

**Α.Τ.Ε.Ι. ΠΕΙΡΑΙΑ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΑΣ**

**“ ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΗΣ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΑΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΤΗΣ ΟΔΗΓΙΑΣ
ECODESIGN ΣΤΑ ΠΛΟΙΑ, ΜΕ ΕΜΦΑΣΗ ΤΗΝ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ
ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΤΟΥΣ ΡΥΠΟΥΣ”
”**



Επιβλέπων Καθηγητής: Κωνσταντίνος Ψωμόπουλος

Σπουδαστής: Νικόλαος Στυλιανόπουλος Α.Μ:37476

ΠΕΙΡΑΙΑΣ

ΙΟΥΝΙΟΣ 2013

Copyright © Α. Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Πειραιά

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τον συγγραφέα.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Α. Τεχνολογικού Εκπαιδευτικού Ιδρύματος Πειραιά.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Σε αυτό το σημείο θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον εισηγητή της πτυχιακής μου, τον Αναπληρωτή Καθηγητή κ. Κωνσταντίνο Ψωμόπουλο για την επιστημονική καθοδήγηση και την αμέριστη βοήθεια του. Επίσης την εταιρία Technava S.A για το πολύτιμο υλικό της και την βοήθεια της σε τεχνικά θέματα και τέλος την οικογένεια μου που με βοηθάει και με στηρίζει σε κάθε μου βήμα όλα αυτά τα χρόνια και ειδικότερα ο πατέρας μου.

Το πρώτο προαπαιτούμενο για την επιτυχία είναι η ικανότητα να αφιερώνεις τις φυσικές και πνευματικές σου ενέργειες σε ένα πρόβλημα αδιάκοπα, χωρίς να βαρεθείς.

Τόμας Έντσον

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Ευχαριστίες	i
Περιεχόμενα	ii
Λίστα σχημάτων	iv
Λίστα πινάκων	vi
Summary	vii
Πρόλογος	1
1^ο Κεφάλαιο “ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΚΑΙ ΕΚΠΟΜΠΕΣ CO₂”	1
1.1 Αύξηση της θερμοκρασίας του πλανήτη.....	1
1.2 Φαινόμενο του θερμοκηπίου	3
1.3 Αέρια θερμοκηπίου.....	6
1.4 Ρύπανσης της ατμόσφαιρας.....	11
1.5 Ατμοσφαιρικοί ρύποι.....	11
2^ο Κεφάλαιο “ ΔΙΕΘΝΕΙΣ ΔΡΑΣΕΙΣ ΜΕ ΣΤΟΧΟ ΤΗΝ ΜΕΙΩΣΗ ΤΩΝ ΕΚΠΟΜΠΩΝ ΑΝΘΡΑΚΑ ”	14
2.1 Διεθνής Οργανισμός Ναυτιλίας (International Maritime Organization).....	14
2.1.1 Πρωτόκολλο Κιότο	15
2.2 Διεθνής Ναυτιλιακός Οργανισμός (IMO)	19
2.3 Σύμβαση MARPOL για την πρόληψη της ρύπανσης στα πλοία.....	19
2.4 Απαιτήσεις για τον έλεγχο των εκπομπών από τα πλοία	22
2.4.1 Οξειδία του αζώτου (NO _x) - Κανονισμός 13	22
2.4.2 Πτητικές οργανικές ενώσεις (VOC).....	23
2.4.3 Οξειδία του θείου (SO _x) - Κανονισμός 14.....	24
2.5 Ευρωπαϊκή και Ελληνική νομοθεσία για τους ρύπους.....	25
2.5.1 Οδηγίες και στόχοι της Ευρωπαϊκής Ένωσης για τις εκπομπές των πλοίων	25
2.5.2 Η Ελληνική νομοθεσία για τις εκπομπές των ρύπων	27
2.6 Αναθεωρημένο παράρτημα της VI της MARPOL 73/78.....	27
2.7 Εξοικονόμηση καυσίμου και οι τελευταίες εξελίξεις στους νόμους της ενεργειακής απόδοσης.....	28
2.8 Δείκτης Σχεδιασμού Ενεργειακής Απόδοσης (EEDI).....	28
2.9 Υπολογισμός του δείκτη EEDI.....	29
2.9.1 Εξοικονόμηση καυσίμου και μείωση του EEDI.....	29
2.9.2 Καταγραφή του EEDI	30
2.9.3 Μείωση του EEDI	30
2.10 ΕΕΟΙ.....	31
2.10.1 Υπολογισμός ΕΕΟΙ.....	31
2.10.2 Τεκμηρίωση ΕΕΟΙ	32
2.10.3 Μέτρα μείωσης του ΕΕΟΙ.....	32
2.11 Τι είναι το SEEMP	32
2.11.1 Πως καταγράφεται το SEEMP.....	33
2.11.2 Συμβατικό Κίνητρο Για την Εξοικονόμηση Καυσίμων.....	35
3^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ “ΝΑΥΤΙΑΙΑ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΟ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ”	39
3.1 Ιστορική αναδρομή του οικολογικού αποτυπώματος	39
3.1.1 Τι είναι το οικολογικό αποτύπωμα.....	39
3.2 Πλοία Με Οικολογική Σχεδίαση (ECOSHIPS)	42
3.2.1 Oshima ECO-πλοίο	42
3.2.2 Σχεδιασμός	42
3.2.3 Κόστος Πλοίου.....	43

3.2.4	Καύσιμα Πλοίου.....	43
3.2.5	Μηχανήματα και συστήματα προώθησης	44
3.2.6	Εξοικονόμηση με βάση των τεχνολογιών που έχει το πλοίο	44
3.3	ECO MARINE POWER (Υδροχόος).....	45
3.3.1	Energy Sail Array για Eco Ship.....	46
3.4	VIKING LADY-Υβριδικό πλοίο	46
4^ο	Κεφάλαιο “ Τεχνολογίες που έχουν την δυνατότητα μείωσης του αποτυπώματος του άνθρακα ”	49
4.1	Σύστημα Διαχείρισης Υγρών Fluid Handling (COLFAX) CM-1000.....	49
4.2	Εξοικονόμηση του καυσίμου.....	51
4.3	Σύστημα SCHNEEKLUTH Duct-TET	52
4.3.1	Μείωση των καυσίμων.....	52
4.3.2	Μείωση των κραδασμών	53
4.3.3	Μείωση του CO ₂	55
4.4	Σύστημα Κοιλότητας Αέρα (Air Cavity System).....	61
4.5	Σύστημα Kite-assisted-SkySails (Χαρταετός) για τα πλοία.....	62
5^ο	Κεφάλαιο “ ΙΣΤΟΡΙΚΑ ΚΑΙ ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΗ ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΠΡΟΙΟΝΤΩΝ ”	64
	Βιβλιογραφία.....	68

ΛΙΣΤΑ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 1.1 Μέση παγκόσμια θερμοκρασία από το 1856 μέχρι το 2005.....	1
Σχήμα 1.2 Χάρτης απεικόνισης διαφορών στην θερμοκρασία την περίοδο 1995-2004 σε σύγκριση με την περίοδο 1940-1980.....	3
Σχήμα 1.3 Σχηματική απεικόνιση φαινομένου θερμοκηπίου.....	4
Σχήμα 1.4 Σύγκριση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα ανά κάτοικο στην Ε.Ε μεταξύ του 1990-2007.....	5
Σχήμα 1.5 Συνολικές εκπομπές των θερμοκηπιακών αερίων σε παγκόσμια κλίμακα.....	6
Σχήμα 1.6 Η αυξητική τάση στη συγκέντρωση βασικών αερίων του θερμοκηπίου (στοιχεία μέχρι 1/2003).....	7
Σχήμα 1.7 Ένταση εκπομπών αερίων θερμοκηπίου κατά το έτος 2000.....	10
Σχήμα 1.8 Χάρτης των συσσωρευτικών εκπομπών ανά κεφαλή κάτοικο ατμοσφαιρικού διοξειδίου του άνθρακα CO ₂ ανά χώρα. Οι συσσωρευτικές εκπομπές μετρώνται μεταξύ των ετών 1950 και 2000.....	11
Σχήμα 2.1 Χάρτης του πρωτοκόλλου του Κιότου.....	17
Σχήμα 2.2 Απεικόνιση των χωρών του πρωτοκόλλου Κιότου από την πρώτη περίοδο 2008-2012.....	18
Σχήμα 2.3 Συμβαλλόμενα μέρη της σύμβασης MARPOL 73/78, η οποία είναι σύμβαση για την θαλάσσια ρύπανση.....	20
Σχήμα 2.4 Χάρτης Seca Area, δηλαδή οι θαλάσσιες περιοχές που πληρούν τις διαδικασίες από τον κανονισμό της MARPOL.....	25
Σχήμα 2.5 Τα βήματα ανάπτυξης ενός σχεδίου του SEEMP.....	33
Σχήμα 2.6 Εκτιμώμενη μείωση των εκπομπών έως το 2050 από τα νέα μέτρα μείωσης των εκπομπών.....	34
Σχήμα 2.7 Εκτιμώμενη αύξηση των εκπομπών μέχρι το 2050.....	34
Σχήμα 2.8 Απεικόνιση του βιβλίου του SEEMP.....	35
Σχήμα 3.1 Ανάπτυξη οικολογικού αποτυπώματος 1961.....	40
Σχήμα 3.2 Ανάπτυξη οικολογικού αποτυπώματος 2001.....	41
Σχήμα 3.3 Επισκόπηση του 2020 OSHIMA ECO-SHIP.....	42
Σχήμα 3.4 Φορηγό πλοίο φορτίου χυδών (Bulk Carrier) εφοδιασμένο με το σύστημα Aquarius ΥΔΡΟΧΟΟΣ.....	45
Σχήμα 3.5 Επισκόπηση του Viking Lady.....	47
Σχήμα 3.6 Λειτουργία μπαταρίας του VIKING LADY και σχηματική σύγκριση με το συμβατικό σύστημα.....	48
Σχήμα 4.1 Οπτική απεικόνιση του Συστήματος Διαχείρισης Υγρών CM-1000.....	50
Σχήμα 4.3 Απεικόνιση του συστήματος ανάκτησης θερμότητας στο πλοίο.....	52
Σχήμα 4.4 Γραφική απεικόνιση της σχέσης της ζητούμενης ισχύος με την ταχύτητα για πλοία χωρίς και με δακτύλιο.....	53
Σχήμα 4.5 Σχεδιαστική απεικόνιση της μέτρησης Δόνησης για πλοία μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων 2500 TEU με τον δακτύλιο και χωρίς τον δακτύλιο(Duct.....	55
Σχήμα 4.6 Πρυμναίο τμήμα της γάστρας του πλοίου έτοιμο για εγκατάσταση.....	57
Σχήμα 4.7 Ολοκλήρωση μίας εγκατάστασης ενός SCHNEEKLUTH Duct-TET πριν την τοποθέτηση προπέλας.....	58
Σχήμα 4.8 Ολοκλήρωση μίας εγκατάστασης ενός SCHNEEKLUTH Duct-TET με την προπέλα τοποθετημένη.....	59

Σχήμα 4.9 Τμήμα πλοίου με σύστημα Schneekluth Wed	60
Σχήμα 4.10 Απεικόνιση του Συστήματος Κοιλότητας Αέρα (Air Cavity System).....	61
Σχήμα 4.11 Το φορτηγό πλοίο MS Beluga στο οποίο έχει τοποθετηθεί το kite SkySails	63

ΛΙΣΤΑ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 2.1 Παράγοντες μείωσης σε σχέση με το EEDI ανάλογα με την γραμμή αναφοράς για διάφορα πλοία, πηγή: DNV	31
Πίνακας 2.2 Υπεύθυνος είδος κόστους και τύπου πλοίου	37
Πίνακας 3.1 Πίνακας οικολογικών αποτυπωμάτων των εθνών μαζί με το Δείκτη Ανθρώπινης Ανάπτυξης (ένα μέτρο της ποιότητας ζωής).	41

SUMMARY

Today the negative consequences of climate change are visible all over the world. Green house gases, such as carbon dioxide (CO₂) and ozone (O₃) which are emitted by ships contribute to the rise of the Earth's temperature. Also, other pollutant, like oxides (NO_x), sulphur dioxide (SO₂), particulate matters (PM) and volatile organic compounds (VOCS) have also proven to be detrimental to the environment consequently.

The International Maritime Organization (IMO) and the European Union have established regulations, such as MARPOL 73/78 and guideline 2005/32/EK in order to reduce carbon dioxide (CO₂) and other harmful pollutants generated by shipping vessels. These regulations and guidelines are continuously amended or upgraded so that standards are preserved.

In addition besides these regulations, the world shipping industry has started producing new technologies which will hopefully limit carbon dioxide (CO₂) and pollutants and create, after decade green fleet where by ships minimize pollutants and oil consumption

Keywords:

- Reducing emissions from ships
- limit pollutants in shipping
- Technologies which have the potential to reduce carbon footprint

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Σήμερα η έννοια της εξοικονόμησης ενέργειας και η προστασία του περιβάλλοντος είναι ένα κομμάτι της καθημερινότητας μας. Λόγω της αυξημένης ζήτησης υδρογονανθράκων που συντελεί στην μείωση των φυσικών πόρων, έτσι συνεπάγεται αύξηση των ρύπων της ατμόσφαιρας, με συνέπεια την μεγαλύτερη κλιμάκωση του φαινομένου του θερμοκηπίου.

Αυτό έχει σαν συνέπειες την αύξηση της παγκόσμιας θερμοκρασίας, η οποία δημιουργεί αλυσιδωτή αντίδραση και προκαλείται το λιώσιμο των πάγων που με την σειρά του προκαλεί αύξηση της στάθμης της θάλασσας και τέλος την ρύπανση της ατμόσφαιρας.

Στο φαινομένου του θερμοκηπίου συμβάλει σε μεγάλο βαθμό η ναυτιλία. Η ναυτιλία μεταφέρει το 90% του παγκόσμιου εμπορίου. Η οικολογική μετάβαση των πρωτοπόρων πλοίων δεν υπήρχε ως σκέψη στους πλοιοκτήτες τους, η μόνη σκέψη ήταν η γρήγορη μεταφορά του εμπορεύματος και το κέρδος.

Τα καράβια εκπέμπουν τα αέρια του θερμοκηπίου όπως το διοξείδιο του άνθρακα (CO₂) και το όζον (O₃).Επίσης εκπέμπουν τους ρύπους όπως τα οξειδία του αζώτου (NO_x), το διοξείδιο του θείου (SO_x), τα αιωρούμενα σωματίδια (PM) και τις πτητικές οργανικές ενώσεις (VOCS).

Ο Διεθνής Ναυτιλιακός Οργανισμός (IMO) και η Ευρωπαϊκή Ένωση, θέσπισαν κανονισμούς και οδηγίες όπως ο MARPOL 73/78 ,οι οποίοι συμβάλουν στην μείωση των εκπομπών των πλοίων και τροποποιούνται και αναβαθμίζονται συνεχώς ώστε να προλαβαίνουν τις εξελίξεις στην παγκόσμια ναυτιλία.

Εκτός από τους κανονισμούς και τις οδηγίες που συμβάλουν στην μείωση των καυσαερίων και των ρύπων, η ναυτιλιακή βιομηχανία έχει αναπτύξει νέες τεχνολογίες οι οποίες συμβάλουν στην μείωση του διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) και των ρύπων.

Στόχος των νέων τεχνολογιών είναι η μετατροπή των πλοίων σε πράσινα πλοία με ελαχιστοποίηση των καύσεων τους και των εκπομπών των καυσαερίων τους ώστε σε χρονικό διάστημα δέκα χρόνων να έχει ολοκληρωθεί η μετατροπή του παγκόσμιου στόλου.

Λέξεις κλειδιά:

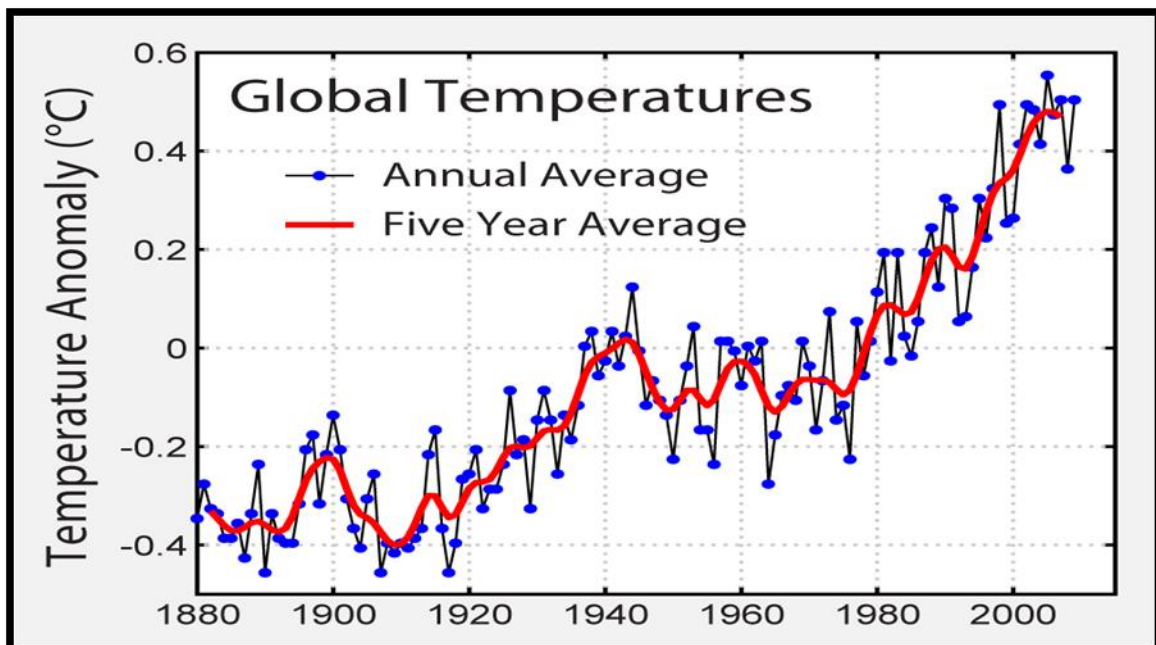
- Μείωση των εκπομπών από τα πλοία
- Τα όρια των ρύπων στην ναυτιλία
- Τεχνολογίες που έχουν τη δυνατότητα να μειώσουν το αποτύπωμα άνθρακα

1^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ

“ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΚΑΙ ΕΚΠΟΜΠΕΣ CO₂”

1.1 Αύξηση της θερμοκρασίας του πλανήτη

Τον τελευταίο αιώνα και ειδικά τις τελευταίες δεκαετίες η παγκόσμια θερμοκρασία του πλανήτη μας έχει αυξηθεί ραγδαία. Παγκόσμια αύξηση της θερμοκρασίας του πλανήτη μας εννοούμε την αύξηση της μέσης θερμοκρασίας της Γής κοντά στην επιφάνεια των ωκεανών και του αέρα τις τελευταίες δεκαετίες. Στην παρακάτω εικόνα απεικονίζεται η μέση παγκόσμια θερμοκρασία από το 1856 μέχρι το 2005.



Σχήμα 1.1 Μέση παγκόσμια θερμοκρασία από το 1856 μέχρι το 2005

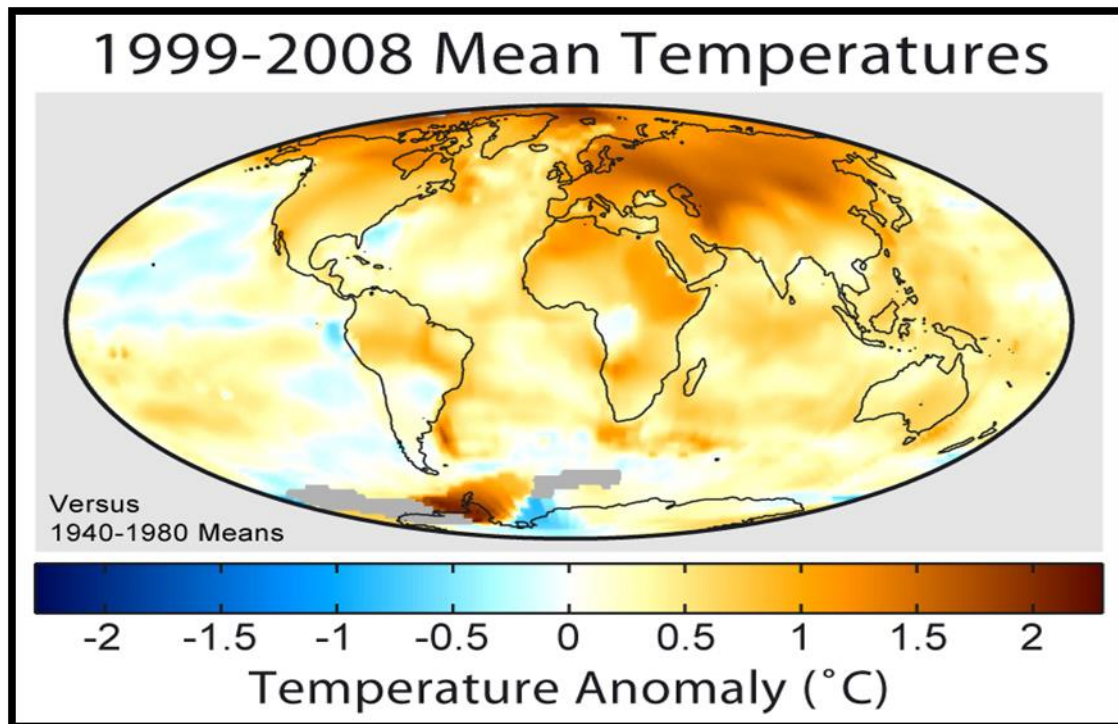
Ο όρος παγκόσμια θέρμανση (global warming) δηλώνει μία ειδική περίπτωση κλιματικής μεταβολής και αναφέρεται στην αύξηση της μέσης θερμοκρασίας της ατμόσφαιρας της γης και των ωκεανών.

Ο όρος είναι εν γένει ουδέτερος ως προς τα αίτια πρόκλησης της θέρμανσης του πλανήτη, ωστόσο έχει επικρατήσει να υπονοεί την ανθρώπινη παρέμβαση. Αποδίδεται συχνά με διαφορετικό τρόπο, ως πλανητική (υπέρ) θέρμανση ή παγκόσμια αύξηση της θερμοκρασίας, ενώ άλλες φορές ταυτίζεται με το φαινόμενο του θερμοκηπίου που αποτελεί έναν μηχανισμό παγκόσμιας θέρμανσης.

Η επίσημη επιστημονική θέση πάνω στις κλιματικές μεταβολές, όπως αυτή εκφράζεται από την Διακυβερνητική Επιτροπή για την Αλλαγή του Κλίματος (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC) του ΟΗΕ, είναι πως η μέση θερμοκρασία του πλανήτη έχει αυξηθεί 0.6 ± 0.2 °C από τα τέλη του 19ου αιώνα και πως η αύξηση αυτή οφείλεται σημαντικά στην ανθρώπινη δραστηριότητα των τελευταίων 50 ετών. Μία μειοψηφία επιστημόνων, διαφοροποιείται σε σχέση με την άποψη αυτή, αμφισβητώντας την καταλυτική επίδραση που ενδέχεται να έχει η ανθρώπινη δραστηριότητα σε σχέση με την παγκόσμια θέρμανση.

Σχετικά με τις κλιματικές μεταβολές που αναμένονται μελλοντικά, επικρατεί ένα σημαντικό ποσοστό αβεβαιότητας σε επίπεδο επιστημονικών προβλέψεων, ενώ το θέμα αποτελεί επιπλέον ένα αμφιλεγόμενο πολιτικό ζήτημα, που σχετίζεται με την ανάγκη λήψης πολιτικών μέτρων αντιμετώπισης του προβλήματος της παγκόσμιας θέρμανσης, εκ μέρους των κυβερνήσεων.

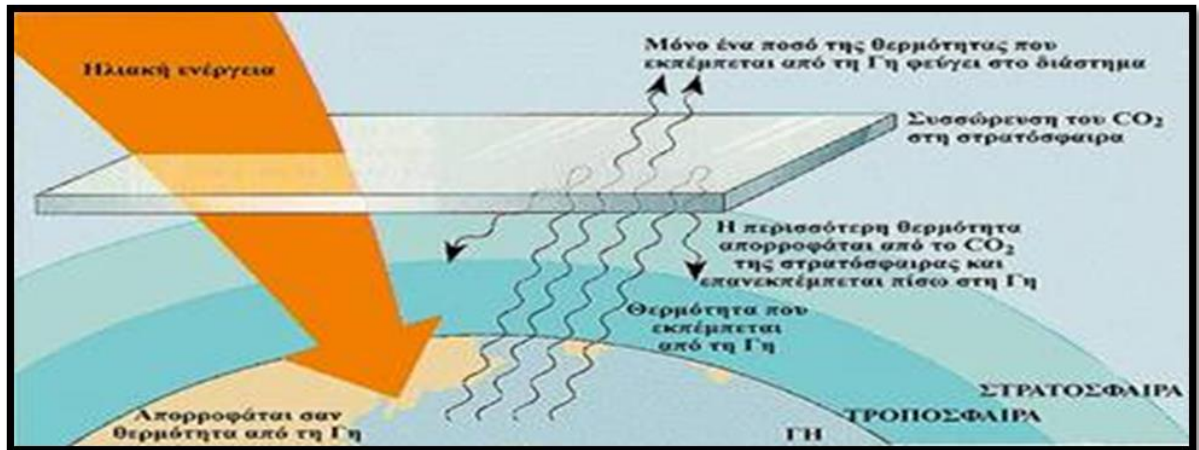
Σύμφωνα με επιστημονικές έρευνες της IPCC, η θερμοκρασία της Γης ενδέχεται να αυξηθεί κατά 1.4 - 5.8 °C εντός της χρονικής περιόδου 1990 και 2100. Οι συνέπειες μίας τέτοιας ενδεχόμενης αύξησης, επεκτείνονται και σε άλλου είδους μεταβολές, όπως αύξηση της στάθμης των θαλασσών ή δημιουργία ακραίων καιρικών φαινομένων όπως πλημμύρες, τυφώνες ή εξαφάνιση βιολογικών ειδών. Αν και το φαινόμενο της παγκόσμιας θέρμανσης αναμένεται να αυξήσει την ένταση και την συχνότητα τέτοιων μεταβολών, θεωρείται δύσκολο να συνδεθεί κάθε μεμονωμένο γεγονός ως άμεσο αποτέλεσμα της.



Σχήμα 1.2 Χάρτης απεικόνισης διαφορών στην θερμοκρασία την περίοδο 1995-2004 σε σύγκριση με την περίοδο 1940-1980

1.2 Φαινόμενο του θερμοκηπίου

Το φαινόμενο του θερμοκηπίου είναι μια φυσική διαδικασία. Δίχως αυτό, η Γη θα ήταν κρύα (περίπου στους -20°C) και δεν θα μπορούσε να υπάρχει ζωή. Αντιθέτως λόγω του φαινομένου αυτού, η μέση θερμοκρασία της γης διατηρείται στο επίπεδο των 15°C . Σε απόσταση 25 χιλιομέτρων από την επιφάνεια της Γης υπάρχει ένα λεπτό στρώμα αποτελούμενο κυρίως από CO_2 και υδρατμούς, το οποίο δρα όπως το γυαλί ενός θερμοκηπίου. Δηλαδή, ενώ επιτρέπει την είσοδο της θερμότητας που μεταφέρει η υπεριώδης ακτίνα του ηλίου, εμποδίζει την έξοδο της θερμότητας προς το διάστημα. Έτσι η επιφάνεια της Γης συγκρατεί ένα ποσό θερμότητας και διατηρεί σταθερή τη μέση θερμοκρασία της, βασική συνθήκη για να μπορεί να διατηρείται η ζωή πάνω στην επιφάνεια της.



Σχήμα 1.3 Σχηματική απεικόνιση φαινομένου θερμοκηπίου

Η Γη δέχεται ηλιακή ακτινοβολία, που αντιστοιχεί σε ροή περίπου 1.366 W/m^2 (στο όριο της ατμόσφαιρας), το 30% της εισερχόμενης ηλιακής ακτινοβολίας ανακλάται από την ατμόσφαιρα, τα νέφη και την επιφάνεια της Γης. Το 70% της ηλιακής ακτινοβολίας απορροφάται κατά:

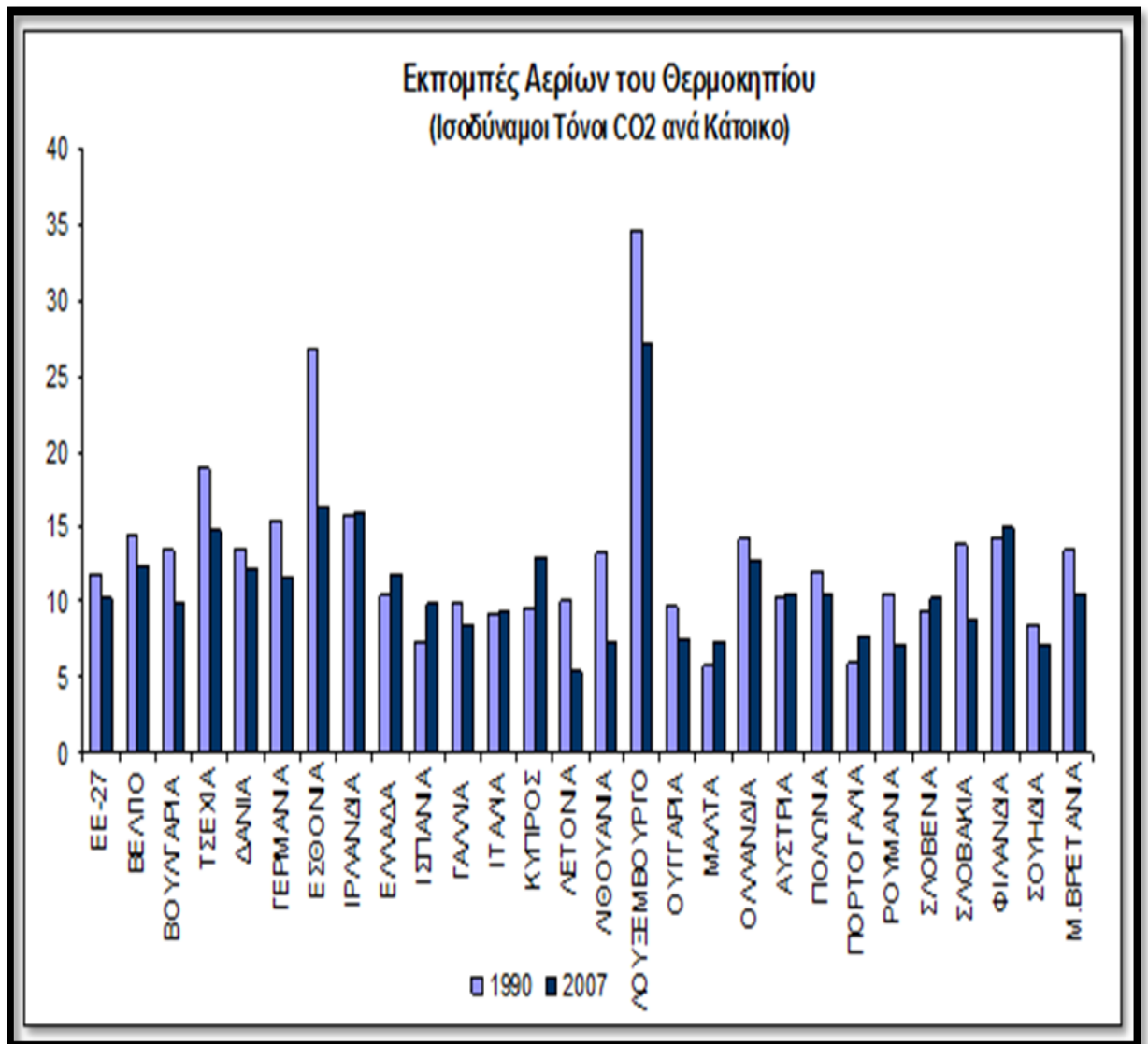
- 16% από την ατμόσφαιρα
- 3% από τα νέφη
- 51% από την επιφάνεια και τους ωκεανούς

Περίπου το 86% της κατακρατούμενης από την ατμόσφαιρα γήινης ακτινοβολίας, οφείλεται στην παρουσία υδρατμών (H_2O), διοξειδίου του άνθρακα (CO_2) και νεφών. Οι υδρατμοί αποτελούν το πλέον ενεργό συστατικό, κατά ποσοστό 60%, ενώ μικρότερη συνεισφορά έχουν και τα αέρια: μεθάνιο (CH_4), διοξείδιο του αζώτου (N_2O) και όζον (O_3). Τα αέρια που έχουν την ιδιότητα να κατακρατούν την ηλιακή ακτινοβολία εντός της γήινης ατμόσφαιρας ονομάζονται αέρια του θερμοκηπίου.

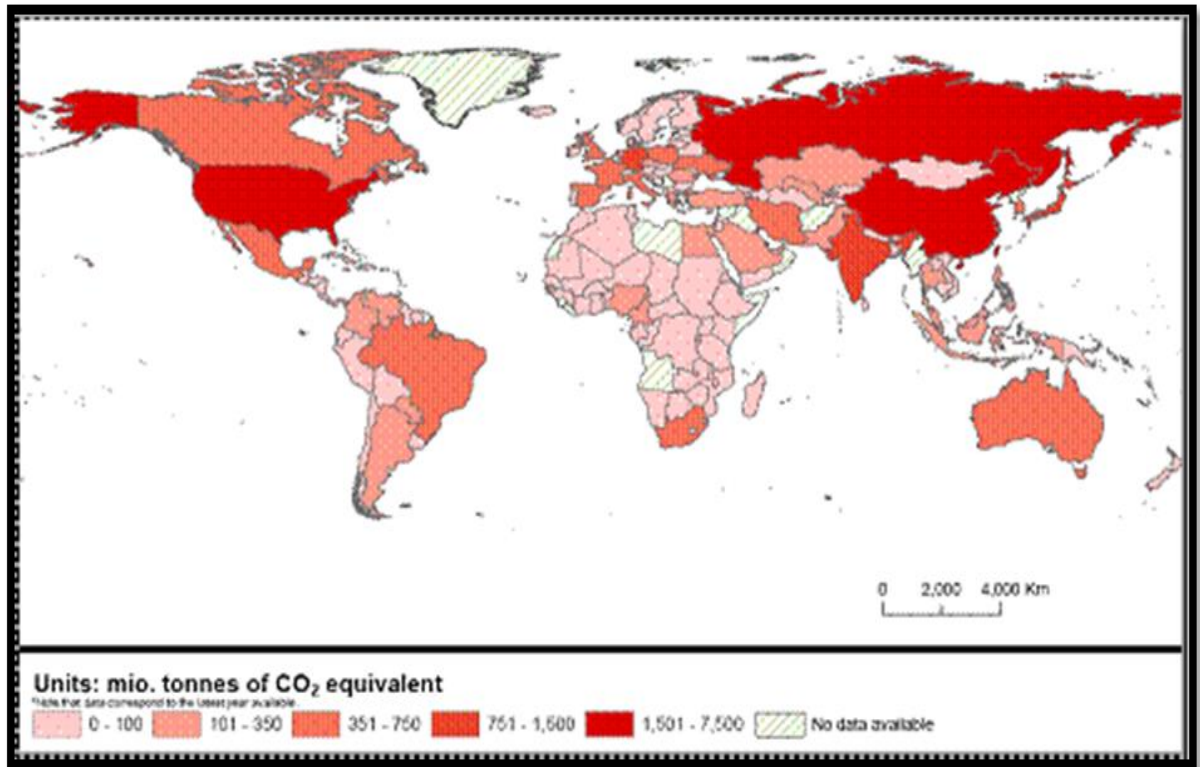
Τα τελευταία χρόνια, καταγράφεται μία αύξηση στη συγκέντρωση αρκετών αερίων του θερμοκηπίου και ειδικότερα του διοξειδίου του άνθρακα. Τα τρία τέταρτα της ανθρωπογενούς παραγωγής διοξειδίου του άνθρακα, οφείλεται σε χρήση ορυκτών καυσίμων (παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, μεταφορές, βιομηχανία, οικιστικός τομέας, κλπ) ενώ το υπόλοιπο μέρος προέρχεται από αλλαγές που συντελούνται στο έδαφος, κυρίως μέσω της αποδάσωσης.

Στον σχήμα 1.4 που ακολουθεί φαίνονται οι συνολικές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου ανά κάτοικο στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης για το έτος 2007, εκφρασμένες σε τόνους ισοδύναμου διοξειδίου του άνθρακα. Στο σχήμα γίνεται επίσης σύγκριση με τις αντίστοιχες

τιμές του 1990, ενώ στο σχήμα 1.5 βλέπουμε τις συνολικές εκπομπές των θερμοκηπιακών αερίων σε παγκόσμια κλίμακα.



Σχήμα 1.4 Σύγκριση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα ανά κάτοικο στην Ε.Ε μεταξύ του 1990-2007

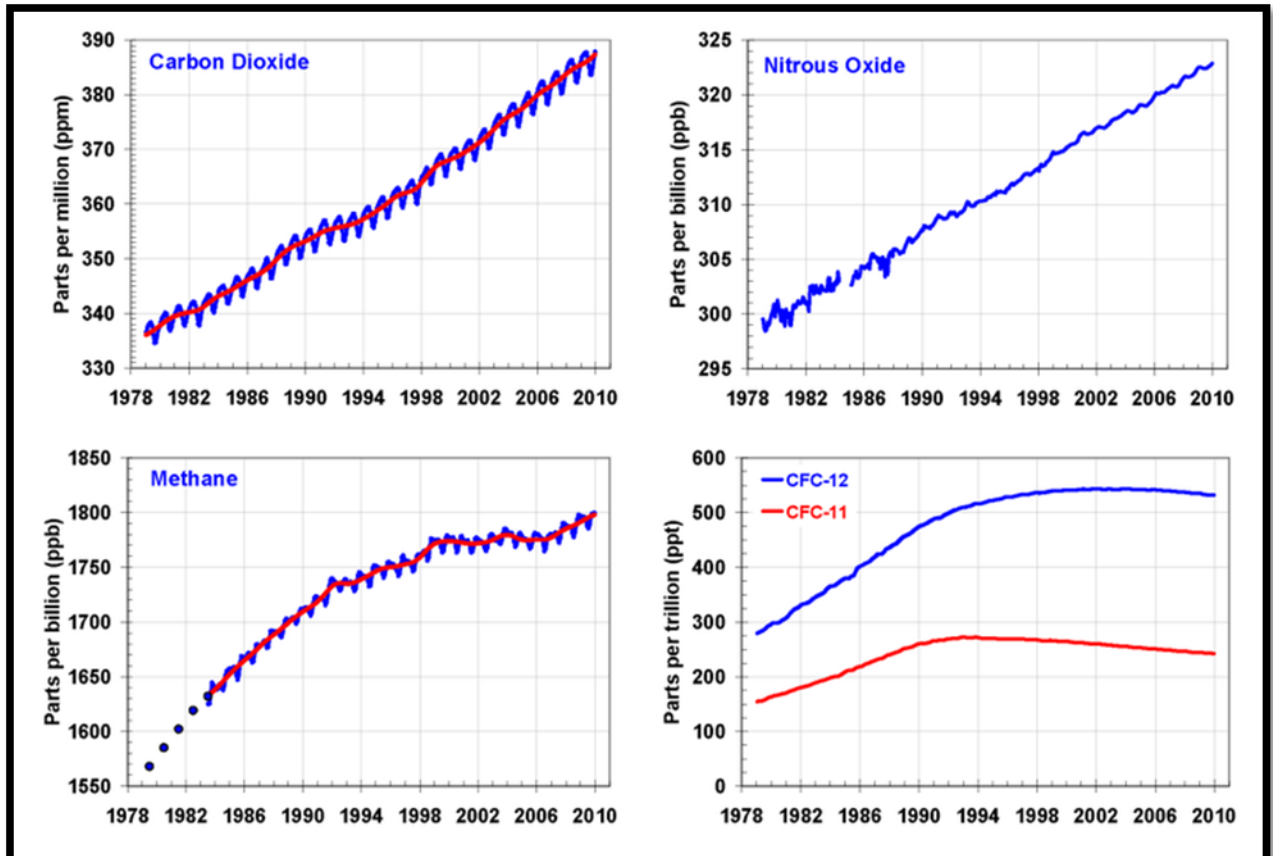


Σχήμα 1.5 Συνολικές εκπομπές των θερμοκηπιακών αερίων σε παγκόσμια κλίμακα

1.3 Αέρια θερμοκηπίου

Αέρια συστατικά της ατμόσφαιρας που συμβάλλουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου, αναφέρονται συνολικά με τον όρο αέρια του θερμοκηπίου. Απορροφούν τη μεγάλη μήκους κύματος γήινη ακτινοβολία και επανακτέμπουν θερμική ακτινοβολία θερμαίνοντας την επιφάνεια. Ορισμένα αέρια, όπως το όζον, έχουν ημιδιαφάνεια και στην ηλιακή ακτινοβολία, με αποτέλεσμα να απορροφούν ένα μέρος της, συμβάλλοντας ως ένα βαθμό και στην ψύξη της γήινης επιφάνειας. Τα κυριότερα αέρια του θερμοκηπίου είναι τα εξής:

- Υδρατμοί
- Διοξείδιο του άνθρακα
- Μεθάνιο
- Μονοξείδιο του αζώτου
- Φθοριούχα αέρια του θερμοκηπίου



Σχήμα 1.6 Η αυξητική τάση στη συγκέντρωση βασικών αερίων του θερμοκηπίου (στοιχεία μέχρι 1/2003)

Υδρατμοί: Το κυριότερο αέριο του θερμοκηπίου είναι οι υδρατμοί (H_2O), οι οποίοι ευθύνονται για περίπου τα δύο τρίτα του φυσικού φαινομένου του θερμοκηπίου. Στην ατμόσφαιρα, τα μόρια νερού δεσμεύουν τη θερμότητα που εκπέμπει η γη και έπειτα την εκπέμπουν εκ νέου προς όλες τις κατευθύνσεις, θερμαίνοντας έτσι την επιφάνεια της γης πριν επιστρέψουν τελικά στο διάστημα.

Οι υδρατμοί της ατμόσφαιρας αποτελούν τμήμα του υδρολογικού κύκλου, ενός κλειστού συστήματος κυκλοφορίας του νερού -το οποίο είναι διαθέσιμο σε πεπερασμένες ποσότητες στη γη- από τους ωκεανούς και το έδαφος στην ατμόσφαιρα και από εκεί πίσω στο έδαφος μέσω της εξάτμισης και της διαπνοής, της συμπύκνωσης και της κατακρήμνισης.

Οι ανθρώπινες δραστηριότητες δεν αυξάνουν τους υδρατμούς στην ατμόσφαιρα. Ωστόσο, ο θερμότερος αέρας μπορεί να κατακρατήσει πολύ περισσότερη υγρασία και, συνεπώς, οι αυξημένες θερμοκρασίες εντείνουν περαιτέρω τις κλιματικές αλλαγές.

Διοξείδιο του άνθρακα: Ο κυριότερος συντελεστής του ενισχυμένου (ανθρωπογενούς) φαινομένου του θερμοκηπίου είναι το διοξείδιο του άνθρακα (CO_2). Ευθύνεται παγκοσμίως

για τουλάχιστον το 60% του ενισχυμένου φαινομένου των αερίων θερμοκηπίου. Στις βιομηχανικές χώρες, το διοξείδιο του άνθρακα αποτελεί τουλάχιστον το 80% των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου.

Στη γη υπάρχουν πεπερασμένες ποσότητες άνθρακα, οι οποίες, όπως και το νερό, ανακυκλώνονται με τον "κύκλο του άνθρακα". Πρόκειται για ένα ιδιαίτερα πολύπλοκο σύστημα στο οποίο ο άνθρακας κινείται μεταξύ της ατμόσφαιρας, της επίγειας βιόσφαιρας και των ωκεανών. Τα φυτά απορροφούν CO₂ από την ατμόσφαιρα κατά τη φωτοσύνθεση. Χρησιμοποιούν τον άνθρακα για να συνθέσουν τους ιστούς τους και τον απελευθερώνουν στην ατμόσφαιρα, όταν ξεραίνονται και αποσυντίθενται. Ο οργανισμός των ζώων (και των ανθρώπων) περιέχει κι αυτός άνθρακα, τον οποίο λαμβάνει από τα βρώσιμα φυτά ή από τα ζώα που καταναλώνουν αυτά τα φυτά. Ο άνθρακας απελευθερώνεται ως CO₂ με την αναπνοή, καθώς και με το θάνατο και την αποσύνθεση.

Τα ορυκτά καύσιμα είναι τα απολιθωμένα υπολείμματα νεκρών ζώων και φυτών, τα οποία συντίθενται υπό συγκεκριμένες συνθήκες σε διάστημα εκατομμυρίων ετών και, συνεπώς, έχουν μεγάλη περιεκτικότητα σε άνθρακα. Με την ευρεία έννοια, το κάρβουνο δεν είναι παρά υπολείμματα καμένων δασών, ενώ το πετρέλαιο προέρχεται από τη χλωρίδα των ωκεανών. (Οι ωκεανοί απορροφούν CO₂, που χρησιμοποιείται σε διαλυμένη μορφή για τη φωτοσύνθεση της θαλάσσιας χλωρίδας). Πολλά δισεκατομμύρια τόνοι άνθρακα ανταλλάσσονται με φυσικό τρόπο κάθε χρόνο μεταξύ της ατμόσφαιρας, των ωκεανών και της επίγειας χλωρίδας. Τα επίπεδα διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα παρουσίαζαν αποκλίσεις μικρότερες από 10% κατά τη διάρκεια των 10.000 χρόνων που προηγήθηκαν της βιομηχανικής επανάστασης. Ωστόσο, από το 1800 η συγκέντρωσή του έχει αυξηθεί κατά περίπου 30%, καθώς τεράστιες ποσότητες ορυκτών καυσίμων καίγονται για να παραχθεί ενέργεια, κυρίως στις ανεπτυγμένες χώρες. Σήμερα εκπέμπουμε στην ατμόσφαιρα τουλάχιστον 25 δισεκατομμύρια τόνους CO₂ το χρόνο.

Πρόσφατα, Ευρωπαίοι ερευνητές ανακάλυψαν ότι οι τρέχουσες συγκεντρώσεις CO₂ στην ατμόσφαιρα είναι τώρα υψηλότερες από ποτέ κατά τα τελευταία 650.000 χρόνια. Πραγματοποιήθηκε πυρηνοληψία πάγου σε βάθος άνω των 3 χιλιομέτρων στους πάγους της Ανταρκτικής οι οποίοι διαμορφώθηκαν εκατοντάδες χιλιάδες χρόνια πριν. Ο πάγος περιέχει φυσαλίδες αέρα, οι οποίες δίνουν πληροφορίες για την ατμοσφαιρική σύσταση σε διάφορες εποχές της ιστορίας του πλανήτη.

Το CO₂ μπορεί να παραμείνει στην ατμόσφαιρα για 50-200 χρόνια, ανάλογα με τον τρόπο ανακύκλωσης και επιστροφής του στο έδαφος και τους ωκεανούς.

Μεθάνιο: Το δεύτερο σημαντικότερο αέριο που ευθύνεται για το ενισχυμένο φαινόμενο του θερμοκηπίου είναι το μεθάνιο (CH_4). Από τις απαρχές της βιομηχανικής επανάστασης, οι ατμοσφαιρικές συγκεντρώσεις μεθανίου έχουν διπλασιαστεί και συμβάλλουν κατά περίπου 20% στην ενίσχυση του φαινομένου των αερίων θερμοκηπίου. Στις βιομηχανικές χώρες, το μεθάνιο αποτελεί συνήθως το 15% των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου.

Το μεθάνιο συντίθεται, κατά κύριο λόγο, από βακτήρια που ενισχύονται με οργανικές ύλες ελλείψει οξυγόνου. Συνεπώς, εκπέμπεται από διάφορες φυσικές και πηγές που επηρεάζονται από την ανθρώπινη δραστηριότητα, με κυριότερες τις ανθρωπογενείς εκπομπές. Οι φυσικές πηγές περιλαμβάνουν υδροτόπους, τερμίτες 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 ορυζοκαλλιέργειες (οι ορυζώνες παράγουν μεθάνιο καθώς οι οργανικές ύλες του εδάφους αποσυντίθενται χωρίς αρκετό οξυγόνο) και τους χώρους ταφής απορριμάτων (κι εδώ τα οργανικά απόβλητα αποσυντίθενται χωρίς αρκετό οξυγόνο).

Το μεθάνιο στην ατμόσφαιρα δεσμεύει θερμότητα 23 φορές πιο αποτελεσματικά από το CO_2 . Ωστόσο, η διάρκεια ζωής του είναι μικρότερη και κυμαίνεται από 10 έως 15 χρόνια.

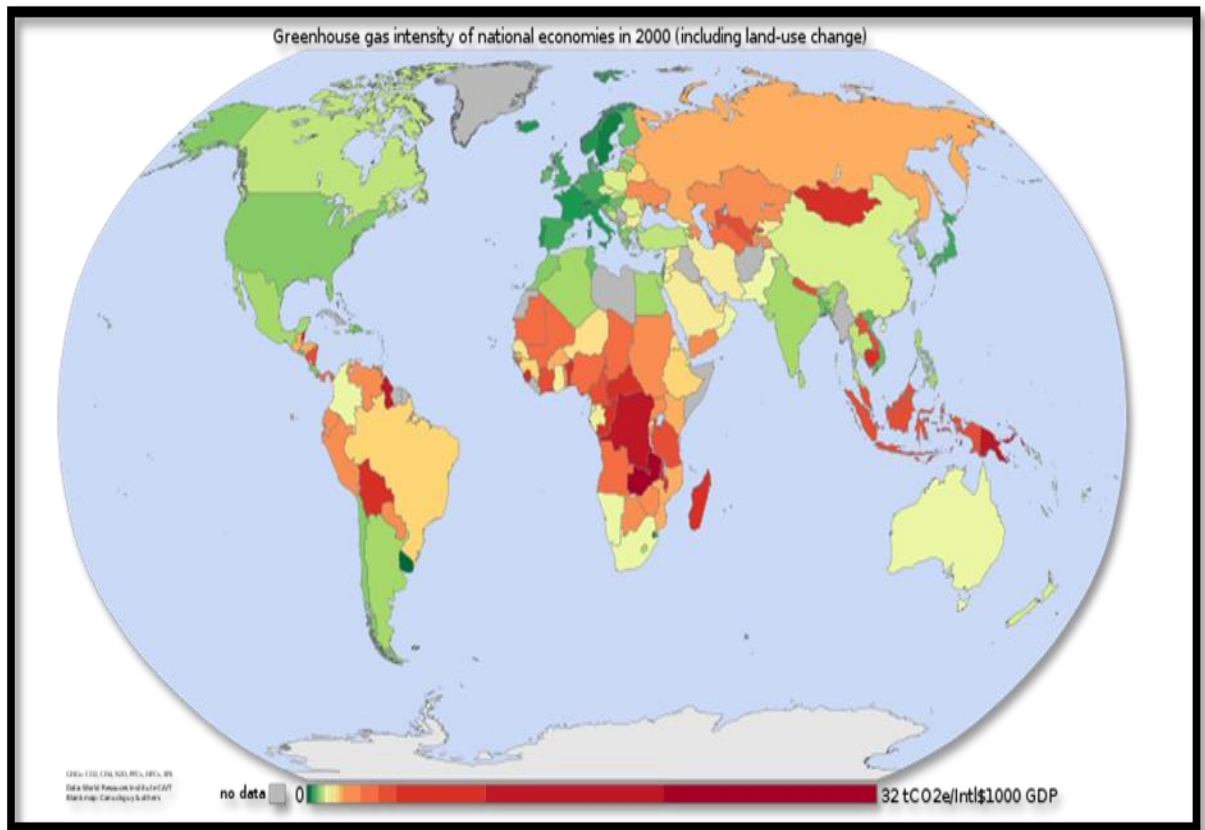
Μονοξειδίο του αζώτου: Το μονοξειδίο του αζώτου (N_2O) απελευθερώνεται με φυσικό τρόπο από τους ωκεανούς και τα παρθένα δάση, καθώς και από τα βακτήρια του εδάφους. Οι πηγές που επηρεάζονται από την ανθρώπινη δραστηριότητα περιλαμβάνουν τα αζωτούχα λιπάσματα, την καύση ορυκτών καυσίμων και τη βιομηχανική χημική παραγωγή με χρήση αζώτου, όπως είναι η επεξεργασία λυμάτων. Στις βιομηχανικές χώρες, το N_2O αποτελεί το 6% των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου. Όπως το μO_2 και το μεθάνιο, έτσι και το μονοξειδίο του αζώτου είναι ένα αέριο θερμοκηπίου, του οποίου τα μόρια απορροφούν θερμότητα που προσπαθεί να διαφύγει στο διάστημα. Το O_2 είναι 310 φορές πιο αποτελεσματικό από το CO_2 στην απορρόφηση της θερμότητας.

Από τις απαρχές της βιομηχανικής επανάστασης, οι συγκεντρώσεις υποξειδίου του αζώτου στην ατμόσφαιρα έχουν αυξηθεί κατά περίπου 16% και συμβάλλουν κατά 4 έως 6% στην ενίσχυση του φαινομένου του θερμοκηπίου.

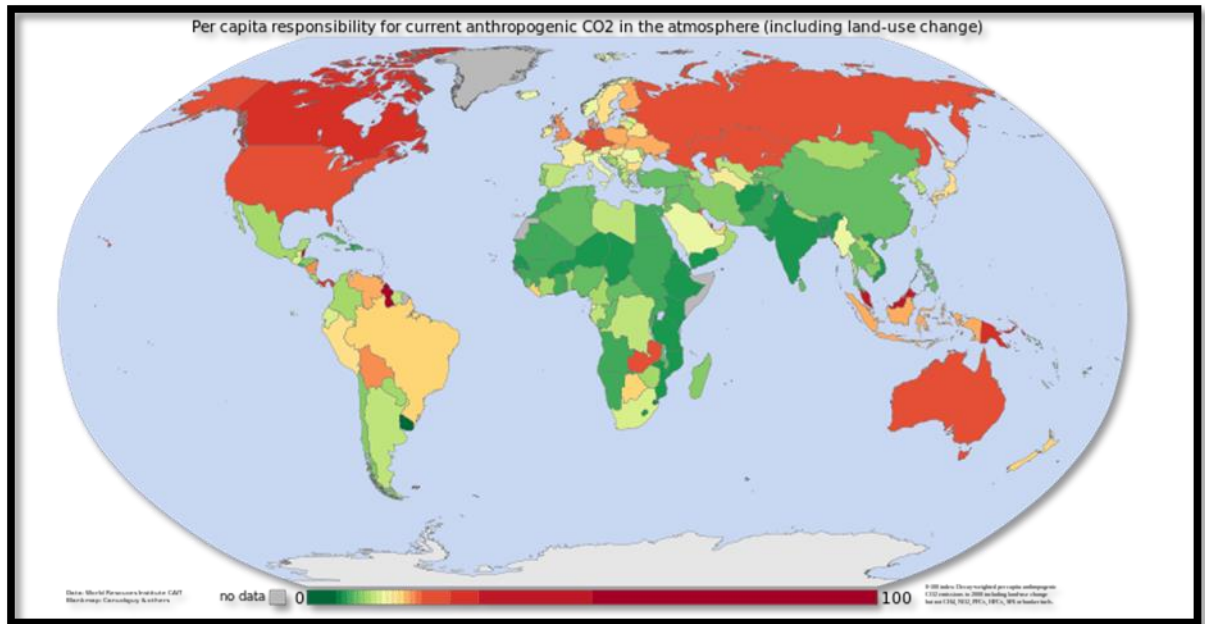
Φθοριούχα αέρια θερμοκηπίου: Είναι τα μόνα αέρια θερμοκηπίου που δεν έχουν συντεθεί με φυσικό τρόπο, αλλά έχουν δημιουργηθεί από τον άνθρωπο για βιομηχανικούς σκοπούς. Το

μερίδιο τους στις εκπομπές αερίων θερμοκηπίου από τις βιομηχανικές χώρες είναι περίπου 1,5%. Όμως, είναι εξαιρετικά ισχυρά μπορούν να δεσμεύσουν θερμότητα 22.000 φορές πιο αποτελεσματικά από ό,τι το CO₂ και παραμένουν στην ατμόσφαιρα για χιλιάδες χρόνια.

Τα φθοριούχα αέρα θερμοκηπίου περιλαμβάνουν τους υδροφθοράνθρακες που χρησιμοποιούνται για την ψύξη και την κατάψυξη, συμπεριλαμβανομένων των συστημάτων κλιματισμού· το εξαφθοριούχο θείο (SF₆) που χρησιμοποιείται για παράδειγμα στην ηλεκτρονική βιομηχανία· και τους υπερφθοράνθρακες (PFC) που εκπέμπονται κατά την παραγωγή αλουμινίου και χρησιμοποιούνται στην ηλεκτρονική βιομηχανία. Αδιαμφισβήτη, τα γνωστότερα από αυτά τα αέρια είναι οι χλωροφθοράνθρακες (CFCs) που δεν είναι μόνον φθοριούχα αέρια θερμοκηπίου, αλλά καταστρέφουν και το στρώμα του όζοντος. Αποσύρονται σταδιακά από την κυκλοφορία σύμφωνα με το Πρωτόκολλο του Μόντρεαλ του 1987 για τις ουσίες που καταστρέφουν το στρώμα του όζοντος.



Σχήμα 1.7 Ένταση εκπομπών αερίων θερμοκηπίου κατά το έτος 2000



Σχήμα 1.8 Χάρτης των συσσωρευτικών εκπομπών ανά κεφαλή κάτοικο ατμοσφαιρικού διοξειδίου του άνθρακα CO₂ ανά χώρα. Οι συσσωρευτικές εκπομπές μετρώνται μεταξύ των ετών 1950 και 2000

1.4 Ρύπανσης της ατμόσφαιρας

Ως αέρια ρύπανση ορίζεται η προσθήκη στην ατμόσφαιρα ουσιών από ανθρώπινες δραστηριότητες που ρυπαίνουν και οι οποίες είναι ή μπορεί να είναι επιβλαβείς για την ανθρώπινη υγεία, τα ζώα, τα φυτά, τα υλικά κτλ. Πολλές ουσίες εισέρχονται στην ατμόσφαιρα από φυσικά φαινόμενα (όπως ηφαίστεια, πυρκαγιές δασών, θαλάσσια αερολύματα κτλ.), αλλά δεν μπορούν να θεωρηθούν ως ρύπανση. Η μέχρι τώρα γνώση της ατμοσφαιρικής χημείας και των φαινομένων της αέριας ρύπανσης δεν είναι ικανοποιητική, παρά την τεράστια πρόοδο που σημειώθηκε τα τελευταία 40 χρόνια.

1.5 Ατμοσφαιρικοί ρύποι

Ρυπαντής ή ρύπος (pollutant) ορίζεται η πρόσθετη ουσία που παρουσιάζει αρνητική επίδραση στο περιβάλλον και πρόσθετη ουσία (contaminant) θεωρείται οποιαδήποτε ουσία που προστίθεται στην ατμόσφαιρα και η οποία προκαλεί διαταραχή της μέσης γεωχημικής σύστασης του αέρα (τοπικά ή γενικά). Ο διαχωρισμός δεν είναι προφανής σε πολλές περιπτώσεις. Οι ρύποι διακρίνονται στους αέριους (π.χ. SO₂) και σε σωματιδιακούς (π.χ. λεπτή σκόνη). Εισάγονται στην ατμόσφαιρα είτε από ανθρώπινες δραστηριότητες (βιομηχανία, εμπόριο, γεωργία, μεταφορές), ή από φυσικές πηγές (ηφαίστεια, θαλάσσια αερολύματα, γύρη, φυσικές πυρκαγιές). Αυτοί οι «πρωτογενείς» ρύποι, δηλαδή όσες ουσίες εκπέμπονται κατ' ευθείαν από τις πηγές ρύπανσης, μπορούν να αντιδράσουν με άλλες ουσίες

(ρύποι ή όχι) και να σχηματιστούν οι «δευτερογενείς» ρύποι με τη μορφή αερίων (π.χ. όζον) ημικροσωματιδίων-αερολυμάτων (π.χ. σταγονίδια H_2SO_4). Αερόλυμα (aerosol) είναι κάθε διασπορά υγρών (σταγόνες) ή στερεών σωματιδίων στον αέρα. Κάθε χρόνο περίπου 120 εκατομμύρια τόνοι ρύπων εκπέμπονται στην ατμόσφαιρα από τις ανθρωπογενείς δραστηριότητες μόνον στις Η.Π.Α.

Οι κυριότεροι ατμοσφαιρικοί ρύποι είναι:

- Το μονοξείδιο του θείου
- Το μονοξείδιο του άνθρακα
- Τα οξείδια του Αζώτου
- Τα αιωρούμενα σωματίδια
- Οι πτητικές οργανικές ενώσεις
- Το βενζόλιο
- Ο μόλυβδος

Ο πρώτος τύπος ατμοσφαιρικής ρύπανσης που εμφανίστηκε είναι αυτός που χαρακτηρίζεται από υψηλές συγκεντρώσεις των χημικών ενώσεων του θείου (κυρίως διοξείδιο του θείου SO_2) 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. 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 (SO_2) 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 (NO_x). Τα οξειδία του αζώτου (NO_x) ανήκουν στους πρωτεύοντες (πρωτογενείς) αέριους ρύπους γιατί παράγονται άμεσα. Κύρια πηγή παραγωγής τους είναι όλα τα μέσα μεταφοράς άρα και τα πλοία. 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. Η ονομασία τους δευτερογενείς (δευτερεύοντες) οφείλεται στο ότι είναι προϊόντα της φωτοχημικής αντίδρασης των οξειδίων του αζώτου (NO_x) στην ατμόσφαιρα.

Μεταξέλιξη του «φωτοχημικού νέφους» είναι η τρίτη γενιά του, το «υδρογονοσωματιδιακό νέφος» που άρχισε να κάνει έντονη την παρουσία του στα τέλη της δεκαετίας του 1990, αν και μετρήσεις στα μέσα της ίδιας δεκαετίας είχαν διαπιστώσει την ύπαρξή του. Το νέφος αυτό περιέχει κυρίως αεροσωματίδια και διάφορες επικίνδυνες ενώσεις υδρογονανθράκων. Η πηγή προέλευσης των πρώτων είναι οι βιομηχανίες ως επί το πλείστον. Τα αεροσωματίδια παρουσιάζουν μεγάλη γκάμα μεγεθών, αλλά τα πιο επικίνδυνα για τη δημόσια υγεία είναι εκείνα με διαστάσεις έως 10 μικρόμετρα και συμπεριλαμβάνουν, μεταξύ άλλων, σκόνη, καπνιά, βαρέα μέταλλα και υδροσταγονίδια. Οι ενώσεις υδρογονανθράκων έλκουν την καταγωγή τους από τα τροχοφόρα (ανεξάρτητα καταλυτικών ή συμβατικών κινητήρων) και τη χημική βιομηχανία. Μεταξύ τους συγκαταλέγονται οι πολυκυκλικοί αρωματικοί υδρογονάνθρακες (γνωστοί ως ΠΑΥ) και οι πτητικές οργανικές ενώσεις (ΠΟΕ), που έχουν πολλάκις ενοχοποιηθεί για καρκινογένεση.

2^ο Κεφάλαιο

“ ΔΙΕΘΝΕΙΣ ΔΡΑΣΕΙΣ ΜΕ ΣΤΟΧΟ ΤΗΝ ΜΕΙΩΣΗ ΤΩΝ ΕΚΠΟΜΠΩΝ ΑΝΘΡΑΚΑ ”

2.1 Διεθνής Οργανισμός Ναυτιλίας (International Maritime Organization)

Ο IMO προσπάθησε και επίστησε την προσοχή στους επιστήμονες και στην διεθνή κοινότητα τους κινδύνους που υπάρχουν με την υπερθέρμανση του πλανήτη μας. Τα στοιχεία στην δεκαετία του 1960 και του '70 για τις συγκεντρώσεις διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) στην ατμόσφαιρα ήταν ανησυχητικά και οδήγησαν κλιματολόγους και άλλους επιστήμονες για την ανάληψη δράσης. Χρειάστηκαν βέβαια αρκετά χρόνια πριν η διεθνής κοινότητα ανταποκριθεί.

Το 1988, η Διακυβερνητική Επιτροπή για την Αλλαγή του Κλίματος (IPCC) δημιουργήθηκε από τον Παγκόσμιο Μετεωρολογικό Οργανισμό και το Πρόγραμμα Περιβάλλοντος των Ηνωμένων Εθνών (UNEP), το οποίο εξέδωσε μια πρώτη έκθεση αξιολόγησης το 1990, που αντανακλούσε τις απόψεις 400 επιστημόνων. Η έκθεση αναφέρει ότι η υπερθέρμανση του πλανήτη είναι πραγματική και τόνισε ότι κάτι πρέπει να γίνει άμεσα.

Τα πορίσματα της ειδικής ομάδας ώθησαν τις κυβερνήσεις να δημιουργήσουν τον οργανισμό των Ηνωμένων Εθνών για την Κλιματική Αλλαγή (UNFCCC), ο οποίος ήταν έτοιμος προς υπογραφή το 1992 στη Διάσκεψη των Ηνωμένων Εθνών για το Περιβάλλον και την Ανάπτυξη.

Το Πρωτόκολλο του Κιότο υιοθετήθηκε στο Κιότο της Ιαπωνίας, το 1997, και είναι μια διεθνής συμφωνία που συνδέεται με την UNFCCC. Κύριο χαρακτηριστικό της είναι οι δεσμευτικοί στόχοι για 37 βιομηχανικές χώρες και την Ευρωπαϊκή Κοινότητα για τη μείωση των αερίων του θερμοκηπίου (GHG). Οι λεπτομερείς κανόνες για την εφαρμογή του πρωτοκόλλου εκδόθηκαν κατά την COP 7 στο Μαρακές το 2001, και ονομάζεται "Μαρακές". Το Πρωτόκολλο του Κιότο τέθηκε σε ισχύ στις 16 Φεβρουαρίου 2005.

2.1.1 Πρωτόκολλο Κιότο

Το Πρωτόκολλο του Κιότο στη Σύμβαση πλαίσιο του ΟΗΕ για την Κλιματική Αλλαγή (UNFCCC) είναι μια διεθνής συνθήκη που ορίζει δεσμευτικές υποχρεώσεις για τις βιομηχανικές χώρες ώστε να μειώσουν τις εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου. Η UNFCCC είναι μια περιβαλλοντική συνθήκη με στόχο την πρόληψη "επικίνδυνης" ανθρωπογενούς παρεμβολής στο κλιματικό σύστημα. Συμβαλλόμενα μέρη του πρωτοκόλλου είναι 191 χώρες (όλα τα μέλη του ΟΗΕ, εκτός από την Ανδόρα, τον Καναδά, Νότιο Σουδάν και τις Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής), καθώς και η Ευρωπαϊκή Ένωση. Οι Ηνωμένες Πολιτείες έχουν υπογράψει αλλά δεν έχουν επικυρώσει το και ο Καναδάς αποσύρθηκε από το πρωτόκολλο το 2011. Το πρωτόκολλο εγκρίθηκε από τα μέρη της UNFCCC, το 1997, και τέθηκε σε ισχύ το 2005. [6]

Στο πλαίσιο του πρωτοκόλλου του Κιότο, πολλές ανεπτυγμένες χώρες έχουν συμφωνήσει σε νομικά δεσμευτικούς περιορισμούς και μειώσεις των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου σε δύο περιόδους. Η πρώτη περίοδος δέσμευσης ισχύει για τις εκπομπές μεταξύ 2008-2012, και η δεύτερη περίοδος δέσμευσης ισχύει για τις εκπομπές μεταξύ 2013-2020. Το πρωτόκολλο αυτό τροποποιήθηκε το 2012 για να φιλοξενήσει τη δεύτερη περίοδο δέσμευσης, αλλά αυτή η τροποποίηση δεν έχει (από τον Ιανουάριο του 2013) τέθηκε σε νομική ισχύ.

Οι 37 χώρες με δεσμευτικούς στόχους κατά την δεύτερη περίοδο δέσμευσης είναι η Αυστραλία, όλα τα μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης, η Λευκορωσία, η Κροατία, η Ισλανδία, το Καζακστάν, η Νορβηγία, η Ελβετία και η Ουκρανία. Η Λευκορωσία, το Καζακστάν και η Ουκρανία έχουν δηλώσει ότι μπορεί να αποσυρθούν από το Πρωτόκολλο ή να μην τεθεί σε νομική ισχύ η τροποποίηση του με τον δεύτερο γύρο των στόχων. Η Ιαπωνία, η Νέα Ζηλανδία και η Ρωσία έχουν συμμετάσχει στο Κιότο στον πρώτο γύρο, αλλά δεν έχουν λάβει σχετικά μέτρα με τους νέους στόχους κατά τη δεύτερη περίοδο δέσμευσης. Άλλες ανεπτυγμένες χώρες χωρίς δεύτερο γύρο στόχων είναι ο Καναδάς (που αποσύρθηκε από το πρωτόκολλο του Κιότο το 2012) και οι Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής (οι οποίες δεν έχουν επικυρώσει το πρωτόκολλο).

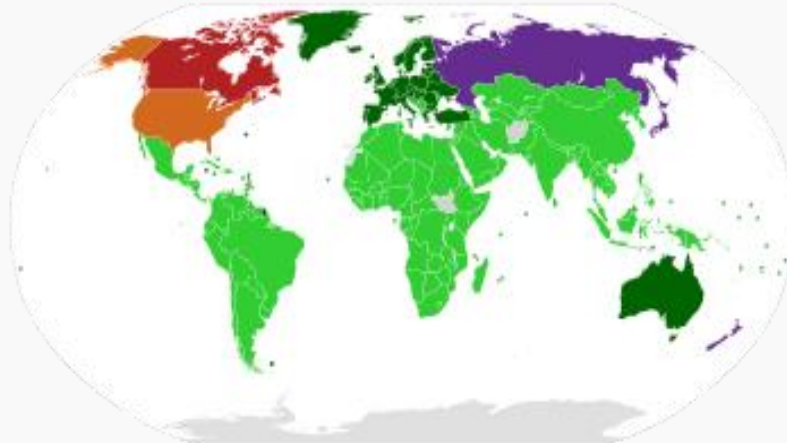
Η διεθνής εμπορία εκπομπών επιτρέπει στις ανεπτυγμένες χώρες το εμπόριο στις δεσμεύσεις των ποσοστών που απορρέουν από το Πρωτόκολλο του Κιότο. Μπορούν να το εμπορεύονται το ποσοστό των εκπομπών μεταξύ τους, και μπορούν επίσης να λάβουν πίστωση για τη χρηματοδότηση μειώσεων των εκπομπών στις αναπτυσσόμενες χώρες. Οι ανεπτυγμένες χώρες μπορούν να χρησιμοποιούν την εμπορία εκπομπών μέχρι το 2014 ή το 2015 για την κάλυψη του πρώτου γύρου των στόχων τους.

Οι αναπτυσσόμενες χώρες δεν έχουν δεσμευτικούς στόχους στο πλαίσιο του πρωτοκόλλου του Κιότο, αλλά εξακολουθούν να λειτουργούν στο πλαίσιο της συνθήκης για τη μείωση των εκπομπών τους. Οι δράσεις που αναλαμβάνονται από τις αναπτυγμένες και τις αναπτυσσόμενες χώρες για να μειώσουν τις εκπομπές περιλαμβάνουν υποστήριξη για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης και τη μείωση της αποψίλωσης των δασών. Σύμφωνα με το πρωτόκολλο, οι εκπομπές των αναπτυσσόμενων χωρών που μπορούν να αναπτυχθούν σύμφωνα με τις ανάγκες ανάπτυξής τους.

Η Συνθήκη αναγνωρίζει ότι οι ανεπτυγμένες χώρες έχουν συμβάλει τα μέγιστα στην ανθρωπογενή συσσώρευση διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα (περίπου 77% των εκπομπών μεταξύ 1750 και 2004), και ότι οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα ανά άτομο στις αναπτυσσόμενες χώρες (2,9 τόνων το 2010) είναι, κατά μέσο όρο, χαμηλότερες από τις εκπομπές ανά άτομο στις αναπτυγμένες χώρες (10,4 τόνοι το 2010).

Ορισμένες ανεπτυγμένες χώρες έχουν σχολιάσει ότι το Πρωτόκολλο του Κιότο στοχεύει μόνο για ένα μικρό ποσοστό των ετήσιων παγκόσμιων εκπομπών. Οι χώρες με το δεύτερο γύρο των στόχων του Κιότο έκαναν μέχρι 13,4% της ετήσιας παγκόσμιας ανθρωπογενών εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου το 2010. Πολλές αναπτυσσόμενες χώρες έχουν τονίσει την ανάγκη για τις ανεπτυγμένες χώρες να έχουν ισχυρούς, δεσμευτικούς στόχους εκπομπών. Σε παγκόσμια κλίμακα, οι υφιστάμενες πολιτικές φαίνεται να είναι πολύ αδύναμες για να αποφευχθεί η υπερθέρμανση του πλανήτη άνω των 2 ή 1,5 βαθμούς Κελσίου, σε σχέση με τα προβιομηχανικά επίπεδα.

Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change



KyotoProtocolparticipationmap
(commitment period: 2013-2020)

Parties; Annex I & II countries with binding targets, Parties; Developing countries without binding targets States not Party to the Protocol Signatory country with no intention to ratify the treaty, with no binding targets^[4] Countries that have renounced the Protocol, with no binding targets*^[2]

Parties with no binding targets in the second period, which previously had targets*

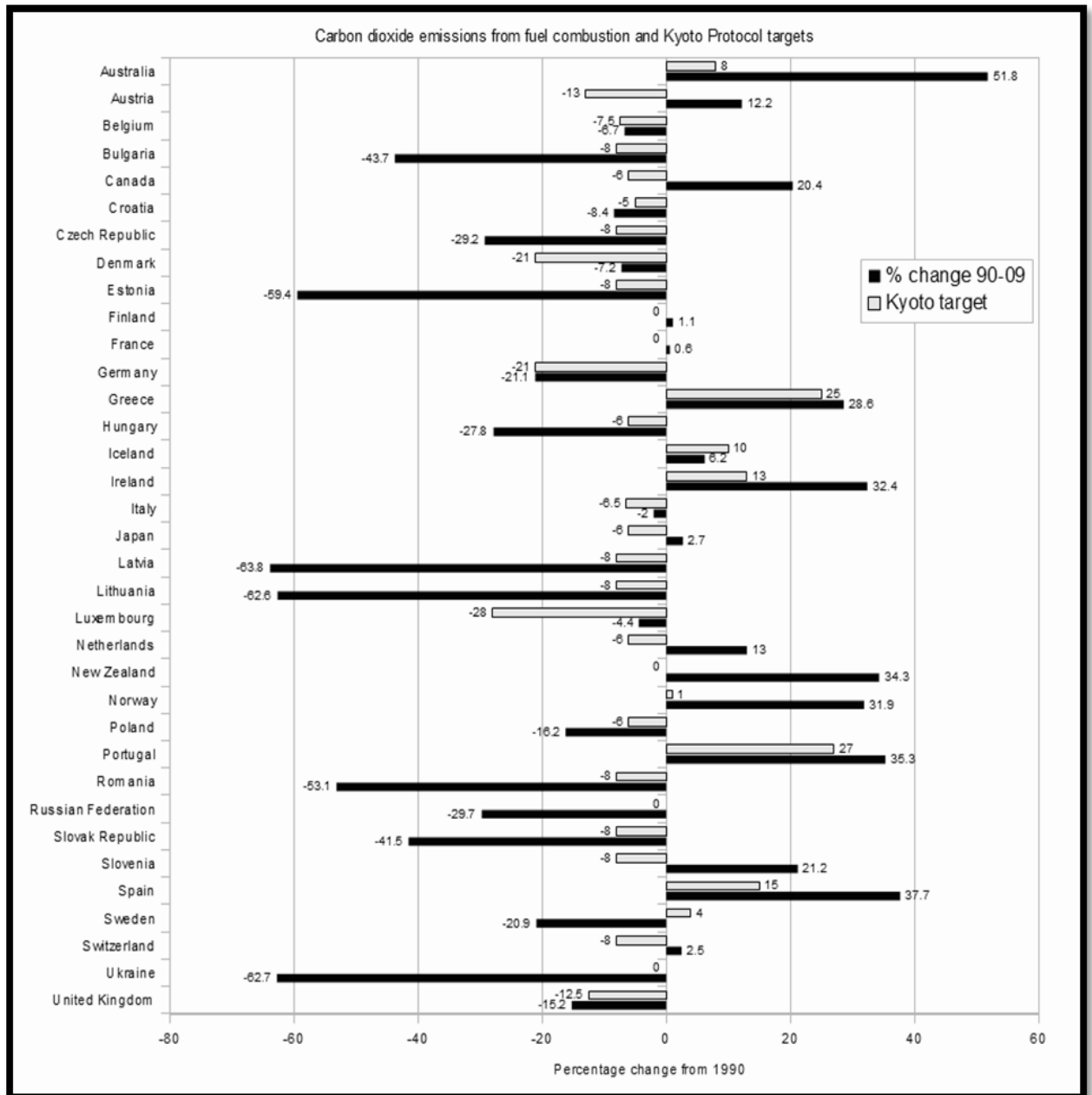
*Note: As part of the [2010 Cancún agreements](#), 76 developed and developing countries have made voluntary pledges to control their emissions of greenhouse gases.^{[4][5]}

Signed 11 December 1997^[6] Location [Kyoto](#) Effective 16 February 2005^[6]

Condition Ratification by 55 States to the Convention, incorporating States included in Annex I which accounted in total for at least 55 per cent of the total carbon dioxide emissions for 1990 of the Parties included in Annex I Signatories 83 Ratifiers [192](#)

Depositary [Secretary-General of the United Nations](#) Languages Arabic, Chinese, English, French, Russian and Spanish

Σχήμα 2.1 Χάρτης του πρωτοκόλλου του Κιότου



Σχήμα 2.2 Απεικόνιση των χωρών του πρωτόκολλου Κιότου από την πρώτη περίοδο 2008-2012

Το σχήμα 2.2 δείχνει τις χώρες του πρωτόκολλου Κιότο από την πρώτη περίοδο (2008-2012), τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, τους περιορισμούς στόχων και την ποσοστιαία μεταβολή των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα από την καύση των ορυκτών καυσίμων μεταξύ του 1990 και του 2009.

2.2 Διεθνής Ναυτιλιακός Οργανισμός (IMO)

Τα πλοία ευθύνονται για ένα μεγάλο ποσοστό των ρύπων της ατμόσφαιρας. Ο κυριότερος και παγκόσμιος οργανισμός που μπορεί να επιβάλλει νομοθετικούς περιορισμούς είναι ο Διεθνής Ναυτιλιακός Οργανισμός (IMO). Επιπλέον φορείς είναι η Ευρωπαϊκή Επιτροπή (Europe Council) και κάποια μεμονωμένα κράτη.

Ο Διεθνής Ναυτιλιακός Οργανισμός (IMO), που είναι γνωστός ως Διακυβερνητικός Ναυτιλιακός Συμβουλευτικός Οργανισμός (IMCO) μέχρι το 1982, ιδρύθηκε στη Γενεύη το 1948, και τέθηκε σε ισχύ δέκα χρόνια αργότερα, συνεδρίασαν για πρώτη φορά το 1959.

Με έδρα το Λονδίνο, ο Διεθνής Ναυτιλιακός Οργανισμός είναι μια εξειδικευμένη υπηρεσία του Οργανισμού Ηνωμένων Εθνών με 170 κράτη μέλη και τρία μέλη. Πρωταρχικός σκοπός του IMO είναι να αναπτύξει και να διατηρήσει ένα συνολικό κανονιστικό πλαίσιο για τη ναυτιλία και η αποστολή του σήμερα περιλαμβάνει την ασφάλεια, περιβαλλοντικές ανησυχίες, νομικά θέματα, τεχνική συνεργασία, θαλάσσια ασφάλεια και η αποτελεσματικότητα της ναυτιλίας. Ο Διεθνής Ναυτιλιακός Οργανισμός διέπεται από μια συνέλευση των μελών του και οικονομικά διοικείται από το συμβούλιο του τα μέλη του οποίου εκλέγονται από τη Συνέλευση. Το έργο του IMO διεξάγεται μέσω πέντε επιτροπών και αυτές υποστηρίζονται από τεχνικές υποεπιτροπές. Οι οργανώσεις-μέλη του ΟΗΕ, μπορούν να παρακολουθήσουν τις εργασίες του ΔΝΟ. Το καθεστώς του παρατηρητή χορηγείται σε μη κυβερνητικές οργανώσεις.

Ο ΔΝΟ υποστηρίζεται από μια μόνιμη γραμματεία των εργαζομένων που είναι εκπρόσωποι των μελών του. Η γραμματεία αποτελείται από ένα Γενικό Γραμματέα ο οποίος περιοδικά εκλέγεται από τη Γενική Συνέλευση, καθώς και διάφορα τμήματα, όπως αυτά για τη θαλάσσια ασφάλεια, την προστασία του περιβάλλοντος, καθώς και ένα τμήμα συνεδρίων.

2.3 Σύμβαση MARPOL για την πρόληψη της ρύπανσης στα πλοία

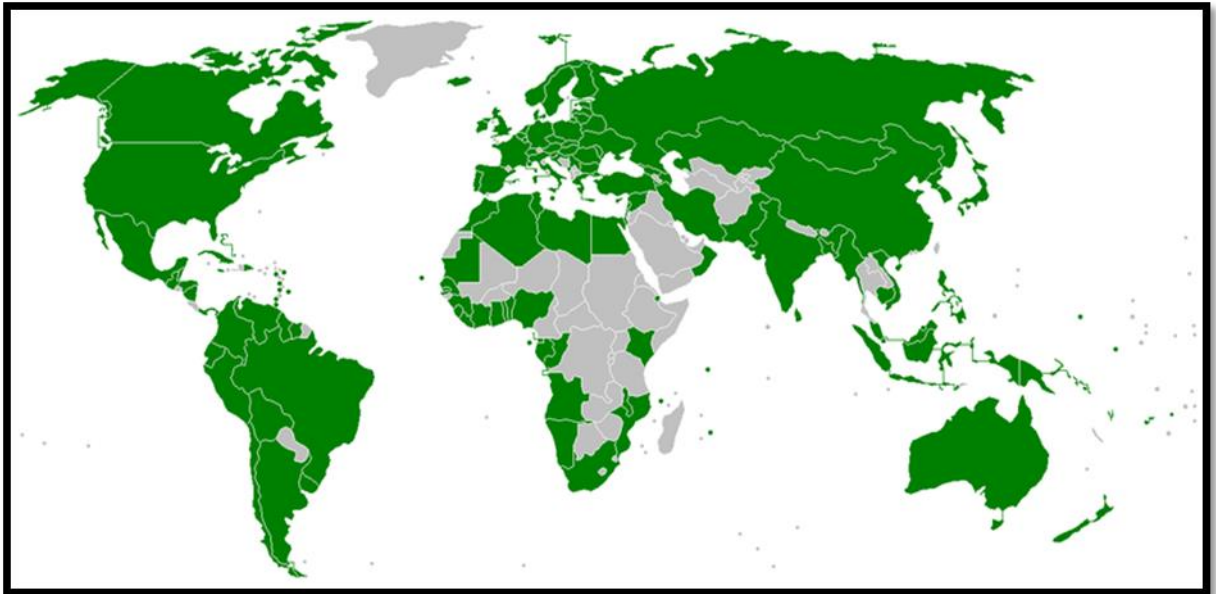
Ο Διεθνής Ναυτικός Οργανισμός (IMO) τροποποίησε το πρωτόκολλο του 1978 και δημιούργησε την διεθνή σύμβαση Marpol 73/78. Η Marpol 73/78 είναι μία από τις πιο σημαντικές διεθνείς θαλάσσιες συμβάσεις για το περιβάλλον. Έχει σχεδιαστεί για την ελαχιστοποίηση της ρύπανσης των θαλασσών, όπως το πετρέλαιο και τη ρύπανση από τα καυσαέρια. Σκοπός της σύμβασης είναι να διατηρηθεί το θαλάσσιο περιβάλλον μέσα από την πλήρη εξάλειψη της ρύπανσης από το πετρέλαιο και άλλες επιβλαβείς ουσίες και την ελαχιστοποίηση από τυχαίες απορρίψεις των ουσιών αυτών.

Η αρχική σύμβαση MARPOL υπεγράφη στις 17 Φεβρουαρίου του 1973, αλλά δεν είχε τεθεί σε ισχύ. Η παρούσα Σύμβαση είναι ένας συνδυασμός της Σύμβασης του 1973 και του πρωτοκόλλου του 1978. Τέθηκε σε ισχύ στις 2 Οκτωβρίου 1983. Στις 31 Δεκεμβρίου του 2005, ίσχυε σε 136 χώρες, που αντιπροσωπεύουν το 98% της χωρητικότητας της παγκόσμιας ναυτιλίας, είναι συμβαλλόμενα μέρη της Σύμβασης.

Όλα τα πλοία με σημαία κράτους με χώρες που έχουν υπογράψει τη Σύμβαση MARPOL υπόκεινται στις απαιτήσεις της, ανεξάρτητα από το πού πλέουν και τα κράτη-μέλη είναι υπεύθυνα για τα σκάφη που είναι νηολογημένα σύμφωνα με τους εθνικούς κανονισμούς τους.

Η σύμβαση περιλαμβάνει έξι παραρτήματα που ασχολούνται με την πρόληψη διαφόρων μορφών της θαλάσσιας ρύπανσης από τα πλοία, τα οποία είναι τα εξής:

- Παράρτημα I - Πετρέλαιο
- Παράρτημα II - Επιβλαβείς υγρές ουσίες που μεταφέρονται χύδην
- Παράρτημα III - Επιβλαβείς ουσίες που μεταφέρονται σε συσκευασμένη μορφή
- Παράρτημα IV - Αποχετεύσεις
- Παράρτημα V - Σκουπίδια
- Παράρτημα VI - Ατμοσφαιρική Ρύπανση



Σχήμα 2.3 Συμβαλλόμενα μέρη της σύμβασης MARPOL 73/78, η οποία είναι σύμβαση για την θαλάσσια ρύπανση

Η Ελλάδα έχει επικυρώσει όλα τα παραρτήματα και τις τροποποιήσεις της MARPOL 73/78. Επιπλέον το παράρτημα VI η Ελλάδα το έχει επικυρώσει με τον νόμο 3104/03 (ΦΕΚ Α'28/03).

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 δεξαμενοπλοίων στα οποία μπορεί να απαιτηθεί η ύπαρξη συστημάτων ελέγχου εκπομπών πτητικών οργανικών ενώσεων (VOCs).

Τα βασικότερα σημεία του παραρτήματος VI της MARPOL 73/78 είναι :

1.Πεδίο εφαρμογής

Το παράρτημα VI της MARPOL 73/78 για την πρόληψη ρύπανσης του αέρα, εφαρμόζεται σε όλα τα πλοία, σύμφωνα με τις επί μέρους απαιτήσεις.

2.Επιθεωρήσεις-Κανονισμός

2.1 Σε κάθε πλοίο ολικής χωρητικότητας 400 gt (grain tonnage) και άνω και κάθε μόνιμη και πλωτή εγκατάσταση εξόρυξης πετρελαίου και άλλες πλατφόρμες, διενεργούνται οι ακόλουθες επιθεωρήσεις:

α) αρχική επιθεώρηση: διενεργείται πριν το πλοίο τεθεί σε λειτουργία ή πριν την έκδοση του Διεθνούς Πιστοποιητικού Πρόληψης Ρύπανσης του Αέρα.

β) περιοδικές επιθεωρήσεις : διενεργούνται σε χρόνο που καθορίζεται από την Αρχή, χωρίς να υπερβαίνει τα πέντε (5) έτη.

γ) τουλάχιστον μία ενδιάμεση επιθεώρηση: στην περίπτωση που λαμβάνει χώρα μόνο μια τέτοια επιθεώρηση κατά την διάρκεια των πέντε ετών, αυτή θα πραγματοποιείται μέσα σε χρονικό διάστημα έξι μηνών πριν ή μετά την ημερομηνία του μέσου της περιόδου αυτής (6 μήνες πριν ή μετά τα 2,5 έτη).

Οι παραπάνω επιθεωρήσεις πρέπει να διασφαλίζουν ότι ο εξοπλισμός, τα συστήματα, εξαρτήματα, διατάξεις και υλικά συμμορφώνονται πλήρως με τις εφαρμοζόμενες απαιτήσεις για τον έλεγχο των εκπομπών και είναι σε καλή κατάσταση λειτουργίας.

2.2 Οι επιθεωρήσεις των υπόχρεων πλοίων γίνονται είτε από επιθεωρητές της Αρχής είτε από Αναγνωρισμένους Οργανισμούς (Α.Ο).

2.3 Εφόσον, κατά τη διενέργεια της επιθεώρησης, ήθελε κριθεί από τον επιθεωρητή ότι ο εξοπλισμός του πλοίου δεν ανταποκρίνεται στα στοιχεία του Πιστοποιητικού, θα λαμβάνεται μέριμνα προκειμένου να διασφαλίζεται ότι έχουν ληφθεί ενέργειες αποκατάστασης του, με παράλληλη ενημέρωση της Αρχής.

2.4 Για οποιοσδήποτε αλλαγές στον εξοπλισμό , συστήματα , εξαρτήματα , διατάξεις ή υλικά που καλύπτονται από την επιθεώρηση ,απαιτείται η προηγούμενη έγκριση της Αρχής.

2.3 Έκδοση Διεθνούς Πιστοποιητικού Πρόληψης Ρύπανσης του Αέρα (ΔΠΠΡΑ)

International Air Pollution Prevention Certificate (IAPPC) – Κανονισμός 6

2.3.1 Τα πλοία και οι πλατφόρμες ή εξέδρες εξόρυξης πετρελαίου που υποχρεούνται σύμφωνα με τον επισυναπτόμενο Πίνακα να έχουν ΔΠΠΡΑ και κατασκευάστηκαν πριν την 19η Μαΐου 2005 (υπάρχοντα πλοία), θα εφοδιάζονται με Διεθνές Πιστοποιητικό Πρόληψης Ρύπανσης του Αέρα , που θα χορηγείται όχι αργότερα από την πρώτη προγραμματισμένη επιθεώρηση στην ξηρά, μετά την 19η Μαΐου 2005 αλλά σε καμία περίπτωση μετά την 19η Μαΐου 2008.

2.3.2 Το ΔΠΠΡΑ εκδίδεται είτε από την Αρχή είτε από Αναγνωρισμένο Οργανισμό.

2.3.3 Ο τύπος του Πιστοποιητικού θα ανταποκρίνεται στο υπόδειγμα που παρατίθεται στο Προσάρτημα I του Παραρτήματος του εν λόγω Πρωτοκόλλου και θα συντάσσεται στην Ελληνική και Αγγλική γλώσσα.

2.3.4 Το εν λόγω Πιστοποιητικό έχει διάρκεια ισχύος πέντε έτη από την ημερομηνία έκδοσής του.

2.4 Απαιτήσεις για τον έλεγχο των εκπομπών από τα πλοία

Σύμφωνα με τους εννοιολογικούς προσδιορισμούς του υπόψη Νόμου, ως «εκπομπή » νοείται η οποιαδήποτε απελευθέρωση ουσιών από πλοία στον αέρα ή στη θάλασσα, που υπόκειται σε έλεγχο από το Παράρτημα VI της Δ.Σ. MARPOL 73/78.

2.4.1 Οξείδια του αζώτου (NO_x) - Κανονισμός 13

Ο Κανονισμός αυτός εφαρμόζεται σε κάθε μηχανή diesel με ισχύ μεγαλύτερη από 130 KW, η οποία εγκαθίσταται σε 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, η 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 θεωρείται οποιαδήποτε σημαντική μετατροπή, όπως ορίζεται στον Τεχνικό Κώδικα για τον Έλεγχο Εκπομπών Οξειδίων του Αζώτου από Ναυτικές Μηχανές diesel

(Τεχνικός Κώδικας NO_x), 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 οι στροφές λειτουργίας n είναι μικρότερες από 130 rpm,
- 45,0 x n-0,2 g/KWh όταν οι στροφές λειτουργίας n είναι μεγαλύτερες ή ίσες από 130 αλλά μικρότερο από 2000 rpm,
- 9,8 g/KWh όταν οι στροφές λειτουργίας n είναι ίσες ή μεγαλύτερες 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.

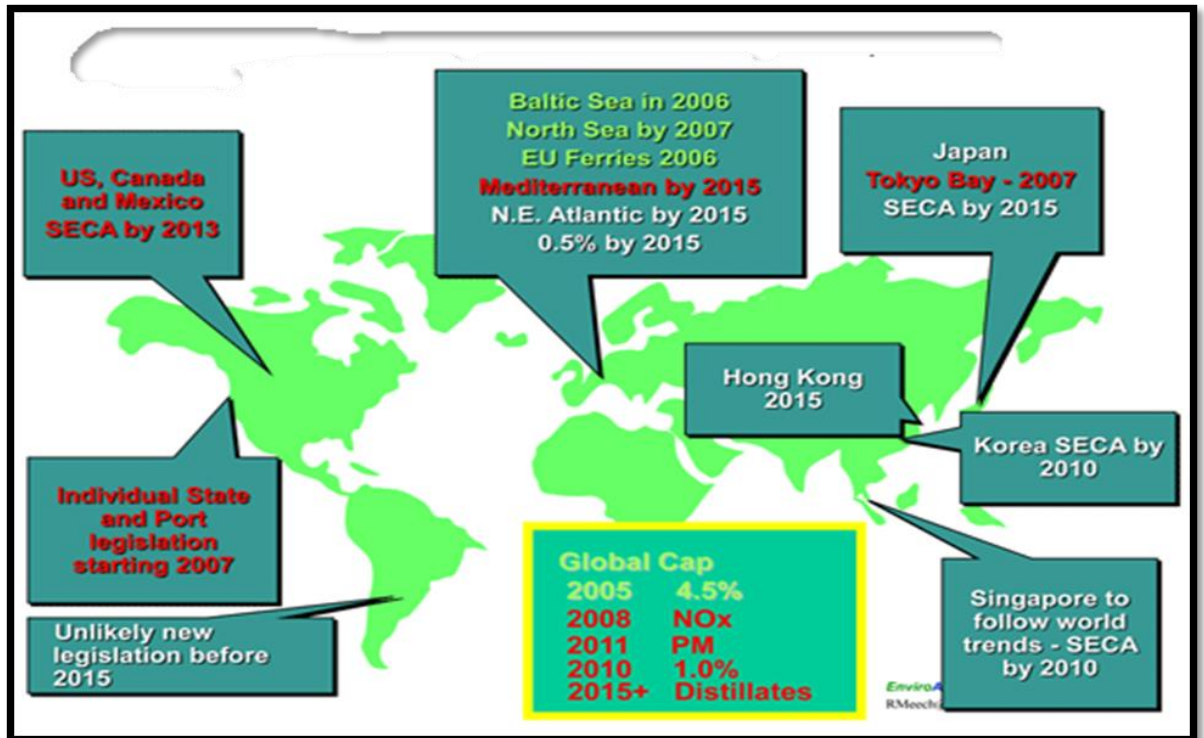
2.4.2 Πτητικές οργανικές ενώσεις (VOC).

MARPOL Annex VI - Κανονισμός 15 (IMO).

Στον Κανονισμό αυτό καθορίζονται γενικές απαιτήσεις , υποχρεώσεις , στην περίπτωση που ένα Μέρος του Πρωτόκολλου 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 του IMO. 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.

2.4.3 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 < 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 ($S < 4,5\%$ κ.β. είτε $S < 1,5\%$ κ.β. σε περιοχές ελέγχου εκπομπών SO_x), αυτή θα αναφέρεται στο δελτίο παράδοσης του καυσίμου (bunker delivery note), με ευθύνη του προμηθευτή.



Σχήμα 2.4 Χάρτης Seca Area, δηλαδή οι θαλάσσιες περιοχές που πληρούν τις διαδικασίες από τον κανονισμό της MARPOL

2.5 Ευρωπαϊκή και Ελληνική νομοθεσία για τους ρύπους

2.5.1 Οδηγίες και στόχοι της Ευρωπαϊκής Ένωσης για τις εκπομπές των πλοίων

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 (6th Environment Action Programme) του οποίου ένας από τους στόχους είναι να επιτευχθούν τα επίπεδα ατμοσφαιρικής ποιότητας που δεν προκαλούν βλάβες 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 οι παρακάτω:

- 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 σε αιωρούμενα σωματίδια (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 αναπτυχθούν κοινές κινήσεις δράσης για να επιτευχθούν αυτοί οι στόχοι. Οι κοινές αυτές κινήσεις δράσης περιλαμβάνουν :

- 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 την δυνατότητα παροχής οικονομικών κινήτρων για την προώθηση αυτόντων εγκαταστάσεων και να λάβουν μέτρα προς την κατεύθυνση της εναρμόνισης των εγκαταστάσεων ηλεκτροδότησης από την ξηρά.
- 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.

2.5.2 Η Ελληνική νομοθεσία για τις εκπομπές των ρύπων

Στην Ελλάδα όπως έχει αναφερθεί στην αρχή του Κεφαλαίου είναι σε ισχύ το Παράρτημα VI της Δ.Σ. ΜΑΚΡΟΛ 73/78. Συγκεκριμένα στο ΦΕΚ 28 Α' /10-02-2003 δημοσιεύθηκε ο Ν. 3104/2003, με τον οποίο η Ελλάδα επικύρωσε το Πρωτόκολλο του 1997, που τροποποιεί τη Διεθνή Σύμβαση για την πρόληψη ρύπανσης από πλοία του 1973, όπως τροποποιήθηκε από το Πρωτόκολλο του 1978 που σχετίζεται με αυτή (Δ.Σ. ΜΑΚΡΟΙ 73/78). Με τις διατάξεις του εν λόγω Πρωτοκόλλου, προστίθεται το Παράρτημα VI στη Διεθνή Σύμβαση, μετά το υπάρχον Παράρτημα V, που τιτλοφορείται "Κανονισμοί για την Πρόληψη Ρύπανσης του Αέρα από Πλοία". Το άνω Παράρτημα VI της Δ.Σ. ΜΑΚΡΟΙ 73/78, όπως έχει ειπωθεί έχει τεθεί σε ισχύ την 19η Μαΐου 2005. Σε αυτό το σημείο αναφέρεται ότι αρμόδιες αρχές για τον έλεγχο εφαρμογής των διατάξεων του Ν. 3104/2003 είναι στην Ελλάδα το ΥΕΝ/ΚΕΕΠ (Κέντρο Επιθεώρησης Εμπορικών Πλοίων) και οι Λιμενικές Αρχές. Στους παραβάτες των διατάξεων του Νόμου 3104/03 επιβάλλονται οι κυρώσεις του άρθρου 9 του Ν. 1269/1982 (ΦΕΚ 89 Α). Για την κύρωση της Διεθνούς Σύμβασης «περί προλήψεως της ρυπάνσεως της θαλάσσης από πλοία» του 1973 και του Πρωτοκόλλου του 1978, που αναφέρεται σε αυτή τη Σύμβαση".

Η Ελλάδα ως μέλος της Ευρωπαϊκής Ένωσης οφείλει να εναρμονίζεται με τις οδηγίες, κανονισμούς και προγράμματα της που έχουν ως στόχο την καλύτερευση της ποιότητας της ατμόσφαιρας λόγω των μέσων μεταφοράς συμπεριλαμβανομένων και των πλοίων ενώ έχει επικυρώσει όλα τα παραρτήματα της ΜΑΚΡΟΙ 73/78.

2.6 Αναθεωρημένο παράρτημα της VI της ΜΑΡΡΟΛ 73/78

Διεθνές Πιστοποιητικό Πρόληψης της Ρύπανσης του Αέρα (ΔΠΠΡΑ – ΙΑΡΡΡ)

Στο Προσάρτημα I του αναθεωρημένου Παραρτήματος VI της ΔΣ ΜΑΚΡΟΙ. 73/78 παρατίθεται ο νέος τύπος του εν λόγω Πιστοποιητικού, στον οποίο έχουν ενσωματωθεί τόσο οι σχετικές τροποποιήσεις που είχαν υιοθετηθεί μετά την αρχική θέση σε ισχύ του Παραρτήματος όσο και νέες που ανέκυψαν λόγω της τροποποίησης των Κανονισμών 13 και 14 αυτού.

Εκπομπές πτητικών οργανικών ενώσεων (VOC) - Κανονισμός 15

8. Σύμφωνα με τον τροποποιημένο Κανονισμό 15, τα δεξαμενόπλοια μεταφοράς αργού πετρελαίου θα πρέπει να εφοδιάζονται με Σχέδιο Διαχείρισης Πτητικών Οργανικών Ενώσεων (VOC Management Plan) εγκεκριμένο από την Αρχή. Στο εγχειρίδιο αυτό καταγράφονται οι

διαδικασίες που εφαρμόζονται στο πλοίο για την ελαχιστοποίηση της εκπομπής πτητικών οργανικών ενώσεων κατά τη φορτοεκφόρτωση, τον πλου και την πλύση με αργό πετρέλαιο (COW) και ορίζεται αρμόδιο πρόσωπο για την εφαρμογή του εγχειριδίου. Για τα πλοία διεθνών πλόων το εγχειρίδιο αυτό θα πρέπει να συντάσσεται στη γλώσσα εργασίας του πλοίου και εάν αυτή δεν είναι τα αγγλικά, γαλλικά ή ισπανικά θα πρέπει να είναι μεταφρασμένο και σε μία από αυτές.

9. Οι Λιμενικές Αρχές και οι Αναγνωρισμένοι Οργανισμοί, προς τους οποίους αποστέλλεται η παρούσα, να προβούν σε όλες τις απαιτούμενες ενέργειες για την έγκαιρη υλοποίηση των διατάξεων του Νόμου αυτού, ενημερώνοντας παράλληλα για το περιεχόμενο της παρούσας τις υφιστάμενες τους Αρχές, προς αποφυγή δημιουργίας προβλημάτων και καθυστερήσεων στα πλοία από της θέσεως σε ισχύ του αναθεωρημένου Παραρτήματος VI της ΔΣ ΜΑΚΡΟΛ 73/78 την 01-07-2010.

2.7 Εξοικονόμηση καυσίμου και οι τελευταίες εξελίξεις στους νόμους της ενεργειακής απόδοσης

Ο Διεθνής Ναυτικός Οργανισμός (IMO), μέσω της Επιτροπής Θαλάσσιας Προστασίας Περιβάλλοντος (MEPC), δημιουργεί κανονισμούς για να βελτιώσει την ενεργειακή απόδοση στα πλοία. Ο πρώτος κανονισμός για το διοξείδιο του άνθρακα (CO₂) υιοθετήθηκε από την επιτροπή MEPC 62 τον Ιούλιο του 2011. Αυτός είναι ο Δείκτης Σχεδιασμού Ενεργειακής Απόδοσης (EEDI) και το Σχέδιο Διαχείρισης Ενεργειακής Απόδοσης Πλοίου (SEEMP) και οι δύο έχουν μπει σε ισχύ από την 1 Ιανουαρίου του 2013.

2.8 Δείκτης Σχεδιασμού Ενεργειακής Απόδοσης (EEDI)

Ο Δείκτης Σχεδιασμού Ενεργειακής Απόδοσης (EEDI) δείχνει πόσο διοξείδιο του άνθρακα παράγει ένα εμπορικό πλοίο, εν σχέση με την αξία που μετριέται με την χωρητικότητα του. Οι απαιτήσεις του EEDI θα ισχύουν σε καινούργια πλοία χωρητικότητας 400GT. Καινούργιο πλοίο σημαίνει:

Το συμβόλαιο για την κατασκευή του να είναι ως ή μετά την 1 Ιανουαρίου του 2013

Αν δεν έχουν συμβόλαιο για την κατασκευή του, η καρίνα η οποία έχει τοποθετηθεί και είναι περίπου στο ίδιο στάδιο κατασκευής ως ή μετά την 1 Ιανουαρίου ή η παραλαβή του να είναι ως ή μετά την 1 Ιουλίου του 2015.

2.9 Υπολογισμός του δείκτη EEDI

Ο Δείκτης Σχεδιασμού Ενεργειακής Απόδοσης (EEDI) υπολογίζεται σ'έναν μεγάλο αριθμό παραμέτρων. Βασίζεται στην τοποθετημένη κεντρική μηχανή, την ταχύτητα που αναπτύσσεται στο 75% MCR και στο σχέδιο του πλοίου, την κυρίως και την βοηθητική μηχανή και το είδος του καυσίμου που καίγεται (μέσω των εκπομπών καυσαερίων του διοξειδίου του άνθρακα. Το αποτέλεσμα εκφράζεται σε εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) που είναι σε γραμμάρια ανά τόνο μεταφοράς χυδών φορτίου, σ'ένα ναυτικό μίλι (g CO₂/ton mile). Ο υπολογισμός γίνεται από την παρακάτω φόρμουλα:

$$EEDI = \frac{\text{Περιβαλλοντικό Κόστος}}{\text{Κοινωνικό Όφελος}} = \frac{\text{Συνολικές Εκπομπές CO}_2 \text{ [gr]}}{\text{Μεταφορικό Έργο [tns} \cdot \text{n.miles]}} =$$

$$\frac{\text{Εκπομπές CO}_2 \text{ (Κύριες και Βοηθητικές Μηχανές και Εξαρτ. Κινητήρες - Καινοτόμος τεχνολογία ανάκτησης ισχύος)}}{\text{Μεταφορική δυνατότητα} \cdot \text{Ταχύτητα}} =$$

$$\frac{\left(\prod_{j=1}^M f_j \left(\sum_{i=1}^{nME} P_{ME(i)} \cdot C_{FME(i)} \cdot SFC_{ME(i)} \right) + (P_{AE} \cdot C_{FAE} \cdot SFC_{AE}^*) + \left[\left(\prod_{j=1}^M f_j \cdot \sum_{i=1}^{nPT(i)} P_{PT(i)} - \sum_{i=1}^{nEff} f_{Eff(i)} \cdot P_{AEff(i)} \right) \cdot C_{FAE} \cdot SFC_{AE} \right] - \left(\sum_{i=1}^{nEff} f_{Eff(i)} \cdot P_{Eff(i)} \cdot C_{FME} \cdot SFC_{ME} \right) \right)}{f_i \cdot Capacity \cdot V_{ref} \cdot f_W}$$

2.9.1 Εξοικονόμηση καυσίμου και μείωση του EEDI

Οι επίσημες οδηγίες από τον Διεθνή Ναυτικό Οργανισμό (IMO), εξηγούν πως ο υπολογισμός του EEDI, ίσως επηρεαστεί από τα μέτρα για την εξοικονόμηση του καυσίμου, όμως δεν έχουν τοποθετηθεί όλα τα μέτρα στις οδηγίες. Το πιο αποτελεσματικό μέτρο είναι η μείωση της ταχύτητα. Η μείωση 10% της ταχύτητας έχει αποτέλεσμα στη μείωση της εγκατεστημένης ισχύος τουλάχιστον 25% και το EEDI είναι μειωμένο κατά 20%.

Σημαντικό είναι να θυμόμαστε ότι η εγκατεστημένη ισχύ, ίσως μειώσει το EEDI και όχι την ζήτηση ισχύος, η οποία μας λέει πόση εγκατεστημένη ισχύ χρησιμοποιείται για να πλησιάσει την ταχύτητα σχεδίασης. Όποιο μέτρο μπορεί να μειώσει την κατανάλωση της ζήτησης ισχύος, θα μειώσει και το EEDI, μόνο αν το κυρίως μέγεθος του κινητήρα έχει μείωση απόδοσης. Η μείωση της απόδοσης της μηχανής σημαίνει περιορισμός στην

μεγαλύτερη απόδοση. Υπάρχει ένας μεγάλος αριθμός από εμπορικές και ασφαλιστικές ανησυχίες, που είναι σχετικές με την μείωση των αποδόσεων.

2.9.2 Καταγραφή του EEDI

Ένα καινούργιο Διεθνές Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης (IEEC), θα εισηχθεί για όλα τα πλοία και αυτό θα περιλαμβάνει ένα συμπληρωματικό στοιχείο εγγραφής που σχετίζεται με την ενεργειακή απόδοση του πλοίου, όπως το σύστημα προώθησης, ώστε να επιτυχθεί το EEDI για τα καινούργια πλοία όπως και το SEEMP.

Τα ναυπηγεία, ο σχεδιαστής ή ο σύμβουλος θα πρέπει να δημιουργήσει το τεχνικό έγγραφο EEDI το οποίο περιέχει τα απαραίτητα έγγραφα και υπολογισμούς. Η εξακρίβωση γίνεται σε δύο στάδια:

Έναν προκαταρκτικό έλεγχο στο στάδιο του σχεδιασμού με βάση δοκιμές σε δεξαμενή
Τα στοιχεία των κατασκευαστών και τα στοιχεία του σχεδιασμού.

Κατά την διάρκεια της δοκιμής της ταχύτητας, η ταχύτητα θα μετρηθεί και ο τεχνικός φάκελος θα ενημερωθεί, μαζί με το πιστοποιητικό του κινητήρα και άλλα απαραίτητα έγγραφα. Το τεχνικό έγγραφο του EEDI, στην συνέχεια θα πρέπει να ελέγχεται από το κράτος της σημαίας ή από αναγνωρισμένο οργανισμό και εκδίδεται από το IEEC.

2.9.3 Μείωση του EEDI

Ο κανονισμός κάνει διακρίσεις μεταξύ των τύπων των πλοίων που απαιτούνται για τον υπολογισμό του EEDI και εκείνων που πρέπει να έχουν EEDI κάτω από ορισμένες απαιτήσεις του. Μερικοί τύποι πλοίων πρέπει να συμμορφώνονται με τις ειδικές απαιτήσεις επιπέδου EEDI, για να αποκτήσουν το IEEC που ορίζεται από τον παρακάτω πίνακα, ο οποίος δείχνει την γραμμή χρόνου για την επίτευξη των απαιτούμενων επιπέδων.

Πίνακας 2.1 Παράγοντες μείωσης σε σχέση με το EEDI ανάλογα με την γραμμή αναφοράς για διάφορα πλοία, πηγή: DNV

Reduction factors (in percentage) for the EEDI relative to the reference line for each ship type.					
	Size	Phase 0 1 Jan 2013 – 31 Dec 2014	Phase 1 1 Jan 2015 – 31 Dec 2019	Phase 2 1 Jan 2020 – 31 Dec 2024	Phase 3 1 Jan 2025 onwards
Bulk Carriers	>20,000 Dwt	0%	10%	20%	30%
	10-20,000 Dwt	n/a	0-10%*	0-20%*	0-30%*
Gas tankers	>10,000 Dwt	0%	10%	20%	30%
	2-10,000 Dwt	n/a	0-10%*	0-20%*	0-30%*
Tanker and combination carriers	>20,000 Dwt	0%	10%	20%	30%
	4-20,000 Dwt	n/a	0-10%*	0-20%*	0-30%*
Container ships	>15,000 Dwt	0%	10%	20%	30%
	10-15,000 Dwt	n/a	0-10%*	0-20%*	0-30%*
General Cargo ships	>15,000 Dwt	0%	10%	15%	30%
	3-15,000 Dwt	n/a	0-10%*	0-15%*	0-30%*
Refrigerated cargo carriers	>5,000 Dwt	0%	10%	15%	30%
	3-5,000 Dwt	n/a	0-10%*	0-15%*	0-30%*

* The reduction factor is to be linearly interpolated between the two values depending on the vessel size. The lower value of the reduction factor is to be applied to the smaller ship size.

2.10 EEOI

Η Ενεργειακή Απόδοση Επιχειρησιακού Δείκτη (EEOI) είναι μια πρωτοβουλία του IMO για την παρακολούθηση της κατανάλωσης καυσίμων και τις εκπομπές CO₂ από τη λειτουργία των πλοίων. Το EEOI είναι ένα εθελοντικό εργαλείο και δεν πρόκειται να γίνει υποχρεωτικό. Ωστόσο, είναι ένα κομμάτι από το Σχέδιο Διαχείρισης Ενεργειακής Απόδοσης Πλοίου (SEEMP), που απαιτείται ήδη απ'όλα τα πλοία από την 1 Ιανουαρίου 2013.

2.10.1 Υπολογισμός EEOI

Όπως και το EEDI έτσι και το EEOI εκφράζεται σε γραμμάρια CO₂ που εκπέμπει ανά τόνο μεταφοράς χυδών φορτίου σ'ένα ναυτικό μίλι (gram CO₂/ton mile). Σε αντίθεση με το EEDI, ο υπολογισμός βασίζεται ,σχετικά με την πραγματική κατανάλωση καυσίμου και το φορτίο του σκάφους, έτσι έχουμε:

$$EEOI = \frac{\text{Total fuel consumption} * \text{Fuel Carbon Content}}{\text{Cargo mass or cargo unit} * \text{Actual distance traveled}}$$

2.10.2 Τεκμηρίωση ΕΕΟΙ

Σε αντίθεση με το EEDI, το ΕΕΟΙ αλλάζει με τον χρόνο και υπολογίζεται καθημερινώς χρησιμοποιώντας την μεσημεριανή αναφορά. Αυτό δεν είναι απαιτούμενο από την IMO, αλλά οι πλοιοκτήτες το ζητάνε κατά την επιλογή μιας ναυτιλιακής εταιρίας. Κάποιοι οργανισμοί όπως ο DNV προσφέρουν τις υπηρεσίες τους, ώστε να βοηθήσουν στην τεκμηρίωση του ΕΕΟΙ.

2.10.3 Μέτρα μείωσης του ΕΕΟΙ

Όλα τα μέτρα για την εξοικονόμηση καυσίμων θα μειώσουν το ΕΕΟΙ, όπως μετράται από την ημερήσια κατανάλωση καυσίμων. Όμως η κατανάλωση καυσίμου, εξαρτάται από τις καιρικές συνθήκες που ανέκυψαν, από την κατάσταση της καρίνας του πλοίου και της προπέλας και γενικά από όλη την λειτουργία του πλοίου. Είναι πολύ δύσκολο να απομονώσεις το αποτέλεσμα ενός συγκεκριμένου μέτρου εξοικονόμησης καυσίμων για το ΕΕΟΙ.

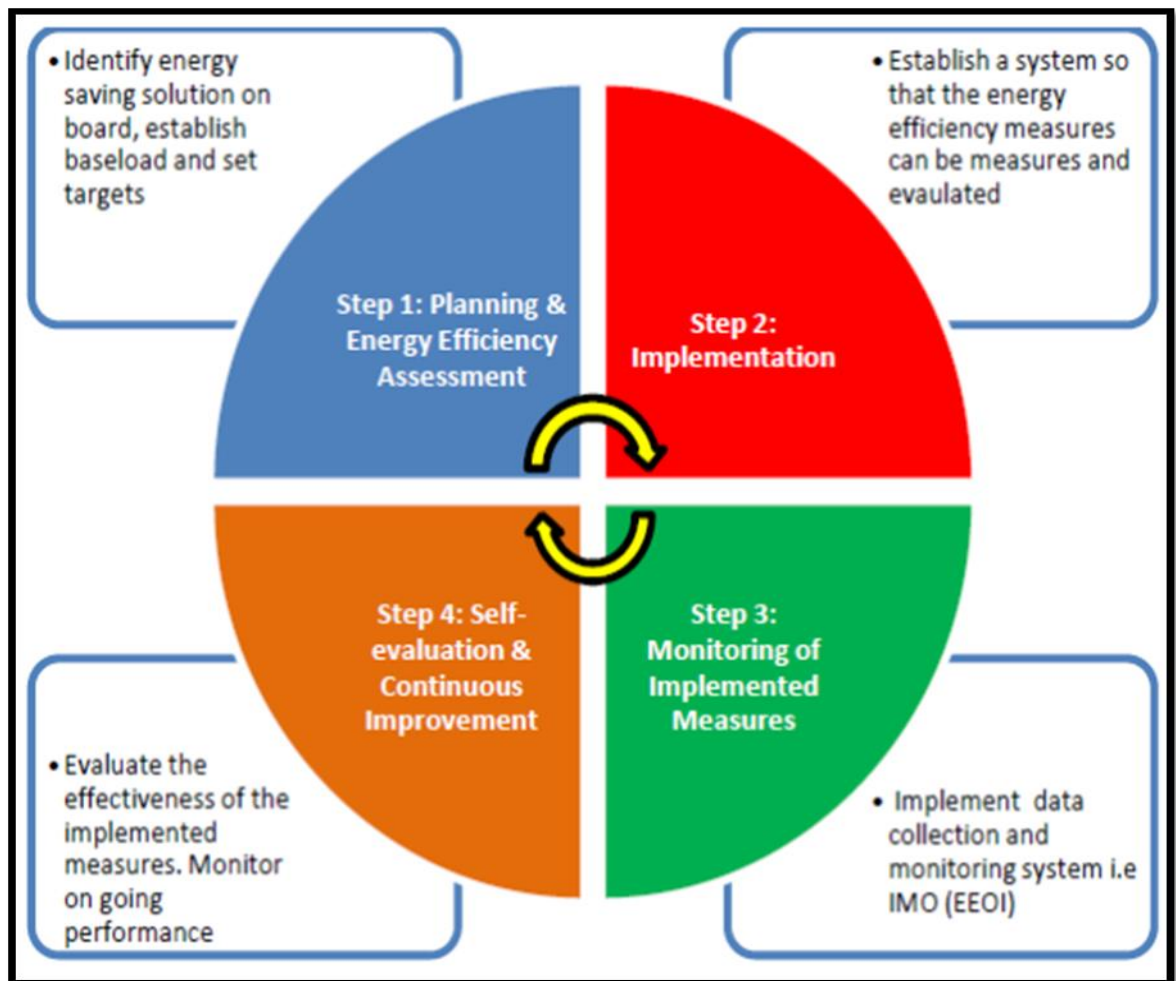
2.11 Τι είναι το SEEMP

Το Σχέδιο Διαχείρισης Ενεργειακής Απόδοσης πλοίου κατέστη υποχρεωτικό από το 2013 μέσω της νέας τροπολογίας στο παράρτημα VI της MARPOL που εγκρίθηκε τον Ιούλιο του 2011. Η παρουσία ενός SEEMP θα ελέγχεται από την πρώτη ενδιάμεση ή την καινούργια έρευνα για ανανέωση της Διεθνούς Πρόληψης της Ρύπανσης Αέρα (IAPP). Το πιστοποιητικό μετά τον Ιανουάριο του 2013, πρέπει να εκδοθεί. Δεν υπάρχουν συγκεκριμένες απαιτήσεις για την έγκριση του πιστοποιητικού από το SEEMP ή από άλλους οργανισμούς που πρέπει να παρουσιαστούν επί του πλοίου κατά την έρευνα.

Ο κυρίως σκοπός του SEEMP είναι να δημιουργήσει έναν μηχανισμό για την εταιρία και το πλοίο που να αποδεικνύει την βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης της λειτουργίας του πλοίου που συνδέεται κατά προτίμηση με την εταιρική πολιτική διαχείρισης της ενέργειας. Το SEEMP πρέπει να προσαρμοστεί με τα χαρακτηριστικά και τις ανάγκες των μεμονωμένων εταιριών και πλοίων.

Το SEEMP αναμένεται να οδηγήσει στη βελτίωση της διαχείρισης του πλοίου τεχνικά και λειτουργικά. Σε κάποιο βαθμό αυτό περιλαμβάνει και τη διοικητική μέριμνα αλλά αυτό απαιτεί όλους τους μετόχους της εκάστοτε εταιρίας και είναι πιο περίπλοκο να εφαρμοστεί.

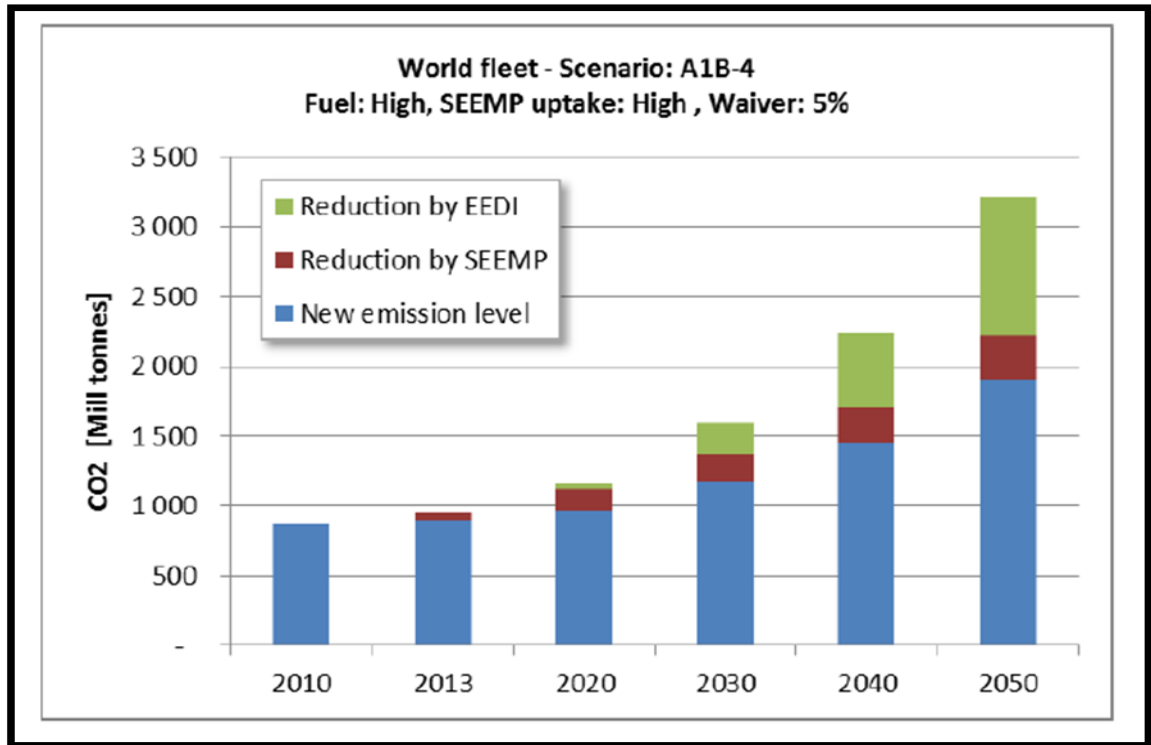
Όλα τα μέτρα που παρουσιάζονται σ' αυτήν την κατευθυντήρια γραμμή μπορούν να συμπεριληφθούν στο SEEMP.



Σχήμα 2.5 Τα βήματα ανάπτυξης ενός σχεδίου του SEEMP

2.11.1 Πως καταγράφεται το SEEMP

Η DNV έχει αναπτύξει το SEEMP για τους πελάτες σε όλο τον κόσμο και φέρνει μία συστηματική, δομημένη και αποδοτική προσέγγιση για κάθε έργο. Ως πρωταρχικός της στόχος του SEEMP είναι να χρησιμοποιούν λιγότερα καύσιμα τα πλοία. Το αποτέλεσμα μίας επιτυχημένης ανάπτυξης του SEEMP είναι η μείωση του κόστους, η μείωση των ωρών λειτουργίας και οι λιγότερες εκπομπές ρύπων από τα πλοία.



Σχήμα 2.6 Εκτιμώμενη μείωση των εκπομπών έως το 2050 από τα νέα μέτρα μείωσης των εκπομπών

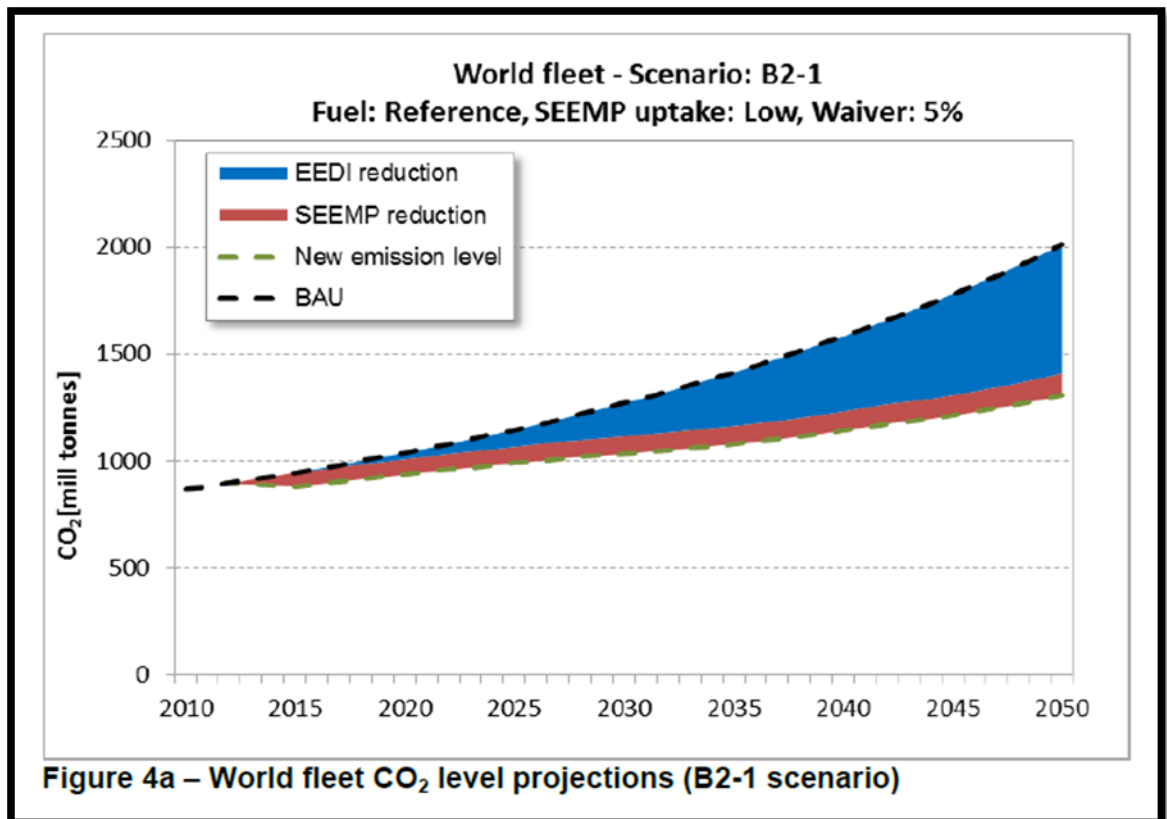


Figure 4a – World fleet CO₂ level projections (B2-1 scenario)

Σχήμα 2.7 Εκτιμώμενη αύξηση των εκπομπών μέχρι το 2050

Αυτό το σχήμα απεικονίζει ότι και χαμηλή ανάπτυξη να υπάρχει αλλά και χαμηλή πρόληψη οι εκπομπές θα συνεχίσουν να αυξάνονται. Έχουμε αυτό το αποτέλεσμα λόγω της αυξημένης ζήτησης των διεθνών μεταφορών που αντισταθμίζει οποιαδήποτε βελτίωση. Στόχος για την ναυτιλία είναι η μείωση 40%-50% μέχρι το 2050.

2.11.2 Συμβατικό Κίνητρο Για την Εξοικονόμηση Καυσίμων

Η Ενεργειακή Αποδοτικότητα Πλοίου δηλαδή το Σχέδιο Διαχείρισης (SEEMP) είναι υποχρεωτικό από την 1 Γενάρη του 2013 σύμφωνα με τις τροπολογίες MEPC 62 και το παράρτημα VI της MARPOL. Ως μέρος της τροπολογίας όλα τα πλοία 400 GT και άνω θα πρέπει να εκδώσουν ένα Διεθνές Πιστοποιητικό Ενέργειας (IEEC). Το πιστοποιητικό απαιτεί την παρουσία ενός SEEMP επί του σκάφους.

Το SEEMP ενσωματώνει τις βέλτιστες πρακτικές για το καύσιμο και την αποτελεσματικότερη λειτουργία των πλοίων, όπως η καλύτερη διαχείριση της ταχύτητας τους σ' ένα ταξίδι του. Το SEEMP προορίζεται για να βοηθήσει τη βιομηχανία να διαχειριστεί τις περιβαλλοντικές επιδόσεις των πλοίων και να είναι ένα πρακτικό μέσο για τη βελτίωση της λειτουργικής αποτελεσματικότητας. Αναπτύχθηκε μέσα από λεπτομερείς συζητήσεις μεταξύ των κρατών μελών, καθώς και με τις συμβουλές και τη βοήθεια από τη διεθνή ναυτιλιακή βιομηχανία, μέσα από μια εξειδικευμένη ομάδα εργασίας για τις εκπομπές αερίων θερμοκηπίου που συγκαλείται από τον Διεθνή Ναυτιλιακό Οργανισμό (IMO) και την Επιτροπή Προστασίας Θαλάσσιου Περιβάλλοντος (MEPC).



Σχήμα 2.8 Απεικόνιση του βιβλίου του SEEMP

Το SEEMP θα μπορούσε να είναι ενδεχομένως ένα μέρος του παραρτήματος VI της MARPOL, και επιδιώκει τη δημιουργία ενός μηχανισμού, σύμφωνα με την οποία μια εταιρεία μπορεί να ενσωματώσει τις βέλτιστες πρακτικές για το καύσιμο για την αποτελεσματικότερη λειτουργία των πλοίων της. Το SEEMP παρέχει την πιο αποτελεσματική μέθοδο λειτουργίας του πλοίου (βέλτιστη επιλογή διαδρομής, κατάλληλη συντήρηση, τα ωκεάνια ρεύματα και τις καιρικές συνθήκες) για τη μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα CO₂, διασφαλίζοντας τη ασφαλή λειτουργία και διατηρώντας ένα αυστηρό πρόγραμμα λειτουργίας.

Το SEEMP λειτουργεί ως οδηγός για τις επιχειρήσεις ώστε να αναπτύξουν ένα πακέτο πλοίου ειδικών μέτρων για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης του πλοίου. Υπάρχουν πέντε βασικά συστατικά του κάθε προγράμματος:

- Σχεδιασμός
- Εκτέλεση
- Παρακολούθηση
- Αυτο-αξιολόγηση
- Βελτίωση

Αυτά τα συστατικά παίζουν έναν κρίσιμο ρόλο σε ένα συνεχή κύκλο του πλοίου για τη βελτίωση της ενεργειακής διαχείρισης της ενέργειας του. Ένα σχέδιο SEEMP δεν είναι στατικό, αλλά θα πρέπει να είναι συνεχώς σε εξέλιξη.

Το πρώτο βήμα για την ανάπτυξη ενός αποδοτικού σχεδίου ενεργειακής διαχείρισης είναι η γνώση της κατανάλωσης ενέργειας του πλοίου, καθώς και των συσκευών εξοικονόμησης ενέργειας και τις διαδικασίες που ήδη υπάρχουν. Με βάση τις συζητήσεις με το προσωπικό, ο υπεύθυνος πρέπει να επανεξετάσει τις εκθέσεις ελέγχου για την ενέργεια και των υφιστάμενων συστημάτων περιβαλλοντικής διαχείρισης, προκειμένου να αξιολογήσει τις τρέχουσες πρακτικές αναφοράς επί του πλοίου. Ο υπεύθυνος πρέπει να αναπτύξει μια συνολική έκθεση σχετικά με την τρέχουσα κατανάλωση ενέργειας για το σκάφος και να συγκρίνει τις επιχειρησιακές πρακτικές με τις βέλτιστες πρακτικές που θα του αποφέρουν το επιθυμητό αποτέλεσμα.

Το συμβόλαιο το οποίο ρυθμίζει την σχέση μεταξύ του πλοιοκτήτη και του ναυλωτή ονομάζεται συμβόλαιο ναύλωσης. Υπάρχει συγκεκριμένος αριθμός συμβολαίων προς χρήση. Οι ναυλώσεις μπορεί να είναι γενικές ή συγκεκριμένες για χρονικό διάστημα ή για ένα ταξίδι ή για μεταφορά συγκεκριμένου εμπορικού φορτίου.

Γενικά υπάρχουν αρκετά κίνητρα προς τους ιδιοκτήτες πλοίων ώστε να κατασκευάσουν ή να επενδύσουν πάνω σε πλοία με οικονομικότερη κατανάλωση καυσίμου. Οι περισσότεροι

ιδιοκτήτες κάνουν έναν συνδυασμό ναύλωσης των πλοίων τους ανά ταξίδι και χρονικό διάστημα, πιο συγκεκριμένα συνήθως ναυλώνουν για προκαθορισμένο χρόνο το 70% με 80% του στόλου τους και το υπόλοιπο για μεταφορά αγαθών σε συγκεκριμένους τόπους.

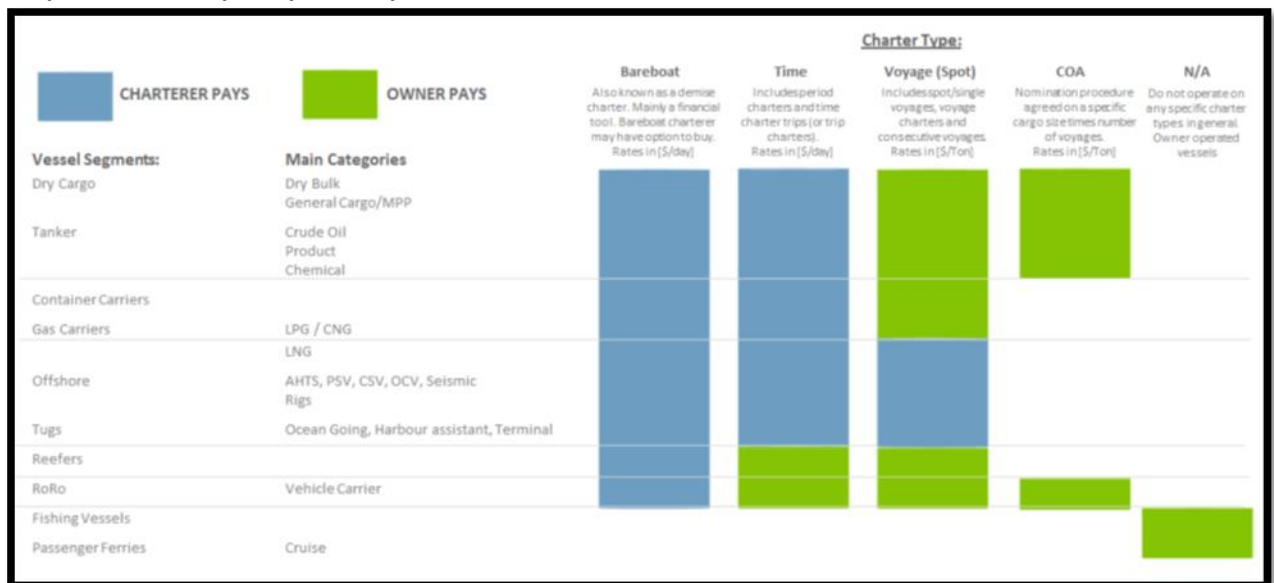
Οι πλοιοκτήτες πληρώνουν τα καύσιμα όταν το πλοίο είναι ναυλωμένο για συγκεκριμένο ταξίδι. Όταν το πλοίο είναι ναυλωμένο για συγκεκριμένο χρόνο τα καύσιμα τα πληρώνει ο ναυλωτής.

Επιπρόσθετα οι πλοιοκτήτες κατέχοντας πλοία με χαμηλή κατανάλωση καυσίμων έχουν τα ακόλουθα θετικά:

- Τα πλοία τους είναι πιο δελεαστικά για ναύλωση για συγκεκριμένο χρόνο.
- Έχουν καλύτερη μεταπωλητική αξία.
- Μειώνουν τα έξοδα τους όταν αυτά είναι ναυλωμένα ανά ταξίδι.

Η κατανάλωση καυσίμων έχει μια συνεχιζόμενη αύξηση τα τελευταία χρόνια, από 200\$ ανά τόνο που ήταν το 2005 έφτασε να κοστίζει σχεδόν 700\$ στα τέλη του 2011. Είναι ξεκάθαρο ότι οι επιπτώσεις και οι συνέπειες όσο αφορά τα έξοδα των καυσίμων έχουν αυξηθεί και έχουν τραβήξει την προσοχή τόσο των πλοιοκτητών όσο και των ναυλωτών.

Πίνακας 2.2 Υπεύθυνος είδος κόστους και τύπου πλοίου



Η ανεξάρτητη διεθνής ένωση εμπορικών πλοίων Βαλτικής και το Διεθνές Συμβούλιο Ναυτιλίας δουλεύουν μαζί με κορυφαίες κατασκευαστικές εταιρίες πλοίων ώστε να προσθέσουν στα υπάρχοντα συμβόλαια ναυλώσεων τον όρο της επιλογής της ταχύτητας ανά συμβόλαιο ναύλωσης.

Ο συγκεκριμένος όρος έχει αναπτυχθεί για τάνκερ, για πλοία ξηρού φορτίου και πλοία μεταφοράς και καθορίζει τις δύο ταχύτητες που πλέουν τα πλοία την χαμηλή και την πολύ χαμηλή.

Συγκεκριμένα χαμηλή ταχύτητα υφίσταται όταν η ταχύτητα είναι χαμηλότερη μετά από αίτημα του ναυλωτή, αλλά αυτό γίνεται όταν το πλοίο παράγει ατμό χωρίς την χρήση των μπόιλερ της βοηθητικής μηχανής του πλοίου.

3^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ

“ΝΑΥΤΙΛΙΑ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΟ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ”

3.1 Ιστορική αναδρομή του οικολογικού αποτυπώματος

Η πρώτη ακαδημαϊκή δημοσίευση για το οικολογικό αποτύπωμα ήταν από William Rees το 1992. Το οικολογικό αποτύπωμα και η μέθοδος υπολογισμού του αναπτύχθηκε ως διδακτορική διατριβή του Mathis Wackernagel, υπό την επίβλεψη Rees στο Πανεπιστήμιο της Βρετανικής Κολομβίας στο Βανκούβερ του Καναδά, μεταξύ του 1990 και 1994. Αρχικά, ο Wackernagel και ο Rees ονόμασαν την έννοια «Appropriated Carrying Capacity». Για να γίνει η ιδέα πιο προσιτή, ο Rees διατύπωσε τον όρο «οικολογικό αποτύπωμα», εμπνευσμένο από έναν τεχνικό ηλεκτρονικών υπολογιστών που παίνευε τον υπολογιστή του με το όνομα «μικρό αποτύπωμα γραφείου». Στις αρχές του 1996, ο Wackernagel και ο Rees δημοσίευσαν το βιβλίο «Our Ecological Footprint».

3.1.1 Τι είναι το οικολογικό αποτύπωμα

Ένας τρόπος να μετρηθούν οι επιδράσεις της ανθρώπινης δραστηριότητας πάνω στη γη είναι το "οικολογικό αποτύπωμα". Το "οικολογικό αποτύπωμα" είναι ένα μέτρο της "ζήτησης" (κατανάλωσης) φυσικών πόρων από μια κοινωνία για την κάλυψη των αναγκών της, συγκρίνοντας την με τη συνολική δυνατότητα της γης να παράγει και να αναπαράγει αυτούς τους πόρους.

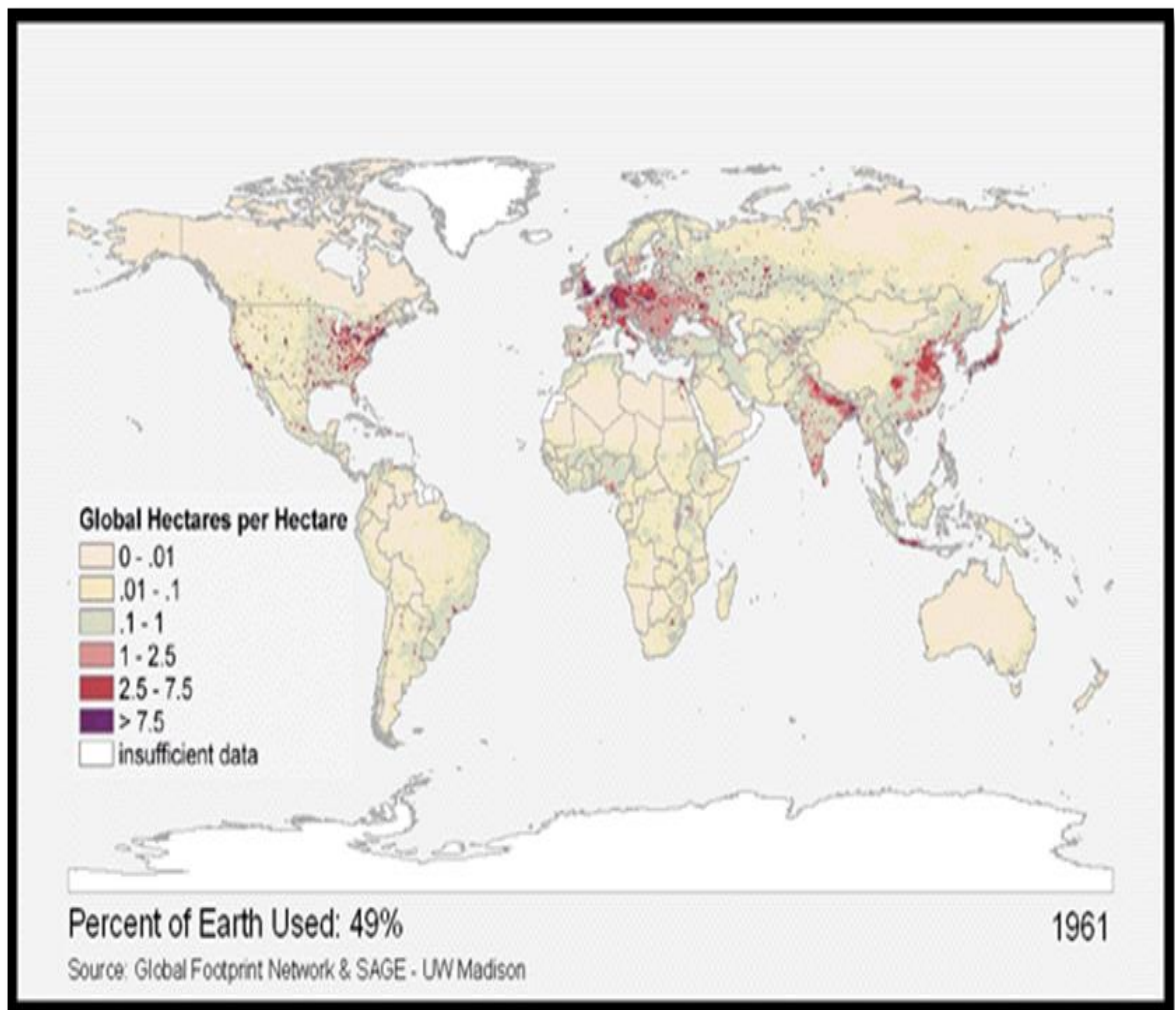
Το "οικολογικό αποτύπωμα" εκτιμάει τους φυσικούς πόρους που απαιτούνται για να υποστηριχθούν οι υλικές ανάγκες ενός ατόμου ή ενός πληθυσμού σύμφωνα με τον τρόπο ζωής, τις συνήθειες και την τεχνολογία που χρησιμοποιείται.

Για να είναι εύκολα μετρήσιμο και κατανοητό, το "οικολογικό αποτύπωμα" βασίζεται σε ένα μοντέλο που "μετατρέπει" τις διάφορες καταναλωτικές ανάγκες σε έκταση παραγωγικής γης, όπως γεωργική γη, δάσος (για ξύλο αλλά και για τη δέσμευση του διοξειδίου του άνθρακα), βοσκοτόπια, διαβρωμένη ή δομημένη γη, που απαιτούνται για να μπορούν να καλυφθούν αυτές οι ανάγκες.

Αν διαιρέσουμε τη διαθέσιμη επιφάνεια του πλανήτη δια του σημερινού παγκόσμιου πληθυσμού, υπολογίζεται ότι στον καθένα μας "αντιστοιχούν" περίπου 2 εκτάρια από τον

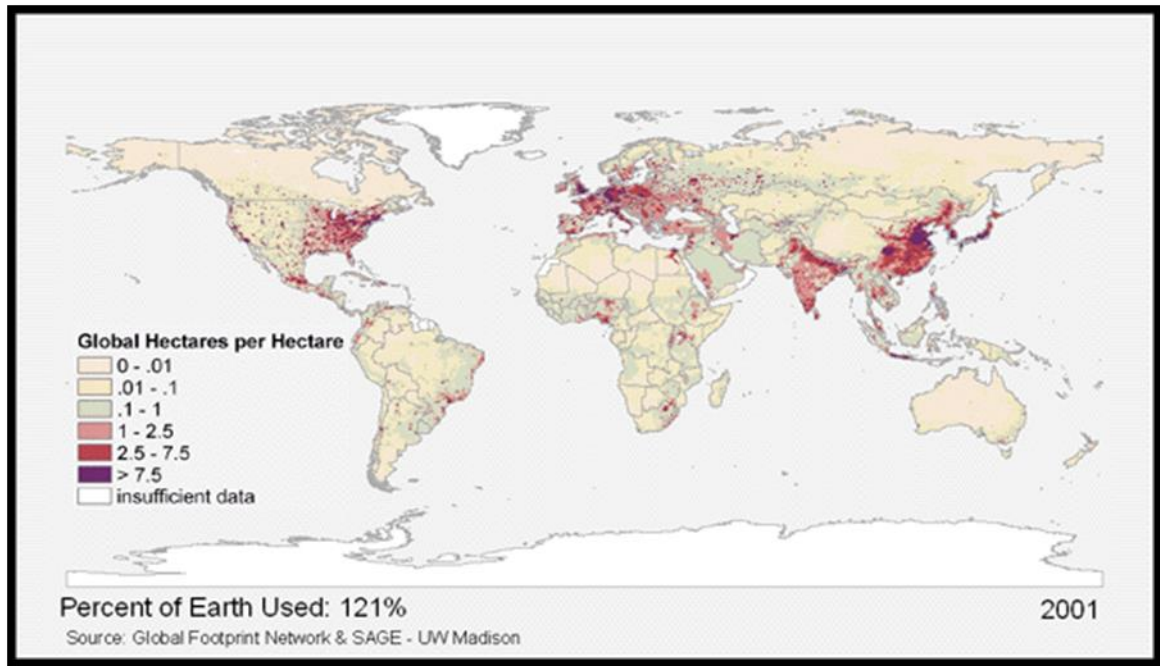
πλανήτη, από τα οποία μόνο το 1.7 είναι διαθέσιμο για ανθρώπινη χρήση. Λαμβάνοντας υπόψη τις δημογραφικές αλλαγές (αύξηση πληθυσμού με σταθερή όμως την επιφάνεια του πλανήτη Γη), σε 50 χρόνια η κατά κεφαλή "διαθέσιμη" επιφάνεια εδάφους δεν θα ξεπερνάει το ένα εκτάριο.

Το μέγεθος του "οικολογικού αποτυπώματος" διαφέρει από χώρα σε χώρα και εξαρτάται από τον τρόπο ζωής και κατανάλωσης. Το οικολογικό αποτύπωμα ενός μέσου Ευρωπαίου καλύπτει 4.97 εκτάρια. Αν όλοι οι κάτοικοι του πλανήτη ζούσαν και κατανάλωναν όπως οι Ευρωπαίοι θα χρειαζόμασταν περίπου τρεις πλανήτες.



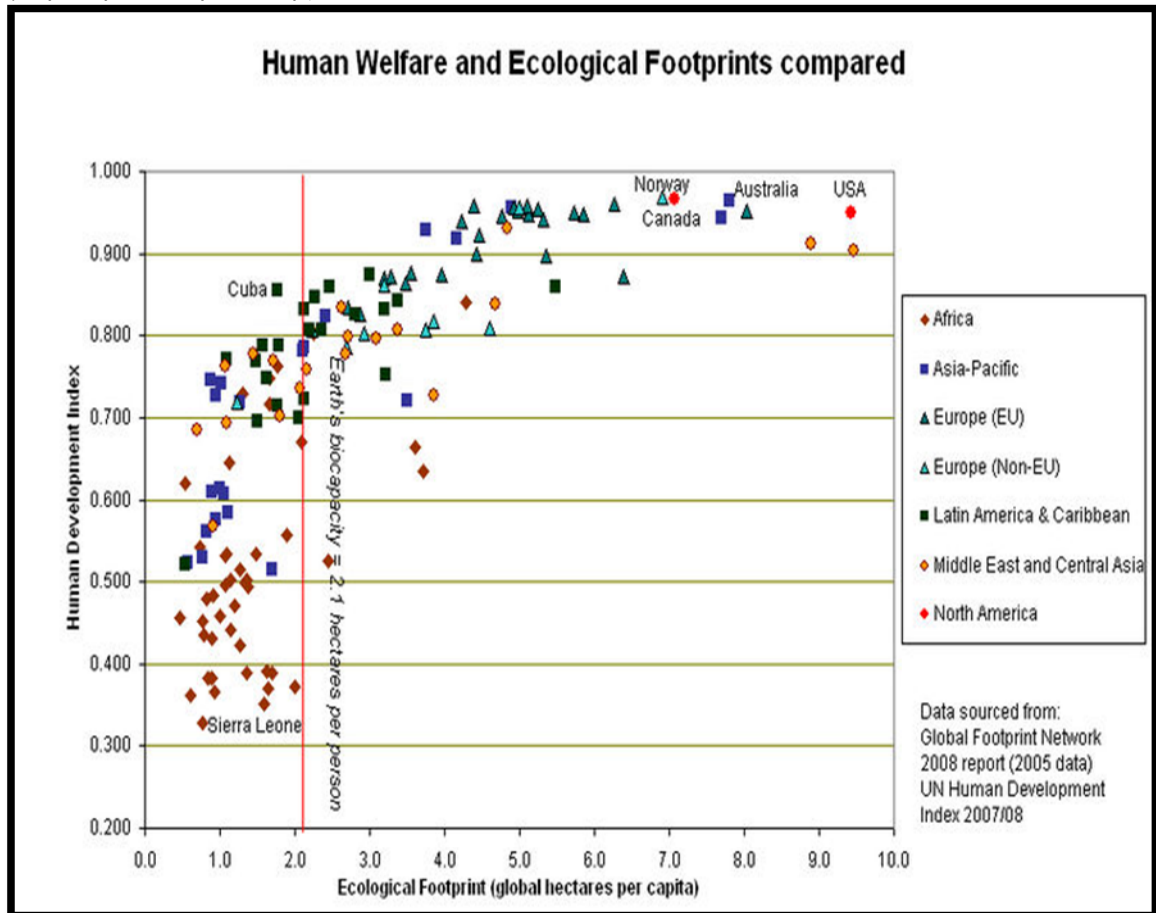
Σχήμα 3.1 Ανάπτυξη οικολογικού αποτυπώματος 1961

Τα σχήματα 3.1 και 3.2 απεικονίζουν την ανάπτυξη του οικολογικού αποτυπώματος μεταξύ του 1961 και του 2001 σε όλο τον κόσμο. Όσο σκοτεινότερα είναι τα χρώματα, τόσο υψηλότερη είναι η συγκέντρωση της κατανάλωσης.



Σχήμα 3.2 Ανάπτυξη οικολογικού αποτυπώματος 2001

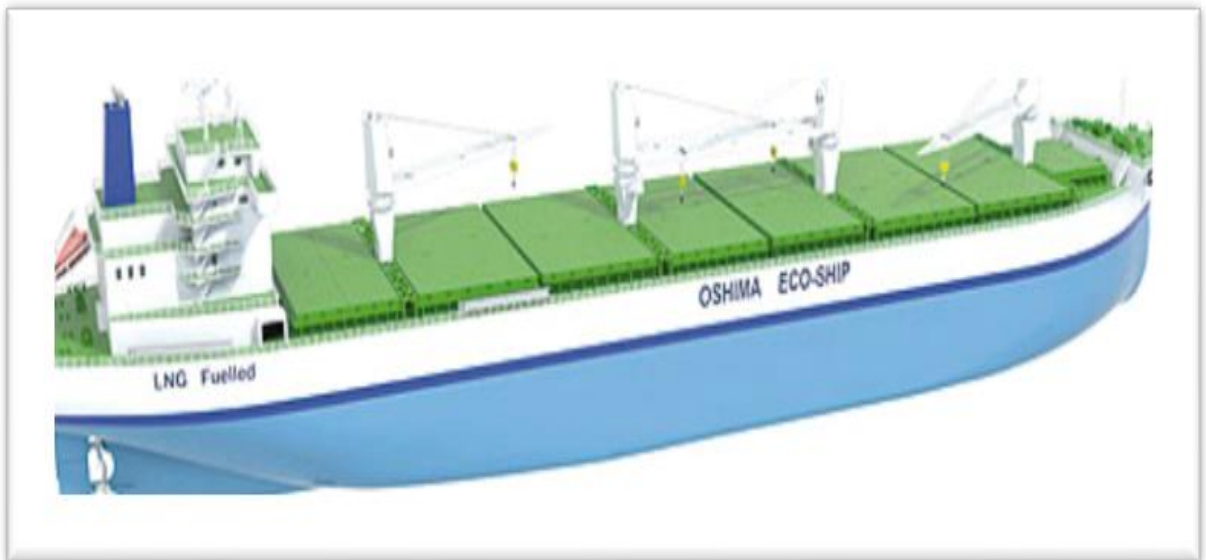
Πίνακας 3.1 Πίνακας οικολογικών αποτυπωμάτων των εθνών μαζί με το Δείκτη Ανθρώπινης Ανάπτυξης (ένα μέτρο της ποιότητας ζωής).



3.2 Πλοία Με Οικολογική Σχεδίαση (ECOSHIPS)

3.2.1 Oshima ECO-πλοίο

Η Oshima Shipbuilding Co, Ltd και η DNV ολοκλήρωσαν το πρώτο ορόσημο ενός κοινού προγράμματος για την ανάπτυξη του “οικολογικού πλοίου” του μέλλοντος. Το έργο είναι μια φυσική απάντηση στην αυξανόμενη περιβαλλοντική επίδραση, τόσο από κανονιστική όσο και από εμπορική άποψη, καθώς και στο αυξανόμενο κόστος των καυσίμων. Το προκύπτον σχέδιο έχει μια σειρά από καινοτόμες ιδέες και εφικτά χαρακτηριστικά, τα οποία αξιολογούνται προσεκτικά.



Σχήμα 3.3 Επισκόπηση του 2020 OSHIMA ECO-SHIP

3.2.2 Σχεδιασμός

Η μελέτη αποκάλυψε μεταξύ άλλων ότι η ραχοκοκαλιά της ΟΗΒC τμήμα είναι οι συναλλαγές χαρτοπολτού και ότι το ιδανικό μέγεθος των πλοίων των 62.000 DWT ικανοποιεί τις προσδοκίες από τους ιδιοκτήτες και τους φορείς εκμετάλλευσης. Επίσης, το επιχειρησιακό προφίλ και ο χρόνος που δαπανάται σε διαφορετικούς τρόπους λειτουργίας έχει αξιολογηθεί κατά την διαδικασία σχεδιασμού.

Η μελέτη εντόπισε μια σειρά από εμπορικές οδούς, που είναι συνήθως ενδιαφέρον για την ΟΗΒC. Για τους σκοπούς της προσομοίωσης της κατανάλωσης καυσίμου έχουν υπολογιστεί τρεις τυπικές διαδρομές. Σ' αυτές τις γραμμές το μέσο επίπεδο φορτίου για ΟΗΒC είναι

περίπου το 77% της συνολικής χωρητικότητας του φορτίου και τα σκάφη αυτά πολύ σπάνια πλέουν σε καθαρή κατάσταση έρματος.

3.2.3 Κόστος Πλοίου

Η ταχύτητα του είναι 14 κόμβοι. Το αποτέλεσμα της μείωσης της ταχύτητας είναι μία μεγάλη εξοικονόμηση καυσίμου η οποία είναι σημαντική στις υψηλές τιμές των καυσίμων.

Η Μειωμένη ταχύτητα επιτρέπει σ' ένα μεγάλο κύτος με διπλό σύστημα προώθησης να έχει υψηλή απόδοση. Η υψηλή απόδοση προώθησης σε συνδυασμό με τη χαμηλή αντίσταση της γάστρας του πλοίου μειώνουν την κατανάλωση. Επιπλέον περιοχές βελτίωσης είναι:

Το σύστημα αερολίπανσης : Παροχή αέρα στη μεγάλη επίπεδη βάση και μειώνει την αντίσταση τριβής του σκάφους.

Το σύστημα Bow Oshima για λιγότερη αντίσταση (απώλεια ταχύτητας) στα κύματα.

Τα Πτερύγια Flipper που συμβάλουν στην βελτίωση της υδροδυναμικής ροής προς την έλικα.

3.2.4 Καύσιμα Πλοίου

Ένα πλοίο που θα λειτουργεί μετά το 2020 πρέπει να συμμορφώνεται με τους πιο αυστηρούς κανονισμούς για τις εκπομπές που σχετίζονται μεταξύ άλλων, με το SO_x και το NO_x. Οι νέες περιοχές ελέγχου των εκπομπών (ΕΕΣ) έχουν πιο αυστηρές απαιτήσεις για τα επίπεδα εκπομπών που ισχύουν τώρα και μπορεί να τεθούν σε ισχύ στο προσεχές μέλλον. Η εκπομπή SO_x σχετίζεται με την περιεκτικότητα σε θείο του καυσίμου και μπορεί να μειωθεί με τη χρήση χαμηλής περιεκτικότητας σε θείο καύσιμο ή καθαρισμό του καυσαερίου, ενώ μειώνονται οι εκπομπές NO_x επηρεάζονται από τη διαδικασία καύσεως του κινητήρα. Οι κινητήρες φυσικού αερίου θα εκπληρώσουν τα νέα επίπεδα < IMO Tier III για τα νέα πλοία που δραστηριοποιούνται στην ΕΕΣ.

Το ECO-πλοίο έχει ένα ενιαίο σύστημα καυσίμων, όπου όλοι οι κινητήρες λειτουργούν με LNG. Αυτή είναι η πιο λογική λύση για να ικανοποιήσει όλες τις τρέχουσες και τις αναμενόμενες μελλοντικές προδιαγραφές εκπομπών ρύπων σε λιμένες της ΕΕ, καθώς και στην ανοιχτή θάλασσα, σύμφωνα με τις εν λόγω εταιρίες.

Το LNG δεν περιέχει θείο και η διαδικασία καύσης υγροποιημένου φυσικού αερίου εκπέμπει κατά 90% λιγότερο NO_x και θα εξαλείψει σχεδόν όλες τις εκπομπές σωματιδίων. Επίσης οι εκπομπές CO₂ μειώνονται κατά 20% συμπεριλαμβανομένης της ποσότητας μεθανίου ολίσθησης στις μηχανές. Επιπλέον, ο κίνδυνος πετρελαϊκής ρύπανσης λόγω

ατυχήματος ελαχιστοποιείται μέσω της εισαγωγής υγροποιημένου φυσικού αερίου ως καύσιμο του πλοίου.

3.2.5 Μηχανήματα και συστήματα προώθησης

Η ισχύς προώθησης προέρχεται από τις δύο κύριες μηχανές της Rolls-Royce Marine. Οι κινητήρες είναι φτωχού μίγματος 4-χρονης, μεσαίας ταχύτητας φυσικού αερίου και η ισχύς τους είναι περίπου 4.000 kW έκαστη. Υπάρχει ένας βοηθητικός κινητήρας περίπου 1.400 kW. Το σύστημα προώθησης περιλαμβάνει επίσης τη νέα γεννήτρια άξονα Hybrid (HSG, σύστημα) της Rolls-Royce με 1.500 kW PTO / PTI η οποία επιτρέπει μια πιο ευέλικτη χρήση της ενέργειας. Οι μετατροπείς συχνότητας παρέχουν σταθερή ηλεκτρική ενέργεια από την προπέλα μεταβλητών στροφών και από το φορτίο της γεννήτριας. Το πλοίο διαθέτει δύο υψηλής απόδοσης ελεγχόμενου βήματος (ΠΣ) έλικες, PROMAS.

3.2.6 Εξοικονόμηση με βάση των τεχνολογιών που έχει το πλοίο

Πολλές από τις λύσεις που εφαρμόστηκαν στο ECO-Ship 2020 παρουσιάζουν εξοικονόμηση λειτουργικών εξόδων και απλοποιήσεις, όπως:

Κατανάλωση υγροποιημένου φυσικού αερίου μόνο. Με ένα ενιαίο σύστημα καυσίμου, αντί ενός διπλού καυσίμου, η ρύθμιση - λειτουργία του πλοίου είναι ευκολότερη. Το πλήρωμα δεν χρειάζεται να ανησυχεί για το πότε και πώς να μεταβεί από το ένα καύσιμο στο άλλο. Η κατανάλωση καυσίμου είναι μικρότερη και δεν υπάρχει θείο, έτσι πηγαίνει στη μονάδα ανάκτησης θερμότητας με λιγότερα προβλήματα διαβρώσεως. Επίσης, κατά τη χρήση υγροποιημένου φυσικού αερίου το πλοίο θα είναι πάντα σε συμμόρφωση με τους σχετικούς κανονισμούς εκπομπών.

Επιπλέον θα είναι καθαρότερο το μηχανοστάσιο και μικρότερη η ανάγκη για συντήρηση των κινητήρων και του συστήματος καυσίμου. Στο LNG η διαδικασία καύσης είναι πολύ καθαρή σε σύγκριση με το καύσιμο πετρέλαιου και υπάρχει λιγότερη φθορά των κινητήρων.

Το διπλό σύστημα προώθησης τύπου κοχλία με έλικες και πρωραίο έλικα πηδαλιουχίας δίνει εξαιρετική ευελιξία και το πλοίο μπορεί εύκολα να δέσει χωρίς τη βοήθεια ρυμουλκών.

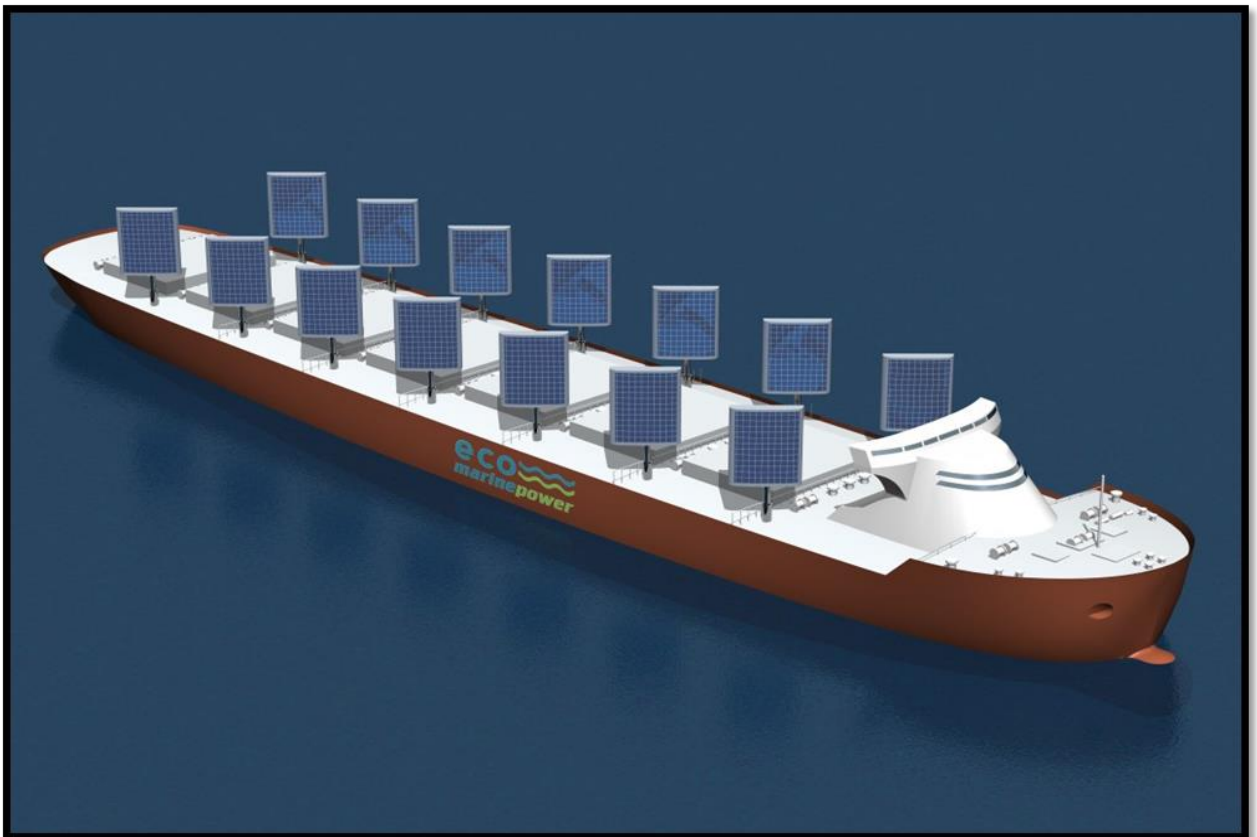
Η μειωμένη ανάγκη για χωρητικότητα έρματος. Ο σχεδιασμός έχει περίπου 20% μικρότερη χωρητικότητα έρματος σε σύγκριση με το αντίστοιχο παραδοσιακό πλοίο. Αυτό σημαίνει λιγότερες δεξαμενές έρματος για κάλυψη και διατήρηση και περισσότερο χώρο για το φορτίο.

3.3 ECO MARINE POWER (Υδροχόος)

Ο Υδροχόος ‘Eco Ship’ είναι ένας βιώσιμος σχεδιασμός πλοίων από την Eco Power Marin, η οποία ενσωματώνει το Aquarius System MRE μαζί με άλλα καύσιμα και τεχνολογίες μείωσης των εκπομπών. Αυτός ο συνδυασμός των τεχνολογιών θα μπορούσε να οδηγήσει σε ετήσια μείωση των καυσίμων κατά 40% ή αντίστοιχα σε σημαντικά χαμηλότερες εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου.

Το Σύστημα Υδροχόος MRE είναι σχεδιασμένο γύρω από την τεχνολογία EnergySail που αναπτύχθηκε από την Eco Power Marine. Το σύστημα ενσωματώνει επίσης μονάδες αποθήκευσης ενέργειας, ηλιακούς συλλέκτες και έλεγχο της θέσης του συστήματος. Το σύστημα είναι πλήρως αυτοματοποιημένο, απαιτεί λίγη προσοχή για το πλήρωμα του πλοίου και παρέχει ένα μέσο για τις ναυτιλιακές εταιρείες ώστε να συμμορφώνονται με τους κανονισμούς της μείωσης των εκπομπών.

Το σχήμα 3.4 δείχνει ένα οικολογικό φορτηγό πλοίο χυδών, ωστόσο το σύστημα Aquarius Eco Ship θα μπορούσε να εφαρμοστεί και σε άλλους τύπους πλοίων όπως δεξαμενόπλοια, φορτηγά πλοία, πλοία παράκτιων υπηρεσιών υποστήριξης και επιβατηγά οχηματαγωγά πλοία.



Σχήμα 3.4 Φορτηγό πλοίο φορτίου χυδών (Bulk Carrier) εφοδιασμένο με το σύστημα Aquarius ΥΔΡΟΧΟΟΣ

3.3.1 Energy Sail Array για Eco Ship

Το EnergySail είναι μια καινοτόμος συσκευή, ένα άκαμπτο πανί σχεδιασμένο από την Eco Power Marine το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί είτε ως αυτόνομη μονάδα ή σε μία σειρά, όπως φαίνεται στο προηγούμενο σχήμα 3.4. Η EnergySail μπορεί να τοποθετηθεί και να λειτουργεί αυτόματα από ένα σύστημα ηλεκτρονικού υπολογιστή ή χειροκίνητα μέσω του πληρώματος του πλοίου.

Η ευελιξία του EnergySail σημαίνει ότι μπορεί να εγκατασταθεί σε μια ευρεία ποικιλία πλοίων συμπεριλαμβανομένων των πλοίων μεταφοράς χυδών φορτίου, φορτηγά πλοία, επιβατηγά οχηματαγωγά πλοία, ακόμη και μη επανδρωμένα σκάφη επιφανείας.

Το EnergySail μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί όταν ένα πλοίο βρίσκεται στο λιμάνι το οποίο είναι ένα σημαντικό πλεονέκτημα.

Ένα τυπικό σύστημα Υδροχόος MRE θα περιλαμβάνει διάφορες συσκευές EnergySail μαζί με μονάδα αποθήκευσης ενέργειας και ηλιακούς συλλέκτες που είτε θα τοποθετούνται στα πανιά ή αλλού στο πλοίο.

3.4 VIKING LADY-Υβριδικό πλοίο

Το πλοίο συνδυάζει τέσσερις κινητήρες Wärtsilä 32DF διπλού καυσίμου με προηγμένη αυτοματοποίηση, η οποία ελαχιστοποιεί τις ηλεκτρικές απώλειες. Το σκάφος κινείται με υγροποιημένο φυσικό αέριο (LNG), το οποίο είναι ένα καθαρότερο καύσιμο που μειώνει σημαντικά το NOx και τις εκπομπές του διοξειδίου του άνθρακα CO₂. Η τιμονιέρα και το σύστημα τοποθετούνται πίσω για μεγαλύτερη άνεση και ασφάλεια του πληρώματος. Μαζί και με την δυνατότητα ανάκτησης 2500 m³ πετρελαίου, σημαίνει ότι συμμορφώνεται από μια σειρά από απαιτήσεις συμπεριλαμβανομένου του καθαρού σχεδιασμού, και του Ναυτικού OSV.

Επίσης με την τοποθέτηση ενός υβριδικού συστήματος μπαταρίας, για αποθήκευση ενέργειας, το οποίο βρίσκεται ήδη σε εξέλιξη, το “Viking Lady” και αναμένεται να ολοκληρωθεί εντός του 2013. Όταν πραγματοποιηθούν όλες οι τεχνικές εργασίες, η λειτουργία της μηχανής θα γίνει οικονομικά πιο αποδοτική με αποτέλεσμα να μειωθούν οι εκπομπές ρύπων σε μεγάλο ποσοστό. Με το υγροποιημένο αέριο, το “Viking Lady” αποτελεί το πρώτο εμπορικό πλοίο που διαθέτει κυψέλη καυσίμου για τη λειτουργία του συστήματος προώθησης. Ειδικότερα, ενεργοποιείται με 330 κιλοβάτ και μέχρι σήμερα έχει λειτουργήσει συνολικά για 18.500 ώρες με μεγάλη επιτυχία. Αποτελώντας το πιο οικολογικό πλοίο του πλανήτη, κινείται στα πλαίσια των υβριδικών αυτοκινήτων, συνδυάζοντας, τη μείωση των

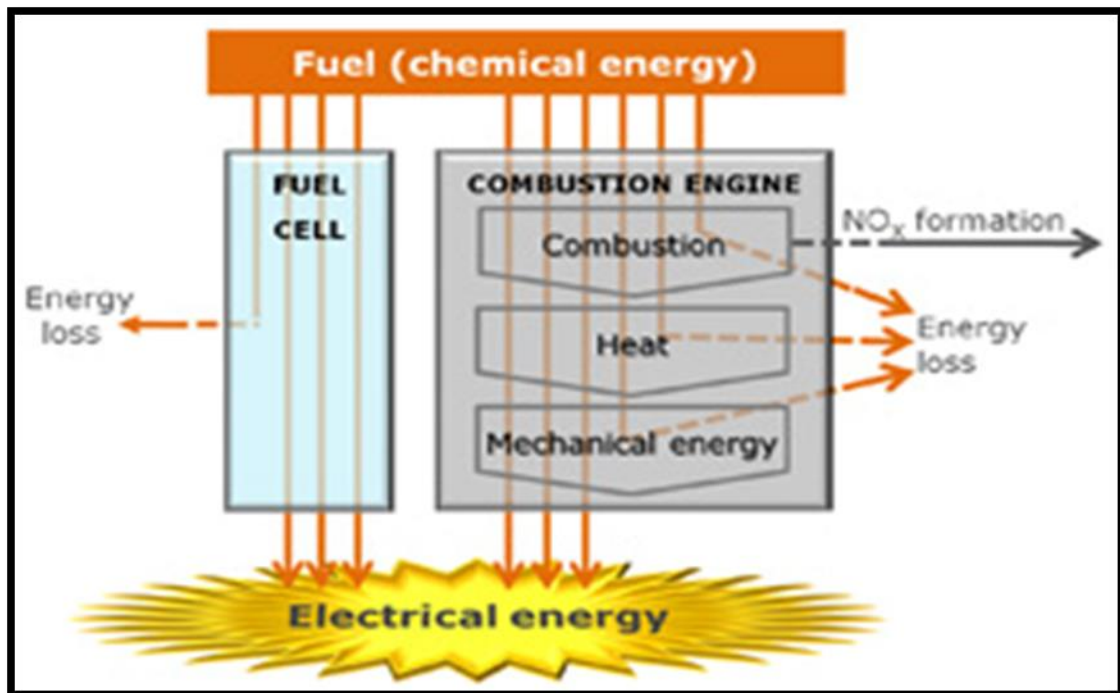
εκπομπών αερίων με την πιο αποδοτική εξοικονόμηση καυσίμων σε σχέση με κάθε άλλο μεταφορικό μέσο. Δηλαδή, με την τοποθέτηση του συστήματος μπαταρίας το πλοίο θα λειτουργήσει όπως τα υβριδικά αυτοκίνητα με τη διαφορά ότι τόσο η μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου είναι τηρουμένων των αναλογιών υψηλότερη όσο και η απόσβεση της επένδυσης από την εξοικονόμηση καυσίμου πολύ ταχύτερη σε σύγκριση με τα κοινά οχήματα.

Επιπλέον, το πιο φιλικό προς το περιβάλλον πλοίο θα μειώσει και το κόστος συντήρησης των μηχανημάτων, όπως επίσης και το θόρυβο και τις δονήσεις τους. Συνολικά υπολογίζεται ότι το έργο πρόκειται να μειώσει την κατανάλωση καυσίμων και εκπομπών CO₂ κατά 20 έως 30 τοις εκατό. Με τη χρηματοδότηση από το Συμβούλιο Ερευνών της, το “Viking Lady” θα χαράξει τη δική του πορεία ως το πρώτο εμπορικό και οικολογικά βιώσιμο πλοίο του κόσμου με ενσωματωμένες κυψέλες καυσίμου.



Σχήμα 3.5 Επισκόπηση του Viking Lady

Τέλος οι κυψέλες καυσίμου μετατρέπουν τα καύσιμα πιο αποτελεσματικά από τους παραδοσιακούς κινητήρες εσωτερικής καύσης και κατά συνέπεια μειώνουν σημαντικά την απώλεια της ενέργειας, των επιβλαβών εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και την τοπική ρύπανση. Μια κυψέλη καυσίμου μετατρέπει χημικώς ενέργεια του καυσίμου απευθείας σε ηλεκτρική ενέργεια μέσω μιας αντίδρασης με το οξυγόνο του αέρα. Η διαδικασία είναι παρόμοια με εκείνη μιας συνήθους μπαταρίας εκτός από το ότι μια κυψέλη καυσίμου δεν χρειάζεται να επαναφορτιστεί. Λειτουργεί όσο τροφοδοτείται με ένα κατάλληλο καύσιμο, όπως το υδρογόνο, LNG, μεθανόλη και βιοαέριο.



Σχήμα 3.6 Λειτουργία μπαταρίας του VIKING LADY και σχηματική σύγκριση με το συμβατικό σύστημα

4^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ

“ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΠΟΥ ΕΧΟΥΝ ΤΗΝ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΑ ΜΕΙΩΣΗΣ ΤΟΥ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ ”

Ο παγκόσμιος στόλος αυξάνεται καθημερινά, λόγω της ανάγκης για κάλυψη των αναγκών των ανθρώπων. Το 90% των αγαθών μεταφέρεται με πλοία, τα οποία μολύνουν με αρκετούς τόνους διοξειδίου του άνθρακα και όχι μόνο την ατμόσφαιρα, για τον λόγο αυτό έχουν δημιουργηθεί καινούργια συστήματα για τα πλοία που μειώνουν το διοξείδιο του άνθρακα που διοχετεύουν στην ατμόσφαιρα.

4.1 Σύστημα Διαχείρισης Υγρών Fluid Handling (COLFAX) CM-1000

Ένα τέτοιο σύστημα είναι το Fluid Handling της COLFAX και ειδικότερα το CM-1000, το οποίο είναι ένα έξυπνο σύστημα ελεγκτή ψύξης με θαλασσινό νερό που έχει σχεδιαστεί για να μεγιστοποιήσει την αποτελεσματικότητα της άντλησης, ενώ μειώνει το λειτουργικό κόστος. Έχει αποτελέσματα που συμβάλουν στην εξοικονόμηση ενέργειας, συντήρησης, του εργατικού δυναμικού και των καυσίμων. Έτσι προκύπτουν τα παρακάτω αποτελέσματα:

Εξοικονόμηση ενέργειας έως και 80%, η λειτουργία της μεταβλητής ταχύτητας διατηρεί την ταχύτητα της αντλία και των στροφών του κινητήρα στη βέλτιστη περιοχή.

Εξοικονόμηση συντήρησης έως 50%, λόγω της συνεχούς παρακολούθησης που αποτρέπει καταστροφικές βλάβες μέσω της έγκαιρης ανίχνευσης.

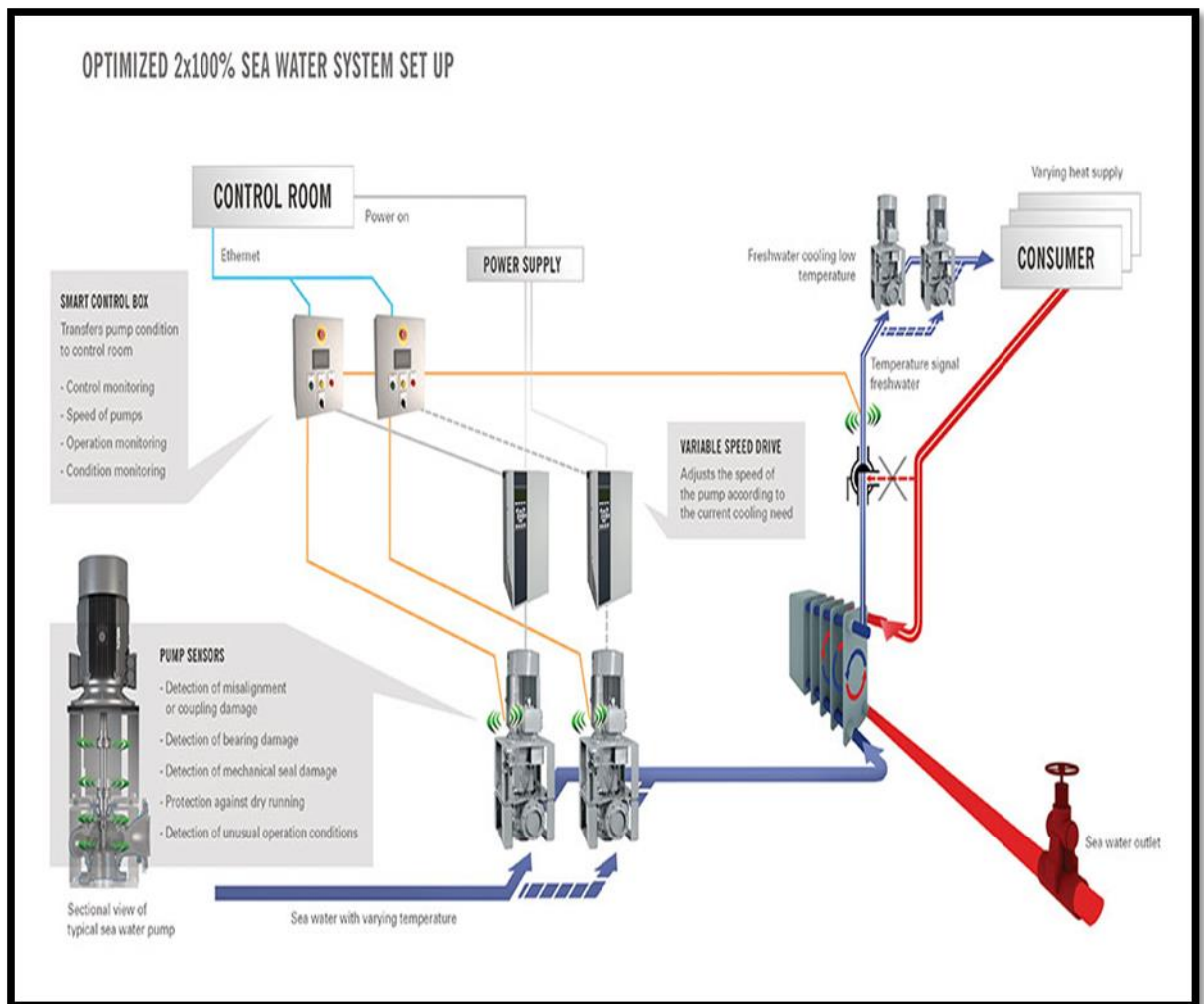
Ελαχιστοποίηση της κατανάλωσης καυσίμων χρόνο με το χρόνο.

Με το CM-1000 λειτουργούν οι αντλίες νερού της θάλασσας μόνο τόσο γρήγορα όσο χρειάζεται για τις συνθήκες που επικρατούν και προσφέρουν ακριβώς όση ροή χρειάζεται για την ψύξη όπου απαιτείται. Για μεγαλύτερη ζήτηση για ψύξη, οι αντλίες θα παρέχουν αυτόματα μια μεγαλύτερη ροή και αντίστροφα.

Καθώς οι συνθήκες θερμοκρασίας αλλάζουν από την πλευρά του γλυκού νερού, το CM-1000 αντιδρά με την μεταβολή της ταχύτητας των ηλεκτροκινητήρων και των αντλιών στο νερό του συστήματος ψύξης της θάλασσας αναλόγως, χρησιμοποιώντας μόνο την ταχύτητα που απαιτείται για να παρέχουν βέλτιστες συνθήκες ψύξης. Αυτό μειώνει αποτελεσματικά τα

υδραυλικά φορτία και βελτιώνει την διάρκεια ζωής του κινητήρα, των αντλιών και του συναφή εξοπλισμού μέσω της μειωμένης χρήσης και συνεπώς φθοράς.

Το CM-1000 χρησιμοποιεί επίσης αισθητήρες στην αντλία για την παρακολούθηση των συνθηκών λειτουργίας εξοπλισμού και κάθε συγκεκριμένης αντλίας. Τα δεδομένα του ανταλλάσσονται μέσω Ethernet, παρέχοντας σε πραγματικό χρόνο πληροφορίες και ενδείξεις της κατάστασης στο χώρο ελέγχου. Προειδοποίηση και συναγερμοί μπορούν να παραδοθούν τόσο οπτικά όσο και ακουστικά, επιτρέποντας στο πλήρωμα του πλοίου να κάνει τις απαραίτητες προσαρμογές στο σύστημα.



Σχήμα 4.1 Οπτική απεικόνιση του Συστήματος Διαχείρισης Υγρών CM-1000

4.2 Εξοικονόμηση του καυσίμου

Η μείωση της κατανάλωσης καυσίμου με στόχο την βελτιστοποίηση της λειτουργίας των πλοίων είναι μια μεγάλη ανησυχία για όλους τους εμπλεκόμενους στις θαλάσσιες μεταφορές. Η Alfa Laval Aalborg, έχει αναπτύξει ένα σύστημα ανάκτησης θερμότητας χρησιμοποιώντας την «χαμένη» ενέργεια των καυσαερίων που παράγονται από τις βοηθητικές μηχανές.

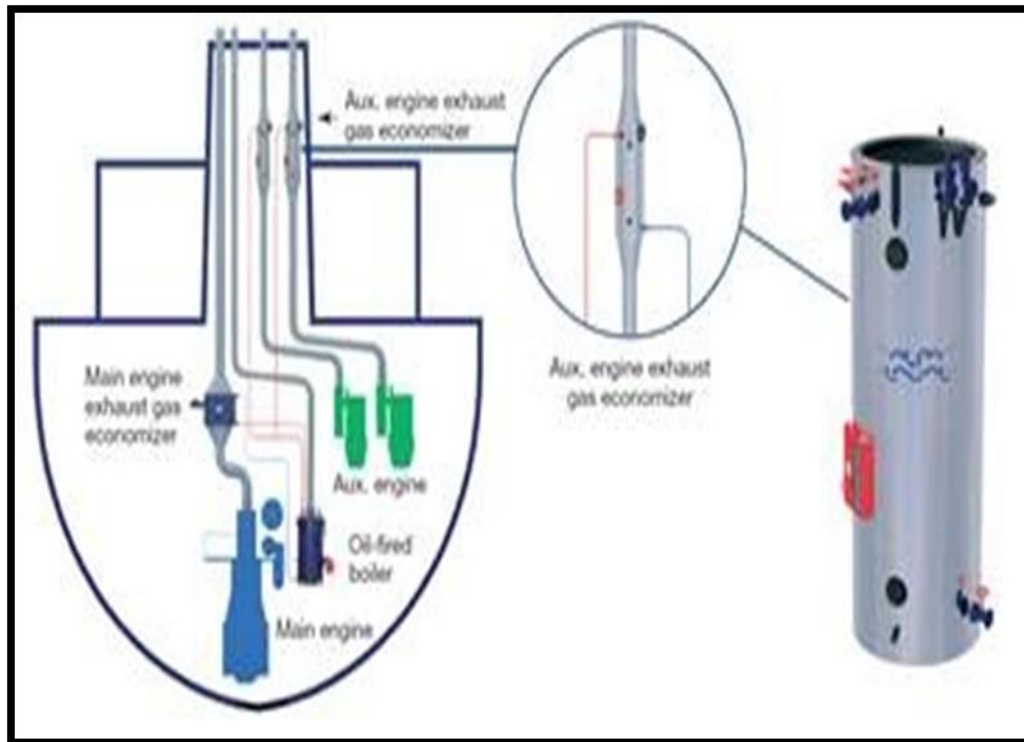
Το ποσό σπατάλη της θερμικής ενέργειας που περιέχεται στα καυσαέρια είναι σε θέση να παράγει μια σημαντική ποσότητα ατμού που μπορεί να συμβάλει με τις απαιτήσεις Steam, είτε κατά τη διάρκεια της παραμονής σε λιμάνι ή κατά τη διάρκεια της ποντοπόρας λειτουργίας δηλαδή "Αργή Πλεύση". Με τον τρόπο αυτό μειώνεται η κατανάλωση καυσίμου.

Το economizer Gas A / E (βοηθητικής μηχανής) μπορεί είτε να είναι σχεδιασμένη έτσι ώστε να φιλοξενήσει τα αέρια από τις βοηθητικές μηχανές ή εναλλακτικά ως "Διπλή μονάδα WHR (Waste Heat Recovery)", όπου τα καυσαέρια χρησιμοποιούνται στην βοηθητική μηχανή. Η "Διπλή μονάδα WHR" τείνει να είναι η καλύτερη επιλογή, δεδομένου ότι το αποτύπωμα του και το δημοσιονομικό κόστος είναι στο ίδιο επίπεδο με την "ενιαία" μονάδα, λαμβάνοντας υπόψη ότι η παροχή ατμού μπορεί να είναι διπλή, καθώς και η λειτουργία σε ώρες A/Es μπορούν να χωριστούν.

Στο ταξίδι μ'ένα A / E σε λειτουργία το μέσο φορτίο είναι 600kW: η παραγωγή ατμού μέσω ανάκτησης θερμότητας μπορεί να αναμένεται σε επίπεδο περίπου 260 kg / h @ 6 bar (g). Η ισοδύναμη κατανάλωση καυσίμου για το βοηθητικό λέβητα για να παράγει την ίδια ποσότητα ατμού αντιστοιχεί σε 20 kg / h κατανάλωση καυσίμου και 480 kg / ημέρα εξοικονόμηση καυσίμου.

Όταν το πλοίο δένει στο λιμάνι ή αγκυροβολεί και είναι με δύο μηχανές σε λειτουργία το συνολικό φορτίο είναι 1000kW, (δηλαδή 500kW +500 kW). Η παραγωγή ατμού μέσω ανάκτησης θερμότητας μπορεί να αναμένεται σε επίπεδο περίπου, 450 kg / h @ 6 bar (g) .

Η ισοδύναμη κατανάλωση καυσίμου για το βοηθητικό λέβητα για να παράγουν την ίδια ποσότητα ατμού αντιστοιχεί σε 35 kg/h κατανάλωση καυσίμου και 830 kg/ημέρα εξοικονόμηση του μαζούτ ή MGO. Επιπλέον θεωρούν πρόσθετο όφελος την εξάλειψη των επαναλαμβανόμενων στάσεων έναρξης του βοηθητικού λέβητα, μαζί με την εξάλειψη της απώλειας ενέργειας, συντήρησης και το κόστος των ανταλλακτικών.



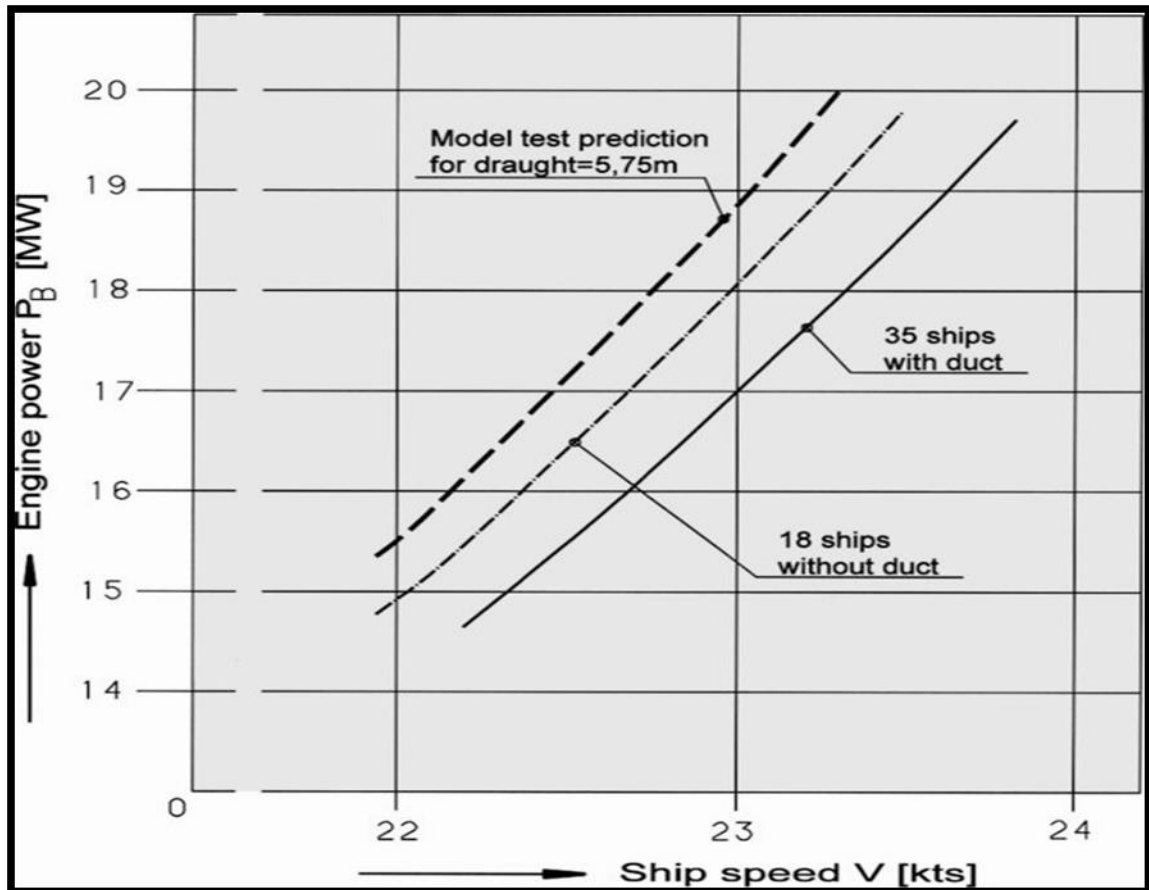
Σχήμα 4.2 Απεικόνιση του συστήματος ανάκτησης θερμότητας στο πλοίο

4.3 Σύστημα SCHNEEKLUTH Duct-TET

Το SCHNEEKLUTH Duct-TET, είναι ένας εξοπλισμός, σύστημα για την βελτίωση της προώθησης των πλοίων, ο οποίος αναπτύχθηκε από τον καθηγητή Schneekluth στο Cupertino με το εργαστήριο έρευνας Duisburg. Το TET μπορεί να πραγματοποιήσει μείωση των καυσίμων, μείωση των κραδασμών και μείωση των εκπομπών CO₂.

4.3.1 Μείωση των καυσίμων

Αν ληφθεί υπόψη μία τιμή κόστους καυσίμου για 200 ημέρες/έτος με 450 \$/τόνο περίπου το σύστημα αυτό έχει κατά μέσο όρο εξοικονόμηση καυσίμων 4 τόνους / ημερησίως. Προκύπτει ότι υπάρχει μια μέση τιμή εξοικονόμησης του κόστους λειτουργίας των 360.000 \$ ανά σκάφος και έτος. Για να φανούν οι μεγάλες δυνατότητες εξοικονόμησης δίνεται παρακάτω ένα παράδειγμα με βάση τις μετρήσεις που λαμβάνονται σε 35 πρωτότυπα σκάφη χωρητικότητας 2500 TEU με απαίτηση ισχύος 21.560 kW Bunker. Σε τιμές του 2008 η επένδυση κοστίζει περίπου 105.000,00 €.



Σχήμα 4.3 Γραφική απεικόνιση της σχέσης της ζητούμενης ισχύος με την ταχύτητα για πλοία χωρίς και με δακτύλιο

Υπολογισμός:

Στο ταξίδι από το Αμβούργο στο Σύδνεϋ, η απόσταση είναι 11.800 ναυτικά μίλια, έχουμε 27,000.00 € εξοικονόμηση στο κόστος των καυσίμων και 253 τόνοι μείωση του CO₂.

Στο ταξίδι από το Αμβούργο στην Σιγκαπούρη, η απόσταση είναι 8.541 ναυτικά μίλια προκύπτουν 19,000.00 € εξοικονόμηση στο κόστος των καυσίμων και 184 τόνοι μείωση του CO₂.

Τέλος στο ταξίδι από το Αμβούργο στο Χονγκ Κονγκ η απόσταση είναι 9.950 ναυτικά μίλια, προκύπτουν 22.000,00 € εξοικονόμηση στο κόστος των καυσίμων και 214 τόνοι μείωση του CO₂.

4.3.2 Μείωση των κραδασμών

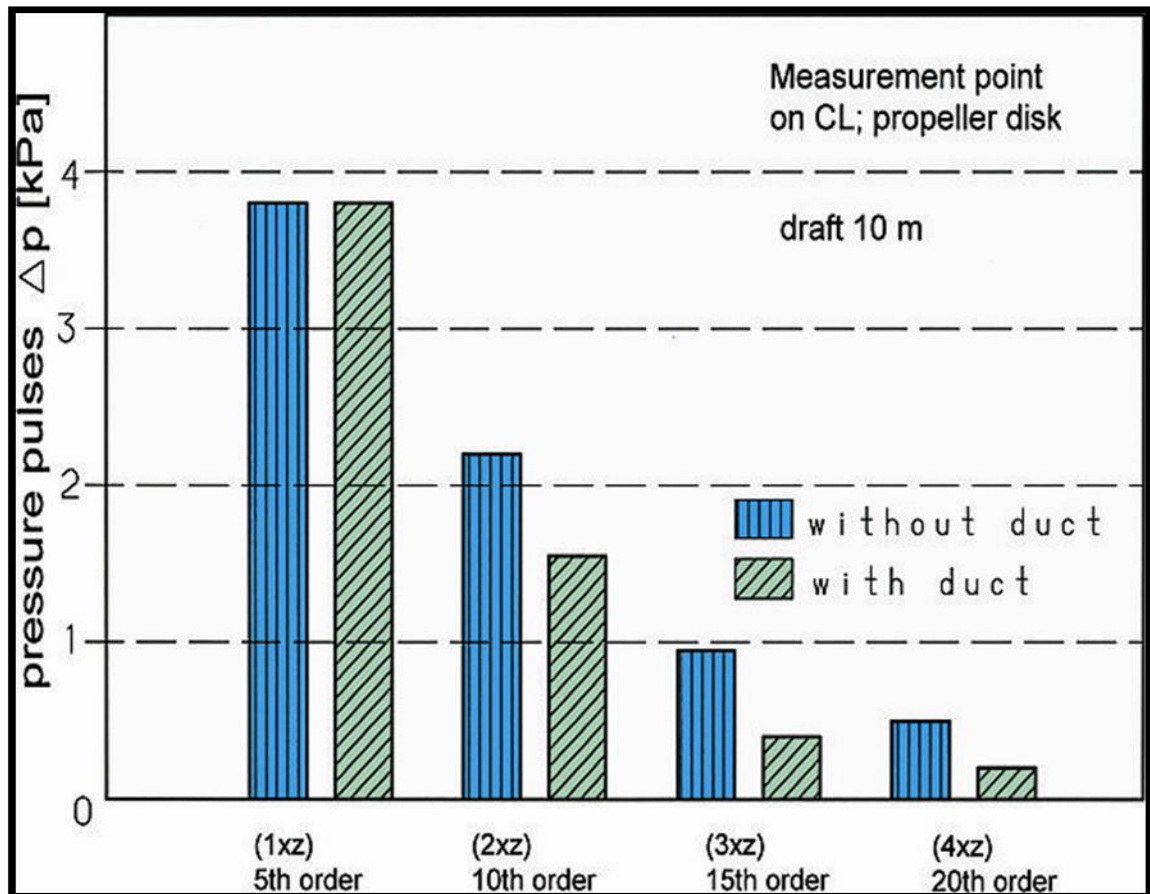
Οι σημερινές νέες ναυπηγήσεις πλοίων πρέπει να πληρούν τις ακόλουθες βασικές προϋποθέσεις: υψηλή ταχύτητα, χαμηλό βάρος, εύκολο σχέδιο. Στις περισσότερες περιπτώσεις, αυτές οι προδιαγραφές σχεδιασμού θα προκαλέσουν προβλήματα κραδασμών που έχουν ως αποτέλεσμα όχι μόνον τον σχηματισμό ρωγμών και κόπωσης υλικού στην

περιοχή του πρυμναίου τμήματος, αλλά επίσης να προκληθεί βλάβη και καταστροφή των τεχνικών και ηλεκτρονικών εγκαταστάσεων.

Ένας άλλος σημαντικός παράγοντας είναι η σοβαρή επιβάρυνση στο πλήρωμα από το θόρυβο και τους κραδασμούς συχνά μέχρι το όριο του πόνου. Περισσότερο από το 50% των δονήσεων θα μπορούσε να μειωθεί με τη μετασκευή στα πλοία με ένα συνδυασμό TET και σπόιλερ.

Στη συγκεκριμένη περίπτωση, το πρώτο από τα δύο όμοια σκάφη, ήταν των 31.000 τόνων και το σκάφος της καινούργιας ναυπήγησης (ναυπήγησης 552) ήταν εξοπλισμένο με αγωγό και σπόιλερ από την αρχή, ενώ το νεότευκτο 552 αρχικά χωρίς αυτές τις προσκολλήσεις. Κατά τη διάρκεια των δοκιμών στη θάλασσα των δύο πλοίων οι αξιωματικοί καταγράφουν την απόδοση, την ταχύτητα και τη συμπεριφορά στους κραδασμούς. Η ανάλυση επικεντρώθηκε, μεταξύ άλλων, σχετικά με τις συχνότερες δονήσεις σε διάφορα σημεία της μέτρησης: Στο χώρο του συστήματος διεύθυνσης, στη γέφυρα οι μηχανικοί πήραν μετρήσεις χωρίς / με σπόιλερ και η ένταση των δονήσεων αντιστοιχούσε στο ποσό των 2,38 mm/s, σε σύγκριση με 0,93 χιλιοστά/s, και κάθετες κινήσεις σε σύγκριση με 1,98 έως 1,39 mm/s. Παρόμοιες διαφορές μπορεί να δει κανείς σε όλη την διάταξη. Λόγω της πληθώρας των παραγόντων, ακόμη και πανομοιότυπες κατασκευές δεν θα έδιναν ένα μοτίβο δόνησης που συμπίπτει σε κάθε αξία, αλλά είναι πολύ πιθανό ότι οι βελτιωμένες τιμές κατά κύριο λόγο οφείλονται στην πιο ομοιογενή ροή του νερού και στην απορρόφηση των κραδασμών της έλικας.

Το ακόλουθο διάγραμμα του σχήματος 4.5 δίνει τα αποτελέσματα της μέτρησης δόνησης για πλοία μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων 2500 TEU.



Σχήμα 4.4 Σχεδιαστική απεικόνιση της μέτρησης Δόνησης για πλοία μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων 2500 TEU με τον δακτύλιο και χωρίς τον δακτύλιο(Duct)

Οι δοκιμές που περιγράφονται παραπάνω επιβεβαιώνουν ότι η ανωδομή πάνω από την πρύμνη, μεταξύ άλλων, πάσχει από τους παλμούς πίεσης που προκαλεί η προπέλα από την, και στην περίπτωση των πλοίων μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων είναι η “σπιράγιου”. Για τις νέες ναυπηγήσεις τα όρια, καθορίζονται από μία καταπόνηση λόγω δονήσεων που δεν υπερβαίνει τα 4 kilopascal (kPa) για την πρώτη τάξη δονήσεων. Όπως προαναφέρθηκε, τα ναυπηγεία προσπαθούν να ικανοποιήσουν τους περιορισμούς αυτούς στο μέγιστο δυνατό βαθμό, αναπτύσσοντας μια βελτιστοποιημένη ροή μέσω κατάλληλης διαμόρφωσης του τμήματος της πρύμνης. Αυτό ωστόσο, δεν μπορεί να επιτευχθεί μόνο από το σχεδιασμένο της γάστρας.

4.3.3 Μείωση του CO₂

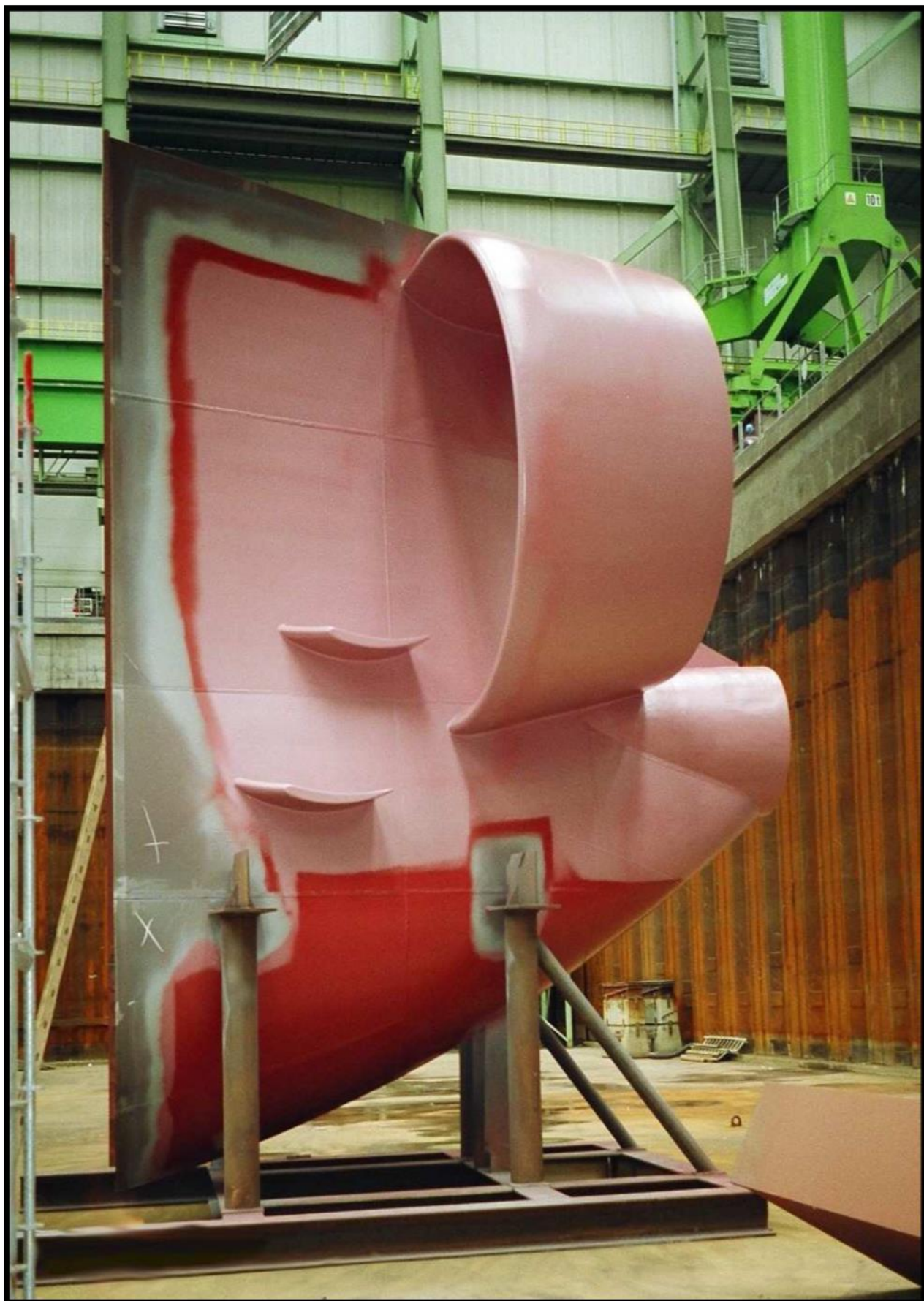
Σύμφωνα με μια τρέχουσα μελέτη, η κατανάλωση καυσίμων από τα πλοία διεθνών φορτίων ανέρχεται σε περίπου 280 εκατ. τόνους. Το 2007, η ετήσια εκπομπή διοξειδίου του άνθρακα από την παγκόσμια εμπορική ναυτιλία ανήλθαν σε 1,12 δισ. τόνους. Μέχρι το 2020,

η συνεχιζόμενη ανάπτυξη της διεθνούς εμπορικής ναυσιπλοΐας και η συνακόλουθη κατανάλωση καυσίμων θα προκαλέσει μια αύξηση 30% των εκπομπών CO₂ από τη ναυτιλία.

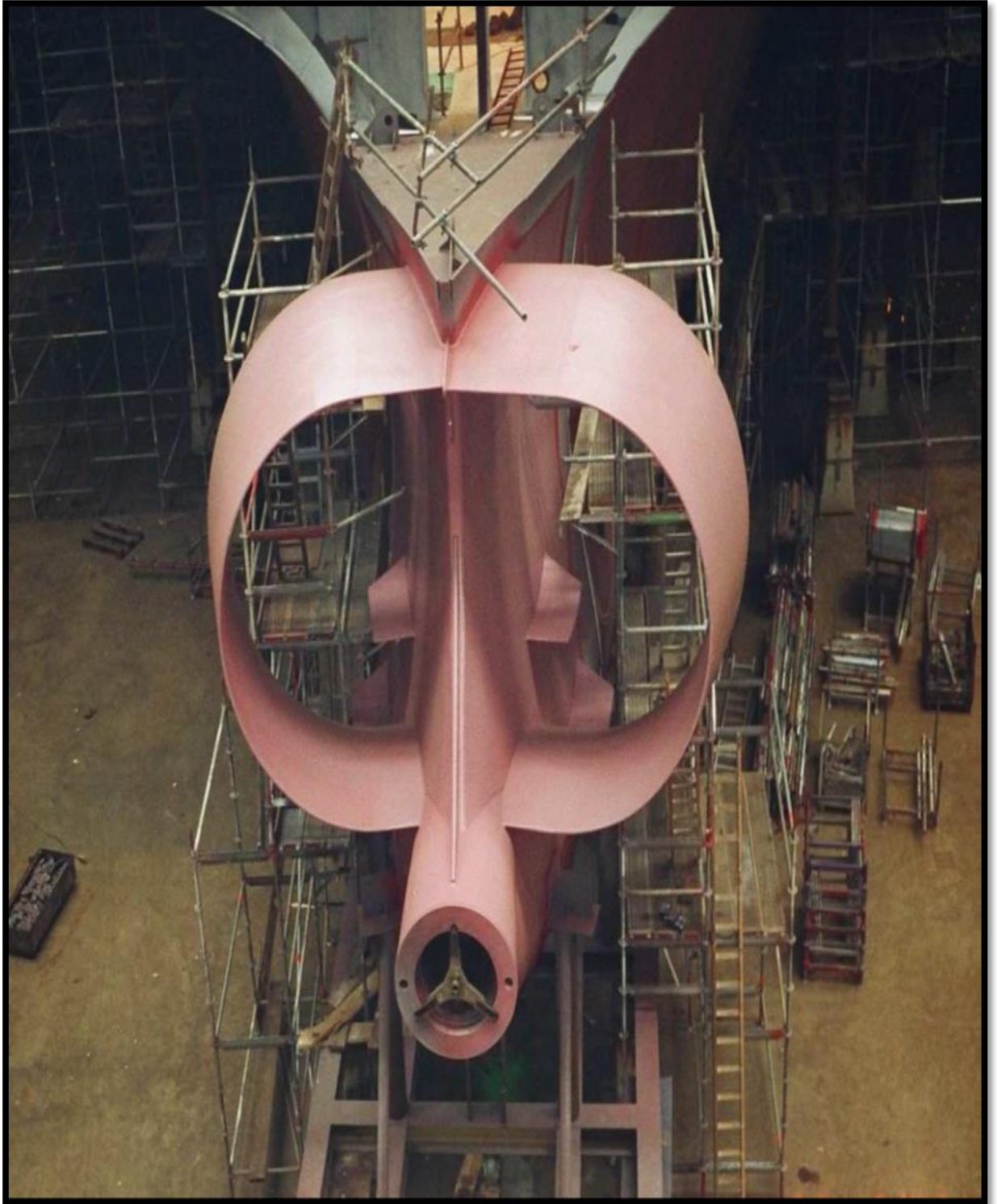
Η τοποθέτηση σ' ένα 2500 TEU κοντέινερ σκάφος ενός συστήματος Schneekluth Duct-TET οδηγεί σε αύξηση της ισχύος του πλοίου από περίπου 950 kW ανά ώρα, που αντιστοιχεί σε εξοικονόμηση καυσίμου 4 τόνους ανά ημέρα. Από 1 kg καυσίμου πλοίων προέρχονται περίπου 2,98 kg εκπομπών CO₂. Μια καθημερινή εξοικονόμηση των 4000 kg των καυσίμων έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση των εκπομπών κατά περίπου 12 τόνους ανά ημέρα από το πλοίο. Περισσότερα από 1.500 πλοία έχουν εξοπλιστεί μέχρι σήμερα με έναν TE σε όλο τον κόσμο, συνολικά η εξοικονόμηση των εκπομπών CO₂ είναι περισσότερη από 5 εκατομμύρια τόνους ετησίως. Η εξοικονόμηση αυτή αντιστοιχεί με τις εκπομπές CO₂ από την οδική κυκλοφορία στο γερμανικό ομοσπονδιακό κρατίδιο του Schleswig-Holstein τη διάρκεια του 2002.

Μια ανεμογεννήτρια θεωρητικά μπορεί να παρέχει φορτίο σε πλήρη ισχύ για 2000 h/έτος. Η ετήσια παραγωγή της με ισχύ 1MW εκτιμάται ότι μπορεί να φθάσει τα δύο εκατομμύρια κιλοβατώρες. Το συνολικό κόστος για την κατασκευή μίας ανεμογεννήτριας 1MW είναι περίπου € 1.000.000,00. Το μέσο νοικοκυριό έχει ετήσια κατανάλωση ρεύματος περίπου 3.500 kWh. Η παραπάνω υπολογισθείσα ενέργεια της ανεμογεννήτριας καλύπτει περίπου 570 νοικοκυριά. Η εξοικονόμηση καυσίμου των 4 τόνων ανά ημέρα, η οποία προκύπτει από την Schneekluth-Duct TET παρέχει ένα κέρδος σε ενέργεια περίπου 22.800 kWh ανά ημέρα. Κατά μέσο όρο, με ετήσια λειτουργία ενός πλοίου περίπου 300 ημέρες, προκύπτουν 6,8 MWh ανά έτος. Αυτό αντιστοιχεί σε 1.900 νοικοκυριά - δηλαδή ανέρχεται σε περισσότερο από 3 φορές την παραγωγή μίας ανεμογεννήτριας 1 MW.

Στις δαπάνες που προκύπτουν για την κατασκευή μόνο μίας ανεμογεννήτριας 1 MW από το παραπάνω παράδειγμα, μπορούν να κατασκευαστούν 11 συστήματα Schneekluth-Duct, παρέχοντας ετήσια εξοικονόμηση 13.200 τόνους καυσίμων και 39.300 τόνους εκπομπών CO₂.



Σχήμα 4.5 Προμναίο τμήμα της γάστρας του πλοίου έτοιμο για εγκατάσταση



Σχήμα 4.6 Ολοκλήρωση μίας εγκατάστασης ενός SCHNEEKLUTH Duct-TET πριν την τοποθέτηση προπέλας



Σχήμα 4.7 Ολοκλήρωση μίας εγκατάστασης ενός SCHNEEKLUTH Duct-TET με την προπέλα τοποθετημένη

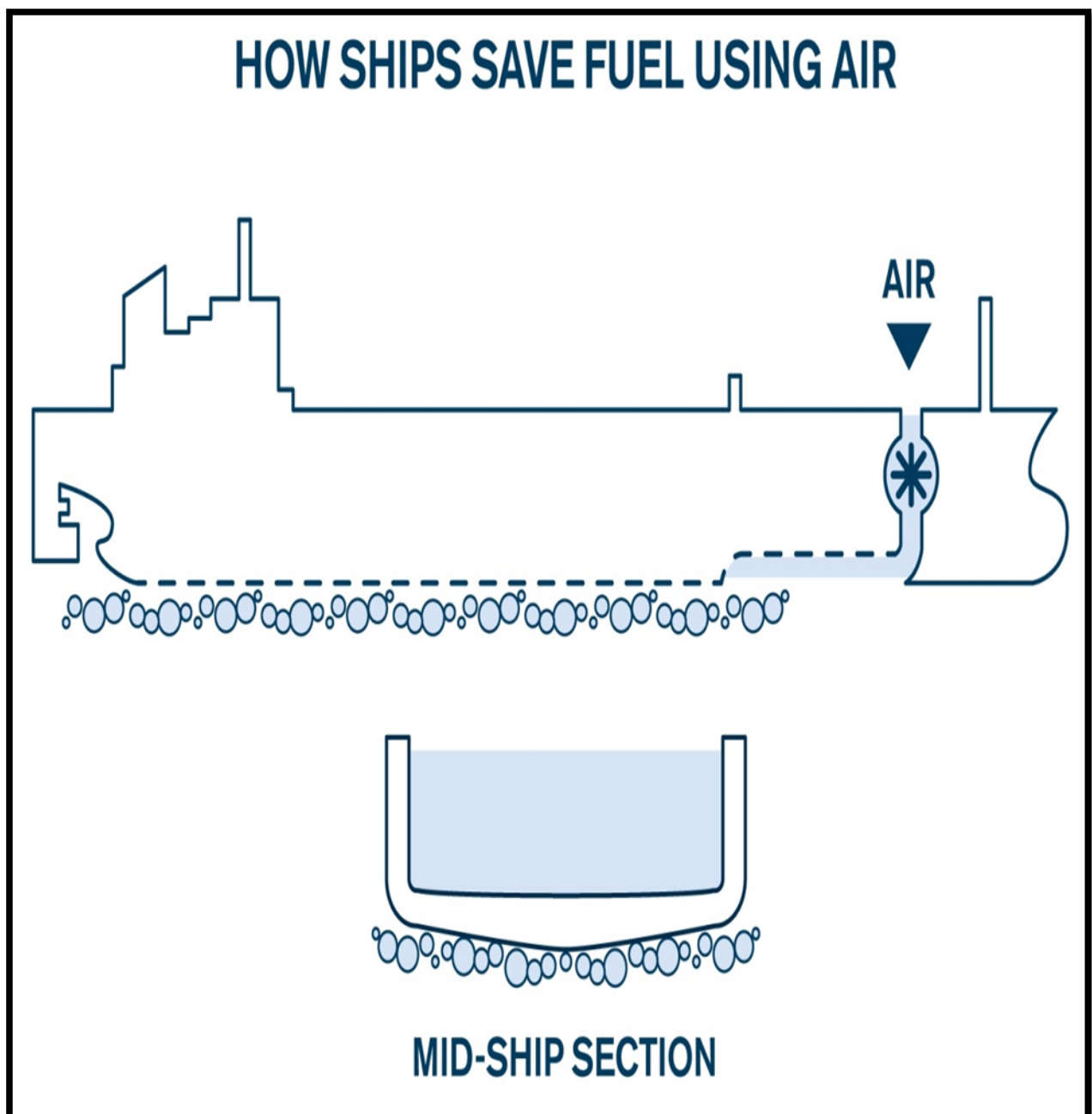


Σχήμα 4.8 Τμήμα πλοίου με σύστημα Schneekluth Wed

4.4 Σύστημα Κοιλότητας Αέρα (Air Cavity System)

Το πρωτοποριακό αυτό σύστημα διακένων αέρα δημιουργεί μια κουβέρτα φυσαλίδων αέρα γύρω από το σκάφος που μειώνει την τριβή μεταξύ του νερού και του κύτους του πλοίου που οδηγεί σε εξοικονόμηση καυσίμου και στη μείωση του CO₂ μέχρι 10%-15% , ανάλογα με τον τύπο και το μέγεθος του πλοίου.

Είναι κατάλληλο για ένα ευρύ φάσμα πλοίων συμπεριλαμβανομένων δεξαμενόπλοιων, πλοία μεταφοράς χυδών φορτίου, εμπορευματοκιβωτίων και επιπλέον πλοία μεταφοράς LNG.



Σχήμα 4.9 Απεικόνιση του Συστήματος Κοιλότητας Αέρα (Air Cavity System)

4.5 Σύστημα Kite-assisted-SkySails (Χαρταετός) για τα πλοία

Η χρήση του ανέμου για την προώθηση στις θάλασσες αποτελεί στην πραγματικότητα μία από τις παλαιότερες τεχνολογίες. Όταν οι πρώτες ατμομηχανές, και στη συνέχεια οι ντίζελ κινητήρες και ακόμη και οι πυρηνικοί αντιδραστήρες άρχισαν να παρέχουν προώθηση στα πλοία, η αιολική ενέργεια έπεσε στο περιθώριο. Σήμερα χρησιμοποιείται κυρίως για τα σκάφη αναψυχής.

Ωστόσο, η πρόσφατη αναταραχή με τις τιμές των καυσίμων έχουν αναγκάσει πολλές ναυτιλιακές εταιρείες να κοιτάξουν και πάλι προς την αιολική ενέργεια και τα πανιά, ως μέσο για να βοηθήσει τα φορτία των πλοίων τους να πάνε από το ένα σημείο του πλανήτη στο άλλο. Μία από τις πιο ενδιαφέρουσες και επιτυχημένες από αυτές τις καινοτομίες είναι το Sail Sky, το οποίο είναι ένα μεγάλο πανί, που ελέγχεται από υπολογιστή kite το οποίο βοηθά να τραβήξει το πλοίο μαζί του.

Τα παραδοσιακά πανιά στα πλοία βασίζονται σε επιφανειακούς ανέμους, οι οποίοι μπορεί να είναι εμφανώς αναξιόπιστοι. Το Sail Sky kite λειτουργεί σε υψόμετρο μεταξύ 100 και 300 μέτρα, όπου οι άνεμοι φυσούν πολύ πιο σταθερά, αλλά με μεγαλύτερη ενέργεια. Το kite είναι διαμορφωμένο πολύ σαν ένα μεγάλο μεγέθους (160 τετραγωνικών μέτρων), αλεξίπτωτο πλαγιάς και έχει κατασκευαστεί από εξελιγμένο, ανθεκτικό ύφασμα. Μπορεί να λειτουργήσει σε ανέμους μέχρι και 40 κόμβους και ακριβώς όπως οποιοδήποτε άλλο είδος πανί μπορεί να χρησιμοποιηθεί για ελιγμούς σε γωνίες με τον επικρατέστερο άνεμο.

Το πανί ελέγχεται από ένα σχοινί που συνδέεται με ένα ενισχυμένο 15 μέτρο υψηλό ιστό, και ελέγχεται από τον υπολογιστή μέσω των πολυάριθμων επιμέρους τρόπους πρόσδεσης ώστε να βελτιστοποιηθεί η χρήση της αιολικής ενέργειας κάθε λεπτό.

Χρήση του αετού θα μπορούσε να μειώσει την κατανάλωση καυσίμου έως και 20%. Αυτό, με τη σειρά του, θα βοηθήσει στον έλεγχο των μελλοντικών εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Το πανί έχει δεν είναι μόνο για τα φορτηγά πλοία, αλλά και για τα κρουαζιερόπλοια και τις μηχανότρατες.



Σχήμα 4.10 Το φορτηγό πλοίο MS Beluga στο οποίο έχει τοποθετηθεί το kite SkySails

5^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ

“ ΙΣΤΟΡΙΚΑ ΚΑΙ ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΗ ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΠΡΟΙΟΝΤΩΝ ”

Τα τελευταία χρόνια η παγκοσμιοποίηση έχει οδηγήσει σε αύξηση του παγκόσμιου εμπορίου, γεγονός που με τη σειρά του είχε ως αποτέλεσμα την σημαντική ανάπτυξη της ναυτιλίας. Όσο αυξάνεται η θαλάσσια κυκλοφορία, τόσο εντείνεται και η ανάγκη για αυξημένη επιτήρηση της ασφάλειας της ναυσιπλοΐας. Παρά την τρέχουσα οικονομική κάμψη, ο αριθμός των πλοίων και ο όγκος των μεταφερόμενων εμπορευμάτων έχει φθάσει στο υψηλότερο επίπεδο των τελευταίων 20 ετών. Η ανάγκη παράδοσης προϊόντων στις ανά τον κόσμο αγορές οδήγησε σε μεγαλύτερη χρήση των υπάρχοντων πλοίων και αύξησε τη ζήτηση για καινούρια σκάφη και ειδικευμένα πληρώματα.

Το 2008, 22.752 εμπορικά πλοία προσέγγισαν ευρωπαϊκούς λιμένες, σημειώνοντας αύξηση (+ 3,9% σε σχέση με το 2007). Το 2008 καταγράφηκαν 694 500 μετακινήσεις σε λιμένες από πλοία που έπλεαν σε ευρωπαϊκά ύδατα (+5,8% σε σχέση με το 2007). Καθώς άνω του 80% του παγκόσμιου εμπορίου διεξάγεται διά θαλάσσης, οι θαλάσσιες μεταφορές εξακολουθούν να αποτελούν την σπονδυλική στήλη του διεθνούς εμπορίου. Για την ΕΕ, η οποία είναι ο μεγαλύτερος εξαγωγέας και ο δεύτερος εισαγωγέας στον κόσμο, η ναυτιλία παρέχει μεταφορικές υπηρεσίες μεταξύ της Ευρώπης και του υπόλοιπου κόσμου, και μεταξύ τρίτων χωρών σε όλα τα μέρη της υφής. Εκτιμάται ότι περισσότεροι από τρία εκατ. άνθρωποι απασχολούνται άμεσα στον τομέα της ναυτιλίας στην Ευρώπη, ο οποίος αποφέρει κύκλο εργασιών περίπου 200 δισ. ευρώ, με συνολική προστιθέμενη αξία ύψους περίπου 100 δισ. ευρώ.

Ο Διεθνής Ναυτιλιακός Οργανισμός (ΙΜΟ) είναι ο παγκόσμιος νομοθέτης. Πρόκειται για οργανισμό του ΟΗΕ με μέλη 168 κράτη από όλο τον κόσμο και αποστολή τον καθορισμό της βέλτιστης προσέγγισης προκειμένου να εξασφαλιστεί η ασφαλής και καθαρή ναυτιλία στο ανταγωνιστικό περιβάλλον ενός παγκόσμιου κλάδου. Τα κράτη εκπροσωπούν το εθνικό τους συμφέρον, ήτοι τους εμπορικούς στόλους τους, και εν γένει ονομάζονται "κράτη σημαίας". Όλα τα κράτη μέλη της ΕΕ εκπροσωπούνται στον ΙΜΟ, η έδρα του οποίου βρίσκεται στο Λονδίνο. Ο ΙΜΟ καθορίζει τους κανόνες που διέπουν την κατασκευή, συντήρηση, λειτουργία, επάνδρωση και τελική διάθεση των πλοίων. Σε επίπεδο ΕΕ, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή είναι αρμόδια για τη μεταφορά των διεθνών κανόνων που έχει θέσει ο

ΙΜΟ σε νομοθετήματα που είναι δεσμευτικά και εκτελεστά. Αυτό υποδηλώνει τη σημασία που έχουν για την Ευρωπαϊκή Επιτροπή και τα κράτη μέλη της ΕΕ τα θέματα ασφάλειας της ναυσιπλοΐας. Παράλληλα με τη μέριμνα για την κατασκευή, τη συντήρηση και τη λειτουργία των πλοίων σύμφωνα με τους διεθνείς κανόνες, η προστασία του περιβάλλοντος αποτελεί επίσης ένα επιτακτικό ζήτημα για τον τομέα της ναυσιπλοΐας. Οι τάσεις που παρατηρούνται στην κυκλοφορία πλοίων και τις εμπορευματικές μεταφορές σε συνδυασμό με τις αυξανόμενες αποδείξεις για τους ενεχόμενους περιβαλλοντικούς κινδύνους και τις μεταβαλλόμενες πρακτικές του κλάδου, αποτέλεσαν το έναυσμα για την ανάληψη όλων αναγκαίων πρωτοβουλιών με σκοπό τη μείωση διαφόρων μορφών ρύπανσης και εκπομπών από τα πλοία.

Η κλιματική αλλαγή αποτελεί πλέον ένα από τα κυριότερα περιβαλλοντικά προβλήματα της ανθρωπότητας τα αρνητικά αποτελέσματα της οποίας είναι ορατά σε ολόκληρο τον πλανήτη. Σήμερα, οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα από την παγκόσμια ναυτιλία αποτελούν το 3% των συνολικών ανθρωπογενών εκπομπών ενώ εκφράζονται φόβοι ότι οι συνολικές εκπομπές από τη ναυτιλία μπορεί να τριπλασιαστούν μέχρι το 2050, εάν δεν ληφθούν άμεσα μέτρα.

Η ναυτιλία βρίσκεται στην κορυφή του παγκόσμιου εμπορίου αφού εκτιμάται ότι σήμερα το 90% του παγκόσμιου εμπορίου διεξάγεται διά θαλάσσης, με τις θαλάσσιες μεταφορές να αναμένεται να αυξηθούν σημαντικά την επόμενη δεκαετία.

Η Ευρώπη διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στον ναυτιλιακό κόσμο, αφού οι ευρωπαϊκές εταιρείες κατέχουν περίπου το 41% του συνόλου του παγκόσμιου στόλου σε μεταφορική ικανότητα. Πλοία με σημαία της Ε.Ε εκπέμπουν πέραν των 200εκ. τόνων διοξειδίου του άνθρακα καθιστώντας τη ναυτιλία την μεγαλύτερη πηγή ατμοσφαιρικής ρύπανσης στην Ε.Ε και τον μόνο τομέα του οποίου οι εκπομπές δεν ρυθμίζονται με σχετική οδηγία.

Ένας από τους σημαντικότερους στόχους τόσο του Διεθνούς Ναυτιλιακού Οργανισμού όσο και της Ε.Ε. για την ναυτιλία είναι ο περιορισμός των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα. Ένα από τα κυριότερα μέτρα που μελετούνται για τον περιορισμό των ρύπων είναι η υιοθέτηση ενός Συστήματος Εμπορίας Ρύπων στην ναυτιλία. Ήδη η Ε.Ε εξέφρασε την προθυμία της να θέσει σε εφαρμογή ένα τέτοιο μέτρο με το οποίο να περιορίσει τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα σε επίπεδα 20% χαμηλότερα των επιπέδων του 2005. Ένα άλλο μέτρο για την καταπολέμηση των ρύπων και του διοξειδίου του άνθρακα είναι η εφαρμογή των νέων τεχνολογιών που έχουν δημιουργηθεί με άξονα τους κανονισμούς της Ευρωπαϊκής Ένωσης, για τα προϊόντα που παράγουν ενέργεια. Η άμεση επιβολή των κανονισμών στις νέες τεχνολογίες και η προώθηση των καινούργιων μηχανημάτων στα πλοία θα έχουν μια

σταδιακή αντικατάσταση των παλαιών μηχανημάτων. Το αποτέλεσμα όλης αυτής της διαδικασίας θα είναι η μείωση του διοξειδίου του άνθρακα και των ρύπων.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η κλιματική αλλαγή είναι πλέον ένα ορατό πρόβλημα παγκόσμιας κλίμακας που είχε αρχίσει αρκετές δεκαετίες πριν και τα αποτελέσματα και οι συνέπειες φαίνονται σήμερα. Από το φαινόμενο του θερμοκηπίου προκαλείται θέρμανση της γης, λόγω των αερίων του θερμοκηπίου που εμποδίζουν και παγιδεύουν την ακτινοβολία του ήλιου. Τα αέρια του θερμοκηπίου είναι αυτά που συμβάλουν στην αύξηση της θερμοκρασίας. Το διοξείδιο του άνθρακα (CO₂) και το όζον (O₃) εκπέμπονται από τα πλοία ενώ οι πλήρως φθοριωμένοι υδρογονάνθρακες PFC χρησιμοποιούνται στον εξοπλισμό των πλοίων.

Στις μέρες μας οι επιπτώσεις του φαινομένου του θερμοκηπίου έχουν αρχίσει και γίνονται πιο αισθητές, όπως:

- Η υποχώρηση των παγετώνων από τους πόλους.
- Η αύξηση της μέσης πλανητικής θερμοκρασίας από 1,1C-6,4C μέχρι το 2095.
- Η αύξηση των ακραίων καιρικών φαινομένων.
- Η αύξηση της στάθμης της θάλασσας και ειδικότερα τα τελευταία χρόνια κατά μέσο όρο 3.1mm/έτος .
- Κατά την διάρκεια του 20^{ου} αιώνα έχει αυξηθεί η θερμοκρασία του επιφανειακού αέρα κατά μέσον όρο 0.6C.

Μεγάλο μερίδιο ευθύνης στο φαινόμενο του θερμοκηπίου, έχουν οι ατμοσφαιρικοί ρύποι οι οποίοι αλλοιώνουν τα χαρακτηριστικά της ατμόσφαιρας. Τα πλοία εκπέμπουν τα οξείδια του αζώτου (Nox), αιωρούμενα σωματίδια, διοξείδιο του θείου (SO₂), πτητικές οργανικές ενώσεις (VOCS) και διοξείδιο του άνθρακα. Σήμερα οι εκπομπές από την παγκόσμια ναυτιλία αποτελούν το 3% των συνολικών ανθρωπογενών εκπομπών ενώ υπάρχει ο φόβος ότι μέχρι το 2050 θα τριπλασιαστούν. Ειδικότερα η Ευρώπη και οι Ευρωπαϊκές ναυτιλιακές εταιρίες κατέχουν το 41% του συνολικού παγκόσμιου στόλου και τα πλοία με σημαίες της Ευρωπαϊκής Ένωσης εκπέμπουν παραπάνω από 200 εκατομμύρια τόνους διοξειδίου του άνθρακα, καθιστώντας την ναυτιλία την μεγαλύτερη ατμοσφαιρική πηγή ρύπανσης στην Ευρωπαϊκή Ένωση.

Γι' αυτό ο Διεθνής Ναυτιλιακός Οργανισμός (IMO), η Ευρωπαϊκή Ένωση και μέσω της Επιτροπής Θαλάσσιας Προστασίας Περιβάλλοντος (MEPC) δημιούργησε διεθνείς συμβάσεις και κανονισμούς όπως την MARPOL 73/78, τον Δείκτη Σχεδιασμού

Ενεργειακής Απόδοσης (EEDI) , το Σχέδιο Διαχείρισης Ενεργειακής Απόδοσης Πλοίου (SEEMP) και το Δείκτη Λειτουργίας Ενεργειακής Απόδοσης (EEOI). Σκοπός όλων αυτών των κανονισμών και συμβάσεων είναι ο έλεγχος και η συστηματική παρακολούθηση των εκπομπών των ρύπων από τα πλοία με σκοπό τη μείωσή τους.

Πάνω σ'αυτές τις συμβάσεις και τους κανονισμούς η Διεθνής Ναυτιλιακή Βιομηχανία έχει δημιουργήσει μηχανήματα τα οποία συμβάλουν στη μείωση των ρύπων και του διοξειδίου του άνθρακα με κύριο σκοπό τους τα πλοία να περιέχουν περισσότερες πράσινες τεχνολογίες και απώτερο σκοπό την ολοκληρωτική δημιουργία και παραγωγή πράσινων πλοίων. Οι ναυτιλιακές εταιρίες πρέπει ν'αρχίσουν να κατασκευάζουν "πράσινα" πλοία και σε όποια πλοία γίνεται μετασκευή ή αλλαγή παλιάς τεχνολογίας με καινούργια να πραγματοποιείται, έτσι ώστε να συμβάλουν σημαντικά προς την διόρθωσή του προβλήματος. Οι Έλληνες πλοιοκτήτες ως πρωτοπόροι στην παγκόσμια ναυτιλία πρέπει να τηρήσουν τις συμβάσεις και τους κανονισμούς και ν'αρχίσουν πρώτοι τις σχετικές τεχνικές παρεμβάσεις στα πλοία τους.

Ο Διεθνής Ναυτικός Οργανισμός (IMO), μέσω της Επιτροπής Θαλάσσιας Προστασίας Περιβάλλοντος (MEPC), δημιουργεί κανονισμούς για να βελτιώσει την ενεργειακή απόδοση στα πλοία. Ο πρώτος κανονισμός για το διοξείδιο του άνθρακα (CO₂) υιοθετήθηκε από την επιτροπή MEPC 62 τον Ιούλιο του 2011. Αυτός είναι ο Δείκτης Σχεδιασμού Ενεργειακής Απόδοσης (EEDI) και το Σχέδιο Διαχείρισης Ενεργειακής Απόδοσης Πλοίου (SEEMP) και οι δύο έχουν μπει σε ισχύ από την 1 Ιανουαρίου του 2013.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] en.wikipedia.org
- [2] Ν. Ανδρίτσος, “Ενέργεια και Περιβάλλον”, Διδακτικές σημειώσεις, Δεκέμβριος 2008
- [3] en.wikipedia.org , Kyoto Protocol
- [4] Emission Standards International IMO Marine Engine Regulations, www.dieselnet.com
- [5] www.worldshipping.org
- [6] Report Assessment Of IMO Mandated Energy Efficiency Measures For International Shipping, 31 October 2011, www.imo.org
- [7] www.technava.gr
- [8] Information Resources ON Air Pollution and Greenhouse Gas (GHG) Emissions from International Shipping, 21 May 2013, www.imo.org
- [9] Regulating Air Emissions from Ships by JRC, November 2010 ec.europa.eu
- [10] Mortality from Ship Emissions: A Global Assessment, November 2007 www.pa.op.dlr.de,
- [11] Analysis of Commercial Marine Vessels Emissions and Fuel Consumption Data By U.S. Environmental Protection Agency, February 2000, www.epa.gov
- [12] www.imo.org
- [13] www.elint.org.gr
- [14] MeteoGroup Maritime – SEEMP, pampero.meteocon.nl
- [15] <http://www.dnv.com>
- [16] <http://europa.eu>
- [17] ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΗΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΩΝ ΠΛΟΙΩΝ, ΓΕΩΡΓΙΟΣ Δ. ΡΕΜΟΥΝΔΟΣ, 5 Δεκεμβρίου 2011, library.tee.gr
- [18] Impact of EEDI on Ship Design and Hydrodynamics, S. M. RASHIDUL HASAN
- [19] www.shippingandco2.org
- [20] www.dnv.com
- [21] Oshima Eco-Ship 2020 by Adam Larsson Project Manager DNV, www.dnv.com
- [22] LNG fuel by Tony Teo Business Development Director DNV, <http://www.dnv.com>
- [23] www.ecomarinepower.com
- [24] www.wartsila.com

- [25] www.vikinglady.no
- [26] www.greenaward.org
- [27] www.greenship.org
- [28] www.wpci-esi.org
- [29] www.mscgva.ch
- [30] www.containerownersassociation.org
- [31] www.greenshiptech.com
- [32] www.mandiesel-greentechnology.com
- [33] www.colfaxcorp.com
- [34] Schneekluth-A4-englisch-new by Dipl.Ing.Joachim Kessler, www.schneekluth.com
- [35] www.schneekluth.com
- [36] Fathom-The-Guide
- [37] www.scientificamerican.com
- [38] www.motorship.com
- [39] gcaptain.com
- [40] dkgroup.eu
- [41] www.brighthubengineering.com
- [42] www.bbc.co.uk
- [43] gcaptain.com/ocean-kites-top-10-green-ship-designs/
- [44] eprints.soton.ac.uk
- [45] www.chem.uoa.g
- [46] www.nomosphysis.org.gr
- [47] A Source With Solutions by Ellycia Harrould-Kolieb, July 2008, oceana.org

ΠΕΙΡΑΙΑΣ, ΙΟΥΝΙΟΣ 2013