



ΔΠΜΣ
ΔΙΟΙΚΗΣΗ ΣΤΗ ΝΑΥΤΙΚΗ ΕΠΙΣΤΗΜΗ ΚΑΙ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ
‘Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ
ΣΤΟ ΔΙΕΘΝΕΣ ΘΑΛΑΣΣΙΟ ΕΜΠΟΡΙΟ’

Μεταπτυχιακή φοιτήτρια: Καρακίτσου Φωτεινή

ΜΝΣΝΔ 23015

Επιβλέπων: Καθηγητής Ευστράτιος Παπαδημητρίου

Διπλωματική Εργασία

Που υποβλήθηκε στο Τμήμα Ναυτιλιακών Σπουδών του Πανεπιστημίου Πειραιώς ως μέρος των απαιτήσεων για την απόκτηση του Μεταπτυχιακού Διπλώματος Ειδίκευσης στην
‘Διοίκηση στη Ναυτική Επιστήμη και Τεχνολογία’

Πειραιάς

Ιανουάριος 2025

ΔΗΛΩΣΗ ΑΥΘΕΝΤΙΚΟΤΗΤΑΣ/ ΖΗΤΗΜΑΤΑ COPYRIGHT

Το άτομο που εκπονεί την Διπλωματική Εργασία φέρει ολόκληρη την ευθύνη προσδιορισμού της δίκαιης χρήσης του υλικού, η οποία ορίζεται στη βάση των εξής παραγόντων: του σκοπού και χαρακτήρα της χρήσης (εμπορικός, μη κερδοσκοπικός ή εκπαιδευτικός), της φύσης του υλικού που χρησιμοποιεί (τμήμα του κειμένου, πίνακες, σχήματα, εικόνες ή χάρτες), του ποσοστού και της σημαντικότητας του τμήματος, που χρησιμοποιεί σε σχέση με το όλο κείμενο από copyright, και των πιθανών συνεπειών της χρήσης αυτής στην αγορά ή στη γενικότερη αξία του από copyright κειμένου.

Η παρούσα Διπλωματική Εργασία εγκρίθηκε ομόφωνα από την Τριμελή Εξεταστική Επιτροπή που ορίστηκε από την ΕΔΙΕ του ΔΠΜΣ σύμφωνα με τον Κανονισμό Λειτουργίας του ΔΠΜΣ 'Διοίκηση στη Ναυτική Επιστήμη και Τεχνολογία'.

Τα μέλη της επιτροπής ήταν:

Μέλος Α': Δρ. Ευστράτιος Παπαδημητρίου (επιβλέπων)

Μέλος Β': Δρ. Δ. Πολέμης

Μέλος Γ': Δρ. Ε. Τσιούμας

Η έγκριση της Διπλωματικής Εργασίας από το Τμήμα Ναυτιλιακών Σπουδών του Πανεπιστημίου Πειραιώς δεν υποδηλώνει αποδοχή των γνωμών του συγγραφέα.

Περίληψη

Η κλιματική αλλαγή θέτει σημαντικές προκλήσεις στον τομέα του παγκόσμιου θαλάσσιου εμπορίου, ο οποίος αποτελεί ακρογωνιαίο λίθο της παγκόσμιας οικονομίας. Η παρούσα μελέτη διερευνά τις πολύπλευρες επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στο διεθνές θαλάσσιο εμπόριο, εστιάζοντας στις περιβαλλοντικές, τις υποδομές και τις επιχειρησιακές διαστάσεις. Η άνοδος της στάθμης της θάλασσας, η διάβρωση των ακτών και οι μεταβαλλόμενες ωκεάνιες συνθήκες διαταράσσουν τις παραδοσιακές ναυτιλιακές διαδρομές και απειλούν τις λιμενικές υποδομές, οδηγώντας σε υψηλότερο κόστος και λειτουργική αναποτελεσματικότητα. Τα ακραία καιρικά φαινόμενα, όπως οι τυφώνες και οι τυφώνες, αυξάνουν τους κινδύνους για τα πλοία της ναυτιλίας, καθυστερούν τις παραδόσεις φορτίων και απαιτούν δαπανηρές προσαρμογές στο σχεδιασμό και την κατασκευή των πλοίων.

Επιπλέον, οι αλλαγές που προκαλούνται από το κλίμα στις εμπορικές συνήθειες και τις ναυτιλιακές διαδρομές απαιτούν την επανεκτίμηση της υφιστάμενης ναυτιλιακής εφοδιαστικής. Το λιώσιμο των πάγων της Αρκτικής, για παράδειγμα, ανοίγει νέες αλλά δύσκολες θαλάσσιες διαδρομές, απαιτώντας επενδύσεις σε εξειδικευμένα πλοία και συστήματα πλοήγησης. Ταυτόχρονα, οι περιβαλλοντικοί κανονισμοί και η ώθηση για την απαλλαγή από τον άνθρακα υποχρεώνουν τη βιομηχανία να υιοθετήσει καθαρότερα καύσιμα και πιο ενεργειακά αποδοτικά σχέδια πλοίων, προσθέτοντας οικονομικές και τεχνικές πιέσεις.

Η μελέτη εξετάζει επίσης τις διεθνείς πολιτικές που αποσκοπούν στον μετριασμό των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής στο θαλάσσιο εμπόριο. Αυτές περιλαμβάνουν πλαίσια όπως η στρατηγική του Διεθνούς Ναυτιλιακού Οργανισμού (IMO) για τη μείωση των αερίων του θερμοκηπίου και περιφερειακές πρωτοβουλίες προσαρμογής. Εξετάζεται επίσης ο ρόλος των οικονομικών επιπτώσεων, όπως το αυξημένο ναυτιλιακό κόστος και η επίδρασή του στην ανταγωνιστικότητα του παγκόσμιου εμπορίου. Οι στρατηγικές προσαρμογής και μετριασμού, συμπεριλαμβανομένων των αναβαθμίσεων υποδομών, των βελτιωμένων συστημάτων και των καινοτομιών στη ναυτιλιακή τεχνολογία, επισημαίνονται ως βασικά μέτρα για τη διασφάλιση του τομέα του θαλάσσιου εμπορίου από διαταραχές που σχετίζονται με το κλίμα.

Λέξεις κλειδιά

Κλιματική αλλαγή, διεθνές θαλάσσιο εμπόριο, άνοδος της στάθμης της θάλασσας, ναυτιλιακές διαδρομές, λιμενικές υποδομές.

Abstract

Climate change poses significant challenges to the global maritime trade sector, which is a cornerstone of the global economy. This study explores the multifaceted impacts of climate change on international maritime trade, focusing on the environmental, infrastructure and operational dimensions. Rising sea levels, coastal erosion and changing ocean conditions are disrupting traditional shipping routes and threatening port infrastructure, leading to higher costs and operational inefficiencies. Extreme weather events, such as hurricanes and hurricanes, increase risks to shipping vessels, delay cargo deliveries, and require costly adjustments to ship design and construction.

In addition, climate-induced changes in trade patterns and shipping routes require a reassessment of existing shipping logistics. The melting of the Arctic ice, for example, is opening up new but difficult sea routes, requiring investment in specialised ships and navigation systems. At the same time, environmental regulations and the push for decarbonisation are forcing the industry to adopt cleaner fuels and more energy-efficient ship designs, adding economic and technical pressures.

The study also examines international policies aimed at mitigating the impact of climate change on maritime trade. These include frameworks such as the International Maritime Organization (IMO) strategy to reduce greenhouse gases and regional adaptation initiatives. The role of economic impacts, such as increased shipping costs and their impact on the competitiveness of global trade, is also considered. Adaptation and mitigation strategies, including infrastructure upgrades, improved systems and innovations in maritime technology, are highlighted as key measures to safeguard the maritime trade sector from climate-related disruptions.

Keywords

Climate change, international maritime trade, sea level rise, shipping routes, port infrastructure.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

Περίληψη	2
Abstract	4
Εισαγωγή	6
1. Κλιματική αλλαγή.....	8
1.1. Ορισμός και αίτια κλιματικής αλλαγής	8
1.2. Η τρέχουσα κατάσταση της κλιματικής αλλαγής	11
2. Θαλάσσιο εμπόριο	13
2.1. Ιστορικό πλαίσιο του διεθνούς θαλάσσιου εμπορίου	13
2.2. Τύποι πλοίων.....	16
2.3. Εμπορικές διαδρομές	18
2.4. Η σημασία του θαλάσσιου εμπορίου στην παγκόσμια οικονομία.....	20
3. Επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στο θαλάσσιο περιβάλλον	22
3.1. Αύξηση της στάθμης της θάλασσας και διάβρωση των ακτών	22
3.2. Επιπτώσεις στη θαλάσσια βιοποικιλότητα και τα οικοσυστήματα	26
3.3. Επιπτώσεις στις ναυτιλιακές διαδρομές και στις λιμενικές υποδομές.....	29
4. Επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στο διεθνές θαλάσσιο εμπόριο	31
4.1. Οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στις θαλάσσιες μεταφορές	31
4.2. Αλλαγές στις ναυτιλιακές διαδρομές και προκλήσεις στη ναυσιπλοΐα	33
4.3. Επιπτώσεις στον σχεδιασμό των πλοίων και στην αποδοτικότητα των καυσίμων	38
4.4. Αυξημένος κίνδυνος ακραίων καιρικών φαινομένων.....	40
5. Πολιτικές στον τομέα των διεθνών θαλάσσιων μεταφορών.....	44
5.1. Οικονομικές επιπτώσεις για τις ναυτιλιακές εταιρείες και το παγκόσμιο εμπόριο	44
5.2. Στρατηγικές προσαρμογής και μετριασμού για τη ναυτιλιακή βιομηχανία	47
5.3. Διεθνείς πολιτικές και συμφωνίες.....	51
Συμπέρασμα.....	54
Βιβλιογραφία	55

Εισαγωγή

Το διεθνές εμπόριο αναφέρεται στην ανταλλαγή εμπορευμάτων και υπηρεσιών μεταξύ των εθνών. Οι χώρες, όπως και τα άτομα, συμμετέχουν στο εμπόριο για διάφορους λόγους, κυρίως για να αυξήσουν τον πλούτο τους. Τα πλεονεκτήματα του εμπορίου και των ανταλλαγών είναι πολυάριθμα και σημαντικά. Το διεθνές εμπόριο περιλαμβάνει την ανταλλαγή αγαθών όχι μόνο μεταξύ ατόμων και επιχειρήσεων, αλλά και μεταξύ παραγωγών και καταναλωτών που βρίσκονται σε διαφορετικά έθνη (Behar & Venables, 2011).

Αυτή η μορφή εμπορίου εγκαθιδρύει μια παγκόσμια οικονομία όπου τόσο η προσφορά όσο και η ζήτηση επηρεάζονται από τα διεθνή γεγονότα. Στοιχεία όπως η οικονομία, οι κυβερνητικές πολιτικές, οι αγορές, η νομοθεσία, το νομικό σύστημα και το νόμισμα επηρεάζουν το εμπόριο. Οι πολιτικές σχέσεις μεταξύ δύο εθνών επηρεάζουν τις εμπορικές τους αλληλεπιδράσεις. Το διεθνές εμπόριο, που συνήθως αναφέρεται ως παγκόσμιο εμπόριο ή παγκόσμιο εμπόριο, περιλαμβάνει το συνολικό διεθνές εμπόριο (εισαγωγές μείον εξαγωγές) όλων των εθνών σε ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα, συνήθως σε ετήσια βάση (Χολέβας, 1997).

Η οικονομική δραστηριότητα και η ανεξέλεγκτη εξόρυξη πόρων συμβάλλουν πρωταρχικά στο κλιματικό ζήτημα- ωστόσο, η σημερινή εκδήλωση της κλιματικής αλλαγής έχει αντιστρέψει τη δυναμική, με αποτέλεσμα μια αμοιβαία κατάσταση που τελικά αποφέρει μόνο απώλειες. Το διεθνές εμπόριο, στενά συνδεδεμένο με την οικονομική ανάπτυξη, επηρεάζεται από το κλιματικό πρόβλημα, με την απειλή παγκόσμιας ύφεσης να συνοδεύει τις δυσμενείς επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής (Behar & Venables, 2011).

Οι εκτιμήσεις της Παγκόσμιας τράπεζας δείχνουν ότι η παγκόσμια οικονομική ανάπτυξη ήταν κατά μέσο όρο 1 έως 1,5% κατά τη διάρκεια των προηγούμενων 30 ετών, και από το 1990 έως το 2022, το διεθνές εμπόριο συνέβαλε σε αύξηση του παγκόσμιου εισοδήματος κατά 24%, αυξάνοντας με επιτυχία πάνω από 1 δισεκατομμύρια άτομα από τη φτώχεια. Παρ' όλα αυτά, το διεθνές εμπόριο, όπως και πολλοί άλλοι τομείς, τίθεται ομοίως σε κίνδυνο από την κλιματική κρίση. Επιστήμονες από το Ινστιτούτο Διαστημικών Μελετών Goddard της NASA (GISS) αναφέρουν ότι το καλοκαίρι του 2023 καταγράφηκε η θερμότερη θερμοκρασία στη Γη από το 1880. Αυτό το ρεκόρ έχει οδηγήσει σε σοβαρές παγκόσμιες επιπτώσεις, όπως καύσωνες, πυρκαγιές, πλημμύρες και ακραία καιρικά φαινόμενα που δυσχεραίνουν το διεθνές εμπόριο. Η κλιμάκωση των ακραίων καιρικών φαινομένων μπορεί να διαταράξει τις αλυσίδες

εφοδιασμού και να θέσει σε κίνδυνο βασικές υποδομές μεταφορών, εμποδίζοντας έτσι τις εμπορικές διαδρομές και παρατείνοντας τις περιόδους αναμονής (Πένη Χαλάτση, 2023).

1. Κλιματική αλλαγή

1.1. Ορισμός και αίτια κλιματικής αλλαγής

Η Διεθνής Επιτροπή για την Κλιματική Αλλαγή (IPCC) ορίζει την κλιματική αλλαγή ως οποιαδήποτε μεταβολή του κλίματος με την πάροδο του χρόνου, η οποία μπορεί να αποδοθεί είτε σε ανθρωπογενείς δραστηριότητες είτε σε φυσική μεταβλητότητα. Τα ατμοσφαιρικά αέρια του θερμοκηπίου, συμπεριλαμβανομένου του διοξειδίου του άνθρακα (CO_2), του οξειδίου του αζώτου (N_2O) και του μεθανίου (CH_4), έχουν αυξηθεί σημαντικά ως αποτέλεσμα της ανθρώπινης δραστηριότητας. Τα αέρια του θερμοκηπίου εμποδίζουν τη διαφυγή της θερμικής ακτινοβολίας στο διάστημα, συμβάλλοντας έτσι στην υπερθέρμανση του πλανήτη. Πριν από την εποχή της εκβιομηχάνισης, συγκεκριμένα πριν από το 1750, η συγκέντρωση του διοξειδίου του άνθρακα παρέμεινε σχετικά σταθερή για χιλιετίες, όπως αποδεικνύεται από μετρήσεις που προέκυψαν από εκτεταμένες αναλύσεις πυρήνων πάγου. Το διοξείδιο του άνθρακα είναι το κυρίαρχο αέριο του θερμοκηπίου που παράγεται από την ανθρωπότητα. Η παγκόσμια ατμοσφαιρική συγκέντρωση του διοξειδίου του άνθρακα αυξήθηκε από περίπου 280 ppm πριν από τη βιομηχανοποίηση σε πάνω από 397 ppm το 2005, με μέση ετήσια αύξηση 1,9 ppm (Hawken, 2017).

Οι μεταβολές στις συγκεντρώσεις των αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα επηρεάζουν σημαντικά την ισορροπία του κλιματικού συστήματος. Η ακτινοβολητική ώθηση ποσοτικοποιεί την επίδραση ενός παράγοντα στη μεταβολή του ενεργειακού ισοζυγίου στο εσωτερικό της γήινης ατμόσφαιρας, συγκεκριμένα όσον αφορά την ενέργεια που εισέρχεται ή εξέρχεται από αυτήν. Από τη λήξη της τελευταίας εποχής των παγετώνων πριν από περίπου 11.000 χρόνια, το κλίμα της Γης έχει κατά κύριο λόγο σταθεροποιηθεί, με τη μέση παγκόσμια θερμοκρασία να είναι περίπου 14 βαθμοί Κελσίου. Αυτό επέτρεψε στα σχετικά περίπλοκα οικοσυστήματα να συντηρήσουν ένα ευρύ φάσμα ειδών στη Γη και να ευδοκιμήσουν (Méndez, 2012).

Παρ' όλα αυτά, τον τελευταίο αιώνα, το περιβάλλον έχει αρχίσει να αλλάζει γρήγορα. Αυτό δεν γίνεται απλώς αντιληπτό ως μια παροδική ανωμαλία στην οικολογία. Οι έρευνες υποδεικνύουν μια παρατεταμένη μεταβολή του κλίματος της Γης, η οποία συντελείται με άτυπους ρυθμούς. Ορισμένες αιτίες μπορούν να προκαλέσουν την αύξηση της θερμοκρασίας του κλίματος, όπως η αυξημένη ηλιακή ενέργεια, σημαντικά φυσικά φαινόμενα όπως το El

Νιño και η επιδείνωση της υπερθέρμανσης του πλανήτη. Η επιστημονική κοινότητα έχει απορρίψει τον ήλιο και τη φυσική μεταβλητότητα του κλίματος ως τις κύριες φυσικές πηγές της πρόσφατης αύξησης της θερμοκρασίας. Υπάρχουν σημαντικά στοιχεία που δείχνουν ότι η πλειονότητα αυτής της αύξησης της θερμοκρασίας οφείλεται στην αύξηση των επιπέδων των αερίων του θερμοκηπίου, συμπεριλαμβανομένων των υδρατμών, του μεθανίου και του διοξειδίου του άνθρακα, τα οποία υπάρχουν φυσικά στην ατμόσφαιρα. Παρόλα αυτά, πολυάριθμες ανθρώπινες ενέργειες έχουν αυξήσει άμεσα τα επίπεδα του διοξειδίου του άνθρακα, του μεθανίου και άλλων αερίων του θερμοκηπίου. Αυτό δείχνει ότι χωρίς αλλαγές στην ανθρώπινη συμπεριφορά, οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου θα οδηγήσουν σε αύξηση της παγκόσμιας θερμοκρασίας κατά 1,4 έως 5,8 βαθμούς Κελσίου κατά τη διάρκεια του επόμενου αιώνα. Η πρόβλεψη αυτή γίνεται από μια ομάδα διακεκριμένων ειδικών από πολλές χώρες σε παγκόσμιο επίπεδο (Wallace - Wells, 2019).

Η κλιματική αλλαγή οφείλεται τόσο σε φυσικά φαινόμενα όσο και σε ανθρωπογενείς δραστηριότητες που επηρεάζουν το περιβάλλον. Τα φυσικά αίτια προέρχονται από τις μεταβολές στην τροχιά της Γης, τα ωκεάνια ρεύματα και την ηλιακή ακτινοβολία. Οι ανθρώπινες δραστηριότητες που συμβάλλουν στην υποβάθμιση του περιβάλλοντος περιλαμβάνουν την αποψίλωση των δασών, την ατμοσφαιρική ρύπανση, τις υποβαθμισμένες γεωργικές πρακτικές, όπως η καύση θάμνων και η ακατάλληλη χρήση ανόργανων λιπασμάτων, την καύση ορυκτών καυσίμων, την αστικοποίηση, τη βιομηχανοποίηση και τα ανεπαρκή συστήματα μεταφορών (Hegerl et al., 2019).

Η έρευνα δείχνει ότι η ηλιακή μεταβλητότητα έχει επηρεάσει την ιστορική κλιματική αλλαγή. Η μείωση της ηλιακής δραστηριότητας πιστεύεται ότι συνέβαλε στην έναρξη της Μικρής Εποχής των Παγετώνων από το 1650 έως το 1850 περίπου, κατά τη διάρκεια της οποίας η Γροιλανδία παρουσίασε ψύξη από το 1410 έως το 1720 και οι παγετώνες επεκτάθηκαν στις Άλπεις. Παρ' όλα αυτά, σημαντικός όγκος ερευνών δείχνει ότι η σημερινή υπερθέρμανση του πλανήτη δεν μπορεί να αποδοθεί σε διακυμάνσεις της ηλιακής ενέργειας. Από το 1750, η μέση ηλιακή ενέργεια που λαμβάνεται είτε παρέμεινε σταθερή είτε παρουσίασε μικρή αύξηση. Αν η άνοδος της θερμοκρασίας ήταν αποτέλεσμα ενός πιο έντονου ήλιου, τότε οι αυξημένες θερμοκρασίες θα έπρεπε να είναι εμφανείς σε όλα τα ατμοσφαιρικά στρώματα. Στα υψηλά στρώματα της ατμόσφαιρας παρατηρήθηκε ψύξη, ενώ στα χαμηλότερα στρώματα της ατμόσφαιρας παρατηρήθηκε θέρμανση. Τα αέρια του θερμοκηπίου συγκρατούν τη θερμότητα στα χαμηλότερα στρώματα της ατμόσφαιρας (Lockwood, 2010). Η κυρίαρχη συναίνεση μεταξύ των επιστημόνων είναι ότι οι ανθρώπινες δραστηριότητες συμβάλλουν

σημαντικά στη συνεχιζόμενη τάση υπερθέρμανσης του πλανήτη μέσω της ενίσχυσης του «φαινομένου του θερμοκηπίου». Ορισμένα ατμοσφαιρικά αέρια αναστέλλουν τη διάχυση της θερμότητας. Τα αέρια που παραμένουν στην ατμόσφαιρα και δεν αντιδρούν φυσικά ή χημικά στις διακυμάνσεις της θερμοκρασίας ονομάζονται «εξαναγκασμένη» κλιματική αλλαγή, ενώ αέρια όπως οι υδρατμοί που αντιδρούν στις διακυμάνσεις της θερμοκρασίας χαρακτηρίζονται ως «ανάδραση». Τα αέρια που συμβάλλουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου είναι (Stern & Kaufmann, 2014):

- Οι υδρατμοί αποτελούν ένα άφθονο αέριο του θερμοκηπίου που λειτουργεί ως κλιματικός μηχανισμός ανάδρασης. Καθώς η ατμόσφαιρα της Γης θερμαίνεται, η συγκέντρωση των υδρατμών αυξάνεται, άρα αυξάνεται η πιθανότητα σχηματισμού νεφών και βροχοπτώσεων. Οι διαδικασίες αυτές αποτελούν τους σημαντικότερους μηχανισμούς ανάδρασης του φαινομένου του θερμοκηπίου.

- Το διοξείδιο του άνθρακα είναι ένα κρίσιμο συστατικό της ατμόσφαιρας, το οποίο εκπέμπεται μέσω φυσικών διεργασιών, όπως η αναπνοή και οι ηφαιστειακές εκρήξεις, καθώς και μέσω ανθρώπινων δραστηριοτήτων, όπως η αποψίλωση των δασών, οι αλλαγές στη χρήση Γης και καύση ορυκτών καυσίμων. Από την έναρξη της βιομηχανικής επανάστασης, ο άνθρωπος έχει αυξήσει τα επίπεδα διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα κατά πάνω από το ένα τρίτο. Είναι ο κύριος παράγοντας που συμβάλλει στην «εξαναγκασμένη» κλιματική αλλαγή.

- Το Μεθάνιο είναι ένα αέριο υδρογονανθράκων που παράγεται τόσο από φυσικές πηγές όσο και από ανθρωπογενείς δραστηριότητες, συμπεριλαμβανομένης της αποσύνθεσης σε χώρους υγειονομικής ταφής απορριμάτων, της γεωργίας –ιδίως της καλλιέργειας ρυζιού- και της διαχείρισης κτηνοτροφικών αποβλήτων. Σε σύγκριση με το διοξείδιο του άνθρακα, είναι ένα πολύ πιο αντιδραστικό αέριο, ωστόσο υπάρχει στην ατμόσφαιρα σε μικρότερες συγκεντρώσεις.

- Το οξείδιο του αζώτου είναι ένα σημαντικό αέριο του θερμοκηπίου που παράγεται από γεωργικές δραστηριότητες, ιδίως από την εφαρμογή εμπορικών και οργανικών λιπασμάτων, την καύση ορυκτών καυσίμων, την Παρασκευή νιτρικού οξέος και την καύση βιομάζας.

- Οι χλωροφθοράνθρακες είναι συνθετικές χημικές ουσίες που προέρχονται αποκλειστικά από βιομηχανικές διεργασίες και χρησιμοποιούνται σε πολλές εφαρμογές. Υπόκεινται πλέον σε αυστηρούς κανονισμούς σχετικά με την παραγωγή και την ατμοσφαιρική

απελευθέρωση με διεθνή συμφωνία, λόγω της δυνατότητάς τους να συμβάλλουν στην καταστροφή του όζοντος.

Φυσικά φαινόμενα, όπως οι ηφαιστειακές εκρήξεις, συμβάλλουν στην κλιματική αλλαγή εκπέμποντας διοξείδιο του άνθρακα στην ατμόσφαιρα. Ωστόσο, η ποσότητα που εκπέμπεται από τα ηφαίστεια είναι αρκετά μικρή σε σχέση με εκείνη που παράγεται από την ανθρώπινη δραστηριότητα. Η NASA αναφέρει ότι τα ηφαίστεια απελευθερώνουν μεταξύ 130 και 230 εκατομμυρίων τόνων CO₂ ετησίως. Η καύση ορυκτών καυσίμων, αντίθετα, εκπέμπει 26 δισεκατομμύρια τόνους CO₂ στην ατμόσφαιρα ετησίως. Ο Don Wuebbles, καθηγητής ατμοσφαιρικών επιστημών στο Πανεπιστήμιο του Ιλινόις και κάτοχος του βραβείου Νόμπελ Ειρήνης το 2007, υποστηρίζει ότι τα ηφαίστεια εκπέμπουν CO₂ εδώ και εκατομμύρια χρόνια. Κατά την εποχή των δεινοσαύρων, οι ποσότητες που εκπέμπονταν στην ατμόσφαιρα ήταν περίπου ισοδύναμες με τις σημερινές. Το γεγονός αυτό, ωστόσο, δεν διευκρινίζει την αύξηση που σημειώθηκε κατά τη διάρκεια του περασμένου αιώνα. Η σημαντική αύξηση των εκπομπών CO₂ και μεθανίου αποδίδεται στην καύση ορυκτών καυσίμων, όπως το πετρέλαιο, ο άνθρακας και το φυσικό αέριο, τα οποία καλύπτουν το 80% των ανθρώπινων ενεργειακών αναγκών. Το Σχήμα 2 απεικονίζει την αύξηση των εκπομπών CO₂ και μεθανίου κατά τα τελευταία 250 χρόνια, η οποία προέρχεται από δείγματα πάγου και ατμόσφαιρας. Μεταξύ του 1750 και του 2009, τα επίπεδα διοξειδίου του άνθρακα αυξήθηκαν κατά 38%, ενώ τα επίπεδα μεθανίου εκτοξεύτηκαν κατά 148% (Kaddo, 2016).

1.2. Η τρέχουσα κατάσταση της κλιματικής αλλαγής

Η τρέχουσα περίοδος είναι μια θερμή φάση, η οποία χαρακτηρίζεται από σημαντική αύξηση των θερμοκρασιών σε σχέση με τα προηγούμενα έτη. Η θερμοκρασία έχει αυξηθεί κατά 0,13°C τις τελευταίες δεκαετίες, σε σύγκριση με την προηγούμενη αύξηση κατά 0,07°C. Οι Somerville και Hassol (2011) τονίζουν ότι «η τελευταία δεκαετία από το 2000 έως το 2009 είναι η θερμότερη των τελευταίων 150 ετών, με δραματικές συνέπειες για τον πλανήτη». Η κύρια επίπτωση είναι η υπερθέρμανση του πλανήτη, η οποία ανεβάζει τη στάθμη της θάλασσας κατά 2,5 cm, αυξάνοντας έτσι την πιθανότητα να βυθιστούν πολλές περιοχές τα επόμενα χρόνια. Η σημαντική μείωση των θαλάσσιων πάγων της Αρκτικής το 2009 ενισχύει τις ανησυχίες και καθιστά αναγκαίες πιο επείγουσες παρεμβάσεις για την κλιματική αλλαγή (Leal Filho, 2018). Η ανθρωπογενής υπερθέρμανση του πλανήτη αποτελεί υπαρξιακή απειλή για τον ανθρώπινο πολιτισμό και για σημαντικό μέρος της χλωρίδας και της πανίδας της γης. Η

υπερθέρμανση του πλανήτη είναι αποτέλεσμα των ανθρωπογενών εκπομπών αερίου του θερμοκηπίου. Από το 2021, η μέση θερμοκρασία έχει αυξηθεί κατά περίπου 1,2 °C σε σχέση με τα προβιομηχανικά επίπεδα. Η αύξηση αυτή έχει ήδη οδηγήσει στην απώλεια πολυάριθμων φυτικών και ζωικών ειδών, καθώς και σε χιλιάδες ανθρώπινες απώλειες. Κατά τη διάρκεια της συνόδου κορυφής του Παρισιού το 2015, οι κυβερνήσεις δεσμεύτηκαν να καταβάλουν προσπάθειες με στόχο τη διατήρηση της υπερθέρμανσης του πλανήτη κάτω από τους 2 °C και να προσπαθήσουν να την περιορίσουν κάτω από τους 1,5 °C. Οι τρέχουσες πολιτικές και δεσμεύσεις δείχνουν ότι η υπερθέρμανση του πλανήτη αναμένεται να φθάσει περίπου τους 3 °C έως το 2100. Οι επιπτώσεις της υπερθέρμανσης του πλανήτη μπορεί να ενταθούν από την πιθανή ενεργοποίηση μη αναστρέψιμων κλιματικών σημείων καμπής. Στο πιο δυσμενές σενάριο, η ανατριφιδότηση από την αμοιβαία ενίσχυση των σημείων καμπής θα μπορούσε να οδηγήσει σε ανεξέλεγκτη κλιματική αλλαγή πέραν της ανθρώπινης διαχείρισης, ωστόσο αυτό θεωρείται εξαιρετικά απίθανο (Masson-Delmotte, et al., 2021).

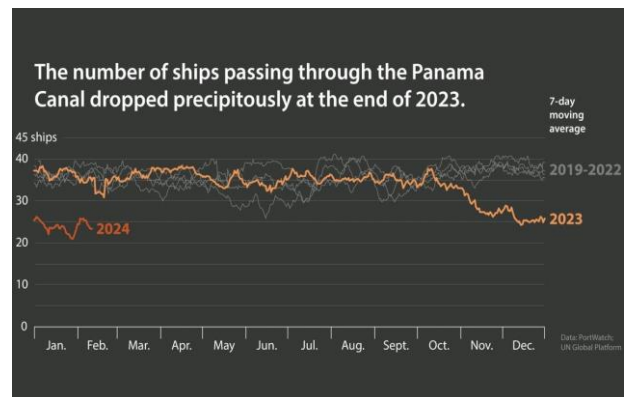
Ένα βασικό αποτέλεσμα της κλιματικής αλλαγής είναι οι ξηρασίες και η μείωση των βροχών. Όσο συνεχίζει αυτό το φαινόμενο τόσο περισσότερο θα πέφτει η στάθμη της θάλασσας και έτσι διάφοροι βασικοί οδοί διέλευσης πλοίων δεν θα έχουν το απαραίτητο νερό που χρειάζονται για να επιτρέψουν τη διέλευση πλοίων και έτσι όλο και πιο δύσκολη θα γίνει η κατάσταση στο θαλάσσιο εμπόριο.

Για παράδειγμα, τη διάρκεια του 2023 μειώθηκαν σημαντικά οι βροχές, εν μέρη και λόγω του φαινομένου Ελ Νίνιο, και το ύψος των υδρατμών στη λίμνη Γκατούν (απο την οποία αντλείται καθαρό νερό για τη διέλευση των πλοίων) βρίσκεται σε ασυνήθιστα χαμηλά επίπεδα. Από τη λίμνη Γκατούν υδροδοτείται ο Παναμάς με τα νοικοκυριά των 4,3 εκατ. Κατοίκων του. Σύμφωνα με τις εκτιμήσεις των Αρχών του Παναμά, οι διπλές αυτές ανάγκες της διώρυγας και του πληθυσμού υπό τις τρέχουσες συνθήκες ξηρασίας ισοδυναμούν με ένα έλλειμμα 3 δις. Λίτρων νερού την ημέρα.

Εξαιτίας της χαμηλότερης στάθμης του νερού, οι Αρχές στον Παναμά είχαν αναγκαστεί να θέσουν περιορισμούς στη διέλευση των πλοίων. Ενώ στο παρελθόν περνούσαν 38 πλοία την ημέρα, οι διαβάσεις των πλοίων είχαν περιοριστεί σε 24 την ημέρα μέχρι τον Απρίλιο του 2024. Επίσης, εξαιτίας της χαμηλής στάθμης, υπήρχαν και περιορισμοί στο μέγεθος που

μπορούσε να έχει ένα πλοίο. Όσο μεγαλύτερο είναι ένα πλοίο, τόσο πιο βαρύ θα είναι και κατ' επέκταση διατρέχει μεγαλύτερο κίνδυνο στο να κολλήσει σε κάποιο σημείο μέσα στο κανάλι.

Η διώρυγα του Παναμά χάνει εν μέρη την χρησιμότητά της και δεν υπάρχει εύκολη λύση γι' αυτό το πρόβλημα. Μία από τις λύσεις που εξετάζονται είναι η δημιουργία τεχνητής λίμνης και τεχνικές τεχνητής πρόκλησης βροχοπτώσεων.



Ένα ακόμα κρίσιμο αποτέλεσμα της κλιματικής αλλαγής είναι και η ξηρασία στον Ρήνο. Το επίπεδο της στάθμης του νερού έχει μειωθεί λόγω της πρόσφατης ξηρασίας στη Γερμανία, με αποτέλεσμα τα πλοία να αναγκάζονται να πλέουν ελλιπώς φορτωμένα. Η χαμηλότερη στάθμη των υδάτων καταγράφεται στον Κολωνία, η οποία εμποδίζει τη μεταφορά εμπορευμάτων προς το Νότο. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα αύξηση του κόστους μεταφοράς των εμπορευμάτων μέσω του ποταμού, λόγω της αδυναμίας των πλοίων να ταξιδεύουν πλήρως έμφορτα.

Σημαντικές οικονομικές επιπτώσεις αναμένονται ακόμη και αν η πολιτική συναίνεση είναι επαρκώς ισχυρή για την υλοποίηση του σεναρίου RCP 2.6, το οποίο προβλέπει αύξηση της θερμοκρασίας μεταξύ 1,5 °C και 2 °C. Μια αύξηση κατά 2 °C εγκυμονεί κινδύνους όπως η άνοδος της στάθμης της θάλασσας, η οποία θα μπορούσε να επηρεάσει σοβαρά τα νησιωτικά κράτη, καθώς και τις ευπαθείς χώρες και τις εξαιρετικά χαμηλές περιοχές, όπως το Μπαγκλαντές και η Φλόριντα. Μια αύξηση κατά 3 °C θα αυξήσει σημαντικά τα περιστατικά θανατηφόρας υγρασίας και παγκόσμιας θερμοκρασίας, με αποτέλεσμα ίσως το θάνατο δεκάδων εκατομμυρίων ατόμων που κατοικούν στις τροπικές περιοχές, εκτός εάν μπορέσουν να μετακινηθούν ή να βρουν καταφύγιο σε σταθερά ελεγχόμενα κλιματικά περιβάλλοντα. Μια αύξηση πέραν των 5 °C αναμένεται να θέσει σε κίνδυνο την επιβίωση του ανθρώπινου πολιτισμού (Fernando, et al., 2021).

2. Θαλάσσιο εμπόριο

2.1. Ιστορικό πλαίσιο του διεθνούς θαλάσσιου εμπορίου

Αρχικά, το εμπόριο περιοριζόταν σε τοπικές ανταλλαγές και εξελίχθηκε σε διεθνές εμπόριο μόνο με την πρόοδο των πλοίων. Οι αρχικοί πλοηγοί της ανοιχτής θάλασσας για το εμπόριο πριν από το 2000 π.Χ. ήταν οι λαοί της ανατολικής Μεσογείου, συμπεριλαμβανομένων των Φοινίκων, των Ελλήνων και των Αιγυπτίων, καθώς και ίσως οι Κινέζοι στην ανατολική Ασία, οι οποίοι φαίνεται ότι διέθεταν γνώση της πυξίδας (Fusaro & Polónia, 2017).

Κατά τα αρχικά στάδια της ανθρώπινης ιστορίας, οι Φοίνικες κατείχαν εξέχοντα ρόλο στο παγκόσμιο εμπόριο. Οι Φοίνικες από τους διεθνείς κόμβους αγορών της ανατολικής Μεσογείου διευκόλυναν τη διανομή προϊόντων από την προηγούμενη Ανατολή σε άλλους μεσογειακούς πληθυσμούς. Η αναγκαιότητα του διακρατικού εμπορίου, που θεωρείται ως το έναυσμα για την έναρξη του εμπορίου, είναι εμφανής σε αυτές τις πρωτόγονες μορφές διεθνούς εμπορίου. Κατά συνέπεια, οι Φοίνικες, που κατοικούσαν σε μια περιορισμένη εδαφική έκταση στην ανατολική Μεσόγειο, αναγκάστηκαν να στραφούν στη θάλασσα για να αποκτήσουν ό,τι η γεωργία και οι άλλοι κύριοι τομείς παραγωγής δεν μπορούσαν να καλύψουν τις ανάγκες τους (Fusaro & Polónia, 2010).

Οι Έλληνες διαδέχθηκαν τους Φοίνικες, δημιουργώντας ταυτόχρονα ποικίλες βιοτεχνικές επιχειρήσεις εντός της ελληνικής επικράτειας. Οι διεθνείς επιχειρηματικές προσπάθειες των Ελλήνων επεκτάθηκαν πέρα από τη Μεσόγειο λόγω των κατακτήσεων του Μεγάλου Αλεξάνδρου. Κατά τη ρωμαϊκή εποχή, η περιοχή που διευκόλυνε το διεθνές εμπόριο επεκτάθηκε σημαντικά. Από κυρίως θαλάσσια μετατράπηκε σε μια περιοχή που περιλάμβανε τις ηπειρωτικές περιοχές της Ευρώπης και της Ασίας, συνοδευόμενη από αύξηση του αριθμού των εμπορεύσιμων ειδών. Κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου, αξίζει να σημειωθεί ότι κατασκευάστηκαν σημαντικές υποδομές χερσαίων μεταφορών, οι οποίες ήταν σημαντικές για την εποχή εκείνη (Fusaro & Polónia, 2010).

Ο Μεσαίωνας αντιπροσώπευε μια φάση διεθνούς εμπορικής υποχώρησης αποκλειστικά για την Ευρώπη, καθώς τα ανατολικά εδάφη, συμπεριλαμβανομένης της υποταγμένης Ελλάδας, συντηρούσαν το εμπόριο μεταξύ τους. Στη συνέχεια, οι θαλάσσιες

εμπορικές προσπάθειες της Βενετίας και άλλων ιταλικών πόλεων καθιέρωσαν έναν σημαντικό τρόπο διεθνούς εμπορίου, που διακρίνονταν από την εισαγωγή πρωτογενών βιομηχανικών αγαθών για χειρωνακτική επεξεργασία, κυρίως από την Ανατολή. Το διεθνές εμπόριο καθιερώθηκε στις χώρες της Νότιας Ευρώπης και στη Μεγάλη Βρετανία για προϊόντα που προορίζονταν για άμεση κατανάλωση (Fusaro & Polónia, 2017).

Η χρονολογία του θαλάσσιου εμπορίου χωρίζεται σε τρεις διακριτές φάσεις. Ξεκίνησε από τη Μεσόγειο και διαδόθηκε μέσω της Ελλάδας, της Ρώμης και της Βενετίας στο Άμστερνταμ, το Λονδίνο και την Αμβέρσα. Κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου, δημιουργήθηκε ένα παγκόσμιο εμπορικό δίκτυο μεταξύ των τριών κύριων πληθυσμιακών κέντρων της Ινδίας, της Κίνας και της Ευρώπης. Αρχικά, το εμπόριο γινόταν διά ξηράς, που αποδείχθηκε δαπανηρό και υποτονικό- αλλά, μέχρι το τέλος του 15ου αιώνα, η έλευση των θαλάσσιων οδών οδήγησε σε αύξηση του όγκου του εμπορίου και μείωση των εξόδων μεταφοράς. Η δεύτερη φάση ξεκίνησε με τη βιομηχανική επανάσταση στο τέλος του 18ου αιώνα. Οι καινοτόμες εξελίξεις στον σχεδιασμό και την κατασκευή πλοίων και οι διεθνείς επικοινωνίες διευκόλυναν την εξέλιξη της ναυτιλίας από τοπική σε παγκόσμια επιχείρηση, αρχικά μέσω του Χρηματιστηρίου Εμπορευμάτων του Λονδίνου, ακολουθούμενη από αξιόπιστα ατμόπλοια και τεχνολογικές ανακαλύψεις όπως η Διώρυγα του Σουέζ. Στον αιώνα που ακολούθησε, το εμπόριο επεκτάθηκε σημαντικά και η δομή για την εκτέλεση του θαλάσσιου εμπορίου υπέστη πλήρη μετασχηματισμό (Dziubanovska, 2019).

Τελικά, στο δεύτερο μέρος του 20ού αιώνα, το μέγεθος των τεχνολογικών και οικονομικών μετασχηματισμών καταλύθηκε από τη διάλυση των αποικιακών αυτοκρατοριών, οι οποίες αντικαταστάθηκαν από ένα πλαίσιο ελεύθερης οικονομίας και εμπορίου μέσω των συμφωνιών του Bretton Woods. Σε αυτή την τελική φάση, παρατηρήσαμε την εξέλιξη των αγορών μεταφοράς χύδην φορτίων, την εκτέλεση εξειδικευμένων μεταφορών και τη χρήση των εμπορευματοκιβωτίων. Μια σημαντική πτυχή αυτής της επανάστασης ήταν η μετάβαση της ναυτιλίας από τα εθνικά κράτη στη χρήση σημαιών ευκαιρίας. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα τις οικονομίες κλίμακας και μετασχημάτισε το οικονομικό πλαίσιο του κλάδου. Το συμπέρασμα είναι ότι η ναυτιλία είναι ένα εμπορικό εγχείρημα που επεκτάθηκε παράλληλα με την παγκόσμια οικονομία και εξελίσσεται διαρκώς (Ali et al., 2017).

Σχεδόν το 90% του διεθνούς εμπορίου εμπορευμάτων διεξάγεται μέσω της θαλάσσιας διαμετακόμισης. Το θαλάσσιο εμπόριο αποτελεί πάνω από το 72% του συνολικού όγκου του διεθνούς εμπορίου της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Το εμπόριο χύδην ξηρού φορτίου και το εμπόριο

με δεξαμενόπλοια αποτελεί σχεδόν το 75% του συνολικού όγκου του παγκόσμιου θαλάσσιου εμπορίου, ο οποίος έφτασε τους 10.648 εκατομμύρια τόνους το 2020. Η ναυτιλία χύδην φορτίου/μεταφοράς φορτίου αποτελεί την πλειονότητα της θαλάσσιας κυκλοφορίας της ΕΕ, αναδεικνύοντας την ουσιαστική σημασία της στην οικονομία και το εμπόριο της ΕΕ (Borchert et al., 2020).

Η ναυτιλία ενισχύει σημαντικά την ευημερία των κατοίκων της ΕΕ διευκολύνοντας την παροχή των αναγκαίων πρώτων υλών, ενέργειας, τροφίμων και άλλων ζωτικών αγαθών. Το θαλάσσιο εμπόριο αποτελεί την πλειονότητα των εισαγωγών και εξαγωγών για τα κράτη μέλη της ΕΕ σε βασικές κατηγορίες, όπως τα βασικά τρόφιμα, η ενέργεια και οι πρώτες ύλες. Σε ορισμένες κατηγορίες, πάνω από το 85% του συνολικού όγκου του εμπορίου μεταφέρεται με θαλάσσια μέσα, συμπεριλαμβανομένων των δημητριακών (93%), των ζωικών και φυτικών λιπών και ελαίων (86%), των μη σιδηρούχων μεταλλευμάτων (93%) και των μεταλλευμάτων χαλκού (97%) (Yamano & Guilhoto, 2020).

Το 90% των συνολικών εισαγωγών κρίσιμων πρώτων υλών, ζωτικής σημασίας για την οικονομία της ΕΕ λόγω της διασύνδεσης τους με όλες τις βιομηχανίες και της σημασίας τους στην ανάπτυξη σύγχρονων και καθαρών τεχνικών προϊόντων, μεταφέροντα δια θαλάσσης. Οι θαλάσσιες μεταφορές είναι ζωτικής σημασίας για το εμπόριο εντός της ΕΕ, με την ΕΕ να εξαρτάται από τη ναυτιλία για το 33% του εσωτερικού της εμπορίου. Η ναυτιλία μικρών αποστάσεων (SSS) είναι απαραίτητη για το εμπόριο της ΕΕ και αποτελεί μια από τις πιο περιβαλλοντικά βιώσιμες μεθόδους μεταφοράς. Ενισχύοντας τις δυνατότητες αποσυμφόρησης των δρόμων και διατηρώντας παράλληλα ένα πολύ μειωμένο αποτυπώματα CO₂ σε σύγκριση με άλλους τομείς μεταφορών. Η προώθηση της βιωσιμότητας και της ανταγωνιστικότητας της Ναυτιλίας Μικρών Αποστάσεων πρέπει να παραμείνει προτεραιότητα για τα ευρωπαϊκά θεσμικά όργανα (Maciejewski & Wach, 2019).

2.2. Τύποι πλοίων

Το διεθνές εμπόριο κατηγοριοποιείται σε εισαγωγές, εξαγωγές και διαμετακομιστικό εμπόριο. Το εισαγωγικό εμπόριο δηλώνει την απόκτηση ειδών από ξένες χώρες για την ικανοποίηση των βασικών ανθρώπινων αναγκών ενός συγκεκριμένου έθνους. Το εξαγωγικό εμπόριο αφορά τη μεταφορά αγαθών από ένα έθνος σε ένα άλλο, και συγκεκριμένα περιλαμβάνει την εξαγωγή των πλεονασματικών αγαθών που παράγονται στο εσωτερικό της χώρας. Το εξαγωγικό εμπόριο περιλαμβάνει τα ξένα προϊόντα που

έχουν υποστεί εκτελωνισμό, έχουν ενσωματωθεί με τα εγχώρια αγαθά και στη συνέχεια εξάγονται εκ νέου για διάφορους λόγους (Χολέβας, 1997).

Το διαμετακομιστικό εμπόριο αναφέρεται στην εισαγωγή αγαθών από ξένες χώρες σε μια χώρα όχι για κατανάλωση, αλλά με σκοπό τη διανομή των αγαθών αυτών στις διεθνείς αγορές με στόχο τη δημιουργία κέρδους. Τα πλεονεκτήματα για τη χώρα από την οποία διέρχονται τα εμπορεύματα είναι η απασχόληση της εργασίας, η αξιοποίηση των υποδομών μεταφοράς, των λιμένων, των αποθηκών και παρόμοιων εγκαταστάσεων- ως εκ τούτου, το διαμετακομιστικό εμπόριο αποδεικνύεται απολύτως επωφελές για τη χώρα που το διευκολύνει (Χολέβας, 1997).

Τα εμπορικά πλοία ταξινομούνται σε τέσσερις βασικές κατηγορίες (Zhang et al., 2020):

- i. Φορτηγά. Τα εν λόγω πλοία χρησιμοποιούνται για τη μεταφορά ποικίλων αγαθών, τα οποία περιλαμβάνουν στερεά χύδην φορτία και υγρά φορτία. Η κατηγορία αυτή περιλαμβάνει πολυάριθμα υδροποιημένα χημικά αέρια και μείγματα στερεών και υγρών.
- ii. Επιβατηγά. Τα πλοία αυτά μεταφέρουν κυρίως επιβάτες. Έχουν σχεδιαστεί για τη μεταφορά τόσο οχημάτων όσο και περιορισμένων ποσοτήτων φορτίου.
- iii. Ειδικού προορισμού. Πρόκειται για σκάφη που χρησιμοποιούνται για αλιεία, έρευνα, εξοπλισμό ή αναψυχή.
- iv. Βοηθητικής Ναυτιλίας. Ουσιαστικά, υπάρχουν τα ακόλουθα σκάφη: ρυμουλκά, σωσίβιες λέμβοι, φορτηγίδες, πλωτές δεξαμενές, γερανοί και βυθοκόροι.

Τα φορτηγά πλοία ταξινομούνται σε κατηγορίες με βάση τον τύπο του φορτίου που μεταφέρουν (Zhang, et al., 2020):

- i. Τα Φορτηγά Πλοία Ξηρών Φορτίων είναι πλοία που μεταφέρουν χύδην φορτίο (bulk carriers) και γενικό φορτίο (general cargo). Στα ύδατά μας, το γενικό φορτίο μεταφέρεται από πλοία γνωστά ως containerships. Το γενικό φορτίο περιλαμβάνει ηλεκτρικά είδη, ηλεκτρονικά είδη, ενδύματα, υποδήματα, συσκευές και κάθε άλλο αντικείμενο κατάλληλο για εμπορευματοκιβώτια. Τα πλοία γενικού φορτίου μεταφέρουν επίσης αυτοκίνητα (Roll-On/Roll-Off).
- ii. Πλοία Υγρών Φορτίων.
Περιλαμβάνουν δεξαμενόπλοια εξοπλισμένα με εξειδικευμένες δεξαμενές για τη μεταφορά αργού πετρελαίου, καυσίμων και βενζίνης. Τα δεξαμενόπλοια περιλαμβάνουν επίσης πλοία μεταφοράς υδροποιημένων αερίων πετρελαίου(LPG) και υδροποιημένων φυσικών αερίων (LNG).

- iii. Τα Πλοία συνδυασμένων μεταφορών είναι αυτά που μεταφέρουν εναλλακτικά φορτία υγρών και ξυλείας. Υπάρχουν δύο κατηγορίες. Τα πλοία μεταφοράς μεταλλεύματος/ογκωδών/πετρελαίου (O.B.O) και τα πλοία μεταφοράς μεταλλεύματος/πετρελαίου.

2.3. Εμπορικές διαδρομές

Η επίμονη επέκταση της παγκόσμιας αγοράς ναυτιλιακών υπηρεσιών προωθείται κυρίως από τις εξελίξεις στις μεταφορές εμπορευματοκιβωτίων, οι οποίες σημειώνουν ταχεία ανάπτυξη, με κύριους συντελεστές του εμπορίου εμπορευματοκιβωτίων τις χώρες της Άπω Ανατολής, ιδίως την Κίνα. Από το 1995 έως το 2005, οι εξαγωγές εμπορευματοκιβωτίων (μετρούμενες σε TEU) από την Άπω Ανατολή προς παγκόσμιους προορισμούς τριπλασιάστηκαν, καθιερώνοντας τις εμπορικές οδούς της Ασίας ως τις κατεξοχήν εμπορικές οδούς παγκοσμίως. Η διαδρομή Άπω Ανατολή-Ευρώπη, αναμφισβήτητα ο τρίτος σημαντικότερος οικονομικός διάδρομος παγκοσμίως, έχει ενισχύσει σημαντικά την ευρωπαϊκή περιοχή διευκολύνοντας την άφιξη πλοίων που μεταφέρουν προϊόντα της Ευρωπαϊκής Ένωσης από την Άπω Ανατολή (UNCTAD, 2016). Η αγορά τακτικών γραμμών κατηγοριοποιεί τις θαλάσσιες διαδρομές γενικού φορτίου σε τρεις κατηγορίες:

- Οι εμπορικές διαδρομές Ανατολής-Δύσης καλύπτουν ολόκληρο το βόρειο ημισφαίριο, συνδέοντας τα κύρια βιομηχανικά κέντρα της Βόρειας Αμερικής, της Δυτικής Ευρώπης και της Ασίας. Το 1996, οι εν λόγω διαδρομές αντιπροσώπευαν το 44% των εμπορευμάτων που μεταφέρονταν στο πλαίσιο της ναυτιλίας τακτικών γραμμών.

- Το Εμπόριο Βορρά-Νότου το οποίο περιλαμβάνει το εμπόριο Βορρά-Νότου και συνδέει κυρίως τις τρεις κύριες βιομηχανικές περιοχές του κόσμου με τις οικονομίες του Νότιου Ημισφαιρίου. Το 1996, οι διαδρομές αυτές αποτελούσαν το 22% του συνολικού μεταφερόμενου φορτίου.

- Το Ενδοπεριφερειακό εμπόριο το οποίο περιλαμβάνει όλες τις διαδρομές που αφορούν ενδοπεριφερειακό εμπόριο με μικρότερα πλοία. Το 1996, οι διαδρομές αυτές αποτέλεσαν το 34% του συνολικού μεταφερόμενου φορτίου.

Το παγκόσμιο δίκτυο της αγοράς τακτικών γραμμών προσαρμόζεται συνεχώς στις αυξανόμενες απαιτήσεις της παγκόσμιας οικονομίας, με αποτέλεσμα ένα εκτεταμένο δίκτυο

που χαρακτηρίζεται από περίπλοκες κύριες και δευτερεύουσες διαδρομές που συχνά διασταυρώνονται. Στα μέσα της δεκαετίας του 1990, οι θαλάσσιες γραμμές Ανατολής-Δύσης διαχειρίζονταν τον κυρίαρχο όγκο του γενικού φορτίου και από το 1975 διευκόλυναν το αυξανόμενο εμπόριο μεταξύ των βιομηχανικών περιοχών του κόσμου, χρησιμοποιώντας το 60% του παγκόσμιου στόλου πλοίων μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων. Μια πληθώρα δρομολογίων, τόσο πρωτογενών όσο και δευτερογενών, διασυνδέουν όλες τις γωνιές του πλανήτη για τη μεταφορά εμπορευμάτων. Οι κύριες εμπορικές διαδρομές περιλαμβάνουν το εμπόριο του Ειρηνικού, το εμπόριο του Βόρειου Ατλαντικού και το εμπόριο της Δυτικής Ευρώπης προς την Άπω Ανατολή (Τεμπέλη, 2014).

Το δια-Ειρηνικό εμπόριο είναι ένα από τα σημαντικότερα εμπορικά δίκτυα, που συνδέει τη Βόρεια Αμερική με την Άπω Ανατολή μέσω των επιχειρήσεων μεταξύ των λιμένων της Βόρειας Αμερικής (Ανατολική Ακτή, Κόλπος, Δυτική Ακτή) και των βιομηχανικών κέντρων της Ιαπωνίας και της Άπω Ανατολής. Το 1996 διεκπεραιώθηκαν 7,5 εκατομμύρια TEUs, που αντιστοιχούν στο 22% του παγκόσμιου εμπορίου εμπορευματοκιβωτίων, με τις αποστολές προς την Ανατολή να ξεπερνούν εκείνες προς τη Δύση. Τα εμπορεύματα της Ανατολικής Ακτής μεταφέρονται είτε με θαλάσσιες διαδρομές μέσω της διώρυγας του Παναμά είτε μέσω της σιδηροδρομικής σύνδεσης μεταξύ της Ανατολικής και της Δυτικής Ακτής (Meng et al., 2016).

Η εμπορική οδός του Βόρειου Ατλαντικού συνδέει τα πρωταρχικά βιομηχανικά κέντρα του κόσμου: την ανατολική ακτή της βόρειας αμερικής και τη δυτική Ευρώπη. Η διαδρομή αυτή περιλαμβάνει σημαντικά ευρωπαϊκά λιμάνια όπως, το Göteborg, το Hamburg, το Bremerhaven και το Rotterdam, με δύο κυρίαρχες διαδρομές: μία από τη βόρεια ευρώπη προς την ανατολική ακτή των ΗΠΑ και μια άλλη από τη βόρεια ευρώπη προς τη θαλάσσια οδό St. Lawrence. Τα βασικά λιμάνια προσέγγισης στον Καναδά περιλαμβάνουν το Μόντρεαλ και το Χάλιφαξ, ενώ στις ΗΠΑ είναι η Βοστώνη, η Νέα Υόρκη και η Βαλτιμόρη. Το 1996, η κίνηση τακτικών γραμμών στον Βόρειο Ατλαντικό Ωκεανό αποτελούσε 3 εκατομμύρια TEUs, αντιπροσωπεύοντας το 8% του παγκόσμιου εμπορίου εμπορευματοκιβωτίων, ενώ τα φορτία προς τα δυτικά (Βόρεια Αμερική) ξεπέρασαν τα φορτία προς τα ανατολικά κατά 18% (Rajagopal & Zhang, 2020).

Η εμπορική διαδρομή από τη δυτική ευρώπη προς την άπω ανατολή περιλαμβάνει το εμπόριο από τη δυτική ευρώπη (που εκτείνεται από τη Σουηδία έως το Σεν Ναζέρ της Γαλλίας) προς την άπω ανατολή, η οποία περιλαμβάνει λιμάνια στη δτική Μαλαισία, τη Σιγκαπούρη,

την Ταϊλάνδη, το Χονγκ Κονγκ, τις Φιλιππίνες, την Ταϊβάν, τη Νότια Κορέα και την Ιαπωνία. Η διαδρομή Δυτική Ευρώπη - Άπω Ανατολή ήταν από τις πρώτες γραμμές που εφάρμοσαν ένα σύστημα διασκέψεων μέσω της ίδρυσης της Διάσκεψης Εμπορευματικών Μεταφορών Άπω Ανατολής (FEFC). Το 1995, πάνω από 20 φορείς δραστηριοποιούνταν στη γραμμή, χρησιμοποιώντας περίπου 200 πλοία, με τα μισά να χρησιμοποιούνται από μέλη της FEFC και τα άλλα μισά από μη μέλη. Κατά συνέπεια, υπήρξε ανάγκη ενοποίησης των τριών γραμμών σε μια ενιαία οντότητα που θα παρείχε παγκόσμιες υπηρεσίες. Αυτό έγινε από διάφορους φορείς εκμετάλλευσης το 1980, συμπεριλαμβανομένων των Evergreen και United States Lines, χρησιμοποιώντας κυρίως τεράστια πλοία άνω των 2.500 TEU, αλλά με περιορισμένη επιτυχία (Τεμπέλη, 2014).

2.4. Η σημασία του θαλάσσιου εμπορίου στην παγκόσμια οικονομία

Η σημασία του εξωτερικού εμπορίου στην ανάπτυξη ενός κράτους είναι εμφανής στη συσχέτισή του με το ακαθάριστο εγχώριο προϊόν (ΑΕΠ). Το Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν (ΑΕΠ) ποσοτικοποιεί τη συνολική αξία όλων των προϊόντων και υπηρεσιών που παράγονται σε μια οικονομία. Υπάρχει ισχυρή εμπειρική συσχέτιση μεταξύ του μεγέθους μιας οικονομίας και του όγκου των εισαγωγών και των εξαγωγών της. Ο βαθμός εξωστρέφειας μιας οικονομίας υποδηλώνεται από τον λόγο του όγκου του διεθνούς εμπορίου της προς το ΑΕΠ της. Κατά συνέπεια, η αύξηση των εξαγωγικών πωλήσεων μιας χώρας θα οδηγήσει σε αύξηση του ΑΕΠ της, λειτουργώντας ως καταλύτης για την ενίσχυση της οικονομικής και κοινωνικής ευημερίας (Χατζηδημητρίου, 2019). Ο τομέας των μεταφορών συνεισφέρει περίπου 6-12% στο ΑΕΠ των ανεπτυγμένων χωρών. Στη σημερινή εποχή της παγκοσμιοποίησης, το ανταγωνιστικό πλεονέκτημα κάθε οικονομίας εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την ενίσχυση των συστημάτων μεταφορών, με κύριο εμπόδιο την απουσία αποτελεσματικών και υψηλής ποιότητας υποδομών μεταφορών (Wessel, 2019).

Ο Παγκόσμιος Οργανισμός Εμπορίου υποστηρίζει ότι το διεθνές εμπόριο ενισχύει το παγκόσμιο βιοτικό επίπεδο. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω αποτελεσματικών λειτουργιών μεταφοράς και εφοδιαστικής, επιτρέποντας την ταχύτερη και αποτελεσματικότερη διακίνηση των εμπορευμάτων. Οι βελτιώσεις στον τομέα των μεταφορών, που επιτυγχάνονται μέσω της μείωσης του κόστους μεταφοράς, διευκολύνουν τη διανομή των αγαθών σε όλα τα κοινωνικά στρώματα, αυξάνοντας έτσι τον εθνικό πλούτο (WTR, 2020).

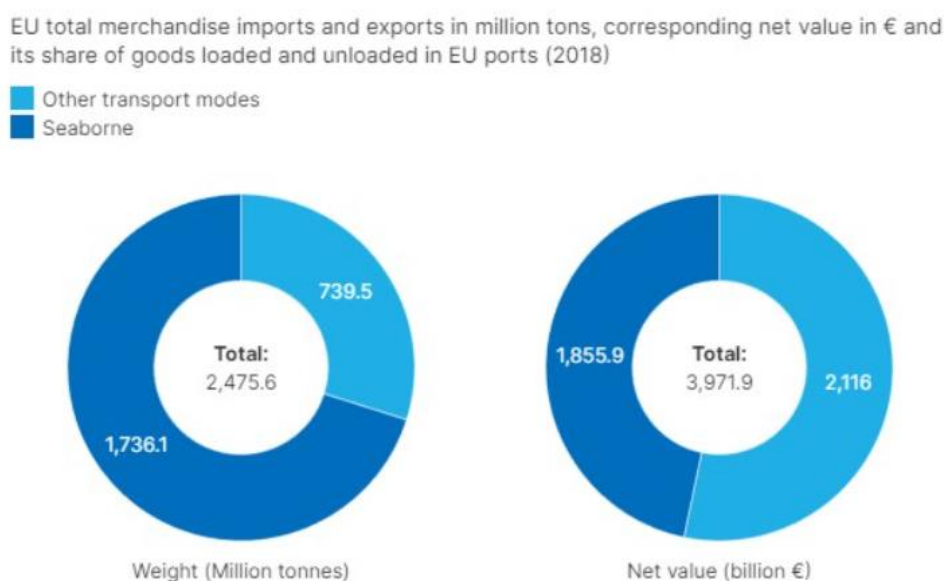
Το διεθνές εμπόριο μπορεί να ενισχύσει τη μέση παραγωγικότητα και να μετριάσει τις απώλειες των εταιρειών, προωθώντας από κοινού αυξημένους ρυθμούς ανάπτυξης και αυξημένα κέρδη. Ο Adam Smith υποστήριξε ότι ο καταμερισμός της εργασίας γεννά τόσο ποσοτικές όσο και ποιοτικές εξελίξεις στην παραγωγή, με αποκορύφωμα την αύξηση της παραγωγής και τη βελτίωση των δεξιοτήτων και της αποδοτικότητας των εργαζομένων. Η προσέγγιση αυτή προάγει την οικονομική πρόοδο και ενισχύει τον εθνικό πλούτο. Οι σύγχρονες εισαγωγές μπορούν να δημιουργήσουν τεχνολογικές διαχύσεις, ενισχύοντας στη συνέχεια τη συνολική παραγωγικότητα (Wessel, 2019). Οι Bloom, Draca και Van Reenen (2016) ανέλυσαν τις επιπτώσεις των αυξανόμενων εισαγωγών κινέζικων προϊόντων στις ευρωπαϊκές εταιρίες από το 1996 έως το 2007. Η έρευνα έδειξε ότι η καινοτομία αυξήθηκε κατά κύριο λόγο στις επιχειρήσεις που επηρεάστηκαν σημαντικά από τις κινέζοκες εισαγωγές, ενώ η ενσωμάτωση της νέας τεχνολογίας στις επιχειρήσεις αυτές ενίσχυσε τη συνολική παραγωγικότητά τους. Επιπλέον, έχει παρατηρηθεί ότι οι αυξανόμενες εισαγωγές ενισχύουν τον ανταγωνισμό και ασκούν πίεση στις εγχώριες τιμές των προϊόντων, υπονομεύοντας έτσι τα μονοπώλια.

Οι Gries και Redlin (2012) εξέτασαν τη βραχυπρόθεσμη και μακροπρόθεσμη δυναμική 158 ανεπτυγμένων και αναπτυσσόμενων οικονομιών, καταλήγοντας στο συμπέρασμα ότι υπάρχει θετική συσχέτιση μεταξύ του ανοίγματος του εμπορίου και της οικονομικής ανάπτυξης μακροπρόθεσμα, γεγονός που υποδηλώνει ότι η απελευθέρωση μιας οικονομίας αποτελεί ευεργετική στρατηγική για την προώθηση της ανάπτυξης. Βραχυπρόθεσμα, η σχέση αυτή είναι αρνητική στα κράτη με χαμηλό εισόδημα και θετική στα κράτη με υψηλό εισόδημα, γεγονός που υποδηλώνει ότι οι χώρες με χαμηλό εισόδημα μπορεί να μην επωφεληθούν από τη διεθνή ολοκλήρωση (Soares A., Antunes J., 2012).

Μια νέα ανάλυση της EMSA ποσοτικοποιεί και παρουσιάζει τη σημασία του θαλάσσιου εμπορίου για την οικονομία της ΕΕ. Το έγγραφο υπογραμμίζει ότι η ΕΕ περιλαμβάνει το 5% του παγκόσμιου πληθυσμού, ενώ συνεισφέρει 14,9% στο παγκόσμιο ΑΕΠ το 2020. Το θαλάσσιο εμπόριο επηρεάζει σημαντικά το οικονομικό τοπίο της ΕΕ, καθώς τα τρία τέταρτα του εμπορίου στο οποίο συμμετέχουν χώρες της ΕΕ διεξάγονται μέσω θαλάσσιων οδών. Το θαλάσσιο εμπόριο προϊόντων ξεπερνά σε όγκο όλους τους άλλους τρόπους μεταφοράς- ωστόσο, η αξία των αγαθών που παραδίδονται με πλοία είναι κατώτερη από εκείνη των άλλων ειδών μεταφοράς. Η έρευνα του EMSA δείχνει ότι 1,736 δισεκατομμύρια τόνοι προϊόντων διακινήθηκαν μέσω θαλάσσης από και προς την ΕΕ το 2018, αλλά ο συνολικός όγκος των εμπορευμάτων στις χώρες της ΕΕ, που περιλαμβάνει άλλους τρόπους μεταφοράς

(οδικές, σιδηροδρομικές, αεροπορικές), ανήλθε σε 2,475 δισεκατομμύρια τόνους. Το εμπόριο μεταξύ των χωρών της ΕΕ διεξάγεται κατά κύριο λόγο οδικώς, ενώ οι θαλάσσιες μεταφορές είναι ο δεύτερος σημαντικότερος τρόπος (EMSA, 2021).

Η ανοικτή οικονομία της ΕΕ και το εκτεταμένο δίκτυο εμπορικών συμφωνιών την καθιερώνουν ως τον κύριο εμπορικό εταίρο για περισσότερες από 80 χώρες παγκοσμίως. Η Ρωσία είναι ο κορυφαίος εμπορικός εταίρος σε όγκο διακινούμενων φορτίων, ακολουθούμενη από το Ηνωμένο Βασίλειο, τις ΗΠΑ, την Τουρκία και την Κίνα, οι οποίες αποτελούν την πρώτη πεντάδα. Αξίζει να σημειωθεί ότι τα είκοσι μεγαλύτερα λιμάνια της ΕΕ διαχειρίστηκαν το 10% του φορτίου που διεκπεραιώθηκε παγκοσμίως (EMSA, 2021).



Εικόνα 1 Εξωτερικό θαλάσσιο εμπόριο της ΕΕ. Πηγή:

3. Επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στο θαλάσσιο περιβάλλον

3.1. Αύξηση της στάθμης της θάλασσας και διάβρωση των ακτών

Η στάθμη της θάλασσας αυξάνεται λόγω δύο φαινομένων που συνδέονται με την κλιματική αλλαγή. Καθώς η υπερθέρμανση του πλανήτη προκαλεί αύξηση της θερμοκρασίας των ωκεανών, το θαλασσινό νερό διαστέλλεται, καταλαμβάνοντας μεγαλύτερο όγκο στη

λεκάνη του ωκεανού και με αποτέλεσμα την αύξηση της στάθμης των υδάτων. Ταυτόχρονα, το λιώσιμο των χερσαίων πάγων δημιουργεί συμπληρωματικό νερό που εισρέει στους ωκεανούς. Με το λιώσιμο των παγετώνων και την κλιμάκωση της υπερθέρμανσης των ωκεανών, η στάθμη της θάλασσας αυξάνεται. Η παγκόσμια στάθμη της θάλασσας έχει αυξηθεί κατά περίπου 20 εκατοστά τον τελευταίο αιώνα, ρυθμός ταχύτερος από αυτόν των προηγούμενων 2.000 ετών. Ο ρυθμός ανόδου της στάθμης της θάλασσας επιταχύνθηκε αισθητά τον 20ό αιώνα και πρόσθετες αυξήσεις είναι αναπόφευκτες ανάλογα με τον όγκο των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου (Stive et al., 2009).

Η εκτιμώμενη άνοδος της στάθμης της θάλασσας κατά τον 20ό αιώνα είναι 0,17 μέτρα. Μέχρι το 2100, αναμένεται να αυξηθεί από 0,18 έως 0,59 μέτρα. Η αύξηση θα εξαρτηθεί από τον όγκο του νερού που παράγεται από το λιώσιμο των πάγων. Τα τελευταία χρόνια, η Γροιλανδία έχει υποστεί σημαντική μείωση της μάζας των πάγων. Η αύξηση της τήξης των θαλάσσιων πάγων και της εισροής γλυκού νερού από το λιώσιμο των παγετώνων αναμένεται να επηρεάσει τα πρότυπα παγκόσμιας ωκεάνιας κυκλοφορίας (Masselink & Russell, 2014).

Η στάθμη της θάλασσας αυξομειώνεται κατά τη διάρκεια του χρόνου και του τόπου λόγω φυσικών φαινομένων όπως οι παλίρροιες και τα κύματα. Η μέση στάθμη της θάλασσας σε μια συγκεκριμένη τοποθεσία ορίζεται ως το μέσο ύψος της επιφάνειας της θάλασσας κατά τη διάρκεια μιας επαρκώς εκτεταμένης περιόδου, όπως ένας μήνας ή ένα έτος, ώστε να μετριάζονται οι μεταβολές που προκαλούνται από τις παλίρροιες και τα κύματα. Η μέση στάθμη της θάλασσας έχει χωρική κατανομή σε παγκόσμιο επίπεδο. Ο μέσος όρος σε όλους τους ωκεανούς του κόσμου αναφέρεται ως παγκόσμια στάθμη της θάλασσας. Οι παράγοντες που επηρεάζουν την παγκόσμια στάθμη της θάλασσας διακρίνονται στους ακόλουθους (Mimura, 2013):

- Παράγοντες που σχετίζονται με αλλαγές στον όγκο του θαλάσσιου νερού που περιέχεται στις λεκάνες των ωκεανών.
- Παράγοντες που σχετίζονται με αλλαγές στο σχήμα και στο μέγεθος των λεκανών των ωκεανών.
- Παράγοντες που προκαλούν τοπικές/ χρονικές αλλαγές στη στάθμη της θάλασσας

Η παγκόσμια θερμοκρασία επηρεάζει τις ποσότητες νερού και πάγου, άρα και τη στάθμη της θάλασσας. Η στάθμη της θάλασσας επηρεάζει τις πλημμύρες και τον σχηματισμό παράκτιων βιοτόπων και οικοσυστημάτων. Ο ρυθμός ανόδου της στάθμης της θάλασσας κατά τον 20ό

αιώνα συσχετίστηκε με την αύξηση της θερμοκρασίας σε σχέση με τα προβιομηχανικά επίπεδα και οι προβλέψεις δείχνουν πιθανή άνοδο κατά 0,5 έως 1,4 μέτρα πάνω από τα επίπεδα του 1990 μέχρι το 2100.

Οι μεταβολές της στάθμης της θάλασσας επηρεάζουν τη διαθεσιμότητα των ενδυνάμυντων, διεγείρουν την ποικιλομορφία, διαμορφώνουν τη βιοποικιλότητα και τροποποιούν τη δυναμική των τοπικών θρεπτικών συστατικών. Αν και η αύξηση της στάθμης της θάλασσας μπορεί να απειλήσει την ύπαρξη ορισμένων νησιωτικών κρατών, θα μπορούσε να προσφέρει ανακούφιση στους κοραλλιογενείς υφάλους, καθώς η ερήμωση ορισμένων ατόλων, σύμπλεγμα κοραλλιογενών υφάλων, μπορεί να οδηγήσει σε μειωμένη αλιευτική πίεση. Σε άλλες τοποθεσίες, η αύξηση της στάθμης των υδάτων μπορεί να αναγκάσει τα ζώα να μεταναστεύσουν προς τα απότομα, τεχνητά θαλάσσια φράγματα, επηρεάζοντας τους οργανισμούς που ζουν στα ιζήματα της παλίρροιας, τα ζωνοποιημένα οικοσυστήματα βραχώδους ακτής και τα ενδυνάμυντα αναπαραγωγής.

Οι αυξανόμενες συγκεντρώσεις των αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα της Γης αυξάνουν τη θερμοκρασία τόσο του αέρα όσο και του νερού, με αποτέλεσμα την άνοδο της στάθμης της θάλασσας μέσω δύο μηχανισμών. Αρχικά, το θερμότερο νερό υφίσταται διαστολή, και αυτό το φαινόμενο της «θερμικής διαστολής» ευθύνεται για περίπου το πενήντα τοις εκατό της αύξησης της παγκόσμιας μέσης στάθμης της θάλασσας κατά 7 εκατοστά. Δεύτερον, το λιώσιμο των χερσαίων πάγων συμβάλλει στην άνοδο της στάθμης της θάλασσας παγκοσμίως, καθώς εισρέει στον ωκεανό. Η παγκόσμια θερμοκρασία επηρεάζει τον όγκο του νερού και του πάγου, επηρεάζοντας έτσι τη στάθμη της θάλασσας. Το λιώσιμο των πάγων αυξάνει το βάθος των ωκεανών, επηρεάζοντας θαλάσσια είδη όπως για παράδειγμα είναι τα κοράλλια και το πλαγκτόν που εξαρτώνται από τα ρηχά νερά για τη φωτοσύνθεση.

Η ταχεία άνοδος της στάθμης της θάλασσας, ακόμη και ελάχιστη, μπορεί να έχει καταστροφικές συνέπειες για τα παράκτια οικοσυστήματα, οδηγώντας σε σοβαρή διάβρωση, πλημμύρα υδροτόπων, ρύπανση των γεωργικών εδαφών και απώλεια ενδυνάμυντων για υδροβία και πτηνά είδη, καθώς και για τη χλωρίδα. Οι κοραλλιογενείς ύφαλοι που βρίσκονται κοντά σε παράκτιες περιοχές με χαμηλό υψόμετρο ενδέχεται να αντιμετωπίσουν αυξημένους ρυθμούς διάβρωσης λόγω της ανόδου της στάθμης της θάλασσας. Αυτό θα υποβαθμίσει την ποιότητα του νερού μειώνοντας τη διείσδυση του φωτός που είναι απαραίτητη για τη φωτοσύνθεση των φυκών και κλιμακώνοντας την καθίζηση που πνίγει και καταπονεί τους κοραλλιογενείς οργανισμούς. Αναμένονται παγκόσμιες απώλειες 33% στις παράκτιες

υγροτοπικές περιοχές λόγω της αύξησης της στάθμης της θάλασσας κατά 36 cm από το 2000 έως το 2080 (Sarman et al., 2019).

Η άνοδος της στάθμης της θάλασσας μπορεί να επηρεάσει σημαντικά τις παράκτιες περιοχές, όταν επιδεινώνεται από τα αυξημένα επίπεδα των κυμάτων καταιγίδων και τις επακόλουθες πλημμύρες. Πρόσφατες μοντελοποιήσεις υποδηλώνουν ότι η επικρατούσα αντίληψη της συχνότητας και του μεγέθους του κύματος καταιγίδων και των πλημμυρών μπορεί να είναι υποτιμημένη και να απαιτεί αναθεώρηση προς τα πάνω. Τα ακραία φαινόμενα προκαλούν σημαντικό οικονομικό κόστος, που περιλαμβάνει άμεσες ζημιές στις λιμενικές υποδομές και τις υπερκατασκευές, έμμεσο κόστος στους τομείς απασχόλησης και στους φορολογούμενους, καθώς και άυλες επιπτώσεις, όπως η ρύπανση των εκβολών και η μειωμένη ποιότητα ζωής των γειτονικών κοινοτήτων (Becker et al., 2014).

Πολυάριθμα λιμάνια έχουν πληγεί άμεσα από τροπικές καταιγίδες, με αποτέλεσμα ζημιές ύψους δισεκατομμυρίων δολαρίων. Στις Ηνωμένες Πολιτείες, ο τυφώνας Κατρίνα προκάλεσε ζημιές ύψους 100 εκατομμυρίων δολαρίων στα λιμάνια του Μισισιπή, ενώ η σούπερ καταιγίδα Sandy διέκοψε τη λειτουργία του λιμανιού της Νέας Υόρκης/Νιου Τζέρσεϊ για περισσότερες από 8 ημέρες (Smythe, 2013). Το 2015, ο κυκλώνας Pam προκάλεσε σημαντικές ζημιές στο λιμάνι Port Vila, στο Βανουάτου, το κύριο λιμάνι του νησιωτικού κράτους του Ειρηνικού, και η ακτογραμμή της πόλης βρίσκεται επί του παρόντος υπό ανοικοδόμηση. Το 2013, ο τυφώνας Maemi κατέστησε το λιμάνι του Busan (Νότια Κορέα) μη λειτουργικό για 91 ημέρες (Lam, Liu, & Gou, 2017). Τα λιμάνια και η ενδοχώρα συνδέονται μεταξύ τους και οι διαταραχές σε οποιοδήποτε στοιχείο της αλυσίδας εφοδιασμού μπορεί να επηρεάσουν ολόκληρη την αλυσίδα.

Ένα αξιοσημείωτο παράδειγμα είναι η καταστροφή των σιδηροδρομικών γραμμών που συνδέουν το λιμάνι Churchill (Μανιτόπα, Καναδάς) με τον νότιο Καναδά, όπου οι σημαντικές πλημμύρες τον Μάιο του 2017 είχαν ως αποτέλεσμα την απόπλυση συγκεκριμένων τμημάτων του σιδηροδρόμου, με αποτέλεσμα τη σχεδόν πλήρη παύση των τροφίμων και των βασικών προμηθειών προς το Churchill και τις παρακείμενες κοινότητες μέσω μη αεροπορικών μεθόδων. Πρόσθετα καταστροφικά γεγονότα που σχετίζονται με το κλίμα έχουν επίσης οδηγήσει σε σημαντικές διακοπές των λιμενικών εργασιών και των αντίστοιχων δικτύων εφοδιασμού. Το λιμάνι του Chennai, στην Ινδία, υπέστη σημαντικές ζημιές από πλημμύρες το 2015, επηρεάζοντας αρνητικά την οδική και σιδηροδρομική υποδομή και, κατά συνέπεια, διακόπτοντας ολόκληρη την αλυσίδα εφοδιασμού, συμπεριλαμβανομένων

των εισαγωγέων, των εξαγωγέων, των μεταφορέων, των διαμεταφορέων, των αποθηκών και των σταθμών μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων (Port Strategy, 2015).

Η πλημμύρα των ορυχείων άνθρακα στην ενδοχώρα του Queensland της Αυστραλίας το 2011 μείωσε τη διακίνηση στο λιμάνι Gladstone κατά περίπου 40 εκατομμύρια τόνους, ενώ οι καύσωνες στη νότια Αυστραλία το 2009 οδήγησαν στο κλείσιμο τμημάτων του λιμανιού της Μελβούρνης για τρεις ημέρες (Chhetri, et al., 2015- McEvoy, et al., 2013). Οι χειμερινές πλημμύρες του 2013-2014 στο Ηνωμένο Βασίλειο είχαν ως αποτέλεσμα ζημιές σε λιμένες ύψους περίπου 1,8 εκατομμυρίων λιρών (UK Environment Agency, 2016). Το 2008, οι έντονες βροχοπτώσεις που οδήγησαν σε πλημμύρες και κατολισθήσεις επέβαλαν το κλείσιμο του λιμένα Paranaguá, ενός κρίσιμου λιμένα στη Βραζιλία, προκαλώντας ζημιές ύψους 350 εκατομμυρίων δολαρίων ΗΠΑ (Marengo, 2011).

3.2. Επιπτώσεις στη θαλάσσια βιοποικιλότητα και τα οικοσυστήματα

Η κλιματική αλλαγή και η όξυνση των ωκεανών θα κλιμακωθούν γρήγορα λόγω των ανθρώπινων δραστηριοτήτων που επηρεάζουν την αλιεία και τα θαλάσσια οικοσυστήματα, συμπεριλαμβανομένης της περιβαλλοντικής υποβάθμισης, της υπεραλίευσης, των χωροκατακτητικών ειδών, της περίσσειας θρεπτικών συστατικών, της ρύπανσης και των θερμικών επιδράσεων. Οι επιπτώσεις αυτές εκδηλώνονται τόσο άμεσα, μέσω των αυξημένων θερμοκρασιών και του μειωμένου pH που επηρεάζουν μεμονωμένους οργανισμούς, όσο και έμμεσα, μέσω μεταβολών στα οικοσυστήματα που παρέχουν τροφή και καταλύματα. Η όξυνση των ωκεανών επηρεάζει δυσμενώς τα δίθυρα (μύδια, αχιβάδες, στρείδια) και πολλά είδη υδρόβιας χλωρίδας και πανίδας, συμπεριλαμβανομένων των κοραλλιών, επιφανειακών και βαθιών υδάτων, του θαλάσσιου πλαγκτόν, των θαλάσσιων σαλιγκαριών, των μαλακίων και των καρκινοειδών, όπως οι γαρίδες, τα καβούρια και οι αστακοί (Orr et al., 2005).

Η κλιματική αλλαγή επηρεάζει τα ωκεάνια ύδατα και τα πρότυπα της θαλάσσιας παραγωγής. Οι μικροί, φωτοσυνθετικοί οργανισμοί, όπως το φυτοπλαγκτόν και τα θαλάσσια φυτά, ευδοκιμούν στα καλά φωτισμένα ανώτερα στρώματα του ωκεανού, παίζοντας κρίσιμο ρόλο στο τροφικό πλέγμα και την τροφική αλυσίδα. Ο πολλαπλασιασμός του φυτοπλαγκτόν εξαρτάται από τη θερμοκρασία και τη διαθεσιμότητα θρεπτικών συστατικών όπως το άζωτο, ο φώσφορος, ο σίδηρος και το πυρίτιο. Η ωκεάνια παραγωγή και η κατανομή του,

επηρεάζονται από την ωκεάνια κυκλοφορία και τα φαινόμενα ανάδυσης, τα οποία είναι πιο έντονα γύρω από τον Ισημερινό, στα εύκρατα και πολικά γεωγραφικά πλάτη και κατά μήκος των δυτικών ορίων των ηπείρων. Η κλιματική αλλαγή αναμένεται να επηρεάσει την ανάμειξη των θρεπτικών συστατικών, μειώνοντας έτσι τη βιολογική παραγωγικότητα των ωκεανών και των θαλασσών. Το φυτοπλαγκτόν παρουσίασε μείωση στους τροπικούς και υποτροπικούς τόπους κατά τη διάρκεια των θερμών φάσεων της Ελ Νίνιο-Νότιας Ταλάντωσης (ENSO), που χαρακτηρίζεται από αυξημένες θερμοκρασίες στην επιφάνεια της θάλασσας. Η αφθονία και η κατανομή συγκεκριμένων ειδών πλαγκτόν, είναι τόσο ευάλωτα στην άνοδο της επιφανειακής θερμοκρασίας της θάλασσας και στη μεταβολή της ωκεάνιας κυκλοφορίας, που επηρεάζουν τη συνολική παραγωγικότητα. Τα αλιευτικά οικοσυστήματα και τα εξαρτώμενα από την αλιεία μέσα διαβίωσης επηρεάζονται από πολλές διακυμάνσεις που σχετίζονται με το κλίμα, όπως ακραία καιρικά φαινόμενα, πλημμύρες, ξηρασίες, μεταβολές στα θαλάσσια οικοσυστήματα, την παραγωγικότητα και μετατοπίσεις στα πρότυπα και την αφθονία των ιχθυοαποθεμάτων (Cinner et al., 2018).

Τα ισχυρά επεισόδια του El Niño/της Νότιας Ταλάντωσης επηρεάζουν σημαντικά το φυτοπλαγκτόν, την αλιεία, τα θαλάσσια θηλαστικά και τα πτηνά, αποτελώντας αξιοσημείωτες περιπτώσεις κλιματικών επιπτώσεων στην ωκεάνια βιολογία (Boyd & Doney, 2002). Οι ρυθμοί απορρόφησης του ωκεάνιου CO₂ διαφέρουν περιφερειακά με βάση την ένταση του ανέμου και τη θερμοκρασία. Τα ψυχρότερα νερά μπορούν να συγκρατήσουν μεγαλύτερες ποσότητες διαλυμένου CO₂ σε σχέση με τα θερμότερα νερά και κατά συνέπεια είναι πιο ευαίσθητα στην όξυνση. Η άνοδος των ωκεάνιων θερμοκρασιών και οι μεταβολές στα εποχιακά πρότυπα θερμοκρασίας θα διαταράξουν τη δυναμική θηρευτών-θηραμάτων, επηρεάζοντας αρνητικά την επιβίωση των νεαρών ψαριών που εκκολάπτονται σε συγκεκριμένες εποχές του έτους και βασίζονται σε άμεση και άφθονη προσφορά θηραμάτων. Οι μεταβολές της θερμοκρασίας θα τροποποιήσουν επίσης τη διάδοση ασθενειών και παρασίτων τόσο στα φυσικά οικοσυστήματα όσο και στις θαλάσσιες υδατοκαλλιέργειες. Η όξυνση των ωκεανών και η κλιματική αλλαγή αναμένεται να επηρεάσουν τα εμπορικά σημαντικά είδη ψαριών και τον τουρισμό.

Οι διακυμάνσεις της θερμοκρασίας του νερού και των βροχοπτώσεων επηρεάζουν τη δυναμική των ωκεάνιων ρευμάτων, τη ροή των ποταμών και την έκταση της κάλυψης των υγροτόπων. Αυτό θα επηρεάσει τη δομή και τη λειτουργία των οικοσυστημάτων, καθώς και την κατανομή και την παραγωγικότητα των ιχθυοαποθεμάτων. Η αυξανόμενη συχνότητα των ακραίων φαινομένων θα θέσει σε κίνδυνο την ασφάλεια και την αποτελεσματικότητα των αλιευτικών

δραστηριοτήτων, ενώ θα επιδεινώσει τις ζημιές και τις διαταραχές στις παράκτιες και παρόχθιες κατοικίες, τις υπηρεσίες και τις υποδομές. Τα ποικίλα στοιχεία της κλιματικής αλλαγής αναμένεται να επηρεάσουν τις διάφορες βαθμίδες της θαλάσσιας βιοποικιλότητας, από μεμονωμένους οργανισμούς έως ολόκληρα βιώματα. Η κλιματική αλλαγή μπορεί να μειώσει τη γενετική ποικιλομορφία των πληθυσμών μέσω της κατευθυνόμενης επιλογής και της γρήγορης μετανάστευσης, επηρεάζοντας στη συνέχεια τα οικοσυστήματα (Prakash, 2021).

Τα θαλάσσια ζώα που κατοικούν σε παράκτιες περιοχές θα επηρεαστούν αρνητικά από την υποβάθμιση των περιοχών αναπαραγωγής κοντά στην ακτή, συμπεριλαμβανομένων των μαγκρόβιων δασών, των κοραλλιογενών υφάλων, των θαλάσσιων λιβαδιών, των λασποθαλασσών, των ελών, των εκβολών και των υφάλμυρων υδάτων, λόγω της επίμονης ανόδου της στάθμης της θάλασσας, της ρύπανσης και της απώλειας ενδιαιτημάτων. Οι μεταβολές στις βροχοπτώσεις και τη ροή των ποταμών θα τροποποιήσουν τα παράκτια ρεύματα γλυκού νερού, επηρεάζοντας τη διασπορά αυγών και προνυμφών θαλάσσιων ειδών. Σημαντικές αλιευτικές δραστηριότητες σε παγκόσμιο επίπεδο, όπως αυτές στα ανοικτά των ακτών του Περού και της Δυτικής Αφρικής, προκύπτουν από τις ανεμογενείς παράκτιες ανυψώσεις, οι οποίες είναι ευάλωτες στην κλιματική αλλαγή. Η άνοδος των θερμοκρασιών στην επιφάνεια της θάλασσας θα μειώσει τη διαλυτότητα των αερίων, αυξάνοντας έτσι την πιθανότητα εμφάνισης επεισοδίων χαμηλού οξυγόνου ή ανοξίας, που ήδη παρατηρούνται σε ορισμένες εκβολές ποταμών και παράκτιες περιοχές, όπως αυτές στα ανοικτά του ποταμού Μισισσιππή στον Κόλπο του Μεξικού (Doney, 2007).

Η μετανάστευση των θαλάσσιων ψαριών, των θαλάσσιων θηλαστικών και των θαλασσοπουλιών τίθεται σε σημαντικό κίνδυνο από την επίμονη αύξηση των θερμοκρασιών στην επιφάνεια της θάλασσας, με αποτέλεσμα αυξημένα ποσοστά θνησιμότητας, υποβάθμιση των ενδιαιτημάτων αναπαραγωγής και εκτεταμένες μετεγκαταστάσεις, καθώς τα είδη αναζητούν πιο ευνοϊκές κλιματικές συνθήκες (Rosa et al., 2012). Οι αυξημένες θερμοκρασίες επηρεάζουν τα θαλάσσια είδη επηρεάζοντας την επιβίωση, την ανάπτυξη, την εκκόλαψη και τη μεταβολική δραστηριότητα των εμβρύων, ενώ παράλληλα προκαλούν οξειδωτικό στρες στα αυγά του καλαμαριού *Loligo vulgaris*, των σουπιών και των χταποδιών (Yao & Somero, 2014). Οι πελαγικοί και οι βεθνικοί οργανισμοί, οι πελαγικοί είναι αυτοί οι οργανισμοί που δεν ζουν σε κάποιο ιδιαίτερο βάθος ενώ οι βεθνικοί είναι αυτοί όπου συνδέονται με τη θάλασσα και τον πυθμένα του ωκεανού, παρουσιάζουν πολύπλοκες φυσιολογικές αντιδράσεις στη θερμική καταπόνηση, οι οποίες μπορεί να επηρεάσουν αρνητικά την ανάπτυξη και την ωρίμανση, με αποτέλεσμα μεταβολές στη δυναμική των πληθυσμών και τις οικολογικές διεργασίες. Η

μεταβολική δραστηριότητα στα ψάρια κλιμακώνεται κατά 10% για κάθε αύξηση της θερμοκρασίας του νερού κατά 1°C, με αποτέλεσμα να απαιτείται επιπλέον 10% οξυγόνο για κάθε αύξηση της θερμοκρασίας κατά 1°C (Yao & Somero, 2014).

3.3. Επιπτώσεις στις ναυτιλιακές διαδρομές και στις λιμενικές υποδομές

Το 2009, οι Becker et al εκπόνησαν μια παγκόσμια μελέτη σχετικά με τις γνώσεις, τις απόψεις και τις επιπτώσεις του σχεδιασμού μεταξύ των διαχειριστών λιμένων. Η δημοσκόπηση αποκάλυψε ότι πάνω από το πενήντα τοις εκατό των ερωτηθέντων αναμένουν ότι η κλιματική αλλαγή θα επηρεάσει αρνητικά τις δραστηριότητές τους κατά την προσεχή δεκαετία. Το 86% των συμμετεχόντων συμφώνησε ότι οι εντοπισμένες ανησυχίες πρέπει να επιλυθούν από την παγκόσμια λιμενική κοινότητα. Το εξήντα έξι τοις εκατό των ερωτηθέντων πίστευαν ότι δεν ήταν επαρκώς ενημερωμένοι όσον αφορά τις άμεσες επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής. Η άποψη αυτή θα μπορούσε να αποδοθεί στις ασάφειες των επιστημονικών μοντέλων όσον αφορά το μέγεθος της κλιματικής αλλαγής.

Η έρευνα αυτή έδειξε ότι οι λιμενικοί υπάλληλοι συχνά υποτιμούν τους κινδύνους που συνδέονται με την κλιματική αλλαγή. Δεν υπήρχε καμία τυποποιημένη πολιτική για την αντιμετώπιση αυτού του ζητήματος και μόλις το 44% των ερωτηθέντων εφάρμοσε συγκεκριμένες προσπάθειες για τον μετριασμό των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής. Όσον αφορά τις δυσκολίες που σχετίζονται με τη διαχείριση των λιμένων, το 46% προέβλεψε την άνοδο της στάθμης της θάλασσας, ενώ το 64% υποστήριξε ότι πρόσθετες δράσεις δεν είναι απαραίτητες για τον μετριασμό της ανόδου της στάθμης της θάλασσας (Becker et al., 2011). Μια προγενέστερη μελέτη που διεξήχθη από ερευνητική ομάδα του Πανεπιστημίου του Τέξας το 2005 και το 2006 έδωσε τα ίδια αποτελέσματα. Έχουν εφαρμοστεί περιορισμένες δράσεις για τη ρύθμιση των λιμένων ως απάντηση στην κλιματική αλλαγή. Η απουσία τυποποιημένων μετρήσεων και κανονισμών μπορεί να αποδοθεί στην περιφερειακή ποικιλία, στις διαφορετικές εντάσεις της κλιματικής αλλαγής στις διάφορες περιοχές και στις θεσμικές δυνατότητες των λιμένων. Επιπλέον, λόγω των ανισοτήτων στην ερμηνεία του κινδύνου ή της αβεβαιότητας μεταξύ των διαχειριστών των λιμένων και των ενδιαφερομένων, δεν υπήρχαν κατευθυντήριες γραμμές για τη διαχείριση των λιμένων με γνώμονα την κλιματική αλλαγή.

Η έρευνα του ΟΟΣΑ σχετικά με τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στα λιμάνια δείχνει ότι αρκετοί πληθυσμοί βιώνουν ήδη τις συνέπειες των παράκτιων πλημμυρών στις πόλεις των λιμανιών. Οι 10 πόλεις με τους υψηλότερα εκτεθειμένους πληθυσμούς το 2005 είναι οι εξής: Βομβάη, Γκουανγκζού, Σαγκάη, Μαϊάμι, Χο Τσι Μινχ, Καλκούτα, ευρύτερη Νέα Υόρκη, Οσάκα, Κόμπε, Αλεξάνδρεια και Νέα Ορλεάνη (Hanson & Nicholls, 2012).

Το εκτεταμένο δίκτυο λιμένων παγκοσμίως θα καταστήσει την κλιματική αλλαγή επακόλουθη για τη δυναμική του θαλάσσιου εμπορίου, την επισιτιστική ασφάλεια και τη διατήρηση του περιβάλλοντος. Οι Nursey & Miller (2011) υποστηρίζουν ότι τα ακραία καιρικά φαινόμενα θα περιλαμβάνουν ακανόνιστες βροχές, ισχυρούς ανέμους και έντονες κυματοθύελλες. Αυτά θα οδηγήσουν σε πολλές επιπτώσεις στα λιμάνια, όπως: αυξημένη παράκτια απορροή και απόρριψη, αυξημένη βιοδιαθεσιμότητα αιωρούμενων βαρέων μετάλλων και άλλων ρύπων, καθυστερήσεις στην άφιξη και αναχώρηση φορτίων και πλημμύρες που καθιστούν αναγκαία την ενίσχυση της παράκτιας οχύρωσης. Οι έντονες ταχύτητες ανέμου θα απαιτήσουν πιθανώς τεχνικές βελτιώσεις σε λιμάνια, γερανογέφυρες και άλλες μεθόδους μεταφοράς (Tang, 2020).

Παρ' όλα αυτά, οι κίνδυνοι και οι πιθανές αβεβαιότητες της κλιματικής αλλαγής για την οικονομία και το περιβάλλον των λιμένων είναι εκτεταμένοι και οι επιπτώσεις θα επιμείνουν για μήνες ή χρόνια. Για παράδειγμα, ο τυφώνας Sandy κατέστρεψε τη Νέα Υόρκη και την περιοχή της, επηρεάζοντας τα θαλάσσια λιμάνια. Η απουσία σχεδίου λιμενικών υποδομών είχε ως αποτέλεσμα να κλείσει για μια εβδομάδα ένα από τα κυριότερα λιμάνια εμπορευματοκιβωτίων της Αμερικής, προκαλώντας οικονομική ζημία ύψους 50 δισεκατομμυρίων δολαρίων. Οι σχεδιαστές λιμένων για ξηρά λιμάνια συχνά δίνουν προτεραιότητα στις βραχυπρόθεσμες αποδόσεις, ωστόσο συγκεκριμένες πιθανές καταστροφές, όπως πλημμύρες και άλλα ακραία γεγονότα, μπορεί να εισάγουν σημαντικές αβεβαιότητες στη χρήση των εσωτερικών καναλιών, διακόπτοντας έτσι ολόκληρα συστήματα μεταφορών και επηρεάζοντας τη λειτουργία και την ανταγωνιστικότητα των λιμένων (USCCSP, 2008, Koetse & Rietveld, 2009).

4. Επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στο διεθνές θαλάσσιο εμπόριο εμπόριο

4.1. Οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στις θαλάσσιες μεταφορές

Όλα τα συστήματα μεταφορών είναι ευαίσθητα στην κλιματική αλλαγή λόγω της έκθεσής τους στις καιρικές συνθήκες, γεγονός που απαιτεί σημαντικό σχεδιασμό και κατάλληλες επενδύσεις για προστασία ή προσαρμογή. Οι μεταβολές στις επικρατούσες κλιματικές συνθήκες που ενδέχεται να επηρεάσουν τις μεταφορές περιλαμβάνουν: την άνοδο της στάθμης της θάλασσας, την αυξημένη ένταση και συχνότητα των καταιγίδων και των ανέμων, την κλιμάκωση της θερμοκρασίας και τις μεταβολές στην ένταση και τη συχνότητα των ακραίων βροχοπτώσεων, των πλημμυρών και της ξηρασίας. Οι υποδομές και οι λειτουργίες των μεταφορών μπορεί να είναι ευάλωτες σε αυτές τις αλλαγές, με αποτέλεσμα είτε μόνιμες επιπτώσεις, όπως η απώλεια εγκαταστάσεων, είτε προσωρινές επιπτώσεις, όπως η διακοπή των υπηρεσιών για συγκεκριμένο χρονικό διάστημα. Από την άλλη, η κλιματική αλλαγή μπορεί να προσφέρει ευεργετικές επιπτώσεις, αμβλύνοντας τις διαταραχές της κινητικότητας σε συγκεκριμένες περιοχές όπου η πρόσβαση παρεμποδίζεται από τη σημαντική συσσώρευση πάγου (Christodoulou & Demirel, 2018).

Σε γενικές γραμμές, η κλιματική αλλαγή θεωρείται επίσημο φαινόμενο και ως τέτοιο εκλαμβάνεται στο παρόν έγγραφο. Οι λιμένες και οι υποδομές παράκτιων μεταφορών είναι ευάλωτοι σε κινδύνους που σχετίζονται με την κλιματική αλλαγή, ιδίως λόγω της τοποθέτησής τους σε παράκτιες ζώνες, περιοχές με χαμηλό υψόμετρο και δέλτα, γεγονός που έχει ευρύτερες συνέπειες για το διεθνές εμπόριο και τις αναπτυξιακές προοπτικές των πιο ευάλωτων εθνών, ιδίως των λιγότερο ανεπτυγμένων χωρών και των μικρών νησιωτικών αναπτυσσόμενων κρατών.

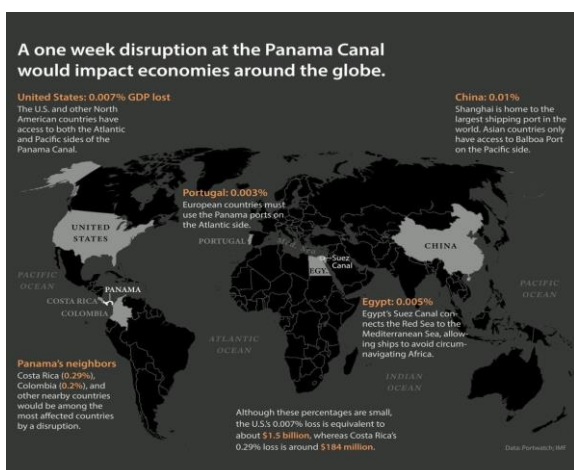
Επιπλέον, είναι σημαντικό να αναγνωρίσουμε ότι οι λιμενικές δραστηριότητες είναι διασυνδεδεμένες με άλλες δραστηριότητες που ενδεχομένως να τεθούν σε κίνδυνο από την κλιματική αλλαγή και εξαρτώνται από αυτές. Η κλιματική αλλαγή μπορεί να επηρεάσει διάφορους βιομηχανικούς τομείς, με αποτέλεσμα μεταβολές στο είδος, τον όγκο ή το χρονοδιάγραμμα της ροής εμπορευμάτων και επιβατών σε ορισμένους λιμένες και πλωτές οδούς. Οι μεταβολές στο κλίμα, στη γεωργική παραγωγή ή στις μεταποιητικές δραστηριότητες

μπορεί να οδηγήσουν σε τροποποιήσεις των τύπων των πλοίων που χρησιμοποιούνται στα λιμάνια ή τις πλωτές οδούς, σε προσαρμογές των προδιαγραφών για τις εγκαταστάσεις ελλιμενισμού ή αποθήκευσης, σε αυξημένη ζήτηση για εποχιακή χωρητικότητα, σε μείωση του κύκλου εργασιών ή σε μετάβαση από εξαγωγικές σε εισαγωγικές δραστηριότητες ή το αντίστροφο. Η μετάβαση στις πλωτές μεταφορές εμπορευμάτων και επιβατών για τον μετρισμό των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου από τις οδικές μεταφορές πλωτές μεταφορές, οι μεταβολές στις τάσεις του τουρισμού και η μετανάστευση που συνδέεται με ακραίες θερμοκρασίες μπορεί επίσης να επηρεάσουν τις τρέχουσες απαιτήσεις λιμένων και πλωτών οδών τόσο βραχυπρόθεσμα όσο και μακροπρόθεσμα. Ορισμένες έμμεσες επιπτώσεις υποδεικνύουν ότι ένας λιμένας ή πλωτός δρόμος πρέπει να τροποποιήσει τις υποδομές, τις λειτουργίες ή τα λειτουργικά του συστήματα.

Οι χώροι αποθήκευσης κοντά στην επιφάνεια της ξηράς που δεν διαθέτουν επαρκή προστασία είναι ευάλωτοι σε παράκτιες ή ποτάμιες πλημμύρες, ενώ περιοχές με ανεπαρκή αποστράγγιση μπορεί να πλημμυρίσουν από έντονες βροχοπτώσεις. Τα αυξημένα περιστατικά αλλοίωσης του φορτίου που προκύπτουν από πλημμύρες ενδέχεται να επηρεάσουν αρνητικά τη φήμη ενός λιμένα. Οι κλιματικές επιπτώσεις μπορούν να επηρεάσουν την οικονομική βιωσιμότητα των επιχειρήσεων, την περιβαλλοντική βιωσιμότητα του λιμένα, τις κατηγορίες των εμπορικών εμπορευμάτων που διακινούνται μέσω του λιμένα και, κατά συνέπεια, τις λειτουργίες του λιμένα. Οι επιπτώσεις μπορούν να αντιμετωπιστούν σε διάφορα επίπεδα των λειτουργιών του λιμένα, που περιλαμβάνουν τον μελλοντικό σχεδιασμό και τη στρατηγική διακυβέρνηση, τα πρωτόκολλα συντήρησης των φυσικών υποδομών και τη διαχείριση του ανθρώπινου δυναμικού. Οι επιπτώσεις μπορούν να ασκήσουν είτε αρνητικές είτε θετικές επιδράσεις στις λιμενικές λειτουργίες, ενώ υπάρχει επίσης η δυνατότητα για μικρές αλλά μεγάλες άμεσες επιπτώσεις.

Τι γίνεται άμα κλείσει η διώρυγα του Παναμά για μια εβδομάδα:

- U.S 0.007% GDP lost
- China 0.01%
- Portugal 0.003%
- Egypt 0.005%
- Panama's neighbors (Costa Rica 0.29%, Colombia 0.2%)



4.2. Αλλαγές στις ναυτιλιακές διαδρομές και προκλήσεις στη ναυσιπλοΐα

Η κλιματική αλλαγή θα επηρεάσει το εμπόριο μέσω διαφόρων διαύλων, πολλοί από τους οποίους είναι δύσκολο να ποσοτικοποιηθούν. Ένας σημαντικός λόγος για την αύξηση του διεθνούς εμπορίου κατά τις τελευταίες δεκαετίες είναι η μείωση του κόστους των διεθνών μεταφορών (Hummels, 2007). Μια πρωταρχική άμεση συνέπεια της κλιματικής αλλαγής είναι η αυξημένη ευαισθησία των αλυσίδων εφοδιασμού, μεταφορών και διανομής σε διαταραχές, οι οποίες μπορούν στη συνέχεια να επηρεάσουν τα μελλοντικά πρότυπα του διεθνούς εμπορίου. Τα έντονα καιρικά φαινόμενα, για παράδειγμα, μπορεί να οδηγήσουν σε προσωρινό κλείσιμο λιμένων και οδών μεταφοράς, μπορεί επίσης να βλάψουν υποδομές απαραίτητες για το εμπόριο, προκαλώντας έτσι μόνιμες συνέπειες. Τέτοιες διακοπές μπορεί να οδηγήσουν σε καθυστερήσεις, να αυξήσουν το κόστος του διεθνούς εμπορίου και ίσως να μεταβάλουν τα εμπορικά πρότυπα, καθώς οι εταιρείες επιδιώκουν εναλλακτικές λύσεις για την ενίσχυση της αξιοπιστίας της ναυτιλίας (WTO, 2009).

Η έρευνα σχετικά με τη σχέση μεταξύ της κλιματικής αλλαγής και του εμπορίου είναι περιορισμένη και κυρίως ποιοτική, ωστόσο, οι ειδικοί συμφωνούν σε μεγάλο βαθμό ότι η κλιματική αλλαγή θα επηρεάσει αρνητικά τις υποδομές μεταφορών συνολικά. Οι εκθέσεις που αναλύθηκαν από την IPCC (2014) δείχνουν ότι η κλιματική αλλαγή θα επηρεάσει όλους τους τρόπους μεταφοράς που σχετίζονται με το διεθνές εμπόριο, περιλαμβάνοντας τις θαλάσσιες μεταφορές, τους χερσαίους τρόπους μεταφοράς και τις αερομεταφορές. Οι έρευνες που υποδεικνύουν τις πιθανές θετικές επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στις εμπορικές υποδομές, καθώς και στα δίκτυα εφοδιασμού, μεταφοράς και διανομής, είναι περιορισμένες. Η κλιματική αλλαγή μπορεί να οδηγήσει σε επιταχυνόμενη επιδείνωση των οδικών υποδομών και σε μειωμένη προσβασιμότητα των διαδρομών μεταφοράς σε περιοχές με μόνιμο πάγο, επηρεάζοντας τις χερσαίες μεταφορές που σχετίζονται με το εμπόριο.

Οι γέφυρες θα είναι ιδιαίτερα ευάλωτες σε ζημιές από την άνοδο της στάθμης της θάλασσας και τις μεταβολές στα μακροπρόθεσμα πρότυπα ροής, εάν οι αρχές δεν προωθήσουν βασικές επενδύσεις για την προσαρμογή. Στις Ηνωμένες Πολιτείες, οι μηχανικοί συχνά σχεδιάζουν γέφυρες για να αντέχουν σε καταιγίδες που έχουν ιστορική πιθανότητα να συμβαίνουν μία ή δύο φορές κάθε αιώνα. Παρόλα αυτά, τα ιστορικά κλιματικά δεδομένα ενδέχεται να μην προβλέπουν πλέον με ακρίβεια τις μελλοντικές επιπτώσεις που προκύπτουν από την κλιματική αλλαγή. Μέχρι το τέλος του αιώνα, ακραία καιρικά φαινόμενα, όπως οι

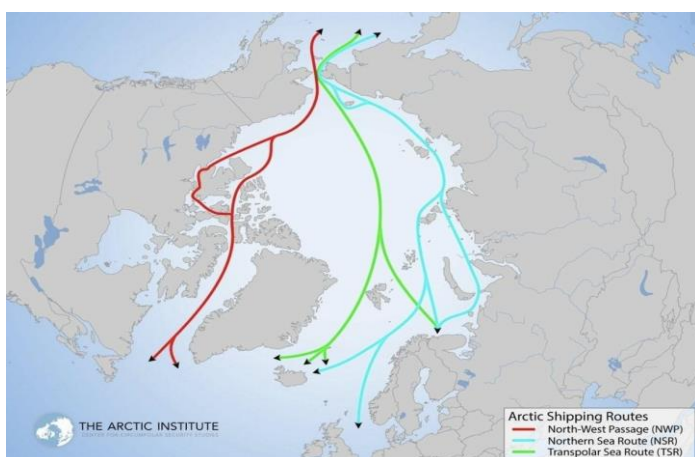
τυφώνες, μπορεί να συμβαίνουν κάθε 20 έως 50 χρόνια, αν η υπερθέρμανση του πλανήτη συνεχιστεί. Επιπλέον, η θερμική καταπόνηση και η αυξημένη συχνότητα των κύκλων ψύξης-απόψυξης μπορεί να επιταχύνουν την υποβάθμιση των ασφαλικών οδών. Οι αυξημένες θερμοκρασίες θα διευκολύνουν σίγουρα την απόψυξη του μόνιμου πάγου, αυξάνοντας έτσι την προσβασιμότητα των διαδρομών μεταφοράς πάνω από περιοχές με παγωμένο έδαφος.

Η αερομεταφορά εμπορευμάτων για το διεθνές εμπόριο μπορεί να επηρεαστεί από την κλιματική αλλαγή, ιδίως μέσω ζημιών ή διακοπής της λειτουργίας των αεροδρομίων. Μελέτες δείχνουν ότι η άνοδος της στάθμης της θάλασσας, η αυξημένη δραστηριότητα καταιγίδων και οι ακραίες βροχοπτώσεις που προκύπτουν από την κλιματική αλλαγή ενδέχεται να διαταράξουν τις λειτουργίες των αερολιμένων, να αυξήσουν τη συχνότητα των διαταραχών και να επηρεάσουν τις υποδομές σε ευαίσθητες στις καιρικές συνθήκες ή σε περιοχές με χαμηλό υψόμετρο. Οι αυξημένες θερμοκρασίες μπορεί να μειώσουν την άνωση των αεροσκαφών, καθιστώντας αναγκαίες τις τροποποιήσεις των διαδρόμων προσγείωσης και ωθώντας τις αεροπορικές εταιρείες να αλλάξουν τους τύπους των αεροσκαφών ή το μέγιστο ωφέλιμο φορτίο ως απάντηση στην κλιματική αλλαγή. Σε απάντηση στην κλιματική αλλαγή που απορρέει από τις εκπομπές των διεθνών πτήσεων, οι οποίες αποτελούν περίπου το 2% της παγκόσμιας παραγωγής CO₂ και αντιπροσωπεύουν το 13% της κατανάλωσης ορυκτών καυσίμων στις μεταφορές (IPCC, 2007), ο Διεθνής Οργανισμός Πολιτικής Αεροπορίας (ICAO) έχει ξεκινήσει προσπάθειες για τη βελτίωση των τεχνολογικών προτύπων και την εφαρμογή μηχανισμών που βασίζονται στην αγορά, όπως μια εισφορά ή ένα σύστημα ανώτατων ορίων και εμπορίας με βάση τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου. Αυτό αναμένεται να επιφέρει πρόσθετη επιβάρυνση στις αεροπορικές μεταφορές. Η θαλάσσια ναυτιλία, η οποία είναι υπεύθυνη για το 80% περίπου του παγκόσμιου εμπορίου σε όγκο και πάνω από το 70% σε αξία (UNCTAD, 2014), μπορεί επίσης να αντιμετωπίσει δυσμενείς επιπτώσεις λόγω της κλιματικής αλλαγής. Οι εντονότερες καταιγίδες, οι αυξημένες βροχοπτώσεις και η άνοδος της στάθμης της θάλασσας μπορεί να οδηγήσουν σε συχνότερα κλεισίματα λιμένων, να επηρεάσουν τις ταχύτητες διέλευσης, να απαιτήσουν εναλλακτικές εμπορικές διαδρομές ή ενισχυμένα μέτρα ασφαλείας και να αυξήσουν το κόστος συντήρησης των πλοίων και των λιμένων. Σε γεωγραφικό επίπεδο, οι φυσικές επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής μπορεί επίσης να επηρεάσουν τις μελλοντικές εσωτερικές μεταφορές.

Το λιώσιμο των πάγων της Αρκτικής θα δημιουργήσει ταυτόχρονα νέες ευκαιρίες για τη θαλάσσια κυκλοφορία στην περιοχή. Μια εξέχουσα περίπτωση είναι η μελλοντική διευρυμένη προσβασιμότητα των ναυτιλιακών οδών της Αρκτικής, που περιλαμβάνουν το

Βορειοανατολικό Πέρασμα, το Βορειοδυτικό Πέρασμα και τη Διαπολική Θαλάσσια Οδό. Λόγω της επιταχυνόμενης τήξης των πάγων της Αρκτικής, ένας αυξανόμενος αριθμός μελετών δείχνει ότι η μειωμένη παγοκάλυψη θα επιτρέψει στα πλοία με ελαφρά παγοθραυστικά να πλέουν σε όλες σχεδόν τις περιοχές του Αρκτικού Ωκεανού έως το 2040 (Συμβούλιο, Αρκτική, 2009).

Αυτό υποδηλώνει ότι η προσβασιμότητα των αρκτικών ναυτιλιακών οδών μπορεί να οδηγήσει σε μείωση της απόστασης για τις σχετικές διμερείς εμπορικές διαδρομές. Η μείωση της απόστασης μπορεί να επηρεάσει σημαντικά τις τάσεις του διεθνούς εμπορίου. Οι μειωμένες αποστάσεις πλεύσης διευκολύνουν τη χρονική αποδοτικότητα και αποφέρουν μειώσεις κόστους. Το κόστος μεταφοράς επηρεάζει σημαντικά τα εμπορικά πρότυπα, τα οποία με τη σειρά τους επηρεάζονται από μεταβλητές όπως η απόσταση, η διάρκεια, ο όγκος του εμπορίου, το μέγεθος των πλοίων, ο ανταγωνισμός, οι υποδομές και οι κίνδυνοι όπως η πειρατεία. Η απόσταση θεωρείται ένα από τα σημαντικότερα κριτήρια που επηρεάζουν το κόστος μεταφοράς. Πολυάριθμες έρευνες και βιβλιογραφία έχουν επιβεβαιώσει την έννοια της «αποσύνθεσης της απόστασης», υποδεικνύοντας ότι ο όγκος του εμπορίου μειώνεται όσο αυξάνεται η απόσταση μεταξύ δύο χωρών, γεγονός που αποδίδεται στο αυξημένο κόστος μεταφοράς και στην παρατεταμένη διάρκεια της διαμετακόμισης. Η κύρια θαλάσσια διαδρομή για το εμπόριο μεταξύ Ευρώπης και Ασίας είναι η διαδρομή της Διώρυγας του Σουέζ, που συνδέει τη Μεσόγειο με την Ανατολική Ασία. Η Βόρεια Θαλάσσια Οδός (NSR), που συνήθως αναφέρεται ως Βορειοανατολικό Πέρασμα, είναι η αναπτυσσόμενη εναλλακτική λύση μέσω της περιοχής της Αρκτικής.



Χάρτης που απεικονίζει τη βόρεια θαλάσσια οδό, το βορειοδυτικό πέρασμα και τη διαπολική θαλάσσια οδό.

Οι Bekkers και συν. (2018) αναλύουν ότι η βόρεια διαδρομή θα μείωνε την απόσταση από την Ιαπωνία προς τις χώρες της βόρειας Ευρώπης κατά 37%, από την Κορέα κατά 31%,

από την Κίνα κατά 23% και από την κινεζική Ταϊπεί κατά 17%. Τα ευρωπαϊκά έθνη που θα επωφεληθούν περισσότερο από τη νέα θαλάσσια διαδρομή είναι εκείνα που έχουν πρόσβαση σε λιμάνια στη Βόρεια Θάλασσα και τη Βαλτική Θάλασσα. Για τα έθνη της Νότιας Ασίας και της Νότιας Ευρώπης, η παραδοσιακή νότια διαδρομή παραμένει η πιο ενδεδειγμένη επιλογή. Η συμβατική εμπορική οδός μεταξύ Αμερικής και Ασίας είναι μέσω της διώρυγας του Παναμά, ενώ η αναπτυσσόμενη εναλλακτική λύση είναι το Βορειοδυτικό Πέρασμα (NWP). Η εξοικονόμηση απόστασης μέσω του NWP είναι περίπου 20% για την πλειονότητα των μεγάλων λιμένων της Βορειοανατολικής Ασίας, σε σύγκριση με τη συμβατική διαδρομή (Hansen et al., 2016).

Εάν η νέα θαλάσσια διαδρομή αναδειχθεί ως εφικτή επιλογή για σημαντικά τμήματα του έτους, η δυναμική του παγκόσμιου εμπορίου μπορεί να μετατοπιστεί, ευνοώντας τα βόρεια έθνη και οδηγώντας ενδεχομένως σε μειωμένα έσοδα για καθιερωμένους εμπορικούς διαύλους όπως η διώρυγα του Σουέζ. Οι Bekkers και συν. (2018) εξετάζουν ένα υποθετικό σενάριο όπου η αρκτική διαδρομή λειτουργεί όλο το χρόνο, προβλέποντας ότι περίπου το 8% του παγκόσμιου εμπορίου διέρχεται σήμερα από τη διώρυγα του Σουέζ, με τη δυνατότητα τα δύο τρίτα αυτού του όγκου να χρησιμοποιούν τη συντομότερη αρκτική διαδρομή, εάν καταστεί μόνιμα προσβάσιμη. Η βόρεια διαδρομή θα εξελιχθεί στη συνέχεια σε ένα από τα πιο πολυσύχναστα ναυτιλιακά κανάλια παγκοσμίως, αυξάνοντας την οικονομική και πολιτική σημασία της Αρκτικής. Ταυτόχρονα, θα ασκήσει οικονομική πίεση στα έθνη που επωφελούνται από τη ναυτιλία μέσω της νότιας διαδρομής, ενώ ορισμένες χώρες της ανατολικής και νότιας Ευρώπης ενδέχεται να αντιμετωπίσουν μείωση του εμπορίου λόγω των σχετικά μεγαλύτερων αποστάσεων που πρέπει να διανύσουν οι εξαγωγές και οι εισαγωγές τους. Το ενδεχόμενο άνοιγμα της αρκτικής οδού μπορεί να αποφέρει ευεργετικές δευτερογενείς επιπτώσεις στην απασχόληση και την οικονομική ευημερία σε όλα τα εμπλεκόμενα έθνη, ωστόσο, η διαδικασία αυτή αναμένεται να είναι μάλλον σταδιακή παρά απότομη. Παρ' όλα αυτά, καθώς η εμπορική αξιοποίηση των αρκτικών ναυτιλιακών οδών δεν βασίζεται μόνο στην απόσταση αλλά και σε άλλα πρόσθετα κριτήρια, το πλεονέκτημα της απόστασης δεν εξασφαλίζει την πλήρη βιωσιμότητα αυτών των οδών για εμπορικούς σκοπούς στο ορατό μέλλον. Οι μικρότερες αποστάσεις μπορεί να είναι ελκυστικές για τα ευαίσθητα στον χρόνο φορτία, αν και άλλοι παράγοντες μπορεί να υπερκαλύψουν τα πλεονεκτήματα.

Αρκετές πτυχές συνιστούν προσοχή όσον αφορά τα υποθετικά σενάρια που συζητήθηκαν στις προηγούμενες παραγράφους. Τα σκάφη που πλέουν στην Αρκτική αντιμετωπίζουν ξεχωριστούς κινδύνους. Το κύριο εμπόδιο είναι οι υλικοτεχνικές προκλήσεις

που σχετίζονται με τη μεταφορά. Οι παράγοντες περιλαμβάνουν ανεπαρκή συστήματα επικοινωνίας, ανεπαρκή βοηθήματα πλοήγησης, εξάρτηση από τα παγοθραυστικά, περιορισμένες εμπορικές προβλέψεις καιρού, ασυνεπείς δυνατότητες έρευνας και διάσωσης, έλλειψη λιμένων ανακούφισης κατά μήκος της διαδρομής, μειωμένη ταχύτητα πλεύσης, κατώτερη αποδοτικότητα καυσίμων, παρακάμψεις και ζημιές πλοίων.

Αυτοί οι παράγοντες αυξάνουν τα ασφάλιστρα και τα έξοδα ασφάλισης, περιορίζοντας κατά συνέπεια την εμπορική σκοπιμότητα των ναυτιλιακών επιχειρήσεων. Ταυτόχρονα, υπάρχει αυξανόμενη ανησυχία σχετικά με την ευαισθησία των οικοσυστημάτων της Αρκτικής λόγω της πιθανής επέκτασης των αρκτικών θαλάσσιων διαδρομών. Η αρκτική ναυτιλία αποτελεί μια από τις σημαντικότερες απειλές για τη βιοποικιλότητα στην Αρκτική. Αν και μπορεί να είναι επωφελής για την οικονομία, θα μπορούσε να έχει δυσμενείς επιπτώσεις στο περιβάλλον. Η ανάδυση νέων ευκαιριών για την αρκτική ναυτιλία, που προκύπτουν από το λιώσιμο των πάγων, εγκυμονεί σημαντικούς κινδύνους για το περιβάλλον, το οικοσύστημα και τη βιοποικιλότητα, εάν δεν γίνει επαρκής διαχείριση. Αρχικά, μπορεί να αυξήσει τις αερομεταφερόμενες εκπομπές. Οι έρευνες δείχνουν ότι η αύξηση των ρύπων, συμπεριλαμβανομένου του μαύρου άνθρακα (BC), των σωματιδίων, των οξειδίων του αζώτου (NOx), του μονοξειδίου του άνθρακα (CO) και των οξειδίων του θείου (SOx), μπορεί να έχει σημαντικές περιφερειακές επιπτώσεις που θα μπορούσαν να επηρεάσουν την ανθρώπινη και περιβαλλοντική υγεία στην περιοχή της Αρκτικής. Οι εκπομπές μαύρου άνθρακα, που προκύπτουν από την ατελή καύση ορυκτών καυσίμων και βιομάζας, είναι ιδιαίτερα ανησυχητικές λόγω της ικανότητάς τους να επιταχύνουν το λιώσιμο του χιονιού και την απώλεια θαλάσσιου πάγου μειώνοντας το albedo, το μέτρο της ανακλαστικότητας μιας επιφάνειας ή ενός σώματος, του χιονιού και του πάγου, παρά τη σύντομη ατμοσφαιρική ζωή τους. Δεύτερον, μπορεί να ενισχύσει την απελευθέρωση πετρελαίου μέσω διαρροών ή μέσω λειτουργικών ή παράνομων απορρίψεων. Η απόρριψη πετρελαίου στο οικοσύστημα της Αρκτικής μπορεί να προσφέρει τόσο άμεσες όσο και παρατεταμένες επιπτώσεις στους θαλάσσιους οργανισμούς, καθώς ορισμένα είδη της Αρκτικής παρουσιάζουν ευαισθησία στη μόλυνση από πετρέλαιο. Το οικοσύστημα της Αρκτικής είναι ιδιαίτερα ευαίσθητο στο βαρύ μαζούτ, το οποίο αποτελεί το εβδομήντα πέντε τοις εκατό των καυσίμων που χρησιμοποιούνται στην αρκτική ναυτιλία.

Τρίτον, οι διεθνείς μεταφορές μπορούν να χρησιμεύσουν ως σημαντικός αγωγός για την εισαγωγή χωροκατακτητικών ξένων θαλάσσιων ειδών, κυρίως μέσω της ρύπανσης του κύτους και της απόρριψης υδάτων έρματος. Τα είδη αυτά αποτελούν σημαντική απειλή για τα

οικοσυστήματα της Αρκτικής, επηρεάζοντας τόσο τη φυτική όσο και την πανίδα. Εκτός από αυτά τα ουσιώδη ζητήματα, τα αυξημένα απόβλητα, οι ακουστικές διαταραχές και οι συγκρούσεις σκαφών με θαλάσσια θηλαστικά θέτουν κινδύνους για την οικολογία και τη βιοποικιλότητα της Αρκτικής. Σε απάντηση στις κλιμακούμενες ανησυχίες σχετικά με την ευαισθησία των οικοσυστημάτων της Αρκτικής στην αυξανόμενη κίνηση, ο Διεθνής Ναυτιλιακός Οργανισμός (IMO) υιοθέτησε επίσημα τον Διεθνή Κώδικα Ασφαλείας για τα πλοία που δραστηριοποιούνται στα πολικά ύδατα (ο Πολικός Κώδικας) τον Μάιο του 2015.

4.3. Επιπτώσεις στον σχεδιασμό των πλοίων και στην αποδοτικότητα των καυσίμων

Η κλιματική αλλαγή επηρεάζει σημαντικά το σχεδιασμό των πλοίων και την αποδοτικότητα των καυσίμων, καθώς η ναυτιλιακή βιομηχανία προσαρμόζεται στις περιβαλλοντικές και κανονιστικές πιέσεις. Η άνοδος της παγκόσμιας θερμοκρασίας, οι μεταβαλλόμενες συνθήκες των ωκεανών και η προσπάθεια μείωσης των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου καθιστούν αναγκαία την καινοτομία και τον σχεδιασμό των πλοίων. Τα σύγχρονα πλοία ενσωματώνουν υδροδυναμικά σχήματα γάστρας, ελαφριά υλικά και προηγμένες επιστρώσεις για τη μείωση της αντίστασης και τη βελτίωση της αποδοτικότητας των καυσίμων. Αυτές οι καινοτομίες ελαχιστοποιούν την κατανάλωση ενέργειας και μειώνουν το λειτουργικό κόστος.

Για την προσαρμογή στις διακυμάνσεις της εμπορικής αγοράς και του οικονομικού τοπίου της ναυτιλίας, ο σχεδιασμός των νέων πλοίων πρέπει να εξασφαλίζει μεγαλύτερη διάρκεια ζωής και αυξημένη ευελιξία σχεδιασμού, βελτιώνοντας έτσι την ενεργειακή και οικονομική αποδοτικότητα καθ' όλη τη διάρκεια της λειτουργίας τους. Σε αυτά τα πλοία χρησιμοποιούνται πρόσφατες τεχνικές καινοτομίες, αξιοποιώντας ταυτόχρονα την ενισχυμένη χερσαία υποδομή (Spengler & Wilmsmeier, 2019). Η απόδοση ενός πλοίου επηρεάζεται από την αποδοτικότητα του συστήματος πρόωσης, της έλικας και του σχεδιασμού του κύτους, όπως αξιολογείται μέσω της ειδικής κατανάλωσης καυσίμου και της ταχύτητας του πλοίου σε επιχειρησιακά επίπεδα. Πρόσθετες πτυχές που επηρεάζουν την απόδοση του πλοίου περιλαμβάνουν λειτουργικά στοιχεία όπως η διάρκεια παραμονής στο λιμάνι, οι

αποτελεσματικές διαδικασίες φόρτωσης και εκφόρτωσης, η συντήρηση, η διαχείριση του πληρώματος και η κανονιστική συμμόρφωση.

Έχει διεξαχθεί εκτεταμένη έρευνα για την ανάπτυξη τεχνολογίας για συστήματα πρόωσης ντίζελ που συμμορφώνονται με αυστηρά πρότυπα εκπομπών, ενώ σε άλλα συστήματα πρόωσης χρησιμοποιούνται εναλλακτικά καύσιμα. Απόδειξη της αναγκαιότητας μείωσης των λειτουργικών δαπανών, η οποία είναι ζωτικής σημασίας για την ανταγωνιστικότητα του πλοίου, αποτελεί το γεγονός ότι, όταν χρησιμοποιείται το ντίζελ ως πηγή ενέργειας, οι πρόσφατα αυξημένες τιμές του μπορεί να ανεβάσουν τις δαπάνες καυσίμων στο 50% του συνολικού κόστους λειτουργίας. Κατά συνέπεια, η επιλογή της βέλτιστης πηγής ενέργειας, η επιλογή του συστήματος πρόωσης και ο αποτελεσματικός σχεδιασμός είναι ζωτικής σημασίας (Wright, 2013).

Η κλιματική αλλαγή οδηγεί σε σημαντικές αλλαγές στο σχεδιασμό των πλοίων και στην αποδοτικότητα των καυσίμων, καθώς η ναυτιλιακή βιομηχανία προσπαθεί να μετριάσει τις περιβαλλοντικές της επιπτώσεις και να προσαρμοστεί στις νέες προκλήσεις. Η αύξηση του κόστους των καυσίμων και οι αυστηρότεροι κανονισμοί για τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, όπως αυτοί του Διεθνούς Ναυτιλιακού Οργανισμού (IMO), έχουν καταστήσει αναγκαία τη στροφή προς καθαρότερες και αποδοτικότερες τεχνολογίες πλοίων. Τα σύγχρονα πλοία σχεδιάζονται με βελτιωμένα υδροδυναμικά σχήματα, ελαφριά υλικά και χαρακτηριστικά εξοικονόμησης ενέργειας για τη μείωση της κατανάλωσης καυσίμων και των εκπομπών. Η υιοθέτηση εναλλακτικών καυσίμων, συμπεριλαμβανομένων του υγροποιημένου φυσικού αερίου (LNG), του υδρογόνου και των βιοκαυσίμων, γίνεται όλο και πιο κοινή. Ταυτόχρονα, καινοτομίες όπως η πρόωση με τη βοήθεια του ανέμου, οι ηλιακοί συλλέκτες και οι υβριδικοί κινητήρες κερδίζουν έδαφος. Οι εξελίξεις στις ψηφιακές τεχνολογίες, όπως η παρακολούθηση δεδομένων σε πραγματικό χρόνο και το λογισμικό βελτιστοποίησης, συμβάλλουν επίσης στη βελτίωση της αποδοτικότητας των καυσίμων και των λειτουργικών επιδόσεων.

4.4. Αυξημένος κίνδυνος ακραίων καιρικών φαινομένων

Οι κίνδυνοι, τα τρωτά σημεία και οι δαπάνες που σχετίζονται με τη διαχείριση του κλίματος μπορεί να είναι σημαντικά, ιδίως για τους λιμένες σε αναπτυσσόμενες περιοχές με περιορισμένη ικανότητα προσαρμογής. Δεδομένης της στρατηγικής σημασίας των λιμένων για τις παγκόσμιες εμπορικές ροές, η αποτυχία των τοπικών φορέων λήψης αποφάσεων να λάβουν έγκαιρα μέτρα προσαρμογής μπορεί να έχει σημαντικά ευρύτερες επιπτώσεις. Σε μια παγκοσμιοποιημένη οικονομία, όπου οι τοπικές αποφάσεις μπορούν να επηρεάσουν τα παγκόσμια αποτελέσματα, είναι επιτακτική ανάγκη για όλους τους εμπλεκόμενους φορείς να διατηρήσουν την κλιματική ανθεκτικότητα των βασικών υποδομών μεταφορών σε όλες τις περιοχές.

Οι λιμένες που βρίσκονται σε εκβολές ποταμών, οι οποίες υποστηρίζουν επίσης τα θαλάσσια οικοσυστήματα, φέρουν αυξημένη υποχρέωση για τη διασφάλιση των παράκτιων υδάτων (Becker et al., 2013). Η κλιματική αλλαγή αποτελεί σημαντική απειλή για τις επιχειρήσεις, τις λειτουργίες, την ασφάλεια και τις υποδομές, επηρεάζοντας έτσι τις τοπικές, εθνικές και παγκόσμιες οικονομίες. Οι υποδομές των πλωτών μεταφορών αναμένεται να υποστούν δυσμενείς επιπτώσεις- ως εκ τούτου, οι φορείς εκμετάλλευσης λιμένων και πλωτών οδών πρέπει να εφαρμόσουν επειγόντως μέτρα για την ενίσχυση της ανθεκτικότητας και την προσαρμογή στις εξελισσόμενες συνθήκες.

Σύμφωνα με την έρευνα, η άνοδος της στάθμης της θάλασσας, οι καταιγίδες και οι πλημμύρες αποτελούν επί του παρόντος τους σημαντικότερους κινδύνους για τα λιμάνια και τα αεροδρόμια (Poo et al, 2018). Η παγκόσμια λιμενική κοινότητα έχει εκφράσει εδώ και καιρό τις ανησυχίες της σχετικά με τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής, τονίζοντας ταυτόχρονα την ανάγκη για πιο οριστική γνώση από την επιστημονική κοινότητα, ώστε να διευκολυνθεί η λήψη τεκμηριωμένων αποφάσεων (Becker et al., 2011). Οι Yang και συν. υποστηρίζουν ότι οι διαρκείς επιπτώσεις του κινδύνου της κλιματικής αλλαγής είναι διαφορούμενες και ανοικτές σε διαφορετικές ερμηνείες από πολλούς ενδιαφερόμενους φορείς του ναυτιλιακού τομέα. Η αλληλεπίδραση μεταξύ της κλιματικής αλλαγής και των λιμένων μπορεί να παρουσιάζει σημαντικές διακυμάνσεις σε διάφορες γεωγραφικές περιοχές. Ως αποτέλεσμα, τα στατιστικά στοιχεία κινδύνου και του κόστους που χρησιμοποιούνται για την προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή είναι σημαντικά διαφορούμενα και, σε πολλές περιπτώσεις, τα πραγματικά γεγονότα είναι συχνά απρόσιτα και ελλιπή. Ο περιβαλλοντικός κίνδυνος αποτελεί έναν από τους πολυάριθμους τομείς κινδύνου που συνδέονται με τη ναυτιλία και τις συνοδευτικές υποδομές

της. Πολλαπλές πτυχές της κλιματικής αλλαγής φαίνονται ικανές να επηρεάσουν τις ναυτιλιακές υποδομές (PIANC, 2020).

Οι λιμένες βρίσκονται σε μέρη που είναι ευαίσθητα στις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής, δηλαδή κατά μήκος ακτογραμμών ευαίσθητων στην άνοδο της στάθμης της θάλασσας και στις καταιγίδες, ή σε εκβολές ποταμών που κινδυνεύουν από πλημμύρες .

Επιπλέον, οι μεταβαλλόμενες κλιματικές συνθήκες, μαζί με τα πλοία που περνούν μεγαλύτερη διάρκεια στα ύδατα των λιμένων λόγω των συχνότερων καταιγίδων, μπορεί να διευκολύνουν την εγκατάσταση νέων ειδών ζώων στα λιμάνια (Nursey-Bray & Miller, 2011). Οι Juan και συν. αναφέρουν ότι υπάρχει έλλειψη μελετών στην παγκόσμια βιβλιογραφία που να αφορούν τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στους λιμένες και τις λειτουργίες τους. Αντίθετα, πολύ μεγαλύτερη προσοχή έχει δοθεί στην εξέταση των παράκτιων μετασχηματισμών λόγω της κλιματικής αλλαγής, συμπεριλαμβανομένης της διερεύνησης της διάβρωσης των ακτών και των αστικών πλημμυρών που προκύπτουν από τις έντονες βροχοπτώσεις. Η πρόκληση στην ανακάλυψη μελετών σχετικά με τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στους λιμένες προκύπτει από την εγγενή πολυπλοκότητα των λιμενικών λειτουργιών, στις οποίες εμπλέκονται πολυάριθμοι ενδιαφερόμενοι.

Οι Nursey Bray & Miller (2011) υποστηρίζουν ότι τα ακραία καιρικά φαινόμενα και οι μεταβαλλόμενες κλιματικές συνθήκες ενδέχεται να καταστήσουν αναγκαία τη δημιουργία νέων λιμένων και μαρίνων, καθώς τα εμπορικά αποθέματα ψαριών μεταφέρονται προς το νότο και τα εμπορικά πρότυπα εξελίσσονται. Η ανάπτυξη ενός νέου λιμένα αναμένεται λόγω της διαθεσιμότητας πόρων για εξαγωγές χύδην και συγκρούσεων με την αστική ανάπτυξη που περιορίζουν την επέκταση των υφιστάμενων λιμένων. Οι Becker και συν. (2018) αναφέρουν ότι η διεθνής βιβλιογραφία καταδεικνύει σημαντικές ζημιές και διαταραχές στα παγκόσμια λιμάνια λόγω κινδύνων που σχετίζονται με το κλίμα, με προσδοκίες για κλιμάκωση των συνεπειών τα επόμενα χρόνια και δεκαετίες. Τα ευρήματα δείχνουν ότι, παρά το σημαντικό και αυξανόμενο σώμα επιστημονικών στοιχείων σχετικά με τους παράκτιους κινδύνους και τις πιθανές στρατηγικές προσαρμογής που παρακινούν τις λιμενικές αρχές να αναγνωρίσουν τις απειλές για τα περιουσιακά στοιχεία και τις λειτουργίες τους, είναι αξιοσημείωτο ότι μόνο ένας περιορισμένος αριθμός λιμένων παγκοσμίως έχει προχωρήσει στην εφαρμογή μέτρων προσαρμογής στην κλιματική αλλαγή. Το επόμενο κεφάλαιο της εργασίας εξετάζει το θέμα της προσαρμογής, καθώς και τις διαδικασίες που πρέπει να ακολουθήσουν οι λιμένες για την επιτυχή διαχείριση των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής (Becker et al., 2018).

Η αύξηση της στάθμης της θάλασσας μπορεί να επηρεάσει δυσμενώς τις λιμενικές υποδομές και τα φορτία, όχι μόνο λόγω πλημμυρών, αλλά και ως αποτέλεσμα μεταβολών στο μέγεθος και τη διαμόρφωση των θαλάσσιων κυμάτων. Αυτό υποδηλώνει αυξημένες δαπάνες για την κατασκευή ή τη συντήρηση ενός λιμένα. Οι παλίρροιες μπορούν να προκαλέσουν καθίζηση και μεταβολές στο λειτουργικό πρόγραμμα ενός λιμένα, να επηρεάσουν κρίσιμα σημεία διέλευσης, να αυξήσουν τους κινδύνους για τις παράκτιες οδικές και σιδηροδρομικές συνδέσεις, να καταστήσουν αναγκαία την εκκένωση ατόμων και επιχειρήσεων και να δημιουργήσουν ασφαλιστικές επιπλοκές. Η αλληλεπίδραση της ανόδου της στάθμης της θάλασσας και των έντονων καιρικών φαινομένων υποβάλλει τις παράκτιες κατασκευές σε εντονότερη δράση των κυμάτων, με αποτέλεσμα την αυξημένη υπερπήδηση των υποδομών από το νερό και την αυξημένη εισβολή στα λιμάνια. Το ζήτημα είναι ιδιαίτερα εμφανές σε περιοχές με ρηχά νερά.

Επιπλέον, μια σημαντική συνέπεια των γεγονότων που σχετίζονται με την κλιματική αλλαγή στις λιμενικές λειτουργίες είναι η διακοπή που προκαλούν οι έντονες καταιγίδες (Becker et al., 2018). Οι καταιγίδες και τα κύματα αναμένεται να επηρεάσουν σημαντικά τους παράκτιους κόμβους και τα δίκτυα μεταφορών, με δυνητική συνέπεια την προσωρινή ή μόνιμη πλημμύρα των θαλάσσιων λιμένων και τη διακοπή των παράκτιων οδικών και σιδηροδρομικών δικτύων. Οι τροπικοί κυκλώνες και οι τυφώνες μπορούν να προκαλέσουν σημαντικές ζημιές, συμπεριλαμβανομένων των οικονομικών επιπτώσεων, στους θαλάσσιους λιμένες και τις παρακείμενες περιοχές. Η αυξημένη δράση των κυμάτων και οι εντεινόμενες καταιγίδες, ιδίως όταν συνδυάζονται με αυξημένη στάθμη της θάλασσας, αποτελούν την κύρια απειλή για τα λιμάνια. Οι ενέργειες αυτές μπορούν να βλάψουν γέφυρες, προβλήτες, τερματικές κατασκευές, πλοία και φορτία. Οι λιμενικές υποδομές ενδέχεται να απαιτούν ανύψωση ή οχύρωση για να αντέξουν αυτές τις επιπτώσεις.

Οι λιμένες που βρίσκονται σε ποτάμια και λίμνες ενδέχεται να αντιμετωπίσουν διακυμάνσεις στις ροές των ποταμών και στις στάθμες των λιμνών, καθώς και πιθανή αύξηση του κινδύνου πλημμύρας, λόγω των μεταβολών στις βροχοπτώσεις και των αυξημένων ρυθμών εξάτμισης που προκύπτουν από τις αυξημένες θερμοκρασίες, παράλληλα με τις αλλαγές στις χρήσεις γης, την άντληση νερού και την ανάπτυξη της βλάστησης.

Επιπλέον, οι κίνδυνοι που συνδέονται με τις αυξημένες θερμοκρασίες στους λιμένες είναι παράλληλοι με εκείνους που επηρεάζουν άλλες υποδομές μεταφορών όσον αφορά τις θερμικές επιδράσεις στις ασφαλτοστρωμένες επιφάνειες και τις συσκευές που φέρουν φορτίο,

εκτός από τον αυξημένο κίνδυνο ασθενειών που σχετίζονται με τη θερμότητα μεταξύ του προσωπικού. Η άνοδος της μέσης θερμοκρασίας, μαζί με την αυξημένη συχνότητα και διάρκεια των κυμάτων καύσωνα, παρέχουν σημαντικές προκλήσεις για τις λιμενικές υποδομές και λειτουργίες, με αποτέλεσμα να προκαλούνται ζημιές σε λιμενικές περιοχές, εξοπλισμό πλοήγησης και γέφυρες, καθώς και ρωγμές στην ασφαλτο, παραμορφώσεις στις σιδηροδρομικές γραμμές και περιορισμούς ταχύτητας. Κατά συνέπεια, οι αυξημένες θερμοκρασίες ενδέχεται να θέσουν προκλήσεις για τις λιμενικές υποδομές και τον εξοπλισμό που προορίζονται για ηπιότερα κλίματα, συμπεριλαμβανομένης της χρήσης μη κλιματιζόμενων οχημάτων (Wright, 2013).

Η αυξημένη ένταση των ανέμων είναι μια αξιοσημείωτη πτυχή της σύγχρονης κλιματικής αλλαγής. Στα λιμάνια, οι ισχυροί άνεμοι και τα κύματα μπορούν να οδηγήσουν σε διάβρωση των ακτών, σε κύματα νερού, σε πλημμύρες των λιμενικών και παράκτιων αμυντικών εγκαταστάσεων, σε βλάβες των υποδομών και σε διαταραχές της λειτουργικής αποτελεσματικότητας. Οι έντονοι άνεμοι παρεμποδίζουν τη ναυσιπλοΐα και τον ελλιμενισμό, με αποτέλεσμα την αναποτελεσματικότητα της λειτουργίας λόγω της δυσκολίας φόρτωσης και εκφόρτωσης επιβατών και φορτίων. Οι ισχυροί άνεμοι που συδέονται με καταιγίδες ή τροπικούς κυκλώνες μπορούν να θέσουν σε κίνδυνο τις μη ενισχυμένες τερματικές εγκαταστάσεις, συμπεριλαμβανομένων των ελαφρών μεταλλικών αποθηκών με εκτεταμένες επιφάνειες, μαζί με άλλες λιμενικές συσκευές.

5. Πολιτικές στον τομέα των διεθνών θαλάσσιων μεταφορών

5.1. Οικονομικές επιπτώσεις για τις ναυτιλιακές εταιρείες και το παγκόσμιο εμπόριο

Υποδομές όπως δρόμοι, γέφυρες, λιμάνια και αεροδρόμια, τόσο σε παγκόσμιο όσο και σε εγχώριο επίπεδο, απειλούνται σημαντικά από την κλιματική αλλαγή και απαιτούν προσαρμογή μέσω βασικών δαπανών για να αντέξουν τα ακραία καιρικά φαινόμενα, τα οποία έχουν γίνει όλο και πιο διαδεδομένα. Η απώλεια υλικών, η υποβάθμιση των υποδομών και οι δυσμενείς επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία συνεπάγονται σημαντικές δαπάνες για την κοινωνία και την οικονομία. Από το 1980 έως το 2011, οι πλημμύρες επηρέασαν πάνω από 5,5 εκατομμύρια άτομα και είχαν ως αποτέλεσμα άμεσες οικονομικές ζημιές άνω των 90 δισεκατομμυρίων ευρώ. Οι τομείς που εξαρτώνται σημαντικά από τη θερμοκρασία και τις βροχοπτώσεις, όπως η γεωργία, η δασοκομία, η ενέργεια και ο τουρισμός, επηρεάζονται βαθιά. Οι Lenton και συν. διεξήγαγαν έρευνα που ενσωμάτωσε σημεία καμπής στην κλιματική επιρροή, εκτιμώντας ότι μέχρι το 2050, τα περιουσιακά στοιχεία σε 136 μεγάλα λιμάνια θα αντιμετωπίσουν ευπάθεια από πλημμύρες που θα ανέλθει σε πάνω από 28 τρισεκατομμύρια δολάρια ΗΠΑ. Οι Hoshino και συν. (2015) αξιολόγησαν τα επίπεδα πλημμυρών και τις πιθανές δαπάνες που προκύπτουν από τις συνδυασμένες επιπτώσεις της μέσης ανόδου της στάθμης της θάλασσας και του κύματος καταγίδων των τυφώνων στην περιοχή του Κόλπου του Τόκιο, καταλήγοντας στο συμπέρασμα ότι το κόστος μπορεί να ξεπεράσει τα 690 δισεκατομμύρια δολάρια ΗΠΑ με τους σημερινούς ρυθμούς. Μια νέα ανάλυση δείχνει ότι έως το 2100, οι παγκόσμιες ζημιές από πλημμύρες λόγω της ανόδου της στάθμης της θάλασσας και των συναφών ακραίων φαινομένων μπορεί να φθάσουν τα 27 τρισεκατομμύρια δολάρια ΗΠΑ ετησίως, που ισοδυναμούν με περίπου το 2,8% του παγκόσμιου ΑΕΠ το 2100.

Σε περιοχές που πλήττονται από τροπικούς κυκλώνες και τα επακόλουθα κύματα, η καταστροφή των παράκτιων υποδομών και το σχετικό κόστος μπορεί να είναι τεράστιο. Το 2017, οι συνολικές απώλειες από την περίοδο των τυφώνων στην Καραϊβική εκτιμήθηκαν σε 320 δισεκατομμύρια δολάρια ΗΠΑ, ενώ οι ζημιές στη Δομινίκα ξεπέρασαν το 200% του Ακαθάριστου Εγχώριου Προϊόντος της. Οι συνολικές οικονομικές επιπτώσεις από την καταστροφή που προκάλεσε το 2019 ο τυφώνας Dorian στις Μπαχάμες υπολογίζονται σε 3,4

δισεκατομμύρια δολάρια ΗΠΑ, με αποτέλεσμα να υπάρξουν αρκετοί νεκροί, αγνοούμενοι και μακροχρόνιες οικονομικές επιπτώσεις. Σημαντικό μέρος των ζημιών αυτών προκύπτει συχνά από τις επιπτώσεις στις υποδομές μεταφορών (IDB, 2019).

Στο Ηνωμένο Βασίλειο, οι οικονομικές επιπτώσεις των υψηλών βροχοπτώσεων, των πλημμυρών και άλλων σοβαρών φαινομένων, που εκτιμώνται σε περίπου 50 εκατομμύρια λίρες ετησίως το 2010, προβλέπεται να κλιμακωθούν σε 500 εκατομμύρια λίρες ετησίως έως τη δεκαετία του 2040. Οι εσωτερικές πλωτές οδοί (IWW) είναι ευάλωτες τόσο σε πλημμύρες όσο και σε συνθήκες ξηρασίας. Οι πλημμύρες των ποταμών μπορεί να έχουν σημαντικές συνέπειες, συμπεριλαμβανομένης της διακοπής της κυκλοφορίας, της καταστροφής των λιμενικών υποδομών, των παραποτάμιων όχθων και των συστημάτων αντιπλημμυρικής προστασίας (UNECE, 2013), καθώς και των αλλαγών στη μορφολογία των ποταμών (PIANC, 2008). Τα συστήματα εσωτερικών πλωτών οδών (IWWs) μπορεί να επηρεαστούν από τη μειωμένη στάθμη των υδάτων, η οποία μπορεί να εμποδίσει τη διέλευση μεγαλύτερων σκαφών κατά τη διάρκεια περιόδων ξηρασίας. Αυτά θεωρούνται επί του παρόντος σημαντικότερες απειλές για τα IWWs από ό,τι οι πλημμύρες.

Σοβαρές περιπτώσεις όπως οι τυφώνες Κατρίνα και Ρίτα μπορεί να συμβαίνουν συχνότερα και να έχουν ακόμη πιο σημαντικές επιπτώσεις στο μέλλον ως αποτέλεσμα της αύξησης της στάθμης της θάλασσας. Και στις δύο περιπτώσεις, οι προβλέψεις για το κόστος είναι σημαντικές. Οι Grenzeback και Lukmann (2008) αναφέρουν ότι το καταγεγραμμένο κόστος των ζημιών στις υποδομές από τον Κατρίνα και τον Ρίτα ανέρχεται σε περίπου 1,1 δισεκατομμύρια δολάρια ΗΠΑ, ενώ μια ολοκληρωμένη αξιολόγηση των ζημιών σε σιδηροδρόμους, αγωγούς, λιμάνια, πλωτές οδούς και αεροδρόμια θα αύξανε το ποσό αυτό πιθανότατα κατά αρκετά δισεκατομμύρια δολάρια ΗΠΑ. Η παρούσα μελέτη εξετάζει αποκλειστικά τις εμπορευματικές μεταφορές και τα εθνικά και περιφερειακά συστήματα μεταφορών, με αποτέλεσμα να υποεκτιμά σημαντικά τις δαπάνες.

Το οικονομικό κόστος που απορρέει από τις ζημιές στις υποδομές, τις λειτουργικές διαταραχές και τις καθυστερήσεις στις στενά συνδεδεμένες παγκόσμιες αλυσίδες εφοδιασμού μπορεί να είναι σημαντικό. Η ομάδα εμπειρογνομόνων του ΟΗΕ ανέλυσε τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στις υποδομές μεταφορών. Τα ευρήματα δείχνουν ότι οι καταστροφές που προκύπτουν από ακραία καιρικά φαινόμενα επηρεάζουν σημαντικά την οικονομία και την κοινωνία. Οι ετήσιες ζημιές στα σιδηροδρομικά και οδικά δίκτυα, εξαιρουμένων των θαλάσσιων και εναέριων μεταφορικών μέσων, λόγω της κλιματικής αλλαγής ανέρχονται σε 22

δισεκατομμύρια δολάρια ΗΠΑ, περιλαμβάνοντας τις άμεσες ζημιές και εξαιρουμένων των έμμεσων απωλειών, όπως οι καθυστερήσεις (UNECE -EEL, 2020).

Οι κίνδυνοι για τις μεταφορές θα επηρεάσουν σημαντικά το εμπόριο, τον τουρισμό και τη συνολική οικονομία. Ο τυφώνας Sandy είχε ως αποτέλεσμα τη διακοπή λειτουργίας ενός σημαντικού εμπορευματικού λιμένα των ΗΠΑ το 2012, με συνολικές ζημιές και κόστος που εκτιμάται μεταξύ 30 και 50 δισεκατομμυρίων USD. Οι τομείς υποδομών που επλήγησαν περισσότερο από τους τυφώνες Ίρμα και Μαρία στις Βρετανικές Παρθένες Νήσους περιλάμβαναν αυτοκινητοδρόμους, αεροδρόμια και λιμάνια, με εκτιμώμενες ζημιές και απώλειες ύψους 252 εκατομμυρίων USD, σχεδόν το 55% του ΑΕΠ της χώρας (UNCTAD, 2019). Οι διαταραχές στα αεροδρόμια του Μαϊάμι και της Ατλάντα επηρέασαν το αεροπορικό φορτίο αξίας σχεδόν 245 εκατομμυρίων USD ημερησίως, οδηγώντας σε απώλειες εσόδων 75-85 εκατομμυρίων USD κάθε μέρα. Εκτός από τις δαπάνες που σχετίζονται με τις πλημμύρες και συνδέονται με τις ζημιές στις υποδομές, το έμμεσο κόστος που απορρέει από τις διαταραχές του δικτύου, όπως οι καθυστερήσεις, οι παρακάμψεις και οι ακυρώσεις ταξιδιών, μπορεί επίσης να είναι σημαντικό. Παρά την ανεπάρκεια εμπειρικών στοιχείων σχετικά με το θέμα αυτό, υπάρχουν μερικές ακραίες τιμές (IATA, 2017).

Μια έρευνα του 2006 από το Κέντρο Μεταφορών και Ναυσιπλοΐας των Κάτω Χωρών υπολόγισε τις οικονομικές δαπάνες που συνδέονται με την κυκλοφορία και τις μεταβολές των μεταφορών που προέκυψαν από ένα μοναδικό πλημμυρικό γεγονός στη χώρα. Η μελέτη εξετάζει τις επιπτώσεις στην κινητικότητα που προκύπτουν από τις προβλέψεις ενός μοντέλου δικτύου μεταφορών και χρησιμεύει ως προκαταρκτική αξιολόγηση για τη μέτρηση του βαθμού των επιπτώσεων. Παραβλέπονται οι επιπτώσεις των εκκενώσεων στις μεταφορές και στον τουρισμό από καταστροφές. Η μελέτη διαφοροποιεί μεταξύ τεσσάρων σεναρίων μεταφορών, τα οποία διαφέρουν ως προς τη διάρκεια μετά την εκδήλωση της πλημμύρας και ως προς συγκεκριμένες παραδοχές και επιπτώσεις στη συμπεριφορά. Για να εξακριβωθούν οι οικονομικές δαπάνες που συνδέονται με αυτά τα σενάρια, χρησιμοποιούνται διαφορετικές τιμές χρόνου (σε ευρώ του 2010) για διακριτούς λόγους ταξιδιού και υπολογίζονται συμπληρωματικά κόστη ανά χιλιόμετρο (καύσιμα κ.λπ.). Οι δαπάνες κυμαίνονται από 414 εκατ. ευρώ έως 1,1 δισ. ευρώ, ανάλογα με το σενάριο (WMO 2018).

Οι Suarez και συν. (2005) εξετάζουν επίσης το έμμεσο κόστος των πλημμυρών που προκύπτει από τις επιπτώσεις στην κινητικότητα. Εξετάζουν τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στις αστικές μεταφορές στη μητροπολιτική περιοχή της Βοστώνης. Η περιοχή είναι

αξιοσημείωτη λόγω της παράκτιας θέσης της και των πολυάριθμων ποτάμιων συστημάτων. Η έρευνα μοντελοποιεί τις επιπτώσεις των παράκτιων πλημμυρών από την άνοδο της στάθμης της θάλασσας και των πλημμυρών των ποταμών από τις έντονες βροχοπτώσεις στην αποτελεσματικότητα του συστήματος αστικών μεταφορών χρησιμοποιώντας το Σύστημα Μοντελοποίησης Αστικών Μεταφορών (UTMS).

Οι επιπτώσεις διατυπώνονται σε σχέση με τις ακυρώσεις ταξιδιών και τις καθυστερήσεις που προκύπτουν από την αλλαγή δρομολόγησης και τις μεταβολές στη συμφόρηση. Με μια προβλεπόμενη άνοδο της στάθμης της θάλασσας κατά 0,3 cm ετησίως και μια ετήσια αύξηση της έντασης των έντονων βροχοπτώσεων κατά 0,31%, τα ευρήματα υποδεικνύουν μια αύξηση κατά 80% περίπου στις καθυστερήσεις και τα χαμένα ταξίδια μέχρι το 2100 σε σχέση με το 2000. Χρησιμοποιώντας συγκριτικά αυξημένες χρονικές τιμές, το σχετικό προεξοφλημένο κόστος παραμένει κάτω από 100 εκατομμύρια δολάρια ΗΠΑ, γεγονός που ωθεί τους συγγραφείς να υποστηρίξουν ότι τα ευρήματα δεν είναι αρκετά σημαντικά για να δικαιολογήσουν σημαντικές τροποποιήσεις των υποδομών. Αντίθετα, παρατηρούν ότι η εφαρμογή της στρατηγικής σε πόλεις με μικρότερες περιφέρειες, όπως η Τάμπα, το Σινσινάτι και ιδιαίτερα η Νέα Ορλεάνη, μπορεί να επιφέρει πιο έντονα αποτελέσματα. Επιπλέον, η ανάλυση παραλείπει τις δαπάνες που σχετίζονται με τις ζημιές στις υποδομές, οι οποίες αναμένεται να είναι σημαντικές. Επιπλέον, η αύξηση της στάθμης της θάλασσας κατά 30 εκατοστά έως το 2100 ενδέχεται να υποεκτιμά τις πραγματικές προβλέψεις.

5.2. Στρατηγικές προσαρμογής και μετριασμού για τη ναυτιλιακή βιομηχανία

Η UNCTAD (2010) εντοπίζει πέντε κύριους τομείς με σημαντικές δυνατότητες καινοτομίας, οι οποίοι αναμένεται να αποτελέσουν το επίκεντρο της έρευνας και της ανάπτυξης. Σύμφωνα με τους Bazari και Longva (2011):

1. Ενεργειακά αποδοτικά σκάφη. Πολυλειτουργικά σκάφη πολλών τύπων εξοπλισμένα με ολοκληρωμένες τεχνολογίες για τη μείωση της αντίστασης, την πρόωση και τα υλικά. Πέραν των σημαντικών προσπαθειών που επενδύονται επί του παρόντος στη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των πλοίων, αναμένονται μελλοντικές εξελίξεις.

2. Σκάφη που κινούνται με πράσινα καύσιμα. Οι αυστηρότεροι περιβαλλοντικοί κανόνες επιβάλλουν χαμηλότερες εκπομπές SO_x, NO_x και σωματιδίων, αναγκάζοντας τη ναυτιλιακή βιομηχανία να υιοθετήσει καθαρότερες πηγές ενέργειας. Οι τεχνολογίες για τη μείωση των εκπομπών, συμπεριλαμβανομένης της ανακύκλωσης καυσαερίων, των ψεκαστήρων και της καταλυτικής μείωσης, μπορούν να συμμορφωθούν με ορισμένους νόμους. Η ενσωμάτωση των βιοκαυσίμων και του υγροποιημένου φυσικού αερίου μπορεί να βελτιστοποιηθεί περαιτέρω.

3. Ηλεκτρικά σκάφη. Τα ηλεκτρικά σκάφη μπορούν να ενσωματώσουν ηλεκτρική ενέργεια, πετρέλαιο, συστοιχίες μπαταριών, ηλιακούς συλλέκτες, ανασυρόμενες ανεμογεννήτριες και μικρές υπεραγώγιμες μηχανές. Αυτά τα συστήματα ηλεκτρικής ενέργειας απαιτούν τον ολοκληρωμένο σχεδιασμό, τη λειτουργία και τον έλεγχο της παραγωγής και της μετατροπής ενέργειας.

4. Ψηφιακά σκάφη. Αν και η ηλεκτρονική πλοήγηση δεν είναι κάτι καινούργιο για τη ναυτιλία, αναμένεται ότι μέχρι το 2020 και μετά, το κυρίαρχο τμήμα του στόλου θα έχει υιοθετήσει τις τεχνολογίες ηλεκτρονικής πλοήγησης. Οι ενσωματωμένοι ηλεκτρονικοί χάρτες θα χρησιμεύσουν ως η συνεκτική πλατφόρμα για το ψηφιακό πλοίο, ενσωματώνοντας και οπτικοποιώντας δεδομένα από διάφορες εφαρμογές σχετικά με την ασφάλεια, τους ναυτικούς κινδύνους, την είσοδο σε λιμένες, τη δρομολόγηση λόγω καιρού και άλλες σχετικές απαιτήσεις.

5. Σκάφη στην Αρκτική. Την προσεχή δεκαετία θα σημειωθεί αύξηση της θαλάσσιας κυκλοφορίας στην Αρκτική. Αυτό θα επιταχύνει την ανάπτυξη της Αρκτικής και αφορά την τεχνολογία, όπως το λογισμικό βελτιστοποίησης της διαδρομής των πάγων, οι συσκευές παρακολούθησης του φορτίου της γάστρας και, ενδεχομένως, η εμφάνιση νέων ανοιγμάτων πάγου.

Είναι ευρέως αναγνωρισμένο ότι τα περισσότερα συστήματα πρόωσης στα πλοία χρησιμοποιούν κινητήρες εσωτερικής καύσης που λειτουργούν με βαρύ μαζούτ ή ντίζελ. Παρ' όλα αυτά, η κλιμάκωση των τιμών των καυσίμων, οι σημαντικές ανησυχίες για τις περιβαλλοντικές συνέπειες της λειτουργίας των ναυτιλιακών μηχανών, οι νέοι νόμοι και οι αυξημένες απαιτήσεις στη μεταφορά εμπορευμάτων έχουν αλλάξει το ανταγωνιστικό σκηνικό. Ένα πλοίο που ήταν πρωτοποριακό και πρωτοπόρο στον κλάδο πριν από πέντε χρόνια αναμένεται τώρα να υστερεί σημαντικά σε σχέση με τους ανταγωνιστές του, και σε άλλα πέντε χρόνια, η μείωση της ανταγωνιστικότητάς του θα οδηγήσει σε σημαντική υποτίμηση της

αξίας του ενεργητικού του. Κατά συνέπεια, το εξελισσόμενο ανταγωνιστικό τοπίο έχει αναζωπυρώσει το ενδιαφέρον για την ενίσχυση της αποδοτικότητας και της βιώσιμης ανάπτυξης στη ναυτιλιακή βιομηχανία.

Οι μελλοντικοί στόχοι των ενδιαφερομένων στη ναυτιλιακή βιομηχανία περιλαμβάνουν τη μείωση των εκπομπών CO₂ από τα πλοία, ώστε να συμμορφωθούν με τα αυστηρά πρότυπα που έχει θέσει ο Διεθνής Ναυτιλιακός Οργανισμός (IMO) σχετικά με τη μείωση των ατμοσφαιρικών ρύπων. Ο σχεδιασμός των νέων πλοίων θα πρέπει να τηρεί τις δύο μετρικές εκπομπών CO₂: ‘Δείκτης ενεργειακής απόδοσης σχεδιασμού’ (EEDI) και “Δείκτης ενεργειακής απόδοσης λειτουργίας” (EEOI). Ο EEDI αξιολογεί τον σχεδιασμό του συστήματος πρόωσης και του πλοίου, ενώ ο EEOI βοηθά τον φορέα εκμετάλλευσης στη διαμόρφωση των βέλτιστων διαδικασιών επί του πλοίου. Στόχος είναι τα μελλοντικά πλοία να σχεδιάζονται με δείκτη που θα μειώνεται σταδιακά από το 2012 έως το 2018, επιτυγχάνοντας τελικά ένα μέγιστο επίπεδο 70% σε σχέση με τον υφιστάμενο μέσο δείκτη σχεδιασμού του 100%. Η μείωση των εκπομπών CO₂ είναι περίπου ανάλογη με τη μείωση της κατανάλωσης καυσίμου- έτσι, ο στόχος για τους κατασκευαστές των νεότευκτων πλοίων θα συνεπάγεται μια εκτιμώμενη μείωση της κατανάλωσης καυσίμου κατά 30% ανά ταξίδι κατά μέσο όρο υπό κανονικές συνθήκες λειτουργίας.

Η αποδοτικότητα των πλοίων καθορίζεται από το μέσο λειτουργικό κόστος ανά μίλι, αλλά οι εκπομπές CO₂ από τις ναυτιλιακές δραστηριότητες αντιστοιχούν στο 4% των παγκόσμιων εμπορευματικών μεταφορών. Επιπλέον, η ναυτιλία, σε σχέση με τη μεταφορά ενός τόνου φορτίου ανά μίλι, έχει τις χαμηλότερες εκπομπές CO₂ μεταξύ όλων των συμβατικών τρόπων μεταφοράς. Οι τιμές αυτές αφορούν την κατανάλωση καυσίμων και, κατά συνέπεια, τις ποσότητες άλλων ρύπων- συνεπώς, η ναυτιλία μπορεί να μετριάσει περαιτέρω τις εκπομπές αέριων ρύπων με την ενίσχυση της αποδοτικότητας (Azzara et al., 2014).

Πολλές εταιρείες εξετάζουν εναλλακτικές πηγές παραγωγής ενέργειας, όπως το υδροποιημένο φυσικό αέριο, οι κυψέλες καυσίμου και η πυρηνική ενέργεια. Ενσωματώνοντας τη διάθεση αυτής της ενέργειας με πρόσθετες λειτουργίες πέραν της πρόωσης, όπως οι ξενοδοχειακές υπηρεσίες στα κρουαζιερόπλοια, μπορούν να μειώσουν σημαντικά το κόστος των καυσίμων, το οποίο θα πρέπει να συνυπολογιστεί στον σχεδιασμό για βέλτιστη λειτουργική απόδοση. Έχει προταθεί ότι η χρησιμοποίηση ενός ενοποιημένου συστήματος παραγωγής ενέργειας για την πρόωση και τις βοηθητικές υπηρεσίες του πλοίου σε μια βελτιστοποιημένη εγκατάσταση αποδίδει μείωση του λειτουργικού κόστους έως και 25%. Ως

εκ τούτου, πρέπει να αξιολογούνται τα πλεονεκτήματα και οι περιορισμοί κάθε τρόπου εγκατάστασης, ώστε να διασφαλίζεται ότι τα επερχόμενα πλοία θα είναι ασφαλέστερα, ενεργειακά αποδοτικότερα και περιβαλλοντικά βιώσιμα.

Γι' αυτό παρακάτω παρουσιάζονται μερικές από τις σχεδιαστικές τάσεις ανάπτυξης σε τεχνολογίες πρόωσης όπως:

- 1) Αποδοτικές μορφές γάστρας.
- 2) Βελτιώσεις στην απόδοση της προπέλας και των συστημάτων πρόωσης.
- 3) Εναλλακτικές μορφές καυσίμων ως πηγή ενέργειας σε μηχανές πρόωσης.
- 4) Υβριδικά συστήματα πρόωσης.

Τα καύσιμα είναι προφανώς ο πρωταρχικός τομέας για τη μείωση των εκπομπών, δεδομένης της εξάρτησης του τομέα από τα ορυκτά καύσιμα. Το LNG είναι η μόνη σοβαρή εναλλακτική λύση για το μαζούτ που διατίθεται επί του παρόντος εμπορικά, με δυνατότητα εξοικονόμησης περίπου 20% των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα κατά την καύση (αν και μεγάλο μέρος αυτού του κέρδους μπορεί να χαθεί λόγω των ανάντη εκπομπών, όταν εξετάζεται η προοπτική του πλήρους κύκλου ζωής), αλλά οι παραγγελίες πλοίων για πλοία LNG παραμένουν πολύ μικρές και οι κινήσεις για την εξάπλωση ευρέων σημείων δεξαμενισμού έχουν προχωρήσει αργά. ως εκ τούτου, δεν είναι σαφές ότι ο κλάδος σχεδιάζει να στραφεί σε LNG σε μεγάλους αριθμούς. Σε κάθε περίπτωση, δεδομένου ότι το LNG εξακολουθεί να είναι ορυκτό καύσιμο, μπορεί να θεωρηθεί μόνο μια γέφυρα προς την απεξάρτηση από τον άνθρακα. Άλλες μορφές πρόωσης που δοκιμάζονται περιλαμβάνουν πανιά καθώς και ηλιακούς συλλέκτες και ανεμογεννήτριες επί του σκάφους, οι οποίες μπορούν να παρέχουν ένα ποσοστό της απαιτούμενης ισχύος. Ακόμη και οι μελέτες που προτείνουν το υδρογόνο και την αμμωνία ως σοβαρά καύσιμα αναγνωρίζουν ότι απέχουν δεκαετίες από την εμπορική διαθεσιμότητα (OECD, 2018).

Τόσο η κλιματική αλλαγή όσο και η τοπική ποιότητα του αέρα οδηγούν ορισμένα λιμάνια να αναλάβουν δράση για τις εκπομπές και άλλες αρνητικές εξωτερικότητες στην περιοχή του λιμανιού (Bergqvist & Monios, 2019). Μία από τις πιο γνωστές επιλογές είναι η εγκατάσταση ψυχρού σιδερώματος για τη μείωση των εκπομπών από τα πλοία στους προβλήτες, σε ορισμένες περιπτώσεις περισσότερο για την εξοικονόμηση των NO_x, SO_x και PM που είναι επικίνδυνα για την υγεία των τοπικών πληθυσμών παρά για την εξοικονόμηση

εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα. Οι γεννήτριες που λειτουργούν με υγροποιημένο φυσικό αέριο είναι επίσης μια επιλογή. Ορισμένα λιμάνια χρησιμοποιούν ηλεκτροκίνητα μηχανήματα στην περιοχή του λιμανιού για να μειώσουν τις εκπομπές τους (Spengler & Wilmsmeier, 2019) και δίνεται όλο και μεγαλύτερη έμφαση στην παραγωγή ενέργειας στο χώρο του πλοίου μέσω ανεμογεννητριών, ακόμη και παλιρροιακής ενέργειας (Acciaro, Ghiara, & Inés, 2014). Ορισμένα λιμάνια εξετάζουν επίσης το ενδεχόμενο να απαιτούν από τα πλοία να χρησιμοποιούν υγροποιημένο φυσικό αέριο και/ή αργό ατμό εντός της λιμενικής ζώνης (Styhre et al., 2017).

5.3. Διεθνείς πολιτικές και συμφωνίες

Το 2023, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή θέσπισε μια στρατηγική για τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου από τη ναυτιλιακή βιομηχανία. Η στρατηγική αποτελείται από τρία διαδοχικά βήματα:

- Παρακολούθηση, αναφορά και εξακρίβωση των εκπομπών CO₂ από μεγάλα πλοία που χρησιμοποιούν λιμένες της ΕΕ
- Στόχοι μείωσης των αερίων θερμοκηπίου για τον τομέα των θαλάσσιων μεταφορών
- Περαιτέρω μέτρα, συμπεριλαμβανομένων μέτρων με βάση την αγορά, μεσοπρόθεσμα έως μακροπρόθεσμα

Το σχέδιο της επιτροπής προβλέπει τη βαθμιαία ένταξη της μείωσης των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου από τη ναυτιλία στις δεσμεύσεις της. Σημειώνει ότι για να υλοποιηθεί αυτή η κλιμακωτή ένταξη, η ΕΕ προτίθεται να εφαρμόσει μια σταδιακή προσέγγιση που περιλαμβάνει τρία διαδοχικά στάδια:

1. Εφαρμογή ενός συστήματος παρακολούθησης υποβολής εκθέσεων και επαλήθευσης όσον αφορά τις εκπομπές
2. Καθορισμός των στόχων μείωσης για τον τομέα των θαλάσσιων μεταφορών
3. Εφαρμογή αγορακεντρικών μέτρων (BAM).

Ο ρόλος του ναυτιλιακού τομέα στην επίτευξη μειώσεων των εκπομπών που συνάδουν με τους θερμοκρασιακούς στόχους της Συμφωνίας του Παρισιού αποτελεί σημαντικό μέλημα στην ΕΕ. Η πρόσφατη τροποποίηση της οδηγίας της ΕΕ για το σύστημα εμπορίας εκπομπών

(ETS) με την οδηγία (ΕΕ) 2018/410 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου υπογραμμίζει την ανάγκη παρέμβασης όσον αφορά τις εκπομπές από τη ναυτιλία και όλους τους άλλους οικονομικούς τομείς. Η οδηγία αναθέτει στην Επιτροπή να διενεργεί περιοδικές αναθεωρήσεις των δράσεων του IMO και να υποστηρίζει μέτρα για τον μετριασμό των εκπομπών από τον IMO ή την ΕΕ, που περιλαμβάνουν προπαρασκευαστικές προσπάθειες και διαβουλεύσεις με τα ενδιαφερόμενα μέρη, αρχής γενομένης από το 2023 (Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2018).

Οι διεθνείς οργανισμοί έχουν υλοποιήσει διάφορες προσπάθειες για την καταπολέμηση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και την προώθηση βιώσιμων πρακτικών. Τα Ηνωμένα Έθνη (ΟΗΕ), μέσω της Συμφωνίας του Παρισιού που εγκρίθηκε τον Δεκέμβριο του 2015, έθεσαν φιλόδοξους στόχους για τον περιορισμό της αύξησης της παγκόσμιας θερμοκρασίας κάτω από τους 2 °C, επιδιώκοντας τον 1,5 °C. Οι επόμενες διασκέψεις των μερών (COP), από την COP 25 στη Μαδρίτη το 2019 έως την COP 28 στο Ντουμπάι το 2023, βασίστηκαν σε αυτούς τους στόχους, προωθώντας την ταχύτερη μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα (UNFCCC, 2024).

Ο Διεθνής Ναυτιλιακός Οργανισμός (IMO) έχει επίσης διαδραματίσει καθοριστικό ρόλο στη μείωση των θαλάσσιων εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Τον Απρίλιο του 2018, ο IMO υιοθέτησε μια αρχική στρατηγική με στόχο τη μείωση των εκπομπών από τα πλοία, την οποία ακολούθησε τον Οκτώβριο του 2018 ένα στρατηγικό πρόγραμμα για τη διασφάλιση της συμμόρφωσης με αυτό το χρονοδιάγραμμα. Μέχρι τον Ιούλιο του 2023, ο IMO εισήγαγε τη στρατηγική για τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου από τα πλοία, με στόχο την επίτευξη καθαρών μηδενικών εκπομπών περίπου μέχρι το 2050. Η στρατηγική αυτή περιλαμβάνει στόχους για τη μείωση των ετήσιων εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου από τη διεθνή ναυτιλία κατά τουλάχιστον 20% (με στόχο το 30%) έως το 2030 και κατά τουλάχιστον 70% (με στόχο το 80%) έως το 2040, σε σχέση με τα επίπεδα του 2008. Οι προσπάθειες αυτές αντικατοπτρίζουν τη δέσμευση του IMO να μετριάσει τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις των διεθνών θαλάσσιων μεταφορών (IMO, 2023).

Η Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ) έχει διατυπώσει τις κλιματικές της φιλοδοξίες μέσω της ευρωπαϊκής πράσινης συμφωνίας, η οποία δρομολογήθηκε το 2019 και έχει ως στόχο να καταστήσει την Ευρώπη την πρώτη κλιματικά ουδέτερη ήπειρο έως το 2050. Η δέσμη μέτρων «Fit for 55», που θεσπίστηκε τον Ιούλιο του 2021, θέτει ως στόχο τη μείωση των εκπομπών κατά 55% έως το 2030 σε σύγκριση με τα επίπεδα του 1990. Η δέσμη αυτή περιλαμβάνει

σημαντικά νομοθετικά μέτρα που επηρεάζουν τις θαλάσσιες μεταφορές, όπως ο κανονισμός της ΕΕ για τα καύσιμα στη ναυτιλία και ο κανονισμός για τις υποδομές εναλλακτικών καυσίμων (AFIR), οι οποίοι επιβάλλουν τη μείωση της έντασης των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και την παροχή χερσαίας παροχής ενέργειας (OPS) και εγκαταστάσεων ανεφοδιασμού με υγροποιημένο φυσικό αέριο στους λιμένες. Οι εν λόγω κανονισμοί, που ισχύουν από τον Ιανουάριο του 2025 και έως το 2030, αντίστοιχα, αποτελούν παράδειγμα της προληπτικής στάσης της ΕΕ για την απαλλαγή του ναυτιλιακού τομέα από τον άνθρακα και την ενίσχυση της βιωσιμότητας των λιμένων (Puig et al., 2024).

Συμπέρασμα

Η κλιματική αλλαγή έχει μετατραπεί σε μετασχηματιστική επιρροή, μεταβάλλοντας τη δυναμική του παγκόσμιου θαλάσσιου εμπορίου. Οι εκτεταμένες επιπτώσεις στο θαλάσσιο οικοσύστημα, τις ναυτιλιακές γραμμές, τις λιμενικές εγκαταστάσεις και τον σχεδιασμό των πλοίων απαιτούν άμεση και συνεργατική δράση από τον διεθνή ναυτιλιακό τομέα και τους πολιτικούς. Η άνοδος της στάθμης της θάλασσας, η υποβάθμιση των ακτών και η αυξανόμενη εμφάνιση σοβαρών καιρικών φαινομένων θέτουν σε κίνδυνο τόσο τη φυσική υποδομή των λιμένων και των πλοίων όσο και την οικονομική βιωσιμότητα του θαλάσσιου εμπορίου, ενός τομέα απαραίτητου για την παγκόσμια οικονομία.

Η αντιμετώπιση αυτών των προβλημάτων απαιτεί σημαντικές επενδύσεις στην ανθεκτικότητα των υποδομών, βελτιωμένες τεχνολογίες πρόβλεψης και ναυσιπλοΐας και την εφαρμογή βιώσιμων πρακτικών. Οι εξελίξεις στον σχεδιασμό των πλοίων, μαζί με την υιοθέτηση καυσίμων χαμηλών εκπομπών άνθρακα και ενεργειακά αποδοτικών τεχνολογιών, είναι απαραίτητες για τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και την ευθυγράμμιση της ναυτιλιακής βιομηχανίας με τους παγκόσμιους στόχους απαλλαγής από τον άνθρακα. Η έλευση νέων θαλάσσιων διαδρομών, συμπεριλαμβανομένων εκείνων στην Αρκτική, φέρνει ευκαιρίες και δυσκολίες που απαιτούν προσεκτική εξέταση των περιβαλλοντικών και υλικοτεχνικών ανησυχιών.

Η διεθνής συνεργασία είναι απαραίτητη για την αντιμετώπιση αυτών των προκλήσεων, με ρυθμιστικά πλαίσια όπως αυτά που δημιουργήθηκαν από τον Διεθνή Ναυτιλιακό Οργανισμό (IMO) να διαδραματίζουν καθοριστικό ρόλο στην καθοδήγηση του κλάδου προς τη βιωσιμότητα. Η ενσωμάτωση τεχνικών προσαρμογής, ρυθμιστικών μέτρων και τεχνικών βελτιώσεων είναι απαραίτητη για τη μακροπρόθεσμη ανθεκτικότητα και βιωσιμότητα του θαλάσσιου εμπορίου. Η ικανότητα του θαλάσσιου τομέα να προσαρμοστεί στην κλιματική αλλαγή θα επηρεάσει τον ρόλο του στην παγκόσμια οικονομική σταθερότητα και την περιβαλλοντική βιωσιμότητα.

Βιβλιογραφία

- Acciaro, M., Ghiara, H., & Cusano, M. I. (2014). Energy management in seaports: A new role for port authorities. *Energy Policy*, 71, 4–12.
<https://doi.org/10.1016/j.enpol.2014.04.013>
- Ali, Y., Soggi, C., Pretaroli, R., & Severini, F. (2017). Economic and environmental impact of transport sector on Europe economy. *Asia-Pacific Journal of Regional Science*, 2(2), 361–397. <https://doi.org/10.1007/s41685-017-0066-9>
- AMAP (2013), “Arctic Ocean Acidification Assessment: Summary for Policymakers”, Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP), Oslo, Norway,
www.amap.no/documents/doc/amap-arctic-ocean-acidification-assessmentsummary-for-policy-makers/808.
- Asariotis, R. (2020). Climate Change Impacts and Adaptation for Coastal Transportation Infrastructure: A Sustainable Development Challenge for SIDS in the Caribbean and Beyond. *CRC Press EBooks*, 253–264. <https://doi.org/10.1201/9780429441004-29>
- Azzara, A., Rutherford, D., & Wang, H. (2014). *Feasibility of IMO Annex VI Tier III implementation using Selective Catalytic Reduction*. https://theicct.org/wp-content/uploads/2021/06/ICCT_MarineSCR_Mar2014.pdf
- Bax, N., Williamson, A., Agüero, M., Gonzalez, E., & Geeves, W. (2003). Marine invasive alien species: a threat to global biodiversity. *Marine Policy*, 27(4), 313–323.
[https://doi.org/10.1016/s0308-597x\(03\)00041-1](https://doi.org/10.1016/s0308-597x(03)00041-1)
- Bazari, Z., & Longva, T. (2011). Assessment of IMO mandated energy efficiency measures for international shipping. International Maritime Organization, 10.
- Becker, A. H., Acciaro, M., Asariotis, R., Cabrera, E., Creteigny, L., Crist, P., Esteban, M., Mather, A., Messner, S., Naruse, S., Ng, A. K. Y., Rahmstorf, S., Savonis, M., Song, D.-W., Stenek, V., & Velegrakis, A. F. (2013). A note on climate change adaptation for seaports: a challenge for global ports, a challenge for global society. *Climatic Change*, 120(4), 683–695. <https://doi.org/10.1007/s10584-013-0843-z>
- Becker, A., Inoue, S., Fischer, M., & Schwegler, B. (2011). Climate change impacts on international seaports: knowledge, perceptions, and planning efforts among port administrators. *Climatic Change*, 110(1-2), 5–29. <https://doi.org/10.1007/s10584-011-0043-7>

- Becker, A., Inoue, S., Fischer, M., & Schwegler, B. (2011). Climate change impacts on international seaports: knowledge, perceptions, and planning efforts among port administrators. *Climatic Change*, 110(1-2), 5–29. <https://doi.org/10.1007/s10584-011-0043-7>
- Becker, A., Matson, P., Fischer, M., & Mastrandrea, M. (2014). Towards seaport resilience for climate change adaptation: Stakeholder perceptions of hurricane impacts in Gulfport (MS) and Providence (RI). *Progress in Planning*, 99, 1–49.
- Becker, A., Ng, A. K. Y., McEvoy, D., & Mullett, J. (2018). Implications of climate change for shipping: Ports and supply chains. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*, 9(2), e508. <https://doi.org/10.1002/wcc.508>
- Behar, A., & Venables, A. J. (2011). Transport costs and international trade. In *A handbook of transport economics*. Edward Elgar Publishing.
- Bekkers, E., Francois, J. F., & Rojas-Romagosa, H. (2018). Melting ice caps and the economic impact of opening the Northern Sea Route. *The Economic Journal*, 128(610), 1095-1127.
- Bergqvist, R., & Monios, J. (2019, January 1). *Chapter 1 - Green Ports in Theory and Practice* (R. Bergqvist & J. Monios, Eds.). ScienceDirect; Elsevier. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128140543000013>
- Bierling, D., & Lorented, P. (2008). Ports and climate change: perceptions and planning practice. In 2008 Texas Ports and Waterways Conference. Texas Transportation Institute, Galveston.
- Bloom, N., Draca, M., & Van Reenen, J. (2016). Trade induced technical change? The impact of Chinese imports on innovation, IT and productivity. *The review of economic studies*, 83(1), 87-117.
- Borchert, I., Larch, M., Shikher, S., & Yotov, Y. V. (2020). The International Trade and Production Database for Estimation (ITPD-E). *International Economics*. <https://doi.org/10.1016/j.inteco.2020.08.001>
- Boyd, P. W., & Doney, S. C. (2002). Modelling regional responses by marine pelagic ecosystems to global climate change. *Geophysical Research Letters*, 29(16), 53–5153–54. <https://doi.org/10.1029/2001gl014130>

- Can, M., Ahmed, Z., Mercan, M., & Kalugina, O. A. (2021). The role of trading environment-friendly goods in environmental sustainability: Does green openness matter for OECD countries? *Journal of Environmental Management*, 295, 113038. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.113038>
- Chhetri, P., Jayatilleke, G., Gekara, V., Manzoni, A., & Corbitt, B. (2015). Simulating the impact of extreme weather events on port operations. Oxfordshire, UK: Taylor and Francis
- Christodoulou, A., & Demirel, H. (2018). Impacts of climate change on transport: A focus on airports, seaports and inland waterways.
- Christodoulou, A., & Demirel, H. (2018). Impacts of climate change on transport: A focus on airports, seaports and inland waterways.
- Cinner, J. E., Adger, W. N., Allison, E. H., Barnes, M. L., Brown, K., Cohen, P. J., Gelcich, S., Hicks, C. C., Hughes, T. P., Lau, J., Marshall, N. A., & Morrison, T. H. (2018). Building adaptive capacity to climate change in tropical coastal communities. *Nature Climate Change*, 8(2), 117–123. <https://doi.org/10.1038/s41558-017-0065-x>
- Coffel, E. D., Thompson, T. R., & Horton, R. M. (2017). The impacts of rising temperatures on aircraft takeoff performance. *Climatic Change*, 144(2), 381–388. <https://doi.org/10.1007/s10584-017-2018-9>
- Council, Arctic. (2009). Arctic marine shipping assessment 2009 report.
- Dellink, R., Hwang, H., Lanzi, E., & Chateau, J. (2017). International trade consequences of climate change. *Www.oecd-ilibrary.org*. <https://doi.org/10.1787/9f446180-en>
- Doney, S. (2007). Effects of climate change and ocean acidification on living marine resources. *Marine Scientist*, 20, 5-7.
- EMSA. (2021, December 6). *Το θαλάσσιο εμπόριο, “αιμοδότης” της οικονομίας της ΕΕ - Ναυτικά Χρονικά*. Ναυτικά Χρονικά. <https://www.naftikachronika.gr/2021/12/06/to-thalassio-emporio-aimodotis-tis-oikonomias-tis-ee/>
- Facilitation, T. (2019). United Nations Conference on Trade and Development.
- Fernando, R., Liu, W., & McKibbin, W. J. (2021). Global economic impacts of climate shocks, climate policy and changes in climate risk assessment. *Climate Policy and Changes in Climate Risk Assessment* (May 2021). CEPR Discussion Paper No. DP16154.

- Fisk, G. (2017). *Guidelines for planning and adaptive responses Climate risks and adaptation pathways for coastal transport infrastructure*.
https://coastadapt.com.au/sites/default/files/factsheets/RR7_Guidelines_Climate_Risks_Coastal_Transport.pdf
- Fujii, T., & Raffaelli, D. (2008). Sea-level rise, expected environmental changes, and responses of intertidal benthic macrofauna in the Humber estuary, UK. *Marine Ecology Progress Series*, 371, 23–35. <https://doi.org/10.3354/meps07652>
- Fusaro, M., & Polónia, A. (2010). Maritime History as Global History? The methodological challenges and a future research agenda.
- Fusaro, M., & Polónia, A. (Eds.). (2017). *Maritime history as global history*. Liverpool University Press.
- Gallivan, F., Bailey, K., & O'Rourke, L. (2009). Planning for Impacts of Climate Change at U.S. Ports. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2100(1), 15–21. <https://doi.org/10.3141/2100-02>
- Gozgor, G. (2017). Does trade matter for carbon emissions in OECD countries? Evidence from a new trade openness measure. *Environmental Science and Pollution Research*, 24(36), 27813–27821. <https://doi.org/10.1007/s11356-017-0361-z>
- Grenzeback, L., & Lukmann, A. (2008). *Case Study of the Transportation Sector's Response to and Recovery from Hurricanes Katrina and Rita*.
<https://onlinepubs.trb.org/onlinepubs/sr/sr290grenzenbacklukmann.pdf>
- Gries, T., & Redlin, M. (2012, June). Trade openness and economic growth: a panel causality analysis. In International conferences of RCIE, KIET, and APEA, March (Vol. 16, p. 18).
- Guinotte, J. M., & Fabry, V. J. (2008). Ocean acidification and its potential effects on marine ecosystems. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1134(1), 320–342.
<https://doi.org/10.1196/annals.1439.013>
- Hansen, C. Ø., Grønsedt, P., Graversen, C. L., & Hendriksen, C. (2016). Arctic Shipping: Commercial Opportunities and Challenges. In *research.cbs.dk*. CBS Maritime.
<https://research.cbs.dk/en/publications/arctic-shipping-commercial-opportunities-and-challenges>

- Hanson, S., & Nicholls, R. J. (2012). Extreme flood events and port cities through the twenty-first century: Implications of climate change and other drivers. In *Maritime transport and the climate change challenge* (pp. 271-293). Routledge.
- Hawken, P. (Ed.). (2017). *Drawdown: The most comprehensive plan ever proposed to reverse global warming*. Penguin.
- Hegerl, G. C., Brönnimann, S., Cowan, T., Friedman, A. R., Hawkins, E., Iles, C., ... & Undorf, S. (2019). Causes of climate change over the historical record. *Environmental Research Letters*, 14(12), 123006.
- Heininen, L., H. Exner-Pirot and J. Plouffe (eds.) (2015), *Arctic Yearbook 2015*, Northern Research Forum, Akureyri, Iceland.
- Hoshino, S., Esteban, M., Mikami, T., Takagi, H., & Shibayama, T. (2015). Estimation of increase in storm surge damage due to climate change and sea level rise in the Greater Tokyo area. *Natural Hazards*, 80(1), 539–565. <https://doi.org/10.1007/s11069-015-1983-4>
- Hummels, D. (2007). Transportation Costs and International Trade in the Second Era of Globalization. *Journal of Economic Perspectives*, 21(3), 131–154. <https://doi.org/10.1257/jep.21.3.131>
- IATA Economics, (2017). Assessment of Hurricane Irma and Maria's impacts on aviation, available at: <https://www.iata.org/publications/economics/Reports/Impact-of-HurricanesIrma-and-Maria.pdf>.
- IDB, (2019). Damages and other impacts on Bahamas by Hurricane Dorian estimated at \$3.4 billion: report, Press release, 15 November 2019, available at: <https://www.iadb.org/en/damages-andother-impacts-bahamas-hurricane-dorian-estimated34-billion-report>.
- IMO (2018). Adoption of the Initial IMO Strategy on Reduction of GHG Emissions from Ships and Existing IMO Activity Related to Reducing GHG Emissions in the Shipping Sector. Available online: https://unfccc.int/sites/default/files/resource/250_IMO%20submission_Talanoa%20Dialogue_April%202018.pdf (accessed on 21 June 2024).
- IMO (2023). IMO Strategy on Reduction of GHG Emissions from Ships. Available online: <https://www.imo.org/en/OurWork/Environment/Pages/2023-IMO-Strategy-on-Reduction-of-GHG-Emissions-from-Ships.aspx> (accessed on 21 June 2024).

- IPCC (2007), *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* Solomon, S. et al. (eds.), Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- IPCC (2012), *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation, A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Field, C.B. et al. (eds.), Cambridge University Press, Cambridge, UK, and New York, NY, USA.
- IPCC (2014), *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects, Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Field, C.B. et al. (eds.), Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1132 pp.
- Jevrejeva, S., Jackson, L. P., Grinsted, A., Lincke, D., & Marzeion, B. (2018). Flood damage costs under the sea level rise with warming of 1.5 °C and 2 °C. *Environmental Research Letters*, 13(7), 074014. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aacc76>
- Kaddo, J. R. (2016). *Climate Change: Causes, Effects, and Solutions. A with Honors Projects*. 164.
- Karambas, T. V. (2014). Modelling of climate change impacts on coastal flooding/erosion, ports and coastal defence structures. *Desalination and Water Treatment*, 54(8), 2130–2137. <https://doi.org/10.1080/19443994.2014.934115>
- Kennedy, V. S., Twilley, R. R., Kleypas, J. A., Cowan Jr, J. H., & Hare, S. R. (2002). Coastal and marine ecosystems & global climate change. Pew Center on Global Climate Change.
- Koetse, M. J., & Rietveld, P. (2009). The impact of climate change and weather on transport: An overview of empirical findings. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 14(3), 205–221. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2008.12.004>
- Kopp, R. E., Horton, R. M., Little, C. M., Mitrovica, J. X., Oppenheimer, M., Rasmussen, D. J., ... Tebaldi, C. (2014). Probabilistic 21st and 22nd century sea-level projections at a global network of tide-gauge sites. *Earth's Future*, 2, 383–406

- Lam, J. S. L., Liu, C., & Gou, X. (2017). Cyclone risk mapping for critical coastal infrastructure: Cases of east Asian seaports. *Ocean & Coastal Management*, 141, 43–54.
- Leal Filho, W. (Ed.). (2018). *Climate change impacts and adaptation strategies for coastal communities* (pp. 478-pp). Springer International Publishing.
- Lenton, T., Footitt, A., & Dlugolecki, A. (2009). Major tipping points in the earth's climate system and consequences for the insurance sector. World Wide Fund for Nature.
- Liu et al. (2014), International trade buffers the impact of future irrigation shortfalls, *Global Environmental Change*, Vol. 29, pp. 22–3.
- Lockwood, M. (2010). Solar change and climate: an update in the light of the current exceptional solar minimum. *Proceedings of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 466(2114), 303-329.
- Maciejewski, M., & Wach, K. (2019). What determines export structure in the EU countries? The use of gravity model in international trade based on the panel data for the years 1995-2015. *Journal of International Studies*, 12(1).
- Maddocks, H. H. (2010). *Climate Change and the Transport Sector: Are we travelling in the right direction?* Maddocks Australia.
- Marengo, J. (2011). Climate change and extreme events in Brazil. Retrieved from <http://www.lloyds.com/~media/f032df0f232f44be81c5b0827c4d91fd.ashx>
- Masselink, G., & Russell, P. (2014). Impacts of Climate Change on Coastal Erosion. *Impacts of Climate Change on Coastal Erosion*. <https://doi.org/10.14465/2013.arc09.071-086>
- Masson-Delmotte, V., Zhai, P., Pirani, A., Connors, S. L., Péan, C., Berger, S., ... & Zhou, B. (2021). Climate change 2021: the physical science basis. Contribution of working group I to the sixth assessment report of the intergovernmental panel on climate change, 2(1), 2391.
- McEvoy, D., Mullett, J., Millin, S., Scott, H., & Trundle, A. (2013). *Understanding future risks to ports in Australia*. Gold Coast, Australia: National Climate Adaptation Research Facility

- Mendez, R., (2012). “Spain will comply with Kyoto with a purchase of CO2 balance”.
- Meng, Q., Zhang, Y., & Xu, M. (2016). Viability of transarctic shipping routes: a literature review from the navigational and commercial perspectives. *Maritime Policy & Management*, 44(1), 16–41. <https://doi.org/10.1080/03088839.2016.1231428>
- Mimura, N. (2013). Sea-level rise caused by climate change and its implications for society. *Proceedings of the Japan Academy, Series B*, 89(7), 281–301. <https://doi.org/10.2183/pjab.89.281>
- Monios, J., & Wilmsmeier, G. (2020). Deep adaptation to climate change in the maritime transport sector – a new paradigm for maritime economics? *Maritime Policy & Management*, 1–20. <https://doi.org/10.1080/03088839.2020.1752947>
- Nataliia Dziubanovska. (2019). Multifactor models for studying the EU countries’ international trade. *Економічний часопис - XXI*, 175(1-2), 29–34. <https://www.ceeol.com/search/article-detail?id=791623>
- Ng, A., Andrews, J., Babb, D., Lin, Y., & Becker, A. (2018). Impacts of climate change for shipping: Opening the Arctic seas. *WIREs Climate Change*, 9, e507. <https://doi.org/10.1002/wcc.507>
- Nurse-Bray, M., & Miller, T. (2011). Ports and Climate Change: Building Skills in Climate Change Adaptation, Australia. *Climate Change Management*, 273–282. https://doi.org/10.1007/978-3-642-22266-5_17
- Nurse-Bray, M., & Miller, T. (2011). Ports and Climate Change: Building Skills in Climate Change Adaptation, Australia. *Climate Change Management*, 273–282. https://doi.org/10.1007/978-3-642-22266-5_17
- OECD (2009), “How Further Trade Liberalization Would Change Greenhouse-Gas Emissions From International COM/TAD/ENV/JWPTE/RD(2009).
- OECD. (2018) Decarbonising Maritime Transport: Pathways to Zero-carbon Shipping by 2035. Paris: OECD.
- Orr, J. C., Fabry, V. J., Aumont, O., Bopp, L., Doney, S. C., Feely, R. A., Gnanadesikan, A., Gruber, N., Ishida, A., Joos, F., Key, R. M., Lindsay, K., Maier-Reimer, E., Matear, R., Monfray, P., Mouchet, A., Najjar, R. G., Plattner, G.-K., Rodgers, K. B., & Sabine, C. L. (2005). Anthropogenic Ocean Acidification over the Twenty-First Century and Its Impact on Calcifying Organisms. *Nature*, 437(7059), 681–686. <https://doi.org/10.1038/nature04095>

- Peters, S. E. (2008). Environmental determinants of extinction selectivity in the fossil record. *Nature*, 454(7204), 626–629. <https://doi.org/10.1038/nature07032>
- PIANC. (2020). CLIMATE CHANGE ADAPTATION PLANNING FOR PORTS AND INLAND WATERWAYS, REPORT N° 178. Brussels.
- PIANC. (2020). CLIMATE CHANGE ADAPTATION PLANNING FOR PORTS AND INLAND WATERWAYS, REPORT N° 178. Brussels.
- Poo, M. C.-P., Yang, Z., Dimitriu, D., & Qu, Z. (2018). Review on Seaport and Airport Adaptation to Climate Change: A Case on Sea Level Rise and Flooding. *Marine Technology Society Journal*, 52(2), 23–33. <https://doi.org/10.4031/mts.j.52.2.4>
- Port Strategy. (2015). Chennai port operations crippled by floods. Retrieved from <http://www.portstrategy.com/news101/world/asia/chennai-port-operations-crippled-by-floods>
- Portillo Juan, N., Negro Valdecantos, V., & del Campo, J. M. (2022). Review of the Impacts of Climate Change on Ports and Harbours and Their Adaptation in Spain. *Sustainability*, 14(12), 7507. <https://doi.org/10.3390/su14127507>
- Potier, M., & Less, C. T. (2008). Trade and Environment at the OECD: Key Issues since 1991. *Www.oecd-ilibrary.org*. <https://doi.org/10.1787/235751371440>
- Prakash, S. (2021). Impact of Climate change on Aquatic Ecosystem and its Biodiversity: An overview. *International Journal of Biological Innovations*, 3(2).
- PSA Horizons. (2020). PSA INTERNATIONAL SUSTAINABILITY REPORT 2020. Singapore.
- Puig, M., Arnau Cirera, Wooldridge, C., Fani Sakellariadou, & Darbra, R. M. (2024). Mega Ports' Mitigation Response and Adaptation to Climate Change. *Journal of Marine Science and Engineering*, 12(7), 1112. <https://doi.org/10.3390/jmse12071112>
- Rahmstorf, S. (2007). A Semi-Empirical Approach to Projecting Future Sea-Level Rise. *Science*, 315(5810), 368–370. <https://doi.org/10.1126/science.1135456>
- Rajagopal, S., & Zhang, P. (2020). How widespread is the usage of the Northern Sea Route as a commercially viable shipping route? A statistical analysis of ship transits from 2011 to 2018 based on empirical data. *Marine Policy*, 104300. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2020.104300>
- Rosa, R., Pimentel, M. S., Boavida-Portugal, J., Teixeira, T., Trübenbach, K., & Diniz, M. (2012). Ocean Warming Enhances Malformations, Premature Hatching, Metabolic Suppression and Oxidative Stress in the Early Life Stages of a Keystone Squid. *PLoS ONE*, 7(6), e38282. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0038282>

- Sarman, V., Neelmani, R., Chandravanshi, M., Pal, V., Sarman, V., Ud, M., & Tn. (2019). Impacts of climate change on marine biodiversity. ~ 425 ~ *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 7(2), 425–430.
<https://www.entomoljournal.com/archives/2019/vol7issue2/PartH/7-1-346-544.pdf>
- Schumacher, R. (2012). Adam Smith's theory of absolute advantage and the use of doxography in the history of economics. *Erasmus Journal for Philosophy and Economics*, 5(2), 54-80.
- Scott, H., McEvoy, D., Chhetri, P., Basic, F., & Mullett, J. (2013). Climate change adaptation guidelines for ports. Enhancing the resilience of seaports to a changing climate report series, National Climate Change Adaptation Research Facility, Gold Coast, 26.
- Smythe T. (2013). Assessing the impacts of hurricane sandy on the port of new york and new jersey's maritime responders and response infrastructure. Quick Response Report No. 238: Final Report to the University of Colorado Natural Hazards Center.
- Soares A., Antunes J. (2012) «The Effects of International Trade on Economic Growth: An empirical comparison between Portugal and the Netherlands», Master Thesis, Lisbon University Institute
- Somerville, R. C., & Hassol, S. J. (2011). Communicating the science of climate change. *Physics Today*, 64(10), 48-53.
- Spengler, T., & Wilmsmeier, G. (2019, January 1). *Chapter 7 - Sustainable Performance and Benchmarking in Container Terminals—The Energy Dimension* (R. Bergqvist & J. Monios, Eds.). ScienceDirect; Elsevier.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128140543000074>
- Stern, D. I., & Kaufmann, R. K. (2014). Anthropogenic and natural causes of climate change. *Climatic change*, 122, 257-269.
- Stive, M. J. F., Ranasinghe, R., & Cowell, P. J. (2009). Sea Level Rise and Coastal Erosion. *Handbook of Coastal and Ocean Engineering*, 1023–1037.
https://doi.org/10.1142/9789812819307_0037

- Stockbruegger, J., & Bueger, C. (2024). From mitigation to adaptation: Problematizing climate change in the maritime transport industry. *Wiley Interdisciplinary Reviews. Climate Change*. <https://doi.org/10.1002/wcc.894>
- Strauss-Wieder, A. (2014). Superstorm sandy lessons learned from a major port and supply chain disruption. Transportation Research Board. Retrieved from <http://www.asw.com/wp-content/uploads/2014-TRB-Sandy-Lessons-revised-010114.pdf>
- Styhre, L., Winnes, H., Black, J., Lee, J., & Le-Griffin, H. (2017). Greenhouse gas emissions from ships in ports – Case studies in four continents. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 54, 212–224. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2017.04.033>
- Suarez, P., Anderson, W., Mahal, V., & Lakshmanan, T. R. (2005). Impacts of flooding and climate change on urban transportation: A systemwide performance assessment of the Boston Metro Area. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 10(3), 231–244. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2005.04.007>
- Tang, K. H. D. (2020). Implications of climate change on marine biodiversity. *Global Journal of Agriculture and Soil Science*, 1(1), 1-6.
- UK Environment Agency. (2016). The costs and impacts of the winter 2013 to 2014 floods. Non-technical report. Retrieved from http://rpaltd.co.uk/uploads/report_files/the-costs-and-impacts-of-the-winter-2013-to-2014-floods-non-technical-report.pdf
- UNCTAD (2014), “Review of Maritime Transport”, UNCTAD/RMT/2014, United Nations Publication, Geneva.
- UNCTAD, (2019) Ad Hoc Expert Meeting on Climate Change Adaptation for International Transport: Preparing for the Future, [Presentations], available at: <https://unctad.org/en/pages/MeetingDetails.aspx?meetingid=2092>.
- UNCTAD, 2016. Review of Maritime Transport, Switzerland: United Nations.
- UNECE (2020) Report of the Group of Experts on Climate Change Impacts and Adaptation for Transport Networks and Nodes available at: https://unece.org/sites/default/files/2021-01/ECETRANS-283e_web.pdf
- UNFCCC (2024). The Paris Agreement. Available online: <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement>
- United Nations Conference on Trade and Development. (2020). Climate change adaptation for seaports in support of the 2030 Agenda for Sustainable Development. Geneva.

- USCCSP. United States Climate Change Science Program (2008). Impacts of climate change and variability on transportation systems and infrastructure: Gulf Coast Study, Phase I . Transportation <http://www.climate-science.gov/Library/sap/sap4-7/finalreport/> USEPA. =
- Vitousek, S., Barnard, P. L., Fletcher, C. H., Frazer, N., Erikson, L., & Storlazzi, C. D. (2017). Doubling of coastal flooding frequency within decades due to sea-level rise. *Scientific Reports*, 7, 1399.
- Wallace – Wells, D., (2019). “The Uninhabitable Earth: Life After Warming”. Tim Duggan Books; 1st edition, pp. 105 – 111.
- Wessel J., (2019) «Evaluating the Transport-Mode-Specific Trade Effects of Different Transport Infrastructure Types», Institute of Transport Economics Münster, Working Paper No. 27
- WMO, (2018). Statement on the State of the Global Climate. World Meteorological Organization Report 1212. https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=4453.
- World Trade Report, (2020) available at:
https://www.wto.org/english/res_e/statis_e/wts2020_e/wts20_toc_e.htm
- Wright, P. (2013). Impacts of climate change on ports and shipping. *SCIENCE REVIEW MCCIP Science Review*, 2013, 263–270. <https://doi.org/10.14465/2013.arc28.263-270>
- WTO (2009), “Trade and Climate Change”, World Trade Organization (WTO) and United Nations Environment Programme (UNEP).
- Yamano, N., & Guilhoto, J. (2020). CO2 emissions embodied in international trade and domestic final demand: Methodology and results using the OECD Inter-Country Input-Output Database. *Www.oecd-ilibrary.org*. <https://doi.org/10.1787/8f2963b8-en>
- Yang, Z., Ng, A. K. Y., Lee, P. Tae-Woo., Wang, T., Qu, Zhuohua., Sanchez Rodrigues, V., Pettit, S., Harris, I., Zhang, D., & Lau, Y. (2018). Risk and cost evaluation of port adaptation measures to climate change impacts. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 61, 444–458. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2017.03.004>

- Yao, C.-L., & Somero, G. N. (2014). The Impact of Ocean Warming on Marine Organisms. *Chinese Science Bulletin*, 59(5-6), 468–479. <https://doi.org/10.1007/s11434-014-0113-0>
- Zhang, J., Pan, J., & Jing, W. (2020). Motivating role of type H vessels in bone regeneration. *Cell proliferation*, 53(9), e12874.
- E.B.E. ΠΕΙΡΑΙΩΣ. (2015). *Εμποροβιομηχανικό Επιμελητήριο Πειραιά - Αρθρα*. Pcci.gr. <https://www.pcci.gr/evep/articles/article.jsp>
- Ευρωπαϊκή Επιτροπή. (2018, July 17). *Στρατηγική για τη μακροπρόθεσμη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου στην ΕΕ*. Climate Action. https://climate.ec.europa.eu/strategy-long-term-eu-greenhouse-gas-emissions-reductions_el
- Πένη Χαλάτση. (2023, December 12). Το διεθνές εμπόριο άλλος ένα μεγάλος “ασθενής” της κλιματικής κρίσης. Insider; Insider.gr. <https://www.insider.gr/sustainability/301421/diethnes-emporio-allos-ena-megalos-asthenis-tis-klimatikis-krisis>
- Τεμπέλη, Π., 2014. Institutional Repository of Scientific Publications. Available at: <http://ikee.lib.auth.gr/record/136083/files/GRI-2015-14023.pdf>
- Χατζηδημητρίου, Ε. (2019). Διεθνές εμπόριο: από την παγκοσμιοποίηση σε πρόσφατες τάσεις για προστατευτισμό.
- Χολέβας, Γ. Κ., 1997. ΔΙΕΘΝΕΙΣ ΕΜΠΟΡΙΚΕΣ ΣΧΕΣΕΙΣ ΔΙΕΘΝΕΣ ΕΜΠΟΡΙΟ. 1η Έκδοση επιμ. ΑΘΗΝΑ: INTERBOOKS
- Η διώρυγα του Παναμά χάνει τη μάχη με τη μεγάλη ξηρασία. Μειώνονται οι διελεύσεις, σχέδιο 2 δισ. δολ. για τη διάσωση του υδάτινου δρόμου | Bloomberg την **1αν 7, 2024** <https://www.kythiraika.gr/i-dioryga-toy-panama-chanei-ti-machi-me-ti-megali-xirasia/>
- Drought in Panama is disrupting global shipping. <https://www.woodwellclimate.org/drought-panama-canal-7-graphics/>

Μπορεί η αρκτική να αντικαταστήσει το Σουέζ; <https://www.newmoney.gr/roh/palmos-oikonomias/business-stories/bori-i-arktiki-na-antikatastisi-to-souez-chartis-tweet/>

Ο εφιάλτης της ξηρασίας επιστρέφει στον Ρήνο

<https://www.naftikachronika.gr/2024/08/30/i-efialtis-tis-xirasias-epistrefei-ston-rino/>