



ΘΕΡΜΑΝΣΗ ΤΟΥ ΠΛΑΝΗΤΗ ΚΑΙ ΘΑΛΑΣΣΙΑ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑ

ΜΑΡΙΑ ΠΑΠΠΑ

**ΑΚΑΔΗΜΙΑ ΕΜΠΟΡΙΚΟΥ ΝΑΥΤΙΚΟΥ
Α.Ε.Ν ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: κ. ΡΩΣΣΙΑΔΟΥ Κ.

ΘΕΡΜΑΝΣΗ ΤΟΥ ΠΛΑΝΗΤΗ ΚΑΙ ΘΑΛΑΣΣΙΑ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑ

ΤΟΥ ΣΠΟΥΔΑΣΤΗ: ΜΑΡΙΑ ΠΑΠΠΑ

Α.Γ.Μ: 3768

Ημερομηνία ανάληψης της εργασίας: 02/05/18

Ημερομηνία παράδοσης της εργασίας: 01/06/19

<i>A/A</i>	<i>Όνοματεπώνυμο</i>	<i>Ειδικότητα</i>	<i>Αξιολόγηση</i>	<i>Υπογραφή</i>
1	ΤΣΟΥΛΗΣ Νικ. ΔΙΕΥΘΥΝΤΗΣ	ΠΛΟΙΑΡΧΟΣ		
2	ΡΩΣΣΙΑΔΟΥ Κων. ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ	ΦΥΣΙΚΟΣ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΟΣ		
3				
ΤΕΛΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ				

Ο ΔΙΕΥΘΥΝΤΗΣ ΣΧΟΛΗΣ: Cp ΝΙΚΟΛΑΟΣ ΤΣΟΥΛΗΣ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

- **ΠΕΡΙΛΗΨΗ**σελ.4
- **ΜΕΡΟΣ 1^ο: ΘΕΡΜΑΝΣΗ ΤΟΥ ΠΛΑΝΗΤΗ**σελ.5
- **ΚΕΦ. 1^ο: ΑΙΤΙΑ ΤΗΣ ΥΠΕΡΘΕΡΜΑΝΣΗΣ ΤΟΥ ΠΛΑΝΗΤΗ**σελ.5
 - 1.1. ΑΙΤΙΑ ΤΟΥ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟΥ.....σελ.5
 - 1.2. ΗΛΙΑΚΕΣ ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΕΙΣ.....σελ.6
 - 1.3. ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΑΙΤΙΕΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ.....σελ.6
 - 1.4. ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΡΥΠΑΝΣΗ.....σελ.8
- **ΚΕΦ. 2^ο: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ**.....σελ.8
 - 2.1. ΚΛΙΜΑ.....σελ.8
 - 2.2. ΩΚΕΑΝΟΙ.....σελ.9
 - 2.2.1. ΤΟ ΛΙΩΣΙΜΟ ΤΩΝ ΠΑΓΩΝ.....σελ.10
 - 2.2.2. Η ΑΝΟΔΟΣ ΤΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΤΗΣ ΘΑΛΑΣΣΑΣ.....σελ.10
 - 2.3. ΥΓΕΙΑ.....σελ.11
 - 2.4. ΓΕΩΡΓΙΑ.....σελ.12
 - 2.4.1. Η ΑΠΩΛΕΙΑ ΤΗΣ ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑΣ.....σελ.12
- **ΚΕΦ. 3^ο: ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ**.....σελ.13
 - 3.1. ΑΕΡΙΑ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ.....σελ.14
 - 3.2. ΑΙΤΙΑ ΑΥΞΗΣΗΣ ΤΩΝ ΕΚΠΟΜΠΩΝ.....σελ.15
 - 3.3. Η ΤΡΥΠΑ ΤΟΥ ΟΖΟΝΤΟΣ.....σελ.16
- **ΚΕΦ. 4^ο: ΚΑΤΑΜΕΡΙΣΜΟΣ ΕΥΘΥΝΩΝ**.....σελ.17
 - 4.1. ΚΑΤΑΜΕΡΙΣΜΟΣ ΕΥΘΥΝΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΥΞΗΣΗ ΤΩΝ ΕΚΠΟΜΠΩΝ CO₂;.....σελ.17
 - 4.2. ΒΡΑΧΥΠΡΟΘΕΣΜΕΣ, ΜΕΣΟΠΡΟΘΕΣΜΕΣ ΚΑΙ ΜΑΚΡΟΠΡΟΘΕΣΜΕΣ ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΤΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ.....σελ.18
 - 4.3. ΚΑΘΗΜΕΡΙΝΕΣ ΑΤΟΜΙΚΕΣ ΕΠΙΛΟΓΕΣ ΓΙΑ ΜΕΤΡΙΑΣΜΟ.....σελ.20

- **ΜΕΡΟΣ 2^ο: ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΡΥΠΑΝΣΗ - ΘΑΛΑΣΣΙΑ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑ**.....σελ.20
- **ΚΕΦ. 5^ο: ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΡΥΠΑΝΣΗ ΑΠΟ ΤΗ ΘΑΛΑΣΣΙΑ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑ**.....σελ.20
 - **5.1. ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΗΣ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ ΣΤΗΝ ΑΝΘΡΩΠΙΝΗ ΥΓΕΙΑ ΚΑΙ ΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ**.....σελ.22
 - **5.2. ΠΟΣΟΤΙΚΗ ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΗΣ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ ΑΠΟ ΤΗ ΝΑΥΤΙΛΙΑ ΚΑΙ ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΣΤΗΝ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ**.....σελ.23
 - **5.3. Η ΡΥΠΑΝΣΗ ΑΠΟ ΤΑ ΠΛΟΙΑ ΠΡΟΚΑΛΕΙ ΚΑΤΑΓΙΓΔΕΣ ΠΑΝΩ ΑΠΟ ΤΙΣ ΝΑΥΤΙΚΕΣ ΟΔΟΥΣ**.....σελ.24
 - **5.4. ΟΙ ΡΥΠΟΙ ΤΩΝ ΠΛΟΙΩΝ**.....σελ.25
- **ΚΕΦ. 6^ο: ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΤΗΣ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ ΑΠΟ ΤΗ ΝΑΥΤΙΛΙΑ**.....σελ.26
 - **6.1. ΤΟ ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ VI ΤΗΣ MARPOL**.....σελ.26
 - **6.2. SO₂ και NO_x**.....σελ.26
 - **6.3. ΔΙΟΞΕΙΔΙΟ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ (CO₂)**σελ.27
 - **6.4. ΤΟ ΡΥΘΜΙΣΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΤΗΣ ΕΕ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΡΥΠΑΝΣΗ ΑΠΟ ΤΑ ΠΛΟΙΑ**.....σελ.28
 - **6.5. ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΑ ΚΑΥΣΙΜΑ ΚΑΙ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ**.....σελ.31
- **ΚΕΦ. 7^ο: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ**.....σελ.32
- **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**.....σελ.34

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα Πτυχιακή , με θέμα « Θέρμανση του Πλανήτη και Θαλάσσια Κυκλοφορία », περιέχει δύο μέρη.

Στο πρώτο αναφέρονται τα αίτια της υπερθερμάνσεως του πλανήτη, καθώς και τα αποτελέσματα της. Δίνεται έμφαση στον καταμερισμό ευθυνών ανάμεσα στα ανθρωπογενή και στα φυσικά αίτια.

Το δεύτερο μέρος εστιάζει στην επίδραση της θαλάσσιας κυκλοφορίας - ναυτιλίας στην ατμοσφαιρική ρύπανση και στην υπερθέρμανση του πλανήτη και κατά συνέπεια στην ανθρώπινη ζωή. Ελέγχεται το μέρος της ευθύνης που φέρουν τα πλοία, συγκριτικά με τα υπόλοιπα μεταφορικά μέσα , για την κλιματική αλλαγή. Επίσης γίνεται αναφορά σε Διεθνείς Κανονισμούς οι οποίοι θεσπίστηκαν από τον ΙΜΟ, για την αντιμετώπιση της ρυπάνσεως αυτής, όπως και σε εναλλακτικά καύσιμα και εναλλακτικές πηγές ενέργειας, πιο φιλικές στο περιβάλλον.

ΜΕΡΟΣ 1^ο : ΘΕΡΜΑΝΣΗ ΤΟΥ ΠΛΑΝΗΤΗ

Ο όρος υπερθέρμανση του πλανήτη δηλώνει μία ειδική περίπτωση κλιματικής μεταβολής και αναφέρεται στην αύξηση της μέσης θερμοκρασίας της ατμόσφαιρας και των ωκεανών της γης. Ο όρος είναι εν γένει ουδέτερος ως προς τα αίτια πρόκλησης της υπερθέρμανσης, ωστόσο έχει επικρατήσει να υπονοεί την ανθρώπινη παρέμβαση. Αποδίδεται συχνά με διαφορετικό τρόπο, ως πλανητική (υπερ)θέρμανση ή παγκόσμια αύξηση της θερμοκρασίας, ενώ άλλες φορές ταυτίζεται με το φαινόμενο του θερμοκηπίου που αποτελεί έναν μηχανισμό υπερθέρμανσης του πλανήτη.

Η επίσημη επιστημονική θέση πάνω στις κλιματικές μεταβολές, όπως αυτή εκφράζεται από την Διακυβερνητική Επιτροπή για την Αλλαγή του Κλίματος (ΔΕΑΚ) 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. 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 ΔΕΑΚ, η θερμοκρασία της Γης ενδέχεται να αυξηθεί κατά 1.4 - 5.8 °C εντός της χρονικής περιόδου 1990 και 2100. Μία τέτοια ενδεχόμενη αύξηση της θερμοκρασίας δύναται να έχει ως συνέπειες την αύξηση της στάθμης των θαλασσών, την δημιουργία ακραίων καιρικών φαινομένων, όπως πλημμύρες ή τυφώνες, και την εξαφάνιση βιολογικών ειδών. Αν και το φαινόμενο της υπερθέρμανσης του πλανήτη αναμένεται να αυξήσει την ένταση και την συχνότητα ακραίων καιρικών φαινομένων, θεωρείται δύσκολο να συνδεθεί ένα μεμονωμένο καιρικό φαινόμενο ως άμεσο αποτέλεσμα της υπερθέρμανσης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1ο : ΑΙΤΙΑ ΤΗΣ ΥΠΕΡΘΕΡΜΑΝΣΗΣ ΤΟΥ ΠΛΑΝΗΤΗ

1.1. ΑΙΤΙΑ ΤΟΥ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟΥ

Οι κλιματολογικές παράμετροι μεταβάλλονται τόσο μέσα από φυσικές "εσωτερικές" διαδικασίες, όσο και από εξωτερικές παρεμβάσεις, ανθρώπινες ή μη (όπως η ηλιακή δραστηριότητα ή η έκλυση αερίων του θερμοκηπίου από ηφαίστεια). Αν και οι κλιματολόγοι

αποδέχονται το γεγονός της αύξησης της θερμοκρασίας της Γης, ως προς τα αίτια του υπάρχοντος διαφορετικές ερμηνείες.

1.2. ΗΛΙΑΚΕΣ ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΕΙΣ

Μία διαφορετική ερμηνεία της υπερθέρμανσης του πλανήτη βασίζεται στην υπόθεση πως οι διακυμάνσεις της ηλιακής δραστηριότητας συσχετίζονται με διακυμάνσεις στην θερμοκρασία της Γης. Οι Willie Soon και Sallie Baliunas του αστεροσκοπείου του Harvard, συσχέτισαν δεδομένα των ηλιακών κηλίδων με θερμοκρασιακές διακυμάνσεις και ανέφεραν πως κατά την ιστορική περίοδο 1650-1700, που σημειώθηκαν ασυνήθιστα χαμηλών θερμοκρασιών στη Γη (γνωστή και ως Μικρός Παγετώνας), δεν καταγράφηκαν σχεδόν καθόλου ηλιακές κηλίδες. Παράλληλα, συσχέτισαν άλλες θερμότερες περιόδους με αυξημένη ηλιακή δραστηριότητα. Παρά το γεγονός ότι τέτοιου είδους συσχετίσεις έχουν προσδιοριστεί, η πλειοψηφία των επιστημόνων δεν θεωρεί πως η επίδραση της ηλιακής δραστηριότητας είναι τόσο σημαντική ή ικανή ώστε να προκαλέσει πολύ σημαντικές κλιματικές μεταβολές. Σύμφωνα με την 3η έκθεση της ΔΕΑΚ, διακυμάνσεις της ηλιακής δραστηριότητας έχουν πιθανότατα προκαλέσει διακυμάνσεις στην παγκόσμια μέση θερμοκρασία. Ποσοτικές συγκρίσεις υποδεικνύουν ότι φυσικές μεταβολές αυτής της αιτίας εξηγούν σε ένα μικρό μόνο ποσοστό την παρατηρούμενη θέρμανση στον 20ο αιώνα.

Υπάρχει επιπλέον μία πληθώρα άλλων υποθέσεων που έχουν διατυπωθεί, σχετικά με την ερμηνεία της παρατηρούμενης υπερθέρμανσης, αν και μέχρι σήμερα, οι υποθέσεις αυτές έχουν λίγους υποστηρικτές. Ορισμένες από αυτές είναι:

- Η θέρμανση είναι στα όρια μίας φυσικής διακύμανσης.
- Η θέρμανση οφείλεται στο ότι προερχόμαστε από μία προηγούμενη ψυχρή περίοδο (Μικρός Παγετώνας)
- Η εμφανιζόμενη αυξητική τάση της παγκόσμιας θερμοκρασίας δεν έχει γενικά διερευνηθεί επαρκώς.

Οι άνθρωποι επηρεάζουν ολοένα και περισσότερο το κλίμα και τη θερμοκρασία της γης μέσω της χρήσης ορυκτών καυσίμων, της αποψίλωσης των ομβρόφιλων δασών και της κτηνοτροφίας. Οι δραστηριότητες αυτές προσθέτουν τεράστιες ποσότητες αερίων του θερμοκηπίου στα αέρια που υπάρχουν στην ατμόσφαιρα, προκαλώντας αύξηση του φαινομένου του θερμοκηπίου και υπερθέρμανση του πλανήτη.

1.3. ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΑΙΤΙΕΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ

Το κλίμα της Γης μεταβάλλεται διαρκώς, με ποικίλους ρυθμούς από την απαρχή του κόσμου, αλλά οι διακυμάνσεις αυτές υπήρξαν αργές, σε σύγκριση με τις τρέχουσες. Είναι σημαντικό να λάβουμε υπόψη την ταχύτητα αυτής της διακύμανσης, τη λεγόμενη «χρονική κλίμακα» των

αλλαγών, προκειμένου να κατανοήσουμε τις διαφορετικές επιδράσεις των φυσικών και ανθρωπογενών δραστηριοτήτων στις τρέχουσες κλιματικές αλλαγές.

Η μέση θερμοκρασία ρυθμίζεται από την ισορροπία μεταξύ της εισερχόμενης και της εξερχόμενης ενέργειας, η οποία καθορίζει το ενεργειακό ισοζύγιο της Γης. Ως εκ τούτου, οποιοσδήποτε παράγοντας που προκαλεί μια αλλαγή στην ποσότητα της εισερχόμενης ή εξερχόμενης ενέργειας, ο οποίος διατηρείται για μεγάλο χρονικό διάστημα (δεκαετίες ή περισσότερο), μπορεί να οδηγήσει σε κλιματική αλλαγή. Ορισμένοι από τους παράγοντες αυτούς θα μπορούσαν να είναι φυσικοί ή ενδογενείς στο κλιματικό σύστημα, όπως οι αλλαγές στην ηφαιστειακή δραστηριότητα, η ηλιακή παραγωγή ή η τροχιά της Γης γύρω από τον Ήλιο.

Άλλες αιτίες είναι εξωγενείς στο κλιματικό σύστημα και αναφέρονται ως «παράγοντες κλιματικής επιδείνωσης», παραπέμποντας στην ιδέα ότι το κλίμα τίθεται ή ωθείται προς μια νέα, μακροπρόθεσμη κατάσταση. Αυτή μπορεί να είναι θερμότερη ή ψυχρότερη, ανάλογα με την αιτία της αλλαγής. Διαφορετικοί παράγοντες επενεργούν σε διαφορετικές χρονικές κλίμακες και δεν σχετίζονται όλοι οι παράγοντες που οδήγησαν σε αλλαγές στο κλίμα της Γης στο μακρινό παρελθόν με τη σύγχρονη κλιματική αλλαγή.

Οι δύο φυσικοί παράγοντες που σχετίζονται με τη χρονολογική κλίμακα της σύγχρονης κλιματικής αλλαγής είναι οι αλλαγές στην ηφαιστειακή δραστηριότητα και η ηλιακή ακτινοβολία. Οι παράγοντες αυτοί επηρεάζουν πρωτίστως την ποσότητα της εισερχόμενης ενέργειας. Οι μεγάλες ηφαιστειακές εκρήξεις που εκπέμπουν τεράστιες ποσότητες σκόνης και θεικών ενώσεων ψυχραίνουν την ατμόσφαιρα, αλλά η συμβολή αυτή είναι σποραδική και έχει σχετικά βραχυπρόθεσμες συνέπειες στο κλίμα (με διάρκεια από λίγους μήνες έως κάποια χρόνια). Οι μεταβολές στην ηλιακή ακτινοβολία έχουν συμβάλει στις κλιματικές τάσεις κατά τη διάρκεια των τελευταίων αιώνων, αλλά, από την εποχή της βιομηχανικής επανάστασης, η επίδραση των αυξημένων επιπέδων των αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα έχει συμβάλει περίπου 10 φορές περισσότερο στον «κλιματικό εξαναγκασμό» (climate forcing), από την επίπτωση των διακυμάνσεων της ηλιακής ακτινοβολίας.

Οι διακυμάνσεις σε ωκεάνια ρεύματα ή στην ατμοσφαιρική κυκλοφορία (π.χ. το φαινόμενο Ελ Νίνο), μπορούν, επίσης, να επηρεάσουν το κλίμα για σύντομα χρονικά διαστήματα. Παρ' όλο που οι διακυμάνσεις αυτές είναι σημαντικές, λόγω της επίδρασής τους στις ανθρώπινες δραστηριότητες, αφού προκαλούν θερμότερα έτη και δριμύτερες ξηρασίες ή εντονότερες βροχοπτώσεις, αυτή η φυσική εσωτερική μεταβλητότητα του κλίματος δεν συμβάλλει στη μακροπρόθεσμη τάση, η οποία, αντιθέτως, ρυθμίζεται από την ποσότητα ανθρωπογενών παραγόντων κλιματικής επιδείνωσης και, κυρίως, από τα αέρια του θερμοκηπίου που προστίθενται στην ατμόσφαιρα.

Οι επιστήμονες πιστεύουν ότι οι φυσικές αλλαγές και μόνο δεν μπορούν να εξηγήσουν τις αλλαγές στη θερμοκρασία κατά τα τελευταία 50 χρόνια. Χρησιμοποιώντας υπολογιστικά μοντέλα, αναπαράγουν τους διάφορους παράγοντες κλιματικής επιδείνωσης (φυσικούς και ανθρωπογενείς), αφού πρώτα εξασφαλίσουν ότι τα μοντέλα αυτά είναι σε θέση να αναπαραγάγουν τις αλλαγές θερμοκρασίας που παρατηρούνται στο πρόσφατο παρελθόν.

Όταν τα μοντέλα περιλαμβάνουν μόνον φυσικούς κλιματικούς παράγοντες (όπως διακυμάνσεις στην ένταση του ήλιου και ηφαιστειακές εκρήξεις), δεν μπορούν να αναπαραγάγουν με ακρίβεια την αύξηση της θερμοκρασίας που έχει παρατηρηθεί κατά τον τελευταίο μισό αιώνα. Όταν στα

μοντέλα περιλαμβάνονται ανθρωπογενείς κλιματικοί παράγοντες (αέρια του θερμοκηπίου), τότε είναι σε θέση να αναπαραστήσουν τις πρόσφατες αυξήσεις της θερμοκρασίας στην ατμόσφαιρα και τους ωκεανούς.

Όταν οι φυσικοί και οι ανθρωπογενείς κλιματικοί παράγοντες συγκρίνονται μεταξύ τους, η δραματική συσσώρευση του άνθρακα από ανθρώπινες πηγές είναι μακράν ο σημαντικότερος παράγοντας κλιματικής αλλαγής των τελευταίων 50 χρόνων.

1.4. ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΡΥΠΑΝΣΗ



Η ατμοσφαιρική ρύπανση παρατηρήθηκε παράλληλα με την πρόοδο που σημείωσε η ανθρωπότητα.

Τα εργοστάσια, οι μονάδες παραγωγής ενέργειας, οι μονάδες επεξεργασίας μεταλλευμάτων (π.χ. χυτήρια χαλκού), τα σύγχρονα μέσα μεταφοράς (αυτοκίνητα, αεροπλάνα) είναι υπεύθυνα για την εκπομπή βλαβερών αερίων και σωματιδίων στην ατμόσφαιρα.

Πηγές ατμοσφαιρικής ρύπανσης, επίσης, συνιστούν φυσικά φαινόμενα, όπως οι πυρκαγιές και η έκρηξη ηφαιστειών.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο : ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΥΠΕΡΘΕΡΜΑΝΣΗΣ ΤΟΥ ΠΛΑΝΗΤΗ

2.1. ΚΛΙΜΑ

Η υπερθέρμανση του πλανήτη συνιστά και την αλλαγή του κλίματος της Γης μετακινώντας τις ζώνες βροχοπτώσεως, από τον ισημερινό προς τον βορρά και ερημοποιώντας το κάτω τμήμα της εύκρατης ζώνης. Αυτό συνεπάγεται αλλαγές στους διάφορους τύπους βλάστησης τόσο στις γεωργικές όσο και στις δασικές εκτάσεις. Αναμένονται επιπλέον συχνότερα ακραία καιρικά φαινόμενα, όπως κύματα θερμότητας και ξηρασίες ή έντονες βροχοπτώσεις ανάλογα με την περιοχή.

Το γνωστό εύκρατο μεσογειακό κλίμα της Ελλάδας με τους ήπιους, βροχερούς χειμώνες και τα σχετικά θερμά και ξηρά καλοκαίρια θα αλλάξει προς μια θερμότερη, πιο ξηρή εκδοχή, που θα γίνει πιο αισθητή τις επόμενες δεκαετίες. Παρατηρείται τριπλασιασμός της συχνότητας των ακραίων καιρικών φαινομένων, τα τελευταία 30 χρόνια και αύξηση της μέσης θερμοκρασίας, ιδιαίτερα τους καλοκαιρινούς μήνες, από τις αρχές της δεκαετίας του '90 και μετά. Το καλοκαίρι του 1999 ήταν το θερμότερο του 20ού αιώνα

Οι περιοχές που θα επηρεαστούν εντονότερα θα είναι η ανατολική και νότια Ελλάδα, ιδιαίτερα η Αττική, η Θεσσαλία, η Θεσσαλονίκη και η ανατολική Πελοπόννησος. Στο κέντρο της Αθήνας, ο Νοέμβριος του 2010 ήταν ο πιο θερμός Νοέμβρης από το 1926.

ΤΑ ΑΚΡΑΙΑ ΚΑΙΡΙΚΑ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ



Καιρικά φαινόμενα, όπως η ξηρασία, οι καταιγίδες, οι πλημμύρες, ο καύσωνας αναμένεται ότι θα είναι συχνότερα αλλά και εντονότερα.

Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι το κύμα καύσωνα που σημειώθηκε στην Ευρώπη το 2003, προκαλώντας το θάνατο αρκετών Ευρωπαίων πολιτών και προξενώντας πυρκαγιές μεγάλης έκτασης καθώς και γεωργικές καταστροφές ύψους πάνω από 10 δισεκατομμύρια ευρώ.

Παράλληλα, η κλιματική αλλαγή θα αυξήσει τον κίνδυνο ερημοποίησης, οι καταιγίδες και οι πλημμύρες θα προκαλέσουν καταστροφή των καλλιεργειών και διάβρωση του εδάφους. Θα δημιουργηθούν προβλήματα στην ποιότητα του νερού, λόγω ρύπανσης των πηγών, το οποίο θα έχει άμεσες επιπτώσεις και στην ανθρώπινη υγεία, αφού αυξάνεται ο κίνδυνος μολύνσεων. Θα περιοριστούν οι υδάτινοι πόροι και θα διευρυνθούν οι περιοχές, για να βρουν οι άνθρωποι καλύτερες συνθήκες διαβίωσης.

2.2. ΩΚΕΑΝΟΙ

Η παγκόσμια αύξηση της θερμοκρασίας μπορεί να οδηγήσει σε άνοδο της θερμοκρασίας και κατά συνέπεια της στάθμης των ωκεανών, λόγω της θερμικής διαστολής των υδάτων και της τήξης των πάγων. Μία αύξηση της θερμοκρασίας κατά 1,5 έως 4,5 °C εκτιμάται πως μπορεί να οδηγήσει σε μία άνοδο της μέσης θαλάσσιας στάθμης κατά 15 έως 95 εκατοστά. Η άνοδος αυτή, μπορεί να προκαλέσει πλημμύρες σε περιοχές που βρίσκονται σε χαμηλό υψόμετρο και κοντά στο επίπεδο της θάλασσας. Από το 1900 μέχρι το 2001, έχει υπολογιστεί μία ετήσια άνοδος 1-2

χιλιοστά, ενώ σύμφωνα με μετρήσεις του δορυφόρου TOPEX/Poseidon, από το 1992 μέχρι σήμερα η άνοδος είναι περίπου 3 χιλιοστά ετησίως

Σύμφωνα με μία άλλη υπόθεση, η παγκόσμια θέρμανση ενδέχεται να επηρεάσει την ωκεάνια κυκλοφορία και ειδικότερα επιβραδύνοντας το θερμό ρεύμα του Κόλπου, ωθώντας το προς τα Νότια και προκαλώντας πτώση τις θερμοκρασίας στις περιοχές από τις οποίες διέρχεται, όπως η Δυτική Ευρώπη και η Βόρεια Αμερική. Επιπλέον, λόγω της αύξησης της συγκέντρωσης του διοξειδίου του άνθρακα, οι ωκεανοί της Γης απορροφούν μεγαλύτερο ποσοστό CO₂, γεγονός που οδηγεί στην οξίνιση (μείωση του pH) των θαλασσών, με ότι επακόλουθα δύναται αυτό να έχει για την θαλάσσια ζωή.

2.2.1. ΤΟ ΛΙΩΣΙΜΟ ΤΩΝ ΠΑΓΩΝ



Η άνοδος της θερμοκρασίας στη Γη θα επιφέρει το λιώσιμο των πάγων στους δύο πόλους της, καθώς και όπου υπάρχουν παγετώνες.

Η θαλάσσια περιοχή που καλύπτεται από τον Αρκτικό πάγο στο Βόρειο Πόλο έχει συρρικνωθεί κατά 10% κατά τις τελευταίες δεκαετίες. Ενώ, το πάχος του πάγου πάνω από το νερό έχει σημειώσει μείωση κατά 40%.

2.2.2. Η ΑΝΟΔΟΣ ΤΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΤΗΣ ΘΑΛΑΣΣΑΣ



Εάν πραγματοποιηθούν οι προβλέψεις για την υπερθέρμανση του πλανήτη, είναι φυσικό επόμενο να ανέβει και η στάθμη της θάλασσας. Όταν το νερό θερμαίνεται, διαστέλλεται. Ταυτόχρονα η υπερθέρμανση του πλανήτη προκαλεί την κατάρρευση όγκων πάγου στους δύο πόλους και την τήξη των παγετώνων. Εξαιτίας των αλλαγών αυτών, ανεβαίνει η στάθμη των

θαλασσών με αποτέλεσμα να προκαλούνται πλημμύρες και διάβρωση στις ακτές και τις πεδινές παράκτιες περιοχές.

Τον 20ο αιώνα η στάθμη ανήλθε κατά 12-22 εκατοστά και τον 21ο αιώνα θα ανέλθει μέχρι και τα 59 εκατοστά.

Η άνοδος της στάθμης της θάλασσας μπορεί βέβαια ν' ανέβει περισσότερο. Τότε νησιά, ωκεανοί και παραθαλάσσιες πόλεις μπορεί να βυθιστούν.

Θα τεθεί σε άμεσο κίνδυνο η ανθρώπινη υγεία, αφού η άνοδος του υδροφόρου ορίζοντα θα επηρεάσει και το πόσιμο νερό. Οι κάτοικοι των περιοχών που θα επηρεαστούν θα αναζητήσουν νέο τόπο διαβίωσης με επιπτώσεις και στην οικονομία των χωρών.

2.3. ΥΓΕΙΑ

Η άνοδος της θερμοκρασίας εμφανίζει δύο αντικρουόμενα άμεσα αποτελέσματα σε σχέση με την ανθρώπινη θνησιμότητα: οδηγεί σε αύξηση των θανάτων κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού αλλά και σε μείωση των θανάτων κατά τη διάρκεια του χειμώνα. Μία άλλη παράμετρος της παγκόσμιας θέρμανσης αφορά στην ενδεχόμενη εξάπλωση και άνθιση επιδημιών του παρελθόντος, καθώς οι μεγάλες θερμοκρασίες και η υγρασία αποτελούν κατάλληλο υπόβαθρο για την ανάπτυξη πολλών μικροβίων. Βλέπουμε ήδη αλλαγές στην κατανομή ορισμένων ασθενειών που μεταδίδονται με το νερό καθώς και φορέων νόσων.

ΤΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΣΤΗΝ ΑΝΘΡΩΠΙΝΗ ΥΓΕΙΑ



Η κλιματική αλλαγή καθιστά το κλίμα της Ευρώπης περισσότερο ζεστό και υγρό, γεγονός το οποίο θα επιφέρει επιδημίες και ασθένειες, που θα προκαλούνται από κουνούπια, άλλα έντομα και τρωκτικά.

ζώων θα αντιμετωπίσουν υψηλό κίνδυνο εξαφάνισης εάν η μέση θερμοκρασία της γης εξακολουθήσει να αυξάνεται ανεξέλεγκτα.

Ζώα των οποίων το φυσικό περιβάλλον διαβίωσης βρίσκεται στους πόλους της Γης ή γενικά σε ψυχρά κλίματα, όπως για παράδειγμα οι πολικές αρκούδες, οι φώκιες και οι πιγκουίνοι θα επηρεαστούν ανεπανόρθωτα από την άνοδο της θερμοκρασίας και το λιώσιμο των πάγων. Επίσης, πτηνά θα αναγκαστούν να αποδημήσουν σε διαφορετικές περιοχές από αυτές στις οποίες ζούσαν μέχρι σήμερα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο : ΤΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ

Οι ακτίνες του ήλιου θερμαίνουν την επιφάνεια της Γης. Καθώς η θερμοκρασία στη Γη αυξάνεται, η θερμότητα επιστρέφει στην ατμόσφαιρα και ένα μέρος της απορροφάται ή αντανακλάται πίσω στη Γη. Αυτή η φυσική διαδικασία ονομάζεται φαινόμενο του θερμοκηπίου και είναι αυτή που ευθύνεται για τη ζωή στον πλανήτη μας.

Χωρίς αυτή, ο μέσος όρος θερμοκρασίας του πλανήτη μας θα ήταν $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$. Η Γη είναι περικυκλωμένη από ένα στρώμα αόρατων αερίων, (όπως το διοξείδιο του άνθρακα), που λειτουργούν ακριβώς σαν ένα θερμοκήπιο, κρατάνε τη ζεστασιά του ήλιου κοντά στον πλανήτη και δεν την αφήνουν να φύγει.

Λόγω των επιπτώσεων της ανθρώπινης δραστηριότητας στο περιβάλλον, η συγκέντρωση αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα, είναι σήμερα υψηλότερη. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να αυξηθεί ο μέσος όρος της θερμοκρασίας κατά $0,74\text{ }^{\circ}\text{C}$ σε όλο τον κόσμο και κατά $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ ειδικά στην Ευρώπη.

Το φαινόμενο του θερμοκηπίου είναι η διαδικασία κατά την οποία η ατμόσφαιρα ενός πλανήτη συγκρατεί θερμότητα και συμβάλλει στην αύξηση της θερμοκρασίας της επιφάνειάς του. Ανακαλύφθηκε για πρώτη φορά από τον Γάλλο μαθηματικό, αστρονόμο και φυσικό Ζοζέφ Φουριέ, το 1838, ενώ διερευνήθηκε συστηματικά από το Σουηδό χημικό Σβάντε Αρρένιους. Σε αυτόν οφείλεται και η ονομασία του φαινομένου, όταν το 1896, την εποχή του προετοίμαζε τη διδακτορική του διατριβή, ανέπτυξε τη θεωρία ότι οι ραγδαία αυξανόμενες βιομηχανίες που στέλνουν άνθρακα και άλλους ρύπους στον αέρα ίσως να μη διαφέρουν, όσον αφορά τις επιπτώσεις στις κλιματικές αλλαγές, από τα στοιχεία που εκλύθηκαν στην ατμόσφαιρα με την έκρηξη του ηφαιστείου Κρακατόα στην Ινδονησία το 1883.

Τα τελευταία χρόνια, ο όρος συνδέεται με την αύξηση της μέσης θερμοκρασίας της επιφάνειας της Γης (παγκόσμια θέρμανση), ενώ θεωρείται πως το φαινόμενο έχει ενισχυθεί σημαντικά από ανθρωπογενείς δραστηριότητες. Παρατηρείται σε όλους τους πλανήτες που διαθέτουν ατμόσφαιρα. Ο πλανήτης με το πιο εντυπωσιακό φαινόμενο θερμοκηπίου είναι η Αφροδίτη, όμως για λόγους απλότητας θα αναφερόμαστε αποκλειστικά στην περίπτωση της Γης.

Η Γη δέχεται συνολικά ηλιακή ακτινοβολία, που αντιστοιχεί σε ροή περίπου 1.966 W/m^2 , στο όριο της ατμόσφαιρας. Ένα μέρος αυτής απορροφάται από το σύστημα Γης-ατμόσφαιρας, ενώ το υπόλοιπο διαφεύγει στο διάστημα. Περίπου το 30% της εισερχόμενης ηλιακής ακτινοβολίας ανακλάται, σε ποσοστό 6% από την ατμόσφαιρα, 3% από τα νέφη και 4% από την επιφάνεια της Γης. Το 70% της ηλιακής ακτινοβολίας απορροφάται, κατά 32% από την ατμόσφαιρα (συμπεριλαμβανομένου και του στρατοσφαιρικού στρώματος του όζοντος), κατά 3% από τα νέφη και κατά το μεγαλύτερο ποσοστό (51%) από την επιφάνεια και τους ωκεανούς.

Λόγω της θερμοκρασίας της, η Γη εκπέμπει επίσης θερμική ακτινοβολία (κατά τρόπο ανάλογο με τον Ήλιο), η οποία αντιστοιχεί σε μεγάλα μήκη κύματος, σε αντίθεση με την αντίστοιχη ηλιακή ακτινοβολία, που είναι μικρού μήκους κύματος. Η ατμόσφαιρα της Γης διαθέτει μεγάλη αδιαφάνεια στην, μεγάλου μήκους κύματος, γήινη ακτινοβολία, έχει δηλαδή την ικανότητα να απορροφά το μεγαλύτερο μέρος της, ποσοστό περίπου 71%. Η ίδια η ατμόσφαιρα επανεκπέμπει θερμική ακτινοβολία μεγάλου μήκους κύματος, μέρος της οποίας απορροφάται από την επιφάνεια της Γης, η οποία θερμαίνεται ακόμη περισσότερο. Η γήινη ατμόσφαιρα συμπεριφέρεται, με τον τρόπο αυτό, ως μία δεύτερη - μαζί με τον Ήλιο - πηγή θερμότητας.

Αποτέλεσμα του συνολικού φαινομένου είναι η αύξηση της μέσης επιφανειακής θερμοκρασίας, γεγονός που καθιστά τη Γη κατοικήσιμη. Χωρίς το φυσικό φαινόμενο του θερμοκηπίου, η θερμοκρασία της γήινης επιφάνειας θα ήταν σε παγκόσμια και ετήσια βάση στους $-18 \text{ }^\circ\text{C}$, ενώ στην πράξη είναι στους $14 \text{ }^\circ\text{C}$.

Ο μηχανισμός του φαινομένου ταυτίζεται συχνά με τη λειτουργία ενός πραγματικού θερμοκηπίου, ωστόσο η ταύτιση αυτή αποτελεί υπεραπλούστευση, καθώς τα θερμοκήπια στηρίζονται στην "απομόνωση" της θερμότητας και την εξάλειψη φαινομένων μεταφοράς της.

3.1. ΑΕΡΙΑ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ

Ορισμένα αέρια της ατμόσφαιρας λειτουργούν όπως το γυαλί των θερμοκηπίων, παγιδεύοντας τη θερμότητα του ήλιου και εμποδίζοντας τη διάχυσή της στο διάστημα.

Πολλά από αυτά τα αέρια υπάρχουν στη φύση, η ανθρώπινη δραστηριότητα όμως έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση των συγκεντρώσεων ορισμένων από αυτά στην ατμόσφαιρα, ιδίως των εξής:

- διοξείδιο του άνθρακα (CO_2)
- μεθάνιο
- υποξείδιο του αζώτου
- φθοριούχα αέρια

Το CO₂ είναι το αέριο του θερμοκηπίου που παράγεται συχνότερα από τις ανθρώπινες δραστηριότητες και ευθύνεται για το 63% της υπερθέρμανσης του πλανήτη που οφείλεται σ' αυτές τις δραστηριότητες. Η συγκέντρωσή του στην ατμόσφαιρα είναι σήμερα κατά 40% υψηλότερη από ό, τι κατά την έναρξη της εκβιομηχάνισης.

Άλλα αέρια του θερμοκηπίου εκλύονται σε μικρότερες ποσότητες αλλά παγιδεύουν τη θερμότητα πολύ περισσότερο από το CO₂, και σε μερικές περιπτώσεις είναι κατά πολύ ισχυρότερα. Το μεθάνιο ευθύνεται για το 19% της υπερθέρμανσης του πλανήτη από ανθρωπογενείς αιτίες και το υποξείδιο του αζώτου για το 6%.

Ανθρωπογενείς δραστηριότητες συνετέλεσαν και συντελούν στην αύξηση της συγκέντρωσης των αερίων στα κατώτερα στρώματα της ατμόσφαιρας (διοξείδιο του άνθρακα, υδρατμοί, χλωροφθοράνθρακες, όζον κλπ.). Παραδείγματος χάριν, 450 εκατομμύρια τόνοι μεθανίου εκπέμπονται στην ατμόσφαιρα κάθε χρόνο ως αποτέλεσμα ανθρωπογενών δραστηριοτήτων. Οι συγκεντρώσεις σε διοξείδιο του άνθρακα και μεθάνιο έχουν αυξηθεί από το 1750 κατά 31% και 149% αντίστοιχα, ενώ βρίσκονται στα υψηλότερα επίπεδα των τελευταίων 650.000 ετών. Εκτιμάται ότι τα τρία τέταρτα της ανθρωπογενούς παραγωγής διοξειδίου του άνθρακα, οφείλονται σε χρήση ορυκτών καυσίμων, ενώ το υπόλοιπο μέρος προέρχεται από αλλαγές που συντελούνται στο έδαφος, κυρίως μέσω της αποδάσωσης.

Ο εμπλουτισμός της ατμόσφαιρας με αέρια όπως το διοξείδιο του άνθρακα (CO₂) ή το μεθάνιο (CH₄), έχει ως αποτέλεσμα την θέρμανσή της. Το αποκαλούμενο και φυσικό φαινόμενο του θερμοκηπίου, ευθύνεται εξ άλλου για μία αύξηση της θερμοκρασίας της Γης περίπου 30 °C, γεγονός που την καθιστά και κατοικήσιμη.

3.2. ΑΙΤΙΑ ΑΥΞΗΣΗΣ ΤΩΝ ΕΚΠΟΜΠΩΝ

- Η καύση του άνθρακα, του πετρελαίου και του φυσικού αερίου παράγει διοξείδιο του άνθρακα και υποξείδιο του αζώτου.
- Αποψύλωση των δασών: τα δέντρα συμβάλλουν στη ρύθμιση του κλίματος διότι απορροφούν το CO₂ από την ατμόσφαιρα. Συνεπώς, όταν μειώνονται, χάνεται αυτό το θετικό αποτέλεσμα και ο άνθρακας που θα αποθηκευόταν σ' αυτά ελευθερώνεται στην ατμόσφαιρα, επιδεινώνοντας το φαινόμενο του θερμοκηπίου.
- Αύξηση της κτηνοτροφίας: οι αγελάδες και τα αιγοπρόβατα παράγουν μεγάλες ποσότητες μεθανίου κατά την πέψη της τροφής τους.
- Τα αζωτούχα λιπάσματα ευθύνονται για τις εκπομπές υποξειδίου του αζώτου.
- Τα φθοριούχα αέρια έχουν τεράστια θερμοαντική επίδραση, έως και 23.000 φορές μεγαλύτερη από αυτή του CO₂. Ευτυχώς εκλύονται σε μικρότερες ποσότητες και καταργούνται σταδιακά σύμφωνα με κανονισμό της ΕΕ.

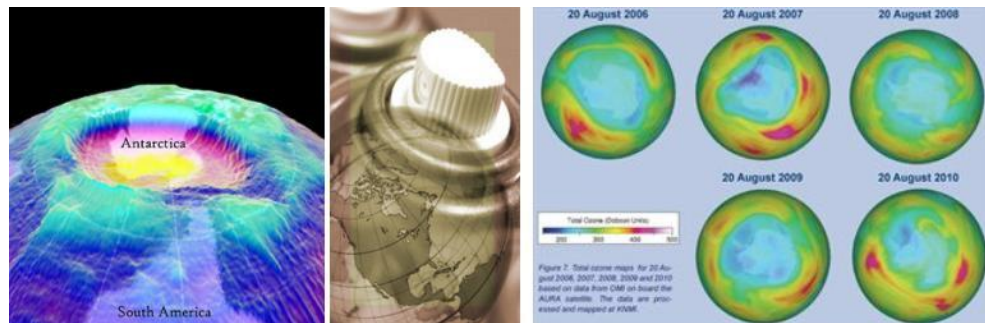
3.3. Η ΤΡΥΠΑ ΤΟΥ ΟΖΟΝΤΟΣ

Το όζον είναι μία στιβάδα στην ατμόσφαιρα που μας προστατεύει, αφού απορροφά το μεγαλύτερο μέρος της υπεριώδους ακτινοβολίας του ήλιου, που βλάπτει τους ζωντανούς οργανισμούς.

Τα τελευταία χρόνια όμως η στιβάδα του όζοντος έχει μειωθεί από διάφορα αέρια που χρησιμοποιούν οι άνθρωποι.

Οι χλωροφθοράνθρακες που απελευθερώνονται από τα αεροζόλ, τις κλιματιστικές συσκευές, τα ψυγεία, τους πυροσβεστήρες κλπ, ανεβαίνουν στη στιβάδα του όζοντος με αποτέλεσμα την αραιώση του στρώματός του και τη δημιουργία της γνωστής τρύπας, η οποία επιτρέπει μεγαλύτερα ποσά υπεριώδους ακτινοβολίας να φτάνουν στη γη. Αυτό αφενός εγκυμονεί κινδύνους για την ανθρώπινη υγεία και όλους του ζώντες οργανισμούς, αφετέρου ενισχύει την υπερθέρμανση του πλανήτη.

Η σημερινή μέση θερμοκρασία της γης είναι κατά 0,85°C υψηλότερη από ό,τι στο τέλος του 19ου αιώνα. Κάθε μία από τις τρεις τελευταίες δεκαετίες ήταν θερμότερη από την προηγούμενή της, από τότε που άρχισε η καταγραφή στοιχείων το 1850.



Μια αύξηση της θερμοκρασίας κατά 2°C σε σχέση με την προβιομηχανική εποχή θεωρείται από τους επιστήμονες ως το όριο πέραν του οποίου θα υπάρξει πολύ μεγαλύτερος κίνδυνος για επικίνδυνες και πιθανώς καταστροφικές αλλαγές στο περιβάλλον του πλανήτη. Για τον λόγο αυτό, η διεθνής κοινότητα έχει αναγνωρίσει την ανάγκη διατήρησης της αύξησης της θερμοκρασίας του πλανήτη κάτω από 2°C.



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο : ΚΑΤΑΜΕΡΙΣΜΟΣ ΕΥΘΥΝΩΝ

4.1. ΚΑΤΑΜΕΡΙΣΜΟΣ ΕΥΘΥΝΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΥΞΗΣΗ ΤΩΝ ΕΚΠΟΜΠΩΝ CO₂;

Ζούμε όλοι στον ίδιο πλανήτη και ένα από τα ζητήματα που μοιραζόμαστε με τους άλλους κατοίκους της Γης είναι ο αντίκτυπος των εκπομπών που μεταβάλλουν το κλίμα του πλανήτη, οι οποίες μας οδηγούν με ταχύτατους ρυθμούς προς την καταστροφή. Τα αέρια του θερμοκηπίου που επηρεάζουν την κλιματική αλλαγή εξαπλώνονται ταχύτατα μέσω της ατμόσφαιρας της Γης.

Επομένως, η κλιματική αλλαγή θα έχει σοβαρότατες συνέπειες σε ορισμένες περιοχές της Γης, χωρίς αυτές οι περιοχές να έχουν άμεση σχέση με τις περιοχές στις οποίες παράγονται οι εκπομπές. Πώς μπορούμε να μετρήσουμε την ευθύνη κάθε χώρας για τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου και τις συνακόλουθες κλιματικές αλλαγές;

Το θέμα δεν είναι να κατηγορήσουμε οποιονδήποτε (δεδομένου ότι, μέχρι πριν από 50 χρόνια, λίγοι άνθρωποι γνώριζαν ή φαντάζονταν ότι η κλιματική αλλαγή θα γινόταν μια από τις κύριες απειλές της ανθρώπινης ζωής στη Γη). Παρ' όλα αυτά, στις διεθνείς διαπραγματεύσεις για το κλίμα, θα έπρεπε να ληφθεί υπόψη η ευθύνη κάθε χώρας. Όμως ο πραγματικός στόχος είναι να προσδιοριστούν, κατά τον δικαιότερο δυνατό τρόπο, τα μέτρα που κάθε κάτοικος του πλανήτη, κάθε περιοχή και κάθε κυβέρνηση θα μπορούσε να λάβει για να μετριάσει και να αντιστρέψει τις τάσεις των εκπομπών.

Υπάρχουν τρία βασικά κριτήρια αναφορικά με αυτό. Το πρώτο βασίζεται στην κατά κεφαλήν μέτρηση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου κάθε χώρας. Με την πάροδο του

χρόνου, οι αριθμοί αυτοί θα πρέπει προοδευτικά να γίνονται ολοένα και πιο ομοιόμορφοι και χαμηλοί, ώστε να σταματήσουν οι εκπομπές, πριν η κατάσταση φτάσει ένα μη αναστρέψιμο όριο. Όμως, πώς μπορούμε να μετρήσουμε τις εκπομπές κάθε χώρας σε σχέση με τον κύκλο ζωής των προϊόντων; Ορισμένες εκπομπές οφείλονται στην παραγωγή αγαθών, τα οποία στη συνέχεια καταναλώνονται σε άλλα μέρη του κόσμου. Θα πρέπει αυτές οι εκπομπές να αποδίδονται στη χώρα παραγωγής ή στη χώρα κατανάλωσης;

Το δεύτερο κριτήριο είναι ιστορικού χαρακτήρα: η εκβιομηχάνιση, η πηγή των περισσότερων εκπομπών που συντελούν στην κλιματική αλλαγή, ξεκίνησε σε διαφορετικές περιόδους και χώρες (σε πολλές χώρες δεν έχει ξεκινήσει ακόμα). Αυτός είναι ο λόγος που, προκειμένου να επιτευχθεί σύγκλιση, κατά τον υπολογισμό του μεριδίου κάθε χώρας σε εκπομπές CO₂ που έχει συσσωρευτεί στην ατμόσφαιρα εδώ και δύο αιώνες (οι εκτιμήσεις είναι, φυσικά, αρκετά γενικές), θα πρέπει να ληφθεί υπόψη το στοιχείο της ιστορικής ευθύνης.

Τέλος, κάποιες χώρες βρίσκονται σήμερα πέραν από την πιο έντονη φάση βιομηχανικής ανάπτυξης (η μετεγκατάσταση πολλών ρυπογόνων μεταποιητικών δραστηριοτήτων στο εξωτερικό αποτελεί απόδειξη αυτού). Αντιθέτως, αρκετές οικονομίες εξακολουθούν να βασίζονται στον τομέα της μεταποίησης για την ανάπτυξή τους και αυτό δημιουργεί υψηλή ποσότητα εκπομπών, προκαλώντας κλιματική αλλαγή, ειδικά όταν δεν μπορούν να βασιστούν σε τεχνολογία και τεχνολογίες φιλικές προς το περιβάλλον, που αποτελούν μονοπώλιο των πιο ανεπτυγμένων βιομηχανικά χωρών.

Επομένως, κατά τον υπολογισμό του μεριδίου κάθε χώρας στις εκπομπές που συμβάλλουν στην κλιματική αλλαγή και της ποσότητας που θα έπρεπε να επιτρέπεται σε κάθε χώρα να παράγει, πριν η κατάσταση γίνει μη αναστρέψιμη, πρέπει να λάβουμε υπόψη τις οικονομίες που βρίσκονται ακόμα σε διαδικασία εκβιομηχάνισης ή έχουν μείνει πίσω σε αναπτυξιακό επίπεδο. Η σύγκλιση που ενισχύει τη δημιουργία ενός κοινού χάρτη πορείας με μέτρα για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής, θα πρέπει να βασίζεται στους τρεις αυτούς παράγοντες.

4.2. ΒΡΑΧΥΠΡΟΘΕΣΜΕΣ, ΜΕΣΟΠΡΟΘΕΣΜΕΣ ΚΑΙ ΜΑΚΡΟΠΡΟΘΕΣΜΕΣ ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΤΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ

Κατά τις τελευταίες δεκαετίες, η κλιματική αλλαγή έχει προκαλέσει ποικίλες επιδράσεις στα ανθρώπινα και τα φυσικά συστήματα όλων των ηπείρων. Καθώς η παγκόσμια θερμοκρασία αυξάνεται, κατά τα επόμενα χρόνια αναμένονται κι άλλες βραχυπρόθεσμες επιπτώσεις. Πολλά χερσαία και υδρόβια είδη των γλυκών και των θαλάσσιων υδάτων έχουν ήδη μεταβάλει τις γεωγραφικές τους ζώνες και τις μεταναστευτικές τους συνήθειες για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής.

Η ταχύτητα της κλιματικής αλλαγής είναι υψηλότερη από ποτέ, δυσχεραίνοντας ακόμα περισσότερο την προσαρμογή των ειδών. Για τον λόγο αυτό, η υπερθέρμανση του πλανήτη αναμένεται να αποτελέσει έναν πολύ σημαντικό παράγοντα στον αυξανόμενο ρυθμό εξαφάνισης των ειδών.

Σε πολλές περιοχές του πλανήτη, οι αλλαγές στη βροχόπτωση, τη χιονόπτωση ή τη συνοχή των αλπικών παγετώνων προκαλούν αλλαγές στα υδρολογικά συστήματα, επηρεάζοντας την ποιότητα και την ποσότητα των υδάτινων πόρων. Οι παγετώνες έχουν συρρικνωθεί σχεδόν σε ολόκληρο τον πλανήτη, ενώ αυξάνεται η εποχιακή μείωση των πάγων της Αρκτικής θάλασσας κατά τους καλοκαιρινούς μήνες.

Για τις ανθρώπινες κοινωνίες, οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής επιδεινώνουν σε γενικές γραμμές ήδη υπάρχουσες κρίσιμες καταστάσεις (φτώχεια, έλλειψη τροφής, κακή διαχείριση γης, μετανάστευση λόγω πολέμων κ.λπ.), που πλήττουν κυρίως τους φτωχότερους και πιο ευάλωτους λαούς. Συγκεκριμένα, ακραία φαινόμενα, όπως καύσωνες, ξηρασίες και καταιγίδες, έχουν ήδη προκαλέσει άμεσο αντίκτυπο στις συνθήκες διαβίωσης με πλημμύρες, δασικές πυρκαγιές, μείωση της γεωργικής σοδειάς και καταστροφή κατοικιών και υποδομών.

Ωστόσο, στις πιο έμμεσες συνέπειες περιλαμβάνεται η αύξηση της μετανάστευσης και της τιμής των τροφίμων. Η περαιτέρω αύξηση της θερμοκρασίας του πλανήτη αυξάνει την πιθανότητα σοβαρών, εκτεταμένων και μη αναστρέψιμων επιπτώσεων. Δεδομένης της επίσημα αναγνωρισμένης αύξησης της παγκόσμιας θερμοκρασίας (κατά μέσο όρο περίπου 1°C υψηλότερη από τα προβιομηχανικά επίπεδα), είναι αναπόφευκτες οι επιπλέον επιπτώσεις, με τη θερμοκρασία να αναμένεται να αυξηθεί κι άλλο μεσοπρόθεσμα, δηλαδή εντός των επόμενων δεκαετιών.

Χωρίς σοβαρά μέτρα για τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, η παγκόσμια μέση θερμοκρασία μπορεί να αυξηθεί κατά 4°C ή περισσότερο, επιφέροντας σοβαρές και εκτεταμένες επιπτώσεις στα πιο ευαίσθητα οικοσυστήματα, σημαντική μείωση της βιοποικιλότητας και σημαντικές απειλές για την παγκόσμια επισιτιστική ασφάλεια σε πολλές πυκνοκατοικημένες περιοχές. Οι συνδυαστικές επιπτώσεις των υψηλών θερμοκρασιών και της υγρασίας καθιστούν δύσκολη την ομαλή διεξαγωγή πολλών φυσιολογικών ανθρώπινων δραστηριοτήτων, όπως η εργασία σε εξωτερικούς χώρους σε κάποιες περιοχές και εποχές.

Οι μελλοντικές επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής θα διαφέρουν σημαντικά ανάλογα με την περιοχή. Εξαιτίας διαφόρων παραγόντων, οι επιπτώσεις δεν θα κατανεμηθούν εξίσου ή ομοιόμορφα, για παράδειγμα κάποιες χαμηλές παράκτιες περιοχές και μικρά νησιά του Ειρηνικού θα υποστούν μεγαλύτερες συνέπειες από την άνοδο της στάθμης της θάλασσας. Ωστόσο, δεν είναι μόνο θέμα γεωγραφίας. Οι πλουσιότερες χώρες θα είναι λιγότερο ευάλωτες στις καταστροφές και ικανότερες να εκμεταλλευτούν πιθανά οφέλη, επειδή οι περιοχές αυτές είναι συνήθως λιγότερο πυκνοκατοικημένες και διαθέτουν περισσότερους πόρους για να επενδύσουν στην πρόληψη και την προσαρμογή. Αντίθετα, οι φτωχότερες χώρες θα πληγούν περισσότερο, δεδομένου ότι βασίζονται πιο άμεσα στην τοπική γεωργική παραγωγή και είναι επομένως πιο ευάλωτες στις συνέπειες της μεταβολής της θερμοκρασίας και των υδρολογικών κύκλων.

4.3. ΚΑΘΗΜΕΡΙΝΕΣ ΑΤΟΜΙΚΕΣ ΕΠΙΛΟΓΕΣ ΓΙΑ ΜΕΤΡΙΑΣΜΟ

Ο όρος «μετριασμός της κλιματικής αλλαγής» αναφέρεται σε μέτρα με στόχο τη μείωση των εκπομπών CO₂ και άλλων αερίων του θερμοκηπίου και στην αύξηση της απορρόφησης CO₂ από τις δασικές εκτάσεις. Οι δράσεις για τη βελτίωση των συνθηκών του πλανήτη μας και τη βοήθεια των κοινοτήτων που έχουν πληγεί δεν αποτελούν ευθύνη μόνο εκείνων σε καίριες πολιτικές, οικονομικές και διοικητικές θέσεις. Ο καθημερινός τρόπος ζωής μας είναι επίσης σημαντικός.

Ένα χρήσιμο εργαλείο για την κατανόηση των επιπτώσεων των συνηθειών μας στο περιβάλλον είναι το Οικολογικό Αποτύπωμα, ένας δείκτης που χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση της ανθρώπινης κατανάλωσης φυσικών πόρων σε σχέση με την ικανότητα του πλανήτη να τους αποκαταστήσει. Αντιπροσωπεύει την παραγωγική έκταση που απαιτείται για την παροχή των ανανεώσιμων πόρων που χρησιμοποιεί η ανθρωπότητα και την απορρόφηση των αποβλήτων της.

Έχουν αναπτυχθεί δύο ακόμα παρόμοιοι δείκτες: το Υδατικό Αποτύπωμα, ένα μέτρο της ανθρώπινης χρήσης γλυκού νερού σε όγκους νερού που καταναλώνονται ή/και μολύνονται, και το Αποτύπωμα Άνθρακα, δηλαδή το συνολικό ποσό αερίων του θερμοκηπίου που παράγονται για να στηρίξουν άμεσα και έμμεσα τις ανθρώπινες δραστηριότητες.

Μετρώντας τους δείκτες αυτούς για έναν πληθυσμό - ένα άτομο, μια πόλη, μια επιχείρηση, ένα κράτος, ή το σύνολο της ανθρωπότητας - μπορούμε να αξιολογήσουμε την πίεση που ασκούμε στον πλανήτη, πράγμα που μας βοηθά να διαχειριστούμε τα οικολογικά μας στοιχεία με περισσότερη σύνεση και να αναλάβουμε προσωπική και συλλογική δράση για την υποστήριξη ενός κόσμου όπου η ανθρωπότητα ζει εντός των ορίων της Γης.

Παράλληλα, συγκρίνοντας τις τιμές του Οικολογικού και του Υδατικού «μας» Αποτυπώματος, καθώς και του Αποτυπώματος Άνθρακα με εκείνες του Νότου, μπορούμε να επισημάνουμε τις υπάρχουσες ανισότητες και την ευθύνη μας, ως πολίτες του Βορρά, προς τις άλλες κοινότητες που πλήττονται από τις συνέπειες του δικού μας μοντέλου ανάπτυξης, ενώ ασκούν μικρότερη επίδραση στα οικοσυστήματα. Πρέπει να προωθήσουμε το μήνυμα ότι η αλλαγή είναι δυνατή και οφείλουμε όλοι να δράσουμε τοπικά για τον μετριασμό της κλιματικής αλλαγής, ξεκινώντας από τις καθημερινές μας επιλογές.

ΜΕΡΟΣ 2^ο :

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο

ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΡΥΠΑΝΣΗ - ΘΑΛΑΣΣΙΑ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑ

Το κατώτερο στρώμα της ατμόσφαιρας αποτελείται κυρίως από άζωτο (78% κ.ό.) και οξυγόνο (21% κ.ό.). Η ατμόσφαιρα περιέχει επίσης αργό, διοξείδιο του άνθρακα και άλλα αέρια.

Σε μια ναυτική μηχανή τα ναυτιλιακά καύσιμα καίγονται με το οξυγόνο του αέρα και παράγεται η απαραίτητη μηχανική ενέργεια για την κίνηση του πλοίου, αποβάλλεται θερμική ενέργεια και εκπέμπονται καυσαέρια. Τα ναυτιλιακά καύσιμα, αποτελούνται κατά κύριο λόγο από άνθρακα και υδρογόνο (υδρογονάνθρακες πετρελαίου). Το περιεχόμενο του ναυτιλιακού πετρελαίου σε άνθρακα κυμαίνεται μεταξύ 84,9% και 87,4% (MEPC,2014). Περιέχουν επίσης προσμίξεις, όπως θείο, η περιεκτικότητα των οποίων διαφοροποιείται ανάλογα με το είδος του καυσίμου (εάν είναι αποσταγματικό – MDO, MGO– ή υπολειμματικό καύσιμο – HFO). Τα καυσαέρια μιας ναυτικής μηχανής περιέχουν κατά κύριο λόγο άζωτο (N₂), οξυγόνο (O₂), υδρατμούς (H₂O) και διοξείδιο του άνθρακα (CO₂). Σε πολύ μικρότερο ποσοστό περιέχουν οξειδία του αζώτου (NO_x), οξειδία του θείου (SO_x), μονοξείδιο του άνθρακα (CO), άκαυστους υδρογονάνθρακες και αιωρούμενα σωματίδια (Particulate Matter – PM). Το CO₂ προέρχεται από την τέλεια καύση του άνθρακα των καυσίμων. Αντίστοιχα, το υδρογόνο των καυσίμων μετατρέπεται σε υδρατμούς (H₂O). Δυστυχώς, στις μηχανές εσωτερικής καύσης δεν επικρατούν πάντα συνθήκες τέλει καύσης, οπότε από την ατελή καύση των καυσίμων μπορεί να προκύψει πλειάδα καυσαερίων: σωματίδια άνθρακα (αιθάλη), CO, άκαυστοι υδρογονάνθρακες ή μερικώς οξειδωμένοι υδρογονάνθρακες (Heywood, 1988). Τα SO_x οφείλονται στις υψηλές περιεκτικότητες σε θείο των ναυτιλιακών καυσίμων. Σήμερα, τα ναυτιλιακά καύσιμα παγκοσμίως περιέχουν κατά μέσο όρο 2,7% κ.β. θείο ή 27.000 ppm. Συγκριτικά, το όριο σε θείο για το πετρέλαιο κίνησης είναι 10 ppm, σύμφωνα με την οδηγία 2003/17/EK. Το θείο που περιέχουν τα καύσιμα οξειδώνεται κατά τη διάρκεια της καύσης στη μηχανή σε οξειδία του θείου, κυρίως SO₂ και SO₃, σε τυπική αναλογία SO₂/SO₃ =15/1 (MAN B&W Diesel, 2004). Τα οξειδία του θείου αναφέρονται ως SO_x. Το SO₃ αντιδρά με την υγρασία (H₂O) και δημιουργεί σωματίδια θεικού οξέος (H₂SO₄) μικροσκοπικού μεγέθους, που αιωρούνται στην ατμόσφαιρα (αερολύματα). Το άζωτο (N₂) του ατμοσφαιρικού αέρα είναι χημικά αδρανές υπό κανονικές θερμοκρασίες και δεν αντιδρά με το οξυγόνο (O₂) του αέρα. Μέσα όμως στις μηχανές εσωτερικής καύσης, λόγω των υψηλών θερμοκρασιών που επικρατούν, αντιδρά με το οξυγόνο του αέρα και οξειδώνεται σε οξειδία του αζώτου, γνωστά ως NO_x – μονοξείδιο του αζώτου (NO) και διοξείδιο του αζώτου (NO₂). Τα NO_x μπορεί επίσης να σχηματιστούν (σε μικρότερο ποσοστό) από την καύση συστατικών των καυσίμων που περιέχουν άζωτο. Άρα λοιπόν, και σε αντίθεση με τα SO_x, ο έλεγχος των NO_x δεν μπορεί να γίνει με βελτιώσεις στη σύσταση των καυσίμων, αλλά με βελτιώσεις στη διαδικασία της καύσης. Τα αιωρούμενα σωματίδια (PM) αποτελούν ένα σύνθετο μίγμα οργανικών και ανόργανων ουσιών και περιλαμβάνουν ατομικό άνθρακα, αιθάλη, στάχτη, πολύ μικρά σωματίδια καυσίμου που δεν κάηκε ή κάηκε ατελώς, άκαυστο λιπαντικό έλαιο, θειικά και υγρασία (Reynolds, 2004). Ειδικά στις εξατμίσεις των πλοίων, παράγονται κυρίως σωματίδια θεικών και καπνιάς.

5.1. ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΗΣ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ ΣΤΗΝ ΑΝΘΡΩΠΙΝΗ ΥΓΕΙΑ ΚΑΙ ΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

Ουσίες όπως το SO₂, τα NO_x και τα αιωρούμενα σωματίδια βλάπτουν σοβαρά την ανθρώπινη υγεία και το περιβάλλον. Το SO₂ μετατρέπεται σε θειικό οξύ, προκαλεί μείωση του pH της βροχής και έτσι δημιουργείται η όξινη βροχή. Η όξινη βροχή, ανάλογα με το pH και τον χρόνο έκθεσης, μπορεί να προκαλέσει βλάβες στα φυτά (κάψιμο των φύλλων των φυτών), στο δέρμα και στο χαρτί, να διαβρώσει μέταλλα και να επιδράσει στα δομικά υλικά. Για παράδειγμα, είναι γνωστό ότι το μάρμαρο (CaCO₃) απορροφά SO₂ και μετατρέπεται σε γύψο (CaSO₄). Ο γύψος είναι πολύ περισσότερο υδατοδιαλυτός από το μάρμαρο, με αποτέλεσμα να παρασύρεται από τη βροχή. Επίσης, ο μοριακός όγκος του γύψου είναι μεγαλύτερος από αυτόν του μαρμάρου, με αποτέλεσμα να προκαλούνται ρωγμές στο μάρμαρο. Τα φαινόμενα αυτά έχουν παρατηρηθεί σε αρχαιολογικούς χώρους της Αθήνας, όπως η Ακρόπολη, και αυτό είχε ως αποτέλεσμα την απομάκρυνση αγαλμάτων από εξωτερικούς χώρους και την επιβολή μέτρων για τη μείωση του περιεχομένου θείου στο πετρέλαιο κίνησης και θέρμανσης στην Αθήνα ήδη από τη δεκαετία του '80.

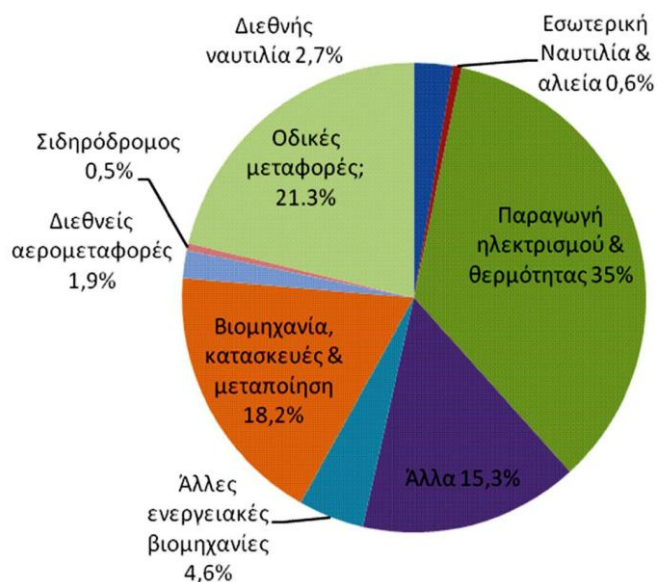
Τα κυριότερα οξείδια του αζώτου που παράγονται κατά την καύση είναι το μονοξείδιο και το διοξείδιο του αζώτου. Το χαρακτηριστικό των οξειδίων του αζώτου είναι ότι συνεισφέρουν στον σχηματισμό του φωτοχημικού νέφους στην ατμόσφαιρα των πόλεων. Το φωτοχημικό νέφος δημιουργείται όταν τα NO_x και άκαυστοι υδρογονάνθρακες, με μια σειρά πολύπλοκων χημικών αντιδράσεων παρουσία φωτός καταλήγουν στη δημιουργία όζοντος (O₃) και μιας μεγάλης ποικιλίας άλλων οργανικών ουσιών. Το φωτοχημικό νέφος έχει ως αποτέλεσμα ερεθισμό στα μάτια και τους πνεύμονες, καταστροφή των φύλλων στα φυτά κ.ά. Τέλος τα NO_x συνεισφέρουν μαζί με τα SO_x στον σχηματισμό της όξινης βροχής. Τα αιωρούμενα σωματίδια με μέγεθος μεγαλύτερο από 10 μm παγιδεύονται στη μύτη ή τον φάρυγγα και στην συνέχεια απομακρύνονται ή καταπίνονται χωρίς να δημιουργούν ιδιαίτερο πρόβλημα. Τα μικρότερα όμως σωματίδια, και ιδιαίτερα εκείνα με διάμετρο μικρότερη των 2,5 μm, εισέρχονται στους πνεύμονες, όπου και παραμένουν, και είναι δύσκολη η απομάκρυνσή τους, με αποτέλεσμα την πρόκληση πνευμονικών προβλημάτων.

Σύμφωνα με μελέτη (Corbett et al., 2007), τα αιωρούμενα σωματίδια από τη ναυτιλία είναι υπεύθυνα για περίπου 60.000 πρόωρους θανάτους ετησίως σε όλο τον πλανήτη από καρδιοαναπνευστικά προβλήματα και καρκίνο του πνεύμονα, με τους περισσότερους να λαμβάνουν χώρα κοντά στις ακτές της Ευρώπης, της Ανατολικής Ασίας και της Νότιας Ασίας, όπου συμπίπτει έντονη ναυτιλιακή δραστηριότητα με μεγάλη πυκνότητα πληθυσμού. Μελέτες σχετικά με τη γεωγραφική κατανομή της ναυτιλιακής κίνησης έδειξαν ότι το μεγαλύτερο μέρος των εκπομπών λαμβάνουν χώρα στο βόρειο ημισφαίριο, εντός ενός καλά προσδιορισμένου συστήματος διεθνών θαλάσσιων οδών (Endresen et al., 2003). Οι Corbett et al. (1999) εκτιμούν ότι το 85% των αερίων εκπομπών της ναυτιλίας γίνεται στο βόρειο ημισφαίριο και μάλιστα ότι το 52% επιδρά στον βόρειο Ατλαντικό και το 27% στον βόρειο Ειρηνικό. Επίσης, εκτιμάται ότι περίπου το 70% των εκπομπών από την ναυτιλία συμβαίνουν εντός 200 ν.μ., με το 44% αυτών σε απόσταση 50 ν.μ. από την ξηρά (IMO, 2009).

Το CO₂, στις συγκεντρώσεις που απαντάται στην ατμόσφαιρα, δεν ενέχει άμεσες επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία, αποτελεί όμως τη βασική αιτία για το σημαντικότερο περιβαλλοντικό ζήτημα της εποχής μας, που έχει ήδη αναλυθεί, το φαινόμενο του θερμοκηπίου και ως εκ τούτου συμβάλει στη θέρμανση του πλανήτη.

5.2. ΠΟΣΟΤΙΚΗ ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΗΣ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ ΑΠΟ ΤΗ ΝΑΥΤΙΛΙΑ ΚΑΙ ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΣΤΗΝ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ

Εκτιμάται ότι οι συνολικές εκπομπές CO₂ από τη ναυτιλία το 2007 παγκοσμίως έφτασαν τους 1.046 εκ. τόνους, ποσότητα που αντιστοιχεί στο 3,3% των παγκόσμιων εκπομπών. Από την ποσότητα αυτή, 870 εκ. (ή ποσοστό 2,7%) αποδίδονται στη διεθνή ναυτιλία και το υπόλοιπο ποσό στην εγχώρια ναυτιλία. Το CO₂ είναι το σημαντικότερο αέριο του θερμοκηπίου που εκπέμπεται από τη ναυτιλία σε όρους ποσοτήτων αλλά και σε όρους συνεισφοράς στην παγκόσμια θέρμανση. Η συνεισφορά των υπόλοιπων αερίων (μεθάνιο, υποξείδιο του αζώτου και χλωροφθοράνθρακες) είναι μικρότερη. Μεσοπρόθεσμα σενάρια δείχνουν ότι κατά το 2050, απουσία πολιτικών μείωσης, οι εκπομπές από τα πλοία μπορεί να έχουν αυξηθεί κατά 150-250% (συγκριτικά με το 2007), ως αποτέλεσμα της ανάπτυξης της ναυτιλίας (IMO, 2009). Από την άλλη πλευρά, η ναυτιλία αποτελεί έναν περιβαλλοντικά φιλικό μέσο μεταφοράς αγαθών ως προς τις επιπτώσεις στο φαινόμενο του θερμοκηπίου, καθώς οι εκπομπές CO₂ ανά μονάδα μεταφορικού έργου είναι σχετικά χαμηλές και μπορεί να συγκριθούν μόνο με τις αντίστοιχες εκπομπές των σιδηροδρομικών μεταφορών. Εκτός από το CO₂, εκτιμάται ότι το 2007 η ναυτιλία εξέπεμψε περίπου 25 εκ. τόνους NO_x, 15 εκ. τόνους SO_x και 1,8 εκ. τόνους αιωρούμενων σωματιδίων. Αναφορικά με τη συνεισφορά των υπόλοιπων ρύπων της ναυτιλίας στην παγκόσμια θέρμανση ισχύουν τα ακόλουθα: Τα ίδια τα NO_x δεν απορροφούν ούτε ανακλούν την ηλιακή ακτινοβολία, είναι δηλαδή κλιματικά ουδέτερα. Όμως συμμετέχουν σε χημικές αντιδράσεις στην κατώτερη ατμόσφαιρα (φωτοχημικό νέφος) που έχουν ως συνέπεια την παραγωγή όζοντος (O₃), το οποίο αποτελεί αέριο του θερμοκηπίου. Από την άλλη πλευρά, τα NO_x συμμετέχουν σε χημικές αντιδράσεις διάσπασης του μεθανίου (CH₄), το οποίο αποτελεί ισχυρό αέριο του θερμοκηπίου. Οι δύο αυτές δράσεις είναι παρόμοιου μεγέθους και αλληλοεξουδετερώνονται. Συνεπώς, η καθαρή έμμεση επίδραση των NO_x στο φαινόμενο του θερμοκηπίου είναι αμελητέα. Τα οξείδια του θείου στην ατμόσφαιρα σχηματίζουν σωματίδια θειικών, τα οποία έχουν την ιδιότητα να σκεδάζουν την εισερχόμενη ηλιακή ακτινοβολία, περιορίζοντας το ποσοστό που φτάνει στην επιφάνεια της γης (Voiland, 2010). Συνεπώς μειώνουν το φαινόμενο του θερμοκηπίου ψύχοντας την ατμόσφαιρα. Επιπλέον, έχουν και μια έμμεση επίδραση, που και αυτή προκαλεί ψύξη στην ατμόσφαιρα (Voiland, 2010): Αιωρούμενα σωματίδια στην ατμόσφαιρα μιας ρυπασμένης περιοχής γίνονται πυρήνες συμπύκνωσης των υδρατμών και συντελούν στη δημιουργία νεφών. Στα νέφη αυτά, οι σταγόνες της υγρασίας έχουν μικρότερο διάμετρο σε σχέση με μια μη ρυπασμένη περιοχή. Κατ' αυτόν τον τρόπο αυξάνεται η ηλιακή ακτινοβολία που ανακλάται από τα σύννεφα, δηλαδή αυξάνεται η ανακλαστικότητα των σύννεφων. Η έμμεση αυτή επίδραση των SO_x δεν έχει ποσοτικοποιηθεί με ακρίβεια, όμως υπάρχουν εκτιμήσεις ότι είναι σημαντική.



5.3. Η ΡΥΠΑΝΣΗ ΑΠΟ ΤΑ ΠΛΟΙΑ ΠΡΟΚΑΛΕΙ ΚΑΤΑΙΓΙΔΕΣ ΠΑΝΩ ΑΠΟ ΤΙΣ ΝΑΥΤΙΚΕΣ ΟΔΟΥΣ

Ερευνητές του Πανεπιστημίου της Ουάσιγκτον ανακάλυψαν ότι οι εκπομπές από τα φορτηγά πλοία προκαλούν αύξηση των καταιγίδων στη θάλασσα. Η έρευνα παρέχει ακόμη περισσότερες αποδείξεις για την καταστροφική επίπτωση του ντίζελ στο περιβάλλον.

Η ομάδα συνέκρινε δεδομένα δώδεκα ετών που συλλέχθηκαν από μερικές από τις πιο πολυσύχναστες ναυτικές οδούς στον κόσμο. Τα ευρήματα έδειξαν ότι κοντινές εκτάσεις νερού με παρόμοια κλίματα αντιμετωπίζουν λιγότερες καταιγίδες από εκείνες που σημειώνουν έντονη ναυτική κίνηση.

«Το μόνο που κάναμε ήταν να φτιάξουμε ένα χάρτη όπου οι αστραπές και καταιγίδες είναι ενισχυμένες και έναν χάρτη με τις διαδρομές που ταξιδεύουν τα πλοία, και ήταν αρκετά προφανές μόνο από την ταύτιση των δύο αυτών χαρτών ότι τα πλοία εμπλέκονται κατά κάποιον τρόπο στην ενίσχυση των καταιγίδων», δήλωσε ο επικεφαλής ερευνητής, Τζόελ Θόρντον, σε σχετικό δελτίο τύπου.

Τα σύννεφα σχηματίζονται όταν υδρατμοί προσκολλώνται στα σωματίδια που παραμένουν στον αέρα. Τα καυσαέρια ντίζελ προσφέρουν ένα πλήθος σωματιδίων διαθέσιμων για την προσκόλληση των υδρατμών, γεγονός που κάνει τα σύννεφα να ανεβαίνουν ψηλότερα στην ατμόσφαιρα. Εκεί, συγκεντρώνουν ηλεκτρικό φορτίο που οδηγεί σε καταιγίδες.

Η μελέτη εξέτασε περίπου 1,5 δισεκατομμύρια αστραπές που έλαβαν χώρα μεταξύ του 2005 και του 2016. Με βάση τα ευρήματά τους, οι ερευνητές πιστεύουν ότι πρόκειται για την πρώτη ισχυρή απόδειξη ότι η ανθρώπινη δραστηριότητα είναι υπεύθυνη για την αύξηση του σχηματισμού σύννεφων πάνω από τους ωκεανούς.

5.4. ΟΙ ΡΥΠΟΙ ΤΩΝ ΠΛΟΙΩΝ

Ο Ευρωπαϊκός Οργανισμός Περιβάλλοντος (ΕΟΠ) κυκλοφόρησε πρόσφατα έκθεση-επισκόπηση σχετικά με τις επιπτώσεις της διεθνούς ναυτιλίας στα ευρωπαϊκά ύδατα, την ποιότητα του αέρα και την κλιματική αλλαγή, απευθύνοντας έκκληση για την αντιμετώπιση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης και των αερίων του θερμοκηπίου μέσω ενός ολοκληρωμένου προγράμματος.

Η ατμοσφαιρική ρύπανση από τη ναυτιλία βλάπτει την υγεία, αυξάνοντας τις καρδιακές παθήσεις και τις ασθένειες του αναπνευστικού συστήματος, ενώ σε κάποιες περιπτώσεις προκαλεί ακόμα και πρόωρο θάνατο. Ακόμα, επιδρά αρνητικά στο περιβάλλον μέσω της οξίνισης των θαλασσών και του ευτροφισμού* των υδάτων.

Όπως δήλωσε η Jacqueline McGlade, εκτελεστική διευθύντρια του ΕΟΠ, «αυτή η μελέτη δείχνει τις ποικίλες επιδράσεις που έχουν οι διάφορες εκπομπές στον πλανήτη. Αποφεύγοντας τις άσκοπες μετακινήσεις αγαθών και βελτιώνοντας την απόδοση των μεταφορών, μπορούμε να συμβάλλουμε στη βελτίωση της ποιότητας του αέρα και στη μείωση των αερίων του θερμοκηπίου».

Η έκθεση («The Impact of International Shipping on European Air Quality and Climate Forcing») διαπιστώνει –μεταξύ άλλων- ότι οι ευρωπαϊκές θαλάσσιες εκπομπές κατέχουν σημαντικό μερίδιο των παγκόσμιων εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου των πλοίων και καταλήγει ότι ένα ολοκληρωμένο πανευρωπαϊκό σύστημα παρακολούθησης, υποβολής εκθέσεων και επαλήθευσης για αυτές είναι απαραίτητο.

Επίσης, υποστηρίζει ότι η μείωση της κατανάλωσης καυσίμων, μέσω της καλύτερης απόδοσής τους, τεχνικών βελτιώσεων και διαφορετικών διαδικασιών λειτουργίας των πλοίων είναι ο καλύτερος τρόπος να μειωθούν η ατμοσφαιρική ρύπανση και τα αέρια του θερμοκηπίου. Τι λένε τα νούμερα;

Ότι αν και ορισμένοι ατμοσφαιρικοί ρύποι εκπέμπονται μακριά από την ξηρά, περίπου το 70% των παγκόσμιων εκπομπών από τα πλοία βρίσκονται σε απόσταση 400 χιλιομέτρων από τις ακτές.

Ότι σε ορισμένες περιοχές, τα πλοία μπορεί να ευθύνονται για το 20-30% των τοπικών συγκεντρώσεων αιωρούμενων σωματιδίων. Ότι το 2007, η ναυτιλία ήταν υπεύθυνη για το 3,3% των παγκόσμιων εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα (CO₂), με το 30% περίπου να εκπέμπεται σε γραμμές που διέρχονται από ευρωπαϊκά λιμάνια. Ότι αν τα πλοία μείωναν την ταχύτητα τους κατά 10%, η ενεργειακή ανάγκη τους θα μπορούσε να μειωθεί κατά περίπου 19%.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6^ο : ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΤΗΣ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ ΑΠΟ ΤΗ ΝΑΥΤΙΛΙΑ

6.1. ΤΟ ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ VI ΤΗΣ MARPOL

Το Παράρτημα VI της MARPOL υιοθετήθηκε το 1997 και τέθηκε σε ισχύ το 2005. Οι διατάξεις του θέτουν όρια στις εκπομπές των κύριων ρύπων στα καυσαέρια των πλοίων δηλ. στα οξείδια του θείου (SO_x) και τα οξείδια του αζώτου (NO_x), απαγορεύουν τις σκόπιμες εκπομπές ουσιών που καταστρέφουν το όζον (Ozone Depleting Substances – ODS) και ρυθμίζουν την καύση επί του πλοίου και τις εκπομπές πτητικών οργανικών ενώσεων (Volatile Organic Compounds – VOCs) από τα δεξαμενόπλοια.

Επιπλέον, τον Ιούλιο του 2011 ο ΙΜΟ υιοθέτησε μέτρα για τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου από την παγκόσμια.

6.2. SO₂ και NO_x

Αμέσως μετά τη θέση σε ισχύ του Παραρτήματος VI της MARPOL το 2005, η ΜΕΡΚ (Marine Environmental Protection Committee) αποφάσισε να το αναθεωρήσει, με σκοπό να ενισχύσει τα όρια εκπομπών βάσει των νεότερων τεχνολογικών εξελίξεων. Το αναθεωρημένο Παράρτημα και ο Τεχνικός Κώδικας για τα NO_x υιοθετήθηκαν το 2008 και τέθηκαν σε ισχύ το 2010.

Οι κυριότερες αλλαγές αφορούσαν την προοδευτική μείωση των εκπομπών SO_x, NO_x (και έμμεσα των PM) και την εισαγωγή Περιοχών Ελέγχου Εκπομπών (Emission Control Areas – ECAs), στις οποίες οι εκπομπές έπρεπε να είναι ακόμη μικρότερες.

Το Παράρτημα VI όριζε αρχικά ένα άνω όριο 4,5% κ.β. στο περιεχόμενο σε θείο του καυσίμου πετρελαίου που χρησιμοποιείται από τα πλοία. Το όριο αυτό μειώθηκε στο 3,5% (2012) και προβλέπεται να μειωθεί περαιτέρω στο 0,5% έως το 2020 .

Το Παράρτημα VI περιέχει πρόβλεψη για ειδικές περιοχές όπου τα όρια εκπομπών SO₂ θα είναι αυστηρότερα (SO_x Emission Control Areas – SECAs) και συγκεκριμένα στις περιοχές αυτές το περιεχόμενο σε θείο των καυσίμων αρχικά δεν έπρεπε να ξεπερνάει το 1,5% κ.β. Το όριο αυτό μειώθηκε στο 1% το 2010 και έγινε 0,1% από το 2015. Εναλλακτική λύση αποτελεί να χρησιμοποιούν τα πλοία καύσιμο υψηλής περιεκτικότητας σε θείο και παράλληλα να εφαρμόζουν ένα σύστημα καθαρισμού των καυσαερίων ή να χρησιμοποιήσουν οποιαδήποτε άλλη τεχνολογία θα μειώνει τις εκπομπές SO₂ στα επίπεδα των εκπομπών των καυσίμων χαμηλής περιεκτικότητας σε θείο. Ο Κανονισμός 13 καθορίζει τις ποσότητες των NO_x τις οποίες επιτρέπεται ένα πλοίο να εκπέμπει ανά kWh. Οι ποσότητες εξαρτώνται από την ονομαστική ταχύτητα του κινητήρα. Υπάρχουν τρία επίπεδα εκπομπών, τα Tier I-III. Όσο νεότερο είναι ένα πλοίο τόσο αυστηρότερα είναι τα όρια. Οι προβλέψεις του Επιπέδου I (Tier I) αφορούν μηχανές εγκατεστημένες σε πλοία που κατασκευάστηκαν κατά ή μετά την 1/1/2000, ενώ τα όρια εκπομπών του Επιπέδου II (Tier II) αφορούν μηχανές εγκατεστημένες σε πλοία που κατασκευάστηκαν κατά ή μετά την 1/1/2011. Τα όρια του Επιπέδου III (Tier III) είναι τα αυστηρότερα και θα ισχύσουν μόνο στις Ειδικές Περιοχές για τα NO_x (NO_x Emission Control

Areas – NECAs), για μηχανές σε πλοία που κατασκευάστηκαν κατά ή μετά την 1/1/2016. Συγκεκριμένα, τα όρια Tier III είναι κατά 80% αυστηρότερα σε σύγκριση με τα όρια Tier I. Οι NECAs αυτή τη στιγμή είναι θαλάσσιες περιοχές στη Β. Αμερική και την Καραϊβική, ενδέχεται όμως στο μέλλον να οριστούν και άλλες περιοχές ως NECA, π.χ. η Βόρεια θάλασσα.

Εκτός SECA	Εντός SECA
4,50% (κ.β.) πριν την 1η Ιανουαρίου 2012	1,50% κ.β. πριν την 1η Ιουλίου 2010
3,50% (κ.β.) κατά και μετά την 1η Ιανουαρίου 2012	1,00% κ.β. κατά και μετά την 1η Ιουλίου 2010
0,50% (κ.β.) κατά και μετά την 1η Ιανουαρίου 2020*	0,10% κ.β. κατά και μετά την 1η Ιουλίου 2015

6.3. ΔΙΟΞΕΙΔΙΟ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ (CO₂)

Το διεθνές πλαίσιο για τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου καθορίζεται από τη Σύμβαση-Πλαίσιο του ΟΗΕ για την Κλιματική Αλλαγή, που άνοιξε προς υπογραφή το 1992 στη Διάσκεψη του Ρίο και τέθηκε σε ισχύ το 1994. Για την υλοποίηση της Σύμβασης-Πλαίσιο, υιοθετήθηκε το 1997 το Πρωτόκολλο του Κιότο, με το οποίο ορίστηκαν δεσμευτικές διαδικασίες και χρονοδιαγράμματα για τη μείωση των εκπομπών CO₂. Βάσει αυτών, οι αναπτυγμένες χώρες αποδέχτηκαν να θέσουν μειώσεις στις εκπεμπόμενες ποσότητες αερίων του θερμοκηπίου της τάξης (κατά μέσο όρο) του 5,2% κατά την περίοδο 2008-2012 σε σχέση με τα επίπεδα του 1990. Επιπλέον, οι χώρες αυτές ήταν υποχρεωμένες να υποβάλουν εθνικές ετήσιες απογραφές που να αποτυπώνουν τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου.

Η διεθνής ναυτιλία και οι αεροπορικές μεταφορές, λόγω ακριβώς του διεθνούς τους χαρακτήρα, δεν συμπεριλήφθησαν στα συνολικά εθνικά στοιχεία των απογραφών. Συγκεκριμένα, υπήρχε πρόβλημα σχετικά με την κατανομή των εκπομπών από τις δύο αυτές πηγές. Προτάθηκε να αποδοθούν στη χώρα πώλησης των καυσίμων ανάλογα με τις ποσότητες, στην χώρα αναχώρησης/προορισμού, στη χώρα του διαχειριστή, στη χώρα σημαίας (για τα πλοία) ή στη χώρα στη θαλάσσια επικράτεια της οποίας πραγματικά συμβαίνουν. Όλες αυτές οι λύσεις εμφάνιζαν προβλήματα. Τελικά, στο Άρθρο 2.2 του Πρωτοκόλλου του Κιότο αναφέρεται ότι οι αναπτυγμένες χώρες θα πρέπει να επιδιώξουν μειώσεις των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου από τη ναυτιλία και τις αεροπορικές μεταφορές συνεργαζόμενες με τον IMO και τον ICAO (International Civil Aviation Organization), τους δύο οργανισμούς του ΟΗΕ για τη ναυτιλία και τις αερομεταφορές, αντίστοιχα.

Οι σχετικές διεργασίες στον IMO ξεκίνησαν το 2000 με την παρουσίαση της πρώτης μελέτης για τα αέρια του θερμοκηπίου, οπότε και αποφασίστηκε να σχηματιστεί μια ομάδα εργασίας σχετικά με το θέμα. Το 2003 η ολομέλεια του IMO κάλεσε τη MEPC να αναπτύξει ένα πλαίσιο μείωσης των εκπομπών CO₂, αναγνωρίζοντάς το ως το κύριο θερμοκηπιακό αέριο από τη ναυτιλία. Στο πλαίσιο αυτό περιλαμβάνεται ένας δείκτης εκπομπών CO₂ και η σχετική γραμμή αναφοράς. Το 2005 η MEPC 53 ενέκρινε τις προσωρινές οδηγίες για την εφαρμογή ενός εθελοντικού δείκτη εκπομπών CO₂ και κάλεσε τις χώρες να τον δοκιμάσουν και να υποβάλουν σχετικές εκθέσεις. Το 2006 η MEPC 55 υιοθέτησε ένα πρόγραμμα εργασιών που θα κατέληγε το

2009 με στόχους τη βελτίωση του δείκτη εκπομπών, την καθιέρωση των γραμμών αναφοράς και την μελέτη τεχνικών, λειτουργικών και αγοροκεντρικών μηχανισμών για τη μείωση των εκπομπών CO₂. Στη MEPC 57 του Απριλίου 2008 αποφασίστηκε με συντριπτική πλειοψηφία η υιοθέτηση εννέα αρχών που θα διέπουν την συζήτηση για τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου. Ανάμεσα σε αυτές περιλαμβάνονταν ότι οποιοδήποτε μέτρο θα έπρεπε να είναι αποτελεσματικό στη μείωση των εκπομπών, αλλά και οικονομικά αποδοτικό, να μην «τιμωρεί» το παγκόσμιο εμπόριο και την ανάπτυξη, και να περιορίζει ή και να ελαχιστοποιεί στρεβλώσεις του ανταγωνισμού. Στο σημείο αυτό προτάθηκαν αγοροκεντρικά εργαλεία και συγκεκριμένα η Νορβηγία, η Γερμανία και η Γαλλία έκαναν προτάσεις για εμπόριο ρύπων στη ναυτιλία, ενώ η Δανία πρότεινε έναν παγκόσμιο φόρο στα ναυτιλιακά καύσιμα. Επίσης προτάθηκε τα νέα μέτρα να αποτελέσουν ξεχωριστή σύμβαση του IMO και όχι να ενσωματωθούν στη MARPOL. Στη MEPC 58 του Οκτωβρίου 2008 αποκαλύφθηκε μεγάλη διαίρεση των κρατών πάνω στα ανωτέρω θέματα. Επιπλέον, τέθηκε το θέμα της ανάγκης ευνοϊκότερης αντιμετώπισης των αναπτυσσόμενων κρατών σε σχέση με τα αναπτυγμένα.

Επόμενες συνεδριάσεις της MEPC ασχολήθηκαν με τη διερεύνηση θεμάτων για κατηγορίες πλοίων που δεν συμπεριλήφθησαν στην αρχική ανάλυση του EEDI, όπως τα οχηματαγωγά και επιβατικά οχηματαγωγά πλοία. Τελικά, ο EEDI και λοιπές προβλέψεις εγκρίθηκαν στην 62η Σύνοδο της MEPC, με την απόφαση MEPC.203(62).

Την 1η Ιανουαρίου 2013 τέθηκαν σε ισχύ οι προβλέψεις του νέου Κεφαλαίου 4 του Παραρτήματος VI της MARPOL, το οποίο εισάγει μέτρα που έχουν στόχο τη βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας της ναυτιλίας, ώστε να περιοριστεί η κατανάλωση καυσίμων και οι εκπομπές CO₂. Στον Κανονισμό 21 του Κεφαλαίου 4 εισάγεται ο Δείκτης Αποδοτικού Ενεργειακού Σχεδιασμού (Energy Efficiency Design Index – EEDI), ο οποίος αφορά κυρίως τεχνικά μέτρα και είναι υποχρεωτικός για τα νέα πλοία, ενώ στον Κανονισμό 22 εισάγεται και ένα υποχρεωτικό εργαλείο διαχείρισης (Ship Energy Efficiency Management Plan – SEEMP), το οποίο αφορά λειτουργικά κυρίως μέτρα, για όλα τα πλοία (νέα και υπάρχοντα). Για να μπορέσει ένα πλοίο να αποκτήσει το Διεθνές Πιστοποιητικό Ενεργειακής Αποδοτικότητας (International Energy Efficiency Certificate – IEEC), θα πρέπει να τηρεί τις απαιτήσεις για τον EEDI και το SEEMP.

6.4. ΤΟ ΡΥΘΜΙΣΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΤΗΣ ΕΕ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΡΥΠΑΝΣΗ ΑΠΟ ΤΑ ΠΛΟΙΑ

Η ΕΕ εκπροσωπείται στον IMO, όπου και εμπλέκεται δραστήρια στην ανάπτυξη των σχετικών ναυτιλιακών κανονισμών οι οποίοι υιοθετούνται από το ευρωπαϊκό δίκαιο. Σε γενικές γραμμές, η ΕΕ συντάσσεται με το πλαίσιο του IMO αναφορικά με την ατμοσφαιρική ρύπανση από τα πλοία. Παράλληλα, όμως, ορισμένες φορές εργάζεται μονομερώς για την ανάπτυξη ευρωπαϊκών κανονισμών, οι οποίοι είναι αυστηρότεροι για πλοία που φέρουν ευρωπαϊκή σημαία ή ελλιμενίζονται σε ευρωπαϊκά λιμάνια.

Το 2005, η θεματική στρατηγική για την αέρια ρύπανση της ΕΕ είχε ως συμπέρασμα ότι χωρίς επιπλέον δράση οι εκπομπές SO₂ από τη ναυτιλία θα υπερέβαιναν κατά το 2020 τις εκπομπές

από όλες τις χερσαίες πηγές στην ΕΕ (European Commission, χ.χ.). Συνεπώς απαιτούνταν περαιτέρω δράση για την προστασία της ανθρώπινης υγείας και το περιβάλλον.

Η βασική νομοθεσία για τη μείωση των εκπομπών διοξειδίου του θείου από τη ναυτιλία ήταν η οδηγία 1999/32/ΕΚ σχετικά με τη μείωση της περιεκτικότητας ορισμένων υγρών καυσίμων σε θείο, η οποία όριζε τη μέγιστη επιτρεπτή περιεκτικότητα σε θείο του βαρέος μαζούτ, του πετρελαίου εσωτερικής καύσης και του πετρελαίου εσωτερικής καύσης πλοίων. Η οδηγία αυτή τροποποιήθηκε από την οδηγία 2005/33/ΕΚ, η οποία ευθυγράμμισε τα προβλεπόμενα στην ΕΕ με το πλαίσιο του ΙΜΟ και το Παράρτημα VI της MARPOL. Συγκεκριμένα, ορίστηκαν ως ειδικές περιοχές για τις εκπομπές SO₂ (SECAs) η Βαλτική, η Βόρεια θάλασσα και το στενό της Μάγχης και σε αυτές τις περιοχές ορίστηκε το ανώτερο περιεχόμενο των καυσίμων σε θείο στο 1,5% κ.β. Οι περιοχές αυτές ήταν οι πρώτες SECAs διότι είχαν από παλαιότερα προβλήματα με την όξινη βροχή που οφειλόταν σε εκπομπές SO₂. Αυτό το όριο (1,5% κ.β.) επίσης εφαρμόζεται, βάσει της οδηγίας, σε επιβατικά πλοία που λειτουργούν σε τακτικά δρομολόγια εκτός SECAs.

Εκτός αυτών, η οδηγία 2005/33/ΕΚ προέβλεπε ότι από 1/1/2010 τα κράτη μέλη θα έπρεπε να λαμβάνουν όλα τα αναγκαία μέτρα ώστε να διασφαλίζεται ότι τα πλοία που είναι προσδεμένα ή αγκυροβολημένα σε λιμάνια της ΕΕ δεν θα χρησιμοποιούν καύσιμα με περιεκτικότητα σε θείο μεγαλύτερη του 0,1% κ.β. Συγκριτικά, το Παράρτημα VI της MARPOL προβλέπει ότι τα πλοία εντός SECA (που περιλαμβάνουν συγκεκριμένες περιοχές,) θα χρησιμοποιούν καύσιμο 0,1% κ.β. σε θείο κατά και μετά την 1η Ιουλίου 2015. Η πρόβλεψη αυτή δεν εφαρμόζεται σε πλοία που παραμένουν στα λιμάνια για λιγότερο από 2 ώρες, όπως επίσης και σε πλοία που σβήνουν όλες τις μηχανές και χρησιμοποιούν ενέργεια από την ξηρά. Εφαρμόζεται σε όλα τα σκάφη ανεξαρτήτως σημαίας, τύπου, ηλικίας ή τονάζ. Πρακτικά συνεπάγεται ότι τα πλοία θα πρέπει να αλλάζουν το καύσιμό τους από βαρύ καύσιμο (HFO – Heavy Fuel Oil) σε ελαφρύ (MGO – Marine Gas Oil) μέσα στα ευρωπαϊκά λιμάνια.

Στο ίδιο πλαίσιο, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή εξέδωσε τη σύσταση 2006/339/ΕΚ, με την οποία συστήνεται στα κράτη μέλη να εξετάσουν την εγκατάσταση παροχών ενέργειας από την ξηρά για τα πλοία στα λιμάνια, ιδιαίτερα σε αυτά που σημειώνεται υπέρβαση των ορίων ποιότητας του αέρα ή σε όσα αναφέρεται υπερβολικός θόρυβος και ιδιαίτερα στα λιμάνια που είναι χωροθετημένα κοντά σε κατοικημένες περιοχές. Η σύσταση αυτή υποστηρίζεται από την οδηγία 2003/96/ΕΚ για τη φορολόγηση του ηλεκτρισμού, βάσει της οποίας επιτρέπεται στα κράτη μέλη να εφαρμόζουν ολικές ή μερικές εξαιρέσεις στη φορολόγηση της ηλεκτρικής ενέργειας υπό συγκεκριμένες συνθήκες, μια εκ των οποίων μπορεί να θεωρηθεί ότι είναι η ενέργεια από την ξηρά για τα πλοία στα λιμάνια.

Ακόμα και την εποχή της υιοθέτησης της οδηγίας 2005/33/ΕΚ αναγνωριζόταν ευρέως ότι τα όρια που έθετε δεν θα ήταν ικανά να αντιμετωπίσουν την αέρια ρύπανση από τη ναυτιλία (European Commission, χ.χ.). Έτσι, τον Νοέμβριο του 2012 υιοθετήθηκε η οδηγία 2012/33/ΕΕ, η οποία τροποποιούσε και πάλι την οδηγία 1992/32/ΕΚ, μειώνοντας περαιτέρω το περιεχόμενο των καυσίμων σε θείο μέσα και έξω από τις SECAs, στο πνεύμα των κανονισμών του Παραρτήματος VI της MARPOL, ως εξής:

□ □ Εντός SECAs

1. 1,00% έως 31/12/2014.
2. 0,10% από 1/1/2015.

• Εκτός SECAs

1. 3,50% από 18/6/2014.
2. 0,50% από 1/1/2020.

Θα πρέπει να αναφερθεί ότι κατά το Παράρτημα VI της MARPOL το όριο του 0,5% εκτός SECAs θα ισχύσει μετά από μελέτη (που επρόκειτο να ολοκληρωθεί το 2018) που θα εξακριβώνει την επαρκή διαθεσιμότητα ελαφρού καυσίμου για την παγκόσμια ναυτιλία και αν αυτό δεν εξακριβωθεί, η ημερομηνία μπορεί να αναβληθεί για την 1η Ιανουαρίου 2025. Σε αντίθεση, η οδηγία 2012/33/ΕΕ δεν περιλαμβάνει τέτοια πρόβλεψη.

Αναφορικά με τις εκπομπές CO₂ από τη ναυτιλία, στη Λευκή Βίβλο για τις Μεταφορές, που εκδόθηκε το 2011, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή ορίζει ότι συνολικά οι εκπομπές CO₂ από τη ναυτιλία θα πρέπει να μειωθούν κατά 40% (και αν είναι δυνατό κατά 50%) το 2050, σε σύγκριση με τα επίπεδα του 2005 (European Commission, χ.χ.).

Με βάση αυτόν τον στόχο, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή προτείνει ένα νέο σύστημα για την παρακολούθηση, αναφορά και επιβεβαίωση των εκπομπών (Monitoring, Reporting and Verification– MRV) των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα για πλοία πάνω από 5.000 κόρους που καλούν σε λιμένες της ΕΕ. Βάσει του MRV:

- Τα πλοία θα πρέπει να παρακολουθούν τις εκπομπές του διοξειδίου του άνθρακα, τις αποστάσεις που διανύθηκαν, καθώς και το φορτίο που μετέφεραν.
- Τα παραπάνω δεδομένα θα πρέπει να επιβεβαιώνονται από έναν ανεξάρτητο φορέα και να αποστέλλονται κάθε χρόνο στο κράτος σημαίας του πλοίου και στην Ευρωπαϊκή Επιτροπή.

Οι κανόνες προτείνεται να ισχύσουν από 1/1/2018 και αναμένεται να οδηγήσουν σε μείωση 2% των εκπομπών CO₂ και μείωση του κόστους για τους πλοιοκτήτες κατά 1,2 δισ. ευρώ το 2030. Η αναμενόμενη αυτή μείωση είναι πολύ συντηρητική σε σχέση με τους στόχους της Λευκής Βίβλου για τις μεταφορές. Παρ' όλα αυτά η εισαγωγή του MRV και ο καθορισμός ενός στόχου μείωσης θα μπορούσε να είναι το πρώτο βήμα προς την υιοθέτηση ενός αγοροκεντρικού εργαλείου μείωσης των εκπομπών. Η ΕΕ έχει έως τώρα εξαιρέσει τη ναυτιλία από την οδηγία εμπορίας των δικαιωμάτων εκπομπής αερίων που προκαλούν το φαινόμενο θερμοκηπίου (οδηγία 2003/87/ΕΚ). Εκτιμάται ότι μπορεί να την εντάξει στο μέλλον μονομερώς, ιδιαίτερα αν ο IMO δεν προχωρήσει στην υιοθέτηση αγοροκεντρικών εργαλείων.

Μια σημαντική πρόκληση είναι η δυνατότητα επιβολής και ελέγχου των κανονισμών. Ο IMO, που είναι οργανισμός υπό τον ΟΗΕ, δεν διαθέτει τέτοιες εξουσίες. Παρόλο που στη ναυτιλία ειδικά τα πρότυπα και οι κανονισμοί είναι (και πρέπει να είναι) παγκόσμια, το επίπεδο επιβολής και συμμόρφωσης σε διάφορες περιοχές του πλανήτη μπορεί να διαφέρει σημαντικά. Τα κράτη της ΕΕ έχουν το πλεονέκτημα έναντι του IMO ότι διαθέτουν την εξουσία να επιβάλουν τους κανονισμούς, όπως και να επιβάλουν κυρώσεις σε περιπτώσεις παραβάσεων. Η αυξανόμενη χρήση από τα κράτη μέλη της δυνατότητας ελέγχου των πλοίων από το κράτος λιμένα (Port

State Control – PSC) μπορεί να αποτελέσει ένα αποτελεσματικό εργαλείο στο πεδίο αυτό. Το πλαίσιο λειτουργίας του PSC στην ΕΕ τίθεται με την οδηγία 2009/16/ΕΚ, όπως τροποποιήθηκε από την οδηγία 2013/38/ΕΕ.

6.5. ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΑ ΚΑΥΣΙΜΑ ΚΑΙ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΑ ΚΑΥΣΙΜΑ

Τα εναλλακτικά καύσιμα που μπορούν να χρησιμοποιηθούν στη ναυτιλία είναι το LNG και τα βιοκαύσιμα.

Τα βιοκαύσιμα πρώτης γενιάς παράγονται από καλλιέργειες φυτών. Καλλιέργειες όπως το σακχαροκάλαμο (που περιέχει σάκχαρα) και το καλαμπόκι (που περιέχει άμυλο) χρησιμοποιούνται για την παραγωγή βιοαιθανόλης. Καλλιέργειες που περιέχουν φυτικά έλαια (ελαιοκράμβη, ηλιάνθος, σόγια) χρησιμοποιούνται για την παραγωγή βιοντίζελ. Τα βιοκαύσιμα πρώτης γενιάς δέχτηκαν κριτική διότι επέφεραν επιπτώσεις στις χρήσεις γης και αυξάνουν τις τιμές των τροφίμων, μια και εκτάσεις (ή καλλιέργειες) που θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή τροφίμων χρησιμοποιούνται για την παραγωγή καυσίμων. Για τον λόγο αυτό, πλέον, τα βιοκαύσιμα δεύτερης γενιάς παράγονται από υπολείμματα μη βρώσιμων καλλιεργειών, από παραπροϊόντα επεξεργασίας ξύλου, προϊόντα γρασιδιού ή βιομηχανικά απόβλητα.

Τα βιοκαύσιμα έχουν μειωμένες εκπομπές CO₂ σε σχέση με τα συμβατικά καύσιμα διότι το CO₂ που εκπέμπεται κατά την καύση τους είχε απομακρυνθεί από την ατμόσφαιρα με τη φωτοσύνθεση για τη δημιουργία της βιομάζας του φυτού. Οι διαδικασίες παραγωγής και μεταφοράς τους πάντως παράγουν επιπλέον CO₂, οπότε η καθαρή μείωση εξαρτάται από τους τρόπους παραγωγής και μεταφοράς. Κατά τα λοιπά, τα βιοκαύσιμα είναι μια ανανεώσιμη και εγχώρια πηγή ενέργειας.

Τα βιοκαύσιμα μπορούν να αναμιχθούν με συμβατικά καύσιμα ή να χρησιμοποιηθούν μόνα τους. Υπάρχουν κάποια τεχνικά θέματα που αφορούν τη χρήση του βιοντίζελ και αυξάνουν τον κίνδυνο διακοπής λειτουργίας κινητήρα, όπως η μειωμένη σταθερότητά του κατά την αποθήκευση, η ανάπτυξη μικροοργανισμών και φυκών στη δεξαμενή καυσίμων και η αύξηση των αποθέσεων στον κινητήρα. Τα προβλήματα αυτά μπορούν να αντιμετωπιστούν με μια προκατεργασία των πρώτων υλών (λιπών και ελαίων) που ονομάζεται υδρογόνωση, η οποία όμως απαιτεί ενέργεια, άρα συνεπάγεται και εκπομπές CO₂.

Τα βιοκαύσιμα είναι διαθέσιμα στην αγορά, αν και όχι στις απαιτούμενες ποσότητες για τη ναυτιλία. Έχουν υλοποιηθεί αρκετά προγράμματα δοκιμών για τη χρήση τους σε πλοία.

ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ ΜΟΡΦΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Οι εναλλακτικές μορφές ενέργειας που μπορούν να χρησιμοποιηθούν στα πλοία είναι η αιολική, η ηλιακή και οι κυψέλες καυσίμου.

Η αιολική ενέργεια μπορεί να χρησιμοποιηθεί στα πλοία με διαφορετικό βαθμό αποτελεσματικότητας, που εξαρτάται από τις καιρικές συνθήκες. Θα πρέπει να διασφαλίζεται ότι οι αιολικές εγκαταστάσεις επί του πλοίου δεν αλληλεπιδρούν με τις λειτουργίες του πλοίου. Διάφορες διατάξεις αξιοποίησης του ανέμου επί του πλοίου είναι διαθέσιμες ως βοηθητικές πηγές ενέργειας. Περιλαμβάνουν διατάξεις τύπου χαρταετού, ιστία και ρότορες τύπου Flettner. Ένα παράδειγμα αποτελεί η χρήση χαρταετών στα πλοία, που μπορεί να προσφέρει μείωση στην ενεργειακή κατανάλωση κατά 10-35% ανά πλοίο. Η επιφάνεια του χαρταετού καθορίζει την ισχύ που μπορεί να προσφέρει. Μια επιφάνεια χαρταετού ίση με 160 m² αντιστοιχεί σε 600 kW, ενώ μια επιφάνεια ίση με 5.000 m² αντιστοιχεί σε 19.200 kW. Το ελάχιστο μήκος πλοίου στο οποίο μπορεί να εγκατασταθεί ένας χαρταετός είναι 30 m. Το κόστος επένδυσης εξαρτάται από την επιφάνεια, ενώ το λειτουργικό κόστος ανέρχεται στο 5-15% του κόστους επένδυσης.

Η ηλιακή ενέργεια αντιμετωπίζεται ως πρόσθετη παροχή ενέργειας σε ένα πλοίο επειδή είναι διακοπτόμενη και γι' αυτό απαιτείται η αποθήκευσή της. Μια προϋπόθεση για τη χρήση φωτοβολταϊκών στο πλοίο είναι να υπάρχει επαρκής διαθέσιμος χώρος στο κατάστρωμα. Έτσι, τα φωτοβολταϊκά είναι κατάλληλα για δεξαμενόπλοια και Ro-Ro πλοία. Αν μια επαρκής επιφάνεια καλυφθεί με φωτοβολταϊκά και το πλοίο επιχειρεί σε περιοχές με ηλιοφάνεια, μπορεί ενδεχομένως να καλύψει τις ανάγκες του για ηλεκτρική ενέργεια. Οι τιμές των φωτοβολταϊκών και η απόδοσή τους κάνουν μια τέτοια επένδυση όχι ιδιαίτερα αποδοτική, προς το παρόν, για τα πλοία.

Η τεχνολογία των κυψελών καυσίμου βασίζεται σε ηλεκτροχημικές αντιδράσεις μέσω των οποίων η ενέργεια ενός καυσίμου μετατρέπεται απευθείας σε ηλεκτρική. Απαιτείται ένα καύσιμο, όπως LNG, βιοκαύσιμο ή υδρογόνο, μαζί με κάποιο οξειδωτικό μέσο. Στο πλοίο μπορεί να εγκατασταθεί ένα υβριδικό σύστημα πρόωσης, που να περιλαμβάνει μια μηχανή εσωτερικής καύσης και μια κυψέλη καυσίμου. Εναλλακτικά, οι κυψέλες καυσίμου μπορεί να καλύπτουν τις ανάγκες ηλεκτρισμού του πλοίου. Το κόστος επένδυσης και το λειτουργικό κόστος είναι ακόμη υψηλά. Για παράδειγμα, αναφέρεται ότι το κόστος επένδυσης για κυψέλη καυσίμου είναι 2-3 φορές υψηλότερο από το κόστος μιας συμβατικής μηχανής. Σήμερα, υπάρχουν προγράμματα που δοκιμάζουν τη χρήση κυψελών καυσίμου σε πλοία.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7^ο : ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Οι χώρες της νότιας και κεντρικής Ευρώπης πλήττονται όλο και πιο συχνά από κύματα καύσωνα, δασικές πυρκαγιές και ξηρασίες.

Η λειψυδρία στις περιοχές της Μεσογείου αυξάνεται συνεχώς με αποτέλεσμα να μεγαλώνουν οι κίνδυνοι ξηρασίας και ανεξέλεγκτων πυρκαγιών.

Η Βόρεια Ευρώπη δέχεται μεγαλύτερες ποσότητες βροχοπτώσεων και οι πλημμύρες θα γίνουν σύνθητες φαινόμενο τον χειμώνα.

Οι αστικές περιοχές, όπου ζουν σήμερα 4 στους 5 Ευρωπαίους, εκτίθενται σε καύσωνες, πλημμύρες ή στην άνοδο της στάθμης της θάλασσας, αλλά συχνά δεν είναι κατάλληλα προετοιμασμένες για την προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή.

Πολλές φτωχές αναπτυσσόμενες χώρες βρίσκονται ανάμεσα στις χώρες που πλήττονται περισσότερο. Οι άνθρωποι που ζουν εκεί συχνά εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από το φυσικό τους περιβάλλον και διαθέτουν τους λιγότερους πόρους για να αντιμετωπίσουν την κλιματική αλλαγή.

Οι υλικές ζημιές και οι ζημιές στις υποδομές, καθώς και στην ανθρώπινη υγεία, συνεπάγονται υψηλό κόστος για την κοινωνία και την οικονομία. Το διάστημα 1980 - 2011, οι πλημμύρες έπληξαν περισσότερα από 5,5 εκατομμύρια άτομα και προκάλεσαν άμεσες οικονομικές ζημιές άνω των 90 δισ. ευρώ. Τομείς που εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από το επίπεδο της θερμοκρασίας και των βροχοπτώσεων, όπως η γεωργία, η δασοκομία, η ενέργεια και ο τουρισμός πλήττονται σε μεγάλο βαθμό.

Προβλέπεται ότι η υπερθέρμανση του πλανήτη θα έχει επιπτώσεις τόσο στο περιβάλλον όσο και στις ανθρώπινες δραστηριότητες. Στις κυριότερες από αυτές συγκαταλέγονται η αύξηση της στάθμης των θαλασσών καθώς και διαφορετικά ακραία καιρικά φαινόμενα. Για τη στάθμη της θάλασσας, οι επιστήμονες μιλούν για άνοδο κατά πέντε εκατοστά ανά δεκαετία, με την περιοχή της Θεσσαλονίκης να συγκαταλέγεται ανάμεσα στις πλέον ευάλωτες της Μεσογείου. Η εκτίμηση των επιπτώσεων της συγκέντρωσης των αερίων θερμοκηπίου στην γενικότερη οικολογική ισορροπία, αποτελεί πεδίο επιστημονικής αντιπαράθεσης καθώς υπάρχουν πολλές διαφορετικές παράμετροι που αλληλεπιδρούν και πολλά στοιχεία που πρέπει να συνεκτιμηθούν. Η κλιματική αλλαγή επηρεάζει όλες τις περιοχές του κόσμου. Οι πάγοι στις πολικές περιοχές λιώνουν και η στάθμη της θάλασσας ανεβαίνει.

Ορισμένες περιοχές πλήττονται συχνότερα από ακραία καιρικά φαινόμενα και βροχοπτώσεις, ενώ άλλες δοκιμάζονται από μεγάλης έντασης καύσωνες και ξηρασίες. Οι επιπτώσεις αυτές αναμένεται να ενταθούν τις επόμενες δεκαετίες.

Οι εκπομπές από τα φορτηγά πλοία προκαλούν αύξηση των καταιγίδων στη θάλασσα.

Η ατμοσφαιρική ρύπανση από τη ναυτιλία βλάπτει την υγεία, αυξάνοντας τις καρδιακές παθήσεις και τις ασθένειες του αναπνευστικού συστήματος, ενώ σε κάποιες περιπτώσεις προκαλεί ακόμα και πρόωρο θάνατο. Ακόμα, επιδρά αρνητικά στο περιβάλλον μέσω της οξίνισης των θαλασσών και του ευτροφισμού* των υδάτων. Δεν ενισχύει όμως ιδιαίτερα την υπερθέρμανση του πλανήτη.

Η μείωση της κατανάλωσης καυσίμων, μέσω της καλύτερης απόδοσής τους, τεχνικών βελτιώσεων και διαφορετικών διαδικασιών λειτουργίας των πλοίων είναι ο καλύτερος τρόπος αντιμετώπισης της ατμοσφαιρικής ρύπανσης..

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A5%CF%80%CE%B5%CF%81%CE%B8%CE%AD%CF%81%CE%BC%CE%B1%CE%BD%CF%83%CE%B7_%CF%84%CE%BF%CF%85_%CF%80%CE%BB%CE%B1%CE%BD%CE%AE%CF%84%CE%B7
- https://ec.europa.eu/clima/change/causes_el
- https://ec.europa.eu/clima/change/consequences_el
- <http://klimatikiallagi.wikidot.com/didener>
- <http://www.sameworld.eu/el/anakalypste-to-ergo/klimatiki-allagi>
- https://repository.kallipos.gr/bitstream/11419/5482/3/02_chapter_6.pdf
- <https://www.naftemporiki.gr/story/1280490/i-rupansi-apo-ta-ploia-prokalei-kataigides-pano-apo-tis-nautikes-odous>
- <https://www.vita.gr/2013/04/03/body-mind/oi-rypoi-twn-ploiwn-mas/>