



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ**  
**ΣΧΟΛΗ ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΩΝ, ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ**  
**ΚΑΙ ΚΟΙΝΩΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ**  
**ΤΜΗΜΑ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ**

**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ**  
**«Οργάνωση, Λειτουργία, Ανάπτυξη & Διοίκηση Λιμένων»**

**ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**Θέμα:**

**«ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ ΣΤΟΥΣ**  
**ΛΙΜΕΝΕΣ»**

---

**«EFFECTS OF CLIMATE CHANGE ON PORTS»**

**«ΧΡΙΣΤΙΝΑ» «ΚΥΡΙΑΚΟΥ»(Α.Μ.: «ΔΔΜ-21006»)**

**«Επιβλ.»: «Δρ ΘΕΟΔΩΡΑ ΓΙΑΝΤΣΗ , ΕΔΙΠ ΕΜΠ»**

**Αθήνα**

**«ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ»«2024»**

**ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ**

Η κάτωθι υπογεγραμμένη Χριστίνα Κυριακού του Νικολάου με αριθμό μητρώου ΔΛΜ-21006 φοιτήτρια του Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών Οργάνωση, Λειτουργία, Ανάπτυξη & Διοίκηση Λιμένων του Τμήματος του Τμήματος Διοίκησης Επιχειρήσεων της Σχολής Διοικητικών, Οικονομικών & Κοινωνικών Επιστημών του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής, δηλώνω ότι:

«Είμαι συγγραφέας αυτής της μεταπτυχιακής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της, είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, οι όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε ακριβώς είτε παραφρασμένες, αναφέρονται στο σύνολό τους, με πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Επίσης, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία έχει συγγραφεί από μένα αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής μου, όσο και του Ιδρύματος.

Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του πτυχίου μου».

Η Δηλούσα

*ΧΡΙΣΤΙΝΑ ΚΥΡΙΑΚΟΥ*

ΧΡΙΣΤΙΝΑ ΚΥΡΙΑΚΟΥ

## Μέλη Τριμελούς Επιτροπής

1. Θεοδώρα Γιαντσή

2. Νικόλαος Τσότσολας

3. Φαίδων Κομισόπουλος

## **ΑΦΙΕΡΩΣΗ**

*«Πυραμίδα ο άνθρωπος.*

*Στη βάση του το κτήνος,*

*Στην κορυφή ο Θεός.*

*Χρέος μας η ανηφόρα».*

*N. Καζαντζάκης*

Στους τρεις «βράχους» της ζωής μου, Κώστας, Κατερίνα, Βαγγέλης.

## **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

Θερμές ευχαριστίες και ευγνωμοσύνη εκφράζω στην επιβλέπουσα καθηγήτριά μου Δρ Θεοδώρα Γιαντσή για την καθοδήγηση και τις πολύτιμες συμβουλές της ιδιαίτερα στην εκπόνηση της διπλωματικής μου εργασίας.

Ευχαριστίες οφείλω σε όλους τους καθηγητές μου για τη γνώση, την εμπειρία και τις πολύτιμες συμβουλές που μας παρείχαν απλόχερα.

Τέλος ένα ιδιαίτερα μεγάλο ευχαριστώ οφείλω στον σύζυγο μου Κώστα και στα παιδιά μου Κατερίνα και Βαγγέλη, για την βοήθεια, την υπομονή και τη στήριξή τους.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Κατά τις τελευταίες δεκαετίες η παγκόσμια οικονομία και κοινωνία μεταβάλλονται με ταχείς ρυθμούς. Σε αυτό καθοριστικό ρόλο έχουν διαδραματίσει σημαντικά γεγονότα, όπως η κατακόρυφη αύξηση του παγκόσμιου πληθυσμού, η έντονη εκβιομηχάνιση και η πρόοδος της τεχνολογίας. Τα στοιχεία αυτά, οδήγησαν στην ανάγκη για την παραγωγή όλο και μεγαλύτερων όγκων προϊόντων για τις ανάγκες των ανθρώπων, καθώς και στην διεύρυνση του διεθνούς εμπορίου όπου εξέχουσα θέση κατέχει η ναυτιλία. Ενώ, όμως, οι ανάγκες καλύπτονται επαρκώς, τουλάχιστον στις περισσότερες περιοχές του κόσμου, η ογκώδης κατανάλωση των φυσικών πόρων, αλλά και οι επιπτώσεις αυτής έχουν εντείνει το φαινόμενο της κλιματικής αλλαγής. Οι απότομες μεταβολές στην ατμοσφαιρική θερμοκρασία, στις εντάσεις των ανέμων, στην χημική σύσταση των υδάτων, στην στάθμη της θάλασσας και στην ένταση των βροχοπτώσεων δημιουργούν έντονα φυσικά φαινόμενα που προκαλούν καταστροφές και απειλούν ακόμα και την ίδια την ανθρώπινη ύπαρξη. Τα λιμάνια, λόγω της θέσης τους είναι ιδιαίτερα ευάλωτα στις κλιματικές μεταβολές, καθώς μπορούν πολύ εύκολα να υποστούν ζημιές από τους δυνατούς ανέμους, την άνοδο της στάθμης στην θάλασσα, αλλά και τη διάβρωση στις παράκτιες ζώνες. Δεδομένου, επιπρόσθετα, της σημασίας που κατέχουν τα λιμάνια στη διεθνή ανταλλαγή εμπορευμάτων, γίνεται εύκολα αντιληπτή η σοβαρότητα με την οποία πρέπει να αντιμετωπίζονται στις περιοχές αυτές οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής. Η παρούσα διπλωματική εργασία εστιάζει στην επίδραση της κλιματικής αλλαγής στις λιμενικές εγκαταστάσεις, καθώς και στους τρόπους που υιοθετούν σήμερα οι λιμένες διεθνώς προκειμένου να διαχειριστούν τις νέες κλιματικές προκλήσεις. Η άνοδος της στάθμης της θάλασσας και η μόλυνση της ατμόσφαιρας είναι οι κύριες προκλήσεις στις οποίες εμπλέκονται οι λιμένες με αποτέλεσμα διεθνώς οι λιμενικές αρχές να έχουν ήδη υιοθετήσει δράσεις που στόχο έχουν την μείωση του περιβαλλοντικού αποτυπώματος και την μετάβαση σε πράσινες κι έξυπνες πρακτικές. Παραδείγματα τέτοιων πρακτικών από τα μεγαλύτερα λιμάνια του κόσμου σχολιάζονται και υπογραμμίζουν την βαρύτητα της κλιματικής αλλαγής στην λιμενική βιομηχανία.

Η παρούσα διπλωματική εργασία εστιάζει στην επίδραση της κλιματικής αλλαγής στις λιμενικές εγκαταστάσεις, καθώς και στους τρόπους που υιοθετούν σήμερα οι λιμένες διεθνώς προκειμένου να διαχειριστούν τις νέες κλιματικές προκλήσεις.

*Λέξεις Κλειδιά: Κλιματική Αλλαγή, Λιμένες.*

## **ABSTRACT**

In recent decades, the global economy and society have been changing rapidly. Important events have played a decisive role in this, such as the skyrocketing world population, intense industrialization and technological progress. These elements led to the need for the production of ever greater volumes of products for people's needs, as well as the expansion of international trade where shipping occupies a prominent position. However, while the needs are sufficiently covered, at least in most regions of the world, the massive consumption of natural resources, but also the effects of this have intensified the phenomenon of climate change. Sudden changes in atmospheric temperature, wind speeds, water chemistry, sea level and rainfall intensity create intense natural phenomena that cause disasters and even threaten human existence itself. Ports, due to their location, are particularly vulnerable to climate changes, as they can very easily be damaged by strong winds, rising sea levels, and erosion in coastal zones. Given, in addition, the importance of ports in the international exchange of goods, it is easy to see the seriousness with which the effects of climate change must be dealt with in these regions. This thesis focuses on the impact of climate change on port facilities, as well as the ways that ports are currently adopting internationally in order to manage the new climate challenges. The rise of the sea level and the pollution of the atmosphere are the main challenges in which the ports are involved, with the result that internationally the port authorities have already adopted actions aimed at reducing the environmental footprint and the transition to green and smart practices. Examples of such practices from the world's largest ports are commented on and highlight the gravity of climate change in the port industry.

This thesis focuses on the impact of climate change on port facilities, as well as the ways ports are currently adopting internationally in order to manage the new climate challenges.

***Keywords: Climate Change, Sea Ports.***



# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	vii
ABSTRACT.....	ix
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ.....	x
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΠΙΝΑΚΩΝ.....	xi
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ.....	xii
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΣΧΗΜΑΤΩΝ.....	xii
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΕΙΚΟΝΩΝ.....	xii
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	1
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΤΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΤΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ.....	3
2.1 Το κλίμα.....	3
2.2 Η εξέλιξη της κλιματικής αλλαγής στον χρόνο.....	5
2.3 Αίτια της κλιματικής αλλαγής.....	11
2.4 Συνέπειες της κλιματικής αλλαγής.....	13
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. Η ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ ΚΑΙ ΟΙ ΛΙΜΕΝΕΣ.....	16
3.1 Γενικά για τον περιβαλλοντικό κίνδυνο στα λιμάνια.....	16
3.2 Η μεταβολή της θαλάσσιας στάθμης.....	24
3.3 Οι έντονες καταγίδες.....	25
3.4 Η χημική σύσταση των θαλάσσιων υδάτων.....	27
3.5 Η άνοδος της θερμοκρασίας στην ατμόσφαιρα.....	28
3.6 Η μεταβολή των ανέμων.....	29
3.7 Η εμφάνιση υετού και ομίχλης.....	29
3.8 Η επίδραση στις μεταφορές και το εμπόριο.....	30
3.9 Κατανάλωση ενέργειας και κλιματική αλλαγή.....	33
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΕΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΤΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ ΑΠΟ ΤΟΥΣ ΛΙΜΕΝΕΣ.....	36
4.1 Κύριες επισημάνσεις γενικού χαρακτήρα.....	36

4.2	Πράσινα λιμάνια .....	53
4.3	Έξυπνα λιμάνια.....	56
4.4	Παραδείγματα από τον διεθνή χώρο .....	58
4.4.1	Το λιμάνι του Ρότερνταμ.....	58
4.4.2	Το λιμάνι του Αμβούργου .....	61
4.4.3	Το λιμάνι του Λονδίνου .....	63
4.4.4	Το λιμάνι του Long Beach.....	65
4.4.5	Το λιμάνι Νέας Υόρκης- Νιού Τζέρσεϋ.....	67
4.4.6	Το λιμάνι της Σιγκαπούρης .....	69
4.4.7	Το λιμάνι της Σαγκάης.....	71
4.4.8	Το λιμάνι του Τόκιο .....	72
4.5	Τα ελληνικά λιμάνια .....	74
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ .....		78
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ .....		80

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1.	Σενάρια μεταβολής κλιματικής αλλαγής.....	7
Πίνακας 2.	Οι προκλήσεις της κλιματικής αλλαγής για την ναυτιλία .....	19
Πίνακας 3.	Πιθανή επίδραση στις μεταβολές κλιματικών παραμέτρων στην λειτουργία των λιμενικών υποδομών .....	20
Πίνακας 4.	Οι διαστάσεις της ανθεκτικότητας στα λιμάνια.....	39
Πίνακας 5.	Μέτρα προσαρμογής σε εκδηλώσεις της κλιματικής αλλαγής στα λιμάνια .....	44
Πίνακας 6.	Ενδεικτικοί κίνδυνοι από μεταβολές στο κλίμα για τα λιμάνια του Ηνωμένου Βασιλείου .....	47
Πίνακας 7.	Εκτίμηση κινδύνων .....	52

## **ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ**

Γράφημα 1. Μεταβολή στην θερμοκρασία της παγκόσμιας ατμόσφαιρας, 1880-2021	7
Γράφημα 2. Προβολές μεταβολών της θερμοκρασίας της επιφάνειας του πλανήτη σύμφωνα με τη Διακυβερνητική Επιτροπή για την Κλιματική Αλλαγή	7

## **ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΣΧΗΜΑΤΩΝ**

Σχήμα 1. Στάδια προσαρμογής λιμένων στην κλιματική αλλαγή	41
---	----

## **ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΕΙΚΟΝΩΝ**

Εικόνα 1. Αλλαγή της στάθμης της θάλασσας	14
Εικόνα 2. Το λιμάνι του Ρότερνταμ	60
Εικόνα 3. Το λιμάνι του Αμβούργου	62
Εικόνα 4. Το λιμάνι του Λονδίνου	64
Εικόνα 5. Το λιμάνι του Long Beach	65
Εικόνα 6. Το λιμάνι της Νέας Υόρκης- Νιου Τζέρσεϋ	68
Εικόνα 7. Το λιμάνι της Σιγκαπούρης	70
Εικόνα 8. Το λιμάνι της Σαγκάης	71
Εικόνα 9. Το λιμάνι του Τόκιο	73
Εικόνα 10. Το λιμάνι του Πειραιά	76
Εικόνα 11. Το λιμάνι της Θεσσαλονίκης	77

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

## 1.1 Αντικείμενο- Σκοπός

Οι ανησυχίες για την εξέλιξη των περιβαλλοντικών συνθηκών έχουν αρχίσει να εκφράζονται εδώ και δεκαετίες, όταν ξεκίνησαν να εμφανίζονται τα πρώτα ακραία καιρικά φαινόμενα- όπως πλημμύρες και τυφώνες- που προκάλεσαν υλικές καταστροφές, αλλά και ανθρώπινες απώλειες.

Σήμερα, η κλιματική αλλαγή αποτελεί ένα όλο και περισσότερο εντεινόμενο πρόβλημα, ενώ οι προβλέψεις- εάν δεν αναστραφεί η επιβαρυντική επίδραση του ανθρώπου στην φύση- για τις κλιματικές συνθήκες του μέλλοντος είναι μάλλον δυσοίωνες. Τα πρόσφατα φαινόμενα πυρκαγιών και πλημμυρών στην Ελλάδα είναι από τα πλέον αντιπροσωπευτικά παραδείγματα των αποτελεσμάτων της κλιματικής αλλαγής στην οποία καθοριστικό ρόλο κατέχει η δράση του ανθρώπου.

Τα λιμάνια, λόγω της τοποθεσίας στην οποία εδράζουν αλλά και των διαδικασιών που επιτελούν επηρεάζονται σημαντικά από την κλιματική αλλαγή. Η άνοδος της θαλάσσιας στάθμης μπορεί εύκολα να διαβρώσει τις εγκαταστάσεις και να προκαλέσει ατυχήματα, ενώ και άλλα αποτελέσματα της κλιματικής αλλαγής, όπως η αυξανόμενη ένταση των ανέμων και των κυμάτων μπορούν, εξίσου, να προκαλέσουν κόστη, τόσο σε υλικό όσο και σε ανθρώπινο επίπεδο.

Η παρούσα διπλωματική εργασία αναφέρεται στις ποικίλες επιδράσεις που δύναται να έχει η κλιματική αλλαγή στους λιμένες. Δεδομένου ότι μέσω των δραστηριοτήτων και των εμπλεκόμενων φορέων των λιμανιών στηρίζεται το παγκόσμιο εμπόριο και οι ανάγκες του παγκόσμιου πληθυσμού, κρίθηκε σημαντικό να μελετηθεί το θέμα αυτό. Η εργασία ολοκληρώθηκε με την μέθοδο της βιβλιογραφικής ανασκόπησης στην οποία περιλήφθηκε ένας σεβαστός αριθμός πηγών, τόσο ελληνικών όσο και ξενόγλωσσων. Η έκταση της εργασίας καλύπτει τρία κεφάλαια.

## 1.2 Διάρθρωση

Το πρώτο κεφάλαιο είναι το παρόν και αφορά στην εισαγωγή της εργασίας, όπου καθορίζονται το πλαίσιο, ο στόχος και η διάρθρωση της διπλωματικής εργασίας.

Στο δεύτερο κεφάλαιο, γίνεται λόγος για το φαινόμενο της κλιματικής αλλαγής. Εδώ αναφέρεται το εννοιολογικό περιεχόμενο του όρου, η εξέλιξη του φαινομένου μέσα στον χρόνο, καθώς και οι πιθανές συνέπειες που μπορεί να προκαλέσει.

Στο τρίτο κεφάλαιο η ανάλυση εστιάζει στις επιδράσεις της κλιματικής αλλαγής στα λιμενικά περιβάλλοντα. Οι επιδράσεις αυτές ποικίλουν και μπορούν να δημιουργήσουν διαφόρων μορφών απειλές που προέρχονται από την αύξηση της περιβαλλοντικής θερμοκρασίας, της έντασης των ανέμων και των κυμάτων, την μεταβολή στην χημική σύσταση των θαλάσσιων υδάτων και την αύξηση των σωματιδίων στην ατμόσφαιρα από τις εκπομπές αερίων, μεταξύ άλλων.

Στο τέταρτο κεφάλαιο της εργασίας γίνεται αναφορά σε σχέση με τις μεθόδους που χρειάζεται να εφαρμόζονται από τα λιμάνια προκειμένου να γίνεται με τον καλύτερο δυνατό τρόπο η διαχείριση της κλιματικής αλλαγής και των εκδηλώσεών της. Ιδιαίτερη αναφορά γίνεται στα λεγόμενα, από την μια, πράσινα και, από την άλλη, έξυπνα λιμάνια τα οποία εφαρμόζουν- μεταξύ άλλων- και πρακτικές που μπορούν να συνδράμουν τόσο στην διαχείριση όσο και στον περιορισμό της έντασης της κλιματικής αλλαγής. Προκειμένου, μάλιστα, οι πρακτικές αυτές να καταστούν πληρέστερα κατανοητές, αναφέρονται παραδείγματα πρωτοβουλιών και δράσεων που ήδη έχουν υιοθετηθεί από επιλεγμένα λιμάνια ανά τον κόσμο.

Το πέμπτο κεφάλαιο αποτελείται από τα συμπεράσματα που προκύπτουν από την προηγηθείσα ανάλυση.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΤΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΤΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ

Η κλιματική αλλαγή και οι δυσμενείς επιπτώσεις της γίνονται όλο και περισσότερο εμφανείς κατά τις τελευταίες δεκαετίες, προκαλώντας παγκόσμια ανησυχία. Στις ενότητες του παρόντος κεφαλαίου, εντοπίζεται η πορεία της κλιματικής αλλαγής μέσα στον χρόνο, καθώς και τα αίτια αλλά και οι συνέπειές της στο φυσικό περιβάλλον.

### 2.1 Το κλίμα

*«Το κλιματικό σύστημα είναι ένα σύνθετο, διαδραστικό σύστημα που αποτελείται από την ατμόσφαιρα, την επιφάνεια της γης, το χιόνι και τον πάγο, τους ωκεανούς και άλλα υδάτινα σώματα και τα ζωντανά πράγματα. Η ατμοσφαιρική συνιστώσα του κλιματικού συστήματος χαρακτηρίζει προφανέστερα το κλίμα. Το κλίμα συχνά ορίζεται ως «μέσος καιρός». Το κλίμα συνήθως περιγράφεται ως προς το μέσον και τη μεταβλητότητα της θερμοκρασίας, της βροχόπτωσης και του ανέμου σε μια χρονική περίοδο, που κυμαίνεται από μήνες έως εκατομμύρια χρόνια (η κλασική περίοδος είναι 30 χρόνια)» (Le Treut et al., 2007, p. 96).*

Η έννοια του κλίματος αναφέρεται στο σύνολο των μετεωρολογικών καταστάσεων μιας μακροχρόνιας περιόδου, που χαρακτηρίζουν τη μέση ατμοσφαιρική κατάσταση ενός τόπου ή μιας μεγάλης περιοχής της επιφάνειας της Γης, σε συσχέτισμό με τις διακυμάνσεις της έντασης της ηλιακής ακτινοβολίας, της θερμοκρασίας του αέρα και της επιφάνειας του εδάφους, των ανέμων, της σχετικής και της απόλυτης υγρασίας, της νέφωσης, της βροχής, του ιονισμού κ.α. (Leichenko και O' Brien, 2022).

Για να προσδιοριστεί το κλίμα μιας περιοχής ή, απλούστερα, να διαπιστωθούν τα σπουδαιότερα χαρακτηριστικά του κατά τις διάφορες περιόδους του έτους, πρέπει να λαμβάνεται υπόψη ότι μόνο τα αποτελέσματα συνεχών και μακροχρόνιων παρατηρήσεων μπορούν να σκιαγραφήσουν την κλιματική φυσιολογία αυτής της

περιοχής, επειδή, εξαιτίας του πλήθους των στοιχείων που επεμβαίνουν με αμοιβαίες επιδράσεις, υφίστανται επιτόπου, σχετικά, ταχείες μεταβολές, των οποίων οι απώτερες αιτίες αναζητούνται στον χώρο της μεγάλης αέριας μάζας που περιβάλλει τη Γη (Δούση, 2017).

Το κλίμα της Γης χαρακτηρίζεται από πολλές μορφές μεταβλητότητας, που αφορούν τόσο την ατμόσφαιρα και τους ωκεανούς, όσο και την κρυόσφαιρα και τη βιόσφαιρα. Η κατανόηση των φυσικών διεργασιών που εμπλέκονται στην παραγωγή μεταβλητότητας χαμηλής συχνότητας είναι ζωτικής σημασίας για τη βελτίωση της ικανότητας των επιστημόνων να προβλέπουν με ακρίβεια την κλιματική αλλαγή και να επιτρέπουν τον διαχωρισμό της ανθρωπογενούς και φυσικής μεταβλητότητας, βελτιώνοντας έτσι την ικανότητα ανίχνευσης και απόδοσης της ανθρωπογενούς κλιματικής αλλαγής (Le Treut et al., 2007).

Το κλίμα δεν συντελεί μόνο στο να καταστεί το περιβάλλον περισσότερο ή λιγότερο ευνοϊκό για τους διάφορους φυτικούς ή ζωικούς οργανισμούς, αλλά επιδρά και στην μορφολογία του εδάφους, επειδή από αυτό εξαρτάται η ένταση και το είδος των εξωγενών δυνάμεων που υποβιβάζουν τον μανδύα της λιθόσφαιρας (Buckley et al., 2008).

Η συνολική κατάσταση του κλίματος της γης, αλλά και η κατανομή των διαφόρων κλιμάτων στην επιφάνειά της, έχουν υποστεί, κατά τις διάφορες γεωλογικές περιόδους, σημαντικές μεταβολές οι οποίες, κυρίως, οφείλονται σε αστρονομικές αιτίες. Έτσι, συνέβη μια εναλλαγή μεταξύ θερμών και παγερών κλιμάτων, τα οποία διαφέρουν ποικιλοτρόπως. Οι ίδιοι οι πόλοι της Γης έχουν αλλάξει θέση, με αποτέλεσμα να επηρεαστούν ακόμα και περιοχές πολύ θερμές σήμερα, όπως ακριβώς έχει μεταβληθεί η ζώνη του ισημερινού. Υπάρχουν, ακόμα, και κυκλικές κλιματικές μεταβολές λιγότερο ριζικές, με περιόδους μιας ή περισσότερων πενταετιών, που διαπιστώνονται πολλές φορές κατά την διάρκεια της ζωής του ανθρώπου (Leichenko και O' Brien, 2022).

## 2.2 Η εξέλιξη της κλιματικής αλλαγής στον χρόνο

Όπως ορθά επισημαίνουν οι Schneider and Dickinson (1974), το κλίμα δεν είναι σταθερό, καθώς αλλάζει συνεχώς με την πάροδο του χρόνου. Ωστόσο, οι κλιματικές διακυμάνσεις που είναι σημαντικές για την ανθρώπινη ευημερία δεν χρειάζεται να είναι τόσο θεαματικές όσο η υποχώρηση των παγετώνων πριν από 10.000 χρόνια. Έκτοτε, υπήρξαν σημαντικές κλιματικές διακυμάνσεις οι οποίες δεν είχαν την ένταση αυτή, αλλά που επέδρασαν, επίσης, καθοριστικά στην διαμόρφωση του σημερινού κλίματος.

Από την αρχή της ιστορίας της Γης, το κλίμα ήταν διαφορετικό, σε όλες τις χρονικές κλίμακες. Κατά τη διάρκεια εκατομμυρίων ετών, έχει κυμανθεί μεταξύ πολύ θερμών συνθηκών, με μέσες ετήσιες θερμοκρασίες πάνω από 10°C σε πολικές περιοχές και παγετώδη κλίματα στα οποία τα στρώματα πάγου κάλυπταν την πλειονότητα των ηπείρων μεσαίου γεωγραφικού πλάτους (Buckley et al., 2008).

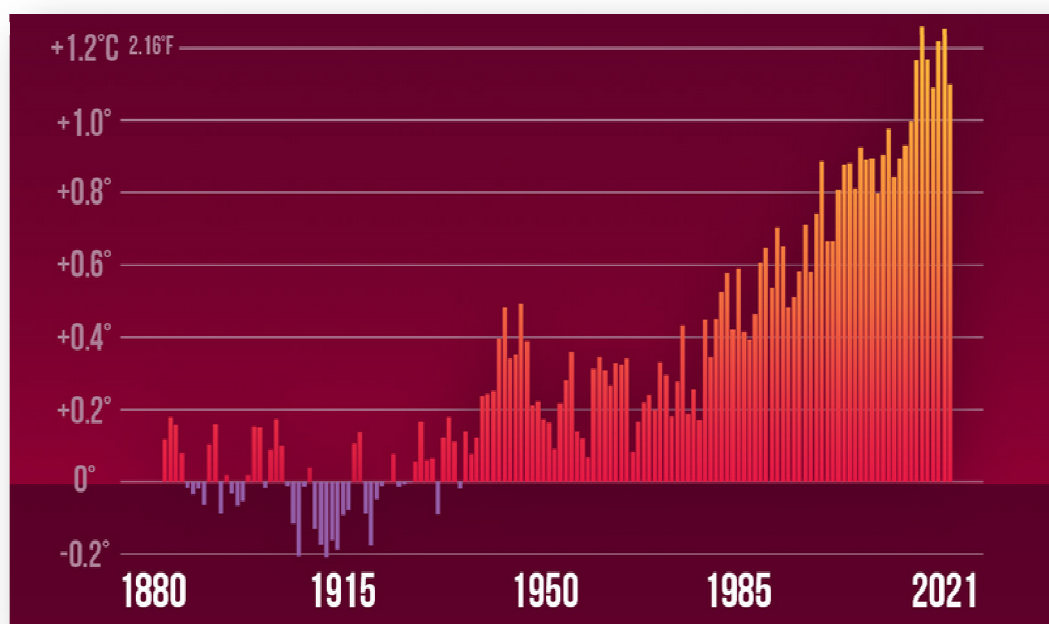
Η κλιματική αλλαγή είναι φαινόμενο που εξελίσσεται στο διηνεκές, με διάφορες φάσεις. Έτσι, θεωρείται πολύ ασυνήθιστο το ότι τα τελευταία 10.000 χρόνια, οι κλιματικές συνθήκες της Γης υπήρξαν πολύ σταθερές. Αυτή η περίοδος σταθερών συνθηκών αξιοποιήθηκε από τους ανθρώπους για να αναπτύξουν τον σύγχρονο πολιτισμό. Έτσι, περίπου πριν από 5.000 χρόνια, οι άνθρωποι πέρασαν από την Εποχή του Λίθου στην Εποχή του Χαλκού και στη συνέχεια στην Εποχή του Σιδήρου, προς τον σύγχρονο πολιτισμό. Μεγάλο μέρος αυτής της εξέλιξης ήταν δυνατή μόνο επειδή οι κλιματικές οριακές συνθήκες ήταν συγκρίσιμα σταθερές. Ως εκ τούτου, οι μεγάλες πόλεις μπόρεσαν να οργανωθούν σε παράκτιες περιοχές, χωρίς να υπάρχει ανησυχία για την στάθμη του νερού, ενώ και η γεωργία μπόρεσε να αναπτυχθεί επειδή τα μεγάλης κλίμακας μοτίβα βροχοπτώσεων και θερμοκρασίας ήταν συγκρίσιμα σταθερά. Το είδος των σπιτιών στα οποία ζουν οι άνθρωποι, οι εμπορικοί τους δρόμοι, ο αριθμός των ανθρώπων που μπορούν να ζήσουν σε μια δεδομένη κοινότητα κ.λπ. είναι όλα υπό συνθήκες κλιματικών συνθηκών. Και επειδή αυτές οι κλιματικές συνθήκες ήταν σταθερές, ο πολιτισμός μπόρεσε να αναπτυχθεί σε μεγάλο βαθμό απερίσπαστα, παγκοσμίως. Σε περιφερειακό επίπεδο, οι κλιματικές αλλαγές πιθανότατα συνέβαλαν επανειλημμένα στην εξαφάνιση των αρχαίων πολιτισμών, αλλά παγκοσμίως η ανάπτυξη του πολιτισμού μπόρεσε να συνεχιστεί. Ως



εκ τούτου, ένα σημαντικό χαρακτηριστικό της συνεχιζόμενης κλιματικής αλλαγής είναι το γεγονός ότι για πρώτη φορά, όλος ο ανθρώπινος πολιτισμός επηρεάζεται παγκοσμίως από μια μεγάλης κλίμακας κλιματική αλλαγή μεγέθους, άγνωστου κατά τα τελευταία 10.000 χρόνια της ανθρώπινης ανάπτυξης(Notz, 2020).

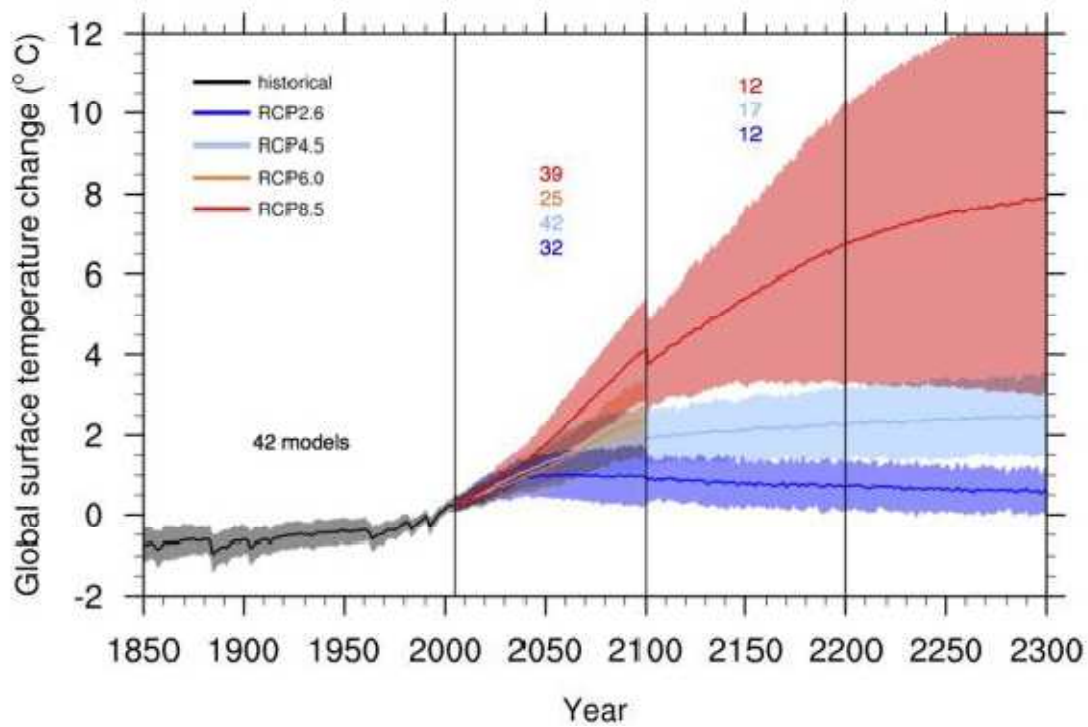
Η επιστημονική κοινότητα, από τα μέσα του 19<sup>ου</sup> αιώνα, γνωρίζει ότι το διοξείδιο του άνθρακα είναι ένα από τα κύρια αέρια του θερμοκηπίου που έχουν σημασία για το ενεργειακό ισοζύγιο της Γης. Οι άμεσες μετρήσεις του διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα και σε αυτό που είναι δεσμευμένο στους πάγους δείχνουν ότι η περιεκτικότητα αυξήθηκε κατά περισσότερο από 40% από το 1800 έως το 2019. Οι μετρήσεις διαφορετικών μορφών άνθρακα, μάλιστα, αποκαλύπτουν ότι αυτή η αύξηση οφείλεται σε ανθρώπινες δραστηριότητες. Άλλα αέρια θερμοκηπίου, κυρίως, το μεθάνιο και το υποξείδιο του αζώτου, αυξάνονται, επίσης, ως συνέπεια των ανθρώπινων δραστηριοτήτων. Η ενίσχυση των αερίων αυτών, επιπρόσθετα, φαίνεται ότι συνδέεται άμεσα με την παρατηρούμενη αύξηση της παγκόσμιας επιφανειακής θερμοκρασίας από το 1900 (Royal Society and US National Academy of Sciences, 2020).

Στο γράφημα που δίνεται στην συνέχεια, δίνεται η εξέλιξη της θερμοκρασίας στην παγκόσμια ατμόσφαιρα από το 1880 έως και το 2021.



Πηγή: *Climate Central, 2022.*

**Γράφημα 1. Μεταβολή στην θερμοκρασία της παγκόσμιας ατμόσφαιρας, 1880-2021**



**Γράφημα 2. Προβολές μεταβολών της θερμοκρασίας της επιφάνειας του πλανήτη σύμφωνα με τη Διακυβερνητική Επιτροπή για την Κλιματική Αλλαγή**

**Πίνακας 1. Σενάρια μεταβολής κλιματικής αλλαγής**

Climate scenario	Range of temperature projections*	Range of precipitation projections*
Moderately high (RCP4.5)	+2.0 to +3.0°C	-4 % to +3 %
Extremely high (RCP8.5)	+3.7 to +5.4°C	+5 % to +13 %

\* Both columns represent average annual change in 2071-2100 compared to 1961-1990

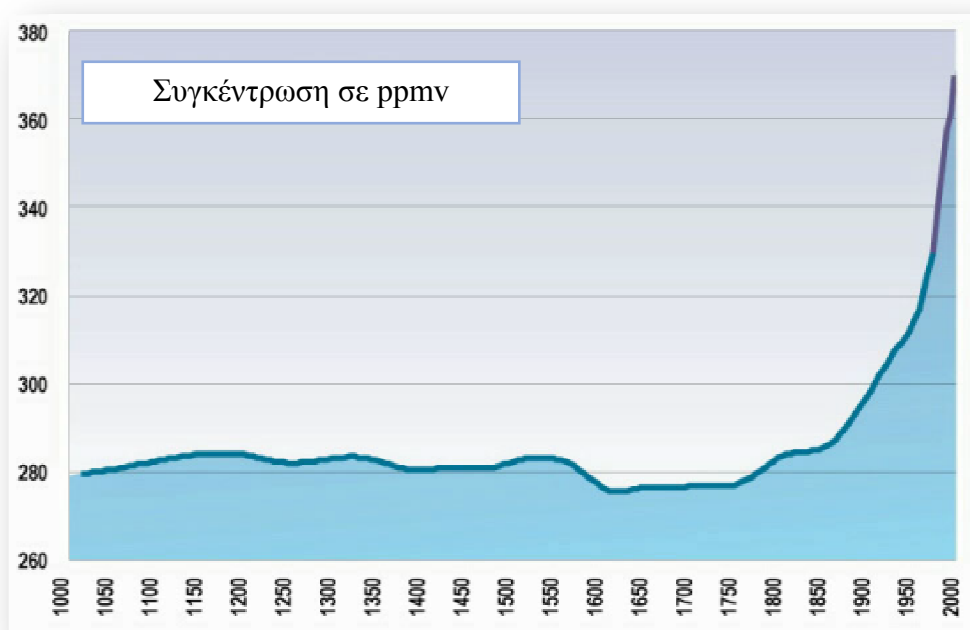
Table 10 Climate scenarios developed as part of the IMPRESSIONS project exploring inter-dependent risks and opportunities posed by high levels of climate change

Από την δεύτερη δεκαετία του 20<sup>ου</sup> αιώνα κι έπειτα, εντοπίζεται μια σταδιακή και συνεχής αύξηση στην θερμοκρασία της ατμόσφαιρας κάτι που καθοδηγήθηκε σαφώς από την τεχνολογική πρόοδο και την ενίσχυση της βιομηχανικής παραγωγής

παγκοσμίως. Από το 1985 κι έπειτα δε η αύξηση στην θερμοκρασία υπήρξε ακόμα πιο έντονη και κορυφώνεται κατά την τρέχουσα περίοδο.

Για περισσότερο από έναν αιώνα τώρα, οι άνθρωποι επιβαρύνουν σημαντικά με αέρια του θερμοκηπίου την ατμόσφαιρα καίγοντας μεγάλες ποσότητες ορυκτών καυσίμων, όπως άνθρακα, πετρέλαιο και φυσικό αέριο για να τροφοδοτήσουν εργοστάσια, οχήματα και οικίες. Η καύση ορυκτών καυσίμων απελευθερώνει διοξείδιο του άνθρακα στην ατμόσφαιρα. Ως αποτέλεσμα του αυξημένου επιπέδου του αερίου αυτού, η θερμότητα παγιδεύεται στην ατμόσφαιρα και η επιφάνεια της γης θερμαίνεται. Αυτό, με την σειρά του, εντείνει περαιτέρω το «φαινόμενο του θερμοκηπίου»(Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2014).

Στο γράφημα που δίνεται στην συνέχεια, ενδεικτικά, δίνεται η συγκέντρωση του διοξειδίου του άνθρακα κατά την προηγούμενη χιλιετία στην παγκόσμια ατμόσφαιρα.



Πηγή: MacCracken, 2001.

### Γράφημα 3. Συγκέντρωση CO<sub>2</sub> στην παγκόσμια ατμόσφαιρα, 1000-2000

Όπως εντοπίζεται, μέχρι το 1800 η συγκέντρωση του διοξειδίου του άνθρακα ήταν σε χαμηλά επίπεδα. Έκτοτε, όμως, διαπιστώνεται μια σταθερή και κάθετη αύξηση του αερίου στην παγκόσμια ατμόσφαιρα. Αυτό, σίγουρα, είναι απόρροια της

βιομηχανικής παραγωγής που εντάθηκε από την βιομηχανική επανάσταση μέχρι και σήμερα.

Όπως αναφέρουν οι Κατσαφάδος και Μαυροματίδης (2015), ο όρος «φαινόμενο του θερμοκηπίου» χρησιμοποιήθηκε, για πρώτη φορά, τον 18<sup>ο</sup> αιώνα, χωρίς να έχει, όμως, αρνητική έννοια. Η χρήση του όρου γινόταν για να περιγράψει τις φυσικές λειτουργίες στην ατμόσφαιρα από τα συστατικά της, Από τα μέσα του 20<sup>ου</sup> αιώνα, εντούτοις, ο όρος συνδυάστηκε με την ανησυχία σχετικά με την αλλαγή του κλίματος. Τονίζεται, όμως, ότι χωρίς το φαινόμενο του θερμοκηπίου, η ζωή στη Γη δεν θα ήταν δυνατή με την μορφή που είναι σήμερα γνωστή. Έτσι, το «φαινόμενο του θερμοκηπίου» επιβαρύνεται αρνητικά στην καθημερινή αναφορά όταν επιχειρείται να δοθεί έμφαση στις επιπτώσεις από την ενίσχυσή του.

Τόσο η ταχύτητα της συνεχιζόμενης θέρμανσης όσο και της αύξησης των ατμοσφαιρικών συνθηκών διοξειδίου του άνθρακα, συμβαίνουν πολύ ταχύτερα από τις φυσικές αλλαγές των τελευταίων εκατομμυρίων ετών, ιδίως καθώς οι αλλαγές σήμερα εμφανίζονται σε παγκόσμια κλίμακα. Ως εκ τούτου, ενώ τα οικολογικά συστήματα μπόρεσαν, συχνά, να προσαρμοστούν στις αργές αλλαγές του παρελθόντος, δεν είναι σαφές το πώς μπορούν να προσαρμοστούν στις γρήγορες αλλαγές που προκαλεί ο άνθρωπος σήμερα (Notz, 2020).

Από τα ανωτέρω, καθίσταται σαφές ότι το ζήτημα της κλιματικής αλλαγής σήμερα ταυτίζεται, κυρίως, με την υπερθέρμανση του πλανήτη.

Η διαδικασία της υπερθέρμανσης του πλανήτη ξεκινά από την στιγμή που το ηλιακό φως φτάνει στη Γη. Τα σύννεφα, τα σωματίδια της ατμόσφαιρας, οι ανακλαστικές επιφάνειες του εδάφους και η επιφάνεια των ωκεανών αντανακλούν, στη συνέχεια, περίπου το 30% του ηλιακού φωτός στο διάστημα, ενώ το υπόλοιπο απορροφάται από τους ωκεανούς, τον αέρα και τη γη. Αυτό κατά συνέπεια, θερμαίνει την επιφάνεια του πλανήτη και την ατμόσφαιρα, καθιστώντας τη ζωή εφικτή. Καθώς η Γη θερμαίνεται, αυτή η ηλιακή ενέργεια ακτινοβολείται από τη θερμική ακτινοβολία και τις υπέρυθρες ακτίνες, απευθείας στο διάστημα, ψύχοντας, έτσι, τη Γη. Ωστόσο, μέρος της εξερχόμενης ακτινοβολίας επαναρροφάται από το διοξείδιο του άνθρακα, τους υδρατμούς, το όζον, το μεθάνιο και άλλα αέρια στην ατμόσφαιρα και ακτινοβολείται πίσω στην επιφάνεια της Γης. Αυτά τα αέρια είναι κοινώς γνωστά ως αέρια του θερμοκηπίου, λόγω της ικανότητάς τους να παγιδεύουν θερμότητα. Αν

και η διαδικασία της επαναρρόφησης είναι ευεργετική, καθώς η μέση θερμοκρασία της επιφάνειας της Γης θα ήταν πολύ κρύα αν δεν υπήρχαν αέρια του θερμοκηπίου, η ανησυχία ξεκινά από την στιγμή που η συγκέντρωση των αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα αυξάνεται τεχνητά από την ανθρωπότητα, με ανησυχητικό ρυθμό κατά τους τελευταίους δύο αιώνες (Riphah, 2015).

Αν και η κλιματική αλλαγή φέρνει την κοινωνία αντιμέτωπη με γεγονότα που έχουν καθοριστική σημασία για την παγκόσμια ανθρώπινη μοίρα, αυτά μέχρι κάποια χρόνια πριν δεν είχαν διέλθει από πολύπλοκες διαδικασίες κοινωνικής διαπίστευσης, σε παγκόσμια κλίμακα. Οι φορείς μέσω των οποίων παραγόταν κι επικυρωνόταν η γνώση για το κλίμα είχαν κινηθεί σε αχαρτογράφητη περιοχή, σύμφωνα με καμία κοινή, προκαθορισμένη δέσμευση σχετικά με τους σωστούς τρόπους ερμηνείας ή δράσης στη φύση. Οι προκύπτουσες αναπαραστάσεις του κλίματος είχαν αποσυνδεθεί από τα περισσότερα σύγχρονα συστήματα εμπειρίας και κατανόησης, παρά το γεγονός ότι η κλιματική αλλαγή αναγκάζει σε αναδιάταξη ευρέως διαδεδομένες προηγούμενες αντιλήψεις για την κοινότητα, την πολιτική, τον χώρο και τον χρόνο. Σε όλες αυτές τις διαστάσεις, ωστόσο, εντοπίζονται σήμερα νέες ευκαιρίες συνομιλιών να επιδιώκονται ενεργά και να ολοκληρώνονται από μια τεράστια ποικιλία παραγόντων, τόσο τοπικών όσο και διατοπικών (Jasanoff, 2010).

*«Η κλιματική κρίση αποτελεί πλέον την πιο σοβαρή απειλή για τον πλανήτη και την ανθρωπότητα. Η δραματική επιτάχυνση της κλιματικής αλλαγής αυξάνει σταθερά τη μέση θερμοκρασία του πλανήτη προκαλώντας συχνότερες και εντονότερες ακραίες συνθήκες υψηλής θερμοκρασίας. Η ραγδαία μεταβολή του κλίματος συνοδεύεται πλέον από μετρήσιμες και δραματικές αλλαγές σε επίπεδο μεταβολής της γεωγραφικής κατανομής των κλιματικών ζωνών προκαλώντας, όπως διαπιστώνουμε, αύξηση βροχοπτώσεων, αύξηση της έντασης των καταιγίδων, των πλημμυρών αλλά και των φαινομένων ξηρασίας και των συνεπακόλουθων συνεπειών σε επίπεδο πυρκαγιών»* (Καραγιάννης και Αγγελάκης, 2023).

### 2.3 Αίτια της κλιματικής αλλαγής

Επισημαίνεται ότι η κλιματική αλλαγή μπορεί να προκληθεί από φυσικές χρονικές διακυμάνσεις ολόκληρου του κλιματικού συστήματος, χωρίς την παρουσία οποιασδήποτε εξωτερικής επιρροής. Το εσωτερικό σύστημα θεωρείται ότι περιλαμβάνει ολόκληρο το διαδραστικό σύστημα των ωκεανών, της γης, της ατμόσφαιρας και της κρυόσφαιρας (Schneider and Dickinson, 1974).

Έτσι, μπορεί να υποστηριχθεί ότι τα αίτια της κλιματικής αλλαγής μπορεί να προέρχονται από φυσικά αίτια, αλλά και από εξωτερικά αίτια που προκύπτουν, κυρίως, από την ανθρώπινη δράση. Στα φυσικά αίτια που επηρεάζουν την κλιματική αλλαγή περιλαμβάνονται τα ωκεάνια ρεύματα, η ηφαιστειακή δραστηριότητα, οι αλλαγές στην τροχιά της γης, οι μεταβολές στην ηλιακή ακτινοβολία, η δραστηριότητα των σύννεφων. Από την άλλη, η δραστηριότητα του ανθρώπου που συμβάλλει στην κλιματική αλλαγή περιλαμβάνει την παραγωγή αερίων του θερμοκηπίου που προκύπτει από διαδικασίες όπως η χρήση πόρων για την παραγωγική διαδικασία και η χρήση ορυκτών υλικών για την παραγωγή καυσίμων, μεταξύ άλλων (Onoja et al., 2011).

Η βασική αιτία για την κλιματική αλλαγή είναι η μεταβολή στο ενεργειακό ισοζύγιο της γης. Σχετίζεται, δηλαδή, από τον όγκο τη ενέργειας του ήλιου που εισέρχεται στη Γη και την ατμόσφαιρά της, καθώς και από το ποσοστό της ενέργειας αυτής που απελευθερώνεται πίσω στο διάστημα. Η Γη κερδίζει ενέργεια, καθώς μειώνεται η ποσότητα της ηλιακής ενέργειας που αντανακλάται στο διάστημα, ακριβώς όπως οι άνθρωποι παίρνουν βάρος εάν υπάρχει ανισορροπία μεταξύ εισερχόμενων θερμίδων και θερμίδων που καταναλώνονται (Public Health Institute and Center for Climate Change and Health, 2016).

Όπως αναφέρει ο Riphah (2015), επίσης, η κύρια αιτία της υπερθέρμανσης του πλανήτη είναι τα αέρια του θερμοκηπίου τα οποία, όπως προαναφέρθηκε, περιλαμβάνουν διοξείδιο του άνθρακα, μεθάνιο, οξείδια του αζώτου και, σε ορισμένες περιπτώσεις, ενώσεις που περιέχουν χλώριο και βρώμιο. Η συσσώρευση αυτών των αερίων στην ατμόσφαιρα αλλάζει την ισορροπία της ακτινοβολίας στην ατμόσφαιρα.

Για παράδειγμα, το διοξείδιο του θείου μετατρέπεται σε θειικά αερολύματα που δημιουργούν τη λευκή ομίχλη που είναι κοινή στην ατμόσφαιρα πολλών

βιομηχανικών περιοχών. Αυτή η ομίχλη τείνει να ασκεί μια ψυκτική επίδραση στο κλίμα, αντανακλώνοντας την ηλιακή ακτινοβολία μακριά. Τα αερολύματα αιθάλης μπορούν να συνδυαστούν με οργανικά και να σχηματίσουν μικτά αερολύματα που μπορούν να ασκήσουν θερμαντικές ή ψυκτικές επιρροές. Οι αλλαγές στην κάλυψη του εδάφους, ειδικά όπου αυτό οδηγεί σε ερημοποίηση, μπορεί, επίσης, να οδηγήσει σε αυξημένη εκτόξευση σωματιδίων στην ατμόσφαιρα. Η σκόνη που αναστηκάνεται με αυτόν τον τρόπο έχει γενικά μια ψυκτική επίδραση στο κλίμα, ενώ παράλληλα μειώνει την ορατότητα. Η σκόνη μπορεί, επιπρόσθετα, να μεταφερθεί σε διηπειρωτικές κλίμακες ως αποτέλεσμα της μεταφοράς σε μεγάλες αποστάσεις (MacCracken, 2001).

Είναι γνωστό ότι η δράση του ανθρώπου επηρεάζει το περιβάλλον και άρα και το κλίμα του πλανήτη. Οι κοπές χλωρίδας για τη γεωργία και οι αλλαγές στη σύνθεση των πανίδων, λόγω του κυνηγιού και της εξημέρωσης των ζώων, είναι γνωστό ότι συμβαίνουν εδώ και χιλιάδες χρόνια. Ωστόσο, μέχρι κάποιες δεκαετίες πριν, η επιρροή στο περιβάλλον ήταν σχετικά ελεγχόμενη. Με τη βιομηχανική επανάσταση και την αύξηση του πληθυσμού, πολλά περιβαλλοντικά ζητήματα έχουν αναδειχθεί σημαντικά, με την πρόσφατη και μελλοντική κλιματική αλλαγή ή την υπερθέρμανση του πλανήτη, να αποτελούν παράδειγμα μιας πραγματικά παγκόσμιας επίδρασης της ανθρώπινης δραστηριότητας. Εντούτοις, μόνο κατά το δεύτερο μισό του 20<sup>ου</sup> αιώνα άρχισε να μελετάται επισταμένα η πιθανή ανθρώπινη επίδραση στο κλιματικό σύστημα, ενώ και οι πιθανές διαστάσεις του προβλήματος δεν εκτιμήθηκαν πλήρως μέχρι τη δεκαετία του 1970. Έκτοτε, βέβαια, έχει γίνει σημαντική πρόοδος στην κατανόηση των διαφορετικών συστατικών του σύνθετου κλιματικού συστήματος, κάτι που παρέχει τα εργαλεία, όχι μόνο για να διερευνηθούν οι διαδικασίες μέσα στα υποσυστήματα και τις πολύπλοκες αλληλεπιδράσεις τους, αλλά και για να γίνει αντιληπτό ότι οι σχετικοί ρόλοι τους στην αλλαγή του κλίματος ποικίλλουν. Όταν αναγνωρίστηκε η ταχεία αύξηση των αερίων του θερμοκηπίου και τα δεδομένα της ατμοσφαιρικής σύνθεσης των προηγούμενων αιώνων και χιλιετιών έγιναν διαθέσιμα, ανακαλύφθηκαν εκ νέου υπολογισμοί των επιπτώσεων των αυξανόμενων αερίων του θερμοκηπίου (Ammann and Waple, 2009).

## 2.4 Συνέπειες της κλιματικής αλλαγής

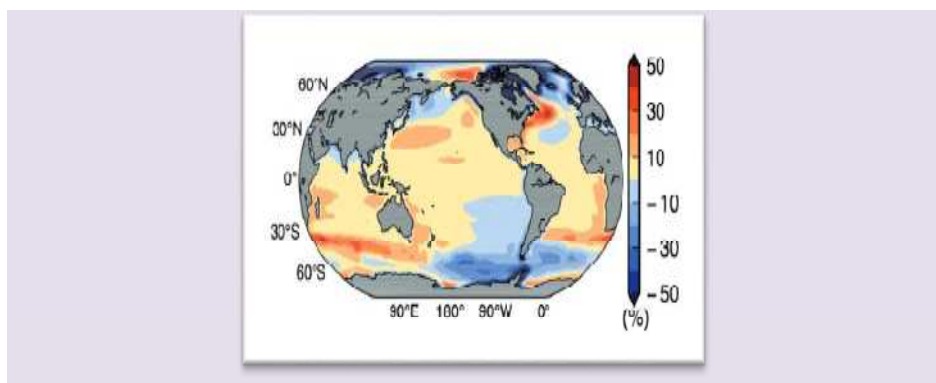
Οι πέντε βασικές συνέπειες που προκύπτουν από την κλιματική αλλαγή είναι οι παρακάτω (*Public Health Institute and Center for ClimateChange and Health, 2016*):

1. Άνοδος της θερμοκρασίας της επιφάνειας της γης και των ωκεανών: η Γη θερμαίνεται με ρυθμό 0,13°C ανά δεκαετία από το 1957, σχεδόν διπλάσιο από τον ρυθμό θέρμανσης του προηγούμενου αιώνα.
2. Αλλαγές στον παγκόσμιο κύκλο του νερού: τον περασμένο αιώνα υπήρξαν ευδιάκριτες γεωγραφικές αλλαγές στη συνολική ετήσια βροχόπτωση, με ορισμένες περιοχές να αντιμετωπίζουν σοβαρή και μακροχρόνια ξηρασία και άλλες να παρουσιάζουν αυξημένη ετήσια βροχόπτωση. Η συχνότητα και η ένταση των καταιγίδων αυξάνεται, καθώς η ατμόσφαιρα θερμαίνεται και είναι σε θέση να συγκρατήσει περισσότερους υδρατμούς.
3. Λιώσιμο παγετώνων και χιονιού: σε όλο τον κόσμο, σχεδόν όλοι οι παγετώνες μειώνονται σε έκταση, όγκο και μάζα. Λόγω του γεγονότος αυτού, ένα δισεκατομμύριο άνθρωποι που ζουν σε λεκάνες απορροής ποταμών που τροφοδοτούνται από παγετώνες και τήξη χιονιού επηρεάζονται.
4. Άνοδος της στάθμης της θάλασσας: το θερμότερο νερό διαστέλλεται, οπότε καθώς οι ωκεανοί θερμαίνονται, ο αυξημένος όγκος νερού προκαλεί άνοδο της στάθμης της θάλασσας. Το λιώσιμο των παγετώνων και του χιονιού συμβάλλουν, επίσης, στην άνοδο της στάθμης των θαλασσών.
5. Οξίνιση των ωκεανών: οι ωκεανοί απορροφούν περίπου το 25% του εκπεμπόμενου διοξειδίου του άνθρακα από την ατμόσφαιρα, οδηγώντας σε οξίνιση του θαλασσινού νερού.

*«Λόγω της αυξημένης ατμοσφαιρικής θερμοκρασίας, της στάθμης της θάλασσας και των ακραίων βροχοπτώσεων που προκαλούνται από την υπερθέρμανση του πλανήτη, αρκετά μέρη του κόσμου υποφέρουν ήδη από εκτεταμένες ξηρασίες, σοβαρές πλημμύρες και τροπικούς κυκλώνες. Αυτές οι συχνές ξηρασίες, πλημμύρες και τροπικοί κυκλώνες αναμένεται να θέτουν μεγάλους κινδύνους για την ανθρώπινη υγεία, το περιβάλλον, τους υδάτινους πόρους, τη γεωργία και τις κρίσιμες υποδομές (νοσοκομεία, βιομηχανίες και εκπαιδευτικά ιδρύματα) που στηρίζουν τη σύγχρονη κοινωνία μας» (Uddin, 2022).*



## Εικόνα 1. Αλλαγή της στάθμης της θάλασσας



Box 10: Percentage of the deviation of the ensemble mean regional relative sea level change between 1986-2005 and 2001-2100 from the global mean value

Σε σχέση με την χλωρίδα και την πανίδα, τα άμεσα αποτελέσματα της κλιματικής αλλαγής που εκφράζονται με τα παραπάνω είναι οι μετατοπίσεις στη γεωγραφική περιοχή των ειδών, που προκαλούνται από αλλαγές στα κανονικά πρότυπα θερμοκρασιών και υγρασίας που γενικά οριοθετούν τα όρια των ειδών. Κάθε  $1^{\circ}\text{C}$  αλλαγής της θερμοκρασίας μετακινεί τις οικολογικές ζώνες στη γη κατά περίπου 160 km. Έτσι, για παράδειγμα, εάν το κλίμα θερμανθεί κατά  $4^{\circ}\text{C}$  τον επόμενο αιώνα, τα είδη στο βόρειο ημισφαίριο μπορεί να χρειαστεί να μετακινηθούν προς τα βόρεια κατά περίπου 500 km για να βρεθεί ένα κατάλληλο κλιματικό καθεστώς. Οι υψηλότερες θερμοκρασίες, επίσης, είναι πιθανό να συνοδεύονται από πιο υγρές συνθήκες, αλλά η γεωγραφική και εποχιακή κατανομή των βροχοπτώσεων θα αλλάξει. Η υγρασία του εδάφους το καλοκαίρι θα μειωθεί σε πολλές περιοχές, όπως η λεκάνη της Μεσογείου, αυξάνοντας έτσι το πρόβλημα της ξηρασίας. Συνολικά, η ικανότητα των ειδών να ανταποκρίνονται στην κλιματική αλλαγή θα εξαρτηθεί σε μεγάλο βαθμό από την ικανότητά τους να «παρακολουθούν» το μεταβαλλόμενο κλίμα μέσω του αποικισμού νέων εδαφών ή να τροποποιούν τη φυσιολογία και την εποχιακή τους συμπεριφορά -όπως περίοδος ανθοφορίας ή ζευγαρώματος- για να προσαρμοστούν στις αλλαγές των συνθηκών όπου βρίσκονται (Thuiller, 2007).

Επιπρόσθετα, ένα μεγάλο μέρος του παγκόσμιου πληθυσμού και ιδιαίτερα εκείνοι που εξαρτώνται από τη γεωργία για τα εισοδήματά τους και τα προς το ζην, θα επηρεαστούν στο μέλλον σε μεγάλο βαθμό. Η αύξηση της ευαισθητοποίησης σχετικά με αυτές τις κλιματικές αλλαγές, καθώς και η ανταλλαγή γνώσεων σχετικά με μεθόδους και πρακτικές, ιδίως έξυπνες για το κλίμα γεωργικές πρακτικές και ολοκληρωμένα συστήματα γεωργίας, που μπορεί να συμβάλουν στην αύξηση των

αποδόσεων, στη μείωση των απωλειών παραγωγής, στην αφαίρεση και στη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου όπως και η συμβολή στη δημιουργία βιώσιμων και ανθεκτικών μέσων διαβίωσης είναι επομένως κρίσιμες δράσεις (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2014).

Όπως υποστηρίζει ο Riphah (2015), οι θερμοκρασιακές ανωμαλίες αναμένεται να αυξηθούν τα επόμενα χρόνια. Πριν, τον 20<sup>ο</sup> αιώνα, η κατάσταση ήταν ικανοποιητικά ελεγχόμενη, αλλά στις αρχές του τρέχοντος αιώνα, οι συνθήκες άρχισαν να γίνονται όλο και πιο δυσμενείς. Όλα αυτά οφείλονται στην υπερθέρμανση του πλανήτη, κυρίως, λόγω του γεγονότος ότι νέες βιομηχανίες και εργοστάσια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας άρχισαν να λειτουργούν και να εκπέμπουν επιβλαβή αέρια που προκαλούν τη θέρμανση του πλανήτη.

Σύμφωνα με τους Klingelhöfer et al. (2020) η κλιματική αλλαγή θα επηρεάσει αναμφίβολα ολόκληρο τον πλανήτη και για τον λόγο αυτό απαιτείται διεθνής συλλογική δράση. Οι αλλαγές στην δραστηριότητα των ανέμων, η μέση θερμοκρασία ή η ποσότητα των βροχοπτώσεων και η συχνότητα των ακραίων καιρικών φαινομένων θα θέσουν σε κίνδυνο την υγεία, την διατροφή και την παροχή νερού για τους ανθρώπους. Αυτοί οι κίνδυνοι συνδέονται άμεσα με τη μείωση της βιολογικής ποικιλότητας και την εξαφάνιση των ειδών που προκαλούν τα περισσότερα μέρη του κόσμου. Οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής θα οδηγήσουν σε κοινωνικοοικονομική και πολιτική αστάθεια, η οποία θα αλλάξει τις συνθήκες διαβίωσης πολλών κοινοτήτων.

Οι πληροφορίες που παρατέθηκαν στο κεφάλαιο αυτό θεωρείται ότι απέδωσαν μια σαφή και περιεκτική αντίληψη σε σχέση με τα εγγενή χαρακτηριστικά του κλίματος, καθώς την εξέλιξη της κλιματικής αλλαγής. Το φαινόμενο αυτό, με την πάροδο των ετών, εντείνεται με όλο και αρνητικές επιπτώσεις οι οποίες αναφέρθηκαν, επίσης. Καθώς, όμως, η επίδραση της κλιματικής αλλαγής στους λιμένες, συγκεκριμένα, αποτελεί το κύριο θέμα αναφοράς της παρούσας εργασίας, τα σχετικά ζητήματα αναλύονται ξεχωριστά στο αμέσως επόμενο κεφάλαιο.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. Η ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ ΚΑΙ ΟΙ ΛΙΜΕΝΕΣ

Όπως κατέστη σαφές στο προηγούμενο κεφάλαιο, η κλιματική αλλαγή μπορεί να επηρεάσει όλες τις πτυχές του φυσικού περιβάλλοντος. Στο παρόν κεφάλαιο, το πρόβλημα της κλιματικής αλλαγής μελετάται σε σχέση με τις πτυχές που σχετίζονται με την θέση και την λειτουργία των λιμανιών. Τέτοια ζητήματα είναι η μεταβολή της θαλάσσιας στάθμης, η ρύπανση των υδάτων, η άνοδος της θερμοκρασίας στα λιμάνια και η μεταβολή των ανέμων, μεταξύ άλλων.

### 3.1 Γενικά για τον περιβαλλοντικό κίνδυνο στα λιμάνια

Οι ανησυχίες για την εξέλιξη των περιβαλλοντικών συνθηκών έχουν αρχίσει να εκφράζονται εδώ και δεκαετίες, όταν ξεκίνησαν να εμφανίζονται τα πρώτα ακραία καιρικά φαινόμενα- όπως πλημμύρες και τυφώνες- που προκάλεσαν υλικές καταστροφές, αλλά και ανθρώπινες απώλειες.

Σήμερα, η κλιματική αλλαγή αποτελεί ένα όλο και περισσότερο εντεινόμενο πρόβλημα, ενώ οι προβλέψεις,- εάν δεν αναστραφεί η επιβαρυντική επίδραση του ανθρώπου στην φύση- για τις κλιματικές συνθήκες του μέλλοντος, είναι μάλλον δυσοίωνες. Τα πρόσφατα φαινόμενα πυρκαγιών και πλημμυρών στην Ελλάδα είναι από τα πλέον αντιπροσωπευτικά παραδείγματα των αποτελεσμάτων της κλιματικής αλλαγής στην οποία καθοριστικό ρόλο κατέχει η δράση του ανθρώπου.

Κάθε χώρα χρειάζεται ένα δίκτυο θαλάσσιων μεταφορών για να πουλήσει ότι έχει και να αγοράσει ότι χρειάζεται. Αυτή η αυξανόμενη σημασία των λιμένων ως το κρίσιμο στοιχείο των θαλάσσιων μεταφορών για την προώθηση και τη διατήρηση της παγκόσμιας ανάπτυξης και τη θέση τους στη στεριά και στην θάλασσα καθιστά επιτακτική την αντιμετώπιση των μελλοντικών προκλήσεων. Για να παραμείνουν αποτελεσματικά και λειτουργικά, τα λιμάνια πρέπει να προβλέπουν προκλήσεις καθώς και ευκαιρίες (Panahi e tal., 2020).

«Τα λιμάνια είναι κρίσιμα περιουσιακά στοιχεία υποδομής που χρησιμεύουν ως καταλύτες οικονομικής ανάπτυξης και μεγέθυνσης και αποτελούν βασικούς κόμβους

στο δίκτυο των στενά διασυνδεδεμένων παγκόσμιων αλυσίδων εφοδιασμού. Εκτός από το ότι αποτελούν πύλες στο διεθνές εμπόριο, δημιουργούν θέσεις εργασίας, παράγουν πλούτο, συμβάλλουν στο εθνικό ακαθάριστο εγχώριο προϊόν και προωθούν γειτονικούς αστικούς και βιομηχανικούς οικισμούς» (*United Nations Conference on Trade and Development, 2020, p.1*).

Τα λιμάνια, λόγω της τοποθεσίας στην οποία εδράζουν αλλά και των διαδικασιών που επιτελούν επηρεάζονται σημαντικά από την κλιματική αλλαγή. Η άνοδος της θαλάσσιας στάθμης μπορεί εύκολα να διαβρώσει τις εγκαταστάσεις και να προκαλέσει ατυχήματα, ενώ και άλλα αποτελέσματα της κλιματικής αλλαγής, όπως η αυξανόμενη ένταση των ανέμων και των κυμάτων μπορούν, εξίσου, να προκαλέσουν κόστη, τόσο σε υλικό όσο και σε ανθρώπινο επίπεδο.

Οι κίνδυνοι, τα τρωτά σημεία και το κόστος που σχετίζονται με την διαχείριση του κλίματος μπορεί να είναι σημαντικά, ιδιαίτερα για λιμάνια σε αναπτυσσόμενες περιοχές, με χαμηλή προσαρμοστική ικανότητα. Δεδομένης της στρατηγικής σημασίας των λιμένων για τις παγκόσμιες εμπορικές ροές, η αποτυχία των τοπικών υπευθύνων λήψης αποφάσεων να λάβουν έγκαιρα μέτρα προσαρμογής μπορεί να έχει πολύ ευρύτερες επιπτώσεις. Σε ένα παγκοσμιοποιημένο εμπορικό σύστημα, όπου η λήψη τοπικών αποφάσεων μπορεί να έχει παγκόσμιο αντίκτυπο, είναι προς το συμφέρον όλων να διασφαλιστεί η κλιματική ανθεκτικότητα των ζωτικών υποδομών μεταφορών σε όλες τις περιοχές (Becker et al., 2013).

Τα λιμάνια που βρίσκονται σε εκβολές ποταμών, επίσης, και που παρέχουν το περιβάλλον για θαλάσσια ζωή έχουν ακόμη μεγαλύτερη ευθύνη για την προστασία των παράκτιων υδάτων (Becker et al., 2012).

Η κλιματική αλλαγή συνιστά σημαντικό κίνδυνο για τις επιχειρήσεις, τις λειτουργίες, την ασφάλεια και τις υποδομές, και ως εκ τούτου για τις τοπικές, εθνικές και παγκόσμιες οικονομίες. Οι υποδομές των πλωτών μεταφορών, συγκεκριμένα, αναμένεται ότι θα επηρεαστούν αρνητικά και ως εκ τούτου οι φορείς εκμετάλλευσης λιμένων και πλωτών οδών πρέπει να λάβουν επείγουσα δράση για να ενισχύσουν την ανθεκτικότητα και να προσαρμοστούν στις αναδυόμενες συνθήκες (PIANC, 2020).

Συγκρίνοντας όλες τις κλιματικές απειλές, η άνοδος της στάθμης της θάλασσας, οι καταιγίδες και οι πλημμύρες παρουσιάζουν σήμερα, σύμφωνα με τη σχετική

βιβλιογραφία, τις πιο σοβαρές επιπτώσεις σε λιμάνια, αλλά και σε αεροδρόμια (Poo et al., 2018).

Η παγκόσμια λιμενική κοινότητα έχει εκδηλώσει εδώ και χρόνια προβληματισμούς και για ανησυχίες για τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής, αλλά γενικά εκδηλώνει και την ανάγκη για πιο συγκεκριμένες πληροφορίες από την επιστημονική κοινότητα για τη λήψη ορθών αποφάσεων (Becker et al., 2012).

Οι Yang et al. (2017) σχολιάζουν ότι ο μακροπρόθεσμος αντίκτυπος που προκαλεί ο κίνδυνος της κλιματικής αλλαγής παραμένει ασαφής και υπόκειται σε διαφορετικές ερμηνείες από διαφορετικούς φορείς της ναυτιλίας. Η δυναμική μεταξύ της κλιματικής αλλαγής και των λιμένων μπορεί, επίσης, να διαφοροποιηθεί σημαντικά σε διαφορετικές γεωγραφικές περιοχές. Κατά συνέπεια, τα δεδομένα κινδύνου και κόστους που χρησιμοποιούνται για την υποστήριξη της προσαρμογής στο κλίμα είναι υψηλής αβεβαιότητας και σε πολλές περιπτώσεις, τα πραγματικά δεδομένα είναι συχνά μη διαθέσιμα και ελλιπή.

Ο περιβαλλοντικός κίνδυνος είναι μία από τις πολλές κατηγορίες κινδύνων που αφορούν στην ναυτιλία και τις σχετικές υποδομές. Διάφορες πτυχές της κλιματικής αλλαγής φαίνεται ότι θα μπορούσαν να επηρεάσουν τις υποδομές της ναυτιλίας (PIANC, 2019).

Επίσης, ως κλιματικός κίνδυνος ορίζεται *«μια αλλαγή σε μια κλιματική παράμετρο που υπερβαίνει ένα συγκεκριμένο προκαθορισμένο όριο ή έχει τη δυνατότητα να προκαλέσει ζημιά ή διακοπή ή άλλες αρνητικές επιπτώσεις»* (PIANC, 2020,p.8).

Τα λιμάνια εδρεύουν σε ευάλωτες περιοχές σε σχέση με τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής, δηλαδή, σε ακτές που είναι επιρρεπείς σε άνοδο της στάθμης της θάλασσας και καταιγίδες ή σε εκβολές ποταμών που είναι επιρρεπείς σε πλημμύρες (Becker et al., 2012).

Στον πίνακα που δίνεται στην συνέχεια, αναφέρονται οι βασικές προκλήσεις που δημιουργεί σήμερα η κλιματική αλλαγή στην ναυτιλία.

**Πίνακας 2. Οι προκλήσεις της κλιματικής αλλαγής για την ναυτιλία**

<b>Υποδομές θαλάσσιας πλοήγησης</b>	<b>Λιμενικές εγκαταστάσεις</b>
Αυξήσεις στη συχνότητα ή τη σοβαρότητα των καταιγίδων και των πλημμυρών λόγω της ανόδου της στάθμης της θάλασσας ή/και των αλλαγών στη βροχοπτώση.	Αυξήσεις στη συχνότητα ή τη σοβαρότητα των καταιγίδων και των πλημμυρών ή χαμηλών ροών/ξηρασίας λόγω αλλαγών στα χαρακτηριστικά βροχοπτώσεων.
Αυξημένη συχνότητα συνθηκών ακραίων ανέμων, κυμάτων ή καταιγίδων που ενδεχομένως επιδεινώνονται από την άνοδο της στάθμης της θάλασσας, επηρεάζοντας τη συχνότητα και τη διάρκεια των περιόδων διακοπής των λειτουργιών και απαιτώντας βελτιωμένη ανθεκτικότητα των υποδομών.	Διακυμάνσεις στην ένταση του ρεύματος των εκβολών ή των ποταμών, που επηρεάζουν τη συχνότητα και τη διάρκεια των περιόδων διακοπών της πλοήγησης.
Αλλαγές στη μεταφορά ιζημάτων, τη διάβρωση και τη συσσώρευση που επηρεάζουν το πλωτό βάθος ή την ακεραιότητα της παραλίας ή της δομημένης υποδομής.	Αλλαγές στη μεταφορά ιζημάτων, τη διάβρωση και τη συσσώρευση που επηρεάζουν το πλωτό βάθος ή την ακεραιότητα των δομημένων υποδομών.
Αλλαγές στα χαρακτηριστικά ομίχλης ή σε άλλα ζητήματα ορατότητας.	Αλλαγές στην εποχική βροχοπτώση με πιθανές συνέπειες για την παροχή ή την αποθήκευση νερού.
Αυξήσεις στη θερμοκρασία του αέρα και του νερού ή αλλαγές στη χημεία των ωκεανών κ.λπ., που οδηγούν σε αλλαγές με συνέπειες για την ακεραιότητα των υποδομών ή για τις λειτουργίες και τη συντήρηση, όπως η εξάπλωση μη αυτόχθονων ή χωροκατακτητικών ειδών ή η διανομή ειδών- για εμπορική αλιεία ή παρατήρηση άγριας ζωής.	Αύξηση της θερμοκρασίας του αέρα και του νερού, μεταξύ άλλων, παραγόντων που οδηγούν σε αλλαγές στα ζωικά είδη με συνέπειες για την ακεραιότητα της όχθης και την εξάπλωση μη αυτόχθονων ειδών.
Αλλαγές στον όγκο κάλυψης από πάγο με πιθανές συνέπειες για την παροχή ή τη ζήτηση υποδομών πλοήγησης.	Αλλαγές στα χαρακτηριστικά του πάγου και τήξης του χιονιού που επηρεάζουν τόσο τη ροή όσο και την ακεραιότητα των υποδομών.

*Πηγή: PIANC, 2019.*

Επίσης, στον πίνακα που ακολουθεί δίνεται η πιθανή επίδραση στις μεταβολές 4 κλιματικών παραμέτρων που επηρεάζουν την λειτουργία των λιμενικών υποδομών.

**Πίνακας 3. Πιθανή επίδραση στις μεταβολές κλιματικών παραμέτρων στην λειτουργία των λιμενικών υποδομών**

<b>Επίδραση</b>	<b>Θερμοκρασία αέρα</b>	<b>Θερμοκρασία νερού</b>	<b>Ένταση θυελλών</b>	<b>Αύξηση θαλάσσιας στάθμης</b>
Πλημμύρες λόγω υπερχειλίσης αποχετευτικών συστημάτων ή υψηλών επιπέδων υπόγειων υδάτων			√	
Υπέρβαση λόγω υψηλών ροών ποταμών, υψηλής παλίρροιας ή καταιγίδων			√	√
Υψηλές ταχύτητες ροής εντός του καναλιού ή αλλαγές στην κατάσταση της θάλασσας			√	√
Συνθήκες χαμηλής ροής ποταμών, ξηρασία ή μειωμένη παροχή νερού				
Αλλαγές στη βαθυμετρία ή μεταφορά ιζημάτων ή υπολειμμάτων			√	√
Διάβρωση ποταμού, θάλασσας ή όχθης			√	√
Ομίχλη ή άλλα προβλήματα μειωμένης ορατότητας	√	√		
Ταχύτητα ανέμου, δύναμη, κατεύθυνση, διάρκεια	√		√	
Εξαιρετικό κρύο, παγωνιά	√	√		
Εξαιρετική ζέστη ή υγρασία	√			
Αλλαγές στη χημεία του νερού		√		

*Πηγή: PIANC, 2020.*

Φαινόμενα όπως η άνοδος της στάθμης της θάλασσας, η αυξημένη συχνότητα και ένταση ακραίων καιρικών φαινομένων και κυμάτων, οι βροχοπτώσεις και ξηρασίες ή και οι πλημμύρες ποταμών, καθώς και οι αυξημένες μέσες θερμοκρασίες και η ακραία μεταβλητότητα της ατμοσφαιρικής θερμοκρασίας είναι μερικές από τις κλιματικές αλλαγές που θέτουν σοβαρές απειλές για τα λιμάνια και άλλες υποδομές και λειτουργίες των ακτοπλοϊκών μεταφορών (United Nations Conference on Trade and Development, 2020).

Επιπρόσθετα, οι νέες περιβαλλοντικές συνθήκες σε συνδυασμό με τα πλοία που περνούν αυξημένο χρόνο στα λιμενικά ύδατα λόγω συχνότερων καιρικών φαινομένων θα έχουν ως αποτέλεσμα δυνατότητες εγκατάστασης νέων ζωικών ειδών στα λιμάνια (Nursey-Bray & Miller, 2012).

Οι Juan et al. (2022) αναφέρουν ότι στην διεθνή βιβλιογραφία εντοπίζεται περιορισμένος αριθμός αναφορών που επικεντρώνονται στην επίδραση που θα μπορούσε να έχει η κλιματική αλλαγή στα λιμάνια και στη λειτουργικότητά τους. Από την άλλη, έχει καταβληθεί πολύ περισσότερη προσπάθεια για τη μελέτη του τρόπου με τον οποίο οι ακτές μεταβάλλονται με την κλιματική αλλαγή, όπως η μελέτη της διάβρωσης των παραλιών και των πλημμυρών στις πόλεις από έντονες βροχοπτώσεις. Ο περιορισμός στον εντοπισμό μελετών που αφορούν στις επιδράσεις της κλιματικής αλλαγής στα λιμάνια οφείλεται και στο γεγονός ότι η λειτουργία των λιμένων χαρακτηρίζεται από έντονη πολυπλοκότητα από τον μεγάλο αριθμό των εμπλεκόμενων μερών.

Εφόσον κάθε λιμάνι χαρακτηρίζεται από μοναδικά κι ιδιαίτερα γνωρίσματα, αντίστοιχα, και το μέγεθος των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής ποικίλλουν ανάλογα με τις τοπικές συνθήκες ενώ οι επιπτώσεις μπορεί να είναι άμεσες ή έμμεσες. Οι άμεσες επιπτώσεις είναι αυτές που ενδέχεται να επηρεάσουν τις υποδομές, τις λειτουργίες και τις υπηρεσίες, ενώ οι έμμεσες επιπτώσεις περιλαμβάνουν αλλαγές στη ζήτηση για λιμενικές υπηρεσίες που προκύπτουν από τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στο εμπόριο, τις επενδυτικές αποφάσεις, τη δημογραφία, τη γεωργική παραγωγή, τη δασοκομία, την κατανάλωση ενέργειας, καθώς και την αλιευτική δραστηριότητα. Οι σχετικοί κίνδυνοι, τα τρωτά σημεία και το κόστος μπορεί να είναι σημαντικά, ιδίως για λιμένες σε αναπτυσσόμενες περιοχές με χαμηλή



προσαρμοστική ικανότητα, καθώς και σε λιμάνια σε αναπτυσσόμενες μικρές νησιωτικές χώρες (Asariotis et al., 2017).

Οι Nursey Bray & Miller (2012), προσθέτουν, επίσης, ότι οι ακραίες καιρικές συνθήκες και οι μεταβαλλόμενες κλιματικές συνθήκες είναι σε θέση και να αναγκάσουν τη δημιουργία νέων λιμανιών και μαρίνων, καθώς τα εμπορικά αποθέματα ψαριών μεταναστεύουν περαιτέρω προς τα νότια και τα πρότυπα εμπορίας αλλάζουν. Η ανάπτυξη νέων λιμένων είναι πιθανό να συμβεί λόγω της εγγύτητας των πόρων για εξαγωγές χύδην, καθώς και των συγκρούσεων με την αστική ανάπτυξη που περιορίζουν τις υπάρχουσες απαιτήσεις επέκτασης των λιμένων.

Σύμφωνα με τους Becker et al. (2018), στοιχεία από την διεθνή βιβλιογραφία δείχνουν ότι έχει ήδη σημειωθεί μεγάλη ζημιά και αναστάτωση σε λιμάνια σε όλο τον κόσμο από κινδύνους που σχετίζονται με το κλίμα και ότι τέτοιες επιπτώσεις αναμένεται να αυξηθούν τα επόμενα χρόνια και τις επόμενες δεκαετίες. Τα ευρήματα υποδεικνύουν ότι ενώ ένα σημαντικό – και αυξανόμενο – σύνολο επιστημονικών στοιχείων σχετικά με τους παράκτιους κινδύνους και τις πιθανές επιλογές προσαρμογής λειτουργεί ως κίνητρο για τις λιμενικές αρχές να εξετάσουν ρητά τους κινδύνους για τα περιουσιακά στοιχεία και τις δραστηριότητές τους, είναι αξιοσημείωτο ότι μόνο λίγα λιμάνια ανά τον κόσμο έχουν κάνει, στην πραγματικότητα, το επόμενο βήμα για την εφαρμογή στρατηγικών προσαρμογής στην κλιματική αλλαγή. Στο επόμενο κεφάλαιο της εργασίας αναλύεται το ζήτημα της προσαρμογής, καθώς και τα στάδια που πρέπει να τηρούνται από τους λιμένες για την αποτελεσματική διαχείριση των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής.

Οι βασικές παράμετροι στις οποίες επιδρούν τα φαινόμενα της κλιματικής αλλαγής στους λιμένες αφορούν στις παρακάτω (International Finance Corporation, 2011):

- Ζήτηση, μορφή κι επίπεδα εμπορίου.
- Ναυσιπλοΐα και ελλιμενισμός.
- Διακίνηση και αποθήκευση αγαθών.
- Κινήσεις οχημάτων εντός λιμανιών.
- Ζημιές σε κτίρια και εξοπλισμό.
- Εσωτερικές μεταφορές, πέρα από το λιμάνι.
- Διαθεσιμότητα και κόστος ασφάλισης.

- ✎ Κοινωνικές επιδόσεις (υγεία και ασφάλεια του εργατικού δυναμικού και σχέσεις με την κοινότητα).
- ✎ Περιβαλλοντική απόδοση.
- ✎ Ενέργεια

Όπως αναφέρει ο Karambas (2015, p. 2130) «η κλιματική αλλαγή εκφράζεται στην ανοιχτή θάλασσα και στην παράκτια ζώνη μέσω μιας σειράς επιπτώσεων, όπως: άνοδος της στάθμης της θάλασσας, αύξηση της συχνότητας ακραίων αιολικών φαινομένων, αλλαγή της ετήσιας συχνότητας των ανέμων, συχνότερα φαινόμενα καταιγίδων, υψηλότερα κύματα, αλλαγές της κυρίαρχης κατεύθυνσης των κυμάτων, ισχυρότερα ρεύματα στην παράκτια ζώνη κ.λπ..».

Η κλιματική αλλαγή θα επηρεάσει άμεσα τις δημόσιες και ιδιωτικές επιχειρήσεις και τις μεταφορές στις παράκτιες περιοχές μέσω φυσικών αλλαγών όπως η άνοδος της στάθμης της θάλασσας, οι πλημμύρες και τα αυξημένα φαινόμενα καταιγίδων. Η κλιματική αλλαγή θα επηρεάσει, επίσης, ένα ευρύ φάσμα πρόσθετων δραστηριοτήτων που σχετίζονται με τα λιμάνια και το παράκτιο περιβάλλον, συμπεριλαμβανομένων χημικών αλλαγών και βιολογικών αλλαγών και τελικά τον τρόπο με τον οποίο οι άνθρωποι χρησιμοποιούν τους φυσικούς πόρους. Αυτό θα έχει σημαντικές επιπτώσεις στην οικονομική και ανθρώπινη χρήση γύρω από τα λιμάνια, συμπεριλαμβανομένης της επέκτασης και συντήρησης εγκαταστάσεων, της ανθρώπινης υγείας και ασφάλειας, του τουρισμού και της αναψυχής και την γενικότερη ευημερία του οικοσυστήματος που παρέχουν αυτές τις υπηρεσίες στον άνθρωπο (Messner et al., 2013).

Δεδομένου του γρήγορου ρυθμού της κλιματικής αλλαγής και της δραστηκής κλίμακας των επιπτώσεων, τα λιμάνια πρέπει να προετοιμαστούν προληπτικά για το μέλλον με βραχυπρόθεσμες έως μακροπρόθεσμες προοπτικές για την κλιματική αλλαγή, επωφελούμενα ταυτόχρονα και από τα διδάγματα του παρελθόντος. Παρόλα αυτά, τα λιμάνια φαίνεται να αντιμετωπίζουν ακόμη σημαντικά προβλήματα κάνοντας επείγουσες επιλογές σε μια σειρά πολιτικών και επιλογών διαχείρισης για την τροποποίηση της υποδομής, των λειτουργιών των πλοίων, των τερματικών λειτουργιών, της υπερκατασκευής και της σύνδεσης με την ενδοχώρα. Για παράδειγμα, η αλλαγή της στάθμης της θάλασσας που επηρεάζει την υδροδυναμική, τις ζημιές στο φορτίο, τις υποδομές και τις παράκτιες συνδέσεις, την αυξημένη

ίζηματοποίηση, την αλλαγή λειτουργίας των καναλιών πλοήγησης και το αυξημένο κόστος επεξεργασίας κινδύνου θα πρέπει να αντιμετωπιστεί έγκαιρα με τη βελτίωση της ικανότητας προσαρμογής (Panahi et al., 2020).

Στην συνέχεια, αναλύονται περαιτέρω τα προαναφερόμενα θέματα της κλιματικής αλλαγής που επηρεάζουν την ναυτιλία, γενικότερα, και τις λιμενικές εγκαταστάσεις, ειδικότερα.

### **3.2 Η μεταβολή της θαλάσσιας στάθμης**

Η μέση τιμή στην παγκόσμια στάθμη της θάλασσας αυξήθηκε κατά, περίπου, 17 εκατοστά κατά τη διάρκεια του 20<sup>ου</sup> αιώνα, λόγω της αύξησης της θερμοκρασίας στην ατμόσφαιρα και της τήξης των παγετώνων και των πάγων που σχετίζονται με την ανθρωπογενή υπερθέρμανση του πλανήτη. Εκτός από αυτήν την παγκόσμια τάση, βέβαια, υπάρχουν σημαντικές περιφερειακές διαφορές στην αλλαγή της στάθμης της θάλασσας, λόγω των αλλαγών στην κυκλοφορία των ωκεανών και της ατμοσφαιρικής πίεσης (Hallegatte et al., 2011).

Η έντονη αύξηση της στάθμης της θάλασσας αναμένεται να εμφανίζεται όλο και πιο συχνά, σχεδόν παντού. Καθώς η συχνότητα επανάληψης των ακραίων επιπέδων της θάλασσας και των συναφών κυμάτων αποτελεί μέρος των θεμελιωδών παραμέτρων του σχεδιασμού των αμυντικών υποδομών στην ναυτιλία και τα λιμάνια, τόσο η αξιολόγηση των επιπτώσεων όσο και η επιλογή και ο σχεδιασμός αποτελεσματικών επιλογών προσαρμογής πρέπει να ληφθούν υπόψη με βάση τις προβλέψεις των περιόδων επανεμφάνισης ακραίων γεγονότων που επιδρούν στο επίπεδο της θάλασσας. Οι παράκτιες πλημμύρες από ακραία φαινόμενα μπορεί να καταστήσουν έως και άχρηστα τα λιμάνια και τα σχετικά συστήματα μεταφοράς κατά τη διάρκεια ενός ακραίου συμβάντος και να καταστρέψουν τερματικούς σταθμούς, χώρους αποθήκευσης και φορτία και να διαταράξουν τις αλυσίδες εφοδιασμού για μεγαλύτερα χρονικά διαστήματα. Οι επιπτώσεις θα μπορούσαν να περιλαμβάνουν διακοπές στις λειτουργίες και ζημιές σε λιμενικές υποδομές και στα πλοία, καθώς και στις συνδέσεις με την ενδοχώρα (United Nations Conference on Trade and Development, 2020).

Η αύξηση της θαλάσσιας στάθμης δύναται να προκαλεί ζημιές σε λιμενικές εγκαταστάσεις και φορτία, όχι μόνο από πλημμύρες, αλλά και από αλλαγές στον όγκο και την μορφή των θαλάσσιων κυμάτων. Αυτό συνεπάγεται υψηλότερο κόστος κατασκευής ή συντήρησης ενός λιμανιού. Οι παλίρροιες μπορούν να προκαλέσουν καθιζήσεις και αλλαγές στο χρονοδιάγραμμα λειτουργίας ενός λιμανιού, επιπτώσεις σε βασικά σημεία διέλευσης, αυξημένους κινδύνους για τις παράκτιες οδικές και σιδηροδρομικές συνδέσεις, μετεγκατάσταση ατόμων και επιχειρήσεων, ενώ γείρονται και ασφαλιστικά θέματα (Asariotis et al., 2017).

Ο συνδυασμός της ανόδου της στάθμης της θάλασσας και των ακραίων μετεωρολογικών φαινομένων, εκθέτουν τις παράκτιες κατασκευές σε μεγαλύτερα κύματα που με τη σειρά τους θα οδηγήσουν σε μεγαλύτερη υπέρβαση των υποδομών από ύδατα και μεγαλύτερη διείσδυση σε ένα λιμάνι. Το πρόβλημα είναι πιο έντονο σε περιοχές με ρηγά νερά (Karambas, 2015).

Βέβαια, όπως αναφέρθηκε και προηγούμενα και αναφορικά με την γενικότερη επίπτωση της κλιματικής αλλαγής, η αύξηση της στάθμης της θάλασσας δεν επηρεάζει στον ίδιο βαθμό όλους τους λιμένες του κόσμου. Κι αυτό, διότι υπάρχουν λιμάνια που προστατεύονται φυσικά, από τον τόπο στον οποίο εδρεύουν και της γεωμορφολογίας της περιοχής, και μπορούν να αμυνθούν σχετικά πιο εύκολα από την άνοδο της στάθμης της θάλασσας. Μεταξύ αυτών είναι λιμάνια που δεν βρίσκονται σε παράκτιες, αλλά εσωτερικές περιοχές όπως συμβαίνει στο Άμστερνταμ, στο Αμβούργο, στην Αμβέρσα, στην Γάνδη, στο Γκέτεμποργκ και στο Λονδίνο, μεταξύ άλλων (Christodoulou et al., 2019).

### **3.3 Οι έντονες καταιγίδες**

Μία από τις σημαντικότερες επιπτώσεις των γεγονότων που σχετίζονται με τις μεταβολές στο κλίμα στις λιμενικές λειτουργίες είναι η διακοπή λειτουργίας των λιμενικών λειτουργιών που προκύπτουν από τις έντονες καταιγίδες (Becker et al., 2018).

Οι καταιγίδες και τα κύματα είναι πιθανό να προκαλέσουν σημαντικές επιπτώσεις στους κόμβους και τα δίκτυα των ακτοπλοϊκών μεταφορών,

συμπεριλαμβανομένων των παροδικών ή μόνιμων πλημμυρών θαλάσσιων λιμένων και της σύνδεσης παράκτιων δρόμων και σιδηροδρομικών γραμμών. Επίσης, οι τροπικοί κυκλώνες και οι καταιγίδες μπορούν να προκαλέσουν πολύ σημαντικές ζημιές – και από οικονομική άποψη- στους θαλάσσιους λιμένες και στα γύρω περιβάλλοντα (Asariotis et al., 2017).

Η ισχυρότερη κυματική δράση και οι εντονότερες καταιγίδες, ειδικά όταν συνδυάζονται με υψηλότερα επίπεδα της θάλασσας, είναι η κύρια απειλή για τα λιμάνια. Αυτές οι δραστηριότητες μπορεί να βλάψουν γέφυρες, προβλήτες, κτίρια τερματικών σταθμών, πλοία και φορτία. Η υποδομή των λιμανιών μπορεί να χρειαστεί να ανυψωθεί ή να ενισχυθεί για να αντέξει αυτές τις επιπτώσεις (Gallivan et al., 2009).

Η λειτουργικότητα ενός λιμένα μειώνεται, επιπρόσθετα, κατά τη διάρκεια έντονων βροχοπτώσεων λόγω του κινδύνου αλλοίωσης εμπορευμάτων, για εμπορεύματα που είναι ευπαθή ή μη ανθεκτικά στο νερό (International Finance Corporation, 2011).

Περισσότερες και ισχυρότερες βροχοπτώσεις θα μπορούσαν, επίσης, να επηρεάσουν τα κανάλια του λιμανιού. Η αυξημένη διάβρωση και η συσσώρευση υποβρύχιας λάσπης και θραυσμάτων θα μπορούσε να μειώσει το βάθος των καναλιών και να δημιουργήσει ανάγκες για μεγαλύτερη βυθοκόρηση (Gallivan et al., 2009).

Για τα λιμάνια που εδρεύουν σε ποτάμια και λίμνες, οι αλλαγές στη βροχόπτωση και οι αυξημένοι ρυθμοί εξάτμισης λόγω των υψηλότερων θερμοκρασιών- σε συνδυασμό με την αλλαγή της χρήσης γης, την εξόρυξη νερού και την ανάπτυξη της βλάστησης, μπορούν να οδηγήσουν σε διακυμάνσεις στη ροή των ποταμών και στα επίπεδα των λιμνών και σε πιθανές αυξήσεις στον κίνδυνο πλημμύρας (International Finance Corporation, 2011).

Όπως επισημαίνει ο Fisk (2013), η αντικατάσταση και η συντήρηση των ζημιών στις υποδομές από τη διάβρωση και τις καταιγίδες είναι δαπανηρή, ιδιαίτερα όταν οι υπάρχουσες παράκτιες δομές είναι παλιές και δεν είναι πλέον κατάλληλες για το σκοπό τους. Επιπρόσθετα, σε βάθος χρόνοι, οι όλο και μεγαλύτερες καθυστερήσεις στη ναυτιλία που προκαλούνται από συχνότερες και μεγαλύτερες καταιγίδες ενδέχεται, να έχουν σταδιακά αντίκτυπο στην αξιοπιστία της θαλάσσιας ναυτιλίας.

Ως εκ τούτου, η προστασία έναντι των καταγίδων μπορεί να διασφαλίσει τις λιμενικές υποδομές από ζημιές και ενδέχεται να επιτρέπει τη συνέχιση ορισμένων λιμενικών λειτουργιών -προστατεύοντας το λιμάνι από πλημμύρες- αλλά θα περιορίσει, ταυτόχρονα, την κίνηση των πλοίων. Ως αποτέλεσμα, ακόμη και σε λιμάνια με μέτρα προστασίας, οι εμπλεκόμενες επιχειρήσεις πιθανότατα θα επηρεαστούν από ακραία καιρικά φαινόμενα όπως οι έντονες καταγίδες (Christodoulou et al., 2019).

### **3.4 Η χημική σύσταση των θαλάσσιων υδάτων**

Μια βασική επίδραση της κλιματικής αλλαγής σε επίπεδο χημικής σύστασης των θαλάσσιων υδάτων είναι η αύξηση στην οξύτητα των ωκεανών. Πρόκειται για ένα σύνθετο φαινόμενο που μειώνει το pH του θαλασσινού νερού και είναι το καθαρό αποτέλεσμα πολλών παραγόντων που περιλαμβάνουν και την περιεκτικότητα του διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα, μεταξύ άλλων (Buckley κ.α., 2008).

Όπως υπολογίζεται, κατά τους τελευταίους δύο αιώνες, οι ωκεανοί έχουν απορροφήσει περισσότερο από το 1/4 του διοξειδίου του άνθρακα που απελευθερώνεται από την ανθρώπινη δραστηριότητα, αυξάνοντας την οξύτητα των ωκεανών, με την συγκέντρωση ιόντων υδρογόνου, κατά παρόμοια αναλογία. Είναι πλέον σχεδόν αναπόφευκτο ότι μέσα σε 50 έως 100 χρόνια, οι συνεχιζόμενες ανθρωπογενείς εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα θα αυξήσουν περαιτέρω την οξύτητα των ωκεανών σε επίπεδα που θα έχουν εκτεταμένες επιπτώσεις, κυρίως επιβλαβείς, στους θαλάσσιους οργανισμούς και τα οικοσυστήματα, καθώς και στα αγαθά και τις υπηρεσίες που παρέχουν. Η αύξηση στην οξύτητα των ωκεανών έχει τη δυνατότητα να αλλάξει τη χημική σύνθεση και τη διαλυτότητα των μετάλλων και άλλων στοιχείων που βρέχονται από θαλασσινό νερό (Secretariat of the Convention on Biological Diversity, 2014).

Επίσης, εντοπίζεται μεταβολή στην αλατότητα του θαλασσινού νερού, λόγω της κλιματικής αλλαγής, η οποία είναι σε θέση να επηρεάσει τα ποσοστά διάβρωσης μετάλλων, καθώς το αλάτι επιταχύνει τη διαδικασία αυτή (International Finance Corporation, 2011).

### 3.5 Η άνοδος της θερμοκρασίας στην ατμόσφαιρα

Η άνοδος της ατμοσφαιρικής θερμοκρασίας που παρατηρείται διεθνώς κατά τις τελευταίες δεκαετίες, στην περίπτωση των λιμανιών μπορεί να προκαλεί ζημιές σε υποδομές, εξοπλισμό και φορτία, καθώς και μείωση της διάρκειας ζωής των περιουσιακών στοιχείων. Επίσης, αυξάνει τον κίνδυνο για την υγεία του προσωπικού, απαιτεί υψηλότερη κατανάλωση ενέργειας για την ψύξη στους τερματικούς σταθμούς και στις αποθήκες φορτίων, ενώ περιορίζει την εσωτερική ναυσιπλοΐα με αποτέλεσμα να επηρεάζει την ανταγωνιστικότητα των λιμανιών. Επηρεάζει, ακόμα, αρνητικά την διάρκεια της κατασκευαστικής περιόδου, προκαλεί αλλαγές στη ζήτηση των μεταφορών, διαβρώνει τις ακτές κι επηρεάζει τις οδικές και σιδηροδρομικές συνδέσεις με τα λιμάνια (Asariotis et al., 2017).

Οι απειλές που δημιουργεί η υψηλή θερμοκρασία στα λιμάνια είναι παρόμοιες με αυτές άλλων υποδομών μεταφορών στο πλαίσιο της θερμικής πρόσκρουσης σε πλακόστρωτες επιφάνειες και φέρον εξοπλισμό, καθώς και στην αυξημένη πιθανότητα ασθενειών που σχετίζονται με τη θερμότητα μεταξύ του προσωπικού (Fisk, 2013).

Οι αυξήσεις στις μέσες θερμοκρασίες, η συχνότητα και η διάρκεια των κυμάτων καύσωνα δημιουργήσουν σημαντικές προκλήσεις για τις υποδομές και τις λειτουργίες των λιμένων, όπως ζημιές σε λιμενικές περιοχές, εξοπλισμό ναυσιπλοΐας και γέφυρες, καθώς και ρωγμές στην άσφαλτο, παραμορφώσεις στις σιδηροδρομικές γραμμές και περιορισμούς ταχύτητας (United Nations Conference on Trade and Development, 2020).

Άρα, οι υψηλότερες θερμοκρασίες θα μπορούσαν να δημιουργήσουν δυσκολίες για τις λιμενικές εγκαταστάσεις και τον εξοπλισμό που έχουν σχεδιαστεί για πιο εύκρατα κλίματα, όπως η χρήση μη κλιματιζόμενων οχημάτων (Wright, 2013).

Επίσης, τα υψηλά επίπεδα υγρασίας που προκαλούνται από τις υψηλές θερμοκρασίες μπορούν να οδηγήσουν σε αυξημένη διάβρωση (International Finance Corporation, 2011).

### **3.6 Η μεταβολή των ανέμων**

Η ενισχυμένη ένταση των ανέμων είναι ένα ακόμα σημερινό γνώρισμα της κλιματικής αλλαγής.

Στα λιμάνια, οι ακραίοι άνεμοι και τα κύματα μπορούν να προκαλέσουν διάβρωση των ακτών, υπερπήδηση υδάτων και πλημμύρες στην άμυνα των λιμένων και των ακτών, αστοχίες στις υποδομές και διακοπές στην ομαλή λειτουργία (United Nations Conference on Trade and Development, 2020).

Επίσης, οι ισχυροί άνεμοι προκαλούν δυσμένειες στη ναυσιπλοΐα και στον ελλιμενισμό, καθώς και λειτουργική αναποτελεσματικότητα λόγω αδυναμίας φόρτωσης κι εκφόρτωσης ατόμων κι εμπορευμάτων (Asariotis et al., 2017).

Οι ακραίοι άνεμοι που συνδέονται με καταιγίδες ή τροπικούς κυκλώνες μπορούν να βλάψουν μη ενισχυμένες τερματικές κατασκευές, όπως μεταλλικές αποθήκες που είναι ελαφριές και έχουν μεγάλες επιφάνειες, καθώς και λοιπό λιμενικό εξοπλισμό (International Finance Corporation, 2011).

Επιπρόσθετα, οι ισχυροί άνεμοι προκαλούν ιδιαίτερη ανησυχία στα λιμάνια που εμπλέκονται σε εργασίες με γερανούς χύδην φορτίων και εμπορευματοκιβωτίων. Έχει εντοπιστεί, έτσι, η ανάγκη ανάπτυξης ισχυρών σχεδίων γερανογεφυρών κρηπιδώματος, ικανών να αντέχουν την αυξημένη ταχύτητα ανέμου. Οι υψηλές ταχύτητες του ανέμου θα μπορούσαν να προκαλέσουν καθυστερήσεις στις αφίξεις και αναχωρήσεις των πλοίων και να επηρεάσουν τις μετακινήσεις του προσωπικού, την πλοήγηση και τον χειρισμό πλοίων. Οι ισχυροί άνεμοι θα μπορούσαν, επίσης, να προκαλέσουν πρόσθετη διακοπή στη δραστηριότητα των γερανών, τη στοιβασία των εμπορευματοκιβωτίων στους σταθμούς και την πρόσδεση των πλοίων (Wright, 2013).

### **3.7 Η εμφάνιση υετού και ομίχλης**

Οι έντονες κι απότομες μεταβολές στην θερμοκρασία, προκαλούν και φαινόμενα υετού και ομίχλης.



Η έντονη εμφάνιση υετού και ομίχλης στα λιμάνια μπορεί να προκαλέσει ζημιά σε φορτία κι εξοπλισμό, να περιορίσει τις μετακινήσεις, να προκαλέσει προβλήματα στις λειτουργίες του λιμενικού εξοπλισμού, καθώς και να έχει δυσμενείς επιπτώσεις στις λειτουργίες των πλοίων και των τερματικών σταθμών, λόγω της περιορισμένης ορατότητας (Asariotis et al., 2017).

### **3.8 Η επίδραση στις μεταφορές και το εμπόριο**

Όπως είναι γνωστό κι έχει αναφερθεί και στην παρούσα εργασία, η ναυτιλία αποτελεί την κύρια οδό για την εξυπηρέτηση του παγκόσμιου εμπορίου. Όταν, όμως, ανακύπτουν ακραίες συνθήκες, όπως οι προαναφερόμενες, ανεξάρτητα ή σε συνδυασμό, εκτός από τις εγκαταστάσεις των λιμανιών και τα πλοία, απειλείται και η ομαλή διεξαγωγή του εμπορίου.

Όλα τα συστήματα μεταφορών μπορούν να επηρεαστούν από την κλιματική αλλαγή, καθώς εκτίθενται στις καιρικές συνθήκες, ενώ η προστασία ή η προσαρμογή τους απαιτεί ουσιαστικό σχεδιασμό και ανάλογες επενδύσεις. Οι αλλαγές στις τρέχουσες κλιματικές συνθήκες που μπορούν να επηρεάσουν τις μεταφορές περιλαμβάνουν άνοδο της στάθμης της θάλασσας, αύξηση της έντασης και της συχνότητας των καταιγίδων και των ανέμων, αύξηση της θερμοκρασίας, αλλαγές στην ένταση και συχνότητα των ακραίων βροχοπτώσεων, πλημμύρες και ξηρασίες. Δυνητικά ευάλωτες σε αυτές τις αλλαγές είναι τόσο η υποδομή των μεταφορών όσο και η λειτουργία, ενώ οι επιπτώσεις μπορεί να είναι είτε μόνιμες, όπως η απώλεια εγκαταστάσεων ή προσωρινές, όπως η διακοπή των υπηρεσιών για κάποιο διάστημα. Από την άλλη, όμως, η κλιματική αλλαγή μπορεί, επίσης, να έχει θετικά αποτελέσματα μειώνοντας τις διακοπές των μεταφορών σε ορισμένες τοποθεσίες όπου η πρόσβαση είναι δύσκολη, λόγω για παράδειγμα μεγάλων όγκων πάγου (Christodoulou & Demirel, 2018). Βέβαια, γενικά, η κλιματική αλλαγή θεωρείται ως ένα δυσμενές γεγονός και ως τέτοιο εκλαμβάνεται και στην παρούσα εργασία.

Τα λιμάνια και άλλες υποδομές παράκτιων μεταφορών εκτίθενται στον κίνδυνο των επιπτώσεων που σχετίζονται με την κλιματική αλλαγή, ιδίως λόγω της θέσης τους σε παράκτιες ζώνες, περιοχές με χαμηλό υψόμετρο και δέλτα, με

ευρύτερες επιπτώσεις στο διεθνές εμπόριο και στις προοπτικές ανάπτυξης των πιο ευάλωτων εθνών, ιδιαίτερα των λιγότερο ανεπτυγμένων χωρών και τα μικρών νησιωτικών αναπτυσσόμενων κρατών (United Nations Conference on Trade and Development, 2020).

Επιπρόσθετα, πρέπει να λαμβάνεται υπόψη ότι η λειτουργία των λιμανιών συνδέεται κι εξαρτάται από άλλης μορφής δραστηριότητες που, επίσης, μπορούν να απειλούνται από την κλιματική αλλαγή. Οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής σε άλλους κλάδους της βιομηχανίας μπορεί να οδηγήσουν ορισμένα λιμάνια και πλωτές οδούς στο να υπόκεινται σε αλλαγές στη φύση, τις ποσότητες ή τους χρόνους των εμπορευμάτων που μεταφέρονται ή της επιβατικής κίνησης. Οι κλιματικές αλλαγές, στη γεωργική παραγωγή ή στη μεταποιητική δραστηριότητα, για παράδειγμα, μπορεί να οδηγήσουν σε αλλαγές στους τύπους σκαφών που χρησιμοποιούνται στα λιμάνια ή τις πλωτές οδούς, σε αλλαγές προδιαγραφών για τις εγκαταστάσεις ελλιμενισμού ή αποθήκευσης, ζήτηση για αυξημένη εποχική χωρητικότητα, μείωση του κύκλου εργασιών ή μετάβαση από τις εξαγωγικές προς τις εισαγωγικές δραστηριότητες ή το αντίστροφο. Η στροφή προς τις πλωτές μεταφορές εμπορευμάτων και επιβατών για τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου από τις οδικές μεταφορές, οι αλλαγές στα τουριστικά πρότυπα και ακόμη και η μετανάστευση που σχετίζεται με ακραίες θερμοκρασίες έχουν, επίσης, τη δυνατότητα να αλλάξουν τις υπάρχουσες απαιτήσεις σε λιμάνια και πλωτές οδούς βραχυπρόθεσμα ή μακροπρόθεσμα. Ορισμένες από αυτές τις έμμεσες επιπτώσεις υποδηλώνουν ότι ένα λιμάνι ή μια πλωτή οδός πρέπει να προσαρμόσει την υποδομή, τις λειτουργίες ή τα συστήματα λειτουργίας (PIANC, 2020).

Οι αποθηκευτικοί χώροι που βρίσκονται κοντά στην επιφάνεια της γης και που δεν προστατεύονται επαρκώς είναι ευάλωτοι σε παράκτιες ή ποτάμιες πλημμύρες, ενώ περιοχές με ανεπαρκή αποστράγγιση μπορεί να πλημμυρίσουν από έντονες βροχοπτώσεις. Οι αυξημένες περιπτώσεις αλλοίωσης εμπορευμάτων λόγω πλημμύρας μπορούν, επίσης, να βλάψουν τη φήμη ενός λιμανιού (International Finance Corporation, 2011).

*«Οι κλιματικές επιπτώσεις μπορούν να επηρεάσουν την οικονομική κερδοφορία των λειτουργιών, την περιβαλλοντική βιωσιμότητα του λιμανιού, τους τύπους εμπορικών αγαθών που διέρχονται από το λιμάνι και συνεπώς τις λειτουργίες του*

λιμένα. Οι επιπτώσεις μπορούν να αντιμετωπιστούν σε πολλά επίπεδα της επιχειρηματικής δραστηριότητας του λιμανιού, από τον μελλοντικό σχεδιασμό και τη στρατηγική διακυβέρνηση, μέσω των καθεστώτων συντήρησης της φυσικής υποδομής έως τη διαχείριση ανθρώπινων πόρων. Οι επιπτώσεις μπορεί να έχουν είτε αρνητική είτε θετική επίδραση στις δραστηριότητες του λιμανιού και υπάρχει επίσης η πιθανότητα να υπάρξουν μικρές σημαντικές άμεσες επιπτώσεις» (Scott et al., 2013, p.8).

Δεδομένου, έτσι, του στρατηγικού ρόλου των λιμανιών ως μέρος του παγκόσμιου εμπορικού συστήματος και της πιθανότητας ζημίας, διακοπής και καθυστέρησης που σχετίζεται με το κλίμα στις παγκόσμιες αλυσίδες εφοδιασμού, με σημαντικό σχετικό κόστος και οικονομικές και εμπορικές απώλειες, η ενίσχυση της κλιματικής ανθεκτικότητας των λιμένων είναι θέμα στρατηγικής οικονομικής σημασίας. Ταυτόχρονα, η αποτελεσματική προσαρμογή και η οικοδόμηση ανθεκτικότητας για τα λιμάνια και άλλα σημαντικά στοιχεία υποδομών των μεταφορών είναι επίσης καθοριστικής σημασίας για την επίτευξη προόδου σε πολλούς από τους Στόχους που περιλαμβάνονται την Ατζέντα 2030 της διεθνούς κοινότητας για τη βιώσιμη ανάπτυξη (United Nations Conference on Trade and Development, 2020).

Η Ατζέντα 2030 είναι ένα σχέδιο δράσης που στοχεύει στην παγκόσμια ευημερία και ειρήνη όπου η εξάλειψη της φτώχειας θεωρείται ως η βασική προϋπόθεση για την παγκόσμια ανάπτυξη. Οι χώρες που υπέγραψαν το σχέδιο δράσης, 193 μέλη των Ηνωμένων Εθνών, το 2015, δεσμεύτηκαν ώστε να δράσουν συνεργατικά προκειμένου να επιτευχθεί η βιώσιμη ανάπτυξη, χωρίς αποκλεισμούς, με την συμμετοχή όλων. Το πρόγραμμα βασίζεται σε 17 στόχους επίτευξης οι οποίοι βασίζονται σε 169 επιμέρους δραστηριότητες που καλύπτουν ζητήματα από την υγεία και την παιδεία, μέχρι την προστασία του περιβάλλοντος (United Nations, 2018).

Σημειώνεται ότι ως πλαίσιο, η Ατζέντα 2030 επεκτείνει τους προηγούμενους Αναπτυξιακούς Στόχους της Χιλιετίας με πολλούς τρόπους, αλλά, κυρίως, επιδιώκοντας να συνδέσει σε βάθος τις κοινωνικές, οικονομικές και περιβαλλοντικές πτυχές των στόχων. Αυτό, με τη σειρά, του συνεπάγεται διαχρονική διασύνδεση κι εξασφάλιση ότι η βραχυπρόθεσμη επίτευξη βελτίωσης της ανθρώπινης ευημερίας δεν θα συμβεί με το κόστος της υπονόμευσης της ευημερίας μακροπρόθεσμα,

καταστρέφοντας το κοινωνικό και περιβαλλοντικό κεφάλαιο από τα οποία εξαρτάται το παγκόσμιο σύστημα (Stafford-Smith et al., 2017).

Όσον αφορά το ζήτημα της κλιματικής αλλαγής, οι αντίστοιχοι στόχοι της Ατζέντας είναι ο Στόχος 13 για την ανάληψη επείγουσας δράσης για την καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής και των επιπτώσεών της, καθώς και ο Στόχος 14 για τη διατήρηση και τη βιώσιμη χρήση των ωκεανών, των θαλασσών και των θαλάσσιων πόρων για βιώσιμη ανάπτυξη. Αναφορά γίνεται και στον Στόχο 1 για την ενίσχυση της ανθεκτικότητας των φτωχών και εκείνων που βρίσκονται σε ευάλωτες καταστάσεις και τη μείωση της έκθεσης και της ευαλωτότητάς τους σε ακραία φαινόμενα που σχετίζονται με το κλίμα και άλλους οικονομικούς, κοινωνικούς και περιβαλλοντικούς κραδασμούς και καταστροφές (United Nations Conference on Trade and Development, 2020).

Με την ολοκλήρωση και του παρόντος κεφαλαίου, επικεντρώθηκε η μελέτη στον κρίσιμο ρόλο που διαδραματίζει η τρέχουσα κλιματική αλλαγή στα λιμάνια. Για τον λόγο αυτό, έχουν αρχίσει διεθνώς να αναπτύσσονται σχετικά μέτρα προφύλαξης και διαχείρισης για τα οποία γίνεται εκτενής λόγος στην συνέχεια.

### **3.9 Κατανάλωση ενέργειας και κλιματική αλλαγή.**

Οι περισσότερες δραστηριότητες του ανθρώπου- αν όχι όλες- απαιτούν την χρήση κάποιας μορφής ενέργειας. Η εκμετάλλευση της ενέργειας για την προώθηση της διαδικασίας της ανάπτυξης, όμως, συνοδεύεται από αυξανόμενο κόστος σε σχέση με την περιβαλλοντική ρύπανση. Δυνητικά, η πιο σημαντική περιβαλλοντική ανησυχία κατά τις τελευταίες δεκαετίες σχετίζεται με τον αντίκτυπό της στην κλιματική, που αναφέρεται και ως υπερθέρμανση του πλανήτη ή φαινόμενο του θερμοκηπίου. Πιο συγκεκριμένα, υπάρχουν τρεις τομείς, δηλαδή, η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας, η βιομηχανία και οι μεταφορές είναι κυρίως υπεύθυνοι για τον μεγαλύτερο όγκο εκπομπών αερίων του διοξειδίου του άνθρακα που ευθύνονται σημαντικά για την κλιματική αλλαγή (Akpan and Akpan, 2012).

Η μεταβολή της θερμοκρασίας, αναπόφευκτα, θα οδηγήσει σε κάποια αλλαγή στην αστική κατανάλωση ενέργειας, όπως η ζήτηση για ψύξη και κλιματισμό το καλοκαίρι και η κατανάλωση για την θέρμανση χώρων το χειμώνα (Hekkenberg et al., 2009).

Η κατανάλωση ορυκτών καυσίμων αντιπροσωπεύει τη βάση της σύγχρονης ζωής, εφόσον όλες οι βιομηχανίες, οι μεταφορές και οι καθημερινές υπηρεσίες καταναλώνουν μεγάλες ποσότητες ενέργειας. Η κατανάλωση αυτή, όμως, οδηγεί σε μεγάλη περιβαλλοντική ρύπανση που σχετίζεται με όλα τα στάδια παραγωγής ενέργειας, ξεκινώντας από την απόκτηση πηγών από το έδαφος και την επεξεργασία τους για την παραγωγή των διαφόρων ενέργειας και στη συνέχεια τη μεταφορά τους σε σταθμούς παραγωγής. Σε όλα αυτά τα στάδια, τα προβλήματα ρύπανσης του περιβάλλοντος προκύπτουν από τη ρύπανση του αέρα, του νερού και της γης. Τα προβλήματα ρύπανσης αυξάνονται κοντά σε ποτάμια και υδάτινα τμήματα, καθώς οι περισσότεροι σταθμοί ηλεκτροπαραγωγής βρίσκονται κοντά σε ποτάμια, λόγω των παραγωγικών τους λειτουργιών. Η διαρροή καυσίμων στο έδαφος, επίσης, μολύνει τα υπόγεια ύδατα. Αυτή η ρύπανση μπορεί να φτάσει και στις πηγές πόσιμου νερού. Η αύξηση της κατανάλωσης ενέργειας στις πόλεις, επιπρόσθετα, σχετίζεται με την αύξηση της ρύπανσης. Ως εκ τούτου, είναι απαραίτητο να γίνονται προτάσεις και να εντοπίζονται εναλλακτικές λύσεις για τη μείωση της ενεργειακής δαπάνης και τη στήριξη σε εναλλακτικές λύσεις καθαρής ενέργειας (Κατσαφάδος και Μαυροματίδης, 2015).

Με βάση τους Chen et al. (2021), η αυξανόμενη διείσδυση των τεχνολογιών ανανεώσιμων πηγών ενέργειας είναι μια πιθανή στρατηγική προσαρμογής στην κλιματική αλλαγή. Οι αυξήσεις στην παραγωγή ανανεώσιμων πηγών ενέργειας θα μπορούσαν να προσφέρουν μέρος της ζήτησης για ενέργεια που προκαλείται από την κλιματική αλλαγή και η μείωση των εκπομπών θα μπορούσε, από την άλλη, να μετριάσει περαιτέρω την ένταση του φαινομένου. Αντιμετωπίζοντας το πρόβλημα της βραχυπρόθεσμης υπερφόρτωσης που προκαλείται από τις κλιματικές αλλαγές, η εφαρμογή ενός δικτύου ανανεώσιμων πηγών μπορεί να είναι ο πιο οικονομικός τρόπος για την κάλυψη της προσωρινής υψηλής ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας που σχετίζεται με τα κύματα καύσωνα, λόγω χάρη.

Όπως υποστηρίζει ο Cevik (2022), οι πολιτικές και οι μεταρρυθμίσεις που στοχεύουν στη στροφή από τους υδρογονάνθρακες σε εναλλακτικές πηγές ενέργειας και στην

αύξηση της ενεργειακής απόδοσης στη διανομή και την κατανάλωση είναι βασικές για τον μετριασμό της κλιματικής αλλαγής, τη μείωση της ενεργειακής εξάρτησης και την ελαχιστοποίηση της έκθεσης στην αστάθεια των τιμών της ενέργειας. Για το σκοπό αυτό, η περιβαλλοντική φορολογία, συμπεριλαμβανομένου φόρου άνθρακα και τελών για τα ορυκτά καύσιμα, θα μπορούσε να προωθήσει τη μετάβαση σε πηγές ενέργειας χαμηλών εκπομπών άνθρακα, καθώς και να αυξήσει πρόσθετα δημοσιονομικά έσοδα.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΕΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΤΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ ΑΠΟ ΤΟΥΣ ΛΙΜΕΝΕΣ**

Το ζήτημα της κλιματικής αλλαγής απασχολεί όλο και περισσότερο τη λιμενική βιομηχανία, με αποτέλεσμα να αναλαμβάνονται οργανωμένες δράσεις από τις λιμενικές αρχές, για τη διαφύλαξη των λιμένων. Στις ενότητες που ακολουθούν αναφέρονται κάποιες βασικές επισημάνσεις ως προς το θέμα αυτό, καθώς και παραδείγματα στρατηγικών διαχείρισης της κλιματικής αλλαγής από επιλεγμένα λιμάνια του κόσμου.

### **4.1 Κύριες επισημάνσεις γενικού χαρακτήρα**

Τα λιμάνια, είτε είναι δημόσια είτε ιδιωτικά, ασχολούνται πρώτα και κύρια με την κερδοφορία τους. Οι αποφάσεις για επένδυση για έργα προστασίας από έντονα καιρικά φαινόμενα σταθμίζονται έναντι άλλων χρήσεων των κεφαλαίων και της πιθανότητας ζημιάς, αν και δεν λαμβάνονται απαραίτητα υπόψη οι καταστροφικές απώλειες που μπορεί να προκύψουν από ένα σημαντικό επεισόδιο. Οι μεγάλοι κίνδυνοι καταστροφών καλύπτονται μέσω της ασφάλισης και της εξάρτησης από την ικανότητα της κυβέρνησης να παραχωρεί δαπάνες για επισκευές και καθαρισμό των σημείων αυτών. Ωστόσο, μια μεγάλη ποικιλία ενδιαφερομένων αντιμετωπίζει τόσο οικονομικές όσο και λιγότερο απτές απώλειες όταν ένας θαλάσσιος λιμένας υφίσταται σοβαρή ζημιά ή διαταράσσεται η λειτουργία του σε περίπτωση καταιγίδας, για παράδειγμα. Οι λιμενικές αρχές μπορεί να γνωρίζουν ότι πρέπει να λαμβάνουν τις κατάλληλες προφυλάξεις, αλλά αυτό δεν σημαίνει απαραίτητα ότι το κάνουν. Δεδομένου, επιπρόσθετα, ότι τα λιμάνια παρέχουν τόσο κέρδη στον ιδιωτικό τομέα όσο και σημαντικές δημόσιες υπηρεσίες, τα ενδιαφερόμενα μέρη ποικίλλουν ευρέως. Για παράδειγμα, η θωράκιση ενός λιμανιού και κατά συνέπεια η διατήρηση των εσόδων του λιμανιού θα μπορούσε να οδηγήσει σε συμβιβασμούς με τις υπηρεσίες οικοσυστήματος που παρέχονται από υπάρχουσες φυσικές περιοχές, συμπεριλαμβανομένου του τουρισμού σε γειτονικές κοινότητες. Ο εντοπισμός των ενδιαφερομένων και η δημιουργία διαλόγου μεταξύ μηχανικών, σχεδιαστών,

επενδυτών, ασφαλιστών, επιστημόνων, φορέων εκμετάλλευσης λιμένων και πλοίων, ρυθμιστικών αρχών και περιφερειακών ομάδων συμφερόντων, καθώς και διεθνών οργανισμών είναι ένα κρίσιμο πρώτο βήμα. Έχοντας πολλά να κερδίσουν από την προσαρμογή, οι λιμενικές αρχές είναι σε ευνοϊκή θέση για να αναπτύξουν νέες μορφές συνεργασίας (Becker et al., 2013).

Η κλιματική αλλαγή απαιτεί στρατηγικές προσαρμογής για τις παράκτιες υποδομές. Τα λιμάνια που βρίσκονται σε εκβολές ποταμών, μάλιστα, και που παρέχουν τροφή για τη θαλάσσια ζωή έχουν ακόμη μεγαλύτερη ευθύνη και για την προστασία των παράκτιων υδάτων. Η πολυπλοκότητα των περιοχών αυτών, αλλά και οι πιθανοί κίνδυνοι απαιτούν από την επιστημονική κοινότητα, τους υπεύθυνους χάραξης πολιτικής και τις ίδιες τις λιμενικές αρχές να αναλάβουν ενεργό ρόλο για να κατανοήσουν καλύτερα το πότε και το πώς οφείλουν να εφαρμόσουν προληπτικές στρατηγικές προσαρμογής στη κλιματική αλλαγή (Becker et al., 2012).

Υπάρχουν οργανισμοί που έχουν ορίσει διαδικασίες ανάλυσης κινδύνου, που ενσωματώνουν συγκεκριμένα όρια ανοχής κινδύνου για κρίσιμα περιουσιακά στοιχεία, λειτουργίες ή συστήματα που θα μπορούσαν εύκολα να προσαρμοστούν για χρήση στις αξιολογήσεις της κλιματικής αλλαγής. Το πλεονέκτημα της χρήσης τέτοιων διαδικασιών, με τους σχετικούς πίνακες παρουσίασης, είναι ότι οι κίνδυνοι της κλιματικής αλλαγής μπορούν να αξιολογηθούν και να παρουσιαστούν με οικείο τρόπο, εύκολα κατανοητό από τους αξιολογητές κινδύνου του οργανισμού, τους διαχειριστές κινδύνου, τους ενδιαφερόμενους φορείς και όσους λαμβάνουν αποφάσεις για επενδύσεις. Ένα πιθανό μειονέκτημα, ωστόσο, είναι ότι ορισμένα από τα συγκεκριμένα ζητήματα της κλιματικής αλλαγής που περιγράφονται ενδέχεται να μην αντιμετωπίζονται στο πλαίσιο της διαδικασίας κατά παραγγελία, όπως για παράδειγμα η χρήση σεναρίων για την αντιμετώπιση των αβεβαιοτήτων της κλιματικής αλλαγής. Ως εκ τούτου, ένα τέτοιο έγγραφο καθοδήγησης προορίζεται να χρησιμοποιηθεί παράλληλα με τις διαδικασίες αξιολόγησης κινδύνου του εκάστοτε οργανισμού (PIANC, 2020).

Πρέπει να γίνει αντιληπτό, από όλα τα εμπλεκόμενα μέρη, ότι η ενίσχυση της κλιματικής ανθεκτικότητας των λιμένων είναι ζήτημα στρατηγικής οικονομικής σημασίας. Ταυτόχρονα, η αποτελεσματική προσαρμογή και η οικοδόμηση ανθεκτικότητας για τα λιμάνια και άλλα σημαντικά στοιχεία των υποδομών



μεταφορών θα είναι, επίσης, καθοριστικής σημασίας για την επίτευξη προόδου σε πολλούς από τους Στόχους της Ατζέντας 2030 για τη βιώσιμη ανάπτυξη. Ορθά, υποστηρίζεται έτσι ότι απαιτούνται πολύπλευρες προσεγγίσεις για την προσαρμογή και την οικοδόμηση ανθεκτικότητας των υποδομών της λιμενικής βιομηχανίας για την αποτελεσματική αντιμετώπιση των προκλήσεων της κλιματικής αλλαγής. Απαιτούνται καινοτόμες και συλλογικές αντιδράσεις προσαρμογής όσον αφορά τα μέτρα ρύθμισης, διαχείρισης και τεχνικών προδιαγραφών, συμπεριλαμβανομένων μέτρων ήπιας και σκληρής προσαρμογής (United Nations Conference on Trade and Development, 2020).

Διευκρινίζεται ότι με τον όρο ανθεκτικότητα νοείται η ικανότητα πρόβλεψης και σχεδιασμού μιας διαταραχής, απορρόφησης των επιπτώσεων αυτής της ξαφνικής κατάστασης και ταχείας ανάκαμψης. Τα περιουσιακά στοιχεία και οι λειτουργίες που θεωρούνται ως ανθεκτικά, έτσι, μπορούν να προσαρμοστούν τόσο σε βραχυπρόθεσμους όσο και σε μακροπρόθεσμους απειλητικούς παράγοντες, καθώς και σε μεταβαλλόμενες συνθήκες και περιορισμούς. Η ανθεκτικότητα δεν είναι μόνο φυσική, αλλά μπορεί να έχει και κοινωνικό, περιβαλλοντικό και οικονομικό χαρακτήρα. Η προσαρμογή ή η αποδοχή της διαταραχής - αντί μόνο η προστασία από αυτήν- μάλιστα πρέπει να θεωρούνται ως σημαντικές συνιστώσες της ανθεκτικότητας (PIANC, 2020).

Στον πίνακα που δίνεται στην συνέχεια, αναφέρονται οι βασικές διαστάσεις της ανθεκτικότητας στα λιμάνια.

**Πίνακας 4. Οι διαστάσεις της ανθεκτικότητας στα λιμάνια**

Διάσταση	Επιμέρους στοιχεία
Διακυβέρνηση	<p>Υπαρξη πολιτικών που θεσμοθετούν την ανθεκτικότητα ως στόχο.</p> <p>Θεσμική διαφάνεια και συμμετοχή δημοσίων και ιδιωτικών φορέων στη λήψη αποφάσεων.</p> <p>Σαφήνεια και σεβασμός επίσημων και ανεπίσημων κανονισμών, με τακτική ενημέρωση των στοιχείων νομικής συμμόρφωσης (κανονισμοί).</p> <p>Χρήση αρχών προσαρμοστικής διαχείρισης για την αντιμετώπιση της αβεβαιότητας.</p>
Κοινωνία	<p>Επικοινωνία μεταξύ των ενδιαφερομένων μερών.</p> <p>Πρωτόκολλα εσωτερικής επικοινωνίας στο Λιμεναρχείο.</p> <p>Συντονισμένη εργασία με διοικήσεις και προμηθευτές υποδομών εφοδιαστικής αλυσίδας για τον σχεδιασμό συνδεδεμένων, ανθεκτικών κέντρων logistics.</p> <p>Διευκόλυνση για την επίτευξη συμφωνιών με άλλα κοντινά λιμάνια.</p>
Υποδομές κι εγκαταστάσεις	<p>Σχεδιασμός επιχειρησιακής συνέχειας για υποδομές και εγκαταστάσεις σε περίπτωση επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής.</p> <p>Ψηφιοποίηση: ύπαρξη μη αρχειοθετημένης τεχνολογίας για τη διευκόλυνση των ροών πληροφοριών σε όλη την αλυσίδα εφοδιασμού</p>

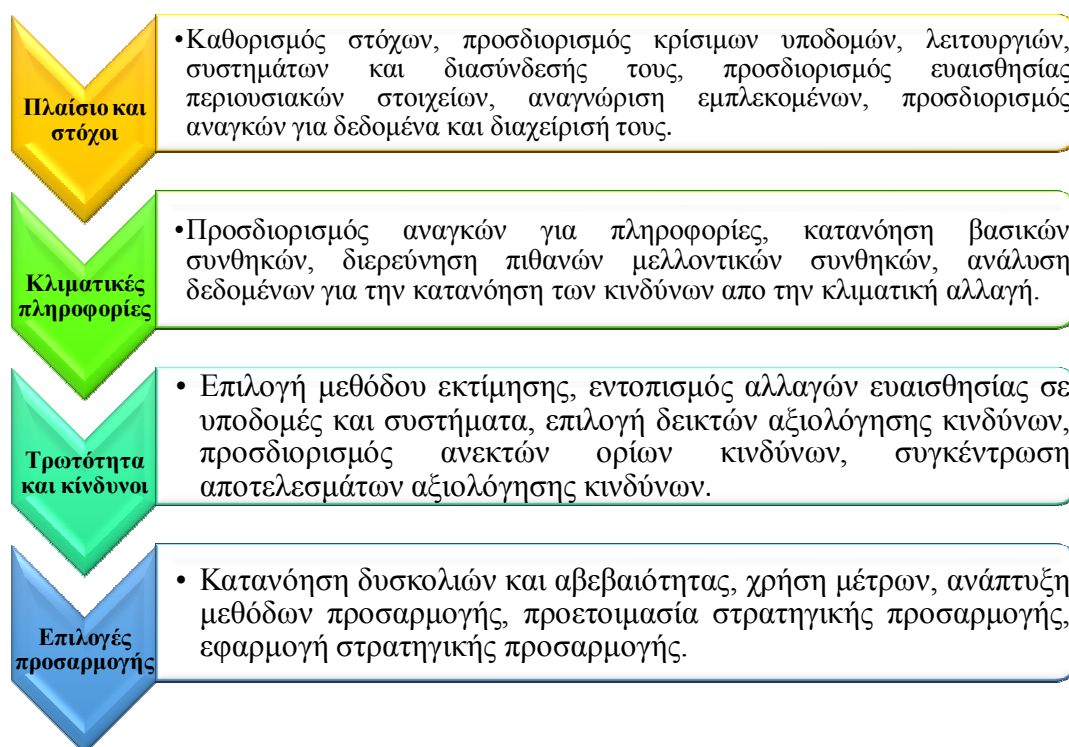
	<p>Ύπαρξη συστημάτων για τη βελτίωση της ευελιξίας και της διαθεσιμότητας των μεταφορών.</p> <p>Νέες υποδομές / εγκαταστάσεις και βιωσιμότητα και προσαρμοστικότητα υφιστάμενων.</p>
Λειτουργικό περιβάλλον	<p>Ικανότητα διδασχής και πρόβλεψης των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής.</p> <p>Ύπαρξη μακροπρόθεσμων προορατικών στρατηγικών προσαρμογής στην κλιματική αλλαγή.</p> <p>Προγράμματα κατάρτισης για την αλλαγή του κλίματος, που αποτελούν μέρος της κατάρτισης ανθρώπινου δυναμικού.</p> <p>Μέτρα δίκαιης προσαρμογής: τα αποτελέσματα και το κόστος των διαφορετικών προσαρμογών πρέπει να λαμβάνονται υπόψη στις διάφορες ομάδες/τομείς.</p>
Διαχείριση κινδύνων	<p>Εργαλεία διαχείρισης κινδύνου.</p> <p>Κουλτούρα διαχείρισης κινδύνου σε όλη την εφοδιαστική αλυσίδα.</p> <p>Συνεργασία με ασφαλιστικούς φορείς για τον προσδιορισμό των ποσοτικών στοιχείων του κλιματικού κινδύνου ώστε να ασφαλιστούν σωστά οι κίνδυνοι που δεν μπορούν να μειωθούν.</p> <p>Παραγωγή ανανεώσιμης ενέργειας στο λιμάνι για την αποφυγή κινδύνων που συνδέονται με διακοπές ρεύματος.</p>

Πηγή: Leon-Mateos et al., 2021.

Όπως γίνεται αντιληπτό, η ανθεκτικότητα σε ένα λιμάνι είναι ένα ζήτημα που επιτάσσει τη δράση όχι μόνο από το εσωτερικό περιβάλλον ενός λιμένα, αλλά και όλης της τοπικής κοινωνίας.

«Η ενίσχυση της ανθεκτικότητας και η προσαρμογή ενός υπάρχοντος λιμανιού ή πλωτής οδού στις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής δεν αφορά μόνο την αύξηση ή την ενίσχυση της φυσικής υποδομής. Ανάλογα με τον τύπο των κινδύνων που προσδιορίζονται, οι αλλαγές στις λειτουργίες, τη διαχείριση ή τη συντήρηση μπορεί να είναι πιο κατάλληλες ή οικονομικά αποδοτικές. Οι θεσμικές αλλαγές, για παράδειγμα στην πολιτική ή τη χρηματοδότηση, ενδέχεται επίσης να αποτελούν μέρος μιας μακροπρόθεσμης λύσης. Η υλοποίηση ορισμένων από αυτά τα μέτρα θα εξαρτηθεί από την αποτελεσματική συμμετοχή εξωτερικών ενδιαφερομένων» (PIANC, 2020, p.14).

Σχηματικά, η επιτυχής διαδικασία ολοκλήρωσης της προσαρμογής των λιμανιών στην κλιματική αλλαγή μπορεί να αποδοθεί ως κάτωθι:



Πηγή: PIANC, 2020.

### Σχήμα 1. Στάδια προσαρμογής λιμένων στην κλιματική αλλαγή

Σε σχέση με το πρώτο στάδιο που αφορά στον εντοπισμό και την ανάλυση των αναγκών οι Nursey-Bray & Miller (2012) υποστηρίζουν ότι τα βασικότερα

ζητήματα που μπορούν να συνδράμουν στην κλιματική προσαρμογή είναι τα παρακάτω:

1. Πρέπει να παρέχεται κατάλληλη εκπαίδευση προσαρμογής στους επαγγελματίες της ναυτιλίας, ώστε να μπορούν να αναπτύξουν σαφείς στόχους, στρατηγικές και δράσεις.
2. Χρειάζεται εκπαίδευση των επαγγελματιών σε λύσεις προσαρμογής, απαιτήσεις πολιτικής και εφαρμογή τους, αξιολόγησης κινδύνου και εκπαίδευση αντιμετώπισης διαχείρισης και διατήρησης των παράκτιων περιοχών και της υποδομής τους.
3. Τα σχέδια διαχείρισης σχετικά με τις υποδομές και τις λειτουργίες θα πρέπει να προσαρμοστούν ώστε να επιτρέπουν την προστασία σε όλα τα επίπεδα από τις κλιματικές επιπτώσεις
4. Χρήση εργαλείων προσαρμογής όπως τα Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών (GIS) για την παρακολούθηση τυχόν αλλαγών στην άνοδο της στάθμης της θάλασσας ή στην τοπογραφία των παράκτιων περιοχών, προκειμένου να παρακολουθούνται οι ευάλωτες περιοχές και να προσαρμόζονται ανάλογα τυχόν σχέδια
5. Τα κτίρια που κινδυνεύουν να επηρεαστούν από κλιματικά φαινόμενα θα πρέπει να μετασκευάζονται με τα υψηλότερα πρότυπα.
6. Δημιουργία καναλιών επικοινωνίας μεταξύ επιστημόνων, ενδιαφερομένων και επαγγελματιών της ναυτιλίας. Αυτό θα πρέπει να περιλαμβάνει και τη δημιουργία συνεργασιών με βασικούς ερευνητικούς φορείς
7. Η ανάπτυξη των ακτών χρειάζεται πολύ ισχυρότερη ρύθμιση και παρακολούθηση
8. Προσδιορισμός τομέων προτεραιότητας για δράση για την προσαρμογή και τον μετριασμό των επιπτώσεων. Χρειάζεται, δηλαδή, ανάπτυξη στρατηγικής για την κλιματική αλλαγή για να βοηθήσει τα λιμάνια να αναπτύξουν δράσεις και στόχους για τον μετριασμό και την προσαρμογή στις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής.
9. Προσδιορισμός τυχόν μελλοντικών απαιτήσεων για πληροφορίες και χρηματοδότηση ερευνών για να μειωθεί το κενό στην υπάρχουσα γνώση.

Όσον αφορά την ανάλυση της ανθεκτικότητας σε ένα λιμάνι, αυτή θα πρέπει να περιλαμβάνει τα παρακάτω στάδια (Yang & Ge, 2020):

1. Αξιολόγηση των τάσεων και των κινδύνων της κλιματικής αλλαγής του παρελθόντος και του παρόντος.
2. Αξιολόγηση της μελλοντικής έκθεσης σε κλιματικές καταστροφές.
3. Πραγματοποίηση ανάλυσης ευαισθησίας σχετικά με τη μελλοντική κλιματική αλλαγή.
4. Προσδιορισμός των ικανοτήτων προσαρμογής στην κλιματική αλλαγή.
5. Διενέργεια αξιολόγησης τρωτών σημείων.

Κατά τη διαδικασία ανάπτυξης λύσεων για την κλιματική αλλαγή, οι ιθύνοντες και οι σχεδιαστές έργων θα πρέπει να λαμβάνουν υπόψη τις αλλαγές τόσο τις μέσες όσο και τις ακραίες τιμές των κλιματικών παραμέτρων όπως η στάθμη της θάλασσας, η ισχύς του ανέμου ή το ύψος κύματος. Οι αλλαγές σε μία ή και στις δύο από αυτές τις μετρήσεις μπορεί να οδηγήσουν σε μετατόπιση του μεγέθους και της συχνότητας των ακραίων συνθηκών. Οι ακραίες συνθήκες που εφαρμόζονται στο σχεδιασμό των θαλάσσιων κατασκευών αντιστοιχούν συνήθως σε συνθήκες που εμφανίζονται κατά μέσο όρο μία φορά κάθε 50, 100 ή 200 χρόνια (PIANC, 2022).

Από την στιγμή που ένα λιμάνι προσδιορίσει το τρέχον και το μελλοντικό πλαίσιο, εντοπίσει τρωτά σημεία και κινδύνους, τα αναλύσει και τα αξιολογήσει, είναι καιρός να εντοπιστούν και να αξιολογηθούν οι επιλογές προσαρμογής για τον μετριασμό των κινδύνων με την μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα και να αξιοποιηθούν οι ευκαιρίες. Η μέχρι τώρα εμπειρία έχει καταδείξει ότι μια αποτελεσματική προσέγγιση για τον εντοπισμό επιλογών είναι να συγκληθεί μια διοργανωτική ομάδα για να εντοπίσει δημιουργικά ένα ευρύ φάσμα επιλογών και στην συνέχεια να το υποβάλλει από μια διαδικασία αξιολόγησης των επιλογών. Για τα λιμάνια, η εμπλοκή του διοικητικού και διοικητικού προσωπικού, καθώς και των εργαζομένων πρώτης γραμμής είναι σημαντική, λόγω των πολύ διαφορετικών προοπτικών που θα φέρουν στη διαδικασία. Η αρχική διαδικασία μπορεί να περιλαμβάνει μια απλή συνεδρία καταιγισμού ιδεών (brainstorming), καθώς και έρευνα για επιλογές που έχουν εντοπιστεί και εφαρμοστεί από άλλα λιμάνια σε όλο τον κόσμο (Scott et al., 2013).

Στον πίνακα που δίνεται στη συνέχεια, αναφέρονται ενδεικτικά κάποιες περιπτώσεις κινήσεων προσαρμογής σε διάφορες εκδηλώσεις της κλιματικής αλλαγής στα λιμάνια.

**Πίνακας 5. Μέτρα προσαρμογής σε εκδηλώσεις της κλιματικής αλλαγής στα λιμάνια**

<b>Εκδήλωση κλιματικής αλλαγής</b>	<b>Μέτρα προσαρμογής</b>
Η άνοδος της στάθμης της θάλασσας οδηγεί σε ολοένα και συχνότερες πλημμύρες στις περιοχές ελλιμενισμού και φόρτωσης.	<p>Προετοιμασία σχεδίου έκτακτης ανάγκης για εναλλακτικές ρυθμίσεις ελλιμενισμού.</p> <p>Συνεχής παρακολούθηση κατάστασης περιουσιακών στοιχείων στο λιμάνι.</p> <p>Απόφαση για μετασκευή υπερυψωμένης υπερκατασκευής κρηπιδώματος έναντι αντικατάστασης περιουσιακών στοιχείων.</p>
Αυξημένη συχνότητα συνθηκών ακραίων κυμάτων και ανέμων που επιδεινώνουν τη διάβρωση των βαλτωδών περιοχών που προσφέρουν φυσική προστασία στο λιμάνι.	<p>Ευαισθητοποίηση της κοινότητας σχετικά με την σοβαρότητα διαφύλαξης των βαλτωδών περιοχών και νομική κατοχύρωση.</p> <p>Μελέτη και δοκιμές στις βαλτώδεις περιοχές.</p> <p>Σχεδιασμός κι εφαρμογή φύτευσης σε βαλτώδεις περιοχές.</p> <p>Σχεδιασμός και κατασκευή νέων κυματοθραυστών.</p>
Συσσώρευση συντριμμίων στο λιμάνι μετά από ακραία φαινόμενα βροχοπτώσεων.	<p>Βελτίωση της συντήρησης του υπάρχοντος συστήματος αποχέτευσης, διαχείρισης απορριμμάτων, οχετών κ.λπ.</p> <p>Ευαισθητοποίηση των κατοίκων για τη μείωση της απόρριψης σκουπιδιών στα</p>

	<p>υδάτινα ρεύματα.</p> <p>Αναβάθμιση υπάρχοντος συστήματος απορροών.</p> <p>Διερεύνηση χρήσης, κόστους και οφέλους των προσωρινών βραχιόνων ή του εξοπλισμού απομάκρυνσης συντριμμίων.</p>
<p>Η υπερβολική ανάπτυξη ζιζανίων που σχετίζεται με την αυξημένη θερμοκρασία του νερού θέτει σε κίνδυνο την ασφάλεια της ναυσιπλοΐας.</p>	<p>Ενίσχυση συχνότητα κοπής και καθαρισμού για να μειωθεί ο κίνδυνος.</p> <p>Έρευνα σε σχέση με τον έλεγχο της ανάπτυξης των ζιζανίων.</p> <p>Μεγαλύτερες επενδύσεις σε εξοπλισμό κοπής.</p>

*Πηγή: PIANC, 2020.*

Προκειμένου να καταστεί σαφές το πώς η κλιματική αλλαγή θα μπορούσε να επηρεάσει ένα συγκεκριμένο λιμάνι, χρειάζεται να γίνεται αξιολόγηση των κινδύνων με βάση μια ανάλυση των ιδιαίτερων κλιματικών τρωτών σημείων του λιμανιού. Οι διαφορές στο βαθμό που θα μπορούσαν να επηρεαστούν τα λιμάνια από την κλιματική αλλαγή οφείλονται, κυρίως, στην τοποθεσία, την κλιματική ανθεκτικότητα των σχεδίων τους και τις δραστηριότητες που αναλαμβάνουν. Η αξιολόγηση των μέτρων προσαρμογής, όσον αφορά το κόστος και τα οφέλη, πρέπει, επίσης, να λαμβάνει υπόψη τις τοπικές συνθήκες, συμπεριλαμβανομένων των κινδύνων και του κόστους. Λόγου χάρη, οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής σε σχέση με το κίνδυνο ρύπανσης από τις λιμενικές δραστηριότητες έχουν τη δυνατότητα να επηρεάσουν την υγεία και τη διαβίωση των γύρω κοινοτήτων. Λιμάνια που βρίσκονται κοντά σε ευάλωτες παράκτιες κοινότητες ενδέχεται να αντιμετωπίσουν αυξημένες εντάσεις στις σχέσεις της κοινότητας, εάν η κλιματική αλλαγή, σε συνδυασμό με τις λιμενικές δραστηριότητες, έχει σημαντικές αρνητικές επιπτώσεις στη διαβίωσή τους (International Finance Corporation, 2011).

Η αποτελεσματική προσαρμογή και η οικοδόμηση ανθεκτικότητας για τις υποδομές και τις λειτουργίες των ακτοπολιτικών μεταφορών εξαρτάται από την



αξιολόγηση των κινδύνων που ενέχουν η κλιματική μεταβλητότητα και η αλλαγή. Οι αξιολογήσεις καθορίζονται από τη χωροχρονική κλίμακα και την ανάλυση και τις διαθέσιμες πληροφορίες. Οι εκτιμήσεις αυτές μπορούν να συμβάλουν στην ανάπτυξη παγκόσμιων και πολυεθνικών πολιτικών και κανονισμών προσαρμογής και αυτά, εν συνεχεία, μπορούν να βοηθήσουν σε περιφερειακή κι εθνική κλίμακα στον σχεδιασμό περιφερειακών και εθνικών πολιτικών προσαρμογής και να βελτιώσουν την αποτελεσματικότητα των κατανομών των διαθέσιμων ανθρώπινων και οικονομικών πόρων. Οι αξιολογήσεις σε επίπεδο τοπικών εγκαταστάσεων είναι απαραίτητες για την υποστήριξη της λήψης αποφάσεων επί τόπου και του σχεδιασμού των απαιτούμενων μέτρων προσαρμογής (United Nations Conference on Trade and Development, 2020).

Τονίζεται ότι η οικοδόμηση προσαρμοστικής ικανότητας στη κλιματική αλλαγή περιλαμβάνει την ανάπτυξη της οργανωτικής ικανότητας να ανταποκρίνεται αποτελεσματικά στις προκλήσεις της κλιματικής αλλαγής. Καλύπτει θέματα όπως η ευαισθητοποίηση, η ανάπτυξη δεξιοτήτων, η συλλογή και παρακολούθηση δεδομένων και η έρευνα. Η εφαρμογή των δράσεων προσαρμογής αφορά τη λήψη πρακτικών μέτρων για τη μείωση της ευπάθειας στους κλιματικούς κινδύνους ή την ανάπτυξη ευκαιριών. Περιλαμβάνει τεχνολογικές, μηχανικές αλλαγές, σχεδιασμό και συντήρηση, προγραμματισμό, ασφαλιστικά μέτρα και αλλαγές στο σύστημα διαχείρισης (Scott et al., 2013).

Σημειώνεται ότι τα λιμάνια μπορούν να εφαρμόσουν πολλά μέτρα παρέμβασης χαμηλού κόστους που μπορούν να μειώσουν τους κλιματικούς κινδύνους και να ενισχύσουν την ανθεκτικότητα, προτού καταφύγουν σε βαριές μηχανολογικές εργασίες. Για παράδειγμα, η ανάπτυξη ανταποκριτών έκτακτης ανάγκης μπορεί να ενισχύσει την επιτυχία των σχεδίων εκκένωσης. Όταν εξετάζονται τυχόν νέα σχέδια σε ένα σύστημα λιμένων, οι σχεδιαστές μπορούν να συνυπολογίσουν την κλιματική αλλαγή στα σχέδιά τους σε πρώιμο στάδιο.. Για παράδειγμα, η κατασκευή συστημάτων αποχέτευσης λαμβάνει υπόψη την πιθανή αύξηση των ροών καταιγίδας. Τέτοια μέτρα, εκτός από το να έχουν καλή επιχειρηματική λογική, μπορούν να βοηθήσουν ένα λιμάνι να διατηρήσει τις ζωτικές του υπηρεσίες ενόψει των κλιματικών επιβαρυντικών παραγόντων (Becker et al., 2013).

Προκειμένου να καταστεί πιο απτή η διαδικασία της κατανόησης της εκτίμησης των κινδύνων από την κλιματική αλλαγή στα λιμάνια, δίνεται ο πιο κάτω πίνακας που αφορά σε σχετική έρευνα σε 9 λιμάνια του Ηνωμένου Βασιλείου.

**Πίνακας 6. Ενδεικτικοί κίνδυνοι από μεταβολές στο κλίμα για τα λιμάνια του Ηνωμένου Βασιλείου**

<b>Κλιματική παράμετρος</b>	<b>Ενδεικτικοί κίνδυνοι</b>
Αυξημένη ένταση βροχοπτώσεων	Οι πλημμύρες μπορούν να οδηγήσουν σε απώλεια εξοπλισμού. Οκορεσμός στο σύστημα απορροής μπορεί να προκαλέσει διάβρωση των δρόμων, καταστροφές στις σιδηροδρομικές υποδομές, μόλυνση και απαγόρευση πρόσβασης. Καταστροφές στις αποθήκες.
Καύσωνας	Κάμψεις στις σιδηροδρομικές γραμμές. Διάβρωση οπλισμού πεζοδρομίων και δρόμων. Ανάγκη για μεγάλη κατανάλωση ενέργειας για ανάγκες ψύξης.
Αυξημένη ένταση καταιγίδων	Αναστάτωση στην αλυσίδα εφοδιασμού. Ανατροπές κοντέινερ στους χώρους αποθήκευσης.
Αυξημένη ένταση κυμάτων από καταιγίδες	Πλημμύρες στις αποβάθρες. Διάβρωση του παραλιακού μετώπου.
Υψηλή ταχύτητα ανέμων	Καταστροφές στους εξοπλισμούς πλοήγησης και επικοινωνίας. Καθυστερήσεις στις φορτώσεις/εκφορτώσεις των πλοίων. Καταστροφές σε παλιά κτίρια και αποθήκες.
Λοιπές παράμετροι	Η φήμη των διαχειριστών ενός λιμένα μπορεί να πληγεί από ένα δυσμενές γεγονός. Αύξηση ασφαλιστρων από τις απώλειες που σχετίζονται με το κλίμα.

*Πηγή: Scott et al., 2013.*

Προφανώς, οι παραπάνω περιπτώσεις δεν αφορούν μόνο στα λιμάνια του Ηνωμένου Βασιλείου και είναι δυνατό να εντοπίζονται και σε άλλα λιμάνια του

κόσμου, ανάλογα με τις συνθήκες που επικρατούν ή που εικάζεται ότι θα εμφανιστούν στο μέλλον.

Είναι σημαντικό να τονιστεί ότι η αξιολόγηση των κινδύνων σε σχέση με το κλίμα θα πρέπει να αποτελεί μέρος της ευρύτερης διαδικασίας διαχείρισης κινδύνων ενός λιμένα. Ο προσδιορισμός του κινδύνου, επιπρόσθετα, δεν είναι μια καθαρά ποσοτική πράξη, αλλά περιλαμβάνει και ποιοτικές αποφάσεις σχετικά με τη σημασία των κινδύνων που εντοπίζονται σε κάθε περίπτωση και αναφορικά με το ποιοι κίνδυνοι πρέπει να λαμβάνονται υπόψη (Scott et al., 2013).

Όπως υποστηρίζουν οι Becker et al. (2018, p.6) *«η ενίσχυση της ανθεκτικότητας απαιτεί την κατανόηση των κινδύνων και των τρωτών σημείων που προκαλούν μεγαλύτερη ανησυχία και ένα σχέδιο δράσης για την εφαρμογή απαντήσεων οικοδόμησης ανθεκτικότητας, συμπεριλαμβανομένης της κατανόησης της έκτασης και των ορίων της ανθεκτικότητας».*

Οι προσεγγίσεις για την προσαρμογή της υποδομής των λιμενικών εγκαταστάσεων διαφέρουν ανάλογα με τον τύπο του κινδύνου, ο οποίος μπορεί να είναι έκτακτος- όπως ένας τυφώνας- ή να έχει περισσότερο βραδύ χαρακτήρα, όπως πλημμύρες λόγω της ανόδου της στάθμης της θάλασσας. Αυτοί οι διαφορετικοί τύποι κινδύνων απαιτούν διαφορετικές αντιδράσεις και τεχνολογικές εκτιμήσεις. Ο πρώτος τύπος απαιτεί λύσεις μείωσης του κινδύνου, συμπεριλαμβανομένων των έργων προστασίας των ακτών, ενώ ο δεύτερος απαιτεί μακροπρόθεσμη διατήρηση του κινδύνου και οικοδόμηση ανθεκτικότητας. Η αποτελεσματική προσαρμογή και η οικοδόμηση ανθεκτικότητας για τις υποδομές και τις λειτουργίες εξαρτάται από την αξιολόγηση των κινδύνων που ενέχουν η κλιματική μεταβλητότητα και η αλλαγή. Οι αξιολογήσεις καθορίζονται από τη χωροχρονική κλίμακα, την ανάλυση και τις διαθέσιμες πληροφορίες. Οι εκτιμήσεις παγκόσμιας ή ηπειρωτικής κλίμακας μπορούν να συμβάλουν στην ανάπτυξη παγκόσμιων και πολυεθνικών πολιτικών και κανονισμών προσαρμογής, ενώ σε περιφερειακό επίπεδο μπορούν να βοηθήσουν στον σχεδιασμό τοπικών και εθνικών πολιτικών προσαρμογής και να βελτιώσουν την αποτελεσματικότητα των κατανομών των διαθέσιμων ανθρώπινων και οικονομικών πόρων. Οι αξιολογήσεις σε επίπεδο τοπικών εγκαταστάσεων είναι απαραίτητες για την υποστήριξη της λήψης αποφάσεων επί τόπου και του σχεδιασμού των

απαιτούμενων μέτρων προσαρμογής (United Nations Conference on Trade and Development, 2020).

Οι στρατηγικές προσαρμογής στην κλιματική αλλαγή θα πρέπει να αφορούν σε παρεμβάσεις σε φυσικά ή ανθρώπινα συστήματα με στόχο τη μείωση των επιβλαβών επιπτώσεων ή την ανάπτυξη ευεργετικών ευκαιριών μόνο ως απάντηση στις πραγματικές ή αναμενόμενες κλιματικές επιπτώσεις. Οι στρατηγικές προσαρμογής που στοχεύουν στη μείωση της ευπάθειας των ανθρώπινων και φυσικών συστημάτων στις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής θα πρέπει να επιδιώκουν την ελαχιστοποίηση των επιπτώσεων των ακραίων καιρικών φαινομένων και των επιπτώσεων της θέρμανσης στα ανθρώπινα και φυσικά συστήματα. Οι στρατηγικές προσαρμογής διαφέρουν από τις στρατηγικές μετριασμού, στο βαθμό που οι πρώτες επικεντρώνονται σε στρατηγικές που ασχολούνται με την πρόληψη καταστροφών και τις επιπτώσεις. Ένα πρόγραμμα διαχείρισης στρατηγικής προσαρμογής μπορεί να περιλαμβάνει (1) καθορισμό ενός μακροπρόθεσμου οράματος, (2) ανάπτυξη στρατηγικής παρακολούθησης, (3) παρακολούθηση και καταγραφή των αποτελεσμάτων, (4) ανασκόπηση της προόδου και των δράσεων υλοποίησης, (5) εκ νέου -αξιολόγηση και προσαρμογή στις πολιτικές και τις ενέργειες συντήρησης. Οι στρατηγικές προσαρμογής για ένα μεγάλο λιμάνι ως απάντηση στην κλιματική αλλαγή μπορεί να περιλαμβάνουν τα ακόλουθα (Yang & Ge, 2020):

1. Ανάπτυξη και βελτίωση των λιμενικών δομών: περιλαμβάνει την ενίσχυση των υφιστάμενων κριτηρίων σχεδιασμού της προβλήτας ως απάντηση στις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής, την αλλαγή ή ενίσχυση κατασκευών όπως επενδύσεις, κυματοθραύστες κ.λ.π., την ενίσχυση λιμενικών εγκαταστάσεων και εξοπλισμού, όπως γερανοί ξηράς, για την αντιμετώπιση ισχυρών ανέμων, καθώς και την αντικατάσταση ή στερέωση σωλήνων ή καλυμμάτων φρεατίων για τον μετριασμό της αυξημένης στάθμης των υπόγειων υδάτων και εγκατάσταση αντλιών αποστράγγισης υπόγειων υδάτων.
2. Βελτίωση λιμενικών εγκαταστάσεων: περιλαμβάνει την αύξηση του ύψους της προβλήτας και του κυματοθραύστη για την αντιμετώπιση των υψηλών κυμάτων, καθώς και την κλίση πρανών κρηπιδώματος για βελτίωση της ικανότητας αποστράγγισης.

3. Μη δομικά μέτρα: περιλαμβάνουν την βελτίωση των εγκαταστάσεων διακίνησης φορτίου για τη μείωση των απωλειών υλικού ή εξοπλισμού που προκαλούνται από ισχυρούς ανέμους ή κύματα, την προώθηση της κυκλοφορίας των εσωτερικών υδάτων εντός και εκτός του κυματοθραύστη για τη μείωση της υποβάθμισης της ποιότητας του νερού, την εμβάθυνση λιμένων και την βυθοκόρηση πλωτών οδών, αλλά και την διασφάλιση της ασφάλειας και την ενσωμάτωση εναλλακτικών οδών μεταφοράς και λύσεων logistics.

Η κατανόηση των βασικών μεγεθών του κλίματος, πριν από την εξέταση των μελλοντικών κλιματικών αλλαγών, είναι κρίσιμη για τις εκτιμήσεις κινδύνου από την κλιματική αλλαγή. Οι παρατηρήσεις και τα μοντέλα κλιματικών δεδομένων μπορεί να είναι χρήσιμα, αν και είναι προτιμότερο να χρησιμοποιούνται ως συμπλήρωμα σε ποιοτικά, μακροπρόθεσμα αρχεία από τοπικούς μετεωρολογικούς σταθμούς. Οι εκτιμήσεις κινδύνου για την κλιματική αλλαγή θα πρέπει να βασίζονται σε ένα ευρύ φάσμα πηγών πληροφοριών σχετικά με πιθανές μελλοντικές κλιματικές συνθήκες, επειδή όλες αυτές οι πηγές έχουν τα δυνατά και τα αδύνατα σημεία τους (International Finance Corporation, 2011).

Η εκτίμηση των κινδύνων, άρα, θα πρέπει να βασίζεται στην κατανόηση του τρόπου με τον οποίο αναμένεται να αλλάξει το κλίμα. Πολλές από τις κλιματικές αλλαγές που έχουν μεγαλύτερη σημασία για τα λιμάνια και τις πλωτές οδούς, για παράδειγμα, οφείλονται στις αλλαγές της θερμοκρασίας. Ωστόσο, για πολιτικούς και οικονομικούς λόγους, παραμένει μεγάλη αβεβαιότητα σχετικά με το πόσο γρήγορα θα αλλάξει η θερμοκρασία. Ως εκ τούτου, η αβεβαιότητα σχετικά με τις μακροπρόθεσμες αλλαγές της θερμοκρασίας σημαίνει αβεβαιότητα, ταυτόχρονα, σχετικά και με τις αλλαγές στην εποχιακή βροχόπτωση, τα ποσοστά ανόδου της στάθμης της θάλασσας, τις αυξήσεις στη συχνότητα και τη σοβαρότητα των ακραίων συμβάντων και σε αλλαγές σε πολλές άλλες δυνητικά σχετικές παραμέτρους και διαδικασίες. Τα επίπεδα αβεβαιότητας αυξάνονται σημαντικά για διαστήματα που ξεπερνούν τα 10 έτη στο μέλλον, επομένως εάν ένας οργανισμός αναπτύσσει μια μεσοπρόθεσμη έως μακροπρόθεσμη στρατηγική προσαρμογής, πρέπει να λαμβάνει υπόψη μια σειρά πιθανών μελλοντικών αλλαγών (PIANC, 2020).

Ο σχεδιασμός νέων κυματοθραυστών, τοίχων αποβάθρας, τερματικών σταθμών, εγκαταστάσεων αποθήκευσης, αποχετευτικών συστημάτων και άλλων λιμενικών υποδομών θα πρέπει να προβλέπει ή να αποδέχεται τις αλλαγές στις καιρικές συνθήκες. Το ίδιο ισχύει και για το σχεδιασμό των τροποποιήσεων μετά την κατασκευή αυτών των στοιχείων. Η διαχείριση και η ελαχιστοποίηση των δυσμενών συνεπειών ενός πρωτοφανούς γεγονότος μπορεί να καταστεί καλύτερα σαφές με ένα παράδειγμα αντιπλημμυρικής προστασίας. Για παράδειγμα, η πιθανή ζημιά από την αστοχία ενός αναχώματος που παρέχει αντιπλημμυρική προστασία σε ένα λιμάνι μπορεί να μειωθεί μέσω (PIANC, 2022):

1. Ομαδοποίηση ή αύξηση κρίσιμων περιουσιακών στοιχείων εντός της περιοχής κινδύνου.
2. Ορισμός περιοχών συγκέντρωσης πλημμύρας και σχεδιασμός προτιμησιακών οδών ροής.
3. Κατασκευή αντιπλημμυρικής υποδομής στην περιοχή κινδύνου.

Πρέπει να αναφερθεί, βέβαια, ότι η ενίσχυση της ανθεκτικότητας και η προσαρμογή ενός υπάρχοντος λιμανιού στις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής δεν αφορά μόνο την αύξηση ή την ενίσχυση της φυσικής υποδομής. Ανάλογα με τον τύπο των κινδύνων που προσδιορίζονται, οι αλλαγές στις λειτουργίες, τη διαχείριση ή τη συντήρηση μπορεί να είναι πιο κατάλληλες ή οικονομικά αποδοτικές. Οι θεσμικές αλλαγές, για παράδειγμα στην πολιτική ή στη χρηματοδότηση, ενδέχεται, επίσης, να αποτελούν μέρος μιας μακροπρόθεσμης λύσης. Η υλοποίηση ορισμένων από αυτά τα μέτρα θα εξαρτηθεί από την αποτελεσματική συμμετοχή κι εξωτερικών ενδιαφερομένων (PIANC, 2020). Δεδομένου του γεγονότος, δηλαδή, τα λιμάνια είναι λειτουργικοί κόμβοι για την εφοδιαστική αλυσίδα, είναι σκόπιμο οι λιμενικές αρχές να προβαίνουν σε αξιολογήσεις σε συνεργασία με βασικούς παρόχους logistics και τις τοπικές κυβερνήσεις. Αυτό είναι σημαντικό, διότι αν και η κλιματική αλλαγή μπορεί να επηρεάσει τα λιμάνια σε τοπικό επίπεδο, οι διακοπές στην αλυσίδα εφοδιασμού επιδεινώνουν την αναστάτωση στη λειτουργία ενός λιμανιού τονίζοντας την ανάγκη συνεργασίας για μια ευρύτερη στρατηγική για τον κλιματικό κίνδυνο και την προσαρμογή σε αυτό (Scott et al., 2013).

## Πίνακας 7. Εκτίμηση κινδύνων

Likelihood → Impact ↓	Rare (1)	Unlikely (2)	Possible (3)	Likely (4)	Almost Certain (5)
Catastrophic (5)	5	10	15	20	25
Major (4)	4	8	12	16	20
Moderate (3)	3	6	9	12	15
Minor (2)	2	4	6	8	10
Insignificant (1)	1	2	3	4	5

Source:

Οι υπεύθυνοι λήψης αποφάσεων στους λιμένες έχουν την ευθύνη να διαχειρίζονται τους κινδύνους για όλους τους εμπλεκόμενους και να βελτιώνουν την ανθεκτικότητα των λιμένων, έναντι των κλιματικών και καιρικών επιπτώσεων. Στην κλίμακα ενός λιμένα, οι υπεύθυνοι λήψης αποφάσεων, όπως οι διαχειριστές, μπορούν να θεωρούν την αδιάλειπτη λειτουργία του λιμένα τους ως την βασική προτεραιότητα. Όμως, σε πολυλιμενική- περιφερειακή ή εθνική- κλίμακα, οι υπεύθυνοι χάραξης πολιτικής θα πρέπει να δώσουν προτεραιότητα στις ανταγωνιστικές ανάγκες προσαρμογής στο κλίμα των λιμανιών, προκειμένου να μεγιστοποιήσουν την αποτελεσματικότητα των περιορισμένων φυσικών και οικονομικών πόρων και να μεγιστοποιήσουν την ανθεκτικότητα του συστήματος θαλάσσιων μεταφορών συνολικά (Duncan- McIntosh & Becker, 2017).

Η κλιματική αλλαγή και τα συχνά ακραία καιρικά φαινόμενα αναμένεται να συνεχιστούν και να επιδεινωθούν στο μέλλον. Το γεγονός αυτό επιβάλλει το ότι πρέπει να ληφθούν διάφορα προληπτικά μέτρα για την αντιμετώπιση αυτών των φαινομένων. Ωστόσο, οι σχετικές κινήσεις θα πρέπει να γίνονται μετά από επισταμένη μελέτη και με τον σωστό τρόπο, διότι οι μη επαρκώς μελετημένες ενέργειες μπορούν να οδηγήσουν σε σπατάλη πόρων. Για τον λόγο αυτό είναι σημαντικό, αρχικό, να είναι απόλυτα κατανοητές οι επιπτώσεις των καταστροφών και των ακραίων καιρικών συνθηκών της κλιματικής αλλαγής. Κατά συνέπεια, η αξιολόγηση της τρωτότητας κάθε λιμενικού συστήματος σε όλα τα στάδια αποτελεί ουσιαστικό μέρος της ετοιμότητας για τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής (Yang & Ge, 2020).

Όλα τα προαναφερόμενα, φαίνεται ότι έχουν καταστεί σαφή και εισάγονται σε σχετικά προγράμματα διαχείρισης της κλιματικής αλλαγής από τους λιμένες, όπως αναδεικνύεται και από τα παραδείγματα που σχολιάζονται στη συνέχεια.

## 4.2 Πράσινα λιμάνια

Όπως σχολιάστηκε στο πρώτο κεφάλαιο της εργασίας, η κλιματική αλλαγή προέρχεται σημαντικά και από την κάθετη αύξηση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και, ιδίως, του διοξειδίου του άνθρακα. Προκειμένου, λοιπόν, να περιοριστούν οι αρνητικές περιβαλλοντικές συνθήκες, εξέχουσα θέση κατέχει η διαχείριση των διαθέσιμων πόρων για την μείωση των αερίων αυτών, μεταξύ άλλων. Παρατηρείται, λοιπόν, γενικά κατά τα τελευταία χρόνια μια στροφή σε περισσότερο βιώσιμες λύσεις από επιχειρήσεις που αποκαλούνται πράσινες.

Οι πράσινες επιχειρήσεις αναφέρονται σε μια συγκεκριμένη μορφή επιχειρηματικότητας όπου στόχος των επιχειρηματιών είναι να δημιουργήσουν και να εφαρμόσουν λύσεις αναφορικά με σημαντικά περιβαλλοντικά προβλήματα, αλλά και η προώθηση της κοινωνικής αλλαγής ώστε να μην βλάπτεται το περιβάλλον. Η πράσινη επιχειρηματικότητα συνιστά ένα νέο επιχειρηματικό παράδειγμα και όχι ένα υποσύνολο της επιχειρηματικότητας, επειδή οι πράσινοι επιχειρηματίες έχουν ευρύτερα κίνητρα από το να εισάγουν απλώς φιλικά προς το περιβάλλον προϊόντα και υπηρεσίες για μια εξειδικευμένη αγορά (Kirkwood & Walton, 2010).

Οι πράσινες επιχειρήσεις που στηρίζουν την βιωσιμότητα, εντάσσονται σε δύο βασικές κατηγορίες που είναι οι παρακάτω (Khanna, 2020):

α. Εκείνες που προσφέρουν περιβαλλοντικά αγαθά και υπηρεσίες, όπως ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, τεχνολογίες αποδοτικής χρήσης πόρων και τεχνολογίες μείωσης της ρύπανσης.

β. Εκείνες που φέρουν οικολογικό χαρακτήρα και περιλαμβάνουν επιχειρήσεις στον ιδιωτικό τομέα που λαμβάνουν ενεργά μέτρα για να αλλάξουν τα προϊόντα και τις διαδικασίες τους για την προώθηση της περιβαλλοντικής βιωσιμότητας.



Αξίζει να αναφερθεί ότι εκτός από την βασική και πολύ σημαντική θέση των επιχειρήσεων που εφαρμόζουν βιώσιμες και περιβαλλοντικά υπεύθυνες πρακτικές σε σχέση με την προσπάθεια για την επίτευξη βιώσιμης ανάπτυξης, αυτή τους η στάση διασφαλίζει και για τις ίδιες κάποια ειδικότερα πλεονεκτήματα, όπως (Chungyalpa, 2019):

- Αποκτούν την δυνατότητα πρόσβασης σε νέες αγορές.
- Εξορθολογούνται οι λειτουργίες, μειώνεται το κόστος και αυξάνεται η αποδοτικότητα.
- Μπορεί να γίνεται αξιολόγηση της απόδοσης της βιωσιμότητας σε σχέση με νόμους, κανόνες, κώδικες και πρότυπα απόδοσης.
- Είναι δυνατή η σύγκριση της απόδοσης εσωτερικά και μεταξύ οργανισμών και τομέων.
- Μπορεί να γίνεται έλεγχος και αντιστροφή αρνητικών περιβαλλοντικών, κοινωνικών και διοικητικών επιπτώσεων.
- Ικανοποιούνται οι προσδοκίες και η ζήτηση των βασικών ενδιαφερομένων για υπεύθυνη, ηθική και δεοντολογική συμπεριφορά από την πλευρά των επιχειρήσεων.
- Δημιουργούνται θετική εικόνα, εξαιρετική φήμη και αφοσίωση απέναντι στις επιχειρήσεις.
- Υπογραμμίζεται η σχέση ανάμεσα στην οικονομική και την μη οικονομική απόδοση.

Η εισαγωγή πράσινων πολιτικών στις λιμενικές εγκαταστάσεις χειδιαμορφώσει τη χρήση του όρου πράσινα λιμάνια.

Τα πράσινα λιμάνια αναφέρονται σε λιμένες με υγιές οικολογικό περιβάλλον, λογική χρήση των πόρων, χαμηλή κατανάλωση ενέργειας και ελαχιστοποιημένη ρύπανση με βάση έναν οργανικό συνδυασμό ανάπτυξης των εγκαταστάσεων, αποτελεσματικής χρήσης των πόρων και προστασίας του περιβάλλοντος (Wan et al., 2018).

Οι κύριοι στόχοι ενός πράσινου λιμανιού θα πρέπει να είναι να αποδίδει αποτελεσματικά από οικονομική άποψη, να είναι οικολογικά βιώσιμο και κοινωνικά ισότιμο. Αυτοί οι στόχοι θα μπορούσαν να επιτευχθούν με μέριμνα για την

εκμετάλλευση των διαφόρων τύπων επενδύσεων σε πόρους, τον τεχνολογικό προσανατολισμό και τις θεσμικές αλλαγές (UNCTAD, 1993).

Τα λιμάνια πρέπει να μειώσουν τις εκπομπές ρύπων που προκαλούνται από τις δραστηριότητες της λειτουργίας τους. Το πρώτο βήμα είναι η πλήρης συμμόρφωση με τους ισχύοντες κανονισμούς, εθνικούς και διεθνείς και στη συνέχεια, η εφαρμογή αυστηρότερων περιβαλλοντικών στρατηγικών εντός των λιμανιών. Το επόμενο βήμα είναι η υιοθέτηση καλών πρακτικών που έχουν αποδειχθεί αποτελεσματικές και η ενίσχυση των περιβαλλοντικών πολιτικών στα λιμάνια (Anastasopoulos et al., 2011).

Κατά τα αρχικά στάδια της υλοποίησης ενός πράσινου λιμένα, οι υπεύθυνοι της διαχείρισής του πρέπει να αξιολογήσουν όλες τις εκτελούμενες λειτουργίες, όλες τις περιβαλλοντικές πρακτικές και τα ενεργειακά δεδομένα, καθώς και την αποκέντρωση των ευθυνών και την ενδυνάμωση των εργαζομένων. Όλες αυτές οι πληροφορίες πρέπει να οδηγήσουν τη διοίκηση στο να έχει δέσμευση και ενεργή υποστήριξη (de Moura & de Andrade, 2018).

Η τεχνολογική καινοτομία στα πράσινα λιμάνια περιλαμβάνει διάφορους τομείς, όπως βασικά, επιχειρησιακά και ενεργειακά μέτρα. Όσον αφορά τα βασικά μέτρα, για παράδειγμα, το περιβάλλον θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη κατά τον σχεδιασμό των πολιτικών και των υποδομών, θα πρέπει να καταρτίζονται απογραφές εκπομπών για την παρακολούθηση των λιμενικών δραστηριοτήτων και οι περιβαλλοντικές βελτιώσεις και τα κέρδη απόδοσης θα πρέπει να επιτυγχάνονται μέσω βιώσιμων μεθόδων κατασκευής (Badurina et al., 2017).

Οι αυξανόμενοι όγκοι στα φορτία έχουν εντείνει τις επιπτώσεις στο θαλάσσιο περιβάλλον με αποτέλεσμα οι ανάγκες προστασίας του θαλάσσιου περιβάλλοντος και η δημιουργία μιας νέας μορφής λιμένων έχουν αυξηθεί με στόχο τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και ρύπων, τη δημιουργία ενός λιμενικού περιβάλλοντος όπου μπορεί να είναι δυνατή η διατήρηση της θαλάσσιας ζωής, τον έλεγχο της ρύπανσης και της κατανάλωσης ενέργειας, καθώς και για τη διατήρηση ενός ελκυστικού περιβάλλοντος. Επίσης, αυτή η προσέγγιση των πράσινων λιμένων βελτιώνει την ανταγωνιστικότητα των λιμανιών και αυξάνει την τάση να γίνουν φιλικά προς το περιβάλλον, με ότι θετικό αυτό συνεπάγεται (Liao et al., 2016).

Για πολλά χρόνια, τα προβλήματα σχετικά με τις εκπομπές των πλοίων και από τις λιμενικές λειτουργίες δεν ήταν το κύριο μέλημα μέχρι που εμφανίστηκαν τα πρόσφατα γεγονότα που είχαν πολύ επιβλαβείς επιπτώσεις στο περιβάλλον, όπως οι πετρελαιοκηλίδες. Τότε εντάθηκε το ενδιαφέρον για την βιωσιμότητα στις λιμενικές λειτουργίες, καθώς και η ανάγκη για εφαρμογή πράσινων logistics με προληπτική εστίαση, όλα σε επίπεδο τεχνικής, επιχειρησιακής και οικονομικής εστίασης. (Davarzani et al., 2016).

Οι λιμενικές αρχές συνεργάζονται ολοένα και περισσότερο με τους επιχειρηματικούς εταίρους τους για τη διαχείριση των φορτίων να μειώσουν το διοξείδιο του άνθρακα και άλλες επιβλαβείς εκπομπές από πλοία, εξοπλισμό διακίνησης φορτίου, φορτηγά και τρένα. Ωστόσο, τα περισσότερα λιμάνια δεν φαίνεται να ασχολούνται επαρκώς, πόσο μάλλον να προετοιμάζονται ενεργά για τις επιπτώσεις των κλιματικών αλλαγών (Yang & Ge, 2020).

### **4.3 Έξυπνα λιμάνια**

Η μετάβαση σε ένα πράσινο μοντέλο λειτουργίας, δεν είναι η μόνη επιλογή για ένα λιμάνι προκειμένου να ανταπεξέλθει στις προκλήσεις που θέτει η κλιματική αλλαγή σήμερα. Εξίσου χρήσιμη μπορεί να υπάρξει η χρήση έξυπνων τεχνολογιών στα λεγόμενα έξυπνα λιμάνια.

Πιο αναλυτικά, ως έξυπνα αποκαλούνται τα λιμάνια εκείνα που χαρακτηρίζονται από έντονη αυτοματοποίηση των λειτουργιών μέσω της οποίας επιτυγχάνεται μια ολοκληρωμένη διαχείριση πληροφοριών, ορθολογική λήψη αποφάσεων και αποτελεσματική χρήση πόρων με την χρήση της πλέον προηγμένης τεχνολογίας. Με άλλα λόγια, ο όρος υποδηλώνει ένα λιμάνι που βελτιστοποιεί τις δραστηριότητές του εφαρμόζοντας προηγμένες τεχνολογίες και βελτιώνοντας τις επιχειρηματικές διαδικασίες, μειώνοντας έτσι το κόστος και τον χρόνο επεξεργασίας, αυξάνοντας την παραγωγικότητα και την αποδοτικότητα του λιμένα και ελαχιστοποιώντας τις επιπτώσεις στο περιβάλλον (ESCAP, 2021).

Σε συνδυασμό με την στροφή προς την βιωσιμότητα, η ψηφιοποίηση αποκτά ύψιστη σημασία για τον τομέα των θαλάσσιων μεταφορών. Οι ψηφιακές

δραστηριότητες έχουν εισαχθεί μέσω της λεγόμενης Βιομηχανίας 4.0 που αφορά στην εισαγωγή των πιο εξελιγμένων τεχνολογικών μέσων που είναι διαθέσιμα σήμερα. Βασίζεται στο συνδυασμό της φυσικής υποδομής με λογισμικό, αισθητήρες, νανοτεχνολογία ή τεχνολογία τεχνητής νοημοσύνης. Ο μετασχηματισμός της ψηφιοποίησης του λιμένα αυξάνει τη σύνδεση μεταξύ της αλυσίδας logistics, την αυτοματοποίηση των λιμενικών λειτουργιών, ενώ, επιπρόσθετα, διευκολύνει την απόδοση σε καταστάσεις έκτακτης ανάγκης (Heilig et al., 2017).

Οι Chen et al. (2019) αναφέρουν ότι το έξυπνο λιμάνι χαρακτηρίζεται από εξαιρετική λειτουργία, ανοιχτό οικοσύστημα και ενεργό διεύρυνση βιώσιμων καινοτόμων επιχειρήσεων. Τα έξυπνα λιμάνια προσπαθούν να εφαρμόσουν προηγμένη τεχνολογία πληροφοριών, εκτός από αυτοματοποιημένο και έξυπνο μηχανικό εξοπλισμό, για την καθημερινή παραγωγή και διαχείριση, υλοποιώντας την αυτοματοποίηση της παραγωγής και κάθε επιμέρους λειτουργίας, την πλήρη διαδικασία των υπηρεσιών εφοδιαστικής αλυσίδας και τη διευκόλυνση των λιμενικών οικονομικών επιχειρήσεις. Οι έξυπνοι λιμένες επιτρέπουν την απρόσκοπτη και συνεργική επικοινωνία μεταξύ διαφορετικών οχημάτων, πλοίων, ανθρώπων, φορτίων και συστημάτων, βελτιώνοντας την καθημερινή λειτουργική απόδοση.

Οι Clemente et al. (2023) αναφέρονται σε μια καινοτομία, τους μετατροπείς της ενέργειας που προέρχονται από τα κύματα. Οι κυματοθραύστες κατασκευάζονται, ως γνωστόν, για να παρέχουν προστασία από τα κύματα σε παράκτιες περιοχές και υποδομές, όπως αγκυροβόλια, περιοχές ελιγμών και λιμενικές εγκαταστάσεις. Η ενσωμάτωση των μετατροπέων της ενέργειας των κυμάτων στους κυματοθραύστες στα λιμάνια μπορεί να οδηγήσει σε πολλά πλεονεκτήματα, και συγκεκριμένα στην αποτελεσματική χρήση του χώρου, αφού ο κυματοθραύστης, ή ένα τμήμα του, θα αντικατασταθεί από ένα τέτοιο σύστημα, η διευκόλυνση της πρόσβασης στο δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας μέσω της υποδομής του λιμένα, ο επιμερισμός του κόστους κατασκευής όταν εξετάζεται η ενσωμάτωση του μετατροπέα πριν από την κατασκευή του κυματοθραύστη, η προώθηση της κυκλοφορίας του νερού εντός του λιμανιού, βελτιώνοντας την ποιότητα του και η βελτίωση της απόδοσης των δομών προστασίας, λόγω της αποτελεσματικής απορρόφησης της κυματικής ενέργειας.

Όπως υποστηρίζουν οι Rodrigo – González et al. (2020), η βιώσιμη ανάπτυξη ενός λιμανιού βασίζεται σε μια συνδυασμένη μέθοδο λήψης αποφάσεων και τη

δέσμευση πολλών παραγόντων, που αφορούν οικονομικά, περιβαλλοντικά και κοινωνικά θέματα. Υπό το πρίσμα μιας παγκοσμιοποιημένης οικονομίας, η σημερινή εποχή χαρακτηρίζεται ως η εποχή της έξυπνης οικονομίας, όπου η αποτελεσματικότητα, η προσαρμοστικότητα, η καινοτομία και η ικανοποίηση των πελατών είναι σημαντικά ζητήματα, μαζί με την αύξηση των εσόδων, που επικεντρώνονται σε πτυχές που σχετίζονται με τη βιώσιμη ανάπτυξη και τρόπους επίτευξής τους σε όλες τις δραστηριότητες και τους τομείς της βιομηχανίας των θαλάσσιων μεταφορών και τη δημιουργία ενός φιλικού προς το περιβάλλον συστήματος. Τόσο τα πράσινα όσο και τα έξυπνα λιμάνια λειτουργούν, και οφείλουν να το κάνουν, με στόχο την εύρεση καινοτόμων τρόπων μείωσης του κόστους και εξάλειψης των απορριμμάτων, που αυξάνει την προστιθέμενη αξία των λειτουργιών.

Οι πιο πάνω πρακτικές και η αντίστοιχη σημασία τους έχουν αρχίσει να αναγνωρίζονται και να εφαρμόζονται σε διάφορα λιμάνια του κόσμου, όπως αυτά που αναφέρονται στην συνέχεια.

#### **4.4 Παραδείγματα από τον διεθνή χώρο**

Στις παρακάτω υποενότητες αναφέρονται κάποιες πρακτικές που ακολουθούνται από μεγάλους λιμένες του κόσμου σε σχέση με την διαχείριση της κλιματικής αλλαγής.

##### **4.4.1 Το λιμάνι του Ρότερνταμ**

Στο Ρότερνταμ εδράζει το μεγαλύτερο λιμάνι της Ευρώπης το οποίο αποτελεί και βιομηχανικό κέντρο. Η πόλη του Ρότερνταμ, λόγω του γεγονότος ότι είναι παράκτια χαρακτηρίζεται από υψηλά επίπεδα επικινδυνότητας σε σχέση με τις πλημμύρες. Ως εκ τούτου, οι αρχές της πόλης προσαρμόζουν και αναθεωρούν συνεχώς την προσέγγισή τους στο σχεδιασμό και τη διαχείριση ανθεκτικών στο κλίμα δημόσιων χώρων (Peinhardt, 2021).

Οι αρχές της πόλης του Ρότερνταμ έχουν οργανώσει τη Πρωτοβουλία για το Κλίμα. Στο πλαίσιο αυτό Αρχή Λιμένος του Ρότερνταμ, το Πρακτορείο

Περιβαλλοντικής Προστασίας Rijnmond και οι δημοτικές αρχές, συνεργάζονται με στόχο την ενίσχυση της βιωσιμότητας της πόλης, του λιμανιού και του βιομηχανικού συγκροτήματος της περιοχής. Αυτή η συνεργασία βασίζεται, μεταξύ άλλων, στο γεγονός ότι, ενώ το λιμάνι βρίσκεται στην εξωτερική περιοχή και συνδέεται άμεσα με τον ποταμό και τη θάλασσα, είναι ωστόσο άρρηκτα συνδεδεμένο με την πόλη του Ρότερνταμ. Η Στρατηγική Προσαρμογής του Ρότερνταμ στην Κλιματική Αλλαγή, επίσης, αναπτύχθηκε με στόχο να καταστεί η πόλη του Ρότερνταμ ανθεκτική στο κλίμα έως το 2025. Όσον αφορά το λιμάνι του Ρότερνταμ η εν λόγω Στρατηγική στοχεύει στα παρακάτω (UNCTAD, 2020):

- ✎ Ασφάλεια των υποδομών για την προστασία των εμπορευμάτων σε ασφαλή σημεία συλλογής.
- ✎ Κατασκευή αδιάβροχων ισόγειων υποδομών και εσωτερική μεταφορά εμπορευμάτων σε υψηλότερους ορόφους.
- ✎ Δημιουργία αναχωμάτων.
- ✎ Ανύψωση υποδομών.
- ✎ Κατασκευή φιλικών προς το περιβάλλον υποδομών.
- ✎ Κατασκευή αντιπλημμυρικών τοιχωμάτων για την προστασία βασικών διαδικασιών των οποίων η συνεχής λειτουργία πρέπει να είναι εγγυημένη.

Σε ετήσια βάση, μια διεπιστημονική ομάδα από την Αρχή Λιμένος του Ρότερνταμ συνεδριάζει προκειμένου να αξιολογήσει τις πιθανές βραχυπρόθεσμες, μεσοπρόθεσμες και μακροπρόθεσμες συνέπειες της κλιματικής αλλαγής και να εντοπίσει και να ιεραρχήσει πιθανές επιπτώσεις, κοινοποιώντας τα αποτελέσματα σε όλα τα ενδιαφερόμενα μέρη. Σημειώνεται ότι η ιεράρχηση των συνεπειών βασίζεται στον αντίκτυπο στο επιχειρηματικό κλίμα του λιμένα του Ρότερνταμ ή στις δραστηριότητες της Αρχής του Λιμένα του Ρότερνταμ κι εξαρτώνται από το χρονικό πλαίσιο και την πιθανότητα να εμφανιστούν. Η Αρχή Λιμένος του Ρότερνταμ, πιο αναλυτικά, δίνει προτεραιότητα και εστιάζει στα ακόλουθα βραχυπρόθεσμα, μεσοπρόθεσμα και μακροπρόθεσμα θέματα για το κλίμα (Rort of Rotterdam Authority, 2022):

1. Άνοδος της στάθμης της θάλασσας: αύξηση του κινδύνου πλημμύρας για τις επιχειρήσεις και τις δημόσιες υποδομές.

2. Αλατότητα νερού: διαθεσιμότητα αποθεμάτων γλυκού νερού για τη βιομηχανία.
3. Ακραίες βροχοπτώσεις: ασφαλής διαθεσιμότητα υποδομών.
4. Χαμηλά επίπεδα ποταμών: πρόσβαση στην ενδοχώρα για εσωτερική ναυτιλία.
5. Ακραίοι άνεμοι: ασφαλής πρόσδεση πλοίων.
6. Ακραία καιρικά φαινόμενα σε σχέση με τον συνεχιζόμενο περιορισμό του χώρου στη Βόρεια Θάλασσα.



*Πηγή: Marine In sight, 2020.*

### **Εικόνα 2. Τολιμάνι του Ρότερνταμ**

Σε επίπεδο προγραμμάτων, ενδεικτικά αναφέρεται το πιλοτικό έργο Botlek Flood Risk Management, για την περίοδο 2015-2016, βάσει του οποίου είχαν μελετηθεί οι πιθανές συνέπειες της κλιματικής αλλαγής για δύο συγκεκριμένες λιμενικές περιοχές που βρίσκονται έξω από τα αναχώματα -Botlek και Vondelingen plaat- αντιμετωπίζοντας ειδικότερα πιθανές μελλοντικές επιπτώσεις από πλημμύρες. Η περιοχή Botlek έχει μεγάλη οικονομική σημασία και φιλοξενεί μεγάλο αριθμό πετροχημικών και χημικών εταιρειών οι οποίες απειλούνται σημαντικά από τη πιθανότητα πλημμύρας (UNCTAD, 2020).

#### 4.4.2 Το λιμάνι του Αμβούργου

Το Αμβούργο, όπως και το Ρότερνταμ, ως παράκτια πόλη επηρεάζεται με διάφορους τρόπους από την κλιματική αλλαγή. Για τη Βόρεια Γερμανία, υπάρχουν εκτιμήσεις για μέση άνοδο της θερμοκρασίας από 2,8 έως 4,7°C μέχρι το τέλος του αιώνα, ανάλογα με τις υποθέσεις που γίνονται. Εκτιμάται, ακόμα, ότι οι βροχοπτώσεις στην περιοχή θα μπορούσαν να αυξηθούν κατά 40% το χειμώνα και να μειωθούν κατά το ίδιο ποσό το καλοκαίρι, ενώ θεωρείται πολύ πιθανό ότι η χώρα θα επηρεάζεται συχνότερα από ακραίες καιρικές καταστάσεις, όπως ξηρά καλοκαίρια με περιόδους ακραίας ζέστης και υψηλά επίπεδα βροχοπτώσεων το χειμώνα, με ισχυρές καταιγίδες. Το Αμβούργο μπορεί να επηρεαστεί σημαντικά τόσο από τις αυξανόμενες πλημμύρες από τη Βόρεια Θάλασσα όσο και από τα υψηλότερα επίπεδα του ποταμού Έλβα, λόγω της βροχής και του λιώσιμου του χιονιού από την ενδοχώρα. Η άνοδος της στάθμης της θάλασσας θα είχε, επίσης, αντίκτυπο στη στάθμη των υδάτων του Έλβα και μπορεί να συμβάλλει σε αυξημένες ποσότητες ιζήματος στο λιμάνι και το ποτάμι (Free and Hanseatic City of Hamburg/ Ministry for Urban Development and Environment, 2011).

Λόγω της ευπάθειας σε καταιγίδες, πλημμύρες και παρόμοιες προκλήσεις της πόλης του Αμβούργου οι αρχές εδώ και χρόνια έχουν ξεκινήσει ένα έργο αντιπλημμυρικής προστασίας. Σε συνδυασμό με τις προκλήσεις μιας φυσικής καταστροφής, της κλιματικής αλλαγής και των αναπτυσσόμενων επιχειρήσεων στο λιμάνι του Αμβούργου, με την ανάγκη του για περισσότερο χώρο για στέγαση, υλικοτεχνική υποστήριξη και βιομηχανική ανάπτυξη, το Αμβούργο ξεκίνησε ένα έργο αστικής ανάπτυξης το 1997, με στόχο να καταστήσει τη πόλη ασφαλή από τις πλημμύρες. Το έργο, που ονομάζεται Hafen City, στοχεύει στην επίτευξη καλής ποιότητας διαβίωσης με υψηλά πρότυπα βιωσιμότητας στο Αμβούργο (Huang-Lachmann and Lovett, 2016).





*Πηγή: Hafen Hamburg, 2022.*

### **Εικόνα 3. Το λιμάνι του Αμβούργου**

Όσον αφορά την περιοχή του λιμανιού, οι λιμενικές αρχές της πόλης παρακολουθούν τους παράγοντες που ενδέχεται να θέσουν σε κίνδυνο την ανθεκτικότητα των υποδομών και τη διαχείριση της κυκλοφορίας στην περιοχή. Οι παράγοντες αυτοί περιλαμβάνουν, κυρίως, τη κλιματική αλλαγή, την έλλειψη ειδικευμένων εργαζομένων, τις τάσεις στα μεγέθη των πλοίων, τις πανδημίες, τις ελλείψεις πόρων και τις αυξανόμενες τιμές, αλλά και τη ψηφιοποίηση. Αναπτύσσοντας μηχανισμούς που είναι αποτελεσματικοί σε μια κρίση, η Αρχή Λιμένος του Αμβούργου ενισχύει την ικανότητά της να δρα σε αυτούς τους τομείς, ώστε να μπορεί να ανταποκρίνεται άμεσα στις μεταβαλλόμενες υποκείμενες συνθήκες. Σημαντικό, επίσης, ζήτημα για το Αμβούργο είναι η διαχείριση των περιοχών που έχουν αποξηρανθεί. Χρειάζεται, δηλαδή, να αναπτυχθεί μια στρατηγική για την ενίσχυση της ανθεκτικότητας των διαφόρων δομών στις περιοχές αυτές, ως μέρος μιας νέας ιδέας διαχείρισης κινδύνων και βιωσιμότητας. Ο στόχος της διατήρησής τους κατά μήκος ενός αναχώματος μήκους 97 χιλιομέτρων και η τροποποίησής τους σύμφωνα με τα μελλοντικά επίπεδα πλημμύρας είναι να εξασφαλιστεί ο έλεγχος των πλημμυρών για ολόκληρη την περιοχή του λιμανιού, να

αποφευχθούν οι κίνδυνοι και να διατηρηθούν οι λιμενικές λειτουργίες όσο το δυνατόν πιο ομαλά, ακόμη και κατά τη διάρκεια καταγίδων. Αξίζει, επιπρόσθετα, να αναφερθεί ότι η Αρχή Λιμένος του Αμβούργου διοργανώνει τακτικά εργαστήρια (workshops) προκειμένου να ενημερώνει τα εμπλεκόμενα μέρη για την καλύτερη κατανόηση και την ερμηνεία των ενδείξεων της κλιματικής αλλαγής (Hamburg Port Authority, 2022).

#### **4.4.3 Το λιμάνι του Λονδίνου**

Η πόλη του Λονδίνου, θεωρείται ευάλωτη στα ακραία καιρικά φαινόμενα που λαμβάνουν τη μορφή πλημμυρών, ξηρασιών, καύσωνα και πολύ χαμηλών θερμοκρασιών. Εάν δεν ληφθούν μέτρα, η περαιτέρω κλιματική αλλαγή, η πληθυσμιακή αύξηση και άλλες παράγοντες θεωρείται ότι θα αυξήσουν τον κίνδυνο σοβαρών επιπτώσεων. Το Λονδίνο, είναι ευάλωτο σε πλημμύρες από διάφορες πηγές, βασικές από τις οποίες είναι οι πλημμύρες από τη Βόρεια Θάλασσα, η αύξηση της στάθμης στον Τάμεση και τους παραπόταμους του και οι έντονες βροχοπτώσεις. Ο κίνδυνος πλημμύρας στο Λονδίνο υπόκειται σε διαχείριση, κυρίως, από ένα σύστημα αντιπλημμυρικής άμυνας και δικτύων αποχέτευσης. Το Λονδίνο προστατεύεται, επί του παρόντος, πολύ καλά από τις παλιρροϊκές πλημμύρες, αλλά έχει ένα χαμηλότερο και πολύ πιο μεταβλητό επίπεδο προστασίας από τις ποτάμιες πλημμύρες και ένα σχετικά χαμηλό επίπεδο προστασίας από τις πλημμύρες των επιφανειακών υδάτων. Η πιθανότητα όλων των μορφών πλημμύρας προβλέπεται να αυξηθεί, καθώς αυξάνεται η στάθμη της θάλασσας και τα φαινόμενα έντονων βροχοπτώσεων γίνονται πιο συχνά και πιο έντονα. Βέβαια, πρέπει να αναφερθεί ότι το Ηνωμένο Βασίλειο είναι σε θέση να επιτελεί τις πιο προηγμένες κλιματικές προβλέψεις στον κόσμο βάσει των οποίων εκάζεται ότι τα νοτιοανατολικά του Ηνωμένου Βασιλείου θα βιώσουν θερμότερους, πιο υγρούς χειμώνες και θερμότερα, ξηρότερα καλοκαίρια στο μέλλον. Τα ακραία καιρικά φαινόμενα, όπως καύσωνες και πολύ έντονες βροχοπτώσεις, θα γίνουν πιο συχνά και έντονα, ενώ η στάθμη της θάλασσας αναμένεται να συνεχίσει να αυξάνεται για τους επόμενους αιώνες (Greater London Authority, 2011).

Το 2008, νομοθετήθηκε η Πράξη για την Κλιματική Αλλαγή η οποία ορίζει τις νομικές απαιτήσεις για τον μετριασμό και την προσαρμογή της κλιματικής

αλλαγής στο Ηνωμένο Βασίλειο. Σύμφωνα με τη Πράξη, οι μεγαλύτερες λιμενικές αρχές του Ηνωμένου Βασιλείου έπρεπε να προετοιμάσουν μια έκθεση προσαρμογής για υποβολή στο Υπουργείο Περιβάλλοντος, Τροφίμων και Αγροτικών Υποθέσεων. Η Αρχή Λιμένος του Λονδίνου υπέβαλε την πρώτη της έκθεση προσαρμογής στην κλιματική αλλαγή στον Υπουργό Εξωτερικών το 2011 με στόχο την ευαισθητοποίηση σχετικά με τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής, εντός του οργανισμού και αποδείχθηκε ιδιαίτερα χρήσιμη όταν οι λιμενικές αρχές κλήθηκαν να ανταποκριθούν σε ακραία καιρικά φαινόμενα, κατά τη διάρκεια του χειμώνα του 2013 -2014 (Port of London Authority, 2015).



*Πηγή: DSBOFFSHORELTD, 2023.*

#### **Εικόνα 4. Το λιμάνι του Λονδίνου**

Η πιο πάνω έκθεση, ενημερώθηκε το 2015 κι ένα βασικό αποτέλεσμα των εργασιών που πραγματοποιήθηκαν για την ενημέρωση της έκθεσης ήταν η δημιουργία ενός πίνακα πιθανών επιπτώσεων που ενδέχεται να επηρεάσουν τις λειτουργίες και τις δραστηριότητες του λιμανιού, βραχυπρόθεσμα και μακροπρόθεσμα. Ο περαιτέρω έλεγχος αυτού του πίνακα με τη συμμετοχή των αρμόδιων υπηρεσιών επέτρεψε στην Αρχή Λιμένος του Λονδίνου να εντοπίσει και να ιεραρχήσει τις ενέργειες προσαρμογής οι οποίες υποβλήθηκαν στη συνέχεια σε λεπτομερέστερη εκτίμηση κόστους-οφέλους (UNCTAD, 2020).

Στα εργαστήρια που έγιναν για τον καταρτισμό του πιο πάνω πίνακα συμμετείχε ανώτερο προσωπικό από διάφορα λιμενικά τμήματα, όπως λιμενάρχες,



υπάλληλοι επίβλεψης των συστημάτων ναυσιπλοΐας, μηχανικοί, επιθεωρητές, στελέχη που χειρίζονται εταιρικές υποθέσεις και που εμπλέκονται στον σχεδιασμό και τις συνεργασίες, καθώς και ιδιοκτήτες και χειριστές εμπορικών τερματικών σταθμών, φορτωτές, εταιρείες ύδρευσης και διάφορες ομάδες του δημόσιου τομέα και της κοινότητας. Αυτά τα εργαστήρια οδήγησαν σε μια πολύ βελτιωμένη κατανόηση των κινδύνων που σχετίζονται με το κλίμα (PIANC, 2020).

#### 4.4.4 Το λιμάνι του Long Beach

Το λιμάνι του Long Beach στις Η.Π.Α. εκτιμάται ότι απειλείται από την κλιματική αλλαγή σε σχέση με πλημμύρες από την αναμενόμενη άνοδο της στάθμης της θάλασσας, αυξημένες βροχοπτώσεις, πλημμύρες ποταμών, καύσωνες και κύματα που προκαλούνται από καταιγίδες (Port of Long Beach, 2023).



*Πηγή: Logistics Update Africa, 2022.*

#### **Εικόνα 5. Το λιμάνι του Long Beach**

Το 2016, οι λιμενικές αρχές της περιοχής ανέπτυξαν ένα Σχέδιο Κλιματικής Προσαρμογής και Παράκτιας Ανθεκτικότητας με στόχο την διαχείριση των άμεσων κι έμμεσων κινδύνων που προκύπτουν από την κλιματική αλλαγή για τον λιμένα. Επίσης, στις επιδιώξεις του Σχεδίου αυτού εντάχθηκαν ο εντοπισμός των πιο

ευάλωτων λιμενικών περιουσιακών στοιχείων, καθώς και των πιθανών στρατηγικών προσαρμογής. Το Σχέδιο παρέχει ένα πλαίσιο για την ενσωμάτωση μέτρων προσαρμογής που σχετίζονται με την προβλεπόμενη κλιματική αλλαγή στις διαδικασίες χάραξης πολιτικής και σχεδιασμού του λιμένα, στις κατασκευαστικές πρακτικές, στο σχεδιασμό των υποδομών και στα περιβαλλοντικά έγγραφα. Τα τρωτά σημεία του λιμανιού επισημάνθηκαν τον Αύγουστο του 2014, όταν οι κίνδυνοι καταιγίδας και κυμάτων που προέκυψαν από τον τυφώνα Μαρί κατέστρεψαν τις ακτές της Νότιας Καλιφόρνια. Το Σχέδιο Προσαρμογής στο Κλίμα και Ανθεκτικότητα της Παράκτιας Ακτοπλοΐας αναφέρει ότι το λιμάνι υπέστη ζημιές σε συγκεκριμένες αποβάθρες, ενώ και οι ναυτιλιακές επιχειρήσεις σταμάτησαν για πολλές ημέρες. Η πρόσβαση στους γύρω δρόμους και τις εγκαταστάσεις επηρεάστηκε για αρκετούς μήνες, επίσης (UNCTAD, 2020).

Όσον αφορά την καταγραφή των κρίσιμων περιουσιακών στοιχείων και λειτουργιών του λιμανιού, δημιουργήθηκε ένας κατάλογος στοιχείων που βρίσκονται σε προβλήτες, καθώς και σε παρακείμενες περιοχές, και περιλάμβανε επιχειρήσεις κοινής ωφέλειας, δρόμους, σιδηροδρομικά μέσα και κρίσιμα κτίρια, όπως αυτά που στεγάζουν λειτουργίες ασφάλειας, διοίκησης, πυρκαγιάς και ασφάλειας ζωής. Εντοπίστηκαν, ακόμα, τα πιο κρίσιμα στοιχεία για την επιχειρηματική συνέχεια του λιμανιού και στη συνέχεια αναπτύχθηκαν προφίλ ευπάθειας για αυτούς τους τύπους περιουσιακών στοιχείων, δηλαδή, τις υποδομές προβλήτας, το δίκτυο μεταφορών, τις κρίσιμες εγκαταστάσεις, τις επιχειρήσεις κοινής ωφέλειας και τους κυματοθραύστες (PIANC, 2020).

Αξίζει, επίσης, να αναφερθεί ότι στο πλαίσιο του Σχεδίου Δράσης για Καθαρό Αέρα, το εν λόγω λιμάνι έχει δεσμευθεί να μειώσει τις εκπομπές σωματιδίων ντίζελ (DPM) κατά 77%, οξειδίων του αζώτου (NOx) κατά 59% και οξειδίων του θείου (SOx) κατά 93% έως το 2023. Το 2020, ο στόχος για μείωση των οξειδίων του αζώτου κατά 59% επιτεύχθηκε και ξεπεράστηκε. Για τη μείωση των αερίων του θερμοκηπίου, επίσης, το λιμάνι εφαρμόζει μέτρα για τη μετάβαση σε μηδενικές εκπομπές για τον τερματικό εξοπλισμό διακίνησης φορτίου έως το 2030 και τον στόλο φορτηγών έως το 2035. Οι στόχοι του λιμένα είναι μείωση των αερίων θερμοκηπίου κατά 40% έως το 2030 και κατά 80% έως το 2050, σε σύγκριση με τα επίπεδα του 1990. Η Πολιτική Πράσινου Στόλου, που ξεκίνησε το 2006 και ενημερώθηκε το 2021, απαιτεί όταν το λιμάνι αγοράζει ένα νέο όχημα, να πληροί τις

απαιτήσεις απόδοσης του λιμένα με στόχο να υπάρχει στόλος 100% μηδενικών εκπομπών έως το 2030. Πολλά ηλεκτρικά οχήματα έχουν προστεθεί στον στόλο του λιμένα με την πάροδο των ετών βάσει αυτής της πολιτικής. Τον Αύγουστο του 2021, το λιμάνι ολοκλήρωσε τη δημιουργία του νέου τερματικού σταθμού εμπορευματοκιβωτίων, ο οποίος διαθέτει προηγμένη τεχνολογία και λειτουργίες φορτίου μηδενικών εκπομπών. Οι πέντε κύριες δομές του έχουν κατασκευαστεί σύμφωνα με τα χρυσά πρότυπα Leadership in Energy and Environmental Design (LEED) για βιώσιμο σχεδιασμό, κατασκευή και χρήση, τα οποία περιλαμβάνουν εξοικονόμηση νερού και ενέργειας και επαναχρησιμοποίηση ανακυκλωμένων υλικών. Αναπτύχθηκε με κόστος 1,5 δισεκατομμυρίων δολαρίων, καθιστώντας το λιμάνι του Long Beach ως ένα από τα πιο πράσινα λιμάνια στον κόσμο (Logistics Update Africa, 2022).

#### **4.4.5 Το λιμάνι Νέας Υόρκης- Νιού Τζέρσεϋ**

Το 2015, η Λιμενική Αρχή της Νέας Υόρκης και του Νιού Τζέρσεϋ υιοθέτησε κατευθυντήριες γραμμές σχεδιασμού για να διασφαλίσουν ότι η κλιματική ανθεκτικότητα λαμβάνεται υπόψη στην υποδομή και στα κτιριακά της έργα. Ο νέος προτεινόμενος σχεδιασμός στόχευσε στη βελτίωση της ανθεκτικότητας των υποδομών στις κλιματικές συνθήκες και τις ισχυρές καταιγίδες (UNCTAD, 2020).

Το 2016, εκδηλώθηκε ο τυφώνας Σάντυ, προκαλώντας σημαντικές ζημιές και η Λιμενική Αρχή της Νέας Υόρκης και του Νιού Τζέρσεϋ πραγματοποίησε μια μελέτη για τον εντοπισμό των πιθανών κινδύνων μελλοντικών πλημμυρών από καταιγίδες διαφορετικής κλίμακας. Αυτές οι έρευνες αξιολόγησαν τις πιθανές επιπτώσεις των καταιγίδων, της ανόδου της στάθμης της θάλασσας και της κλιματικής αλλαγής, σε μια περίοδο 40 ετών, σε υποδομές ζωτικής σημασίας, περιουσιακά στοιχεία και λειτουργίες του λιμανιού. Στην έρευνα, συμμετείχαν εκπρόσωποι από διάφορα τμήματα εντός της Λιμενικής Αρχής, καθώς κι εξωτερικοί εμπλεκόμενοι φορείς για τον χαρακτηρισμό των περιουσιακών στοιχείων και τον εντοπισμό τρωτών σημείων σε σχέση με τον κίνδυνο πλημμύρας των παράκτιων περιοχών. Τα πιο προφανή ζητήματα αφορούσαν ζημιές από εισροή νερού σε κτίρια, ζημιές σε ηλεκτρικό και ηλεκτρονικό εξοπλισμό και προβλήματα που σχετίζονται με απώλεια ρεύματος. Ως

σημαντικά ζητήματα προσδιορίστηκαν, ακόμα, οι ζημιές σε γεραμούς και λοιπό κινητό εξοπλισμό, καθώς αυτοί οι παράγοντες επιβράδυναν σημαντικά πολλές από τις λειτουργίες στο λιμάνι για μήνες μετά το τυφώνα Σάντυ. Ο εφοδιασμός με καύσιμα ήταν, επίσης, ένα κρίσιμο ζήτημα στην περιοχή μετά τον τυφώνα, τόσο όσον αφορά τη λειτουργία του εξοπλισμού καθαρισμού κι απομάκρυνσης συντριμμιών όσο και σχετικά με τη μεταφορά του προσωπικού από και προς τις οικίες του για να βοηθήσει στην επιχείρηση καθαρισμού (PIANC, 2020).



*Πηγή: Berger, 2022.*

### **Εικόνα 6. Το λιμάνι της Νέας Υόρκης- Νιου Τζέρσεϋ**

Σε σχέση με το ζήτημα των εκπομπών αερίων που επιτείνουν το πρόβλημα της κλιματικής αλλαγής, όπως πληροφορούν οι Moriarty et al. (2021), η δέσμευση για τη βιωσιμότητα της Λιμενικής Αρχής της Νέας Υόρκης και του Νιου Τζέρσεϋ είναι να εκπληρώσει τους στόχους που έχουν τεθεί από την Συμφωνία του Παρισιού, με ενδιάμεσο στόχο μείωσης των αερίων του θερμοκηπίου κατά 35% έως το 2025 και κατά 80% έως το 2050. Έτσι, οι λιμενικές αρχές αναζητούν συνεχώς βιώσιμες λύσεις για τη μείωση των εκπομπών άνθρακα για όλες τις μορφές μεταφοράς.

#### 4.4.6 Το λιμάνι της Σιγκαπούρης

Η Σιγκαπούρη είναι μια τροπική νησιωτική πόλη-κράτος με χαμηλό υψόμετρο και αρκετά πυκνοκατοικημένη. Σύμφωνα με τις προβλέψεις, κατά τις επόμενες δεκαετίες αναμένονται μεταβολές στο κλίμα της περιοχής που υπολογίζονται σε ενίσχυση των βροχοπτώσεων, σε αύξηση της θερμοκρασίας έως και 4,6°C, αλλά και σε άνοδο της θαλάσσιας στάθμης μέχρι και 0,76μ. στο τέλος του αιώνα. Εφόσον αυτά συμβούν, οι παράκτιες περιοχές στη Σιγκαπούρη θα μπορούσαν να αντιμετωπίσουν πλημμύρες κατά τη διάρκεια ισχυρών παράκτιων καταιγίδων ή ακόμη και να βυθιστούν με την πάροδο του χρόνου, καθώς ανεβαίνουν τα επίπεδα της θάλασσας. Προκειμένου να αντιμετωπιστεί η πιθανότητα πλημμύρας, αλλά και η διάβρωση των ακτών, έχουν αναληφθεί δράσεις με αποτέλεσμα πάνω από το 70% της ακτογραμμής της Σιγκαπούρης να προστατεύεται με σκληρές κατασκευές, όπως θαλάσσια τοιχώματα και πλαγιές βράχων. Από το 2011, απαιτείται, επίσης, όλες οι νέες ανακτηθείσες εκτάσεις να βρίσκονται τουλάχιστον τέσσερα μέτρα πάνω από τη μέση στάθμη της θάλασσας, έναντι τριών μέτρων που ίσχυε μέχρι τότε. Δρόμοι κοντά σε παράκτιες περιοχές έχουν, επίσης, ανυψωθεί για να προστατεύονται από την άνοδο της στάθμης της θάλασσας (Ministry of the Environment and Water Resources | Ministry of National Development, 2016).

Η Σιγκαπούρη διαθέτει ένα από τα πιο πολυσύχναστα λιμάνια του κόσμου, με περισσότερα από 130.000 πλοία να καταπλέουν στο νησιωτικό κράτος και περισσότερες από 30,9 εκατομμύρια ισοδύναμες μονάδες (TEU) εμπορευματοκιβωτίων να διέρχονται από το λιμάνι της ετησίως. Προκειμένου να ενσωματωθούν επιπλέον απαιτήσεις ανθεκτικότητας στον σχεδιασμό νέων τερματικών σταθμών στο λιμάνι, έχει ληφθεί μέριμνα κατά το σχεδιασμό του νέου τερματικού σταθμού Tuas ώστε αυτός να κατασκευαστεί σε επίπεδο πάνω από δύο μέτρα ψηλότερα από την υψηλότερη στάθμη νερού που έχει παρατηρηθεί μέχρι τώρα (UNCTAD, 2020).





*Πηγή: Safety4sea, 2020.*

### **Εικόνα 7. Το λιμάνι της Σιγκαπούρης**

Η Λιμενική Αρχή της Σιγκαπούρης έχει, επίσης, κατασκευάσει ήδη από το 1976 έναν κυματοθραύστη στα αγκυροβόλια Pasir Panjang ως απάντηση στις ακραίες συνθήκες, οι οποίες παρέχει ένα ασφαλέστερο εργασιακό περιβάλλον. Η κατασκευή αυτή εξασφάλισε την προστασία των ζωτικής σημασίας παράκτιων υποδομών, ενώ άνησαν και οι οικονομικές δραστηριότητες (Centre for Liveable Cities, 2021).

Σε σχέση με την βιωσιμότητα και την αποτελεσματικότητα, η Λιμενική Αρχή της Σιγκαπούρης έχει εστιάσει στο σχεδιασμό του τερματικού σταθμού του Tuas Port, ενσωματώνοντας καινοτομίες όπως έξυπνα συστήματα διαχείρισης λειτουργιών βάσει δεδομένων, αυτοματισμό αποβάθρας, πλήρως ηλεκτρικά αυτοματοποιημένα οχήματα καθοδήγησης, καθώς και έξυπνες πλατφόρμες μηχανικής και διαχείρισης ενέργειας. Η ευρύτερη περιοχή του Tuas, που περιλαμβάνει βιομηχανίες και δραστηριότητες εφοδιαστικής αλυσίδας, επιδιώκεται να καταστεί μια δυναμική και έτοιμη για το μέλλον κοινότητα που θα διασυνδέεται με ένα απρόσκοπτο πλέγμα φυσικών και ψηφιακών συνδέσεων, ενισχύοντας το τοπικό επιχειρηματικό κλίμα, επιδεικνύοντας παράλληλα την αρμονική συνύπαρξη βιωσιμότητας και οικονομικής ανάπτυξης (PSA Horizons, 2020).

#### 4.4.7 Το λιμάνι της Σαγκάης

Η Σαγκάη είναι ένα σημαντικό οικονομικό, μεταφορικό, τεχνολογικό, βιομηχανικό, οικονομικό και ναυτιλιακό κέντρο στην Κίνα και μια από τις μεγαλύτερες μητροπολιτικές περιοχές στον κόσμο, από άποψη κλίμακας και έκτασης. Η διακίνηση φορτίου και η διεκπεραίωση εμπορευματοκιβωτίων του λιμανιού της Σαγκάης κατέχει την πρώτη θέση στον κόσμο (Zeng et al., 2023).

Λόγω της γεωμορφολογίας της, η Σαγκάη κινδυνεύει κυρίως από παλιρροιακή πλημμύρα κατά τη διάρκεια των τυφώνων. Σημειώνεται ότι μέσα από την μητροπολιτική περιοχή διέρχεται ο ποταμός Huangpu και ο οποίος καταλήγει στο λιμάνι, γεγονός που επιδεινώνει τον κίνδυνο αυτό. Η πόλη προστατεύεται από τις παλιρροϊκές πλημμύρες από άμυνες κατά μήκος του ποταμού, οι οποίες έχουν σχεδιαστεί για «1 στα 1000 χρόνια», το ίδιο σχεδιαστικό πρότυπο προστασίας με το Λονδίνο. Ωστόσο, η άνοδος της στάθμης της θάλασσας και η καθίζηση του εδάφους οδήγησαν στην ανάγκη για βελτιωμένη άμυνα και η πόλη προτείνει την κατασκευή ενός αντιπλημμυρικού φραγμού στον ποταμό της Σαγκάης κοντά στις εκβολές του (HR Wallingford, 2023).



*Πηγή: Logistics Asia, 2022.*

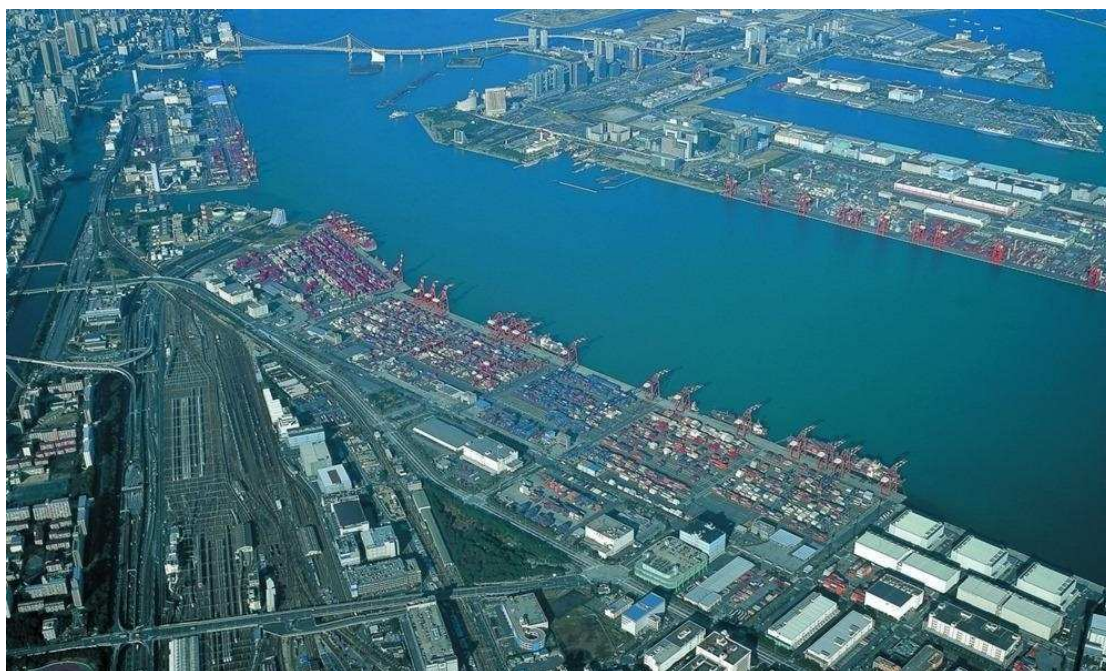
**Εικόνα 8.** Το λιμάνι της Σαγκάης

Σε σχέση με την περιβαλλοντική βιωσιμότητα, ήδη από το 2005, η Σαγκάη εφάρμοσε το "Σχέδιο Εφαρμογής της Πρόληψης και Διαχείρισης της Ρύπανσης από το Λιμάνι της Σαγκάης", ενώ ακολούθησαν τα "Μέτρα Πρόληψης της Ρύπανσης από τα Πλοία της Σαγκάης", το "Τριετές Σχέδιο Δράσης Πράσινο Λιμάνι της Σαγκάης (2015-2017)" και το "Πενταετές Σχέδιο Πράσινων Συγκοινωνιών». Ταυτόχρονα, εκτελούνται εργασίες ανάπτυξης για την επίτευξη χαμηλών εκπομπών άνθρακα στην περιοχή του λιμανιού, συμπεριλαμβανομένης της τροφοδοσίας ρεύματος για πλοία στο λιμάνι, , πιλοτικών συσκευών επεξεργασίας καυσαερίων για πλοία, ρυμουλκούμενα φυσικού αερίου, σταδιακή απόσυρση και ανανέωση παλαιών πλοίων, κ.λπ. Η Σαγκάη προωθεί ενεργά την κατασκευή λιμένων χαμηλών εκπομπών άνθρακα και το λιμάνι της πόλης έχει επιτύχει ορισμένα αποτελέσματα στην εξοικονόμηση ενέργειας και τη μείωση των εκπομπών. Ωστόσο, ενόψει της διπλής πίεσης της περίπλοκης διεθνούς πολιτικής και οικονομικής κατάστασης και της αυξανόμενης παγκόσμιας ατμοσφαιρικής ρύπανσης, καθίσταται ιδιαίτερα σημαντικό για τις λιμενικές αρχές να βελτιώσουν τόσο τη διεθνή ανταγωνιστικότητα αυτών των ολοκληρωμένων εγκαταστάσεων όσο και τις περιβαλλοντικές τους επιδόσεις, καθώς και τον τρόπο με τον οποίο μπορεί να επιτύχει τις χαμηλές εκπομπές άνθρακα (Zhang, 2021).

#### **4.4.8 Το λιμάνι του Τόκιο**

Ως χώρα, η Ιαπωνία απειλείται κάθε χρόνο από αρκετούς τροπικούς κυκλώνες, ορισμένοι από τους οποίους έχουν προκαλέσει εκτεταμένες ζημιές. Οι τροπικοί κυκλώνες χρειάζονται υψηλές επιφανειακές θερμοκρασίες της θάλασσας για να σχηματιστούν, καθώς χρησιμοποιούν τη θερμότητα από την εξάτμιση του θαλασσινού νερού για να διατηρήσουν ή να αυξήσουν τη δύναμή τους. Εκτός από τις καταστροφές από τον άνεμο, αυτά τα καιρικά συστήματα δημιουργούν, επίσης, ισχυρά κύματα και καταιγίδες, που μπορούν να πλημμυρίσουν τις παράκτιες περιοχές και να οδηγήσουν σε εκτεταμένες καταστροφές. Καθώς οι τροπικοί κυκλώνες ενισχύονται από τη θερμότητα των ωκεανών, φαίνεται λογικό ότι η υπερθέρμανση του πλανήτη ως συνέπεια των αυξανόμενων συγκεντρώσεων αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα θα μπορούσε να οδηγήσει σε αύξηση της μελλοντικής έντασής τους (Knutson et al., 2010).





*Πηγή: Cruise Mapper, 2023.*

### **Εικόνα 9. Το λιμάνι του Τόκιο**

Στο λιμάνι του Τόκιο, συγκεκριμένα, έχουν σχεδιαστεί θαλάσσιες άμυνες μετά την εμφάνιση του μεγαλύτερου ιστορικού τυφώνα που έχει σημειωθεί στην κεντρική νότια ακτογραμμή, που θα μπορούσε να ισοδυναμεί με ένα γεγονός που συμβαίνει μια φορά στα 100 χρόνια. Έτσι, ο σχεδιασμός των αναχωμάτων δεν βασίστηκε απαραίτητα σε μια ενδελεχή στατιστική ανάλυση λόγω της έλλειψης διαθέσιμων δεδομένων, αλλά σε μια σειρά από αριθμητικές προσομοιώσεις που εκτιμούνται πιθανές διαδρομές ενός νέου τυφώνα, υποθέτοντας τις εντάσεις τους μετά από ορισμένα ιστορικά γεγονότα του περασμένου αιώνα (Miyazaki, 2003).

Επιπρόσθετα, το Υπουργείο Μεταφορών της Ιαπωνίας διαμόρφωσε το «Έργο προετοιμασίας έκτακτης ανάγκης για την ενίσχυση των σεισμικών κρηπιδωμάτων» τον Μάρτιο του 2006 και συνολικά 170 θέσεις ελλιμενισμού για τη μεταφορά προμηθειών έκτακτης ανάγκης και 15 σεισμικές αποβάθρες σε διεθνείς θαλάσσιους τερματικούς σταθμούς εμπορευματοκιβωτίων κατασκευάστηκαν μέχρι τον Μάιο του 2009. Η κύρια λειτουργία αυτών των σεισμικών αποβάθρων συνίστανται στην παράδοση των προμηθειών βοήθειας που θα χρησιμοποιηθούν και θα διανεμηθούν όταν συμβούν σεισμοί (Yang & Ge, 2020).

Αξίζει να αναφερθεί, ακόμα, ότι στην Ιαπωνία εφαρμόζεται μια πολιτική για την πράσινη μετάβαση των λιμανιών σύμφωνα με την οποία σε όλη τη χώρα κατασκευάστηκαν φιλικές προς το περιβάλλον «σκληρές» λιμενικές κατασκευές με ενδιαιτήματα για θαλάσσιους οργανισμούς. Οι σκληρές λιμενικές δομές με ενδιαιτήματα είναι ένα υβρίδιο γκριζας (σκληρής) και πράσινης υποδομής. Τα σκληρά στοιχεία εκπληρώνουν τις βασικές λειτουργίες μιας δομής λιμένα, όπως η αντίσταση στα κύματα, ενώ τα πράσινα στοιχεία εκπληρώνουν τις πολύ λειτουργικές λειτουργίες του οικοσυστήματος, όπως η λειτουργία βιολογικών οικοτόπων και βελτίωση της ποιότητας του νερού (Kuwae & Crooks, 2020, αναφέρεται στους Okada et al., 2021).

#### **4.5 Τα ελληνικά λιμάνια**

Όπως πληροφορούν οι Anastasopoulos et al. (2011), η Ελλάδα έχει ενσωματώσει στο νομοθετικό της σύστημα τις περισσότερες διεθνείς συμβάσεις, καθώς και Ευρωπαϊκές Οδηγίες για την πρόληψη της ρύπανσης και έχουν γίνει πολλές προσπάθειες για τη βελτίωση των περιβαλλοντικών πολιτικών στις λιμενικές περιοχές. Παρόλα αυτά, τα περιβαλλοντικά ζητήματα δεν αντιμετωπίζονται σωστά από το υφιστάμενο νομοθετικό σύστημα και την επιβολή του. Μερικά από τα εμπόδια που έχουν εντοπιστεί και πρέπει να ξεπεραστούν είναι η κακή διαχείριση και η ανεπαρκής επικοινωνία και ο συντονισμός μεταξύ των φορέων και άλλων εμπλεκόμενων που είναι υπεύθυνοι για την εφαρμογή της νομοθεσίας στους λιμένες, η περίπλοκη και κατακερματισμένη νομοθεσία, το υψηλό κόστος της επιβολής του περιβαλλοντικού νόμου και τα ανεπαρκώς αποτελεσματικά οικονομικά κίνητρα και οι κυρώσεις για την προστασία του περιβάλλοντος.

Εντούτοις, εντοπίζονται κάποιες προσπάθειες στα πλαίσια της βιωσιμότητας και της διαχείρισης της κλιματικής αλλαγής στα μεγαλύτερα λιμάνια της χώρας.

Το μεγαλύτερο λιμάνι της Ελλάδας, αυτό του Πειραιά, εφαρμόζει μια περιβαλλοντική πολιτική στο σύνολο της λειτουργίας των υποδομών του η οποία έχει λάβει πιστοποίηση από το 2004, με βάση το Ευρωπαϊκό Σύστημα PERS του Ευρωπαϊκού Οργανισμού Λιμένων ESPO (European Sea Ports Organization). Επίσης,

ο εν λόγω λιμένας είναι αναγνωρισμένο μέλος του Ecoports Network από το 2011, ενός δικτύου αποτελούμενου από ευρωπαϊκούς λιμένες που έχουν αξιολογηθεί για την περιβαλλοντική τους απόδοση. Μέσω των περιβαλλοντικών στρατηγικών που εφαρμόζονται στο λιμάνι του Πειραιά, επιδιώκεται η μείωση του περιβαλλοντικού αποτυπώματος, σύμφωνα με ευρωπαϊκά και διεθνή πρότυπα. Πιο αναλυτικά, μεταξύ των βασικών πρωτοβουλιών που προωθούνται στην λιμενική περιοχή είναι η αποτελεσματική διαχείριση των αποβλήτων που παράγονται από τις λιμενικές εγκαταστάσεις και τα πλοία, η λεπτομερής παρακολούθησης – μέσω τεχνολογικών καινοτομιών - της ποιότητας του θορύβου, του νερού και του αέρα, η ενεργειακή απόδοση και η εξοικονόμηση ενέργειας. Επιπρόσθετα, ο λιμένας διαθέτει Τμήμα Προστασίας Περιβάλλοντος το οποίο συνεργάζεται στενά με εξωτερικούς εμπειρογνώμονες και εργαστήρια του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου, του Πανεπιστημίου Πειραιά και του Πανεπιστημίου Cardiff προκειμένου να εφαρμόζει συγκεκριμένα προγράμματα παρακολούθησης, μέτρησης και ανάλυσης περιβαλλοντικών δεικτών, τα αποτελέσματα των οποίων αποτελούν βάση προσδιορισμού βέλτιστης πρακτικής, αλλά και προτάσεων βελτιστοποίησης. Αξίζει, ακόμα, να αναφερθεί ότι το λιμάνι του Πειραιά καταδεικνύει υψηλού επιπέδου επιδόσεις στην ανάπτυξη νέων τεχνολογιών και στον προσδιορισμό περιβαλλοντικού στρατηγικού σχεδιασμού σε ευρωπαϊκό επίπεδο μέσω της συμμετοχής του σε αριθμό πρωτοβουλιών και υλοποίησης έργων (Energy Press, 2019).

Από τις πηγές που εντοπίστηκαν δεν προκύπτει κάποια πρωτοβουλία σε σχέση με την αναβάθμιση των υποδομών και την ενίσχυση των ελληνικών λιμένων για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής.

Όλες οι δράσεις των διοικήσεων των ελληνικών λιμανιών, αφορούν το περιβάλλον και την διαχείριση της ενέργειας και υπάρχει τεράστια απόκλιση σε σχέση με τη διεθνή εμπειρία.



*Πηγή: Καραγεώργος, 2022.*

### **Εικόνα 10. Το λιμάνι του Πειραιά**

Υπογραμμίζεται, ακόμα, ότι τα τελευταία χρόνια έχουν ξεκινήσει προσπάθειες για την εισαγωγή πράσινων πρακτικών στο λιμάνι του Πειραιά. Λόγου χάρη, από το 2016 λειτουργεί στο λιμένα φωτοβολταϊκός σταθμός στην περιοχή του σταθμού εμπορευματοκιβωτίων που παράγει ενέργεια από ηλιακά πάνελ. Ο φωτοβολταϊκός σταθμός παραγωγής ενέργειας είναι συνδεδεμένος με το δίκτυο διανομής ηλεκτρικής ενέργειας και όλη η παραγόμενη ενέργεια παρέχεται στο τοπικό δίκτυο μέσης τάσης. Επίσης, το 2020 έγινε αλλαγή του τρόπου λειτουργίας του σταθμού εμπορευματοκιβωτίων με την αντικατάσταση των straddle carriers (οχημάτων στοιβασίας και μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων) με terminal tractors (τράκτορες), για το χειρισμό των containers. Οι τράκτορες καταναλώνουν λιγότερα καύσιμα και με τον τρόπο αυτό μειώνεται η συνολική κατανάλωση καυσίμων, αλλά και οι εκπομπές αερίων στην περιοχή του λιμανιού (Γεωργίου, 2021).

Το λιμάνι της Θεσσαλονίκης, επίσης, εφαρμόζει στρατηγική βιωσιμότητας η οποία αποτελεί μέρος της εταιρικής διακυβέρνησης του Οργανισμού Λιμένος Θεσσαλονίκης.





*Πηγή: Business Daily, 2021.*

### **Εικόνα 11. Το λιμάνι της Θεσσαλονίκης**

Συγκεκριμένα, η διοίκηση του Οργανισμού έχει δεσμευθεί για την αποτελεσματική διαχείριση των αποβλήτων στον χώρο του λιμένα, ελέγχοντας το που αυτά παράγονται, διασφαλίζοντας τη σωστή επεξεργασία και την απόρριψη τους και προάγοντας τις αρχές της κυκλικής οικονομίας, συνολικά. Επίσης, δίνεται βαρύτητα στην ποιότητα του αέρα και την ενεργειακή απόδοση, μέσω της συνεχούς παρακολούθησης των ατμοσφαιρικών ρύπων και της προσπάθειας μείωσης των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, που προέρχονται είτε άμεσα, από την κατανάλωση ορυκτών καυσίμων, είτε έμμεσα, από την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας. Όσον αφορά το θαλάσσιο οικοσύστημα και την βιοποικιλότητα της περιοχής γίνεται αποτελεσματική διαχείριση στην κατανάλωση νερού και επιδιώκεται βελτίωση στη ποιότητα του θαλασσινού νερού (Οργανισμός Λιμένος Θεσσαλονίκης, 2022).



## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ**

Η κλιματική αλλαγή είναι ένα αδιαμφισβήτητο γεγονός που με την πάροδο των ετών επηρεάζει αρνητικά όλο και περισσότερο τη ζωή του ανθρώπου. Οι καταστροφές που μπορούν να προκληθούν μετά από έντονες καταιγίδες και τυφώνες έχουν καταγραφεί και αποδεικνύουν την νέα επικινδυνότητα με την οποία έρχεται πια αντιμέτωπος ο άνθρωπος.

Οι επιδράσεις της κλιματικής αλλαγής είναι ακόμα πιο έντονες σε περιοχές οι οποίες είναι ιδιαίτερα εκτεθειμένες στα στοιχεία της φύσης, όπως είναι οι παράκτιες εκτάσεις των λιμανιών. Η άνοδος της θαλάσσιας στάθμης, για παράδειγμα εκτός από το ότι διαβρώνει τις ακτογραμμές, εντείνει τον κίνδυνο πλημμύρας στις λιμενικές εγκαταστάσεις. Τα όλο και μεγαλύτερα κύματα, επίσης, αποτελούν απειλή για τα λιμάνια, ενώ η συνεχής ρύπανση των θαλάσσιων υδάτων συνδράμει στην υποβάθμιση της θαλάσσιας ζωής και όχι μόνο.

Στην ανάλυση που προηγήθηκε μελετήθηκε εκτενώς η επίδραση της κλιματικής αλλαγής στα λιμάνια, αλλά και οι βασικές μέθοδοι που εφαρμόζονται από αυτά προκειμένου να μειώνονται οι κίνδυνοι και οι απειλές. Όπως αναδείχθηκε, φαίνεται ότι το πρόβλημα έχει γίνει αντιληπτό από την διεθνή λιμενική κοινότητα με

μερικά από τα μεγαλύτερα λιμάνια του κόσμου να έχουν λάβει εδώ και χρόνια μέτρα διαχείρισης ή αντιμετώπισης. Επιπρόσθετα, εκτός από τα προφανή εργαλεία για την προφύλαξη από τις επιδράσεις της κλιματικής αλλαγής- όπως είναι οι κυματοθραύστες- έχει αρχίσει και μια μεταστροφή προς τις πράσινες κι έξυπνες λειτουργίες στους λιμένες. Εφόσον η κλιματική αλλαγή εντείνεται με την αύξηση της περιεκτικότητας αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα, πολλές λιμενικές αρχές στοχεύουν στο να μειώσουν στο άμεσο μέλλον τις εκπομπές αερίων, εισάγοντας καινοτομίες στις διάφορες λειτουργίες των λιμανιών.

Η κλιματική αλλαγή είναι ένα ιδιαίτερα σοβαρό πρόβλημα και πρέπει να αντιμετωπίζεται ως τέτοιο. Τα έντονα καιρικά φαινόμενα δεν απειλούν μόνο τις υλικές υποδομές, αλλά και την ίδια την ανθρώπινη ζωή. Τα πρόσφατα ελληνικά και ξένα φαινόμενα πυρκαγιών και πλημμυρών, αποδεικνύουν ακριβώς τον ισχυρισμό αυτό. Ως εκ τούτου, χρειάζεται συνεχής και οργανωμένη προσπάθεια, ώστε να καταστεί ξεκάθαρο ότι ο άνθρωπος έχει την δυνατότητα όχι μόνο να διαχειριστεί, αλλά και να μετριάσει το πρόβλημα αυτό. Κάτι τέτοιο πρέπει να είναι υψηλά και στην ιεραρχία των προτεραιοτήτων των λιμενικών εγκαταστάσεων, εάν ληφθεί υπόψη το γεγονός ότι από την ομαλή λειτουργία των λιμανιών εξαρτάται και η τροφοδοσία του παγκόσμιου πληθυσμού.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

### Ελληνική

Buckley, B., Hopkins, J.E. και Whitaker, R. (2008). *Καιρός & Κλίμα*. Αθήνα: Εκδόσεις Κασταλία.

Γεωργίου, Γ. (2021). Πώς η Cosco θα κάνει "πράσινο" το λιμάνι του Πειραιά. Διαθέσιμο στο: <https://www.capital.gr/epixeiriseis/3575173/pos-i-cosco-tha-kanei-prasino-to-limani-tou-peiraia/> (Πρόσβαση: 7 Νοεμβρίου 2023).

Δούση, Ε. (2017). *Κλιματική αλλαγή*. Αθήνα: Εκδόσεις Παπαδόπουλος.

Καραγεώργος, Λ. (2022). Μελέτη: Λιμάνι Πειραιά vs Λιμάνι Θεσσαλονίκης. Διαθέσιμο στο: <https://www.ot.gr/2022/12/22/naytilia/meleti-limani-peiraia-vs-limani-thessalonikis/> (Πρόσβαση: 7 Νοεμβρίου 2023).

Καραγιάννης, Η. και Αγγελάκης, Α. (2023). Η κλιματική κρίση ως παράγοντας μετασχηματισμού. Διαθέσιμο στο: <https://www.ot.gr/2023/09/29/apopseis/experts/h-klimatiki-krisi-os-paragontas-metaximatismou/> (Πρόσβαση: 5 Νοεμβρίου 2023).

Κατσαφάδος, Π. και Μαυροματίδης, Η. (2015). *Εισαγωγή στη Φυσική της Ατμόσφαιρας και την Κλιματική Αλλαγή*. Αθήνα: Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών.

Leichenko, R. Και O' Brien, K. (2022). *Κλίμα και κοινωνία, Μετασχηματίζοντας το μέλλον*. Αθήνα: Εκδόσεις Παπαζήση.

Οργανισμός Λιμένος Θεσσαλονίκης. (2022). *ΕΚΘΕΣΗ ΒΙΩΣΙΜΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ 2020-2021*. Θεσσαλονίκη.

### **Ξενογλώσση**

Akpan, U.F. and Akpan, G.E.(2012). The Contribution of Energy Consumption to Climate Change: A Feasible Policy Direction. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 2(1), pp.21-33.

Ammann, C. And Waple, A. (2009), History, Status and Prediction of Global Climate Change. In: A.Yotova, ed., *Climate Change, Human Systems and Policy*. UNESCO-EOLSS.

Anastasopoulos, D., Kolios, S. and Stylios, C. (2011). How will Greek ports become green ports. *Geo-Eco-Marina*, 17, pp.73-80.

Asariotis, R., Benamara, H. and Mohos- Naray, V. (2017).*Port Industry Survey on Climate Change Impacts and Adaptation*. UNCTAD Research Paper, No. 18.

Badurina, P., Cukrov, M. and Dundović, Č. (2017). Contribution to the implementation of “Green Port” concept in Croatian seaports. *Pomorstvo*, 31(1), pp.10-17.

Becker, A., Inoue, S., Fischer, M. and Schwegler, B. (2012). Climate change impacts on international seaports: knowledge, perceptions, and planning efforts among port administrators. *Climatic Change*, 110(1-2), pp. 5-29.

Becker, A., M. Acciaro, R. Asariotis, E. Carera, L. Cretegny, P. Crist, M. Esteban, A. Mather, S. Messner, S. Naruse, A.K.Y. Ng, S. Rahmstorf, M. Savonis, D. Song, V. Stenek, and 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), pp. 683-695.

Becker, A., Ng, A., McEvoy, D. and Mullett, J. (2018). Implications of climate change for shipping: Ports and supply chains. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*, <https://doi.org/10.1002/wcc.508>.

Berger, P. (2022). Shipping Bottlenecks Hit Port of New York and New Jersey. Available at: <https://www.wsj.com/articles/shipping-bottlenecks-hit-port-of-new-york-and-new-jersey-11652902981> (Accessed: 26 February 2023).

Centre for Liveable Cities. (2021). *PREPARING FOR A CLIMATE RESILIENT SINGAPORE*. Singapore.

Cevik, S. (2022), *Climate Change and Energy Security: The Dilemma or Opportunity of the Century?*. International Monetary Fund.

Chen, W., Wei, P. and Peng, Y. (2021). Impacts of Climate Change on Monthly Electricity Consumption: A Case of Tianjin, China. *Pol. J. Environ. Stud.*, 30(5), pp.3927-3941.

Christodoulou, A., Christidis, P. and Demirel, H. (2019). Sea level rise in ports: a wider focus on impacts. *Marit Econ Logist*, 21, pp. 482–496.

Christodoulou, A. & Demirel, H. (2018). *Impacts of climate change on transport: A focus on airports, seaports and inland waterways*. Luxembourg: Publications Office of the European Union.

Chungyalpa, W. (2019). Understanding Business Sustainability: The What, the Why, and the How of Sustainable Business Practices. *Indian Journal of Sustainable Development*, 5(1&2), pp.24-37.

Clemente, D., Cabral, T., Rosa-Santos, P. and Taveira-Pinto, F. (2023). Blue Seaports: The Smart, Sustainable and Electrified Ports of the Future. *Smart Cities*, 6, pp. 1560–1588.

Davarzani, H., Fahimnia, B., Bell, M. and Sarkis, J. (2016). Greening ports and maritime logistics: A review. *Transportation Research Part D*, 48, p. 473-487.

de Moura, D.A. and de Andrade, D.G. (2018). CONCEPTS OF GREEN PORT OPERATIONS – ONE KIND OF SELF DIAGNOSIS METHOD TO THE PORT OF SANTOS – BRAZIL. *INDEPENDENT JOURNAL OF MANAGEMENT & PRODUCTION*, 9(3), pp.785-809.

Duncan- McIntosh, R. and Becker, A. (2017) Seaport Climate Vulnerability Assessment at the Multi-port Scale: A Review of Approaches. In: I. Linkov and J.M.Palma-Oliveira, eds., *Resilience and Risk: Methods and Application in Environment, Cyber and Social*, Dordrecht: Springer Netherlands.

ESCAP. (2021). *Smart Port Development Policies in Asia and the Pacific*.

Fisk, G. (2013) Addressing climate change in ports. *Port Technology International*, 59, pp. 16-17.

Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2014). *Module: Climate change, Junior Farmer Field and Life School – Facilitator's guide*. Rome.

Free and Hanseatic City of Hamburg/ Ministry for Urban Development and Environment. (2011). *The Hamburg Climate Action Plan*. Hamburg.

Gallivan, F., Bailey, K. and 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), pp. 15-21.

Greater London Authority. (2011). *Managing risks and increasing resilience. The Mayor's climate change adaptation strategy*. London.

Hallegratte, S., Ranger, N., Mestre, O., Dumas, P., Corfee-Morlot, J., Herweijer, C. and Wood, M.R. (2011) Assessing climate change impacts, sea level rise and storm surge risk in port cities: a case study on Copenhagen. *Climatic Change*, 104, pp. 113–137.

Hamburg Port Authority. (2022). *HPA sustainability report 2019/2020*. Hamburg.

Heilig, L., Lalla-Ruiz, E. and Voß, S. (2017). Digital transformation in maritime ports: analysis and a game theoretic framework. *Netnomics*, 18, pp. 227–254.

Hekkenberg, M., Benders, R.M.J., Moll, H.C. and Schoot-Uiterkamp, A.J.M. (2009). "Indications for a changing electricity demand pattern: The temperature dependence of electricity demand in the Netherlands. *Energy Policy*, 37(4), pp. 1542-1551.

Huang-Lachmann, J.T. and Lovett, J.C. (2016). How cities prepare for climate change: Comparing Hamburg and Rotterdam. *Cities*, 54. pp. 36-44.

Jasanoff, S. (2010) A New Climate for Society. *Theory, Culture & Society*, 27(2-3), pp. 233-253.

Juan, P.N., Valdecantos, N.V. and del Campo, M.J. (2022) Review of the Impacts of Climate Change on Ports and Harbours and Their Adaptation in Spain. *Sustainability*, 14, <https://doi.org/10.3390/su14127507>.

Karambas, V.T. (2015) Modelling of climate change impacts on coastal flooding/erosion, ports and coastal defence structures. *Desalination and Water Treatment*, 54, pp. 2130-2137.

Khanna, M. (2020). GROWING GREEN BUSINESS INVESTMENTS IN ASIA AND THE PACIFIC: TRENDS AND OPPORTUNITIES. *ADB SUSTAINABLE DEVELOPMENT WORKING PAPER SERIES*, 72.

Kirkwood, J. and Walton, S. (2010) What motivates ecopreneurs to start businesses?. *International Journal of Entrepreneurial Behavior & Research*, 16(3), pp. 204-228.

Klingelhöfer, D., Müller, R., Braun, M., Brüggmann, D. and Groneberg, A.D. (2020) Climate change: Does international research fulfill global demands and necessities?. *Environmental Sciences Europe*, 32, <https://doi.org/10.1186/s12302-020-00419-1>.

Knutson, T., McBride, J., Chan, J., Emanuel, K., Holland, G., Landsea, C., Held, I., Kossin, J., Srivastava, A. and Sugi, M. (2010). Tropical cyclones and climate change. *Nature Geoscience*, 3(3), pp. 157-163.

Le Treut, H., Somerville, R., Cubasch, U., Ding, Y., Mauritzen, C., Mokssit, A. Peterson, T. and Prather, M. (2007). In: S. Solomon, D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller, eds., *Historical Overview of Climate Change. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report*

*of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge: Cambridge University Press.

Leon-Mateos, F., Sartal, A., Lopez-Manuel, L. and Quintas, M.A. (2021). Adapting our sea ports to the challenges of climate change: Development and validation of a Port Resilience Index. *Marine Policy*, 130, <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2021.104573>.

Liao, M.S., Ding, J.F., Liang, G.S. and Lee, K.L. (2016). Key Criteria for Evaluating the Green Performance of Ports. *Journal of Testing and Evaluation*, 44(4), pp. 1791-1801.

MacCracken, M. C. (2001). Global Warming: A Science Overview. In: B. Kurşunoğlu, Mintz, L.S. and A. Perlmutter, eds., *Global Warming and Energy Policy*. New York: Kluwer Academic/Plenum Publishers.

Messner, S., Moran, L., Reub, G. and Campbell, J. (2013). Climate change and sea level rise impacts at ports and a consistent methodology to evaluate vulnerability and risk. *WIT Transactions on Ecology and the Environment*, 169, 141-153.

Ministry of the Environment and Water Resources | Ministry of National Development. (2016). *Singapore's Climate Action Plan: A Climate-Resilient Singapore, For a Sustainable Future*. Singapore.

Moriarty, K., Milbrandt, A. and Tao, L. (2021). *Port Authority of New York and New Jersey Sustainable Aviation Fuel Logistics and Production Study*. Golden, CO: National Renewable Energy Laboratory.

Miyazaki, M. (2003). *Study on Storm Surge*. Seizendo Publishing.

Notz, D. (2020) A short history of climate change. EPJ Web of Conferences, 246, <https://doi.org/10.1051/epjconf/202024600002>.

Nurse-Bray, M. and Miller, T. (2012). Ports and Climate Change: Building Skills in Climate Change Adaptation, Australia. In: W.L. Filho, ed., *Climate Change and the Sustainable Use of Water Resources*. Hamburg: Springer.

Okada, T., Mito, Y., Akiyama, Y.B., Tokunaga, K., Sugino, H., Kubo, T., Endo, T., Otani, S., Yamochi, S., Kozuki, Y., Kusakabe, T., Otsuka, K., Yamanaka, R., Shigematsu, T. and Kuwae, T. (2020). Green port structures and their



ecosystem services in highly urbanized Japanese bays. *Coastal Engineering Journal*, 63(3), pp. 310-322.

Onoja, S.U., Dibua, E.M.U. and Enete, A.A. (2011) CLIMATE CHANGE: CAUSES, EFFECTS AND MITIGATION MEASURES-A REVIEW. *GLOBAL JOURNAL OF PURE AND APPLIED SCIENCES*, 7(4), pp. 469-479.

Panahi, R., Ng, A.K.Y. and Pang, J. (2020). Climate change adaptation in the port industry: A complex of lingering research gaps and uncertainties. *Transport Policy*, 95, pp.10-29.

Peinhardt, K. (2021). *Resilience through Place making: Public Spaces in Rotterdam's Climate Adaptation Approach*. German Development Institute.

PIANC. (2019). *A PRACTICAL GUIDE TO ENVIRONMENTAL RISK MANAGEMENT (ERM) FOR NAVIGATION INFRASTRUCTURE PROJECTS*. Brussels.

PIANC. (2020). *CLIMATE CHANGE ADAPTATION PLANNING FOR PORTS AND INLAND WATERWAYS, REPORT N° 178*. Brussels.

PIANC. (2022). *Managing Climate Change Uncertainties in Selecting, Designing and Evaluating Options for Resilient Navigation Infrastructure, TECHNICAL NOTE N° 1*. Brussels.

Poo, M.C.P., Yang, Z., Dimitriu, D. and 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), pp.23-33.

Port of London Authority. (2015). *Adapting to Climate Change*. London.

Port of Rotterdam Authority. (2022). *Highlights annual report 2022*. Rotterdam.

PSA Horizons. (2020). *PSA INTERNATIONAL SUSTAINABILITY REPORT 2020*. Singapore.

Public Health Institute and Center for Climate Change and Health. (2016). *Climate Change 101: climate science basics*. USA.

Riphah, S.U. (2015) Global Warming: Causes, Effects and Solutions. *Durreesamin Journal*, 1(4).

Royal Society and US National Academy of Sciences. (2020). *Climate Change, Evidence & Causes*.

Secretariat of the Convention on Biological Diversity. (2014). *AN UPDATED SYNTHESIS OF THE IMPACTS OF OCEAN ACIDIFICATION ON MARINE BIODIVERSITY*. Canada.

Schneider, H.S. and Dickinson, E.R. (1974).Climate Modeling. *REVIEWS OF GEOPHYSICS AND SPACE PHYSICS*, 12(3), pp. 447-493.

Scott, H., McEvoy, D., Chhetri, P., Basic, F. and Mullett, J.(2013). *Climate change adaptation guidelines for ports. Enhancing the resilience of seaports to a changing climate report series*. Gold Coast: National Climate Change Adaptation Research Facility.

Stafford-Smith, M., Griggs, D., Gaffney, O., Ullah, F., Reyers, B., Kanie, N., Stigson, B., Shrivastava, P., Leach, M. and O’Connell, D., (2017) Integration: the key to implementing the Sustainable Development Goals, *Sustain Sci*, 12, pp. 911–919.

Thuiller, W. (2007) Climate change and the ecologist. *Nature*, 448, pp. 550-552.

Uddin, S. (2022) Causes, Effects, and Solutions to Global Warming. *Academia Letters*, Article 4829, <https://doi.org/10.20935/AL4829>.

UNCTAD. (1993). *Sustainable Development for Ports. Report UNCTAD (SDD/Port)*. Geneva

UNCTAD. (2020).*CLIMATE CHANGE IMPACTS AND ADAPTATION FOR COASTAL TRANSPORT INFRASTRUCTURE. A COMPILATION OF POLICIES AND PRACTICES*. Geneva.

United Nations. (2018). *The 2030 Agenda and the Sustainable Development Goals, An opportunity for Latin America and the Caribbean*. Santiago.

United Nations Conference on Trade and Development. (2020). *Climate change adaptation for seaports in support of the 2030 Agenda for Sustainable Development*. Geneva.

Wan, C., Zhang, D., Yan, X. and Yang, Z. (2018). A novel model for the quantitative evaluation of green port development—A case study of major ports in China. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 61, pp.431-443.

Wright, P. (2013) Impacts of climate change on ports and shipping. *MARINE CLIMATE CHANGE IMPACTS PARTNERSHIP: SCIENCE REVIEW*, pp. 263-270, doi:10.14465/2013.arc28.263-270.

Yang, Z., Ng, A.K.Y., Lee, P.T.W., Wang, T., Qu, Z., Sanchez-Rodrigues, V., Pettit, S., Harris, I., Zhang, D. and Lau, Y.Y. (2017). Risk and cost evaluation of port adaptation measures to climate change impacts. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 61(B), pp. 444-458.

Yang, Y.C. and Ge, Y.E. (2020). Adaptation strategies for port infrastructure and facilities under climate change at the Kaohsiung port. *Transport Policy*, 97, pp.232-244.

Zeng, Y., Yuan, X. and Hou, B. (2023). Analysis of Carbon Emission Reduction at the Port of Integrated Logistics: The Port of Shanghai Case Study. *Sustainability*, 15, <https://doi.org/10.3390/su151410914>.

Zhang, L. (2021). Shanghai Port Carbon Emission Measurement Study. *Frontiers in Business, Economics and Management*, 2(1), pp.21-29.

### **Διαδικτυακές πηγές**

Climate Central. (2022) *2021 in Review: Global Temperature Rankings*. Available at: <https://www.climatecentral.org/climate-matters/2021-review-global-temps> (Accessed: 4 February 2023).

Marine Insight. (2020) Port Of Rotterdam Continues 24/7 Operations. Available at: <https://www.marineinsight.com/shipping-news/port-of-rotterdam-continues-24-7-operations/> (Accessed: 25 February 2023).

Hafen Hamburg. (2022). Port of Hamburg boosts container throughput market share. Available at: <https://www.hafen-hamburg.de/en/press/news/port-of-hamburg-boosts-container-throughput-market-share/> (Accessed: 25 February 2023).

DSB OFFSHORE LTD. (2023) London Port Plans Billion Dollar Expansion. Available at: <https://www.dsboffshore.com/news/brokers-blog/london-port-plans-billion-dollar-expansion/>(Accessed: 26 February 2023).

Logistics Update Africa. (2022) Port of Long Beach marked Earth Day with several green milestones. Available at: <https://www.logupdateafrica.com/shipping/container-shipping-nears-turning-point-container-xchange-1349763?infinitemscroll=>(Accessed: 26 February 2023).

Port of Long Beach. (2023) Climate Change Overview. Available at: <https://polb.com/environment/climate-change/#climate-change-overview>(Accessed: 1 March 2023).

Safety4sea. (2020) Port of Singapore updates rules for boarding of shore-based personnel: Do's and Don'ts. Available at: <https://safety4sea.com/port-of-singapore-updates-rules-for-boarding-of-shore-based-personnel-dos-and-donts/>(Accessed: 15 March 2023).

Logistics Asia. (2022). Shanghai Port Reaps Benefits of Higher Freight Rates. Available at: <https://logistics.asia/shanghai-port-reaps-benefits-of-higher-freight-rates/>(Accessed: 15 March 2023).

HR Wallingford. (2023). Available at: <https://www.hrwallingford.com/insight/tale-two-cities-flood-protection-shanghai-using-thames-estuary-2100-approach>(Accessed: 15 March 2023).

Cruise Mapper. (2023). Tokyo (Japan). Available at: <https://www.cruisemapper.com/ports/tokyo-port-9017> (Accessed: 15 March 2023).

Energy Press. (2019). ΟΛΠ: Το λιμάνι του Πειραιά πρωτοπόρος στις αρχές περιβαλλοντικής βιωσιμότητας. Διαθέσιμο στο: <https://energypress.gr/news/olp-limani-toy-peiraia-protoporos-stis-arhes-perivallontikis-viosimotitas> (Πρόσβαση: 7 Νοεμβρίου 2023).

Business Daily. (2021). Ποιοι όμιλοι διεκδικούν τα έργα αναβάθμισης στο λιμάνι της Θεσσαλονίκης. Διαθέσιμο στο: [https://www.businessdaily.gr/epiheiriseis/33758\\_poi-i-omiloi-diekdikoy-n-ta-erga-anabathmisis-sto-limani-tis-thessalonikis](https://www.businessdaily.gr/epiheiriseis/33758_poi-i-omiloi-diekdikoy-n-ta-erga-anabathmisis-sto-limani-tis-thessalonikis) (Πρόσβαση: 8 Νοεμβρίου 2023).