

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

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΡΩΣΣΙΑΔΟΥ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΑ**

**ΘΕΜΑ**

*Κλιματικές αλλαγές και οι επιπτώσεις τους στη ναυτιλία  
(ορισμός, αίτια, επιπτώσεις, τρόποι αντιμετώπισης)*

**ΤΟΥ ΣΠΟΥΔΑΣΤΗ: ΡΑΦΑΗΛ ΕΛΜΑΛΙΩΤΗΣ  
Α.Γ.Μ: 3223**

Ημερομηνία ανάληψης της εργασίας: 24/04/15

Ημερομηνία παράδοσης της εργασίας:

<i>A/A</i>	<i>Όνοματεπώνυμο</i>	<i>Ειδικότητα</i>	<i>Αξιολόγηση</i>	<i>Υπογραφή</i>
<i>1</i>	<b>ΤΣΟΥΛΗΣ Ν. ΔΙΕΥΘΥΝΤΗΣ</b>	<i>ΠΛΟΙΑΡΧΟΣ</i>		
<i>2</i>	<b>ΡΩΣΣΙΑΔΟΥ Κ. ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ</b>	<i>ΦΥΣΙΚΟΣ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΟΣ</i>		
<i>3</i>				
<b>ΤΕΛΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ</b>				

**Ο ΔΙΕΥΘΥΝΤΗΣ ΣΧΟΛΗΣ: ΤΣΟΥΛΗΣ Ν.**

## Περιεχόμενα

Περίληψη .....	3
1. Κλιματική αλλαγή .....	4
1.1 Ατμόσφαιρα .....	4
1.2 Θάλασσα .....	6
2. Αίτια της Κλιματικής Αλλαγής .....	8
2.1 Αίτια κλιματικών αλλαγών .....	8
2.2 Φαινόμενο θερμοκηπίου .....	8
2.2.1 Αέρια Θερμοκηπίου .....	9
2.2.2 Επίδραση ανθρωπογενούς δραστηριότητας .....	10
2.3 Τρύπα του Όζοντος .....	10
2.3.1 Τρύπα του Όζοντος και Αρκτική .....	11
2.3.2 Μεγάλη τρύπα του όζοντος στην Αρκτική .....	12
2.3.3 Συνέπειες του φαινομένου .....	12
2.4 El Nino – La Nina .....	13
3. Επιπτώσεις της Κλιματικής Αλλαγής στη Ναυτιλία .....	15
3.1 Ακραία καιρικά φαινόμενα .....	15
3.1.1 Κυκλώνες .....	15
3.2 Λιώσιμο πάγων και αύξηση της θερμοκρασίας .....	16
3.2.1 Δημιουργία νέων θαλάσσιων οδών .....	17
Μελέτη του Αρκτικού Συμβουλίου .....	21
Θαλάσσιες διαδρομές που συντελούνται στην Αρκτική περιοχή .....	21
3.2.2 Επίδραση των παγόβουνων στη ναυσιπλοΐα .....	22
3.2.3 Η επιρροή της τήξης των πάγων στο ρεύμα του Κόλπου .....	22
3.2.4 Γιγάντια λίμνη στη μέση του ωκεανού .....	22
3.3 Αύξηση των μικροοργανισμών λόγω της αύξησης της θερμοκρασίας των θαλασσών .....	22
3.3.1 Αύξηση των μικροοργανισμών που ρυπαίνουν τα ύφαλα των πλοίων .....	23
3.4 Καιρικές αλλαγές και ναυσιπλοΐα.....	24
3.4.1 Στάθμη της θάλασσας .....	24
3.4.2 Άνεμοι .....	26
3.4.3 Δράση των κυμάτων και freak waves (abnormal/killer waves) .....	27
4. Τρόποι Αντιμετώπισης .....	30
4.1 Γενικά .....	30
Πρωτόκολλο του Μόντρεαλ .....	30
Πρωτόκολλο του Κιότο .....	31
Διάσκεψη του ΟΗΕ για την κλιματική αλλαγή, Παρίσι .....	32
4.2 Ναυτιλία .....	33
Συμπεράσματα .....	37
Βιβλιογραφία .....	38

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η εργασία αυτή ασχολείται με την κλιματική αλλαγή. Παρουσιάζονται τα αίτια που την προκαλούν, οι επιπτώσεις της σε διάφορους τομείς και ιδιαίτερα στη ναυτιλία και τέλος προτείνονται τρόποι αντιμετώπισής της, δίνοντας πάλι ιδιαίτερη έμφαση στο ναυτιλιακό τομέα.

Η κλιματική αλλαγή είναι ένα ζήτημα που απασχολεί τη διεθνή επιστημονική κοινότητα όλο και περισσότερο σε παγκόσμια κλίμακα, καθώς έχουν αρχίσει να γίνονται εμφανείς οι αρνητικές του συνέπειες στην εποχή μας. Τις τελευταίες δεκαετίες υπάρχει έξαρση των περιβαλλοντολογικών προβλημάτων παγκοσμίως, που ενισχύονται από τη ραγδαία αύξηση του παγκόσμιου πληθυσμού, την ολοένα και μεγαλύτερη συγκέντρωσή του στα αστικά κέντρα, την αλματώδη βιομηχανική ανάπτυξη και χρήση φυσικών πόρων, καθώς και την άνοδο του βιοτικού επιπέδου. Λόγω της εντατικής ανθρώπινης δραστηριότητας, (αστικής, βιομηχανικής, μεταφορών) αυξάνονται ραγδαία τα αέρια που συνεισφέρουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου, με κυριότερα το διοξείδιο του άνθρακα (CO<sub>2</sub>) και το όζον (O<sub>3</sub>).

Τα αέρια αυτά, καθώς και άλλοι ρύποι της ατμόσφαιρας εκπέμπονται, μεταξύ άλλων, και από τα πλοία. Οι σημαντικότεροι ατμοσφαιρικοί ρύποι είναι το διοξείδιο του θείου (SO<sub>2</sub>), τα οξείδια του αζώτου (NO<sub>x</sub>), τα αιωρούμενα σωματίδια και οι πτητικές οργανικές ενώσεις. Οι ουσίες αυτές έχουν δυσμενείς επιδράσεις στο περιβάλλον και την ανθρώπινη υγεία.

Οι εκπομπές αερίων και ρύπων στην ατμόσφαιρα που οφείλονται κυρίως στην αυξημένη χρήση ορυκτών καυσίμων είναι υπεύθυνα για το φαινόμενο του θερμοκηπίου και την τρύπα του όζοντος που είναι οι βασικές εκδηλώσεις της κλιματικής αλλαγής. Υπάρχουν όμως και άλλα αίτια ,εσωτερικά και εξωτερικά, που αλλάζουν το κλίμα και δεν οφείλονται στον άνθρωπο.

Οι συνέπειες της αλλαγής είναι πολλές: περιβαλλοντολογικά προβλήματα, ρύπανση, επιβάρυνση της υγείας των ανθρώπων και γενικότερα όλων των ζωντανών οργανισμών, ακραία καιρικά φαινόμενα, οικονομικές καταστροφές σε παγκόσμιο επίπεδο, , αλλαγή στις ισορροπίες των πληθυσμών και των μικροοργανισμών, στην ξηρά και στη θάλασσα που έχουν επίσης οικονομικές συνέπειες, λιώσιμο των πάγων και αποκόλληση μεγάλων πάγων που μπορούν να φανούν επικίνδυνοι για τα πλοία που πλέουν στις εκάστοτε περιοχές κ.ά.

Η Διεθνής Κοινότητα και ο ΙΜΟ προσπαθεί να μειώσει τις εκπομπές των επικίνδυνων αερίων και να αναχαιτίσει τη ραγδαία κλιματική αλλαγή με διάφορες αποφάσεις, νέες τεχνολογίες και μεθόδους, μερικές εκ των οποίων παρουσιάζονται στην παρούσα εργασία.

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

## 1. Κλιματική αλλαγή

Με τον όρο κλιματική αλλαγή αναφερόμαστε στη μεταβολή του παγκόσμιου κλίματος και ειδικότερα σε μεταβολές των μετεωρολογικών συνθηκών που εκτείνονται σε μεγάλη χρονική κλίμακα. Τέτοιου τύπου μεταβολές περιλαμβάνουν στατιστικά σημαντικές διακυμάνσεις ως προς τη μέση κατάσταση του κλίματος ή τη μεταβλητότητά του, που εκτείνονται σε βάθος χρόνου δεκαετιών ή περισσότερων ακόμα ετών. Οι κλιματικές αλλαγές οφείλονται σε φυσικές διαδικασίες, καθώς και σε ανθρώπινες δραστηριότητες με επιπτώσεις στο κλίμα, όπως η τροποποίηση της σύνθεσης της ατμόσφαιρας. Στη Σύμβαση-Πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για τις Κλιματικές Μεταβολές (UNFCCC), η κλιματική αλλαγή ορίζεται ειδικότερα ως η μεταβολή στο κλίμα που οφείλεται άμεσα ή έμμεσα σε ανθρώπινες δραστηριότητες, διακρίνοντας τον όρο από την κλιματική μεταβλητότητα που έχει φυσικά αίτια.

Η κλιματική αλλαγή είναι αποτέλεσμα της αλληλεπίδρασης της γης όπου λαμβάνουν χώρα οι ανθρώπινες δραστηριότητες, της ατμόσφαιρας και της θάλασσας.

### 1.1 Ατμόσφαιρα

Με τον όρο ατμόσφαιρα της Γης εννοούμε το αέριο σώμα που περιβάλλει τη Γη, την ακολουθεί στις κινήσεις της και συγκρατείται λόγω της βαρύτητάς της, φτάνοντας πρακτικά σε ύψος 3.500 χιλιόμετρα. Το όριο ανάμεσα στην ατμόσφαιρα και το διάστημα δεν είναι αυστηρά καθορισμένο. Καθώς μεγαλώνει η απόσταση της από τη Γη η ατμόσφαιρα σταδιακά εξασθενεί και εξαφανίζεται σιγά σιγά στο διάστημα. Το υψόμετρο των 120 χλμ. ορίζει το σημείο που τα ατμοσφαιρικά φαινόμενα γίνονται αισθητά κατά τη διάρκεια της εισόδου στην ατμόσφαιρα. Η γραμμή Κάρμαν στα 100 χλμ. λαμβάνεται επίσης συχνά σαν το σύνορο ανάμεσα στην ατμόσφαιρα και το διάστημα.

Η ατμόσφαιρα προστατεύει τη ζωή στη Γη με το να απορροφά την επικίνδυνη υπεριώδη ηλιακή ακτινοβολία, να θερμαίνει την επιφάνειά της με την παρακράτηση της θερμότητας (φαινόμενο του θερμοκηπίου) και να μειώνει τις αυξομειώσεις της θερμοκρασίας ανάμεσα στη μέρα και τη νύχτα.

Ο ξηρός αέρας αποτελείται κατά 78,08 % από άζωτο, 20,95% από οξυγόνο, 0,93% από αργό, 0,0395% από διοξείδιο του άνθρακα και από ίχνη άλλων αερίων. Η σύνθεσή της από την επιφάνεια της θάλασσας και μέχρι τα 80-100 χιλιόμετρα ύψος, παραμένει σχεδόν αμετάβλητη. Αντίθετα η πυκνότητα της ατμόσφαιρας ελαττώνεται πολύ γρήγορα, έτσι ώστε η αναπνοή στη κορυφή του Έβερεστ (8.848 μ.) να είναι πολύ δύσκολη μέχρι αδύνατη, αφού η πυκνότητά της εκεί, φθάνει μόλις το 1/3 της πυκνότητας που παρατηρείται στην επιφάνεια της θάλασσας.

## Γενικά

Ο ατμοσφαιρικός αέρας, όπως προαναφέρθηκε, αποτελεί μείγμα πολλών αερίων, με το μεγαλύτερο ποσοστό σε όγκο να κατέχει το άζωτο (78%) και το οξυγόνο (21%). Εκτός αυτών, υπάρχει το διοξείδιο του άνθρακα, ευγενή αέρια, ίχνη υδρογόνου, όζοντος κ.ά. Στην ατμόσφαιρα επίσης αιωρούνται σχεδόν πάντοτε και μόρια κονιορτού, καπνού, άλατος (από τα σταγονίδια των κυμάτων) κλπ., καθώς και μεγάλη επίσης ποσότητα υδρατμών που προέρχεται από την εξάτμιση θαλασσών, λιμνών κ.ά. Το ποσό των υδρατμών αυτών μεταβάλλεται συνεχώς, αφού αυξάνει με την εξάτμιση και ελαττώνεται με τη πτώση ή εναπόθεση ως βροχή ή άλλων μορφών υετού στην επιφάνεια της Γης. Η μεταβολή αυτή είναι και η κύρια αιτία, ως ένα βαθμό, για τις ευρείες μεταβολές των καιρικών φαινομένων σε έναν τόπο. Βέβαια, σε σύγκριση προς τη συνολική μάζα του αέρος, η εκάστοτε ποσότητα των υδρατμών στην ατμόσφαιρα είναι πολύ μικρή. Η σπουδαιότητα της ύπαρξης όμως αυτών των υδρατμών διαφαίνεται από το γεγονός ότι απορροφούν το 11% της ηλιακής ακτινοβολίας ενώ εκλύουν μεγάλη ποσότητα θερμότητας κατά τη συμπύκνωσή τους. Αν δεν υπήρχαν, ίσως η ζωή στη Γη να ήταν αδύνατη. Γενικά, για να δημιουργηθούν οι περισσότερες ατμοσφαιρικές διαταράξεις, που είναι οι πηγές των καιρικών φαινομένων, δύο είναι οι κύριοι παράγοντες η θερμότητα και ο υδρατμός. Για αυτό και ο υδρατμός από μετεωρολογικής άποψης, αποτελεί το σπουδαιότερο συστατικό της γήινης ατμόσφαιρας.

Η ατμόσφαιρα είναι εκείνη, που συγκρατεί την υπεριώδη ακτινοβολία μικρού μήκους κύματος και μέρος από τη κοσμική ακτινοβολία. Είναι εκείνη που προκαλεί τους χρωματισμούς του ουρανού και των νεφών, ενώ συγχρόνως αποτελεί το μέσον στη διάδοση του ήχου, αλλά και στη διάχυση του φωτός.

Χωρίς αυτή, ο ουρανός θα ήταν σκοτεινός, ενώ θα επικρατούσε πλήρες σκότος στη σκιά και οι αστέρες θα έλαμπαν με σταθερό φως, νύχτα και μέρα. Επίσης, η διάθλαση που συντελεί στο φαινόμενο να φαίνονται υπερυψωμένα τα ουράνια σώματα, δεν θα υπήρχε, αλλά και ούτε αντικατοπτρισμός θα δημιουργούνταν.

Το όριο ανάμεσα στη γήινη και στην ηλιακή ατμόσφαιρα δεν είναι ορισμένο με ακρίβεια: το εξωτερικό σύνορο της ατμόσφαιρας αντιστοιχεί στην απόσταση στην οποία τα μόρια των ατμοσφαιρικών αερίων δεν υπόκεινται πλέον στην έλξη της γης και στην επίδραση του μαγνητικού της πεδίου. Οι συνθήκες αυτές ισχύουν σε ένα υψόμετρο που ποικίλει ανάλογα με το γεωγραφικό πλάτος – περίπου στα 60 χλμ. πάνω από τους πόλους και στα 30 χλμ. πάνω από τον ισημερινό. Αυτά τα νούμερα είναι απλά ενδεικτικά. Το γήινο μαγνητικό πεδίο παραμορφώνεται διαρκώς από τον ηλιακό άνεμο. Η πυκνότητα της ατμόσφαιρας επίσης παρουσιάζει σημαντικές αυξομειώσεις. Εξάλλου η ατμόσφαιρα, όπως και το νερό των θαλασσών, υπόκειται στην επίδραση της τροχιάς του συστήματος γη-σελήνη και στις παρεμβολές της βαρύτητας της σελήνης και του ήλιου. Για τον ίδιο λόγο που τα μόρια των αερίων, όντας ελαφρύτερα και λιγότερο στενά συνδεδεμένα μεταξύ τους από τα μόρια του νερού, έχουν μεγαλύτερη ελευθερία κινήσεων από τα τελευταία, έτσι και οι ατμοσφαιρικές παλίρροιες είναι πολύ πιο έντονα φαινόμενα από τις θαλάσσιες.

Το ατμοσφαιρικό στρώμα μέχρι τα 80-100 χιλιόμετρα ύψος ονομάζεται ομοιόσφαιρα, καθώς επικρατούν συνθήκες πλήρους μίξης και ο αέρας έχει σταθερό μοριακό βάρος.

Πάνω από αυτό το όριο (τροπόπαυση) υπάρχει η ετερόσφαιρα. Η πυκνότητα εκεί είναι τόσο μικρή που τα μόρια και τα άτομα συγκρούονται λιγότερο συχνά με αποτέλεσμα τα αέρια να διαστρωματώνονται ανάλογα με το μοριακό τους βάρος. Επίσης, ουσίες που φυσιολογικά είναι αντιδραστικές (π.χ. τα ελεύθερα ριζικά) παρουσιάζουν μεγάλους χρόνους παραμονής στην ετερόσφαιρα. Μολονότι οι τελευταίες αραιότερες παρυφές της ατμόσφαιρας φτάνουν σε ύψος χιλιάδων χιλιομέτρων, το 99% της συνολικής της μάζας περιέχεται σε μία ζώνη από την επιφάνεια (ύψος 0) μέχρι του ύψους των 30 χιλιομέτρων.

### **Κατακόρυφη δομή**

Η χημική σύνθεση της ατμόσφαιρας μέχρι το ύψος των 80-100 χλμ. είναι σχεδόν αμετάβλητη. Ανάλογα όμως της μεταβολής της θερμοκρασίας διακρίνονται σε αυτή τα ακόλουθα στρώματα:

- Τροπόσφαιρα, από ύψος 0 μέχρι 9-18 χλμ. (ανάλογα με το γεωγραφικό πλάτος) όπου βρίσκεται η τροπόπαυση.
- Στρατόσφαιρα, από την τροπόπαυση μέχρι τα 50 χλμ. όπου βρίσκεται η στρατόπαυση.
- Μεσόσφαιρα, από την στρατόπαυση μέχρι τα 80 χλμ. όπου βρίσκεται η μεσόπαυση.
- Θερμόσφαιρα, από την μεσόπαυση μέχρι 800 χλμ. όπου βρίσκεται η θερμόπαυση. Σε αυτό το κομμάτι της ατμόσφαιρας βρίσκεται ο Διεθνής Διαστημικός Σταθμός ISS. Και τέλος
- Εξόσφαιρα, από θερμόπαυση μέχρι 3.500 χλμ.

Σημαντικότερο στρώμα, τόσο για την Μετεωρολογία, όσο ιδιαίτερα για τους ναυτιλλόμενους, είναι η Τροπόσφαιρα αφού εντός αυτής λαμβάνουν χώρα όλες οι μεταβολές του καιρού και όλα τα μετεωρολογικά φαινόμενα.

Σημείωση: Η παραπάνω κατακόρυφη δομή της ατμόσφαιρας σε στρώματα και καθορισμού ύψους εκάστου ορίσθηκε το 1962 από τον Παγκόσμιο Μετεωρολογικό Οργανισμό (W.M.O.).

## **1.2 Θάλασσα**

Με τον όρο Θάλασσα εννοείται μια μεγάλη έκταση αλμυρού ύδατος και η έννοια συνδέεται με κάποιον ωκεανό ή μια μεγάλη λίμνη, συνήθως με αλμυρό νερό που δεν έχει φυσική έξοδο. Ο όρος συχνά χρησιμοποιείται ως υποκατάστατο του Ωκεανός, αν και η χρήση της στη Γεωγραφία είναι αυστηρά καθορισμένη, (για παράδειγμα οι Τροπικές θάλασσες).

Κατά την Ελληνική Μυθολογία η Θάλασσα ήταν αρχέγονη ιδεατή ανθρωπόμορφη θεότητα που κατέληξε δευτερεύουσα μετά τον Ποσειδώνα.

### **Γενικά**

Α. Από την άποψη της Ναυτικής Γεωγραφίας θάλασσα καλείται η υγρή μάζα που καλύπτει τα 3/4 της επιφάνειας της Γης. Η τεράστια αυτή υγρή έκταση διακρίνεται σε επί μέρους εκτάσεις ανάλογα με τους χώρους που καταλαμβάνουν αυτές. Οι πολύ μεγάλες θαλάσσιες εκτάσεις ονομάζονται Ωκεανοί οι οποίοι και καταλαμβάνουν συνολική επιφάνεια 354 εκατομ. τετρ. χιλόμετρα.

Θαλάσσιες εκτάσεις μικρότερες των Ωκεανών που σχηματίζονται ανάμεσα σε νησιά ή σε μεγάλες εκτάσεις ξηράς ονομάζονται Θάλασσες (Μεσόγειος, Βόρειος, Αντιλλών). Όταν η έκτασή τους είναι ακόμη μικρότερη ονομάζονται πελάγη, όπως το Αιγαίο, το Ιόνιο κλπ. Όταν δε μια θαλάσσια έκταση περιορίζεται έντονα από τη ξηρά τότε ονομάζεται κόλπος.

Β. Από την άποψη του Διεθνούς δικαίου η θάλασσα διακρίνεται σε Χωρικά ύδατα, Οικονομική ζώνη και Αιγιαλίτιδα ζώνη που υπάγονται στη κυριαρχία της παράκτιας χώρας, στις κλειστές θάλασσες που περιβάλλονται από στεριά (π.χ. Νεκρά θάλασσα) που ανήκουν στη κυριαρχία του παράκτιου ή παράκτιων χωρών, στις εσωτερικές θάλασσες που περιβάλλονται από ξηρά αλλά συγκοινωνούν με την ανοιχτή θάλασσα όπως η Αζοφική που ταυτίζεται με αυτή και τέλος στις «ανοικτές θάλασσες» ή Διεθνή ύδατα που δεν υπάγονται σε κανενός κράτους τη δικαιοδοσία.

Γ. Από πλευράς Μετεωρολογίας η θάλασσα διακρίνεται σε διάφορες κατηγορίες ανάλογα με τη κατάστασή της π.χ. γαλήνια, ταραγμένη, κυματώδη κλπ.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: Αίτια της Κλιματικής Αλλαγής

### 2.1 Αίτια κλιματικών αλλαγών

Το κλίμα στον πλανήτη μας ουδέποτε υπήρξε σταθερό. Εμφανίζει σημαντικές διακυμάνσεις χρονικά, δεν περίμενε δηλαδή τις ανθρώπινες επιδράσεις για να αλλάξει. Πολλοί είναι οι παράγοντες που επιδρούν στην διαμόρφωση και την εξέλιξη του κλίματος:

#### Εξωτερικά αίτια:

- Ηλιακή δραστηριότητα (ή ένταση της κοσμικής ακτινοβολίας)
- Τροχιά της γης
- Μετεωρίτες (καταστροφικά γεγονότα, όπως πρόσκρουση μεγάλων μετεωριτών στη γη, ή ακόμα και προσέγγιση μεγάλων ουρανίων σωμάτων, όπως της Αφροδίτης στη γη)

#### Εσωτερικά αίτια (φυσικά):

- Εκρήξεις ηφαιστειών (η ηφαιστειακή δράση, μπορεί να παίζει κάποιο ρόλο στη δημιουργία παγετώνων. Η εμφάνιση των παγετώνων συμβαίνει σε περιόδους με αυξημένη ηφαιστειακή δραστηριότητα. Τα ηφαίστεια έχουν παίζει μακροχρόνια και δημιουργικό ρόλο στην ιστορία της γης)
- Φαινόμενα El Nino – La Nina

#### Εσωτερικά αίτια (ανθρωπογενή):

- Εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου (η ανθρώπινη δραστηριότητα σε σχέση με την καύση υδρογονανθράκων και την έκλυση διοξειδίου του άνθρακα ( $\text{CO}_2$ ) στην ατμόσφαιρα) και αερίων που καταστρέφουν το όζον.
- Ξένα προς τον ορισμό της ατμόσφαιρας σωματίδια που προκαλούν θόλωση
- Εξαφάνιση των δασών, διάβρωση του εδάφους (η ανθρώπινη δραστηριότητα σε σχέση με την χρήση της γης και συγκεκριμένα των δασών σε καλλιεργήσιμες εκτάσεις
- Αλλαγή της λευκαύγειας ακόμα και σε ημιέρημες εκτάσεις

Άρα η μεγαλύτερη αιτία είναι ο άνθρωπος, ο οποίος με την ενεργειακή σπατάλη του ευθύνεται για όλα τα παραπάνω.

### 2.2 Φαινόμενο του θερμοκηπίου

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 που 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.

Ένα μέρος της συνολικής ακτινοβολίας που δέχεται η Γη απορροφάται από το σύστημα Γης-ατμόσφαιρας, ενώ το υπόλοιπο διαφεύγει στο διάστημα. Περίπου το 35% της εισερχόμενης ηλιακής ακτινοβολίας ανακλάται, σε ποσοστό 6% με διάχυση από την ατμόσφαιρα, 25% με ανάκληση από τα σύννεφα και 4% με ανάκλαση από την επιφάνεια της Γης. Το 65% της ηλιακής ακτινοβολίας απορροφάται, κατά 15% από την ατμόσφαιρα, 25% είναι η άμεση ηλιακή ακτινοβολία και 25% η διαχεόμενη ακτινοβολία 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 65%. 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 περίπου  $-18^{\circ}\text{C}$ .

Ο μηχανισμός του φαινομένου ταυτίζεται συχνά με τη λειτουργία ενός πραγματικού θερμοκηπίου, όπου το ρόλο της ατμόσφαιρας παίζει το γυαλί ή το πλαστικό που απομονώνουν τη θερμότητα και μειώνουν φαινόμενα μεταφοράς της.

### **2.2.1 Αέρια θερμοκηπίου**

Αέρια του θερμοκηπίου, είναι τα αέρια που λόγω των χαρακτηριστικών του μορίου τους, απορροφούν και εκπέμπουν ακτινοβολία, διατηρώντας την στην ατμόσφαιρα της γης. Τα αέρια τα οποία θεωρούνται αέρια του θερμοκηπίου, είναι αυτά τα οποία συμφωνήθηκαν μέσα από το Πρωτόκολλο του Κιότο:

- Διοξείδιο του άνθρακα ( $\text{CO}_2$ ): το πιο κοινό αέριο του θερμοκηπίου. Μία από τις κύριες πηγές του  $\text{CO}_2$  στην ατμόσφαιρα είναι η καύση ορυκτών καυσίμων - άνθρακα, πετρέλαιο και φυσικό αέριο. Κατά τη διάρκεια των τελευταίων δύο αιώνων, οι κοινωνίες μας έχουν καταναλώσει αυξανόμενες ποσότητες ορυκτών καυσίμων για τη λειτουργία των μηχανών, την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, τη θέρμανση κτιρίων και τις μεταφορές ανθρώπων

και αγαθών. Από τη Βιομηχανική Επανάσταση, η συγκέντρωση του CO<sub>2</sub> στην ατμόσφαιρα αυξάνεται συνεχώς.

- Μεθάνιο (CH<sub>4</sub>): το δεύτερο πιο συνηθισμένο αέριο είναι το μεθάνιο, το οποίο παράγεται κυρίως από την κτηνοτροφία. Ένας από τους λόγους αύξησης των εκπομπών μεθανίου είναι η επέκταση της κτηνοτροφίας λόγω της αυξανόμενης κατανάλωσης κρέατος και γαλακτοκομικών προϊόντων.

- Υποξείδιο του αζώτου (N<sub>2</sub>O): παράγεται κυρίως από τα αζωτούχα λιπάσματα, την καύση των ορυκτών καυσίμων και κάποιες βιομηχανικές διεργασίες.

- Υδροφθοράνθρακες (HFCs), Υπερφθοράνθρακες (PFCs) και Εξαφθοριούχο θείο (SF<sub>6</sub>): τεχνητά αέρια τα οποία δημιουργήθηκαν για αντικατάσταση των αερίων που καταστρέφουν την στοιβάδα του όζοντος, τα οποία αν και οι ποσότητες τους είναι μικρές σε σχέση με άλλα αέρια, η συνεισφορά τους στο φαινόμενο του θερμοκηπίου είναι χιλιάδες φορές μεγαλύτερη από το διοξείδιο του άνθρακα.

### 2.2.2 Επίδραση ανθρωπογενούς δραστηριότητας

Το φαινόμενο του θερμοκηπίου είναι φυσικό, ωστόσο ενισχύεται από την ανθρώπινη δραστηριότητα, η οποία συμβάλλει στην αύξηση της συγκέντρωσης των αερίων του θερμοκηπίου καθώς και στην έκλυση άλλων ιχνοστοιχείων, όπως οι χλωροφθοράνθρακες (CFC's). Τα τελευταία χρόνια, καταγράφεται μία αύξηση στη συγκέντρωση αρκετών αερίων του θερμοκηπίου, ενώ ειδικότερα στην περίπτωση του διοξειδίου του άνθρακα, η αύξηση αυτή ήταν 31% την περίοδο 1750-1998. 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. Αύξηση σημειώνεται επίσης και στην περίπτωση του μεθανίου, το οποίο εκτός από τον άνθρωπο παράγεται και από ζώα (π.χ. αγελάδες) με τις ερυγές τους.

Όσον αφορά τη ναυτιλία, ετησίως εκτιμάται ότι καταναλώνονται 300 εκατομμύρια τόνοι καυσίμου από τον παγκόσμιο στόλο, γεγονός που προκαλεί ανησυχία και για τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις, καθώς με αυτήν την κατανάλωση υπάρχουν εκπομπές της τάξεως των 960 εκατομμυρίων τόνων διοξειδίου του άνθρακα και 9 εκατομμυρίων τόνων διοξειδίου του θείου. Ο IMO εκτιμά ότι χωρίς διορθωτικές δράσεις και χωρίς την εισαγωγή νέων τεχνολογιών, οι εκπομπές αερίων από τα σκάφη παγκοσμίως αναμένεται να αυξηθούν μεταξύ 38% και 72% μέχρι το 2020.

### 2.3 Τρύπα του όζοντος

Τρύπα του όζοντος ονομάζεται το φαινόμενο κατά το οποίο το στρώμα του όζοντος που βρίσκεται στα ανώτερα στρώματα της ατμόσφαιρας (στη στρατόσφαιρα) της γης μειώνεται σε πάχος πάνω από την Ανταρκτική. Επειδή το λεπτότερο σημείο του είναι πάνω από το Νότιο Πόλο, η μείωση του πάχους του στρώματος έχει ως αποτέλεσμα την

ονομαζόμενη "τρύπα" στο στρώμα του όζοντος. Λόγω του ότι το όζον (αλλοτροπική μορφή του οξυγόνου, τριατομικό οξυγόνο, O<sub>3</sub>) προστατεύει από την ηλιακή ακτινοβολία, απορροφώντας σημαντικό τμήμα της υπεριώδους, η δημιουργία της τρύπας του όζοντος έχει αρνητικά αποτελέσματα στην ανθρώπινη υγεία. Επίσης αυξάνει την θερμοκρασία στον πλανήτη και συμβάλλει αρνητικά στο λιώσιμο των πάγων. Το φαινόμενο αυτό θεωρείται πως δημιουργήθηκε από υπερβολική χρήση χλωροφθορανθράκων (CFC) που χρησιμοποιούνταν ευρέως ως προωθητικά αέρια και σε ψυκτικές συσκευές όπως τα κλιματιστικά. Στην επέκτασή του επίσης συμβάλλουν τόσο τα καυσαέρια (από την κυκλοφορία των οχημάτων) όσο και τα αέρια απόβλητα των εργοστασίων.

Βασικότερη αιτία του φαινομένου είναι αποδεδειγμένα η εκπομπή χλωροφθορανθράκων στην ατμόσφαιρα. Οι χλωροφθοράνθρακες (CFC), όπως δείχνει και το όνομά τους, περιέχουν χλώριο, το οποίο είναι ιδιαίτερα καταστροφικό για το όζον. Ενδεικτικά, 1 μόριο χλωρίου καταστρέφει μέχρι και 1.000.000 μόρια όζοντος πριν την αδρανοποίησή του. Μια ερευνητική ομάδα του Εργαστηρίου Φωτοχημείας και Χημικής Κινητικής του Πανεπιστημίου της Κρήτης το 2009 σε συνεργασία με άλλα 61 ευρωπαϊκά ιδρύματα, εξηγεί τη διαδικασία με την οποία οι χλωροφθοράνθρακες καταστρέφουν το όζον:

Οι CFC έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής, έτσι μεταφέρονται αυτούσιοι από την τροπόσφαιρα στην στρατόσφαιρα (ατμόσφαιρα)

Εκεί, με την υπεριώδη ηλιακή ακτινοβολία διασπώνται ελευθερώνοντας άτομα χλωρίου. Τα άτομα χλωρίου λειτουργούν ως καταλύτες, επιταχύνοντας την καταστροφή της στοιβάδας του όζοντος.

Οι χλωροφθοράνθρακες συναντώνται σε ψυκτικές συσκευές (ψυγεία, κλιματιστικά) και ως προωθητικά στα σπρέι. Η εκπομπή τους, για προφανείς λόγους, είναι μεγαλύτερη σε πυκνοκατοικημένες και βιομηχανικές περιοχές. Από το 1987, χρονιά που ανακηρύχτηκαν ως η βασικότερη αιτία της τρύπας του όζοντος, γίνονται προσπάθειες για την αντικατάστασή τους από άλλες ουσίες, οι οποίες όμως φαίνεται να επιδεινώνουν το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Για παράδειγμα, οι υδροφθοράνθρακες HFC διαθέτουν δυναμικό πλανητικής υπερθέρμανσης ως και 14.800 φορές περισσότερο από το διοξείδιο του άνθρακα (CO<sub>2</sub>), σύμφωνα με το πρωτόκολλο του Μόντρεαλ.

### **2.3.1 Τρύπα του όζοντος και Ανταρκτική**

Το γεγονός ότι η τρύπα του όζοντος πρωτοεμφανίστηκε στην Ανταρκτική, όπου το πρόβλημα είναι εντονότερο μέχρι και σήμερα, προβλημάτιζε τους επιστήμονες για χρόνια. Αρχικά, μάλιστα, το κατά πόσο οι χλωροφθοράνθρακες προκαλούσαν το φαινόμενο αμφισβητούταν, καθώς στην Ανταρκτική δεν υπάρχουν εκπομπές χλωροφθορανθράκων, ώστε να ανέρχονται απευθείας στη στρατόσφαιρα σε εκείνο το σημείο. Σύντομα όμως διευκρινίστηκε ότι οι ουσίες αυτές μεταφέρονται από άλλα σημεία του πλανήτη στην Ανταρκτική:

Οι αέριες μάζες που μετακινούνται προς την Ανταρκτική μεταφέρουν μαζί τους χλωροφθοράνθρακες, οι οποίοι δεν διασπώνται, αλλά μοιάζουν με αποθήκες χλωρίου στην ατμόσφαιρα.

Κατά τη διάρκεια της πολικής νύχτας (6 μήνες το χρόνο), σωματίδια πάγου με προσμίξεις θειικού ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) και νιτρικού ( $\text{HNO}_3$ ) οξέος συγκεντρώνουν όλες τις ενώσεις χλωρίου που είναι αποθηκευμένες στην ατμόσφαιρα της Ανταρκτικής.

Μετά το πέρας της πολικής νύχτας, στην αρχή της εξάμηνης μέρας, το φως του ήλιου διασπάει τις ενώσεις αυτές και τα δραστικά άτομα χλωρίου απελευθερώνονται στη στρατόσφαιρα, όπου καταστρέφουν το όζον.

Συνεπώς, οι πολύ χαμηλές θερμοκρασίες και άλλα γεωμορφολογικά στοιχεία αποτελούν τα αίτια της όξυνσης του φαινομένου στην Ανταρκτική.

### **2.3.2 Μεγάλη τρύπα του όζοντος στην Αρκτική**

Απώλεια όζοντος καταγράφεται και στην Αρκτική κάθε χειμώνα και άνοιξη, συνήθως όμως είναι ήπια λόγω των υψηλότερων θερμοκρασιών σε σχέση με την Ανταρκτική. Στις αρχές του 2011 οι θερμοκρασίες στη στρατόσφαιρα πάνω από το Βόρειο Πόλο δεν ήταν χαμηλότερες από ό,τι συνήθως, διατηρήθηκαν όμως για 30 ημέρες περισσότερο από το κανονικό ενισχύοντας το φαινόμενο, όπως αναφέρει διεθνής ερευνητική ομάδα στο περιοδικό Nature. «Αυτό υποδεικνύει ότι, εάν η στρατοσφαιρική θερμοκρασία πέσει έστω και λίγο στην Αρκτική, για παράδειγμα ως αποτέλεσμα της κλιματικής αλλαγής, η απώλεια όζοντος μπορεί να εμφανίζεται συχνότερα» προειδοποιεί η Γκλόρια Μάνεϊ, ερευνήτρια του Εργαστηρίου Αερίωθσης (JPL) της NASA και επικεφαλής της μελέτης.

Η νέα τρύπα του όζοντος εμφανίστηκε εντός της λεγόμενης Αρκτικής πολικής δίνης, ενός μόνιμου κυκλώνα που πνέει γύρω από την Αρκτική. Η περιοχή που πνέει ο κυκλώνας είναι 40% μικρότερη σε μέγεθος συγκριτικά με την συνολική έκταση της Αρκτικής και περιέχει σημαντικά περισσότερο όζον. Αν και η συγκέντρωση του όζοντος παραμένει υψηλότερη από ό,τι στην Ανταρκτική, η απώλεια είναι συγκρίσιμη, επισημαίνουν οι ερευνητές. Προειδοποιούν μάλιστα ότι το φαινόμενο θα εμφανίζεται περιοδικά για δεκαετίες, δεδομένου ότι οι χλωριωμένες ενώσεις που το προκαλούν έχουν μεν απαγορευτεί, ωστόσο έχουν μεγάλη ημιζωή στην ατμόσφαιρα.

### **2.3.3 Συνέπειες του φαινομένου**

Το όζον στα ανώτερα στρώματα της ατμόσφαιρας είναι ιδιαίτερα χρήσιμο, καθώς απορροφάει την υπεριώδη ηλιακή ακτινοβολία. Η υπεριώδης ηλιακή ακτινοβολία αποτελεί το 10% της συνολικής ηλιακής ακτινοβολίας που φτάνει στη Γη. Χωρίζεται σε τρία είδη, τη UV-A, τη UV-B και την πιο επικίνδυνη, την UV-C. Η τελευταία είναι αυτή που απορροφάται από το όζον στη στρατόσφαιρα.

Η UV-C είναι επικίνδυνη, καθώς αποτελεί τη βασικότερη αιτία για το μελάνωμα, μια μορφή θανατηφόρου καρκίνου του δέρματος και φωτοκερατίτιδας στο μάτι. Χρόνια αποτελέσματα είναι ο καρκίνος και η πρόωγη γήρανση του δέρματος, ενώ στα χρόνια αποτελέσματα του ματιού περιλαμβάνονται ο καταρράκτης, το περύγιο και η κερατοπάθεια καθώς είναι αρκετά ισχυρή ώστε να περάσει μέσα από τον αμφιβληστροειδή του ματιού. Τελευταία, και ενδεχομένως η κυριότερη επίδραση της UV-C στους ζωντανούς οργανισμούς είναι η μετάλλαξη του DNA τους. Μάλιστα, είναι τόσο

ισχυρή που οι επιστήμονες τη χρησιμοποιούν σε εργαστήρια και υπό κατάλληλες συνθήκες για να επιτύχουν μεταλλάξεις γονιδίων. Πιο συγκεκριμένα, η UV-C αλλοιώνει το DNA σε τέτοιο βαθμό ώστε αυτό σταδιακά να χάνει την ιδιότητά του να διαιρείται και να πολλαπλασιάζεται.

Ενώ η υπεριώδης ακτινοβολία B (UV-B) προκαλεί εγκαύματα των οποίων οι αρνητικές συνέπειες είναι αθροιστικές και διάφορες μορφές καρκίνου του δέρματος, η υπεριώδης ακτινοβολία A (UV-A) επιδρά στον υποδόριο ιστό και μπορεί να αλλάξει τη δομή του κολλαγόνου και των ινών ελαστίνης του δέρματος, επιταχύνοντας έτσι την γήρανσή του.

Συνεπώς, η τρύπα του όζοντος επιτρέπει την είσοδο των υπεριωδών ακτινοβολιών στην ατμόσφαιρα της Γης, προκαλώντας όλα αυτά τα προβλήματα στους ζωντανούς οργανισμούς. Ωστόσο, επιπτώσεις του φαινομένου αφορούν και το περιβάλλον. Η επικρατέστερη άποψη είναι πως εφόσον το όζον, που απορροφά μέρος της ηλιακής ακτινοβολίας, μειώνεται, θα εισέρχεται περισσότερη θερμότητα στη Γη, η οποία σε συνδυασμό με το επίσης σοβαρό φαινόμενο του θερμοκηπίου, θα συντελεί στην υπερθέρμανση του πλανήτη. Ωστόσο, στις αρχές της προηγούμενης δεκαετίας άρχισε να σχηματίζεται η αντίληψη πως η τρύπα του όζοντος ψύχει αντί να θερμαίνει τη Γη. Πιο συγκεκριμένα, ο Ντέιβιντ Τόμσον, καθηγητής του Πολιτειακού Πανεπιστημίου του Κολοράντο, και ο Σούσαν Σόλομον, ανώτερος επιστήμονας ατμοσφαιρικής επιστήμης, διαπίστωσαν πως ενώ ο μέσος όρος θερμοκρασίας στον υπόλοιπο κόσμο τον προηγούμενο αιώνα αυξήθηκε, στην Ανταρκτική μειώθηκε, θέση την οποία υποστήριξε και ο Τζον Ι. Γουόλς, καθηγητής ατμοσφαιρικής επιστήμης στο Πανεπιστήμιο του Ιλλινόις. Ερεύνησαν έτσι τη σχέση της παρατήρησης αυτής με την όξυνση του φαινομένου της τρύπας του όζοντος στην περιοχή. Η αντίληψη αυτή όμως, πως η τρύπα του όζοντος αποτελεί αιτία ψύξης κι όχι θέρμανσης της Γης δεν εξαπλώθηκε, καθώς:

Η έρευνα έδειξε πως η ελάχιστη θερμοκρασία στην Ανταρκτική παρουσιάζεται έξι μήνες μετά την περίοδο έξαρσης του φαινομένου της τρύπας του όζοντος κάθε χρόνο.

Θα έπρεπε λοιπόν να ληφθούν υπόψιν και άλλοι παράγοντες, όπως τα υποθαλάσσια ρεύματα. Έτσι οι επιστήμονες συμφώνησαν πως το κλίμα της Ανταρκτικής δεν οφείλεται κατ' αποκλειστικότητα στην τρύπα του όζοντος, δεν αποκλείουν όμως το ενδεχόμενο να αποτελεί απλώς μια απ' τις αιτίες του.

## **2.4 El Nino - La Nina**

Μία έρευνα από το Πανεπιστήμιο του Aberdeen η οποία δημοσιεύτηκε το 2008, κάνει λόγο για «φυσική» παγκόσμια κλιματική διαδικασία όσον αφορά τους έντονους ανέμους και την αύξηση της θερμοκρασίας. Συγκεκριμένα αναφέρει ότι τα φαινόμενα Ελ Νίνιο (El Nino) και Λα Νίνια (La Nina) προκαλούν σημαντικές κλιματικές ανωμαλίες σε όλο τον πλανήτη. Υπάρχουν αναφορές στο Περού από το 1525 περίπου, που μας γνωστοποιούν για τις συνέπειες των φαινομένων αυτών. Αυτό σημαίνει ότι τα φαινόμενα αυτά εκδηλώνονται στον πλανήτη πολύ πριν τις κλιματικές αλλαγές και ότι η ένταση των ανέμων και η αύξηση της θερμοκρασίας επηρεάζονται έως ένα βαθμό από τα φαινόμενα αυτά. Να σημειώσουμε ότι τα φαινόμενα αυτά επαναλαμβάνονται κάθε 2 με 7 χρόνια. Το

φαινόμενο Ελ Νίνιο (El Nino) συμβαίνει όποτε εξασθενούν οι συνηθισμένοι ανατολικοί ισχυροί άνεμοι, επιτρέποντας στο θερμότερο νερό από το δυτικό Ειρηνικό να ρέει προς την ανατολή. Αυτό αλλάζει το επίπεδο της θάλασσας, ενισχύει το θερμό νερό της επιφάνειας στην ακτή της Νότιας Αμερικής, και αυξάνει τη θερμοκρασία του νερού στον ανατολικό Ειρηνικό. Συγχρόνως τα σύννεφα καταιγίδας σχηματίζονται πάνω από τον κεντρικό Ειρηνικό κι όχι στον δυτικό. Κατά τη διάρκειά του, παρατηρείται ανωμαλία στην κίνηση των ατμοσφαιρικών και ωκεάνιων ρευμάτων στον Τροπικό Ειρηνικό Ωκεανό, που επηρεάζει το κλίμα σε όλη τη Γη. Τα αποτελέσματα είναι εμφανή παντού: τα νησιά του Κεντρικού Τροπικού Ειρηνικού, η Χιλή, η Αργεντινή, η Βραζιλία, η Ουρουγουάη και η Νότια Κίνα έχουν πλημμυρίσει εξαιτίας του φαινομένου αυτού. Επιπλέον στη διάρκεια του αντίστοιχου φαινομένου από το 1991 έως το 1994 σημειώθηκε ρεκόρ τυφώνων στον Ατλαντικό, την Καραϊβική και τον Κόλπο του Μεξικού.

Κατά τη διάρκεια του φαινομένου Λα Νίνια (La Nina) που συμβαίνει συνήθως μετά το φαινόμενο Ελ Νίνιο (El Nino), οι ανατολικοί άνεμοι ισχυροποιούνται πολύ και ωθούν έτσι τα θερμά επιφανειακά νερά προς την Ασία. Τα νέφη καταιγίδας μετακομίζουν προς τα δυτικά του ωκεανού. Τα ψυχρά ρεύματα τότε στις δυτικές ακτές της Αμερικής αναδύονται (ενώ στο φαινόμενο El Nino είναι σε βάθος 45 m μέσα στη θάλασσα), οι υδρατμοί μειώνονται με αποτέλεσμα να μειώνονται και οι βροχές στην περιοχή αυτή. Το φαινόμενο Λα Νίνια (La Nina) όπως γίνεται κατανοητό είναι ένα ακραίο καιρικό αντί-El Nino φαινόμενο. Αυτό έγινε περισσότερο κατανοητό το 1997, όπου το El Nino προκάλεσε μεγάλες βροχές στην Βόρεια Αμερική με τη βοήθεια ενός ρεύματος. Κατόπιν στα τέλη του 1998, αρχίζοντας το La Nina ώθησε το ρεύμα αυτό πίσω στο Βορρά πάλι, που ενίσχυσε τις ξηρές καιρικές τάσεις. Οι πυρκαγιές και οι ξηρασίες έγιναν κοινές, στις ίδιες θέσεις όπου οι βροχές είχαν πέσει κατά τη διάρκεια του El Nino. Ανακεφαλαιώνοντας λοιπόν να σημειώσουμε πως οτιδήποτε ακραίο κάνει το φαινόμενο El Nino, το φαινόμενο La Nina κάνει το αντίθετο. Οι πλημμύρες γίνονται ξηρασίες και ο κρύος καιρός γίνεται θερμός. Η εναλλαγή λοιπόν του φαινομένου La Nina και του φαινομένου El Nino είναι ένα κανονικό μέρος του κύκλου της ζωής του Ειρηνικού ωκεανού, η οποία όπως είπαμε έχει αντίκτυπο στο κλίμα. Παρακάτω λοιπόν θα δούμε γενικότερα τα αίτια των κλιματικών αλλαγών και ποιες είναι οι επιπτώσεις τους.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: Επιπτώσεις της Κλιματικής Αλλαγής στη Ναυτιλία

### 3.1 Ακραία καιρικά φαινόμενα

Τα ακραία καιρικά φαινόμενα, όπως καταρακτώδεις βροχές, πλημμύρες, ή αντίθετα παρατεταμένη ξηρασία, ανομβρία, είναι φυσικές γήινες διαδικασίες που εμφανίζονται σε όλο τον κόσμο κάθε ημέρα. Η διάρκεια τους είναι μικρή και παρουσιάζονται συνήθως σε τοπική κλίμακα, με αποτέλεσμα να είναι δύσκολο να εκτιμηθεί σε ποιο βαθμό αυτά σχετίζονται με την κλιματική αλλαγή, αλλά είναι βέβαιο ότι η άνοδος της θερμοκρασίας τα τελευταία χρόνια έχει αυξήσει την ένταση και τη συχνότητά τους. Ο αντίκτυπός τους στους ανθρώπους και στο περιβάλλον είναι αρκετά "ακραίος", καθώς μπορούν να επιφέρουν υλικές απώλειες, τραυματισμούς και απώλειες ανθρώπινης ζωής. Αναφέρεται χαρακτηριστικά ότι μεταξύ 1990 και 1999 περισσότεροι από 100.000 άνθρωποι έχασαν τη ζωή τους εξαιτίας πλημμύρων οι οποίες προκάλεσαν ζημιές ύψους 243 δις. Δολαρίων ("Έθνος της Κυριακής", 17 Απριλίου 2005 ) Εντούτοις, δεν έχουμε όλες τις απαντήσεις για το πώς και το γιατί αυτά τ' ακραία καιρικά φαινόμενα δημιουργούνται. Έτσι, οι ερευνητές μελετούν αυτά τα φαινόμενα με ποικίλες τεχνικές που κυμαίνονται από τη μοντελοποίηση των φαινομένων σε υπολογιστές ως και να βάλουν τη ζωή τους σε κίνδυνο "κυνηγώντας" την θύελλα. Ένα ακραίο καιρικό φαινόμενο που επηρεάζει δυσμενώς και τη ναυτιλία είναι οι κυκλώνες, των οποίων η συχνότητα, ένταση και διάρκεια γίνεται όλο και μεγαλύτερη. Δυνάμεις που ενισχύουν ή αφανίζουν τους κυκλώνες ανακαλύφθηκαν μόλις πρόσφατα, όπως η επίδραση των θερμών, ξηρών και γεμάτων σκόνη στρωμάτων αέρα που προέρχονται από τη Σαχάρα και μπορούν να κινηθούν δυτικά, διαπνέοντας στον Ατλαντικό, να προφθάσουν έναν τυφώνα "στα νώτα" του και να τον αποκεφαλίσουν, όπως αναλύει ο Τζέισον Ντάνιον, ομοσπονδιακός ειδικός για τους τυφώνες στο Μαϊάμι. (BHMA SCIENCE, Revkin Andrew, Κυριακή 19-9-2004, σελ. 5)

#### 3.1.1 Κυκλώνες

Κυκλώνας λέγεται το σύστημα των ανέμων, που φυσούν γύρω από μια βαρομετρική ύφεση, δηλαδή, γύρω από μια περιοχή χαμηλής ατμοσφαιρικής πίεσης. Αν μια βαρομετρική ύφεση είναι πολύ βαθιά, ώστε να σχηματίσει κυκλώνα, αναπτύσσει ανέμους, οι οποίοι φυσούν γύρω από το κέντρο της.

Στο νότιο ημισφαίριο έχουν δεξιόστροφη φορά (όπως ακριβώς κινούνται οι δείκτες του ρολογιού), ενώ στο βόρειο ημισφαίριο αριστερόστροφη. Στο κέντρο του κυκλώνα επικρατεί σχετική ηρεμία. Στην κυκλική ζώνη των δυνατών ανέμων ο ουρανός είναι εντελώς καλυμμένος από πυκνά σύννεφα και πέφτει κατακλυσμαία βροχή, ενώ στο κέντρο του κυκλώνα επικρατεί για λίγες στιγμές καθαρός ουρανός. Το φαινόμενο λέγεται "μάτι της θύελλας". Στο πέρασμα του κυκλώνα παρατηρείται ανύψωση της θερμοκρασίας και ελάττωση της υγρασίας.

Οι κυκλώνες είναι πολύ επικίνδυνοι για τα πλοία και ιδίως για τα αεροσκάφη τα οποία δεν μπορούν να τον αποφύγουν ούτε με υψηλή πτήση, πάνω δηλ. από τον κυκλώνα, επειδή φτάνει σε μεγάλα ατμοσφαιρικά ύψη. Σήμερα η μετεωρολογία με τη βοήθεια ειδικών

αεροπορικών σκαφών ή τεχνητών δορυφόρων καταφέρνει και εντοπίζει τη γένεση και την πορεία των κυκλώνων. Όταν ο κυκλώνας έρχεται από τη θάλασσα στην ξηρά, εκτός από το σφοδρό άνεμο, φέρνει και τεράστια κύματα που, αν βρουν χαμηλή ακτή την πλημμυρίζουν σε ύψος 5 - 8 μέτρων και προκαλούν τεράστιες καταστροφές και συχνά ιδίως στις ασιατικές χώρες, πολυάριθμα ανθρώπινα θύματα. Η πηγή ενέργειας των κυκλώνων είναι η εξάτμιση του ζεστού θαλασσινού νερού και για να σχηματιστούν, απαραίτητες προϋποθέσεις είναι η ζεστή θάλασσα (26°-27°C) και ικανοποιητική τιμή της δύναμης Coriolis, που οφείλεται στην περιστροφή της γης και αυξάνει με το γεωγραφικό πλάτος. Γι' αυτό οι κυκλώνες είναι συχνότεροι στην τροπική περιοχή και ενισχύονται με την αύξηση της θερμοκρασίας.

### 3.2 Λιώσιμο πάγων και αύξηση της θερμοκρασίας

Οι παγετώνες και άλλες μεγάλες επιφάνειες πάγου είναι ιδιαίτερα ευαίσθητοι στις αλλαγές της θερμοκρασίας. Οι πάγοι που καλύπτουν τη Γη λειτουργούν σαν προστατευτικός καθρέφτης που αντανακλά ένα μεγάλο μέρος της ηλιακής θερμότητας στο διάστημα, διατηρώντας τον πλανήτη ψυχρό. Η απώλεια των πάγων θα επηρεάσει το παγκόσμιο κλίμα καθώς θα μειώσει την ανακλαστικότητα της γης, ενισχύοντας έτσι τη θέρμανσή της, αλλά επίσης θα ανεβάσει τη στάθμη της θάλασσας και θα προκαλέσει πλημμύρες καταστρέφοντας περιουσίες και βάζοντας σε κίνδυνο πολλές ζωές.

Τα πιο δυσίωνα νέα έρχονται από τις περιοχές των πόλων, οι οποίες θερμαίνονται γρηγορότερα από τον υπόλοιπο πλανήτη και τις τελευταίες δεκαετίες έχουν χάσει μεγάλες ποσότητες πάγου. Σύμφωνα με υπολογισμούς των ειδικών, οι πάγοι της Αρκτικής θάλασσας, οι οποίοι καλύπτουν μια περιοχή στο μέγεθος των ΗΠΑ, συρρικνώθηκαν κατά 6% μεταξύ 1978 και 1996 χάνοντας έκταση 34.300 τετρ. χλμ. ετησίως, δηλαδή επιφάνεια που αντιστοιχεί στο μέγεθος της Ολλανδίας. Το πάχος του θαλάσσιου πάγου της Αρκτικής έχει επίσης μειωθεί δραματικά μεταξύ 1960 και 1970. Από την περίοδο εκείνη ως το 1995 το μέσο πάχος του πάγου μειώθηκε από 3,1 μ. σε 1,8 μ., δηλαδή κατά 40%, σε λιγότερο από 30 χρόνια. Οι πάγοι της Γροιλανδίας, η μεγαλύτερη μάζα πάγου στη Γη εκτός της Ανταρκτικής, η οποία αποτελεί το 8% του πάγου του πλανήτη, από το 1993 χάνει περισσότερο από ένα μέτρο πάχους ετησίως, στα νότια και ανατολικά της άκρα. Το στρώμα των πάγων της Ανταρκτικής, που έχει πάχος 2,3 χλμ. και αντιπροσωπεύει το 91% του πάγου της Γης, λιώνει και αυτό με ολοένα αυξανόμενους ρυθμούς. Ως τώρα οι μεγαλύτερες απώλειες παρατηρούνται στις περιοχές κοντά στη θάλασσα, με αποτέλεσμα μεγάλες επιφάνειες πάγου να αποκολλώνται και να επιπλέουν στον ωκεανό. Την τελευταία δεκαετία τρεις τέτοιες επιφάνειες, με τα ονόματα «Γουόρντι», «Λάρσεν» και «Πρίγκιπας Γουσταύος», έχουν εντελώς αποσυντεθεί. Ακόμη δύο, αναμένεται να αποκολληθούν σύντομα, αφού από το 1998 έχουν ήδη χάσει περίπου το 1/7 της συνολικής επιφάνειάς τους, που αντιστοιχεί σε μέγεθος 21.000 τετρ. χλμ.



### 3.2.1 Δημιουργία νέων θαλάσσιων οδών

Αν και οι συνέπειες της κλιματικής αλλαγής και ιδιαίτερα της συρρίκνωσης των πάγων είναι γενικά αρνητικές, υπάρχει και μία θετική. Η μείωση της επιφάνειας των πάγων η οποία όπως ειπώθηκε παραπάνω είναι στο υψηλότερο σημείο των τελευταίων τριάντα χρόνων δημιουργεί τις προϋποθέσεις πλοήγησης των εμπορικών στόλων κατά τη διάρκεια των θερινών μηνών. Βέβαια το ενδιαφέρον της διέλευσης από το βορειοδυτικό πέρασμα για χρήση της συντομότερης απόστασης προς Ασία είχε διαφανεί από τις αρχές του 15<sup>ου</sup> αιώνα. Χαρακτηριστικά να αναφέρουμε ότι ο Ιταλός εξερευνητής Giovanni Caboto αναζήτησε υποστήριξη στην αυλή της Αγγλίας και συγκεκριμένα έπεισε τον Ερρίκο τον 7ο ότι είναι εφικτό να φθάσει στην Ασία, χρησιμοποιώντας μία βορειότερη πορεία από αυτή του Κολόμβου. Το έτος 1496 ξεκίνησε τα ταξίδια αναζήτησης μέσω Αρκτικής Θάλασσας για διέλευση, με προορισμό την Ασία αλλά τελικά η προσπάθεια του καθώς και άλλες οι οποίες ακολούθησαν απέβησαν ανεπιτυχείς. Τελικά το 1906 ο Νορβηγός εξερευνητής Roald Amundsen πλοήγησε το ξύλινο πλοίο του μέσω του βορειοδυτικού περάσματος. Έκτοτε έχουν καταγραφεί τουλάχιστον 110 διελεύσεις με πλοία ειδικής ενίσχυσης για αντιμετώπιση πάγων και ιδιαίτερος δυσμενών καιρικών συνθηκών. Το 1969 το δεξαμενόπλοιο ειδικής ενίσχυσης S/S «MANHATTAN» πραγματοποίησε το συγκεκριμένο ταξίδι μέσω της Αρκτικής βορειοδυτικής θαλάσσιας διόδου. Η εταιρεία «Humble oil & refining co.» χρηματοδότησε τη συγκεκριμένη γραμμή με σκοπό τη χρήση ειδικών δεξαμενόπλοιων για τροφοδότηση των λιμένων ΗΠΑ. Αν και το SS «MANHATTAN» επέτυχε να διέλθει από τη δίοδο, απεδείχθη ότι η τροφοδοσία των λιμένων της Ανατολής από Αλάσκα ήταν ιδιαίτερα δαπανηρή σε σχέση με την εγκατάσταση πετρελαιοαγωγού και τη δημιουργία εταιρείας για κατασκευή και εκμετάλλευση του πετρελαιοαγωγού της Αλάσκας.

Ο Αρκτικός Ωκεανός έως σήμερα απολαμβάνει ιδιαίτερο ενδιαφέρον όχι μόνο από τους φυσιοδίφες αλλά, τις τελευταίες δεκαετίες, και από πολιτικούς και οικονομολόγους, με σκοπό τη διαμόρφωση εξωτερικών πολιτικών και συμμαχιών λόγω των διαγραφόμενων νέων ενεργειακών προοπτικών. Το 20-30% των προς ανεύρεση ενεργειακών αποθεμάτων υπολογίζεται ότι βρίσκονται στη συγκεκριμένη περιοχή. Εκτιμάται ότι ο Αρκτικός Ωκεανός κρύβει 90 δισεκατομμύρια βαρέλια πετρελαίου και είναι η τελευταία πηγή υδρογονανθράκων στον κόσμο, γι' αυτό και ήδη είναι ένα τεράστιο γεωπολιτικό διακύβευμα. Επιπλέον εκτιμάται ότι υπάρχουν αποθέματα φυσικού αερίου που αντιστοιχούν στο 30% των αποθεμάτων αερίου που δεν έχουν ακόμη ανακαλυφθεί. Οι υψηλές τιμές παραγωγής ενέργειας, τα νέα ναυπηγικά σχέδια, τα σύγχρονα εξαρτήματα και οι σύγχρονοι μέθοδοι εξόρυξης, τα υψηλής ευαισθησίας ανεπτυγμένα συστήματα εντοπισμού και εξεύρεσης κοιτασμάτων πετρελαίου, οι αισθητήρες ογκομετρικού υπολογισμού κοιτάσματος, σε συνδυασμό με την οικονομικότερη εκμετάλλευση των μεταφορών από Ατλαντικό προς Ειρηνικό, έχουν δραστηριοποιήσει τις κυβερνήσεις της περιοχής όπως των ΗΠΑ, Καναδά, Δανίας, Γροιλανδίας, Νορβηγίας και Ρωσίας στον ανταγωνισμό δικαιωμάτων ή και καθορισμό διεκδικήσεων με γνώμονα το οικονομικό τους συμφέρον.

Παρατηρούμε λοιπόν ότι αν και οι κλιματικές αλλαγές έχουν αρνητικές συνέπειες στο περιβάλλον και στην οικονομία, παράλληλα ανοίγουν νέους, συντομότερους δρόμους για τα πλοία που θα βοηθήσουν ως ένα σημείο την παγκόσμια οικονομία.

Στην περίπτωση κατά την οποία η δίοδος βορειοδυτικού περάσματος καταστεί εμπορικά εκμεταλλεύσιμη, τότε θα καταστούν ιδιαίτερα ενδιαφέρουσες οι εισαγωγές αργού πετρελαίου για τα διυλιστήρια της δυτικής ακτής της Αμερικής από περιοχές όπως η Βόρειος Θάλασσα, η Βόρεια Ευρώπη, η Ρωσία. Η θαλάσσια δίοδος από το Μούρμανσκ μέσω της βορειοδυτικής Αρκτικής διόδου έως το Λος Άντζελες είναι περίπου 8.000 μίλια, πολύ μικρότερη σε σύγκριση με τα 11.000 μίλια που είναι η απόσταση μέσω της Δυτικής Αφρικής.

Ενδιαφέρον επίσης παρουσιάζει και η προγραμματισμένη ανάπτυξη στην περιοχή του Μούρμανσκ στη Βόρεια Ρωσία συμπεριλαμβανομένης και της κατασκευής ναυπηγείου μεγέθους έως και δεξαμενόπλοιων VLCC (Very Large Crude Carrier) καθώς και διαφόρων διευκολύνσεων ικανών να εξυπηρετήσουν φόρτωση 200.000 τόνους ημερησίως με μελέτη επέκτασης 500.000 τόνους έως το 2025. Η απόσταση από το Μούρμανσκ έως το λιμάνι του Τσώρτσιλ στο Καναδά μέσω της Αρκτικής Γέφυρας υπολογίζεται γύρω στα 8.000 μίλια.

Μπαίνοντας στο Τσώρτσιλ, στο μόνο αρκτικό λιμάνι του Καναδά, το ρωσικό πλοίο «Καπιτάν Σβιρίντοφ», εγκαινίασε στις 17 Οκτωβρίου 2007 τη λεγόμενη Αρκτική Γέφυρα μεταξύ Καναδά και Ρωσίας. Η Αρκτική Γέφυρα αποτελεί μια ιδέα η οποία φιλοδοξεί να ενώσει το Μούρμανσκ στη βόρεια Ρωσία, με το λιμάνι του Τσώρτσιλ, και μέσω αυτού με τον Καναδά. Στην ουσία λοιπόν το ρωσικό αυτό πλοίο μετέφερε το πρώτο φορτίο μέσω της Αρκτικής Γέφυρας στον Καναδά. Να σημειώσουμε ότι η Αρκτική Γέφυρα είναι διαφορετική από το Βορειοδυτικό Πέρασμα αλλά είναι εξίσου σημαντική. Η δυνατότητα διέλευσης πλοίων ακολουθώντας τη διαδρομή αυτή ανοίγει νέους εμπορικούς δρόμους μεταξύ των δύο αυτών χωρών. Στον Κόλπο του Χάντσον (Hudson Bay), όπου βρίσκεται το λιμάνι του Τσώρτσιλ, η έκταση του πάγου έχει μειωθεί κατά περισσότερο από 30% από το 1978. Ταυτόχρονα, η ναυτιλιακή περίοδος για το λιμάνι έχει επιμηκυνθεί μέχρι τα μέσα Νοέμβρη, ενώ 10 χρόνια πριν δεν ξεπερνούσε το τέλος Οκτώβρη. Επιπλέον το ταξίδι μεταξύ Μούρμανσκ και Τσώρτσιλ με την καινούρια θαλάσσια διαδρομή της Αρκτικής Γέφυρας διαρκεί μόλις 8 ημέρες, με καλό καιρό ενώ η παραδοσιακή διαδρομή που συνδέει το Μούρμανσκ με τον Καναδά, μέσω ενός νοτιότερου θαλάσσιου περάσματος και λιμανιού διαρκεί 17 ημέρες. Τα νέα αυτά δεδομένα βάζουν πλέον το λιμάνι του Τσώρτσιλ στον χάρτη των ναυτιλιακών εταιριών.

Επιπλέον το κυκλικό ταξίδι από Murmansk στο Ulsan Κορέας (μητρόπολη της Νότιας Κορέας, 70 χλμ.βόρεια του Busan) μέσω του Ακρωτηρίου της Καλής Ελπίδας που διαρκεί 102 ημέρες στην περίπτωση διέλευσης από τη βορειοδυτική δίοδο θα έχει διάρκεια μόνο 55 ημέρες. Η διαδρομή που μπορεί να ακολουθήσει ένα πλοίο από το Λονδίνο έως το Τόκυο περνώντας από το Βορειοδυτικό Πέρασμα παρακάμπτοντας τη διώρυγα του Παναμά είναι 8.500 μίλια, απόσταση πολύ μικρότερη από αυτή των 13.000 μιλίων αν περάσει από τη διώρυγα του Σουέζ.

Επίσης, ένα ταξίδι από την Αλγερία στη Νότιο Κορέα μέσω της βορειοδυτικής διέλευσης θα ήταν 5.000 μίλια συντομότερο από την παραδοσιακή γραμμή VLCC (Very Large Crude Carrier) μέσω του Ακρωτηρίου της Καλής Ελπίδας ενώ η απόσταση από τη Σαγκάη έως το Ρότερνταμ μέσω της βορειοανατολικής αρκτικής θαλάσσιας διαδρομής είναι μικρότερη περίπου κατά 1.000 ναυτικά μίλια από αυτή της γνωστής μέσω της διώρυγας του Σουέζ. Η χρησιμοποίηση του Βορειοδυτικού Πέρασματος για εμπορική ναυσιπλοΐα θα σημάνει την εξοικονόμηση τουλάχιστον 4.000 μιλίων στο ταξίδι των πλοίων από την Ευρώπη προς τα λιμάνια της Ανατολής, καθώς δεν θα είναι πια υποχρεωμένα να περνούν από το Κανάλι

του Παναμά. Να σημειώσουμε όμως σε αυτό το σημείο ότι η Αρκτική Γέφυρα όπως και το Βορειοδυτικό Πέρασμα είναι συνέπεια της κλιματικής αλλαγής και συγκεκριμένα της τήξης των πάγων στην περιοχή της Αρκτικής. Δηλαδή δίνεται η δυνατότητα ανάπτυξης επιχειρηματικής δραστηριότητας μέσω του εμπορίου εξαιτίας της περιβαλλοντικής καταστροφής. Σε αυτό το σημείο αξίζει να παρουσιαστεί το κόστος των διαδρομών που αναφέρθηκαν. Συγκεκριμένα θα δούμε για ένα φορτηγό πλοίο (BULK CARRIER) τις καταναλώσεις καυσίμου που θα έχει εκτελώντας τις παραπάνω διαδρομές. Το φορτηγό πλοίο (BULK CARRIER) έχει τα εξής χαρακτηριστικά:

**ΠΙΝΑΚΑΣ 1**

Χαρακτηριστικά φορτηγού πλοίου (BULK CARRIER) L.O.A. (m)	130
B (m)	22
T (m)	7,5
DWT (ton)	45000
V (knots)	17

Στον πίνακα 2 παρουσιάζονται οι εν λόγω διαδρομές, οι αποστάσεις τους και το κόστος κατανάλωσης καυσίμων για τις διαδρομές αυτές. Να σημειώσουμε ότι η ημερήσια κατανάλωση καυσίμου του συγκεκριμένου φορτηγού πλοίου είναι 35 ton/day και το κόστος ενός τόνου καυσίμου είναι περίπου 280 \$

**ΠΙΝΑΚΑΣ 2**

Θαλάσσια διαδρομή	Απόσταση (km)	Κατανάλωση καυσίμου (ton)	Κόστος κατανάλωσης καυσίμου (\$)	Εκπομπή CO <sub>2</sub> (kg/ton fuel)
Μούρμανσκ–Λος Άντζελες (μέσω Βορειοδυτικού Πέρασματος)	12.800	591,5	165.620	1786,33
Μούρμανσκ–Λος Άντζελες (μέσω Δυτικής Αφρικής)	17.700	819,4	229.432	2474,59
Μούρμανσκ–Τσώρτσιλ (μέσω Αρκτικής Γέφυρας)	6.800	314,8	88.102	950,69
Μούρμανσκ–Τσώρτσιλ (μέσω νοτιότερης διαδρομής)	8.600	398,1	111.468	1202,26
Μούρμανσκ–Ουλσάν (μέσω Βορειοδυτικού Πέρασματος)	10.800	500	140.000	1510
Μούρμανσκ–Ουλσάν (μέσω Ακρωτηρίου Καλής Ελπίδος)	29.500	1365,7	382.396	4124,41
Λονδίνο–Τόκυο	13.600	629,63	176.296	1901,4

(μέσω Βορειοδυτικού Περάσματος)				
Λονδίνο– Τόκυο (μέσω διώρυγας Σουέζ)	20.900	967,59	270.925	2922,12
Αλγερία–Πουσάν (μέσω Βορειοδυτικού Περάσματος)	16.300	754,63	211.296	2278,98
Αλγερία–Πουσάν (μέσω Ακρωτηρίου Καλής Ελπίδος)	26.700	1236,11	346.111	3733,05

Παρατηρούμε ότι στις διαδρομές μέσω του Βορειοδυτικού Περάσματος ή της Αρκτικής Γέφυρας ο χρόνος ταξιδιού είναι λιγότερος οπότε τα προϊόντα μεταφέρονται γρηγορότερα. Επίσης το κόστος καυσίμου αυτών των διαδρομών είναι λιγότερο, οπότε έχουμε λιγότερα έξοδα όσον αφορά το ταξίδι του πλοίου. Η ποσότητα του CO<sub>2</sub> που παράγεται από τα πλοία είναι ανάλογη της κατανάλωσης καυσίμου και της περιεκτικότητας άνθρακα στα καύσιμα. Σύμφωνα με την έκθεση η οποία υποβλήθηκε τον Οκτώβριο 2008 από την ομάδα εργασίας του IMO που ασχολείται με την εκπομπή των αερίων του θερμοκηπίου, ένας τόνος Marine Diesel Oil παράγει με την καύση του 3,09 kg CO<sub>2</sub>, ενώ ένας τόνος Heavy Fuel Oil 3,02 kg CO<sub>2</sub>. Με βάση αυτό το δεδομένο συμπληρώθηκε η τελευταία στήλη του Πίνακα. Να αναφερθεί ότι το πλοίο χρησιμοποιεί Heavy Fuel Oil. Όπως παρατηρούμε είναι αρκετά μειωμένες οι εκπομπές CO<sub>2</sub> αν χρησιμοποιηθούν οι διαδρομές μέσω του Βορειοδυτικού Περάσματος ή της Αρκτικής Γέφυρας

Η οικονομική λοιπόν σημασία αυτών των νέων δεδομένων έχει αναθερμάνει τον ανταγωνισμό μεταξύ των κρατών για τον έλεγχο των εν λόγω υδάτων. Στο επίκεντρο της διαμάχης βρίσκεται ο Καναδάς, ο οποίος υπερασπίζεται τα κυριαρχικά του δικαιώματα στο Καναδικό Αρκτικό Αρχιπέλαγος, από το οποίο διέρχεται το Βορειοδυτικό Πέρασμα, θεωρώντας ότι αποτελεί εθνικά του ύδατα στα οποία έχει τον απόλυτο έλεγχο. Στον αντίποδα οι χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης αλλά κυρίως η Αμερική, υποστηρίζουν ότι πρόκειται για διεθνή ύδατα, στα οποία δεν γίνεται να περιοριστεί η ελεύθερη μεταβατική ναυσιπλοΐα όλων. Μια σειρά περιστατικών σημαδεύουν ήδη από το παρελθόν αυτόν τον ιδιότυπο και κλιμακούμενο ψυχρό πόλεμο, με τον διάπλου το 1985 του αμερικανικού παγοθραυστικού “Polar Sea” στο Καναδικό Αρκτικό Αρχιπέλαγος, χωρίς προηγούμενη καναδική άδεια, να ξεχωρίζει. Αυτή τη στιγμή και οι δύο χώρες, Καναδάς και Αμερική, ενισχύουν τις ναυτικές δυνάμεις και περιπολίες τους στην Αρκτική.

Όσον αφορά τα κράτη μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης να αναφέρουμε ότι έχουν το μεγαλύτερο εμπορικό στόλο του κόσμου και πολλά απ’ αυτά τα πλοία χρησιμοποιούν υπερωκεάνιες αρτηρίες. Η τήξη του πάγου που καλύπτει τη θάλασσα δημιουργεί προοδευτικά νέες ευκαιρίες ναυσιπλοΐας στα αρκτικά ύδατα. Το γεγονός αυτό θα μπορούσε να συντομεύσει σημαντικά τα ταξίδια από την Ευρώπη στον Ειρηνικό, να προωθήσει το εμπόριο και να μειώσει την πίεση στα βασικά διηπειρωτικά κανάλια ναυσιπλοΐας. Είναι προς το συμφέρον της Ε.Ε. να διερευνήσει και να βελτιώσει τους όρους για τη βαθμιαία εισαγωγή της εμπορικής ναυσιπλοΐας στην Αρκτική προωθώντας παράλληλα αυστηρότερους κανόνες για την ασφάλεια και το περιβάλλον και αποφεύγοντας τις ζημιογόνες επιπτώσεις. Στο ίδιο πνεύμα, τα κράτη μέλη και η Κοινότητα πρέπει να υπερασπιστούν την αρχή της ελευθερίας της ναυσιπλοΐας και το δικαίωμα

αβλαβούς διέλευσης από τις αρτηρίες και τις περιοχές που έχουν ανοιχτεί πρόσφατα, παρότι ο Καναδάς επιμένει ότι πρόκειται για εθνικά ύδατα.

## **Μελέτη του Αρκτικού Συμβουλίου**

Η ναυτιλιακή χρήση του αρκτικού ωκεανού αυξάνεται με απρόσμενους ρυθμούς από τις αρχές του 21ου αιώνα. Η υποχώρηση των πάγων της Αρκτικής θάλασσας κάτω από την επίδραση των κλιματικών αλλαγών, εξασφαλίζει αυξημένη ναυτική πρόσβαση όλες τις εποχές σε όλη την αρκτική λεκάνη και τις παράκτιες θάλασσές της. Ως απάντηση σε αυτά τα γεγονότα, το αρκτικό συμβούλιο, ένα διακυβερνητικό φόρουμ των οχτώ κρατών της αρκτικής, αποφάσισε να λάβει μέρος σε μια περιεκτική αξιολόγηση της τρέχουσας και μελλοντικής ναυτικής δραστηριότητας στην Αρκτική. Η μελέτη αυτή που είναι γνωστή ως AMSA (Arctic Marine Shipping Assessment), αρχικά εστίασε στη ναυτική ασφάλεια και την θαλάσσια περιβαλλοντική προστασία (προστασία του περιβάλλοντος και βιώσιμη ανάπτυξη).

Με μια βιαστική ματιά στην Αρκτική παρατηρούμε ότι ολοένα και αυξανόμενες ναυτικές επιχειρήσεις λαμβάνουν χώρα κυρίως στο Barents, Kara και στις νορβηγικές θάλασσες. Η όλον τον χρόνο ναυσιπλοΐα η οποία συμβαίνει από το 1979 στο λιμάνι του Dudinka, επιτρέπει τη ναυτική κυκλοφορία από τον ποταμό Yenisey της δυτικής Σιβηρίας προς το λιμάνι Murmansk στο Kola Peninsula.

Με τη χρήση εξελιγμένων παγοθραυστικών το θαλάσσιο αυτό σύστημα μετακίνησης υπηρετεί το εμπορικό σύμπλεγμα στο Norilsk. Να αναφέρουμε ότι το Norilsk είναι η μεγαλύτερη πόλη στο Krasnoyarsk Krai (Σιβηρία) και η δεύτερη μεγαλύτερη πόλη μετά το Murmansk πάνω από τον Αρκτικό κύκλο. Στην πόλη αυτή βρίσκεται το μεγαλύτερο ορυχείο νικελίου στον κόσμο.

## **Θαλάσσιες διαδρομές που συντελούνται στην Αρκτική περιοχή**

Επιπλέον ένα σύστημα πυκνών δρομολογίων δεξαμενόπλοιων (arctic tankers) ικανά να πλεύσουν στις περιοχές αυτές έχει καθιερωθεί ώστε να γίνεται η μεταφορά φορτίου από το Varandy, που είναι στη θάλασσα του Pechora (η νοτιοανατολική γωνία της θάλασσας του Barents) προς το Murmansk και κατευθείαν προς την τοπική αγορά. Το πρώτο δεξαμενόπλοιο που χρησιμοποιήθηκε για το σκοπό αυτό, το Vasily Dinkov (70000 DWT) μετέφερε το φορτίο του στον ανατολικό Καναδά τον Ιούνιο του 2008. Δύο επιπλέον δεξαμενόπλοια αυτής της μορφής (icebreaking tankers) ναυπηγούνται στην Κορέα για την επιχείρηση αυτή. Επίσης δύο τέτοια δεξαμενόπλοια είναι υπό κατασκευή στην Αγία Πετρούπολη της Ρωσίας και θα χρησιμοποιηθούν για να μεταφέρουν πετρέλαιο από το Pirazlimnoye που βρίσκεται στο βόρειο μέρος της θάλασσας Pechora σε ένα τερματικό σταθμό στο Murmansk. Παράλληλα η μεταφορά υγροποιημένου φυσικού αερίου με αφετηρία το βορειότερο μέρος της Νορβηγίας αναμένεται να αυξηθεί τα επόμενα χρόνια. Χαρακτηριστικά να αναφέρουμε τη πρώτη μεταφορά υγροποιημένου φυσικού αερίου από δεξαμενόπλοιο (LNG tanker) στις Ανατολικές Ακτές της Αμερικής. Εκτός της μεταφοράς φορτίου, στην περιοχή του Βόρειου Πόλου πραγματοποιούνται εδώ και λίγα χρόνια ταξίδια τουρισμού και επιστημονικής έρευνας. Ειδικότερα από το 2004 έως το 2007, 28 ταξίδια έλαβαν χώρα για τους παραπάνω σκοπούς. Όσον αφορά τα ταξίδια τουρισμού αξίζει να σημειωθεί ότι εκείνα που πραγματοποιούνται στα παράλια της Γροιλανδίας

αυξήθηκαν από 27 το καλοκαίρι 2004 σε 200 το καλοκαίρι 2007. Όπως γίνεται κατανοητό από τα παραπάνω, οι πιο πολλές εμπορικές δραστηριότητες αυτή τη στιγμή συντελούνται στη Βόρεια θάλασσα της Ρωσίας και συγκεκριμένα στη θάλασσα Kara. Όσον αφορά το Βορειοδυτικό Πέρασμα προς το παρόν έχουν γίνει το 2004 πέντε ταξίδια αναγνώσης από καναδέζικα ειδικά πλοία (icebreaker yachts) και ένα από ρώσικο ειδικό πλοίο (icebreaker yacht).

Από τα παραπάνω στοιχεία συμπεραίνουμε ότι η ναυτιλιακή δραστηριότητα στην περιοχή της Αρκτικής έχει ήδη αρχίσει. Πολύ σύντομα θα επεκταθεί και σε μεγαλύτερο μέρος της Αρκτικής εξαιτίας του λιώσιματος των πάγων.

### **3.2.2 Επίδραση των παγόβουνων στη ναυσιπλοΐα**

Όμως η κυκλοφορία κομματιών πάγου στα μικρότερα πλάτη φέρει πολλούς κινδύνους. Η αποφυγή τους επιβάλλει μεγάλες αλλαγές πορείας επηρεάζοντας έτσι τον υπολογισμό του στίγματος και κατά συνέπεια την πλοηγία. Επίσης, επηρεάζουν την ηλεκτρονική ναυσιπλοΐα, κυρίως την διάδοση ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων και προκαλούν μεταβολές τόσο των ενόψει χαρακτηριστικών, όσο και της ηχούς του ραντάρ.

### **3.2.3 Η επιρροή της τήξης των πάγων στο ρεύμα του Κόλπου**

Επιστήμονες που μελετούν το λιώσιμο των πάγων υποστηρίζουν ότι υπάρχει μεγάλη αύξηση της ποσότητας επιπλέοντος ψυχρού ύδατος στον Αρκτικό Ωκεανό το οποίο υπάρχει περίπτωση να διεισδύσει ξαφνικά στον Ατλαντικό Ωκεανό ανατρέποντας τις ισορροπίες.

Ο φόβος είναι να επηρεάσει το θερμό Ρεύμα του Κόλπου που ρυθμίζει το κλίμα στην Βόρειο Αμερική και την Ευρώπη προστατεύοντας τις από το να παγώσουν. Το θερμό Ρεύμα του Κόλπου ή Ρεύμα του Κόλπου του Μεξικού είναι ένα ισχυρό και θερμό ρεύμα που δημιουργείται στη θάλασσα της Καραϊβικής. Τις δύο τελευταίες δεκαετίες οι ποσότητες του νερού που προέρχονται από λιώσιμο των πάγων στον Αρκτικό Ωκεανό έχουν αυξηθεί κατά 20%. Η εισροή του νερού αυτού στον Ατλαντικό μπορεί να μεταβάλει την κυκλοφορία των ωκεάνιων ρευμάτων. Αυτό μπορεί να φέρει αλλαγές στο κλίμα, στους ανέμους και τις κατευθύνσεις των ρευμάτων με αποτέλεσμα να προκληθεί σύγχυση στα πλοία που θα πλέουν στον ωκεανό αφού τα δεδομένα πλοήγησης θα έχουν αλλάξει δραματικά.

### **3.2.4 Γιγάντια λίμνη στη μέση του ωκεανού**

Οι επιστήμονες εκτιμούν ότι η αύξηση των ποσοτήτων γλυκού ύδατος στον Αρκτικό Ωκεανό προέρχεται από το μόνιμο στρώμα πάγου σε Σιβηρία και Καναδά που τα τελευταία χρόνια λιώνει με επιταχυνόμενο ρυθμό. Το νερό ταξιδεύει μέσα σε ποτάμια και χύνεται τελικά στον Αρκτικό Ωκεανό. Οι επιστήμονες εντόπισαν σε μια περιοχή του Αρκτικού Ωκεανού δυτικά της Γροιλανδίας μια μάζα φρέσκου νερού μεγέθους 7.500 χιλιάδων κυβικών χιλιομέτρων που αντιστοιχεί σε ποσότητα νερού διπλάσια από εκείνη της λίμνης

Βικτόρια, της μεγαλύτερης λίμνης στην αφρικανική ήπειρο. Η «λίμνη» αυτή γλυκού νερού επιπλέει επάνω στο πυκνότερο θαλασσινό νερό και συγκρατείται στη θέση της με τη βοήθεια κυκλικού συστήματος ανέμων. Η εισροή ακόμη και μικρών ποσοτήτων γλυκού νερού στον ωκεανό μπορούν να προκαλέσουν απότομες μεταβολές της ροής των ρευμάτων που καθορίζουν το κλίμα. Εάν κάποιο πλοίο εισέλθει σε μια τέτοια περιοχή τότε το βύθισμά του αμέσως θα αυξηθεί με αποτέλεσμα να κινδυνεύσει. Επομένως η περιοχή αυτή θα πρέπει να προσδιοριστεί και να σημειωθεί κατάλληλα από τις υδρογραφικές υπηρεσίες.

### **3.3 Αύξηση των μικροοργανισμών λόγω της αύξησης της θερμοκρασίας των θαλασσών**

Βέβαια εκτός από τις θετικές συνέπειες που αφορούν γενικότερα τη ναυτιλία, εξίσου σημαντικές είναι, όπως έχει προαναφερθεί, οι αρνητικές επιδράσεις. Οι φυτοπλαγκτονικοί οργανισμοί είναι μικροσκοπικοί μονοκύτταροι οργανισμοί που, σε μερικά είδη, σχηματίζουν νήματα ή αθροίσματα κυττάρων (θαλλούς). Το φυτοπλαγκτό είναι η βάση του θαλάσσιου οικοσυστήματος, καθώς μπορεί, μέσω της διαδικασίας της φωτοσύνθεσης, χρησιμοποιώντας ανόργανα άλατα (κυρίως νιτρικά και φωσφορικά), ηλιακή ακτινοβολία και διοξείδιο του άνθρακα, να παράγει οργανική ύλη, που αποτελεί την τροφή των οργανισμών όλων των επόμενων τροφικών επιπέδων. Στην περίπτωση αυξημένων θρεπτικών ή/και αυξημένης ποσότητας διοξειδίου του άνθρακα, καθώς και σε υψηλότερες θερμοκρασίες, μπορεί να υπάρξει πληθυσμιακή έκρηξη του φυτοπλαγκτού (bloom), δηλαδή απότομη αύξηση της συγκέντρωσης των φυτοπλαγκτονικών οργανισμών στο θαλασσινό νερό.

Υπερβολικά μεγάλες συγκεντρώσεις φυτοπλαγκτού είναι δυνατόν να έχουν δυσμενείς συνέπειες, όπως υπερβολική παραγωγή δευτερογενών μεταβολιτών (τοξίνες) που μπορεί να έχουν σαν αποτέλεσμα την δηλητηρίαση διαφόρων θαλάσσιων οργανισμών σε αρκετά εκτεταμένες περιοχές.

Τα τελευταία χρόνια, καθώς η θερμοκρασία αυξάνεται, ακόμη και στις ελληνικές θάλασσες έχει παρατηρηθεί σταδιακή αύξηση θερμοφίλων ειδών (κυρίως φυτοπλαγκτονικών οργανισμών και μεδουσών), αλλά και ιχθύων και άλλων υδρόβιων οργανισμών. Τα είδη αυτά πιθανότατα ανταγωνίζονται τα “ενδημικά” είδη που απαντούν στις ελληνικές θάλασσες. Το γεγονός όμως ότι τα τελευταία χρόνια η εμφάνισή τους και η προς τις βόρειες περιοχές του Αιγαίου Πελάγους εξάπλωσή τους είναι ταχύτερη, πιθανώς σχετίζεται με την αύξηση της θερμοκρασίας των ελληνικών θαλασσών και τις κλιματικές μεταβολές που την προκαλούν.

Γενικότερα στη Μεσόγειο παρατηρείται εξάπλωση του είδους *Asterodinium* (γένος *Dinophyceae* που συναντάται σε θερμά νερά). Το καλοκαίρι του 2005 και του 2006 άλλο ένα είδος του γένους *Dinophyceae*, το *Ostreopsis armata*, παρουσίασε έξαρση προκαλώντας λοιμώξεις του αναπνευστικού σε τουρίστες. Η κλιματική αλλαγή έχει θεωρηθεί ως υπεύθυνη για την επέκταση του βιογεωγραφικού εύρους βενθικών και νηκτοβενθικών θαλασσίων ειδών στη Δυτική Μεσόγειο.

### **3.3.1 Αύξηση των μικροοργανισμών που ρυπαίνουν τα ύφαλα των πλοίων**

Μία άλλη πλευρά των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής στη ναυτιλία, είναι μέσω της παρουσίας των θαλάσσιων μικροοργανισμών στα ύφαλα των σκαφών. Η αύξηση της θερμοκρασίας της θάλασσας που προκύπτει από την κλιματική αλλαγή και την υπερθέρμανση του πλανήτη ευνοεί την αύξηση των μικροοργανισμών, συμπεριλαμβανομένων εκείνων που ρυπαίνουν τα ύφαλα των πλοίων, επηρεάζοντας τους πληθυσμούς τους (ταχύτερη αναπαραγωγή), αλλά και τις περιοχές στις οποίες μπορούν να εμφανιστούν, καθώς με την αυξημένη θερμοκρασία ορισμένων περιοχών έχουν τη δυνατότητα μετανάστευσης και επιβίωσης, εκεί που δεν υπήρχε πριν.

Η αύξηση της θερμοκρασίας των ωκεανών, που αναμένεται να υπάρξει με βάση τα σενάρια της κλιματικής αλλαγής και της υπερθέρμανσης του πλανήτη που ήδη παρατηρείται, εκτιμάται ότι θα επηρεάσει αρνητικά την απόδοση του πλοίου, καθώς θα ενισχύσει τους ρυθμούς ανάπτυξης των οργανισμών στα ύφαλα των σκαφών και θα αυξήσει τις ανάγκες αντιμετώπισής τους, καθώς και τις ανάγκες σε καύσιμα για τα πλοία. Οι Coutts et al. (2010) πραγματοποίησαν έρευνα της αντοχής των οργανισμών στη γάστρα του πλοίου σε διάφορες ταχύτητες (χαμηλή, μεσαία, γρήγορη, εύρος 4.0-21.5 κόμβων), και συμπέραναν ότι τόσο η κάλυψη όσο και ο εμπλουτισμός με οργανισμούς ήταν σημαντικά αυξημένος στην περίπτωση των χαμηλών ταχυτήτων (<14 κόμβων). Αν λάβουμε υπόψη τη μείωση της ταχύτητας που επέρχεται λόγω του εποικισμού της γάστρας του πλοίου, ο οποίος είναι μεγαλύτερος σε μεγαλύτερη θερμοκρασία, αυτό αποτελεί έναν παράγοντα για περαιτέρω μείωση της απόδοσης της γάστρας του πλοίου. Η διατήρηση της ίδιας ταχύτητας, θα συνεπάγεται μεγαλύτερη κατανάλωση και κόστος καυσίμου.

## **3.4 Καιρικές αλλαγές και ναυσιπλοΐα**

### **3.4.1 Στάθμη της θάλασσας**

Σύμφωνα με την τέταρτη έκθεση της Διακυβερνητικής Επιτροπής για την Αλλαγή του Κλίματος (Fourth Assessment Report, AR4, ή Climate Change 2007) έχει παρατηρηθεί το εξής: την περίοδο 1961-2003, η στάθμη της θάλασσας έχει αυξηθεί κατά μέσο όρο 1.8mm/έτος (1.3-2.3 mm). Η αντίστοιχη αύξηση για το διάστημα 1993-2003 ήταν 3.1mm/έτος, χωρίς να είναι σαφές αν πρόκειται για μακροχρόνια ροπή ή φυσική διακύμανση.

Παρουσιάσεις μοντέλων για το κλίμα (climate model projections) που συμπεριλήφθηκαν στην έκθεση της Διακυβερνητικής Επιτροπής για την Αλλαγή του Κλίματος (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC) προτείνουν ότι ο μέσος όρος αύξησης της στάθμης της θάλασσας κατά τη διάρκεια του εικοστού πρώτου αιώνα θα είναι 2.5 χιλ./έτος, πράγμα που σημαίνει ότι η μέση στάθμη της θάλασσας θα είναι 0,2 μέτρα έως 0,5 μέτρα υψηλότερη το 2100 απ' ότι το 2000.

Οι μεγάλες μεταβολές στη στάθμη της θάλασσας άρχισαν από τα μέσα περίπου της δεκαετίας του 1990 και συνεχίζονται έως και σήμερα. Αξίζει να σημειωθεί ότι οι αριθμοί αυτοί αφορούν πρώτιστα την αύξηση της θερμοκρασίας των ωκεανών, και μετέπειτα τις



γρήγορες και δυναμικές αλλαγές όπως η τήξη των πάγων στην Ανταρκτική και την Γροιλανδία. Βέβαια μερικοί ερευνητές της Διακυβερνητικής Επιτροπής για την Αλλαγή του Κλίματος (IPCC) κάνουν λόγο για υποτίμηση της επίδρασης της τήξης των πάγων και ότι η αύξηση της στάθμης της θάλασσας θα μπορούσε να είναι 1 μέτρο, εάν όχι περισσότερο, μέχρι το τέλος του αιώνα.

Αρκετά ενδιαφέρον είναι, ότι ακόμα κι αν η εκπομπή του διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub>) μειωθεί και οι ατμοσφαιρικές συγκεντρώσεις σταθεροποιηθούν, η θερμοκρασία του αέρα πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας θα συνεχίσει να αυξάνεται με αργούς ρυθμούς για πάνω από εκατό χρόνια.

Η στάθμη της θάλασσας που οφείλεται στην αύξηση της θερμοκρασίας θα συνεχιστεί για τουλάχιστον χίλια χρόνια ακόμα και με τη μείωση εκπομπών CO<sub>2</sub>, αφού το λιώσιμο των πάγων θα συνεχιστεί για μεγάλο χρονικό διάστημα. Όλα αυτά βέβαια είναι υποθέσεις της Διακυβερνητικής Επιτροπής για την Αλλαγή του Κλίματος (IPCC) αφού δεν υπάρχουν επαρκή στοιχεία για την εκπόνηση πιο βέβαιων συμπερασμάτων. Οι εξελίξεις είναι ραγδαίες όσον αφορά τη κλιματική αλλαγή και κανείς δεν μπορεί να εξάγει συμπεράσματα με βεβαιότητα.

Αν και η άνοδος της στάθμης της θάλασσας δεν θα ασκούσε καμία άμεση επίδραση στην ίδια τη ναυσιπλοΐα, θα είχε επιπτώσεις στη υποδομή των λιμανιών και το επίπεδο των υπηρεσιών των παράκτιων και λιμενικών δομών. Μπορεί να επιτρέψει μεγαλύτερη διείσδυση της ενέργειας των κυμάτων στην ακτή και στα λιμάνια, ενώ παράλληλα να αυξήσει την αλατότητα των κόλπων και των εκβολών των λιμανιών. Λέγοντας ενέργεια των κυμάτων εννοούμε ότι η ορμή των κυμάτων θα αυξηθεί με αποτέλεσμα ζημιά στην υποδομή των λιμανιών. Γέφυρες και προβλήτες θα υποστούν τη μεγαλύτερη φθορά ενώ αν αναλογιστούμε και την αύξηση της αλατότητας όπως ειπώθηκε παραπάνω, η διάβρωση που θα υποστούν οι υποδομές αυτές θα είναι μεγάλη. Είναι γνωστό ότι η διαβρωτική δράση του θαλασσινού νερού οφείλεται στην υψηλή περιεκτικότητα αλάτων, οπότε η αύξηση της συγκέντρωσης άλατος λόγω της αύξησης της στάθμης της θάλασσας θα είχε ως άμεση συνέπεια την αλλαγή των ιδιοτήτων του μετάλλου με το οποίο έρχεται σε επαφή το νερό. Όμως εκτός από την αρνητική επίπτωση στην υποδομή των λιμανιών, η άνοδος της στάθμης της θάλασσας θα έπαιζε σημαντικό ρόλο στην άφιξη πλοίων σε λιμάνια που τώρα δεν επιτρέπεται να αφιχθούν.

### ΠΙΝΑΚΑΣ 3

Βυθίσματα λιμανιών τώρα και το 2100		
ΛΙΜΑΝΙΑ	ΒΥΘΙΣΜΑ (m)	ΠΡΟΒΛΕΠΟΜΕΝΟ ΒΥΘΙΣΜΑ (m)
ROTTERDAM	24	24,2-24,6
MURMANSK	15	15,2-15,6
CHURCHILL	8,5	8,7-9,1
OSLO	11	11,2-11,6
HAMBURG	15,1	15,3-15,7
ANTWERPEN	15,5	15,7-16,1

Στον πίνακα 3 φαίνονται κάποια λιμάνια εκ των οποίων ορισμένα έχουν αναφερθεί παραπάνω με τα αντίστοιχα βυθίσματά τους τώρα και το έτος 2100. Όπως έχει ειπωθεί παραπάνω, η άνοδος της στάθμης της θάλασσας θα κυμανθεί από 0,2 μέτρα έως 0,6 μέτρα

μέχρι το 2100. Αυτό σημαίνει ότι θα αυξηθεί το βύθισμα των λιμανιών με συνέπεια να μπορούν να δέχονται πλοία με μεγαλύτερο βύθισμα.

Όπως συμπεραίνεται από τον Πίνακα, θα μπορούν να καταπλέουν σε αυτά τα λιμάνια. πλοία με βύθισμα έως και 0,6 μέτρα μεγαλύτερο Αυτό σημαίνει ότι πλοία με μεγαλύτερη μεταφορική ικανότητα θα μπορούν να προσεγγίζουν τα εν λόγω λιμάνια το 2100, οπότε θα διακινείται μεγαλύτερος όγκος φορτίου από και προς τα λιμάνια αυτά.

### 3.4.2 Άνεμοι

Η κατάσταση των ανέμων θα μπορούσε, από πολλές απόψεις, να επηρεαστεί από τη θερμοκρασία και άλλες αλλαγές κλίματος. Η εποχιακή κατανομή των ταχυτήτων και των διευθύνσεων του αέρα, οι κατευθύνσεις αλλά και οι διάρκειες των θυελλών και των τυφώνων θα μπορούσαν να αλλάξουν. Στην έκθεση της Διακυβερνητικής Επιτροπής για την Αλλαγή του Κλίματος (IPCC) που ολοκληρώθηκε το 2007 λίγες πληροφορίες υπάρχουν για την κατάσταση των ανέμων καθώς υπάρχει μεγάλη αβεβαιότητα σχετικά με την αλλαγή της συμπεριφορά τους λόγω της κλιματικής αλλαγής. Το μόνο σίγουρο είναι ότι σύμφωνα με πρότυπα μοντέλα συμπεριφοράς ανέμων, οι μεγαλύτερες αλλαγές στη συμπεριφορά τους θα λάβει χώρα στις βόρειες περιοχές της γης. Συγκεκριμένα στη Νορβηγία, σύμφωνα πάντα με πρότυπα μοντέλα συμπεριφοράς ανέμων, διαφαίνεται ότι θα είναι συχνότερες οι περιπτώσεις των θυελλών μέσης έντασης και εντονότερες οι ακραίες θύελλες. Σε αυτή τη χρονική περίοδο πάντως, η 4η έκθεση της IPCC συμπεραίνει ότι δεν θα ήταν λογικό να προβλέπουμε οποιαδήποτε συγκεκριμένη αλλαγή στην κατάσταση του αέρα, αλλά να έχουμε υπόψη ότι μάλλον θα μπορούσε να αλλάξει η συμπεριφορά του αέρα.

Η αλλαγή της συμπεριφοράς των ανέμων σύμφωνα με την 4η έκθεση της IPCC επηρεάζει περισσότερο τις βόρειες περιοχές του πλανήτη. Το ποσοστό των ανέμων με ταχύτητες άνω των 15 m/s τείνει να αυξηθεί στις περιοχές αυτές. Αυτό θα είχε ως συνέπεια τη δυνατότητα δημιουργίας υψηλότερων κυμάτων. Στη ναυσιπλοΐα μια αύξηση στην ταχύτητα αέρα θα είχε επίσης άμεσα αποτελέσματα. Για παράδειγμα οι προτιμώμενες εμπορικές οδοί μπορεί να αλλάξουν, καθώς θα υπάρχει δυσκολία διέλευσης από τα πλοία. Η βόρεια θάλασσα, η θάλασσα της Βαλτικής και γενικά η θαλάσσια περιοχή των Σκανδιναβικών χωρών, θα μπορούσαν να δυσκολέψουν τη διέλευση εμπορικών πλοίων λόγω της δημιουργίας ισχυρών ανέμων. Επιπλέον μία άλλη επίπτωση που μπορεί να έχει η αλλαγή της συμπεριφοράς των ανέμων θα είναι η δυσκολία διέλευσης από στενά κανάλια. Οι ελιγμοί στα κανάλια θα γίνουν δυσκολότεροι καθώς δεν θα υπάρχει η πλήρης δυνατότητα ελέγχου του πλοίου. Ίσως δούμε δυσκολία διέλευσης ακόμα και στο κανάλι του Παναμά ή και στο Σουέζ. Εξαιτίας της ανάπτυξης ισχυρών ανέμων αξίζει να αναφερθεί ότι θα υπάρχει δυσκολία πρόσδεσης των πλοίων στα λιμάνια και κυρίως στα λιμάνια του βορείου ημισφαιρίου της γης, όπου η αλλαγή στη συμπεριφορά των ανέμων θα είναι μεγαλύτερη όπως έχει ειπωθεί. Θα χρειάζεται περισσότερος χρόνος για να δέσει το πλοίο στο λιμάνι για να ξεφορτώσει ή να φορτώσει το εμπόρευσμά του, οπότε ο χρόνος παραμονής του στο λιμάνι θα αυξηθεί. Αυτό θα έχει βέβαια συνέπεια στη μεταφορά των προϊόντων από το λιμάνι στην αγορά, οπότε η οικονομία που διέπει το εμπόριο ίσως επηρεαστεί έως έναν βαθμό. Βέβαια όλα αυτά είναι υποθέσεις που προέκυψαν από μελέτη που εκπονήθηκε από την PIANC (International Navigation Association) λαμβάνοντας υπόψιν τα πορίσματα της

4ης έκθεσης της Διακυβερνητικής Επιτροπής για την Αλλαγή του Κλίματος (IPCC). Τίποτα δεν μπορεί να ειπωθεί με βεβαιότητα τουλάχιστον προς το παρόν. Μόνο υποθέσεις μπορεί να σημειωθούν.

Σε αυτό το σημείο αξίζει να γίνει αναφορά στην αντίσταση του πλοίου και συγκεκριμένα στη συνιστώσα που σχετίζεται με την αντίσταση του ανέμου. Ένα πλοίο που πλέει σε μια ήρεμη θάλασσα και χωρίς άνεμο «αισθάνεται» μία αντίσταση αέρα. Η αντίσταση αυτή εξαρτάται από την ταχύτητα του πλοίου και από την επιφάνεια της υπερκατασκευής. Όταν φυσά επιπλέον άνεμος, η αντίσταση αέρα εξαρτάται από την φαινόμενη (ως προς το πλοίο) ταχύτητα του ανέμου. Παρότι η κατεύθυνση και η ταχύτητα του ανέμου δεν είναι ποτέ σταθερές και ιδιαίτερα σε μια καταιγίδα, αναμένεται να παρουσιάσουν σημαντικές διακυμάνσεις.

Η αντίσταση του ανέμου αυξάνεται αρκετά καθώς αυξάνεται η ταχύτητα του ανέμου. Αυτό οφείλεται στο ότι η αντίσταση του ανέμου είναι συνάρτηση του τετραγώνου της ταχύτητας του ανέμου. Άρα καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι η αύξηση της ταχύτητας του ανέμου λόγω της κλιματικής αλλαγής αυξάνει σε σημαντικό βαθμό την αντίσταση του ανέμου με αποτέλεσμα να δυσκολεύει την πλεύση του πλοίου ακόμα περισσότερο στην Βόρεια θάλασσα και γενικά στην περιοχή των σκανδιναβικών χωρών. Επίσης πρέπει να αναφέρουμε ότι η αντίσταση του ανέμου είναι μεγαλύτερη σε ένα πλοίο μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων (Containership) από ένα δεξαμενόπλοιο (Tanker). Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι ο πλευρικός άνεμος προσκρούει σε μεγαλύτερη επιφάνεια σε ένα πλοίο μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων (Containership) λόγω του μεγέθους των επιφανειών που υπάρχουν στο κατάστρωμα.

### **3.4.3 Δράση των κυμάτων και freak waves (abnormal/killer waves)**

Τα κύματα θα μπορούσαν να επηρεαστούν από την αλλαγή κλίματος με διάφορους τρόπους. Η εποχιακή κατανομή του ύψους των κυμάτων (καθώς και περιόδων και κατευθύνσεων), η συχνότητα και η διεύθυνση των υψηλών κυμάτων, η συχνότητα και η διεύθυνση των τυφώνων καθώς και η διάρκεια των θυελλών θα μπορούσαν να αλλάξουν. Στις πολικές περιοχές η αλλαγή στη θέση και την έκταση του τοπικού πάγου μπορεί να προκαλέσει αλλαγές στην κατάσταση των κυμάτων. Η 4η έκθεση της Διακυβερνητικής Επιτροπής για την Αλλαγή του Κλίματος (IPCC) αναφέρει μια σημαντική τάση ετήσιας αύξησης του ύψους κύματος (Hs) κυρίως κατά την χειμερινή περίοδο. Η τάση αυτή είναι εμφανής στις ακόλουθες θαλάσσιες περιοχές: Βόρειο Ατλαντικό Ωκεανό, Βόρειο Ειρηνικό Ωκεανό, Νοτιοδυτικός Ατλαντικός Ωκεανός, Ανατολικός Ινδικός Ωκεανός καθώς και οι Ανατολικές και Νότιες θάλασσες της Κίνας.

Σε αυτό το σημείο αξίζει να γίνει μία αναφορά για τα λεγόμενα freak waves. Τα κύματα αυτά είναι αρκετά μεγάλα και αποτελούν απειλή ακόμη και για μεγάλα πλοία. Το χαρακτηριστικό των κυμάτων αυτών είναι ότι μπορεί να εμφανιστούν εντελώς ξαφνικά και ότι το ύψος κύματός τους (Hs) μπορεί να φτάσει ακόμα και τα 34 μέτρα. Το ύψος αυτό είναι πιο πάνω από το τριπλάσιο του ύψους των κανονικών κυμάτων το οποίο είναι περίπου 10,8 μέτρα. Λέγοντας ύψος κύματος εννοούμε την κάθετη απόσταση μεταξύ της κορυφής και του κατώτερου σημείου της κοιλάδας του κύματος. Είναι γνωστό ότι η

δημιουργία ενός κύματος οφείλεται στην ένταση του αέρα πάνω από τη θάλασσα. Να σημειώσουμε σε αυτό το σημείο ότι τα κύματα αυτά είναι διαφορετικά από τα κύματα που προκαλούνται από σεισμούς, δηλαδή τα γνωστά τσουνάμι.

Η δύναμη, η διάρκεια και ο τρόπος με τον οποίο ο άνεμος σαρώνει το νερό προσδιορίζουν το μέγεθος των κυμάτων. Η δύναμη και η διάρκεια του ανέμου καθορίζουν και το ύψος των κυμάτων. Κύματα ύψους περίπου 2 μέτρων είναι κάτι το συνηθισμένο, αν και αυτά μέχρι 10 ή ακόμα και 15 μέτρα θεωρούνται κάτι το σύνηθες. Καθώς τα κύματα κερδίζουν ενέργεια από τον άνεμο, γίνονται ολοένα και πιο απότομα και οι κορυφές τους μπορούν να φτάσουν πολύ ψηλά. Κύματα τεράστια (freak waves) μπορεί να δημιουργηθούν με δύο τρόπους:

- Αν συνδυαστούν θαλάσσια κανονικά κύματα με διαφορετικές όμως ταχύτητες, οπότε περνούν το ένα πάνω από το άλλο. Όταν συγχρονιστούν δημιουργείται ένα αρκετά μεγάλο κύμα.
- Αν τα κύματα συναντήσουν ένα ωκεάνιο ρεύμα.

Η αύξηση της εμφάνισης τέτοιων κυμάτων τα τελευταία τριάντα χρόνια έχει βάλει σε σκέψεις αρκετούς επιστήμονες σχετικά με τη δημιουργία τους. Δεν είναι λίγοι που πιστεύουν ότι η αύξηση της εμφάνισης τέτοιων κυμάτων ίσως να οφείλεται στις κλιματικές αλλαγές. Συγκεκριμένα να αναφέρουμε τον Arne Nestegård, ο οποίος είναι μέλος του Νορβηγικού Νηογνώμονα (DNV) και απόφοιτος του Τεχνολογικού Ινστιτούτου της Μασαχουσέτης (MIT). Με αφορμή το χτύπημα ενός τεράστιου κύματος σε παράκτια πλατφόρμα στη Βόρεια Θάλασσα καθώς και το χτύπημα ορισμένων πλοίων στη Βόρεια Θάλασσα και στον Βόρειο Ατλαντικό από τεράστια κύματα (freak waves), ο εν λόγω επιστήμονας πιστεύει ότι η εμφάνιση τέτοιων κυμάτων ίσως να οφείλεται στην αλλαγή του κλίματος.

Η ανάγκη διερεύνησης τέτοιων κυμάτων ώθησε την Ευρωπαϊκή Ένωση να αρχίσει από τον Δεκέμβριο 2000 ένα επιστημονικό πρόγραμμα αποκαλούμενο MaxWave για να καταγράψει τα διαδεδομένα περιστατικά των τεράστιων αυτών κυμάτων (freak waves) καθώς και να διαμορφώσει όσο το δυνατόν μία πληρέστερη εικόνα για τον τρόπο δημιουργίας τους και τι συνέπειες μπορεί να έχουν. Σε αυτό το πρόγραμμα συμμετείχε και ο Ευρωπαϊκός Οργανισμός Διαστήματος (European Space Agency) για την καταγραφή των κυμάτων αυτών από δορυφόρους. Χρησιμοποιήθηκαν οι δορυφόροι ERS-1 και ERS-2, οι οποίοι σάρωσαν επί τρεις εβδομάδες τους ωκεανούς του πλανήτη και με τα ραντάρ τους αποτύπωσαν υπό διάφορες καιρικές συνθήκες περίπου 30.000 εικόνες. Η ανάλυση των εικόνων έγινε στο Γερμανικό Κέντρο Αεροδιαστήματος (DLR) και διαπιστώθηκε πως οι δορυφόροι είχαν δει δέκα κύματα ύψους μεγαλύτερου των 25 μέτρων σε διάφορα σημεία του πλανήτη. Τα δεδομένα αυτά θα χρησιμοποιηθούν για να καταρτιστεί Παγκόσμιος Άτλας των κυμάτων, ώστε να γίνει κατανοητό σε ποιες περιοχές εκδηλώνονται και με ποια συχνότητα. Ο Δρ. Rosenthal ο οποίος μετέχει στο πρόγραμμα MaxWave είπε ότι στο μέλλον ο συνεχής πολλαπλασιασμός των δορυφόρων ραντάρ θα δημιουργήσει ευκαιρίες να γίνουν κατανοητοί καλύτερα όχι μόνο οι βιότοποι των γιγαντιαίων κυμάτων αλλά και μεμονωμένες απειλές. Τις δύο τελευταίες δεκαετίες πάνω από 200 υπερδεξαμενόπλοια (supertankers) και μεγάλα φορτηγά πλοία μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων (containerships) με ολικό μήκος πάνω από διακόσια μέτρα έχουν χτυπηθεί από τα τεράστια αυτά κύματα. Χαρακτηριστικά να αναφέρουμε την περιοχή

ανοικτά της Νότιας Αφρικής όπου υπάρχει το θαλάσσιο ρεύμα Agulhas. Στην περιοχή αυτή ισχυροί νότιοι άνεμοι επικρατούν εκεί και σε συνδυασμό με τους επίσης ισχυρούς νότιους ανέμους που μεταφέρονται από την περιοχή της Ανταρκτικής, έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία μεγάλων κυμάτων.

Ο πίνακας 4 παρουσιάζει τα πλοία που έχουν βυθιστεί ανοικτά της Νότιας Αφρικής κατά την περίοδο 1981 έως 1991.

#### ΠΙΝΑΚΑΣ 4

DATE	VESSEL	TYPE	DWT	DATE	VESSEL	TYPE	DWT
81 4	Energy Endurance	T	205,807	87 7	Goldstar	OBO	145,057
8 8	Schelderin	T	230,679	10	Bocita	B	140,000
8 8	Rimula	OBO	227,412	88 11	Atlantic Emperor	T	292,641
82 4	Alva Sea	OBO	225,010	89 7	Arabian Sea	T	315,695
7 7	Marofa	T	135,000	11	Paaficos	T	268,467
7 7	Antonios	T	290,558	90 1	Rokko San	OBO	200,000
7 7	Theodora	B	137,519	9 9	Dorado Star	T	304,707
7 7	Victoria	T	236,810	11	Samjohn Captain	B	65,051
9 9	Torvanger	CH-T	17,057	91 4	Vasso	B	51,181
84 7	Merity	CH-T	24,083	5	Alborz	T	230,673
11 11	Alva Sea	OBO	225,010	8	World Renown	T	262,267
85 2	Musashi	B	62,649	8	Mimosa	T	357,647
86 6	World Scholar	T	268,000	8	Novelty	T	233,399
8 8	Formosa Fortune	OBO	162,973	8	Settebello	T	317,354
				9	Atlas Pride	T	248,602

**SHIP TYPES:** T TANKER, OBO OIL / BULK ORE, B BULK, CH-T CHEMICAL TANKER .

Από τη δράση των κυμάτων αυτών δεν έχουν γλιτώσει ούτε και οι παράκτιες πλατφόρμες. Χαρακτηριστικά να αναφέρουμε την εγκατάσταση γεώτρησης πετρελαίου Draupner στη Βόρεια Θάλασσα η οποία χτυπήθηκε από ένα κύμα του οποίου το ύψος υπολογίστηκε στα 26 μέτρα. Το μέγιστο πλάτος του κύματος αυτού μετρήθηκε στα 18,5 μέτρα, ενώ το πλάτος ενός συνηθισμένου κύματος είναι τρεις φορές μικρότερο. Λέγοντας πλάτος κύματος εννοούμε την καθ' ύψος μέγιστη μετατόπιση ενός σημείου, από το σημείο ισορροπίας του κατά τη διέλευση ενός κύματος. Πλάτος του θαλάσσιου κύματος ονομάζεται το ύψος του όρους ή της κορυφής ή και το βάθος της κοιλάδας του (κύματος), μετρούμενα πάντα από την κανονική στάθμη ή τη μέση κανονική στάθμη. Όσο μεγαλύτερο πλάτος παρουσιάζει ένα κύμα τόσο μεγαλύτερη ενέργεια μεταφέρει.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: Τρόποι Αντιμετώπισης

### 4.1 Γενικά

#### Πρωτόκολλο του Μόντρεαλ

Στις 16 Σεπτεμβρίου του 1987 (από τότε η 16η Σεπτεμβρίου έχει ανακηρυχτεί από τον ΟΗΕ Παγκόσμια Ημέρα κατά της Τρύπας του Όζοντος) υπεγράφη από 46 χώρες το πρωτόκολλο του Μόντρεαλ, η σημαντικότερη και αποτελεσματικότερη πράξη αντιμετώπισης του φαινομένου της τρύπας του όζοντος μέχρι σήμερα. Στόχος του Πρωτόκολλου ήταν η σταδιακή εξάλειψη των CFC άλλων ODS (Ozone Depleting Substances ή Ουσίες που Φθείρουν το Όζον) όπως οι υδροχλωροφθοράνθρακες (HCFC) ή το μεθυλοβρωμίδιο (CH<sub>3</sub>Br), για να αντιμετωπιστεί το πρόβλημα της καταστροφής του όζοντος, που είχε ανακαλυφθεί πριν από δύο χρόνια. Ορίστηκε επίσης χρονοδιάγραμμα για την αποκατάσταση του όζοντος που είχε ήδη καταστραφεί. Όποια χώρα υπογράφει το πρωτόκολλο, υποχρεούται αυτόματα τη διακοπή παραγωγής και κατανάλωσης CFC. Με τη συνεργασία της Ευρωπαϊκής Ένωσης, καταργήθηκε σταδιακά το 99% των χλωροφθορανθράκων οικιακής χρήσης, ενώ παράλληλα στοχεύει με νομοθεσίες (όπως αυτή του 2006) να ρυθμίσει τη χρήση φθοριούχων αερίων από βιομηχανίες, που επίσης καταστρέφουν τη στριβάδα του όζοντος. Το καλοκαίρι του 2009 η εφαρμογή του Πρωτοκόλλου του Μόντρεαλ έγινε οικουμενική, καθώς υπέγραψε και η τελευταία από τις 196 χώρες-μέλη του Ο.Η.Ε. Το 2010 ο Ο.Η.Ε. παρουσίασε έκθεση με τίτλο «Επιστημονική Εκτίμηση της Εξάντλησης του Όζοντος 2010» για την κατάσταση της τρύπας του όζοντος, σύμφωνα με την οποία τα νέα είναι εξαιρετικά ευχάριστα. Η τρύπα του όζοντος έχει πλέον σταματήσει να μεγαλώνει, αλλαγή η οποία συνέβαλε και στη μείωση της υπερθέρμανσης του πλανήτη, εφόσον αυτή αποτελεί συνέπεια του φαινομένου. Αν και τα αποτελέσματα της έκθεσης είναι ενθαρρυντικά, ακόμα δεν έχει ξεκινήσει η αποκατάσταση της τρύπας του όζοντος σε ικανοποιητικούς ρυθμούς. Σύμφωνα με υπολογισμούς, τα επίπεδα του όζοντος θα έχουν φτάσει εκείνα του 1980 μεταξύ των ετών 2045-2060.

- **Διεθνείς συμφωνίες για το κλίμα**

Η βασική διεθνής συμφωνία σε αυτόν τον τομέα είναι η σύμβαση –πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για τις κλιματικές μεταβολές (UNFCCC). Είναι μια από τις τρεις συμβάσεις που εγκρίθηκαν στη παγκόσμια σύνοδο κορυφής του Ρίο το 1992. Μέχρι σήμερα έχει επικυρωθεί από 195 χώρες. Ξεκίνησε ως τρόπος διακρατικής συνεργασίας με σκοπό να περιοριστούν η άνοδος της θερμοκρασίας του πλανήτη και η κλιματική αλλαγή, και να αντιμετωπιστούν οι συνέπειές τους.

Το 2015 το Συμβούλιο ασχολήθηκε με δύο ζητήματα που σχετίζονται με την UNFCCC:

- την επικύρωση της **τροποποίησης της Ντόχα στο Πρωτόκολλο του Κιότο**, η οποία αφορά τις δεσμεύσεις κατά τη δεύτερη περίοδο, δηλαδή από το 2013 έως το 2020
- τις διαπραγματεύσεις και τη σύναψη **νέας παγκόσμιας συμφωνίας για την κλιματική αλλαγή**, η οποία θα πρέπει να τεθεί σε ισχύ το 2020, με τη συμμετοχή όλων των χωρών που είναι συμβαλλόμενα μέρη της UNFCCC και με στόχο την περαιτέρω μείωση των παγκόσμιων εκπομπών

## **Πρωτόκολλο του Κιότο**

Στα μέσα της δεκαετίας του 1990, οι χώρες που είχαν υπογράψει την UNFCCC συνειδητοποίησαν ότι απαιτούνταν αυστηρότερες διατάξεις για τη μείωση των εκπομπών. Το 1997 ενέκριναν το Πρωτόκολλο του Κιότο, το οποίο εισήγαγε νομικά δεσμευτικούς στόχους μείωσης των εκπομπών για τις ανεπτυγμένες χώρες.

Η δεύτερη περίοδος δεσμεύσεων του Πρωτοκόλλου του Κιότο άρχισε την 1η Ιανουαρίου 2013 και λήγει το 2020. Συμμετέχουν 38 ανεπτυγμένες χώρες, μεταξύ των οποίων η ΕΕ και τα 28 κράτη μέλη της. Η δεύτερη αυτή περίοδος καλύπτεται από την τροποποίηση της Ντόχα, με την οποία οι συμμετέχουσες χώρες δεσμεύτηκαν να μειώσουν τις εκπομπές τους σε επίπεδο που θα είναι τουλάχιστον κατά 18% χαμηλότερο από εκείνο του 1990. Η ΕΕ δεσμεύτηκε να μειώσει στο διάστημα αυτό τις εκπομπές της σε επίπεδο που θα είναι κατά 20% χαμηλότερο από εκείνο του 1990.

Η βασική αδυναμία του Πρωτοκόλλου του Κιότο είναι ότι υποχρεώνει μόνον τις ανεπτυγμένες χώρες να αναλάβουν δράση. Δεδομένου ότι οι Ηνωμένες Πολιτείες δεν το υπέγραψαν ποτέ, ο Καναδάς αποχώρησε πριν από το τέλος της πρώτης περιόδου δεσμεύσεων και η Ρωσία, η Ιαπωνία και η Νέα Ζηλανδία δεν συμμετέχουν στη δεύτερη περίοδο δεσμεύσεων, το Πρωτόκολλο αφορά πλέον μόνον το 14% περίπου των παγκόσμιων εκπομπών. Ωστόσο, περισσότερες από 70 ανεπτυγμένες και αναπτυσσόμενες χώρες έχουν διατυπώσει μη δεσμευτικές υποσχέσεις για τη μείωση ή τον περιορισμό των εκπομπών τους.

## **Διάσκεψη του ΟΗΕ για την κλιματική αλλαγή Παρίσι 30/11-11/12/2015**

Η διάσκεψη του Παρισιού για το κλίμα πραγματοποιήθηκε από τις 30 Νοεμβρίου έως τις 11 Δεκεμβρίου 2015.

Στις 12 Δεκεμβρίου, τα μέρη κατέληξαν σε νέα παγκόσμια συμφωνία για την κλιματική αλλαγή. Η συμφωνία συνιστά ισορροπημένο αποτέλεσμα και

περιλαμβάνει σχέδιο δράσης για τον περιορισμό της υπερθέρμανσης του πλανήτη «αρκετά κάτω» από 2 °C.

Το Ευρωπαϊκό Συμβούλιο διαδραμάτισε κεντρικό ρόλο στην οριστικοποίηση του πλαισίου πολιτικής της Ευρωπαϊκής Ένωσης για το κλίμα και την ενέργεια, το οποίο αποτελεί βασικό παράγοντα για τον καθορισμό της θέσης της ΕΕ όσον αφορά τη νέα παγκόσμια συμφωνία για το κλίμα. Κατά την έγκριση αυτού του πλαισίου δράσης για την περίοδο έως το 2030 στις 23 Οκτωβρίου 2014, το Ευρωπαϊκό Συμβούλιο επικύρωσε επίσης τον στόχο για μειώσεις των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου. Ο δεσμευτικός στόχος της εγχώριας μείωσης κατά τουλάχιστον 40% θα επιτευχθεί συλλογικά από την ΕΕ, με τη συμμετοχή όλων των κρατών μελών.

Στη σύνοδο του Συμβουλίου της 6ης Μαρτίου 2015, οι υπουργοί περιβάλλοντος συζήτησαν τις προετοιμασίες ενόψει της Διάσκεψης του Παρισιού. Ειδικότερα, ενέκριναν επισήμως την εθνικά καθορισμένη πρόθεση συνεισφοράς της ΕΕ (INDC) στο πλαίσιο της νέας παγκόσμιας συμφωνίας για το κλίμα. Όπως ορίζεται στο πλαίσιο πολιτικής για το κλίμα και την ενέργεια για το 2030, πρόκειται για δεσμευτικό στόχο μείωσης των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου της Ένωσης κατά τουλάχιστον 40% σε σύγκριση με το 1990, έως το 2030. Η ΕΕ και τα κράτη μέλη της είναι η πρώτη μεγάλη οικονομία που ανακοινώνει την INDC της. Υπεβλήθη επισήμως στην UNFCCC στις 6 Μαρτίου 2015.

- **Εθνικά καθορισμένη πρόθεση συνεισφοράς της ΕΕ (INDC)**

Στις 13 Ιουλίου 2015, το Συμβούλιο εξέδωσε απόφαση με την οποία εξουσιοδοτείται η ΕΕ να επικυρώσει την τροποποίηση της Ντόχα, με την οποία θεσπίζεται η δεύτερη περίοδος δεσμεύσεων του Πρωτοκόλλου του Κιότο.

- **Επικύρωση της τροποποίησης της Ντόχα**

Στις 18 Σεπτεμβρίου 2015, το Συμβούλιο Περιβάλλοντος εξέδωσε συμπεράσματα για τον καθορισμό της θέσης της ΕΕ ενόψει της διάσκεψης των Ηνωμένων Εθνών για την κλιματική αλλαγή στο Παρίσι. Οι υπουργοί συμφώνησαν ότι η ΕΕ θα επιδιώξει φιλόδοξη, νομικά δεσμευτική και δυναμική συμφωνία, με στόχο να περιοριστεί η άνοδος της θερμοκρασίας του πλανήτη κάτω από 2°C.

Προς επίτευξη του στόχου αυτού, το Συμβούλιο τόνισε ότι οι παγκόσμιες εκπομπές αερίων θερμοκηπίου θα πρέπει να φτάσουν στις υψηλότερες τιμές τους έως το 2020 το αργότερο, να ελαττωθούν κατά 50% τουλάχιστον έως το 2050, σε σύγκριση με το 1990, και να είναι σχεδόν μηδενικές ή και χαμηλότερες έως το 2100.

- **Συμπεράσματα του Συμβουλίου για την εντολή της ΕΕ ενόψει της διάσκεψης για το κλίμα που θα πραγματοποιηθεί στο Παρίσι το 2015**

Το Συμβούλιο Οικονομικών και Δημοσιονομικών Υποθέσεων, κατά τη σύνοδό του στις 10 Νοεμβρίου 2015, ενέκρινε συμπεράσματα για τη χρηματοδότηση του



κλίματος. Στα συμπεράσματα, αναγνωρίζεται ο ρόλος της χρηματοδότησης του κλίματος ως μέσου για την επίτευξη του στόχου αύξησης της θερμοκρασίας κατά λιγότερο από 2° C και μετασχηματισμού των οικονομιών σε ανθεκτικές στην κλιματική αλλαγή, βιώσιμες οικονομίες, με χαμηλές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου. Επίσης τα συμπεράσματα δίνουν έμφαση στις χρηματοδοτικές συνεισφορές της ΕΕ για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής, με στόχο τα 100 δισ. \$ ετησίως από ευρύ φάσμα χρηματοδοτικών πηγών τα οποία έχουν δεσμευθεί να συγκεντρώσουν οι ανεπτυγμένες χώρες έως το 2020. Οι υπουργοί συμφώνησαν ότι χρειάζονται σημαντικοί πόροι για να βοηθηθούν οι αναπτυσσόμενες χώρες να αντιμετωπίσουν αποτελεσματικά την κλιματική αλλαγή. Τα εν λόγω συμπεράσματα καθόρισαν τη θέση της ΕΕ στη Διάσκεψη για την κλιματική αλλαγή τον Δεκέμβριο στο Παρίσι.

## 4.2 Ναυτιλία

- **MBM (Market-Based measures)**

Η εφαρμογή αυτή μπορεί να δώσει οικονομικό κίνητρο στη ναυτιλία να επενδύσει σε περισσότερο αποδοτικά πλοία και τεχνολογίες, καθώς και να ωθήσει σε περισσότερο ενεργειακά αποδοτική λειτουργία των πλοίων. Αυτό θα μπορούσε να επιτευχθεί με τη χρήση ενός ορίου (cap) ή ενός στόχου, ή τη καθιέρωση «φόρου» στα καύσιμα (η Δανία το αποκαλεί συμβολή).

Ένας επιπλέον τρόπος είναι το κίνητρο για slow steaming, δηλαδή η καθιέρωση χαμηλής ταχύτητας στα πλοία. Οι αργές ταχύτητες θα μειώσουν τις εκπομπές CO<sub>2</sub>, ακόμη και αν πρέπει να εισέλθουν στην αλυσίδα περισσότερα πλοία για να διατηρηθεί σταθερή η μεταφορά φορτίων

Η εφαρμογή μπορεί να ωθήσει τους πλοιοκτήτες να επενδύσουν σε πλοία καλύτερης ενεργειακής αποδοτικότητας (βελτιστοποιημένη γάστρα, μηχανές, προπέλα κλπ)

- **Παράρτημα VI της Δ.Σ MARPOL 73/78**

Στο πλαίσιο του νέου πρωτοκόλλου στη Σύμβαση MARPOL 73/78, ο Διεθνής Ναυτιλιακός Οργανισμός (IMO) ενέκρινε το 1997 παράρτημα (Παράρτημα VI) το οποίο περιλαμβάνει κανονισμούς για τη μείωση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης από πλοία. Το παράρτημα έχει τεθεί σε ισχύ από τις 19 Μαΐου 2005. Να αναφέρουμε ότι η Ελλάδα έχει επικυρώσει όλα τα παραρτήματα και τροποποιήσεις της MARPOL 73/78. Ειδικότερα για το Παράρτημα VI, η Ελλάδα το έχει επικυρώσει με το 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

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

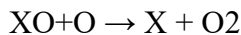
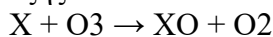
### **Κανονισμός 12 του Παραρτήματος VI της Δ.Σ. MARPOL 73/78.** **Σύστημα πυρόσβεσης πλοίου**

Η ολοένα αυξανόμενη καταστροφή του όζοντος οφείλεται και στην παρουσία αερίων που δρουν καταλυτικά. Ένα από τα αέρια αυτά είναι και οι αλογονωμένοι υδρογονάνθρακες (halons). Οι υδρογονάνθρακες αυτοί είναι αέρια, άχρωμα και άοσμα και έχουν τη δυνατότητα κατάσβεσης όλων των ειδών των πυρκαγιών. Το μόνιμο σύστημα πυρόσβεσης ενός πλοίου αλλά και οι φορητοί πυροσβεστήρες που υπάρχουν πάνω στο πλοίο είναι δυνατόν να λειτουργούν με αλογονωμένους υδρογονάνθρακες (halons). Οι υδρογονάνθρακες αυτοί λειτουργούν κατασβεστικά είτε με διακοπή της χημικής αντίδρασης της καύσης, ή με απομόνωση λόγω εκδίωξης του αέρα. Όπως είναι γνωστό το οξυγόνο, σαν απαραίτητο συστατικό για τις καύσεις, πρέπει να υπάρχει ώστε να εκδηλώνεται και να συντηρείται η πυρκαγιά. Λέγοντας απομόνωση εννοούμε διακοπή της επαφής του καιγομένου σώματος με τον ατμοσφαιρικό αέρα, δηλαδή με το οξυγόνο. Κάτι τέτοιο μπορεί να επιτευχθεί με κατασβεστικά αέρια όπως είναι το halon.

Επειδή όμως οι αλογονωμένοι υδρογονάνθρακες (halons) περιέχουν αλογόνα δηλαδή φθόριο (F), χλώριο (Cl) και βρώμιο (Br) κατά τη χρήση τους δημιουργούνται ενώσεις οι οποίες καταστρέφουν το όζον (O<sub>3</sub>) της ατμόσφαιρας. Οι υδρογονάνθρακες αυτοί που συντελούν στην καταστροφή του όζοντος είναι οι εξής:

- Halon 1211 Βρωμοχλωροδιφθορομεθάνιο
- Halon 1301 Βρωμοτριφθορομεθάνιο
- Halon 2404 1,2-διβρωμο-1,1,2,2-τετραφθοροαιθάνιο (γνωστό επίσης ως Halon 114B2)

Η αντίδραση που συντελείται και καταστρέφει το όζον (X= Cl, Br, F), είναι η εξής:



Εξαιτίας λοιπόν της καταστροφικής δράσης των αλογονωμένων υδρογονάνθρακων (halons) θεσπίστηκε ο Κανονισμός 12 του Παραρτήματος VI της Δ.Σ. MARPOL 73/78. Το εν λόγω Παράρτημα έχει τεθεί σε ισχύ από τις 19 Μαΐου 2005. Ενδεικτικά για τους αλογονωμένους υδρογονάνθρακες (halons) αναφέρει τα ακόλουθα:

«οι ηθελημένες εκπομπές ουσιών που καταστρέφουν το όζον απαγορεύονται, περιλαμβανομένων των εκπομπών που λαμβάνουν χώρα κατά τη διάρκεια συντήρησης, επισκευής ή διάθεσης συστημάτων και εξοπλισμού, εκτός και εάν συνδέονται με ελάχιστες διαρροές για την ανάκτηση ή ανακύκλωση μιας ουσίας που καταστρέφει το όζον. Επίσης, απαγορεύονται οι νέες εγκαταστάσεις

(συστήματα εξοπλισμού, φορητές μονάδες πυρόσβεσης, μονωτικά υλικά κ.α.) που περιέχουν τέτοιες ουσίες, εκτός από αυτές που περιέχουν χλωροφθοριομένους υδρογονάνθρακες (HCFCs) και οι οποίες επιτρέπονται μέχρι την 1η Ιανουαρίου 2020.»

### **Κανονισμός 3093/94/EC**

#### **Ψυκτικά μέσα**

Λέγοντας ψυκτικά μέσα εννοούμε τον υλικό φορέα ο οποίος παραλαμβάνει ποσά θερμότητας από θέσεις με χαμηλότερη θερμοκρασία, όπου είναι ανεπιθύμητα, και τα μεταφέρει σε θέσεις με υψηλότερη θερμοκρασία όπου και τα απορρίπτει. Εκτός από την αμμωνία (NH<sub>3</sub>) τα υπόλοιπα εν χρήσει ψυκτικά μέσα προέρχονται από το μεθάνιο (CH<sub>4</sub>) ή αιθάνιο (C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>) με αντικατάσταση των ατόμων υδρογόνου από άτομα χλωρίου ή φθορίου. Το πιο γνωστό ψυκτικό μέσο το οποίο χρησιμοποιούσαν τα πλοία για να καλύψουν τις ανάγκες τους ήταν το λεγόμενο διχλωροδιφθορομεθάνιο (Dichlorodifluoromethane), γνωστό και με τον κωδικό R12. Κυκλοφορούσε με την εμπορική ονομασία Φρέον-12 (R12) έως το 1994, όπου και σταμάτησε λόγω της ζημιάς που προκαλεί στο όζον. Η κατάργηση του Φρέον-12 (R12) ήρθε με τον Κανονισμό 3093/94/EC. Να αναφέρουμε ότι το Φρέον-12 (R12) αποτελείται από δύο άτομα χλωρίου και δύο άτομα φθορίου τα οποία δρουν καταλυτικά όπως έχει ειπωθεί παραπάνω στη καταστροφή του στρώματος του όζοντος. Η αντίδραση κατάλυσης είναι η εξής:

Το άτομο χλωρίου που δημιουργείται στην τρίτη αντίδραση μπορεί να διασπάσει άλλο ένα μόριο όζον (O<sub>3</sub>) και τελικά από ένα άτομο χλωρίου είναι δυνατόν να καταστραφούν πολλά μόρια όζοντος.

Με την κατάργηση του Φρέον-12 (R12) άρχισε να χρησιμοποιείται ευρύτερα στα πλοία το ψυκτικό μέσο Φρέον-22 (R22). Τα ψυκτικά μέσα ανήκει στην κατηγορία των υδροχλωροφθορανθράκων (HCFCs) οι οποίοι έχουν χαμηλότερο δυναμικό καταστροφής όζοντος. Βέβαια με την εφαρμογή ενός νέου Κανονισμού ο οποίος ισχύει από τον Οκτώβριο 2000, νέα δεδομένα διαμορφώθηκαν. Ο Κανονισμός 12 του Παραρτήματος VI της Δ.Σ. MARPOL 73/78 κάνει λόγο για τις εξής ουσίες:

- CFC-11 Τριχλωροδιφθορομεθάνιο
- CFC-12 Διχλωροδιφθορομεθάνιο
- CFC-113 1,1,2-τριχλωρο-1,2,2-τριφθοροαιθάνιο
- CFC-114 1,2-διχλωρο-1,1,2,2-τετραφθοροαιθάνιο
- CFC-115 Χλωροπενταφθοροαιθάνιο

Οι ουσίες αυτές αν εξαιρέσουμε το διχλωροδιφθορομεθάνιο το οποίο δεν χρησιμοποιείται πλέον ως ψυκτικό μέσο, οι υπόλοιπες ανήκουν στη κατηγορία των υδροχλωροφθορανθράκων, καταστρέφουν το στρώμα του όζοντος και γίνεται χρήση τους ακόμη και σήμερα, όχι αυτούσιες από το 2009, αλλά σε μίγματα. Μέχρι την 1η Ιανουαρίου 2020 θα καταργηθούν και τα μίγματα υδροχλωροφθορανθράκων.

Στη συνέχεια γίνεται αναφορά στα βασικότερα σημεία του παραρτήματος VI της MARPOL 73/78 που αφορά τη μείωση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης από πλοία και κατά συνέπεια την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής:

#### 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 5

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 αρχική έκδοση του Διεθνούς Πιστοποιητικού Πρόληψης Ρύπανσης του Αέρα.

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

γ) τουλάχιστον μία ενδιάμεση επιθεώρηση: στην περίπτωση που λαμβάνει χώρα μόνο μία τέτοια επιθεώρηση κατά τη 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 αποκατάστασής 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.

#### 3 Έκδοση Διεθνούς Πιστοποιητικού Πρόληψης Ρύπανσης του Αέρα (ΔΠΠΡΑ) International Air Pollution Prevention Certificate (IAPPC) - Κανονισμός 6

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 στη ξηρά, μετά την 19η Μαΐου 2005 αλλά σε καμία περίπτωση μετά την 19η Μαΐου 2008.

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

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

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

4. Απαιτήσεις για τον έλεγχο των εκπομπών από πλοία

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

## Συμπεράσματα

- Η κλιματική μεταβλητότητα οφείλεται σε φυσικά (εσωτερικά και εξωτερικά) αίτια αλλά και σε ανθρωπογενή
  
- Η κλιματική αλλαγή, η κλιματική μεταβλητότητα που οφείλεται σε ανθρωπογενή αίτια, αποτελεί ένα σημαντικό πρόβλημα παγκόσμιας κλίμακας που οι αρνητικές του συνέπειες φαίνονται στις μέρες μας. Οφείλεται κατά κύριο λόγο στη θέρμανση της Γης (Global Warming) που προκαλείται από το Φαινόμενο του Θερμοκηπίου, κατά το οποίο τα αέρια του θερμοκηπίου (Greenhouse Gases, GHG), εμποδίζουν μέρος της ακτινοβολίας του ήλιου να διαφύγει στο διάστημα και την συγκρατούν εντός της ατμόσφαιρας.
  
- Η τρύπα του όζοντος που επίσης οφείλεται σε ανθρωπογενείς δραστηριότητες, ενισχύει τη θέρμανση του πλανήτη και ως εκ τούτου την κλιματική αλλαγή.
  
- Η αύξηση της θερμοκρασίας της Γης, αθροιστικά με τις κλιματικές αλλαγές έχουν αρνητικό αντίκτυπο στο περιβάλλον, στη γλωρίδα και πανίδα, στην ανθρωπότητα, στην οικονομία αλλά ειδικότερα και στη ναυτιλία, η οποία όμως φαίνεται να έχει και κάποια σημαντικά οφέλη στο άμεσο μέλλον.
  
- Τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα τα οποία θα ωφελήσουν τη ναυτιλία, είναι η δημιουργία καινούριων θαλάσσιων οδών στο Βόρειο ημισφαίριο οι οποίες θα

μειώσουν σημαντικά τις αποστάσεις μεταξύ ορισμένων λιμανιών, μειώνοντας ταυτόχρονα τους ρύπους και τα καύσιμα που θα χρειάζονται να καταναλώσουν.

- Οι αρνητικές επιπτώσεις στη ναυτιλία είναι κυρίως η αύξηση της στάθμης της θάλασσας, ο κίνδυνος από τα κομμάτια πάγου που οφείλονται στην τήξη των πάγων, η ενίσχυση των κυκλώνων και γενικά των ακραίων φαινομένων, οι δυνατοί άνεμοι και τα τεράστια κύματα.
  
- Η Διεθνής Κοινότητα και ο ΙΜΟ έχουν πάρει διάφορα μέτρα για την αντιμετώπιση του προβλήματος αλλά χρειάζεται ακόμη πολλή προσπάθεια.

## Βιβλιογραφία

1. <http://www.physics4u.gr/faq/greenhouse.html>
2. EEA Technical Report ' The impact of international shipping on European air quality and climate forcing'
3. ICTSD International Transport, Climate Change and Trade + Ποσοστιαία συγκέντρωση αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα
4. <http://www.noaa.gov/>
5. Τα Οικονομικά της Κλιματικής Αλλαγής-Έκθεση Stern - Σύνοψη
6. a) Review of Maritime Transport 2012 UNCTAD  
b) Review of Maritime Transport 2012 UNCTAD, Chapter 1 , p.5
7. Working Group II Contribution to the Intergovernmental Panel on Climate Change Fourth Assessment Report Climate Change 2007: Climate Change Impacts, Adaptation and Vulnerability σελ. 3 2007
8. European Commission Climate Action - GHG of Ships
9. IMO. Study of Greenhouse Gas Emissions from Ships
10. [http://en.wikipedia.org/wiki/List\\_of\\_countries\\_by\\_carbon\\_dioxide\\_emissions](http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_countries_by_carbon_dioxide_emissions)
11. United Nations Framework Convention on Climate Change
12. Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change - Article 28 - Annex B
13. ΕΥΕΛΙΚΤΟΙ ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΙ ΤΟΥ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟΥ ΤΟΥ ΚΥΟΤΟ - ΥΠΕΚΑ (<http://www.ypeka.gr/Default.aspx?tabid=304>)
14. [http://en.wikipedia.org/wiki/CDM\\_Gold\\_Standard](http://en.wikipedia.org/wiki/CDM_Gold_Standard)

15. UNEP - Global Environmental Outlook GEO5
16. Ανάλυση επιλογών για την κατά πέραν του 20% μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και εκτίμηση του κινδύνου διαρροής άνθρακα : Βρυξέλλες 26/5/2010 {COM(2010)}
17. [http://petrolog.typepad.com/climate\\_change/2009/09/carbon-emissions-from-aircraft-and-ships.html](http://petrolog.typepad.com/climate_change/2009/09/carbon-emissions-from-aircraft-and-ships.html)
18. Δύναμη του Ελληνικού Εμπορικού Στόλου : Μάρτιος 2014, Ελληνική Στατιστική Αρχή
19. GREEK SHIPPING : CO-OPERATION COMMITTEE - Annual Report 2011-2012
20. IMO (2012, Μάρτιος ) MARITIME KNOWLEDGE CENTRE - International Shipping Facts and Figures
21. Types of Ships ([http://singhai.com.sg/types\\_of\\_ships.pdf](http://singhai.com.sg/types_of_ships.pdf))
22. [www.dnv.com](http://www.dnv.com) ' Shipping contributes to Climate Change'
23. Υπουργείο Περιβάλλοντος Ενέργεια & Κλιματικής Αλλαγής - Τα αποτελέσματα της διάσκεψης της Κοπεγχάγης
24. Υπουργείο Περιβάλλοντος Ενέργεια & Κλιματικής Αλλαγής - Τα αποτελέσματα της διάσκεψης της Κοπεγχάγης
25. IMO - International Convention for the Prevention of Pollution from Ships (MARPOL)
26. Marpol 73/78 Annex VI 'Regulations for the Prevention of Air Pollution from Ships'
27. <http://www.dieselnet.com/standards/inter/imo.php>
28. Emission Technology , Service and Support : Standards and Norms : NO<sub>x</sub> (AXCES)
29. [http://marinewiki.org/index.php/Allowable\\_NOx\\_Emissions](http://marinewiki.org/index.php/Allowable_NOx_Emissions)
30. [http://marinewiki.org/index.php/Allowable\\_marine\\_fuel\\_sulphur](http://marinewiki.org/index.php/Allowable_marine_fuel_sulphur)
31. <http://news.in.gr/science-technology/article/?aid=1231272337>
32. IMO - EEDI (<http://www.imo.org/MediaCentre/HotTopics/GHG/Pages/EEDI.aspx>)
33. IMO - Historic Background (<http://www.imo.org/OurWork/Environment/PollutionPrevention/AirPollution/Pages/Historic%20Background%20GHG.aspx>)
34. <http://climate.diplomacy.edu/profiles/blogs/common-but-differentiated-responsibility-cbdr-1>
35. IMO. (2009, Αύγουστος) 'GUIDELINES FOR VOLUNTARY USE OF THE SHIP ENERGY EFFICIENCY' MEPC.1/Circ.684
36. IMO. (2012, Μάρτιος). 'REDUCTION OF GHG EMISSIONS FROM SHIPS' MEPC 63/5/6.
37. <http://www.imo.org/MediaCentre/SecretaryGeneral/SecretaryGeneralsSpeechesToMeetings/Pages/MEPC-66-opening.aspx>

35. EEDI, A Case Study in Indirect Regulation of CO2 Pollution
39. IMO - EEDI (<http://www.imo.org/MediaCentre/HotTopics/GHG/Pages/EEDI.aspx>)
40. Impact of EEDI on Ships Design and Hydrodynamics - S.M.RASHIDUL HASAN
41. IMO. (2011, Ιανουάριος) 'CONSIDERATION AND ADOPTION OF AMENDMENTS TO MANDATORY' MEPC 62/6/4
42. Δείκτης λειτουργίας ενεργειακής απόδοσης – EEOI
43. Implementing a Ship Energy Efficiency Management Plan - Guidance for ship owners and operators (Lloyd's)
44. Market-Based Measures Proposals under consideration within the Expert Group on Feasibility Study and Impact Assessment of Possible Market Based Measures (MBM-EG)
45. IMO. (2011). 'GROUPING OF MBM PROPOSALS - Reduction of GHG Emissions from ships' MEPC 62/5/1, Annex 3.
46. IMF (2011 Νοέμβριος) Market-Based Instruments for International Aviation and Shipping as a Source of Climate Finance
47. IMO. (2011d). 'GROUPING OF MBM PROPOSALS' MEPC 62/5/1, Annex 3.
48. IMO (2011e) World Shipping Council - Efficiency Incentive Scheme
49. IMO. (2010a, August). 'REDUCTION OF GHG EMISSIONS FROM SHIPS' : MEPC 61/INF.2 / 13/8/2010
50. IMO. (2011, Οκτώβριος) 'Main events in IMO's work on limitation and reduction of greenhouse gas emissions from international shipping'.
51. IMO. (2011f) 'Review of proposed MBM's' MEPC GHG-WG 3
52. Review of proposed MBMs - Grouping and evaluation of proposed MBMs ,submitted by Greece (February 2011)
53. GREEK SHIPPING : CO-OPERATION COMMITTEE - Annual Report 2011-2012
54. Prevention of air pollution from ships - EEDI Baseline formula (January 2010 - MEPC 60/4/15)
55. Different Perspectives on Differentiated Responsibilities ("A State-of-the-Art Review of the Notion of Common but Differentiated Responsibilities in International Negotiations")
56. Ναυτικά Χρονικά - Η ΕΕΕ υποστηρίζει τις προσπάθειες μείωσης των περιβαλλοντικών επιπτώσεων της ναυτιλίας (<http://www.naftikachronika.gr/index.asp?pid=1&ArticleID=5652&lang=gr&cat=10>)
57. [www.dnv.com](http://www.dnv.com) ' Shipping contributes to Climate Change'
58. How Well Do Coupled Models Simulate Today's Climate? - BY THOMAS REICHLER AND JUNSU KIM
59. IMO (2012, Μάρτιος ) MARITIME KNOWLEDGE CENTRE - International Shipping Facts and Figures



60. EEA Technical Report ' The impact of international shipping on European air quality and climate forcing'
61. ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ της ΡΗΓΑΝΗ ΠΕΛΑΓΙΑΣ
62. ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ της ΑΡΒΑΝΙΤΗ ΜΑΡΙΑ
63. ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ του ΡΑΜΑΝΤΑΝΗ ΗΛΙΑ
64. [http://findarticles.com/p/articles/mi\\_hb053/is\\_5\\_13/ai\\_n29437897/](http://findarticles.com/p/articles/mi_hb053/is_5_13/ai_n29437897/)
65. <http://www.international-marine.com/Literature/AntifoulingsCoatingsRangeBrochure.pdf>
66. <http://www.nstcenter.com/docs/PDFs/NavyCommunityWGNavyPresUnderwaterHullCloseOut.pdf>
67. <http://www.sainc.com/DyPOBTeaming/fileupload/slides/Judah-Goldwasser-DYPOB.pdf>
68. <http://www.sainc.com/DyPOBTeaming/fileupload/slides/Linda%20Chrisy%20%20ONR%20Biofouling%20Control%20Coatings.pdf>
69. <http://www.sainc.com/DyPOBTeaming/fileupload/slides/ONR%20Overview%20%20McElvany.pdf>
70. [www.international-marine.com](http://www.international-marine.com)
71. [www.intersleek700.com](http://www.intersleek700.com)
72. [www.intersmoothSPC.com](http://www.intersmoothSPC.com)
72. <http://www.tovima.gr/relatedarticles/>
73. [http://ec.europa.eu/clima/change/consequences/index\\_el.htm](http://ec.europa.eu/clima/change/consequences/index_el.htm)
74. <http://www.econews.gr>
75. <https://el.wikipedia.org>
77. [http://fysicakasta.blogspot.gr/2011/04/blog-post\\_06.html](http://fysicakasta.blogspot.gr/2011/04/blog-post_06.html)
78. <http://www.consilium.europa.eu/el/policies/climate-change/international-agreements-climate-action/>