



# ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

---

## ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ & ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ

### *Διπλωματική Εργασία*

### *Χρηματοοικονομική και Κλιματική αλλαγή.*

**Κογιαννάκης Στυλιανός**

Εξεταστική Επιτροπή.

Ζοπουνίδης Κωνσταντίνος: Επιβλέπων

Δούμπος Μιχαήλ

Ατσαλάκης Γεώργιος

Χανιά, Μάρτιος 2024

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

---

Τα τελευταία χρόνια, έχουν αυξηθεί οι απώλειες, οικονομικές και μη, που είναι αποτέλεσμα των φυσικών καταστροφών. Αυτό οφείλεται κυρίως στην πληθυσμιακή και οικονομική ανάπτυξη των περιοχών εκείνων που παρουσιάζουν μεγαλύτερη τάση σε καταστροφές. Οι απώλειες που θα συμβούν μελλοντικά ως αποτέλεσμα των φυσικών καταστροφών θα αυξηθούν ακόμα, κυρίως λόγω της συνεχιζόμενης αύξησης της οικονομικής έκθεσης και της κλιματικής αλλαγής.

Αυτό τονίζει τη σημασία του σχεδιασμού πολιτικών που μπορούν να μετριάσουν τις επιπτώσεις αυτών των καταστροφών στην οικονομία και την κοινωνία. Μια ταχέως διευρυνόμενη βιβλιογραφία έχει εκτιμήσει τις άμεσες (π.χ. υλικές ζημιές) και τις έμμεσες (π.χ. αύξηση του ακαθάριστου εγχώριου προϊόντος, εμπόριο) οικονομικές επιπτώσεις των φυσικών καταστροφών.

Στόχος της διατριβής είναι να παρουσιαστούν οι περιβαλλοντικές καταστροφές που δημιουργούν υψηλά κόστη στα κράτη, που οφείλονται αυτές οι καταστροφές, ποια η σύνδεση τους με τη χρηματοοικονομική και τρόποι αντιμετώπισης αυτής της κρίσης.

Λέξεις Κλειδιά

Climate change, Energy, Financial of climate change

## Abstract

Financial losses from natural disasters have increased in recent decades. This has been attributed mainly to population and economic growth in disaster-prone areas. Future losses from natural disasters are expected to increase further, mainly due to the continued increase in economic exposure and climate change.

This highlights the importance of designing policies that can mitigate the effects of these disasters on the economy and society. A rapidly expanding literature has assessed the direct (for example property damage) and indirect (for example increased gross domestic product, trade) economic impacts of natural disasters.

The aim of the thesis is to present the environmental disasters that create high costs for the states, what these disasters are due to, what is their connection with finance and ways to deal with this crisis.

## Keywords

Climate change, Energy, Financial of climate change

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Εισαγωγή	10
Κεφάλαιο 1	14
Αιτίες και Συνέπειες της κλιματικής αλλαγής	14
1.1 Αιτίες της κλιματικής αλλαγής	17
1.2	18
Κεφάλαιο 2° Περιβαλλοντικές τάσεις της κλιματικής αλλαγής.	20
2.1 Τάσεις στις παγκόσμιες εκπομπές άνθρακα	21
2.3 Τάσεις και Προβολές για το Παγκόσμιο Κλίμα	27
2.4 Τάσεις των εταιρειών για την μείωση των εκπομπών άνθρακα	34
2.5 Πως οι τάσεις επηρεάζουν τις επιχειρήσεις	37
2.5.1 Ασύμμετροι Περιβαλλοντικοί Κανονισμοί και Σχετικό Κόστος	37
2.5.2 Η Υπόθεση του “Παράδεισου της Ρύπανσης” και η υπόθεση του “Porter”	39
Κεφάλαιο 3 Οικονομικές επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής	40
3.1 Οικονομική Ανάλυση της κλιματικής Αλλαγής	40
3.2 Μελέτες κόστους-οφέλους για την παγκόσμια αλλαγή του κλίματος	55
3.3 Ισχυρή πολιτική δράση για την πρόληψη του κλίματος	58
3.4 Κλιματική Αλλαγή και Ανισότητα	66
3.5 Πως επηρεάζεται η κατά κεφαλήν παραγωγικότητα από την κλιματική αλλαγή	71
3.6 Αύξηση της στάθμης της θάλασσας λόγω κλιματικής αλλαγής και ΑΕΠ	72
3.7 Οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στις κεντρικές τράπεζες	75
3.8 Καταστροφές που κόστισαν δισεκατομμύρια	78
Κεφάλαιο 4°	82
4.1	82
4.2	86
4.3 Μακροοικονομικά μοντέλα: Ποσοτικοποίηση Έμμεσων Οικονομικών Επιπτώσεων από Φυσικές Καταστροφές	89
4.4 Οι κλιματικοί κίνδυνοι επηρεάζουν τις χρηματοοικονομικές καταστάσεις	97
Κεφάλαιο 5	99
Προτάσεις αντιμετώπισης κλιματικής αλλαγής	99
Κεφάλαιο 6	123

6.1 Συμπεράσματα	123
6.2 Περιορισμοί	130
6.3 Μελλοντική Έρευνα	130
Βιβλιογραφία	131

Πίνακας	Σελίδα
1: Αύξηση της θερμοκρασίας σε σύγκριση με την προβιομηχανική εποχή	47
2: Οικονομικές ζημιές που προκαλούνται από ακραία φαινόμενα που σχετίζονται με τον καιρό και το κλίμα σε χώρες μέλη του ΕΟΧ, 1980-2020	50
3: Σενάριο αύξησης της θερμοκρασίας, από τα μέσα του αιώνα, Τα οικονομικά της κλιματικής αλλαγής	55
4: Οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής σε περιφερειακή κλίμακα έως το 2080 (εκατομμύρια άνθρωποι)	69
Σχεδιαγράμματα	Σελίδα
1: Όρια Ατμοσφαιρικού Διοξειδίου του Άνθρακα	12
2: Εκπομπές άνθρακα από την κατανάλωση ορυκτών καυσίμων, 1860–2013	27
3: Εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα, 1965-2015, Βιομηχανικές και αναπτυσσόμενες χώρες (εκατομμύρια μετρικοί τόνοι CO <sub>2</sub> ) Ο κατακόρυφος άξονας στο σχήμα 3 μετρά εκατομμύρια μετρικούς τόνους CO <sub>2</sub> (μια δεδομένη ποσότητα εκπομπών που μετράται σε τόνους διοξειδίου του άνθρακα είναι ~ 3,67 φορές το συνολικό βάρος σε άνθρακα). Οι εκτιμήσεις εκπομπών των Η.Π.Α	28
4: Ποσοστό παγκόσμιων εκπομπών CO <sub>2</sub> ανά χώρα/περιοχή	29
5: Εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα ανά κάτοικο, ανά χώρα	30
6: Παγκόσμιες ετήσιες ανωμαλίες θερμοκρασίας (°C), 1850–2015	31
7: Άνοδος της στάθμης της θάλασσας, 1880–2012	33
8: Τάσεις της παγκόσμιας θερμοκρασίας, 1900–2100. Το γράφημα δείχνει τις μέσες προβολές για σενάρια υψηλών, μεσαίων και χαμηλών εκπομπών. Το πιθανό εύρος αυξήσεων θερμοκρασίας σε όλα τα μοντέλα IPCC είναι ευρύτερο και κυμαίνεται μεταξύ 0,3 και 4,8°C.	36
9: Ετήσια οικονομική ζημιά που προκαλείται από ακραία φαινόμενα που σχετίζονται με τον καιρό και το κλίμα στα κράτη μέλη της ΕΕ	49
10: 1980-2022 United States Billio – Dollar Disaster Event Cost	53
11: United States Billion Dollar Disaster Events 1980-2022	53
12: Εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα που σχετίζονται με την ενέργεια, προβλεπόμενες έως το 2040, Ο Οργανισμός Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης (ΟΟΣΑ- OECD) περιλαμβάνει κυρίως βιομηχανικές χώρες και	58

εκτός ΟΟΣΑ τον υπόλοιπο κόσμο, συμπεριλαμβανομένων των αναπτυσσόμενων χωρών και συμπεριλαμβανομένης της Κίνας.	
13: Αύξηση παγκόσμιων εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα	59
14: Αυξανόμενες ζημιές από τις αυξανόμενες παγκόσμιες θερμοκρασίες. Τα τρία διαφορετικά μοντέλα (ENVISAGE, DICE και CRED) που εμφανίζονται σε αυτό το σχήμα δίνουν εκτιμήσεις ζημιών που είναι παρόμοιες σε χαμηλά έως μέτρια επίπεδα μεταβολής της θερμοκρασίας, αλλά αποκλίνουν σε υψηλότερα επίπεδα, αντανakλώντας διαφορετικές υποθέσεις που χρησιμοποιούνται στη μοντελοποίηση	62
15: Σενάρια σταθεροποίησης άνθρακα: Απαιτούμενες μειώσεις εκπομπών. Η πάνω γραμμή αναπαριστά το σενάριο σταθεροποίησης στα όρια 530 – 580 ppm CO <sub>2</sub> (RCP4.5) και η χαμηλή γραμμή αναπαριστά το σενάριο της σταθεροποίησης του CO <sub>2</sub> στα 430 – 480 ppm (RCP 2.6)	72
16: Περιβαλλοντικό μοντέλο Εισροών – Εκροών	93
17: Μοντέλο CGE	95
18: Πως οι κλιματικοί κίνδυνοι επηρεάζουν το χρηματοπιστωτικό σύστημα	98
Εικόνες	Σελίδα
1: Συρρίκνωση του αρκτικού πάγου στην Αρκτική από το 1850-2-15	33
2: Παγκόσμιες τάσεις θερμοκρασίας Προβλεπόμενες έως το 2100 – δύο σενάρια	37
3: US Billion- Dollar Weather and Climate Disaster	53
4: Ταχύτητα αστικοποίησης και ρυθμός οικονομικής ανάπτυξης, 1980–2011	74
5: Τα οικονομικά μοντέλα εισροών-εκροών (ΙΟ) κοιτάζουν πέρα από τον αρχικό αντίκτυπο των νέων δαπανών για να συλλάβουν τις αυξημένες οικονομικές δραστηριότητες, συμπεριλαμβανομένων των άμεσων, έμμεσων και επαγόμενων δαπανών. Τα μοντέλα USEEIO που αναπτύχθηκαν από την EPA γεφυρώνουν το χάσμα μεταξύ των παραδοσιακών υπολογισμών ΙΟ, της βιωσιμότητας και της λήψης περιβαλλοντικών αποφάσεων.	93





## Εισαγωγή

Μία από τις βασικές εννοιολογικές ερωτήσεις που πρέπει να απαντηθούν κατά την ανάλυση του περιβαλλοντικού προβλήματος της Κλιματικής Αλλαγής είναι ποιος είναι ο ορισμός του περιβάλλοντος. Οι ορισμοί που δίνονται από τους ειδικούς είναι αρκετά διαφορετικοί καθώς για παράδειγμα μερικές περιβαλλοντικές εκτιμήσεις ακολουθούν το βιοφυσικό μοντέλο, ενώ άλλες προσεγγίσεις συμπεριλαμβάνουν και τις ανθρώπινες επιδράσεις μέσα στους ορισμούς τους.

Η επικρατέστερη άποψη υποστηρίζει ότι το περιβάλλον στην πραγματικότητα περιλαμβάνει σε αλληλουχία ανθρώπινους θεσμούς και δραστηριότητες, σε αλληλεπίδραση με τις βιοφυσικές διεργασίες. Είναι τόσο στενός ο δεσμός μεταξύ του ανθρώπινου είδους και του περιβάλλοντος του, που είναι αδύνατη και ασαφής η διάκριση μεταξύ του ανθρώπου και του περιβάλλοντος. Μερικές ανθρωπογενείς μεταβολές έχουν ήδη ξεκινήσει να απειλούν αγαθά και υπηρεσίες που το περιβάλλον έδινε μέχρι σήμερα με ελάχιστο κόστος.

Το κόστος των ζημιών που σχετίζονται με κλιματικές καταστροφές αυξάνεται από τη δεκαετία του 1970. Οι επιστήμονες γνώριζαν από τον δέκατο ένατο αιώνα τις αρνητικές επιπτώσεις που έχουν οι εκπομπές του διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub>) και άλλων αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα (Harris et.al., 2017).

Κατά την δεκαετία του 1990, αναφέρονται μεγάλες φυσικές καταστροφές, οι οποίες οδήγησαν σε οικονομικές απώλειες κατά μέσο όρο περίπου 66 δισεκατομμύρια δολάρια ΗΠΑ ετησίως. Απώλειες ρεκόρ περίπου 178 δισεκατομμυρίων δολαρίων καταγράφηκαν το 1995, τη χρονιά του σεισμού Κόμπε (ισοδύναμο με 0,7 % του παγκόσμιου ΑΕΠ). Όλες αυτές οι καταστροφές που αναφέρονται, έχουν προκαλέσει μια αυξανόμενη συνειδητοποίηση των κινδύνων και των προβλημάτων άμεσων και έμμεσων που μπορούν να προκληθούν.

Παραδείγματα περιλαμβάνουν τον σεισμό Northridge (Ηνωμένες Πολιτείες) το 1994, τον σεισμό του Κόμπε (Ιαπωνία) το 1995, τον σεισμό του 2004 στον Ινδικό Ωκεανό που προκάλεσε το ασιατικό τσουνάμι, τον τυφώνα Κατρίνα (Ηνωμένες Πολιτείες) το 2005, τον σεισμό του 2011 στην Ιαπωνία, τον τυφώνα Harvey (Ηνωμένες Πολιτείες) το 2017.

Επιπλέον, οι οικονομικές απώλειες από φυσικές καταστροφές (διορθωμένες με τον πληθωρισμό) αυξάνονται τις τελευταίες δεκαετίες, με τον αριθμό των φυσικών

καταστροφών που προκαλούν σημαντικές απώλειες να αυξάνεται κατά τρεις φορές από τη δεκαετία του 1980.

Σήμερα, η ανησυχία έχει αυξηθεί για το ζήτημα της παγκόσμιας κλιματικής αλλαγής που προκαλείται από τις αυξημένες συσσωρεύσεις αυτών των αερίων. Το 2019, η βρετανική ΜΚΟ Christian Aid απαρίθμησε δεκαπέντε φυσικές καταστροφές με κόστος άνω του ενός δισεκατομμυρίου δολαρίων. Επομένως κρίνεται πλέον απαραίτητο να ληφθεί υπόψη η βελτίωση της απογραφής αυτών των γεγονότων, καθώς και η αύξηση της αξίας του εγκατεστημένου κεφαλαίου, δηλαδή κτιρίων, υποδομών, επιχειρήσεων, βιομηχανιών, κλπ. Αυτός ο παράγοντας θα αντιπροσωπεύει το ένα τρίτο του πρόσθετου κόστους στη Γαλλία έως το 2040 σύμφωνα με τις προβλέψεις των ασφαλιστών. Μελέτες επιδιώκουν να εντοπίσουν τους δεσμούς μεταξύ των κύριων κατηγοριών κινδύνου (πιστωτικός, αγοράς, ρευστότητας, λειτουργικός, κλπ.) και των κλιματικών κινδύνων. Σε ατομικό επίπεδο, οι κλιματικοί κίνδυνοι μπορεί να έχουν αντίκτυπο στις ταμειακές ροές – cash flows – των επιχειρήσεων και στην ικανότητά τους να αποπληρώσουν τα δάνεια που έχουν συναφθεί, γεγονός που επηρεάζει την αξία των χρηματοοικονομικών περιουσιακών στοιχείων.

Επομένως, πέρα από τη δράση των κυβερνήσεων, των κεντρικών τραπεζών και των ρυθμιστικών αρχών, η απάντηση του χρηματοοικονομικού τομέα στην κλιματικό κίνδυνο θα εγείρει επομένως το ζήτημα της ευθύνης του χρηματοοικονομικού τομέα ευρύτερα.

Ωστόσο φαίνεται πως η αίσθηση της ευρύτερης μακροοικονομικής τους σημασίας ή τα προβλήματα που μπορούν να προκληθούν μακροπρόθεσμα, είναι περιορισμένα. Οι εκτιμήσεις των οικονομικών επιπτώσεων επικεντρώνονται περισσότερο στις απώλειες που είναι εύκολο να μετρηθούν, δηλαδή στο οικονομικό κόστος της ορατής φυσικής ζημιάς. Σε αυτό περιλαμβάνονται οι απώλειες περιουσιών.

Αντίθετα, δεν φαίνεται να υπάρχει η ίδια αίσθηση ανησυχίας, για τις έμμεσες απώλειες. Τέτοιες απώλειες θα μπορούσαν να περιλαμβάνουν για παράδειγμα, επιπτώσεις στην ροή αγαθών και υπηρεσιών, το ισοζύγιο πληρωμών και τις δημοσιονομικές συνέπειες, τις αλλαγές στην οικονομική ανάπτυξη, τις αλλαγές στην κατανομή του εισοδήματος και τη συχνότητα της φτώχειας. Ο πληθυσμός και η οικονομική ανάπτυξη εξακολουθούν να είναι οι κύριοι μοχλοί των αυξανόμενων απωλειών από φυσικές καταστροφές, αλλά η ανθρωπογενής κλιματική αλλαγή μπορεί να αυξήσει τη συχνότητα ή/και την ένταση των μελλοντικών ακραίων καιρικών φαινομένων (IPCC, 2014).

Το 2021, η Διακυβερνητική Επιτροπή για την Κλιματική Αλλαγή (*Intergovernmental Panel on Climate Change - IPCC*) δημοσίευσε μια έκθεση η οποία αποδείκνυε τους βραχυπρόθεσμους και μεσοπρόθεσμους κινδύνους που ενέχει η κλιματική αλλαγή, προειδοποιώντας ότι πρέπει να επιτύχουμε «ταχεία, μεγάλης εμβέλειας και άνευ προηγουμένου αλλαγές σε όλες τις πτυχές της κοινωνίας» για την αποφυγή της επικίνδυνης κλιματικής αλλαγής (IPCC, 2021).

Αυτές οι τάσεις υπογραμμίζουν τη σημαντικότητα στο να σχεδιαστούν πολιτικές, η οποίες να μπορούν να μετριάσουν τα αποτελέσματα τέτοιων καταστροφών, τόσο στην οικονομία όσο και στην κοινωνία.

Μια μεγάλη και αυξανόμενη βιβλιογραφία έχει εκτιμήσει τις άμεσες και έμμεσες οικονομικές επιπτώσεις των φυσικών καταστροφών χρησιμοποιώντας ένα ευρύ φάσμα μοντέλων και εμπειρικών προσεγγίσεων.

Η ανασκόπηση της βιβλιογραφίας επικεντρώνεται στις άμεσες οικονομικές επιπτώσεις και στις έμμεσες (μακρο)οικονομικές επιπτώσεις των φυσικών καταστροφών. Οι άμεσες επιπτώσεις αναφέρονται στη ζημιά σε περιουσιακά στοιχεία (όπως για παράδειγμα στις άμεσες οικονομικές απώλειες από τις ζημιές σε σπίτια, σε επιχειρήσεις, τις καταστροφές στο παραγωγικό κεφάλαιο, στις υποδομές, στις καλλιέργειες, στο ζωικό κεφάλαιο) και στις (χρησιμοποιούμενες) επιπτώσεις στη σωματική και ψυχική υγεία). Η εκτίμηση των άμεσων απωλειών γίνεται με την χρήση μοντέλων καταστροφών και η μέτρησή τους γίνεται με τη χρήση εμπειρικών δεδομένων για τις ζημιές.

Οι άμεσες επιπτώσεις μπορεί να οδηγήσουν σε έμμεσες επιπτώσεις, οι οποίες αναφέρονται σε αλλαγές στην οικονομική δραστηριότητα που ακολουθούν την καταστροφή. Αυτές περιλαμβάνουν διακοπές των οικονομικών δραστηριοτήτων καθώς και τυχόν θετικές δευτερογενείς επιπτώσεις λόγω της υποκατάστασης της παραγωγής και της ζήτησης για ανασυγκρότηση. Έτσι, οι έμμεσες επιπτώσεις καταγράφουν τις βραχυπρόθεσμες και μακροπρόθεσμες οικονομικές απώλειες στην οικονομική παραγωγή και κατανάλωση και οποιεσδήποτε σχετικές πορείες οικονομικής ανάκαμψης. Αυτές οι έμμεσες επιπτώσεις των καταστροφών - μερικές φορές ονομάζονται επιδράσεις υψηλότερης τάξης – η πρόβλεψή τους γίνεται με την χρήση της μακροοικονομικής θεωρίας, και έχουν την δυνατότητα να ποσοτικοποιηθούν με την χρήση των υπολογιστικών μακροοικονομικών μοντέλων. Αυτές οι προβλέψεις μπορούν να δοκιμαστούν με την χρήση εμπειρικών δεδομένων και μεθόδων που επικεντρώνονται σε διάφορους οικονομικούς δείκτες, όπως για

παράδειγμα το επίπεδο και η ανάπτυξη του ακαθάριστου εγχώριου προϊόντος (ΑΕΠ), το εμπόριο και η απασχόληση.

## Κεφάλαιο 1

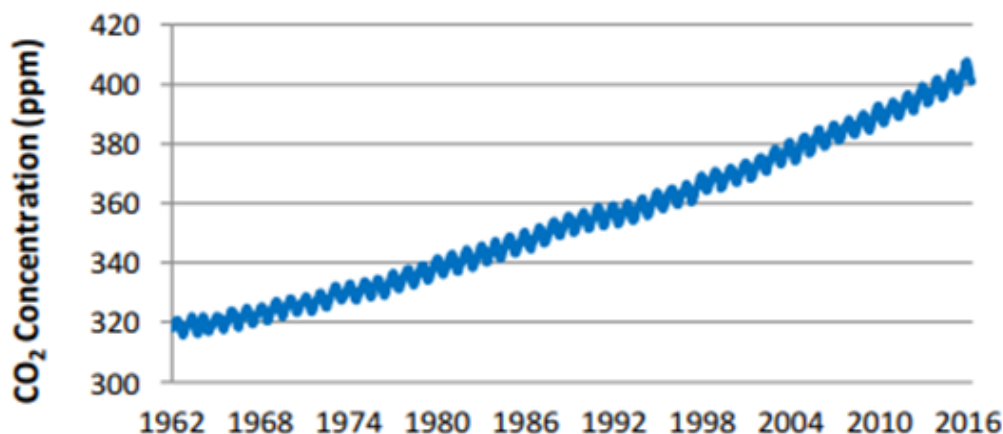
### Αιτίες και Συνέπειες της κλιματικής αλλαγής

Σύμφωνα με τους Harris et.al. (2017), το 97 % (ή ακόμα περισσότερες) των ενεργών επιστημονικών δημοσιεύσεων για το κλίμα συμφωνούν ότι η αυξημένη τάση υπερθέρμανσης του πλανήτη, οφείλεται σε ανθρώπινες δραστηριότητες.

Η IPCC προβλέπει αύξηση της θερμοκρασίας έως το 2100 μεταξύ 1,5°C (2,7°F) και 4,8°C (8,6°F), σε σχέση με τα προβιομηχανικά επίπεδα (IPPC, 2014).

Σύμφωνα με το Παγκόσμιο Ερευνητικό Πρόγραμμα των ΗΠΑ (Global Change Research Program, 2014) και της Αμερικανικής Γεωφυσικής Ένωσης (American Geophysical Union, 2014) η κλιματική αλλαγή οφείλεται κατά κύριο λόγο στην ανθρώπινη δραστηριότητα. Σύμφωνα με το Global Change Research Program (2014), επιστήμονες χρησιμοποίησαν δορυφόρους και δίκτυα μετεωρολογικών μπαλονιών, παρατηρώντας και μετρώντας τις αλλαγές στη θέση και τις συμπεριφορές των ειδών και τη λειτουργία των οικοσυστημάτων. Το συμπέρασμα της έκθεσης κατέληξε στο ότι ο πλανήτης θερμαίνεται, και εδώ και μισό αιώνα, αυτή η θέρμανση οδηγείται κυρίως από την ανθρώπινη δραστηριότητα, και η American Geophysical Union (2014), προσθέτει ότι μόνο οι γρήγορες κοινωνικές αντιδράσεις μπορούν να μειώσουν σημαντικά τα αρνητικά αποτελέσματα.

++++++



*Σχεδιάγραμμα 1: Όρια Ατμοσφαιρικού Διοξειδίου του Άνθρακα*

*Πηγή: National Oceanic and Atmospheric Administration, Earth System*

*Research laboratory, Global Monitoring Division*

*<http://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/data.html>*

Σύμφωνα με το παραπάνω διάγραμμα (Σχεδιάγραμμα 1), οι εποχικές διακυμάνσεις σημαίνουν ότι οι συγκεντρώσεις CO<sub>2</sub> αυξάνονται και μειώνονται κάθε χρόνο με την αύξηση και αποσύνθεση της βλάστησης και άλλων βιολογικών συστημάτων, αλλά η μακροπρόθεσμη τάση, μετρούμενη σε μέρη ανά εκατομμύριο ή ppm, είναι μια σταθερή αύξηση λόγω των ανθρωπίνων εκπομπών CO<sub>2</sub>.

Οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής έχουν ήδη αρχίσει να επηρεάζουν τα κλιματικά πρότυπα. Αυτές οι επιδράσεις ποικίλλουν από το λιώσιμο των πολικών πάγων μέχρι την άνοδο της στάθμης της θάλασσας, από την κατάρρευση των θαλάσσιων οικοσυστημάτων, από τις μεταβαλλόμενες στις καιρικές συνθήκες που συνοδεύονται από συχνότερα και πιο βίαια κορυφαία επεισόδια (τυφώνες, πλημμύρες, ξηρασίες), ακόμα και για ευρύτερη εξάπλωση παθογόνων και ασθενειών. Ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας (ΠΟΥ) έχει εκτιμήσει ότι περισσότεροι από 140.000 άνθρωποι ετησίως πεθαίνουν ήδη ως άμεσο αποτέλεσμα της αλλαγής του κλίματος, κυρίως στην Αφρική και τη Νοτιοανατολική Ασία.

Οι πιο σπουδαίες διαπιστώσεις σε σχέση με το κλίμα, όπως ειπώθηκαν στην Πέμπτη έκθεση της IPCC (Διακυβερνητική Ομάδα για Κλιματική Αλλαγή) το έτος 2013, είναι οι εξής:

Το διοξείδιο του άνθρακα στην ατμόσφαιρα είναι σε υπερβολικά υψηλά επίπεδα (δεν έχουν καταγραφεί τόσο υψηλά επίπεδα εδώ και 800.000 χρόνια). Όπως είναι αναμενόμενο, τα υψηλά ποσοστά του CO<sub>2</sub> σήμερα, σε σύγκριση με την προβιομηχανική εποχή (αύξηση κατά 40%) συσχετίζεται με την καύση ορυκτών καυσίμων.

- Θεωρείται ότι η αύξηση της θερμοκρασίας της γης οφείλεται κατά 95% στην ανθρώπινη δραστηριότητα.

- Η μέση επιφανειακή θερμοκρασία, θα αυξηθεί κατά 0,3 έως 4,8° C σε σύγκριση με τα προβιομηχανικά επίπεδα, μέχρι το τέλος του αιώνα. Αυτή η αύξηση θα εξαρτηθεί σε μεγάλο βαθμό από τα μέτρα που θα παρθούν για τη μείωση των εκπομπών

- Τις δύο τελευταίες δεκαετίες, η μάζα των καλυμμάτων πάγου της Ανταρκτικής και της Γροιλανδίας μειώνονται, και παράλληλα οι παγετώνες σε ολόκληρο τον κόσμο υποχωρούν. Αυτή η κατάσταση φαίνεται ότι θα συνεχιστεί με αμείωτο ρυθμό.

- Κατά το διάστημα 1971 έως 2010, τα πάνω στρώματα των ωκεανών θερμάνθηκαν. Πλέον η θέρμανση αυτή φαίνεται ότι προχωράει σε μεγαλύτερα βάθη.

## 1.1 Αιτίες της κλιματικής αλλαγής

Οι αιτίες της κλιματικής αλλαγής μπορούν να συνοψιστούν παρακάτω (United Nations,2023):

1. Παραγωγή ενέργειας: η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας με την καύση ορυκτών καυσίμων, είναι υπεύθυνη για την παραγωγή του μεγαλύτερου μέρους των παγκόσμιων εκπομπών. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι το μεγαλύτερο μέρος της ηλεκτρικής ενέργειας παράγεται από την καύση άνθρακα, πετρελαίου ή αερίου, το οποίο παράγει διοξείδιο του άνθρακα και υποξείδιο του αζώτου. Αυτά τα αέρια με την σειρά τους δημιουργούν μια σειρά προβλημάτων με πιο σοβαρό αυτό του φαινομένου του θερμοκηπίου (=ισχυρά αέρια θερμοκηπίου καλύπτουν τη Γη και παγιδεύουν την θερμότητα του ήλιου, προκαλώντας έτσι μεταξύ άλλων αύξηση της θερμοκρασίας). Φυσικά, μέρος της παραγωγής ενέργειας προέρχεται από ανανεώσιμες πηγές, οι οποίες εκπέμπουν ελάχιστα έως καθόλου αέρια θερμοκηπίου και αέριους ρύπους.
2. Κατασκευαστικά αγαθά: η μεταποίηση και η βιομηχανία έχουν σαν αποτέλεσμα την παραγωγή εκπομπών. Οι εκπομπές αυτές προέρχονται κυρίως από την καύση ορυκτών καυσίμων για την παραγωγή ενέργειας για την παραγωγή ειδών. Τέτοια είδη αποτελούν για παράδειγμα το τσιμέντο, ο σίδηρος, ο χάλυβας, τα ηλεκτρονικά είδη, τα πλαστικά, τα ρούχα και μια σειρά πολλών άλλων αγαθών. Επιπλέον, αέρια απελευθερώνονται και από άλλες βιομηχανικές διεργασίες, από την εξόρυξη και από την κατασκευαστική βιομηχανία. Ακόμα, τα μηχανήματα που κάνουν χρήση στη διαδικασία παραγωγής λειτουργούν κυρίως με άνθρακα, πετρέλαιο ή φυσικό αέριο. Επιπροσθέτως, υλικά, όπως είναι για παράδειγμα τα πλαστικά, είναι κατασκευασμένα από χημικές ουσίες που προέρχονται από ορυκτά καύσιμα. Η μεταποιητική βιομηχανία, είναι ένας από τους πιο μεγάλους συντελεστές που αυξάνουν τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου σε παγκόσμιο επίπεδο.
3. Κοπή των δασών: η κοπή των δασών για τη δημιουργία αγροκτημάτων, βοσκοτόπων και για άλλους ανθρωπογενής λόγους, δημιουργεί εκπομπές, αφού τα δέντρα όταν κόβονται απελευθερώνουν τον άνθρακα που έχουν αποθηκεύσει. Αυτό είναι τεράστια καταστροφή εάν αναλογιστεί κανείς ότι



ετησίως καταστρέφονται 12 εκατομμύρια εκτάρια δάσους. Η καταστροφή είναι ακόμα μεγαλύτερη αφού καταστρέφοντας τα δέντρα, τα οποία απορροφούν διοξείδιο τους άνθρακα, περιορίζεται η ικανότητα της φύσης να κρατά τις εκπομπές μακριά από την ατμόσφαιρα.

4. Μεταφορές: οι χρήσεις αυτοκινήτων, φορτηγών, πλοίων και αεροπλάνων, τα οποία λειτουργούν με ορυκτά καύσιμα συνεισφέρουν στην αύξηση των αερίων που προκαλούν αέρια του θερμοκηπίου.
5. Παραγωγή τροφίμων: οι εκπομπές του CO<sub>2</sub>, μεθανίου αλλά και άλλων αερίων του θερμοκηπίου, προκαλούνται και από την παραγωγή τροφίμων. Αυτό μπορεί να γίνει με διάφορους τρόπους, μέσα στους οποίους είναι η αποψίλωση των δασών, η λειτουργία του αγροτικού ή αλιευτικού εξοπλισμού, η παραγωγή και χρήση λιπασμάτων.
6. Τροφοδοσία κτιρίων: παγκοσμίως το μεγαλύτερο μέρος της συνολικής ηλεκτρικής ενέργειας, καταναλώνεται από τα οικιστικά και εμπορικά κτίρια. Η αυξανόμενη ενεργειακή ζήτηση για θέρμανση και ψύξη (εδώ αναφερόμαστε στην χρήση κλιματιστικών), όπως και η μεγάλη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας (για παράδειγμα για φωτισμό, για την χρήση συσκευών κ.α), συμβάλλει στην αύξηση των εκπομπών του άνθρακα.
7. Υπερκαταναλωτισμός: ένα τεράστιο μέρος των παγκόσμιων εκπομπών σχετίζεται με τα ιδιωτικά νοικοκυριά και τον τρόπο ζωής.

## 1.2 Συνέπειες της κλιματικής αλλαγής

Οι συνέπειες της κλιματικής αλλαγής συνοψίζονται παρακάτω (United Nations,2023):

1. Αύξηση της θερμοκρασίας: με την αύξηση των αερίων του θερμοκηπίου.
2. Πιο σφοδρές καταιγίδες: λόγω της αύξησης της θερμοκρασίας, αυξάνεται η υγρασία (λόγω μεγαλύτερης εξάτμισης) και επιδεινώνονται έτσι οι βροχοπτώσεις, και σαν συνέπεια οι πλημμύρες, οι καταστροφικές καταιγίδες. Ακόμα, η συχνότητα και η έκταση των τροπικών καταιγίδων επηρεάζεται από την υπερθέρμανση του ωκεανού. Σαν δεύτερη συνέπεια δημιουργούνται κυκλώνες και τυφώνες, και κατ' επέκταση καταστρέφονται σπίτια και κοινότητες με τεράστιο οικονομικό κόστος.
3. Αυξημένη ξηρασία: λόγω της υπερθέρμανσης επιδεινώνονται οι ελλείψεις νερού με ότι συνεπάγεται αυτή η κατάσταση.
4. Υπερθέρμανση του ωκεανού: με αποτέλεσμα να αυξάνεται ο όγκος του και έτσι να προκαλείται άνοδο της στάθμης της θάλασσας. Επιπλέον, λόγω του ότι ο ωκεανός απορροφά μεγάλο μέρος του διοξειδίου του άνθρακα έχει σαν αποτέλεσμα τα νερά του να γίνονται πιο όξινα, θέτοντας σε κίνδυνο τη θαλάσσια ζωή.
5. Απώλεια ειδών: λόγω της κλιματικής αλλαγής, τα είδη χάνονται με ρυθμό χίλιες φορές μεγαλύτερο από κάθε άλλη στιγμή στην καταγεγραμμένη ανθρώπινη ιστορία.
6. Έλλειψη φαγητού: η κλιματική αλλαγή οφείλεται μεταξύ άλλων για την παγκόσμια αύξηση της πείνας και την κακή διατροφή.
7. Περισσότεροι κίνδυνοι για την υγεία: οι κλιματικές επιπτώσεις βλάπτουν την υγεία μέσω της ατμοσφαιρικής ρύπανσης.
8. Φτώχεια και εκτοπισμός

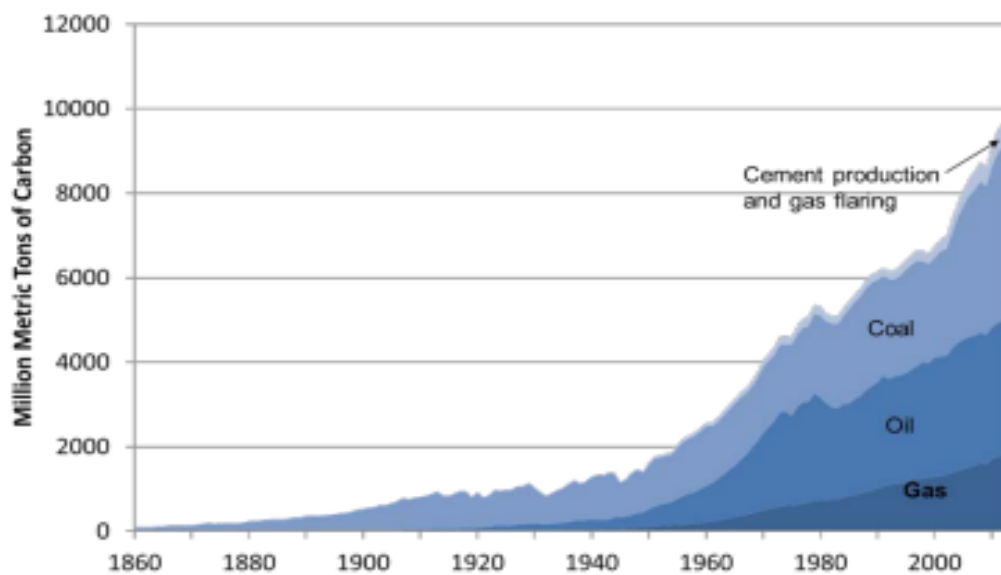
## **Κεφάλαιο 2<sup>ο</sup> Περιβαλλοντικές τάσεις της κλιματικής αλλαγής.**

Όλα τα φαινόμενα που αναφέρθηκαν στο προηγούμενο κεφάλαιο έχουν ως συνέπεια τη δημιουργία πολλών καταστροφικών επιπτώσεων σε ολόκληρο το οικοσύστημα. Η ποιότητα του αέρα, των υδάτων, των πόρων της γης υποβαθμίζεται δημιουργώντας διάφορα προβλήματα στην ποιότητα ζωής των ανθρώπων. Αυτά τα προβλήματα μπορούν να αφορούν τόσο το βιοτικό επίπεδο, όσο και το οικονομικό επίπεδο. Παρόλο που η κλιματική αλλαγή συμβαίνει σε παγκόσμιο επίπεδο, οι επιπτώσεις της διαφέρουν από περιοχή σε περιοχή ανάλογα με τις γεωγραφικές και μορφολογικές διαφορές της καθεμίας.

## 2.1 Τάσεις στις παγκόσμιες εκπομπές άνθρακα

Οι παγκόσμιες εκπομπές CO<sub>2</sub> από την καύση ορυκτών καυσίμων έχουν αυξηθεί δραματικά από το 1950 περίπου, όπως φαίνεται στο παρακάτω σχεδιάγραμμα. Το 2013, οι συνολικές παγκόσμιες εκπομπές άνθρακα ήταν 9,776 δισεκατομμύρια τόνοι ή Γιγατόνοι (Gt) άνθρακα. Η καύση άνθρακα αυτή τη στιγμή ευθύνεται για το περίπου 42 τοις εκατό των παγκόσμιων εκπομπών άνθρακα, ενώ τα υγρά καύσιμα (κυρίως πετρέλαιο) είναι η πηγή του υπόλοιπου 33 τοις εκατό, η καύση φυσικού αερίου αντιπροσωπεύει το 19%, με 6% από την παραγωγή τσιμέντου και την καύση αερίου. Το παρακάτω σχεδιάγραμμα (Σχεδιάγραμμα 2) δείχνει τις εκπομπές κατά την περίοδο 1965-2015, εκφρασμένες σε εκατομμύρια μετρικούς τόνους CO<sub>2</sub>.

Η μελέτη των Anwar et.al. (2020), έδειξε ότι το ΑΕΠ, η αστικοποίηση και το άνοιγμα του εμπορίου συσχετίστηκαν σημαντικά με τις εκπομπές CO<sub>2</sub> στο πάνελ των χωρών της Άπω Ανατολής Ασίας. Οι χώρες της Άπω Ανατολής της Ασίας αναπτύσσονται με γρήγορους ρυθμούς όσον αφορά το ΑΕΠ, τα επίπεδα αστικοποίησης και τις εκπομπές CO<sub>2</sub>, σύμφωνα με τη συλλογή αναπτυξιακών δεικτών της Παγκόσμιας Τράπεζας. Αυτή η γρήγορη πορεία αύξησης του ΑΕΠ, της αστικοποίησης και του εμπορίου έχει προκαλέσει περιβαλλοντική υποβάθμιση, προκαλώντας σοβαρά προβλήματα υγείας σε αυτές τις χώρες.



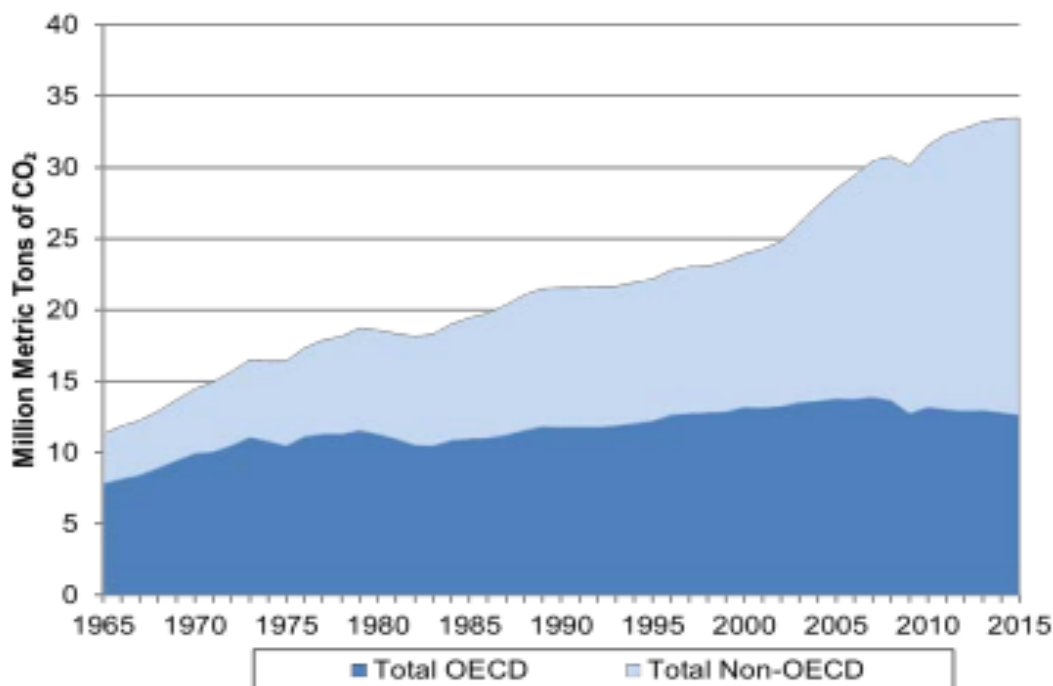
Σχεδιάγραμμα 2: Εκπομπές άνθρακα από την κατανάλωση ορυκτών καυσίμων, 1860–2013

Πηγή: Κέντρο ανάλυσης πληροφοριών διοξειδίου του άνθρακα (CDIAC)

[http://cdiac.ornl.gov/ftp/ndp030/global.1751\\_2013.ems](http://cdiac.ornl.gov/ftp/ndp030/global.1751_2013.ems)

Το Σχεδιάγραμμα εστιάζει στην κατανομή των εκπομπών μεταξύ δύο ομάδων χωρών, ο ΟΟΣΑ (OECD)<sup>1</sup>, συμπεριλαμβανομένων κυρίως των βιομηχανικών χωρών, και του υπόλοιπου κόσμου, που περιλαμβάνουν τις αναπτυσσόμενες χώρες, συμπεριλαμβανομένης της Κίνας. Το μερίδιο των εκπομπών του ΟΟΣΑ μειώνεται σταθερά από το 2007 και το μερίδιο του αναπτυσσόμενου κόσμου έχει αυξηθεί σημαντικά, αν και υπήρξε επίσης πρόσφατη επιβράδυνση της ανάπτυξής του.

<sup>1</sup> ΟΟΣΑ = Οργανισμός Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης (κυρίως βιομηχανικές χώρες, ενώ οι χώρες εκτός ΟΟΣΑ είναι αναπτυσσόμενες).



Σχεδιάγραμμα 3: Εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα, 1965-2015, Βιομηχανικές και αναπτυσσόμενες χώρες (εκατομμύρια μετρικοί τόνοι CO<sub>2</sub>) Ο κατακόρυφος άξονας στο σχήμα 3 μετρά εκατομμύρια μετρικούς τόνους CO<sub>2</sub> (μια δεδομένη ποσότητα εκπομπών που μετράτε σε τόνους διοξειδίου του άνθρακα είναι ~ 3,67 φορές το συνολικό βάρος σε άνθρακα). Οι εκτιμήσεις εκπομπών των Η.Π.Α.

Πηγή: U.S. Energy Information Administration

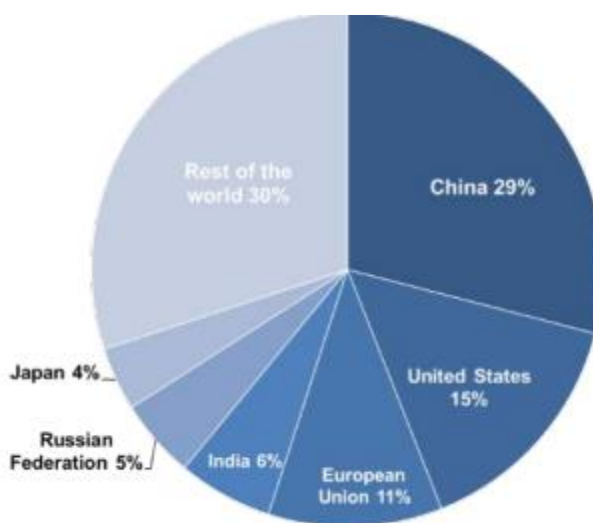
<http://www.eia.gov/forecasts/aeo/data/browser/#/?id=10-IEO2016&sourcekey=0>, πρόσβαση τον Ιούνιο του 2016.

Οι εκπομπές είναι στενά συνδεδεμένες με τους οικονομικούς κύκλους και το 2008-2009. Η ύφεση είναι σαφώς ορατή στο δεύτερο σχεδιάγραμμα. Επίσης, αξιοσημείωτη είναι η φαινομενική εξισορρόπηση των εκπομπών του CO<sub>2</sub> κατά τα έτη 2014, 2015 και 2016 γύρω στα 33 δισεκατομμύρια τόνους (33 γιγατόνοι) CO<sub>2</sub>. Αυτό εξηγείται εν μέρει από την επιβράδυνση της παγκόσμιας οικονομίας (με μείωση του ρυθμού οικονομικής ανάπτυξης της Κίνας). Αντανακλά επίσης της νέες ενεργειακές επενδύσεις σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ηλιακή και αιολική), οι οποίες έχουν κυριαρχήσει στην πρόσθετη παραγωγική ικανότητα ενέργειας τα τελευταία χρόνια. Αυτή η τάση αρχίζει να μειώνει τις εκπομπές του CO<sub>2</sub> από τον ενεργειακό τομέα.

Στις ανεπτυγμένες χώρες, υπήρξε μια ταχεία μετάβαση από την χρήση του άνθρακα, στη χρήση του φυσικού αερίου και στις ΑΠΕ, με την μείωση των συνολικών εκπομπών του CO<sub>2</sub>. Στις αναπτυσσόμενες χώρες, η παραγωγή άνθρακα, εξακολουθεί να επεκτείνεται, αλλά υπάρχει και ένα αυξανόμενο μερίδιο της παραγωγής που πλέον προέρχεται από τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.

Το παρακάτω σχεδιάγραμμα (Σχεδιάγραμμα 4) δείχνει την κατανομή των εκπομπών CO<sub>2</sub> μεταξύ των κύριων χωρών που εκπέμπουν τα περισσότερα ποσοστά: την Κίνα (29%), τις Ηνωμένες Πολιτείες (15%), την Ευρωπαϊκή Ένωση (11%), την Ινδία (6%), την Ρωσία (5%), την Ιαπωνία (4%) και τον υπόλοιπο κόσμο (30%).

Το μεγαλύτερο μέρος της μελλοντικής ανάπτυξης των εκπομπών άνθρακα αναμένεται να προέρχονται από τις ταχέως αναπτυσσόμενες χώρες όπως για παράδειγμα την Κίνα και την Ινδία. Η Κίνα πέρασε τις ΗΠΑ το 2006 ως η χώρα με τις πιο πολλές εκπομπές άνθρακα παγκοσμίως.



Σχεδιάγραμμα 4: Ποσοστό παγκόσμιων εκπομπών CO<sub>2</sub> ανά χώρα/περιοχή

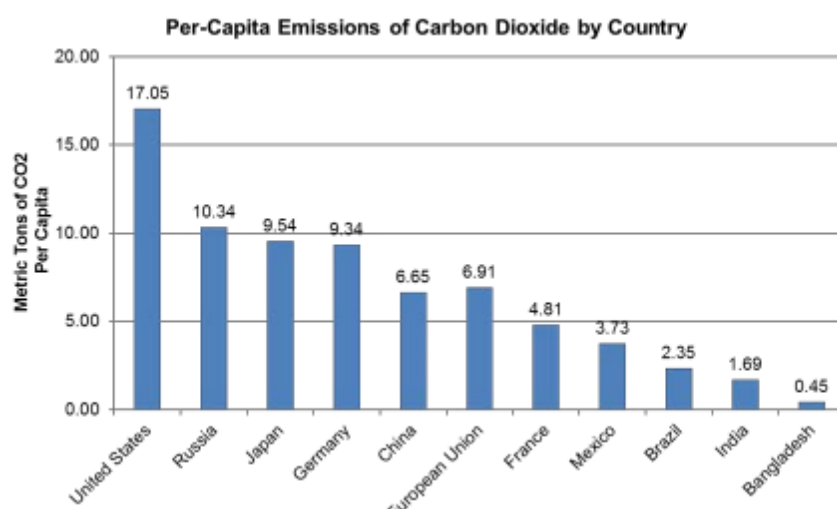
Πηγή: Jos G.J. Olivier et al., Κοινό Κέντρο Ερευνών της Ευρωπαϊκής Επιτροπής,

2014. «Τάσεις στις παγκόσμιες εκπομπές CO<sub>2</sub>: Έκθεση 2014»

[http://edgar.jrc.ec.europa.eu/news\\_docs/jrc-2014-trends-in-global-co2-emissions-2014-report-93171.pdf](http://edgar.jrc.ec.europa.eu/news_docs/jrc-2014-trends-in-global-co2-emissions-2014-report-93171.pdf)

Εκτός από τις συνολικές εκπομπές ανά χώρα, είναι σημαντικό να ληφθεί υπόψη και η κατά κεφαλήν εκπομπές (Woodard et.al., 2018). Οι κατά κεφαλήν εκπομπές είναι πολύ υψηλότερες στις ανεπτυγμένες χώρες, όπως φαίνεται στο σχεδιάγραμμα. Τα υψηλότερα ποσοστά παρατηρούνται σε χώρες του Κόλπου, όπως το Κατάρ (40 τόνοι CO<sub>2</sub> ανά άτομο), το Κουβέιτ (34 τόνοι ανά άτομο) ή τα Ηνωμένα Αραβικά Εμιράτα (22τόνους ανά άτομο). Οι Ηνωμένες Πολιτείες έχουν το υψηλότερο ποσοστό μεταξύ των μεγάλων χωρών, με 17 μετρικούς τόνους εκπομπών CO<sub>2</sub> ανά άτομο. Άλλες χώρες με υψηλές εκπομπές είναι η Αυστραλία με 16,7 τόνους κατά κεφαλήν και ο Καναδάς με 14.6. Η Ρωσία έχει κατά μέσο όρο 10 τόνους ανά άτομο, ενώ οι περισσότερες άλλες ανεπτυγμένες χώρες κυμαίνονται από 4 έως 10 μετρικούς τόνους κατά κεφαλήν.

Οι περισσότερες αναπτυσσόμενες χώρες έχουν χαμηλά ποσοστά κατά κεφαλήν, συνήθως λιγότερο από 2 τόνους CO<sub>2</sub> ανά άτομο, εκτός από την Κίνα, της οποίας οι κατά κεφαλήν εκπομπές έχουν αυξηθεί σε 6,6 τόνους ανά άτομο (Σχεδιάγραμμα 5).



Σχεδιάγραμμα 5: Εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα ανά κάτοικο, ανά χώρα

Πηγή: British Petroleum, Energy Charting Tool 2015.

Οι αυξανόμενες εκπομπές CO<sub>2</sub> αποτελούν μεγάλη απειλή για το περιβάλλον και τη δημόσια υγεία. Η αστικοποίηση, η οικονομική ανάπτυξη και το άνοιγμα του εμπορίου καθορίζουν σημαντικά τις εκπομπές του CO<sub>2</sub>. Για να μειωθούν οι εκπομπές

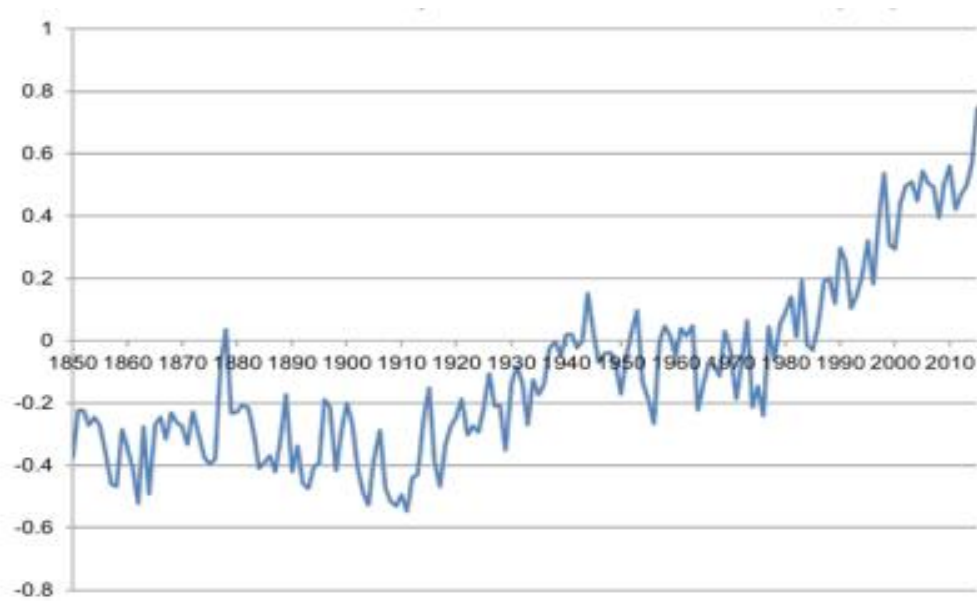


του CO<sub>2</sub>, θα πρέπει οι πολίτες να ενθαρρυνθούν για μια πιο πράσινη και βιώσιμη αστικοποίηση, να βοηθηθεί η οικονομική πρόοδος, αλλά όχι σε βάρος της περιβαλλοντικής υποβάθμισης, να υπάρξει μια στρατηγική ρύθμισης και βελτίωσης της βιομηχανικής δομής και να ενισχυθεί η κατανομή των ΑΠΕ στη συνολική κατανάλωση ενέργειας (Anwar et.al., 2020).

## 2.3 Τάσεις και Προβολές για το Παγκόσμιο Κλίμα

Η γη έχει θερμανθεί σημαντικά από τότε που άρχισαν να τηρούνται αξιόπιστα αρχεία καιρού στα μέσα του δέκατου ένατου αιώνα (Σχεδιάγραμμα 6). Τα τελευταία εκατό χρόνια, η παγκόσμια τιμή της μέσης θερμοκρασίας έχει αυξηθεί περίπου  $1^{\circ}\text{C}$  ή περίπου  $1,8^{\circ}\text{F}$ . Στις μέρες μας, οι πιο υψηλές θερμοκρασίες καταγράφηκαν από τα έτη 2000 έως 1025.

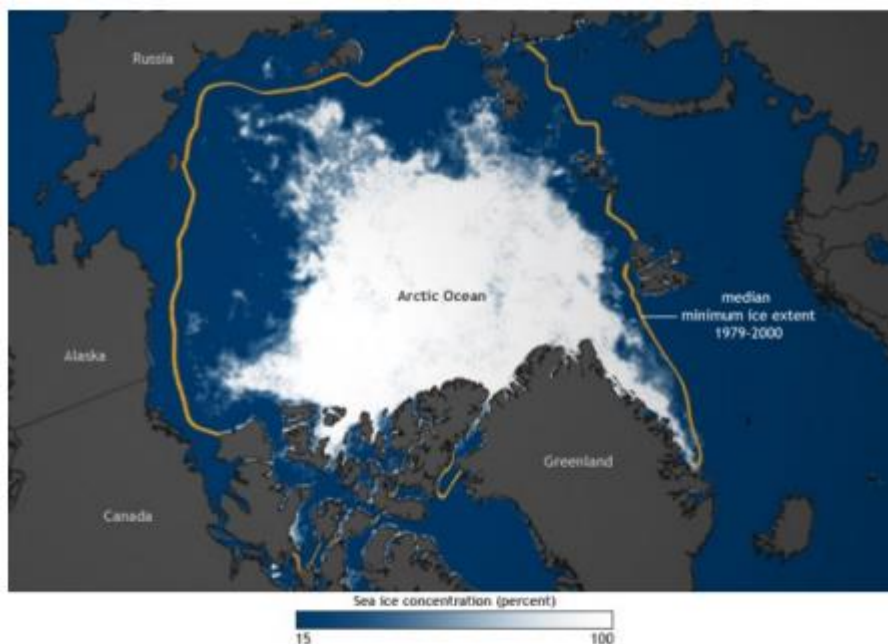
Το ρεκόρ του 2014 ως η πιο καυτή χρονιά που έχει καταγραφεί ποτέ καταρρίφθηκε το 2015, το οποίο με τη σειρά του ήταν λιγότερο θερμό από το έτος 2016, που οι τιμές της θερμοκρασίας ήταν πάνω κάτω  $1,1^{\circ}\text{C}$  περισσότερο από τα προβιομηχανικά επίπεδα. Τα στοιχεία δείχνουν ότι ο ρυθμός θέρμανσης, επί του παρόντος είναι περίπου  $0,13^{\circ}\text{C}$  ανά δεκαετία, και συνεχίζει να αυξάνεται (Harris et.al., 2017). Το Εθνικό Εργαστήριο Βορειοδυτικού Ειρηνικού του Υπουργείου Ενέργειας των ΗΠΑ εκτιμά ότι ο ρυθμός με τον οποίο ανεβαίνουν οι θερμοκρασίες θα μπορούσε να αυξηθεί σε  $0,25^{\circ}\text{C}$  ανά δεκαετία.



*Σχεδιάγραμμα 6: Παγκόσμιες ετήσιες ανωμαλίες θερμοκρασίας (°C), 1850–2015*

*Πηγή: CDIAC, Global Monthly and Annual Temperature Anomalies (degrees C), 1850-2015, relative to the 1961-1990 mean, May 2016. <http://cdiac.ornl.gov/ftp/trends/temp/jonescru/global.txt>*

Δεν θερμαίνονται όλες οι περιοχές το ίδιο. Η Αρκτική και η Ανταρκτική έχουν θερμανθεί περίπου το διπλάσιο από τον παγκόσμιο ρυθμό. Το λιώσιμο των πάγων στην Αρκτική είναι αποτέλεσμα της παγκόσμιας υπερθέρμανσης και αιτία περαιτέρω θέρμανσης, καθώς ο ανοιχτός ωκεανός απορροφά περισσότερο από την ενέργεια του ήλιου από τον πάγο (Εικόνα 1).

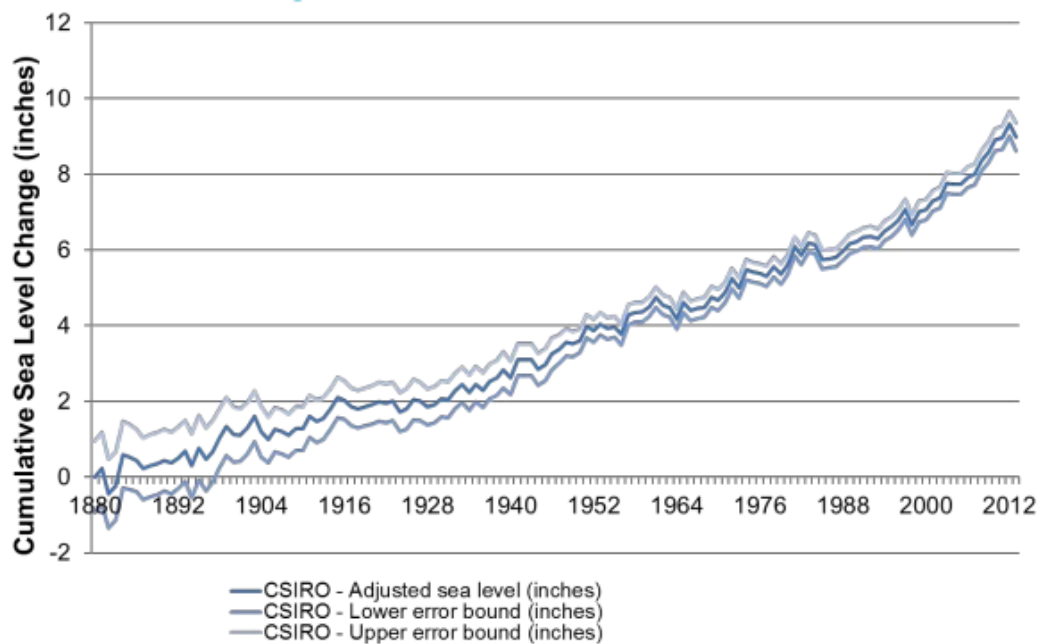


*Εικόνα 1: Συρρίκνωση του αρκτικού πάγου στην Αρκτική από το 1850-2-15*

*Πηγή: CDIAC*

Οι υψηλότερες θερμοκρασίες έχουν προκαλέσει αξιοσημείωτες επιπτώσεις στα οικοσυστήματα. Στις περισσότερα περιοχές του κόσμου, οι παγετώνες υποχωρούν. Για παράδειγμα, στο Εθνικό Πάρκο Glacier στη Μοντάνα, υπήρχαν 150 παγετώνες όταν ιδρύθηκε το πάρκο το 1910. Από το 2010 μόνο 25 παγετώνες παρέμειναν και έως το 2030 υπολογίζεται ότι το πάρκο δεν θα έχει πλέον κανέναν.

Η κλιματική αλλαγή οδηγεί επίσης σε αύξηση της θαλάσσιας στάθμης. Η αύξηση της θαλάσσιας στάθμης αποδίδεται στο λιώσιμο των παγετώνων και των στρωμάτων πάγου και στο γεγονός ότι το νερό διαστέλλεται όταν είναι πιο θερμό. Το 2012, η παγκόσμια μέση θερμοκρασία των ωκεανών ήταν περίπου 0,5°C περισσότερο από το ΜΟ του 20<sup>ου</sup> αιώνα. Ο συνδυασμός των θερμότερων ωκεανών και του λιώσιμου των πάγων έχει οδηγήσει τη στάθμη της θάλασσας να ανεβαίνει περίπου 2 χιλιοστά το χρόνο. Το 2012 η στάθμη της θάλασσας ήταν ήδη 9 ίντσες (23 cm) πάνω από το επίπεδο του 1880 (Σχεδιάγραμμα 7).



Σχεδιάγραμμα 7: Άνοδος της στάθμης της θάλασσας, 1880–2012

Πηγή: IPCC, 2014

*Σημείωση: Η γραμμή στη μέση δείχνει μια μέση εκτίμηση που βασίζεται σε μεγάλο αριθμό δεδομένων από διάφορες πηγές. Η σκιασμένη περιοχή αντιπροσωπεύει τα περιθώρια σφάλματος υψηλού και χαμηλού επιπέδου (μικρότερα για πρόσφατα δεδομένα).*

Ο αντίκτυπος της ανόδου της θάλασσας απειλεί πολλές παράκτιες περιοχές. Για παράδειγμα, στις Η.Π.Α. υπάρχουν 31 πόλεις που βρίσκονται σε άμεσο κίνδυνο, το ίδιο και κάποιες πόλεις της Αλάσκας, καθώς και πόλεις στη Φλόριντα γίνονται ήδη μάρτυρες της ζημιάς από την αύξηση των πλημμυρών.

Το Μαϊάμι Μπιτς έχει ήδη επενδύσει περισσότερα από 400 εκατομμύρια δολάρια για την αντιμετώπιση των επαναλαμβανόμενων πλημμυρών, που συμβαίνουν όχι μόνο κατά τη διάρκεια επεισοδίων τυφώνων αλλά και σε «βασιλικές παλίρροιες» που συμβαίνουν μία ή δύο φορές το χρόνο (όταν οι τροχιές και η ευθυγράμμιση της Γης, της σελήνης και του ήλιου συνδυάζονται για να παράγουν τα μεγαλύτερα παλιρροϊκά αποτελέσματα του έτους).

Οι κάτοικοι αρκετών παράκτιων πόλεων που αντιμετωπίζουν υψηλότερες συχνότητες πλημμύρων ανησυχούν για την απώλεια της αξίας των ακινήτων των σπιτιών τους. Υπάρχουν σημαντικές επιπτώσεις για τον ασφαλιστικό κλάδο· σύμφωνα

με τον πρόεδρο της Ένωσης Αντασφαλίσεων της Αμερικής, «είναι σαφές ότι η υπερθέρμανση του πλανήτη θα μπορούσε να χρεοκοπήσει τη βιομηχανία».

Πρόσφατη έρευνα για το στρώμα πάγου της Δυτικής Ανταρκτικής δείχνει ότι αυτή η περιοχή, μεγαλύτερη από το Μεξικό, είναι δυνητικά πιο ευάλωτη στο λιώσιμο από μια σχετικά μικρή ποσότητα υπερθέρμανσης του πλανήτη, και ικανή να ανεβάσει τη στάθμη της θάλασσας κατά 12 πόδια ή περισσότερο εάν αυτό συμβεί.

Ακόμα κι αν αυτό το απαισιόδοξο σενάριο δεν συμβεί, ερευνητές διαπίστωσαν ότι η συνολική άνοδος της θάλασσας θα μπορούσε να φτάσει τα 5 έως 6 πόδια μέχρι το 2100 και θα συνέχιζε να αυξάνεται, με τις θάλασσες να αυξάνονται κατά περισσότερο από ένα πόδι ανά δεκαετία στα μέσα του 22ου αιώνα.

Πέρα από την άνοδο της θερμοκρασίας των ωκεανών, αποτέλεσμα της αύξησης του CO<sub>2</sub> στην ατμόσφαιρα είναι και η οξίνιση των ωκεανών. Η Εθνική Υπηρεσία Ωκεανών και Ατμόσφαιρας των ΗΠΑ βρίσκει:

Περίπου το ήμισυ του συνόλου του διοξειδίου του άνθρακα που παράχθηκε από τον άνθρωπο από τη Βιομηχανική επανάσταση και μετά, διαλύθηκε στους ωκεανούς του κόσμου. Αυτή η απορρόφηση επιβραδύνεται από την υπερθέρμανση του πλανήτη, αλλά μειώνεται επίσης το pH των ωκεανών, καθιστώντας τον πιο όξινο. Περισσότερο όξινο νερό μπορεί να διαβρώσει μέταλλα στα οποία βασίζονται πολλά θαλάσσια πλάσματα για να χτίσουν τα προστατευτικά όστρακα και τους σκελετούς τους.

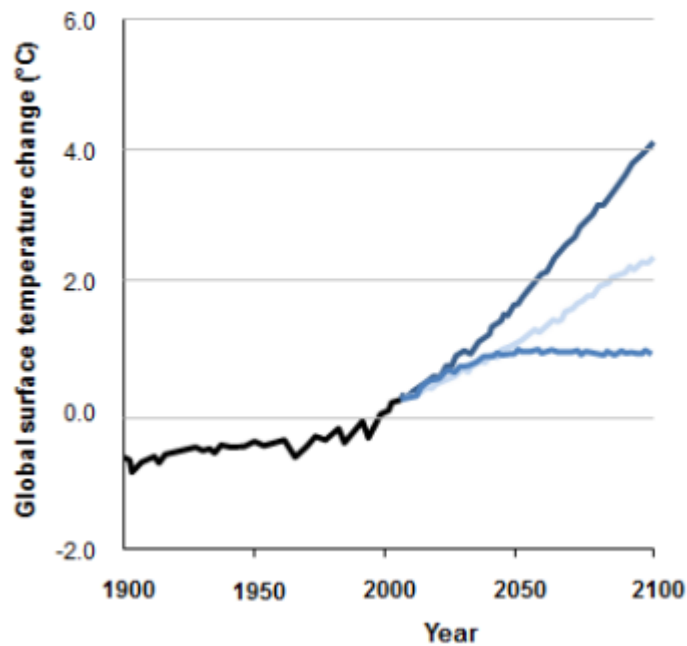
Μια έκθεση του 2012 στο περιοδικό Science διαπίστωσε ότι οι ωκεανοί γίνονται όξινοι με τον πιο γρήγορο ρυθμό των τελευταίων 300 εκατομμυρίων ετών, με πιθανές σοβαρές συνέπειες για τα θαλάσσια οικοσυστήματα. Ανάμεσα στα πρώτα θύματα της υπερθέρμανσης και της οξίνισης των ωκεανών είναι κοραλλιογενείς ύφαλοι, επειδή τα κοράλλια μπορούν να σχηματιστούν μόνο σε ένα στενό εύρος θερμοκρασιών και οξύτητα θαλασσινού νερού. Οι αυξήσεις στο διοξείδιο του άνθρακα της ατμόσφαιρας (pCO<sub>2</sub>) αναμένεται να συμβάλουν σε αύξηση 1,1–6,4°C στις παγκόσμιες μέσες θερμοκρασίες επιφάνειας και 0,14–0,35 και μείωση του μέσου pH της παγκόσμιας επιφάνειας του ωκεανού έως το 2100 (Albright και Mason, 2013).

Το έτος 2015 σημειώθηκε ρεκόρ καταστροφής κοραλλιογενών υφάλων, γνωστό ως λεύκανση των κοραλλιών, λόγω του συνδυασμού του πιο ισχυρού κλιματικού κύκλου El Niño (θέρμανση του Ειρηνικού) εδώ και έναν αιώνα και οι θερμοκρασίες του νερού έχουν ήδη αυξηθεί λόγω της κλιματικής αλλαγής. Εκκολαπτήρια στρειδιών, τα οποία έχουν αναφερθεί ως «καναρίνια σε ανθρακωρυχείο» αφού μπορούν να προβλέψουν επιπτώσεις σε ένα ευρύ φάσμα

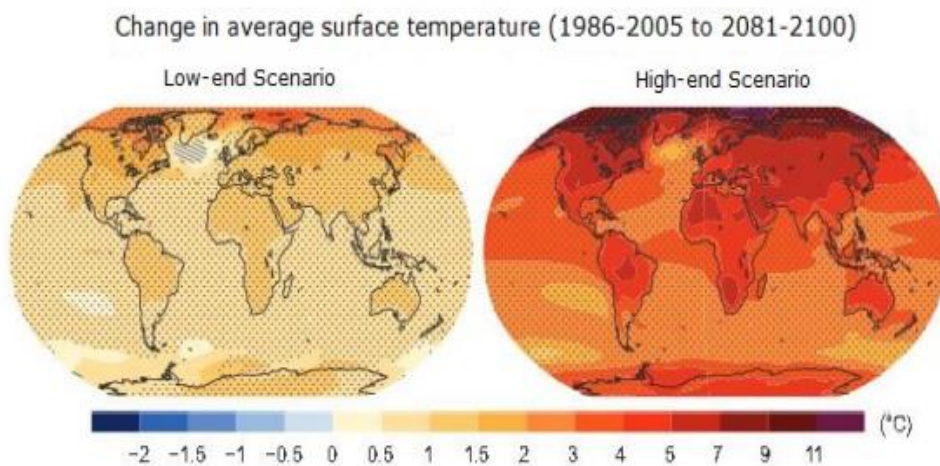
ωκεάνιων οικοσυστημάτων όπως στην οξίνιση των ωκεανών αυξάνονται, επηρεάζονται επίσης, απειλώντας την βιομηχανία οστρακοειδών του Βορειοδυτικού Ειρηνικού. Άλλα οικοσυστήματα επηρεάζονται επίσης σοβαρά από την κλιματική αλλαγή.

Οι προβλέψεις που αφορούν το μέλλον σε σχέση με την κλιματική αλλαγή εξαρτώνται από την πορεία των μελλοντικών εκπομπών. Ακόμη και εάν όλες οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου τελείωναν σήμερα, ο κόσμος θα συνέχιζε να θερμαίνεται για πολλές δεκαετίες και επιπτώσεις όπως η αύξηση της θαλάσσιας στάθμης θα συνεχίζονταν για αιώνες, επειδή οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις των εκπομπών δεν θα γίνονταν αμέσως αντιληπτές. Βασισμένα σε μοντέλα σειράς με διαφορετικές υποθέσεις σχετικά με τις μελλοντικές εκπομπές, η IPCC υπολόγισε στην έκθεσή της για το 2014 ότι κατά τον παγκόσμιο μέσο όρο του εικοστού πρώτου αιώνα οι θερμοκρασίες θα αυξηθούν σε ένα εύρος που πιθανότατα θα είναι μεταξύ 1,5°C (3°F) και 4,8°C (8,6°F) πάνω από τα προβιομηχανικά επίπεδα, εκτός εάν ληφθούν δραστικά μέτρα πολιτικής για τη μείωση των εκπομπών. Το εύρος των πιθανών αυξήσεων θερμοκρασίας φαίνεται στα παρακάτω σχήματα (Σχεδιάγραμμα 8, Εικόνα 2).

Πιθανή κατανομή των αυξήσεων της θερμοκρασίας σε όλο τον πλανήτη για σενάρια αύξησης της θερμοκρασίας χαμηλού και υψηλού επιπέδου.



Σχεδιάγραμμα 8: Τάσεις της παγκόσμιας θερμοκρασίας, 1900–2100. Το γράφημα δείχνει τις μέσες προβολές για σενάρια υψηλών, μεσαίων και χαμηλών εκπομπών. Το πιθανό εύρος αυξήσεων θερμοκρασίας σε όλα τα μοντέλα IPCC είναι ευρύτερο και κυμαίνεται μεταξύ 0,3 και 4,8°C. Πηγή: IPCC, 2014



Εικόνα 2: Παγκόσμιες τάσεις θερμοκρασίας Προβλεπόμενες έως το 2100 – δύο σενάρια

Το μέγεθος της πραγματικής θέρμανσης και άλλων επιπτώσεων θα εξαρτηθεί από το εάν το επίπεδο των ατμοσφαιρικών συγκεντρώσεων CO<sub>2</sub> και άλλων αερίων θερμοκηπίου τελικά σταθεροποιηθούν.



IPCC, δήλωσε ότι: «Εάν η ανθρωπότητα θέλει να κρατήσει τον πλανήτη ίδιο με αυτόν στον οποίο αναπτύχθηκε ο πολιτισμός και στον οποίο η ζωή της Γης είναι προσαρμοσμένη, τα στοιχεία παλαιοκλίματος και η συνεχιζόμενη κλιματική αλλαγή υποδηλώνουν ότι το CO<sub>2</sub> θα πρέπει να είναι 350 ppm.

Το 2015, η ατμοσφαιρική συγκέντρωση CO<sub>2</sub> ξεπέρασε το ορόσημο των 400 ppm. Όταν συμπεριλάβουμε και τη συμβολή άλλων αερίων του θερμοκηπίου, το συνολικό αποτέλεσμα ισοδυναμεί με συγκέντρωση 430 ppm CO<sub>2</sub> ή περισσότερο που αναφέρεται ως CO<sub>2</sub> ισοδύναμο (CO<sub>2</sub>e). Αυτό το επίπεδο ισοδύναμου CO<sub>2</sub> δεν έχει παρατηρηθεί για πάνω 800.000 χρόνια.

Οι συγκεντρώσεις των αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα πάνω από 430 ppm CO<sub>2</sub>e, και σταθεροποίηση στα 450 ppm είναι πιθανότατα αδύνατο να επιτευχθεί χωρίς σημαντική απόσυρση CO<sub>2</sub> από την ατμόσφαιρα – κάτι που συνεπάγεται καθαρές εκπομπές κάτω από το μηδέν κάποια στιγμή στο μέλλον. Ομοιόμορφη σταθεροποίηση στα 550 ppm CO<sub>2</sub>e, υποδηλώνουν μια μέση αύξηση της παγκόσμιας θερμοκρασίας περίπου 3°C, θα απαιτούσε ισχυρή και άμεση δράση πολιτικής.

## **2.4 Τάσεις των εταιρειών για την μείωση των εκπομπών άνθρακα**

Παρακάτω αναφέρονται κάποιες από τις τάσεις των εταιρειών για να ελαχιστοποιήσουν τις εκπομπές του άνθρακα, και έτσι να συμβάλλουν στην μείωση της μόλυνσης του πλανήτη.

### **1. Ανακύκλωση και επαναχρησιμοποίηση**

Η ενθάρρυνση των εργαζομένων να σκεφτούν βιώσιμα είναι ένας σημαντικός τρόπος, έτσι ώστε να εμπλακούν ενεργά στην μείωση της περιβαλλοντικής ρύπανσης. Θα μπορούσαν για παράδειγμα να μειώσουν την κατανάλωση διάφορων ειδών όπως πλαστικά, συσκευασίες τροφίμων και ποτών και ηλεκτρικές συσκευές.

### **2. Επένδυση σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας**

Ένας από τους πιο γρήγορους και απλούς τρόπους για να μειώσει κάποια επιχείρηση το αποτύπωμα άνθρακα είναι να μεταβεί σε ένα τιμολόγιο πράσινης ή ανανεώσιμης ενέργειας. Οι περισσότεροι προμηθευτές ενέργειας προσφέρουν τιμολόγια ή συμβόλαια πράσινης ενέργειας, πράγμα που σημαίνει ότι η ενέργεια που χρησιμοποιείτε αντιστοιχεί με το ποσό που αγοράζει ο προμηθευτής από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Όσο μεγαλύτερος είναι ο αριθμός των επιχειρήσεων που εγγράφονται, τόσο περισσότερη ανανεώσιμη ενέργεια ανατροφοδοτείται στο δίκτυο.

### **3. Αξιολόγηση της αλυσίδας εφοδιασμού**

Είναι σημαντική η συνεργασία με εταιρείες που έχουν θέσει ως στόχο την μείωση του αποτυπώματος άνθρακα που παράγουν, και που έχουν κάνει πράξεις για να το πραγματοποιήσουν αυτό.

### **4. Μέσο Μετακίνησης στον χώρο εργασίας**

Μια μελέτη από τον Διεθνή Οργανισμό Ενέργειας (IEA), διαπίστωσε ότι τα άτομα που μετακινούνται στην εργασία τους με αυτοκίνητο για περισσότερα από 3,7 μίλια μονής διαδρομής, η τηλεργασία οδηγεί σε μείωση των εκπομπών, παρά την αυξημένη κατανάλωση ενέργειας στο σπίτι.

Στο Ηνωμένο Βασίλειο, οι μεταφορές αντιπροσώπευαν το 27% του συνολικού αριθμού των εκπομπών του ΗΒ το 2019. Από αυτά, η πλειονότητα φαίνεται να προέρχεται από οχήματα οδικών μεταφορών. Τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα εκπέμπουν περίπου το ένα τρίτο του CO<sub>2</sub> των βενζινοκίνητων οχημάτων, έτσι εγκαθιστώντας σημεία φόρτισης EV ή κάνοντας τη μετάβαση από εταιρικούς σε ηλεκτρικούς στόλους,

οι εταιρείες μπορούν να βοηθήσουν στην επιτάχυνση της αποστολής τους να μειώσουν τα αποτυπώματα άνθρακα.

Το ποδήλατο είναι ένας από τους πιο βιώσιμους και υγιεινούς τρόπους μετακίνησης στην εργασία. Οι επιχειρήσεις μπορούν να ενθαρρύνουν τους υπαλλήλους να κάνουν ποδήλατο παρέχοντας προγράμματα αγορών ποδηλάτων με έκπτωση φόρου και εγκαθιστώντας σημεία χρέωσης για ηλεκτρονικά ποδήλατα. Λαμβάνοντας υπόψη την παραγωγή ποδηλάτων, η οδήγηση ενός ποδηλάτου εκπέμπει πάνω από δέκα φορές λιγότερο CO<sub>2</sub> από ένα αυτοκίνητο.

#### 5. Γνώση του ψηφιακού αποτυπώματος της εταιρείας

Κάθε ενέργεια που αναλαμβάνουμε στο Διαδίκτυο επηρεάζει κατά κάποιο τρόπο το περιβάλλον. Σε έρευνα της OVO Energy, περίπου το 75% των ερωτηθέντων δήλωσε ότι δεν γνώριζε το ψηφιακό αποτύπωμα των εισερχομένων μηνυμάτων τους.

Οι ερευνητές εκτιμούν ότι ένα τυπικό email έχει αποτύπωμα άνθρακα περίπου 4g εκπομπών CO<sub>2</sub> και ένα με μεγαλύτερο συνημμένο μπορεί να έχει δέκα φορές περισσότερο αποτύπωμα άνθρακα.

Επομένως, είναι σημαντικό οι επιχειρήσεις να γνωρίζουν ή και να περιορίζουν τη χρήση των ψηφιακών συστημάτων.

#### 6. Εκπαίδευση του προσωπικού για μείωση της ρύπανσης του περιβάλλοντος

Ένας από τους καλύτερους τρόπους με τους οποίους οι επιχειρήσεις μπορούν να γίνουν πιο πράσινες είναι να εκπαιδεύονται για βιώσιμες πρακτικές.

Επιπλέον, εκτός από τις τάσεις που φαίνεται να έχουν υιοθετήσει κάποιες εταιρείες, υπάρχουν και νόμοι που επιβάλλουν σε αυτές τη μείωση του αποτυπώματος άνθρακα που παράγουν. Κάποιοι από αυτούς αναγράφονται παρακάτω:

##### 1. Φόροι

Οι φόροι αποτελούν μέρος των πολιτικών που χρησιμοποιούν ορισμένες χώρες με στόχο την ελαχιστοποίηση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Αυτοί οι φόροι περιλαμβάνουν, φόρους άνθρακα, φόροι ενέργειας καθώς και φόροι στις εκπομπές διεργασιών όπως το N<sub>2</sub>O (OECD, 2003).

##### 2. Εθελοντικές προσεγγίσεις

Η χρήση εθελοντικών προσεγγίσεων (VAs - voluntary approaches) ως εργαλείου για τη ελαχιστοποίηση των εκπομπών από τη βιομηχανία είναι ευρέως διαδεδομένη και έχει χρησιμοποιηθεί ως εργαλείο για την ελαχιστοποίηση των εκπομπών GHG από τις αρχές της δεκαετίας του 1990 σε ορισμένες χώρες (OECD, 2003).

Οι VA μπορούν να ταξινομηθούν σε έναν από τους τέσσερις τύπους:

- μονομερείς δεσμεύσεις από τη βιομηχανία.
- Ιδιωτικές συμφωνίες μεταξύ της βιομηχανίας και των ενδιαφερομένων.
- περιβαλλοντικές συμφωνίες που διαπραγματεύονται μεταξύ της βιομηχανίας και της κυβέρνησης
- εθελοντικά προγράμματα που αναπτύχθηκαν από την κυβέρνηση στα οποία μπορούν να συμμετάσχουν μεμονωμένες εταιρείες.

### 3. Εμπόριο

Υπάρχουν διάφοροι τρόποι εμπορίου, που έχουν τη δυνατότητα να ελαχιστοποιήσουν τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου στις βιομηχανοποιημένες χώρες, συμπεριλαμβανομένου του πιστοποιητικού εμπορίας εκπομπών αερίου του θερμοκηπίου από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας ή πράσινης ηλεκτρικής ενέργειας. Ο πρωταρχικός στόχος του πιστοποιητικού ανανεώσιμων ενέργειας είναι η προώθηση της ανάπτυξης και της διάδοσης οικονομικά αποδοτικών ΑΠΕ, με δευτερεύοντα στόχο τη ελαχιστοποίηση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου (OECD, 2003).

## **2.5 Πως οι τάσεις επηρεάζουν τις επιχειρήσεις**

Στο πλαίσιο των περιβαλλοντικών πολιτικών που οφείλουν να εφαρμόσουν οι επιχειρήσεις, παρατηρούνται διάφορες ασυμμετρίες. Για παράδειγμα, κάποιες εταιρείες μπορεί να ελέγχονται αυστηρά, ενώ άλλες να εξαιρούνται από αυτές τις ρυθμίσεις. Επιπλέον κάποιες εταιρείες μπορεί να πρέπει να ακολουθήσουν πιο αυστηρά πρότυπα, όσον αφορά τα περιβαλλοντικά πρότυπα για την ρύπανση. Αυτή η αυστηρότητα, μπορεί να διαφέρει μεταξύ των διάφορων κρατών (όπως συμβαίνει με τις πολιτικές μετριασμού της κλιματικής αλλαγής, όπου διαφορετικές χώρες λαμβάνουν διαφορετικά μέτρα για τη μείωση των εκπομπών άνθρακα). Έτσι, εάν δύο ανταγωνιστικές επιχειρήσεις οφείλουν να αντιμετωπίσουν την ίδια ρύθμιση, τότε δεν υπάρχει πρόβλημα στην ανταγωνιστικότητα.

### **2.5.1 Ασύμμετροι Περιβαλλοντικοί Κανονισμοί και Σχετικό Κόστος**

Σύμφωνα με τους περιβαλλοντικούς κανονισμούς, οι εταιρείες οφείλουν να αναλάβουν δράση, σχετικά με την μείωση των περιβαλλοντικών ρυπογόνων ουσιών που παράγουν. Διάφορες χώρες, προκειμένου να πραγματοποιηθεί αυτό, επιβάλλουν διάφορα πρόστιμα στις επιχειρήσεις. Αυτή η δράση που οφείλουν να αναλάβουν οι διάφορες επιχειρήσεις, έχει σαν αποτέλεσμα να υπάρχουν αλλαγές στο κόστος παραγωγής.

Αυτές οι αλλαγές δημιουργούν άμεσο κόστος στις επιχειρήσεις. Για παράδειγμα, το Σύστημα Εμπορίας Εκπομπών της ΕΕ (EUETS – European Union Emissions Trading System), που ρυθμίζει τις εκπομπές άνθρακα περίπου 12.000 εγκαταστάσεων σε όλη την Ευρώπη, εκτιμάται ότι έχει αυξήσει το μέσο κόστος υλικών (συμπεριλαμβανομένων και των καυσίμων). Αναφέρονται ενδεικτικά, οι τομείς τσιμέντου, σιδήρου και χάλυβα, όπου εμφανίζουν αυξήσεις παραγωγής από 5 έως 8% (Dechezleprete & Sato, 2018).

Αυξημένο κόστος θα μπορούσε να προκύψει και από το έμμεσο κόστος που προκαλείται, από τις αλλαγές στο κόστος των εισροών από τις ασύμμετρες περιβαλλοντικές πολιτικές. Για παράδειγμα, ακόμα κι αν δεν ρυθμίζονται από το EUETS, οι Ευρωπαίοι Καταναλωτές ηλεκτρικής ενέργειας, αντιμετωπίζουν υψηλότερο κόστος ηλεκτρικής ενέργειας, λόγω των εκπομπών του άνθρακα που καταβάλλουν οι παραγωγοί ηλεκτρικής ενέργειας. Έτσι, οι διαφορές στους

περιβαλλοντικούς κανονισμούς μπορούν να αλλάξουν των ανταγωνισμό μεταξύ των επιχειρήσεων αλλάζοντας το σχετικό κόστος παραγωγής.

Οι Dechezleprete & Sato (2018), αναφέρουν στην έκθεσή τους ότι υπάρχουν σημαντικές διαφορές μεταξύ των διάφορων χωρών, όσων αφορά την περιβαλλοντική αυστηρότητα, και ότι αυτές οι διαφορές προκαλούν και διαφορές στο κόστος μείωσης της ρύπανσης. Στην έκθεση αναφέρεται ότι έγινε έρευνα σε εννέα χώρες (Ευρώπη, Βόρεια Αμερική, Ασία), και το μερίδιο των κεφαλαιουχικών δαπανών μεταποίησης που αποδίδεται στην ρύπανση, μειώθηκε το έτος 2000 από 1% (Ταϊβάν) έως 5% (Καναδάς). Όσον αφορά τους κλάδους των επιχειρήσεων, το κόστος μείωσης είναι συνήθως υψηλότερο σε βιομηχανίες που παράγουν χαρτοπολτό ή χαρτί, σε εταιρείες χάλυβα και σε εταιρείες διύλισης πετρελαίου. Στις ΗΠΑ, για παράδειγμα το 2005, κάθε ένας από αυτούς τους τομείς ξόδεψε περίπου το 1% του τζίρου τους, για να συμμορφωθούν με τους περιβαλλοντικούς κανόνες, ενώ ο μέσος όρος για τις υπόλοιπες επιχειρήσεις ήταν 0,4%.

Αυτό το επιπλέον κόστος που προκύπτει από τις περιβαλλοντικές ρυθμίσεις, μπορεί είτε να απορροφηθεί από τις επιχειρήσεις, είτε να μεταβιβαστεί στους καταναλωτές.

### **2.5.2 Η Υπόθεση του ‘Παράδεισου της Ρύπανσης’ και η υπόθεση του ‘Porter’**

Υπάρχουν δύο αντίθετες απόψεις σχετικά με τις επιπτώσεις στην ανταγωνιστικότητα, που προκύπτουν από την ασύμμετρη αντιμετώπιση των περιβαλλοντικών πολιτικών παγκοσμίως. Η πρώτη ονομάζεται ‘Υπόθεση του Παράδεισου της Ρύπανσης’ και είναι γνωστή εδώ και 30 χρόνια, και η δεύτερη ονομάζεται ‘Υπόθεση Porter’ (Dechezleprete & Sato, 2018).

Η πρώτη υπόθεση, στην ουσία αναφέρει ότι οι διαχειριστές των επιχειρήσεων, επιλέγουν να δημιουργήσουν τις εγκαταστάσεις τους σε χώρες στις οποίες επικρατούν χαλαρές πολιτικές σχετικές με το κλίμα. Με αυτό τον τρόπο δημιουργούνται καταφύγια ρύπανσης.

Η δεύτερη υπόθεση, υποστηρίζει ότι πρέπει να γίνουν επενδύσεις στην ανάπτυξη νέων τεχνολογιών, οι οποίες δεν προκαλούν ρύπανση του περιβάλλοντος, σε σύγκριση με τις παλιές τεχνολογίες. Έτσι, το κόστος για την απόκτηση αυτών των τεχνολογιών, στην ουσία θα αντισταθμιστεί από το κόστος που χρειάζεται μια επιχείρηση για να συμμορφωθεί με τη νομοθεσία περί μείωσης των εκπομπών άνθρακα. Αυτό σαν συνέπεια θα οδηγήσει σε μελλοντικό κέρδος της επιχείρησης (Dechezleprete & Sato, 2018).

## Κεφάλαιο 3 Οικονομικές επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής

### 3.1 Οικονομική Ανάλυση της κλιματικής Αλλαγής

Οι επιστήμονες έχουν μοντελοποιήσει τα αποτελέσματα ενός προβλεπόμενου διπλασιασμού του συσσωρευμένου CO<sub>2</sub> στην ατμόσφαιρα της γης. Μερικές από τις πολλές αρνητικές προβλεπόμενες επιπτώσεις είναι:

- Απώλεια γης. Σε αυτές τις εκτάσεις εμπεριέχονται και η απώλειες των παραλιών και των υγροτόπων, σαν αποτέλεσμα της αύξησης της θαλάσσιας στάθμης (Bosello et.al., 2012).

- Απώλεια ειδών και δασικής έκτασης. Για παράδειγμα, οι περιορισμοί του νερού και η θερμική καταπόνηση μπορεί να εμποδίσουν την ικανότητα των δέντρων μαύρης ερυθρελάτης (*Picea mariana*), ενός κυρίαρχου είδους των βόρειων δασών του Καναδά, να αναπτύσσονται και να αφομοιώνουν τον ατμοσφαιρικό άνθρακα (Girardin et.al., 2016). Το πρόβλημα της κλιματικής αλλαγής είναι ότι οι υψηλότερες θερμοκρασίες κάνουν τα δέντρα να χρησιμοποιούν περισσότερο νερό και να φωτοσυνθέτουν λιγότερο. Εάν τα δάση αποτύχουν να προσαρμοστούν, μόνο το 55% των κλιματικών προβολών προβλέπουν αύξηση του CO<sub>2</sub> αρκετά μεγάλη ώστε να αποτρέψει την αύξηση της θερμοκρασίας από το να προκαλέσει σημαντική ξηρασία και θνησιμότητα. Εάν τα δάση μπορούν να προσαρμοστούν, το ποσοστό των ευνοϊκών αποτελεσμάτων αυξάνεται στο 71%. Ωστόσο, παραμένει αβεβαιότητα ως προς το εάν τα δέντρα μπορούν να προσαρμοστούν γρήγορα και στη διασπορά μεταξύ των κλιματικών προβολών (Sperry et.al., 2019).

- Διακοπή της παροχής νερού σε πόλεις και γεωργία (Harris et. al. 2017)
- Αυξημένο κόστος κλιματισμού (Woodard et.al., 2018)
- Βλάβες στην υγεία και θάνατοι από καύσωνες και εξάπλωση τροπικών ασθενειών (Ebi και Ziska, 2018)

- Απώλεια γεωργικής παραγωγής λόγω ξηρασίας. Ιδιαίτερα οι καλλιέργειες στην υποσαχάρια Αφρική, μειώνονται τάχιστα από το θερμότερο κλίμα. Σε έρευνα του 2010, οι απώλειες των καλλιεργειών σε αραβόσιτο, σόργο, κεχρί, φιστίκι, μανιόκα, μειώθηκαν κατά 22%, 17%, 17%, 18% και 8% αντίστοιχα, ενώ σε όλες τις περιπτώσεις εκτός από την μανιόκα υπάρχει πιθανότητα 95% οι ζημιές να ξεπεράσουν ακόμα και το 27% (Schlenker και Lobell, 2010). Επιπλέον, το CO<sub>2</sub> μειώνει



την θρεπτική αξία των βασικών καλλιεργειών, ιδιαίτερα του ρυζιού και του σιταριού, μειώνοντας τις συγκεντρώσεις πρωτεϊνών, μικροθρεπτικών συστατικών και βιταμινών (Ebi και Ziska, 2018, Beach et.al., 2019).

- Επηρεασμός πολλών υδρόβιων οργανισμών. Οι συγκεντρώσεις διοξειδίου του άνθρακα στην επιφάνεια των ωκεανών αυξάνονται λόγω των αυξανόμενων συγκεντρώσεων CO<sub>2</sub> στην ατμόσφαιρα. Τα υψηλότερα επίπεδα CO<sub>2</sub> προβλέπεται να επηρεάσουν βασικές φυσιολογικές διεργασίες πολλών υδρόβιων οργανισμών, οδηγώντας σε εκτεταμένες επιπτώσεις στη θαλάσσια ποικιλότητα και στη λειτουργία του οικοσυστήματος, ειδικά όταν συνδυάζονται με τις επιπτώσεις της υπερθέρμανσης του πλανήτη. Οι συνθήκες των ωκεανών που προβλέπονται για το τέλος του αιώνα (περίπου 1.000 μatm CO<sub>2</sub> και αύξηση θερμοκρασίας 1,5–3,0 °C) προκαλούν αύξηση του μεταβολικού ρυθμού και μειώνουν το μήκος, το βάρος, την κατάσταση και την επιβίωση των νεαρών ψαριών. Ωστόσο, αυτά τα αποτελέσματα απουσιάζουν ή αντιστρέφονται όταν οι γονείς εμφανίζουν επίσης υψηλές συγκεντρώσεις CO<sub>2</sub> (Miller et.al., 2012).

Ορισμένα ευεργετικά αποτελέσματα μπορεί να περιλαμβάνουν:

- Αύξηση της αγροτικής παραγωγής σε ψυχρά κλίματα (Ebi και Ziska, 2018). Επιπλέον, οι υψηλότερες ατμοσφαιρικές συγκεντρώσεις του διοξειδίου του άνθρακα, αυξάνουν την ανάπτυξη των καλλιεργειών σιτηρών. Το όφελος της κλιματικής αλλαγής για τα δάση είναι ότι το υψηλότερο ατμοσφαιρικό CO<sub>2</sub> επιτρέπει στα δέντρα να χρησιμοποιούν λιγότερο νερό και να φωτοσυνθέτουν περισσότερο (Sperry et.al., 2019),

- Χαμηλότερο κόστος θέρμανσης (Harris et. al. 2017),
- Λιγότεροι θάνατοι από έκθεση στο κρύο (Harris et. al. 2017).

Τα δυνητικά ευεργετικά αποτελέσματα θα βιωθούν κυρίως στο βόρειο ημισφαίριο, όπως είναι η Ισλανδία, η Σιβηρία και ο Καναδάς. Στον υπόλοιπο κόσμο, ιδιαίτερα στις τροπικές και ημιτροπικές περιοχές, είναι πιθανό να εμφανιστούν έντονα αρνητικές επιπτώσεις από την πρόσθετη θέρμανση (Harris et. al. 2017)

Αξίζει να σημειωθεί ότι σύμφωνα με την έρευνα των Bounoua et.al. (2010), η μακροπρόθεσμη αρνητική ανάδραση από τις επαγόμενες από το CO<sub>2</sub> αυξήσεις στην πυκνότητα της βλάστησης θα μπορούσε να μειώσει τη θερμοκρασία μετά από σταθεροποίηση της συγκέντρωσης CO<sub>2</sub>. Η έρευνα υποστηρίζει ότι αρκετά κλιματικά μοντέλα υποδεικνύουν ότι σε περιβάλλον 2 × CO<sub>2</sub>, η θερμοκρασία και η βροχόπτωση θα αυξάνονταν και η απορροή θα αυξανόταν γρηγορότερα από τη βροχόπτωση, χωρίς

όμως η βλάστηση να αυξάνει την πυκνότητα των φύλλων της ως απόκριση στις φυσιολογικές επιδράσεις του αυξημένου CO<sub>2</sub> και τις επακόλουθες αλλαγές στο κλίμα. Η σχετική αύξηση της βροχόπτωσης συμβάλλει κυρίως στην αύξηση της εξατμισοδιαπνοής και όχι στην επιφανειακή απορροή, και οδηγεί σε ένα πρόσθετο αποτέλεσμα ψύξης που δεν λαμβάνεται πλήρως υπόψη σε προηγούμενες προσομοιώσεις με αυξημένο CO<sub>2</sub>. Επιταχύνοντας τον κύκλο του νερού, αυτή η ανάδραση επιβραδύνει αλλά δεν μειώνει την προβλεπόμενη θέρμανση, μειώνοντας τη θέρμανση της επιφάνειας της γης κατά 0,6°C (Bounoua et.al., 2010).

Σύμφωνα με τους Woodard et.al. (2018), ο αντίκτυπος της κλιματικής αλλαγής στην ενεργειακή ένταση της οικονομικής παραγωγικότητας (ΑΕΠ), θα φανεί μέσω της επίδρασης της θέρμανσης στη ζήτηση θέρμανσης και ψύξης. Γενικά, οι υψηλότερες παγκόσμιες θερμοκρασίες θα προκαλέσουν μείωση της ζήτησης ενέργειας στα μεγάλα γεωγραφικά πλάτη, κυρίως μέσω της μείωσης της ζήτησης θέρμανσης, και της αύξησης στα χαμηλά γεωγραφικά πλάτη, κυρίως μέσω της αύξησης της ζήτησης σε ψύξη (Caldeira και Brown, 2018). Οι Woodard et.al. (2018), θεωρούν ότι οι αυξήσεις στη ζήτηση ψύξης θα κυριαρχούν έναντι της μειωμένης ζήτησης σε θέρμανση με αποτέλεσμα την αύξηση των εκπομπών CO<sub>2</sub>. Ωστόσο, στην κλίμακα της παγκόσμιας οικονομίας, αυτές οι επιπτώσεις αναμένεται να είναι μικρές, με αποτέλεσμα 0,3% αύξηση των σωρευτικών εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα έως το έτος 2100 (7 PgC από 2.238 PgC) (Caldeira και Brown, 2018).

Σύμφωνα με τις προβλέψεις της IPCC (2007), με αυξανόμενες εκπομπές και υψηλότερες θερμοκρασίες, οι αρνητικές επιπτώσεις θα ενταθούν και τα θετικά αποτελέσματα θα μειωθούν (Πίνακας 1).

Άλλες λιγότερο προβλέψιμες αλλά πιθανώς πιο επιζήμιες και μόνιμες επιπτώσεις περιλαμβάνουν (Harris et. al. 2017):

- Διατάραξη των καιρικών συνθηκών, με μεγαλύτερη συχνότητα τυφώνων, ξηρασίες και άλλα ακραία καιρικά φαινόμενα.
- Πιθανή γρήγορη κατάρρευση των παγετώνων της Γροιλανδίας και της Δυτικής Ανταρκτικής, που θα ανέβαζε τη θαλάσσια στάθμη πιο πολύ από δώδεκα μέτρα, πνίγοντας μεγάλες παράκτιες πόλεις
- Ξαφνικές μεγάλες κλιματικές αλλαγές, όπως μια μετατόπιση στο ρεύμα του Ατλαντικού Κόλπου, που θα μπορούσε να αλλάξει το κλίμα της Ευρώπης σε αυτό της Αλάσκας.

• Θετικά αποτελέσματα ανάδρασης, όπως η αυξημένη απελευθέρωση CO<sub>2</sub> από την θέρμανση της αρκτικής τούνδρας, η οποία θα επιτάχυνε την υπερθέρμανση του πλανήτη.

Επιπτώσεις της αύξησης της θερμοκρασίας σε διάφορους τύπους	Πίνακας 1: Αύξηση της θερμοκρασίας σε σύγκριση με την προβιομηχανική εποχή (Πηγή: IPCC 2007)				
	1° C	2° C	3° C	4° C	5° C
Προμήθειες φρέσκου νερού	Μικροί παγετώνες στις Άνδεις εξαφανίζονται, απειλώντας τις προμήθειες νερού για 50 εκατ ανθρώπους	Πιθανή μείωση της προσφοράς νερού από 20-30% σε ορισμένους περιφέρειες (Νότια Αφρική και Μεσογειακές χώρες)	Σοβαρές ξηρασίες σε Νότια Ευρώπη κάθε 10 χρόνια 1-4 δισεκατομμύρια περισσότεροι άνθρωποι θα υποφέρουν ελλείψεις νερού	Πιθανή μείωση της προσφοράς νερού από 30- 50% στη Νότια Αφρική και στις Μεσογειακές χώρες	Μεγάλοι παγετώνες στα Ιμαλάια πιθανώς να εξαφανιστούν, επηρεάζοντας το ¼ του πληθυσμού της Κίνας
Φαγητό και Γεωργία	Μέτρια αύξηση σε αποδόσεις των καλλιεργειών/μικρή μείωση των αποθεμάτων φαγητού	Μείωση των αποδόσεων καλλιέργειας σε τροπικές περιοχές (5-10% στην Αφρική)	150-550 εκατ περισσότερα άτομα σε κίνδυνος πείνας (ιδιαίτερα σε ψηλότερα γεωγραφικά πλάτη).	Μείωση των αποδόσεων γεωργίας/τροφίμων κατά 15-35% στην Αφρική. Καταστροφές ολόκληρων περιφερειών αγροτικής παραγωγής	Αύξηση της οξύτητας του ωκεανού και μείωση αποθεμάτων ψαριών
Ανθρώπινη Υγεία	Τουλάχιστον 300.000 πεθαίνουν κάθε χρόνο από ασθένειες που σχετίζονται με το κλίμα Μείωση της χειμερινής θνησιμότητας στα	40-60 εκατ Άνθρωποι πιο εκτεθειμένη στην ελονοσία στην Αφρική	1-3 εκατομμύρια Άνθρωποι θα πεθαίνουν ετησίως λόγω πείνας	Έως 80 εκατομμύρια περισσότερα άνθρωποι εκτεθειμένοι στην ελονοσία στην Αφρική	Περαιτέρω Αύξηση των ασθενειών και Υπερφόρτωση των υπηρεσιών Υγείας

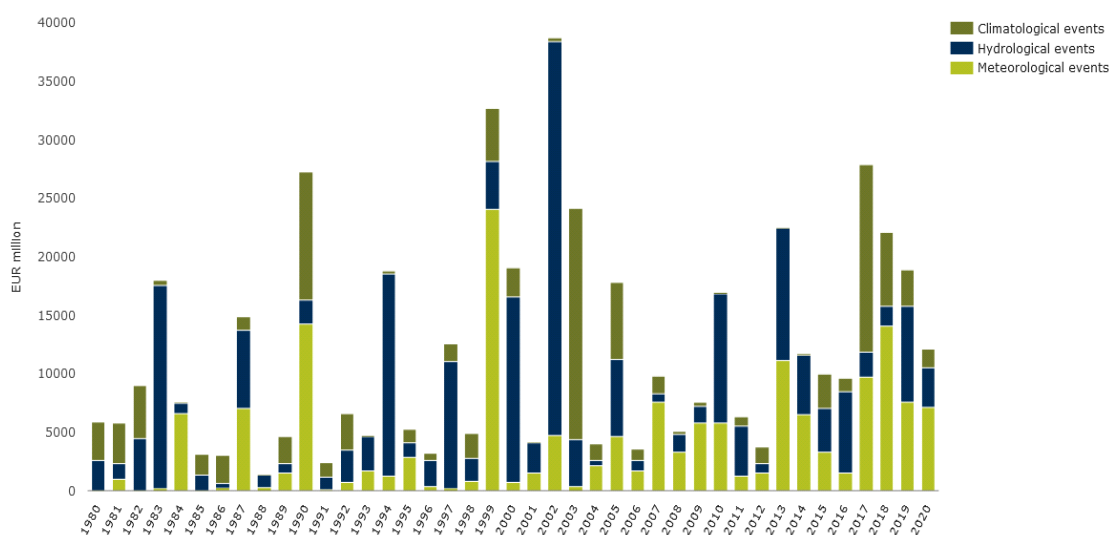
	ψηλά γεωγραφικά πλάτη				
Παράκτιες Περιοχές	Αυξημένη ζημιά από παράκτιες πλημμύρες	Μέχρι 10 εκατομμύρια περισσότερα άνθρωποι εκτεθειμένοι σε παραλιακές πλημμύρες	Έως 170 εκατομμύρια περισσότερα άνθρωποι εκτεθειμένοι σε παραλιακές πλημμύρες	Έως 300 εκατομμύρια περισσότερα άνθρωποι εκτεθειμένοι σε παραλιακές πλημμύρες	Η άνοδος της στάθμης της θάλασσας απειλεί μεγάλες πόλεις όπως τη Νέα Υόρκη, το Τόκιο, και το Λονδίνο
Οικοσυστήματα	Τουλάχιστον το 10% των ειδών της γης είναι αντιμέτωπο με εξαφάνιση. Αυξημένος κίνδυνος πυρκαγιάς	15-40% των ειδών της γης είναι αντιμέτωπο με εξαφάνιση	20-50% των ειδών της γης είναι αντιμέτωπο με εξαφάνιση Πιθανή έναρξη της κατάρρευσης του δάσους του Αμαζονίου	Απώλεια του μισού από την Αρκτική τούνδρα Διαδεδομένη απώλεια κοραλλιών στους υφάλους	Σημαντικές εξαφανίσεις σε όλη την γη

Σύμφωνα με έκθεση του European Environmental Agency (2022), μεταξύ των ετών 1980 και 2020, οι ακραίες συνθήκες που έχουν σχέση με το κλίμα και που σε αυτές οφείλονται οικονομικές απώλειες συνολικού ύψους 487 δισεκατομμυρίων ευρώ στα κράτη μέλη της ΕΕ-27. Αν και η ανάλυση των τάσεων στις οικονομικές απώλειες είναι δύσκολη, εν μέρει ως αποτέλεσμα της μεγάλης μεταβλητότητας από έτος σε έτος, οι ακραίες συνθήκες που έχουν σχέση με το κλίμα συμβαίνουν όλο και πιο συχνά και, χωρίς μετριαστικά μέτρα, θα είχαν σαν αποτέλεσμα να δημιουργηθούν πιο μεγάλες απώλειες τα προσεχή χρόνια.

Οι κίνδυνοι που έχουν σχέση με το κλίμα, όπως είναι οι ακραίες θερμοκρασίες, οι σφοδρές βροχοπτώσεις και οι ξηρασίες, ενέχουν κινδύνους για την υγεία των ανθρώπων και μπορούν να ενέχουν σοβαρές απώλειες σε οικονομικό επίπεδο (Πίνακας 1). Η παρατήρηση των επιπτώσεων αυτών των κινδύνων είναι μεγάλης σημασίας για

την ενημέρωση της πολιτικής και τη διασφάλιση ότι λαμβάνονται κατάλληλες ενέργειες για την ελαχιστοποίηση της ζημίας.

Η στρατηγική προσαρμογής της ΕΕ στοχεύει να αυξήσει τις γνώσεις σε ότι αφορά την προσαρμογή, έτσι ώστε να υπάρχει η δυνατότητα συλλογής πιο πολλών και καλύτερων δεδομένων, σχετικά με τους κινδύνους και τις απώλειες που έχουν σχέση με το κλίμα ως μέρος του στόχου της «εξυπνότερης προσαρμογής». Η ΕΕ είναι συμβαλλόμενο μέρος στο Πλαίσιο Σεντάι του ΟΗΕ για τη μείωση του κινδύνου καταστροφών (SFDRR - UN Sendai Framework for Disaster Risk Reduction), το οποίο απαιτεί την αξιολόγηση των απωλειών και των οικονομικών επιπτώσεων που σχετίζονται με καταστροφές και θέτει στόχο τη μείωση αυτών των απωλειών έως το 2030.



Σχεδιάγραμμα 9: Ετήσια οικονομική ζημιά που προκαλείται από ακραία φαινόμενα που σχετίζονται με τον καιρό και το κλίμα στα κράτη μέλη της ΕΕ (Πηγή: European Environmental Agency, 2022)

Μεταξύ των ετών 1980 και 2020, το σύνολο των οικονομικών απωλειών, που ήταν αποτέλεσμα των φυσικών κινδύνων και σχετίζονταν με τις ακραίες καιρικές συνθήκες και το κλίμα, έφτασε το 80%, στα κράτη μέλη του ΕΟΧ, και έφταναν τα 487 δισεκατομμυρίων ευρώ. Αυτό ισοδυναμεί με 11,9 δισεκατομμύρια ευρώ ετησίως (Σχεδιάγραμμα 9) (European Environmental Agency, 2022).

Ακόμα, λόγω του ότι ένας αρκετά μικρός αριθμός (3%) μοναδικών γεγονότων ήταν υπεύθυνος για ένα μεγάλο ποσοστό (περίπου 60%) απωλειών οικονομικής φύσεως, με αποτέλεσμα μεγάλη μεταβλητότητα από έτος σε έτος, είναι δύσκολο να προσδιοριστούν οι τάσεις: ο μέσος ετήσιος (Οι ζημιές που διορθώθηκαν με τον πληθωρισμό ήταν περίπου 9,5 δισεκατομμύρια ευρώ το 1981-1990, 11,0 δισεκατομμύρια το 1991-2000, 13,2 δισεκατομμύρια το 2001-2010 και 14,5 δισεκατομμύρια το 2011-2020 (European Environmental Agency, 2022)).

Η Διακυβερνητική Επιτροπή για την Κλιματική Αλλαγή προβλέπει ότι τα ακραία φαινόμενα που σχετίζονται με το κλίμα θα γίνουν ακόμη πιο συχνά σε όλο τον κόσμο. Αυτό θα μπορούσε να επηρεάσει πολλούς τομείς και να προκαλέσει συστημικές αποτυχίες σε ολόκληρη την Ευρώπη, οδηγώντας σε μεγαλύτερες οικονομικές απώλειες. Ωστόσο, το μελλοντικό κόστος των κινδύνων που σχετίζονται με το κλίμα εξαρτάται όχι μόνο από τη συχνότητα και τη σοβαρότητα των γεγονότων αλλά και από αρκετούς άλλους παράγοντες, όπως το μέγεθος των πληθυσμών και η αξία των περιουσιακών στοιχείων που εκτίθενται. Ως εκ τούτου, είναι απαραίτητη μια σοβαρή προσέγγιση που να αφορά την προσαρμογή και τη καλύτερη αντιμετώπιση των κινδύνων. Το κλειδί για την αναθεωρημένη στρατηγική προσαρμογής της ΕΕ, σχετικά με την ανάπτυξη της ανθεκτικότητας της κοινωνίας σε σχέση με την κλιματική αλλαγή, μέσω της επικέντρωσης στην πρόληψη, στην ετοιμότητα, την απόκριση και την ανάκαμψη, που βρίσκεται επί του παρόντος υπό ανάπτυξη (European Environmental Agency, 2022).

Οι οικονομικές επιπτώσεις που σχετίζονται με τα ακραία φαινόμενα, σε σχέση με το κλίμα διαφοροποιούνται σημαντικά από χώρα σε χώρα. Σε απόλυτες τιμές, οι πιο μεγάλες απώλειες οικονομικής φύσης κατά το χρονικό διάστημα 1980-2020 μετρήθηκαν στη Γερμανία, στη συνέχεια από τη Γαλλία και έπειτα από την Ιταλία. Οι πιο πολλές απώλειες κατά κεφαλήν μετρήθηκαν στην Ελβετία, τη Σλοβενία και τη Γαλλία και οι μεγαλύτερες απώλειες ανά περιοχή στην Ελβετία, τη Γερμανία και την Ιταλία. Ωστόσο, το 23% των ολικών καταστροφών που προκλήθηκαν ήταν ασφαλισμένο, η τιμή αυτή ήταν διαφορετική ανάμεσα στις χώρες, από 1% στη Ρουμανία και τη Λιθουανία έως 56% στη Δανία και τις Κάτω Χώρες (Πίνακας 2) (European Environmental Agency, 2022).

Η στρατηγική προσαρμογής της ΕΕ αποσκοπεί στην προώθηση της δράσης σε εθνικό επίπεδο και όλες οι χώρες έχουν ήδη υιοθετήσει μια εθνική πολιτική προσαρμογής. Η πλατφόρμα Climate-ADAPT — που αναπτύχθηκε από την

Ευρωπαϊκή Επιτροπή και τον ΕΟΠ — υποστηρίζει τη δράση με την ανταλλαγή γνώσεων σχετικά με την κλιματική αλλαγή και τις επιπτώσεις της, στρατηγικές και σχέδια προσαρμογής και μελέτες περιπτώσεων ([www.eea.europa.eu](http://www.eea.europa.eu), 2022)

Πίνακας 2: Οικονομικές ζημιές- Ασφαλιστικές ζημιές- Ανθρώπινες απώλειες που προκαλούνται από ακραία φαινόμενα που σχετίζονται με τον καιρό και το κλίμα σε χώρες μέλη του ΕΟΧ, 1980-2020 (Πηγή: European Environmental Agency, 2022)						
Χώρα	Απώλειες (εκατομμύρια ευρώ)	Απώλεια ανά τ.χλμ (ευρώ)	Απώλεια κατά κεφαλή ν (ευρώ)	Ασφαλισμένες ζημιές (εκατομμύρια ευρώ)	Ασφαλισμένες ζημιές (%)	Ανθρώπινες απώλειες
Αυστρία	11353	135347	1404	2219	20	702
Βέλγιο	2974	97423	285	1364	46	4642
Βουλγαρία	3798	34407	472	70	2	211
Κροατία	2860	50529	643	83	3	896
Κύπρος	381	41131	545	7	2	63
Τσεχία	13888	176100	1339	1382	10	1488
Δανία	8137	189606	1515	4521	56	279
Εσθονία	246	5445	174	36	15	5
Φιλανδία	2071	6120	400	64	3	2
Γαλλία	98994	156342	1606	40239	41	26775
Γερμανία	107572	301005	1330	39775	37	42394
Ελλάδα	10394	78710	983	1603	15	4618
Ουγγαρία	5900	63421	577	15		870
Ιρλανδία	2968	42528	738	483	16	62
Ιταλία	90061	298145	1556	5098	6	21603
Λετονία	971	15037	418	52	5	86
Λιθουανία	1359	20809	406	7	1	70
Λουξεμβούργο	596	230537	1311	218	37	170
Μάλτα	50	15797	127			5
Ολλανδία	9288	223574	587	5086	55	3919
Πολωνία	16050	51330	423	1098	7	2121

Πορτογαλία	13461	145957	1317	478	4	9267
Ρουμανία	13990	58686	648	151	1	1340
Σλοβακία	1497	30519	281	66	4	103
Σλοβενία	3747	184825	1870	1603	43	311
Ισπανία	60976	120520	1448	2508	4	16181
Σουηδία	3423	7805	379	1047	31	43
Ισλανδία	20	195	70			2
Λιχτεστάιν	1	5352	26			
Νορβηγία	1567	4840	342	754	48	31
Σουηδία	16396	397079	2244	6025	37	2232
Τουρκία	4449	5678	69	343	8	1610
ΣΥΝΟΛΟ EU-27	487004			109273		138226
ΣΥΝΟΛΟ EEA-32	509437			116395		142101

Κατά τους πρώτους έξι μήνες του 2022 υπήρξαν καιρικές και κλιματικές καταστροφές, οι οποίες έφτασαν το κόστος των εννέα δισεκατομμυρίων δολαρίων. Αυτές οι κλιματικές καταστροφές, περιλάμβαναν μεταξύ άλλων, δύο περιστατικά με ανεμοστρόβιλους, δύο περιστατικά με χαλαζοθύελλες και ένα περιστατικό ξηρασίας.

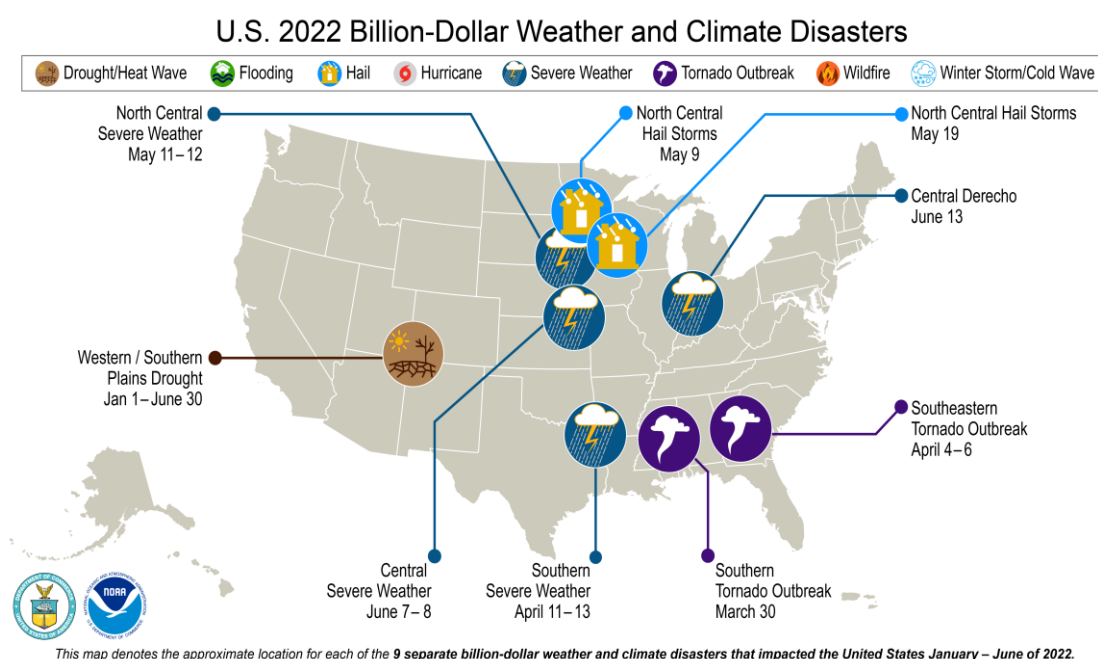
Κατά τη διάρκεια του 2021, υπήρξαν 20 ξεχωριστά καιρικά και κλιματικά φαινόμενα αξίας δισεκατομμυρίων δολαρίων σε όλες τις Ηνωμένες Πολιτείες. Το συνολικό κόστος από αυτά τα γεγονότα του 2021 ήταν 152,6 δισεκατομμύρια δολάρια (τον Ιούνιο του 2022) και ήταν η τρίτη πιο δαπανηρή χρονιά στην ιστορία, μετά το 2017 και το 2005. Το συνολικό κόστος για τα τελευταία πέντε πλήρη έτη (788,4 δισεκατομμύρια δολάρια) είναι περισσότερο από ένα το τρίτο του συνολικού κόστους καταστροφής των τελευταίων 43 ετών (1980-2022), το οποίο ξεπερνά τα 2,275 τρισεκατομμύρια δολάρια (προσαρμοσμένο με βάση τον πληθωρισμό στα 2022 δολάρια). Αυτό αντικατοπτρίζει έναν μέσο όρο κόστους 5 ετών σχεδόν 157,6 δισεκατομμύρια \$/έτος.

Οι ΗΠΑ έχουν υποστεί 332 καιρικές και κλιματικές καταστροφές από το 1980, όπου οι συνολικές ζημιές/κόστος έφτασαν ή ξεπέρασαν το 1 δισεκατομμύριο δολάρια

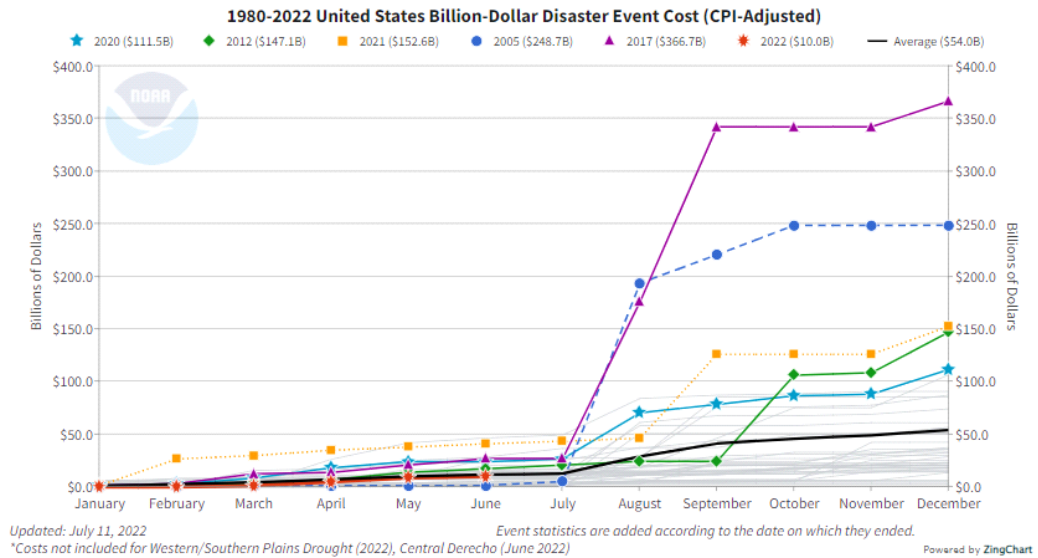


(συμπεριλαμβανομένης της προσαρμογής του ΔΤΚ έως το 2022). Το συνολικό κόστος αυτών των 332 εκδηλώσεων ξεπερνά τα 2,275 τρισεκατομμύρια δολάρια.

Το 2022 (από τις 11 Ιουλίου), υπήρξαν 9 καιρικές/κλιματικές καταστροφές με απώλειες που ξεπερνούν το 1 δισεκατομμύριο δολάρια το καθένα για να επηρεάσουν τις Ηνωμένες Πολιτείες. Αυτά τα συμβάντα περιλάμβαναν 1 περιστατικό ξηρασίας και 8 σοβαρές καταιγίδες (Εικόνα 3). Συνολικά, αυτά τα γεγονότα είχαν ως αποτέλεσμα τον θάνατο 8 ατόμων και είχαν σημαντικές οικονομικές επιπτώσεις στις περιοχές που επηρεάστηκαν. Ο ετήσιος μέσος όρος 1980–2021 είναι 7,7 συμβάντα (προσαρμοσμένο βάσει ΔΤΚ). ο ετήσιος μέσος όρος για τα πιο πρόσφατα 5 χρόνια (2017–2021) είναι 17,8 συμβάντα (προσαρμοσμένο με ΔΤΚ).

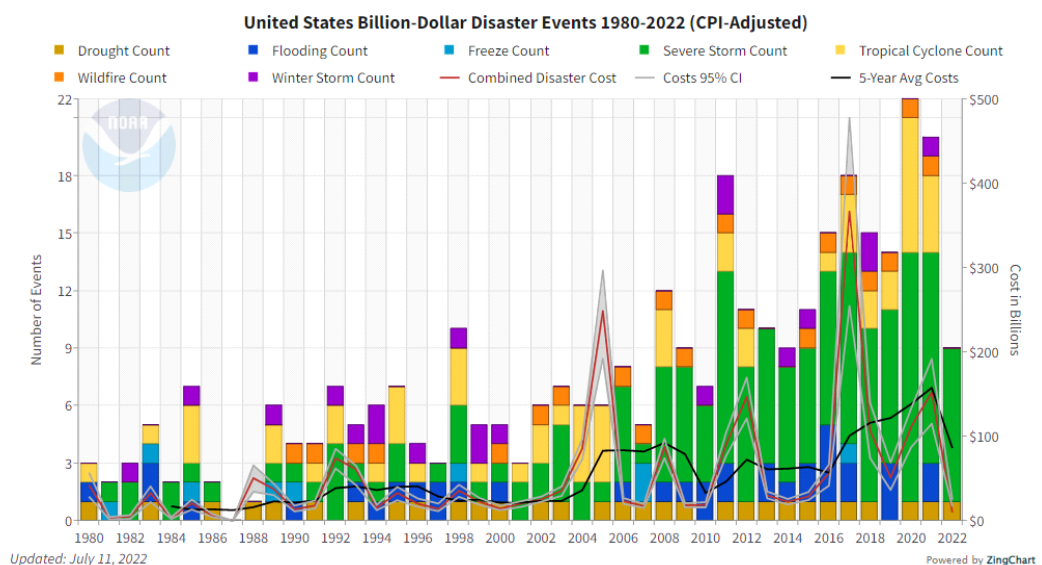


*Εικόνα 3: US Billion- Dollar Weather and Climate Disaster*



Σχεδιάγραμμα 10: 1980-2022 United States Billio – Dollar Disaster Event Cost

Το 2021 ήταν η έβδομη συνεχόμενη χρονιά (2015-2021) κατά την οποία 10 ή περισσότερα καιρικά φαινόμενα και κλιματικές καταστροφές αξίας 10 δισεκατομμυρίων δολαρίων έχουν επηρεάσει τις Ηνωμένες Πολιτείες (Σχεδιάγραμμα 10, 11). Τα τελευταία 42 ολόκληρα χρόνια (1980-2021), τα έτη με 10 ή περισσότερα ξεχωριστά γεγονότα καταστροφών δισεκατομμυρίων δολαρίων περιλαμβάνουν τα έτη 1998, 2008, 2011-2013 και 2015-2021.



Σχεδιάγραμμα 11: United States Billion Dollar Disaster Events 1980-2022

Θα πρέπει να δίνεται προσοχή στην ερμηνεία των τάσεων που βασίζονται σε αυτό το γράφημα για διάφορους λόγους. Για παράδειγμα, ο πληθωρισμός έχει επηρεάσει την ικανότητά μας να συγκρίνουμε το κόστος με την πάροδο του χρόνου. Για να το αντικατοπτρίζει αυτό, το γράφημα δείχνει επίσης γεγονότα με ζημιά μικρότερη από 1 δισεκατομμύριο δολάρια τη στιγμή του συμβάντος, αλλά μετά την προσαρμογή για τον πληθωρισμό (Δείκτης τιμών καταναλωτή), τώρα υπερβαίνει το 1 δισεκατομμύριο δολάρια σε ζημίες. Δεκατρία νέα γεγονότα από την περίοδο 1980-2021 προστέθηκαν κατά την ενημέρωση του πρώτου τριμήνου του 2022 για να αντικατοπτρίζουν ζημίες γεγονότων προσαρμοσμένες στον πληθωρισμό άνω του 1 δισεκατομμυρίου \$. Αυτό περιλάμβανε εννέα σοβαρές καταιγίδες, μία χειμερινή καταιγίδα, μία πλημμύρα, έναν τροπικό κυκλώνα και ένα συμβάν δασικής πυρκαγιάς.

Ο αριθμός και το κόστος των καταστροφών αυξάνονται με την πάροδο του χρόνου λόγω ενός συνδυασμού αυξημένης έκθεσης (δηλαδή, τιμών σε κίνδυνο πιθανής απώλειας), τρωτότητας (δηλαδή, πόση ζημιά προκαλεί η ένταση (ταχύτητα ανέμου, βάθος πλημμύρας) σε μια τοποθεσία) και ότι η κλιματική αλλαγή αυξάνει τη συχνότητα ορισμένων τύπων ακραίων φαινομένων που οδηγούν σε καταστροφές δισεκατομμυρίων δολαρίων (NCA 2018).

Τα Εθνικά Κέντρα Περιβαλλοντικής Πληροφόρησης (NCEI – National Centers for Environmental Information), είναι ο Βαθμολογητής του Έθνους όσον αφορά την αντιμετώπιση των έντονων καιρικών και κλιματικών φαινομένων στην ιστορική τους προοπτική. Ως μέρος της ευθύνης του για την παρακολούθηση και την αξιολόγηση του κλίματος, το NCEI, παρακολουθεί και αξιολογεί τα κλιματικά γεγονότα στις ΗΠΑ και παγκοσμίως που έχουν μεγάλες οικονομικές και κοινωνικές επιπτώσεις.

Το NCEI, καλείται συχνά να παράσχει περιλήψεις των τάσεων της θερμοκρασίας και των βροχοπτώσεων, των ακραίων καιρικών φαινομένων και να προβεί σε συγκρίσεις τόσο παγκόσμια όσο και μόνο στις ΗΠΑ. Το NCEI, έχει αρχείο καιρικών και κλιματικών φαινομένων που είχαν ως αποτέλεσμα μεγάλο οικονομικό αντίκτυπο από το 1980 έως σήμερα.

Το 2012, το NCEI (τότε γνωστό ως Εθνικό Κέντρο Κλιματικών Δεδομένων - NCDC, επανεξέτασε τη μεθοδολογία του σχετικά με τον τρόπο με τον οποίο αναπτύσσει καταστροφές δισεκατομμυρίων δολαρίων. Το NCEI, δημιούργησε ένα εργαστήριο με οικονομικούς εμπειρογνώμονες (Μάιος, 2012) και συνεργάστηκε με έναν σύμβουλο με σκοπό να εξετάσει πιθανή ανακρίβεια και προκαταλήψεις στις πηγές

δεδομένων και τη μεθοδολογία που χρησιμοποιήθηκε για την ανάπτυξη των εκτιμήσεων ζημιών (μέσα του 2013).

Αυτό διασφαλίζει μεγαλύτερη συνέπεια με τους αριθμούς που περιέχει το NCEI σε ετήσια βάση και παρέχει μεγαλύτερη εμπιστοσύνη στη σύγκριση των πληροφοριών από έτος σε έτος.

Το 2019, έξι από τα γεγονότα δεκατεσσάρων δισεκατομμυρίων δολαρίων (δηλαδή, τρεις πλημμύρες στην ενδοχώρα, πυρκαγιές στην Καλιφόρνια/ Αλάσκα, τροπικοί κυκλώνες Dorian και Imelda), έχουν υψηλότερες πιθανές τιμές αβεβαιότητας γύρω από εκτιμήσεις ζημιών λόγω της μικρότερης κάλυψης των ασφαλισμένων περιουσιακών στοιχείων και του λανθάνοντος χρόνου δεδομένων. Τα υπόλοιπα οκτώ συμβάντα (δηλαδή καταιγίδες, ανεμοστρόβιλοι, χαλάζι, ισχυροί άνεμοι), έχουν μικρότερη πιθανή αβεβαιότητα σχετικά με την εκτίμησή τους λόγω της πληρέστερης ασφαλιστικής κάλυψης και της διαθεσιμότητας δεδομένων.

Ο μεγαλύτερος αντίκτυπος της κλιματικής αλλαγής, είναι ότι θα μπορούσε να εξαλείψει έως και το 18% του ΑΕΠ από την παγκόσμια οικονομία μέχρι το 2050, εάν οι παγκόσμιες θερμοκρασίες αυξηθούν κατά 3,2° C (κάτι που αποτελεί το χειρότερο σενάριο της υπερθέρμανσης του πλανήτη).

Ένας από τους στόχους της συμφωνίας του Παρισιού, σχετικά με την πρόβλεψη για τις αυξήσεις της θερμοκρασίας είναι οι μηδενικές εκπομπές, κάτι που φαίνεται ότι δεν είναι τόσο εύκολο να πραγματοποιηθεί στην πραγματικότητα.

Σύμφωνα με την έρευνα του Swiss Re Institute (2021), μέχρι τα μέσα του αιώνα, ο κόσμος θα χάσει περίπου το 10% της συνολικής οικονομικής αξίας από την κλιματική αλλαγή. Αυτό είναι ένα πραγματικό σενάριο εάν οι αυξήσεις της θερμοκρασίας παραμείνουν στην τρέχουσα τροχιά και δεν εκπληρωθούν τόσο η Συμφωνία του Παρισιού όσο και οι στόχοι μηδενικών εκπομπών του 2050.

Ο δείκτης Climate Economics Index δοκιμάζει τον τρόπο με τον οποίο οι κλιματικοί κίνδυνοι θα επηρεάσουν 48 χώρες που αντιπροσωπεύουν το 90% της παγκόσμιας οικονομίας και κατατάσσει τη συνολική τους ανθεκτικότητα στο κλίμα. Δείχνει ότι όλες οι χώρες θα επηρεαστούν, αλλά ορισμένες είναι πιο ευάλωτες από άλλες (Swiss Re Institute, 2021).

Η έκθεση The Economics of Climate change (2021): no action, no option, που δημοσιεύτηκε από το Swiss Re Institute, ανέφερε ότι η πρόβλεψη για τον αντίκτυπο της κλιματικής αλλαγής βασίστηκε στις αυξήσεις της θερμοκρασίας που παραμένουν

στην τρέχουσα τροχιά, στη συμφωνία του Παρισιού και στους στόχους καθαρών μηδενικών εκπομπών.

Πίνακας 3: Σενάριο αύξησης της θερμοκρασίας, από τα μέσα του αιώνα, Τα οικονομικά της κλιματικής αλλαγής Πηγή: Swiss Re Institute

	Temperature rise scenario, by mid-century			
	Well-below 2°C increase	2.0°C increase	2.6°C increase	3.2°C increase
	Paris target	The likely range of global temperature gains		Severe case
Simulating for economic loss impacts from rising temperatures in % GDP, relative to a world without climate change (0°C)				
World	-4.2%	-11.0%	-13.9%	-18.1%
OECD	-3.1%	-7.6%	-8.1%	-10.6%
North America	-3.1%	-6.9%	-7.4%	-9.5%
South America	-4.1%	-10.8%	-13.0%	-17.0%
Europe	-2.8%	-7.7%	-8.0%	-10.5%
Middle East & Africa	-4.7%	-14.0%	-21.5%	-27.6%
Asia	-5.5%	-14.9%	-20.4%	-26.5%
Advanced Asia	-3.3%	-9.5%	-11.7%	-15.4%
ASEAN	-4.2%	-17.0%	-29.0%	-37.4%
Oceania	-4.3%	-11.2%	-12.3%	-16.3%

Οι αυξήσεις της παγκόσμιας θερμοκρασίας θα επηρεάσουν αρνητικά το ΑΕΠ σε όλες τις περιοχές μέχρι τα μέσα του αιώνα (Πίνακας 3).

Η έκθεση The Economics of Climate change (2021), παρουσιάζει τον προβλεπόμενο αντίκτυπο στο παγκόσμιο ΑΕΠ έως το 2050 σε τρεις διαφορετικές επιπτώσεις σε σχέση με έναν κόσμο χωρίς κλιματική αλλαγή. Αυτά είναι:

- 4% στην περίπτωση που πραγματοποιηθούν οι στόχοι της Συμφωνίας του Παρισιού (αύξηση πολύ κάτω από 2°C) και 11% εάν συμπεριληφθούν περισσότερα μέτρα μετριασμού (αύξηση 2°C)
- 14% στην περίπτωση που παρθούν κάποια μέτρα μετριασμού (αύξηση 2,6°C)
- 18% στην περίπτωση που δεν παρθούν μέτρα μετριασμού (αύξηση 3,2°C).

Η έκθεση The Economics of Climate change (2021), αναφέρει ότι οι συνέπειες λόγω των αλλαγών λόγω κλίματος θα έχουν περισσότερες αρνητικές συνέπειες στις ασιατικές οικονομίες, με 5,5% πλήγμα στο ΑΕΠ στο πιο θετικό σενάριο και 26,5% σε σοβαρό σενάριο. Υπάρχει πρόβλεψη ότι οι οικονομίες της Ασίας θα δουν απώλειες του ΑΕΠ της τάξης του 3,3% σε περίπτωση ανόδου κάτω από τους 2°C και 15,4% σε ένα χειρότερο σενάριο. Στην Κίνα υπάρχει κίνδυνος να χαθεί περίπου το 24% του ΑΕΠ της στο χειρότερο σενάριο σε σχέση με τις ΗΠΑ, τον Καναδά και το Ηνωμένο Βασίλειο, στις οποίες στο χειρότερο σενάριο προβλέπονται απώλειες 10% , ενώ για την Ευρώπη

το ποσοστό αυτό φτάνει το 11%. Η Μέση Ανατολή και η Αφρική, προβλέπεται ότι θα έχουν πτώση 4,7% εάν η άνοδος της θερμοκρασίας παραμείνει κάτω από 2°C και 27,6°C στο σενάριο σοβαρής περίπτωσης.

Επίσης, πολλές ασιατικές οικονομίες είναι πιο ευάλωτες σε φυσικούς κινδύνους, οι οποίοι φαίνεται πως επιταχύνονται λόγω της κλιματικής αλλαγής. Τα στοιχεία έδειξαν ότι οι οικονομίες στη Νότια και Νοτιοανατολική Ασία ήταν οι πιο ευπαθείς στους φυσικούς κινδύνους οι οποίοι συσχετίζονται με την κλιματική αλλαγή και την υπερθέρμανση του πλανήτη.

Τα κράτη που επηρεάστηκαν αρνητικά – σε αυτά συμπεριλαμβάνονται η Μαλαισία, η Ταϊλάνδη, η Ινδία, οι Φιλιππίνες και η Ινδονησία - ήταν συνήθως αυτά με τους πιο λίγους πόρους. Σαν αποτέλεσμα ήταν γι αυτές τις χώρες δυσκολότερο να μετριάσουν και να προσαρμοστούν στα αρνητικά αποτελέσματα της υπερθέρμανσης του πλανήτη.

Από την άλλη η έκθεση προσθέτει ότι, αυτά τα έθνη έχουν τα περισσότερα να κερδίσουν από τις παγκόσμιες προσπάθειες για τη μείωση της αύξησης της θερμοκρασίας.

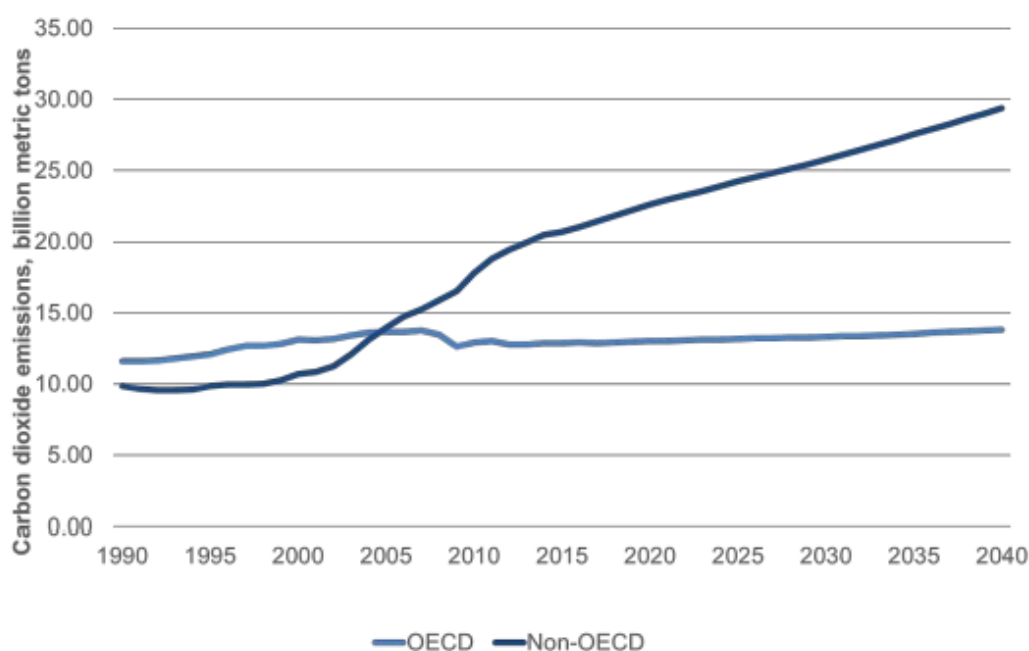
Ακόμα η έκθεση αναφέρει ότι, πολλές ανεπτυγμένες οικονομίες στο βόρειο ημισφαίριο δεν ήταν πολύ ευάλωτες, ούτε πολύ εκτεθειμένες σε αρνητικά καιρικά μοτίβα που έχουν σύνδεση με την υπερθέρμανση του πλανήτη. Ακόμα, στις ανεπτυγμένες οικονομίες στο βόρειο ημισφαίριο υπάρχουν περισσότεροι και καλύτερης ποιότητας πόροι, που μπορούν να αντιμετωπίσουν καλύτερα τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής.

Οι ΗΠΑ, ο Καναδάς, η Ελβετία και η Γερμανία ήταν ανάμεσα στις χώρες που θεωρήθηκαν ότι έχουν λιγότερες πιθανότητες να επηρεαστούν σημαντικά (World Economic Forum, 2021).

### 3.2 Μελέτες κόστους-οφέλους για την παγκόσμια αλλαγή του κλίματος

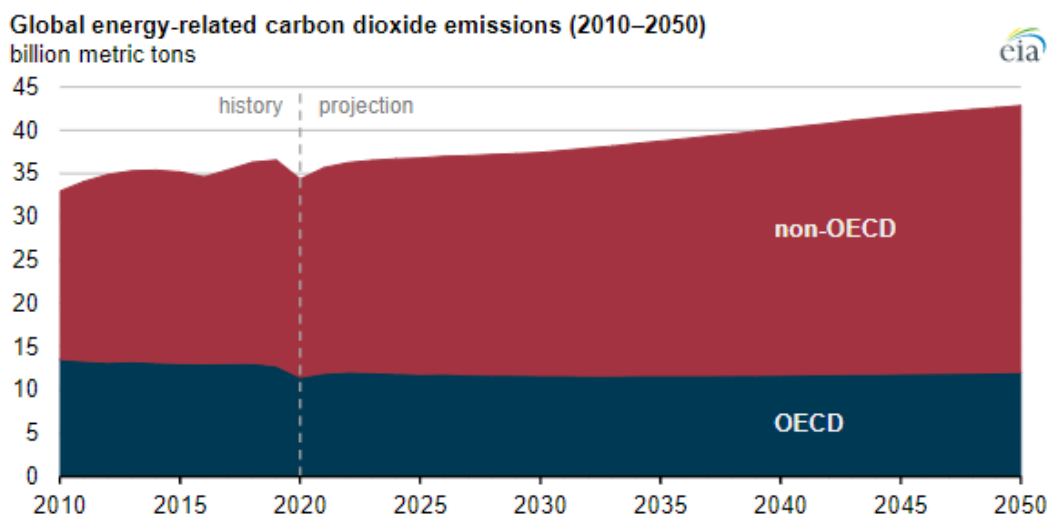
Χωρίς παρέμβαση πολιτικής, οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα αναμένεται να συνεχίσουν να αυξάνονται όπως φαίνεται στα παρακάτω σχεδιαγράμματα (Σχεδιάγραμμα 12, 13). Αυτές οι προβλέψεις, ωστόσο, βασίζονται στις τρέχουσες τάσεις χωρίς να λαμβάνονται υπόψη οι επιπτώσεις των μελλοντικών εκπομπών από τις ενδεχόμενες πολιτικές μείωσης.

Αρχικά απαιτείται επιθετική και άμεση πολιτική δράση σταθεροποίησης και στη συνέχεια μείωση των συνολικών εκπομπών CO<sub>2</sub> τις επόμενες δεκαετίες. Αυτός είναι ο στόχος της Συμφωνίας του Παρισιού του 2015.



*Σχεδιάγραμμα 12: Εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα που σχετίζονται με την ενέργεια, προβλεπόμενες έως το 2040, Ο Οργανισμός Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης (ΟΟΣΑ- OECD) περιλαμβάνει κυρίως βιομηχανικές χώρες και εκτός ΟΟΣΑ τον υπόλοιπο κόσμο, συμπεριλαμβανομένων των αναπτυσσόμενων χωρών και συμπεριλαμβανομένης της Κίνας.*

*Πηγή: EIA (Energy Information Administration), 2016.*



Σχεδιάγραμμα 13: Αύξηση παγκόσμιων εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα

Πηγή: EIA, 2021

Σύμφωνα με το International Energy Agency (EIA, 2021), προβλέπεται ότι οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub>) παγκόσμια, οι οποίες έχουν σχέση με την ενέργεια θα αυξηθούν για χώρες τόσο εντός όσο και εκτός του Οργανισμού Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης (ΟΟΣΑ - OECD) τα επόμενα 30 χρόνια σύμφωνα με τους ισχύοντες νόμους και κανονισμούς. Μεταξύ 2020 και 2050, προβλέπεται ότι οι συνολικές εκπομπές CO<sub>2</sub> που σχετίζονται με την ενέργεια θα αυξηθούν κατά 5% (600 εκατομμύρια μετρικούς τόνους) στις χώρες του ΟΟΣΑ (που έχουν γενικά αργά αναπτυσσόμενες οικονομίες) και κατά 35% (8 δισεκατομμύρια μετρικούς τόνους) σε χώρες εκτός ΟΟΣΑ (οι οποίες έχουν γενικά ταχέως αναπτυσσόμενες οικονομίες). Επίσης, προβλέπεται ότι η ένταση άνθρακα, μετρούμενη ως εκπομπές ανά μονάδα κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας, θα μειωθεί τόσο στις χώρες του ΟΟΣΑ όσο και στις χώρες εκτός ΟΟΣΑ έως το 2050.

Το μείγμα καυσίμων μιας περιοχής καθορίζει σε μεγάλο βαθμό την ένταση του άνθρακα και η πρόβλεψη του EIA (2021) για την ένταση του άνθρακα μειώνεται σε όλο τον κόσμο καθώς η χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας αυξάνεται και η χρήση άνθρακα μειώνεται σε πολλές χώρες. Η μέση συνολική ένταση άνθρακα σε χώρες εκτός του ΟΟΣΑ θα είναι υψηλότερη από ό,τι στον ΟΟΣΑ τα επόμενα 30 χρόνια, επειδή οι χώρες εκτός ΟΟΣΑ πιθανότατα θα συνεχίσουν να χρησιμοποιούν κυρίως παραγωγή ορυκτών καυσίμων για να υποστηρίξουν την ταχύτερη οικονομική τους ανάπτυξη κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου.



Επίσης η ένταση ενέργειας, η ενέργεια που καταναλώνεται ανά δολάριο του ΑΕΠ, θα μειωθεί παγκοσμίως έως το 2050. Με γνώμονα την τεχνολογία και την απομάκρυνση από τις ενεργοβόρες βιομηχανίες σε πολλές οικονομίες, η αυξημένη ενεργειακή απόδοση έχει ως αποτέλεσμα χαμηλότερη ένταση ενέργειας. Στην περιοχή εκτός του ΟΟΣΑ, η οικονομική ανάπτυξη οδηγεί σε ταχύτερη μείωση της ενεργειακής έντασης από ό,τι στην περιοχή του ΟΟΣΑ. Μέχρι το 2050, η ενεργειακή ένταση των χωρών του ΟΟΣΑ και των χωρών εκτός ΟΟΣΑ γίνεται παρόμοια, καθώς ορισμένες χώρες εκτός ΟΟΣΑ αυξάνουν το μερίδιό τους στις λιγότερο ενεργοβόρες βιομηχανίες και η χρήση τεχνολογίας τους γίνεται περισσότερο παρόμοια με τις χώρες του ΟΟΣΑ (EIA, 2021).

Όταν οι οικονομολόγοι εκτελούν μια ανάλυση κόστους-οφέλους, σταθμίζουν τις συνέπειες της προβλεπόμενης αύξησης των εκπομπών άνθρακα έναντι του κόστους των υφιστάμενων ενεργειών πολιτικής για τη σταθεροποίηση ή και τη μείωση των εκπομπών CO<sub>2</sub> (Harris et.al., 2017).

### 3.3 Ισχυρή πολιτική δράση για την πρόληψη του κλίματος

Η αλλαγή θα αποφέρει οφέλη ίσα με την αξία των ζημιών που αποφεύγονται. Αυτά τα οφέλη από την πρόληψη της ζημίας μπορούν επίσης να αναφέρονται ως κόστος αποφυγής. Τα εκτιμώμενα οφέλη πρέπει στη συνέχεια να συγκριθούν με το κόστος ανάληψης δράσης.

Σύμφωνα με τους Harris et.al. (2017), διάφορες οικονομικές μελέτες έχουν προσπαθήσει να εκτιμήσουν τα οφέλη και το κόστος της πολιτικής δράσης για την κλιματική αλλαγή. Η προσπάθεια μέτρησης του κόστους της κλιματικής αλλαγής με όρους νομισματοποίησης, ή ως ποσοστό του ΑΕΠ, θέτει αρκετά εγγενή προβλήματα. Γενικά, αυτές οι μελέτες μπορούν να αποτυπώσουν τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής μόνο στο βαθμό που αυτές επηρεάζουν την οικονομική παραγωγή ή δημιουργούν μη εμπορικές επιπτώσεις που μπορούν να εκφραστούν σε νομισματικούς όρους. Ορισμένοι τομείς της οικονομίας είναι δυνητικά ευάλωτοι σε επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής, συμπεριλαμβανομένης της γεωργίας, της δασοκομίας και της αλιείας, των παράκτιων ακινήτων, και των μεταφορών. Αλλά αυτά αποτελούν μόνο περίπου το 10% του ΑΕΠ.

Άλλοι σημαντικοί τομείς, όπως η κατασκευή, οι υπηρεσίες και τα χρηματοοικονομικά θεωρούνται ότι επηρεάζονται ελαφρά από την κλιματική αλλαγή (Harris et.al., 2017). Έτσι, μια εκτίμηση των επιπτώσεων στο ΑΕΠ μπορεί να τείνει να παραλείπει μερικά από τις πιο ισχυρά οικολογικές επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής.

Σύμφωνα με τον William Nordhaus (2013), οι πιο επιζήμιες πτυχές της κλιματικής αλλαγής – στα μη διαχειριζόμενα ανθρώπινα και φυσικά συστήματα – βρίσκονται πολύ έξω από τη συμβατική αγορά. Συγκεκριμένα υπάρχουν τέσσερις περιοχές με ιδιαίτερη ανησυχία: η άνοδος της στάθμης της θάλασσας, η εντατικοποίηση των τυφώνων, η οξίνιση των ωκεανών (Miller et.al., 2012, Nordhaus, 2013) και η απώλεια βιοποικιλότητας (Nordhaus, 2013).

Για καθένα από αυτά η κλίμακα των αλλαγών είναι προς το παρόν πέρα από τις δυνατότητες των ανθρώπινων προσπαθειών να σταματήσει (Jevrejeva et.al. 2012). Αυτές οι επιπτώσεις δεν είναι μόνο δύσκολο να μετρηθούν και να ποσοτικοποιηθούν, αλλά είναι επίσης δύσκολο να διαχειριστούν από οικονομική και μηχανολογική άποψη. Φυσικά όμως δεν πρέπει να αγνοηθούν. Αντίθετα, αυτά τα συστήματα είναι αυτά που

πρέπει να μελετηθούν πιο προσεκτικά γιατί είναι πιθανό να δημιουργήσουν μακροπρόθεσμα τους περισσότερους κινδύνους (Nordhaus, 2013).

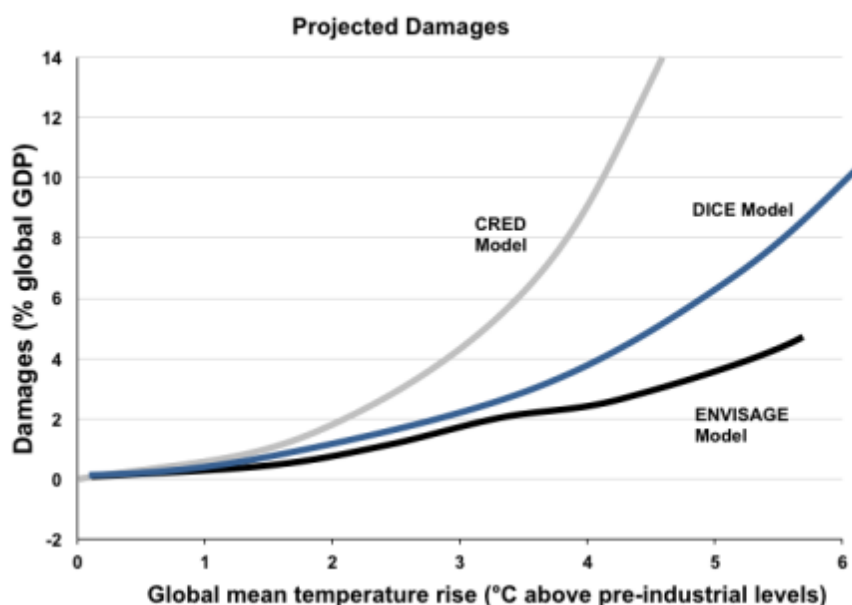
Η ανάλυση κόστους-οφέλους μπορεί επίσης να είναι αμφιλεγόμενη, δεδομένου ότι βάζει ένα συγκεκριμένο ποσό, για την αξία της ανθρώπινης ζωής. Οι Harris et. al. (2017), αναφέρουν ότι ακολουθείται μια κοινή πρακτική κόστους-οφέλους αξίας περίπου 8–11 εκατομμυρίων δολαρίων, με βάση τις μελέτες του ποσού που οι άνθρωποι έχουν τη διάθεση να δώσουν για να αποφύγουν τον κίνδυνο που απειλεί τη ζωή ή είναι πρόθυμοι να δεχθούν (π.χ. επιπλέον μισθό για επικίνδυνες δουλειές) ώστε να αναλάβουν τέτοιους κινδύνους.

Η αξία της ανθρώπινης ζωής τείνει στα αναπτυσσόμενα έθνη, να εξαρτάται από νομισματικά μέτρα όπως είναι το εισόδημα. Δεδομένου ότι, τις οικονομικές επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής, θα τις βιώσουν κυρίως οι αναπτυσσόμενες χώρες, αυτή η οικονομική αποτίμηση εγείρει σαφώς τόσο αναλυτικά όσο και ηθικά ζητήματα. Οι εκτιμήσεις ζημιών τείνουν να παραλείπουν την πιθανότητα των πολύ πιο καταστροφικών συνεπειών που θα μπορούσαν να προκύψουν εάν η διαταραχή του καιρού γίνει πολύ χειρότερη από ό,τι αναμενόταν. Ένας μόνο τυφώνας, για παράδειγμα, μπορεί να προκαλέσει ζημιές δεκάδων δισεκατομμυρίων, συν τις απώλειες ζωής. Ο τυφώνας Κατρίνα τον Αύγουστο του 2005, για παράδειγμα, προκάλεσε πάνω από 100 δισεκατομμύρια δολάρια σε ζημιές, και στοίχισε την ζωή 1.800 ζώων. Ο τυφώνας Sandy, το 2012, προκάλεσε περίπου 50 δισεκατομμύρια δολάρια σε αποζημιώσεις, διακοπή ρεύματος σε σχεδόν 5 εκατομμύρια πολίτες και δημιούργησε δεκάδες προβλήματα στην ακτογραμμή της Νέας Υόρκης και του Νιου Τζέρσεϋ (Harris et. al., 2017). Εάν η κλιματική αλλαγή κάνει τους ισχυρούς τυφώνες να γίνουν ακόμα πιο συχνοί, οι αναλύσεις κόστους-οφέλους θα πρέπει να εκτιμήσουν το κόστος της καταστροφής σε πολύ υψηλότερο επίπεδο από ό,τι είχαν κάνει στο παρελθόν.

Μια άλλη από τις άγνωστες αξίες — η ανθρώπινη νοσηρότητα ή απώλειες από ασθένειες, θα μπορούσαν κάλλιστα να είναι τεράστιες εάν οι τροπικές ασθένειες επεκτείνονταν λόγω των θερμότερων καιρικών συνθηκών. Η εφαρμογή στρατηγικών για τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου θα μπορούσε να αποτρέψει έως και 48,2% της επιβάρυνσης της υγείας, σε σύγκριση με τις παραδοσιακές παρεμβάσεις στη δημόσια υγεία που θα μπορούσαν να αποτρέψουν περίπου το 26,6% (Ebi και Ziska, 2018).

Τα μοντέλα «ολοκληρωμένης αξιολόγησης» έχουν χρησιμοποιηθεί από επιστήμονες και οικονομολόγους και μεταφράζουν σενάρια πληθυσμιακής και οικονομικής ανάπτυξης και των συνακόλουθων εκπομπών, σε αλλαγές στην ατμοσφαιρική σύνθεση και τη μέση παγκόσμια θερμοκρασία. Αυτά τα μοντέλα στη συνέχεια εφαρμόζουν «συναρτήσεις βλάβης» που προσεγγίζουν τις καθολικές σχέσεις μεταξύ των αλλαγών θερμοκρασίας και του οικονομικού κόστους από επιπτώσεις όπως π.χ οι αλλαγές στη στάθμη της θάλασσας, τη συχνότητα των κυκλώνων, την αγροτική παραγωγικότητα και τη λειτουργία του οικοσυστήματος (Harris et. al., 2017).

Τέλος, τα μοντέλα προσπαθούν να μεταφράσουν τις μελλοντικές ζημιές σε παρόντα χρηματική αξία. Τα υψηλότερα εύρη αλλαγής θερμοκρασίας οδηγούν σε δραματικά αυξημένες εκτιμήσεις ζημιών σε παγκόσμιο επίπεδο, όπως φαίνεται στο παρακάτω σχεδιάγραμμα. Τα διαφορετικά μοντέλα αποδίδουν διαφορετικές εκτιμήσεις για μελλοντικές ζημιές και με τη σειρά τους διαφορετικές επιπτώσεις στην οικονομία, που κυμαίνονται από 2% έως 10% ή περισσότερο του παγκόσμιου ΑΕΠ ετησίως, ανάλογα με τον παγκόσμιο μέσο όρο της ανόδου της θερμοκρασίας. Οι τιμές στο σχεδιάγραμμα δείχνουν αποτελέσματα από τρεις ευρέως χρησιμοποιούμενα μοντέλα με εκτιμήσεις ζημιών με βάση τις εκτιμήσεις IPCC (2014) για πιθανή αλλαγή της θερμοκρασίας, μέχρι το 2100 (Harris et. al., 2017).



*Σχεδιάγραμμα 14: Αυξανόμενες ζημιές από τις αυξανόμενες παγκόσμιες θερμοκρασίες. Τα τρία διαφορετικά μοντέλα (ENVISAGE, DICE και CRED) που εμφανίζονται σε αυτό το σχήμα δίνουν εκτιμήσεις ζημιών που είναι παρόμοιες σε χαμηλά έως μέτρια επίπεδα μεταβολής της θερμοκρασίας, αλλά αποκλίνουν σε υψηλότερα επίπεδα, αντανακλώντας διαφορετικές υποθέσεις που χρησιμοποιούνται στη μοντελοποίηση Πηγή: Harris et. al., 2017.*

Σύμφωνα με παλιότερη έρευνα του Perese (2010), ο οποίος χρησιμοποίησε το μοντέλο I-O, η τοποθέτηση τιμής στις εκπομπές CO<sub>2</sub> θα αυξήσει το άμεσο κόστος για τα νοικοκυριά. Ακόμα, σύμφωνα με τον Perese (2010), πρέπει να επιβληθεί άμεσος φόρος όσο το δυνατόν ανάντη στους παραγωγούς πετρελαίου, φυσικού αερίου και κάρβουνου. Αυτό το μοντέλο I-O υποθέτει ότι οι αγορές εργασίας και κεφαλαίων είναι απόλυτα ανταγωνιστικές και ότι ο φόρος μετακυλίσταται στους καταναλωτές με τη μορφή υψηλότερων τιμών για εμπορεύματα υψηλής έντασης άνθρακα. Το μοντέλο I - O που παρουσιάζεται στην έρευνά του, αποτυπώνει τα κυματιστικά αποτελέσματα ενός φόρου \$20 ανά μετρικό τόνο εκπομπών CO<sub>2</sub>, καθώς φιλτράρει μέσω της παραγωγικής δομής της οικονομίας των ΗΠΑ όπως συλλέγονται στα δεδομένα εισροών – εκροών του 2006.

Αυτές οι εκτιμήσεις ζημιών με χρηματοδότηση ενδέχεται να υπόκεινται σε αμφισβήτηση και όχι να καλύπτουν όλες τις πτυχές της ζημιάς, αλλά ας γίνει η υπόθεση ότι γίνεται αποδεκτός ως πρόχειρη εκτίμηση. Στη συνέχεια, σταθμίζονται τα

εκτιμώμενα οφέλη των πολιτικών πρόληψης της κλιματικής αλλαγής έναντι του κόστους τέτοιων πολιτικών. Για την εκτίμηση αυτών των δαπανών, οι οικονομολόγοι χρησιμοποιούν μοντέλα που δείχνουν πώς εισροές όπως η εργασία, παράγουν οικονομική παραγωγή (Harris et. al., 2017).

Για να μειωθούν οι εκπομπές άνθρακα, πρέπει να περιοριστεί η χρήση ορυκτών καυσίμων, υποκαθιστώντας άλλες πηγές ενέργειας που μπορεί να είναι πιο ακριβές και να γίνουν επενδύσεις σε νέες υποδομές για ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, και άλλες στρατηγικές μείωσης του άνθρακα.

Οι οικονομολόγοι υπολογίζουν ένα μέτρο του οριακού κόστους μείωσης – το κόστος μείωσης μιας επιπλέον μονάδας άνθρακα – για διάφορα μέτρα όπως η ενεργειακή απόδοση, στροφή προς την ηλιακή και την αιολική ενέργεια ή αποφυγή της αποψίλωσης των δασών.

Ορισμένα από αυτά τα μέτρα είναι χαμηλού κόστους ή ακόμη και αρνητικού κόστους (που σημαίνει ότι αποφέρουν καθαρό οικονομικό όφελος εκτός από τη συμβολή τους στη μείωση των εκπομπών άνθρακα). Αλλά για πολύ σημαντική μείωση του άνθρακα, προβλέπονται άλλα οικονομικά μοντέλα με ορισμένες αρνητικές επιπτώσεις στο ΑΕΠ. Μια περίληψη μιας ευρείας σειράς μελετών, γνωστή ως μια μετα-ανάλυση, διαπίστωσε ότι οι εκτιμήσεις για τον αντίκτυπο στο ΑΕΠ ποικίλλουν με βάση υποθέσεις σχετικά με τις δυνατότητες υποκατάστασης νέων πηγών ενέργειας, τεχνολογικές μάθησης και οικονομική ευελιξία.

Μία εκτίμηση του κόστους για την επίτευξη του στόχου της συμφωνίας του Παρισιού δεν υπερβαίνει την αύξηση της θερμοκρασίας κατά 2°C σημαίνει ότι θα απαιτούσε περίπου το 1,5% του παγκόσμιου εισοδήματος (περίπου το ισοδύναμο της αύξησης ενός έτους στο πραγματικό εισόδημα). Αλλά αυτό είναι υπό την καλύτερη περίπτωση της διεθνούς συνεργασίας. Υπό λιγότερο ευνοϊκές υποθέσεις, το κόστος εκτιμάται ότι θα ξεπεράσει το 4% του παγκόσμιου ΑΕΠ. Ομοίως, η μετα ανάλυση διαπιστώνει ότι το κόστος μπορεί να ποικίλλει από 3,4% του παγκόσμιου ΑΕΠ υπό τις χειρότερες υποθέσεις σε μια αύξηση του παγκόσμιου ΑΕΠ κατά 3,9% χρησιμοποιώντας υποθέσεις της καλύτερης περίπτωσης (Harris et. al., 2017).

Οι οικονομολόγοι αξιολογούν το μελλοντικό κόστος και τα οφέλη με τη χρήση ενός προεξοφλητικού επιτοκίου. Αυτό υποδηλώνει ότι πρέπει να εξεταστούν ορισμένες εναλλακτικές προσεγγίσεις — συμπεριλαμβανομένων τεχνικών που μπορεί να ενσωματώσουν τόσο το οικολογικό όσο και το οικονομικό κόστος και οφέλη.

Οι οικονομικές μελέτες που ασχολούνται με την ανάλυση κόστους-οφέλους της κλιματικής αλλαγής έχουν καταλήξει σε διαφορετικά συμπεράσματα σχετικά με την πολιτική. Οι Harris et. al., 2017, αναφέρουν πρώιμες μελέτες (2000 έως 2008) σύμφωνα με τις οποίες οι «βέλτιστες» οικονομικές πολιτικές για την επιβράδυνση της κλιματικής αλλαγής, συνεπάγεται μέτριους ρυθμούς μείωσης των εκπομπών βραχυπρόθεσμα, ακολουθούμενο από αυξανόμενες μειώσεις μεσοπρόθεσμα και μακροπρόθεσμα, που μερικές φορές αναφέρονται ως σταδιακή «ανύψωση» της κλιματικής πολιτικής.

Σύμφωνα με τον Stern (2007) στην έκθεσή με τίτλο «The Stern Review on the Economics of Climate Change», χρειάζεται μια άμεση και ουσιαστική δράση πολιτικής για την κλιματική αλλαγή. Όπως αναφέρει στην έκθεσή του: Τα επιστημονικά στοιχεία είναι πλέον συντριπτικά: η κλιματική αλλαγή είναι μια σοβαρή παγκόσμια απειλή, και απαιτεί επείγουσα παγκόσμια απάντηση. Η ανασκόπηση του οδηγεί στο συμπέρασμα ότι τα οφέλη από την ισχυρή και έγκαιρη δράση υπερτερούν κατά πολύ του οικονομικού κόστους της μη ανάληψης δράσης.

Οι Harris et.al. (2017), συμφωνούν στο ότι εάν δεν γίνει κάποια ενέργεια άμεσα, οι αρνητικές επιπτώσεις στην οικονομία και οι κίνδυνοι από την αλλαγή του κλίματος θα ισοδυναμούν με βλάβιμο τουλάχιστον του 5 τοις εκατό του ΑΕΠ παγκοσμίως και για κάθε χρόνο, εις αεί. Από την άλλη, το κόστος της δράσης - ελαχιστοποίηση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου για την αποφυγή των δυσμενότερων επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής - μπορεί να περιοριστεί στο 1 % του ΑΕΠ παγκοσμίως, κάθε χρόνο. Αυτή η αναλογία οφέλους/κόστους τουλάχιστον 5:1 συνεπάγεται ισχυρό οικονομικό επιχείρημα για άμεση και μείζονα πολιτική δράση, σε αντίθεση με μια πιο αργή «ανάπτυξη».

Ο Stern (2007) δίνει πολύ μεγάλη βαρύτητα στις μακροπρόθεσμα οικολογικές και οικονομικές συνέπειες. Η έκθεσή με τίτλο «The Stern Review on the Economics of Climate Change» χρησιμοποιεί χαμηλό προεξοφλητικό επιτόκιο 1,4 τοις εκατό για να εξισορροπήσει το παρόν και μελλοντικό κόστος. Έτσι, παρόλο που το κόστος της επιθετικής δράσης φαίνεται υψηλότερο από οφέλη για αρκετές δεκαετίες, οι μεγάλες πιθανές μακροπρόθεσμες ζημιές επηρεάζουν την ισορροπία υπέρ της επιθετικής δράσης σήμερα. Αυτά είναι σημαντικά τόσο για τις νομισματικές όσο και για μη νομισματικές επιπτώσεις τους.

Μακροπρόθεσμα, η ζημιά στο περιβάλλον από την παγκόσμια κλιματική αλλαγή θα προκαλέσει σημαντικές αρνητικές επιπτώσεις και στην οικονομία. Η χρήση

ενός τυπικού προεξοφλητικού επιτοκίου έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση της παρούσας αξίας σημαντικών μακροπρόθεσμων μελλοντικών ζημιών σε σχετική ασήμαντη σημασία. Η προσέγγιση του Stern (2007) δίνει μεγαλύτερη στάθμιση σε αβέβαιες αλλά δυνητικά καταστροφικές επιπτώσεις. Αυτό αντανακλά την εφαρμογή μιας αρχής προφύλαξης: Εάν το συγκεκριμένο αποτέλεσμα θα μπορούσε να είναι καταστροφικό, παρόλο που φαίνεται απίθανο, πρέπει να ληφθούν μέτρα για την αποφυγή του. Αυτή η αρχή, η οποία χρησιμοποιείται ευρύτερα στη διαχείριση περιβαλλοντικών κινδύνων, είναι ιδιαίτερα σημαντική για την παγκόσμια αλλαγή κλίματος, λόγω των πολλών άγνωστων αλλά δυνητικά και καταστροφικών αποτελεσμάτων που σχετίζονται με τη συνεχιζόμενη συσσώρευση αερίων του θερμοκηπίου.

Ένας τρίτος τομέας διαφοράς έχει σχέση με την εκτίμηση του οικονομικού κόστους της δράσης για τον μετριασμό της κλιματικής αλλαγής. Τα μέτρα που λαμβάνονται για την πρόληψη της παγκόσμιας κλιματικής αλλαγής θα έχουν οικονομικές επιπτώσεις στο ΑΕΠ, την κατανάλωση και την απασχόληση, γεγονός που εξηγεί την απροθυμία των κυβερνήσεων να λάβουν δραστικά μέτρα για τη σημαντική μείωση των εκπομπών CO<sub>2</sub>. Σύμφωνα με τους Azam et.al. (2016), οι οποίοι μελέτησαν τον αντίκτυπο της περιβαλλοντικής υποβάθμισης από τις κατά κεφαλήν εκπομπές CO<sub>2</sub>, για την Κίνα, την Ινδία, τις ΗΠΑ και την Ιαπωνία, μεταξύ του 1971 και του έτους 2013, οι εκπομπές CO<sub>2</sub>, σχετίζονται με την ανάπτυξη της βιομηχανίας και την οικονομική ανάπτυξη του εμπορίου, άρα έχουν θετική σχέση με την οικονομική ανάπτυξη και την αύξηση του ΑΕΠ (αυτό δεν ίσχυε για την Ινδία). Αλλά αυτές οι επιπτώσεις δεν θα είναι όλες αρνητικές. Από την άλλη οι Jardon et.al. (2017) στην μελέτη τους καταλήγουν ότι δεν υπάρχει συσχέτιση της μείωσης ή αύξησης των ποσοστών του CO<sub>2</sub>, με το ΑΕΠ.

Ο Stern (2007) πραγματοποίησε μια ολοκληρωμένη ανασκόπηση των οικονομικών μοντέλων του κόστους μείωσης του άνθρακα. Αυτές οι εκτιμήσεις κόστους εξαρτώνται από τις παραδοχές μοντελοποίησης που χρησιμοποιούνται.

Το προβλεπόμενο κόστος της σταθεροποίησης της ατμοσφαιρικής συσσώρευσης CO<sub>2</sub> στα 450 ppm θα μπορούσε να κυμαίνεται από μείωση 3,4% έως 3,9 τοις εκατό αύξηση του παγκόσμιου ΑΕΠ. Τα αποτελέσματα εξαρτώνται από μια σειρά υποθέσεων συμπεριλαμβανομένου (IPCC, 2014):

- Την αποτελεσματικότητα ή την αναποτελεσματικότητα των οικονομικών απαντήσεων στα σήματα τιμών της ενέργειας
- Η διαθεσιμότητα ενεργειακών τεχνολογιών «backstop» χωρίς άνθρακα



- Εάν οι χώρες μπορούν να ανταλλάσσουν επιλογές χαμηλού κόστους για μείωση του άνθρακα χρησιμοποιώντας ένα σύστημα εμπορεύσιμων αδειών.

- Εάν τα έσοδα από φόρους στα καύσιμα με βάση τον άνθρακα χρησιμοποιούνται για τη μείωση άλλων φόρων

- Εάν τα εξωτερικά οφέλη της μείωσης του άνθρακα, συμπεριλαμβανομένης της μείωσης της ατμοσφαιρικής ρύπανσης στο επίπεδο του εδάφους, λαμβάνονται υπόψη. Ανάλογα με τις υποθέσεις που γίνονται, οι πολιτικές για τη μείωση των εκπομπών θα μπορούσαν κυμαίνονται από μια μινιμαλιστική προσέγγιση ελαφράς μείωσης των εκπομπών σε δραστική CO<sub>2</sub> μείωση των εκπομπών κατά 80 τοις εκατό ή περισσότερο.

Οι Harris et.al (2017) μελέτησαν τις απόψεις του Nordhaus και του Stern, και υποστηρίζουν ότι τα τελευταία χρόνια όμως οι θέσεις τους έχουν συγκλίνει. Ο Nordhaus, στις τελευταίες του δημοσιεύσεις, χρησιμοποιεί ένα ενημερωμένη έκδοση του μοντέλου του (DICE-2013) που προβάλλει αύξηση θερμοκρασίας 3°C ή περισσότερο έως το 2100. Υποστηρίζει έναν φόρο άνθρακα 21 \$ ανά τόνο εκπεμπόμενου CO<sub>2</sub>, που αυξάνεται γρήγορα με την πάροδο του χρόνου. Μια τροποποίηση του μοντέλου του Stern, λαμβάνοντας υπόψη τις αυξημένες ζημιές και την πιθανότητα κλιματικής «ανατροπής πόντους» προτείνει φόρους άνθρακα που είναι δύο έως επτά φορές υψηλότεροι, για να περιοριστούν οι ατμοσφαιρικές συσσωρεύσεις CO<sub>2</sub> στα 425-500 ppm και την παγκόσμια θερμοκρασία να αλλάξει σε 1,5 έως 2,0°C. Έτσι, ενώ εξακολουθούν να υπάρχουν διαφορές, η τάση είναι γενικά προς συστάσεις για πιο δραστικά μέτρα πολιτικής: Ενώ το Nordhaus και ο Stern ενδέχεται να διαφέρουν ως προς το αν θα πρέπει να επιβληθεί φόρος άνθρακα είτε ως ράμπα είτε ως απότομος λόφος, και ως προς το κατάλληλο επιτόκιο έκπτωσης μετατρέποντας τις αναμενόμενες μελλοντικές ζημιές σε σημερινούς όρους, αυτή η συζήτηση είναι σταδιακά λιγότερο σχετική καθώς και οι δύο συμφωνούν ότι η απότομη κλίση αυτής της ράμπας θα αυξηθεί, με την πολυπλοκότητα του μοντέλου και με την περαιτέρω καθυστέρηση ενός φόρου άνθρακα.

### 3.4 Κλιματική Αλλαγή και Ανισότητα

Οι αρνητικές συνέπειες της κλιματικής αλλαγής θα πέσουν περισσότερο στους φτωχούς του κόσμου. Περιοχές όπως η Αφρική θα μπορούσαν να αντιμετωπίσουν σοβαρά προβλήματα στην παραγωγή τροφίμων και στις ελλείψεις νερού, ενώ οι παράκτιες περιοχές στη Νότια, Ανατολική και Νοτιοανατολική Ασία θα διατρέχουν μεγάλο κίνδυνο λόγω πλημμυρών. Η τροπική Λατινική Αμερική θα βιώσει ζημιές σε δάση και γεωργικές εκτάσεις λόγω ξηρότερου κλίματος, ενώ στη Νότια Αμερική αλλαγές στα πρότυπα βροχοπτώσεων και η εξαφάνιση των παγετώνων θα επηρεάσουν σημαντικά τη διαθεσιμότητα του νερού (Harris et.al., 2017). Φυσικά, οι επιπτώσεις αυτές θα είναι έντονες στις αναπτυσσόμενες χώρες σε ότι αφορά την εξάπλωση μολυσματικών ασθενειών (Ebi και Ziska, 2018).

Οι πλουσιότερες χώρες μπορεί να έχουν τους οικονομικούς πόρους για να προσαρμοστούν σε πολλές από τις αρνητικές επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής, οι φτωχότερες χώρες δεν θα είναι σε θέση να εφαρμόσουν προληπτικά μέτρα, ιδίως εκείνα που βασίζονται στις πιο πρόσφατες τεχνολογίες.

Μελέτες έχουν χρησιμοποιήσει γεωγραφικά κατανεμημένα μοντέλα για την εκτίμηση των αρνητικών συνεπειών λόγω κλιματικής αλλαγής σε παγκόσμιο επίπεδο. Ο αριθμός των θυμάτων από τις παράκτιες πλημμύρες και ο πληθυσμός που κινδυνεύει από πείνα έως το 2080 θα είναι σχετικά μεγαλύτερος στην Αφρική, τη Νότια Αμερική και την Ασία (Schlenker και Lobell, 2010, Harris et.al., 2017). Η πιθανότητα μεγάλων παγκόσμιων απωλειών είναι σημαντική, με τις πιο βαριές αναλογικές απώλειες να βαρύνουν τις φτωχότερες χώρες (Πίνακας 4).

Πίνακας 4: Οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής σε περιφερειακή κλίμακα έως το 2080 (εκατομμύρια άνθρωποι) (Πηγή: IPCC, 2007)

	Πληθυσμός που ζει σε λεκάνες απορροής με αύξηση σε στρες υδάτινων πόρων	Αύξηση του μέσου όρου ετήσιου αριθμού θύματα λόγω παράκτιων πλημμυρών	Πρόσθετος πληθυσμός σε κίνδυνο πείνας*
Ευρώπη	382-493	0,3	0
Ασία	892-1197	14,7	266 (-21)
Βόρεια Αμερική	110-145	0,1	0
Νότια Αμερική	430-469	0,4	85 (-4)
Αφρική	691-909	12,8	200(-2)
*Υπόθεση του μέγιστου εμπλουτισμού με CO <sub>2</sub> . Η επίδραση του εμπλουτισμού με CO <sub>2</sub> σημαίνει αύξηση της παραγωγικότητας των φυτών, κάτι που σε μέγιστες εκτιμήσεις θα μπορούσε στην πραγματικότητα να μειώσει τον αριθμό που κινδυνεύει από πείνα			

Ο τρόπος με τον οποίο οι οικονομολόγοι ενσωματώνουν την ανισότητα στις αναλύσεις τους μπορεί να έχει σημαντικό αντίκτυπο στις συστάσεις πολιτικής τους. Εάν όλα τα έξοδα αξιολογηθούν σε χρηματικούς όρους, μια απώλεια, για παράδειγμα, του 10 τοις εκατό του ΑΕΠ σε μια φτωχή χώρα είναι πιθανόν πολύ μικρότερα, μετρημένη σε δολάρια, από μια απώλεια 3 τοις εκατό του ΑΕΠ σε μια πλούσια χώρα.

Έτσι, οι ζημιές από την κλιματική αλλαγή στις φτωχές χώρες, οι οποίες μπορεί να είναι μεγάλες στο ποσοστό του ΑΕΠ, θα λάμβανε σχετικά μικρό βάρος επειδή οι απώλειες είναι σχετικά μικρές σε όρους δολαρίου. Ο Stern (2007) υποστηρίζει ότι οι δυσανάλογες επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στους φτωχότερους ανθρώπους του κόσμου θα πρέπει να αυξήσουν το εκτιμώμενο κόστος της κλιματικής αλλαγής. Ο Stern εκτιμά ότι, χωρίς τις επιπτώσεις της ανισότητας, το κόστος ενός σεναρίου «business asusual» θα μπορούσε να είναι έως και 11-14 τοις εκατό του παγκόσμιου ΑΕΠ ετησίως. Η βαρύτερη στάθμιση των επιπτώσεων στους φτωχούς του κόσμου δίνει μία εκτίμηση κόστους 20 τοις εκατό του παγκόσμιου ΑΕΠ.

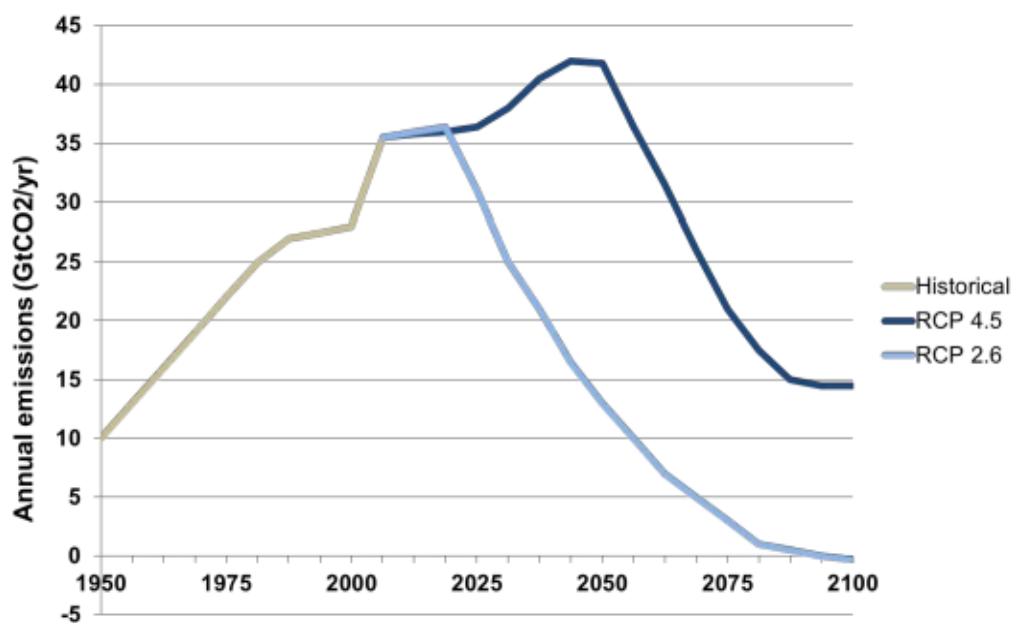
Υποθέσεις σχετικά με τον σωστό τρόπο αξιολόγησης του κοινωνικού και περιβαλλοντικού κόστους και τα οφέλη μπορούν να κάνουν μεγάλη διαφορά στις συστάσεις πολιτικής. Οι αναλύσεις κόστους-οφέλους (Harris et.al., 2017) συνιστούν ως επί το πλείστον δράση για τον μετριασμό της κλιματικής αλλαγής, αλλά διαφέρουν ως προς την ισχύ των συστάσεων που βασίζονται σε υποθέσεις σχετικά με τον κίνδυνο. Ένας οικολογικά προσανατολισμένος οικονομολόγος θα υποστήριζε ότι το θεμελιώδες ζήτημα είναι η σταθερότητα των φυσικών και οικολογικών συστημάτων που χρησιμεύουν ως πλανητικός μηχανισμός ελέγχου του κλίματος. Αυτό σημαίνει για τη σταθεροποίηση του κλίματος, ο στόχος πρέπει να είναι η οικονομική βελτιστοποίηση του κόστους και των οφελών.

Η σταθεροποίηση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου είναι ανεπαρκής. Με τον τρέχοντα ρυθμό εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα και άλλα αέρια του θερμοκηπίου θα συνεχίσουν να συσσωρεύονται στην ατμόσφαιρα. Η σταθεροποίηση των συσσωρεύσεων αερίων του θερμοκηπίου θα απαιτήσει σημαντικά χαμηλότερα επίπεδα εκπομπών από τα σημερινά. Το σχεδιάγραμμα δείχνει τις εκτιμήσεις της IPCC (2014) των απαιτούμενων μειώσεων στις εκπομπές CO<sub>2</sub> για να επιτευχθεί σταθεροποίηση σε επίπεδα 430 – 480 μ.μ. και 530 – 580 ppm CO<sub>2</sub> στην ατμόσφαιρα. Σημειώνεται ότι για το χαμηλότερο επίπεδο σταθεροποίησης, οι συνολικές εκπομπές πρέπει να μειωθούν ουσιαστικά στο μηδέν στο δεύτερο μέρος του εικοστού πρώτου αιώνα. Αυτό θα μπορούσε πιθανότατα να επιτευχθεί μόνο με σημαντικά αυξημένη παγκόσμια απορρόφηση CO<sub>2</sub>, πιθανώς μέσω της επέκτασης των δασών και της τροποποίησης των τεχνικών γεωργίας πέρα από δραστικές μειώσεις εκπομπών.

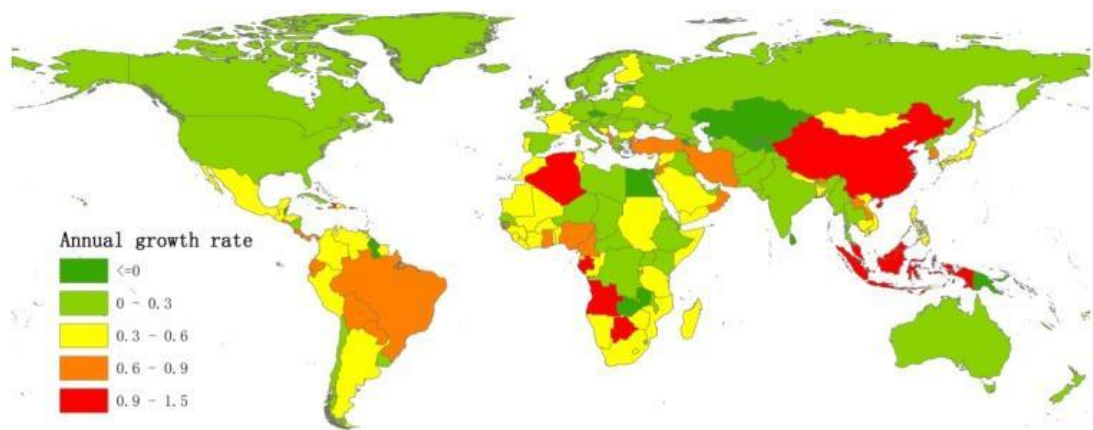
Σαφώς, μειώσεις αυτού του μεγέθους θα συνεπάγονταν σημαντικές αλλαγές στον τρόπο που η παγκόσμια οικονομία χρησιμοποιεί ενέργεια. Ενεργειακή απόδοση και χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας θα μπορούσαν να έχουν σημαντική επίδραση στη μείωση των εκπομπών. Άλλες πολιτικές θα μπορούσαν να ελαχιστοποιήσουν τις εκπομπές άλλων αερίων του θερμοκηπίου και να προωθήσουν την απορρόφηση CO<sub>2</sub> στα δάση και εδάφη.

Σύμφωνα με τους Edenhofer et. al (2014), η σταθεροποίηση του διοξειδίου του άνθρακα στα 450 ppm (περίπου 400 ppm λιγότερο από αυτό που θα μπορούσε να συμβεί σε μια συνηθισμένη κατάσταση) θα μειώσει περίπου το 5% της παγκόσμιας παραγωγής έως το 2100, ενώ οι Woodard et al. (2018) δείχνουν ότι η μείωση του διοξειδίου του άνθρακα κατά 100 ppm προκύπτει από τη μείωση της παραγωγικότητας κατά 20% που προκαλείται από την κλιματική αλλαγή.

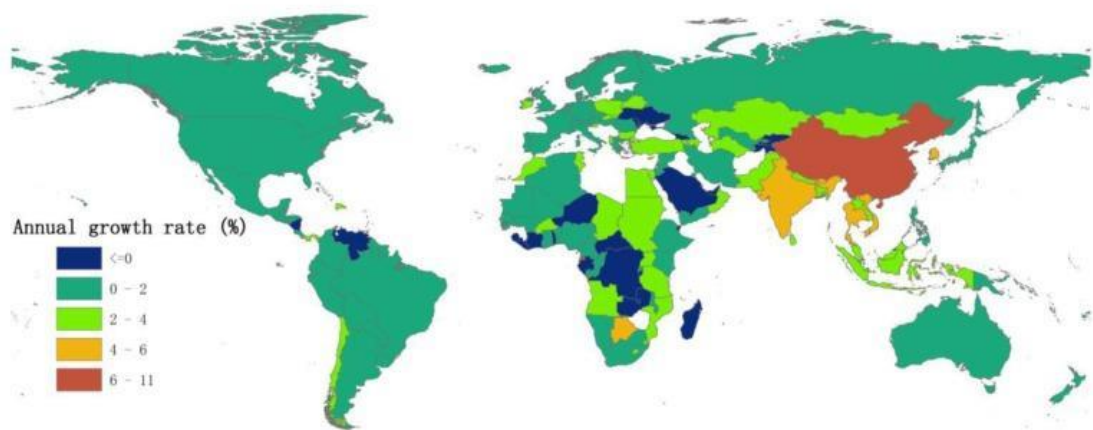
Μια άλλη έρευνα υποστηρίζει ότι το κλειδί για την μείωση του CO<sub>2</sub> είναι η μείωση της αστικοποίησης. Φαίνεται ότι υπάρχει σύνδεση μεταξύ της αύξησης των αστικών πληθυσμών και των εκπομπών του CO<sub>2</sub>, αλλά σε περιπτώσεις μείωσης της αστικοποίησης παρουσιάστηκε και τεράστια μείωση του CO<sub>2</sub> (η μελέτη αφορούσε ανεπτυγμένες χώρες μεταξύ των ετών 1960-2010). Η έρευνα υποστηρίζει ότι, αυτό συμβαίνει επειδή η αποαστικοποίηση συνδέεται με διακοπές στην παραγωγή και διανομή αγαθών και υπηρεσιών ή/και πρόσβαση στην ηλεκτρική ενέργεια και σε άλλες πηγές ενέργειας και συνεχίζει υποστηρίζοντας ότι μόνο το απόλυτο επίπεδο αστικοποίησης των εθνών έχει σημασία για τις εκπομπές αλλά και το πώς τα πρότυπα μετανάστευσης μεταξύ αγροτικών και αστικών περιοχών αλλάζουν με την πάροδο του χρόνου (McGee και York, 2018). Από την άλλη η αστικοποίηση στις ανεπτυγμένες χώρες συνδέεται με την αύξηση του ΑΕΠ, κάτι που σημαίνει ότι θα μειωνόταν σε περίπτωση αποαστικοποίησης (Haryanto et.al., 2021, Chen et.al., 2014). Για τις αναπτυσσόμενες χώρες δεν ισχύει το ίδιο (Chen et.al., 2014). Στην παρακάτω εικόνα φαίνεται η συσχέτιση της αστικοποίησης και του ΑΕΠ σύμφωνα με την έρευνα των Chen et.al. (2014).



Σχεδιάγραμμα 14: Σενάρια σταθεροποίησης άνθρακα: Απαιτούμενες μειώσεις εκπομπών. Η πάνω γραμμή αναπαριστά το σενάριο σταθεροποίησης στα όρια 530 – 580 ppm CO<sub>2</sub> (RCP4.5) και η χαμηλή γραμμή αναπαριστά το σενάριο της σταθεροποίησης του CO<sub>2</sub> στα 430 – 480 ppm (RCP 2.6) Πηγή: IPCC (2014).



a. Urbanization speed



b. Economic growth rate

*Εικόνα 4: Ταχύτητα αστικοποίησης και ρυθμός οικονομικής ανάπτυξης, 1980–2011.*

*(α) δείχνει το παγκόσμιο πρότυπο ταχύτητας αστικοποίησης και (β) δείχνει τον ρυθμό οικονομικής ανάπτυξης κατά την περίοδο 1980–2011. Τόσο η ταχύτητα αστικοποίησης (0–1,5%) όσο και ο ρυθμός οικονομικής ανάπτυξης (0–11%) έχουν χωριστεί σε πέντε κατηγορίες, σύμφωνα με την αντίστοιχη ετήσια αύξηση. Κάθε κατηγορία δηλώνεται με διαφορετικό χρώμα. (Πηγή: Chen et.al., 2014)*

### **3.5 Πως επηρεάζεται η κατά κεφαλήν παραγωγικότητα από την κλιματική αλλαγή**

Οι Woodard et al. (2018) εξέτασαν πώς η κλιματική αλλαγή μπορεί να επηρεάσει την κατά κεφαλήν παραγωγικότητα (ή το κατά κεφαλήν παγκόσμιο ΑΕΠ). Η κατά κεφαλήν παραγωγικότητα αναμένεται να επηρεαστεί από την κλιματική αλλαγή λόγω της μείωσης της παραγωγικότητας της εργασίας υπό συνθήκες υψηλής θερμοκρασίας (Caldeira και Brown, 2018), λόγω μη ύπαρξης σωστών υποδομών, κάτι που σχετίζεται με τις μέσες αλλαγές (π.χ. άνοδο της στάθμης της θάλασσας) αλλά και λόγω των ακραίων γεγονότων (π.χ. πλημμύρες)· λόγω της μείωσης των γεωργικών αποδόσεων. Άλλος λόγος αποτελεί η “διαφοροποίηση των πόρων” λόγω του ότι γίνονται προσπάθειες να χρησιμοποιούνται ακριβότερες τεχνολογίες ενέργειας χωρίς άνθρακα.

Η μειωμένη παραγωγικότητα που σχετίζεται με τις αλλαγές θερμοκρασίας έχει σκοπό να μειώσει τις σωρευτικές εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα έως το έτος 2100 κατά σχεδόν 14% (304 Pg άνθρακα (PgC) από 2.238 PgC). Στην έρευνα των Caldeira και Brown (2018), αναφέρεται ότι οι μειώσεις του ΑΕΠ λόγω της κλιματικής αλλαγής προέβλεπε μείωση κατά 20% του κατά κεφαλήν ΑΕΠ έως το έτος 2100 σε σχέση με ένα σενάριο χωρίς αλλαγή του κλίματος (στο οποίο η παραγωγικότητα αυξάνεται πολλαπλάσια). Στην ίδια έρευνα αναφέρεται ότι ίσως να υπάρξει αύξηση του ΑΕΠ (πιθανότατα περίπου 30% κέρδη στο κατά κεφαλήν εισόδημα του ΑΕΠ) και όχι μείωση, επειδή μεγάλο μέρος του παγκόσμιου πληθυσμού βρίσκεται επί του παρόντος στην ψυχρή πλευρά της συναγόμενης βέλτιστης θερμοκρασίας για οικονομική ανάπτυξη.

Οι Woodard et al. (2018) υποστηρίζουν τελικά ότι ένα κέρδος στο κατά κεφαλήν ΑΕΠ που παράγεται από την κλιματική αλλαγή θα αντιστρέψει το πρόσημο του κεντρικού αποτελέσματος, προκαλώντας θετική ανάδραση στον κοινωνικοοικονομικό κύκλο του άνθρακα.

### 3.6 Αύξηση της στάθμης της θάλασσας λόγω κλιματικής αλλαγής και ΑΕΠ

Ένα από τα μειονεκτήματα της κλιματικής αλλαγής, είναι η άνοδος της θαλάσσιας στάθμης. Αυτή η άνοδος οδηγεί τόσο σε άμεσο όσο και σε έμμεσο κόστος για τα κράτη.

Η παγκόσμια στάθμη της θάλασσας αυξήθηκε κατά 17 εκατοστά κατά τον εικοστό αιώνα και είναι πιθανό να ανέβει ταχύτερα κατά τον εικοστό πρώτο αιώνα, όταν είναι δυνατή η άνοδος άνω του 1 m. Σε ορισμένες τοποθεσίες, αυτές οι αλλαγές μπορεί να επιδεινωθούν λόγω της απότομης αύξησης των καταιγίδων που οφείλονται στην κλιματική αλλαγή, αν και αυτό το σενάριο είναι λιγότερο βέβαιο, και λόγω της εκτεταμένης ανθρωπογενής καθίζησης, κάτι που οφείλεται στην απόσυρση υγρών από το έδαφος, στην αποστράγγιση ευαίσθητων εδαφών, ειδικά στα δέλτα των ποταμών. Η σχετική άνοδος της στάθμης της θάλασσας έχει μια σειρά πιθανών επιπτώσεων, συμπεριλαμβανομένων των υψηλότερων ακραίων επιπέδων της θάλασσας (και των πλημμυρών), της διάβρωσης των ακτών, της αλάτωσης των υδάτων τόσο επιφανειακά όσο και υπόγεια και της υποτίμησης των παράκτιων οικοτόπων όπως οι υγρότοποι. Χωρίς προσαρμογή, μεγάλες χερσαίες εκτάσεις και εκατομμύρια άνθρωποι θα αναγκάζονταν να εκτοπιστούν σαν αποτέλεσμα της αύξησης της θαλάσσιας στάθμης. Οι κατάλληλες αντιδράσεις περιλαμβάνουν τον μετριασμό του κλίματος (μια παγκόσμια απόκριση) ή/και την προσαρμογή (μια τοπική αντίδραση) (Nicholls, 2011).

Οι Bosello et.al. (2012) εξέτασαν μια σειρά σεναρίων για την αύξηση της ανόδου της θάλασσας στην Ευρώπη για τις δεκαετίες 2020 και 2080 (χρησιμοποίησαν το μοντέλο DIVA<sup>2</sup> για την εκτίμηση των φυσικών επιπτώσεων της αύξησης της θαλάσσιας στάθμης και το άμεσο οικονομικό κόστος, συμπεριλαμβανομένης της προσαρμογής, και το μοντέλο GTAP-EF για την αξιολόγηση των έμμεσων οικονομικών επιπτώσεων).

---

<sup>2</sup> Το μοντέλο DIVA είναι ένα ολοκληρωμένο μοντέλο έρευνας των παράκτιων συστημάτων που αξιολογεί τις βιοφυσικές και κοινωνικοοικονομικές συνέπειες της αύξησης της στάθμης της θάλασσας καθώς και το κόστος και τα οφέλη από την προσαρμογή αυτών των επιπτώσεων. Το μοντέλο αυτό σχεδιάστηκε και χρησιμοποιείται σε παγκόσμια, περιφερειακή και εθνική κλίμακα ενώ εφαρμόζεται και σε διάφορα ακαδημαϊκά εκπαιδευτικά και πολιτικά κείμενα (Micleod et al, 2010).



Σύμφωνα με τους Bosello et.al. (2012) χωρίς προσαρμογή, οι επιπτώσεις είναι αρκετά σημαντικές με μεγάλη απώλεια γης και αύξηση της συχνότητας των παράκτιων πλημμυρών. Μέχρι το τέλος του αιώνα, η Μάλτα είχε τη μεγαλύτερη σχετική απώλεια γης με 12% της συνολικής της επιφάνειας, ακολουθούμενη από την Ελλάδα με 3,5% απώλεια γης. Ωστόσο, οι οικονομικές απώλειες φαινόταν να είναι μεγαλύτερες στην Πολωνία και τη Γερμανία (483 και 391 εκατομμύρια δολάρια αντίστοιχα). Η προστασία των ακτών αποτελεί μια πολύ αποτελεσματική μέθοδο στη μείωση αυτών των επιπτώσεων και η βέλτιστη εφαρμογή οδηγεί σε επίπεδα προστασίας που είναι υψηλότερα από 85% στην πλειονότητα των ευρωπαϊκών κρατών. Ενώ ο άμεσος οικονομικός αντίκτυπος της ανόδου της στάθμης της θάλασσας ήταν πάντα αρνητικός, ο τελικός αντίκτυπος στις οικονομικές επιδόσεις των χωρών που εκτιμάται με το μοντέλο GTAP-EF (Global Trade Analysis Project) μπορεί να είναι θετικός ή αρνητικός. Αυτό συμβαίνει επειδή η υποκατάσταση παραγόντων, όπως το διεθνές εμπόριο και οι αλλαγές στα επενδυτικά πρότυπα αλληλοεπιδρούν με πιθανές θετικές επιπτώσεις. Ενώ η άνοδος της θαλάσσιας στάθμης έχει αρνητικές και τεράστιες άμεσες οικονομικές επιπτώσεις, οι συνολικές επιπτώσεις στο ΑΕΠ είναι αρκετά μικρές (μέγ. -0,046% στην Πολωνία). Ο αντίκτυπος της ανόδου της θαλάσσιας στάθμης δεν περιορίζεται στην παράκτια ζώνη καθώς επηρεάζει έμμεσα και τις μεσόγειες χώρες (για παράδειγμα, η Αυστρία χάνει -0,003% του ΑΕΠ της) και η προσαρμογή είναι ζωτικής σημασίας για τη διατήρηση των αρνητικών επιπτώσεων λόγω αυτής της ανόδου σε αποδεκτό επίπεδο.

Σύμφωνα με τους Bigano et.al. (2008) η αύξηση της θαλάσσιας στάθμης συνεπάγεται απώλεια ΑΕΠ που κυμαίνεται από 0,1% στη Νοτιοανατολική Ασία έως σχεδόν καμία απώλεια στον Καναδά, ενώ η ανακατανομή των τουριστικών ροών – η οποία όσον αφορά τις αφίξεις ευνοεί τη Δυτική Ευρώπη, την Ιαπωνία, την Κορέα και τον Καναδά σε αντίθεση με τις άλλες περιοχές του κόσμου – προκαλεί απώλειες ΑΕΠ που κυμαίνονται από 0,5% στις μικρές νησιωτικές πολιτείες έως 0,0004% στον

Καναδά. Οι κερδισμένοι στο ΑΕΠ είναι η Αυστραλία, η Νέα Ζηλανδία, η Δυτική Ευρώπη, η Μέση Ανατολή και η Νότια Ασία.

Φυσικά εκτός από τις συνέπειες στο ΑΕΠ, η άνοδος της στάθμης της θάλασσας, έχει και οικονομικές συνέπειες στις ιδιοκτησίες. Σε έρευνα, όπου εξετάστηκαν οι οικονομικές επιπτώσεις σε απώλεια περιουσίας σε ακίνητα με υψηλή αξία στην παράκτια ζώνη της Καραϊβικής, δημιουργήθηκε μια βάση δεδομένων με 906 μεγάλα παράκτια θέρετρα σε 19 χώρες της Κοινότητας της Καραϊβικής για να αξιολογήσει τον πιθανό κίνδυνο από ένα σενάριο αύξησης της στάθμης της θάλασσας κατά ένα μέτρο. Εκτιμάται ότι 266 (29%) ακίνητα θέρετρου θα πλημμυρίσουν μερικώς ή πλήρως. Μεταξύ 440 (49%) και 546 (60%) των ιδιοκτησιών του θέρετρου θα διατρέχουν κίνδυνο ζημίας από διάβρωση της παραλίας. Επιπλέον, πολλά θέρετρα θα αντιμετωπίσουν σημαντικές απώλειες στην περιοχή της παραλίας πριν από την απώλεια ιδιοκτησίας του θέρετρου (Scot et.al., 2012).

Σύμφωνα με τους Jevrejeva et. al. (2012), ακόμα κι αν γινόταν εφικτό να σταματήσει η κλιματική αλλαγή, και σταθεροποιούνταν η ακτινοβολία, ο ρυθμός ανόδου της στάθμης της θάλασσας θα ήταν θετικός για αιώνες, απαιτώντας 200-400 χρόνια για να μειωθεί στο 1,8 mm/έτος μέσος όρος του 20<sup>ου</sup> αιώνα.

### 3.7 Οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στις κεντρικές τράπεζες

Τον Δεκέμβριο του 2015, 196 Μέλη (195 κράτη και η Ευρωπαϊκή Ένωση), ενέκριναν τη Συμφωνία του Παρισιού για να θέσουν ως στόχο την ελαχιστοποίηση της υπερθέρμανσης του πλανήτη, λιγότερο από 2 βαθμούς Κελσίου (°C) πάνω από τα προβιομηχανικά επίπεδα. Η Συμφωνία αναγνώρισε επίσης ότι η κλιματική αλλαγή είναι μια επείγουσα και δυνητικά μη αναστρέψιμη απειλή τόσο για τις ανθρώπινες κοινωνίες, όσο και για τον πλανήτη και ότι θα απαιτηθούν βαθιές μειώσεις των παγκόσμιων εκπομπών αερίων θερμοκηπίου (GHG), για την επίτευξη αυτού του στόχου.

Στοχεύει επίσης, να καταστήσει τις χρηματοοικονομικές ροές συνεπείς με μια πορεία προς μικρές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου και ανάπτυξη ανθεκτική στο κλίμα.

Η προβλεπόμενη αύξηση της παγκόσμιας θερμοκρασίας και οι συναφείς αλλαγές στο κλίμα, όπως οι διακυμάνσεις των χαρακτηριστικών βροχοπτώσεων ή καταιγίδων, καθώς και η μετάβαση σε μια οικονομία χαμηλών εκπομπών άνθρακα που συνεπάγεται από τη Συμφωνία του Παρισιού, έχουν δυνητικά εκτεταμένες συνέπειες για τη μακροοικονομία και το χρηματοπιστωτικό σύστημα. Η κλιματική αλλαγή και οι πολιτικές για τον μετριασμό της κλιματικής αλλαγής θα μπορούσαν να επηρεάσουν την ικανότητα των κεντρικών τραπεζών να επιτύχουν τους στόχους νομισματικής και χρηματοπιστωτικής σταθερότητας. Η Τράπεζα της Αγγλίας (2015) και η Carney (2015) εξέτασαν τον αντίκτυπο της κλιματικής αλλαγής στον ασφαλιστικό κλάδο. Συγκεκριμένα, εξέτασαν τον αντίκτυπο της κλιματικής αλλαγής και τις αλλαγές στη σύνθεση του ενεργειακού εφοδιασμού που έχουν σχέση με τη μετάβαση σε μια οικονομία μικρών εκπομπών άνθρακα στο χρηματοπιστωτικό σύστημα και τη μακροοικονομία, και επομένως υπερβαίνει την ανάλυση του Ευρωπαϊκού Συμβουλίου Συστηματικού Κινδύνου (2016), που εξέτασε τον πιθανό αντίκτυπο της μετάβασης σε μια οικονομία λίγων εκπομπών άνθρακα στη χρηματοπιστωτική σταθερότητα. Η κλιματική αλλαγή αναμένεται να έχει πιο δυσμενείς μακροοικονομικές επιπτώσεις σε ορισμένες αναπτυσσόμενες χώρες.

Εντοπίστηκαν τέσσερις βασικοί τρόποι με τους οποίους η κλιματική αλλαγή και οι πολιτικές για τις εκπομπές άνθρακα θα μπορούσαν να επηρεάσουν τους στόχους των κεντρικών τραπεζών. Πρώτον, μια φυσική καταστροφή που σχετίζεται με τις καιρικές συνθήκες θα μπορούσε να προκαλέσει οικονομική αστάθεια και

μακροοικονομική ύφεση, εάν προκαλέσει σοβαρή ζημιά στους ισολογισμούς των νοικοκυριών, των επιχειρήσεων, των τραπεζών και των ασφαλιστών (φυσικοί κίνδυνοι).

Ο οικονομικός αντίκτυπος μιας δεδομένης φυσικής καταστροφής είναι πιθανό να είναι λιγότερο σοβαρός εάν οι σχετικοί κίνδυνοι αποτιμώνται εκ των προτέρων σε χρηματοοικονομικά συμβόλαια και το χρηματοπιστωτικό σύστημά τους έχει καταλείψει αποτελεσματικά, π.χ. μέσω ασφάλισης και αντασφάλισης. Εκ των υστέρων, μια κεντρική τράπεζα θα πρέπει να αντιδράσει κατάλληλα σε μια καταστροφή για να επιτύχει τους στόχους της για τη νομισματική και χρηματοπιστωτική σταθερότητα, μετρώντας τον αντίκτυπο στο παραγωγικό κενό, την πληθωριστική πίεση και το χρηματοπιστωτικό σύστημα – για παράδειγμα, προσαρμόζοντας τη νομισματική πολιτική και παρέχοντας ρευστότητα στο χρηματοπιστωτικό σύστημα εάν χρειαστεί.

Δεύτερον, η σταδιακή θέρμανση θα μπορούσε επίσης, να επηρεάσει τον δυνητικό ρυθμό ανάπτυξης μιας οικονομίας. Ωστόσο, θα χρειαστούν πιο αξιόπιστες ποσοτικές εκτιμήσεις που βασίζονται σε λεπτομερή ανάλυση επιπτώσεων σε επίπεδο τομέα πριν οι κεντρικές τράπεζες μπορέσουν να ενσωματώσουν αυτό το αποτέλεσμα στην ανάλυση της νομισματικής πολιτικής.

Τρίτο, μια ξαφνική, απροσδόκητη αυστηροποίηση των πολιτικών για τις εκπομπές άνθρακα θα μπορούσε να οδηγήσει σε άτακτη ανατιμολόγηση περιουσιακών στοιχείων υψηλής έντασης άνθρακα και να προκαλέσει αρνητικό σοκ προσφοράς (μεταβατικοί κίνδυνοι). Αυτό έχει τη δυνατότητα να δημιουργήσει σημαντικές ζημιές ισολογισμού και χρηματοπιστωτική αστάθεια. Μια ομαλή μετάβαση σε μια οικονομία χαμηλών εκπομπών άνθρακα είναι δυνατή και είναι πιθανό να διευκολυνθεί από διαφανείς και προβλέψιμες πολιτικές για τις εκπομπές άνθρακα που ενθαρρύνουν τον αναπροσανατολισμό των ιδιωτικών επενδύσεων προς τεχνολογίες χαμηλών εκπομπών άνθρακα. Οι γνωστοποιήσεις που έχουν σχέση με το κλίμα από τις βιομηχανίες θα μπορούσαν να ενθαρρύνουν αυτή την ανακατεύθυνση, εάν επιτρέψει σε ένα ευρύ φάσμα επενδυτών να αξιολογήσουν καλύτερα την έκθεσή τους σε χρηματοοικονομικούς κινδύνους. Μια τέτοια γνωστοποίηση είναι πιθανό να είναι πιο αποτελεσματική εάν είναι τόσο μελλοντική όσο και απλή στην κατανόηση – για παράδειγμα, πως μια δεδομένη αλλαγή στην τιμή του άνθρακα θα επηρεάσει την αξία της επιχείρησης. Μια τέτοια γνωστοποίηση θα μπορούσε επίσης, να βοηθήσει στην ενημέρωση της αξιολόγησης των κεντρικών τραπεζών σχετικά με τους κινδύνους χρηματοπιστωτικής σταθερότητας που προκύπτουν από την μετάβαση σε μια

οικονομία χαμηλών εκπομπών άνθρακα, για παράδειγμα μέσω προσομοίωσης ακραίων καταστάσεων.

Τέλος, τόσο οι αλλαγές στα καιρικά μοτίβα όσο και η αυξημένη εξάρτηση από τη βιοενέργεια θα μπορούσαν να αυξήσουν τη μεταβλητότητα των τιμών των τροφίμων και της ενέργειας, και ως εκ τούτου τη μεταβλητότητα των ρυθμών πληθωρισμού. Αυτό θα μπορούσε να καταστήσει πιο δύσκολο για τις κεντρικές τράπεζες να μετρήσουν τις υποκείμενες πληθωριστικές πιέσεις και να διατηρήσουν τον πληθωρισμό κοντά στον στόχο.

### **3.8 Καταστροφές που κόστισαν δισεκατομμύρια**

Οι 10 ακριβότερες καιρικές καταστροφές οδήγησαν σε καταστροφές άνω των 170 δισεκατομμυρίων, 20 δισεκατομμύρια δολάρια περισσότερες από το 2020, σύμφωνα με τη βρετανική οργάνωση βοήθειας.

Η Christian Aid, είπε ότι η ανοδική τάση αντανακλά τις επιπτώσεις της ανθρωπογενούς κλιματικής αλλαγής και πρόσθεσε ότι οι 10 επίμαχες καταστροφές σκότωσαν τουλάχιστον 1.075 ανθρώπους και εκτόπισαν 1,3 εκατομμύρια.

Κάθε χρόνο, υπολογίζεται το κόστος που προκύπτει από τα καιρικά συμβάντα, όπως είναι για παράδειγμα οι πλημμύρες, οι πυρκαγιές και οι καύσωνες σύμφωνα με τις ασφαλιστικές απαιτήσεις. Το έτος 2020, οι 10 καταστροφές λόγω καιρικών φαινομένων στον κόσμο που κόστισαν πιο πολύ, προκάλεσαν καταστροφές 150 δισεκατομμυρίων δολαρίων, αυξάνοντας το κόστος από το προηγούμενο έτος κατά 13%.

Η ακριβότερη καταστροφή το έτος 2021 ήταν ο τυφώνας Ida, ο οποίος έπληξε τις Ηνωμένες Πολιτείες στα ανατολικά και δημιούργησε καταστροφές 65 δισεκατομμυρίων δολαρίων. Αφού πέρασε τη Λουιζιάνα στο τέλος του Αυγούστου, κατευθύνθηκε πιο βόρεια και προκάλεσε τεράστιες πλημμύρες στη Νέα Υόρκη και τη γύρω περιοχή.

Οι θεαματικές και θανατηφόρες πλημμύρες στη Γερμανία και το Βέλγιο τον Ιούλιο ήταν οι επόμενες στη λίστα με ζημιές 43 δισεκατομμυρίων δολαρίων.

Μια χειμερινή καταιγίδα στο Τέξας κατέστρεψε το δίκτυο ηλεκτρισμού της και το κόστος των καταστροφών ανήλθε στα 23 δισεκατομμύρια δολάρια, ακολουθούμενη από πλημμύρες στην επαρχία Χενάν της Κίνας τον Ιούλιο, κάτι που στοίχισε πάνω από 17,6 δισεκατομμύρια δολάρια. Άλλες καταστροφές που κόστισαν πολλά δισεκατομμύρια περιλαμβάνουν πλημμύρες στον Καναδά, παγετό στην Γαλλία ο οποίος χάλασε τους αμπελώνες, και κυκλώνες στην Ινδία και το Μπαγκλαντές τον Μάιο.

Η έκθεση αναγνώρισε ότι η αξιολόγησή της αναφέρεται κυρίως σε καταστροφές οι οποίες έγιναν σε οικονομικά πιο εύρωστες χώρες, στις οποίες οι υποδομές είναι πιο καλά ασφαλισμένες. Επίσης, αναγνώρισε ότι οι καταστροφές λόγω των καιρικών φαινομένων σε πιο φτωχές περιοχές, έχουν ανυπολόγιστο κόστος και πολύ μεγαλύτερο σε σύγκριση με τις πλουσιότερες χώρες. Για παράδειγμα στο Νότιο Σουδάν, οι πλημμύρες έπληξαν περίπου 800.000 ανθρώπους. Σύμφωνα με την Christian Aid «Κάποια από τα ακραία φαινόμενα που ήταν πιο καταστροφικά το έτος

2021, έπληξαν τα φτωχότερα έθνη, τα οποία έχουν συμβάλλει πολύ λιγότερο ή και καθόλου στην πρόκληση της κλιματικής αλλαγής». Στα μέσα Δεκεμβρίου, η μεγαλύτερη αντασφαλιστική εταιρεία στον κόσμο, η Swiss Re, υπολόγισε ότι οι φυσικές καταστροφές και τα ακραία καιρικά φαινόμενα προκάλεσαν ζημιές περίπου 250 δισεκατομμυρίων δολαρίων. Το σύνολο αντιπροσώπευε μια αύξηση 24% σε σύγκριση με το προηγούμενο έτος και το κόστος μόνο για τον ασφαλιστικό κλάδο ήταν το τέταρτο υψηλότερο από το 1970.

Οι 15 κλιματικές καταστροφές του 2019 κόστισαν πάνω από 1 δισεκατομμύριο δολάρια, με 7 από αυτές να κοστίζουν περισσότερο από 10 εκατομμύρια δολάρια το καθένα. Το 2019 τα ακραία καιρικά φαινόμενα λόγω της κλιματικής αλλαγής σκότωσαν χιλιάδες ανθρώπους σε όλο τον κόσμο. Οι ΗΠΑ βρίσκεται στην κορυφή της λίστας, με την Κίνα, την Ινδία και την Ιαπωνία να ακολουθούν. Τα ακραία φαινόμενα λόγω της κλιματικής αλλαγής, έπληξαν κάθε κατοικημένη ήπειρο το 2019, σκοτώνοντας, τραυματίζοντας, εκτοπίζοντας εκατομμύρια και προκαλώντας οικονομική ζημιά ζημιά δισεκατομμυρίων δολαρίων, σύμφωνα με νέα έκθεση της Christian Aid.

Όλες αυτές οι καταστροφές συνδέονται με την κλιματική αλλαγή που προκαλείται από τον άνθρωπο. Σε ορισμένες περιπτώσεις επιστημονικές μελέτες έχουν δείξει ότι η κλιματική αλλαγή έκανε το συγκεκριμένο γεγονός πιο πιθανό ή ισχυρότερο, όπως για παράδειγμα με τον κυκλώνα Idai στην Αφρική και τις πλημμύρες στην Ινδία και τις Ηνωμένες Πολιτείες. Σε άλλες περιπτώσεις, το γεγονός ήταν αποτέλεσμα αλλαγών στα καιρικά μοτίβα -όπως υψηλότερες θερμοκρασίες και μειωμένες βροχοπτώσεις που έκαναν πιο πιθανές τις πυρκαγιές, ή υψηλότερες θερμοκρασίες νερού που προκάλεσαν τροπικές καταιγίδες – που είναι από μόνες τους συνέπειες της κλιματικής αλλαγής.

Ενώ η έκθεση επικεντρώνεται στο οικονομικό κόστος των ακραίων καιρικών φαινομένων που προκαλούνται από την κλιματική αλλαγή, σε πολλές αναπτυσσόμενες χώρες το ανθρώπινο κόστος της κλιματικής αλλαγής για τις ευάλωτες κοινότητες είναι ακόμη υψηλότερο από το οικονομικό κόστος, και υπάρχουν πολλές βραδείας έναρξης ξηρασίες, καιρικές αλλαγές και θαλάσσια καταπάτηση που επηρεάζουν προοδευτικά και καταστροφικά εκατομμύρια ανθρώπους σε όλο τον κόσμο.

Οι πιο δαπανηρές από οικονομική άποψη καταστροφές που εντοπίστηκαν στην έκθεση που αναφέρθηκε παραπάνω, ήταν οι πυρκαγιές στην Καλιφόρνια, οι οποίες προκάλεσαν ζημιές 25 δισεκατομμυρίων δολαρίων, ακολουθούμενες από τον τυφώνα

Χαγκίμπις στην Ιαπωνία (15 δις. Δολάρια) και τις πλημμύρες στη μεσοδυτική Αμερική (12,5 δις δολάρια) και την Κίνα (12 δις δολάρια). Τα γεγονότα με τις μεγαλύτερες απώλειες ανθρώπινων ζωών ήταν οι πλημμύρες στη Βόρεια Ινδία που σκότωσαν 1.900 άτομα και ο κυκλώνας Idai, που σκότωσε 1.300 άτομα.

Τον Ιανουάριο σημειώθηκαν πλημμύρες στην Αργεντινή και την Ουρουγουάη, οι οποίες ανάγκασαν 11.000 ανθρώπους να εγκαταλείψουν τα σπίτια τους. Στην Αυστραλία κάποιες περιοχές δέχθηκαν τις περισσότερες βροχοπτώσεις που είχαν καταγραφεί μέχρι εκείνη τη στιγμή (από το 1888 που άρχισαν να κρατούνται αρχεία).

Τον Μάρτιο η καταιγίδα Eberhard, σάρωσε όλη την Ευρώπη, ενώ ο κυκλώνας Idai, προκάλεσε θανάτους και καταστροφές στη Ζιμπάμπουε, τη Μοζαμβίκη και το Μαλάουι. Οι πλημμύρες άρχισαν να προκαλούν τεράστιες οικονομικές ζημιές στην αμερικάνικη Μεσοδυτική (12,5 δις δολ.) και στο Ιράν (8,3 δις δολ.).

Τον Μάιο και τον Ιούνιο καταγράφηκαν ζημιές 28 δις δολαρίων στην Ασία: ο κυκλώνας Φάνι έπληξε την Ινδία και το Μπαγκλαντές, περιοχές της Κίνας παρουσίασαν τις υψηλότερες βροχοπτώσεις για τα τελευταία 60 χρόνια, και στη Βόρεια Ινδία, ένας ισχυρότερος από το συνηθισμένο μουσώνας οδήγησε σε πλημμύρες που σκότωσαν 1900 άτομα.

Τον Σεπτέμβριο και τον Οκτώβριο, οι τυφώνες Faxai και Hagibis, προκάλεσαν ζημιές άνω των 20 δις δολαρίων στην Ιαπωνία καθώς και διατάραξαν το Παγκόσμιο Κύπελλο Ράγκμπι που διεξαγόταν εκεί.

Στην Βόρεια Αμερική, ο τυφώνας Ντόριαν προκάλεσε καταστροφές κατά μήκος της ανατολικής ακτής, από τις Μπαχάμες έως τον Καναδά, σκοτώνοντας 673 άτομα.

Η Dr. Άντελ Τόμας, Διευθύντρια του Κέντρου Ερευνών για την Κλιματική Αλλαγή στο Πανεπιστήμιο στις Μπαχάμες, Ανώτερη Ερευνητική Συνεργάτιδα στο Climate Analytics και μία από τους κύριους συντάκτες της 6<sup>ης</sup> Έκθεσης Αξιολόγησης της IPCC, δήλωσε: «Σε μικρά νησιωτικά αναπτυσσόμενα κράτη, όπως οι Μπαχάμες από όπου κατάγομαι, έχουμε βιώσει από πρώτο χέρι και επανειλημμένα καταστροφή που προκλήθηκε από την κλιματική κρίση. Πιο πρόσφατα, το ρεκόρ που έσπασε ο πρώτος τυφώνας Ντόριαν κατέστρεψε ζωές, μέσα διαβίωσης και το αίσθημα ασφάλειας. Αυτό δυστυχώς ήταν ένα μεμονωμένο γεγονός, καθώς πολύ τυφώνες τα τελευταία χρόνια έχουν οδηγήσει σε άνευ προηγουμένου καταστροφές σε όλη την περιοχή της Καραϊβικής. Η μεγάλη τραγωδία της κλιματικής αλλαγής είναι ότι οι φτωχότεροι και οι πιο ευάλωτοι είναι αυτοί που υποφέρουν περισσότερο, παρόλο



ευθύνονται λιγότερο για την κλιματική κρίση. Ωστόσο, όπως είδαμε φέτος, καμία ήπειρος δεν είναι απρόσβλητη από την υπερθέρμανση του πλανήτη και τις επιπτώσεις απέναντί της. Είναι ζωτικής σημασίας οι χώρες να επιταχύνουν και να υλοποιήσουν ισχυρότερα σχέδια δράσης και πολύ αυξημένες φιλοδοξίες πριν από τη σύνοδο κορυφής COP26 στη Γλασκώβη τον Νοέμβριο».

Ο καθηγητής Μάικλ Μαν, Διευθυντής του Κέντρου Επιστήμης Συστημάτων Γης στο Κρατικό Πανεπιστήμιο της Πενσυλβάνια, είπε: «το 2019 είδε ακόμη πιο βαθιά ακραία καιρικά φαινόμενα σε όλο τον κόσμο από πέρυσι, συμπεριλαμβανομένων πυρκαγιών στη Καλιφόρνια και την Αυστραλία, χειμερινά κύματα καύσωνα και καταστροφικές υπερκαταιγίδες. Καθημερινά τα ακραία φαινόμενα μας υπενθυμίζουν το κόστος της κλιματικής αδράνειας με τη μορφή ακραίων καιρικών συνθηκών που προκαλούνται από την κλιματική αλλαγή».

## Κεφάλαιο 4<sup>ο</sup>

### 4.1 Θεωρητικά Μοντέλα Επιπτώσεων Φυσικών Καταστροφών στη Μακροοικονομία

Οι σεισμοί, οι πλημμύρες και οι δυνατοί άνεμοι προκαλούν απλώς ζημιές. Συνήθως η καταστροφή νοείται ως η ξαφνική απώλεια παραγόντων παραγωγής (όπως η εργασία και το κεφάλαιο), στους οποίους το οικονομικό σύστημα προσαρμόζεται, είτε επιστρέφοντας στην ισορροπία πριν από την καταστροφή είτε μεταβαίνοντας σε μια νέα ισορροπία (Botzen et.al., 2019).

Επίσης, η συστηματική αξιολόγηση της έντασης των συνολικών εκπομπών αερίων που είναι αποτέλεσμα της βιομηχανικής δραστηριότητας, είναι απαραίτητη για την κατανόηση των επιδόσεων του ενεργειακού και περιβαλλοντικού τομέα και για την υποστήριξη της επιστημονικής χάραξης πολιτικής για την κλιματική αλλαγή (Liu et.al., 2020).

Δεδομένης της αύξησης των απωλειών από φυσικές καταστροφές τις τελευταίες δεκαετίες και της αναμενόμενης αύξησης της συχνότητας και της σοβαρότητας των φυσικών κινδύνων ως αποτέλεσμα της κλιματικής αλλαγής, είναι επιτακτική ανάγκη για τους υπεύθυνους χάραξης πολιτικής να έχουν αξιόπιστες πληροφορίες τόσο για τους τοπικούς κινδύνους φυσικών καταστροφών όσο και για την ανάπτυξη αποτελεσματικών μέτρων μετριασμού των κινδύνων αλλά και την ανάπτυξη κατάλληλων πολιτικών. Η αξιολόγηση των επιπτώσεων μιας καταστροφής λόγω κλιματικών φαινομένων αφού έχει συμβεί, είναι πολύ σημαντική για την δημιουργία διδαγμάτων και την δημιουργία κατάλληλων πολιτικών για την διαχείριση των κινδύνων. Ωστόσο, το να μπορούμε να τις προβλέψουμε καλύτερα εκ των προτέρων είναι ακόμη πιο χρήσιμο και σημαντικό.

Γι αυτούς τους λόγους έχουν δημιουργηθεί κάποια θεωρητικά μοντέλα, τα οποία αναλύουν και προβλέπουν τις επιπτώσεις των φυσικών καταστροφών στην μακροοικονομία. Αυτά τα μοντέλα αναφέρονται παρακάτω:

#### Μοντέλα Βασισμένα σε Πίνακες Κοινωνικής Λογιστικής

Οι περισσότερες έρευνες σχετικά με τις έμμεσες επιπτώσεις των φυσικών καταστροφών βασίζονται στις προβλέψεις των μοντέλων εισροών-εκροών (I-O input–

output) και υπολογιστικής γενικής ισορροπίας (CGE - computable general equilibrium).

Και τα δύο μοντέλα βασίζονται σε έναν κοινωνικό λογιστικό πίνακα που προσδιορίζει όλες τις νομισματικές ροές μεταξύ όλων των τομέων μιας οικονομίας. Τα μοντέλα I-O (input-output) υποθέτουν μια συνάρτηση παραγωγής σταθερών αναλογιών, αμετάβλητη στο χρόνο για όλους τους οικονομικούς τομείς και προβλέπουν πώς οι ζημιές σε έναν τομέα επηρεάζουν το εμπόριο και τη σχετική παραγωγή σε όλους τους άλλους (Botzen et.al., 2019).

Αντίθετα, τα μοντέλα CGE (computable general equilibrium) υποθέτουν σταθερή συμπεριφορά, που αντικατοπτρίζεται σε σταθερές συναρτήσεις ζήτησης και προσφοράς και προβλέπουν πώς οι επιπτώσεις των φυσικών καταστροφών αλλάζουν τη ζήτηση, την προσφορά και τις τιμές σε διάφορες αγορές σε ισορροπία (Botzen et.al., 2019).

Και οι δύο τύποι μοντέλων προβλέπουν σαφώς ότι οι φυσικές καταστροφές έχουν αρνητικές επιπτώσεις στη συνολική οικονομία. Αν και αυτά τα μοντέλα έχουν το επιθυμητό επίπεδο λεπτομέρειας και μπορούν να κάνουν ποσοτικοποιημένες προβλέψεις, η τεχνολογία και η συμπεριφορά συνήθως θεωρείται ότι είναι «διορθωμένες».

Έτσι αυτά τα μοντέλα δίνουν μόνο μια χρήσιμη πρώτη εντύπωση της τάξης μεγέθους και της διάχυσης των επιδράσεων. Δεν είναι καλά εξοπλισμένα για να προβλέψουν τις διαδικασίες δυναμικής προσαρμογής, ένα χαρακτηριστικό που δεν είναι ιδιαίτερα ικανοποιητικό καθώς διευρύνονται οι χρονικοί και χωρικοί ορίζοντες.

#### Μοντέλα Βασισμένα στη Νεοκλασική Θεωρία Ανάπτυξης

Δεδομένων αυτών των μειονεκτημάτων των μοντέλων I-O και CGE, σύμφωνα με τους Botzen et.al., (2019), αρκετοί συγγραφείς έχουν αντλήσει και δοκιμάσει πιο περίπλοκες υποθέσεις βασισμένες στη νεοκλασική θεωρία ανάπτυξης, η οποία χρησιμοποιείται επίσης σε μοντέλα ολοκληρωμένης αξιολόγησης (IAM - integrated assessment models) της κλιματικής αλλαγής και της οικονομίας.

Στην απλούστερη μορφή της, αυτή η θεωρία αναλαμβάνει μια συνάρτηση συνολικής παραγωγής χρησιμοποιώντας κεφάλαιο και εργασία (με σταθερές αποδόσεις στην κλίμακα), ένα σταθερό ποσοστό αποταμίευσης και απόσβεσης και φθίνουσες αποδόσεις στο κεφάλαιο. Τέτοια μοντέλα προβλέπουν μια σταδιακή επιστροφή στη σταθερή κατάσταση πριν από την καταστροφή μετά από οποιοδήποτε σοκ στο απόθεμα κεφαλαίου ή στην προσφορά εργασίας (Economides et.al., 2018).

Σε αυτά τα μοντέλα, οι φυσικές καταστροφές μπορούν να έχουν μόνιμο οικονομικό αντίκτυπο μόνο εάν μετατοπίσουν μόνιμα τις βασικές παραμέτρους που καθορίζουν τη σταθερή κατάσταση, ιδίως την αποταμίευση, την απόσβεση ή την αύξηση της παραγωγικότητας.

Αξίζει να σημειωθεί ότι η Διακυβερνητική Πλατφόρμα για τη Βιοποικιλότητα και τις Υπηρεσίες Οικοσυστήματος (IPBES- Intergovernmental Platform on Biodiversity and Ecosystem Services) είναι πιθανό να αξιολογήσει διεξοδικά προβλέψεις για το μέλλον της βιοποικιλότητας λόγω της κλιματικής αλλαγής και την οικολογικής καταστροφής του πλανήτη, ωστόσο, παρά το γεγονός ότι χρησιμοποιούνται ευρέως και δυνητικά κρίσιμα εργαλεία για την ανάλυση του κοινωνικο-περιβαλλοντικού μέλλοντος, τα ολοκληρωμένα μοντέλα αξιολόγησης (IAMs) έχουν λάβει λίγη προσοχή από τους οικολογικούς μοντελιστές (Harfoot et.al., 2014).

#### Μοντέλα με Ενδογενή Παραγωγικότητα

Ένας βασικός περιορισμός των νεοκλασικών μοντέλων ανάπτυξης είναι ότι υποθέτουν, αντί να εξηγούν, την τεχνική αλλαγή. Τα μοντέλα ενδογενούς ανάπτυξης επιδιώκουν να αντιμετωπίσουν αυτόν τον περιορισμό. Τα μοντέλα «vintage capital» είναι ένας πρώιμος κλάδος μοντέλων ενδογενούς ανάπτυξης που υποθέτουν ότι το κεφάλαιο ενσωματώνει πάντα την καλύτερη διαθέσιμη τεχνολογία τη στιγμή που κατασκευάζεται το κεφάλαιο.

Οι επενδύσεις οδηγούν την τεχνολογία σε αυτά τα μοντέλα, τα οποία προβλέπουν ότι οποιαδήποτε επιταχυνόμενη υποτίμηση του κεφαλαίου λόγω σοκ καταστροφής θα έχει ως αποτέλεσμα υψηλότερη αύξηση της παραγωγικότητας, επειδή η τεχνολογία θα ενημερωθεί. Αυτή η υπόθεση ονομάζεται στη βιβλιογραφία η υπόθεση «χτίζεις το πίσω-καλύτερο» (Botzen et.al., 2019).

Αντίθετα, στα μοντέλα ΑΚ (όπου το Α αντιπροσωπεύει την παραγωγικότητα και το Κ αναφέρεται στο απόθεμα κεφαλαίου), η παραγωγή, και η παραγωγή ανά εργαζόμενο, συνδέονται με το επίπεδο του συσσωρευμένου κεφαλαίου σε χρήση, υπονοώντας ότι οι αρνητικές κεφαλαιακές διαταραχές έχουν μόνιμο αρνητικό αντίκτυπο στην παραγωγή ανά εργαζόμενο .

Τέλος, στα μοντέλα μάθησης, η γνώση συσσωρεύεται στους ανθρώπους καθώς παράγουν περισσότερα, και το επίπεδο παραγωγικότητας θεωρείται ότι εξαρτάται από μεταβλητές όπως η σωρευτική παραγωγή ή η επένδυση.

Σε αυτά τα μοντέλα, η καταστροφή του κεφαλαίου ή της εργασίας μπορεί να τονώσει τη μάθηση και την αύξηση της παραγωγικότητας κατά την ανασυγκρότηση, αλλά αυτή η παραγωγικότητα δεν ενσωματώνεται στο νέο κεφάλαιο όπως συμβαίνει στα μοντέλα vintage κεφαλαίων.

Αυτοί οι πρώιμοι κλάδοι των ενδογενών μοντέλων ανάπτυξης ήδη επιτρέπουν κάποια αλλαγή παραγωγικότητας με την πάροδο του χρόνου ως απάντηση σε φυσικές καταστροφές. Ωστόσο, λίγες εφαρμογές φυσικών καταστροφών χρησιμοποιούν τα πιο πρόσφατα μοντέλα ενδογενούς ανάπτυξης. Σε αυτά τα μοντέλα, η αύξηση της παραγωγικότητας δεν είναι αυτόματο παράπλευρο αποτέλεσμα της λήψης οικονομικών αποφάσεων, καθώς καθοδηγούνται από οικονομικούς παράγοντες που αποφασίζουν να διαθέσουν σπάνιους και δαπανηρούς πόρους για τη δημιουργία γνώσης (π.χ. έρευνα και ανάπτυξη) και την εμπορευματοποίηση (π.χ. επιχειρηματικότητα). Το ίδιο ισχύει και για τα μοντέλα θεσμικής ανάπτυξης, τα οποία προσδιορίζουν τους υγιείς θεσμούς ως θεμελιώδεις αιτίες της οικονομικής ανάπτυξης και ανάπτυξης.

#### Τοπικά μοντέλα

Τα προηγούμενα μοντέλα μακροοικονομικής ανάπτυξης που αγνοούν τη γεωγραφία. Για καλύτερα αποτελέσματα, τα περιφερειακά μοντέλα ανάπτυξης μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη σύνδεση έμμεσων επιπτώσεων σε μακρο -επίπεδο (π.χ. απώλειες παραγωγής) με άμεσες ζημιές μικρο -επιπέδου (π.χ. κατεστραμμένο απόθεμα κεφαλαίου) εκτιμώντας τις στο γεωγραφικό επίπεδο στο οποίο συμβαίνουν.

## **4.2 Υπολογιστικά μοντέλα για την προσομοίωση των επιπτώσεων των καταστροφών**

Η χαμηλή πιθανότητα να συμβεί μια φυσική καταστροφή σε μια συγκεκριμένη περιοχή σημαίνει ότι είναι πιθανό να υπάρχουν λίγες ιστορικές παρατηρήσεις για την εκτίμηση των απωλειών. Επιπλέον, οι επιπτώσεις των καταστροφών δεν καταγράφονται πάντα λεπτομερώς όταν συμβαίνουν καταστροφές. Αυτός είναι ο λόγος για τον οποίο χρησιμοποιούνται υπολογιστικά μοντέλα για την προσομοίωση πιθανών επιπτώσεων από υποθετικές (αλλά ρεαλιστικές) ή ιστορικές φυσικές καταστροφές.

Οι άμεσες επιπτώσεις εκτιμώνται χρησιμοποιώντας τα λεγόμενα μοντέλα καταστροφών, τα οποία, για παράδειγμα, προσφέρουν λεπτομερή αποτελέσματα για απώλειες περιουσίας. Οι άμεσες επιπτώσεις καταστροφών μπορούν στη συνέχεια να τροφοδοτηθούν σε μακροοικονομικά μοντέλα που προσομοιώνουν τις έμμεσες οικονομικές επιπτώσεις.

Τέτοιες μελέτες τείνουν να χρησιμοποιούν μοντέλα I-O και CGE. Παρόλο που αυτά τα μοντέλα δεν παρέχουν ακριβείς προβλέψεις των οικονομικών επιπτώσεων μετά από μια καταστροφή, προσφέρουν πληροφορίες για οικονομικές διαδικασίες που προκαλούν έμμεσες επιπτώσεις, από τις οποίες μπορούν να αντληθούν διδάγματα για βασικούς ευάλωτους τομείς και παράγοντες μετριασμού.

### **Μοντέλα Καταστροφών: Εκτίμηση Άμεσων Επιπτώσεων από Φυσικές Καταστροφές**

Τα μοντέλα καταστροφών στηρίζονται στην χρήση συστημάτων γεωγραφικών πληροφοριών (GIS - geographic information systems), έτσι ώστε προβούν σε εκτιμήσεις των πιθανών απωλειών από ειδικές φυσικές καταστροφές κάνοντας προσομοίωση υποθετικών φυσικών χαρακτηριστικών από φυσικούς κινδύνους, όπως πλημμύρες, σε μια συγκεκριμένη τοποθεσία.

Για παράδειγμα, οι χάρτες κινδύνου πλημμύρας δείχνουν χαρακτηριστικά όπως πιθανώς πλημμυρισμένες περιοχές, βάθη πλημμύρας και ταχύτητα ροής για μια πλημμύρα με πολύ συγκεκριμένο τρόπο και πιθανότητα εμφάνισης. Στη συνέχεια, τα χαρακτηριστικά κινδύνου χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό της ζημίας σε εκτεθειμένη ιδιοκτησία, η οποία γενικά αντιπροσωπεύεται από τη χρήση γης ή τις αξίες κτιρίου, με βάση υποθέσεις σχετικά με την ευπάθεια της γης ή του κτιρίου. Τα μοντέλα

καταστροφών συνήθως εκτιμούν τις ζημιές από φυσικούς κινδύνους με ποικίλες εντάσεις και πιθανότητες, από τις οποίες βγαίνουν οι ζημιές που αναμένονται ετησίως. Οι γεωγραφικές κλίμακες κυμαίνονται από τοπικές (π.χ. επίπεδο πόλης) έως περιφερειακές έως παγκόσμιες.

#### Εφαρμογές μοντέλων καταστροφών

Αν και τα μοντέλα καταστροφών γενικά επικεντρώνονται στην εκτίμηση των υλικών ζημιών, εκτιμούν επίσης τους πληγέντες πληθυσμούς και τα πιθανά θύματα από συγκεκριμένες φυσικές καταστροφές. Οι εκτιμήσεις κινδύνου από μοντέλα καταστροφών χρησιμοποιούνται για διάφορους σκοπούς, στους οποίους συμπεριλαμβάνονται η καθοδήγηση για την τιμολόγηση της ασφάλισης για τα ακραία καιρικά φαινόμενα και η γνωστοποίηση των στρατηγικών διαχείρισης των κινδύνων του δημόσιου τομέα.

Παράδειγμα αποτελούν οι εκτιμήσεις των κινδύνων λόγω πλημμυρών. Έχει γίνει η χρήση διάφορων μοντέλων καταστροφών που έχουν χρησιμοποιηθεί σε αναλύσεις οφέλους-κόστους σε παγκόσμια κλίμακα για επενδύσεις αναχωμάτων, έτσι ώστε να χρησιμοποιηθούν και ταμεία προσαρμογής στην κλιματική αλλαγή.

Αντί να παρέχουν εκτιμήσεις εκ των υστέρων αποζημίωσης για απώλειες από καταστροφές, αυτές οι μελέτες παρέχουν πληροφορίες σχετικά με την οικονομική σκοπιμότητα της επένδυσης για τη μείωση του κινδύνου φυσικών καταστροφών εκ των προτέρων.

#### Βελτιώσεις και περιορισμοί μοντέλων καταστροφών

Εν μέρει λόγω των αυξημένων υπολογιστικών δυνατοτήτων και της διαθεσιμότητας δεδομένων με υψηλή χωρική ανάλυση, οι προσεγγίσεις μοντελοποίησης καταστροφών γίνονται όλο και πιο εκλεπτυσμένες. Ωστόσο, οι αναλύσεις ευαισθησίας δείχνουν ότι τα μοντέλα καταστροφών συνεχίζουν να χαρακτηρίζονται από σημαντικές αβεβαιότητες, ειδικά στη μοντελοποίηση ευπάθειας.

Ειδικότερα, η εμπειρική βάση για υποθέσεις σχετικά με την παρουσία υποδομής προστασίας και την ευπάθεια των ιδιοκτησιών (δηλαδή τη ζημιά που θα υποστούν υπό διαφορετικές συνθήκες κινδύνου) είναι πολύ περιορισμένη.

Ακόμα, τα μοντέλα καταστροφών συνήθως χρησιμοποιούν την υπόθεση ότι η ευπάθεια έχει μια σταθερότητα με το πέρασμα του χρόνου και ότι είναι ανεξάρτητη της συμπεριφοράς των κυβερνήσεων και των ιδιοκτητών ακινήτων.

Στην πραγματικότητα, ωστόσο, η ευπάθεια είναι μια δυναμική διαδικασία. Για παράδειγμα, μπορούν να βελτιωθούν οι υποδομές των ιδιοκτησιών, έτσι ώστε να προστατευτούν καλύτερα από τους φυσικούς κινδύνους και από τις αλλαγές στην ένταση ή τη συχνότητα των φυσικών κινδύνων, καταστάσεις που οφείλονται στην κλιματικής αλλαγή.

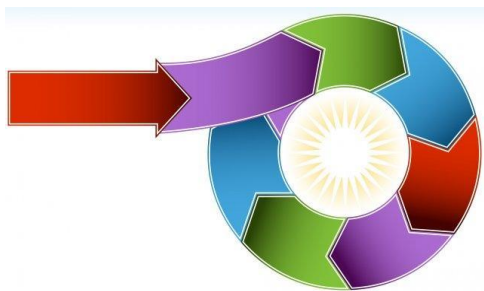
Με τον ίδιο τρόπο, υπάρχει η δυνατότητα να προσαρμοστούν μέσω της παρατήρησης και της μάθησης οι δημόσιες αρχές και οι υπηρεσίες έκτακτης ανάγκης. Πρόσφατες ερευνητικές προσπάθειες επιδίωξαν να βελτιώσουν τη μοντελοποίηση της ευπάθειας χρησιμοποιώντας μοντέλα βασισμένα σε συνδυασμούς μοντέλων καταστροφών με τη λήψη οικονομικών αποφάσεων που εμπλέκονται στην ετοιμότητα και την αντιμετώπιση καταστροφών. Αυτό επιτρέπει στους ερευνητές να εκτιμήσουν πώς αλλάζει η ευπάθεια ως απάντηση σε μεταβαλλόμενους κινδύνους, την εμφάνιση καταστροφών ή την πολιτική.



### 4.3 Μακροοικονομικά μοντέλα: Ποσοτικοποίηση Έμμεσων Οικονομικών Επιπτώσεων από Φυσικές Καταστροφές

Τα μακροοικονομικά μοντέλα χρησιμοποιούνται για την εκτίμηση των έμμεσων απωλειών από φυσικές καταστροφές και περιλαμβάνουν μοντέλα I-O και CGE.

Μοντέλα I-O



*Εικόνα 5 Τα οικονομικά μοντέλα εισροών-εκροών (IO) κοιτάζουν πέρα από τον αρχικό αντίκτυπο των νέων δαπανών για να συλλάβουν τις αυξημένες οικονομικές δραστηριότητες, συμπεριλαμβανομένων των άμεσων, έμμεσων και επαγόμενων δαπανών. Τα μοντέλα USEEIO που αναπτύχθηκαν από την EPA γεφυρώνουν το χάσμα μεταξύ των παραδοσιακών*

Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, τα μοντέλα I-O, τα οποία βασίζονται σε πίνακες που καταγράφουν τις εμπορικές ροές των εισροών και εκροών παραγωγής διαφορετικών τομέων σε μια οικονομία, εξετάζουν πώς οι φυσικές καταστροφές επηρεάζουν αυτές τις εμπορικές ροές και τις σχετικές βραχυπρόθεσμες εκροές παραγωγής.

Η USEEIO (US Environmentally-Extended Input-Output), για παράδειγμα, είναι μια οικογένεια μοντέλων που έχουν σχεδιαστεί για να γεφυρώσουν το χάσμα μεταξύ των παραδοσιακών οικονομικών υπολογισμών, της βιωσιμότητας και της λήψης περιβαλλοντικών αποφάσεων (Εικόνα 4). Παρέχει έναν ισχυρό πόρο για την εκτίμηση των πιθανών επιπτώσεων —περιβαλλοντικών και οικονομικών— που σχετίζονται με την παραγωγή ή την κατανάλωση αγαθών και υπηρεσιών (EPA, 2022).

Αναπτύχθηκε από ερευνητές EPA για την υποστήριξη του προγράμματος διαχείρισης βιώσιμων υλικών του Οργανισμού, το USEEIO συγχωνεύει δεδομένα για οικονομικές συναλλαγές μεταξύ 389 βιομηχανικών τομέων με πληθώρα περιβαλλοντικών πληροφοριών, συμπεριλαμβανομένων δεδομένων για τη γη, το νερό, τη χρήση ενέργειας και ορυκτών, την ατμοσφαιρική ρύπανση, τα θρεπτικά συστατικά και τις τοξικές ουσίες (EPA, 2022).

Χρησιμοποιείται ευρέως από γραφεία προγράμματος EPA και άλλους κυβερνητικούς φορείς, εταιρείες, μη κερδοσκοπικούς οργανισμούς, μη κυβερνητικούς οργανισμούς και ακαδημαϊκό κόσμο για εφαρμογές όπως ο υπολογισμός του αποτυπώματος άνθρακα και οι περιβαλλοντικές αξιολογήσεις (EPA, 2022).

Μελέτες που χρησιμοποιούν μοντέλα I-O έχουν εξετάσει πολλούς τύπους φυσικών καταστροφών, εστιάζοντας στις έμμεσες οικονομικές συνέπειες της αστοχίας κρίσιμων υποδομών (π.χ. λιμάνια) ή διαταραχών σε διάφορους τομείς (π.χ. βιομηχανία, κατασκευές, υπηρεσίες).

Αρκετές από τις μελέτες χρησιμοποιούν το μοντέλο I-O (Botzen et.al., 2019) μη λειτουργίας (συχνά αποκαλούμενο IIM - inoperability I-O model), το οποίο καταγράφει τη μη λειτουργικότητα ενός τομέα που επηρεάζεται άμεσα από μια φυσική καταστροφή. Αυτή η μη λειτουργικότητα στρεβλώνει τις εισροές που παρέχονται σε άλλους τομείς, γεγονός που προκαλεί έμμεσες απώλειες παραγωγής και κόστος παραγωγής και συνεπώς περιορίζει τις τελικές καταναλώσεις αγαθών. Αυτό σημαίνει ότι τα μοντέλα I-O καταγράφουν οικονομικές αλληλεξαρτήσεις μεταξύ τομέων που βρίσκονται ανάντη και κατόντη της αλυσίδας εφοδιασμού των διαταραγμένων αγαθών σε μια εθνική ή περιφερειακή οικονομία. Αυτό επιτρέπει στον ερευνητή να εξετάσει πώς μια απώλεια σε μια περιοχή που επηρεάζεται άμεσα από μια καταστροφή κυματίζει σε άλλους τομείς και περιοχές. Η απλότητα των μοντέλων I-O επιτρέπει τη συμπερίληψη τομεακών λεπτομερειών και την απλή αναπαράσταση των τοπικών οικονομικών καταστροφών.

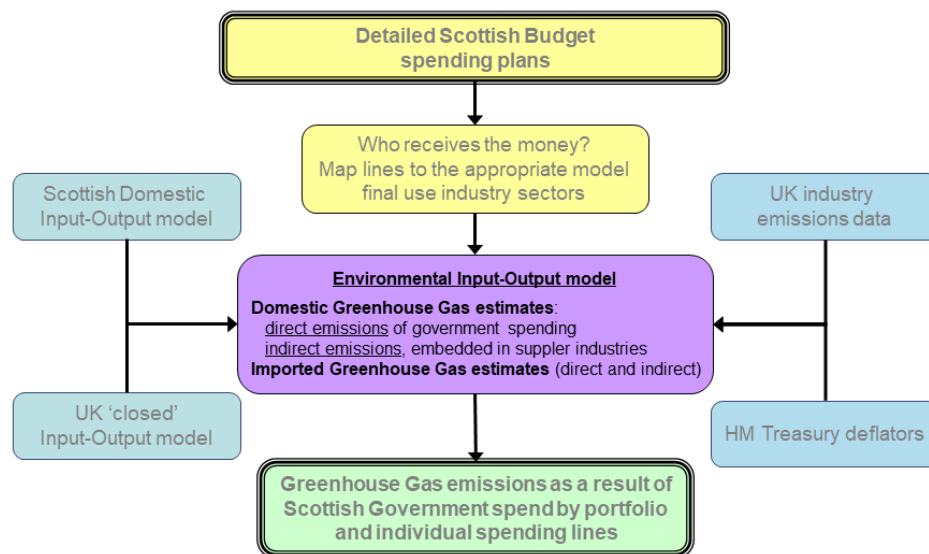
Επιπλέον, η βελτιωμένη διαθεσιμότητα δεδομένων επιτρέπει μια υψηλή χωρική συγκέντρωση καθώς και τη δυνατότητα μείωσης της κλίμακας μοντέλων σε πιο λεπτομερείς χωρικές κλίμακες. Ωστόσο, τα τυπικά μοντέλα I-O δεν καταγράφουν ορισμένους οικονομικούς μηχανισμούς που μπορεί να επηρεάσουν τα τελικά αποτελέσματα των επιπτώσεων καταστροφών, όπως κραδασμούς από την πλευρά της προσφοράς σε τομείς που έχουν συγκεκριμένους περιορισμούς παραγωγής, αλλαγές τιμών που επηρεάζουν τη ζήτηση για τελικά και ενδιάμεσα αγαθά, αλλαγές τεχνολογίας που επηρεάζουν ενδιάμεσες απαιτήσεις εισροών, υποκατάσταση εισροών και εισαγωγών και προσαρμοστική συμπεριφορά και άλλες μορφές οικονομικής ανθεκτικότητας (π.χ. υπερωρίες για να αναπληρώσουν τη χαμένη παραγωγή) κατά τις περιόδους ανάκαμψης. Τέλος, τα μοντέλα I-O έχουν μια σταθερή γραμμική δομή (π.χ. σχετίζεται με εισροές), αλλά οι επιπτώσεις από καταστροφές μπορεί να είναι

αποτέλεσμα μη γραμμικών οικονομικών διαδικασιών. Αυτό σημαίνει ότι τα μοντέλα I-O μπορεί να είναι υπερβολικά απλοποιημένα.

Σε πολλές περιπτώσεις χρησιμοποιούνται τα μοντέλα I-O. Σύμφωνα με τους Liu et.al. (2020), η απελευθέρωση αερίων του θερμοκηπίου (GHG - greenhouse gases) και η διαρκής αύξηση της συγκέντρωσής τους στην ατμόσφαιρα έχει τεράστιο αντίκτυπο στο περιβάλλον, την ανθρώπινη υγεία και την οικονομία. Με αυτή την γνώση, όλες οι χώρες του κόσμου, αναζητούν έναν αποτελεσματικό τρόπο για την μείωση των εκπομπών GHG με τον πιο οικονομικά αποδοτικό τρόπο. Η μοντελοποίηση της ανάλυσης εισροών-εκροών (IOA) έχει χρησιμοποιηθεί ευρέως για την ανάλυση των εντάσεων εκπομπών CO<sub>2</sub> για διαφορετικούς οικονομικούς τομείς, με σκοπό την καλύτερη χάραξης πολιτικής. Για παράδειγμα η κυβέρνηση της Σκωτίας, έχει υποχρέωση από το 2010, να δημοσιεύει εκτιμήσεις των εκπομπών αέριων του θερμοκηπίου μαζί με τα σχέδια δαπανών, με βάση αυτό το μοντέλο (Economy Statistics of Scottish, 2021).

Σύμφωνα με το Economy Statistics of Scottish (2021), η μεθοδολογία εισροών-εκροών εκτιμά τις έμμεσες μεταβολές της παραγωγής ως αποτέλεσμα αλλαγών στις τελικές χρήσεις (Σχεδιάγραμμα 16). Στη συνέχεια, χρησιμοποιούνται μέσα περιβαλλοντικά δεδομένα σε επίπεδο κλάδου για την εκτίμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων ανά 1 εκατομμύριο £ που πωλείται από έναν κλάδο. Αυτή είναι η αναλογία αερίων θερμοκηπίου ή οι εκπομπές σε τόνους ισοδύναμων αερίων διοξειδίου του άνθρακα για κάθε £1 εκατομμύριο παραγωγής. Δεδομένου ότι οι πίνακες περιγράφουν τις αγορές μεταξύ των κλάδων, είναι δυνατό να εκτιμηθεί ο συνολικός αντίκτυπος του άνθρακα που απαιτείται για την κάλυψη των αλλαγών στις τελικές χρήσεις από την κυβέρνηση. Τέτοιοι εκτεταμένοι πίνακες αναφέρονται συνήθως ως περιβαλλοντικά μοντέλα εισροών – εκροών. Η εφαρμογή μοντέλων IO για την εκτίμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων είναι καλά καθιερωμένη.

# The Environmental Input-Output model



Σχεδιάγραμμα 16: Περιβαλλοντικό μοντέλο Εισροών – Εκροών Πηγή:

*Economy Statistics of Scottish (2021)*

Η μελέτη της EIPRO (-Environmental Impacts of Product) τροποποίησε το Comprehensive Environmental Data Archive (CEDA) των ΗΠΑ για τον εντοπισμό των προϊόντων με σημαντικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις στον κύκλο ζωής στην ΕΕ25 . Ένα πολυπεριφερειακό μοντέλο εισροών-εκροών για την Αφρική έχει αναπτυχθεί για την εξερεύνηση πέντε σεναρίων ανάπτυξης ώστε να κατανοηθούν οι επιπτώσεις των εκπομπών ισοδύναμων CO<sub>2</sub>, με σκοπό να πραγματοποιηθεί η επίτευξη των στόχων ανθρώπινης ανάπτυξης της Υποσαχάριας Αφρικής (SSA). Αναλύθηκαν διεξοδικά οι εντάσεις εκπομπών CO<sub>2</sub> της Σιγκαπούρης με βάση το μοντέλο IOA και διερευνήθηκαν οι αλλαγές που πρέπει να πραγματοποιηθούν για την μείωση των εκπομπών, με βάση ένα πολυπεριφερειακό μοντέλο εισροών-εκροών, για τα νοικοκυριά.

Εκτός από την εφαρμογή σε διάφορες χώρες ή πόλεις, σύμφωνα με τους Liu et.al. (2020), ορισμένες μελέτες επικεντρώνονται σε συγκεκριμένους τομείς έντασης εκπομπών. Για παράδειγμα, έχει προταθεί μια υβριδική προσέγγιση εισροών-εκροών που θα μπορούσε να αντιπροσωπεύει την αλυσίδα εφοδιασμού ενέργειας και εκπομπών από τον κατασκευαστικό τομέα της Κίνας.

Επίσης, το μοντέλο χρησιμοποιείται για εκθέσεις οικονομικών πληροφοριών ανακύκλωσης. Σύμφωνα με τον EPA (2020), η Έκθεση Ανακύκλωσης Οικονομικών Πληροφοριών (REI - Recycling Economic Information), στηρίζεται σε περιβαλλοντικές και οικονομικές μεθοδολογίες εισροών-εκροών για την εκτίμηση των περιβαλλοντικών και οικονομικών επιπτώσεων που σχετίζονται με την ανακύκλωση. Η έκθεση αναφέρει ότι μια κρίσιμη συμβολή είναι η ανάπτυξη ενός μοντέλου εισροών-εκροών αποβλήτων που έχει σχεδιαστεί για να συλλαμβάνει τις εισροές υλικών (τομείς παραγωγής όπως εξόρυξη, ενέργεια, υλικά, εξαρτήματα και προϊόντα) και τις εκροές (διαχωρισμός και επανεπεξεργασία αποβλήτων και υλικών, προϊόντων, υπηρεσίες και απορρίμματα).

Αρκετά πρόσφατα μοντέλα, όπως το προσαρμοστικό μοντέλο περιφερειακής εισόδου-εξόδου (ARIO – adaptive regional input–output), προσπάθησαν να ξεπεράσουν αυτές τις αδυναμίες των τυπικών μοντέλων I-O. Οι μεθοδολογικές καινοτομίες του μοντέλου ARIO περιλαμβάνουν τη μοντελοποίηση των αυξήσεων τιμών μετά από μια καταστροφή (που περιορίζει τη ζήτηση), την επιβολή περιορισμών προσφοράς ανά τομέα ή τη χρήση πλεονάζουσας παραγωγικής ικανότητας, την προσαρμογή του σχήματος και της διάρκειας των περιόδων ανάκαμψης ή τη συμπερίληψη ειδικών μέτρων ανθεκτικότητας (Botzen et.al., 2019).

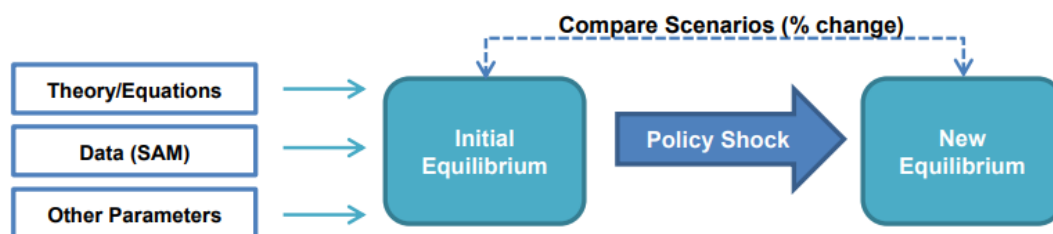
### Μοντέλα CGE

Τα μοντέλα CGE είναι μεγάλα αριθμητικά μοντέλα που συνδυάζουν την οικονομική θεωρία με πραγματικά οικονομικά δεδομένα προκειμένου να εξαχθούν υπολογιστικά οι επιπτώσεις των πολιτικών ή των κραδασμών στην οικονομία (Bessler et.al., 2014).

Τα μοντέλα CGE προσαρμόζουν οικονομικά δεδομένα σε ένα σύνολο εξισώσεων που στοχεύουν να αποτυπώσουν τη δομή της οικονομίας και τη συμπεριφορά των πρακτόρων (επιχειρήσεις, νοικοκυριά, κυβέρνηση). Αυτό παρέχει ένα πλαίσιο για την προσομοίωση των αλλαγών πολιτικής και τον εντοπισμό του αντίκτυπου σε βασικές οικονομικές μεταβλητές, συμπεριλαμβανομένων των ροών εσόδων και δαπανών (Bessler et.al., 2014).

Ο οικονομικός αντίκτυπος της πολιτικής ή του οικονομικού σοκ που διαμορφώνεται εκτιμάται συγκρίνοντας την οικονομία πριν και μετά το σοκ, όπως φαίνεται στο παρακάτω διάγραμμα (Σχεδιάγραμμα 17).

**Schema of CGE Modelling**



*Σχεδιάγραμμα 17: Μοντέλο CGE Πηγή: Bessler et.al., 2014*

Η γραμμή βάσης πριν από την πολιτική δημιουργείται με την προσαρμογή των εξισώσεων του μοντέλου και των παραμέτρων συμπεριφοράς στα δεδομένα του έτους βάσης. Σε γενικές γραμμές, αυτό σημαίνει ότι το έτος βάσης στο οποίο εφαρμόζεται το σοκ θα αντικατοπτρίζει την τρέχουσα δομή της οικονομίας. Η βασική γραμμή προϋποθέτει ότι η οικονομία ξεκινά από μια σταθερή ή ισορροπημένη θέση, δηλαδή οι αγορές είναι καθαρές. Όταν εισάγεται μια αλλαγή πολιτικής ή ένα οικονομικό σοκ, η οικονομία συγκλίνει σε μια νέα ισορροπία, που διέπεται από τις οικονομικές σχέσεις όπως καθορίζονται στο σύστημα εξισώσεων. Το μοντέλο εξάγει μια λύση βρίσκοντας ένα νέο σύνολο τιμών και κατανομή αγαθών και παραγόντων έτσι ώστε η οικονομία να βρίσκεται ξανά σε ισορροπία. Ορισμένα μοντέλα CGE, όπως αυτό που χρησιμοποιείται από την κυβέρνηση της Σκωτίας, μπορούν να ανιχνεύσουν την πορεία

προσαρμογής στη νέα σταθερή κατάσταση, ενώ τα στατικά θα εμφανίζουν μόνο μακροπρόθεσμες αλλαγές. Η μοντελοποίηση της διαδρομής προσαρμογής παρέχει μια πολύ πιο πλούσια κατανόηση της εξέλιξης της οικονομίας ως απάντηση σε ένα δεδομένο σοκ ή πολιτική (Gov.Scot, 2016).

Τα μοντέλα CGE παρέχουν ένα πιο ευέλικτο πλαίσιο μοντέλων από τα μοντέλα I-O επειδή περιλαμβάνουν ζήτηση και προσφορά σε διάφορες αγορές σε ισορροπία και είναι μη γραμμικά (π. Τα μοντέλα CGE προσομοιώνουν συνήθως τις επιπτώσεις των φυσικών καταστροφών στην οικονομική δραστηριότητα εκτιμώντας πώς οι διαταραχές στην προσφορά αγαθών και υπηρεσιών επηρεάζουν το ΑΕΠ (μέσω σχετικών μεταβολών τιμών και ποσότητας) και λαμβάνοντας υπόψη τις δυνατότητες υποκατάστασης εισροών και εισαγωγών για τη ζήτηση αγαθών ενδιάμεσης και τελικής κατανάλωσης. Λόγω αυτής της ευελιξίας τιμών, η οποία τυπικά αντιπροσωπεύει μακροχρόνιες διαδικασίες, έχει υποστηριχθεί ότι τα μοντέλα CGE είναι καλύτερα σε θέση να αντιπροσωπεύουν τις μακροπρόθεσμες οικονομικές συνέπειες των φυσικών καταστροφών από τα μοντέλα I-O (Botzen et.al., 2019).

Τα μοντέλα CGE έχουν εφαρμοστεί σε μια ποικιλία φυσικών καταστροφών σε παγκόσμιο, εθνικό και τοπικό επίπεδο. Σε παγκόσμιο ή ηπειρωτικό επίπεδο, τα μοντέλα CGE έχουν εξετάσει προβλήματα μεγάλης κλίμακας όπως η άνοδος της στάθμης της θάλασσας και ο σχετικός κίνδυνος πλημμύρας και έχουν εντοπίσει ότι η προστασία των ακτών έχει μεγάλη δυνατότητα να μετριάσει το οικονομικό κόστος.

Πολλά μοντέλα CGE φυσικών καταστροφών έχουν μια πιο λεπτομερή χωρική διάσταση (δηλαδή, με την εκτίμηση των επιπτώσεων καταστροφών σε μια χώρα ή περιοχή). Πιο συγκεκριμένα, αρκετές μελέτες έχουν χρησιμοποιήσει ένα μοντέλο καταστροφής για την εκτίμηση των άμεσων επιπτώσεων από καταστροφές, οι οποίες στη συνέχεια ενσωματώνονται σε ένα περιφερειακό πλαίσιο CGE.

Συνολικά, η ευελιξία των μοντέλων CGE όσον αφορά τις δυνατότητες υποκατάστασης και τις αλλαγές τιμών που εξισορροπούν τη ζήτηση και την προσφορά τα καθιστά πιο κατάλληλα για τη μελέτη των μακροπρόθεσμων οικονομικών συνεπειών των καταστροφών. Λόγω αυτών των χαρακτηριστικών, οι μερικές φορές υψηλοί λόγοι έμμεσων προς άμεσες απώλειες από καταστροφές σε μοντέλα I-O δεν παρατηρούνται σε αυτές τις εφαρμογές CGE, γεγονός που υπογραμμίζει τον σημαντικό ρόλο των διαδικασιών οικονομικής προσαρμογής στον περιορισμό των έμμεσων επιπτώσεων από καταστροφές (Botzen et.al., 2019).

### IAM των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής

Έχουν αναπτυχθεί αρκετές παγκόσμιες (αλλά συχνά διαφοροποιημένες σε περιφερειακό επίπεδο) IAM για την κλιματική αλλαγή και την οικονομία που εκτιμούν τις αρνητικές επιπτώσεις που προκύπτουν ως αποτέλεσμα της κλιματικής αλλαγής σε όρους ΑΕΠ, εκτιμούν το κοινωνικό κόστος του άνθρακα και εξάγουν οικονομικά βέλτιστες οδούς για την ελάττωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου.

Τα πιο γνωστά μοντέλα είναι:

- 1) το Dynamic Integrated Climate–Economy (DICE)/Regional Integrated Climate–Economy (RICE),
- 2) το Framework for Uncertainty, Negotiation, and Distribution (FUND), και
- 3) το Policy Analysis of the Greenhouse Effect (PAGE).

Αυτά τα μοντέλα βασίζονται σε μια απλοποιημένη εκδοχή της νεοκλασικής θεωρίας οικονομικής ανάπτυξης, επειδή υποθέτουν εξωγενή οικονομική ανάπτυξη σε σχέση με την κλιματική αλλαγή (Economides et,al., 2018, Nordhaus, 2017).

Με βάση τα μοντέλα που αναλύθηκαν παραπάνω, είναι σαφές ότι έχει σημειωθεί ουσιαστική πρόοδος τις τελευταίες δεκαετίες στην ανάπτυξη συμπληρωματικών προσεγγίσεων για την εκ των προτέρων εκτίμηση του κινδύνου φυσικών καταστροφών. Παραδείγματος χάριν, τα μοντέλα καταστροφών δίνουν μια σειρά πληροφοριών για τις οικονομικές επιπτώσεις των καταστροφών που είναι πιο άμεσες. Παράδειγμα αποτελούν οι πλημμύρες (π.χ. υλικές ζημιές, θύματα) σε ακριβής χωρική κλίμακα, που είναι σημαντική για τη μελέτη και τον σχεδιασμό τοπικών πολιτικών διαχείρισης των κινδύνων που προέρχονται από τις φυσικές καταστροφές. Σε αυτές αναφέρονται οι πολιτικές εκκένωσης, οι πολιτικές κτιρίων, και οι υποδομές αντιπλημμυρικής προστασίας.

Αντίθετα, παρέχοντας εκτιμήσεις άνω και κάτω ορίου (αντίστοιχα) των έμμεσων οικονομικών επιπτώσεων των φυσικών καταστροφών, τα μοντέλα I-O και CGE προσφέρουν πληροφορίες για τομείς, συγκεκριμένες εταιρείες και κρίσιμες υποδομές που είναι ευάλωτες σε φυσικούς κινδύνους. Αυτές οι πληροφορίες μπορούν στη συνέχεια να χρησιμοποιηθούν για την ιεράρχηση της προστασίας βασικών υποδομών ή οικονομικών δραστηριοτήτων και για την κατεύθυνση της βοήθειας για την ανασυγκρότηση. Ωστόσο, επειδή οι εκτιμήσεις I-O και CGE των επιπτώσεων καταστροφών βασίζονται σε απλοποιητικές παραδοχές, μπορούν να παρέχουν μόνο



γενικές πληροφορίες για τις έμμεσες οικονομικές συνέπειες των καταστροφών και επομένως δεν πρέπει να θεωρούνται ως εργαλεία πρόβλεψης ή πρόβλεψης.

#### **4.4 Οι κλιματικοί κίνδυνοι επηρεάζουν τις χρηματοοικονομικές καταστάσεις**

Γενικά, οι χρηματοοικονομικές καταστάσεις που οφείλονται στην κλιματική αλλαγή, δεν είναι εύκολο να μοντελοποιηθούν. Αυτό σημαίνει ότι δεν είναι εύκολο να “τιμολογηθούν” ακριβώς. Σε προηγούμενο κεφάλαιο αναφέρθηκε ότι οι συνέπειες τις κλιματικής αλλαγής μεταξύ άλλων είναι τα ακραία καιρικά φαινόμενα (που έχουν σαν αποτέλεσμα τις καταστροφές περιουσιών και ως εκ τούτου τεράστιο οικονομικό αντίκτυπο), οι κίνδυνοι της υγείας (δηλαδή δυσκολία των δομών να ανταποκριθούν στα αυξημένα προβλήματα υγείας), η φτώχεια (και άρα η οικονομική μετανάστευση), ελάττωση της παραγωγής, οικονομική αποσταθεροποίηση και πολλά άλλα.

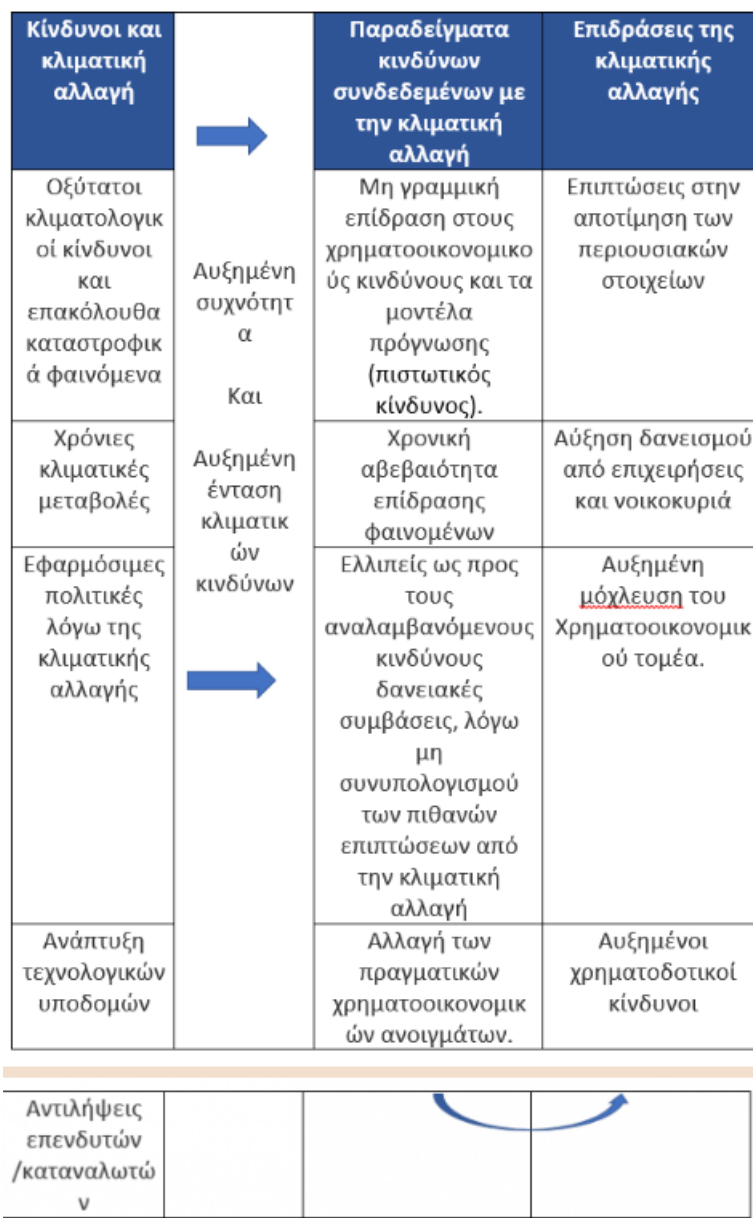
Φυσικά όλα αυτά οδηγούν σε άμεσους χρηματοοικονομικούς κινδύνους. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι επηρεάζουν τις ταμειακές ροές (cash flows) των εταιρειών, και ως εκ τούτου να οδηγούνται στην δυσκολία πληρωμής δανείων. Αντίστοιχα επηρεάζεται και η οικονομική δραστηριότητα γενικά. Αυτό με την σειρά του έχει σαν αποτέλεσμα να επηρεάζεται η αξία των χρηματοοικονομικών περιουσιακών στοιχείων.

Ακόμα, οι καταστροφές που προκαλούνται από την κλιματική αλλαγή, δημιουργούν ένα αρνητικό χρηματοοικονομικό ντόμινο. Για παράδειγμα, η καταστροφή των περιουσιακών στοιχείων, έχει σαν αποτέλεσμα μικρότερο δανεισμό, που με την σειρά του οδηγεί σε ελάττωση των επενδύσεων.

Οι χρηματοοικονομικοί κίνδυνοι λόγω κλιματικής αλλαγής μπορούν να συνοψιστούν ως εξής:

- Μείωση της αξίας των περιουσιακών στοιχείων
- Μεγαλύτερο κόστος πίστωσης και ρευστότητας
- Επιχειρησιακές απώλειες
- Ανάγκη για χρήση μείωσης κινδύνου

Στο παρακάτω σχεδιάγραμμα φαίνεται πως οι κλιματικοί κίνδυνοι επηρεάζουν το χρηματοπιστωτικό σύστημα (Ζοπουνίδης και Λεμονάκης, 2021):



Σχεδιάγραμμα 18: Πως οι κλιματικοί κίνδυνοι επηρεάζουν το χρηματοπιστωτικό σύστημα (Ζοπουνίδης και Λεμονάκης, 2021)

Με λίγα λόγια η κλιματική αλλαγή μπορεί να επηρεάσει τον χρηματοοικονομικό τομέα μέσω οικονομικής και νομισματικής αστάθειας.

## Κεφάλαιο 5

### Προτάσεις αντιμετώπισης κλιματικής αλλαγής

Όπως αναφέρθηκε στα παραπάνω κεφάλαια, η κλιματική αλλαγή και η περιβαλλοντική υποβάθμιση καθορίζουν τις παγκόσμιες προκλήσεις της εποχής μας. Τα κράτη σε ολόκληρο τον κόσμο αντιλαμβάνονται πόσο σημαντικό είναι να αντιμετωπιστούν αυτές οι προκλήσεις, όπως αποδεικνύεται από την στήριξή τους στη Συμφωνία του Παρισιού και στην Ατζέντα του 2030 του ΟΗΕ για τη βιώσιμη ανάπτυξη. Λόγω αυτού τα κράτη έχουν θέσει φιλόδοξους στόχους για την αντιμετώπιση της κλιματικής κρίσης και των καταστροφών που γίνονται λόγω αυτής.

Σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία, η ΕΕ έχει θέσει ορισμένες φιλόδοξες δεσμεύσεις, όπως το να μετατραπεί στην 1<sup>η</sup> κλιματικά ουδέτερη ήπειρος έως το 2050. Για να το καταφέρει αυτό θα πρέπει να ελαττώσει τις εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου πιο λίγο κατά 55% μέχρι το 2030 σε σχέση με τα επίπεδα του 1990.

Η ΕΕ έχει βάλει επίσης ως στόχο, να αυξήσει την ανθεκτικότητά της στην αλλαγή του κλίματος, και να σταματήσει-περιορίσει την μείωση της βιοποικιλότητας και γενικά την υποβάθμιση του περιβάλλοντος. Για την επίτευξη αυτών των στόχων, είναι απαραίτητα η χρησιμοποίηση όλης της χρηματοδότησης που μπορεί να είναι εφικτή –δημόσια και ιδιωτική, εθνικών και πολυμερών. Γι αυτό το λόγο η ΕΕ οφείλει να συνεργαστεί με χώρες χαμηλού και μεσαίου εισοδήματος παγκοσμίως και να βοηθήσει τη μετάβασή τους σε μια βιώσιμη ανάπτυξη.

Παρακάτω παρουσιάζονται κάποιες προτάσεις για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής:

#### 1. Επένδυση ESG

Μία από τις κορυφαίες προτάσεις αντιμετώπισης της κλιματικής αλλαγής, αποτελεί η επένδυση ESG, η οποία έχει γίνει μια κορυφαία μορφή βιώσιμης χρηματοδότησης. Οι επενδύσεις ESG, έχουν αυξηθεί σε σχεδόν 40 τρισεκατομμύρια δολάρια, και αφορούν διαδικασίες οι οποίες απευθύνονται σε εταιρείες, οι οποίες θα πρέπει να λαμβάνουν υπόψιν τους περιβαλλοντικούς, κοινωνικούς και διακυβερνητικούς παράγοντες, κατά την λήψη επενδυτικών αποφάσεων (OECD, 2020). Οι αξιολογήσεις ESG, οι οποίες εφαρμόζονται πλέον σε εταιρείες που αντιπροσώπευαν περίπου το 80% της αγοράς κεφαλαιοποίησης (2020), έχουν εξελιχθεί

τα τελευταία χρόνια ώστε να ενσωματώνουν μακροπρόθεσμους χρηματοοικονομικούς κινδύνους και ευκαιρίες στις διαδικασίες λήψης επενδυτικών αποφάσεων.

Η αυξανόμενη χρήση του ESG, από τις αξιολογήσεις έως τις επενδυτικές προσεγγίσεις, εφιστά την προσοχή στο βαθμό που ο περιβαλλοντικός πυλώνας του ESG προσφέρει μια αποτελεσματική μέτρηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων, των εκπομπών του άνθρακα και των πράσινων επενδύσεων. Καθώς οι συμμετέχοντες στην αγορά δείχνουν μεγαλύτερη ευαισθητοποίηση και ανησυχία στους κλιματικούς κινδύνους, τα προϊόντα ESG χρησιμοποιούνται όλο και περισσότερο για την αξιολόγηση των δεσμεύσεων και των ενεργειών των εταιρειών για τη μετάβαση στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και στα πράσινα προϊόντα. Για να καλύψουν αυτή τη ζήτηση, οι διαχειριστές περιουσιακών στοιχείων και οι πάροχοι αξιολόγησης ESG όλο και περισσότερο ενσωματώνουν μια σειρά από μετρήσεις που αποτυπώνονται στον περιβαλλοντικό πυλώνα των αξιολογήσεων και της επένδυσης ESG.

Ο αντίκτυπος της κλιματικής αλλαγής στις επιχειρήσεις επισημαίνεται από έρευνα που δημοσιεύτηκε σε μελέτη του London School of Economics. Η μελέτη διαπίστωσε ότι η παγκόσμια οικονομία υφίσταται απώλειες έως και 24 τρισεκατομμυρίων δολαρίων λόγω της κλιματικής αλλαγής.

Ως αποτέλεσμα, οι επενδύσεις ESG βρίσκονται σε άνοδο. Στοιχεία από την Bank of America Corporation έδειξαν ότι «οι επενδύσεις ESG παρουσιάζουν αυξητικό ρυθμό πιο πολύ από 97 τοις εκατό παγκοσμίως (από το 1997 έως το 2017)» (OECD, 2021).

Η επένδυση ESG είναι ένα αποτελεσματικό εργαλείο για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής. Η επένδυση ESG αναφέρεται σε επενδύσεις που στοχεύουν στην προώθηση ενός υγιούς περιβάλλοντος, της κοινωνικής ευθύνης και της χρηστής διακυβέρνησης, η οποία περιλαμβάνει επενδύσεις που θα ελαττώσουν τις εκπομπές αερίων θερμοκηπίου (GHG) μιας εταιρείας - μια από τις κύριες αιτίες της κλιματικής αλλαγής.

Στην συνέχεια ακολουθούν κάποια παραδείγματα επενδύσεων ESG τα οποία βοηθούν στην αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής:

- Ανανεώσιμη ενέργεια

Οι παραδοσιακές πηγές ενέργειας -άνθρακας, αέριο και πετρέλαιο- εκπέμπουν μεγάλες ποσότητες αερίων του θερμοκηπίου. Αντίθετα, πολλές ΑΠΕ εκπέμπουν ελάχιστα έως μηδαμινά αέρια θερμοκηπίου. Έτσι, οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας είναι μια επένδυση ESG που μπορεί να βοηθήσει στην αποτελεσματική αντιμετώπιση

της κλιματικής αλλαγής. Αντίθετα με τις συμβατικές πηγές ενέργειας, οι ΑΠΕ είναι άπειρες.

Μια έκθεση του 2017 από τον Διεθνή Οργανισμό ΑΠΕ (IRENA) υποστήριξε ότι οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας μπορούν να μειώσουν τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα στον ενεργειακό τομέα στον κόσμο κατά 70 τοις εκατό έως το 2050. Η έκθεση προσέθεσε ότι οι ΑΠΕ έχουν την δυνατότητα να καταργήσουν πλήρως την παγκόσμια ενεργειακή βιομηχανία εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα έως το 2060. Για να επιτευχθούν τόσο υψηλά επίπεδα απανθρακοποίησης, μία από τις συστάσεις της έκθεσης ήταν «μια επιπλέον επένδυση ενέργειας 29 τρισεκατομμυρίων δολαρίων μέχρι το 2050, που ισοδυναμεί με 0,4% του παγκόσμιου ακαθάριστου εγχώριου προϊόντος (ΑΕΠ)». Μια τέτοια σημαντική επένδυση όχι μόνο θα αντιμετωπίσει την κλιματική αλλαγή, αλλά θα αποφέρει επίσης πολλά άλλα οφέλη, όπως μειωμένη ατμοσφαιρική ρύπανση, καλύτερη δημόσια υγεία και περισσότερες ευκαιρίες εργασίας (OECD, 2021).

- Αναφορά για τους κινδύνους που σχετίζονται με την κλιματική αλλαγή

Οι ενδιαφερόμενοι είναι πλέον ενήμεροι για τις αρνητικές επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής. Περιμένουν από τις επιχειρήσεις να είναι διαφανείς σε σχέση με τους κινδύνους που έχουν σχέση με την κλιματική αλλαγή. Οι επιχειρήσεις που αποτυγχάνουν να είναι διαφανείς σε σχέση με τους κινδύνους που έχουν σχέση με την κλιματική αλλαγή ενδέχεται να θέσουν σε κίνδυνο την κερδοφορία τους μαζί με την εταιρική τους φήμη. Παραδείγματος χάριν, τον Αύγουστο του 2017, η Commonwealth Bank της Αυστραλίας μήνυσε δύο από τους μετόχους της λόγω της υποτιθέμενης αποτυχίας της να δηλώσει κατάλληλα τους κινδύνους που έχουν σχέση με την αλλαγή του κλίματος.

Για να μπορέσει μια εταιρεία να αποκαλύψει σωστά τους κινδύνους που έχουν σχέση με την αλλαγή του κλίματος, θα πρέπει πρώτα να είναι σε θέση να μετρήσει με ακρίβεια τα δεδομένα της που σχετίζονται με την κλιματική αλλαγή. Υπάρχουν πλέον διάφορες τεχνολογικές λύσεις που μπορούν να βοηθήσουν τις επιχειρήσεις σε αυτό το έργο. Τέτοιες λύσεις μπορούν να παρακολουθούν τις εκπομπές άνθρακα, τη διαχείριση απορριμμάτων, την κατανάλωση ενέργειας και νερού μιας εταιρείας. Μπορούν να παρέχουν πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο σχετικά με αυτές τις πτυχές, με αποτέλεσμα την ακριβή αναφορά των κλιματικών κινδύνων και τη βελτίωση της εταιρικής φήμης. Επιπλέον, μπορούν να βοηθήσουν τις εταιρείες να αξιολογήσουν τις

δραστηριότητές τους, ώστε να γίνουν πιο ανθεκτικές στις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής.

Πέρα από την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής, επένδυση ESG δίνει τη δυνατότητα στις εταιρείες να αντιμετωπίσουν την κλιματική αλλαγή μέσω καινοτομιών που μειώνουν τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου. Όμως τα οφέλη του ξεπερνούν τη μείωση των εκπομπών. Η δημιουργία εγκαταστάσεων ανανεώσιμης ενέργειας, για παράδειγμα, μπορεί να οδηγήσει στη δημιουργία περισσότερων θέσεων εργασίας. Η βιώσιμη διαχείριση απορριμμάτων μειώνει τη ρύπανση, καθιστώντας τους χώρους εργασίας και τις κοινότητες ασφαλέστερες και υγιέστερες για τη ζωή και την εργασία των ανθρώπων. Με την επένδυση ESG, είναι δυνατό για τις επιχειρήσεις, την κοινωνία και το περιβάλλον να είναι υγιείς.

- Μείωση των εκπομπών

Με τη μείωση των εκπομπών, μειώνεται η μελλοντική συνεισφορά της κοινωνίας στις συγκεντρώσεις αερίων θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα. Αυτό θα μειώνει το μέγεθος των κλιματικών αλλαγών και, κατά συνέπεια, θα αύξανε τις πιθανότητες να είναι διαχειρίσιμες οι προκύπτουσες κοινωνικές επιπτώσεις. Ο μετριασμός μπορεί επίσης να αποφέρει δευτερεύοντα οφέλη που δεν σχετίζονται με τη διαχείριση του κινδύνου της κλιματικής αλλαγής. Παραδείγματος χάριν, η μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου πιθανότατα θα μειώνει επίσης την κατανάλωση πετρελαίου και ορισμένες παραδοσιακές μορφές ατμοσφαιρικής ρύπανσης, γεγονός που θα μειώνει την εξάρτηση από το ξένο πετρέλαιο και θα βελτιώσει τη δημόσια υγεία.

Αλλά η μείωση αυτή έχει πιθανά μειονεκτήματα. Θα μπορούσε να προκαλέσει υπερβολικές τιμές ενέργειας ή πρόωρη απόσυρση κεφαλαιουχικού εξοπλισμού. Ομοίως, ορισμένες προσπάθειες για τη μείωση των εκπομπών θα μπορούσαν να οδηγήσουν σε δυσμενείς δευτερογενείς συνέπειες. Για παράδειγμα, οι πολιτικές για την προώθηση της παραγωγής βιοκαυσίμων θα μπορούσαν να οδηγήσουν σε αναποτελεσματικές χρήσεις γης, νερού ή γεωργικών καλλιεργειών. Η χρήση βιοκαυσίμων μπορεί επίσης να επιδεινώσει την ατμοσφαιρική ρύπανση ή να υποβαθμίσει την ποιότητα του νερού.

Οι προσεγγίσεις για τη μείωση των εκπομπών εμπίπτουν σε διάφορες κατηγορίες. Θα μπορούσαν να εγκριθούν κανονισμοί που θέτουν ελάχιστα πρότυπα ενεργειακής απόδοσης για αυτοκίνητα ή συσκευές ή που απαγορεύουν τη χρήση μη αποδοτικών προϊόντων. Οι πολιτικές θα μπορούσαν να ενθαρρύνουν τη διατήρηση της ενέργειας ή των δασών μέσω εκστρατειών ευαισθητοποίησης του κοινού ή θα

μπορούσαν να επιδοτούν φιλικές προς το κλίμα επιλογές. Οι πολιτικές μπορούν να χρηματοδοτήσουν τη δημιουργία και την ανάπτυξη τεχνολογιών χαμηλών εκπομπών όπως η αιολική και η ηλιακή ενέργεια ή η πυρηνική ενέργεια. Και οι υπεύθυνοι χάραξης πολιτικής θα μπορούσαν να βάλουν μια τιμή στις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου για να ενθαρρύνουν τις μειώσεις.

Η προσθήκη τιμής στις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου είναι μια ιδιαίτερα αξιοσημείωτη επιλογή πολιτικής, επειδή αναμένεται να έχει ευρύ αντίκτυπο στις εκπομπές, έχει λάβει μεγάλη προσοχή από την ερευνητική κοινότητα και έχει βρεθεί στο επίκεντρο των συζητήσεων πολιτικής από τότε που η αλλαγή προέκυψε ως δημόσιο ζήτημα.

Η κλιματική ζημιά είναι ένα παράδειγμα αυτού που οι οικονομολόγοι αποκαλούν αρνητική εξωτερικότητα. Αποφασίζω αν θα περπατήσω ή θα οδηγήσω στο σπίτι ενός φίλου, αν θα βάλω πουλόβερ το χειμώνα ή αν θα ζεστάνω το σπίτι μου αρκετά για να φορέσω σορτς και μπλουζάκι. Αλλά αυτό που πληρώνω στην αντλία καυσίμου και στον μηνιαίο λογαριασμό θέρμανσης δεν περιλαμβάνει τη ζημιά που προκαλώ στο κλιματικό σύστημα. Αντίθετα, όλοι μοιράζονται αυτό το κόστος, που ισοδυναμεί με μια οικονομικά επιζήμια επιδότηση για μένα από την ευρύτερη κοινωνία. Ως αποτέλεσμα, είναι πιθανό να επιλέξω τις εναλλακτικές λύσεις υψηλότερων εκπομπών.

Το να πληρώσουν οι “εκπομποί” το κόστος της κλιματικής ζημιάς θα βοηθούσε να διασφαλιστεί ότι θα λογοδοτήσουν πληρέστερα για το κόστος και τα οφέλη που προκύπτουν από τις επιλογές τους. Αυτή η λογοδοσία αποτελεί βασική απαίτηση για τη μεγιστοποίηση της οικονομικής ευημερίας. Στην πραγματικότητα, η ενσωμάτωση του κόστους της κλιματικής αλλαγής στην τιμή των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου θα αύξανε τη συνολική οικονομική ευημερία. Δεν μπορούμε να γνωρίζουμε ποια τιμή για τις εκπομπές θα μεγιστοποιούσε την οικονομική ευημερία, επειδή οι συνέπειες της κλιματικής αλλαγής είναι πολύ δύσκολο να γνωρίζουμε εκ των προτέρων.

Η προσθήκη τιμής στις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου θα έχει διαφορετικές επιπτώσεις σε διαφορετικούς ανθρώπους. Ακόμη και με συνολικά οικονομικά οφέλη, ορισμένοι άνθρωποι πιθανότατα θα χειροτερέψουν. Ανάλογα με τις συγκεκριμένες λεπτομέρειες του σχεδιασμού της πολιτικής, η ζημιά θα μπορούσε να είναι ιδιαίτερα σημαντική για τους μεγάλους “εκπομπούς” ή για ορισμένες οικογένειες χαμηλού εισοδήματος. Επιπλέον, οι απώλειες πιθανότατα θα κατανεμηθούν στενά σε



ορισμένους οικονομικούς τομείς, όπως η βιομηχανία άνθρακα και η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας με καύση άνθρακα, ενώ τα οφέλη θα κατανεμηθούν ευρέως σε όλους.

Γενικά, υπάρχουν δύο προσεγγίσεις που βασίζονται στην αγορά για την προσθήκη τιμής στις εκπομπές. Οι υπεύθυνοι χάραξης πολιτικής μπορούν να θέτουν ένα όριο στην ποσότητα των εκπομπών και να επιτρέπουν στους “εκπομπούς” να αγοράζουν και να πωλούν άδειες εκπομπής. Η προσέγγιση, η οποία συχνά ονομάζεται ανώτατο όριο και εμπόριο, αφήνει στην αγορά να καθορίσει την τιμή εκπομπής. Εναλλακτικά, οι υπεύθυνοι χάραξης πολιτικής μπορούν να καθορίσουν την τιμή των εκπομπών εισπράττοντας ένα τέλος ή έναν διορθωτικό φόρο. Αυτή η προσέγγιση αφήνει στην αγορά να καθορίσει την ποσότητα των εκπομπών.

- Προσαρμογή

Η προσαρμογή περιλαμβάνει σχεδιασμό, δημιουργία ανθεκτικότητας και βελτίωση της ικανότητας της κοινωνίας να ανακάμψει από τις κλιματικές επιπτώσεις. Μπορεί να βοηθήσει στη μείωση των ζημιών και των διαταραχών από την κλιματική αλλαγή. Η προσαρμογή μπορεί επίσης να βοηθήσει με απειλές που ήδη αντιμετωπίζουμε από τα συνηθισμένα και έντονα καιρικά φαινόμενα ή από άλλους φυσικούς και ανθρωπογενείς κινδύνους, ένα σημαντικό παράπλευρο όφελος του προσπάθειες για τη δημιουργία ικανότητας προσαρμογής στην κλιματική αλλαγή.

Όπως και με τον μετριασμό, η προσαρμογή έχει επίσης όρια ή πιθανά μειονεκτήματα. Για παράδειγμα, ορισμένες κλιματικές επιπτώσεις θα μπορούσαν να είναι πολύ σοβαρές για να τις διαχειριστούμε μέσω της προσαρμογής. Και οι προσπάθειες για την προώθηση της προσαρμοστικής ικανότητας θα μπορούσαν να αποδειχθούν αντιπαραγωγικές εάν λάβουμε λάθος τις λεπτομέρειες της κλιματικής αλλαγής ή κάνουμε κακές επιλογές σχετικά με τους καλύτερους τρόπους προετοιμασίας για τις επιπτώσεις της σε φυσικά συστήματα, βιολογικούς πόρους και κοινωνικούς θεσμούς.

Οι κανονισμοί μπορούν να προωθήσουν την προσαρμογή επιβάλλοντας πρακτικές που μπορούν να μειώσουν την ευπάθεια. Για παράδειγμα, ο βελτιωμένος σχεδιασμός χρήσης γης θα μπορούσε να βοηθήσει να κρατηθούν οι άνθρωποι μακριά από περιοχές που είναι επιρρεπείς στις πλημμύρες και οι ισχυρότεροι οικοδομικοί κώδικες θα μπορούσαν να συμβάλουν στη μείωση των επιπτώσεων των ακραίων γεγονότων.

Οι πολιτικές προσαρμογής μπορούν επίσης να βοηθήσουν στη θέσπιση διαδικασιών σχεδιασμού και ανάκτησης για την αντιμετώπιση των κλιματικών επιπτώσεων. Για παράδειγμα, οι αξιολογήσεις των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής μπορούν να εντοπίσουν ευάλωτα σημεία και προστατευτικά μέτρα για κρίσιμους πόρους όπως το νερό, οι εγκαταστάσεις υγειονομικής περίθαλψης, τα βιολογικά συστήματα, η γεωργία και οι υποδομές. Ομοίως, η παρακολούθηση βασικών συστημάτων και πόρων μπορεί να δημιουργήσει συστήματα έγκαιρης προειδοποίησης που επιτρέπουν την ταχεία ανταπόκριση σε ακραία καιρικά φαινόμενα, εστίες παρασίτων, μολυσματικές ασθένειες και ένα ευρύ φάσμα άλλων κινδύνων που σχετίζονται με το κλίμα. Επιπλέον, οι προσπάθειες για την ελαχιστοποίηση των σύνθετων πιέσεων όπως η παραδοσιακή ατμοσφαιρική ρύπανση, η απώλεια και υποβάθμιση των οικοτόπων, τα χωρο - κατακτητικά είδη και η εναπόθεση αζώτου από την καύση ορυκτών καυσίμων και τη γεωργία θα μπορούσαν να ενισχύσουν την ανθεκτικότητα σε απειλές που σχετίζονται με το κλίμα.

Η επιτυχής εφαρμογή των πολιτικών προσαρμογής μπορεί να απαιτεί λεπτομερή εξέταση των παραγόντων που αφορούν την τοποθεσία, επειδή οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής θα ποικίλλουν γεωγραφικά και θα εξαρτηθούν από την άνιση κατανομή των κοινωνικών πόρων και θεσμών. Ως αποτέλεσμα, πιο συγκεντρωτικές απαντήσεις πολιτικής -για παράδειγμα σε εθνικό ή διεθνές επίπεδο, μπορεί να είναι κάπως λιγότερο αποτελεσματικές για την προσαρμογή από ό,τι για τον μετριασμό ή τη γεωμηχανική.

Ωστόσο, οι κεντρικοί κανονισμοί έχουν τη δυνατότητα να προάγουν την προσαρμοστική ικανότητα αλλάζοντας την ανάπτυξη των πλημμυρικών πεδιάδων, τη διαχείριση των παράκτιων ζωνών και τις ασφαλιστικές πρακτικές με τρόπους που ευρέως λαμβάνουν υπόψη τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής. Ομοίως, πιο κεντρικές προσεγγίσεις για τις προσπάθειες ανακούφισης από καταστροφές, τη δημιουργία και τον σχεδιασμό αποθεμάτων άγριας ζωής και τη διαχείριση των υδάτινων και γεωργικών πόρων μπορεί να είναι απαραίτητες για τη μείωση ορισμένων ευπαθειών στην κλιματική αλλαγή.

Οι κεντρικές πολιτικές προσαρμογής μπορούν επίσης να υποστηρίξουν τοπικές και περιφερειακές προσπάθειες. Για παράδειγμα, ένα κεντρικό αποθετήριο θα μπορούσε να παρέχει πληροφορίες και τεχνική εμπειρογνωμοσύνη σχετικά με τα τρωτά σημεία της κλιματικής αλλαγής και τις επιλογές απόκρισης. Εναλλακτικά, οι εθνικοί και διεθνείς φορείς χάραξης πολιτικής θα μπορούσαν να παρέχουν οικονομικά

κίνητρα για τον τοπικό σχεδιασμό και την εφαρμογή προσαρμογής. Στόχος τέτοιων προσπαθειών είναι να διασφαλιστεί ότι οι υπεύθυνοι λήψης αποφάσεων που κατανοούν καλύτερα το τοπικό πλαίσιο επωφελούνται επίσης από τα διδάγματα που αντλήθηκαν σε άλλους τομείς και έχουν μεγαλύτερη πρόσβαση στους πόρους που χρειάζονται για να εφαρμόσουν τις αποφάσεις τους.

- Γεωμηχανική

Η γεωμηχανική αναφέρεται σε σκόπιμους, συχνά παγκόσμιας κλίμακας χειρισμούς του κλιματικού συστήματος. Η γεωμηχανική μπορεί να βοηθήσει στη μείωση των συγκεντρώσεων αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα, να εξουδετερώσει εν μέρει την επίδραση της αύξησης της θερμοκρασίας από τις αυξανόμενες συγκεντρώσεις αερίων θερμοκηπίου στο κλιματικό σύστημα, να αντιμετωπίσει συγκεκριμένες επιπτώσεις στην κλιματική αλλαγή ή να προσφέρει στρατηγικές απελπισίας σε περίπτωση που οι απότομες, καταστροφικές ή άλλως απαράδεκτες επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής γίνει εμφανής.

Αλλά η πολυπλοκότητα του κλιματικού συστήματος καθιστά δύσκολο για τους επιστήμονες να εντοπίσουν και να ποσοτικοποιήσουν πλήρως τις πιθανές συνέπειες που σχετίζονται με τη γεωμηχανική. Ως αποτέλεσμα, η προσέγγιση θα μπορούσε να προκαλέσει ακούσιες και δυσμενείς συνέπειες. Μερικά από αυτά μπορεί ακόμη και ακούσια να επιδεινώσουν αντί να μετριάσουν τους κινδύνους που συνδέονται με την κλιματική αλλαγή.

Ακόμη και στο βαθμό που οι συνέπειες της γεωμηχανικής θα μπορούσαν να χαρακτηριστούν καλά, είναι σχεδόν βέβαιο ότι θα διαφέρουν μεταξύ χωρών και ατόμων. Αυτή η ανισότητα εγείρει περίπλοκες νομικές, ηθικές, διπλωματικές και ανησυχίες για την εθνική ασφάλεια. Επιπλέον, οι εικασίες σχετικά με τις δυνατότητες της γεωμηχανικής ως στρατηγικής απόγνωσης θα μπορούσαν να αποσπάσουν την προσοχή από τις προσπάθειες μετριασμού και προσαρμογής που μπορεί να έχουν μεγαλύτερη πιθανότητα να συμβάλουν θετικά στη διαχείριση κινδύνου.

Ωστόσο, δύο κατηγορίες γεωμηχανικής είναι πιο διαδεδομένες σε επιστημονικές και πολιτικές συζητήσεις: η διαχείριση της ηλιακής ακτινοβολίας και η αφαίρεση και δέσμευση άνθρακα.

Ο στόχος της διαχείρισης της ηλιακής ακτινοβολίας είναι να αυξήσει την ανακλαστικότητα της Γης στην εισερχόμενη ηλιακή ενέργεια. Για παράδειγμα, μπορεί να είναι δυνατή η έγχυση ανακλαστικών σωματιδίων στην ατμόσφαιρα ή η αύξηση της φωτεινότητας ή της κατανομής ορισμένων τύπων νεφών. Η ιδέα είναι να αντανakλάται

η εισερχόμενη ηλιακή ακτινοβολία βραχέων κυμάτων κατά ένα ποσό που αντιστοιχεί χονδρικά στην αυξημένη παγίδευση της ακτινοβολίας μακρών κυμάτων από αυξημένες συγκεντρώσεις αερίων θερμοκηπίου. Αν και η ακτινοβολία βραχέων και μεγάλων κυμάτων δεν είναι εναλλάξιμα από όλες τις απόψεις, η πρόσθετη ανάκλαση του ηλιακού φωτός μπορεί να αποκαταστήσει τη συνολική ενεργειακή ισορροπία της Γης.

Η διαχείριση της ηλιακής ακτινοβολίας μπορεί να είναι μια σχετικά γρήγορη επιλογή για την ταχεία αναστροφή μέρους της θέρμανσης που έχει σχέση με την αύξηση των συγκεντρώσεων αερίων του θερμοκηπίου. Ωστόσο, η διαχείριση της ηλιακής ακτινοβολίας αντιπροσωπεύει έναν ουσιαστικό χειρισμό του συστήματος της Γης σε παγκόσμια κλίμακα που πιθανότατα θα είχε εκτεταμένες επιπτώσεις, μερικές από τις οποίες μπορεί να είναι δύσκολο να προβλεφθούν.

Ο στόχος της απομάκρυνσης και της δέσμευσης άνθρακα είναι να συλλάβει μέρος του αυξημένου ατμοσφαιρικού άνθρακα από τις ανθρώπινες δραστηριότητες και να τον αποθηκεύσει μακριά, πιθανότατα είτε στον ωκεανό είτε κάτω από το έδαφος. Η απομάκρυνση και η δέσμευση άνθρακα θα ήταν δύσκολο να γίνει σε κλίμακα που ταιριάζει με τις τρέχουσες και τις αναμενόμενες εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου. Ωστόσο, ο κίνδυνος δυσμενών επιπτώσεων που σχετίζονται με τη δέσμευση άνθρακα θεωρείται γενικά πολύ χαμηλότερος από ό,τι για τη διαχείριση της ηλιακής ακτινοβολίας.

Άλλες παρεμβάσεις μεγάλης κλίμακας μπορεί να σχεδιαστούν για τη μείωση των ειδικών κλιματικών επιπτώσεων. Για παράδειγμα, η μαζική ανάπτυξη θαλάσσιων τειχών, οι προσπάθειες για την προστασία των ηπειρωτικών στρωμάτων πάγου μέσω δραστηριοτήτων δημιουργίας χιονιού ή διατήρησης χιονιού, ή ακόμη και η μετεγκατάσταση ολόκληρων κοινοτήτων φυτών και ζώων σε περιοχές όπου το κλίμα γίνεται ευνοϊκό για αυτά, θα μπορούσαν όλα να γίνουν σε επαρκή βαθμό. μεγάλης κλίμακας για να θεωρηθεί γεωμηχανική.

Συγκεκριμένα, η γεωμηχανική πιθανότατα δεν θα αντιμετωπίσει όλες τις πιθανές επιπτώσεις που έχουν σχέση με τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου. Η διαχείριση της ηλιακής ακτινοβολίας, για παράδειγμα, δεν θα μειώσει την ποσότητα του διοξειδίου του άνθρακα στον αέρα ή τον ωκεανό και επομένως δεν θα σταματήσει την οξίνιση των ωκεανών ούτε θα μειώσει τις άμεσες επιπτώσεις του εμπλουτισμού με διοξείδιο του άνθρακα στα βιολογικά συστήματα.

Οι επιλογές των πολιτικών για τη γεωμηχανική εμπίπτουν γενικά σε πέντε κατηγορίες. Θα μπορούσαν να χρηματοδοτήσουν έρευνα και ανάλυση προκειμένου να

αναπτύξουν ή να ελέγξουν επιλογές. Θα μπορούσαν να αναθέσουν μελέτες για τις επιπτώσεις της γεωμηχανικής και τις πιθανές ανεπιθύμητες συνέπειες. Θα μπορούσαν να δημιουργήσουν “τιμωρητικά” μέτρα για να αποθαρρύνουν τις απερίσκεπτες ή μονομερείς προσπάθειες γεωμηχανικής. Θα μπορούσαν να δημιουργήσουν πολιτικές που προάγουν τη συνεργασία και τη διαφάνεια ή που συμβάλλουν στη διασφάλιση της κατάλληλης αντιμετώπισης των ζητημάτων διακυβέρνησης. Φυσικά, οι υπεύθυνοι χάραξης πολιτικής θα μπορούσαν επίσης να εφαρμόσουν προσεγγίσεις γεωμηχανικής.

- Επέκταση γνωσιακής βάσης

Η έρευνα, οι παρατηρήσεις, οι επιστημονικές αξιολογήσεις και η τεχνολογική ανάπτυξη μπορούν να βοηθήσουν στην αποκάλυψη κινδύνων και ευκαιριών που σχετίζονται με το κλιματικό σύστημα και να υποστηρίξουν τη λήψη αποφάσεων σχετικά με τη διαχείριση του κινδύνου της κλιματικής αλλαγής. Η διεύρυνση της βάσης γνώσεων επιτρέπει στους υπεύθυνους χάραξης πολιτικής να κατανοούν, να επιλέγουν και να τελειοποιούν συγκεκριμένες στρατηγικές διαχείρισης κινδύνου και, ως εκ τούτου, να αυξάνουν την αποτελεσματικότητα των προσπαθειών διαχείρισης κινδύνου.

Η επέκταση της γνωσιακής βάσης θα μπορούσε, σε ορισμένες περιπτώσεις, να αποκαλύψει επίσης εντελώς νέες ευκαιρίες για την προστασία του κλιματικού συστήματος ή τη μείωση των κινδύνων των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής. Ως αποτέλεσμα, οι πολιτικές για την επέκταση της γνωσιακής βάσης στηρίζουν και υποστηρίζουν τον μετριασμό, την προσαρμογή και τη γεωμηχανική.

Η έρευνα για το κλιματικό σύστημα εκτείνεται σε πολλούς κλάδους και επιμέρους κλάδους, συμπεριλαμβανομένων εκείνων στις επιστήμες της ατμόσφαιρας, την ωκεανογραφία, την υδρολογία, τη βιολογία, την κρυολογία και την παλαιοκλιματολογία. Ο προσδιορισμός των κοινωνικών συνεπειών της κλιματικής μεταβλητότητας και πιθανής αλλαγής απαιτεί γνώσεις από ένα ευρύτερο φάσμα επιστημονικών κλάδων, συμπεριλαμβανομένων των οικονομικών, της κοινωνιολογίας, της ιστορίας και των πολιτικών επιστημών. Κάθε κλάδος έχει μοναδικές και μερικές φορές αντιφατικές γνώσεις σχετικά με τις πιθανές επιπτώσεις στο κλίμα και την αποτελεσματικότητα της διαχείρισης κινδύνου.

- Πολιτικό τοπίο

Υπάρχουν πολλά πολιτικά εμπόδια στη διαχείριση του κινδύνου της κλιματικής αλλαγής γενικά και στην τιμολόγηση των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου ειδικότερα.

Οι συζητήσεις πολιτικής και οι δημόσιες συζητήσεις σχετικά με την επιστήμη του κλίματος συχνά έρχονται σε αντίθεση με τις εκτιμήσεις των σχετικών

εμπειρογνομόνων του θέματος. Η πολυπλοκότητα του ζητήματος αυξάνει τη δυνατότητα για τους μη ειδικούς να αγνοούν τις αξιολογήσεις των ειδικών ή να είναι πιο επιρρεπείς να πιστεύουν ρητορικά επιχειρήματα που φαίνονται πειστικά, ακόμη και όταν αυτά τα επιχειρήματα δεν αντέχουν στον έλεγχο της κοινότητας των ειδικών.

Επιπλέον, οι επιχειρήσεις και οι άνθρωποι που μπορεί να πλήττονται από το τίμημα των εκπομπών συχνά το γνωρίζουν, ενδιαφέρονται για έναν σχετικά μικρό αριθμό θεμάτων και είναι πολιτικά ισχυροί και καλά οργανωμένοι. Αντίθετα, η εκλογική περιφέρεια για την προστασία του κλίματος είναι μια σχετικά αποδιοργανωμένη ομάδα που είναι πολιτικά αδύναμη επειδή τα οφέλη που προκύπτουν κατανέμονται ευρέως. Εκείνοι που θα επωφεληθούν συχνά θεωρούν δεδομένο το κλιματικό σύστημα και δεν αναγνωρίζουν τους κινδύνους της κλιματικής αλλαγής. Οι περισσότεροι άνθρωποι τείνουν επίσης να ενδιαφέρονται για ένα ευρύ φάσμα θεμάτων - συχνά περισσότερο από την κλιματική αλλαγή. Οι διαφορές μεταξύ εκείνων που πρόκειται να ωφεληθούν και εκείνων που πρόκειται να χάσουν από την πολιτική για το κλίμα δημιουργούν σημαντικά πολιτικά εμπόδια.

Η διαχείριση κινδύνου αλλαγής του κλίματος μπορεί συχνά να θεωρηθεί ως ένα περιορισμένο πρόβλημα βελτιστοποίησης. Για παράδειγμα, όσο υψηλότερη είναι η τιμή των αερίων του θερμοκηπίου, τόσο μεγαλύτερη θα είναι η μείωση των εκπομπών. Επομένως, η μέγιστη προστασία του κλίματος συνοδεύεται από την υψηλότερη δυνατή τιμή για τις εκπομπές. Αλλά δύο πολιτικοί περιορισμοί περιορίζουν το πόσο υψηλές μπορεί να είναι οι τιμές εκπομπών.

Πρώτον, πρέπει να υπάρχει αρκετή υποστήριξη μεταξύ των υπευθύνων λήψης αποφάσεων για τη θέσπιση πολιτικής. Σε ομοσπονδιακό επίπεδο των Η.Π.Α., απλώς δεν υπήρξαν αρκετοί πολιτικοί που συμφωνούν στον καθορισμό τιμής για τις εκπομπές. Η υπέρβαση αυτού του περιορισμού εξαρτάται από την αύξηση του αριθμού των υπευθύνων χάραξης πολιτικής που υποστηρίζουν την ιδέα.

Οι πολέμιοι της τιμολόγησης εκπομπών μοιράζονται συχνά δύο κάπως άσχετες απόψεις: Ανησυχούν περισσότερο για τις τιμές εκπομπών παρά για τις πιθανές επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής και τείνουν να ευνοούν τις φορολογικές περικοπές στα κέρδη κεφαλαίου, το εταιρικό εισόδημα και τα υψηλότερα επίπεδα φορολογίας εισοδήματος φυσικών προσώπων. Ως εκ τούτου, ορισμένοι αντίπαλοι ενδέχεται να αλλάξουν την άποψή τους εάν τα έσοδα από μια τιμή εκπομπών χρησιμοποιούνταν, εν μέρει, για τη μείωση των φόρων με τον τρόπο που τους ενδιαφέρει περισσότερο. Σύμφωνα με μια τέτοια συμφωνία, οι υποστηρικτές της πολιτικής για το κλίμα θα

λάμβαναν τη διαχείριση κινδύνου που επιδιώκουν, ενώ οι παλιοί αντίπαλοι θα είχαν μια σημαντική φορολογική νίκη.

Δεύτερον, οποιαδήποτε πολιτική πρέπει να διατηρηθεί με την πάροδο του χρόνου -όσο περισσότερο αυξάνεται η τιμή των εκπομπών, τόσο μεγαλύτερη είναι η πιθανότητα αύξησης του κόστους ενέργειας και μεταφοράς και τόσο μεγαλύτερη είναι η πιθανότητα οι άνθρωποι να στραφούν κατά της κλιματικής πολιτικής. Μια πιθανή λύση είναι η επιστροφή μέρους των εσόδων απευθείας στον πληθυσμό σε κατά κεφαλήν βάση. Η ιδέα είναι ότι οι υψηλότερες τιμές ενέργειας και μεταφοράς γίνονται πιο εύγευστες -και επομένως πολιτικά βιώσιμες- όταν αντισταθμίζονται εν μέρει με τακτικές πληρωμές μέσω της ίσης κατανομής των εσόδων.

Φυσικά, τα έσοδα που χρησιμοποιούνται για τη μείωση των υφιστάμενων φόρων δεν μπορούν να επιστραφούν απευθείας στους πολίτες σε κατά κεφαλήν βάση και τα έσοδα που επιστρέφονται απευθείας στους πολίτες δεν μπορούν να διατεθούν για τη μείωση των υφιστάμενων φόρων. Επομένως, η επίτευξη μιας βέλτιστης τιμής για τις εκπομπές θα πρέπει να εξισορροπήσει προσεκτικά τους δύο περιορισμούς.

Η παγκόσμια φύση της κλιματικής αλλαγής δημιουργεί επίσης προκλήσεις για την κλιματική πολιτική. Υπάρχει πραγματική ανάγκη για μια παγκόσμια προσπάθεια, επειδή τα αέρια του θερμοκηπίου της ατμόσφαιρας αναμειγνύονται καλά: Οι εκπομπές από οπουδήποτε συμβάλλουν στο πρόβλημα παντού. Η ανάγκη για κοινή συμμετοχή καθιστά τη μονομερή δράση πιο δύσκολη και λιγότερο αποτελεσματική. Δημιουργεί επίσης ένα ισχυρό ρητορικό πολιτικό επιχείρημα ενάντια στη δράση. Γιατί να αρχίσουμε να μειώνουμε τις εκπομπές μας όταν άλλες χώρες δεν εκφράζουν παρόμοιο σχέδιο για να το πράξουν;

Κάθε μία από τις προκλήσεις έχει λύσεις πολιτικής. Για παράδειγμα, οι ενέργειες ενός έθνους μπορεί να περιλαμβάνουν προσαρμογές φόρων στα σύνορα για να τιμωρηθούν εκείνοι που δεν ενσωματώνουν την κλιματική ζημιά στις τιμές που πληρώνουν οι εκπομπές τους. Αυτό θα προστατεύει όσους ενεργούν μονομερώς και θα ενθαρρύνει άλλες χώρες να ακολουθήσουν το παράδειγμά τους.

Η βασική πρόκληση είναι να κλείσει το χάσμα μεταξύ των επιστημονικά τεκμηριωμένων συζητήσεων για την κλιματική αλλαγή και της ολοένα και πιο αμφιλεγόμενης και συχνά εξαιρετικά παραπλανητικής δημόσιας συζήτησης. Τα καλά νέα είναι ότι τα βασικά στοιχεία της διαχείρισης του κινδύνου της κλιματικής αλλαγής είναι καλά χαρακτηρισμένα και κατανοητά, τουλάχιστον μεταξύ των ειδικών του αντικειμένου. Διατίθεται ένα ευρύ φάσμα επιλογών πολιτικής για την ουσιαστική

αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής - συμπεριλαμβανομένων επιλογών που ευθυγραμμίζονται σχεδόν με οποιαδήποτε πολιτική φιλοσοφία.

## 2 Προτάσεις της Ευρωπαϊκής Ένωσης

Σύμφωνα με έκθεση της Ευρωπαϊκής Ένωσης (europa.eu, 2021), το πλαίσιο βιώσιμης χρηματοδότησης της ΕΕ θα παίζει σημαντικό ρόλο στην επίτευξη αυτών των στόχων και στην υποστήριξη της βιώσιμης ανάκαμψης από την πανδημία COVID.

Η Ευρώπη έχει υπολογιστεί ότι χρειάζεται περίπου 350 δισεκατομμύρια ευρώ σε πρόσθετες επενδύσεις κάθε χρόνο. Εκτός από αυτά τα χρήματα χρειάζεται επιπλέον 130 δισεκατομμύρια ευρώ που έχει υπολογιστεί ότι είναι απαραίτητα σε άλλους περιβαλλοντικούς στόχους, κατά τη διάρκεια αυτής της χρονικής περιόδου για να επιτευχθεί ο στόχος ελάττωσης των εκπομπών του 2030 (europa.eu, 2021).

Δυστυχώς, λόγω του ότι οι κλιματικές και περιβαλλοντικές προκλήσεις γίνονται όλο και πιο σοβαρές, οι επενδύσεις σε δραστηριότητες που είναι μη βιώσιμες και σε περιουσιακά στοιχεία, τείνουν να λανθάνουν, καθώς. Η δύσκολη ενσωμάτωση αυτών των κινδύνων παρεμποδίζει ως αποτέλεσμα την ανακατανομή των πόρων και οδηγούν σε χρηματοπιστωτική αστάθεια. Ως εκ τούτου, η περιβαλλοντική ρύθμιση οφείλει να συμπληρώνεται από ένα βιώσιμο χρηματοδοτικό πλαίσιο που να διοχετεύει τη χρηματοδότηση σε εκείνες τις επενδύσεις οι οποίες ελαχιστοποιούν την έκθεση σε αυτούς τους κινδύνους (κλιματικούς και περιβαλλοντικούς).

Έτσι, η βιώσιμη χρηματοδότηση είναι δυνατό να διευκολύνει τις αρχές του δημοσίου να αντλήσουν τα βιώσιμα κεφάλαια που είναι απαραίτητα. Η ΕΕ κάνει ήδη σοβαρά βήματα προς αυτή την κατεύθυνση. Σύμφωνα με το Πολυετές Δημοσιονομικό Πλαίσιο (MFF) 2021-2027 και το Next-Generation-EU (NGEU), η Ένωση στοχεύει να διαθέσει έως και 605 δις ευρώ σε διάφορα έργα με στόχο την αντιμετώπιση της κλιματικής κρίσης. Σκοπεύει ακόμα να διαθέσει 100 δις ευρώ σε έργα που υποστηρίζουν τη βιοποικιλότητα. Το 30% αυτών των χρημάτων, θα μαζευτεί με την έκδοση πράσινων ομολόγων NGEU. Άλλωστε, ο Όμιλος της Ευρωπαϊκής Τράπεζας Επενδύσεων (σαν την «τράπεζα της ΕΕ για το κλίμα»), έχει κάνει σημαντικές προσπάθειες για τη στήριξη αυτής της μετάβασης.

Το έτος 2018, η Επιτροπή έδωσε έγκριση στο 1<sup>ο</sup> σχέδιο δράσης με στόχο τη χρηματοδότηση της βιώσιμης ανάπτυξης. Σύμφωνα με αυτό το σχέδιο, η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει θέσει σε εφαρμογή τα 3 δομικά στοιχεία για ένα βιώσιμο δημοσιονομικό πλαίσιο. Αυτά τα δομικά στοιχεία είναι:

- 1) ένα σύστημα ταξινόμησης ή «ταξονομία» βιώσιμων δραστηριοτήτων,



2) ένα πλαίσιο γνωστοποίησης για μη χρηματοοικονομικές και χρηματοοικονομικές εταιρείες και

3) την εφαρμογή επενδυτικών εργαλείων, στα οποία συμπεριλαμβάνονται τα σημεία αναφοράς, προτύπων και ετικετών.

Αυτοί είναι οι στόχοι τόσο των δεικτών αναφοράς της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την κλιματική μετάβαση, όσο και των σημείων αναφοράς της Ευρωπαϊκής Ένωσης που είναι ευθυγραμμισμένοι με το Παρίσι, και που έχουν κατασκευαστεί από τον κανονισμό της Ευρωπαϊκής Ένωσης για τους δείκτες αναφοράς του κλίματος.

Στις μέρες μας, η Επιτροπή σκοπεύει να εγκρίνει μια νομοθετική πρόταση για ένα πρότυπο σχετικά με τα ευρωπαϊκά πράσινα ομόλογα. Αυτή η πρόταση έχει σκοπό να δημιουργήσει ένα πρότυπο υψηλής ποιότητας εθελοντικής μορφής, διαθέσιμο σε όλους για να βοηθήσει στην προσέλκυση βιώσιμων επενδύσεων.

Αυτή η στρατηγική ορίζει τους παρακάτω σημαντικούς τομείς στους οποίους απαιτούνται επιπλέον ενέργειες προκειμένου το χρηματοπιστωτικό σύστημα να υποστηρίξει πλήρως τη μετάβαση της οικονομίας προς τη βιωσιμότητα.

Αυτοί οι τομείς είναι οι εξής (europa.eu, 2021):

I. Να χρηματοδοτηθεί η μετάβαση της πραγματικής οικονομίας προς τη βιωσιμότητα

Η μετάβαση προς τους στόχους βιωσιμότητας που έχει θέσει η Ευρωπαϊκή Ένωση, έχει την απαίτηση να γίνουν προσπάθειες που δεν έχουν γίνει ξανά, για τον μετριασμό και την προσαρμογή στην αλλαγή του κλίματος, την ανακατασκευή του φυσικού κεφαλαίου και την μεγέθυνση της ανθεκτικότητας και του ευρύτερου κοινωνικού κεφαλαίου. Οι οδοί μετάβασης των οικονομικών παραγόντων θα έχουν μεγάλες διαφοροποιήσεις σε διάφορα σημεία. Όλες όμως οι οδοί μετάβασης θα πρέπει να συνάδουν με τους στόχους βιωσιμότητας της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

Οι ενέργειες της Ευρωπαϊκής Ένωσης έχουν εστιαστεί κατά κύριο λόγο στη στήριξη των επενδύσεων που έχουν ήδη κάνει ή που σκοπεύουν να κάνουν στο μέλλον, οικονομικές δραστηριότητες περιβαλλοντικά βιώσιμες.

Πέρα από τα χρηματοδοτικά μέσα, η Επιτροπή εξετάζει τις ετικέτες για περιβαλλοντικά, κοινωνικά και διακυβερνητικά (ESG) σημεία αναφοράς με ελάχιστα κριτήρια βιωσιμότητας για τα χρηματοπιστωτικά προϊόντα που κάνουν προώθηση στα περιβαλλοντικά ή στα κοινωνικά χαρακτηριστικά. Ακολουθεί περιγραφή των σχετικών δράσεων:

Δράση 1: Με σκοπό να αναπτυχθεί ένα περισσότερο ολοκληρωμένο πλαίσιο που να μπορεί να βοηθήσει τη περισσότερο την προς τη βιωσιμότητα, η Επιτροπή:

α) εξετάζει το σενάριο να ζητήσει νομοθετικό πλαίσιο σχετικό με τη χρηματική στήριξη κάποιων οικονομικών δραστηριοτήτων, κατά κύριο λόγο στον ενεργειακό τομέα, που έχουν άμεση συμβολή στην ελάττωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου·

β) εξετάζει κάνει επέκταση στο πλαίσιο ταξινόμησης της ΕΕ για την πιθανή αναγνώριση οικονομικών δραστηριοτήτων που εκτελούνται σε ενδιάμεσο επίπεδο

γ) εξετάζει να εγκρίνει συμπληρωματική κατ' εξουσιοδότηση νόμου ταξινόμηση της ΕΕ σχετικά με το κλίμα, που να αναφέρεται σε νέους τομείς, μέσα στους οποίους περιλαμβάνεται η γεωργία και κάποιες ενεργειακές δραστηριότητες·

δ) εξετάζει την έκδοση κατ' εξουσιοδότηση πράξης βάσει της Ταξινόμησης της ΕΕ που να αναφέρεται στο νερό και στη βιοποικιλότητα, με σκοπό να παρθούν μέτρα σχετικά με την ρύπανση και την κυκλική οικονομία, και

ε) εξετάζει ένα γενικό πλαίσιο για ετικέτες για χρηματοπιστωτικά μέσα, τη δημιουργία ομολόγων, όπως ομόλογα μετάβασης ή σύνδεσης βιωσιμότητας, τη δημιουργία ετικετών αναφοράς ESG, και τα χρηματοοικονομικά προϊόντα που

προβάλλουν περιβαλλοντικά ή κοινωνικά χαρακτηριστικά και εισάγουν συγκεκριμένες γνωστοποιήσεις ενημερωτικών δελτίων.

II. Προς ένα βιώσιμο χρηματοδοτικό πλαίσιο με μεγαλύτερη περιεκτικότητα Ενδυνάμωσης λιανικών επενδυτών και μικρομεσαίων επιχειρήσεων με σκοπό να υπάρξει πρόσβαση σε ευκαιρίες βιώσιμης χρηματοδότησης.

Οι πολίτες, ως μικροεπενδυτές ή καταναλωτές, και οι μικρές και μεσαίες επιχειρήσεις (ΜΜΕ) θεωρείται ότι είναι το κλειδί για τη μετάβαση στη βιωσιμότητα. Αρκετά έργα βιώσιμου χαρακτήρα μπορούν να δημιουργηθούν σε τοπικό επίπεδο, τα οποία θα είναι πολύ σημαντικά για την υποστήριξη της πράσινης ανάκαμψης. Η Ένωση Κεφαλαιαγορών και το πλαίσιο βιώσιμης χρηματοδότησης θα πρέπει να στοχεύουν στην παροχή περισσότερων δυνατοτήτων χρηματοδότησης στις μικρομεσαίες επιχειρήσεις και με αυτό τον τρόπο να οδηγήσουν στην ενθάρρυνση περισσότερης συμμετοχής από ιδιώτες επενδυτές στις κεφαλαιαγορές.

Στον μετασχηματισμό της οικονομίας έχουν σπουδαίο ρόλο τα άτομα και τα νοικοκυριά που έχουν πρόσβαση στη βιώσιμη χρηματοδότηση. Παράδειγμα αποτελούν τα πράσινα δάνεια, τα οποία έχουν την δυνατότητα να εξυπηρετήσουν τα νοικοκυριά και τις μικρομεσαίες επιχειρήσεις με σκοπό την καλυτέρευση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων τους ή το να επιλέξουν οχήματα μηδενικών εκπομπών. Για να ενθαρρύνει τον πράσινο λιανικό δανεισμό, η Επιτροπή ζητάει από την Ευρωπαϊκή Αρχή Τραπεζών (EAT) να γνωμοδοτήσει σχετικά με τα πράσινα δάνεια (τόσο λιανικά όσο και στεγαστικά). Επίσης, η Επιτροπή ψάχνει τρόπους για την υποστήριξη των ενεργειακά πιο αποδοτικών στεγαστικών δανείων.

Η οικονομία της ΕΕ αποτελείται από πάνω από 23 εκατομμύρια μικρομεσαίες επιχειρήσεις. Αυτές οι επιχειρήσεις οφείλουν να επωφεληθούν από την πρόσβαση σε συμβουλευτικές υπηρεσίες βιωσιμότητας με βάση τις ανάγκες τους. Ωστόσο, συχνά οι μικρομεσαίες επιχειρήσεις δεν έχουν ούτε τις ικανότητες, ούτε την ευαισθητοποίηση έτσι ώστε να αρπάξουν τις ευκαιρίες που δίνουν τα βιώσιμα χρηματοδοτικά εργαλεία. Ακολουθεί περιγραφή των σχετικών δράσεων:

Δράση 2: Για να βελτιώσει τη βιώσιμη χρηματοδότηση χωρίς αποκλεισμούς, η Επιτροπή:

α) θα προτείνει στην EAT να υποστηρίξει τα πράσινα δάνεια (λιανικά και στεγαστικά). Με αυτό τον τρόπο σκοπεύει να αυξήσει την πρόσβαση των

μικρομεσαίων επιχειρήσεων σε βιώσιμες χρηματοοικονομικές συμβουλευτικές υπηρεσίες·

β) θα προσπαθήσει να ενσωματώσει τα βιώσιμα οικονομικά δεδομένα στους χώρους δεδομένων στο πλαίσιο της Ευρωπαϊκής Στρατηγικής Δεδομένων και στην Ψηφιακή Χρηματοοικονομική Πλατφόρμα. Έτσι, σκοπεύει να ενθαρρύνει την εύρεση καινοτόμων λύσεων οι οποίες θα χρησιμοποιούν ψηφιακές τεχνολογίες για την υποστήριξη ΜΜΕ και των ιδιωτών επενδυτών. και

γ) στοχεύει να βρει τα κενά της ασφαλιστικής προστασίας μέσω του πίνακα ελέγχου φυσικών καταστροφών της ΕΙΟΡΑ και να αρχίσει διάλογο για την ανθεκτικότητα του κλίματος με όλα τα ενδιαφερόμενα μέρη·

δ) να δημοσιεύσει μια έκθεση σχετικά με μια κοινωνική ταξινόμηση· και

ε) να αυξήσει τους τρόπους παρακολούθησης για τις δαπάνες για το κλίμα και τη βιοποικιλότητα, να στηρίζει τα κράτη μέλη που θα ήθελαν να ανακατευθύνουν τον εθνικό τους προϋπολογισμό σε πράσινες προτεραιότητες και να οργανώσει μια σύνοδο κορυφής που θα πραγματοποιείται κάθε χρόνο, με θέμα συζήτησης τις βιώσιμες επενδύσεις.

III. Να βελτιώσει την ανθεκτικότητα και τη συμβολή του χρηματοπιστωτικού τομέα στη βιωσιμότητα: η προοπτική της διπλής ουσιαστικότητας

Για να κατευθυνθεί με την Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία, ο ίδιος ο χρηματοπιστωτικός τομέας οφείλει να είναι πιο ανθεκτικός στους κινδύνους που ενέχει η κλιματική αλλαγή και η υποβάθμιση του περιβάλλοντος, ενώ οφείλει να καλυτερεύσει τη συμβολή του στη βιωσιμότητα. Για να γίνει αυτό απαιτείται μια καλύτερη προσέγγιση που να έχει σχέση με τη συστηματική ενσωμάτωση των ουσιωδών χρηματοοικονομικών κινδύνων βιωσιμότητας (outside-in), και των επιπτώσεων βιωσιμότητας (inside-out) στο τρόπο που λαμβάνονται οι χρηματοοικονομικές αποφάσεις.

IV Να ενισχύσει την ανθεκτικότητα των κινδύνων της βιωσιμότητας χρηματοοικονομικά

Οι κίνδυνοι βιωσιμότητας είναι πολύ σοβαροί και έχουν αρνητικές συνέπειες στη χρηματοπιστωτική σταθερότητα και στη χρηματοδότηση της πραγματικής οικονομίας. Ο φυσικός αντίκτυπος της αλλαγής του κλίματος και η απώλεια της βιοποικιλότητας έχουν σαν αποτέλεσμα την δημιουργία κινδύνων που μπορεί να είναι

αφανείς σε επίπεδο μεμονωμένων περιουσιακών στοιχείων. Κίνδυνοι μπορεί ακόμα να δημιουργηθούν από μια ξαφνική αντίδραση στη μετάβαση. Επομένως, είναι ζωτικής σημασίας να κατανοηθεί η φύση και ο βαθμός αυτών των κινδύνων, την μεταξύ τους αλληλεπίδραση και την εξέλιξή τους στον χρόνο. Είναι απαραίτητα να γίνουν επιπλέον βήματα για να εξασφαλιστεί η ενσωμάτωση των παραγόντων βιωσιμότητας στην αξιολόγηση και διαχείριση κινδύνου στον χρηματοπιστωτικό τομέα.

V Αντανάκλαση των κινδύνων βιωσιμότητας στα πρότυπα χρηματοοικονομικής αναφοράς και τη λογιστική

Η Επιτροπή στηρίζει τις διεθνείς εργασίες για την ένωση της βιωσιμότητας στη χρηματοοικονομική πληροφόρηση και τη λογιστική. Η Επιτροπή συνεργάζεται με την Ευρωπαϊκή Συμβουλευτική Ομάδα Χρηματοοικονομικής Αναφοράς (EFRAG), την Ευρωπαϊκή Αρχή Κινητών Αξιών και Αγορών (ESMA) και το Συμβούλιο Διεθνών Λογιστικών Προτύπων (IASB) για να δει εάν τα διεθνή πρότυπα χρηματοοικονομικής αναφοράς (IFRS) χειρίζονται σωστά τους κινδύνους βιωσιμότητας. Λόγω του ότι τα πρότυπα και οι πρακτικές χρηματοοικονομικής αναφοράς ορίζουν την αξία των επενδύσεων, θεωρούνται σημαντικό στοιχείο για την ανάδειξη των κινδύνων βιωσιμότητας στο να παρθούν αποφάσεις για τις χρηματοπιστωτικές αγορές.

VI Εντοπισμός και διαχείριση κινδύνων βιωσιμότητας από τράπεζες και ασφαλιστές

Το κλειδί της χρηματοπιστωτικής σταθερότητας και της ανθεκτικότητας της πραγματικής οικονομίας στην διαδικασία μετάβασης, είναι η ικανότητα που έχουν οι τράπεζες και οι ασφαλιστικές εταιρείες, να ανακαλύπτουν και να αντιμετωπίζουν τους κινδύνους βιωσιμότητας και παράλληλα να απορροφούν τις οικονομικές ζημιές που εμφανίζονται λόγω αυτών, είναι το κλειδί για τη χρηματοπιστωτική σταθερότητα και την ανθεκτικότητα της πραγματικής οικονομίας κατά τη διαδικασία της μετάβασης.

Η Επιτροπή συζητάει επίσης, για το ποιες τροποποιήσεις θα ήταν δυνατό να γίνουν, στα όρια της προληπτικής εποπτείας για τις τράπεζες, με σκοπό να αποφασίσουν ότι οι παράγοντες ESG ενσωματώνονται σωστά στα συστήματα διαχείρισης κινδύνου και εποπτείας.

VII Διαχείριση κινδύνων βιωσιμότητας σε επίπεδο συστήματος

Η καλυτέρευση της ανθεκτικότητας του χρηματοπιστωτικού συστήματος, είναι απαραίτητη για τον εντοπισμό, τη μέτρηση και τη διαχείριση των κινδύνων σε επίπεδο συστήματος. Η Επιτροπή πρέπει να αυξήσει τη συνεργασία της με τις ευρωπαϊκές εποπτικές αρχές και την Ευρωπαϊκή Κεντρική Τράπεζα (ΕΚΤ) στοχεύοντας στη σύλληψη, στην παρακολούθηση και στον μετριασμό των συστημικών κινδύνων βιωσιμότητας που επηρεάζουν τη μακροπρόθεσμη χρηματοπιστωτική σταθερότητα.

Τέλος, για να αντιμετωπιστούν και να γίνει σωστή διαχείριση των συστημικών κινδύνων απαιτούνται κατάλληλα εργαλεία για τις μακροπροληπτικές αρχές. Με την συνεργασία των Ευρωπαϊκών Εποπτικών Αρχών (ESA), του Ευρωπαϊκού Συμβουλίου Συστημικού Κινδύνου (ESRB) και της ΕΚΤ, η Επιτροπή μπορεί να ελέγξει τα μακροπροληπτικά εργαλεία που είναι σε θέση να αντιμετωπίσουν τους κινδύνους χρηματοπιστωτικής σταθερότητας που σχετίζονται με την αλλαγή του κλίματος. Μεσοπρόθεσμα, θα διεξαχθούν περισσότερες εργασίες ώστε να βρεθούν εφαρμογές σε μη τραπεζικούς τομείς και σε περιβαλλοντικούς κινδύνους με βάση τις συμβουλές των Ευρωπαϊκών Εποπτικών Αρχών, του ΕΣΣΚ και της ΕΚΤ. Ακολουθεί περιγραφή των σχετικών δράσεων:

Δράση 3: Για να ενισχύσει την οικονομική και χρηματοοικονομική ανθεκτικότητα στους κινδύνους βιωσιμότητας, η Επιτροπή:

α) τονίζει πως χρειάζεται να υπάρξει συνεργασία με την EFRAG, την ESMA και το IASB σε ότι αφορά το πως τα πρότυπα χρηματοοικονομικής αναφοράς μπορούν να συλλάβουν πιο καλά τους κινδύνους βιωσιμότητας·

β) θεωρεί πως πρέπει να ληφθούν μέτρα ώστε να σιγουρευτεί ότι οι κίνδυνοι ESG αποτυπώνονται τακτικά και με διαφανή τρόπο, στις αξιολογήσεις πιστοληπτικής ικανότητας και στις προοπτικές αξιολόγησης, με επιπλέον αξιολογήσεις από την ESMA (2023)·

γ) θεωρεί πως πρέπει να τροποποιηθεί ο κανονισμός των κεφαλαιακών απαιτήσεων και να γίνει διασφάλιση ότι γίνεται σωστή ενσωμάτωση των κινδύνων βιωσιμότητας στα συστήματα διαχείρισης κινδύνων των τραπεζών, έχοντας υπ' όψιν και τα τεστ που αφορούν τις ακραίες καταστάσεις σχετικά με την αλλαγή του κλίματος από τις τράπεζες (2021).

δ) θεωρεί πως πρέπει να γίνουν τροποποιήσεις στην Οδηγία Solvency II για να ενσωματωθούν με συνέπεια οι κίνδυνοι βιωσιμότητας στη διαχείριση κινδύνου των ασφαλιστών, συμπεριλαμβανομένης της ανάλυσης σεναρίων κλιματικής αλλαγής από τους ασφαλιστές (2021). και

ε) θεωρεί ότι πρέπει να ενισχυθεί η μακροπρόθεσμη χρηματοπιστωτική σταθερότητα μέσω πιο στενής συνεργασίας για την αξιολόγηση του κινδύνου χρηματοπιστωτικής σταθερότητας, μέσω των τακτικών προσομοιώσεων των ακραίων φαινομένων, μέσω της καλύτερης αξιολόγησης των μακροπροληπτικών εργαλείων και μέσω μελέτης αφιερωμένης στους κινδύνους που προέρχονται λόγω της υποβάθμισης του περιβάλλοντος και της απώλειας της βιοποικιλότητας.

VIII Επιτάχυνση της συμβολής του χρηματοπιστωτικού τομέα στην προσπάθεια μετάβασης

Εκτός από τη έλεγχο των κινδύνων βιωσιμότητας από τα χρηματοπιστωτικά ιδρύματα, η ευημερία της Ευρωπαϊκής Πράσινης Συμφωνίας έχει άμεση εξάρτηση από τη συμβολή κάθε οικονομικού φορέα και από τα κίνητρά τους με σκοπό να ολοκληρωθούν οι στόχοι. Γι αυτό το λόγο, τα χρηματοπιστωτικά ιδρύματα οφείλουν να φτιάξουν τους στόχους βιωσιμότητας της ΕΕ στις μακροπρόθεσμες στρατηγικές χρηματοδότησης και στους τρόπους λήψεων αποφάσεων. Έτσι θα πρέπει να υπάρχει σωστότερη μέτρηση, παρακολούθηση και αποκάλυψη της προόδου τακτικά.

IX Καλύτερευση του καθορισμού στόχων με βάση την επιστήμη, της αποκάλυψης και της παρακολούθησης των δεσμεύσεων του χρηματοπιστωτικού τομέα

Τα χρηματοπιστωτικά ιδρύματα οφείλουν να αποκαλύπτουν σχέδια μετάβασης και απαλλαγής τους, από τον άνθρακα. Σε αυτά περιλαμβάνονται όλοι οι στόχοι (ενδιάμεσοι και μακροπρόθεσμοι) καθώς και το πώς σχεδιάζουν τα ιδρύματα, να ελαχιστοποιήσουν το περιβαλλοντικό τους αποτύπωμα. Κλειδί για την πραγματοποίηση αυτού, αποτελεί η διαφάνεια σχετικά με τους στόχους, τους δείκτες, τους ορισμούς και τις μεθοδολογίες. Έτσι, μελλοντικά θα φανεί εάν τα μέτρα είναι αποτελεσματικά ή όχι.

X Διευκρίνιση των καθηκόντων καταπιστεύματος και του τρόπου διαχείρισης των επενδύτων με σκοπό να αντικατοπτρίζεται η συμβολή του χρηματοπιστωτικού τομέα στους στόχους της Πράσινης Συμφωνίας

XI Καλύτερευση της διαθεσιμότητας, της ακεραιότητας και της διαφάνειας της έρευνας αγοράς και των αξιολογήσεων ESG.

Για να πραγματοποιηθεί η μετάβαση, τα χρηματοπιστωτικά ιδρύματα θα πρέπει να έχουν ένα μεγάλο φάσμα πληροφοριών για τον εντοπισμό των κινδύνων

βιωσιμότητας, των ευκαιριών και των επιπτώσεων για τις εταιρείες στις οποίες επενδύουν. Γι αυτό το λόγο, η πρόταση CSRD απαιτεί από τις κορυφαίες εταιρείες της ΕΕ να αποκαλύπτουν ουσιαστικά, συγκρίσιμα και μακροπρόθεσμα δεδομένα βιωσιμότητας σε όλη την χρηματοοικονομική αλυσίδα αξίας. Παράλληλα, η προσπάθεια να δημιουργηθεί ένα ενιαίο ευρωπαϊκό σημείο πρόσβασης θα κατασκευάσει έναν ενιαίο πανευρωπαϊκό μηχανισμό που θα δημιουργήσει προσβάσιμες, συγκρίσιμες και εύκολα να χρησιμοποιηθούν ψηφιακές βάσεις δεδομένων που θα σχετίζονται με τις απαιτήσεις δημόσιας αναφοράς των εταιρειών, στις οποίες θα συμπεριλαμβάνονται οι πληροφορίες βιωσιμότητας.

Οι αξιολογήσεις ESG έχουν ολοένα και σημαντικότερο αντίκτυπο στη λειτουργία των κεφαλαιαγορών και στην εμπιστοσύνη των επενδυτών σε βιώσιμα προϊόντα. Άλλωστε, σύμφωνα με την μελέτη της Επιτροπής (Ιανουάριος 2021), εντοπίστηκε ότι δεν υπήρχε διαφάνεια στις αξιολογήσεις ESG. Η όλο και μεγαλύτερη ζήτηση για επενδύσεις που να είναι βιώσιμες εστιάζουν στις ανάγκες για νέα αμερόληπτη και πιο αξιόπιστη έρευνα των ESG. Ακολουθεί περιγραφή των σχετικών δράσεων:

Δράση 4: Για να αυξηθεί η συμβολή του χρηματοπιστωτικού τομέα στη βιωσιμότητα, η Επιτροπή θα πρέπει:

α) να βελτιώσει τις γνωστοποιήσεις των χρηματοπιστωτικών ιδρυμάτων για τους στόχους βιωσιμότητας και να προβεί σε καλύτερο σχεδιασμό σχετικά με τη μετάβαση τους. Επίσης, πρέπει να εξετάσει σε ποιο βαθμό χρειάζονται περισσότερες οδηγίες για περισσότερη αξιοπιστία και μεγαλύτερη πρόοδο.

β) θεωρεί ότι πρέπει να ζητηθεί από την EIOPA να ελέγξει τα καταπιστευματικά καθήκοντα που αφορούν τα συνταξιοδοτικά και τα επενδυτικά ταμεία. Σκοπός αυτού είναι να ληφθούν επενδυτικές αποφάσεις, και δραστηριότητες διαχείρισης.

γ) θεωρεί ότι πρέπει να αναλάβει δράση με σκοπό να βελτιώσει την αξιοπιστία και τη συγκρισιμότητα των αξιολογήσεων ESG και εάν είναι απαραίτητο να μπορεί να παρέμβει.

## XII Αντιμετώπιση του greenwashing

Η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει πάρει σοβαρά μέτρα για την αντιμετώπιση της πράσινης πλύσης στη χρηματοπιστωτική αγορά. Οι προσπάθειες Greenwashing έχουν την δυνατότητα να φτιάξουν κινδύνους φήμης για τους φορείς που εμπλέκονται, και να



οδηγήσουν σε μείωση της εμπιστοσύνης στα βιώσιμα χρηματοοικονομικά προϊόντα και στο χρηματοπιστωτικό σύστημα.

Για να αποφευχθεί το greenwashing, η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει δημιουργήσει κάποιες απαιτήσεις γνωστοποίησης για εταιρείες και επενδυτές αλλά και εργαλεία για να αυξήσει τη διαφάνεια και να βοηθήσει τους τελικούς επενδυτές να εντοπίσουν σοβαρές και αξιόπιστες ευκαιρίες επένδυσης. Όμως, η αποτελεσματικότητα των βιώσιμων χρηματοδοτικών πολιτικών συσχετίζεται με το επαρκές επίπεδο επιβολής σε ολόκληρη την Ευρωπαϊκή Ένωση. Οι εποπτικές αρχές παίζουν σημαντικό ρόλο στην παρακολούθηση της συμμόρφωσης με τον κανονισμό βιώσιμης χρηματοδότησης και στην πλήρη χρήση των νομικών εντολών και εξουσιών τους για να διασφαλίσουν ότι οι επενδυτές και οι καταναλωτές θα προστατευτούν σε ό,τι αφορά τη βιωσιμότητα.

Με την συμβολή των Ευρωπαϊκών Εποπτικών Αρχών, η Επιτροπή αξιολογεί εάν οι εποπτικές εξουσίες, είναι κατάλληλες. Με βάση αυτήν την αξιολόγηση και την παρακολούθηση των κινδύνων πράσινης έκπλυσης από τις Ευρωπαϊκές Εποπτικές Αρχές, η Επιτροπή εξετάζει μέτρα για να διασφαλίσει επαρκές, συνεπές επίπεδο επιβολής και εποπτείας για να αντιμετωπιστεί η πράσινη πλύση.

### XIII Έλεγχος της ομαλής μετάβασης του χρηματοπιστωτικού συστήματος της ΕΕ

Για να επιτευχθούν οι στόχοι της Ευρωπαϊκής Ένωσης σχετικά με το κλίμα χρειάζεται η άμεση και συνεχής συνεργασία ανάμεσα στα κράτη μέλη, των χρηματοπιστωτικών εποπτικών αρχών και των αρμόδιων δημόσιων αρχών. Η Επιτροπή, σε συνεργασία με την Πλατφόρμα για τη Βιώσιμη Χρηματοδότηση, αναπτύσσει ένα ισχυρό πλαίσιο παρακολούθησης για τη μέτρηση των ροών κεφαλαίων προς βιώσιμες επενδύσεις. Η Επιτροπή βοηθάει τα κράτη μέλη να αξιολογήσουν το επενδυτικό κενό και να μετρήσουν την πρόοδο που σημειώνουν οι χρηματοπιστωτικοί τομείς με σκοπό να επιτευχθούν οι κλιματικοί και περιβαλλοντικοί στόχοι. Ακολουθεί περιγραφή των σχετικών δράσεων:

Δράση 5: Για να παρακολουθήσει την ομαλή μετάβαση και να διασφαλίσει την ακεραιότητα του χρηματοπιστωτικού συστήματος της Ευρωπαϊκής Ένωσης, η Επιτροπή:

α) παρακολουθεί τους κινδύνους greenwashing, προβαίνει σε αξιολόγηση και επανεξέταση της διαθέσιμης εποπτείας και επιβολής από τις αρμόδιες αρχές, έτσι ώστε να διασφαλίσει ότι οι εποπτικές εξουσίες, οι ικανότητες και οι υποχρεώσεις είναι

κατάλληλες για αυτό τον σκοπό (αυτό το κάνει σε συνεργασία με τις Ευρωπαϊκές Εποπτικές Αρχές·

β) να προβεί στον έλεγχο της μέτρησης των ροών κεφαλαίων με σκοπό να αξιολογήσει την πρόοδο που έχουν σημειώσει τα κράτη μέλη από τους χρηματοπιστωτικούς τους τομείς (αυτός ο στόχος θέλουν να έχει επιτευχθεί έως το 2023)·

γ) να ενισχύσει την συνεργασία ανάμεσα στις δημόσιες αρμόδιες αρχές (σε αυτές περιλαμβάνονται τα κράτη μέλη, της ΕΚΤ, του ΕΣΣΚ, των Ευρωπαϊκών Εποπτικών Αρχών και του Ευρωπαϊκού Οργανισμού Περιβάλλοντος), προκειμένου να εργαστούν προς μια κοινή προσέγγιση για την παρακολούθηση μιας ομαλής μετάβασης και να διασφαλιστεί ότι η προοπτική διπλής ουσιαστικότητας ενσωματώνεται με συνέπεια σε ολόκληρο το χρηματοπιστωτικό σύστημα της ΕΕ (αυτός ο στόχος έρπεπε να έχει ολοκληρωθεί έως το 2022)· και

δ) να δημιουργήσει ένα Φόρουμ Έρευνας Βιώσιμης Χρηματοοικονομικής με σκοπό να προοθηθεί η ανταλλαγή γνώσεων ανάμεσα στους ερευνητές και την χρηματοοικονομική κοινότητα.

#### XIV. Προώθηση παγκόσμιων φιλοδοξιών

Οι παγκόσμιες προκλήσεις απαιτούν παγκόσμια δράση. Όμως, τα διαφορετικά κράτη, έχουν διαφορετικό τρόπο δράσης. Για να συντονιστούν αυτές οι δράσεις, χρειάζεται να γίνει συντονισμός σχετικά με τις αποφάσεις της βιώσιμης χρηματοδότησης. Βασιζόμενη σε αυτά που έχει ήδη επιτύχει στο εσωτερικό της, η ΕΕ έχει καθιερωθεί ως ο ηγέτης της βιώσιμης χρηματοδότησης διεθνώς συμβάλλοντας έτσι ενεργά στην παγκόσμια προσπάθεια μείωση του αποτυπώματος άνθρακα. Αυτή η ηγεσία της ΕΕ, αποτελεί πηγή έμπνευσης για άλλα κράτη σε παγκόσμιο επίπεδο, και μπορεί σαν αποτέλεσμα να δημιουργήσει δυνατότητες και ευκαιρίες στον χρηματοπιστωτικό τομέα παγκόσμια. Η ΕΕ είναι ο πιο μεγάλος εκδότης πράσινων ομολόγων με αποτέλεσμα να αναδειχθεί ως σοβαρός βιώσιμος επενδυτής. Άλλωστε, οι πράσινες αγορές έχουν μεγάλη συμβολή στην ενίσχυση ευρώ παγκοσμίως και καθιστούν την ΕΕ τον κύριο παγκόσμιο κόμβο βιώσιμης χρηματοδότησης.

Αρχικά, η Επιτροπή συνιστά στο Συμβούλιο Χρηματοπιστωτικής Σταθερότητας (FSB) να αυξήσει το εύρος του για να καλύψει τη συμβολή του χρηματοπιστωτικού συστήματος στους παγκόσμιους κλιματικούς και περιβαλλοντικούς στόχους.

Η Επιτροπή ζητάει από όλους τους εταίρους παγκόσμια, να εμβαθύνουν τη συνεργασία για τη βιώσιμη χρηματοδότηση διμερώς και πολυμερώς, ιδίως για να προωθήσουν τη σύγκλιση προσεγγίσεων και να παράσχουν στον ιδιωτικό τομέα χρησιμοποιήσιμα εργαλεία και μετρήσεις, όπως οι ταξινομήσεις. Ειδικότερα, ως μέρος του χάρτη πορείας της ομάδας εργασίας για τη βιώσιμη χρηματοδότηση της G20 (SFWG), η Επιτροπή τονίζει τη σημασία της εργασίας για την ευθυγράμμιση των χρηματοοικονομικών ροών με τους στόχους βιωσιμότητας. Ακολουθεί περιγραφή των σχετικών δράσεων:

Δράση 6: Για να ορίσει υψηλό επίπεδο φιλοδοξίας για την ανάπτυξη διεθνών πρωτοβουλιών και προτύπων βιώσιμης χρηματοδότησης και για την υποστήριξη των χωρών εταίρων της ΕΕ, η Επιτροπή προτείνει:

α) να επιδιωχθούν συγκεκριμένοι στόχοι σε διεθνή επίπεδο σχετικά με την βιώσιμη ανάπτυξη.

β) προτείνει την επέκταση του έργου του IPSF σε νέα θέματα και την ενίσχυση της διακυβέρνησής του· και

γ) υποστηρίζει τα κράτη χαμηλού και μεσαίου εισοδήματος στην κλιμάκωση της πρόσβασής τους σε βιώσιμη χρηματοδότηση. Αυτό θεωρεί ότι μπορεί να

πραγματοποιηθεί με την ανάπτυξη μιας ολοκληρωμένης στρατηγικής και με την προώθηση χρηματοδοτικών μέσων τα οποία έχουν σχέση με τη βιωσιμότητα.

## Κεφάλαιο 6

### 6.1 Συμπεράσματα

Σκοπός της παρούσας διατριβής, ήταν μέσω βιβλιογραφικής έρευνας, να παρουσιαστούν οι οικονομικές απώλειες, που προέρχονται από την κλιματική κρίση, να παρουσιαστεί η σύνδεση τους με τη χρηματοοικονομική και να δοθούν τρόποι αντιμετώπισης αυτής της κρίσης. Για τις ανάγκες της έρευνας χρησιμοποιήθηκε ξένη βιβλιογραφία από το 2010 και μετά.

Το κόστος των ζημιών που έχουν σχέση με τις κλιματικές καταστροφές έχει αυξητική τάση από τη δεκαετία του 1970. Κατά την δεκαετία του 1990, αναφέρονται μεγάλες φυσικές καταστροφές, οι οποίες οδήγησαν σε οικονομικές απώλειες κατά μέσο όρο περίπου 66 δισεκατομμύρια δολάρια ΗΠΑ ετησίως. Επιπλέον, οι οικονομικές απώλειες από φυσικές καταστροφές αυξάνονται τις τελευταίες δεκαετίες, με τον αριθμό των φυσικών καταστροφών που προκαλούν σημαντικές απώλειες να αυξάνεται κατά τρεις φορές από τη δεκαετία του 1980.

Το 97 % (ή ακόμα περισσότερες) των ενεργών επιστημονικών δημοσιεύσεων για το κλίμα συμφωνούν ότι η αυξημένη τάση υπερθέρμανσης του πλανήτη, οφείλεται σε ανθρώπινες δραστηριότητες. Άλλωστε προβλέπεται αύξηση της θερμοκρασίας έως το 2100 μεταξύ 1,5°C (2,7°F) και 4,8°C (8,6°F), σε σχέση με τα προβιομηχανικά επίπεδα.

Οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής έχουν ήδη αρχίσει να επηρεάζουν τα κλιματικά πρότυπα. Αυτές οι επιδράσεις ποικίλλουν από το λιώσιμο των πολικών πάγων μέχρι την άνοδο της στάθμης της θάλασσας, από την κατάρρευση των θαλάσσιων οικοσυστημάτων, από τις μεταβαλλόμενες στις καιρικές συνθήκες που συνοδεύονται από συχνότερα και πιο βίαια κορυφαία επεισόδια (τυφώνες, πλημμύρες, ξηρασίες), ακόμα και για ευρύτερη εξάπλωση παθογόνων και ασθενειών.

Η συγκέντρωση του διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα βρίσκεται σε επίπεδα που δεν έχει γνωρίσει ο πλανήτης εδώ και τουλάχιστον 800.000 χρόνια. Η αύξηση του CO<sub>2</sub> κατά 40% σε σχέση με τα προβιομηχανικά επίπεδα οφείλεται στην καύση ορυκτών καυσίμων. Τα φαινόμενα που οδηγούν στην κλιματική αλλαγή και ως συνέπεια έχουν πολλές καταστροφικές επιπτώσεις είναι τα εξής: Φαινόμενο του θερμοκηπίου, Τρύπα του όζοντος, Όξινη βροχή, επιπλέον το κλίμα επηρεάζεται από τα ηφαίστεια. Οι συνέπειες όλων αυτών είναι οι εξής: Αύξηση της στάθμης της θάλασσας,

ακραία καιρικά φαινόμενα, ακραίες καταιγίδες, ακραίοι κυκλώνες, πλημμύρες, πυρκαγιές, ερημοποίηση.

Οι παγκόσμιες εκπομπές CO<sub>2</sub> από την καύση ορυκτών καυσίμων έχουν αυξηθεί δραματικά από το 1950. Το 2013, οι συνολικές παγκόσμιες εκπομπές άνθρακα ήταν 9,776 δισεκατομμύρια τόνοι ή Γιγατόνοι (Gt) άνθρακα. Η καύση άνθρακα αυτή τη στιγμή ευθύνεται για το περίπου 42 τοις εκατό των παγκόσμιων εκπομπών άνθρακα, ενώ τα υγρά καύσιμα (κυρίως πετρέλαιο) είναι η πηγή του υπόλοιπου 33 τοις εκατό, η καύση φυσικού αερίου αντιπροσωπεύει το 19%, με 6% από την παραγωγή τσιμέντου και την καύση αερίου. Οι εκπομπές είναι στενά συνδεδεμένες με τους οικονομικούς κύκλους

Στις ανεπτυγμένες χώρες, υπήρξε μια ταχεία μετάβαση από τον άνθρακα στο φυσικό αέριο και στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, με την μείωση των συνολικών εκπομπών του CO<sub>2</sub>. Στις αναπτυσσόμενες χώρες, η παραγωγή άνθρακα, εξακολουθεί να επεκτείνεται, αλλά υπάρχει και ένα αυξανόμενο μερίδιο της παραγωγής που πλέον προέρχεται από τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Το μεγαλύτερο μέρος της μελλοντικής ανάπτυξης των εκπομπών άνθρακα αναμένεται να προέρχονται από τις ταχέως αναπτυσσόμενες χώρες όπως είναι η Κίνα και η Ινδία. Η Κίνα ξεπέρασε τις Ηνωμένες Πολιτείες το 2006 ως η χώρα με τις περισσότερες εκπομπές άνθρακα στον κόσμο. Οι κατά κεφαλήν εκπομπές είναι πολύ υψηλότερες στις ανεπτυγμένες χώρες. Τα υψηλότερα ποσοστά παρατηρούνται σε χώρες του Κόλπου, όπως το Κατάρ (40 τόνοι CO<sub>2</sub> ανά άτομο), το Κουβέιτ (34 τόνοι ανά άτομο) ή τα Ηνωμένα Αραβικά Εμιράτα (22τόνους ανά άτομο). Οι Ηνωμένες Πολιτείες έχουν το υψηλότερο ποσοστό μεταξύ των μεγάλων χωρών, με 17 μετρικούς τόνους εκπομπών CO<sub>2</sub> ανά άτομο. Άλλες χώρες με υψηλές εκπομπές είναι η Αυστραλία με 16,7 τόνους κατά κεφαλήν και ο Καναδάς με 14.6. Η Ρωσία έχει κατά μέσο όρο 10 τόνους ανά άτομο, ενώ οι περισσότερες άλλες ανεπτυγμένες χώρες κυμαίνονται από 4 έως 10 μετρικούς τόνους κατά κεφαλήν.

Οι περισσότερες αναπτυσσόμενες χώρες έχουν χαμηλά ποσοστά κατά κεφαλήν, συνήθως λιγότερο από 2 τόνους CO<sub>2</sub> ανά άτομο, εκτός από την Κίνα, της οποίας οι κατά κεφαλήν εκπομπές έχουν αυξηθεί σε 6,6 τόνους ανά άτομο. Οι αυξανόμενες εκπομπές CO<sub>2</sub> αποτελούν μεγάλη απειλή για το περιβάλλον και τη δημόσια υγεία.

Οι επιστήμονες έχουν μοντελοποιήσει τα αποτελέσματα ενός προβλεπόμενου διπλασιασμού του συσσωρευμένου CO<sub>2</sub> στην ατμόσφαιρα. Μερικές από τις πολλές αρνητικές προβλεπόμενες επιπτώσεις είναι: η απώλεια γης, συμπεριλαμβανομένων των

παραλιών και των υγροτόπων, λόγω της ανόδου της στάθμης της θάλασσας, η απώλεια ειδών και δασικής έκτασης, η διακοπή της παροχής νερού σε πόλεις και γεωργία, το αυξημένο κόστος κλιματισμού, η απώλεια γεωργικής παραγωγής λόγω ξηρασίας, ο επηρεασμός πολλών υδρόβιων οργανισμών, οι βλάβες στην υγεία και θάνατοι από καύσωνες και η εξάπλωση τροπικών ασθενειών.

Μεταξύ των ετών 1980 και 2020, οι ακραίες συνθήκες που σχετίζονται με το κλίμα προκάλεσαν οικονομικές απώλειες συνολικού ύψους 487 δισεκατομμυρίων ευρώ στα κράτη μέλη της ΕΕ-27. Αν και η ανάλυση των τάσεων στις οικονομικές απώλειες είναι δύσκολη, εν μέρει ως αποτέλεσμα της μεγάλης μεταβλητότητας από έτος σε έτος, οι ακραίες συνθήκες που σχετίζονται με το κλίμα γίνονται όλο και πιο συχνές και, χωρίς μετριαστικά μέτρα, θα μπορούσαν να οδηγήσουν σε ακόμη μεγαλύτερες απώλειες τα επόμενα χρόνια.

Μεταξύ 1980 και 2020, οι ακραίες καιρικές συνθήκες και το κλίμα αντιπροσώπευαν περίπου το 80% των συνολικών οικονομικών απωλειών που προκλήθηκαν από φυσικούς κινδύνους στα κράτη μέλη του ΕΟΧ. Οι ζημιές που διορθώθηκαν με τον πληθωρισμό ήταν περίπου 9,5 δισεκατομμύρια ευρώ το 1981-1990, 11,0 δισεκατομμύρια το 1991-2000, 13,2 δισεκατομμύρια το 2001-2010 και 14,5 δισεκατομμύρια το 2011-2020.

Ο οικονομικός αντίκτυπος των ακραίων φαινομένων που σχετίζονται με το κλίμα ποικίλλει σημαντικά μεταξύ των χωρών. Σε απόλυτες τιμές, οι υψηλότερες οικονομικές απώλειες την περίοδο 1980-2020 καταγράφηκαν στη Γερμανία, ακολουθούμενη από τη Γαλλία και μετά την Ιταλία. Οι υψηλότερες κατά κεφαλήν απώλειες καταγράφηκαν στην Ελβετία, τη Σλοβενία και τη Γαλλία και οι μεγαλύτερες απώλειες ανά περιοχή στην Ελβετία, τη Γερμανία και την Ιταλία. Περίπου το 23% των συνολικών ζημιών ήταν ασφαλισμένο, αν και αυτό διέφερε επίσης σημαντικά μεταξύ των χωρών, από 1% στη Ρουμανία και τη Λιθουανία έως 56% στη Δανία και τις Κάτω Χώρες.

Κατά τους πρώτους έξι μήνες του 2022 υπήρξαν καιρικές και κλιματικές καταστροφές εννέα δισεκατομμυρίων δολαρίων. Αυτές περιλαμβάνουν δύο εστίες ανεμοστρόβιλου, τρία γενικά έντονα καιρικά φαινόμενα, δύο χαλαζοθύελλες, ένα συμβάν derecho και ένα περιφερειακό συμβάν ξηρασίας. Κατά τη διάρκεια του 2021, υπήρξαν 20 ξεχωριστά καιρικά και κλιματικά φαινόμενα αξίας δισεκατομμυρίων δολαρίων σε όλες τις Ηνωμένες Πολιτείες. Το συνολικό κόστος από αυτά τα γεγονότα του 2021 ήταν 152,6 δισεκατομμύρια δολάρια (τον Ιούνιο του 2022) και ήταν η τρίτη

πιο δαπανηρή χρονιά στην ιστορία, μετά το 2017 και το 2005. Το συνολικό κόστος για τα τελευταία πέντε πλήρη έτη (788,4 δισεκατομμύρια δολάρια) είναι περισσότερο από ένα το τρίτο του συνολικού κόστους καταστροφής των τελευταίων 43 ετών (1980-2022), το οποίο ξεπερνά τα 2,275 τρισεκατομμύρια δολάρια (προσαρμοσμένο με βάση τον πληθωρισμό στα 2022 δολάρια). Αυτό αντικατοπτρίζει έναν μέσο όρο κόστους 5 ετών σχεδόν 157,6 δισεκατομμύρια \$/έτος.

Οι ΗΠΑ έχουν υποστεί 332 καιρικές και κλιματικές καταστροφές από το 1980, όπου οι συνολικές ζημιές/κόστος έφτασαν ή ξεπέρασαν το 1 δισεκατομμύριο δολάρια (συμπεριλαμβανομένης της προσαρμογής του ΔΤΚ έως το 2022). Το συνολικό κόστος αυτών των 332 εκδηλώσεων ξεπερνά τα 2,275 τρισεκατομμύρια δολάρια.

Το 2021 ήταν η έβδομη συνεχόμενη χρονιά (2015-2021) κατά την οποία 10 ή περισσότερα καιρικά φαινόμενα και κλιματικές καταστροφές αξίας 10 δισεκατομμυρίων δολαρίων έχουν επηρεάσει τις Ηνωμένες Πολιτείες. Τα τελευταία 42 ολόκληρα χρόνια (1980-2021), τα έτη με 10 ή περισσότερα ξεχωριστά γεγονότα καταστροφών δισεκατομμυρίων δολαρίων περιλαμβάνουν τα έτη 1998, 2008, 2011-2013 και 2015-2021. Ο αριθμός και το κόστος των καταστροφών αυξάνονται με την πάροδο του χρόνου λόγω ενός συνδυασμού αυξημένης έκθεσης (δηλαδή, τιμών σε κίνδυνο πιθανής απώλειας), τρωτότητας (δηλαδή, πόση ζημιά προκαλεί η ένταση (ταχύτητα ανέμου, βάθος πλημμύρας) σε μια τοποθεσία) και ότι η κλιματική αλλαγή αυξάνει τη συχνότητα ορισμένων τύπων ακραίων φαινομένων που οδηγούν σε καταστροφές δισεκατομμυρίων δολαρίων

Ο μεγαλύτερος αντίκτυπος της κλιματικής αλλαγής, είναι ότι θα μπορούσε να εξαλείψει έως και το 18% του ΑΕΠ από την παγκόσμια οικονομία μέχρι το 2050, εάν οι παγκόσμιες θερμοκρασίες αυξηθούν κατά 3,2° C

Ο αντίκτυπος της κλιματικής αλλαγής θα πλήξει περισσότερο τις ασιατικές οικονομίες, με 5,5% πλήγμα στο ΑΕΠ στο καλύτερο σενάριο και 26,5% σε σοβαρό σενάριο. Οι ασιατικές οικονομίες προβλέπεται να δουν απώλειες του ΑΕΠ της τάξης του 3,3% σε περίπτωση ανόδου κάτω από τους 2°C και 15,4% σε ένα σοβαρό σενάριο. Η Κίνα κινδυνεύει να χάσει σχεδόν το 24% του ΑΕΠ της σε ένα σοβαρό σενάριο σε σύγκριση με τις προβλεπόμενες απώλειες 10% για τις ΗΠΑ, τον Καναδά και το Ηνωμένο Βασίλειο και 11% για την Ευρώπη. Η Μέση Ανατολή και η Αφρική, θα δουν πτώση 4,7% εάν η άνοδος της θερμοκρασίας παραμείνει κάτω από 2°C και 27,6°C στο σενάριο σοβαρής περίπτωσης.



Επίσης, πολλές ασιατικές οικονομίες είναι πιο ευάλωτες σε φυσικούς κινδύνους, οι οποίοι φαίνεται πως επιταχύνονται λόγω της κλιματικής αλλαγής. Τα στοιχεία έδειξαν ότι οι οικονομίες στη Νότια και Νοτιοανατολική Ασία ήταν οι πιο ευαίσθητες στους φυσικούς κινδύνους που συνδέονται με την υπερθέρμανση του πλανήτη.

Οι χώρες που επηρεάστηκαν αρνητικά - συμπεριλαμβανομένης της Μαλαισίας, της Ταϊλάνδης, της Ινδίας, των Φιλιππίνων και της Ινδονησίας - ήταν συχνά αυτές με τους λιγότερους πόρους για να μετριάσουν και να προσαρμοστούν στις επιπτώσεις της υπερθέρμανσης του πλανήτη.

Από την άλλη, οι ΗΠΑ, ο Καναδάς, η Ελβετία και η Γερμανία είναι μεταξύ των χωρών που θεωρήθηκαν λιγότερο πιθανό να επηρεαστούν σημαντικά.

Έχουν δημιουργηθεί κάποια θεωρητικά μοντέλα, το οποία αναλύουν και προβλέπουν τις επιπτώσεις των φυσικών καταστροφών στην μακροοικονομία. Αυτά τα μοντέλα είναι τα εξής: 1) Μοντέλα Βασισμένα σε Πίνακες Κοινωνικής Λογιστικής και περιλαμβάνουν προβλέψεις των μοντέλων εισροών-εκροών, και της υπολογιστικής γενικής ισορροπίας. Και τα δύο μοντέλα βασίζονται σε έναν κοινωνικό λογιστικό πίνακα που προσδιορίζει όλες τις νομισματικές ροές μεταξύ όλων των τομέων μιας οικονομίας. Τα μοντέλα I-O (input-output) υποθέτουν μια συνάρτηση παραγωγής σταθερών αναλογιών, αμετάβλητη στο χρόνο για όλους τους οικονομικούς τομείς και προβλέπουν πώς οι ζημιές σε έναν τομέα επηρεάζουν το εμπόριο και τη σχετική παραγωγή σε όλους τους άλλους. Αντίθετα, τα μοντέλα CGE (computable general equilibrium) υποθέτουν σταθερή συμπεριφορά, που αντικατοπτρίζεται σε σταθερές συναρτήσεις ζήτησης και προσφοράς και προβλέπουν πώς οι επιπτώσεις των φυσικών καταστροφών αλλάζουν τη ζήτηση, την προσφορά και τις τιμές σε διάφορες αγορές σε ισορροπία. 2) Μοντέλα Βασισμένα στη Νεοκλασική Θεωρία Ανάπτυξης, που χρησιμοποιούνται επίσης σε μοντέλα ολοκληρωμένης αξιολόγησης. Αυτή η θεωρία αναλαμβάνει μια συνάρτηση συνολικής παραγωγής χρησιμοποιώντας κεφάλαιο και εργασία (με σταθερές αποδόσεις στην κλίμακα), ένα σταθερό ποσοστό αποταμίευσης και απόσβεσης και φθίνουσες αποδόσεις στο κεφάλαιο. Τέτοια μοντέλα προβλέπουν μια σταδιακή επιστροφή στη σταθερή κατάσταση πριν από την καταστροφή μετά από οποιοδήποτε σοκ στο απόθεμα κεφαλαίου ή στην προσφορά εργασίας. 3) Μοντέλα με Ενδογενή Παραγωγικότητα, που περιλαμβάνουν τα μοντέλα «vintage capital», που είναι ένας πρώιμος κλάδος μοντέλων ενδογενούς ανάπτυξης και υποθέτουν ότι το κεφάλαιο ενσωματώνει πάντα την καλύτερη διαθέσιμη τεχνολογία τη στιγμή που

κατασκευάζεται το κεφάλαιο. Οι επενδύσεις οδηγούν την τεχνολογία σε αυτά τα μοντέλα, τα οποία προβλέπουν ότι οποιαδήποτε επιταχυνόμενη υποτίμηση του κεφαλαίου λόγω σοκ καταστροφής θα έχει ως αποτέλεσμα υψηλότερη αύξηση της παραγωγικότητας, επειδή η τεχνολογία θα ενημερωθεί. Αυτή η υπόθεση ονομάζεται στη βιβλιογραφία η υπόθεση «χτίζεις το πίσω-καλύτερο». 4) Μοντέλα μάθησης, η γνώση συσσωρεύεται στους ανθρώπους καθώς παράγουν περισσότερα, και το επίπεδο παραγωγικότητας θεωρείται ότι εξαρτάται από μεταβλητές όπως η σωρευτική παραγωγή ή η επένδυση. 5) Τοπικά μοντέλα, που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη σύνδεση έμμεσων επιπτώσεων σε μακρο -επίπεδο (π.χ. απώλειες παραγωγής) με άμεσες ζημιές μικρο -επιπέδου (π.χ. κατεστραμμένο απόθεμα κεφαλαίου) εκτιμώντας τις στο γεωγραφικό επίπεδο στο οποίο συμβαίνουν. 6) Τα μακροοικονομικά μοντέλα που χρησιμοποιούνται για την εκτίμηση των έμμεσων απωλειών από φυσικές καταστροφές και περιλαμβάνουν τα μοντέλα I-O και CGE.

Με βάση τα μοντέλα, είναι σαφές ότι έχει σημειωθεί ουσιαστική πρόοδος τις τελευταίες δεκαετίες στην ανάπτυξη συμπληρωματικών προσεγγίσεων για την εκ των προτέρων εκτίμηση του κινδύνου φυσικών καταστροφών. Για παράδειγμα, τα μοντέλα καταστροφών προσφέρουν πληροφορίες για τις άμεσες οικονομικές επιπτώσεις καταστροφών όπως πλημμύρες (π.χ. υλικές ζημιές, θύματα) σε λεπτομερή χωρική κλίμακα, η οποία είναι χρήσιμη για το σχεδιασμό τοπικών πολιτικών διαχείρισης κινδύνου φυσικών καταστροφών, όπως πολιτικές εκκένωσης, πολιτικές κτιρίων, και υποδομές αντιπλημμυρικής προστασίας.

Αντίθετα, παρέχοντας εκτιμήσεις άνω και κάτω ορίου (αντίστοιχα) των έμμεσων οικονομικών επιπτώσεων των φυσικών καταστροφών, τα μοντέλα I-O και CGE προσφέρουν πληροφορίες για τομείς, συγκεκριμένες εταιρείες και κρίσιμες υποδομές που είναι ευάλωτες σε φυσικούς κινδύνους. Αυτές οι πληροφορίες μπορούν στη συνέχεια να χρησιμοποιηθούν για την ιεράρχηση της προστασίας βασικών υποδομών ή οικονομικών δραστηριοτήτων και για την κατεύθυνση της βοήθειας για την ανασυγκρότηση. Ωστόσο, επειδή οι εκτιμήσεις I-O και CGE των επιπτώσεων καταστροφών βασίζονται σε απλοποιητικές παραδοχές, μπορούν να παρέχουν μόνο γενικές πληροφορίες για τις έμμεσες οικονομικές συνέπειες των καταστροφών και επομένως δεν πρέπει να θεωρούνται ως εργαλεία πρόβλεψης ή πρόβλεψης.

Γενικά, δεν είναι εύκολο να φανεί η σύνδεση της κλιματικής αλλαγής με την χρηματοοικονομική. Ωστόσο, η κλιματική αλλαγή μπορεί να επηρεάσει τον χρηματοοικονομικό τομέα μέσω οικονομικής και νομισματικής αστάθειας.

Στην διατριβή αναλύθηκαν και κάποιες προτάσεις για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής, Όπως είναι η επένδυση ESG, η οποία έχει γίνει μια κορυφαία μορφή βιώσιμης χρηματοδότησης. Οι επενδύσεις ESG, έχουν αυξηθεί σε σχεδόν 40 τρισεκατομμύρια δολάρια, και αφορούν διαδικασίες οι οποίες απευθύνονται σε εταιρείες, οι οποίες θα πρέπει να λαμβάνουν υπόψιν τους περιβαλλοντικούς, κοινωνικούς και διακυβερνητικούς παράγοντες, κατά την λήψη επενδυτικών αποφάσεων. Οι αξιολογήσεις ESG, οι οποίες εφαρμόζονται πλέον σε εταιρείες που αντιπροσώπευαν περίπου το 80% της αγοράς κεφαλαιοποίησης (2020), έχουν εξελιχθεί τα τελευταία χρόνια ώστε να ενσωματώνουν μακροπρόθεσμους χρηματοοικονομικούς κινδύνους και ευκαιρίες στις διαδικασίες λήψης επενδυτικών αποφάσεων.

Ως αποτέλεσμα, οι επενδύσεις ESG βρίσκονται σε άνοδο. Στοιχεία από την Bank of America Corporation αποκάλυψαν ότι «οι επενδύσεις ESG έχουν αυξηθεί κατά περισσότερο από 97 τοις εκατό παγκοσμίως (από το 1997 έως το 2017)»

Η στρατηγική της ΕΕ, για την κλιματική αλλαγή και ως εκ τούτου για την μείωση του οικονομικού αντίκτυπου που έχει αυτή, αποσκοπεί στην προώθηση δράσης σε εθνικό επίπεδο και με συμμετοχή όλων των χωρών που έχουν ήδη υιοθετήσει μια εθνική πολιτική προσαρμογής. Η πλατφόρμα Climate-ADAPT — που αναπτύχθηκε από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή και τον ΕΟΠ — υποστηρίζει τη δράση με την ανταλλαγή γνώσεων σχετικά με την κλιματική αλλαγή και τις επιπτώσεις της, στρατηγικές και σχέδια προσαρμογής και μελέτες περιπτώσεων.

Έχουν ήδη επιβληθεί μέτρα στις εταιρείες και τις επιχειρήσεις. Αυτά τα μέτρα αφορούν όμως, κυρίως φόρους που αναγκάζονται οι επιχειρήσεις να πληρώσουν, όποτε έμμεσα δεν αποτελούν “σοβαρά” μέτρα αντιμετώπισης του προβλήματος. Αντίθετα, οι εταιρείες προτιμούν να ανοίγουν παραρτήματα σε χώρες που έχουν λιγότερους αυστηρούς νόμους δημιουργώντας έτσι ένα “παράδεισο” ρύπανσης.

Άλλα μέτρα που μπορούν να επιβάλλουν οι εταιρείες είναι: η ανακύκλωση και επαναχρησιμοποίηση των υλικών που μπορούν να ανακυκλωθούν, η ενημέρωση και εκπαίδευση του προσωπικού προς αυτή την κατεύθυνση, η επένδυση σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, η συνεργασία με εταιρείες που επίσης υποστηρίζουν τις περιβαλλοντικές πρακτικές, η ενθάρρυνση της τηλεργασίας σε εκείνους που χρειάζονται μεταφορικό μέσο για να φτάσουν στον χώρο εργασίας τους, η γνώση του ψηφιακού αποτυπώματος της εταιρείας, η εκπαίδευση του προσωπικού για τη μείωση της ρύπανσης του περιβάλλοντος.

## **6.2 Περιορισμοί**

Στην έρευνα που προηγήθηκε, χρησιμοποιήθηκε ξένη βιβλιογραφία της τελευταίας δεκαετίας και σκοπό είχε να αναλύσει τις οικονομικές απώλειες που προκύπτουν ως αποτέλεσμα της κλιματικής αλλαγής, σε παγκόσμιο επίπεδο. Υπάρχουν επιφυλάξεις σε ότι αφορά τη βιβλιογραφία, για το πόσο αποτελεσματικά είναι όντως τα χρηματοοικονομικά μοντέλα που χρησιμοποιούνται αυτή την στιγμή στην πραγματική πρόβλεψη των οικονομικών απωλειών από τις φυσικές καταστροφές.

## **6.3 Μελλοντική Έρευνα**

Θα πρέπει να γίνει ουσιαστική έρευνα τόσο όσο αφορά τα χρηματοοικονομικά μοντέλα που μπορούν να προβλέψουν τα οικονομικά αποτελέσματα της κλιματικής αλλαγής, αλλά και πως μπορούν να μειωθούν ουσιαστικά και οι οικονομικές επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής, αλλά και όλες οι αρνητικές συνέπειες που προκαλούνται από αυτήν.

## Βιβλιογραφία

Ζοπουνίδης Κ., Λεμονάκης Χ., 2021, Κλιματική αλλαγή – Χρηματοοικονομικοί κίνδυνοι και μελλοντικές επιπτώσεις, Οικονομικός Ταχυδρόμος, Ημ/νία ανάκτησης άρθρου 10/06/2023

Albright R και Mason B., 2013, Projected Near-Future Levels of Temperature and pCO<sub>2</sub> Reduce Coral Fertilization Success,  
<https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0056468>

Anwar A., Younis M., Ullah I., 2020, Impact of Urbanization and Economic Growth on CO<sub>2</sub> Emission: A Case of Far East Asian Countries, PMC, 17 (7):2531,  
doi: 10.3390/ijerph17072531

Azam Muhammad, Abdul Qayyum Khan, Hussin Bin Abdullah, Muhammad Ejaz Qureshi, 2016, The impact of CO<sub>2</sub> emissions on economic growth: evidence from selected higher CO<sub>2</sub> emissions economies, PMID: 26620862, DOI: 10.1007/s11356-015-5817-4

Beach Robert, Timothy, BSulser Allison Crimmins, NicolaCenacchi, Jefferson ColeMA<sup>c</sup>Naomi KFukagawa, Daniel Mason-D'CrozMA<sup>c</sup>SamuelMyers,<sup>f</sup>Marcus CSarofim, MatthewSmith, Lewis HZiska, 2019, Combining the effects of increased atmospheric carbon dioxide on protein, iron, and zinc availability and projected climate change on global diets: a modelling study, The Lancet Planetary Health, Volume 3, Issue 7, Pages e307-e317

Bessler D.A, H. Alan Love, B.A.McCarlX.Wu, 2014, Quantitative Methods in Agricultural Economics, Encyclopedia of Agriculture and Food, Systems, Pages 1-10,  
<https://doi.org/10.1016/B978-0-444-52512-3.00126-1>

Bigano Andrea, Francesco Bosello, Roberto Roson & Richard S. J. Tol, 2008, Economy-wide impacts of climate change: a joint analysis for sea level rise and tourism, SpringerLink, pages 765–791,  
<https://link.springer.com/article/10.1007/s11027-007-9139-9>

Bosello, Francesco, Robert J. Nicholls, Julie Richards, Roberto Roson & Richard S. J. Tol, 2012, Economic impacts of climate change in Europe: sea-level rise, <https://link.springer.com/article/10.1007/s10584-011-0340-1>

Bounoua L., F. G. Hall, P. J. Sellers, A. Kumar, G. J. Collatz, C. J. Tucker, M. L. Imhoff, 2010, Quantifying the negative feedback of vegetation to greenhouse warming: A modeling approach, *Advancing Earth and Space Science*, <https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1029/2010GL045338>

Botzen W. J. Wouter, Olivier Deschenes, and Mark Sanders, 2019, The Economic Impacts of Natural Disasters: A Review of Models and Empirical Studies, *Department of Environmental Economics, Institute for Environmental Studies*, volume 13, issue 2, pp. 167–188 doi: 10.1093/reep/rez004 (ResearchGate)

Caldeira K., Brown P.T., 2018, Reduced emissions through climate damage to the economy, *PNAS*, Volume 116 (3) 714-716, <https://doi.org/10.1073/pnas.1819605116>

Chen Mingxing, \* Hua Zhang, Weidong Liu, and Wenzhong Zhang, 2014, The Global Pattern of Urbanization and Economic Growth: Evidence from the Last Three Decades, *PMC*, 9(8): e103799, doi: 10.1371/journal.pone.0103799

Dechezleprete Antoine, Sato Misato, 2018, Green policies and firms' competitiveness, *Inclusive solutions for the green transition*, GGSD, GGKP6, OECD, pg 4-7

Ebi K. L., Ziska L. H., 2018, Increases in atmospheric carbon dioxide: Anticipated negative effects on food quality, <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1002600>

Economides G., Papandreou A., Sartzetakis E., Xepapadeas A., 2018, The economics of Climate Change, *Bank of Greece*, pg 41

Economy Statistics of Scottish, 2021, Supply, Use and Input-Output Tables, <https://www.gov.scot/publications/about-supply-use-input-output-tables/pages/environmental-input-output/>

Edenhofer O, et al., Technical summary. *Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the*

Intergovernmental Panel on Climate Change (Cambridge Univ Press, Cambridge, UK), pp. 31–32 (2014)

EIA, 2021, EIA projects that energy-related carbon dioxide emissions will rise over the next 30 years, <https://www.eia.gov/todayinenergy/detail.php?id=50036>

EPA, 2020, Recycling Economic Information,  
[https://www.epa.gov/sites/default/files/2020-11/documents/rei\\_report\\_508\\_compliant.pdf](https://www.epa.gov/sites/default/files/2020-11/documents/rei_report_508_compliant.pdf)

European Commision, 2021, Communication From thw commission to the European Parliament, thw council, thw European economic and Social committee and the committee of the regions empty, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/HTML/?uri=CELEX:52021DC0390&from=BG>

Girardin Martin P.,Edward H. Hogg,Pierre Y. Bernier,Werner A. Kurz,Xiao Jing Guo,Guillaume Cyr, 2016, Negative impacts of high temperatures on growth of black spruce forests intensify with the anticipated climate warming, Global Change Biology, <https://doi.org/10.1111/gcb.13072>

Gov. Scot., 2016, Computable General Equilibrium (CGE) Modelling and SG's CGE model, <https://www.gov.scot/publications/cge-modelling-introduction/>

Harfoot M., Tim Newbold,Greg McInerny,Matthew J. Smith,Jörn P. W. Scharlemann, 2014, Integrated assessment models for ecologists: the present and the future, <https://doi.org/10.1111/geb.12100>, Citations: 41

Harris M. J., Roach B., Codur A-M., 2017, The economics of Global Climate Change, GDAE,pg 15-29

Haryanto T.,Erlando A., Utomo Y., 2021, The Relationship Between Urbanization, Education, and GDP Per Capita in Indonesia, The Journal of Asian Finance, Economics and Business, Volume 8 Issue 5, Pages.561-572, 2288-4637(pISSN), 2288-4645(eISSN)

Perese K., 2010, INPUT-OUTPUT MODEL ANALYSIS: PRICING CARBON DIOXIDE EMISSIONS, Congressional Budget Office Washington, D.C., pg 26

Jardón Acel, Onno Kuik, Richard S.J. Tol, 2017, Economic growth and carbon dioxide emissions: An analysis of Latin America and the Caribbean, Elsevier, Vol. 30. Issue 2., pages 87-100, DOI: 10.20937/ATM.2017.30.02.02

Jevrejeva J.C. Moore A. Grinsted 2012, Sea level projections to AD2500 with a new generation of climate change scenarios, Global and Planetary Change, Volumes 80–81, Pages 14-20, <https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2011.09.006>

Liu Lirong, Gordon Huangb, Brian Baetzd, Guanhui Chenga, Scott M Pittendrighe, Siyue Pan, 2020, The Input-Output Modeling Analysis with Environmental Extensions for Climate Change Policy-Making: The Case Study of Saskatchewan, Canada, Institute for Energy, Environment and Sustainability Research, UR - BNU, Beijing Normal University, Beijing 100875, China.

McGee J A, York R, 2018, Asymmetric relationship of urbanization and CO2 emission in less developed countries, PMID, 7;13(12):e0208388, doi:10.1371/journal.pone.0208388

McLeod, E., Poulter, B., Hikel, J., Reyes, E. and Salm, R. (2010) 'Sea – level rise impacts models and environmental conservation: A review of models and their applications', Ocean & Coastal Management, 53 (9), p.p 507-517

Miller Gabrielle M., Sue-Ann Watson, Jennifer M. Donelson, Mark I. McCormick & Philip L. Munday, 2012, Parental environment mediates impacts of increased carbon dioxide on a coral reef fish, Springer, <https://www.nature.com/articles/nclimate1599>

Nicholis R., 2011, Planning for the Impacts of Sea Level Rise, Oceanography

Nordhaus, William, 2013, The Climate Casino. New Haven; London: Yale University Press.

Nordhaus William, 2017, Integrated Assessment Models of Climate Change, NBER

OECD, 2003, Policies to reduce greenhouse gas emissions in industry – Successful Approaches and Lessons Learned: Workshop Report, <https://www.oecd.org/env/cc/2956442.pdf>



OECD (2020), OECD Business and Finance Outlook 2020: Sustainable and Resilient Finance, OECD Publishing, Paris, <https://dx.doi.org/10.1787/eb61fd29-en>.

OECD, 2021, ESG Investing and Climate Transition, Market Practices, Issues and Policy Considerations, <https://www.oecd.org/finance/ESG-investing-and-climatetransition-Market-practices-issues-and-policy-considerations.pdf>.

Vol. 24, No. 2, SPECIAL ISSUE ON Sea Level (JUNE 2011), pp. 144-157, <https://www.jstor.org/stable/24861275>

Schlenker Wolfram and David B Lobell 2010, Robust negative impacts of climate change on African agriculture, <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/5/1/014010/meta>

Scott Daniel, Murray Charles Simpson, & Ryan Sim, 2012, The vulnerability of Caribbean coastal tourism to scenarios of climate change related sea level rise,

Journal of Sustainable Tourism, Volume 20, 2012 - Issue 6, <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/09669582.2012.699063>

Sperry John S. , Martin D. Venturas Henry N. Todd, Anna T. Trugman William R. L. Anderegg, Yujie Wang, and Xiaonan Tai, 2019, The impact of rising CO<sub>2</sub> and acclimation on the response of US forests to global warming, PNAS, 116 (51) 25734-25744, <https://doi.org/10.1073/pnas.1913072116>

Stern, Nicholas. 2007. The Economics of Climate Change: The Stern Review. Cambridge: Cambridge University Press. [www.hm-treasury.gov.uk/independent\\_reviews/stern\\_review\\_economics\\_climate\\_change/sternreview\\_index.cfm](http://www.hm-treasury.gov.uk/independent_reviews/stern_review_economics_climate_change/sternreview_index.cfm).

United Nations, 2023, Causes and Effects of Climate Change, <https://www.un.org/en/climatechange/science/causes-effects-climate-change>

Woodard DL, SJ Davis, JT Randerson, 2018, Economic carbon cycle feedbacks may offset additional warming from natural feedbacks. Proc Natl Acad Sci USA 116, 759–764.

[https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/TOR\\_Bureau.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/TOR_Bureau.pdf), Ημ/νία ανάκτησης 18/08/2022

<https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/09/ipcc-conflict-of-interest-2016.pdf>,  
Ημ/νία ανάκτησης 18/08/2022

[https://www-ipcc-ch.translate.goog/about/?\\_x\\_tr\\_sl=en&\\_x\\_tr\\_tl=el&\\_x\\_tr\\_hl=el&\\_x\\_tr\\_pto=sc](https://www-ipcc-ch.translate.goog/about/?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=el&_x_tr_hl=el&_x_tr_pto=sc),  
Ημ/νία ανάκτησης 18/08/2022

[www.eea.europa.eu](http://www.eea.europa.eu), Economic losses from climate-related extremes in Europe,  
Ημ/νία ανάκτησης 19/08/2022

<https://www.ncei.noaa.gov/access/billions/time-series> Ημ/νία ανάκτησης 19/08/2022

<https://nca2018.globalchange.gov/> Fourth National Climate Assessment, Volume II:  
Impacts, Risks, and Adaption in US, Ημ/νία ανάκτησης 19/08/2022

<https://www.swissre.com/institute/research/topics-and-risk-dialogues/climate-and-natural-catastrophe-risk/expertise-publication-economics-of-climate-change.html/>  
Ημ/νία ανάκτησης 20/08/2022

Ερευνητικό Πρόγραμμα Παγκόσμιας Αλλαγής των ΗΠΑ, 2014 U.S. Global  
Change Research Program, p.7