

**ΠΑΝΤΕΙΟΝ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΩΝ ΚΑΙ
ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ**

**PANTEION UNIVERSITY OF SOCIAL AND POLITICAL
SCIENCES**



**ΣΧΟΛΗ ΔΙΕΘΝΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ, ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ
ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ**

**ΤΜΗΜΑ ΔΙΕΘΝΩΝ, ΕΥΡΩΠΑΪΚΩΝ ΚΑΙ
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ**

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

**«ΔΙΕΘΝΕΣ & ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΔΙΚΑΙΟ ΚΑΙ
ΔΙΑΚΥΒΕΡΝΗΣΗ»**

**ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ: ΔΙΚΑΙΟ ΚΑΙ ΠΟΛΙΤΙΚΗ ΓΙΑ ΤΟ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΚΑΙ ΤΗΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑ**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕ ΘΕΜΑ:

**Πολίτικες & Τεχνικές Πρόληψης στις Φυσικές Καταστροφές
ΤΟΥ ΦΟΙΤΗΤΗ: Κωνσταντίνος Στάσης**

Αθήνα, 2022



Copyright © Κωνσταντίνος Στάσης, 2022

All rights reserved. Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος.

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

Η έγκριση της διπλωματικής εργασίας από το Πάντειον Πανεπιστήμιο Κοινωνικών και Πολιτικών Επιστημών δεν δηλώνει αποδοχή των γνώμων του συγγραφέα.

Επιτροπή επίβλεψης μεταπτυχιακής εργασίας

Επιβλέπουσα Καθηγήτρια: Μενγκ–Παπαντώνη, Καθηγήτρια Παντείου Πανεπιστημίου

Χαράλαμπος Πλατίας , Επίκουρος Καθηγητής Παντείου Πανεπιστημίου

Θεόδωρος Χατζηβασιλειάδης, Μεταδιδακτορικός Ερευνητής Παντείου Πανεπιστημίου

ΥΠΕΥΘΥΝΗ ΔΗΛΩΣΗ

Με ατομική μου ευθύνη και γνωρίζοντας τις κυρώσεις που προβλέπονται από τον Κανονισμό Σπουδών του Μεταπτυχιακού Προγράμματος «ΔΙΕΘΝΕΣ & ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΔΙΚΑΙΟ ΚΑΙ ΔΙΑΚΥΒΕΡΝΗΣΗ» με κατεύθυνση ΔΙΚΑΙΟ ΚΑΙ ΠΟΛΙΤΙΚΗ ΓΙΑ ΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΚΑΙ ΤΗΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑ του Πάντειου Πανεπιστημίου δηλώνω ότι:

- Η εργασία που παραδίδω είναι αποτέλεσμα πρωτότυπης έρευνας και δεν χρησιμοποιεί πνευματική ιδιοκτησία χωρίς αναφορές
- Αναλαμβάνω όλες τις νομικές και διοικητικές συνέπειες σε περίπτωση που αποδειχθεί ότι η εργασία μου αποτελεί προϊόν λογοκλοπής ή προϊόν τρίτων.

Αθήνα, 20/12/2022

Ο Δηλών

Στάσης Κωνσταντίνος

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία αφορά τις «Πολίτικες & Τεχνικές Πρόληψεις στις Φυσικές Καταστροφές» και πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια του Μεταπτυχιακού Προγράμματος Σπουδών του Παντείου Πανεπιστημίου «ΔΙΕΘΝΕΣ & ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΔΙΚΑΙΟ ΚΑΙ ΔΙΑΚΥΒΕΡΝΗΣΗ» με κατεύθυνσή ΔΙΚΑΙΟ ΚΑΙ ΠΟΛΙΤΙΚΗ ΓΙΑ ΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΚΑΙ ΤΗΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑ. Αρχικά θα ήθελα να ευχαριστήσω την επιβλέπουσα καθηγήτρια κ. Μένγκ- Παπαντώνη Μαρία , η οποία με βοήθησε στην επιλογή του θέματος της παρούσας διπλωματικής εργασίας και με καθοδήγησε έως το τελικό αποτέλεσμα. Στη συνέχεια, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια μου, αφενός για την υποστήριξη τους και αφετέρου για την παρότρυνση που μου παρέχουν τόσα χρόνια, τόσο σε ακαδημαϊκό επίπεδο, όσο και σε επαγγελματικό και προσωπικό.

Κλείνοντας θα ήθελα να εκφράσω ένα μεγάλο ευχαριστώ στον κύριο Χατζηβασιλειάδη Θεόδωρο για την πολύτιμη βοήθειά του, την υπομονή του και την στήριξή του καθ' όλη την διάρκεια της εκπόνησης της εργασίας αλλά και των σπουδών μου δίνοντας μου κουράγιο να προχωρήσω για να φτάσω στον στόχο μου.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η κλιματική αλλαγή είναι μια μακροπρόθεσμη αλλαγή όσον αφορά την κατανομή των καιρικών προτύπων σε συγκεκριμένες χρονικές περιόδους. Μπορεί επίσης να ερμηνευθεί ως η αλλαγή στις μέσες καιρικές συνθήκες ή ως η αλλαγή στην κατανομή των μέσων καιρικών φαινομένων. Η κλιματική αλλαγή μπορεί να συμβεί τοπικά, σε συγκεκριμένες περιοχές ή σε ολόκληρη την επιφάνεια του πλανήτη. Αυτή η αλλαγή χαρακτηρίζεται από τουλάχιστον τέσσερα χαρακτηριστικά: πρώτον άνοδο της παγκόσμιας θερμοκρασίας, δεύτερον άνοδο της στάθμης της θάλασσας, τρίτον ακραίες καιρικές συνθήκες και τέταρτον, αλλαγές στα πρότυπα των βροχοπτώσεων. Η κλιματική αλλαγή αυτή τη στιγμή χαρακτηρίζεται από αύξηση της συχνότητας των φυσικών και μετεωρολογικών καταστροφών, όπως η μειωμένη διαθεσιμότητα νερού ή δασικές πυρκαγιές. Με βάση τις μελλοντικές προβλέψεις για την κλιματική αλλαγή, αυτές οι φυσικές καταστροφές έχουν τη δυνατότητα να επιφέρουν σημαντικές απώλειες σε έμψυχο και άψυχο υλικό, αλλά και έλλειψη σε τρόφιμα και ενεργειακούς πόρους. Η κλιματική αλλαγή συνδέεται συχνά με καταστροφές λόγω της αύξησης των φυσικών γεγονότων με την πάροδο του χρόνου. Ωστόσο, η κλιματική αλλαγή δεν είναι η μόνη αιτία. Οι φυσικές καταστροφές είναι το αποτέλεσμα κι άλλων περίπλοκων ζητημάτων που προκαλούνται από τις περιβαλλοντικές, κοινωνικές και οικονομικές αλλαγές. Είναι πολύ σημαντικό να αναπτυχθούν και να υλοποιηθούν στρατηγικές μετρίωσης και προσαρμογής.

Λέξεις Κλειδιά: κλιματική αλλαγή, φυσικές καταστροφές, πολιτική, τεχνικές πρόληψης.

ABSTRACT

Climate change is a long-term change in the distribution of weather patterns over specific time periods. It can also be interpreted as the change in average weather conditions or the change in the distribution of average weather events. Climate change can occur locally, in specific regions, or over the entire surface of the planet. This change is characterized by at least four features: first, rising global temperatures, second, rising sea levels, third, extreme weather conditions, and four, changes in precipitation patterns. Climate change is currently characterized by an increase in the frequency of natural and meteorological disasters, such as reduced water availability or forest fires. Based on future climate change projections, these natural disasters have the potential to cause significant losses in animate and inanimate matter, as well as shortages in food and energy resources. Climate change is often associated with disasters due to an increase in natural events over time. However, climate change is not the only cause. Natural disasters are the result of other complex issues caused by environmental, social, and economic changes. It is very important that mitigation and adaptation strategies are developed and implemented.

Key words: climate change, natural disasters, policy, technical prevention.

Περιεχόμενα

ΥΠΕΥΘΥΝΗ ΔΗΛΩΣΗ	4
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ.....	5
Περίληψη	6
ABSTRACT.....	7
Εισαγωγή	10
Κεφάλαιο 1: Ανάλυση των φυσικών καταστροφών που οφείλονται στην κλιματική αλλαγή	13
1.1. Εισαγωγή	13
1.2. Ο ανθρώπινος παράγοντας.....	14
1.3. Έκθεση.....	20
1.4. Ευαλωτότητα	23
Κεφάλαιο 2: Ενέργειες για μετρίαση της κλιματικής αλλαγής	26
2.1. Διοξείδιο του άνθρακα.....	26
2.2. Ανανεώσιμη ενέργεια	28
2.3. Πυρηνική ενέργεια.....	32
2.4. Ενεργειακή απόδοση.....	33
2.5. Διαχείριση και Προστασία Δασών	34
2.6. Αστική Ανθεκτικότητα και Μετριασμός	39
Κεφάλαιο 3: Κλιματική προσαρμογή και διαχείριση καταστροφών.....	43
3.1. Κύκλος διαχείρισης καταστροφών	43
3.2. Πολιτική προστασία.....	46
3.3. Διακυβέρνηση.....	50
3.4. Τεχνολογία.....	51
Συμπεράσματα	52

Βιβλιογραφία	53
Ξενόγλωσση.....	53
Ελληνόγλωσση.....	65

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Σήμερα, υπάρχει σχεδόν καθολική συμφωνία από όλους τους επιστήμονες του κόσμου ότι η ανθρώπινη δραστηριότητα προκαλεί την κλιματική αλλαγή (Cook et al., 2013). Η Διακυβερνητική Επιτροπή για την Κλιματική Αλλαγή (IPCC) προειδοποιεί ότι οι παγκόσμιες εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου πρέπει να μειωθούν στο μισό έως το 2030 και να φτάσουν τις καθαρές μηδενικές εκπομπές μέχρι τα μέσα του αιώνα προκειμένου να αποφευχθούν οι πιο καταστροφικές συνέπειες της κλιματικής αλλαγής (Masson-Delmotte et al., 2018). Η κλιματική αλλαγή σε συνδυασμό και με άλλους παράγοντες θέτουν σε κίνδυνο τουλάχιστον ένα εκατομμύριο είδη φυτών και ζώων σε όλο τον κόσμο (National Wildlife Federation, 2018).

Ανυπόφοροι καύσωνες, καταρρακτώδεις βροχές, δασικές πυρκαγιές και τοξικό νερό είναι κάποιες από τις φυσικές καταστροφές που γίνονται όλο και πιο επικίνδυνες λόγω της κλιματικής αλλαγής, και τις τεράστιες επιπτώσεις τους στο περιβάλλον και την ανθρωπότητα. Οι επιστήμονες κρούουν τον κώδωνα του κινδύνου, αφού ήδη κατά μέσο όρο παγκοσμίως οι θερμοκρασίες είναι 1,8°F υψηλότερες σήμερα από ό,τι ήταν πριν από τη βιομηχανική επανάσταση (National Wildlife Federation, 2018). Μελέτες δείχνουν ότι πολλές διαφορετικές οικολογικές διεργασίες όπως η τροφική αλυσίδα και η κατανομή των ειδών επηρεάζεται ήδη από αυτή την αύξηση της θερμοκρασίας. Επίσης, η παγκόσμια αύξηση της θερμοκρασίας επιφέρει κλιματικές αλλαγές οι οποίες μπορούν να τροφοδοτήσουν και να ενισχύουν τις φυσικές καταστροφές, θέτοντας πρόσθετους κινδύνους (Benevolenza & DeRigne, 2019).

Σύμφωνα με στοιχεία της Διεθνούς Βάσης Δεδομένων Καταστροφών EM-DAT, ο ετήσιος αριθμός θανάτων από φυσικές καταστροφές όπως πλημμύρες, σεισμοί, ξηρασίες, καταιγίδες, πυρκαγιές, ακραίες θερμοκρασίες συμπεριλαμβανομένων των θανάτων που προκύπτουν από μαζικό εκτοπισμό μετά από καταστροφές, είναι 75% χαμηλότερος από ό,τι ήταν πριν από έναν αιώνα. Για παράδειγμα, από το 1907 έως το 1916, λίγο περισσότεροι από 325.000 άνθρωποι έχασαν τη ζωή τους κάθε έτος λόγω των φυσικών καταστροφών. 100 χρόνια αργότερα, κατά την περίοδο 2007 – 2016, ο μέσος ετήσιος αριθμός θανάτων είχε πέσει στους 80.386 (Shen & Hwang, 2019).

Αξίζει να αναφερθεί ωστόσο ότι οι Lu & Cox (2021) ανέλυσαν τα δεδομένα θνησιμότητας και καιρού από 750 τοποθεσίες σε 43 χώρες μεταξύ του 2000 και 2019 και βρήκαν ότι η μέση ημερήσια θερμοκρασία σε αυτές τις τοποθεσίες αυξήθηκε κατά

0,26 C ανά δεκαετία. Η μελέτη διαπίστωσε ότι περισσότεροι άνθρωποι είχαν πεθάνει από κρύο παρά από ζέστη κατά τη διάρκεια της περιόδου των δύο δεκαετιών. Αλλά οι θάνατοι που σχετίζονται με τη ζέστη αυξάνονταν, ενώ οι θάνατοι από το ψύχος μειώνονταν. Οι Lu & Cox (2021) συνέστησαν ότι πρέπει να αναπτυχθούν στρατηγικές μετρίασης έτσι ώστε να μειωθούν οι θάνατοι.

Η ανάλυση των δεδομένων EM-DAT δείχνει επίσης πώς το ύψος του εισοδήματος έχει άμεση σχέση με τους θανάτους από τις φυσικές καταστροφές. Κατά μέσο όρο, υπήρχαν περισσότεροι από τριπλάσιους θανάτους ανά καταστροφή σε χώρες χαμηλού εισοδήματος (332 θάνατοι) σε σύγκριση με τις χώρες υψηλού εισοδήματος (105 θάνατοι). Ένα παρόμοιο μοτίβο είναι εμφανές όταν οι χώρες χαμηλού και χαμηλού-μεσαίου εισοδήματος ομαδοποιούνται και συγκρίνονται με χώρες υψηλού και μεσαίου-υψηλού εισοδήματος. Συνολικά, οι χώρες με υψηλότερο εισόδημα γνώρισαν το 56% των καταστροφών, αλλά έχασαν το 32% των ζώων, ενώ οι χώρες με χαμηλότερο εισόδημα υπέστησαν το 44% των καταστροφών, αλλά υπέστησαν το 68% των θανάτων. Αυτό καταδεικνύει ότι τα επίπεδα οικονομικής ανάπτυξης, αντί της έκθεσης σε κινδύνους, είναι κύριοι καθοριστικοί παράγοντες της θνησιμότητας (UNISDR, 2015).

Η αντίδραση στις φυσικές καταστροφές ήταν πάντα ένας πολύ σημαντικός παράγοντας μετά από μια φυσική καταστροφή. Αυτό όμως που είναι ακόμα πιο σημαντικό από την αντίδραση είναι η συνειδητοποίηση της σημασίας της προληπτικής δράσης. Είναι πλέον κατανοητό ότι ο μετριασμός της κλιματικής αλλαγής είναι στα χέρια των ανθρώπων.

Οι φυσικές καταστροφές είναι κάτι αναπόφευκτο στον κόσμο, αλλά οι επιπτώσεις τους μπορούν να ελαχιστοποιηθούν με την ανάπτυξη στρατηγικών μετριασμού και πρόληψης. Δυστυχώς, η πρόληψη καταστροφών δεν θεωρείται ακόμη υψηλή προτεραιότητα για τη μετρίαση των ζημιών που προκαλούνται από τις φυσικές καταστροφές. Οι απώλειες λόγω φυσικών καταστροφών θεωρούνται σε μεγάλο βαθμό ως ένα κόστος που υπάρχει μετά από ένα γεγονός. Ενώ έχει σημειωθεί σημαντική πρόοδος στην ανάπτυξη συστημάτων έγκαιρης προειδοποίησης, υπάρχουν μεγάλα κενά ειδικά στις χώρες χαμηλού εισοδήματος, όπου δεν υπάρχουν τα κατάλληλα μέσα αντιμετώπισης. Οι περισσότερες υπηρεσίες διαχείρισης καταστροφών βασίζονται στη χρηματοδότηση έκτακτης ανάγκης. Ακόμα κι εκεί που οι φυσικές καταστροφές

χτυπούν με συχνότητα, θεωρούνται ως έκτακτα γεγονότα και δεν λαμβάνονται αρκετά μέτρα για τη μείωση των επιπτώσεών τους.

Η ποικιλομορφία του εδάφους και των κοινωνικών δομών εκθέτει τις κοινότητες σε διάφορους κινδύνους, τόσο φυσικούς όσο και ανθρωπογενείς. Σε αυτό το πλαίσιο, οι κορυφαίοι φορείς που είναι υπεύθυνοι για τη μείωση του κινδύνου καταστροφών παγκοσμίως υποδεικνύουν τη σημασία της ετοιμότητας του κρατικού μηχανισμού έτσι ώστε να είναι σε θέση να αξιολογούν, να αναγνωρίζουν και να ενσωματώνουν τους διάφορους κινδύνους στην επικράτειά τους στον σχεδιασμό τους, προκειμένου να προετοιμάσουν τον πληθυσμό για να μετριάσουν αποτελεσματικά τις ζημιές από τις φυσικές καταστροφές (Bronfman et al., 2019).

Αν και η αντιμετώπιση μιας φυσικής καταστροφής απαιτεί σημαντικές οικονομικές και πολιτικές προσπάθειες, αρκετές μελέτες έχουν δείξει ότι η προσέγγιση πολλαπλών κινδύνων έχει σημαντικά οφέλη για το σχεδιασμό αποτελεσματικών πολιτικών μείωσης του κινδύνου των φυσικών καταστροφών (Komendantova et al., 2014; Bronfman et al., 2019). Μια αξιολόγηση των κινδύνων επιτρέπει έναν πιο αξιόπιστο εδαφικό σχεδιασμό για τους κατοίκους μιας χώρας. Οι κύριες συστάσεις για περιβάλλοντα πολλαπλών κινδύνων περιλαμβάνουν ενίσχυση της αξιολόγησης κινδύνων των εδαφών, ενημέρωση του πληθυσμού για αυτούς τους κινδύνους για την ευαισθητοποίηση και καθιέρωση πολυεπιστημονικών και πολυτομεακών προσπαθειών για την ανάπτυξη ολοκληρωμένων δημόσιων πολιτικών (Simpson et al., 2014).

Έτσι λοιπόν, σύμφωνα με τα παραπάνω, σκοπός της παρούσας εργασίας είναι να απαντήσει στο ερώτημα του κατά πόσο η κλιματική αλλαγή επηρεάζει τις φυσικές καταστροφές. Επίσης, αναφέρονται οι στρατηγικές μετρίωσης αλλά και προσαρμογής που πρέπει να εφαρμόζονται στις περιπτώσεις αυτές.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΩΝ ΠΟΥ ΟΦΕΙΛΟΝΤΑΙ ΣΤΗΝ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ

1.1. Εισαγωγή

Οι φυσικές καταστροφές που σχετίζονται με την κλιματική αλλαγή έχουν τραβήξει την προσοχή του κόσμου την τελευταία δεκαετία. Ταυτόχρονα υπάρχει αυξημένη ευαισθητοποίηση όσον αφορά την άνοδο της θερμοκρασίας, την άνοδο της στάθμης της θάλασσας και το λιώσιμο των πάγων. Τα στοιχεία δείχνουν πως η ανθρώπινη δραστηριότητα αλλάζει την ατμοσφαιρική συγκέντρωση σε αέρια του θερμοκηπίου (GHG), τα οποία με τη σειρά τους επηρεάζουν τη θερμοκρασία και τη βροχόπτωση, και δημιουργούν ακραίες κλιματικές συνθήκες και κινδύνους. Εκτός από τους κλιματικούς παράγοντες, οι κίνδυνοι από τις καταστροφές αυξάνονται όταν υπάρχουν περισσότεροι άνθρωποι οι οποίοι δεν είναι σε θέση να προστατευτούν από αυτές (Berlemann & Steinhardt, 2017).

Το ρίσκο ή αλλιώς η διακινδύνευση από τις φυσικές καταστροφές που σχετίζονται με την κλιματική αλλαγή είναι οι αναμενόμενες απώλειες οι οποίες συχνά αντιπροσωπεύονται από την πιθανότητα εμφάνισης επικίνδυνων γεγονότων που έχουν επίπτωση στις ανθρώπινες ζωές, τα μέσα διαβίωσης, την υγεία, τα οικοσυστήματα, τις οικονομίες, τις κοινωνίες, τους πολιτισμούς, τις υπηρεσίες και τις υποδομές. Το ρίσκο προκύπτει από την αλληλεπίδραση τριών στοιχείων (Hoffman, 2019):

- Τον κίνδυνο. Η εμφάνιση του φυσικού συμβάντος που μπορεί να προκαλέσει απώλεια ζωής, τραυματισμού ή άλλων επιπτώσεων στην υγεία, καθώς και ζημιών και απωλειών σε ακίνητα, υποδομές, μέσα διαβίωσης, παροχή υπηρεσιών, οικοσυστήματα και περιβαλλοντικούς πόρους.

- Η έκθεση. Η παρουσία ανθρώπων, μέσων διαβίωσης, ειδών ή οικοσυστημάτων, περιβαλλοντικών πόρων, υπηρεσιών, υποδομών, οικονομικών, κοινωνικών ή πολιτιστικών αγαθών σε μέρη και περιβάλλοντα που θα μπορούσαν να επηρεαστούν αρνητικά.

- Η ευπάθεια. Η τάση να επηρεάζονται δυσμενώς, συμπεριλαμβανομένων της ευαισθησίας στη βλάβη και έλλειψη ικανότητας αντιμετώπισης και προσαρμογής.

Υπάρχουν πολλοί παράμετροι οι οποίες καθορίζουν τις προσεγγίσεις και τις εκτιμήσεις όσον αφορά τη διαχείριση των κινδύνων που σχετίζονται με την κλιματική αλλαγή. Για παράδειγμα, η πολιτική χρήσης γης και ο ευαίσθητος στο κλίμα αστικός σχεδιασμός μπορούν να μειώσουν την έκθεση των ανθρώπων σε κινδύνους, το οποίο με τη σειρά του μειώνει το ρίσκο. Με τον ίδιο τρόπο, οι κοινότητες αποκτούν ευαισθητοποίηση όσον αφορά την τις φυσικές καταστροφές και την ετοιμότητα. Έτσι λοιπόν, μπορούν να ενισχύσουν περισσότερο την άμυνά τους και να μειωθεί η ευπάθεια. Όσον αφορά τους κινδύνους, τις συλλογικές αποφάσεις και οι δράσεις για τη μείωση των εκπομπών GHG μπορούν να επιβραδύνουν τους ανθρωπογενείς παράγοντες της κλιματικής αλλαγής και να μειώσουν τις επιπτώσεις των κινδύνων (Mbaye, 2017).

1.2. Ο ανθρώπινος παράγοντας

Η Διακυβερνητική Επιτροπή για την Κλιματική Αλλαγή (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2014) επιβεβαιώνει ότι η ατμόσφαιρα και οι ωκεανοί της γης θερμαίνονται συνεχώς, μειώνεται το χιόνι και ο πάγος, και ανεβαίνει η στάθμη της θάλασσας. Οι συγκεντρώσεις GHG στην ατμόσφαιρα συνεχίζουν να αυξάνονται (Barros et al., 2014). Τα δεδομένα για τη θερμοκρασία της επιφάνειας της γης και των ωκεανών δείχνουν αύξηση κατά 0,85°C σε σχέση με τις θερμοκρασίες από το 1880 έως το 2012. Οι τρεις δεκαετίες από το 1983 ήταν πιθανώς η θερμότερη περίοδος τα τελευταία χίλια τετρακόσια χρόνια στο βόρειο ημισφαίριο. Τα στρώματα πάγου της Γροιλανδίας και της Ανταρκτικής έχουν χάσει μεγάλο μέρος της μάζας τους και οι παγετώνες συρρικνώνονται παγκοσμίως (IPCC, 2013). Όλα αυτά έχουν ενθαρρύνει τις επιστημονικές μελέτες και συζητήσεις σχετικά με το εάν και πώς οι εκπομπές GHG που προκαλούνται από τον άνθρωπο προκαλούν την κλιματική αλλαγή και πώς επιδεινώνονται οι κλιματικές αλλαγές.

Σύμφωνα με τα στοιχεία της Παγκόσμιας Τράπεζας (2013), είναι πολύ πιθανό να υπάρξει άνοδος της θερμοκρασίας 2°C πάνω από τα προβιομηχανικά επίπεδα σε είκοσι έως τριάντα χρόνια. Αυτό θα μπορούσε να προκαλέσει ελλείψεις σε φαγητό ειδικά στην υποσαχάρια Αφρική. Στη Νότια Ασία, θα προκαλούσε αλλαγές στις βροχοπτώσεις, κάτι το οποίο σημαίνει ότι πολλές περιοχές θα πλημμύριζαν, ενώ άλλες θα έμεναν χωρίς επαρκές πόσιμο νερό, ή νερό για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας

και την άρδευση. Στη Νοτιοανατολική Ασία, η υποβάθμιση και η απώλεια των υφάλων θα μείωναν τον τουρισμό, θα μείωναν τη θαλάσσια ζωή και θα άφηναν τις παράκτιες κοινότητες και πόλεις πιο ευάλωτες σε όλο και πιο βίαιες καταιγίδες και κατολισθήσεις. Εάν η θέρμανση αυξηθεί κατά 4°C, θα υπάρχουν σοβαρές απειλές από ακραίους καύσωνες, άνοδος της στάθμης της θάλασσας και πιο σοβαρές καταιγίδες, ξηρασίες και πλημμύρες. Όλα αυτά προφανώς θα έχουν πιο καταστροφικές συνέπειες για τους φτωχότερους και πιο ευάλωτους πληθυσμούς. Χωρίς την ανάπτυξη στρατηγικών μετρίασης και δικτύων ασφαλείας, η κλιματική αλλαγή μπορεί να φέρει εκατό εκατομμύρια ανθρώπους στην ακραία φτώχεια έως το 2030 (Hallegatte et al. 2016).

Από την εποχή του Fourier το 1824 και του Tyndall το 1864, οι επιστήμονες έχουν μελετήσει το βαθμό στον οποίο είναι οι ανθρωπογενείς εκπομπές GHG προκαλούν αλλαγές στο κλίμα. Ενώ ορισμένοι υποστηρίζουν ότι οι επιπτώσεις της δυναμικής αλληλεπίδρασης όλων των υποκείμενων μεταβλητών της κλιματικής αλλαγής είναι απίστευτα δύσκολο να μοντελοποιηθούν και να προβλεφθούν, τα στοιχεία δείχνουν ότι η αύξηση της παγκόσμιας μέσης θερμοκρασίας επιφάνειας από το 1951 έως το 2010 προκλήθηκε από την ανθρωπογενή αύξηση των συγκεντρώσεων GHG (IPCC 2013).

Οι άνθρωποι εκπέμπουν GHG στην ατμόσφαιρα της γης με μεγάλους και αυξανόμενους ρυθμούς. Τη σημερινή εποχή πάνω από τριάντα δισεκατομμύρια τόνοι CO₂ παράγονται ένα έτος, μαζί με άλλα GHG όπως το μεθάνιο (CH₄) και το υποξείδιο του αζώτου (NO₂). Ως αποτέλεσμα, οι συγκεντρώσεις GHG στην ατμόσφαιρα έχουν αυξηθεί με αμείωτους ρυθμούς, όπως και οι παγκόσμιες επιφανειακές θερμοκρασίες. Οι αυξημένες συγκεντρώσεις GHG στην ατμόσφαιρα αναμένεται να παγιδεύσουν περισσότερη θερμότητα στη Γη και να οδηγήσουν σε σταδιακή αύξηση της μέσης παγκόσμιας θερμοκρασίας (Hoffman, 2019).

Η παγκόσμια αύξηση της θερμοκρασίας είναι εμφανής. Τα δέκα πιο καυτά χρόνια που έχουν καταγραφεί από το 1880 συνέβησαν όλα μετά το 1997, με κορυφαίο το 2014. Για 38 συνεχόμενα έτη, οι ετήσιες θερμοκρασίες είναι πολύ πιο πάνω από το μέσο όρο και το 2015 επισκίασε το 2014 ως το θερμότερο έτος που έχει καταγραφεί ποτέ (NOAA National Centers for Environmental Information 2015).

Οι συγκεντρώσεις CO₂ στην ατμόσφαιρα ξεπέρασαν τα τετρακόσια μέρη ανά εκατομμύριο (parts per million, ppm - αυτή η μέτρηση είναι η μάζα μιας χημικής

ουσίας ή μιας ρύπανσης ανά μονάδα όγκου νερού) για τρεις διαδοχικούς μήνες το 2014. Το πρώτο πεντάμηνο του 2015 το CO₂ ήταν κατά μέσο όρο 401 ppm. Εάν οι συγκεντρώσεις CO₂ συνεχίζουν να αυξάνονται με λίγο πάνω από 2 ppm ετησίως, όπως έκαναν κατά την περίοδο 2005–2014, ο πλανήτης θα ξεπερνούσε το όριο των 450 ppm σε 25 χρόνια. Οι επιστήμονες θεωρούν ότι τα 450 ppm είναι το κατώφλι πάνω από το οποίο θα είναι δύσκολο, αν όχι απίθανο, να περιοριστεί η αύξηση της θερμοκρασίας στους 2°C σε σχέση με τα επίπεδα 1850-1900 (Hoffman, 2019).

Ο Αμαζόνιος είναι καθοριστικός για τον παγκόσμιο κύκλο άνθρακα της Γης, όντας το μεγαλύτερο τροπικό δάσος στον κόσμο. Οι υψηλότερες θερμοκρασίες θα στεγνώσουν τη βλάστηση και πιθανόν θα οδηγήσουν σε ξηρασία (οι ξηρασίες του Αμαζονίου του 2005 και του 2010 συνέπεσαν με υψηλότερες από τις κανονικές θερμοκρασίες της επιφάνειας της θάλασσας στον τροπικό Βόρειο Ατλαντικό). Αυτά με τη σειρά τους θα οδηγήσουν σε αυξημένη θνησιμότητα δέντρων και δασικές πυρκαγιές, περισσότερη απελευθέρωση άνθρακα και περαιτέρω θέρμανση της Γης (Thomas, 2017).

Η απόψυξη του μόνιμου παγετού θα απελευθερώσει επίσης παγιδευμένο άνθρακα στην ατμόσφαιρα, προκαλώντας περισσότερη θέρμανση, προκαλώντας περισσότερη απόψυξη - δημιουργώντας έναν βρόχο ανατροφοδότησης. Ένα μεγάλο μέρος της ανθρωπογενούς κλιματικής αλλαγής που προκύπτει από τις εκπομπές CO₂ και την απώλεια μάζας στρώματος πάγου είναι μη αναστρέψιμες σε μια χρονική κλίμακα πολλών αιώνων έως χιλιετιών (IPCC, 2013).

Αρκετές μελέτες έχουν εντοπίσει και έχουν προσπαθήσει να διαχωρίσουν τις διαφορετικές πηγές της παγκόσμιας μέσης μεταβλητότητας της επιφανειακής θερμοκρασίας. Η ανάλυση ανίχνευσης και απόδοσης απέδωσε το μεγαλύτερο μέρος της θέρμανσης τα τελευταία πενήντα χρόνια στην ανθρώπινη δραστηριότητα. Η συμβολή της ηλιακής μεταβλητότητας ήταν ελάχιστη και δεν θα μπορούσε να εξηγήσει αυτές τις αυξανόμενες θερμοκρασίες. Διαπιστώθηκε ότι η εσωτερική μεταβλητότητα που προκαλείται από την Atlantic Multidecadal Oscillation και την El Niño-Southern Oscillation ήταν πολύ μικρές για να συνεισφέρουν στη τόσο μεγάλη άνοδο της θερμοκρασίας από το 1950. Ωστόσο, οι επιστήμονες δεν αφαιρούν εντελώς τη συνεισφορά του El Niño στην εικόνα της κλιματικής αλλαγής. Το El Niño και οι υψηλές παγκόσμιες θερμοκρασίες μπορεί να «αλληλεπιδρούν και να τροποποιούν η

μία την άλλη με τρόπους που δεν έχουμε ξαναζήσει», σύμφωνα με τον Γενικό Γραμματέα του Παγκόσμιου Μετεωρολογικού Οργανισμού Michel Jarraud (Keellings & Waylen, 2015).

Το γεγονός ότι οι ανθρώπινες δραστηριότητες οδηγούν σε εκπομπές GHG, και ότι οι εκπομπές GHG είναι η κυρίαρχη αιτία της παρατηρούμενης θέρμανσης του πλανήτη, είναι επιστημονικά αδιαμφισβήτητες. Η IPCC, στην πέμπτη Έκθεση Αξιολόγησης επιβεβαίωσε τη σχέση της ανθρώπινης δραστηριότητας με την άνοδο της θερμοκρασίας. Σύμφωνα με τις περισσότερες από δέκα χιλιάδες δημοσιευμένες έρευνες για το περιβάλλον από το 1991 έως το 2011, το 97 τοις εκατό των μελετών εκφράζουν θέση για την ανθρωπογενή υπερθέρμανση του πλανήτη και την επιδοκιμάζουν (Cook et al. 2013). Σε μια άλλη μελέτη που συμπεριέλαβε 928 περιλήψεις σε περιοδικά από το 1993 έως το 2003, καμία από τις εργασίες δεν διαφώνησε με την κλιματική αλλαγή που προκαλείται από τον άνθρωπο (Oreskes, 2004). Λεπτομερείς μελέτες για τον ευρωπαϊκό καύσωνα του 2003 και τις χειμερινές ξηρασίες στην περιοχή της Μεσογείου επιβεβαιώνουν ότι προκλήθηκαν από την "ανθρώπινη" κλιματική αλλαγή, η οποία έπαιξε σημαντικό ρόλο στην αύξηση της πιθανότητας περιστατικών από αυτούς τους κινδύνους (Hoerling et al., 2012).

Η κλιματική αλλαγή που προκαλείται από τον άνθρωπο έχει επίσης συνδεθεί με την αύξηση των καυσώνων (Coumou & Rahmstorf, 2012). Υπάρχουν στοιχεία τα οποία δείχνουν ότι οι καύσωνες του 2010 στη Μόσχα που σκότωσαν έντεκα χιλιάδες ανθρώπους δεν θα είχαν συμβεί χωρίς την ανθρωπογενή υπερθέρμανση του κλίματος (Rahmstorf & Coumou, 2011). Το ρεκόρ υψηλής θερμοκρασίας του 2014 που προκλήθηκε από τις ανθρώπινες δραστηριότητες επιδείνωσε τις ξηρασίες στην Καλιφόρνια το διάστημα 2012-2014 κατά 36 τοις εκατό, καθιστώντας τη χειρότερη καταγεγραμμένη ξηρασία τα τελευταία χίλια διακόσια χρόνια (Hoffman, 2019).

Υπάρχουν στοιχεία τα οποία δείχνουν ότι οι ανθρωπογενείς εκπομπές GHG που συμβάλλουν στην εντατικοποίηση των βροχοπτώσεων στα δύο τρίτα των περιοχών του βόρειου ημισφαιρίου (Min et al. 2011). Η ατμοσφαιρική θερμοδυναμική εξηγεί ότι η ικανότητα συγκράτησης υγρασίας της ατμόσφαιρας επηρεάζεται σε μεγάλο βαθμό από τη θερμοκρασία και την πίεση, και ότι οι θερμότερες ατμόσφαιρες έχουν μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε ατμούς κορεσμού. Η διάμεση ένταση της ακραίας βροχόπτωσης αυξάνεται με τη θερμοκρασία επιφάνειας με ρυθμό 5,9 – 7,7 τοις εκατό ανά βαθμό

(Westra et al., 2013). Αυτό θα μπορούσε να φτάσει ακόμη και το 14 τοις εκατό όταν οι μέσες ημερήσιες θερμοκρασίες υπερβαίνουν τους 12°C. Ακόμη και οι ακραίες βροχοπτώσεις μικρής διάρκειας μπορούν να προκαλέσουν τοπικές πλημμύρες, διάβρωση και ζημιές στο νερό (Hoffman, 2019).

Τα μοντέλα κλιματικής αλλαγής υποδεικνύουν ότι ο κίνδυνος πλημμύρας στην Αγγλία και την Ουαλία το φθινόπωρο του 2000 ήταν σημαντικά υψηλότερος κατά τουλάχιστον 20 τοις εκατό λόγω των ανθρωπογενών εκπομπών GHG (Pall et al., 2011). Μελέτες περιπτώσεων σε τρεις λεκάνες απορροής στη νοτιοανατολική Αυστραλία δείχνουν ότι τα σενάρια διπλασιασμού του CO₂ θα αυξήσουν τη συχνότητα και το μέγεθος των πλημμυρικών γεγονότων με σημαντικές ζημιές στα κτίσματα (Schreider et al., 2000). Δεδομένα από τους αυτοματοποιημένους μετεωρολογικούς σταθμούς που βρίσκονται σε όλη την Ιαπωνία δείχνουν ότι οι βροχοπτώσεις άνω των 50 mm και 80 mm ανά ώρα έχουν αυξηθεί από τη δεκαετία του 1970 έως το 2013 (Hoffman, 2019).

Οι τροπικοί κυκλώνες είναι περιοχές χαμηλής ατμοσφαιρικής πίεσης πάνω από τροπικά και υποτροπικά νερά με τεράστια, κυκλοφορούσα μάζα ανέμων, με ταχύτητες τουλάχιστον 119 χιλιομέτρων την ώρα, και καταιγίδες με εκτάσεις εκατοντάδων χιλιομέτρων. Εκτός από τους καταστροφικούς ανέμους, οι τροπικοί κυκλώνες μπορούν να φέρουν καταρρακτώδεις βροχές, καταιγίδες και ανεμοστρόβιλους που μπορούν να ερημώσουν τα αστικά κέντρα, τις γεωργικές εκτάσεις και τις μητροπόλεις (Wu et al., 2022).

Για να σχηματιστούν κυκλώνες, απαιτούνται ζεστά νερά των ωκεανών τουλάχιστον 26,5°C σε βάθος τουλάχιστον 50 μέτρων για να σχηματιστεί ο θερμός υγρός αέρας που χρειάζονται. Κάτω από αυτή τη θερμοκρασία, η ατμόσφαιρα είναι πολύ σταθερή και δεν δημιουργούνται καταιγίδες. Καθώς ο θερμός αέρας ανεβαίνει στην ατμόσφαιρα, ο αέρας ψύχεται και συμπυκνώνεται σε σταγονίδια νερού ή σύννεφα. Καθώς οι υδρατμοί συμπυκνώνονται, απελευθερώνεται θερμότητα. Εάν οι άνεμοι στο ανώτερο επίπεδο είναι ασθενείς, αυτή η θερμότητα παρέχει την ενέργεια που οδηγεί στο σχηματισμό τροπικών κυκλώνων (Wu et al., 2022). Αυτή η ζέστη θερμαίνει περαιτέρω την ατμόσφαιρα κάνοντας τον αέρα να ανέβει περισσότερο. Αυτό δημιουργεί χώρο για να εισέλθει περισσότερος αέρας, προκαλώντας τους ισχυρούς ανέμους των καταιγίδων. Αυτή η βασική φυσιολογία των κυκλώνων εξηγούν το πόσο τα ασυνήθιστα ζεστά νερά από την παγκόσμια υπερθέρμανση και την κλιματική

αλλαγή μπορούν να οδηγήσουν σε πιο έντονα φαινόμενα κυκλώνα (Chavas et al., 2017).

Η υπερθέρμανση του πλανήτη αναμένεται επίσης να αυξήσει τη στάθμη της θάλασσας. Καθώς η στάθμη της θάλασσας αυξάνεται, αυξάνονται επίσης και οι πιθανότητες για τις καταιγίδες να προχωρήσουν περισσότερο προς την ενδοχώρα. Μια παράκτια καταιγίδα οδηγεί μεγάλους όγκους νερού στην ξηρά με μεγάλη ταχύτητα και τεράστια δύναμη. Το 1970, η τεράστια καταιγίδα του κυκλώνα Bhola άφησε περίπου τριακόσιες χιλιάδες με πεντακόσιες χιλιάδες νεκρούς στους παράκτιους υγροτόπους του Μπαγκλαντές (Hoffman, 2019).

Οι μελέτες προβλέπουν ότι ο διπλασιασμός των ατμοσφαιρικών συγκεντρώσεων CO₂ θα τριπλασιάσουν τον αριθμό των καταιγίδων κατηγορίας 5 (Anderson & Bausch, 2006). Οι μελέτες προβλέπουν επίσης ότι για κάθε αύξηση της θερμοκρασίας του πλανήτη κατά 1°C, η συχνότητα των γεγονότων του μεγέθους του τυφώνα Κατρίνα θα αυξηθεί κατά τουλάχιστον δύο φορές, και πιθανώς έως και επτά φορές (Grinstead et al., 2013). Τα κλιματικά μοντέλα δείχνουν 3 με 5 τοις εκατό αύξηση της ταχύτητας του ανέμου ανά βαθμό Κελσίου, ενώ ορισμένες προβλέψεις δείχνουν ότι η ένταση των τροπικών κυκλώνων θα αυξηθεί από 2 με 11 τοις εκατό έως το 2100 (Walsh et al., 2016). Με την κλιματική αλλαγή, οι παγκόσμιες απώλειες από τυφώνες μπορεί να διπλασιαστούν (Hallegatte, 2015).

Από τη δεκαετία του 1970, η καταστροφική δυνατότητα των τυφώνων έχει αυξηθεί σημαντικά και έχει αποδειχθεί ότι αυτό συσχετίζεται σε μεγάλο βαθμό με την τροπική θερμοκρασία της επιφάνειας της θάλασσας. Με τη διάρκεια ζωής και τις εντάσεις των καταιγίδων να αυξάνονται τουλάχιστον κατά 50%, το καταστροφικό δυναμικό ενός κυκλώνα έχει υπερδιπλασιαστεί στον Ατλαντικό και αυξήθηκε κατά 75 τοις εκατό στον Ειρηνικό (Emanuel, 2005).

Η άνοδος της θερμοκρασίας της επιφάνειας της θάλασσας είναι ο κύριος καθοριστικός παράγοντας της δύναμης των καταιγίδων (Trenberth, 2005). Ο τυφώνας Σάντι, ο πιο θανατηφόρος και πιο καταστροφικός τυφώνας του Ατλαντικού του 2012, τροφοδοτήθηκε από τα ασυνήθιστα ζεστά νερά των ωκεανών. Ο Σάντι παρήγαγε καταιγίδες ύψους σχεδόν 6 μέτρων, με αποτέλεσμα να προκληθούν τεράστιες πλημμύρες στο λιμάνι της Νέας Υόρκης και του Νιου Τζέρσεϊ για πέντε ημέρες (Burger & Gochfeld, 2017).

Από το 1975 έως το 2004, τα παγκόσμια δεδομένα τυφώνων αποκαλύπτουν ότι οι τυφώνες κατηγορίας 4 και 5 έχουν σχεδόν διπλασιαστεί σε αριθμό, από πενήντα κάθε πέντε χρόνια τη δεκαετία του 1970 έως σχεδόν ενενήντα κάθε πέντε χρόνια τη δεκαετία του 2000 (Webster et al., 2005). Οι πιο αδύναμες καταιγίδες (Κατηγορία 1) μειώθηκαν σε αριθμό κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου (Hoffman, 2019).

Ο τυφώνας Haiyan σχηματίστηκε όταν η θερμοκρασία της επιφάνειας της περιοχή της θερμής πισίνας του Ειρηνικού ήταν στο υψηλότερο σημείο της (βάσει των αρχείων του 1981) και όταν είχε ανέβει η θερμοκρασία της επιφάνειας της θάλασσας της περιοχής του Δυτικού Ειρηνικού (Comiso et al., 2015). Η συνεχιζόμενη αύξηση της θερμοκρασίας πρέπει να εκληφθεί ως προμήνυμα των μελλοντικών γεγονότων, δεδομένης της συσχέτισης μεταξύ της θερμοκρασίας της επιφάνειας της θάλασσας και της μέγιστης ταχύτητας των τυφώνων (Subrahmanyam, 2015).

1.3. Έκθεση

Η έκθεση είναι η παρουσία ανθρώπων, μέσων διαβίωσης, οικοσυστημάτων, περιβαλλοντικών υπηρεσιών, πόρων, υποδομών και οικονομικών, κοινωνικών και πολιτιστικών αγαθών σε μέρη και περιβάλλοντα που θα μπορούσαν να επηρεαστούν αρνητικά από φυσικούς κινδύνους (Anarde et al., 2018). Οι περίπου ογδόντα τροπικές καταιγίδες που σχηματίζονται κάθε χρόνο είναι από τις επτά λεκάνες κυκλώνων: Ατλαντικός, Βόρεια Ινδία, Νοτιοανατολική Ινδία, Νοτιοδυτική Ινδία, Βορειοανατολικό Ειρηνικό, Βορειοδυτικό Ειρηνικό και Νοτιοδυτικό Ειρηνικό. Οι άνθρωποι που ζουν κατά μήκος των τροχιών του κυκλώνα και κοντά στις ακτές αυτών των λεκανών αναμένουν αυτές τις εκδηλώσεις κάθε χρόνο (Thomas, 2017). Ομοίως, οι άνθρωποι που ζουν σε παράκτιες περιοχές και πεδιάδες που είναι επιρρεπείς σε πλημμύρες από μουσώνες, γνωρίζουν ότι θα υπάρξουν έντονες εποχιακές βροχές. Αυτό σημαίνει παράλληλα ότι οι άνθρωποι και οι βιομηχανίες που είναι τώρα εγκαταστημένες σε τέτοιες επικίνδυνες περιοχές, θέτουν τον εαυτό τους και τις περιουσίες τους σε κίνδυνο (Lombardi & Rustomjee, 2022).

Σαφώς, ένας φυσικός κίνδυνος μπορεί να μην δημιουργήσει καταστροφή εάν συμβεί σε μέρη όπου δεν υπάρχουν κοινότητες ή οικονομική δραστηριότητα. Μια έντονη καταιγίδα σε μια αραιοκατοικημένη περιοχή θα έχει λιγότερο κίνδυνο από μια

μέτρια καταιγίδα σε μια πυκνοκατοικημένη πόλη. Οι αυξανόμενες οικονομικές ζημιές από τροπικούς κυκλώνες τα τελευταία χρόνια μπορούν να εξηγηθούν από τον αυξανόμενο πλούτο σε τοποθεσίες επιρρεπείς σε αυτά τα φαινόμενα. Μερικοί προτείνουν ότι η αξία των απωλειών και των ζημιών ενός τροπικού κυκλώνα μπορεί να διπλασιαστεί μόνο και μόνο λόγω της αύξησης των εισοδημάτων (Mendelsohn et al., 2012).

Στοιχεία από τον κλάδο των αντασφαλίσεων υποδηλώνουν ότι η κοινωνική αλλαγή όσον αφορά τον πληθυσμό και τον πλούτο επαρκεί για να εξηγήσει τις αυξανόμενες απώλειες από τις φυσικές καταστροφές (Mohleji & Pielke, 2014). Μια ανάλυση της απωλειών από είκοσι δύο μελέτες πάνω στις φυσικές καταστροφές δείχνουν ότι οι απώλειες μπορούν να αποδοθούν στην αύξηση του πληθυσμού αλλά και του κεφαλαίου (Bouwer, 2011). Κάποιοι υποστηρίζουν ότι αυτό μπορεί να είναι ισχύει ιδιαίτερα για τα ανερχόμενα αστικά κέντρα με τον αυξανόμενο πληθυσμό τους και τη δημιουργία περισσότερων περιουσιακών στοιχείων και υποδομών (Thomas, 2017).

Σαφώς, η έκθεση είναι ένας μεγάλος παράγοντας στις φυσικές καταστροφές. Οι οικονομικοί παράγοντες είναι αυτοί που καθορίζουν την έκθεση. Ο λόγος που οι κοινότητες και οι βιομηχανίες που βρίσκονται σε περιοχές όπου υπάρχει αυξημένος κίνδυνος παράκτιων πλημμύρων είναι γιατί υπάρχουν πολλές οικονομικές ευκαιρίες και υπηρεσίες που παρέχουν αυτές οι περιοχές, όπως λιμάνια και μεταφορές. Η υποδομές και η αγορά των περιοχών αυτών προσφέρουν συγκριτικά πλεονεκτήματα ιδιαίτερα την ώρα που οι οικονομίες γίνονται πιο παγκόσμιες (Benevolenza & DeRigne, 2019).

Με αυτά τα εγγενή πλεονεκτήματα, οι παράκτιες περιοχές έχουν υψηλότερη παραγωγικότητα από τις περιοχές της ενδοχώρας. Στη Λαϊκή Δημοκρατία της Κίνας, ο συνολικός συντελεστής παραγωγικότητας στις παράκτιες επαρχίες είναι 85 τοις εκατό υψηλότερος από ότι στις επαρχίες της ενδοχώρας (Thomas, 2017). Η σημασία της γεωγραφίας και των μεταφορών διαφαίνεται περισσότερο από τα μειονεκτήματα των περιοχών της ενδοχώρας, οι οποίες έχουν κατά μέσο όρο πιο αργή ανάπτυξη από τις παράκτιες περιοχές. Επίσης, ο αριθμός των μεγαλουπόλεων που βρίσκονται σε περιοχές που κινδυνεύουν από πλημμύρες, ιδιαίτερα η Ντάκα, η Καλκούτα, η Μανίλα,

η Βομβάη και η Σαγκάη, παρά τους εγγενείς κινδύνους, οι άνθρωποι επιλέγουν να δημιουργήσουν τις ζωές και τις επιχειρήσεις τους εκεί (Thomas, 2017).

Με αυτές τις πόλεις να γίνονται εθνικά και περιφερειακά κέντρα ανάπτυξης, υπάρχει μια λογική πίσω από την επιλογή αυτών των περιοχών υψηλού κινδύνου. Έτσι λοιπόν, μόλις οι οικονομίες αρχίζουν να εγκαθίστανται, υπάρχει περαιτέρω αύξηση των επενδύσεων, της μετανάστευσης και της πυκνότητας πληθυσμού, είναι λογικό οι άνθρωποι να μην θέλουν να απομακρυνθούν από τις περιοχές αυτές (Adikari et al., 2010). Μέχρι το 2030, ο πληθυσμός των είκοσι τριών εκατομμυρίων της Σαγκάης αναμένεται να φτάσει τα τριάντα ένα εκατομμύρια, και η Ντάκα εκτιμάται ότι θα προσθέσει άλλα δέκα εκατομμύρια στο σημερινό πληθυσμό των δεκαεπτά εκατομμυρίων (Thomas, 2017). Η κατανόηση των οικονομικών αποφάσεων που οδηγούν στο φαινόμενο ότι οι πολλοί άνθρωποι ζουν με τον κίνδυνο των φυσικών καταστροφών, είναι απαραίτητη για τη διαχείριση της έκθεσης σε κινδύνους (Balica et al., 2012).

Η εκτίμηση των κινδύνων είναι ζωτικής σημασίας για τις πολιτικές μεταρρυθμίσεις και την αλλαγή νοοτροπίας για τη μείωση της έκθεσης. Οι επενδύσεις που λαμβάνουν υπόψη τα πλεονεκτήματα των οικονομιών και των οικισμών, και παράλληλα αγνοούν τον κίνδυνο μιας φυσικής καταστροφής, σαφώς δεν είναι βιώσιμες. Οι οικονομικοί υπολογισμοί που δίνουν μεγαλύτερη βαρύτητα στα βραχυπρόθεσμα και άμεσα κέρδη σε βάρος των διάφορων φυσικών κινδύνων, πρέπει να επανεξεταστούν (Marshall et al., 2020).

Η μείωση του κινδύνου μιας φυσικής καταστροφής δεν μπορεί να αντιμετωπιστεί χωρίς να λαμβάνονται υπόψη οι οικονομικοί και οι κοινωνικοί προβληματισμοί. Για παράδειγμα, ένας απλός χωροταξικός νόμος που απαγορεύει την ανέγερση κατοικιών κοντά στην ακτή δεν θα πετύχει εάν τα προς το ζην των ανθρώπων εξαρτώνται από τις δραστηριότητες που λαμβάνουν χώρα κατά μήκος της ακτής (ψάρεμα, τουρισμός, λιμάνια), ειδικά αν δεν υπάρχουν εναλλακτικοί τρόποι διαβίωσης και χωρίς προσβάσιμες υπηρεσίες μεταφοράς (Wang et al., 2021). Μια πιο ολιστική προσέγγιση θα μπορούσε να εξετάσει το ενδεχόμενο δημιουργίας νέων κοινοτήτων με ευκαιρίες βιοπορισμού ή επενδύσεις σε νέους δρόμους και υπηρεσίες μεταφορών, επιτρέποντας στους ανθρώπους να ζουν σε ασφαλείς περιοχές αλλά να εργάζονται σε

ευάλωτες περιοχές. Αυτές οι στρατηγικές και δραστηριότητες θα πρέπει να αποτελούν μέρος των αναπτυξιακών σχεδίων (Tate et al., 2021).

Πρέπει να ληφθούν μέτρα που μπορούν να εντοπίσουν πολίτες που διατρέχουν περισσότερο κίνδυνο με αντάλλαγμα ευκαιρίες εισοδήματος. Επίσης, πρέπει να αναπτυχθούν πολιτικές για την καθοδήγηση και την υποστήριξη των πολιτών αυτών όσον αφορά τις συμπεριφορές μείωσης του κινδύνου. Για παράδειγμα, σε μια περιοχή πολύ χαμηλού εισοδήματος, τα άτομα μπορεί να επιλέξουν να αναλάβει πρόσθετους κινδύνους για την ευκαιρία να κερδίσει περισσότερα (Muttarak & Lutz, 2014). Για παράδειγμα, πολλοί είναι εκείνοι οι οποίοι επιλέγουν να ζουν κάτω από γέφυρες πόλεων, κατά μήκος των όχθων ποταμών, και κατά μήκος των σιδηροδρομικών γραμμών, μόνο και μόνο για να έχουν περισσότερες ευκαιρίες εισοδήματος. Καθώς οι άνθρωποι ζουν καλύτερα, τείνουν να προτιμούν τις ασφαλέστερες και λιγότερο επιρρεπείς σε κίνδυνο περιοχές και δομές (Chaudhury, 2017).

1.4. Ευαλωτότητα

Δεν επηρεάζονται όλοι οι άνθρωποι και τα περιουσιακά στοιχεία από φυσικούς κινδύνους όπως τις πλημμύρες και τους κυκλώνες με τον ίδιο τρόπο. Οι διαφορές στη συμπεριφορά και τα οικονομικά χαρακτηριστικά επηρεάζουν την τάση των ανθρώπων και των περιουσιακών στοιχείων να ζημιωθούν. Μια πολυδιάστατη έννοια, η ευαλωτότητα στην κλιματική αλλαγή είναι συνάρτηση ορισμένων μη κλιματικών παραγόντων όπως ο πλούτος, τους δημογραφικούς και τους κοινωνικοοικονομικούς παράγοντες (Muttarak & Lutz, 2014).

Υπάρχουν αντίθετες δυνάμεις για την ευαλωτότητα των ανθρώπων. Η περιβαλλοντική υποβάθμιση έχει καταστήσει πολλές τοποθεσίες όλο και πιο ευάλωτες στις πλημμύρες και τις καταιγίδες. Από την άλλη πλευρά, έχει σημειωθεί πρόοδος στη διαχείριση του κινδύνου καταστροφών. Με μια πιο ακριβή πρόβλεψη, βελτιωμένα συστήματα έγκαιρης προειδοποίησης και καλύτερες διαδικασίες εκκένωσης, οι θάνατοι από τέτοια γεγονότα έχουν μειωθεί, ακόμα και αν η εμφάνισή τους και το επίπεδο των ζημιών έχει αυξηθεί (Tate et al., 2021).

Η ευαλωτότητα, όπως και η έκθεση, επηρεάζεται επίσης από κοινωνικοοικονομικούς παράγοντες. Αρκετές μελέτες διαπιστώνουν ότι το εισόδημα,

η εκπαίδευση και τα ιδρύματα διαμορφώνουν την ευλαωτότητα και στη συνέχεια, τις επιπτώσεις των φυσικών καταστροφών (Rentschler, 2013). Οι Thomas et al. (2014) εξέτασαν τη σημασία των κλιματικών κινδύνων ως παράγοντα κινδύνου καταστροφών στην Ασία και τον Ειρηνικό, μαζί με την έκθεση του πληθυσμού και την ευαλωτότητα. Η έκθεση και η ευαλωτότητα μπορούν είτε να δράσουν ανεξάρτητα είτε ταυτόχρονα, δημιουργώντας συχνά συνέργειες ή ακόμη και έναν κύκλο αυξανόμενου ή μειούμενου κινδύνου (Thomas, 2017).

Όπως είναι λογικό, οι φυσικοί κίνδυνοι μπορούν να πλήξουν τόσο μια αναπτυγμένη όσο και μια αναπτυσσόμενη χώρα. Οι φτωχότερες οικονομίες πλήττονται περισσότερο. Οι μελέτες έχουν δείξει ότι τα ποσοστά θνησιμότητας και οι οικονομικές απώλειες είναι υψηλότερες στις αναπτυσσόμενες χώρες (Deria et al., 2020). Η ύπαρξη φτωχότερων πληθυσμών σε ευάλωτες αστικές ζώνες με αδύναμες υποδομές σημαίνει ότι υπάρχει ισχυρότερος αντίκτυπος στις αναπτυσσόμενες χώρες. Η αδυναμία της κυβέρνησης και η έλλειψη βασικών εγκαταστάσεων αυξάνουν επίσης την ευαλωτότητα στις φυσικές καταστροφές (Chen et al., 2021).

Ο κυκλώνας Nargis και ο τυφώνας Sandy είναι ενδείξεις ότι και οι αναπτυσσόμενες και οι αναπτυγμένες χώρες αντιμετωπίζουν κινδύνους από φυσικές καταστροφές που σχετίζονται με το κλίμα (Thomas, 2017). Ο αριθμός των θανάτων, τραυματισμών, μετανάστευση, ζημιών και επιπτώσεων από τις φυσικές καταστροφές και στους δύο τύπους χωρών επηρεάζονται από την ένταση του κινδύνου, της έκθεσης και της ευαλωτότητας. Η ευαισθητοποίηση, ετοιμότητα και η τεχνολογική πρόοδος έχουν σαφώς μειώσει τους θανάτους από τους κινδύνους. Ωστόσο, ο αριθμός των ανθρώπων που πλήγονται έχουν αυξηθεί παντού (Sarker et al., 2019). Οι οικονομικές ζημιές από τις φυσικές καταστροφές είναι περισσότερες στις ανεπτυγμένες χώρες, μιας και υπάρχουν περισσότερα περιουσιακά στοιχεία και δομές υψηλότερης αξίας, και υψηλότερο κόστος ανοικοδόμησης. Οι θάνατοι από φυσικές καταστροφές είναι περισσότεροι στις φτωχότερες αναπτυσσόμενες χώρες (Xiang et al., 2017).

Τα μέτρα μείωσης της φτώχειας και τα δίκτυα ασφαλείας αποτελούν μέρος του μετριασμού της καταστροφής και της οικοδόμησης της ανθεκτικότητας. Οι ξαφνικές πλημμύρες προκαλούν συνήθως περισσότερους θανάτους στις φτωχότερες κοινότητες παρά σε πιο εύπορες περιοχές (Tate et al., 2021). Τα πιο φτωχά τμήματα του πληθυσμού με περιορισμένους πόρους συχνά καταλήγουν στις περιφερειακές περιοχές

οι οποίες διατρέχουν υψηλότερο κίνδυνο και συχνά έχουν επίσης σπίτια τα οποία δεν είναι πολύ καλά κατασκευασμένα. Όταν υπάρχει μια καταστροφή, τα άτομα αυτά συχνά μένουν με ακόμη λιγότερους πόρους. Και όταν επηρεάζονται τα σπίτια, οι απώλειες είναι περισσότερες, αφήνοντας τους ανθρώπους ακόμη πιο ευάλωτους (Hallegate et al., 2020).

Ο τυφώνας Haiyan, για παράδειγμα, έπληξε το Ανατολικό Visayas, μια από τις φτωχότερες περιοχές των Φιλιππίνων, όπου τέσσερις στις δέκα οικογένειες είναι φτωχές. Ενώ οι ζημιές από τις φυσικές καταστροφές το 2013 κόστισε στη χώρα περίπου το 0,9 τοις εκατό του εθνικού της προϊόντος, οι απώλειες που σχετίζονται με το Haiyan στο Ανατολικό Visayas ανήλθαν στο 17,4%. Με πολύ μικρή ικανότητα αντιμετώπισης, πολλά θύματα του Haiyan ζούσαν ακόμα σε σκηνές για περίπου δεκαοκτώ μήνες μετά την καταστροφή, και περίπου είκοσι χιλιάδες παρέμειναν εκτοπισμένοι τουλάχιστον μέχρι το 2015 (Thomas, 2017).

Όταν οι καταστροφές πλήττουν χώρες χαμηλού-μεσαίου και χαμηλού εισοδήματος, συνήθως οι χώρες αυτές κατακλύζονται από το τεράστιο κόστος ανοικοδόμησης. Ενώ οι απόλυτες μέσες ετήσιες απώλειες των χωρών υψηλού εισοδήματος από καταστροφές είναι πολύ υψηλότερες σε σύγκριση με χώρες με χαμηλότερο εισόδημα, αυτές οι απώλειες δύσκολα θα είχαν αντίκτυπο στις οικονομίες και την κοινωνική ανάπτυξη των χωρών υψηλού εισοδήματος (Karim & Noy, 2016). Οι χώρες χαμηλού εισοδήματος μπορούν να υποστούν μέσες ετήσιες απώλειες ίσες με το 22% των κοινωνικών δαπανών. Ο συγκρίσιμος αριθμός για τις πιο πλούσιες χώρες θα ήταν λιγότερο από 2% (Thomas, 2017).

Τα στοιχεία δείχνουν ότι το ανώτερο μορφωτικό επίπεδο και ο γραμματισμός συνδέονται με καλύτερη διαχείριση των φυσικών καταστροφών και καλύτερη προσαρμοστική ικανότητα (Toya & Skidmore, 2007). Στην περίπτωση του τσουνάμι στον Ινδικό Ωκεανό το 2004, υπήρξαν περισσότεροι θάνατοι γυναικών από ό,τι στους άνδρες. Σε όλες τις ηλικιακές ομάδες, τα παιδιά κάτω των δέκα ετών και οι ενήλικες άνω των σαράντα ετών βρέθηκαν να είναι πιο ευάλωτοι (Birkmann et al., 2007). Η ικανότητα προσαρμογής συνδέεται με τη διακυβέρνηση και τα ατομικά και πολιτικά δικαιώματα. Χώρες με ισχυρούς θεσμούς, ανοιχτό στο εμπόριο και υψηλότερα επίπεδα κρατικών δαπανών βρέθηκαν να αντέχουν καλύτερα τα αρχικά σοκ από τις φυσικές καταστροφές (Noy 2008; Toya & Skidmore 2007).

Είναι πολύ σημαντικό λοιπόν να ενισχυθεί η θεσμική και προσαρμοστική ικανότητα στις πόλεις που είναι αδύναμες, ειδικά στις πόλεις που είναι εξαιρετικά ευάλωτες σε πλημμύρες, καταιγίδες και τροπικούς κυκλώνες. Η Ντάκα αποτελεί ένα πολύ τρανό παράδειγμα. Πράγματι, η πόλη αυτή θεωρείται ότι διατρέχει πολύ μεγάλο κίνδυνο από την κλιματική αλλαγή (Fatemi et al., 2020).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΕΝΕΡΓΕΙΕΣ ΓΙΑ ΜΕΤΡΙΑΣΗ ΤΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ

2.1. Διοξείδιο του άνθρακα

Οι ειδικοί υποστηρίζουν ότι ο διπλός στόχος του μετριασμού του κλίματος και της τόνωσης της οικονομικής ανάπτυξης μπορεί να επιτευχθεί με την επιβολή ενός είδους τέλους στις εκπομπές CO₂, οι οποίες θα αντικατοπτρίζουν την επιβάρυνση του περιβάλλοντος. Ο Ottmar Edenhofer, ο οποίος ήταν σύμβουλος της Έκθεσης New Climate Economy, είπε: «Η οικονομική ανάπτυξη και οι μειώσεις των εκπομπών μπορούν να επιτευχθούν μαζί. Η τιμολόγηση του CO₂ είναι το κλειδί» (Harvey, 2014).

Δεδομένου ότι οι πομποί δεν αναλαμβάνουν το κόστος των ζημιών που προκαλούνται από τις εκπομπές GHG, ο Nicholas Stern, συμπρόεδρος της New Climate Economy Report, προχωρά περαιτέρω, λέγοντας ότι αυτή είναι η μεγαλύτερη αποτυχία της αγοράς που ο κόσμος έχει δει ποτέ, και ότι η τιμολόγηση του άνθρακα, η οποία διορθώνει αυτή τη ζημιά, είναι η «πιο επείγουσα πολιτική» σήμερα (Qureshi, 2016). Ο Akerlof (2014) πρότεινε ακόμα την επιβολή ενιαίου φόρου στις εκπομπές άνθρακα που θα κλιμακωθεί έως ότου οι εκπομπές πέσουν στα επιθυμητά επίπεδα.

Υπάρχουν δύο βασικές προσεγγίσεις όσον αφορά την τιμολόγηση του άνθρακα. Η πρώτη είναι η επιβολή φόρου άνθρακα που ουσιαστικά καθορίζει την τιμή του άνθρακα, κατά την οποία η εξοικονόμηση εκπομπών άνθρακα δεν μπορεί να προσδιοριστεί εκ των προτέρων. Η δεύτερη προσέγγιση αφορά στην εμπορία άνθρακα όπου η εξοικονόμηση εκπομπών βασίζεται σε κατανεμημένες ποσοστώσεις εκπομπών, ενώ η αγορά καθορίζει την τιμή του άνθρακα (Aldy, & Pizer, 2015). Όπως και να έχει, το επιδιωκόμενο αποτέλεσμα είναι να μειωθεί η ζήτηση για ορυκτά καύσιμα με υψηλή εκπομπή άνθρακα, να υπάρξει αύξηση της ζήτησης για ανανεώσιμες πηγές ενέργειας

(ΑΠΕ) και να επιλέγονται περισσότερο καύσιμα με χαμηλότερες εκπομπές άνθρακα (όπως φυσικό αέριο). Η επιβολή ενός τέλους στις εκπομπές άνθρακα μπορεί πείσει τις εταιρείες ενέργειας, τους παραγωγούς ηλεκτρικής ενέργειας και τους καταναλωτές να δράσουν με περιβαλλοντικά υπεύθυνους τρόπους (Sonnenschein & Smedby, 2019).

Οι φόροι άνθρακα αντιτίθενται παραδοσιακά από τους παραγωγούς ορυκτών καυσίμων. Ωστόσο, τους τελευταίους μήνες κορυφαία στελέχη από μεγάλες ευρωπαϊκές εταιρείες πετρελαιοειδών και φυσικού αερίου ζήτησαν φόρο στις εκπομπές άνθρακα, αφού αντιλαμβάνονται την ανάγκη για παροχή σαφών και σταθερών πλαισίων που βοηθούν στη μείωση των εκπομπών άνθρακα (Li & Jia, 2017). Οι τιμές της ενέργειας πρέπει να αντανakλούν τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις που προκαλούνται από τις εκπομπές, ειδικά σε χώρες με μεγάλη ένταση ενέργειας όπως η Λαϊκή Δημοκρατία της Κίνας και οι Ηνωμένες Πολιτείες. Μια υψηλότερη τιμή του άνθρακα θα τονώσει την εμπιστοσύνη όσων επενδύουν σε τεχνολογίες μείωσης άνθρακα ή ΑΠΕ. Για να γίνει αυτό πραγματικότητα χρειάζεται η συνεργασία επιστημονικών ιδρυμάτων για να αποδείξουν ότι μπορεί να υπάρξει η χρυσή λύση ανάμεσα στην παραγωγικότητα και το μετριασμό της κλιματικής αλλαγής (Zhang & Xu, 2018).

Στην οικονομική ύφεση μετά την παγκόσμια χρηματοπιστωτική κρίση του 2008, οι τιμές του άνθρακα στο Ευρωπαϊκό Σύστημα Εμπορίας Εκπομπών (European Emissions Trading System) σημείωσαν βουτιά από περίπου 25 ευρώ ανά τόνο το 2008 σε λιγότερο από 5 ευρώ ανά τόνο. Υπήρξε δηλαδή μια αποτυχία για να μειωθούν τα δικαιώματα των εκπομπών (ποσοστώσεις) λόγω της οικονομικής κρίσης (Solilóná & Nerudová, 2014).

Η εμπειρία δείχνει ότι είναι πολύ δύσκολο για τους υπεύθυνους λήψεων αποφάσεων να υιοθετήσουν έναν φόρο για τον άνθρακα (Aldy & Pizer, 2015). Στην Αυστραλία, η συντηρητική κυβέρνηση κατέργησε το φόρο άνθρακα το Σεπτέμβριο του 2014 (Thomas, 2017). Αυτή η κατέργηση δείχνει ξεκάθαρα το πόσο οι οικονομικές ανησυχίες μπορούν να επισκιάσουν και να περιπλέξουν τις προσπάθειες για την καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής, ενώ παράλληλα, στέκονται εμπόδιο στα σχέδια των χωρών που προσπαθούν να αναπτύξουν στρατηγικές μείωσης των εκπομπών άνθρακα. Οι κυβερνήσεις που εισάγουν την τιμολόγηση του άνθρακα θα

πρέπει να διασφαλίσουν τις τοπικές βιομηχανίες από τα εισαγόμενα αγαθά από χώρες όπου δεν υπάρχει ισοδύναμο καθεστώς τιμολόγησης άνθρακα (Aldy & Pizer, 2015).

Η επιβολή φόρων άνθρακα στα ορυκτά καύσιμα είναι μια πολιτική για τον περιορισμό των εκπομπών άνθρακα που είναι διοικητικά γρήγορη και εύκολη στην εφαρμογή και μπορεί εύκολα να συνδυαστεί με άλλες πολιτικές. Σε σύγκριση με άλλες πολιτικές για τον μετριασμό του άνθρακα, όπως ο έλεγχος ανώτατων ορίων και των κανονισμών εμπορίας και επιδοτήσεων για ΑΠΕ, οι φόροι άνθρακα είναι διοικητικά πιο αποτελεσματικοί (Richter et al., 2015). Οι φόροι άνθρακα μπορούν επίσης να βελτιώσουν την οικονομική βιωσιμότητα των σύγχρονων τεχνολογικών στρατηγικών και των λύσεων για την κλιματική αλλαγή. Ένα σημαντικό πρώτο βήμα είναι η ενημέρωση και η υπεράσπιση. Ενώ η εφαρμογή είναι εύκολη, η λαϊκή υποστήριξη είναι απαραίτητη (Solilová & Nerudová, 2014).

2.2. Ανανεώσιμη ενέργεια

Οι στροφή προς τις ΑΠΕ θεωρείται μια από τις πιο ελπιδοφόρες προσεγγίσεις μετριασμού της κλιματικής αλλαγής, αφού παρακάμπτει τα προβλήματα που συνδέονται με τη φορολόγηση και τους κυβερνητικούς κανονισμούς (Owusu & Asumadu-Sarkodie, 2016).

Από το 1980, η ανανεώσιμη ενέργεια στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας τριπλασιάστηκε από 1,7 τρισεκατομμύρια κιλοβατώρες σε 4,7 τρισεκατομμύρια κιλοβατώρες το 2012. Σύμφωνα με τα στοιχεία, η μεγαλύτερη αύξηση σημειώθηκε στην Ασία όπου η παραγωγή σχεδόν εξαπλασιάστηκε. Το 2013 το μερίδιο των ΑΠΕ στη συνολική παραγωγή ενέργειας παγκοσμίως αυξήθηκε στο 8,5 τοις εκατό, κάτι το οποίο απέτρεψε την εκπομπή περίπου 1,2 δισεκατομμυρίων τόνων CO₂. Τα ορυκτά καύσιμα συνεχίζουν να κυριαρχούν, αλλά η κατάσταση μπορεί να αλλάξει (Thomas, 2017).

Το 2012, η ανανεώσιμη ενέργεια, κυρίως η υδροηλεκτρική, αποτελούσε πάνω από το ένα πέμπτο της συνολικής παγκόσμιας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Στη Λατινική Αμερική, το μερίδιο σχεδόν των δύο τρίτων της υδροηλεκτρικής ενέργειας ώθησε το μερίδιο των ορυκτών καυσίμων σε λιγότερο από το ένα τρίτο. Στην Ευρώπη, το συνδυασμένο μερίδιο της πυρηνικής και των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας

αντιπροσωπεύουν περισσότερο από το ήμισυ της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας (al Irsyad et al., 2019). Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στην Ασία και τον Ειρηνικό και τη Βόρεια Αμερική συνεχίζει να εξαρτάται από τα ορυκτά καύσιμα, με 78% και 63% αντίστοιχα. Αυτές οι δύο περιοχές είναι και οι μεγαλύτεροι καταναλωτές ηλεκτρικής ενέργειας, αφού η συνδυασμένη κατανάλωσή τους αποτελεί το 64% του παγκόσμιου συνόλου. Άρα λοιπόν, εξάγεται το συμπέρασμα ότι είναι απαραίτητη μια αλλαγή σε αυτές τις δύο περιφέρειες για να σημειωθεί κάποια πρόοδος στις παγκόσμιες προσπάθειες μετριασμού των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής (Thomas, 2017).

Οι παγκόσμιες επενδύσεις σε ΑΠΕ αυξήθηκαν κατά πάνω από 30% το 2010 και ένα επιπλέον 18% το 2011, παρά την οικονομική κρίση. Ακολούθησαν, ωστόσο, δύο συνεχόμενα χρόνια πτώσης, η οποία μείωσε τις επενδύσεις έως και 17% το 2013 από τα επίπεδα του 2011 (Solorio & Bocquillon, 2017).

Οι ΑΠΕ ανέκαμψαν το 2014, ακόμη και με την πτώση των τιμών του πετρελαίου. Οι επενδύσεις έφτασαν τα 270 δισεκατομμύρια δολάρια παγκοσμίως, αυξημένες κατά 17% από το 2013 στα 232 δισεκατομμύρια δολάρια. Η κύρια ώθηση της αύξησης του 2014 προήλθε από τη Λαϊκή Δημοκρατία της Κίνας και την Ιαπωνία, οι οποίες μαζί ήταν υπεύθυνες για τις μισές επενδύσεις των συνολικών 150 δισεκατομμυρίων δολαρίων στην ηλιακή ενέργεια. Στην Ευρώπη, οι επενδύσεις στις ανανεώσιμες πηγές ενισχύθηκαν από την πρόοδο στις επενδύσεις στην υπεράκτια αιολική ενέργεια (Thomas, 2017).

Λόγω της φθίνουσας του κεφαλαιακού και τεχνολογικού κόστους των ΑΠΕ, ιδιαίτερα για την αιολική και την ηλιακή, έγινε εγκατάσταση περισσότερης ενεργειακής χωρητικότητας για κάθε δισεκατομμύριο δολάρια ΗΠΑ που επενδύθηκε. Το 2014, Εγκαταστάθηκε ισχύς ισχύος 130 γιγαβάτ, σε σύγκριση με τα ογδόντα γιγαβάτ που έχουν εγκατασταθεί το 2011 (Thomas, 2017).

Το κόστος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ έχει μειωθεί από το 2009. Το παγκόσμιο μέσο κόστος της ηλιακής φωτοβολταϊκής ηλεκτρικής ενέργειας μειώθηκε κατά 60% περίπου από 315 \$ ανά MWh το 2009 σε 122 \$ ανά MWh το 2015. Στη Λαϊκή Δημοκρατία της Κίνας, το κόστος εγκατάστασης της χερσαίας αιολικής ηλεκτρικής ενέργειας στα εβδομήντα επτά δολάρια ανά MWh είναι τώρα χαμηλότερη από την αιολική ενέργεια στα 113 \$ ανά MWh, αλλά εξακολουθεί να είναι υψηλότερη από τον άνθρακα ο οποίος είναι στα σαράντα τέσσερα δολάρια ανά MWh. Το κόστος

της αιολικής ηλεκτρικής ενέργειας στην ξηρά στη Γερμανία και στο Ηνωμένο Βασίλειο είναι πλέον χαμηλότερο από το φυσικό αέριο και τον άνθρακα (Thomas, 2017).

Ο Διεθνής Οργανισμός Ενέργειας (International Energy Agency, IEA) εκτίμησε ότι το 2015 το 90% της συνολικής αύξησης της νέας ηλεκτρικής ενέργειας παγκοσμίως προήλθε από ΑΠΕ με πάνω από το 50% να αποδίδεται στην αιολική ενέργεια. Αυτό σημαίνει ότι έχει υπάρξει μια σημαντική μετατόπιση από τα ορυκτά καύσιμα στις ΑΠΕ. Αυτές οι βελτιώσεις στην ενεργειακή αποδοτικότητα ήταν το κλειδί για τη διατήρηση των εκπομπών CO₂ σε σταθερά επίπεδα από το 2013 έως 2015 (Carrington & Stephenson, 2018).

Το κόστος των ΑΠΕ αναμένεται να μειωθεί περαιτέρω. Μέχρι το 2030, οι εκτιμήσεις για τη Λαϊκή Δημοκρατία της Κίνας και τις Ηνωμένες Πολιτείες δείχνουν ότι η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας τόσο από την χερσαία αιολική όσο και από τα μεγάλα ηλιακά εργοστάσια θα κοστίζουν φθηνότερα σε σύγκριση με το φυσικό αέριο και τον άνθρακα. Η αύξηση της ανταγωνιστικότητας ανάμεσα στην αιολική και την ηλιακή ενέργεια, με το σωστό συνδυασμό κανονισμών και κινήτρων αναμένεται να συμβάλουν στη διασφάλιση της ισχύος της συγκεκριμένης βιομηχανίας (Shahbaz et al., 2022).

Η Λαϊκή Δημοκρατία της Κίνας παρέχει ένα παράδειγμα μιας πολιτικής για την ανάπτυξη των ΑΠΕ που έχει δημιουργήσει θέσεις εργασίας, εισόδημα και ροές εσόδων για εκκολαπτόμενες βιομηχανίες χαμηλών εκπομπών άνθρακα. Το νομικό πλαίσιο της Λαϊκής Δημοκρατίας της Κίνας για τις ΑΠΕ προσφέρει μια ποικιλία από οικονομικά κίνητρα για την ανάπτυξη του ενεργειακού τομέα, όπως ένα εθνικό ταμείο για την προώθηση της ανάπτυξης των ΑΠΕ και των μειωμένων επιτοκίων και της προνομιακής φορολογικής μεταχείρισης για έργα ΑΠΕ. Η Λαϊκή Δημοκρατία της Κίνας απαιτεί επίσης από τους διαχειριστές του δικτύου ηλεκτρικής ενέργειας να αγοράζουν μόνο πόρους από εγγεγραμμένους παραγωγούς ΑΠΕ (Abbasi et al., 2022). Αυτές οι πολιτικές και οικονομικά κίνητρα έχουν ενθαρρύνει σημαντικές προόδους στην αιολική ενέργεια, καθώς και στην ηλιακή και έχουν δημιουργήσει περισσότερες θέσεις εργασίας. Για να ενθαρρύνει άμεσα τις κοινοπραξίες και την ανάπτυξη της τεχνολογίας στις ανεμογεννήτριες, η Λαϊκή Δημοκρατία της Κίνας επέβαλε τη χρήση ανεμογεννητριών τοπικής κατασκευής. Μέσω του Υπουργείου Επιστημών και Τεχνολογίας, η χώρα επιδοτεί τις δαπάνες έρευνας και ανάπτυξης της αιολικής

ενέργειας από το 1996. Από το 2005 έως το 2015, η χωρητικότητα της χώρας αυξήθηκε κατά περισσότερο από 100% ετησίως (Lei et al., 2022).

Μέχρι το 2009, η Λαϊκή Δημοκρατία της Κίνας ήταν ο μεγαλύτερος παραγωγός ηλιακής ενέργειας με φωτοβολταϊκά κύτταρα στον κόσμο, αφού παρήγαγε περίπου το 45% της παγκόσμιας προσφοράς. Είναι πλέον η μεγαλύτερη αγορά στον κόσμο για ηλιακό ζεστό νερό, αντιπροσωπεύοντας σχεδόν τα δύο τρίτα της παγκόσμιας χωρητικότητας. Πάνω από το 10% των κινεζικών νοικοκυριών βασίζονται στον ήλιο για να ζεστάνει το νερό τους (Thomas, 2017).

Ενώ η Γερμανία πιθανότατα θα παράγει σχεδόν το 80% της ηλεκτρικής της ενέργειας από ΑΠΕ έως το 2050, οι αναπτυσσόμενες χώρες ενδέχεται να αντιμετωπίσουν εμπόδια. Οι βραχυπρόθεσμες επιχειρηματικές αβεβαιότητες, η πολιτική αμφιθυμία, η κυβερνητική λιτότητα και οι ανταγωνιστικές πιέσεις από τις βιομηχανίες όπως το σχιστολιθικό αέριο, θα μπορούσε να επιβραδύνει τις επενδύσεις σε ΑΠΕ. Λόγω της μοναδικής κατάστασης σε πολλές αναπτυσσόμενες χώρες, οι εταιρείες θα πρέπει να αναλάβουν επιπλέον κινδύνους, καινοτομίες και πειραματισμούς για να κάνουν τη στροφή προς τις ΑΠΕ (Traber et al., 2021).

Στην Ασία, οι δυνατότητες του ιδιωτικού τομέα για την προώθηση του ενός βιώσιμου περιβάλλοντος και της οικονομικά προσιτής ηλιακής και αιολικής ενέργειας είναι πολλά υποσχόμενη. Οι ιδιωτικές επενδύσεις στην Ινδία και την Ταϊλάνδη ειδικότερα έχουν σημειώσει σημαντική πρόοδο όσον αφορά την παραγωγή ηλιακής και αιολικής ενέργειας (Mamat et al., 2019).

Η άμεση χρηματοδότηση των ΑΠΕ από ιδιώτες φαίνεται ότι είναι μια πολλά υποσχόμενη προσέγγιση. Η χρηματοδότηση ηλιακών συλλεκτών μέσω μιας διαδικτυακής πλατφόρμας επιτρέπει σε μικρούς, μη διαπιστευμένους επενδυτές να ενδιαφερθούν για τη χρηματοδότηση έργων καθαρής ενέργειας. Η Mosaic, η εταιρεία που εισήγαγε αυτή την υπηρεσία, συγκέντρωσε 1,1 εκατομμύρια δολάρια για δώδεκα έργα ΑΠΕ μέσα σε τρεις μήνες. Καθώς όμως οι μεγάλοι διεθνείς χρηματοπιστωτικοί οργανισμοί δεν είναι δομημένοι για να επιδιώξουν τέτοιες πρωτοβουλίες, οι ιδιώτες και οι εταιρείες πρέπει να ενθαρρυνθούν να επενδύσουν σε αυτές τις αναδυόμενες αγορές, έτσι ώστε να υπάρξει μεγαλύτερος μετριασμός στις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής (Thomas, 2017).

2.3. Πυρηνική ενέργεια

Ενώ οι ανησυχίες για την ασφάλεια σχετικά με τη χρήση της πυρηνικής ενέργειας είναι έντονες, η συγκεκριμένη μορφή ενέργειας έχει τη δυνατότητα να συμβάλει στην επίτευξη ενός τύπου καθαρής ενέργειας που θα απαιτηθεί για να περιοριστεί η παγκόσμια εξάρτηση από τα ορυκτά καύσιμα. Η πυρηνική ενέργεια συγκρίνεται ευνοϊκά με άλλες επιλογές ανανεώσιμης ενέργειας όσον αφορά τις εκπομπές GHG, την ατμοσφαιρική ρύπανση και το κόστος της αποδοτικότητας. Η IPCC εκτιμά τη διάμεση τιμή των εκπομπών CO₂ από τα πυρηνικά εργοστάσια σε ισούται περίπου με όσο μια ανεμογεννήτρια και πολύ λιγότερο από τις εγκαταστάσεις ορυκτών καυσίμων. Ο IEA σημειώνει ότι η πυρηνική ενέργεια είναι μία από τις μεγαλύτερες πηγές ενέργειας χαμηλών εκπομπών άνθρακα στον κόσμο με μέση απόδοση ισοδύναμη με 4.000 ανεμόμυλους (Lehtveer & Hedenus, 2015).

Η IPCC τοποθετεί την πυρηνική ενέργεια στο ίδιο επίπεδο με τις ΑΠΕ μεταξύ όσον αφορά τις πηγές ενέργειας χαμηλών εκπομπών άνθρακα των οποίων το μερίδιο στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας πρέπει να αυξηθεί στο 80% έως το 2050, για να περιοριστεί σημαντικά η υπερθέρμανση του πλανήτη. Η Γαλλία βασίζεται σε μεγάλο βαθμό στα πυρηνικά εργοστάσια. Η κρατικά ελεγχόμενη εταιρεία ηλεκτρικής ενέργειας Électricité de France (EDF) λέει ότι σχεδόν το 98% της ισχύος της ήταν απαλλαγμένο από εκπομπές άνθρακα το 2016 (Mauger, 2018). Η EDF λέει ότι οι εκπομπές της ανήλθαν σε δεκαεπτά γραμμάρια CO₂, που είναι είκοσι φορές λιγότερο από τον ευρωπαϊκό μέσο όρο. Παράλληλα, μειώθηκαν οι εκπομπές CO₂ κατά δεκατρία εκατομμύρια τόνους, ή 21% το 2014, μειώνοντας την παραγωγή ενέργειας από μονάδες ορυκτών καυσίμων υπέρ της πυρηνικής ενέργειας (Cassoret et al., 2022).

Ωστόσο, η IPCC αναγνωρίζει την ανάγκη εξεύρεσης αποδεκτών απαντήσεων στους φόβους για την ασφάλεια, τη διάθεση απορριμμάτων και τον πολλαπλασιασμό των πυρηνικών όπλων. Οι ανησυχίες του κοινού για την πυρηνική ασφάλεια ήρθαν στο προσκήνιο μετά την κατάρρευση του εργοστασίου της Φουκουσίμα το 2011. Υπάρχουν κι άλλες ανησυχίες του κοινού σχετικά με το χειρισμό και τη διάθεση των ραδιενεργών αποβλήτων και άλλων σχετικών κινδύνων. Ενώ η τεχνολογίες νέας γενιάς της πυρηνικής ενέργειας υπόσχονται να μειώσουν αυτούς τους κινδύνους, η κοινή

γνώμη και οι γεωπολιτικές εκτιμήσεις θα είναι αναμφίβολα το κλειδί για τον καθορισμό του μέλλοντος της πυρηνικής ενέργειας στον κόσμο (Hacquín et al., 2020).

2.4. Ενεργειακή απόδοση

Με τον κατάλληλο συνδυασμό πολιτικών και τεχνολογίας, η ενεργειακή απόδοση θα μπορούσε να είναι ένας βασικός μοχλός για την χαμηλότερη κατανάλωση καυσίμου και κατά συνέπεια χαμηλότερων εκπομπών (Bibas et al., 2015). Η χαμηλότερη κατανάλωση ενέργειας μέσω της καλύτερης απόδοσης σε υπηρεσίες μεταφοράς, επικοινωνίας, φωτισμού, ψύξης και θέρμανσης, έχει συμβάλει σημαντικά στη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Δεν είναι μόνο τα καινούργια αυτοκίνητα που καταναλώνουν λιγότερα καύσιμα. Τα νέα κτίρια καταναλώνουν επίσης τέσσερις με δέκα φορές λιγότερη ενέργεια σε σχέση με τα κτίρια είκοσι ετών (Thomas, 2017).

Οι βελτιώσεις της ενεργειακής απόδοσης σε έντεκα από τα είκοσι εννέα μέλη του Διεθνούς Οργανισμού Ενέργειας συνέβαλαν στην εξοικονόμηση 1.336 εκατομμυρίων τόνων πετρελαίου το 2011, που αντιστοιχεί σε σχεδόν το 60% της συνολικής τελικής κατανάλωσης των χωρών αυτών (Hess & Renner, 2019). Τα καύσιμα που εξοικονομήθηκαν ξεπέρασαν τη συνολική κατανάλωση του 2011 της Ευρωπαϊκής Ένωσης και της Ασίας (εξαιρουμένης της Λαϊκής Δημοκρατίας της Κίνας). Αν δεν είχαν βελτιώσει την ενεργειακή απόδοση, η ομάδα των G20 θα κατανάλωναν 32% περισσότερη ενέργεια σήμερα (Thomas, 2017).

Η ενεργειακή απόδοση προχώρησε σταθερά την τελευταία δεκαετία, με επενδύσεις άνω των 300 δισεκατομμυρίων δολαρίων το 2012, οι οποίες ήταν υψηλότερες από αυτές των ΑΠΕ το ίδιο έτος και ακόμη υψηλότερες από ό,τι στη συμβατική ηλεκτρική ενέργεια από άνθρακα, πετρέλαιο και φυσικό αέριο. Οι εταιρείες παροχής ενεργειακών υπηρεσιών αυξάνονται και τώρα αξίζουν 56 δισεκατομμύρια δολάρια στην Ευρώπη, 12 δισεκατομμύρια δολάρια στη Λαϊκή Δημοκρατία της Κίνας και 6,5 δισεκατομμύρια δολάρια στις Ηνωμένες Πολιτείες (The Economist, 2015).

Η ενεργειακή ένταση πρέπει να μειωθεί με ρυθμό 2,9% ετησίως μέχρι το 2035 για να υπάρξει μείωση της υπερθέρμανσης του πλανήτη. Αυτό σημαίνει ότι πρέπει να υπάρξει μείωση κατά 1,6% ετησίως (Thomas, 2017).

Οι ειδικοί βλέπουν πολλές δυνατότητες για ενεργειακή απόδοση στις αναδυόμενες αγορές, ιδίως στις μεταφορές, με ελαφρά τα οχήματα των χωρών εκτός ΟΟΣΑ να παρουσιάζουν τη μεγαλύτερη ευκαιρία. Με γνώμονα την εξοικονόμηση καυσίμων στα οχήματα, οι επενδύσεις ενεργειακής απόδοσης στα οχήματα εκτιμάται ότι θα φτάσουν τα 80 δισεκατομμύρια δολάρια ετησίως, κάτι το οποίο θα οδηγήσει στην εξοικονόμηση περίπου 40 έως 190 δισεκατομμυρίων δολαρίων σε καύσιμα. Αυτή η ώθηση για ενεργειακή απόδοση πρέπει να συμπεριλαμβάνει επίσης τα βαρέα επαγγελματικά οχήματα, τα οποία έχουν αυξανόμενο μερίδιο στην κατανάλωση ενέργειας των εμπορικών μεταφορών (Hsu et al., 2020).

Η ζήτηση ενέργειας στον κτιριακό τομέα αναμένεται να διπλασιαστεί λόγω της αύξησης του πλούτου, τις αλλαγές στον τρόπο ζωής, τη στέγαση και την αστικοποίηση. Αυτό θα φέρει αύξηση των εκπομπών GHG του κλάδου από 50% σε 150% έως το 2050 (IPCC, 2014). Με τη μεγάλη διάρκεια ζωής των κτιρίων και την ταχεία υιοθέτηση των οικοδομικών κανονισμών πολύ χαμηλής κατανάλωσης ενέργειας, θα ήταν δυνατό να επιτευχθεί σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας, μειώνοντας σημαντικά τις εκπομπές. Οι εκτιμήσεις λένε πως η μετασκευή κτιρίων μπορεί να μειώσει τη χρήση ενέργειας για θέρμανση και ψύξη από 50% έως 90% (Kamenders et al., 2017).

2.5. Διαχείριση και Προστασία Δασών

Η μείωση και η πρόληψη της αποψίλωσης των δασών είναι μια μέθοδος μετριασμού με τη μεγαλύτερη και πιο άμεση επίπτωση στο απόθεμα άνθρακα ανά εκτάριο σε παγκόσμιο επίπεδο, σύμφωνα με την IPCC. Η αποψίλωση των δασών οφείλεται για το 20%–24% των παγκόσμιων εκπομπών GHG. Παρ' όλο που ορισμένες μελέτες κατεβάζουν αυτό το μερίδιο σε περίπου 12%, ο ρόλος της διασφάλισης των δασών στον μετριασμό της κλιματικής αλλαγής παραμένει σημαντικός (Lang, 2009). Ενώ η χρήση των ορυκτών καυσίμων είναι η κύρια αιτία για τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, η σταθεροποίηση των παγκόσμιων θερμοκρασιών και κλιματικών συστημάτων θα είναι πρακτικά αδύνατη χωρίς τη μείωση των εκπομπών από το δασικό τομέα (Cook-Patton et al., 2021).

Κάποιες μελέτες υποδεικνύουν μάλιστα ότι η κοπή δασών έχει περισσότερη άμεση επίδραση στο κλίμα. Οι επιστήμονες παρατήρησαν ότι η αποψίλωση των δασών

στον Αμαζόνιο συνοδεύεται από εκτεταμένες μειώσεις της δασικής διαπνοής, τις αλλαγές στη δυναμική των νεφώσεων και της βροχής και από εκτεταμένη διάρκεια των περιόδων ξηρασίας (Anderegg et al., 2020).

Η πρόληψη της αποψίλωσης των δασών ως στρατηγική μετριασμού της κλιματικής αλλαγής παρουσιάζει επίσης μια ευκαιρία για τόνωση της οικονομίας. Αλλά η συνεχιζόμενη αποψίλωση των δασών υποδηλώνει ότι η διακοπή των δραστηριοτήτων αποψίλωσης δεν θα είναι εύκολη υπόθεση, μιας και υπάρχουν πάρα πολλά συμφέροντα. Συνεπώς, οι παγκόσμιοι αριθμοί αποψίλωσης των δασών υποδηλώνουν μια χαμένη μάχη. Για τριάντα αναπτυσσόμενες χώρες, συμπεριλαμβανομένων της Βολιβίας, της Βραζιλίας, της Ινδονησίας, του Μιανμάρ και της Ζάμπια, η αποψίλωση και η υποβάθμιση των δασών συνεχίζει να είναι η κυρίαρχη αιτία εκπομπών CO₂ (Lang, 2009). Οι χώρες με τα πιο εκτεταμένα δάση, όπως η Βραζιλία, ο Καναδάς, η Ινδονησία, η Ρωσική Ομοσπονδία και οι Ηνωμένες Πολιτείες, συνεχίζουν να χάνουν τις περισσότερες δασικές εκτάσεις, με την Ινδονησία να χάνει τα δάση της πιο γρήγορα από όλες τις προαναφερθείσες χώρες. Αυτές οι πέντε χώρες ήταν υπεύθυνες για περισσότερο από το 60% της παγκόσμιας απώλειας δασών από το 2000 έως το 2012. Επίσης, ενώ η αποψίλωση των δασών μειώνεται σε ορισμένες περιοχές, σε άλλες περιοχές συνεχίζεται με αμείωτους ή και αυξανόμενους ρυθμούς. Η μείωση της αποψίλωσης των δασών στη Βραζιλία αντισταθμίστηκε από την αύξηση των δασικών απωλειών στην Αγκόλα, την Ινδονησία, τη Μαλαισία, την Παραγουάη, τη Βολιβία και τη Ζάμπια (Hansen et al. 2013).

Η γεωργία είναι υπεύθυνη για το 40% του συνόλου της αποψίλωσης των δασών (Hosonuma et al., 2012). Τα δάση της Λατινικής Αμερικής αποψιλώνονται για να δημιουργηθούν χωράφια σόγιας και βοσκοτόπια για βοοειδή, και τα τροπικά δάση της Ινδονησίας και της Μαλαισίας για φυτείες φοινίκων. Στις λιγότερο ανεπτυγμένες περιοχές όπως η Αφρική, η γεωργία αντιπροσωπεύει το μεγαλύτερο μέρος της εκκαθάρισης των δασών. Τα δάση καθαρίζονται για αστική επέκταση στις Ηνωμένες Πολιτείες και τον Καναδά. Με λίγα λόγια, τα δάση αποψιλώνονται ως απάντηση στα σήματα και τη δυναμική της τοπικής και παγκόσμιας αγοράς. Ως εκ τούτου, πρέπει να αναπτυχθούν πολιτικές διαχείρισης και διατήρησης των δασών (Giebink et al., 2022).

Οι αυξανόμενες αγορές για σόγια, φοινικέλαιο και βοοειδή είναι τόσο ασταμάτητες όσο η αστικοποίηση. Ωστόσο, τα οικονομικά στοιχεία αποκαλύπτουν

επίσης ότι υπάρχει ανάγκη για μια βιώσιμη λύση όσον αφορά τους φυσικούς πόρους για τη διατήρηση της κερδοφορίας. Το πιο σημαντικό είναι ότι πρέπει να βρεθούν λύσεις όσον αφορά την προστασία του περιβάλλοντος, την οικονομική ανάπτυξη και την καταπολέμηση της φτώχειας (Thomas, 2017). Για παράδειγμα, τα στοιχεία που προέρχονται από τον Παναμά και τη Ζάμπια υποδηλώνουν την απουσία οποιασδήποτε σαφούς οικονομικής λογικής όσον αφορά τη συνεχιζόμενη αποψίλωση των δασών. Ο Παναμάς χάνει 300 εκατομμύρια δολάρια το χρόνο από την αποψίλωση των δασών ενώ τα δάση της Ζάμπια συμβάλλουν έως και 4,7% στο ΑΕΠ της χώρας και παρέχουν πάνω από ένα εκατομμύριο θέσεις εργασίας (Aggarwal et al., 2021).

Τα δασικά οικοσυστήματα θα παραμείνουν δασικά όσο η πραγματική αξία των δασών αναγνωρίζεται και λαμβάνεται υπόψη στις οικονομικές αποφάσεις. Γιατί όσο αυτή η οικονομική αξία είναι μεγαλύτερη από τις εναλλακτικές χρήσεις της γης, τότε η αποψίλωση των δασών μπορεί να αποθαρρυνθεί. Έχουμε φτάσει στο σημείο όπου η γη αξίζει περισσότερο με δέντρα παρά με οτιδήποτε άλλο (Findlay, 2021). Η πρόκληση είναι να γίνει σωστή αποτίμηση των άυλων και μη τιμολογούμενων αγαθών και υπηρεσιών όπως ο καθαρός αέρας, το νερό, η βιοποικιλότητα και η πρόληψη των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου (Anderegg et al., 2020). Από τη Βραζιλία, τη μεγαλύτερη οικονομία στη Λατινική Αμερική (Rochedo et al., 2018), μέχρι την Ινδονησία (Alisjahbana et al., 2017), τη μεγαλύτερη στη Νοτιοανατολική Ασία, οι κτηνοτρόφοι και οι υλοτόμοι κόβουν πολλές εκτάσεις δασών για τη δημιουργία ενός βοσκοτόπου, απελευθερώνοντας εκατοντάδες τόνους CO₂ στην ατμόσφαιρα.

Το σχέδιο για μειωμένες εκπομπές άνθρακα από την αποψίλωση και την υποβάθμιση των δασών (Reduced Emissions from Deforestation and Degradation, REDD+) υπό την αιγίδα του πλαισίου της Σύμβασης των Ηνωμένων Εθνών για την Κλιματική Αλλαγή προσφέρει κίνητρα στις αναπτυσσόμενες χώρες για τη μείωση της αποψίλωσης των δασών και την ενίσχυση της διατήρησης και της αειφόρου διαχείρισης των δασών (Duchelle et al., 2018; Bayrak & Marafa, 2016; Zahabu et al., 2007). Με την παροχή κινήτρων για την αποφυγή της αποψίλωσης των δασών, το REDD+ μπορεί να βοηθήσει στην προστασία των δασικών εκτάσεων και του τοπικού περιβάλλοντος, καλύπτοντας παράλληλα μεγάλο μέρος των οικονομικών στόχων που τίθενται (Duchelle et al., 2018; Zahabu et al., 2007).

Ενώ το REDD+ προσφέρει την ευκαιρία για σημαντικές αλλαγές με τα οικονομικά του κίνητρα, η απομάκρυνση από τις συνήθεις επιχειρηματικές δραστηριότητες δημιουργεί τεράστιες προκλήσεις. Πάντα θα υπάρχουν πολιτικές και οικονομικές δυνάμεις που επωφελούνται από την αποψίλωση και την υποβάθμιση των δασών. Η αποτελεσματική εφαρμογή του σχεδίου εξαρτάται από τη σωστή διακυβέρνηση και τους αξιόπιστους θεσμούς. Υπάρχει επίσης ανάγκη για αξιόπιστη παρακολούθηση των εκπομπών άνθρακα για την υποστήριξη των συστημάτων που βασίζονται σε αποτελέσματα (Duchelle et al., 2018).

Το REDD+ προσφέρει διαφορετικούς ρόλους και ευθύνες για τις χώρες και για τη διεθνή κοινότητα. Οι αναπτυσσόμενες χώρες οι οποίες εφαρμόζουν το REDD+ χρειάζονται οικονομική και τεχνική βοήθεια από τις πιο ανεπτυγμένες χώρες. Μια επένδυση 30 δισεκατομμυρίων δολαρίων ετησίως για το REDD+ που εφαρμόζεται στις τροπικές περιοχές για τη διατήρηση των δασών, μπορεί να επιταχύνει την παγκόσμια μετάβαση σε μια πράσινη και βιώσιμη ανάπτυξη. Από το 2014, το REDD+ υποστηρίζεται από 6,27 \$ δισεκατομμύρια (Wearing et al., 2020).

Δεν είναι όλα τα δάση ίδια. Με την υψηλή βιομάζα τους, τα τροπικά δάση αποθηκεύουν κατά μέσο όρο περίπου 50% περισσότερο άνθρακα από τα εύκρατα δάση ανά μονάδα επιφάνειας (Porrura et al., 2007). Όσον αφορά το κλίμα, η διατήρηση της δασικής κάλυψης και η αναδάσωση των καθαρισμένων τροπικών περιοχών θα επιβραδύνουν αποτελεσματικότερα την αύξηση της θερμοκρασίας (Agora & Montenegro, 2011). Μεταξύ των τροπικών δασών, τα μαγγρόβια δάση είναι από τα πιο πλούσια σε άνθρακα. Έτσι, παρά το γεγονός ότι αντιπροσωπεύουν μόλις το 0,7% της έκτασης των τροπικών δασών, η αποψίλωση των μαγγρόβιων δασών συνεισφέρει έως και το 10% των εκπομπών GHG από την παγκόσμια αποψίλωση των δασών (Donato et al., 2011).

Μια στρατηγική διαχείρισης των δασών, ενώ υπάρχει βιώσιμη παραγωγή ξυλείας, θα μπορούσε να διατηρήσει τα δάση που αναπτύσσονται. Η αποκατάσταση των υποβαθμισμένων εδαφών είναι μια από αυτές τις επιλογές (Keenan, 2015). Ο Νίγηρας, ένας από τα φτωχότερα έθνη σε όλον τον κόσμο, προσφέρει ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα ενός προγράμματος κατοχής γης και δέντρων για την υποστήριξη της αναγέννησης των δέντρων που ωφέλησαν 4,5 εκατομμύρια ανθρώπους. Οι άνθρωποι αυτοί επωφελήθηκαν με την αύξηση της παραγωγής

τροφίμων και των εισοδημάτων από τις αγροτικές δραστηριότητες και τη δημιουργία νέων αγορών. Η Βραζιλία και η Ινδονησία φαίνεται να αναγνωρίζουν την ύπαρξη τεράστιων υποβαθμισμένων δασικών εκτάσεων με δυνατότητα αποκατάστασης και επαναχρησιμοποίησης για τη δημιουργία αγροτικών θέσεων εργασίας χωρίς την εκκαθάριση περισσότερων δασών (Thomas, 2017).

Η αναδάσωση, αν και είναι πολύτιμη, τα μεμονωμένα προγράμματα δεν μπορούν να αντισταθμίσουν τις αυξανόμενες εκπομπές ατμοσφαιρικού άνθρακα από την αποψίλωση των δασών και τη καύση των ορυκτών καυσίμων. Η μείωση των εκπομπές GHG, είτε από τη μείωση της χρήσης των ορυκτών καυσίμων είτε από την αλλαγή χρήσης γης, είναι πολύ πιο σημαντική. Τα δάση πρέπει να διατηρούνται ως έχουν. Ενώ είναι αλήθεια ότι η αναδάσωση μπορεί να αποθηκεύσει την ίδια ποσότητα άνθρακα, τα δάση χρειάζονται εκατοντάδες χρόνια για να αναπτυχθούν (Lindner et al., 2014).

Σύμφωνα με τη μελέτη των Mackey et al. (2013), η αναδάσωση περιοχών που επηρεάζονται από τη χρήση γης θα μείωνε τον ατμοσφαιρικό CO₂ κατά 40-70 ppm μέχρι το τέλος του αιώνα. Αυτή η μείωση μειώνεται σε μεγάλο βαθμό από τη συνεχιζόμενη παγκόσμια αποψίλωση των δασών που προβλέπεται να αυξήσει τα επίπεδα CO₂ κατά 130-290 ppm έως το 2100. Οι εκπομπές ορυκτών καυσίμων αναμένεται να αυξήσουν τα επίπεδα CO₂ κατά 170-600 ppm έως το 2100 (Mackey et al. 2013).

Η προστασία των δασών βρέθηκε να είναι πιο αποτελεσματική όταν υπάρχει βιώσιμη χρήση αυτών από τους τοπικούς πληθυσμούς, παρά όταν υπάρχουν για παράδειγμα σχετικές απαγορεύσεις. Στην Ταϊλάνδη και την Κόστα Ρίκα, οι τοπικές κοινότητες είδαν αύξηση των εισοδημάτων με τη βελτιωμένη διαχείριση των φυσικών πόρων. Στην Αφρική, την Ασία και τη Λατινική Αμερική, κάποια προγράμματα προστασίας στα οποία πήραν μέρος οι αυτόχθονες πληθυσμοί μείωσαν τα ποσοστά αποψίλωσης κατά δύο ποσοστιαίες μονάδες ετησίως (Thomas, 2017). Αυτό υποδηλώνει ότι η συμπερίληψη του τοπικού πληθυσμού σε δράσεις διατήρησης των δασών, μπορεί να συνεισφέρει στην περαιτέρω προστασία των δασών και την οικονομική ανάπτυξη. Η αποτελεσματικότητα αυτής της προσέγγισης εξαρτάται από την ικανότητα και το ενδιαφέρον των κοινοτήτων να διαχειριστούν τα δάση τους. Αυτό για να συμβεί βέβαια, πρέπει η ζωή του τοπικού πληθυσμού να εξαρτάται από τα δάση.

Όλες οι προσπάθειες για τα δάση βασίζονται σε υπεύθυνες πολιτικές και τη συνεπή επιβολή αυτών (Yousefpour et al., 2017).

2.6. Αστική Ανθεκτικότητα και Μετριασμός

Σε παγκόσμιο επίπεδο, περίπου 3,9 δισεκατομμύρια από τα περίπου 7,5 δισεκατομμύρια ανθρώπων του κόσμου ζούνε σε αστικά περιβάλλοντα. Λειτουργώντας ως τα παγκόσμια κέντρα ανάπτυξης, οι πόλεις δημιουργούν περισσότερο από το 80% του παγκόσμιου ΑΕΠ. Καθώς οι αστικοί πληθυσμοί αναμένεται να φτάσουν τα δύο τρίτα του παγκόσμιου πληθυσμού μέχρι το 2050, αναμένεται η συγκέντρωση των οικονομικών δραστηριοτήτων να γίνει πιο έντονη (Dulal, 2017).

Ωστόσο, ορισμένες από τις μεγαλύτερες πόλεις του κόσμου είναι χτισμένες σε πλημμυρικές πεδιάδες ή χαμηλές παράκτιες περιοχές. Ταυτόχρονα, τα σκουπίδια, η απώλεια μαγρόβων και η απώλεια των διαπερατών επιφανειών στις αστικές περιοχές συνθέτουν ορισμένους πολύ σοβαρούς γεωγραφικούς κινδύνους. Περίπου ένα δισεκατομμύριο άνθρωποι ζουν σε παραγκουπόλεις, αυξάνοντας τον κίνδυνο ακόμα περισσότερο (Junqueira et al., 2021).

Η συνεχιζόμενη εισροή μεταναστών επιδεινώνει την κατάσταση καθώς οι πόλεις αγωνίζονται να συμβαδίσουν με την ανάπτυξη. Αυτό είναι πιο αληθινό σε χώρες μεσαίου εισοδήματος στην Αφρική και την Ασία, όπου υπάρχουν πολύ μεγάλοι πληθυσμοί. Η δραστική αύξηση της ζήτησης στις μεταφορές και τη στέγαση είναι δύσκολο να καλυφθεί. Και οι ευκαιρίες εργασίας συχνά υπολείπονται των προσδοκιών. Η πρωτεύουσα του Μπαγκλαντές, η Ντάκα, που ήδη φιλοξενεί δεκαπέντε εκατομμύρια κατοίκους, εξακολουθεί να δέχεται περίπου 350.000 μετανάστες ετησίως. Με αυτή την ανάπτυξη, ο σχεδιασμός χρήσεων γης και η παροχή υπηρεσιών έκτακτης ανάγκης δεν μπορούν να συμβαδίσουν. Η Ινδία, εν τω μεταξύ, θα έχει επιπλέον τετρακόσια εκατομμύρια κατοίκους έως το 2050. Και στον ανεπτυγμένο κόσμο, η ζήτηση για σπίτια στο Ηνωμένο Βασίλειο ωθεί την κατασκευή κατοικιών σε πεδιάδες όπου υπάρχει πολύ μεγάλος κίνδυνος για πλημμύρες (Thomas, 2017).

Ωστόσο, οι ίδιες συνθήκες που δημιουργούν ακραίες καταστάσεις στις πόλεις, μπορούν επίσης να προσφέρουν ευκαιρίες. Με τη μεγάλη συγκέντρωση ανθρώπων

και υλικών πόρων, οι πόλεις έχουν πολλές ευκαιρίες για να εφαρμόσουν στρατηγικές χαμηλών εκπομπών άνθρακα και τη δημιουργία ανθεκτικότητας. Η αποτελεσματική ηγεσία και διακυβέρνηση είναι απαραίτητες προϋποθέσεις για να γίνει αυτό. Επιπλέον, δεν είναι αρκετό να εφαρμοστεί κάποια πολιτική στερεών αποβλήτων ή να γίνουν επενδύσεις στην ηλιακή ενέργεια ή σε αντιπλημμυρικές υποδομές. Με την πολυπλοκότητα του αστικού περιβάλλοντος, υπάρχει ανάγκη για ένα ενδεδειγμένο, ολοκληρωμένο και εφαρμόσιμο σχέδιο για το μετριασμό και την προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή (Kabisch et al., 2016).

Η διάταξη της πόλης και η κλιματικά έξυπνη υποδομή είναι πολύ σημαντικά στοιχεία όσον αφορά την προστασία των κτηρίων από τους κινδύνους της φύσης και είναι απαραίτητα για τη μελλοντική ανάπτυξη των πόλεων. Πρέπει να γίνεται καλή μελέτη, καθώς θα είναι πολύ δύσκολο να αναιρεθούν. Δεδομένου ότι οι αρκετές πόλεις βρίσκονται σε κίνδυνο από τις πλημμύρες και η εγκατάλειψή τους είναι εκτός συζήτησης, ο ανασχεδιασμός και η μετασκευή των πόλεων μπορεί να είναι μέρος της λύσης. Πρέπει να ληφθεί υπόψη και ο περιορισμός της ανάπτυξης των πόλεων σε επικίνδυνες τοποθεσίες και παράκτιες περιοχές. Η Ολλανδία για παράδειγμα, εκτός από την κατασκευή αντιπλημμυρικών υποδομών μεγάλης κλίμακας, έχει καταφύγει και σε πλωτές κατοικίες και επέκταση χώρων πρασίνου για την απορρόφηση του νερού (Stead, 2014).

Μια μελέτη σε 136 παράκτιες πόλεις σε όλο τον κόσμο έδειξε ότι οι ακτές όπως είναι σήμερα θα πάψουν να υπάρχουν, εάν οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου δεν περιοριστούν. Η έκθεση στον κίνδυνο πλημμύρων στις παράκτιες πόλεις συνεχίζει να αυξάνεται λόγω της αύξησης του πληθυσμού, της αύξησης των περιουσιακών στοιχείων, της αλλαγής του κλίματος και της καθίζησης του εδάφους. Οι μέσες παγκόσμιες απώλειες από τις πλημμύρες θα αυξηθούν στα 52 δισεκατομμύρια δολάρια έως το 2050 (από 6 δισεκατομμύρια δολάρια το 2005), λόγω των κοινωνικοοικονομικών αλλαγών. Με την κλιματική αλλαγή και την καθίζηση του εδάφους, η εκτίμηση των απωλειών από πλημμύρες υπερβαίνει το ένα τρισεκατομμύριο δολάρια ΗΠΑ ετησίως, εάν οι επενδύσεις αντιπλημμυρικής προστασίας παραμένουν στα τρέχοντα επίπεδα και δεν αναβαθμιστούν (Hallegatte et al. 2013).

Οι υπάρχουσες παράκτιες άμυνες που έχουν σχεδιαστεί για τις τρέχουσες περιβαλλοντικές συνθήκες δεν θα είναι σε θέση να αντέξουν ακόμη και τις μέτριες αυξήσεις της στάθμης της θάλασσας. Για να μειωθούν οι απώλειες, θα πρέπει να υπάρξει ενίσχυση της παρούσας προστασίας. Οι παράκτιες πόλεις πρέπει να διαχειριστούν την αύξηση του κινδύνου πριν επέλθει κάποια μεγάλη καταστροφή. Θα χρειαστούν μεγάλες επενδύσεις για την προστασία των ακτών τις επόμενες δεκαετίες. Η ετοιμότητα για τις καταστροφές, η ανοικοδόμηση και η διεθνής συνεργασία είναι σημαντικές ενέργειες, ειδικά όταν επηρεάζονται οι μικρές ή φτωχές χώρες (Stead, 2014).

Με τη μεγάλη συγκέντρωση δραστηριοτήτων και ανθρώπων, οι πόλεις αντιπροσωπεύουν περισσότερο από το 70% των παγκόσμιων εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και είναι κεντρικής σημασίας για τις στρατηγικές μετριασμού της κλιματικής αλλαγής. Οι εκτιμήσεις δείχνουν ότι οι εκπομπές GHG θα μπορούσαν να μειωθούν κατά 10% ετησίως εάν οι 100 μεγαλύτερες πόλεις του κόσμου επρόκειτο να εφαρμόσουν πολιτικές χαμηλών εκπομπών άνθρακα (World Bank, 2014). Ο θετικός αντίκτυπος της μετάβασης των πόλεων σε πρακτικές χαμηλών εκπομπών άνθρακα θα έχει απήχηση πέρα από τα σύνορα των πόλεων. Ο μεγαλύτερος όμως κερδισμένος από τις πρακτικές αυτές θα είναι οι ίδιες οι πόλεις. Είναι ευτυχές το γεγονός που οι πόλεις σχεδιάζονται για να γίνουν πιο πράσινες και πιο αποτελεσματικές, και με το μικρότερο αποτύπωμα άνθρακα, οι άνθρωποι θα είναι πιο υγιείς και οι κοινότητες θα είναι πιο ανθεκτικές (Junqueira et al., 2021).

Σε παγκόσμιο επίπεδο, τα ετήσια επίπεδα PM10 αυξήθηκαν κατά 6 τοις εκατό από το 2009 έως το 2012. Σύμφωνα με τη βάση δεδομένων Ambient Air του Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας, το Νέο Δελχί είναι η πιο μολυσμένη πόλη και ακολουθούν το Καράτσι και το Ντακάρ (WHO, 2014). Η ρύπανση στην Ινδία δεν περιορίζεται στο Νέο Δελχί. Πάνω από το 70% των αστικών οικισμών της Ινδίας δεν πληροί τα πρότυπα ποιότητας αέρα. Έτσι λοιπόν, δεν αποτελεί έκπληξη το γεγονός ότι η χώρα υφίσταται τους περισσότερους θανάτους από χρόνιες αναπνευστικές παθήσεις. Η μείωση των μικροσωματιδίων στην ατμόσφαιρα εκτιμάται ότι θα παρατείνει τη ζωή περίπου 660 εκατομμυρίων Ινδών πάνω από τρία χρόνια (Greenstone et al., 2015). Στη Λαϊκή Δημοκρατία της Κίνας, εκτός από το Πεκίνο και τη Σαγκάη οι οποίες έχουν πολύ μεγάλα ποσοστά ατμοσφαιρικής ρύπανσης, στις πόλεις που βρίσκονται βόρεια του ποταμού Χουάι (στη βόρεια περιοχή) υπάρχουν πολύ υψηλά επίπεδα αιωρούμενων

σωματιδίων από κάρβουνο για λέβητες για τις ανάγκες θέρμανσης κατά τη διάρκεια του χειμώνα. Αυτή η αύξηση στη συγκέντρωση σωματιδίων μειώνει το προσδόκιμο ζωής περίπου πεντακοσίων εκατομμυρίων Κινέζων κατά 5,5 χρόνια (Ebenstein et al., 2017).

Οι ενέργειες των πόλεων για το μετριασμό της κλιματικής αλλαγής πρέπει να ξεκινήσει με σχέδια πόλεων και υποδομών. Πρέπει δηλαδή να αναπτυχθούν πιο συνδεδεμένες πόλεις, με αποδοτικά κτίρια και χτισμένες γύρω από τα μέσα μαζικής μεταφοράς. Οι δράσεις χαμηλών εκπομπών άνθρακα εκτιμάται ότι θα αποφέρουν εξοικονόμηση ύψους 16,6 τρισεκατομμυρίων δολαρίων έως το 2050. Οι αστικές δράσεις μετριασμού μπορούν επίσης να μειώσουν τις ετήσιες εκπομπές GHG κατά 3,7 Gt CO₂ το 2030 (Global Commission on the Economy and Climate, 2015).

Στις μεταφορές, εκτός από τη διασφάλιση της ανθεκτικότητας των μεταφορών, πρέπει να υπάρχουν υποδομές σε περίπτωση πλημμύρων και καταιγίδων, καθαρότεροι και πιο ενεργειακά αποδοτικοί τρόποι μεταφοράς. Πρέπει επίσης να υπάρξει μια μετατόπιση από τα αυτοκίνητα στα μέσα μαζικής μεταφοράς και να προβλεφθεί η χρήση ενεργειακά αποδοτικότερων τεχνολογιών. Τα υγρά και τα αέρια βιοκαύσιμα είναι πλέον διαθέσιμα στο εμπόριο, και οι πηγές ηλεκτρικής ενέργειας με χαμηλές εκπομπές άνθρακα δημιουργούν τις απαραίτητες προϋποθέσεις μετριασμού της κλιματικής αλλαγής. Οι καλά σχεδιασμένες πόλεις μπορούν ακόμη και να περιορίσουν την ανάγκη για μηχανοκίνητη μεταφορά, καθώς και να μειώσουν την ανάγκη για ταξίδια (Mi et al., 2019).

Οι εκπομπές από τα απόβλητα σχεδόν διπλασιάστηκαν από το 1970 έως το 2010 (Thomas, 2017). Δεδομένου ότι η παραγωγή απορριμμάτων συνδέεται στενά με τον πληθυσμό, την ευημερία και την αστικοποίηση, η αποτελεσματική διαχείριση των απορριμμάτων είναι μια άλλη δράση μετριασμού για τις πόλεις. Το κύριο αέριο GHG από τη διάθεση αστικών στερεών απορριμμάτων είναι το μεθάνιο, ένα αέριο πιο αποτελεσματικό στην παγίδευση θερμότητας από ότι το ο άνθρακας. Η μείωση των απορριμμάτων, η επαναχρησιμοποίηση, η ανακύκλωση και η ανάκτηση ενέργειας μπορούν να μειώσουν σημαντικά τις εκπομπές από τη διάθεση των απορριμμάτων (Mi et al., 2019).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΩΝ

3.1. Κύκλος διαχείρισης καταστροφών

Για να μετριαστούν οι επιπτώσεις των κινδύνων, πρέπει να παρθούν μαθήματα από τα προηγούμενα γεγονότα. Οι κύκλοι διαχείρισης καταστροφών μπορούν να χωριστούν στις εξής φάσεις: πριν από την καταστροφή, ανακούφιση από καταστροφές και ανοικοδόμηση και ανάκτηση. Πρέπει να ληφθούν μέτρα για την κατάλληλη προετοιμασία απέναντι στις καταστροφές, πριν αυτές επέλθουν. Παρόλο που η ακριβής τοποθεσία, ο χρόνος ή η ένταση ενός κινδύνου είναι απρόβλεπτα, οι καταστροφές τείνουν να επικεντρώνονται και να επαναλαμβάνονται σε ορισμένες περιοχές ή χώρες. Για το λόγο αυτό, μπορούν να ληφθούν διάφορα μέτρα πριν από την εκδήλωση μιας καταστροφής (Rana et al., 2021).

Για την προστασία από φυσικές καταστροφές πρέπει να υπάρχει ολιστική αντιμετώπιση, να είναι σε βάθος χρόνου και να αξιοποιούνται διάφορα μέτρα τα οποία σχετίζονται με όλες τις φάσεις της διαχείρισης μιας καταστροφής. Αυτό εξάλλου επιτάσσει ο βασικός Νόμος που διέπει την πολιτική προστασία στην Ελλάδα, σύμφωνα με τον οποίο, για την επίτευξη του σκοπού της πολιτικής προστασίας «εκπονούνται σχέδια και προγράμματα πρόληψης, ανά κατηγορία κινδύνου, λαμβάνονται μέτρα ετοιμότητας και αναλαμβάνονται δράσεις πρόληψης, ετοιμότητας, αντιμετώπισης και αποκατάστασης» (άρθρο 1, παρ.2, εδ.α του Ν.3013/2002) (Αθανασιάδου, 2020).

Καμία χώρα δεν αποτελεί άριστο παράδειγμα για την εφαρμογή καλών πρακτικών, αλλά υπάρχουν ορισμένα παραδείγματα τα οποία μπορούν να παρθούν από διάφορες χώρες μεμονωμένα. Η ικανότητα απόκρισης είναι ζωτικής σημασίας, όπως φαίνεται από τις εμπειρίες της Μαλαισίας και της Σιγκαπούρης, ειδικότερα όσον αφορά την έρευνα και τη διάσωση. Στην Ταϊλάνδη, στον απόηχο των πλημμυρών του 2011, προωθήθηκε η ασφάλιση απέναντι στις καταστροφές για τις μικρές επιχειρήσεις. Το σύστημα προειδοποίησης κυκλώνων του Μπαγκλαντές είναι ένα άλλο καλό παράδειγμα (Thomas, 2017).

Μετά τον κυκλώνα Bhola, ο οποίος είχε ταχύτητα ανέμου διακόσια χιλιομέτρων την ώρα και σκότωσε πάνω από πεντακόσιες χιλιάδες ανθρώπους το 1970, ανάγκασε το Μπαγκλαντές να επενδύσει 10 δισεκατομμύρια δολάρια για τα μέτρα

ετοιμότητας ενάντια σε παρόμοια γεγονότα. Με τη χώρα να είναι εξοπλισμένη με συστήματα έγκαιρης προειδοποίησης, καταφύγια ανθεκτικά σε καταστροφές και αναχώματα, ο κυκλώνας Sidr το 2007, με ταχύτητα ανέμου 250 χιλιομέτρων την ώρα, οδήγησε σε πολύ χαμηλότερο αριθμό θανάτων (McNamara et al., 2016).

Φάση πριν από την καταστροφή

Η ανάπτυξη πολιτικών και μέτρων ετοιμότητας και ανθεκτικότητας απαιτεί χρόνο και σχεδόν πάντα παραβλέπεται, αλλά η τα αποτελέσματά τους είναι πάντα πολύ θετικά. Οι χώρες που υπόκεινται σε επαναλαμβανόμενους κινδύνους θα πρέπει να ενσωματώσουν μέτρα ετοιμότητας και πρόληψης, καθώς και στρατηγικές αντιμετώπισης. Η χρηματοδότηση και η υποστήριξη των εθνικών ιδρυμάτων και των τοπικών κυβερνήσεων για την παροχή της απαραίτητης υποδομής και τεχνογνωσίας είναι απαραίτητη (Rana et al., 2021).

Εκτός από τα συστήματα έγκαιρης προειδοποίησης, η ανθεκτική και προσβάσιμη υποδομή για ασφαλές νερό, τα νοσοκομεία και τα κέντρα εκκένωσης είναι από τις πιο σημαντικές επενδύσεις. Οι εγκαταστάσεις που είναι ζωτικής σημασίας για την αντιμετώπιση κρίσεων πρέπει να συνδέονται με δίκτυα που θα διασφαλίσουν την επιτυχία τους. Όταν λοιπόν γίνεται κάποιος σεισμός ή όταν υπάρχει κάποια πλημμύρα, τα κρίσιμα δίκτυα μπορούν να παραμείνουν ανθεκτικά στις καταστροφές. Σε διαφορετική περίπτωση, οι ανεπαρκείς υποδομές θα οδηγήσουν σε διακοπή λειτουργίας σημαντικών υπηρεσιών, οδηγώντας σε διακοπές ρεύματος, διακοπή παροχής νερού και περιορισμούς στις μετακινήσεις. Οι κατεστραμμένοι δρόμοι και οι πεσμένες γέφυρες περιορίζουν σταθερά τη μετακίνηση των ανθρώπων σε ασφαλέστερες περιοχές, εκτός από την παροχή σωτήριων υγειονομικών προμηθειών (Muzamil et al., 2022).

Ανακούφιση από τις καταστροφές

Το κύριο μέλημα της αρχικής αντιμετώπισης των καταστροφών είναι η διάσωση ζωών και η παροχή βασικών αναγκών, όπως είναι το νερό, η τροφή, η στέγη, ο ρουχισμός και η ιατρική βοήθεια. Η ικανότητα ή αδυναμία παροχής άμεσης βοήθειας

επιφέρει μια αλυσιδωτή αντίδραση σε όλη τη διαδικασία ανάκτησης. Η μεσοπρόθεσμη ανταπόκριση εμπλέκεται άμεσα στην ανάκτηση, ξεκινώντας από την εκτίμηση των ζημιών. Θα πρέπει να ληφθούν ενδιάμεσα μέτρα για την αποκατάσταση των κατασκευών και των λειτουργιών των κοινοτήτων και των θεσμών (Muzamil et al., 2022).

Σημαντικά χαρακτηριστικά που υποστηρίζουν αποτελεσματικά την αντιμετώπιση καταστροφών είναι η ταχύτητα, η επικαιρότητα, η συμπερίληψη, η διαφάνεια και η ευελιξία. Η έγκαιρη ανταπόκριση συμβάλλει στον περιορισμό των θυμάτων και των υλικών ζημιών. Η συμπερίληψη και η διαφάνεια προάγουν την κοινωνική συνοχή που είναι επίσης απαραίτητη για την αποτελεσματική ανταπόκριση. Επίσης, η τακτική διανομή των προμηθειών έκτακτης ανάγκης από την τοπική ηγεσία είναι πολύ σημαντική για τη διατήρηση της κοινωνικής συνοχής. Η ευελιξία, ειδικά όσον αφορά το σχεδιασμό των δραστηριοτήτων και των διαδικασιών είναι επίσης κρίσιμη για την αποτελεσματικότητα και την αποδοτικότητα της αντιμετώπισης καταστροφών. Η ενσωμάτωση και ο συντονισμός όλων αυτών των χαρακτηριστικών μπορεί να αποδειχθούν αρκετά δύσκολα, καθώς πρέπει να υπάρξει ιεράρχηση των προτεραιοτήτων. Αυτό πρέπει να γίνει στο πλαίσιο ολόκληρου του κύκλου διαχείρισης καταστροφών (Rana et al., 2021).

Ανασυγκρότηση και Ανάκτηση

Αμέσως μετά τη φάση ανακούφισης, ένα απαραίτητο πρώτο βήμα για την ανάκαμψη και την ανασυγκρότηση είναι η ταχεία εκτίμηση του μεγέθους των ζημιών όσον αφορά την απώλεια σε ζωές, περιουσίες, καλλιέργειες, μέσα διαβίωσης, υποδομές, και ιδρύματα. Οι ενέργειες πρέπει να είναι γρήγορες, καλά συντονισμένες, λεπτομερείς και να επικεντρώνονται στον άμεσο σχεδιασμό της αποκατάστασης μετά την καταστροφή. Η αξιολόγηση θα πρέπει επίσης να ενημερώνεται συνεχώς καθώς περνά η ώρα (Muzamil et al., 2022).

Μια σειρά από ενέργειες μετά την καταστροφή μπορούν να μειώσουν αποτελεσματικά τον πόνο των θυμάτων, να προσφέρουν προσωρινά μέσα διαβίωσης και να βοηθήσουν τους ανθρώπους να σταθούν ξανά στα πόδια τους. Για παράδειγμα, στη φονική πυρκαγιά στο Μάτι το 2018 η οποία είχε ως αποτέλεσμα το θάνατο 100 ανθρώπων και την καταστροφή πολλών περιουσιών, οι συντονισμένες δράσεις πολλών ιδιωτών και οργανισμών παρείχε πολύ σημαντική ανακούφιση στους πληγέντες. Τα

χρήματα που συγκεντρώθηκαν ανέρχονται σε εκατομμύρια ευρώ, ενώ η συμπαράσταση του κόσμου σε τρόφιμα, ρουχισμό και άλλου είδους βοήθεια ήταν ανεπανάληπτη. Το αποτέλεσμα ήταν να παρασχεθούν τρόφιμα και προσωρινή στέγη στους πληγέντες, κάτι το οποίο τους προσέφερε μια ανακούφιση (Πρασσάς, 2020).

Επανεγκατάσταση και ανακατασκευή

Κατά την ανταπόκριση στις ανάγκες ανακατασκευής, είναι πολύ σημαντικό να γίνουν προσεκτικές ενέργειες οι οποίες θα προάγουν την ανθεκτικότητα σε καταστροφές, ανακατασκευάζοντας τα κτίρια με τρόπους ώστε να μειωθεί η πιθανότητα υποτροπής. Για παράδειγμα, η ανοικοδόμηση πρόχειρων και μη οικιών σε περιοχές επιρρεπείς σε καταστροφές μπορεί να παρέχουν στέγαση σε άτομα που έχουν ανάγκη, αλλά μπορεί να οδηγήσει σε πιο σοβαρές απώλειες σε περίπτωση νέας καταστροφής. Αυτό είναι πολύ περισσότερο πιθανό εάν υπάρξει καθυστέρηση στην παροχή βοήθειας και στα σχέδια μετεγκατάστασης και ανοικοδόμησης (Rana et al., 2021).

Η ανοικοδόμηση στο ίδιο σημείο έναντι της μετεγκατάστασης σε ασφαλέστερη τοποθεσία είναι συχνά ένα δίλημμα. Μετά από μια καταστροφή, υπάρχει μια επίμονη πίεση να μετεγκατασταθούν κοινότητες από τη μία πλευρά και να παραμείνουν για λόγους παράδοσης και βιοπορισμού από την άλλη. Τα οφέλη και το κόστος της μετεγκατάστασης έναντι της καλύτερης ανοικοδόμησης *in situ* πρέπει να συγκριθούν. Η ικανότητα επιβολής αυστηρών ζωνών κινδύνου καθώς και η εφαρμογή σχεδίων μετεγκατάστασης μπορεί να είναι δύσκολη. Στην περίπτωση αυτή χρειάζεται ισχυρή πολιτική βούληση. Η αποτελεσματική μετεγκατάσταση περιλαμβάνει την παροχή επαρκών υπηρεσιών και βιοποριστικής υποστήριξης για να διασφαλιστεί ότι οι άνθρωποι δεν θα επιστρέψουν στις περιοχές υψηλού κινδύνου (Muzamil et al., 2022).

3.2. Πολιτική προστασία

Πριν το 1995 η αντιμετώπιση έκτακτων αναγκών αφορούσε τη συμμετοχή της διοίκησης και συνδέονταν θεσμικά με έννοιες όπως αυτή της Πολιτικής Σχεδίασης Εκτάκτου Ανάγκης (ΠΣΕΑ) της Παλλαϊκής Άμυνας (Π.ΑΜ), του Δόγματος του Αρχιστρατήγου, και τα σχέδια έκτακτης ανάγκης ήταν απόρρητα. Μετά το 1974, οι Ένοπλες Δυνάμεις αποκτούν κυρίαρχο ρόλο στην αντιμετώπιση έκτακτων αναγκών

από την εκδήλωση καταστροφών. Η πολιτική προστασία στην Ελλάδα, όπως είναι σήμερα, καθιερώθηκε θεσμικά το 1995, με την ίδρυση της Γενικής Γραμματείας Πολιτικής Προστασίας στο Υπουργείο Εσωτερικών (Τολίδης, 2021).

Το σύστημα πολιτικής προστασίας στη χώρα μας συνίσταται από συγκεκριμένα στοιχεία τα οποία έχουν αναλάβει το σχεδιασμό και την εφαρμογή της πολιτικής προστασίας, το ανθρώπινο δυναμικό και τα διατιθέμενα μέσα πολιτικής προστασίας και την εθελοντική υποστήριξη. Όσον αφορά το σχεδιασμό και την εφαρμογή των απαραίτητων ενεργειών, αυτές προβλέπονται στο σχέδιο πολιτικής προστασίας και εφαρμόζονται από τους εμπλεκόμενους (Δανδουλάκη, 2011).

Η θεσμοθέτηση της Πολιτικής Προστασίας στην Ελλάδα, έγινε αρχικά το 1995 με το Ν.2344 (ΦΕΚ 212Α). Η ανάγκη για την αναβάθμιση και τον επαναπροσδιορισμό του σκοπού και των στόχων σύμφωνα με τα σύγχρονα δεδομένα οδήγησε το 2002, στη σύσταση του Ν.3013 (ΦΕΚ 102Α), με τον οποίο ουσιαστικά καθιερώθηκε το Σύστημα Πολιτικής Προστασίας της χώρας (Κουκούλη, 2015).

Ειδικότερα, η πολιτική προστασία στον ελλαδικό χώρο ορίζεται από τα παρακάτω θεσμικά κείμενα (Παναγόπουλος, 2022):

- Ν.1349/1983, Σύσταση του ΟΑΣΠ
- Ν. 2344/1995, ΦΕΚ 212/τΑ'/11-10-1995 «Οργάνωση πολιτικής προστασίας και άλλες διατάξεις»
- Ν. 3013/2002, ΦΕΚ 102/τΑ'/1-5-2002 «Περί αναβάθμισης της Πολιτικής Προστασίας»
- ΥΑ 1299/2003, ΦΕΚ 423/τΒ'/10-4-2003 - Περί έγκρισης του Γενικού Σχεδίου Πολιτικής Προστασίας «ΞΕΝΟΚΡΑΤΗΣ»
- Π.Δ. 151/2004 Οργανισμός Γενικής Γραμματείας Πολιτικής Προστασίας (ΦΕΚ 107, τ. Α'). καθορίζεται η νέα αποστολή, διάρθρωση και αρμοδιότητες της Γενικής Γραμματείας Πολιτικής Προστασίας.
- Ν. 3852/2010, ΦΕΚ 87/τΑ'/2010 «Νέα Αρχιτεκτονική της Αυτοδιοίκησης και της Αποκεντρωμένης Διοίκησης – Πρόγραμμα Καλλικράτης».

Για να γίνει πραγματικότητα η πολιτική προστασία στην Ελλάδα, είναι απαραίτητη η συμμετοχή και συμβολή έμπυχου δυναμικού και μέσων από όλους τους κρατικούς φορείς. Αυτοί αναφέρονται στη συνέχεια (Παναγόπουλος, 2022):

- Δυναμικό Πολιτικής Προστασίας: 1) Στελέχη πολιτικής προστασίας σε κεντρικό, περιφερειακό και τοπικό επίπεδο. 2) Όλες οι υπηρεσίες του δημόσιου (Υπηρεσίες Υπουργείων, Υπηρεσίες των ΟΤΑ, Εποπτευόμενοι Φορείς). 3) Οργανισμοί, εταιρείες του δημοσίου ή του ιδιωτικού τομέα που σχετίζονται με ειδικές δράσεις πολιτικής προστασίας κυρίως στις φάσεις προετοιμασίας και αντιμετώπισης των καταστροφών (ΔΕΗ, ΔΕΠΑ, ΕΥΔΑΠ, ΟΤΕ κ.λπ.). 4) Τα Σώματα Ασφάλειας. 5) Το Ε.Κ.Α.Β. και οι λοιπές υπηρεσίες υγείας. 6) Οι Ένοπλες Δυνάμεις. 7) Ακαδημαϊκά και ερευνητικά Ιδρύματα. 8) Εθελοντικές οργανώσεις και ειδικευμένοι εθελοντές πολιτικής προστασίας.

- Μέσα Πολιτικής Προστασίας: 1) Ειδικά οχήματα και μηχανήματα. 2) Οχήματα μεταφοράς (υλικών, εξοπλισμού, προσωπικού, πληθυσμού κ.λπ.). 3) Ειδικά οχήματα (Πυροσβεστικού Σώματος, ΕΛ.ΑΣ., Ε.Κ.Α.Β.). 4) Πλωτά και εναέρια μέσα. 5) Μέσα επικοινωνίας. 6) Υγειονομικό υλικό. 7) Υλικό ανάπτυξης καταυλισμών.

- Εθελοντισμός πολιτικής προστασίας: Οι εθελοντές διαδραματίζουν πολύ σημαντικό ρόλο όσον αφορά την πρόληψη, αντιμετώπιση, και αποκατάσταση των καταστροφών. Οι βάσεις για την δημιουργία ενός συστήματος εθελοντισμού πολιτικής προστασίας έχουν τεθεί με το Ν.3013/2002. Στον εν λόγω νόμο προβλέπεται η σύσταση Μητρώου Εθελοντικών Οργανώσεων και Ειδικευμένων Εθελοντών. Η σύσταση του Μητρώου έχει γίνει από τη Γ.Γ.Π.Π. και η ένταξη σε αυτό γίνεται ύστερα από απόφαση του Γενικού Γραμματέα Πολιτικής Προστασίας.

Μια ειδική κατηγορία εθελοντών είναι αυτοί που δραστηριοποιούνται, στο πλαίσιο της αποστολής του Πυροσβεστικού Σώματος [παρ. 3 άρθρο 27 του Ν. 3536/2007 (ΦΕΚ 42Α)]. Οι εντασσόμενες στο Μητρώο Εθελοντικές Οργανώσεις και Ειδικευμένοι Εθελοντές υπάγονται επιχειρησιακά απευθείας στη Γ.Γ.Π.Π. η οποία φροντίζει για την εκπαίδευση των μελών των εθελοντικών οργανώσεων. Επίσης, οι δραστηριότητες τους χρηματοδοτούνται από τη Γ.Γ.Π.Π. μέσω κονδυλίων που προβλέπονται, στον ετήσιο προϋπολογισμού της.

Σχέδιο ΞΕΝΟΚΡΑΤΗΣ

Το Γενικό Σχέδιο Πολιτικής Προστασίας με τη συνθηματική λέξη «ΞΕΝΟΚΡΑΤΗΣ» (ΓΣΠΠ «ΞΕΝΟΚΡΑΤΗΣ» Υ.Α. 1299/2003 (ΦΕΚ423Β) αποτελεί το γενικότερο πλαίσιο σχεδιασμού για την αποτελεσματική αντιμετώπιση εκτάκτων αναγκών από φυσικές, τεχνολογικές και άλλες καταστροφές. Συμμετέχουν όλοι οι φορείς της δημόσιας διοίκησης και πολιτικής προστασίας της Ελλάδας (Παναγόπουλος, 2022).

Το ΓΣΠΠ «ΞΕΝΟΚΡΑΤΗΣ» προσφέρει οδηγίες για την τυποποίηση των ενεργειών σε περίπτωση που υπάρξει κάποια ανάγκη. Το σχέδιο αναφέρει να εξής (Δανδουλάκη, 2011):

- Τις κατηγορίες των καταστροφών
- Τον τρόπο που ενεργοποιείται η Πολιτική Προστασία
- Τα επίπεδα διοίκησης και τις αντίστοιχες υπηρεσίες και φορείς που εμπλέκονται στο σχεδιασμό για κάθε κατηγορία καταστροφής.
- Τα όργανα διοίκησης και συντονισμού των επιχειρησιακών δυνάμεων σε όλα τα επίπεδα.

Η κινητοποίηση της πολιτικής προστασίας γίνεται σε τέσσερις φάσεις (Τολίδης, 2021):

- 1η φάση: Συνήθης Ετοιμότητα. Η φάση αυτή είναι προπαρασκευαστική και περιλαμβάνει όλες τις αναγκαίες ενέργειες που πρέπει να γίνουν από το κράτος, έτσι ώστε να ακολουθήσουν οι επόμενες δράσεις. Πιο συγκεκριμένα, γίνεται αξιολόγηση των πρώτων πληροφοριών όσον αφορά το γεγονός ή το επικείμενο γεγονός, έτσι ώστε να υπάρξει μια εμπεριστατωμένη εκτίμηση της καταστροφής. Σημαντικό ρόλο στη φάση αυτή διαδραματίζει το σύστημα επικοινωνίας και ροής πληροφοριών για το συντονισμό των ενδιαφερόμενων. Επίσης, γίνεται καταγραφή των μέσων πολιτικής προστασίας και γίνεται έλεγχος για την αποτελεσματικότητά τους.

- 2η φάση: Αυξημένη Ετοιμότητα. Η πολιτική προστασία κινητοποιείται σε όλους τους τομείς. Γίνεται συγκέντρωση των υπεύθυνων διεξαγωγής των επιχειρήσεων, λαμβάνοντας τα απαραίτητα μέτρα για κάθε περίπτωση.

- 3η φάση: Αντιμετώπιση. Κατά τη φάση της αντιμετώπισης έχουν ενεργοποιηθεί όλα τα συστήματα της πολιτικής προστασίας έτσι ώστε να γίνει η βέλτιστη αντιμετώπιση των καταστροφικών γεγονότων. Οι επιχειρησιακοί παράγοντες συνεργάζονται και συντονίζονται με τον κατάλληλο τρόπο, όπως και όλο το ανθρώπινο δυναμικό. Αν κριθεί απαραίτητο, γίνεται ενημέρωση των πολιτών έτσι ώστε να παρθούν τα απαραίτητα μέτρα αυτοπροστασίας. Αυτό είναι σημαντικό γιατί έτσι θα διευκολυνθεί το έργο του κρατικού μηχανισμού.

- 4η φάση: Βραχεία Αποκατάσταση. Γίνεται εκτίμηση και καταγραφή των ζημιών, εκτίμηση της καταστάσεως, γενικώς από ειδικούς και αρμοδίους και ακολούθως παρέχεται άμεση αρωγή στους πληγέντες, λαμβάνονται αποφάσεις και μέτρα για την αποκατάσταση των ζημιών, αποκατάσταση της καθημερινής λειτουργίας και μη επανάληψη φαινομένων δυνάμενων να προληφθούν.

3.3. Διακυβέρνηση

Η σωστή διακυβέρνηση υποδηλώνει μια καλά δομημένη, ολοκληρωμένη και ορθολογική στρατηγική για τη διαχείριση των φυσικών καταστροφών αλλά και τη διαδικασία προσαρμογής. Περιλαμβάνει επίσης την υλοποίηση των πολιτικών, δηλαδή αποτελεσματικές και καλά συντονισμένες δράσεις, όσον αφορά τις προληπτικές εκκενώσεις, την αντιμετώπιση των καταστροφών, τις μετακομίσεις και τις ανακατασκευές. Θα πρέπει να υπάρχει μηδενική ανοχή όσον αφορά τη διαφθορά. Στις αναπτυσσόμενες χώρες, οι πρακτικές διαφθοράς, και όχι η έλλειψη της ικανότητας του κράτους, είναι συχνά ο κύριος περιορισμός στην κατασκευή ανθεκτικών υποδομών (Forino et al., 2015).

Τα σχέδια της Τοπικής Αυτοδιοίκησης πρέπει να ενσωματωθούν στα εθνικά σχέδια και οι τοπικές πολιτικές πρέπει να είναι συνεπείς με τις εθνικές πολιτικές. Ο συντονισμός μεταξύ των εθνικών και τοπικών οργανισμών πρέπει να είναι βέλτιστος για την ομαλή εξέλιξη του έργου των διάφορων εμπειρογνομόνων, τομέων και ενδιαφερομένων της κοινότητας (Broto, 2017).

Η τοπική διακυβέρνηση και ο σχεδιασμός πρέπει να αναγνωρίσουν τον ρόλο των κοινοτήτων, του δημοσίου και του ιδιωτικού τομέα. Αυτοί οι τομείς πρέπει να είναι καλά ενημερωμένοι και εκπαιδευμένοι σχετικά με τους στόχους ανθεκτικότητας και ανάπτυξης των πόλεων για να συμμετάσχουν και να επενδύσουν προς έναν ενιαίο

στόχο. Ωστόσο, πρέπει να επιτευχθεί ισορροπία μεταξύ μιας αποκεντρωμένης και μιας ολιστικής διαδικασίας διακυβέρνησης από πάνω προς τα κάτω. Η αποτελεσματική διακυβέρνηση πρέπει να αποφεύγει τις καθυστερήσεις και τα πολιτικά αδιέξοδα μεταξύ των διαφόρων παραγόντων, χωρίς να θυσιάζεται η συμμετοχή όλων των ενδιαφερόμενων μερών (Tanner et al., 2009).

3.4. Τεχνολογία

Η καλύτερη χρήση των συστημάτων διαχείρισης πληροφοριών και δεδομένων παρουσιάζει πολλές ευκαιρίες για παροχή λύσεων σε όλες σχεδόν τις πτυχές της ετοιμότητας και της αντιμετώπισης καταστροφών. Τα δεδομένα που συλλέγονται θα είναι πολύ χρήσιμα εάν αναλυθούν και κοινοποιηθούν εγκαίρως, έτσι ώστε να υπάρξει αποτελεσματική απόκριση. Οι τοπικές κοινωνίες, κυβερνήσεις και οργανισμοί πρέπει να είναι καλά συντονισμένοι και να παρέχουν χρήσιμες πληροφορίες ο ένας στον άλλον. Από τη συλλογή δεδομένων έως τη διάδοσή τους και κατά τη διάρκεια της δημιουργίας δικτύων και του συντονισμού, η επιλογή και η χρήση της τεχνολογίας πρέπει να ταιριάζει με τις ανάγκες του εκάστοτε πλαισίου (Munawar, 2020).

Παγκοσμίως, υπάρχουν πολύ λίγα παραδείγματα ανάπτυξης και υλοποίησης εύρυθμων συστημάτων πληροφοριών για την αντιμετώπιση των καταστροφών. Το μεγαλύτερο εμπόδιο είναι συνήθως η ανεπαρκής χρηματοδότηση. Η ανακατανομή κεφαλαίων έκτακτης ανάγκης για τεχνολογικούς σκοπούς μπορεί να είναι επίσης δύσκολη υπόθεση. Τα κεφάλαια είναι ανεπαρκή και/ή δεν διατίθενται γρήγορα για τις ανάγκες της ανάπτυξης, την εφαρμογή και της διατήρησης των τεχνολογικών μέσων και συστημάτων (Sakurai & Murayama, 2019).

Η χρήση της τεχνολογίας και της πληροφορικής έχει σημειώσει λίγες επιτυχίες σε τοπικό επίπεδο. Στον απόηχο του τσουνάμι του 2004, η χρήση των κινητών τηλεφώνων και οι δορυφορικές εικόνες για την επικοινωνία και το συντονισμό της απόκρισης αποδείχθηκαν πολύ χρήσιμες (Bennett et al., 2006). Το 2013, χιλιάδες ζωές στις Φιλιππίνες σώθηκαν από τον τυφώνα Bopha επειδή υπήρξε έγκαιρη προειδοποίηση και πληροφορίες ασφαλείας που αποστάληκαν από κινητά τηλέφωνα (Sakurai & Murayama, 2019).

Η κοινοποίηση έγκαιρων προγνώσεων καιρού και πληροφοριών κινδύνου στις κοινότητες μέσω κινητών τηλεφώνων θα μπορούσε να σώσει πολλές ζωές. Λόγω του

ότι μεγάλο μέρος αυτής της τεχνολογίας βρίσκεται στα χέρια του ιδιωτικού τομέα, είναι απαραίτητο να υπάρξουν συνεργασίες μεταξύ διαφορετικών τομέων, συμπεριλαμβανομένων των διεθνών ενδιαφερομένων (Munawar, 2020).

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η έρευνα για τις στρατηγικές μετρίασης και προσαρμογής στον τομέα των φυσικών καταστροφών έχει επικεντρωθεί κυρίως σε κοινωνικοοικονομικά στοιχεία. Αυτές οι κοινωνικοοικονομικές αντιδράσεις στην κλιματική αλλαγή είχαν ως αποτέλεσμα τη συγκέντρωση μιας σημαντικής βιβλιογραφικής βάσης για περαιτέρω έρευνα. Οι τρέχουσες έρευνες για τη μετρίαση και την προσαρμογή στις φυσικές καταστροφές είναι το αποτέλεσμα της κατασκευής θεωριών και μεθόδων με την ταυτόχρονη βελτίωση του παραδείγματος καταστροφών τις τελευταίες δεκαετίες.

Το μόνο που παραμένει σίγουρό είναι ότι οι στρατηγικές μετρίασης και προσαρμογής στις φυσικές καταστροφές απαιτούν τη συνεργασία πολλών κλάδων και υπηρεσιών. Ως εκ τούτου, το πρώτο πράγμα που πρέπει να συμβεί είναι να καθίσουν οι υπεύθυνοι χάραξης πολιτικής στο ίδιο τραπέζι, έτσι ώστε να βρεθούν λύσεις. Στην περίπτωση της Ελλάδας, το Υπουργείο Κλιματικής Κρίσης και Πολιτικής Προστασίας Επεξεργάζεται, σχεδιάζει, καθορίζει και παρακολουθεί την εφαρμογή της πολιτικής στον τομέα της πολιτικής προστασίας. Στο πλαίσιο αυτό, μεριμνά, προωθεί και συντονίζει τις διαδικασίες για τη διαμόρφωση της Εθνικής Πολιτικής Μείωσης Κινδύνου Καταστροφών, εισηγείται την έγκρισή της στη Διυπουργική Επιτροπή Εθνικού Σχεδιασμού Πολιτικής Προστασίας και παρακολουθεί και ελέγχει την εφαρμογή αυτής σε εθνικό επίπεδο.

Ωστόσο, παρ' όλο που φαίνεται να υπάρχει ένα ισχυρό πλαίσιο πρόληψης και αντιμετώπισης των φυσικών καταστροφών στην Ελλάδα, η εμπειρία έχει δείξει αρκετά πρόσφατα ότι υπάρχουν κενά στην υλοποίηση των σχεδίων. Πρέπει λοιπόν να παρθούν μαθήματα από τις εμπειρίες αυτές και να βρεθούν λύσεις, έτσι ώστε οι επιπτώσεις σε μια μελλοντική φυσική καταστροφή να είναι πολύ λιγότερες.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ξενόγλωσση

- Abbasi, K. R., Shahbaz, M., Zhang, J., Irfan, M., & Alvarado, R. (2022). Analyze the environmental sustainability factors of China: The role of fossil fuel energy and renewable energy. *Renewable Energy*, 187, 390-402.
- Adikari, Y., Osti, R., & Noro, T. (2010). Flood-related disaster vulnerability: an impending crisis of megacities in Asia. *Journal of Flood risk management*, 3(3), 185-191.
- Aggarwal, S., Larson, A., McDermott, C., Katila, P., & Giessen, L. (2021). Tenure reform for better forestry: An unfinished policy agenda. *Forest Policy and Economics*, 123, 102376.
- Akerlof, G. A., Krugman, P., Solow, R., Spence, M., & Stiglitz, J. E. (2014). Looming ahead: Five Nobel Prize winners discuss what they each see as the biggest problem facing the global economy of the future. *Finance & Development*, 51(003).
- al Irsyad, M. I., Halog, A., & Nepal, R. (2019). Renewable energy projections for climate change mitigation: An analysis of uncertainty and errors. *Renewable energy*, 130, 536-546.
- Aldy, J. E., & Pizer, W. A. (2015). The competitiveness impacts of climate change mitigation policies. *Journal of the Association of Environmental and Resource Economists*, 2(4), 565-595.
- Alisjahbana, A. S., & Busch, J. M. (2017). Forestry, forest fires, and climate change in Indonesia. *Bulletin of Indonesian Economic Studies*, 53(2), 111-136.
- Anarde, K. A., Kameshwar, S., Irza, J. N., Nittrouer, J. A., Lorenzo-Trueba, J., Padgett, J. E., ... & Bedient, P. B. (2018). Impacts of hurricane storm surge on infrastructure

vulnerability for an evolving coastal landscape. *Natural Hazards Review*, 19(1), 04017020.

Anderegg, W. R., Trugman, A. T., Badgley, G., Anderson, C. M., Bartuska, A., Ciais, P., ... & Randerson, J. T. (2020). Climate-driven risks to the climate mitigation potential of forests. *Science*, 368(6497), eaaz7005.

Anderson, J., & Bausch, C. (2006). Climate change and natural disasters: Scientific evidence of a possible relation between recent natural disasters and climate change. *Policy Department Economic and Scientific Policy*, 2, 1-30.

Arora, V. K., & Montenegro, A. (2011). Small temperature benefits provided by realistic afforestation efforts. *Nature Geoscience*, 4(8), 514-518.

Balica, S. F., Wright, N. G., & Van der Meulen, F. (2012). A flood vulnerability index for coastal cities and its use in assessing climate change impacts. *Natural hazards*, 64(1), 73-105.

Barros, V. R., Field, C. B., Dokken, D. J., Mastrandrea, M. D., Mach, K. J., Bilir, T. E., ... & White, L. L. (2014). Climate change 2014 impacts, adaptation, and vulnerability Part B: regional aspects: working group II contribution to the fifth assessment report of the intergovernmental panel on climate change. In *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation and Vulnerability: Part B: Regional Aspects: Working Group II Contribution to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (pp. 1-1820). Cambridge University Press.

Bayrak, M. M., & Marafa, L. M. (2016). Ten years of REDD+: A critical review of the impact of REDD+ on forest-dependent communities. *Sustainability*, 8(7), 620.

Benevolenza, M. A., & DeRigne, L. (2019). The impact of climate change and natural disasters on vulnerable populations: A systematic review of literature. *Journal of Human Behavior in the Social Environment*, 29(2), 266-281.

Bennett, J., Bertrand, W., Harkin, C., Wickramatillake, H., & Samarasinghe, S. (2006). *Coordination of international humanitarian assistance in tsunami-affected countries*. Tsunami Evaluation Coalition (TEC).

- Berlemann, M., & Steinhardt, M. F. (2017). Climate change, natural disasters, and migration—a survey of the empirical evidence. *CESifo Economic Studies*, 63(4), 353-385.
- Bibas, R., Méjean, A., & Hamdi-Cherif, M. (2015). Energy efficiency policies and the timing of action: an assessment of climate mitigation costs. *Technological Forecasting and Social Change*, 90, 137-152.
- Birkmann, J., Fernando, N., & Hettige, S. (2007). *Rapid vulnerability assessment in Sri Lanka*. UNU-EHS.
- Bouwer, L. M. (2011). Have disaster losses increased due to anthropogenic climate change?. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 92(1), 39-46.
- Bronfman, N. C., Cisternas, P. C., Repetto, P. B., & Castañeda, J. V. (2019). Natural disaster preparedness in a multi-hazard environment: Characterizing the sociodemographic profile of those better (worse) prepared. *PloS one*, 14(4), e0214249.
- Broto, V. C. (2017). Urban governance and the politics of climate change. *World development*, 93, 1-15.
- Burger, J., & Gochfeld, M. (2017). Perceptions of severe storms, climate change, ecological structures and resiliency three years post-hurricane Sandy in New Jersey. *Urban ecosystems*, 20(6), 1261-1275.
- Carrington, G., & Stephenson, J. (2018). The politics of energy scenarios: Are International Energy Agency and other conservative projections hampering the renewable energy transition?. *Energy research & social science*, 46, 103-113.
- Cassoret, B., Balavoine, F., & Roger, D. (2022). Life Cycle Assessments of different electricity production scenarios in France with a variable proportion of nuclear energy. *International Journal of Green Energy*, 1-11.
- Chaudhury, M. (2017). Strategies for reducing vulnerability and building resilience to environmental and natural disasters in developing countries. *United Nations Department of Economic and Social Affairs, Division of Social Policy and Development*.
- Chavas, D. R., Reed, K. A., & Knaff, J. A. (2017). Physical understanding of the tropical cyclone wind-pressure relationship. *Nature communications*, 8(1), 1-11.

- Chen, Y., Liu, T., Ge, Y., Xia, S., Yuan, Y., Li, W., & Xu, H. (2021). Examining social vulnerability to flood of affordable housing communities in Nanjing, China: Building long-term disaster resilience of low-income communities. *Sustainable Cities and Society*, 71, 102939.
- Comiso, J., Perez, G. J., & Stock, L. (2015). Enhanced Pacific Ocean sea surface temperature and its relation to Typhoon Haiyan. *Journal of Environmental Science and Management*, 18(1).
- Cook, J., Nuccitelli, D., Green, S. A., Richardson, M., Winkler, B., Painting, R., ... & Skuce, A. (2013). Quantifying the consensus on anthropogenic global warming in the scientific literature. *Environmental research letters*, 8(2), 024024.
- Cook-Patton, S. C., Drever, C. R., Griscom, B. W., Hamrick, K., Hardman, H., Kroeger, T., ... & Ellis, P. W. (2021). Protect, manage and then restore lands for climate mitigation. *Nature Climate Change*, 11(12), 1027-1034.
- Coumou, D., & Rahmstorf, S. (2012). A decade of weather extremes. *Nature climate change*, 2(7), 491-496.
- Deria, A., Ghannad, P., & Lee, Y. C. (2020). Evaluating implications of flood vulnerability factors with respect to income levels for building long-term disaster resilience of low-income communities. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 48, 101608.
- Donato, D. C., Kauffman, J. B., Murdiyarso, D., Kurnianto, S., Stidham, M., & Kanninen, M. (2011). Mangroves among the most carbon-rich forests in the tropics. *Nature geoscience*, 4(5), 293-297.
- Duchelle, A. E., Simonet, G., Sunderlin, W. D., & Wunder, S. (2018). What is REDD+ achieving on the ground?. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 32, 134-140.
- Dulal, H. B. (2017). Making cities resilient to climate change: Identifying “win-win” interventions. *Local Environment*, 22(1), 106-125.
- Ebenstein, A., Fan, M., Greenstone, M., He, G., & Zhou, M. (2017). New evidence on the impact of sustained exposure to air pollution on life expectancy from China’s Huai

- River Policy. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 114(39), 10384-10389.
- Emanuel, K. (2005). Increasing destructiveness of tropical cyclones over the past 30 years. *Nature*, 436(7051), 686-688.
- Fatemi, M., Okyere, S. A., Diko, S. K., Kita, M., Shimoda, M., & Matsubara, S. (2020). Physical vulnerability and local responses to flood damage in peri-urban areas of Dhaka, Bangladesh. *Sustainability*, 12(10), 3957.
- Findlay, A. (2021). Climate mitigation through Indigenous forest management. *Nature Climate Change*, 11(5), 371-373.
- Forino, G., von Meding, J., & Brewer, G. J. (2015). A conceptual governance framework for climate change adaptation and disaster risk reduction integration. *International Journal of Disaster Risk Science*, 6(4), 372-384.
- Giebink, C. L., Domke, G. M., Fisher, R. A., Heilman, K. A., Moore, D. J., DeRose, R. J., & Evans, M. E. (2022). The policy and ecology of forest-based climate mitigation: challenges, needs, and opportunities. *Plant and Soil*, 1-28.
- Global Commission on the Economy and Climate. 2015. The 2015 New Climate Economy Report: Seizing the Global Opportunity. <http://newclimateeconomy.report/>.
- Greenstone, M., Nilekani, J., Pande, R., Ryan, N., Sudarshan, A., & Sugathan, A. (2015). Lower pollution, longer lives: life expectancy gains if India reduced particulate matter pollution. *Economic and Political Weekly*, 40-46.
- Grinsted, A., Moore, J. C., & Jevrejeva, S. (2013). Projected Atlantic hurricane surge threat from rising temperatures. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 110(14), 5369-5373.
- Hacquin, A. S., Altay, S., Aaroe, L., & Mercier, H. (2020). Fear of contamination and public opinion on nuclear energy.
- Hallegatte, S., Bangalore, M., Bonzanigo, L., Fay, M., Kane, T., Narloch, U., ... & Bangalore, M. R. (2015). Shock waves: managing the impacts of climate change on poverty: The World Bank. *Washington, DC, USA*.

- Hallegatte, S., Green, C., Nicholls, R. J., & Corfee-Morlot, J. (2013). Future flood losses in major coastal cities. *Nature climate change*, 3(9), 802-806.
- Hallegatte, S., Vogt-Schilb, A., Rozenberg, J., Bangalore, M., & Beaudet, C. (2020). From poverty to disaster and back: A review of the literature. *Economics of Disasters and Climate Change*, 4(1), 223-247.
- Hansen, M. C., Potapov, P. V., Moore, R., Hancher, M., Turubanova, S. A., Tyukavina, A., ... & Townshend, J. (2013). High-resolution global maps of 21st-century forest cover change. *science*, 342(6160), 850-853.
- Harvey, F. (2014). Climate change report: Prevent damage by overhauling global economy. *The Guardian*, 16.
- Hess, D. J., & Renner, M. (2019). Conservative political parties and energy transitions in Europe: Opposition to climate mitigation policies. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 104, 419-428.
- Hoerling, M., Eischeid, J., Perlwitz, J., Quan, X., Zhang, T., & Pegion, P. (2012). On the increased frequency of Mediterranean drought. *Journal of climate*, 25(6), 2146-2161.
- Hoffman, P. F. (2019). True global warming inferred from alpine recessional moraines by scottish physicist John Leslie in 1796. *Earth Sciences History*, 38(2), 204-214.
- Hosonuma, N., Herold, M., De Sy, V., De Fries, R. S., Brockhaus, M., Verchot, L., ... & Romijn, E. (2012). An assessment of deforestation and forest degradation drivers in developing countries. *Environmental Research Letters*, 7(4), 044009.
- Hsu, A., Tan, J., Ng, Y. M., Toh, W., Vanda, R., & Goyal, N. (2020). Performance determinants show European cities are delivering on climate mitigation. *Nature Climate Change*, 10(11), 1015-1022.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2013). "Summary for Policymakers." In *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, edited by T. F. Stocker, D. Qin, G. -K. Plattner, M. Tignor, S. K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex, and P. M. Midgley.. Cambridge and New York: Cambridge University Press.

- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). 2014. “Summary for Policymakers.” In Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, edited by C. B. Field, V. R. Barros, D. J. Dokken, K. J. Mach, M. D. Mastrandrea, T. E. Bilir, M. Chatterjee, K. L. Ebi, Y. O. Estrada, R. C. Genova, B. Girma, E. S. Kissel, A. N. Levy, S. MacCracken, P. R. Mastrandrea, and L. L. White, 1–32. Cambridge and New York: Cambridge University Press.
- Junqueira, J. R., Serrao-Neumann, S., & White, I. (2021). Managing urban climate change risks: Prospects for using green infrastructure to increase urban resilience to floods. In *The Impacts of Climate Change* (pp. 379-396). Elsevier.
- Kabisch, N., Frantzeskaki, N., Pauleit, S., Naumann, S., Davis, M., Artmann, M., ... & Bonn, A. (2016). Nature-based solutions to climate change mitigation and adaptation in urban areas: perspectives on indicators, knowledge gaps, barriers, and opportunities for action. *Ecology and Society*, 21(2).
- Kamenders, A., Rosa, M., & Kass, K. (2017). Low carbon municipalities. The impact of energy management on climate mitigation at local scale. *Energy Procedia*, 128, 172-178.
- Karim, A., & Noy, I. (2016). Poverty and natural disasters—a qualitative survey of the empirical literature. *The Singapore Economic Review*, 61(01), 1640001.
- Keellings, D., & Waylen, P. (2015). Investigating teleconnection drivers of bivariate heat waves in Florida using extreme value analysis. *Climate Dynamics*, 44(11), 3383-3391.
- Keenan, R. J. (2015). Climate change impacts and adaptation in forest management: a review. *Annals of forest science*, 72(2), 145-167.
- Komendantova, N., Patt, A., & Scolobig, A. (2014). Understanding risk: The evolution of disaster risk assessment.
- Lang, C. (2009). 20% of CO2 Emissions from Deforestation. *Make that*, 12(4).
- Lehtveer, M., & Hedenus, F. (2015). Nuclear power as a climate mitigation strategy—technology and proliferation risk. *Journal of Risk Research*, 18(3), 273-290.

- Lei, W., Xie, Y., Hafeez, M., & Ullah, S. (2022). Assessing the dynamic linkage between energy efficiency, renewable energy consumption, and CO2 emissions in China. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(13), 19540-19552.
- Li, W., & Jia, Z. (2017). Carbon tax, emission trading, or the mixed policy: which is the most effective strategy for climate change mitigation in China?. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 22(6), 973-992.
- Lindner, M., Fitzgerald, J. B., Zimmermann, N. E., Reyer, C., Delzon, S., van Der Maaten, E., ... & Hanewinkel, M. (2014). Climate change and European forests: what do we know, what are the uncertainties, and what are the implications for forest management?. *Journal of environmental management*, 146, 69-83.
- Lombardi, D., & Rustomjee, C. (2022). The IMF's Engagement on Natural Disasters and Climate Change Issues Affecting Small Developing States. *IEO Background Paper No. BP/22-01/05 (Washington: International Monetary Fund)*.
- Lu, D. & Cox, L. (2021). Extreme temperatures kill 5 million people a year with heat-related deaths rising. Διαθέσιμο από: <https://www.theguardian.com/world/2021/jul/08/extreme-temperatures-kill-5-million-people-a-year-with-heat-related-deaths-rising-study-finds>
- Mackey, B., Prentice, I. C., Steffen, W., House, J. I., Lindenmayer, D., Keith, H., & Berry, S. (2013). Untangling the confusion around land carbon science and climate change mitigation policy. *Nature climate change*, 3(6), 552-557.
- Mamat, R., Sani, M. S. M., & Sudhakar, K. J. S. O. T. T. E. (2019). Renewable energy in Southeast Asia: Policies and recommendations. *Science of the total environment*, 670, 1095-1102.
- Marshall, J., Wiltshire, J., Delva, J., Bello, T., & Masys, A. J. (2020). Natural and manmade disasters: vulnerable populations. In *Global health security* (pp. 143-161). Springer, Cham.
- Masson-Delmotte, V., Zhai, P., Pörtner, H. O., Roberts, D., Skea, J., Shukla, P. R., ... & Waterfield, T. (2018). Global warming of 1.5 C. *An IPCC Special Report on the impacts of global warming of*, 1(5).

- Mauger, R. (2018). Forced nuclear energy reactors shutdown in France: the Energy Transition Act's mechanisms. *The Journal of World Energy Law & Business*, 11(3), 270-281.
- Mbaye, L. M. (2017). Climate change, natural disasters, and migration. *IZA World of Labor*.
- McNamara, K. E., Olson, L. L., & Rahman, M. A. (2016). Insecure hope: the challenges faced by urban slum dwellers in Bhola Slum, Bangladesh. *Migration and Development*, 5(1), 1-15.
- Mendelsohn, R., Emanuel, K., Chonabayashi, S., & Bakkensen, L. (2012). The impact of climate change on global tropical cyclone damage. *Nature climate change*, 2(3), 205-209.
- Mi, Z., Guan, D., Liu, Z., Liu, J., Viguié, V., Fromer, N., & Wang, Y. (2019). Cities: The core of climate change mitigation. *Journal of Cleaner Production*, 207, 582-589.
- Min, S. K., Zhang, X., Zwiers, F. W., & Hegerl, G. C. (2011). Human contribution to more-intense precipitation extremes. *Nature*, 470(7334), 378-381.
- Mohleji, S., & Pielke Jr, R. (2014). Reconciliation of trends in global and regional economic losses from weather events: 1980–2008. *Natural Hazards Review*, 15(4), 04014009.
- Munawar, H. S. (2020). Flood disaster management: Risks, technologies, and future directions. *Machine Vision Inspection Systems: Image Processing, Concepts, Methodologies and Applications*, 1, 115-146.
- Muttarak, R., & Lutz, W. (2014). Is education a key to reducing vulnerability to natural disasters and hence unavoidable climate change?. *Ecology and society*, 19(1).
- Muzamil, S. A. H. B. S., Zainun, N. Y., Ajman, N. N., Sulaiman, N., Khahro, S. H., Rohani, M. M., ... & Ahmad, H. (2022). Proposed framework for the flood disaster management cycle in Malaysia. *Sustainability*, 14(7), 4088.
- National Wildlife Federation. (2018). CLIMATE CHANGE, NATURAL DISASTERS, AND WILDLIFE. Διαθέσιμο από: <https://www.nwf.org/-/media/Documents/PDFs/Environmental-Threats/Climate-Change-Natural-Disasters-fact-sheet.ashx>

- NOAA, N. (2015). National centers for environmental information. *State of the Climate: Global Analysis for Annual*.
- Noy, I. (2009). The macroeconomic consequences of disasters. *Journal of Development economics*, 88(2), 221-231.
- Oreskes, N. (2004). The scientific consensus on climate change. *Science*, 306(5702), 1686-1686.
- Owusu, P. A., & Asumadu-Sarkodie, S. (2016). A review of renewable energy sources, sustainability issues and climate change mitigation. *Cogent Engineering*, 3(1), 1167990.
- Pall, P., Aina, T., Stone, D. A., Stott, P. A., Nozawa, T., Hilberts, A. G., ... & Allen, M. R. (2011). Anthropogenic greenhouse gas contribution to flood risk in England and Wales in autumn 2000. *Nature*, 470(7334), 382-385.
- Porrúa, M. E., Corbera, E., & Brown, K. (2007). *Reducing greenhouse gas emissions from deforestation in developing countries: revisiting the assumptions*. Norwich: Tyndall Centre for Climate Change Research.
- Qureshi, Z. (2016). Meeting the challenge of sustainable infrastructure: The role of public policy.
- Rahmstorf, S., & Coumou, D. (2011). Increase of extreme events in a warming world. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108(44), 17905-17909.
- Rana, I. A., Asim, M., Aslam, A. B., & Jamshed, A. (2021). Disaster management cycle and its application for flood risk reduction in urban areas of Pakistan. *Urban Climate*, 38, 100893.
- Rentschler, J. E. (2013). Why resilience matters-the poverty impacts of disasters. *World Bank Policy Research Working Paper*, (6699).
- Richter, P. M., Mendelevitch, R., & Jotzo, F. (2015). Market power rents and climate change mitigation: a rationale for coal taxes?.

- Rochedo, P. R., Soares-Filho, B., Schaeffer, R., Viola, E., Szklo, A., Lucena, A. F., ... & Rathmann, R. (2018). The threat of political bargaining to climate mitigation in Brazil. *Nature Climate Change*, 8(8), 695-698.
- Sakurai, M., & Murayama, Y. (2019). Information technologies and disaster management—Benefits and issues. *Progress in Disaster Science*, 2, 100012.
- Sarker, M. N. I., Wu, M., Alam, G. M., & Shouse, R. C. (2019). Livelihood vulnerability of riverine-island dwellers in the face of natural disasters in Bangladesh. *Sustainability*, 11(6), 1623.
- Schreider, S. Y., Smith, D. I., & Jakeman, A. J. (2000). Climate change impacts on urban flooding. *Climatic Change*, 47(1), 91-115.
- Shahbaz, M., Sinha, A., Raghutla, C., & Vo, X. V. (2022). Decomposing scale and technique effects of financial development and foreign direct investment on renewable energy consumption. *Energy*, 238, 121758.
- Shen, G., & Hwang, S. N. (2019). Spatial–Temporal snapshots of global natural disaster impacts Revealed from EM-DAT for 1900-2015. *Geomatics, Natural Hazards and Risk*.
- Simpson, A., Murnane, R., Saito, K., Phillips, E., Reid, R., & Himmelfarb, A. (2014). Understanding risk in an evolving world: emerging best practices in natural disaster risk assessment. *Global Facility for Disaster Reduction and Recovery, The World Bank, UN International Strategy for Disaster Reduction, Washington, DC*.
- Solilová, V., & Nerudová, D. (2014). Overall approach of the EU in the question of emissions: EU emissions trading system and CO2 taxation. *Procedia Economics and Finance*, 12, 616-625.
- Solorio, I., & Bocquillon, P. (2017). EU renewable energy policy: A brief overview of its history and evolution. *A guide to EU renewable energy policy*, 23-42.
- Sonnenschein, J., & Smedby, N. (2019). Designing air ticket taxes for climate change mitigation: insights from a Swedish valuation study. *Climate Policy*, 19(5), 651-663.

- Stead, D. (2014). Urban planning, water management and climate change strategies: adaptation, mitigation and resilience narratives in the Netherlands. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, 21(1), 15-27.
- Subrahmanyam, M. V. (2015). Impact of typhoon on the north-west Pacific sea surface temperature: a case study of Typhoon Kaemi (2006). *Natural Hazards*, 78(1), 569-582.
- Tanner, T., Mitchell, T., Polack, E., & Guenther, B. (2009). Urban governance for adaptation: assessing climate change resilience in ten Asian cities. *IDS Working Papers*, 2009(315), 01-47.
- Tate, E., Rahman, M. A., Emrich, C. T., & Sampson, C. C. (2021). Flood exposure and social vulnerability in the United States. *Natural Hazards*, 106(1), 435-457.
- Thomas, V. (2017). *Climate change and natural disasters: Transforming economies and policies for a sustainable future* (p. 158). Taylor & Francis.
- Thomas, V., Albert, J. R. G., & Hepburn, C. (2014). Contributors to the frequency of intense climate disasters in Asia-Pacific countries. *Climatic Change*, 126(3), 381-398.
- Toya, H., & Skidmore, M. (2007). Economic development and the impacts of natural disasters. *Economics letters*, 94(1), 20-25.
- Traber, T., Hegner, F. S., & Fell, H. J. (2021). An Economically Viable 100% Renewable Energy System for All Energy Sectors of Germany in 2030. *Energies*, 14(17), 5230.
- Trenberth, K. (2005). Uncertainty in hurricanes and global warming. *Science*, 308(5729), 1753-1754.
- Walsh, K. J., McBride, J. L., Klotzbach, P. J., Balachandran, S., Camargo, S. J., Holland, G., ... & Sugi, M. (2016). Tropical cyclones and climate change. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*, 7(1), 65-89.
- Wang, Y., Gardoni, P., Murphy, C., & Guerrier, S. (2021). Empirical predictive modeling approach to quantifying social vulnerability to natural hazards. *Annals of the American Association of Geographers*, 111(5), 1559-1583.

- Wearing, S., McDonald, M., Schweinsberg, S., Chatterton, P., & Bainbridge, T. (2020). Exploring tripartite praxis for the REDD+ forest climate change initiative through community based ecotourism. *Journal of Sustainable Tourism*, 28(3), 377-393.
- Webster, P. J., Holland, G. J., Curry, J. A., & Chang, H. R. (2005). Changes in tropical cyclone number, duration, and intensity in a warming environment. *Science*, 309(5742), 1844-1846.
- Westra, S., Alexander, L. V., & Zwiers, F. W. (2013). Global increasing trends in annual maximum daily precipitation. *Journal of climate*, 26(11), 3904-3918.
- World Bank. (2013). Turn Down the Heat: Climate Extremes, Regional Impacts, and the Case for Resilience. <http://documents.worldbank.org/curated/en/2013/06/17862361>
- Wu, L., Zhao, H., Wang, C., Cao, J., & Liang, J. (2022). Understanding of the Effect of Climate Change on Tropical Cyclone Intensity: A Review. *Advances in Atmospheric Sciences*, 39(2), 205-221.
- Xiang, P., Wang, Y., & Deng, Q. (2017). Inclusive nature-based solutions for urban regeneration in a natural disaster vulnerability context: A case study of Chongqing, China. *Sustainability*, 9(7), 1205.
- Yousefpour, R., Temperli, C., Jacobsen, J. B., Thorsen, B. J., Meilby, H., Lexer, M. J., ... & Hanewinkel, M. (2017). A framework for modeling adaptive forest management and decision making under climate change. *Ecology and Society*, 22(4).
- Zahabu, E., Skutsch, M. M., Sosovele, H., & Malimbwi, R. E. (2007). Reduced emissions from deforestation and degradation. *African Journal of Ecology*, 45(4), 451-453.
- Zhang, X. B., & Xu, J. (2018). Optimal policies for climate change: A joint consideration of CO₂ and methane. *Applied energy*, 211, 1021-1029.

Ελληνόγλωσση

- Αθανασιάδου, Ε. (2020). Διαχείριση Φυσικών Καταστροφών.
- Δανδουλάκη, Μ. (2011). Πολιτική Προστασία και αυτοδιοίκηση. *ΕΕΤΑΑ, Αθήνα*.
- Κουκούλη, Ε. (2015). Πολιτική σχεδίαση εκτάκτου ανάγκης. Πολιτική προστασία. Εφαρμογή στο νομό Μεσσηνίας.

Παναγόπουλος, Π. (2022). Η πολιτική προστασία στην Ελλάδα: από την αποτυχία στην μεταρρύθμιση.

Πρασσάς, Π. Κ. (2020). *Εκτίμηση τρωτότητας περιοχών δεύτερης κατοικίας από δασικές πυρκαγιές* (Bachelor's thesis).

Τολίδης, Α. Ν. (2021). *Αξιολόγηση και Αντιμετώπιση Φυσικών Κινδύνων και Ιδιαίτερα των Προβλημάτων από Μεγάλη Μετακίνηση Πληθυσμούς και Ανάγκης Παροχής Υγειονομικών Υπηρεσιών. Μελέτη Περίπτωσης: Χερσόνησος Κασσάνδρα, Χαλκιδική* (No. GRI-2021-29781). Aristotle University of Thessaloniki.