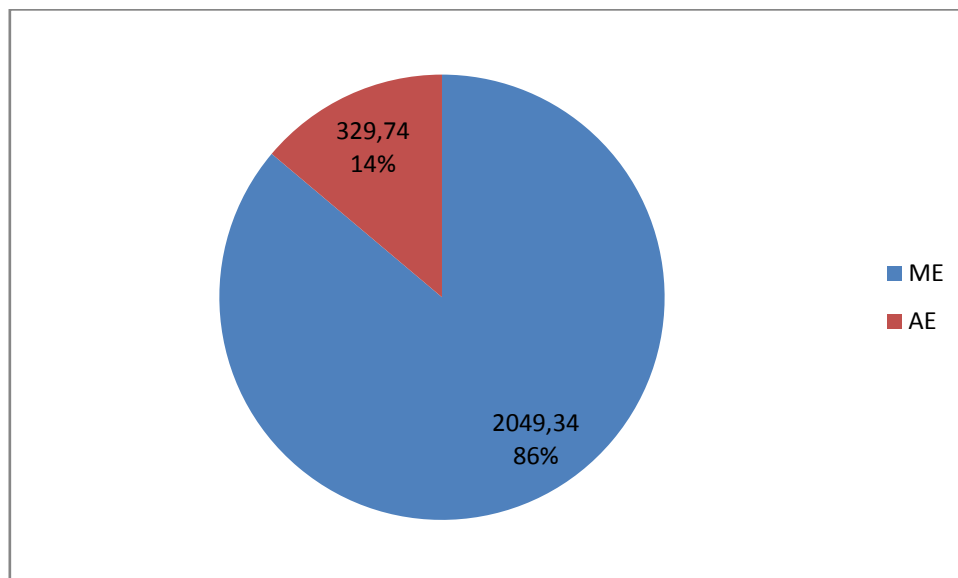
Σχήμα 5.55: Τόνοι διοξειδίου του άνθρακα CO₂ που εκπέμφθηκαν από τις κύριες μηχανές ανά τύπο DWT containership τον Μάιο του 2010



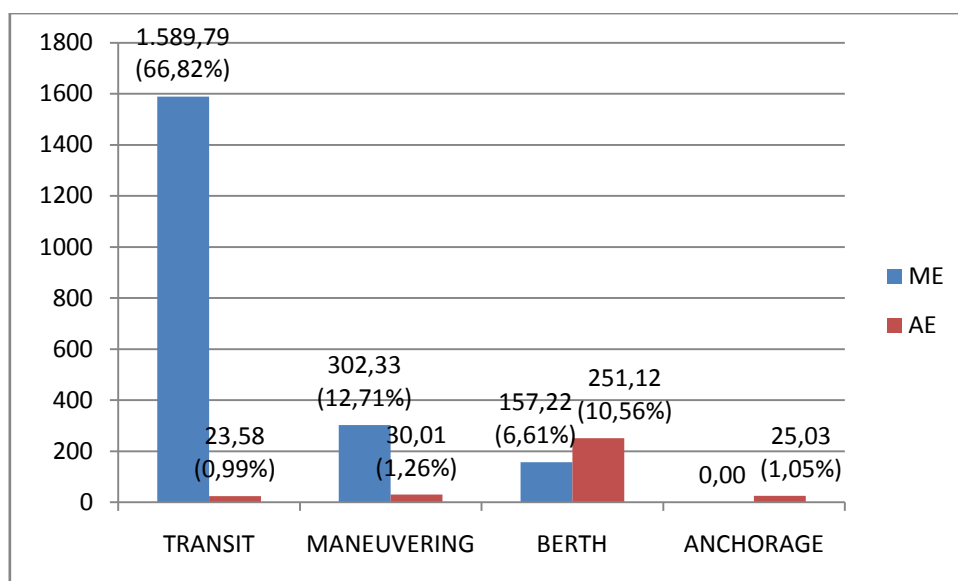
Σχήμα 5.56: Τόνοι διοξειδίου του άνθρακα CO₂ που εκπέμφθηκαν από τις βοηθητικές μηχανές ανά τύπο containership (DWT), τον Μάιο του 2010



Σχήμα 5.57: Τόνοι διοξειδίου του άνθρακα CO₂ ανά κατάσταση λειτουργίας πλοίου που εκπέμφθηκαν τον Μάιο του 2010



Σχήμα 5.58: Τόνοι διοξειδίου του άνθρακα CO₂ ανά τύπο μηχανής πλοίου που εκπέμφθηκαν τον Μάιο του 2010



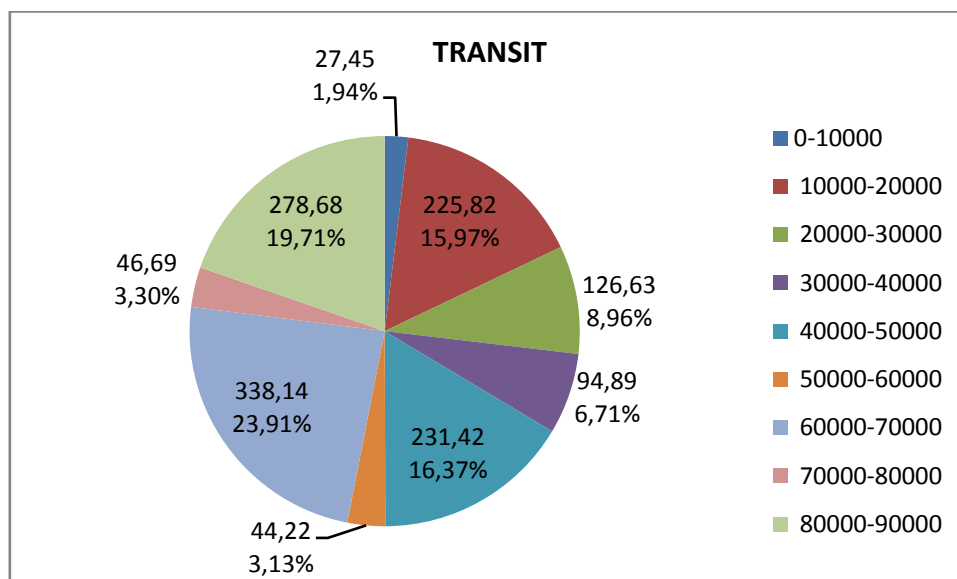
Σχήμα 5.59: Τόνοι διοξειδίου του άνθρακα CO₂ ανά κατάσταση λειτουργίας και ανά τύπο μηχανής πλοίου που εκπέμφθηκαν τον Μάιο του 2010

ΙΟΥΝΙΟΣ 2010

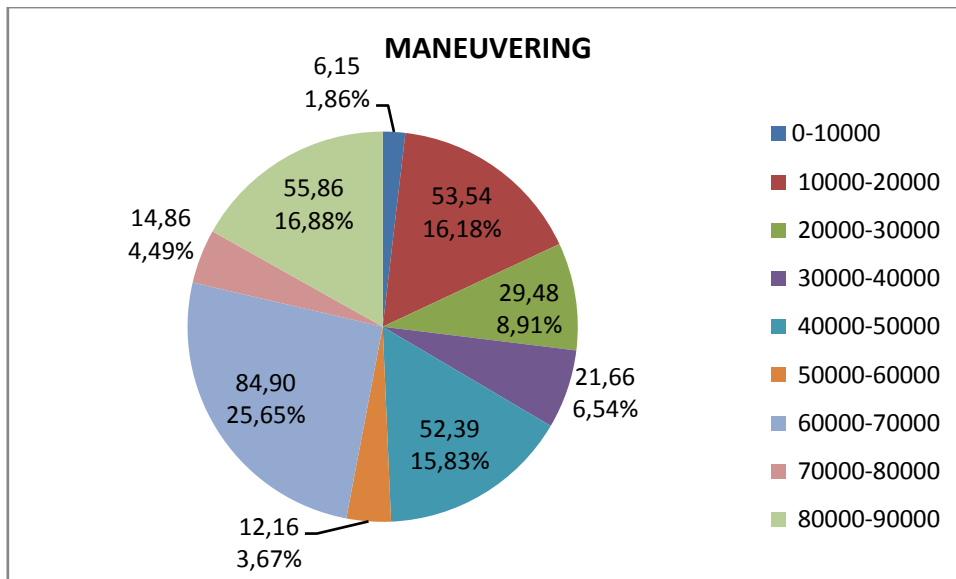
Πίνακας 5.8: Συγκεντρωτικός πίνακας εκπομπών σε τόνους διοξειδίου του άνθρακα CO₂ ανά τύπο containership (DWT), ανά κατάσταση λειτουργίας και ανά τύπο μηχανής που εκπέμφθηκαν τον Μάιο του 2010

ΤΥΠΟΣ CONTAINERSHIP ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΟ DWT(TONS)	ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΚΑΙ ΤΥΠΟΣ ΜΗΧΑΝΗΣ								TOTAL
	TRANSIT		MANEUVERING		BERTH		ANCHORAGE		
	ME	AE	ME	AE	ME	AE	ME	AE	
0-10000	26,90	0,56	5,40	0,75	4,23	9,51	0,00	1,08	48,42
10000-20000	221,34	4,47	47,17	6,38	26,10	57,90	0,00	14,69	378,04
20000-30000	124,48	2,15	26,44	3,03	9,90	18,64	0,00	2,71	187,36
30000-40000	93,43	1,46	19,62	2,04	8,59	14,50	0,00	1,82	141,46
40000-50000	228,14	3,28	47,80	4,60	24,38	38,30	0,00	3,12	349,61

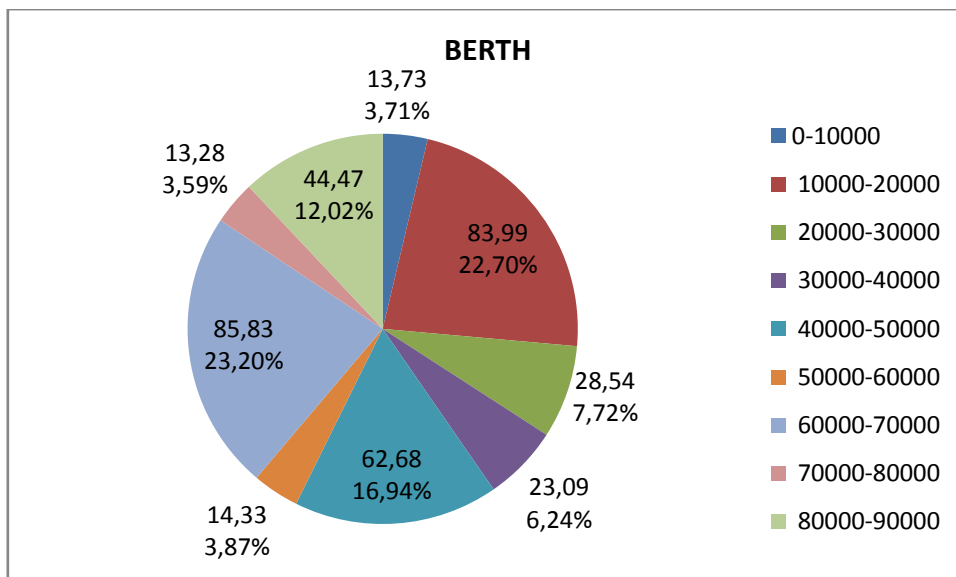
50000-60000	43,61	0,61	11,12	1,04	5,68	8,65	0,00	0,00	70,71
60000-70000	333,89	4,25	78,27	6,62	36,02	49,81	0,00	0,93	509,80
70000-80000	46,15	0,55	13,77	1,09	5,80	7,48	0,00	0,73	75,56
80000-90000	275,37	3,31	51,71	4,14	19,32	25,15	0,00	0,00	379,00
TOTAL (ΤΥΠΟΣ ΜΗΧΑΝΗΣ)	1393,31	20,64	301,30	29,69	140,01	229,94	0,00	25,07	2139,96
TOTAL (ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ)	1413,95		330,99		369,95		25,07		
TOTAL	2139,96								



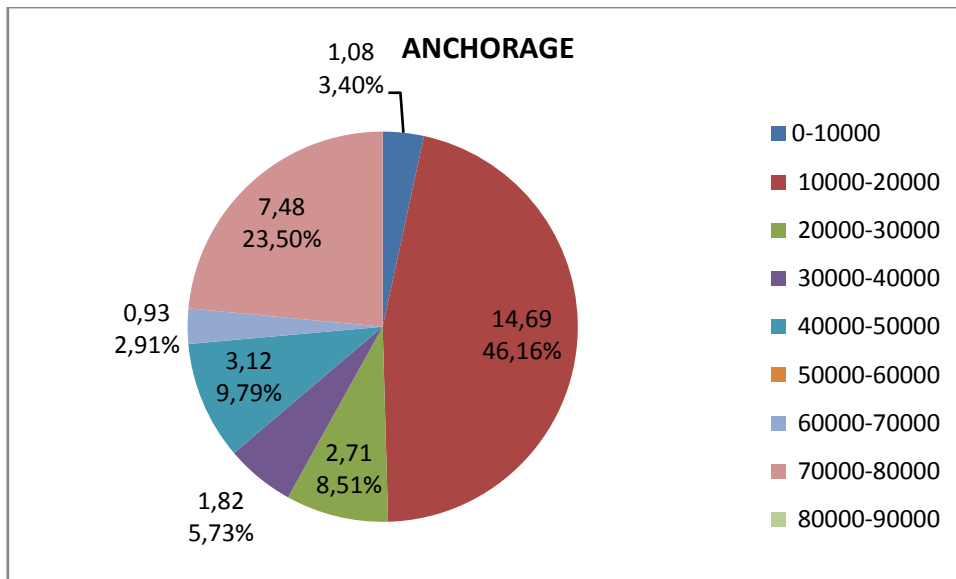
Σχήμα 5.60: Τόνοι διοξειδίου του άνθρακα CO₂ που εκπέμφθηκαν στην κατάσταση TRANSIT ανά τύπο containership (DWT), τον Ιούνιο του 2010



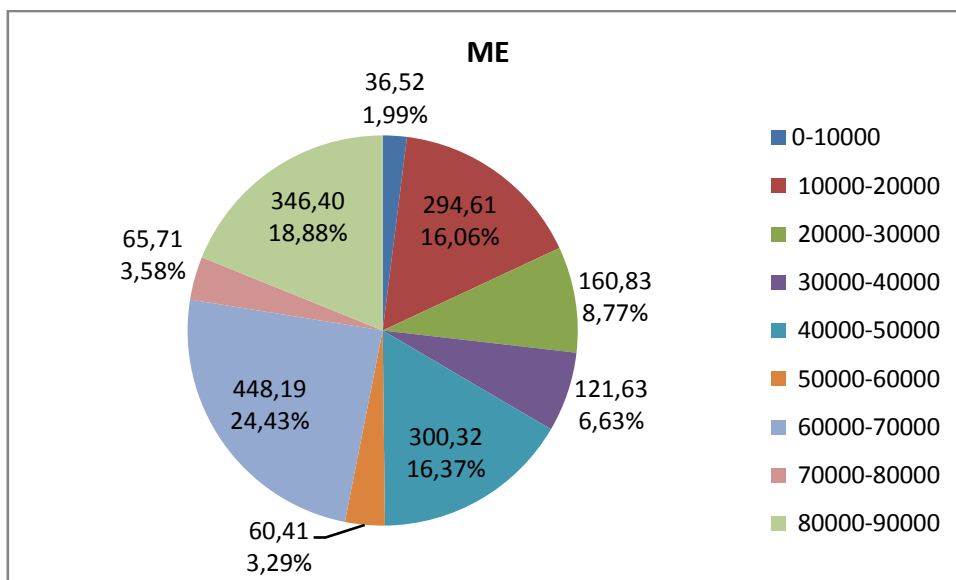
Σχήμα 5.61: Τόνοι διοξειδίου του άνθρακα CO₂ που εκπέμφθηκαν στην κατάσταση MANEUVERING ανά τύπο containership (DWT), τον Ιούνιο του 2010



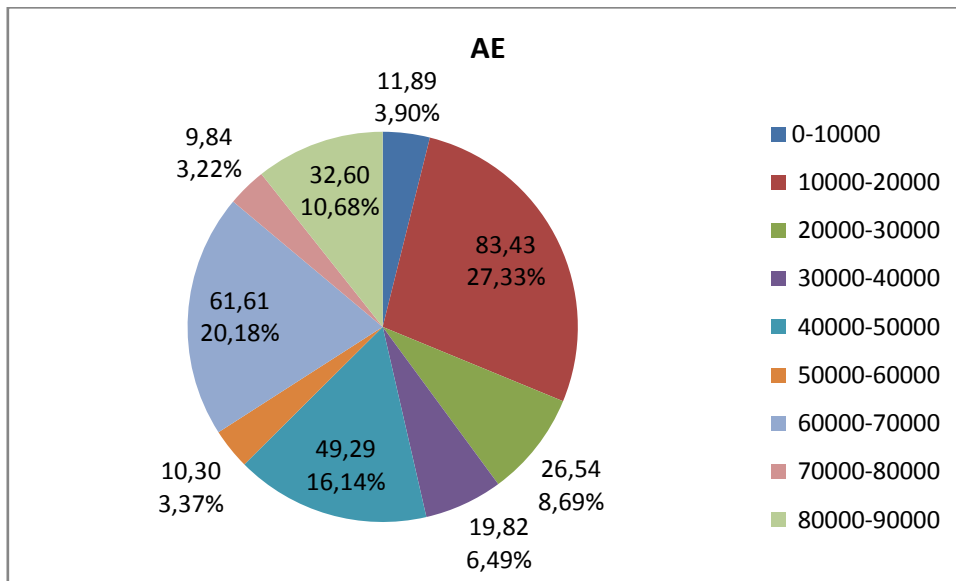
Σχήμα 5.62: Τόνοι διοξειδίου του άνθρακα CO₂ που εκπέμφθηκαν στην κατάσταση BERTH ανά τύπο containership (DWT), τον Ιούνιο του 2010



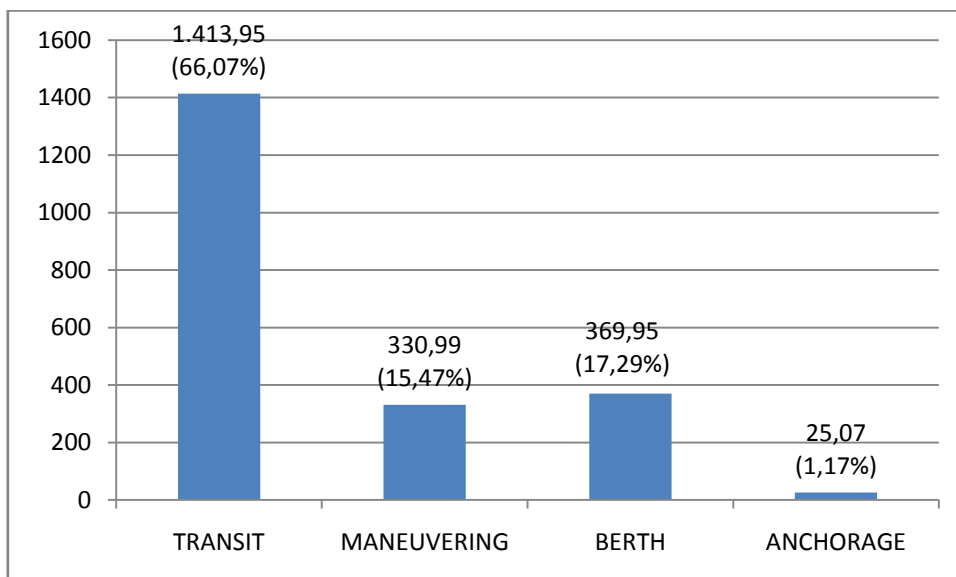
Σχήμα 5.63: Τόνοι διοξειδίου του άνθρακα CO₂ που εκπέμφθηκαν στην κατάσταση ANCHORAGE ανά τύπο containership (DWT), τον Ιούνιο του 2010



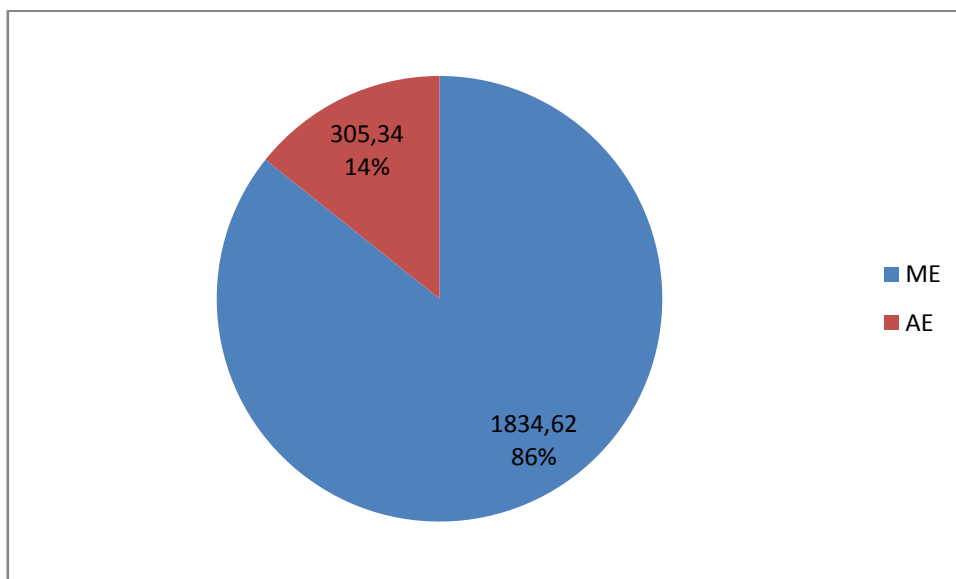
Σχήμα 5.64: Τόνοι διοξειδίου του άνθρακα CO₂ που εκπέμφθηκαν από τις κύριες μηχανές ανά τύπο containership (DWT), τον Ιούνιο του 2010



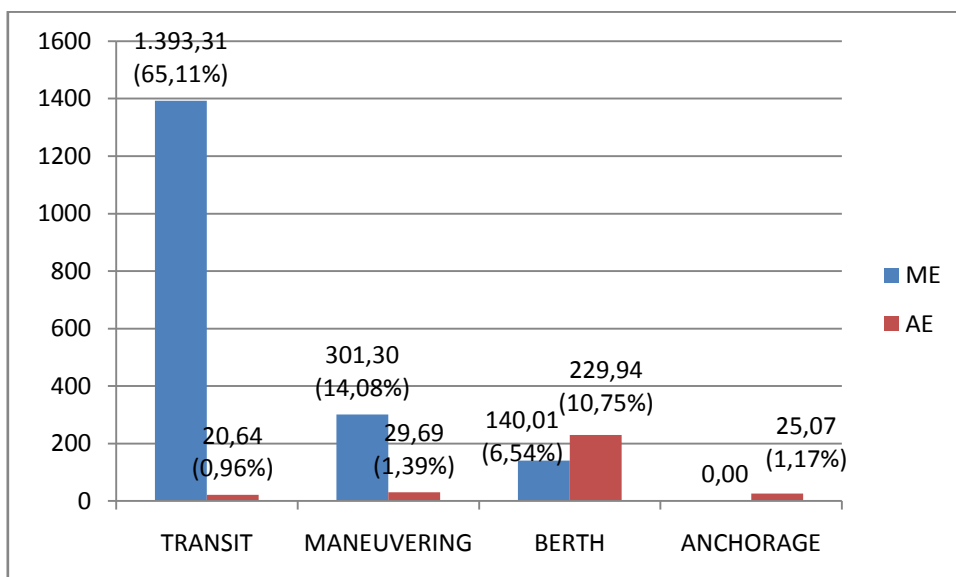
Σχήμα 5.65: Τόνοι διοξειδίου του άνθρακα CO₂ που εκπέμφθηκαν από τις βοηθητικές μηχανές ανά τύπο containership (DWT), τον Ιούνιο του 2010



Σχήμα 5.66: Τόνοι διοξειδίου του άνθρακα CO₂ ανά κατάσταση λειτουργίας πλοίου που εκπέμφθηκαν τον Ιούνιο του 2010



Σχήμα 5.67: Τόνοι διοξειδίου του άνθρακα CO₂ ανά τύπο μηχανής πλοίου που εκπέμφθηκαν τον Ιούνιο του 2010



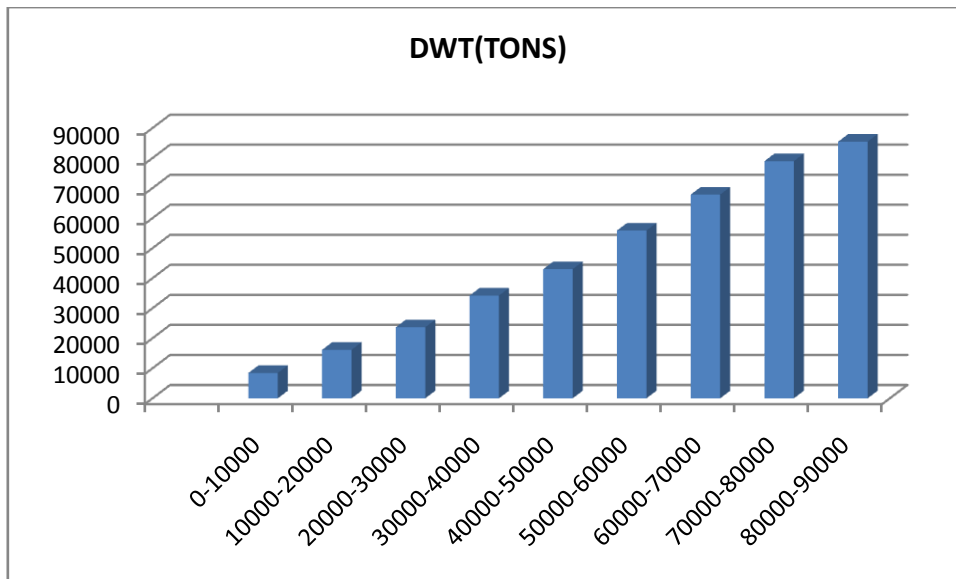
Σχήμα 5.68: Τόνοι διοξειδίου του άνθρακα CO₂ ανά κατάσταση λειτουργίας και ανά τύπο μηχανής πλοίου που εκπέμφθηκαν τον Ιούνιο του 2010

5.1.3 Χαρακτηριστικά πλοίων

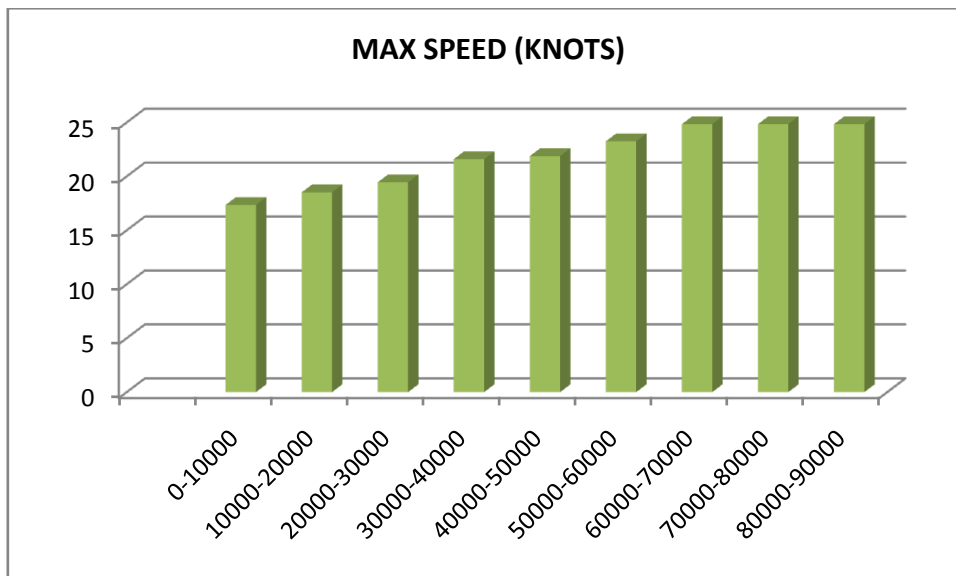
Στον πίνακα 5.9 συνοψίζονται τα χαρακτηριστικά των πλοίων εμπορευματοκιβωτίων που κατέπλευσαν στον τερματικό σταθμό εμπορευματοκιβωτίων “X” κατά τη χρονική περίοδο που εξετάζουμε στην παρούσα εργασία. Σε αυτά περιλαμβάνονται ο αριθμός των διαφορετικών πλοίων, οι συνολικές αφίξεις τους, η μεταφορική τους ικανότητα, η ολική τους χωρητικότητα, η μέγιστη ταχύτητα τους καθώς και η ισχύς των κύριων και των βοηθητικών μηχανών τους. Τα πλοία εμπορευματοκιβωτίων κατηγοριοποιούνται στον παρακάτω πίνακα με βάση τη μεταφορική τους ικανότητα (DWT).

Πίνακας 5.9: Χαρακτηριστικά πλοίων εμπορευματοκιβωτίων

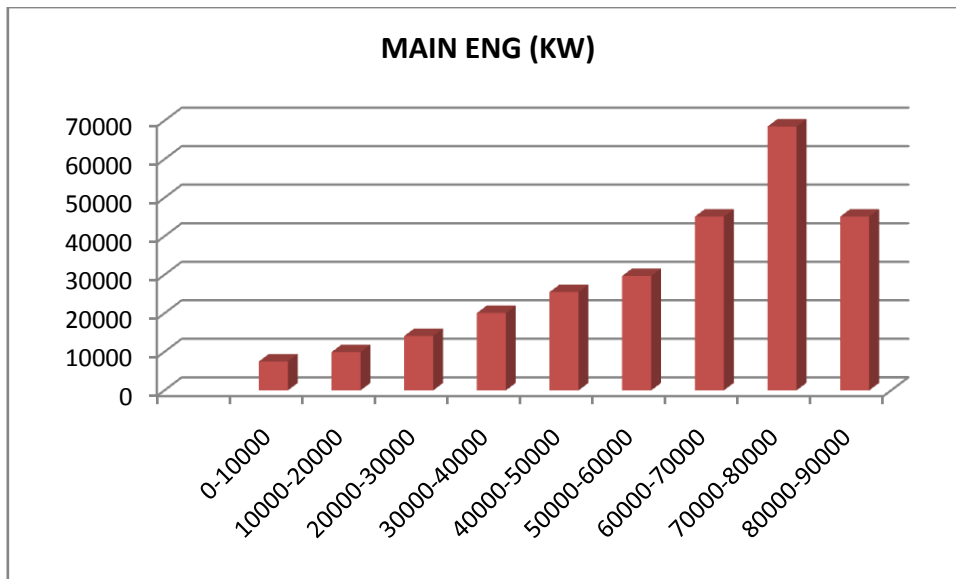
ΤΥΠΟΣ CONTAINERSHIP ME ΒΑΣΗ ΤΟ DWT(TONS)	AVERAGE				
	DWT(TONS)	GT	MAX SPEED (KNOTS)	MAIN ENG (KW)	AUX ENG (KW)
0-10000	8426,81	7429,92	17,35	7503,13	375,16
10000-20000	16129,28	14221,18	18,51	9938,47	479,56
20000-30000	23657,46	20858,78	19,45	14116,66	602,86
30000-40000	34202,63	30156,46	21,59	20085,23	750,60
40000-50000	43021,25	37931,84	21,88	25514,53	887,86
50000-60000	55866,50	49257,49	23,25	29718,33	992,96
60000-70000	67837,86	59812,64	24,84	45108,28	1377,71
70000-80000	78977,89	69634,80	24,84	68501,78	1962,54
80000-90000	85468,12	75357,24	24,84	45108,28	1377,71



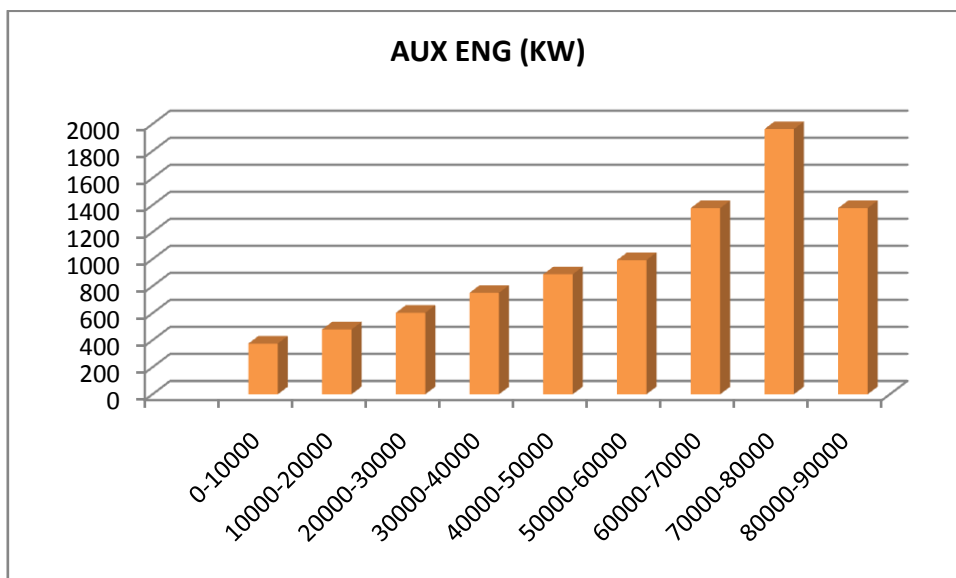
Σχήμα 5.69: Μέσος όρος μεταφορικής ικανότητας πλοίων εμπορευματοκιβωτίων



Σχήμα 5.70: Μέσος όρος μέγιστης ταχύτητας πλοίων εμπορευματοκιβωτίων



Σχήμα 5.71: Μέσος όρος συνολικής ισχύς κύριας μηχανής πλοίων εμπορευματοκιβωτίων



Σχήμα 5.72: Μέσος όρος συνολικής ισχύς βοηθητικών μηχανών πλοίων εμπορευματοκιβωτίων

5.1.4 Χρόνοι καταστάσεων πλοίων

Οι χρόνοι καταστάσεων όπως περιγράφηκαν σε προηγούμενο κεφάλαιο χωρίζονται στις εξής 4 κατηγορίες :

- Χρόνος ταξιδιού (Transit)
- Χρόνος ελιγμών (Maneuvering)
- Χρόνος παραμονής σε θέση αγκυροβολίας (Hotelling at Anchorage)
- Χρόνος παραμονής στην προβλήτα (Hotelling at Berth)

Στους παρακάτω πίνακες παρουσιάζονται διάφορα στατιστικά στοιχεία που αφορούν τους χρόνους αυτούς.

Πίνακας 5.10: Χρόνοι ταξιδιού για την κατάσταση Transit

ΤΥΠΟΣ CONTAINERSHIP ME ΒΑΣΗ ΤΟ DWT(TONS)	TRANSIT TIME (MINUTES)		
	MIN	MAX	AVG
0-10000	69,00	166,00	108,20
10000-20000	65,00	185,00	112,39
20000-30000	60,00	180,00	112,41
30000-40000	72,00	155,00	111,88
40000-50000	73,00	167,00	118,30
50000-60000	95,00	170,00	126,20

60000-70000	63,00	178,00	111,08
70000-80000	88,00	179,00	139,22
80000-90000	65,00	155,00	132,53

Πίνακας 5.11: Χρόνοι ελιγμών για την κατάσταση Maneuvering

ΤΥΠΟΣ CONTAINERSHIP ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΟ DWT(TONS)	MANEUVERING TIME (MINUTES)		
	MIN	MAX	AVG
0-10000	50,00	120,00	89,30
10000-20000	60,00	210,00	95,17
20000-30000	60,00	170,00	101,07
30000-40000	65,00	160,00	99,71
40000-50000	55,00	180,00	99,88
50000-60000	95,00	100,00	99,00
60000-70000	50,00	160,00	103,70
70000-80000	90,00	115,00	103,33
80000-90000	70,00	175,00	110,71

Πίνακας 5.12: Χρόνοι παραμονής για την κατάσταση Anchorage

ΤΥΠΟΣ CONTAINERSHIP ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΟ DWT(TONS)	HOTELLING TIME AT ANCHORAGE (MINUTES)		
	MIN	MAX	AVG
0-10000	300,00	367,00	333,50
10000-20000	55,00	4755,00	832,55
20000-30000	80,00	3040,00	788,26
30000-40000	85,00	2880,00	537,33
40000-50000	70,00	940,00	344,44
50000-60000	0,00	0,00	0,00
60000-70000	120,00	2848,00	652,25
70000-80000	70,00	70,00	70,00
80000-90000	0,00	0,00	0,00

Πίνακας 5.13: Χρόνοι παραμονής για την κατάσταση Berth

ΤΥΠΟΣ CONTAINERSHIP ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΟ DWT(TONS)	HOTELLING TIME AT BERTH (MINUTES)		
	MIN	MAX	AVG
0-10000	555,00	1635,00	1049,00
10000-20000	100,00	3810,00	1060,16
20000-30000	290,00	1900,00	764,60
30000-40000	380,00	1505,00	850,59

40000-50000	415,00	2385,00	1240,75
50000-60000	545,00	2825,00	1740,00
60000-70000	455,00	2425,00	1182,97
70000-80000	490,00	1570,00	1040,56
80000-90000	455,00	1380,00	916,47

Στο χρονικό διάστημα της μελέτης μας τα περισσότερα πλοία εμπορευματοκιβωτίων κατέπλευσαν στον τερματικό σταθμό εμπορευματοκιβωτίων “X” περισσότερες από μία φορές. Ο παρακάτω πίνακας παρουσιάζει τον αριθμό των αφίξεων που πραγματοποιήσαν διαφορετικά κάθε φορά πλοία ανά κατηγορία.

Πίνακας 5.14: Αριθμός πλοίων, αριθμός αφίξεων και ποσοστό συχνών αφίξεων

ΤΥΠΟΣ CONTAINERSHIP ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΟ DWT(TONS)	ΑΡΙΘΜΟΣ ΠΛΟΙΩΝ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΑΦΙΞΕΩΝ	ΠΟΣΟΣΤΟ ΣΥΧΝΩΝ ΑΦΙΞΕΩΝ
0-10000	6	16	37,50%
10000-20000	26	173	15,03%
20000-30000	20	76	26,32%
30000-40000	15	35	42,86%
40000-50000	12	40	30,00%
50000-60000	2	6	33,33%
60000-70000	27	76	35,53%
70000-80000	3	9	33,33%
80000-90000	6	17	35,29%

5.2 ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΡΥΜΟΥΛΚΩΝ

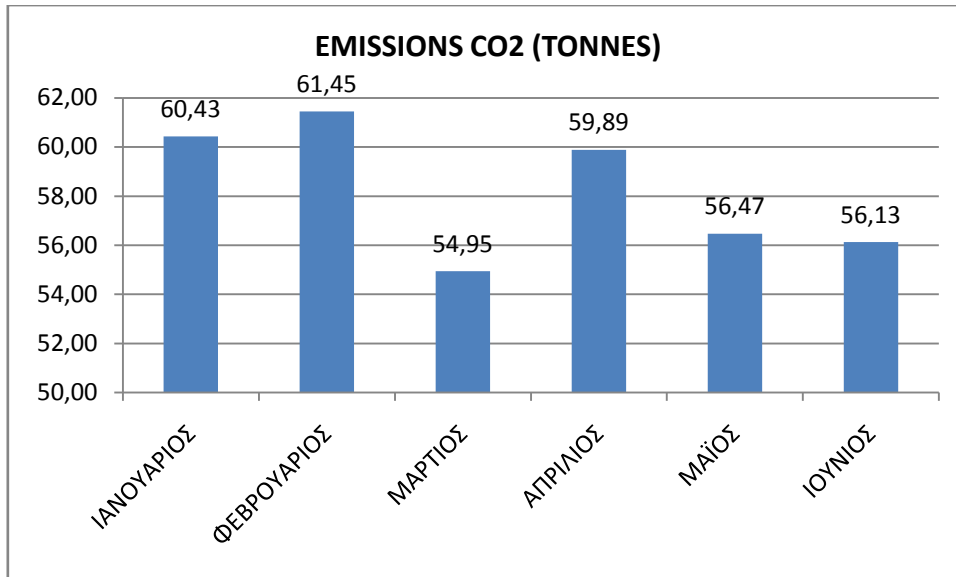
5.2.1 Γενικά

Σε αυτήν την ενότητα παρουσιάζονται πίνακες και διαγράμματα που αναφέρονται στην ποσοτικοποίηση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα που εκπέμφθηκαν από τα ρυμουλκά που χρησιμοποιήθηκαν για την πλοήγηση των πλοίων εμπορευματοκιβωτίων που κατέπλευσαν στον σταθμό εμπορευματοκιβωτίων “X” κατά το χρονικό διάστημα της μελέτης μας. Τα αποτελέσματα των εκπομπών κατηγοριοποιούνται ανά μήνα και ανά ισχύ ρυμουλκού. Τέλος παρουσιάζεται ο συνολικός αριθμός ρυμουλκών που χρησιμοποιήθηκαν, καθώς και η ανάλογη ισχύς τους.

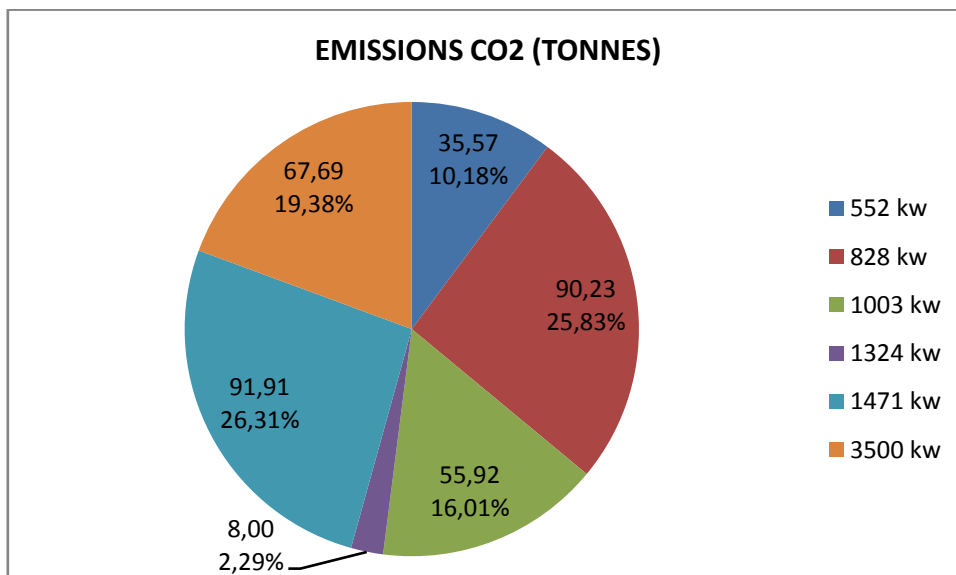
5.2.2 Αποτελέσματα εκπομπών CO₂

Πίνακας 5.15: Τόνοι διοξειδίου του άνθρακα ανά μήνα και ανά ισχύς ρυμουλκού

ΜΗΝΑΣ	ΙΣΧΥΣ ΡΥΜΟΥΛΚΩΝ						TOTAL
	552 kw	828 kw	1003 kw	1324 kw	1471 kw	3500 kw	
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	7,50	12,77	6,83	0,00	18,46	14,87	60,43
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	4,94	17,17	9,71	0,00	19,59	10,04	61,45
ΜΑΡΤΙΟΣ	4,63	13,31	10,25	3,09	13,50	10,18	54,95
ΑΠΡΙΛΙΟΣ	4,65	17,74	10,02	1,01	17,90	8,57	59,89
ΜΑΪΟΣ	7,06	16,98	7,18	1,82	10,92	12,51	56,47
ΙΟΥΝΙΟΣ	6,80	12,26	11,94	2,08	11,54	11,52	56,13
TOTAL	35,57	90,23	55,92	8,00	91,91	67,69	349,32



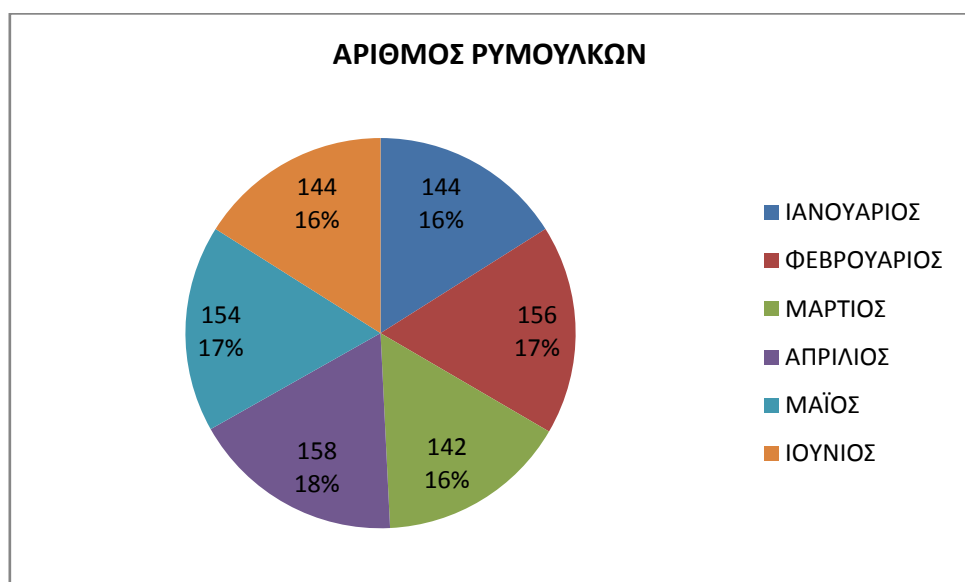
Σχήμα 5.73: Τόνοι διοξειδίου του άνθρακα CO₂ ανά μήνα που εξέπεμψαν τα ρυμουλκά



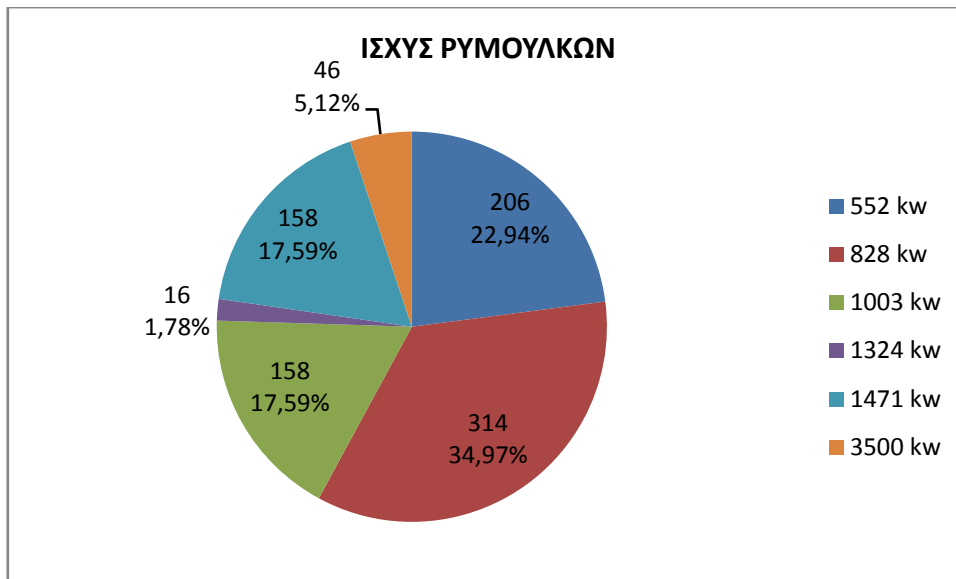
Σχήμα 5.74: Τόνοι διοξειδίου του άνθρακα CO₂ που εκπέμφθηκαν ανά ισχύ ρυμουλκών

Πίνακας 5.16: Αριθμός ρυμουλκών ανά μήνα και ανά μέγεθος ισχύος που χρησιμοποιήθηκαν για την πλοήγηση των containerships

ΜΗΝΑΣ	ΙΣΧΥΣ ΡΥΜΟΥΛΚΩΝ						TOTAL
	552kw	828kw	1003 kw	1324kw	1471 kw	3500kw	
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	44	42	18	0	30	10	144
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	28	62	28	0	32	6	156
ΜΑΡΤΙΟΣ	26	48	30	6	24	8	142
ΑΠΡΙΛΙΟΣ	28	62	30	2	30	6	158
ΜΑΪΟΣ	40	58	22	4	22	8	154
ΙΟΥΝΙΟΣ	40	42	30	4	20	8	144
TOTAL	206	314	158	16	158	46	898



Σχήμα 5.75: Αριθμός ρυμουλκών ανά μήνα που χρησιμοποιήθηκαν για την πλοήγηση των containerships



Σχήμα 5.76: Αριθμός ρυμουλκών με την ανάλογη ισχύ που χρησιμοποιήθηκαν για την πλοήγηση των containerships

5.3 ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΚΑΙ ΧΕΙΡΙΣΜΟΥ ΦΟΡΤΙΟΥ

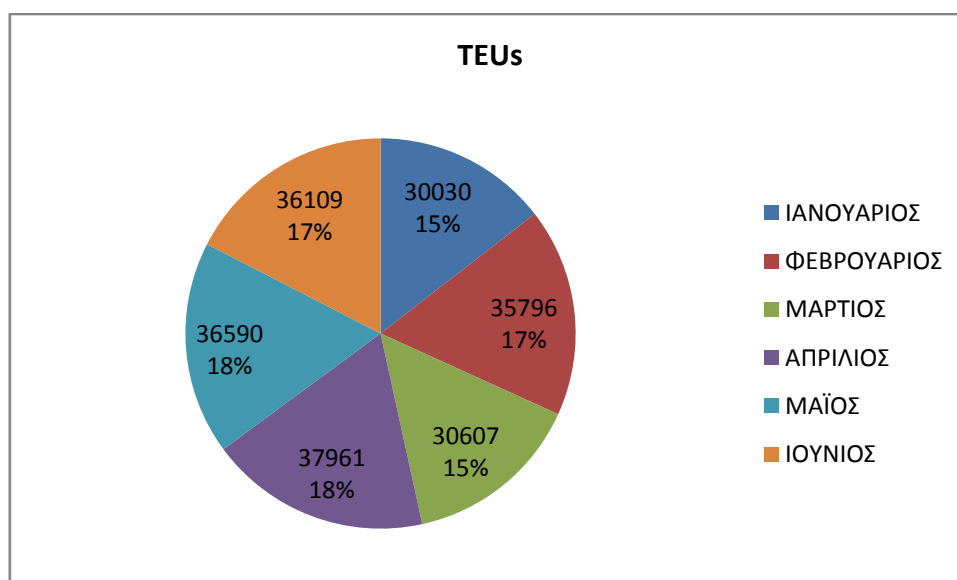
5.3.1 Γενικά

Σε αυτή την ενότητα παρουσιάζονται πίνακες και διαγράμματα που αναφέρονται στην ποσοτικοποίηση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα που εκπέμφθηκαν από τον εξοπλισμό μεταφοράς και χειρισμού εμπορευματοκιβωτίων. Επίσης καταγράφονται ο αριθμός κινήσεων εμπορευματοκιβωτίων, οι ώρες λειτουργίας καθώς και η κατανάλωση καυσίμου για κάθε μέρος του εξοπλισμού μεταφοράς και χειρισμού εμπορευματοκιβωτίων.

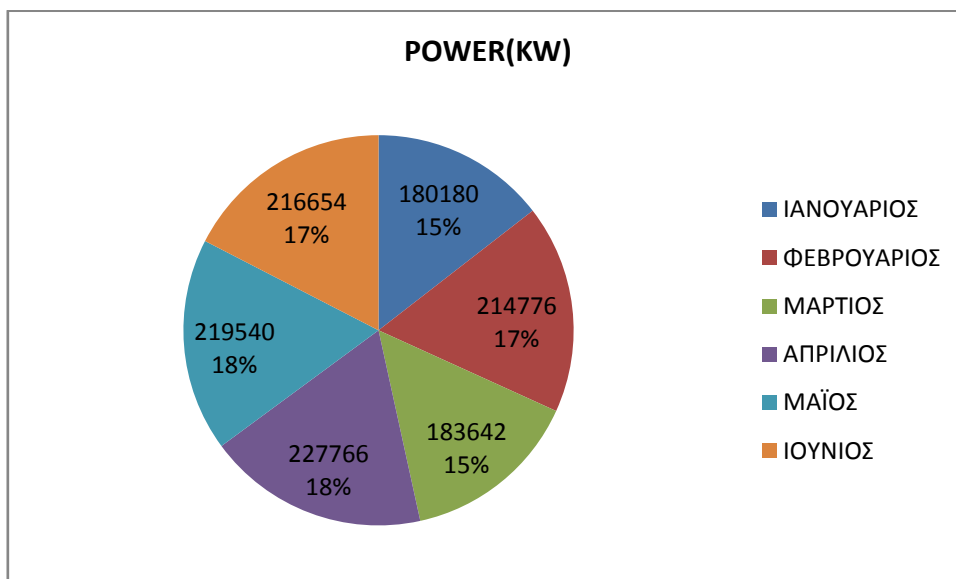
5.3.1 Ηλεκτρικές γερανογέφυρες προβλήτα

Πίνακας 5.17: Κινήσεις εμπορευματοκιβωτίων, συνολική ισχύς που καταναλώθηκε και τόνοι διοξειδίου του άνθρακα CO₂ που εκπέμφθηκαν ανά μήνα από τις ηλεκτρικές γερανογέφυρες προβλήτα

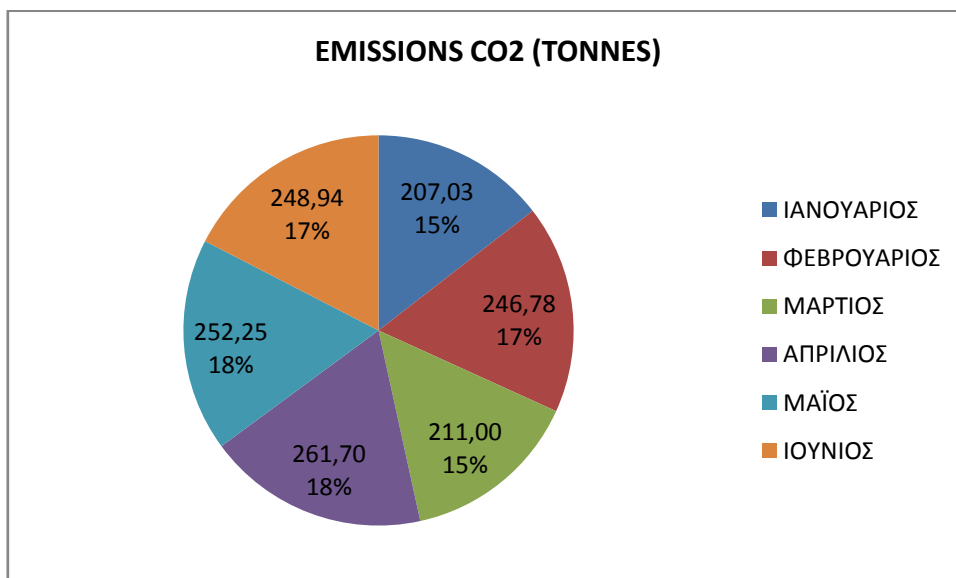
ΜΗΝΑΣ	TEUS	POWER(KW)	EMISSIONS (TONNES CO2)
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	30030	180180	207,03
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	35796	214776	246,78
ΜΑΡΤΙΟΣ	30607	183642	211,00
ΑΠΡΙΛΙΟΣ	37961	227766	261,70
ΜΑΪΟΣ	36590	219540	252,25
ΙΟΥΝΙΟΣ	36109	216654	248,94
TOTAL	207093	1242558	1427,70



Σχήμα 5.77: Διακίνηση TEUs ανά μήνα



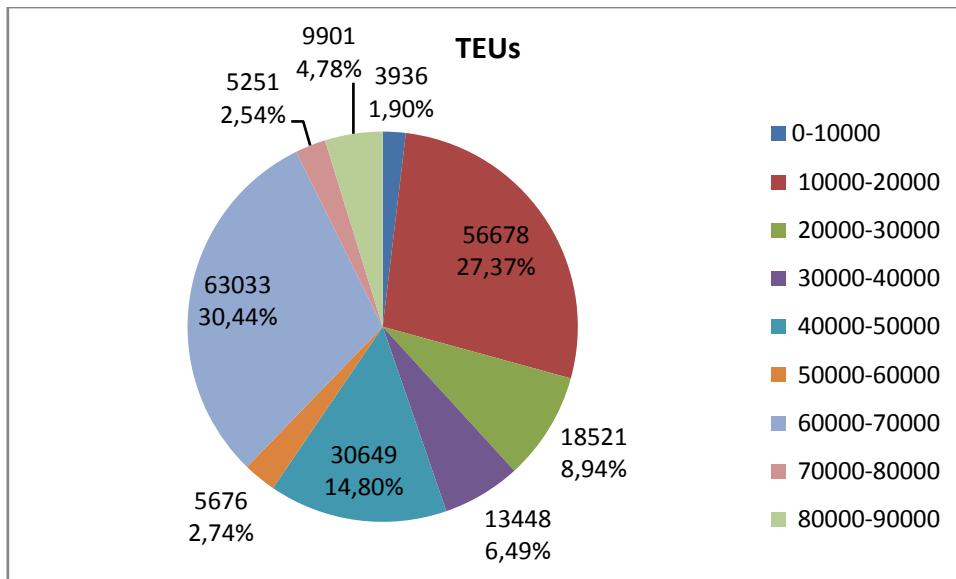
Σχήμα 5.78: Συνολικός αριθμός κιλοβάτ ανά μήνα που κατανάλωσαν οι ηλεκτρικές γερανογέφυρες προβλήτα



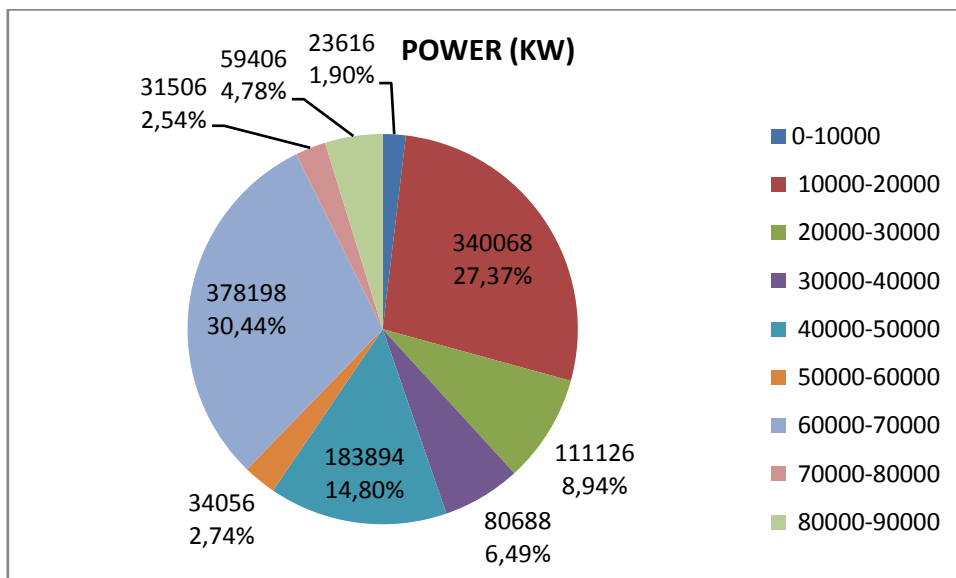
Σχήμα 5.79: Τόννοι διοξειδίου του άνθρακα CO₂ ανά μήνα που εκπέμφθηκαν από τις ηλεκτρικές γερανογέφυρες προβλήτα

Πίνακας 5.18: Διακίνηση TEUs, συνολική ισχύς που καταναλώθηκε και τόνοι διοξειδίου του άνθρακα CO₂ που εκπέμφθηκαν ανά τύπο containership(DWT), από τις ηλεκτρικές γερανογέφυρες προβλήτα

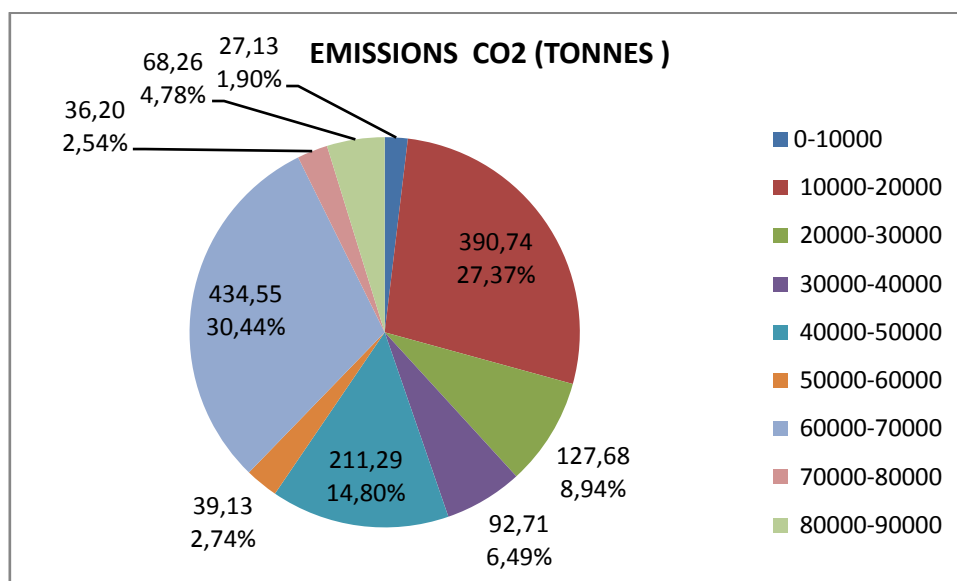
ΤΥΠΟΣ CONTAINERSHIP ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΟ DWT(TONS)	TEUs	POWER (KW)	EMISSIONS (TONNES CO ₂)
0-10000	3936	23616	27,13
10000-20000	56678	340068	390,74
20000-30000	18521	111126	127,68
30000-40000	13448	80688	92,71
40000-50000	30649	183894	211,29
50000-60000	5676	34056	39,13
60000-70000	63033	378198	434,55
70000-80000	5251	31506	36,20
80000-90000	9901	59406	68,26
TOTAL	207093	1242558	1427,70



Σχήμα 5.80: Διακίνηση TEUs ανά τύπο containership (DWT).



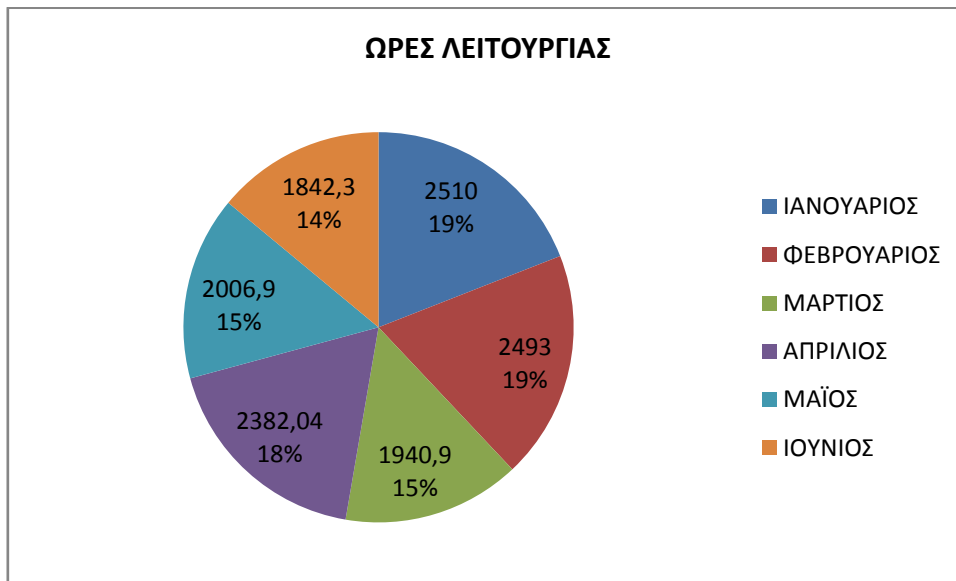
Σχήμα 5.81: Συνολικός αριθμός κιλοβάτ (kw) ανά τύπο containership (DWT) που κατανάλωσαν οι ηλεκτρικές γερανογέφυρες προβλήτα



Σχήμα 5.82: Τόνοι διοξειδίου του άνθρακα CO₂ ανά τύπο containership (DWT) που εκπέμφθηκαν από τις ηλεκτρικές γερανογέφυρες προβλήτας

Πίνακας 5.19: Αριθμός γερανογέφυρας και ώρες λειτουργίας ανά μήνα

ΜΗΝΑΣ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΓΕΡΑΝΟΓΕΦΥΡΑΣ ΚΑΙ ΩΡΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ															TOTAL
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	59	201	202	282	83	129	304	334	221	116	322	257	0	0	0	2510
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	22	159	212	322	150	162	210	274	287	166	312	217	0	0	0	2493
ΜΑΡΤΙΟΣ	22	146	136	179	14	121	80	210	129	97,9	338	290	35,5	14	28	1941
ΑΠΡΙΛΙΟΣ	38	71,1	76,4	181	114	32	8	13,1	165	237	337	272	264	340	234	2382
ΜΑΪΟΣ	0	0	134	65,5	62	8	0	0	215	230	259	242	242	315	233	2007
ΙΟΥΝΙΟΣ	0	0	62	59	12	0	0	0	233	192	300	208	270	320	186	1842
TOTAL	141	578	823	1089	435	452	702	831	1249	1040	1868	1486	811	989	681	13175



Σχήμα 5.83: Ώρες λειτουργίας ηλεκτρικών γερανογεφυρών προβλήτα ανά μήνα

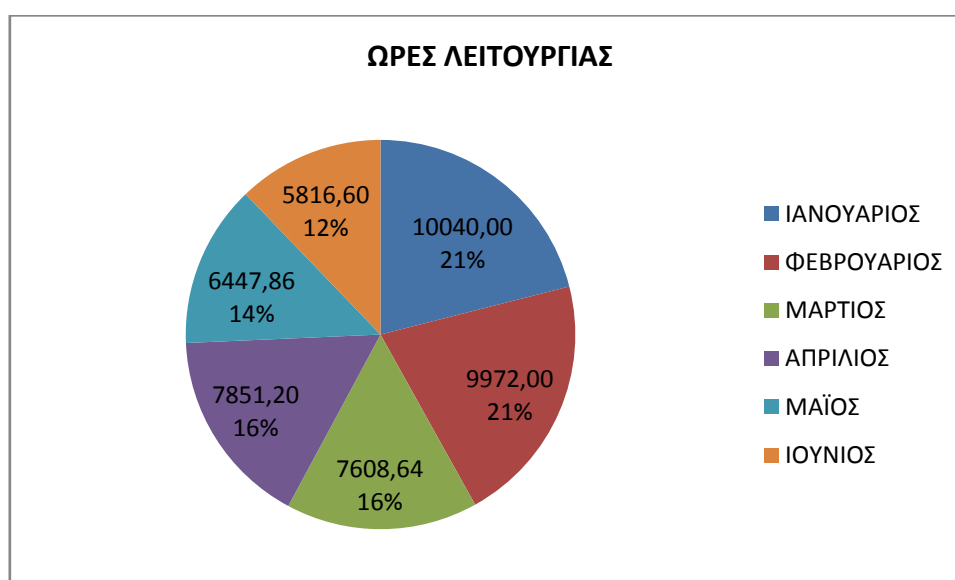


Σχήμα 5.84: Αριθμός γερανογέφυρας προβλήτα και ώρες που λειτούργησε η καθεμία

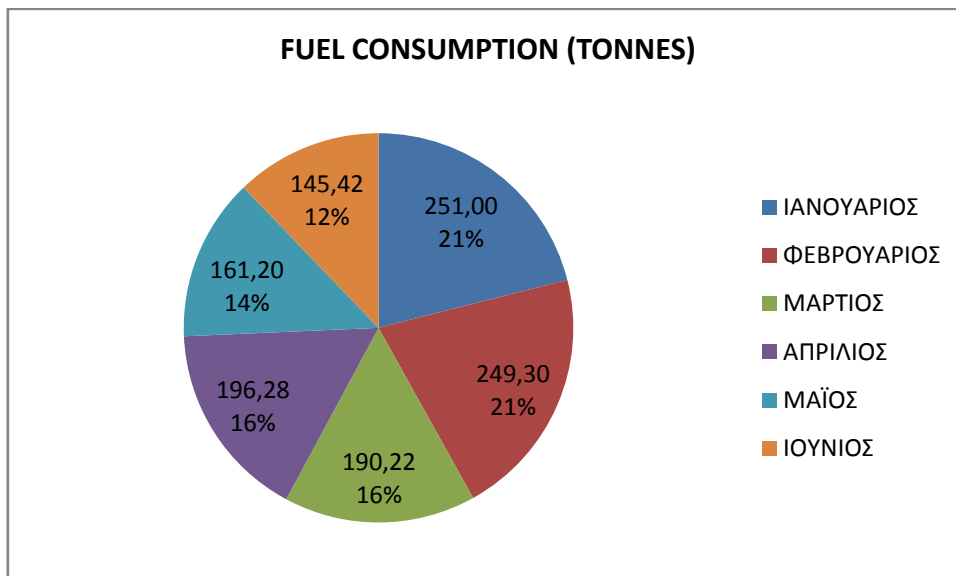
5.3.2 Μηχανήματα στοιβασίας και μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων

Πίνακας 5.20: Ώρες λειτουργίας, κατανάλωση καυσίμου και εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα CO₂ ανά μήνα των μηχανημάτων στοιβασίας και μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων

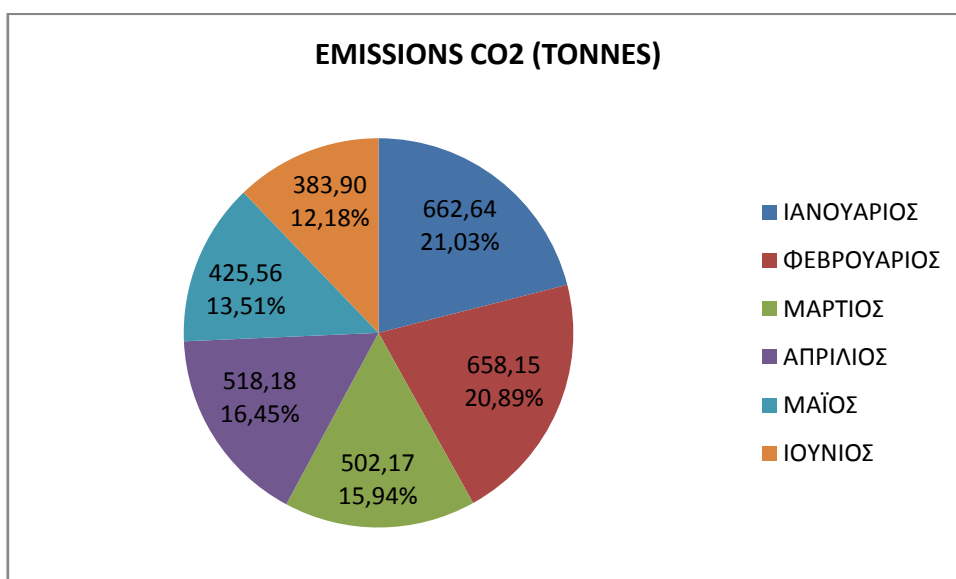
ΜΗΝΑΣ	ΩΡΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ	FUEL CONSUMPTION (TONNES)	EMISSIONS CO ₂ (TONNES)
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	10040,00	251,00	662,64
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	9972,00	249,30	658,15
ΜΑΡΤΙΟΣ	7608,64	190,22	502,17
ΑΠΡΙΛΙΟΣ	7851,20	196,28	518,18
ΜΑΪΟΣ	6447,86	161,20	425,56
ΙΟΥΝΙΟΣ	5816,60	145,42	383,90
TOTAL	47736,30	1193,41	3150,60



Σχήμα 5.85: Ώρες λειτουργίας μηχανημάτων στοιβασίας και μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων ανά μήνα



Σχήμα 5.86: Τόννοι καυσίμου ανά μήνα που καταναλώθηκαν από τα ανυψωτικά μηχανήματα στοιβασίας και μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων

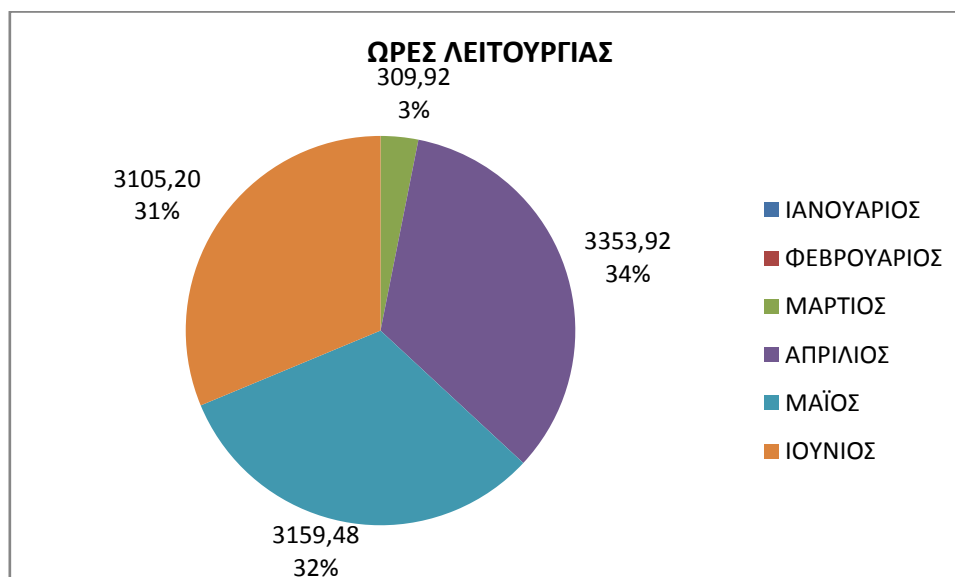


Σχήμα 5.87: Τόννοι διοξειδίου του άνθρακα CO₂ ανά μήνα που εκπέμφθηκαν από τα μηχανήματα στοιβασίας και μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων

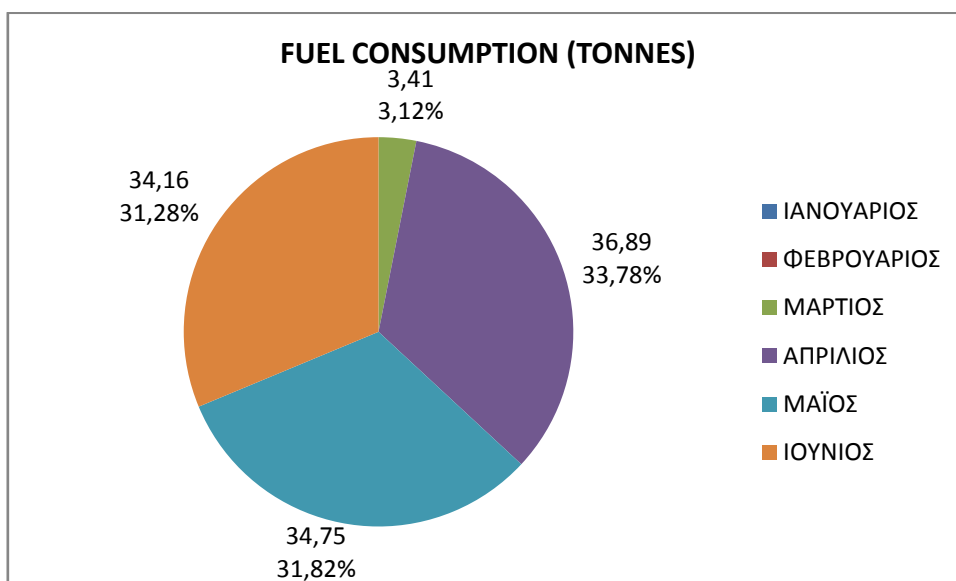
5.3.3 Νταλίκες

Πίνακας 5.21: Ώρες λειτουργίας, κατανάλωση καυσίμου και εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα CO₂ ανά μήνα των νταλικών

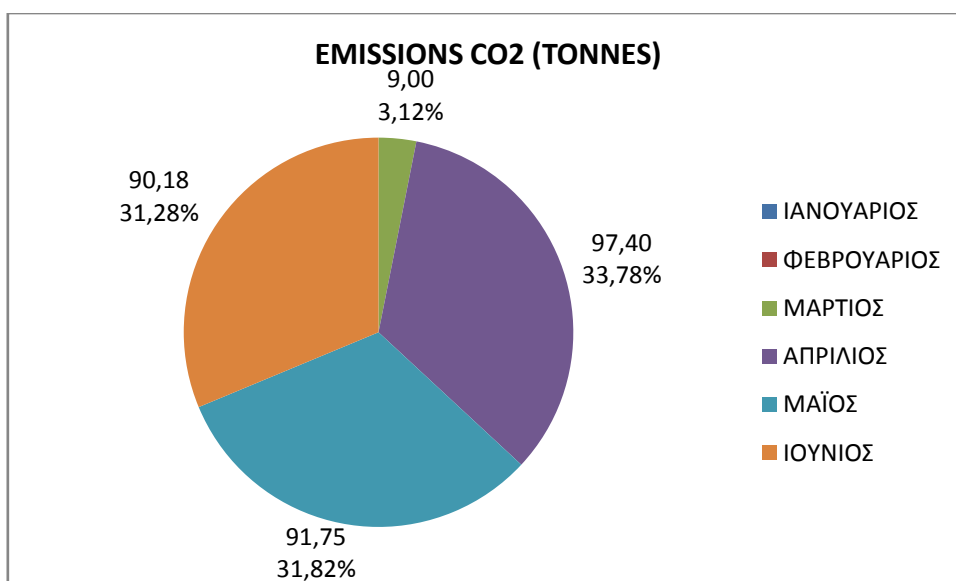
ΜΗΝΑΣ	ΩΡΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ	FUEL CONSUMPTION (TONNES)	EMISSIONS CO2 (TONNES)
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	0,00	0,00	0,00
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	0,00	0,00	0,00
ΜΑΡΤΙΟΣ	309,92	2,71	7,16
ΑΠΡΙΛΙΟΣ	3353,92	29,35	77,48
ΜΑΪΟΣ	3159,48	27,65	72,98
ΙΟΥΝΙΟΣ	3105,20	27,17	71,73
TOTAL	9928,52	86,87	229,35



Σχήμα 5.88: Ώρες λειτουργίας των νταλικών ανά μήνα



Σχήμα 5.89: Τόνοι καυσίμου ανά μήνα που καταναλώθηκαν από τις νταλίκες

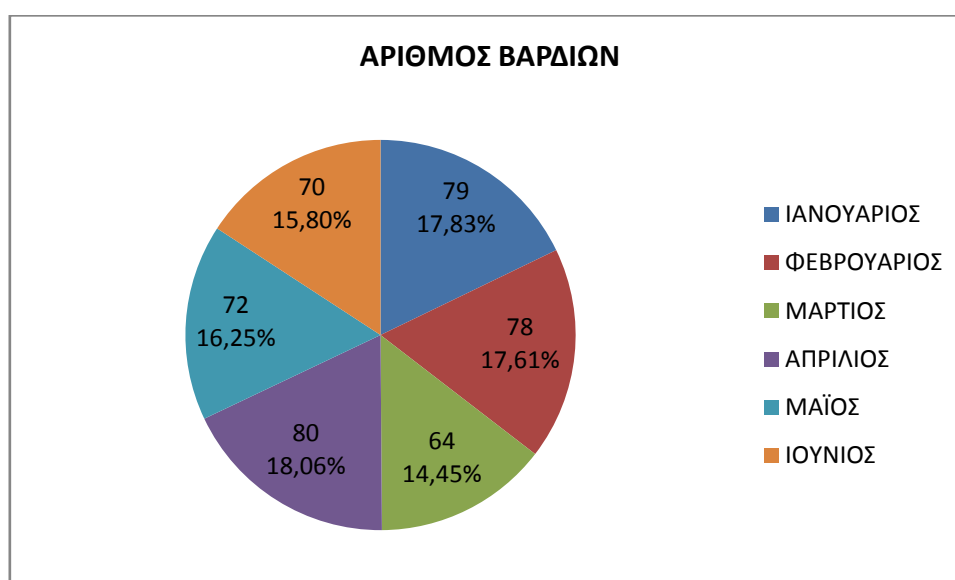


Σχήμα 5.90: Τόνοι διοξειδίου του άνθρακα CO₂ ανά μήνα που εκπέμφθηκαν από τις νταλίκες

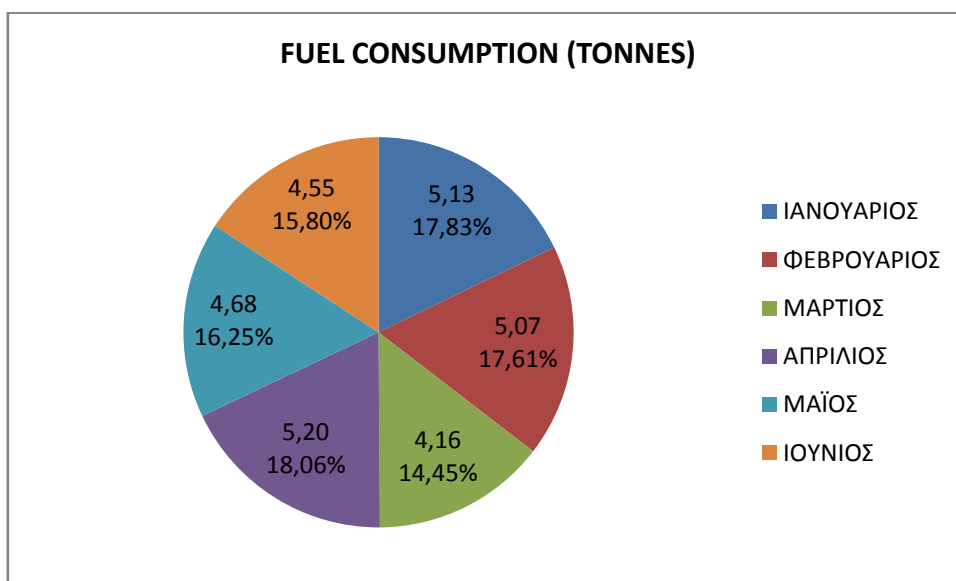
5.3.4 Μηχανήματα χειρισμού κενών εμπορευματοκιβωτίων

Πίνακας 5.22: Ώρες λειτουργίας, κατανάλωση καυσίμου και εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα CO₂ ανά μήνα των μηχανημάτων χειρισμού κενών εμπορευματοκιβωτίων

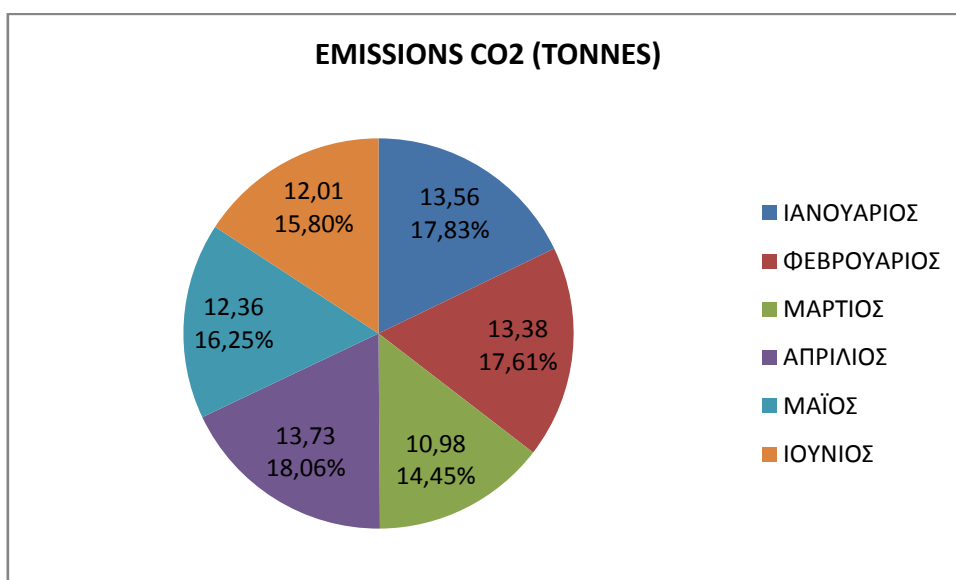
ΜΗΝΑΣ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΒΑΡΔΙΩΝ	FUEL CONSUMPTION (TONNES)	EMISSIONS CO2 (TONNES)
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	79	5,14	13,56
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	78	5,07	13,38
ΜΑΡΤΙΟΣ	64	4,16	10,98
ΑΠΡΙΛΙΟΣ	80	5,20	13,73
ΜΑΪΟΣ	72	4,68	12,36
ΙΟΥΝΙΟΣ	70	4,55	12,01
TOTAL	443	28,80	76,02



Σχήμα 5.91: Αριθμός βάρδιων ανά μήνα μηχανημάτων χειρισμού κενών εμπορευματοκιβωτίων



Σχήμα 5.92: Τόννοι καυσίμου ανά μήνα που καταναλώθηκαν από τα μηχανήματα χειρισμού κενών εμπορευματοκιβωτίων



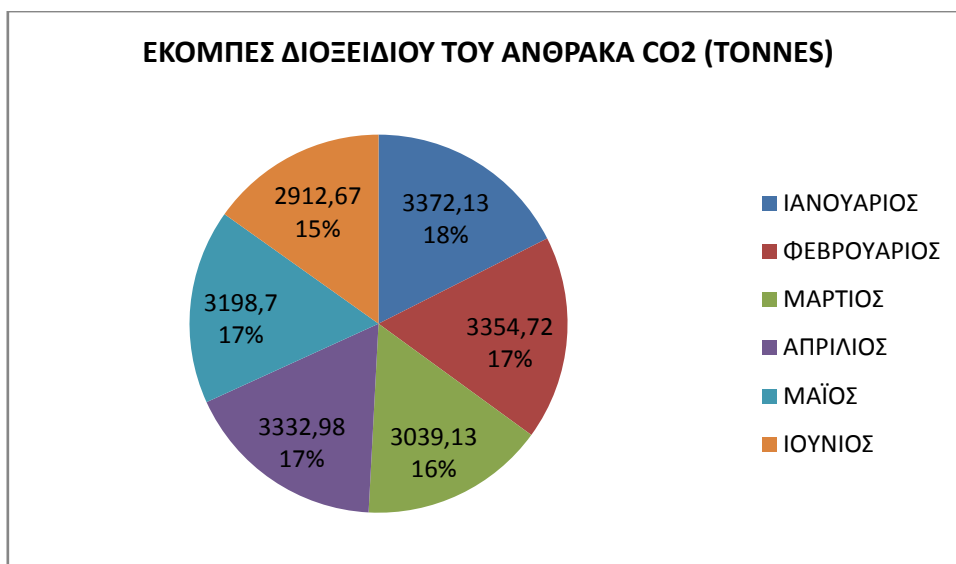
Σχήμα 5.93: Τόννοι διοξειδίου του άνθρακα CO₂ ανά μήνα που εκπέμφθηκαν από τα μηχανήματα χειρισμού κενών εμπορευματοκιβωτίων

5.4 ΣΥΝΟΛΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΕΚΠΟΜΠΩΝ

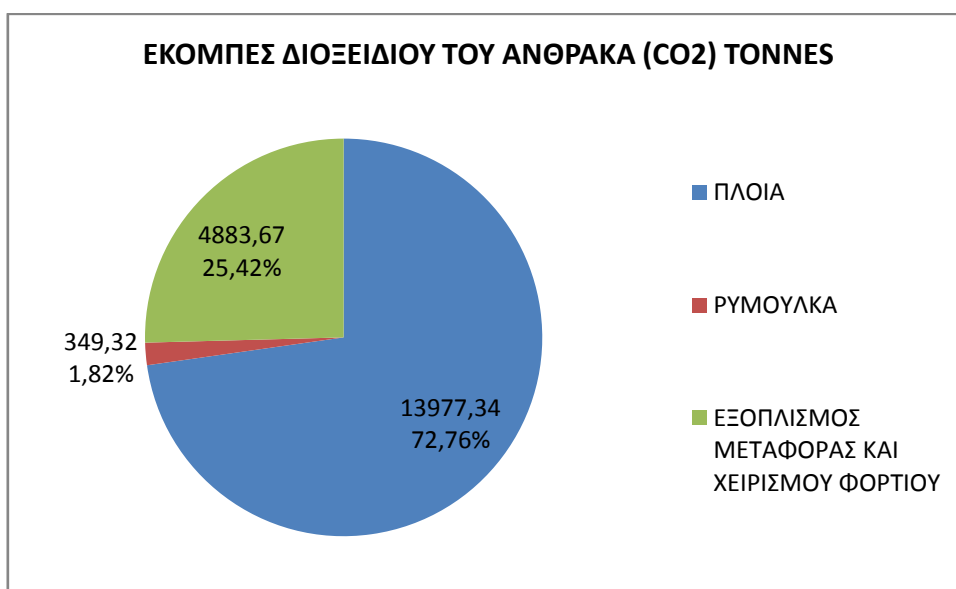
Στην ενότητα αυτή παρουσιάζονται πίνακες και διαγράμματα με τις συνολικές εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα από όλες τις πηγές που μελετήθηκαν.

Πίνακας 5.23: Συγκεντρωτικός πίνακας εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα CO₂ που εκπέμφθηκαν από τα πλοία, τα ρυμουλκά και τον εξοπλισμό χειρισμού και μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων

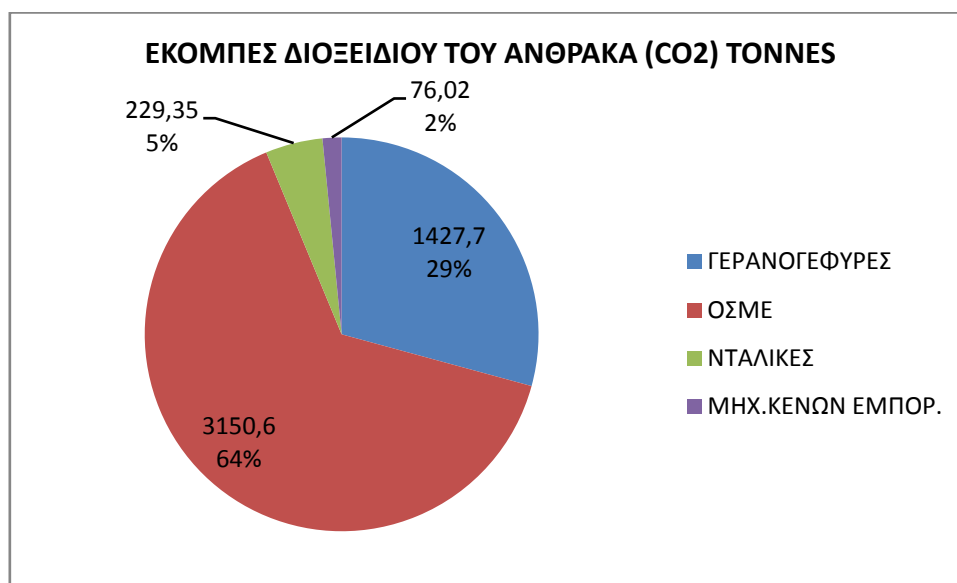
ΜΗΝΑΣ	ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ CO ₂ (TONNES)						TOTAL
	ΠΛΟΙΑ	ΡΥΜΟΥΛΚΑ	ΓΕΡΑΝΟΓΕΦΥΡΕΣ	ΟΣΜΕ	ΝΤΑΛΙΚΕΣ	ΜΗΧ.ΚΕΝΩΝ ΕΜΠΟΡ.	
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	2428,47	60,43	207,03	662,64	0,00	13,56	3372,13
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	2374,96	61,45	246,78	658,15	0,00	13,38	3354,72
ΜΑΡΤΙΟΣ	2252,87	54,95	211,00	502,17	7,16	10,98	3039,13
ΑΠΡΙΛΙΟΣ	2402,00	59,89	261,70	518,18	77,48	13,73	3332,98
ΜΑΪΟΣ	2379,08	56,47	252,25	425,56	72,98	12,36	3198,7
ΙΟΥΝΙΟΣ	2139,96	56,13	248,94	383,90	71,73	12,01	2912,67
TOTAL	13977,34	349,32	1427,7	3150,60	229,35	76,02	19210,33



Σχήμα 5.94: Τόννοι διοξειδίου του άνθρακα CO₂ ανά μήνα που εκπέμφθηκαν συνολικά από πλοία, ρυμουλκά και εξοπλισμό χειρισμού και μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων



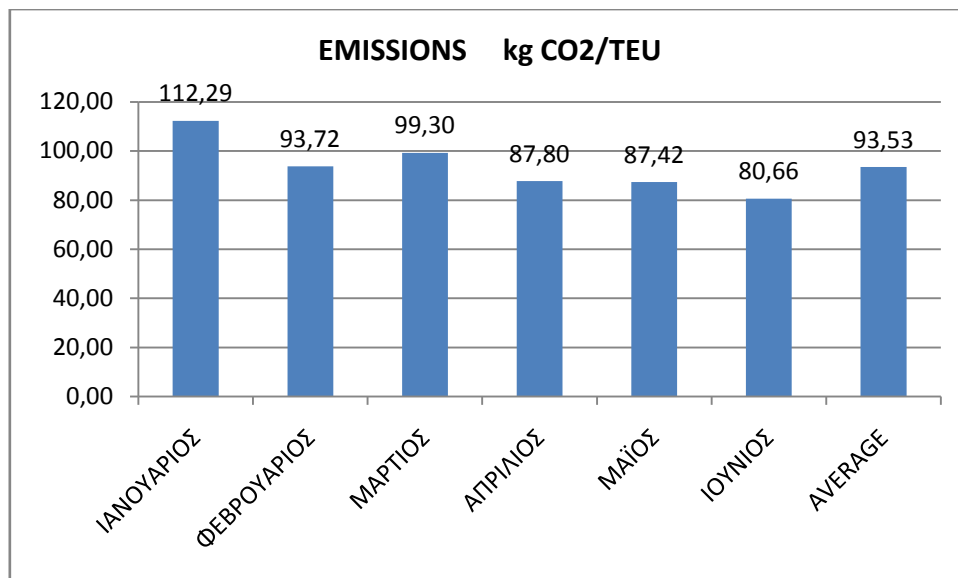
Σχήμα 5.95: Τόννοι διοξειδίου του άνθρακα CO₂ που εκπέμφθηκαν ανά κατηγορία πηγής εκπομπών ρύπων



Σχήμα 5.96: Τόνοι διοξειδίου του άνθρακα CO₂ που εκπέμφθηκαν ανά κατηγορία εξοπλισμού χειρισμού και μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων

Πίνακας 5.24: Διακίνηση TEUs , εκπομπές CO₂ ανά μήνα και εκπομπές CO₂ ανά TEU

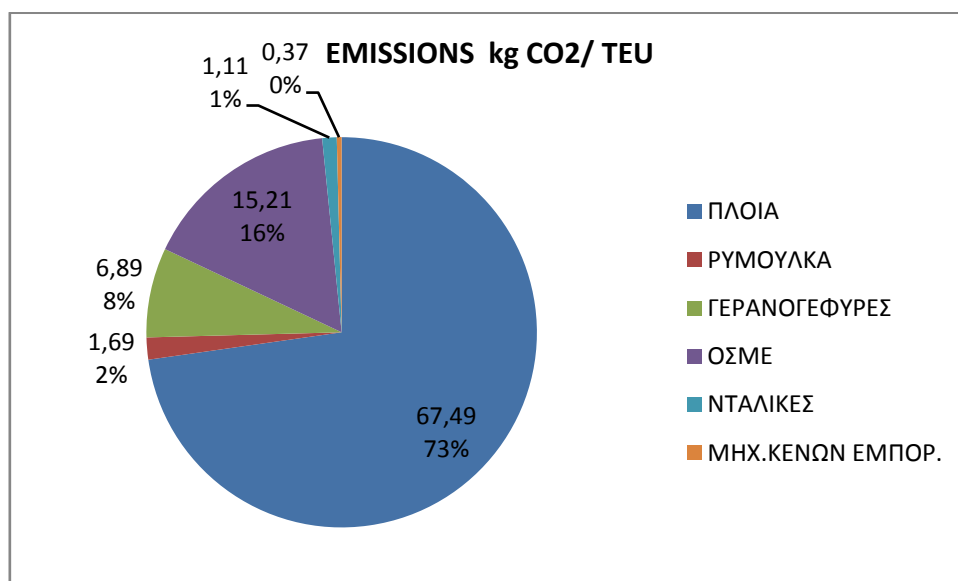
ΜΗΝΑΣ	TEUS	EMISSIONS (TONNES)	EMISSIONS kg CO ₂ /TEU
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	30030	3372,13	112,29
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	35796	3354,72	93,72
ΜΑΡΤΙΟΣ	30607	3039,13	99,30
ΑΠΡΙΛΙΟΣ	37961	3332,98	87,80
ΜΑΪΟΣ	36590	3198,70	87,42
ΙΟΥΝΙΟΣ	36109	2912,67	80,66
TOTAL	207093	19210,33	
AVERAGE	34515,5	3201,72	92,76



Σχήμα 5.97: Κιλά διοξειδίου του άνθρακα CO₂ που εκπέμφθηκαν ανά TEU ανά μήνα

Πίνακας 5.25: Διακίνηση TEUs, εκπομπές CO₂ ανά πηγή και εκπομπές CO₂ ανά TEU

ΠΗΓΗ ΕΚΠΟΜΠΩΝ CO ₂	TEUs	EMISSIONS (TONNES)	EMISSIONS kg CO ₂ / TEU
ΠΛΟΙΑ	30030	13977,34	67,49
ΡΥΜΟΥΛΚΑ	35796	349,32	1,69
ΓΕΡΑΝΟΓΕΦΥΡΕΣ	30607	1427,7	6,89
ΟΣΜΕ	37961	3150,6	15,21
ΝΤΑΛΙΚΕΣ	36590	229,35	1,11
ΜΗΧ.ΚΕΝΩΝ ΕΜΠΟΡ.	36109	76,02	0,37
TOTAL	207093	19210,33	
AVERAGE	34515,5	3201,72	92,76



Σχήμα 5.98: Κιλά διοξειδίου του άνθρακα CO₂ που εκπέμφθηκαν ανά TEU ανά πηγή εκπομπών

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 : ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΕΚΠΟΜΠΩΝ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ (CO₂) ΣΤΟΝ ΤΕΡΜΑΤΙΚΟ ΣΤΑΘΜΟ “X” ΜΕ ΑΛΛΑ ΛΙΜΑΝΙΑ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΜΕΤΡΩΝ ΓΙΑ ΤΗ ΜΕΙΩΣΗ ΤΟΥΣ

6.1 ΓΕΝΙΚΑ

Στο προηγούμενο κεφάλαιο παρουσιάστηκαν τα αποτελέσματα εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) που προέκυψαν από τις διάφορες πηγές εκπομπών αέριων ρύπων. Τα αποτελέσματα αυτά αναφέρονται σε στοιχεία που καταφέραμε να συλλέξουμε για ένα μόνο εξάμηνο και συγκεκριμένα από 01/01/2010 έως 31/06/2010. Στο εξάμηνο αυτό ύστερα από επεξεργασία των στοιχείων διαπιστώθηκε μία χαμηλή δραστηριότητα διακίνησης εμπορευματοκιβωτίων η οποία δεν ήταν αντιπροσωπευτική της μετέπειτα λειτουργίας του τερματικού σταθμού “X”. Ενδεικτικά αναφέρουμε ότι σε αυτό το εξάμηνο λειτουργίας του τερματικού σταθμού “X” μία γερανογέφυρα προβλήτα διακινούσε κατά μέσο όρο 80 TEUs σε κάθε βάρδια (8 ώρες) ενώ στο επόμενο εξάμηνο λειτουργίας ιδιαίτερα οι γερανογέφυρες super post panamax διακινούσαν 180 TEUs κατά μέσο όρο σε κάθε βάρδια.

Παρότι όπως είδαμε στο προηγούμενο κεφάλαιο στο συγκεκριμένο εξάμηνο λειτουργίας του λιμανιού που μελετήθηκε διακινήθηκαν 207.093 TEUs, στο επόμενο εξάμηνο οι κινήσεις εμπορευματοκιβωτίων έφτασαν περίπου τις 484.280 TEUs. Έτσι διαπιστώνουμε ότι στο επόμενο εξάμηνο στον σταθμό εμπορευματοκιβωτίων “X” κατέφθασαν περισσότερα πλοία με συνέπεια να διακινηθούν και περισσότερα TEUs. Επειδή στη συγκεκριμένη μελέτη υπολογίσαμε τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα για ένα μόνο εξάμηνο θα πρέπει να διπλασιάσουμε την εκτίμηση των εκπομπών που υπολογίσαμε έτσι ώστε να μπορέσουμε να τις συγκρίνουμε με τις εκπομπές άλλων λιμανιών στη διάρκεια ενός έτους. Σε αυτή την περίπτωση θα θεωρήσουμε ότι οι εκπομπές για το δεύτερο εξάμηνο παραμένουν ίδιες ή σχεδόν ίδιες με το πρώτο εξάμηνο απλά αυξάνεται κατά πολύ ο ρυθμός διακίνησης των εμπορευματοκιβωτίων

Μετά τον διπλασιασμό των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα αυτές ανέρχονται σε 38.420,66 tonnes CO₂. Αν γίνει αναγωγή των εκπομπών αυτών με βάση τη διακίνηση των TEUs που πραγματοποιήθηκε και στα δύο εξάμηνα λειτουργίας του

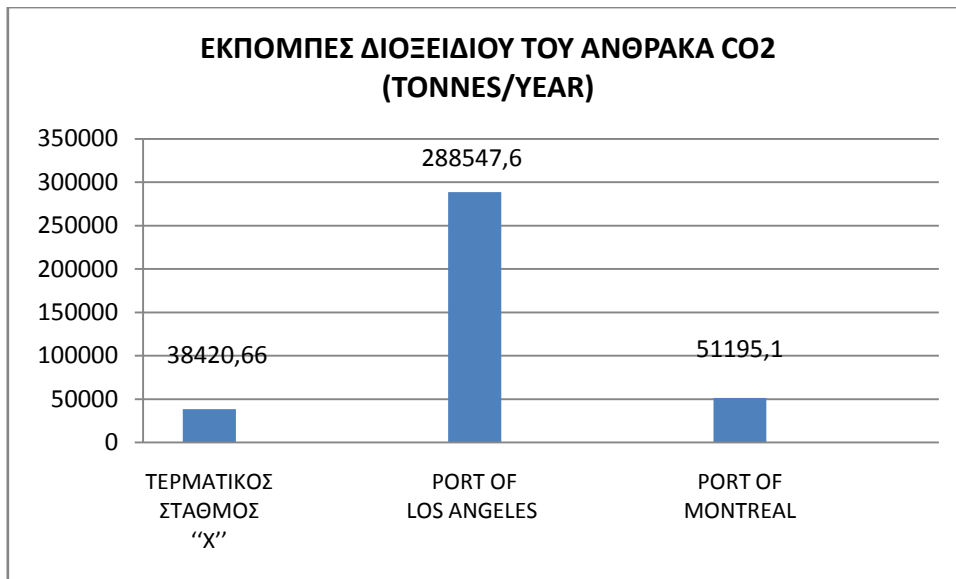
προβλήτα και η οποία ανέρχεται σε 691.375 TEUs, προκύπτει ότι εκπέμφθηκαν 55,57 κιλά διοξειδίου του άνθρακα ανά TEU (55,57 kg CO₂/ TEU).

6.2 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΕΚΠΟΜΠΩΝ CO₂ ΤΟΥ ΤΕΡΜΑΤΙΚΟΥ ΣΤΑΘΜΟΥ “Χ” ΜΕ ΑΛΛΑ ΛΙΜΑΝΙΑ

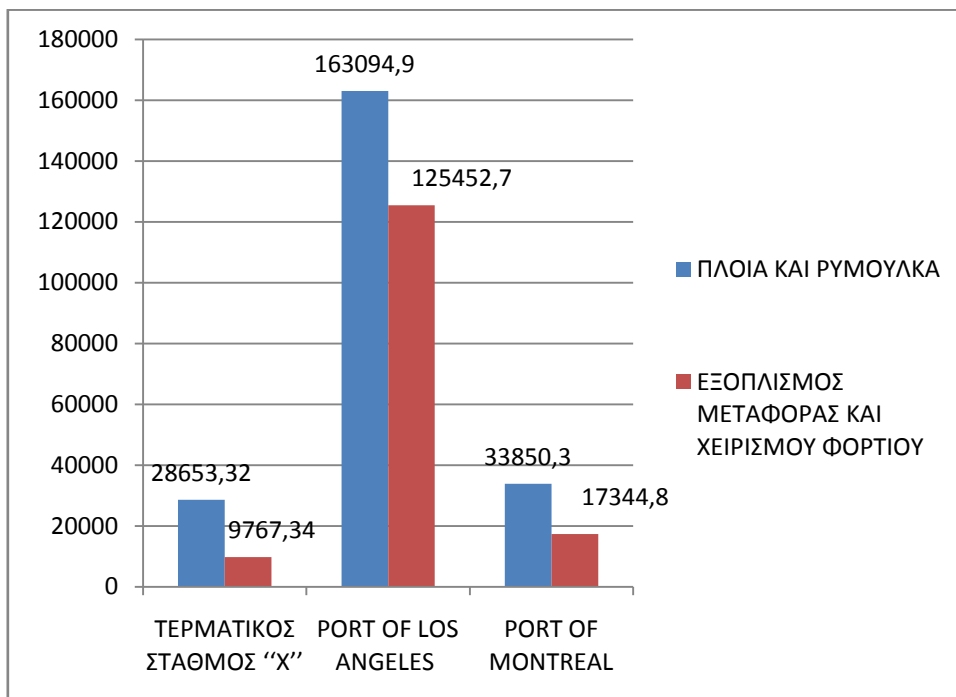
Στην ενότητα αυτή γίνεται σύγκριση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα του τερματικού σταθμού εμπορευματοκιβωτίων “Χ” με άλλα λιμάνια όπως είναι ο τερματικός σταθμός εμπορευματοκιβωτίων στο λιμάνι του Λος Άντζελες **(1)**, και ο τερματικός σταθμός εμπορευματοκιβωτίων στο λιμάνι του Μόντρεαλ **(2)**. Όσο αναφορά τον τερματικό σταθμό του Λος Άντζελες οι εκπομπές αναφέρονται για το έτος 2010 ενώ οι εκπομπές CO₂ του τερματικού σταθμού εμπορευματοκιβωτίων του λιμανιού του Μόντρεαλ αναφέρονται στο 2007.

Πίνακας 6.1: Σύγκριση εκπομπών CO₂ μεταξύ των τερματικών σταθμών του λιμανιού του Λος Άντζελες, του λιμανιού Jurong της Σιγκαπούρης, του τερματικού σταθμού του Μόντρεαλ και του σταθμού εμπορευματοκιβωτίων “Χ”

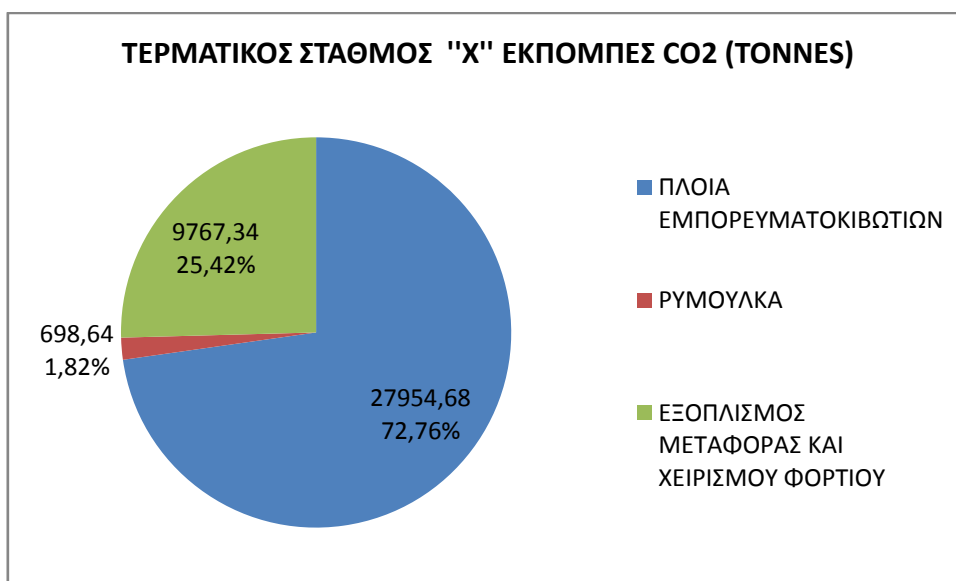
CONTAINER TERMINALS	ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ CO ₂ (TONNES/YEAR)				
	TEUs	ΠΛΟΙΑ ΕΜΠΟΡΕΥΜΑΤΟΚΙΒΩΤΙΩΝ	ΡΥΜΟΥΛΚΑ	ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΚΑΙ ΧΕΙΡΙΣΜΟΥ ΦΟΡΤΙΟΥ	TOTAL
ΤΕΡΜΑΤΙΚΟΣ ΣΤΑΘΜΟΣ “Χ”	691375	27954,68	698,64	9767,34	38420,66
PORT OF LOS ANGELES	7831902	146721,9	16373	125452,7	288547,6
PORT OF MONTREAL	1363000	33850,3		17344,8	51195,1



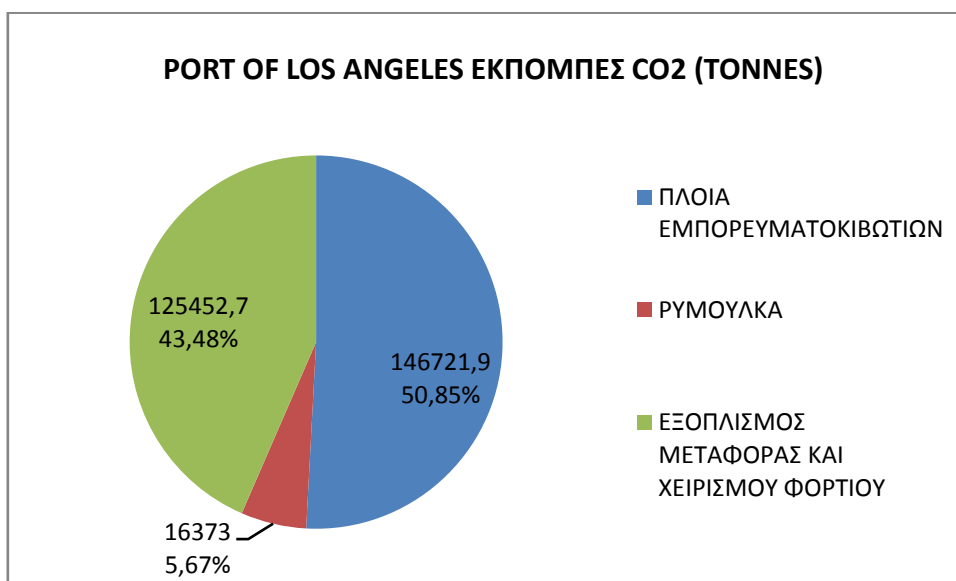
Σχήμα 6.1: Τόνοι διοξειδίου του άνθρακα CO₂ που εκπέμφθηκαν ανά τερματικό σταθμό εμπορευματοκιβωτίων



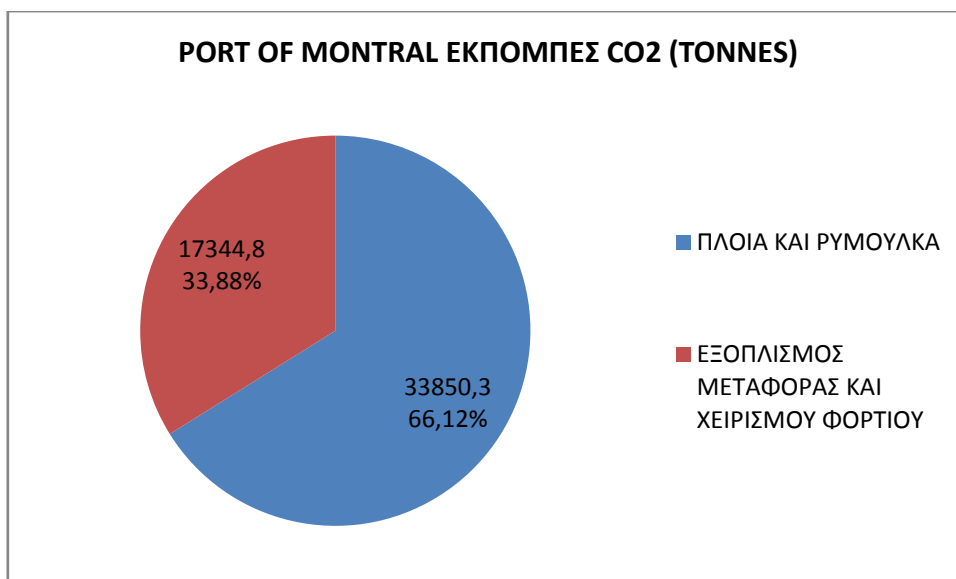
Σχήμα 6.2: Τόνοι διοξειδίου του άνθρακα CO₂ που εκπέμφθηκαν ανά κατηγορία πηγής και ανά σταθμό εμπορευματοκιβωτίων



Σχήμα 6.3: Τόνοι διοξειδίου του άνθρακα CO₂ που εκπέμφθηκαν ανά κατηγορία πηγής στον σταθμό εμπορευματοκιβωτίων "Χ"



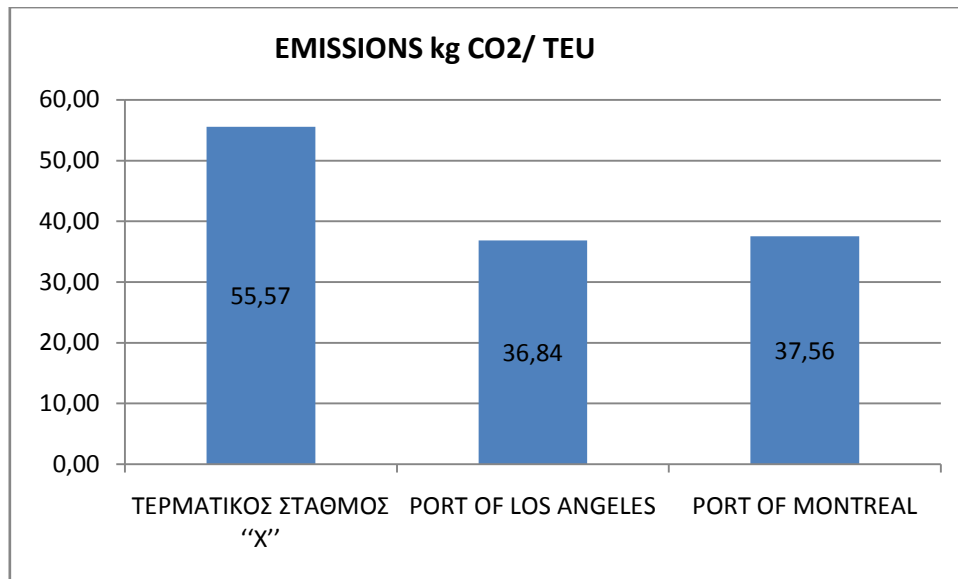
Σχήμα 6.4: Τόνοι διοξειδίου του άνθρακα CO₂ που εκπέμφθηκαν ανά κατηγορία πηγής στον σταθμό εμπορευματοκιβωτίων του λιμανιού του Λος Άντζελες



Σχήμα 6.5: Τόνοι διοξειδίου του άνθρακα CO₂ που εκπέμφθηκαν ανά κατηγορία πηγής στον σταθμό εμπορευματοκιβωτίων του λιμανιού του Μόντρεαλ

Πίνακας 6.2: Διακίνηση TEUs, εκπομπές CO₂ ανά τερματικό σταθμό εμπορευματοκιβωτίων και εκπομπές CO₂ ανά TEU

CONTAINER TERMINAL	TEUs	EMISSIONS CO ₂ (TONNES)	EMISSIONS kg CO ₂ / TEU
ΤΕΡΜΑΤΙΚΟΣ ΣΤΑΘΜΟΣ "X"	691375	38420,66	55,57
PORT OF LOS ANGELES	7831902	288547,6	36,84
PORT OF MONTRAL	1363000	51195,1	37,56

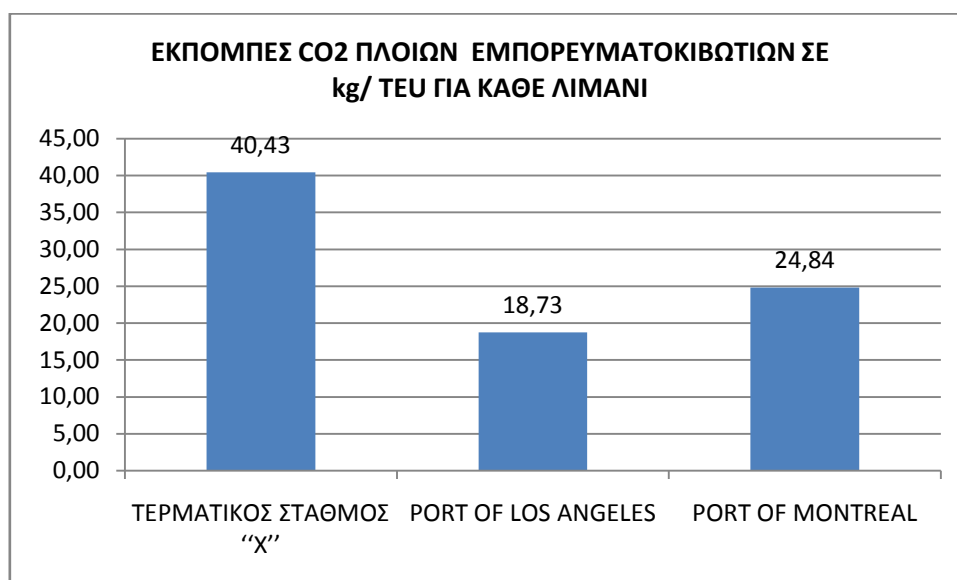


Σχήμα 6.6: Κιλά διοξειδίου του άνθρακα CO₂ ανά TEU για κάθε σταθμό εμπορευματοκιβωτίων

Συγκρίνοντας τους παραπάνω σταθμούς εμπορευματοκιβωτίων παρατηρούμε μια σημαντική διαφορά των επιπέδων του διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) ανά TEU στον τερματικό σταθμό εμπορευματοκιβωτίων "Χ" σε σχέση με τους τερματικούς σταθμούς των λιμανιών του Λος Άντζελες και του Μόντρεαλ. Αυτή η διαφορά οφείλεται στο μικρό αριθμό διακίνησης TEUs που πραγματοποιήθηκε στο εξάμηνο λειτουργίας του τερματικού σταθμού εμπορευματοκιβωτίων "Χ" που μελετήσαμε. Όσο αφορά τώρα τη σύγκριση των επιμέρους πηγών εκπομπών CO₂ του σταθμού εμπορευματοκιβωτίων "Χ" με τους άλλους σταθμούς εμπορευματοκιβωτίων παρατηρούμε μια σημαντική διαφορά των εκπομπών CO₂ που προήλθαν από τα πλοία εμπορευματοκιβωτίων που κατέπλευσαν στον τερματικό σταθμό "Χ" σε σχέση με τους άλλους τερματικούς σταθμούς. Είδαμε ότι οι εκπομπές από τα πλοία εμπορευματοκιβωτίων που κατέπλευσαν στον τερματικό σταθμό "Χ" ανέρχονται σε 27954,28 τόνους CO₂ με τη διακίνηση των εμπορευματοκιβωτίων να φτάνει τις 691.375 TEUs ενώ στον τερματικό σταθμό του Μόντρεαλ και σε αυτόν του Λος Άντζελες εκπέμφθηκαν από τα πλοία εμπορευματοκιβωτίων 33.850,3 (συμπεριλαμβανομένου και των ρυμουλκών) και 146.721,9 τόνοι CO₂ με αντίστοιχη διακίνηση όμως 1.363.000 και 7.831.902 TEUs. Έτσι προκύπτει ο παρακάτω πίνακας που δείχνει για κάθε λιμάνι τις εκπομπές CO₂ των πλοίων εμπορευματοκιβωτίων σε σχέση με τη διακίνηση των TEUs (kg CO₂/ TEU).

Πίνακας 6.3: Διακίνηση TEUs, εκπομπές CO₂ των πλοίων ανά τερματικό σταθμό εμπορευματοκιβωτίων και ανά TEU

CONTAINER TERMINAL	TEUs	ΕΚΠΟΜΠΕΣ CO ₂ ΠΛΟΙΩΝ ΕΜΠΟΡΕΥΜΑΤΟΚΙΒΩΤΙΩΝ (TONNES)	EMISSIONS kg CO ₂ /TEU
ΤΕΡΜΑΤΙΚΟΣ ΣΤΑΘΜΟΣ "Χ"	691375	27954,68	40,43
PORT OF LOS ANGELES	7831902	146721,9	18,73
PORT OF MONTREAL	1363000	33850,3	24,84



Σχήμα 6.7 :Κιλά διοξειδίου του άνθρακα CO₂ που εκπέμφθηκαν από τα πλοία ανά TEU για κάθε σταθμό εμπορευματοκιβωτίων

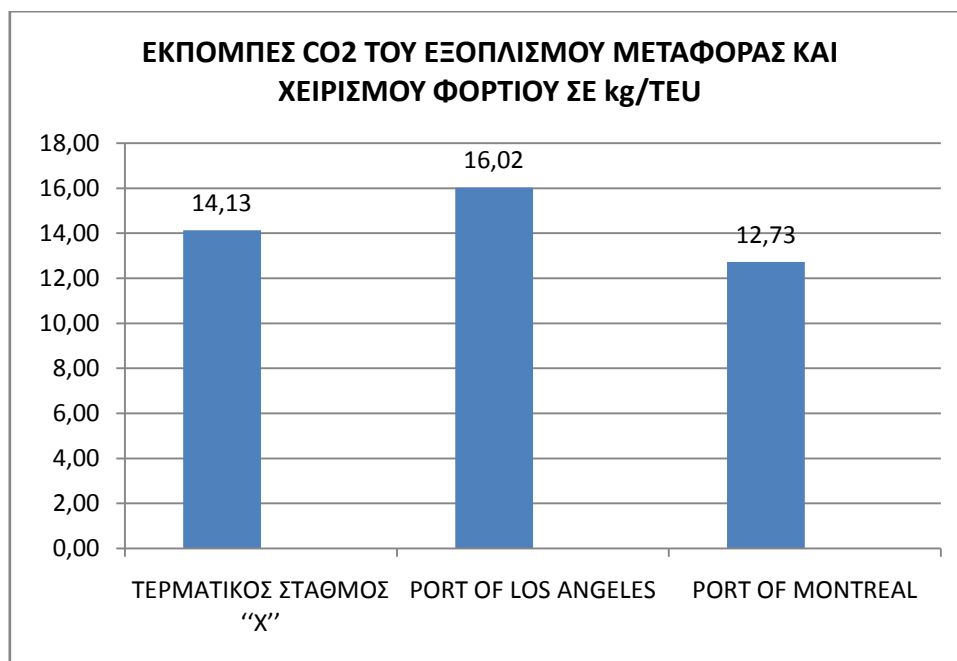
Από τα παραπάνω παρατηρούμε μία αυξημένη τιμή των εκπομπών CO₂ που προέρχονται από τα πλοία εμπορευματοκιβωτίων που κατέπλευσαν στον τερματικό σταθμό "Χ" σε σχέση με τη διακίνηση των TEUs που πραγματοποιήθηκε.

Από την άλλη μεριά οι εκπομπές CO₂ που προήλθαν από τον εξοπλισμό μεταφοράς και χειρισμού φορτίου στον τερματικό σταθμό "Χ" σε σχέση με αυτές των τερματικών σταθμών των άλλων λιμανιών και λαμβάνοντας υπόψιν το μέγεθος τους

και τη διακίνηση των TEUs τους, κυμαίνονται αναλογικά σχεδόν στα ίδια επίπεδα. Αυτή η διαπίστωση αποτυπώνεται στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 6.4: Διακίνηση TEUs, εκπομπές CO₂ του εξοπλισμού μεταφοράς και χειρισμού φορτίου ανά σταθμό εμπορευματοκιβωτίων και ανά TEU

CONTAINER TERMINAL	MOVES (TEUS)	ΕΚΠΟΜΠΕΣ CO ₂ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΚΑΙ ΧΕΙΡΙΣΜΟΥ ΦΟΡΤΙΟΥ (TONNES)	EMISSIONS kg CO ₂ /MOVE (TEU)
ΤΕΡΜΑΤΙΚΟΣ ΣΤΑΘΜΟΣ "Χ"	691375	9767,34	14,13
PORT OF LOS ANGELES	7831902	125452,7	16,02
PORT OF MONTREAL	1363000	17344,8	12,73



Σχήμα 6.8: Κιλά διοξειδίου του άνθρακα CO₂ που εκπέμφθηκαν από τον εξοπλισμό μεταφοράς και χειρισμού φορτίου ανά TEU για κάθε σταθμό εμπορευματοκιβωτίων

6.3 ΝΟΜΟΘΕΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΓΙΑ ΤΟΥΣ ΑΕΡΙΟΥΣ ΡΥΠΟΥΣ ΣΤΑ ΠΛΟΙΑ ΚΑΙ ΣΤΑ ΛΙΜΑΝΙΑ

6.3.1 Παράρτημα VI της Δ.Σ MARPOL 73/78

Στο πλαίσιο του νέου πρωτοκόλλου στη Σύμβαση MARPOL 73/78, ο Διεθνής Ναυτιλιακός Οργανισμός (IMO) ενέκρινε το 1997 παράρτημα (Παράρτημα VI) το οποίο περιλαμβάνει κανονισμούς για τη μείωση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης από πλοία. Το παράρτημα έχει τεθεί σε ισχύ από τις 19 Μαΐου 2005. Με τις διατάξεις του εν λόγω Παραρτήματος θεσπίζονται ενιαίοι κανόνες που στοχεύουν στη λήψη συγκεκριμένων μέτρων για τον έλεγχο και την πρόληψη της ρύπανσης του αέρα από τα πλοία. Ειδικότερα, μεταξύ των λοιπών απαιτήσεων, περιλαμβάνονται ρυθμίσεις, υπό μορφή κανονισμών, με τις οποίες καθορίζονται οι ανώτατα επιτρεπόμενες περιεκτικότητες σε θείο του καυσίμου πετρελαίου που χρησιμοποιούν τα πλοία, τα επίπεδα εκπομπών οξειδίων του αζώτου για μηχανές diesel πλοίων καθώς και τα ληπτέα μέτρα σε λιμάνια και τερματικούς σταθμούς για την υποδοχή δεξαμενόπλοιων στα οποία μπορεί να απαιτηθεί η ύπαρξη συστημάτων ελέγχου εκπομπών πτητικών οργανικών ενώσεων (VOCs).

Οξειδία του αζώτου (NOx) – Κανονισμός 13

Ο Κανονισμός αυτός εφαρμόζεται σε κάθε μηχανή diesel με ισχύ μεγαλύτερη από 130 KW, η οποία εγκαθίσταται σε ένα πλοίο το οποίο κατασκευάστηκε μετά την 1η Ιανουαρίου 2000 και κάθε μηχανή diesel με ισχύ μεγαλύτερη από 130 KW, η οποία υπόκειται σε μετασκευή ευρείας έκτασης μετά την 1η Ιανουαρίου 2000. Ο Κανονισμός αυτός δεν εφαρμόζεται σε μηχανές diesel έκτακτης ανάγκης (ηλεκτρογεννήτριες), μηχανές πρόωσης σωσίβιων λέμβων και σε οποιαδήποτε συσκευή ή εξοπλισμό που χρησιμοποιείται αποκλειστικά σε περιπτώσεις έκτακτης ανάγκης. Για τους σκοπούς εφαρμογής του Κανονισμού αυτού, μετασκευή ευρείας έκτασης σημαίνει τροποποίηση μιας μηχανής όταν μία μηχανή αντικαθίσταται από μία νέα μηχανή που κατασκευάστηκε μετά την 1η Ιανουαρίου 2000. Επίσης μετασκευή ευρείας έκτασης μπορεί να έχουμε όταν οποιαδήποτε σημαντική μετατροπή, όπως ορίζεται στον Τεχνικό Κώδικα για τον Έλεγχο Εκπομπών Οξειδίων του Αζώτου από Ναυτικές Μηχανές Diesel (Τεχνικός Κώδικας NOx), γίνεται στη μηχανή ή η μέγιστη συνεχής απόδοση των στροφών της μηχανής αυξάνεται

περισσότερο από 10%. Η λειτουργία κάθε μηχανής diesel, στην οποία εφαρμόζεται αυτός ο Κανονισμός, επιτρέπεται εφόσον οι εκπομπές NO_x βρίσκονται μεταξύ των ακόλουθων ορίων :

- 17 g/KWh όταν το n είναι μικρότερο από 130 rpm,
- 45,0 x n-0,2 g/KWh όταν το n είναι μεγαλύτερο ή ίσο από 130 αλλά μικρότερο από 2000 rpm,
- 9,8 g/KWh όταν το n είναι ίσο ή μεγαλύτερο από 2000 rpm,

όπου n είναι η ονομαστική ταχύτητα της μηχανής (περιστροφές στροφαλοφόρου ανά λεπτό). Η λειτουργία μιας μηχανής diesel επιτρέπεται επίσης όταν λειτουργεί ένα σύστημα καθαρισμού καυσαερίων, εγκεκριμένο σύμφωνα με τον Τεχνικό Κώδικα NO_x ή εφαρμόζεται οποιαδήποτε άλλη ισοδύναμη μέθοδος, εγκεκριμένη από την Αρχή, για τη μείωση των εκπομπών NO_x στο πλοίο, τουλάχιστον μέχρι τα όρια που προαναφέρθηκαν.

Οξείδια του θείου (SO_x) – Κανονισμός 14

Με τον Κανονισμό αυτό καθιερώνεται ως ανώτατο όριο περιεκτικότητας σε θείο, οποιουδήποτε καύσιμου πετρελαίου, το 4,5% κατά βάρος. Αυστηρότερες απαιτήσεις ισχύουν για τα πλοία που κινούνται εντός περιοχών ελέγχου εκπομπών SO_x (SECA), δηλαδή εντός θαλασσιών περιοχών που πληρούν τα κριτήρια και τις διαδικασίες καθορισμού, που περιγράφονται στο Προσάρτημα III του Παραρτήματος του εν λόγω Πρωτοκόλλου. Επί του παρόντος, ως περιοχές SECA έχουν καθορισθεί, η Βαλτική θάλασσα, η Βόρειος Θάλασσα και το Στενό της Μάγχης. Σημειώνεται, ότι για την είσοδο του πλοίου σε περιοχή ελέγχου εκπομπών SO_x θα καταγράφονται στοιχεία που αφορούν στον όγκο του καυσίμου πετρελαίου χαμηλής περιεκτικότητας σε θείο (μικρότερης ή ίσης του 1, 5% κ.β. σε περιεχόμενο θείο) σε κάθε δεξαμενή, την ημερομηνία, την ώρα και τη θέση του πλοίου, όταν ολοκληρώνεται η λειτουργία εναλλαγής του καυσίμου. Ενδεικτικά γνωρίζουμε, ότι η σχετική εγγραφή μπορεί να γίνεται στο ημερολόγιο γέφυρας ή μηχανής του πλοίου. Περαιτέρω, για τα πλοία που βρίσκονται εντός των προαναφερόμενων περιοχών SECA, θα πρέπει να ικανοποιείται τουλάχιστον μία από τις παρακάτω προϋποθέσεις: η περιεκτικότητα του θείου στο καύσιμο πετρέλαιο δεν υπερβαίνει το 1,5% κ.β. ή υπάρχει σύστημα καθαρισμού καυσαερίων, εγκεκριμένο από την Αρχή, που εφαρμόζεται στη μηχανή

του πλοίου, συμπεριλαμβανομένων των κύριων ή βοηθητικών μηχανών πρόωσης, για τη μείωση των ολικών εκπομπών οξειδίων του θείου. Το συνολικό βάρος εκπομπής διοξειδίου του θείου δεν θα υπερβαίνει τα 6 γραμμάρια ανά κιλοβατώρα (συνολικό βάρος εκπομπής $\leq 6,0$ g SO_x/KWh) ή θα εφαρμόζεται οποιαδήποτε άλλη ισοδύναμη τεχνολογική μέθοδος για τον περιορισμό των εκπομπών SO_x, εντός των παραπάνω ορίων, εγκεκριμένη από την Αρχή. Για τον έλεγχο συμμόρφωσης με τις απαιτήσεις του Κανονισμού αυτού, σε ότι αφορά την περιεκτικότητα σε θείο του καυσίμου πετρελαίου ($S \leq 4,5\%$ κ.β. είτε $S \leq 1,5\%$ κ.β. σε περιοχές ελέγχου εκπομπών SO_x), αυτή θα αναφέρεται στο δελτίο παράδοσης του καυσίμου (bunker delivery note), με ευθύνη του προμηθευτή.

Πτητικές οργανικές ενώσεις (VOCs) – Κανονισμός 15

Στον Κανονισμό αυτό καθορίζονται γενικές απαιτήσεις / υποχρεώσεις, στην περίπτωση που ένα Μέρος στο Πρωτόκολλο 1997, σκοπεύει να καθορίσει λιμάνια ή τερματικούς σταθμούς, που ανήκουν στη δικαιοδοσία του και στα οποία οι εκπομπές πτητικών οργανικών ενώσεων (VOCs) από δεξαμενόπλοια πρόκειται να αποτελέσουν αντικείμενο ρύθμισης. Στην περίπτωση αυτή, το Μέρος στο εν λόγω Πρωτόκολλο θα πρέπει να διασφαλίζει ότι, στα λιμάνια και στους τερματικούς σταθμούς στους οποίους ισχύουν ειδικά μέτρα για εκπομπές VOCs, διατίθενται συστήματα ελέγχου των ατμών συγκεκριμένων πτητικών φορτίων, που λειτουργούν με ασφάλεια και χωρίς να προκαλούν αδικαιολόγητη καθυστέρηση στα δεξαμενόπλοια. Τα συστήματα αυτά πρέπει να είναι εγκεκριμένου τύπου και σύμφωνα με την πρότυπη προδιαγραφή για συστήματα ελέγχου εκπομπών ατμών που αναφέρεται στην Απόφαση MSC/Circ.585. Σημειώνεται, ότι για τα υγραεριοφόρα δεξαμενόπλοια ο Κανονισμός αυτός θα εφαρμόζεται μόνον όταν ο τύπος φόρτωσης και τα συστήματα εγκλωβισμού επιτρέπουν την κατακράτηση ατμών VOCs που δεν περιέχουν μεθάνιο πάνω στο πλοίο ή την ασφαλή επιστροφή τους στην ξηρά.

Αέρια θερμοκηπίου (greenhouse gases)

Τον Απρίλιο 2008 στα πλαίσια των τροποποιήσεων του Παραρτήματος VI της Δ.Σ MARPOL 73/78 η Επιτροπή Προστασίας Θαλάσσιου Περιβάλλοντος (MEPC) του Διεθνούς Ναυτιλιακού Οργανισμού (IMO) συζήτησε την εφαρμογή μέτρων για τον περιορισμό και την μείωση των αερίων θερμοκηπίου από τα πλοία. Η Επιτροπή έλαβε πληροφορίες για τις εκπομπές GHG από τα σκάφη. Η προκύπτουσα εκτίμηση για το 2007 από τον IMO όσον αφορά τις εκπομπές του CO₂ από τη διεθνή ναυτιλία ανέρχεται σε 843 εκατομμύρια τόνους, ή 2,7% των παγκόσμιων εκπομπών του CO₂, σε σύγκριση με την εκτίμηση 1,8% στη μελέτη του IMO το 2000. Η κατ' εκτίμηση που έγινε για τις μελλοντικές εκπομπές από τη διεθνή ναυτιλία όπως περιγράφηκαν από τη διακυβερνητική επιτροπή στην αλλαγή κλίματος (IPCC) και, ελλείψει κανονισμών σχετικά με τις εκπομπές του CO₂ από τα σκάφη, είναι η περαιτέρω αύξηση κατά ένα συντελεστή 2.4 έως 3 φορές παραπάνω μέχρι το 2050. Για το 2020, το σενάριο βάσεων προβλέπει τις αυξήσεις να κυμαίνονται κατά ένα συντελεστή από 1.1 έως 1.3. Με βάση αυτές τις εκτιμήσεις αποφασίστηκε η συζήτηση για τη μείωση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου να συνεχιστεί το 2009 ώστε να παρουσιαστεί τον Ιανουάριο 2009 το MEPC 59 όπου θα υπάρχουν τα συμπεράσματα της ανανεωμένης μελέτης του IMO.

6.3.2 Τροποποιήσεις στο Παράρτημα VI της Δ.Σ MARPOL 73/78

Τον Απρίλιο του 2008 η Επιτροπή Προστασίας Θαλάσσιου Περιβάλλοντος (MEPC) του Διεθνούς Ναυτιλιακού Οργανισμού (IMO) ενέκρινε τις προτεινόμενες τροποποιήσεις στο MARPOL Παράρτημα VI σχετικά με τους κανονισμούς για την μείωση των επιβλαβών εκπομπών από τα πλοία. Οι βασικές αλλαγές είναι στην σταδιακή μείωση των εκπομπών οξειδίων θείου (SO_x) από τα πλοία, με το παγκόσμιο όριο του θείου να μειώνεται αρχικά σε 3,50% (από το τρέχον 4,50%) από την 1η Ιανουαρίου 2012 και έπειτα σταδιακά σε 0,50 %, από την 1η Ιανουαρίου 2020, υπό τον όρο ότι μία μελέτη σκοπιμότητας θα έχει ολοκληρωθεί το αργότερο έως το 2018. Από την 1η Μαρτίου 2010 τα εφαρμόσιμα όρια στις περιοχές ελέγχου εκπομπής θείου (SECAs) θα μειωθούν στο 1,00%, (από τα τρέχοντα 1,50 %) και στο 0,10%, από την 1η Ιανουαρίου 2015. Προοδευτικές μειώσεις των εκπομπών οξειδίων

του αζώτου (NOx) από τις μηχανές πλοίων συμφωνήθηκαν επίσης, με τους πιο αυστηρούς ελέγχους στην αποκαλούμενη "σειρά μηχανών III" , δηλ. εκείνες που εγκαταστάθηκαν στα πλοία που κατασκευάστηκαν από την 1η Ιανουαρίου 2016, και λειτουργούν στις περιοχές ελέγχου εκπομπής. Το αναθεωρημένο παράρτημα VI θα επιτρέψει τον καθορισμό μίας περιοχής ελέγχου εκπομπής SOx, αιωρούμενων σωματιδίων, ή NOx, ή και τους τρεις τύπους εκπομπών από τα πλοία, υπό τον όρο υποβολής μίας πρότασης ενός συμμετέχοντος ή των συμμετεχόντων στο Παράρτημα υπό εξέταση για έγκριση από την οργάνωση, εάν υποστηρίζεται από μια καταδεδειγμένη ανάγκη να αποτρέψουν, να μειώσουν και να ελέγξουν μια ή και τις τρεις από εκείνες τις εκπομπές των πλοίων.

6.3.3 Νομοθεσία και οδηγίες της Ευρωπαϊκής Ένωσης σχετικά με τα λιμάνια, τα πλοία και τα μέσα μεταφοράς

Η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει ως στρατηγική να θεσπίσει νόμους και οδηγίες ώστε να μειωθούν οι εκπομπές από τα μέσα μεταφοράς. Συγκεκριμένα να αναφέρουμε ότι έχουν θεσπιστεί πρότυπα εκπομπής (European emission standards) τα οποία καθορίζουν τα αποδεκτά όρια εκπομπής των οχημάτων που κινούνται στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Τα πρότυπα αυτά εκπομπής καθορίζονται σε μία σειρά των οδηγιών της Ευρωπαϊκής Ένωσης που οργανώνουν την προοδευτική εισαγωγή των όλο και περισσότερο αυστηρών προτύπων.

Στη συνέχεια παρατίθενται συνοπτικά τα πρότυπα εκπομπής (European emission standards) και οι αντίστοιχες οδηγίες (directives) που έχουν τεθεί σε ισχύ, αλλά και αυτά που πρόκειται να τεθούν **(3)**:

- Euro 1 (1993):
 - For passenger cars - 91/441/EEC.
 - Also for passenger cars and light trucks - 93/59/EEC
- Euro 3 (2000) for any vehicle - 98/69/EC
- Euro 4 (2005) for any vehicle - 98/69/EC (& 2002/80/EC)
- Euro 5 (2008/2009) and Euro 6 (2014) for light passenger and commercial vehicles - 2007/715/EC

Όσον αφορά τα πλοία υπάρχουν διάφορα κοινοτικές οδηγίες (Community measures) και προγράμματα που απαιτούν από την Ευρωπαϊκή Ένωση να λάβει μέτρα σχετικά με τις εκπομπές σκαφών. Αυτά είναι :

- η οδηγία 2001/81/EC δεσμεύει την Ευρωπαϊκή Επιτροπή (Commission) για να υποβάλει έκθεση σχετικά με το βαθμό στον οποίο οι εκπομπές από τις θαλάσσιες μεταφορές συμβάλλουν στον σχηματισμό του όζοντος.
- η οδηγία το 1999/32/EC που αναφέρεται στη μείωση της περιεκτικότητας σε θείο ορισμένων υγρών καυσίμων θέτει τα όρια θείου για τα καύσιμα που χρησιμοποιούνται από τις μηχανές των πλοίων που κινούνται στα χωρικά ύδατα της Ευρωπαϊκής Ένωσης.
- η οδηγία 94/63/EC που αναφέρεται στον έλεγχο των πτητικών οργανικών ενώσεων (ΠΟΕ) στους λιμένες που γίνεται η φόρτωση και η εκφόρτωση των σκαφών.
- ο κανονισμός (EC) με αριθμό 2037/2000 στον οποίο γίνεται αναφορά σχετικά με τις ουσίες που μειώνουν το στρώμα όζοντος.
- το πρόγραμμα καθαρός αέρας για την Ευρώπη (The clean air for Europe, CAFE) αντιμετωπίζει όλες τις πηγές ατμοσφαιρικών εκπομπών.
- το έκτο πρόγραμμα δράσης για το περιβάλλον (sixth Environment Action Programme) του οποίου ένας από τους στόχους είναι να επιτευχθούν τα επίπεδα ατμοσφαιρικής ποιότητας που δεν έχουν τα απαραίτητα αποτελέσματα στην ανθρώπινη υγεία και το περιβάλλον, και να σταθεροποιηθούν οι εκπομπές αερίων θερμοκηπίου προκειμένου να αποτραπούν οι αφύσικες αλλαγές του κλίματος.

Οι στόχοι της στρατηγικής της Ευρωπαϊκής Ένωσης είναι **(4)**:

- να μειώσει τις εκπομπές του διοξειδίου του θείου (SO₂) των σκαφών.
- να μειώσει τις εκπομπές των οξειδίων του αζώτου (NO_x) των σκαφών που έχουν επιπτώσεις στην υγεία και το περιβάλλον.

- να μειώσει τις εκπομπές των σκαφών των αιωρούμενων σωματιδίων (particulate matters).
- να μειώσει τις εκπομπές των πτητικών οργανικών ενώσεων (VOCs).
- να μειώσει τις εκπομπές των διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) των σκαφών.
- να περιορίσει τις εκπομπές του όζοντος από όλα τα σκάφη που κινούνται στα ύδατα της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

Η επικοινωνία που υπάρχει μεταξύ των χωρών της Ευρωπαϊκής Ένωσης έχει συντελέσει στο να επιτευχθούν κοινές κινήσεις δράσης για να επιτευχθούν αυτοί οι στόχοι. Οι κοινές αυτές κινήσεις δράσης περιλαμβάνουν **(5)** :

- συντονισμό των θέσεων των κρατών μελών της Ευρωπαϊκής Ένωσης με το Διεθνή Ναυτιλιακό Οργανισμό (IMO) που πιέζει για όλο και πιο αυστηρά μέτρα για να μειωθούν οι εκπομπές από τα σκάφη.
- έγκριση της πρότασης οδηγίας 2005/33/EC που τροποποιεί την οδηγία 1999/32/EC για να περιορίσει την περιεκτικότητα σε θείο των καυσίμων πλοίων.
- σύσταση (2006/339/EC) σχετικά με την ηλεκτροδότηση των πλοίων από την ξηρά. Συνιστά στα κράτη μέλη να εξετάσουν τη δυνατότητα δημιουργίας εγκαταστάσεων για την ηλεκτροδότηση ελλιμενισμένων πλοίων από την ξηρά, ιδιαίτερα σε λιμάνια όπου σημειώνονται υπερβάσεις των οριακών τιμών για την ποιότητα του ατμοσφαιρικού αέρα. Ζητεί επίσης από τα κράτη μέλη να εξετάσουν τη δυνατότητα παροχής οικονομικών κινήτρων για την προώθηση αυτών των εγκαταστάσεων και να λάβουν μέτρα προς την κατεύθυνση της εναρμόνισης των εγκαταστάσεων ηλεκτροδότησης από την ξηρά.

Οδηγία 2005/33/EC

Η οδηγία 2005/33/EC, αποτελεί όπως έχει ειπωθεί και παραπάνω μέρος μιας στρατηγικής της Ευρωπαϊκής Ένωσης για να μειώσει την ατμοσφαιρική ρύπανση από τα πλοία. Η οδηγία επεκτείνει το πεδίο της οδηγίας 1999/32/EK για να περιλάβει όλα τα υγρά καύσιμα που παράγονται από το πετρέλαιο και που χρησιμοποιούνται με τα σκάφη που κινούνται στα χωρικά ύδατα των κρατών μελών. Επιτρέπει **(6)** :

- περιοριστικός σε 1,5% κατά μάζα, από τις 11 Αυγούστου 2006, την περιεκτικότητα σε θείο των θαλασσίων καυσίμων που χρησιμοποιούνται με τα σκάφη στη θάλασσα της Βαλτικής, και από τις 11 Αυγούστου 2007 για τα σκάφη

στη Βόρεια Θάλασσα και το αγγλικό κανάλι, προκειμένου να μειωθεί ο οξυνισμός και να βελτιωθεί η ατμοσφαιρική ποιότητα.

- περιοριστικός σε 1,5% κατά μάζα, από τις 11 Αυγούστου 2006, την περιεκτικότητα σε θείο των θαλασσίων καυσίμων που χρησιμοποιούνται με τα επιβατικά σκάφη στις κανονικές υπηρεσίες σε ή από οποιοδήποτε λιμένα στην Ένωση προκειμένου να βελτιωθεί η ατμοσφαιρική ποιότητα και να δημιουργηθεί η ικανοποιητική απαίτηση για να εξασφαλίσει έναν πανκοινοτικό ανεφοδιασμό των χαμηλής περιεκτικότητας σε θείο καυσίμων.

- περιοριστικός σε 0,1% κατά μάζα, από την 1η Ιανουαρίου 2010, την περιεκτικότητα σε θείο των θαλασσίων καυσίμων που χρησιμοποιούνται με τα σκάφη στις πλωτές οδούς και στο αγκυροβόλιο προκειμένου να βελτιωθεί η ατμοσφαιρική ποιότητα γύρω από τους λιμένες και τις πλωτές οδούς.

- κατά την παρέκκλιση στα προαναφερθέντα όρια για το πετρέλαιο καυσίμων, που επιτρέπει στα σκάφη για να χρησιμοποιήσει μια εγκεκριμένη τεχνολογία μείωσης εκπομπής, υπό τον όρο ότι αυτά τα σκάφη επιτυγχάνουν συνεχώς τις μειώσεις εκπομπής που είναι τουλάχιστον ισοδύναμες και ότι λεπτομερώς τεκμηριώνουν ότι οποιαδήποτε ρεύματα αποβλήτων που απαλλάσσονται στους εσωκλειόμενους λιμένες και τις εκβολές δεν ασκούν καμία επίδραση στα οικοσυστήματα.

- περιοριστικός σε 1,5% κατά μάζα την περιεκτικότητα σε θείο των θαλασσίων πετρελαίων diesel που πωλούνται στην Ευρωπαϊκή Ένωση.

- περιοριστικός σε 0,1% κατά μάζα την περιεκτικότητα σε θείο των θαλασσίων πετρελαίων αερίου που πωλούνται στην Ευρωπαϊκή Ένωση.

- άμεση απαίτηση των διαδικασιών ανεφοδιασμού σε καύσιμα για να καταγραφεί στο ημερολόγιο πριν από τα σκάφη μπορεί να χορηγηθεί την πρόσβαση στους λιμένες στην Κοινότητα.

Η οδηγία προβλέπει επίσης την επαλήθευση της περιεκτικότητας σε θείο των θαλασσίων καυσίμων από τη δειγματοληψία και την ανάλυση. Κάθε έτος, τα κράτη μέλη πρέπει να στείλουν στην Επιτροπή μια έκθεση σχετικά με την περιεκτικότητα σε

θείο των καυσίμων που καλύπτονται από αυτήν την πρόταση και που χρησιμοποιούνται στο έδαφός τους.

6.3.4 Νομοθεσία που ισχύει στη Βόρεια Αμερική: Λιμάνι του Λος Άντζελες

Μεταξύ των αμερικάνικων λιμένων, το λιμάνι του Λος Άντζελες είναι εκείνο που συντελεί σημαντικό ρόλο στην ατμοσφαιρική ρύπανση. Η περιοχή του Los Angeles κυρίως είναι εκείνη που έχει το μεγαλύτερο πρόβλημα με την ατμοσφαιρική ρύπανση. Στην περιοχή αυτή τα ωκεανοπόρα σκάφη (ocean-going vessels) συμβάλλουν κατά 85% στις εκπομπές διοξειδίου του θείου **(7)**. Για τον λόγο αυτό οι αρχές της Καλιφόρνιας σε συνεργασία με την Προστασία του Περιβάλλοντος (Environmental Protection Agency, EPA) πρότεινε στον IMO να λάβει πιο αυστηρά μέτρα για το λιμάνι αυτό. Εκδόθηκαν δύο κανονισμοί σε σχέση με την κίνηση των πλοίων μέσα και έξω από την Καλιφόρνια **(8)**. Αυτοί οι κανονισμοί είναι οι ακόλουθοι:

- Τα ωκεανοπόρα πλοία πρέπει να χρησιμοποιούν σύστημα καθαρισμού για το απόσταγμα του καυσίμου ή να κάνουν ελέγχους εκπομπής στις βοηθητικές μηχανές diesel καθώς και στις ηλεκτρικές μηχανές των πλοίων που κινούνται μέσα στα ύδατα της Καλιφόρνιας. Όσον αφορά τα καύσιμα των πλοίων οι απαιτήσεις του ορίου του θείου να είναι 0,1% μέχρι τον Ιανουάριο του 2010.
- Ο κινητός εξοπλισμός χειρισμού όπως είναι τα φορτηγά των ναυπηγείων καθώς και τα ανυψωτικά μηχανήματα που υπάρχουν στους λιμένες να αντικαταστήσουν τις υπάρχουσες μηχανές με καινούργιες ή να τοποθετήσουν στο πίσω μέρος τους τις μηχανές diesel.

6.3.5 Διάφορες άλλες πρωτοβουλίες

Τον Απρίλιο του 2008 εκπρόσωποι των σημαντικότερων λιμανιών (συγκλήθηκαν στο Ρόττερνταμ για να συζητήσουν τις πρωτοβουλίες και τις προσεγγίσεις για τη μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) στα λιμάνια. Τα λιμάνια συγκεντρώθηκαν από την αιγίδα του C40 ομάδας που ηγείται για το κλίμα. Τα αποτελέσματα της συνάντησης αυτής παρουσιάζονται παρακάτω **(9)**:

- Λογική
- Πρωτοβουλίες για τη μείωση των εκπομπών CO₂ της ναυτιλίας ανοικτής θάλασσας
- Πρωτοβουλίες για τη μείωση των εκπομπών CO₂ από τις λιμενικές εργασίες
- Πρωτοβουλίες για τη μείωση των εκπομπών CO₂ από τις χερσαίες μεταφορές
- Προώθηση της χρήσης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας
- Το ίχνος του CO₂
- Εκτέλεση

Λογική

Τα λιμάνια παγκοσμίως, υπό την αιγίδα του C40 της ομάδας που ηγείται για το κλίμα, με την υποστήριξη της πρωτοβουλία για το Κλίμα Κλίντον, αναγνωρίζουν ότι:

- Υπάρχουν ισχυρές ενδείξεις που συνδέουν τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου με τις καταστροφικές συνέπειες της παγκόσμιας κλιματικής αλλαγής.
- Οι μεταφορά μέσω των λιμένων, των λιμενικών εργασιών, και τις βιομηχανικές δραστηριότητες σε λιμένες συμβάλλουν (ουσιαστικά) στις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου.
- Τα λιμάνια καταλαμβάνουν ένα μοναδικό μέρος, ως βασικά «κλειδιά» στις παγκόσμιες αλυσίδες εφοδιασμού, που τους επιτρέπει να επηρεάζουν τη βιωσιμότητα των αλυσίδων εφοδιασμού, λαμβάνοντας

υπόψιν τις τοπικές συνθήκες και τις δομές διαχείρισης του λιμανιού.

- Μέτρα για τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου μπορεί να είναι αποτελεσματικά σε συνδυασμό με μέτρα που μειώνουν τις εκπομπές και τα λειτουργικά κόστη.
- Τα λιμάνια έχουν πολλές ευκαιρίες και ευθύνη να συμβάλουν στη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Ως εκ τούτου, τα λιμάνια, στο πλαίσιο των αντίστοιχων περιφερειακών και εθνικών συμβάσεων και τις απαιτήσεις τους, συμφωνήσουν να:

Πρωτοβουλίες για τη μείωση εκπομπών CO₂ από τα ποντοπόρα πλοία

- Στήριξη της ανάπτυξης καθαρής ναυτιλίας (καύσιμα, κινητήρας, σχεδιασμός πλοίου).
- Προώθηση και αξιοποίηση της περαιτέρω ανάπτυξης και τυποποίηση της παρεχόμενης ηλεκτρικής ενέργειας από την ξηρά.
- Η εξέταση της μείωσης της ταχύτητας είναι αποτελεσματική και εφικτή σε σχέση με την ναυτική ασφάλεια.
- Ανάπτυξη κινητήρων με βάση ένα κοινό σύστημα των περιβαλλοντικών δεικτών των πλοίων.
- Προτρέπουν τον IMO να επιταχύνει την ενσωμάτωση των βέλτιστων πρακτικών για τη μείωση του CO₂

Πρωτοβουλίες για τη μείωση εκπομπών CO2 από τις λιμενικές εργασίες

- Προώθηση μέτρων για μείωσης CO2 για τις εργασίες των τερματικών σταθμών και τη διακίνηση φορτίου
- Προώθηση συνεργασίας χωροθέτησης προς όφελος της ενεργειακής απόδοσης και χρήση της ενέργειας των αποβλήτων
- Ανάπτυξη βιώσιμων ναυτιλιακών υπηρεσιών όπως αυτές που εκπροσωπούνται από τα ρυμουλκά και τα άλλα λιμενικά σκάφη.
- Ενθάρρυνση της παρεχόμενης από την ξηρά ηλεκτρικής ενέργειας για την εσωτερική ναυσιπλοΐα.
- Βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων, των μεταφορών και στοιχείων των δημόσιων και ιδιωτικών λιμενικών εργασιών.

Πρωτοβουλίες για τη μείωση εκπομπών CO2 από τις χερσαίες μεταφορές

- Χρήση αποδοτικών και καινοτόμων logistics για τη μείωση των αναγκών χερσαίων μεταφορών
- Θέσπιση και υλοποίηση του προγράμματος στροφής προς καθαρούς και ενεργειακούς αποδοτικούς τρόπους μεταφοράς.
- Τόνωση των περιβαλλοντικών επιδόσεων όλων των τρόπων μεταφοράς (π.χ. περιβαλλοντικές ζώνες).

Προώθηση της χρήσης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας

- Προώθηση και δυνατότητα παραγωγής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές (π.χ. αιολική, ηλιακή, γεωθερμική), σε δημόσιο και ιδιωτικό τομέα.
- Χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας όπου είναι δυνατόν για λιμενικές δραστηριότητες

- Προώθηση της μεταφοράς και επεξεργασίας πιστοποιημένης βιομάζας για την παραγωγή ανανεώσιμης ενέργειας.

Το ίχνος άνθρακα

- Ξεκίνημα μιας διαδικασίας έλεγχο και ποσοτικοποίησης των εκπομπών CO₂ διεξάγοντας απογραφές αποτυπώματος άνθρακα για τις λιμενικές εργασίες στο σύνολό τους αλλά και για την αλυσίδα εφοδιασμού γενικότερα.
- Δημιουργία δομών και μηχανισμών υποβολής εκθέσεων για να αξιολογούνται και να ελέγχονται οι εκπομπές CO₂.
- Ανάπτυξη της μεθοδολογίας για τον προσδιορισμό και τη μείωση του αποτυπώματος άνθρακα στη λιμενική ζώνη (ανά μονάδα δραστηριότητας /φορτίο) και διάκριση μεταξύ διακίνησης φορτίου και βιομηχανικών δραστηριοτήτων του λιμανιού.
- Ανάπτυξη των στόχων τους για τη μείωση των εκπομπών CO₂ στο λιμάνι και στη βιομηχανική περιοχή σε συνδυασμό με τα ενδιαφερόμενα μέρη

Εκτέλεση

- Δημιουργία θεσμικών μηχανισμών και αρμοδιοτήτων εντός των λιμανιών που θα οδηγήσουν στη συνεχή μείωση των εκπομπών και στην καινοτομία.
- Αξιολόγηση και εφαρμογή των πρωτοβουλιών που προαναφέρθηκαν
- Οργάνωση και διευκόλυνση της τεχνολογίας μεταφορών, εκπαίδευση, ευαισθητοποίηση, ανταλλαγή βέλτιστων πρακτικών και παραδείγματα οφέλους – κόστους.

6.4 ΠΡΟΤΑΣΗ ΜΕΤΡΩΝ ΜΕ ΣΚΟΠΟ ΤΗ ΜΕΙΩΣΗ ΤΩΝ ΕΚΠΟΜΠΩΝ CO₂ ΣΤΟΝ ΤΕΡΜΑΤΙΚΟ ΣΤΑΘΜΟ “Χ” ΚΑΙ ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΑ ΛΙΜΑΝΙΑ

6.4.1 Γενικά

Τα λιμάνια θα πρέπει να δεσμεύονται να προστατεύουν τις τοπικές κοινότητες και το περιβάλλον όχι μόνο κατά τη διάρκεια των επεκτάσεων αλλά και κατά τη διάρκεια των συνηθισμένων λειτουργιών. Παρακάτω προτείνονται κάποια μέτρα που χρησιμοποιούνται από επιλεγμένα λιμάνια παγκοσμίως για να μειώσουν επιτυχώς τις επιδράσεις στις τοπικές κοινότητες και τα οικοσυστήματα. Αυτά τα μέτρα θα πρέπει να υιοθετηθούν σε όλους τους τερματικούς σταθμούς εμπορευματοκιβωτίων για τον καθαρισμό των δραστηριοτήτων τους και τα τοπικά στελέχη θα πρέπει να είναι ενήμερα για τις δυνατότητες αυτών των εφαρμογών. Τα λιμάνια θα πρέπει να εξετάσουν το ενδεχόμενο διαπραγμάτευσης νέων μισθώσεων ως μια ευκαιρία για να απαιτήσουν ένα συνδυασμό μέτρων μείωσης των αέριων ρύπων όπως η χρήση καθαρότερων καυσίμων και εξοπλισμού.

6.4.2 Μέτρα που αφορούν τα ποντοπόρα πλοία

Τα ποντοπόρα πλοία είναι η μεγαλύτερη πηγή ρύπανσης του αέρα στα λιμάνια εμπορευματοκιβωτίων. Στην πραγματικότητα τα μεγάλα υπερωκεάνια πλοία είναι αναμφισβήτητα οι χειρότερες κινητές πηγές ρύπων στον πλανήτη. Τα 90.000 εγγεγραμμένα ποντοπόρα πλοία στον κόσμο εκτιμάται ότι εκπέμπουν έως 3% του συνολικού παγκόσμιου αποθέματος εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Τα πλοία εκπέμπουν επίσης τα οξείδια του αζώτου, έναν άλλο ρύπο που συμβάλλει στην υπερθέρμανση του πλανήτη. Τα πλοία εκπέμπουν περίπου πέντε έως έξι φορές περισσότερα οξείδια του αζώτου από τα αεροσκάφη ετησίως σε όλο τον κόσμο. Επιπλέον οι εκπομπές οξειδίων του αζώτου συμβάλλουν στη δημιουργία του όζοντος που αποτελεί σημαντικό πρόβλημα για τις μεγάλες πόλεις **(10)**. Τα πλοία εκπέμπουν το 14% των παγκόσμιων εκπομπών οξειδίων του αζώτου και το 5% των εκπομπών οξειδίων του θείου. Σύμφωνα με έκθεση του Διεθνούς Συμβουλίου για τις Καθαρές Μεταφορές το Μάρτιο του 2007 τα ωκεανοπόρα πλοία εκπέμπουν περισσότερο διοξείδιο του θείου από το σύνολο των αυτοκινήτων, φορτηγών και λεωφορείων του

κόσμου **(11)**. Τα σκάφη αυτά είναι ελλειπώς ελεγχόμενα και το μερίδιό τους στις ρυπογόνες εκπομπές είναι πιθανό να διπλασιαστούν έως το 2020, εκτός και αν οι φιλόδοξες προσπάθειες τότε για τον έλεγχο της ρύπανσης καρποφορήσουν έως τότε.

Το υψηλό ρυπαντικό φορτίο των πλοίων είναι ένα άμεσο αποτέλεσμα του εμφανώς βρώμικου καυσίμου στις δεξαμενές τους (το πιο βρώμικο στις τάξεις του πετρελαίου ντίζελ) το οποίο τους επιτρέπεται να κάψουν σύμφωνα με το διεθνές δίκαιο. Σύμφωνα με το Διεθνή Οργανισμό Τυποποίησης 19 κατηγορίες θαλάσσιων υπολειμμάτων καυσίμου είναι διαθέσιμα διεθνώς. Το πιο ρυπογόνο περιέχει 45.000 μέρη ανά εκατομμύριο (ppm θείου). Συγκριτικά, τα νέα πρότυπα καύσιμα ντίζελ χαμηλής περιεκτικότητας σε θείο που τέθηκαν σε ισχύ στις Ηνωμένες Πολιτείες τον Απρίλιο του 2006 περιορίζουν την περιεκτικότητα σε θείο των μηχανών ντίζελ των φορητών οχημάτων με ανώτατο όριο τα 15 ppm που αποτελεί το 1/3000 του μέγιστου επιτρεπόμενου ορίου για τα καύσιμα που χρησιμοποιούνται στα πλοία. Το θείο στα καύσιμα μετατρέπεται σε ατμοσφαιρική ρύπανση διοξειδίου του θείου όταν καίγεται το καύσιμο. Τα καύσιμα με υψηλότερες περιεκτικότητες σε θείο απελευθερώνουν υψηλότερα επίπεδα οξειδίων του αζώτου και αιωρούμενων σωματιδίων από τα καθαρότερα καύσιμα. Το μέσο καύσιμο που χρησιμοποιείται στα πλοία είναι κάπως πιο καθαρό από το ανώτατο επιτρεπόμενο όριο, περιέχοντας κατ' εκτίμηση 27.000 ppm θείου. Τα υπερωκεάνια πλοία μέχρι σήμερα δεν είναι κατασκευασμένα με συσκευές ελέγχου ρύπανσης και δεν υπάρχουν διεθνή πρότυπα που απαιτούν τη χρήση ακόμα και του στοιχειώδους ελέγχου. Ως εκ τούτου το ποσό της ρύπανσης που εκπέμπεται από ένα πλοίο όταν εισέρχεται σε λιμάνι των ΗΠΑ διέπεται κυρίως από την ποιότητα του καυσίμου που καίγεται και την ταχύτητα που το πλοίο πλέει, η οποία επηρεάζει την κατανάλωση καυσίμου και τις εκπομπές του.

Σε βραχυπρόθεσμο επίπεδο οι δύο πιο πρακτικές τακτικές για να μειωθεί η ατμοσφαιρική ρύπανση από τα πλοία που διασχίζουν τα νερά των λιμανιών και οι οποίες εφαρμόζονται στις ΗΠΑ, είναι η χρησιμοποίηση καλύτερης ποιότητας καυσίμου και η εφαρμογή του μέτρου μείωσης της ταχύτητας. Για παράδειγμα ένα όριο ταχύτητας των 12 κόμβων μεταξύ του λιμανιού του Λος Άντζελες και της υπεράκτιας ζώνης των 24 μιλίων έχει υπολογιστεί ότι οδηγεί σε μείωση 40% των εκπομπών οξειδίων του αζώτου που εκπέμπονται από τα κρουαζιερόπλοια σε σχέση με τα πλοία που προσεγγίζουν τις αποβάθρες με ταχύτητα των 20 κόμβων ή και περισσότερο **(12)**. Για την εφαρμογή του προγράμματος μείωσης της ταχύτητας δεν απαιτείται καμία τροποποίηση του καυσίμου. Προγράμματα μείωσης της ταχύτητας

εφαρμόζονται σε πολλά λιμάνια πολλές φορές και για λόγους ασφαλείας όπως στο Χιούστον και στη Σαβάννα, εξαιτίας των στενών καναλιών που τα πλοία εμπορευματοκιβωτίων πρέπει να διασχίσουν για να προσεγγίσουν τις αποβάθρες.

Η στροφή σε καθαρότερα καύσιμα ντίζελ απαιτεί από τα πλοία να φορτώσουν περιορισμένες ποσότητες καθαρότερων καυσίμων σε ξεχωριστές βοηθητικές δεξαμενές. Αυτό το καύσιμο είτε μεταφέρεται διασχίζοντας τον ωκεανό είτε αγοράζεται από φορηγίδες στα ύδατα των ΗΠΑ. Η γραμμή της Μέρσκ (Maersk Line) προβαίνει σήμερα σε ένα πιλοτικό πρόγραμμα υποκατάστασης καυσίμου το οποίο αναμένεται να μειώσει 400 τόνους εκπομπών από τα σκάφη της εταιρείας όταν αυτά λειτουργούν στα ύδατα της Καλιφόρνιας στα λιμάνια του Λος Άντζελες και του Όκλαντ. Η Μέρσκ οικειοθελώς μεταπήδησε από καύσιμα πλοίων τα οποία περιέχουν 27.000 ppm θείου σε ένα καθαρότερο απόσταγμα καυσίμου που περιέχει λιγότερο από 15.000 ppm θείου, όταν αυτά ταξιδεύουν στα ύδατα των ΗΠΑ. Το 2005 η CARB εξέδωσε κανονισμό, που τίθεται σε ισχύ από το 2007, ο οποίος απαιτούσε από τα πλοία που εισέρχονται στα ύδατα της Καλιφόρνιας να καίνε στους βοηθητικούς κινητήρες τους αποστάγματα καυσίμων που περιέχουν λιγότερο από 2.000 ppm θείου. Αυτό το καύσιμο υψηλότερης ποιότητας πρέπει να καεί μέσα στη περιοχή των 24 ναυτικών μιλίων του λιμανιού για το έτος 2007. Για το 2008 η χρήση του καθαρότερου καυσίμου θα πρέπει να αρχίζει από την περιοχή των 40 ναυτικών μιλίων. Η CARB υπολογίζει ότι μεταξύ του 2007 και 2020 ο νέος κανονισμός θα μειώσει τις εκπομπές σωματιδίων περισσότερο από 23.000 τόνους, τα οξειδία του αζώτου 15.000 τόνους και τα οξειδία του θείου 200.000 τόνους, αποτρέποντας 520 πρόωρους θανάτους. Επίσης η CARB ξεκίνησε τον Ιούνιο του 2007 μία προσπάθεια επέκτασης της χρήσης καθαρότερου καυσίμου σε απόσταση 100 μίλια από την ακτή. Δυστυχώς η απαίτηση για καθαρότερο καύσιμο δεν εκτείνεται στις κύριες μηχανές των πλοίων, που αποτελούν τους κύριους καταναλωτές καυσίμων. Η δράση για την μείωση των εκπομπών θαλάσσιων σκαφών (Marine Vessel Emissions Reduction Act) θεσπίστηκε τον Μάιο του 2007 στη Γερουσία των ΗΠΑ από δύο γερουσιαστές της Καλιφόρνιας και στη Βουλή των Αντιπροσώπων από τέσσερα μέλη του Κογκρέσου (13). Επιδιώκει να περιορίσει την περιεκτικότητα των καυσίμων σε θείο στα 1.000 ppm για τα πλοία στα λιμάνια των ΗΠΑ από το 2010. Η Ευρώπη έχει ήδη υιοθετήσει ένα όριο των 1.000 ppm θείου για τα πλοία στη θέση αγκυροβολίας επίσης με ημερομηνία εφαρμογής το 2010.

Αν και ακόμα σε στάδιο ανάπτυξης, υπάρχουν τεχνολογίες που αναπτύσσονται και αφορούν τις εν πλω συσκευές ελέγχου ρύπανσης οι οποίες είναι μικρές και αρκετά ελαφριές για να τοποθετηθούν εκ των υστέρων στα εν πλω σκάφη. Το πιο προηγμένο είναι ένας καθαριστής Βεντούρη (venturi scrubber) που χρησιμοποιεί θαλασσινό νερό για να καθαρίσει περίπου το 80% του διοξειδίου του θείου και των σωματιδίων που προέρχονται από τα καυσαέρια των πλοίων. Το μολυσμένο νερό επιστρέφει στον ωκεανό, περιορίζοντας την πρακτικότητα αυτής της προσέγγισης, ειδικά όταν τα πλοία βρίσκονται στα λιμάνια και ο έλεγχος της ρύπανσης είναι περισσότερο αναγκαίος.

Σε μακροπρόθεσμη βάση, η μείωση των πετρελαϊκών πόρων και η περιβαλλοντική πίεση μπορεί να προκαλέσει τη διεθνή ναυτιλία να μεταβεί σε εντελώς διαφορετικό καύσιμο. Υπάρχει ήδη κάποια εμπειρία με τη χρήση φυσικού αερίου στα πλοία. Για παράδειγμα το επιβατικό πλοίο Glutra που λειτουργεί στο Μόλντε της Νορβηγίας καίει φυσικό αέριο από τον Φεβρουάριο του 2000. Είναι ένα από τα μεγαλύτερα δέκα πλοία που καίνε φυσικό αέριο **(14)**. Το υδρογόνο μπορεί επίσης να προσφέρει σημαντικές δυνατότητες όσο αναφορά τα καύσιμα στα πλοία. Ερευνητές από το πανεπιστήμιο του Σαουθάμπτον είπαν στο ακροατήριο στην παγκόσμια διάσκεψη του 2006 για το υδρογόνο στη Λυών της Γαλλίας, ότι είναι τεχνικά εφικτό να κατασκευαστούν υδρογονοκίνητα πλοία που θα μπορούσαν να επιτύχουν χρόνους δυνατούς σήμερα μόνο αεροπορικώς, αλλά σε αντιδιαστολή με το κόστος **(15)**.

6.4.3 Μέτρα που αφορούν τα σκάφη εσωτερικής ναυσιπλοΐας

Κατά μέσο όρο δύο ρυμούλκα ανά πλοίο είναι αναγκαία για την καθοδήγηση των υπερκεάνιων πλοίων στα λιμάνια. Τα ρυμουλκά αποτελούν αδηφάγους καταναλωτές καυσίμου λόγω του μικρού μεγέθους τους και των μεγάλων κινητήρων που χρειάζονται για την καθοδήγηση των πλοίων που είναι πολύ στενές για τα συστήματα διεύθυνσης των πλοίων. Οι μηχανές των ρυμουλκών συνήθως έχουν ισχύ 5.000 ίππους. Όταν κάνουν ελιγμούς, οι κινητήρες τους λειτουργούν σε υψηλή απόδοση ισχύος με υψηλή απόδοση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης, αλλά ακόμα και σε χαμηλή απόδοση οι εκπομπές αέριων ρύπων είναι σημαντικές. Τα ρυμουλκά περνούν συχνά έως και το 50% του χρόνου τους στο ρελαντί με τις κύριες μηχανές

αναμμένες και έτοιμες να χρησιμοποιηθούν αλλά χωρίς καμία δύναμη να χρησιμοποιείται προώθηση. Πολλά λιμάνια ρυθμίζουν την ποιότητα του καυσίμου που καίνε αυτά τα σκάφη. Η CARB για παράδειγμα απαιτεί τη χρήση χαμηλής περιεκτικότητας σε θείο των καυσίμων ντίζελ σε όλα τα σκάφη εσωτερικής ναυσιπλοΐας στα λιμάνια της Καλιφόρνια. Τον Μάρτιο του 2007, η EPA των ΗΠΑ πρότεινε κανονισμούς που εάν εκδοθούν θα μειωθεί η αέρια ρύπανση από τους θαλάσσιους κινητήρες ντίζελ των σκαφών εσωτερικής ναυσιπλοΐας με τον καθορισμό αυστηρότερων ομοσπονδιακών προτύπων για τις εκπομπές. Εάν εφαρμοζόταν πλήρως, το κράτος θα μπορούσε να μειώσει την εκπομπή σωματιδίων από τους κινητήρες αυτούς κατά 90% και τις εκπομπές οξειδίων του αζώτου κατά 80%.

Τα ριμουλκά μπορούν να εξοπλιστούν εκ νέου με συσκευές ελέγχου ρύπανσης για τη μείωση των εκπομπών τους ή να υποχρεούνται να χρησιμοποιούν πετρέλαιο ντίζελ καθαρότερου βαθμού. Επίσης είναι υποψήφια για τη χρήση εναλλακτικών καυσίμων ή προχωρημένων συστημάτων πρόωσης. Παρά το ότι το φυσικό αέριο χρησιμοποιείται για τα επιβατικά πλοία σε διάφορες πόλεις σε όλο το κόσμο, δεν έχει εφαρμοστεί ακόμα στα ριμουλκά. Παρ' όλα αυτά η ναυτιλιακή εταιρεία FossMaritime Company παρέδωσε το πρώτο στον κόσμο υβριδικό ηλεκτρικό ριμουλκό στο λιμάνι του Λος Άντζελες το 2008. Το σύστημα κίνησης του υβριδικού ηλεκτρικού ριμουλκού τροφοδοτείται με μπαταρίες σε συνδυασμό με γεννήτριες ντίζελ.

6.4.4 Μέτρα που αφορούν τις λιμενικές εργασίες

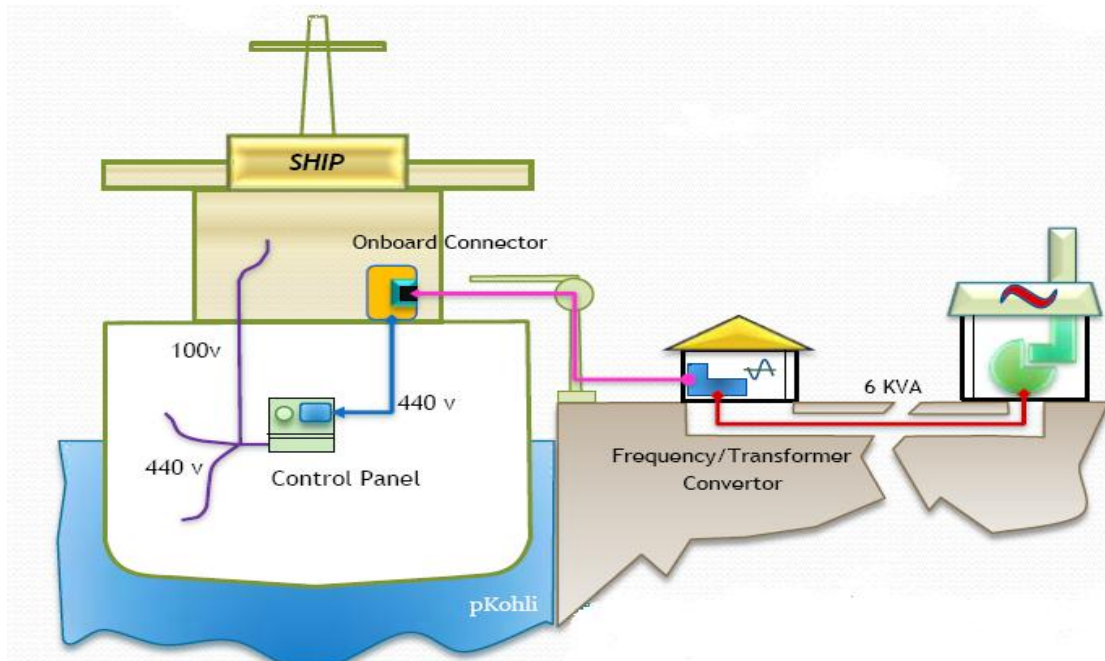
6.4.4.1 Γενικά

Υπάρχουν δύο πτυχές των λιμενικών εργασιών που οδηγούν σε υψηλές εκπομπές ατμοσφαιρικής ρύπανσης. Η πρώτη είναι η λειτουργία των λεβήτων και των ηλεκτρομηχανών των πλοίων όταν βρίσκονται στις αποβάθρες για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας που καταναλώνεται από τον ζωτικής σημασίας εξοπλισμό του πλοίου. Κατά δεύτερον υπάρχουν μηχανήματα εξοπλισμού μεταφοράς και χειρισμού φορτίου που χρησιμοποιούνται από τις αποβάθρες για τη μεταφορά εμπορευματοκιβωτίων σε φορτηγά και σιδηρόδρομους που τα μεταφέρουν μακριά από το λιμάνι.

6.4.4.2 Ηλεκτροδότηση ελλιμενισμένων πλοίων από το δίκτυο ξηράς (Cold Ironing)

Τα περισσότερα πλοία μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων που κινούνται με τη βοήθεια μιας πολύ μεγάλης ισχύς κύριας μηχανής. Η βοηθητική ηλεκτρική ενέργεια παράγεται από τρεις έως πέντε βοηθητικές μηχανές που κυμαίνονται σε μέγεθος από 500 κιλοβάτ έως 3 μεγαβάτ η καθεμία **(16)**. Τα πλοία συνήθως παραμένουν σε θέση αγκυροβολίας από λίγες ώρες έως μερικές μέρες. Στα λιμάνια η ηλεκτρική ενέργεια που χρησιμοποιείται από τα πλοία για τα φώτα και τον υπόλοιπο εξοπλισμό μη πρόωσης παράγεται από τις βοηθητικές μηχανές. Όταν είναι σε θέση αγκυροβολίας ένα μικρό πλοίο μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων έχει ζήτηση ισχύος περίπου 600 κιλοβάτ ενώ ένα μεγάλο πλοίο θα καταναλώσει 1,2 μεγαβάτ ή και περισσότερο. Η εν πλω ηλεκτρική ενέργεια και οι απαιτήσεις τάσης ποικίλουν ανάλογα με το πλοίο και την χώρα κατασκευής. Τα περισσότερα ωκεανοπόρα πλοία έχουν ρυθμιστεί για τάση 440 έως 480 βόλτς, αν και τα μεγαλύτερα και νεότερα πλοία μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων έχουν ρυθμιστεί για 6,6 κιλοβόλτ. Η τρέχουσα πρακτική για τα περισσότερα πλοία είναι να χρησιμοποιούν τις βοηθητικές μηχανές τους για να παράγουν ηλεκτρική ενέργεια χρησιμοποιώντας καύσιμο ντίζελ ή καύσιμο bunker σε περιπτώσεις που δεν υπάρχουν απαιτήσεις ποιότητας καυσίμων, ή κάπως καθαρότερα αποστάγματα καυσίμων. Αν και καθαρότερα από τα καύσιμα bunker, τα αποστάγματα καυσίμων που επιτρέπονται να χρησιμοποιούν τα πλοία για τις βοηθητικές τους μηχανές όταν βρίσκονται σε θέση αγκυροβολίας, εξακολουθούν να είναι ακόμα πολύ πιο βρώμικα από τα καύσιμα που επιτρέπονται σε κινητήρες οχημάτων. Ακόμα και οι μονάδες ηλεκτροπαραγωγής ενέργειας απελευθερώνουν μόνο ένα μέρος της ατμοσφαιρικής τους ρύπανσης από θαλάσσιους κινητήρες ντίζελ. Για τα αγκυροβολημένα πλοία η παροχή τους με ρεύμα το οποίο παράγεται στα λιμάνια είναι μία εναλλακτική λύση για την παραγωγή ενέργειας. Η χρήση της ενέργειας που παράγεται στα λιμάνια ονομάζεται “cold ironing”. Άλλοι όροι για την ενέργεια που παράγεται στη γη και την οποία χρησιμοποιούν τα πλοία είναι η ενέργεια ξηράς ή η εναλλακτική θαλάσσια ενέργεια (AMP). Ως πηγή ενέργειας μπορεί να χρησιμοποιηθεί είτε το δημόσιο σύστημα ηλεκτροδότησης σε περιπτώσεις μεγάλων λιμανιών με μεγάλες ενεργειακές απαιτήσεις, είτε μέσω κάποιου αυτόνομου συστήματος ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (αιολικό, φωτοβολταϊκό ή και συνδυασμό τους).

Στο σχήμα 6.9 (17) παρουσιάζεται η εγκατάσταση cold ironig και στο σχήμα 6.10 (18) πως αυτή εφαρμόζεται στα πλοία που είναι αγκυροβολημένα στις αποβάθρες.



Σχήμα 6.9: Παρουσίαση εγκατάστασης Cold Ironing



Σχήμα 6.10: Πλοίο κατά τη διάρκεια τροφοδότησης των ενεργειακών του αναγκών από την ξηρά

6.4.4.3 Ηλεκτρικό ρεύμα διανομής δικτύου (Grid Electricity)

Για να χρησιμοποιηθεί η ηλεκτρική ενέργεια του δικτύου θα πρέπει να προστεθούν ειδικές συσκευές στα πλοία που επιτρέπουν την εισαγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από την αποβάθρα. Ένας μετασχηματιστής είναι συχνά αναγκαίος για να αυξάνει ή να μειώνει την τάση σε ένα πλοίο. Ένας μετασχηματιστής μπορεί να προστεθεί σε έναν προβλήτα ή σε ένα πλοίο εάν υπάρχει διαθέσιμος χώρος. Το μέσο κόστος για την μετασκευή των ωκεανοπόρων πλοίων είναι 500.000 δολάρια ανά πλοίο χωρίς ενσωματωμένο μετασχηματιστή και 1.500.000 δολάρια ανά πλοίο με ενσωματωμένο μετασχηματιστή. Επιπλέον η προσθήκη υποδομών στην ξηρά είναι δαπανηρή περίπου 1.000.000 δολάρια με 7.000.000 ανά προβλήτα στα λιμάνια που εφαρμόζεται το Cold Ironing. Όταν ένα πλοίο αγκυροβολεί στον προβλήτα χρειάζεται περίπου 90 λεπτά για να απενεργοποιήσει τους λέβητες και να συνδέσει τα καλώδια για τη μετάδοση ηλεκτρικής ενέργειας από την ξηρά. Αυτή η διαδικασία πρέπει να αντιστραφεί όταν το πλοίο ετοιμάζεται να αποπλεύσει. Τα καλώδια που χρησιμοποιούνται για το Cold Ironing θα πρέπει να αποθηκευτούν όταν τα πλοία δεν συνδέονται με το δίκτυο της στεριάς. Όσο αναφορά τους μετασχηματιστές ένα πρόβλημα είναι η ύπαρξη χώρων στα λιμάνια ή στα πλοία για την αποθήκευσή τους. Μόλις η βασική υποδομή που μεταφέρει ηλεκτρική ενέργεια από τη στεριά στο πλοίο είναι σε ισχύ, εξακολουθούν να υπάρχουν περαιτέρω σημαντικά κόστη και οργανωτικά ζητήματα που εμπλέκονται με αυτήν την προσέγγιση, αλλά η μείωση των εκπομπών αέριων ρύπων είναι μεγάλη. Μία ανάλυση από την CARB διαπίστωσε ότι οι εκπομπές με τη λειτουργία του Cold Ironing μειώθηκαν μεταξύ 70% και 74% για τα οξειδία του αζώτου, τα αιωρούμενα σωματίδια και τους υδρογονάνθρακες. Το σύστημα Cold Ironing με το ηλεκτρικό ρεύμα διανομής δικτύου θα αυξήσει την απαίτηση ηλεκτρικής ενέργειας για ένα λιμάνι. Το πρόβλημα στις περισσότερες περιπτώσεις δεν είναι η έλλειψη ενέργειας στο δίκτυο. Ενώ η ηλεκτρική ζήτηση του πλοίου όταν είναι αγκυροβολημένο στον προβλήτα είναι μεγάλη, είναι μικρή συγκρινόμενη με την ικανότητα συνολικής ισχύος του δικτύου. Για παράδειγμα η CARB εκτιμά ότι το σύστημα Cold Ironing σε όλα τα λιμάνια της Καλιφόρνια απαιτεί ζήτηση 190 μεγαβάτ το 2010 και 523 μεγαβάτ έως το 2020. Η μέγιστη τρέχουσα προσφορά σε ενέργεια είναι περίπου 57.000 μεγαβάτ και αναμένεται να αυξηθεί σε 75.000 μεγαβάτ μέχρι το 2020. Η ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας για το σύστημα Cold Ironing αντιπροσωπεύει περίπου το 1% της συνολικής προσφερομένης ενέργειας.

Η επάρκεια του τοπικού δικτύου διανομής ενέργειας είναι μία άλλη ιστορία. Η ανάγκη ύπαρξης υποδομών στη στεριά μπορεί να ποικίλουν. Είναι δυνατόν να απαιτηθούν τροποποιήσεις στην υπάρχουσα ηλεκτρική υποδομή για να παρέχει ηλεκτρική ενέργεια στους τερματικούς σταθμούς. Θα πρέπει να κατασκευαστούν αγωγοί ηλεκτρικής ενέργειας υψηλής τάσης οι οποίοι θα μεταφέρουν την ηλεκτρική ενέργεια στον προβλήτα. Αυτοί είναι συνήθως θαμμένοι για λόγους ασφαλείας και για να αποφεύγονται οι παρεμβολές με τις δραστηριότητες του προβλήτα. Νέοι ηλεκτρικοί υποσταθμοί μπορεί να χρειάζονται για να ρυθμίζουν την παροχή ρεύματος στα πλοία. Οι περισσότερες πρόσφατες έρευνες όσο αναφορά την εφαρμογή Cold Ironing έχουν επικεντρωθεί στους τερματικούς σταθμούς των κρουαζιερόπλοιων. Για παράδειγμα δύο τερματικοί σταθμοί κρουαζιερόπλοιων στο Σιάτλ έχουν εφαρμόσει συστήματα Cold Ironing για να παρέχουν ηλεκτρικό ρεύμα στα κρουαζιερόπλοια που ταξιδεύουν αποκλειστικά μεταξύ της γραμμής Σιάτλ και λιμανιών της Αλάσκας. Ένας άλλος παράγοντας που ευνοεί τη χρήση του συστήματος Cold Ironing στα κρουαζιερόπλοια είναι ότι οι απαιτήσεις τους σε ενέργεια είναι πολύ μεγαλύτερες από αυτές των πλοίων εμπορευματοκιβωτίων. Για παράδειγμα απαιτείται ηλεκτρική ενέργεια για τον καθαρισμό των καμπινών όταν το κρουαζιερόπλοιο είναι στο λιμάνι ενώ σε αντίθεση στην περίπτωση των πλοίων εμπορευματοκιβωτίων υπάρχουν λίγες περιοχές όπου η ηλεκτρική ενέργεια απαιτείται στο λιμάνι.

6.4.4.4 Χρήση φυσικού αερίου

Μία άλλη εναλλακτική λύση για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στα πλοία ενώ αυτά είναι αγκυροβολημένα στον προβλήτα είναι η παροχή ρεύματος που παράγεται στη στεριά χρησιμοποιώντας πολύ καθαρότερη τεχνολογία απ'ότι οι λέβητες του πλοίου. Η εταιρεία Wittmar Engineering & Construction, Inc., που εδρεύει στο Signal Hill της Καλιφόρνια έχει αναπτύξει ένα σύστημα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας που λειτουργεί με φυσικό αέριο. Οι μονάδες αυτές είναι μικρές έχουν το περίπου το μέγεθος ενός εμπορευματοκιβωτίου 40 ποδών και μπορούν εύκολα να μετακινηθούν για να τοποθετηθούν στα πλοία που καταπλέουν στον προβλήτα. Η Wittmar εκτιμά ότι κάθε τέτοια χερσαία γεννήτρια θα μπορούσε να προμηθεύσει με ηλεκτρική ενέργεια περίπου 80 πλοία το χρόνο **(19)**. Το χαμηλό κόστος των μικρών γεννητριών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας και η ευκολία στη μετακίνησή τους στα διάφορα σημεία της αποβάθρας είναι το πλεονέκτημα της προσέγγισης αυτής.

Επιπλέον το σύστημα Cold Ironing της Wittmar χρησιμοποιεί ένα διπλής συχνότητας σύστημα πολλαπλής τάσης ικανό να παράγει ηλεκτρική ενέργεια είτε σε 50 είτε σε 60 Hertz και τάσεις που κυμαίνονται μεταξύ 380 και 460 Volts. Αυτή η ευελιξία επιτρέπει στο σύστημα να ανταποκριθεί στις ενεργειακές ανάγκες σχεδόν κάθε πλοίου που φτάνει στο λιμάνι. Μια τυπική μονάδα παρέχει 725 κιλοβάτ ενέργειας αλλά πολλαπλές μονάδες μπορούν να συνδεθούν για να παρέχουν μεγαλύτερη τροφοδοσία ενέργειας για μεγαλύτερα πλοία. Η παραγωγή ενέργειας παρέχεται από έναν σταθερό κινητήρα που καίει φυσικό αέριο είτε συμπιεσμένο είτε υγροποιημένο. Η Wittmar εκτιμά ότι αυτό το σύστημα Cold Ironing θα καίει 4.752 γαλόνια φυσικού αερίου κατά τη διάρκεια μιας 2-ήμερης παραμονής ενός πλοίου εμπορευματοκιβωτίων στον προβλήτα. Αυτό θα εκτοπίσει 3.840 γαλόνια καυσίμου στις δεξαμενές του πλοίου. Τα ποσοστά μείωσης των εκπομπών κατά μέσο όρο είναι 95% μεγαλύτερα με τη χρήση φυσικού αερίου. Η Wittmar έχει κατασκευάσει το πρώτο σύστημα Cold Ironing με τη χρήση φυσικού αερίου στο λιμάνι του Όκλαντ στην Καλιφόρνια.

6.4.4.5 Μέτρα που αφορούν τον εξοπλισμό μεταφοράς και χειρισμού φορτίου

Μετά την αφαίρεση των εμπορευματοκιβωτίων από τα πλοία από τους ηλεκτρικούς γεραμούς προβλήτα αυτά μεταφέρονται με ειδικά σχεδιασμένο εξοπλισμό μεταφοράς φορτίου στα φορτηγά και στο σιδηροδρομικό δίκτυο. Ο εξοπλισμός αυτός περιλαμβάνει κυρίως ανυψωτικά μηχανήματα στοιβασίας και μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων (straddle carriers), μηχανήματα χειρισμού κενών εμπορευματοκιβωτίων (empty container handlers), νταλίκες (terminal tractors), περνοφόρα μηχανήματα (forklifts), ελαστικοφόρους γεραμούς (RTG) και γερανογέφυρες σε ράγες (RMG). Ο εξοπλισμός μεταφοράς και χειρισμού φορτίου είναι ίσως η πιο σημαντική πηγή εκπομπών ρύπων στο λιμάνι συμβάλλοντας σε περιφερειακή και κοινοτική ρύπανση διότι οι εκπομπές τους συμβαίνουν κοντά σε κατοικημένες περιοχές που συνορεύουν με τα λιμάνια. Οι στρατηγικές που θα μπορούσαν να μειώσουν τις εκπομπές από τον εξοπλισμό μεταφοράς και χειρισμού φορτίου περιλαμβάνουν τη χρήση λιγότερο ρυπογόνων καυσίμων ντίζελ, την εγκατάσταση εκ των υστέρων των συσκευών ελέγχου της ρύπανσης στους κινητήρες

ντίζελ, τον εκσυγχρονισμό των μηχανημάτων και τη χρησιμοποίηση καθαρότερων εναλλακτικών καυσίμων όπως φυσικό αέριο και ηλεκτρική ενέργεια.

Η αντικατάσταση των κινητήρων του εξοπλισμού μεταφοράς και χειρισμού φορτίου με νεότερες μηχανές μπορεί να παράγει σημαντικά οφέλη για τις εκπομπές ειδικά όταν οι κινητήρες που αντικαταστάθηκαν ήταν πιο παλιοί και πιο ρυπογόνοι. Οι κανονισμοί βαθμίδας 4 (Tier 4) για τους κινητήρες από την EPA απαιτούν σημαντικά αυστηρότερα πρότυπα για τον εξοπλισμό μεταφοράς και χειρισμού φορτίου. Ανάλογα με το μέγεθος της μηχανής τα πρότυπα βαθμίδας 4 είναι 67% με 89% πιο αυστηρά από τα πρότυπα βαθμίδας 2 που ισχύουν σήμερα για τα οξειδία του αζώτου και 50% με 95% από την τρέχουσα βαθμίδα 2 για τα αιωρούμενα σωματίδια. Αρκετές συσκευές ελέγχου εκ των υστέρων μπορούν να μειώσουν τις εκπομπές αιωρούμενων ντίζελ σωματιδίων και οξειδίων του αζώτου. Ο βέλτιστος διαθέσιμος εξοπλισμός μεταφοράς και χειρισμού φορτίου περιλαμβάνει φίλτρα σωματιδίων ντίζελ, καταλύτες οξειδίων του αζώτου και καταλύτες οξειδωσης ντίζελ. Αυτές οι συσκευές οι οποίες έχουν εγκριθεί από την CARB για την χρήση στο εξοπλισμό μεταφοράς και χειρισμού φορτίου είναι ικανές να επιτύχουν τουλάχιστον 85% μείωση των εκπομπών των σωματιδίων ντίζελ και 80% των εκπομπών οξειδίων του αζώτου. Οι συσκευές αυτές αναβάθμισης είναι κατάλληλες για χρήση σε νεότερους τύπους εξοπλισμού μεταφοράς και χειρισμού φορτίου οι οποίοι δεν είναι εφοδιασμένοι με προηγμένα συστήματα ελέγχου ρύπανσης αλλά δεν πλησιάζουν κίόλας στο τέλος της οικονομικής τους ζωής. Η αύξηση της χρήσης καθαρότερων εναλλακτικών καυσίμων, όπως το φυσικό αέριο, η προηγμένη τεχνολογία και τα διάφορα υβριδικά-ηλεκτρικά συστήματα οχημάτων είναι ίσως οι πιο ελκυστικές για την επίτευξη μείωσης εκπομπών ντίζελ από τον εξοπλισμό μεταφοράς και χειρισμού φορτίου, τόσο όσο αναφορά την μείωση της ρύπανσης που επιτυγχάνουν όσο και την απεξαρτητοποίησή τους από τα καύσιμα πετρελαίου.

Στα παρακάτω σχήματα απεικονίζονται ένας υβριδικός τράκτορας τερματικού σταθμού εμπορευματοκιβωτίων **(20)** και ένα υβριδικό ανυψωτικό μηχανήμα στοιβασίας και μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων τερματικού σταθμού **(21)**.



Σχήμα 6.11: Υβριδικός τράκτορας τερματικού σταθμού εμπορευματοκιβωτίων



Σχήμα 6.12: Υβριδικό ανυψωτικό μηχανήμα στοιβασίας και μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων τερματικού σταθμού

6.5 ΑΔΥΝΑΜΙΕΣ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΗ ΜΕΤΡΩΝ ΓΙΑ ΤΗ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΟΥ

Οι απογραφές εκπομπών αέριων ρύπων είναι περιορισμένες σαν πεδίο εφαρμογής. Μία απογραφή εκπομπών παρέχει μία μέση εκτίμηση των εκπομπών ανά κατηγορία πηγής για ένα ορισμένο χρονικό διάστημα. Επιπλέον όταν τα δεδομένα δεν είναι διαθέσιμα εκτιμώνται με βάση το μέσο όρο. Κάθε απογραφή εκπομπών συμβάλλει στην πρόοδο της μεθοδολογίας του υπολογισμού των εκπομπών και μέσω αυτής της διαδικασίας μπορούν να προσδιοριστούν οι τομείς που επιδέχονται μελλοντικές βελτιώσεις. Η ενότητα αυτή προσδιορίζει ορισμένες από τις περιοχές αυτές που επιδέχονται μελλοντικές βελτιώσεις όσο αναφορά την περίπτωση του τερματικού σταθμού εμπορευματοκιβωτίων “X” που μελετήθηκε στην παρούσα εργασία.

Στην παρούσα εργασία για την εκτίμηση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) στον υποθετικό σταθμό εμπορευματοκιβωτίων “X” εξετάστηκαν οι παρακάτω πηγές εκπομπών:

- Πλοία εμπορευματοκιβωτίων
- Ρυμουλκά
- Εξοπλισμός μεταφοράς και χειρισμού φορτίου

Πλοία εμπορευματοκιβωτίων

Όσο αναφορά τις βελτιώσεις που πρέπει να γίνουν στο μοντέλο σχετικά με τα πλοία εμπορευματοκιβωτίων έχουμε τα παρακάτω:

- Υπήρξαν περιορισμένες πληροφορίες για τα είδη καυσίμων των πλοίων όπως το βαρύ μαζούτ και τα κλάσματα πετρελαίου και τη μέση περιεκτικότητα σε θείο των καυσίμων αυτών. Εξαιτίας των περιορισμένων δεδομένων θεωρήθηκε ότι οι κύριες και βοηθητικές μηχανές όλων των

πλοίων εμπορευματοκιβωτίων καίνε καύσιμο υψηλής περιεκτικότητας σε θείο σε όλες τις καταστάσεις που εξετάστηκαν εκτός από τις ηλεκτρομηχανές στην κατάσταση at berth που θεωρήθηκε ότι καίνε καύσιμο χαμηλής περιεκτικότητας σε θείο. Επίσης δεν εξετάστηκαν οι εκπομπές των λεβήτων.

- Δεν λήφθηκε υπόψιν η ταχύτητα των πλοίων στα διάφορα σημεία της θαλάσσιας περιοχής που μελετήσαμε.
- Δεν ήταν γνωστή η ακριβής απόσταση και η ακριβής διαδρομή που ακολούθησε το κάθε πλοίο κατά τον κατάπλου του αλλά και κατά τον απόπλου του από τον τερματικό σταθμό. Οι εκπομπές των πλοίων υπολογίστηκαν με βάση τη χρονική διάρκειά που παρέμειναν στις διάφορες καταστάσεις.
- Δεν λήφθηκε υπόψιν συγκεκριμένη περιοχή από όπου ξεκινήσαμε και σταματήσαμε να μετράμε τις εκπομπές του κάθε πλοίου. Ως σημείο εκκίνησης θεωρήθηκε η χρονική στιγμή επικοινωνίας του καπετάνιου με το VTS πριν τη είσοδο του πλοίου στο δίαυλο και ως σημείο τερματισμού θεωρήθηκε η χρονική στιγμή που ο πλοηγός άφησε τη διαχείριση του πλοίου στον καπετάνιο.
- Δεν ήταν γνωστές οι ακριβείς θέσεις όσων πλοίων κατέφυγαν στο αγκυροβόλιο και η απόσταση που διένυσαν για να φθάσουν μετά στην περιοχή του πιλότου.

Ρυμουλκά

Όσο αναφορά τις βελτιώσεις που πρέπει να γίνουν στο μοντέλο σχετικά με τα πλοία εμπορευματοκιβωτίων έχουμε τα παρακάτω:

- Δεν ήταν δυνατόν να γνωρίζουμε ποιο συγκεκριμένο ρυμουλκό ρυμούλκισε το κάθε πλοίο ούτε τις περιπτώσεις που χρησιμοποιήθηκε διαφορετικός αριθμός ρυμουλκών πέραν των δύο που χρησιμοποιούνται συνήθως.

- Λήφθηκαν υπόψιν μόνο τα ρυμουλκά που χρησιμοποιήθηκαν για τη καθοδήγηση των πλοίων εμπορευματοκιβωτίων και όχι άλλα που μπορεί να παρείχαν άλλες δραστηριότητες στην περιοχή του λιμανιού.
- Δεν ήταν γνωστά τα τεχνικά χαρακτηριστικά των ρυμουλκών όπως η ιπποδύναμη των κύριων μηχανών τους και η κατανάλωση καυσίμου τους. Η ιπποδύναμη και συνεπώς η κατανάλωση καυσίμου τους υπολογίστηκε ταξινομώντας τις διάφορες κατηγορίες ιπποδύναμης ρυμουλκών ανάλογα με το μέγεθος του πλοίου που ρυμούλκησαν. Επίσης δεν λήφθηκαν υπόψιν οι εκπομπές από τις βοηθητικές μηχανές τους.
- Επίσης δεν ήταν γνωστή όπως και στην περίπτωση των πλοίων η συγκεκριμένη διαδρομή και η απόσταση που διένυσαν τα ρυμουλκά και επίσης δε λήφθηκε υπόψιν ο χρόνος και η διαδρομή προς την περιοχή του πιλότου για να παραλάβουν τα πλοία αλλά και η διαδρομή και ο χρόνος αφότου έφυγαν και τα παρέδωσαν στον καπετάνιο.

Εξοπλισμός μεταφοράς και χειρισμού φορτίου

Ο υπολογισμός των εκπομπών του εξοπλισμού μεταφοράς και χειρισμού φορτίου ήταν ο πιο δύσκολος από τις άλλες δύο πηγές. Όσο αναφορά τις βελτιώσεις που πρέπει να γίνουν στο μοντέλο σχετικά με τον εξοπλισμό μεταφοράς και χειρισμού φορτίου έχουμε τα παρακάτω:

- Δεν ήταν δυνατόν να καταγραφεί ο ακριβής αριθμός των μηχανημάτων που χρησιμοποιήθηκαν κατά το χρονικό διάστημα της μελέτης μας. Επίσης δεν ήταν γνωστές ακριβείς ώρες λειτουργίας των μηχανημάτων οι οποίες προσεγγίστηκαν με βάση τον τρόπο λειτουργίας του τερματικού σταθμού “X”.
- Δεν ήταν γνωστά τα τεχνικά χαρακτηριστικά όλων των μηχανημάτων παρά ένα μέρος αυτών για αυτό και οι εκτιμήσεις εκπομπών υπολογίστηκαν με βάση το μέσο όρο των τεχνικών χαρακτηριστικών των μηχανημάτων αυτών.

- Οι καταναλώσεις καυσίμων που υπολογίστηκαν και ειδικότερα αυτές που αφορούν τα ανυψωτικά μηχανήματα στοιβασίας και μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων (straddle carriers), τα μηχανήματα χειρισμού κενών εμπορευματοκιβωτίων (empty container handlers) και τις νταλίκες (terminal tractors), βασίστηκαν στις μέσες καταναλώσεις των μηχανημάτων αυτών και όχι στις πραγματικές για την συγκεκριμένη χρονική περίοδο που μελετήσαμε.
- Η κατανάλωση για τις γερανογέφυρες προβλήτα υπολογίστηκε με βάση τις κινήσεις εμπορευματοκιβωτίων και όχι με βάση κάποιο μετρητή ή λογαριασμό κοινής ωφέλειας.
- Οι ώρες λειτουργίας υπήρχαν μόνο αυτές των γερανογεφυρών προβλήτα και με βάση αυτές εκτιμήθηκαν οι ώρες λειτουργίας των υπόλοιπων μηχανημάτων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η παρούσα εργασία παρουσίασε μία λεπτομερή συζήτηση όσο αναφορά τους ατμοσφαιρικούς ρύπους και τα αέρια του θερμοκηπίου που εκπέμπονται στην περιοχή των λιμανιών, πρότεινε μεθοδολογίες για τον υπολογισμό τους, εκτίμησε τα επίπεδα της ποσότητας διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) που εκπέμφθηκαν σε έναν καινούριο υποθετικό τερματικό σταθμό εμπορευματοκιβωτίων “X”, από τις διάφορες πηγές του και τέλος πρότεινε μεθόδους περιορισμού και μείωσης των εκπομπών αυτών. Ενώ στην παρούσα εργασία μελετήθηκε η πλειοψηφία των λιμενικών δραστηριοτήτων, η αλληλοσυσχέτιση των εμπορικών επιχειρήσεων και η απανταχού παρουσία των αερίων του θερμοκηπίου και των ατμοσφαιρικών ρύπων που παράγουν οι δραστηριότητες σημαίνει ότι υπάρχουν και άλλες πτυχές των λιμενικών εργασιών που έχουν αντίκτυπο στις συνολικές εκπομπές αερίων ρύπων. Για παράδειγμα οι λιμενεργάτες και οι υπάλληλοι των λιμανιών μετακινούνται προς και από τις λιμενικές εγκαταστάσεις στις περισσότερες περιπτώσεις χρησιμοποιώντας τρόπους μεταφοράς που εκπέμπουν άμεσα ή έμμεσα αέρια του θερμοκηπίου και ατμοσφαιρικούς ρύπους. Οχήματα διανομής και οχήματα που χρησιμοποιούνται για τις επισκευές κάνουν επίσης συχνές επισκέψεις στα λιμάνια. Τα απόβλητα που παράγονται από τις λιμενικές εγκαταστάσεις πρέπει να αντιμετωπίζονται επί τόπου ή να μεταφέρονται εκτός των εγκαταστάσεων για επεξεργασία ή διάθεση, αλλά για ακόμη μια φορά απαιτείται η δαπάνη ενέργειας που οδηγεί είτε άμεσα είτε έμμεσα στην απελευθέρωση αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα. Επίσης έχουν αρχίσει να γίνονται προσπάθειες για την ανάπτυξη ολοκληρωμένων μοντέλων υπολογιστών που μπορούν να υπολογίσουν τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα με βάση τους αποδεκτούς παράγοντες και τα επιμέρους δεδομένα εισόδου του κάθε λιμανιού. Καθώς ένα ή περισσότερα τέτοια μοντέλα αναπτύσσονται, ίσως μπορούν να αναφερθούν και να ενσωματωθούν στην καθοδήγηση του λιμανιού όσο αναφορά την εκπόνηση απογραφών εκπομπών αερίων ρύπων. Σχεδόν όλες οι πτυχές των λιμενικών δραστηριοτήτων μπορούν να εξεταστούν και να φανεί αν έχουν συνέπειες στην απογραφή εκπομπών αερίων ρύπων. Αυτό αντανακλά στην εντατική ενέργεια της φύσης στη σύγχρονη κοινωνία και δεν αποτελεί κατηγορητήριο των λιμενικών εργασιών ειδικά. Ωστόσο παρουσιάζει πολλές ευκαιρίες για ένα λιμάνι να πραγματοποιεί αλλαγές που μειώνουν το μέγεθος των εκπομπών τους.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

- (1) Carbon Footprinting for Ports Guidance Document – WPCI (June 2010)
- (2) el.wikipedia.org/wiki/Κλιματική_αλλαγή
- (3) <http://www.physics4u.gr/> Η φυσική στο διαδίκτυο
- (4) <http://users.sch.gr/xtsamis/OkosmosMas/FainThermoKip.html>
- (5) <http://users.sch.gr/xtsamis/OkosmosMas/FainThermoKip.htm>
- (6) 4^η έκθεση της IPCC , Chapter 4 atmospheric chemistry and greenhouse gases 2007
- (7) World Resources Institute, Navigating the numbers, based on data from IEA, EIA, Marland et al, and BP.
- (8) 4^η έκθεση της IPCC : Summary for Policymakers. In: Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M.Tignor and H.L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, σελ. 2 2007
- (9) <http://greek-energy.blogspot.com>
- (10) World Carbon Dioxide Emissions from the Consumption and Flaring of Fossil Fuels, 1990-1999, US Department of Energy 2000
- (11) Ελληνική Δημοκρατία, ΥΠΕΧΩΔΕ, «Κλιματική Αλλαγή», Εθνικό πρόγραμμα μείωσης εκπομπών αερίων φαινομένου θερμοκηπίου, Αθήνα 2002.
- (12) 4^η έκθεση της IPCC : Summary for Policymakers. In: Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M.Tignor and H.L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, σελ. 3 2007
- (13) 4^η έκθεση της IPCC : Summary for Policymakers. In: Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M.Tignor and H.L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, σελ. 3 2007
- (14) http://instaar.colorado.edu/sil/research/research_detail.php?research_project_ID=2

- (15) H. Steinfeld, P. Gerber, T. Wassenaar, V. Castel, M. Rosales, C. de Haan (2006). Livestock's long shadow -- Environmental issues and options. Retrieved on 2008-02-02
- (16) Lerner & K. Lee Lerner, Brenda Wilmoth. Environmental issues : essential primary sources.". Thomson Gale. (2006)
- (17) Climate Change 2001: The Scientific Basis - "Summary for policymakers". A report of Working Group I of the Intergovernmental Panel on Climate Change, 2001
- (18) 4^η έκθεση της IPCC : Summary for Policymakers. In: Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M.Tignor and H.L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, σελ. 18 2007
- (19) "Vanishing kingdom - the melting realm of the polar bear". WWF International, May 2002
- (20) <http://www.bloggen.be/ruimteodyssee66/archief.php?ID=12>
- (21) Καραθανάσης Στ. Ατμοσφαιρική ρύπανση, Εκδόσεις Τζιόλα, Θεσσαλονίκη, 2006
- (22) Καραθανάσης Στ. Ατμοσφαιρική ρύπανση, Εκδόσεις Τζιόλα, Θεσσαλονίκη, 200
- (23) http://www.gsrt.gr/default.asp?MARK_SEARCH=YES&SEARCH_ID=s1&V_I_TEM_ID=3690
- (24) Καραθανάσης Στ. Ατμοσφαιρική ρύπανση, Εκδόσεις Τζιόλα, Θεσσαλονίκη, 2006
- (25) http://www.gsrt.gr/default.asp?MARK_SEARCH=YES&SEARCH_ID=s1&V_I_TEM_ID=3690
- (26) <http://airlab.edu.gr/htm/so2.htm>
- (27) <http://www.env-edu.gr/Chapters.aspx?id=63>
- (28) <http://www.env-edu.gr/Chapters.aspx?id=63>
- (29) <http://www.env-edu.gr/Chapters.aspx?id=63>
- (30) www.pontokomi.com/ripoi.doc
- (31) European Commission, November 1997. Air Quality: nitrogen dioxide, Position paper
- (32) <http://www.env-edu.gr/Chapters.aspx?id=63>
- (33) <http://airlab.edu.gr/htm/no2.htm>

- (34) www.ecocrete.gr/index.php?option=com_content&task=view&id=1707&Itemid=82
- (35) <http://www.scientific-journal-articles.com/greek/free-online-journals/medical/medical-articles/saxinidis/somatidia.htm>
- (36) http://en.wikipedia.org/wiki/Volatile_organic_compound
- (37) Καραθανάσης Στ. Ατμοσφαιρική ρύπανση, Εκδόσεις Τζιόλα, Θεσσαλονίκη, 2006
- (38) <http://en.wikipedia.org/>

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

- (1) Χλωμούδης Κ.(2005), "Λιμενικός Σχεδιασμός στη σύγχρονη λιμενική βιομηχανία", Εκδόσεις ΤζΕι & Τζέι Ελλάς, Πειραιάς.
- (2) Χλωμούδης Κ.(2005), "Λιμενικός Σχεδιασμός στη σύγχρονη λιμενική βιομηχανία", Εκδόσεις ΤζΕι & Τζέι Ελλάς, Πειραιάς.
- (3) Χλωμούδης Κ.(2005), "Λιμενικός Σχεδιασμός στη σύγχρονη λιμενική βιομηχανία", Εκδόσεις ΤζΕι & Τζέι Ελλάς, Πειραιάς.
- (4) Χλωμούδης Κ.(2005), "Λιμενικός Σχεδιασμός στη σύγχρονη λιμενική βιομηχανία", Εκδόσεις ΤζΕι & Τζέι Ελλάς, Πειραιάς.
- (5) ΕΚΠΑΛ. Σχέδιο Έκθεσης Δεικτών Αειφορίας- Ελλάδα 2003.
- (6) Χλωμούδης Κ.(2005), "Λιμενικός Σχεδιασμός στη σύγχρονη λιμενική βιομηχανία", Εκδόσεις ΤζΕι & Τζέι Ελλάς, Πειραιάς.
- (7) Πατρινός Δ (1973), "Οικονομικά επιδράσεις εκ των δι' εμπορευματοκιβωτίων (Containers) Μεταφορών, Διεθνώς και εν Ελλάδι", εκδόσεις Gutenberg, Αθήναι.
- (8) Benson D., Bugg R., Whitehead G. (1994), "*Transport and Logistics*", N.Y. USA.
- (9) Χλωμούδης Κ.(2005), "Λιμενικός Σχεδιασμός στη σύγχρονη λιμενική βιομηχανία", Εκδόσεις ΤζΕι & Τζέι Ελλάς, Πειραιάς
- (10) Port of Long Beach, Cargo Movement in Focus, 2006.
- (11) Port of Long Beach, Cargo Movement in Focus, 2006.
- (12) Port of Long Beach, Cargo Movement in Focus, 2006.
- (13) Port of Long Beach, Cargo Movement in Focus, 2006.
- (14) Πηγή: Google maps, Επεξεργασία χάρτη στο photoshop

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

- (1) From WPCI Mission Statement http://wpci.nl/about_us/mission_statement.php
- (2) <http://marinetraffic.com/ais>
- (3) From WPCI Mission Statement http://wpci.nl/about_us/mission_statement.php
- (4) Port of Los Angeles: Inventory of air emissions – 2010
- (5) From WPCI Mission Statement http://wpci.nl/about_us/mission_statement.php
- (6) From WPCI Mission Statement http://wpci.nl/about_us/mission_statement.php
- (7) From WPCI Mission Statement http://wpci.nl/about_us/mission_statement.php
- (8) From WPCI Mission Statement http://wpci.nl/about_us/mission_statement.php
- (9) From WPCI Mission Statement http://wpci.nl/about_us/mission_statement.php
- (10) Port of Los Angeles: Inventory of air emissions – 2010
- (11) IVL2004 <http://www.ivl.se/english/startpage/press/calendar/calendar/cliporefinalconferencekeyresults20042011.5.50a499dd132037d524e80002302.html>
- (12) IVL2004 <http://www.ivl.se/english/startpage/press/calendar/calendar/cliporefinalconferencekeyresults20042011.5.50a499dd132037d524e80002302.html>
- (13) IVL2004 <http://www.ivl.se/english/startpage/press/calendar/calendar/cliporefinalconferencekeyresults20042011.5.50a499dd132037d524e80002302.html>
- (14) ENTEC, Quantification of Emissions from Ships Associated with Ship Movements between Ports in the European Community, Final Report, July 2002. Prepared for the European Commission.
- (15) ENTEC, Quantification of Emissions from Ships Associated with Ship Movements between Ports in the European Community, Final Report, July 2002. Prepared for the European Commission

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

- (1) Πηγή: Google maps, Επεξεργασία χάρτη στο photoshop
- (2) Πηγή: Google maps, Επεξεργασία χάρτη στο photoshop
- (3) Πηγή: Google maps, Επεξεργασία χάρτη στο photoshop
- (4) Πηγή: Google maps, Επεξεργασία χάρτη στο photoshop

- (5) Lloyd's – Fairplay, Ltd., Lloyd's Register of Ships, Version 2.10 (January 2003).
See:<http://www.lr.org/code/home.htm>.
- (6) European Commission Directorate General Environment
Service Contract on Ship Emissions:Assignment,Abatement and Market-based Instruments, Task 2 – General Report 2.4 Engine Load Factors
- (7) European Commission Directorate General Environment
Service Contract on Ship Emissions:Assignment,Abatement and Market-based Instruments, Task 2 – General Report 2.4 Engine Load Factors
- (8) PREVENTION OF AIR POLLUTION FROM SHIPS
Second IMO GHG Study 2010
Update of the 2000 IMO GHG Study
Final report covering Phase 1 and Phase 2
- (9) Πηγή: IMO MEPC EEDI
- (10) European Commission Directorate General Environment
Service Contract on Ship Emissions:Assignment,Abatement and Market-based Instruments, Task 2 – General Report 2.4 Engine Load Factors
- (11) European Commission Directorate General Environment
Service Contract on Ship Emissions:Assignment,Abatement and Market-based Instruments, Task 2 – General Report 2.4 Engine Load Factors
- (12) PREVENTION OF AIR POLLUTION FROM SHIPS
Second IMO GHG Study 2010
Update of the 2000 IMO GHG Study
Final report covering Phase 1 and Phase 2
- (13) Πηγή: Google maps, Επεξεργασία χάρτη στο photoshop
- (14) PREVENTION OF AIR POLLUTION FROM SHIPS
Second IMO GHG Study 2010
Update of the 2000 IMO GHG Study
Final report covering Phase 1 and Phase 2
- (15) Πηγή: Google maps, Επεξεργασία χάρτη στο photoshop
PREVENTION OF AIR POLLUTION FROM SHIPS
Second IMO GHG Study 2010
Update of the 2000 IMO GHG Study
Final report covering Phase 1 and Phase 2
- (16) <http://komatsuplasma.com/kai/ctd/en/tfpl-zpmc/>
- (17) PREVENTION OF AIR POLLUTION FROM SHIPS
Second IMO GHG Study 2010

- Update of the 2000 IMO GHG Study
Final report covering Phase 1 and Phase 2
- (18) <http://www.kalmarind.com/show.php?id=1020838>
- (19) PREVENTION OF AIR POLLUTION FROM SHIPS
Second IMO GHG Study 2010
Update of the 2000 IMO GHG Study
Final report covering Phase 1 and Phase 2
- (20) <http://www.kalmarind.com/show.php?id=1020838>
- (21) PREVENTION OF AIR POLLUTION FROM SHIPS
Second IMO GHG Study 2010
Update of the 2000 IMO GHG Study
Final report covering Phase 1 and Phase 2
- (22) <http://www.kalmarind.com/show.php?id=1020838>

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

- (1) Port of Los Angeles: Inventory of air emissions – 2010
- (2) Emissions inventory of landside and marine sources at the port of Montreal
- (3) http://en.wikipedia.org/wiki/Euro_V
- (4) <http://europa.eu/scadplus/leg/en/lvb/l28131.htm>
- (5) <http://europa.eu/scadplus/leg/en/lvb/l28131.htm>
- (6) <http://europa.eu/scadplus/leg/en/lvb/l21050.htm>
- (7) Port-Wide Baseline Air Emissions Inventory, Executive Summary
<http://www.westcoastdiesel.org>.
- (8) Air Resources Board Adopts Measures to Reduce Emissions from Goods Movement Activities”, <http://www.arb.ca.gov/newsrel/nr120805.htm>.
- (9) Πηγή: C40 World ports climate conference Rotterdam 2008
- (10) Brown Calls Upon EPA to Curb Greenhouse Gases From Ocean-Going Vessels,” the California Attorney General’s office press release, October 2, 2007
- (11) International Council on Clean Transportation, Air Pollution and Greenhouse Gas Emissions from Ocean-Going Ships:Impacts, Mitigation Options and Opportunities for Managing Growth, San Francisco, California, March 2007
- (12) California Air Resources Board PowerPoint presentation “Vessel Speed Reduction for Ocean-Going Vessels Workshop,” Sacramento, California, July 12,

2007

- (13) “U.S. Sens. Boxer, Feinstein and U.S. Rep. Solis Introduce Legislation Requiring EPA to Cut Ship Emissions,” press release from the South Coast Air Quality Management District, May 24, 2007
- (14) “Glutra LNG Ferry First for Norway,” *The Clean Fuels and Electric Vehicles Report*, March 2001
- (15) “Hydrogen Fueled Marine Transport Systems Studied in the UK,” *The Clean Fuels and Electric Vehicles Report*, December 2006
- (16) Most of the background information in this section was obtained from the California Air Resources Board, *Evaluation of Cold-Ironing Ocean-Going Vessels at California Ports*, Sacramento, California, March 2006
- (17) <http://www.wfp.org/logistics/blog/top-10-green-trends-and-technologies-shipping>
- (18) <http://www.greencarcongress.com/2007/12/california-arb.html>
- (19) Information about the Wittmar cold ironing system was obtained mainly from “DFMV Cold Ironing Made Simple,” a brochure published by the company, and from information posted on the company website at www.wittmarengcon.com
- (20) <http://www.ens-newswire.com/ens/aug2010/2010-08-27-093.html>
- (21) <http://emonthly.dpworldsouthampton.com/issue/2010/june/article3.htm>