



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ
ΣΧΟΛΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΔΙΕΘΝΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΟΡΓΑΝΩΣΗΣ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ ΣΤΗ ΔΙΟΙΚΗΣΗ
ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ ΓΙΑ ΣΤΕΛΕΧΗ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕ ΤΙΤΛΟ:

**Διερεύνηση των Επιπτώσεων της Κλιματικής Αλλαγής
σε Επιλεγμένες Χώρες**

ΚΑΛΛΙΟΠΗ Α. ΠΑΠΠΑ
EMBA2039

Χρήστος Αγιακλόγλου - Καθηγητής (Επιβλέπων)
Δημήτριος Γεωργακέλλος - Καθηγητής (Μέλος επιτροπής)
Νικόλαος Γεωργόπουλος - Καθηγητής (Μέλος επιτροπής)

ΠΕΙΡΑΙΑΣ
Νοέμβριος 2022



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ

ΣΧΟΛΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΔΙΕΘΝΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΟΡΓΑΝΩΣΗΣ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ ΣΤΗ ΔΙΟΙΚΗΣΗ

ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ ΓΙΑ ΣΤΕΛΕΧΗ

ΒΕΒΑΙΩΣΗ ΕΚΠΟΝΗΣΗΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

«Δηλώνω υπεύθυνα ότι η διπλωματική εργασία για τη λήψη του μεταπτυχιακού τίτλου σπουδών, του Πανεπιστημίου Πειραιώς, στη Διοίκηση Επιχειρήσεων για Στελέχη : E-MBA» με τίτλο **Διερεύνηση των Επιπτώσεων της κλιματικής Αλλαγής σε Επιλεγμένες Χώρες** έχει συγγραφεί από εμένα αποκλειστικά και στο σύνολό της. Δεν έχει υποβληθεί ούτε έχει εγκριθεί στο πλαίσιο κάποιου άλλου μεταπτυχιακού προγράμματος ή προπτυχιακού τίτλου σπουδών, στην Ελλάδα ή στο εξωτερικό, ούτε είναι εργασία ή τμήμα εργασίας ακαδημαϊκού ή επαγγελματικού χαρακτήρα.

Δηλώνω επίσης υπεύθυνα ότι οι πηγές στις οποίες ανέτρεξα για την εκπόνηση της συγκεκριμένης εργασίας, αναφέρονται στο σύνολό τους, κάνοντας πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του πτυχίου μου».

Υπογραφή Μεταπτυχιακού Φοιτήτριας.....

Όνοματεπώνυμο..... ΠΑΠΠΑ ΚΑΛΛΙΟΠΗ....

Ημερομηνία..... 22/11/2022...

Η εργασία αυτή αφιερώνεται στην οικογένειά μου

Η κλιματική αλλαγή και οι επιπτώσεις της

Σημαντικοί όροι: κλίμα, κλιματική αλλαγή, ρύποι, διοξείδιο του άνθρακα, αποτύπωμα άνθρακα, θερμοκρασία.

Περίληψη

Το κλίμα της Γης δεν ήταν ποτέ σταθερό και συνεχώς μεταβαλλόταν. Στα τεσσαράμισι δισεκατομμύρια χρόνια της ζωής της γης το κλίμα έχει μεταβληθεί πολλές φορές καθώς οι παράμετροι που το επηρεάζουν έχουν υποστεί σημαντικές διακυμάνσεις. Όμως σήμερα όταν γίνεται αναφορά στην κλιματική αλλαγή, δεν εννοείται η μεταβολή του κλίματος από φυσικούς παράγοντες όπως συνέβαινε στο παρελθόν αλλά οι αλλαγές που παρατηρούνται στο κλίμα από την ανθρώπινη παρέμβαση στο φυσικό περιβάλλον. Η παγκόσμια άνοδος της θερμοκρασίας της ατμόσφαιρας και των θαλασσών, η άνοδος της στάθμης της θάλασσας και το λιώσιμο των πάγων αποτελούν ατράνταχτες αποδείξεις της κλιματικής αλλαγής. Η επιδείνωση της κλιματικής αλλαγής επιβαρύνει διαφορετικά κάθε χώρα του πλανήτη και οι δυσμενείς επιπτώσεις επηρεάζουν την σύνθεση, την ανθεκτικότητα ή την παραγωγικότητα των οικοσυστημάτων αλλά και την λειτουργία των κοινωνικοοικονομικών παραγόντων για την ανθρώπινη υγεία και ευημερία. Η παρούσα εργασία εξετάζει το φαινόμενο της κλιματικής και τις παγκόσμιες επιπτώσεις που παρουσιάζονται στην αγροτική γη. Συγκεκριμένα, εξετάζει τον τρόπο με τον οποίο οι παγκόσμιες εκπομπές ρύπων διοξειδίου του άνθρακα επηρεάζουν την έκταση της αγροτικής γης σε διάφορες περιοχές σε όλο τον πλανήτη. Για την ολοκλήρωση της στατιστικής ανάλυσης των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό IBM SPSS STATISTICS. Το αξιοποιούμενο υλικό της παρούσας εργασίας πηγάζει από επιστημονικά άρθρα, από σχετικές θεματολογίας συγγράμματα και από τις επίσημες ιστοσελίδες.

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή, κ. Χρήστο Αγιακλόγλου για την πολύτιμη καθοδήγηση και βοήθεια καθ' όλη τη διάρκεια της εκπόνησης της Διπλωματικής μου Εργασίας καθώς επίσης και όλους τους καθηγητές του Προγράμματος για τις νέες γνώσεις που μας πρόσφεραν απλόχερα.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια μου η οποία πάντα στηρίζει το κάθε μου βήμα.

Περιεχόμενα

Περίληψη	ii
Κατάλογος Πινάκων	iii
Κατάλογος Διαγραμμάτων	v
Κεφάλαιο 1	
Βασικές Έννοιες Κλιματικής Αλλαγής	
1.1 Εισαγωγή.....	1
1.2 Καιρός και Κλίμα	2
1.3 Κύριοι τύποι κλίματος.....	3
1.4 Το κλιματικό σύστημα.....	9
1.5 Παράγοντες που διαμορφώνουν το κλίμα	13
1.6 Κλιματική αλλαγή.....	15
1.7 Ενδείξεις κλιματικής αλλαγής	17
1.8 Δράσεις για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής.....	24
1.9 Ανακεφαλαίωση.....	29
Βιβλιογραφία Κεφαλαίου 1	31
Κεφάλαιο 2	
Βασικές έννοιες του φαινομένου του θερμοκηπίου.....	
2.1 Εισαγωγή.....	35
2.2 Το φαινόμενο του θερμοκηπίου	36
2.3 Τα Αέρια του θερμοκηπίου.....	38
2.4 Διοξείδιο του άνθρακα.....	42
2.5 Μεθάνιο	45
2.6 Υποξείδιο του αζώτου	48
2.7 Φθοριούχα αέρια και Υδρατμοί.....	51
2.8 Αποτύπωμα Άνθρακα	52
2.9 Χώρες παραγωγής μεγάλων ρύπων	53
2.10 Ανακεφαλαίωση	56
Βιβλιογραφία Κεφαλαίου 2.....	59
Κεφάλαιο 3	
Μακροοικονομικές Μεταβλητές.....	
3.1 Εισαγωγή.....	63
3.2 Έννοια του Ακαθάριστου Εγχώριου Προϊόντος και του Ακαθάριστου Εθνικού Προϊόντος.....	64
3.3 Μέτρηση ΑΕΠ	66

3.4 ΑΕΠ και Γεωργία.....	67
3.5 ΑΕΠ και κλιματική αλλαγή	68
3.6 Υγεία και Προσδόκιμο Ζωής.....	69
3.7 Υγεία και κλιματική αλλαγή.....	71
3.8 Τουρισμός	72
3.9 Τουρισμός και κλίμα	73
3.10 Ανακεφαλαίωση	74
Βιβλιογραφία Κεφαλαίου 3.....	77
Κεφάλαιο 4.....	
Αποτελέσματα Εμπειρικής Ανάλυσης.....	
4.1 Εισαγωγή.....	80
4.2 Παρουσίαση Δεδομένων και εξεταζόμενων μεταβλητών	81
4.2.1 Αυστρία.....	85
4.2.2 Ελβετία	87
4.2.3 Ελλάδα	88
4.2.4 Αυστραλία	90
4.2.5 Καναδάς.....	92
4.2.6 Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής.....	94
4.2.7 Ιαπωνία.....	96
4.2.8 Ινδία	98
4.3 Συμπεράσματα	100
Βιβλιογραφία Κεφαλαίου 4.....	102

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 1.1: Κλιματική ταξινόμηση σύμφωνα με τους Κέππεν-Γκάιγκερ	8
Πίνακας 2.1: Ευρείες Κατηγορίες πηγών εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου 2019-40	
Πίνακας 4.1: Συντελεστής Συσχέτισης των εξεταζόμενων μεταβλητών για την Αυστρία	85
Πίνακας 4.2: Αποτελέσματα της Ανάλυσης της Διακύμανσης των μεταβλητών για την χώρα Αυστρία	85
Πίνακας 4.3: Εκτίμηση του γραμμικού υποδείγματος για την Αυστρία	86
Πίνακας 4.4: Συντελεστής Συσχέτισης των εξεταζόμενων μεταβλητών για την Ελβετία	87
Πίνακας 4.5: Αποτελέσματα της Ανάλυσης της Διακύμανσης των μεταβλητών για την χώρα Ελβετία	87
Πίνακας 4.6: Εκτίμηση του γραμμικού υποδείγματος για την Ελβετία	88
Πίνακας 4.7: Συντελεστής Συσχέτισης των εξεταζόμενων μεταβλητών για την Ελλάδα	89
Πίνακας 4.8: Αποτελέσματα της Ανάλυσης της Διακύμανσης των μεταβλητών για την χώρα Ελλάδα	89
Πίνακας 4.9: Εκτίμηση του γραμμικού υποδείγματος για την Ελλάδα	90
Πίνακας 4.10: Συντελεστής Συσχέτισης των εξεταζόμενων μεταβλητών για την Αυσταλία	91
Πίνακας 4.11: Αποτελέσματα της Ανάλυσης της Διακύμανσης των μεταβλητών για την χώρα Αυστραλία.....	91
Πίνακας 4.12: Εκτίμηση του γραμμικού υποδείγματος για την Αυσταλία.....	92
Πίνακας 4.13: Συντελεστής Συσχέτισης των εξεταζόμενων μεταβλητών για τον Καναδά	93
Πίνακας 4.14: Αποτελέσματα της Ανάλυσης της Διακύμανσης των μεταβλητών για τον Καναδά.....	93
Πίνακας 4.15: Εκτίμηση του γραμμικού υποδείγματος για τον Καναδά.....	94
Πίνακας 4.16: Συντελεστής Συσχέτισης των εξεταζόμενων μεταβλητών για τις Η.Π.Α	95
Πίνακας 4.17: Αποτελέσματα της Ανάλυσης της Διακύμανσης των μεταβλητών για τις Η.Π.Α.	95
Πίνακας 4.18: Εκτίμηση του γραμμικού υποδείγματος για τις Η.Π.Α.....	96
Πίνακας 4.19: Συντελεστής Συσχέτισης των εξεταζόμενων μεταβλητών για την Ιαπωνία	97
Πίνακας 4.20: Αποτελέσματα της Ανάλυσης της Διακύμανσης των μεταβλητών για την Ιαπωνία.....	97
Πίνακας 4.21: Εκτίμηση του γραμμικού υποδείγματος για την Ιαπωνία	98
Πίνακας 4.22: Συντελεστής Συσχέτισης των εξεταζόμενων μεταβλητών για την Ινδία.....	99

Πίνακας 4.23: Αποτελέσματα της Ανάλυσης της Διακύμανσης των μεταβλητών για την Ινδία	99
Πίνακας 4.24: Εκτίμηση του γραμμικού υποδείγματος για την Ινδία	100

Κατάλογος Διαγραμμάτων

Διάγραμμα 1.1: Παγκόσμιος χάρτης κλιματικής ταξινόμησης Κέππεν-Γκρίγκερ 1980-2016.....	4
Διάγραμμα 1.2: Απεικόνιση του κύκλου του νερού.....	11
Διάγραμμα 1.3: Το κλιματικό σύστημα	12
Διάγραμμα 1.4: Ετήσια θερμοκρασία της επιφάνειας της Γης σε σύγκριση με τον μέσο όρο του 20ου αιώνα από το 1880 έως το 2021.....	18
Διάγραμμα 1.5: Ετήσια θερμοκρασία των ωκεανών σε σύγκριση με τον μέσο όρο του 20ου αιώνα από το 1880 έως το 2021.....	19
Διάγραμμα 1.6: Παγκόσμια μέση απόλυτη αλλαγή της στάθμης της θάλασσας, 1880–2021	20
Διάγραμμα 1.7: Σωρευτικό ισοζύγιο πάγου για την Γροιλανδία και την Ανταρκτική 1992–2020	21
Διάγραμμα 2.1: Το φαινόμενο του θερμοκηπίου	37
Διάγραμμα 2.2: Ετήσιες εκπομπές αερίων θερμοκηπίου παγκοσμίως 1990-2019	42
Διάγραμμα 2.3: Παγκόσμια κατανομή των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου ανά τομέα (2020).....	44
Διάγραμμα 2.4: Ετήσιες εκπομπές CO ₂ παγκοσμίως από το 1940 έως το 2020 (σε δισεκατομμύρια μετρικούς τόνους)	45
Διάγραμμα 2.5: Ετήσιες παγκοσμίως εκπομπές μεθανίου (CH ₄) από ανθρώπινες δραστηριότητες 1990-2019, ανά τομέα (σε εκατομμύρια μετρικούς τόνους ισοδύναμου διοξειδίου του άνθρακα)	47
Διάγραμμα 2.6: Ετήσιες εκπομπές μεθανίου (CH ₄) παγκοσμίως από το 1990 έως το 2019 (σε εκατομμύρια μετρικούς τόνους ισοδύναμο διοξειδίου του άνθρακα).....	48
Διάγραμμα 2.7: Παγκόσμιες εκπομπές υποξειδίου του αζώτου 1990-2019 (χιλιάδες μετρικοί τόνοι ισοδύναμου CO ₂).....	50
Διάγραμμα 2.8: Εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα το 2010 και το 2020, ανά επιλεγμένη χώρα (σε εκατομμύρια μετρικούς τόνους)	54
Διάγραμμα 2.9: Κατά κεφαλήν εκπομπές CO ₂ παγκοσμίως από το 1975 έως το 2020, ανά επιλεγμένη χώρα (σε μετρικούς τόνους)	55
Διάγραμμα 4.1: Απεικόνιση των τιμών της Αγροτικής Γης για της Χώρες Αυστραλία, Καναδά, Η.Π.Α και Ινδία.....	81
Διάγραμμα 4.2: Απεικόνιση των τιμών της Αγροτικής Γης για της Χώρες Αυστρία, Ελβετία, Ελλάδα και Ιαπωνία.....	82

Κεφάλαιο 1

Βασικές Έννοιες Κλιματικής Αλλαγής

1.1 Εισαγωγή

Ο καιρός και το κλίμα χρησιμοποιούνται πολλές φορές εναλλακτικά όμως είναι δύο έννοιες διαφορετικές που συνδέονται η μία με την άλλη. Το κλίμα της Γης δεν ήταν ποτέ σταθερό και συνεχώς μεταβαλλόταν. Κατά την αναφορά στην κλιματική αλλαγή, δεν εννοείται η μεταβολή του κλίματος από φυσικούς παράγοντες όπως συνέβαινε στο παρελθόν. Η κύρια αιτία των αλλαγών που παρατηρούνται στο κλίμα του πλανήτη τις τελευταίες δεκαετίες είναι η ανθρώπινη παρέμβαση στο φυσικό περιβάλλον.

Οι συγκέντρωση πληροφοριών από τους δορυφόρους και οι διάφορες μελέτες των επιστημών επιβεβαιώνουν ότι το κλίμα αλλάζει με ταχύ ρυθμό. Η παγκόσμια άνοδος της θερμοκρασίας της ατμόσφαιρας και των θαλασσών, η άνοδος της στάθμης της θάλασσας και το λιώσιμο των πάγων αποτελούν ατράνταχτες αποδείξεις της κλιματικής αλλαγής. Η επιδείνωση του περιβάλλοντος επηρεάζει κάθε χώρα του πλανήτη. Τα ακραία καιρικά φαινόμενα, η υπερθέρμανση αλλά και οι προβλέψεις για την εξέλιξη της κλιματικής αλλαγής ανάγκασαν τους διεθνείς οργανισμούς να αναλάβουν άμεσα δράση ιδρύοντας την Διακυβερνητική Ομάδα (IPCC) για την αξιολόγηση της κατάστασης. Τα συμβαλλόμενα κράτη συνεδριάζουν ανά έτος για τα ζητήματα που σχετίζονται με την κλιματική αλλαγή και προσπαθούν να θέσουν υπό έλεγχο την επερχόμενη καταστροφή μέσα από συμβάσεις Πλαίσια και Πρωτόκολλα που υπογράφονται.

Σε αυτό το κεφάλαιο γίνεται μία αναφορά στις βασικές έννοιες του καιρού, του κλίματος και της κλιματικής αλλαγής. Αναλύονται οι διαφορετικές κατηγορίες κλίματος, το κλιματικό σύστημα και γίνεται μία σύντομη ιστορική αναδρομή στην κλιματική αλλαγή. Στην συνέχεια αναλύονται οι παράγοντες που επηρεάζουν το κλίμα και παρουσιάζονται

οι διάφορες ενδείξεις. Τέλος, παρουσιάζονται οι πιο σημαντικές αποφάσεις και οι στόχοι που τέθηκαν από τα κράτη για την αντιμετώπιση της.

1.2 Καιρός και Κλίμα

Ο καιρός και το κλίμα είναι δύο αλληλένδετες έννοιες που σχετίζονται αλλά διαφέρουν ως προς τις χρονικές κλίμακες των αλλαγών αλλά και την πρόβλεψη τους. Ο καιρός είναι η παρούσα κατάσταση της ατμόσφαιρας σε μια συγκεκριμένη ώρα και τοποθεσία. Το κλίμα το οποίο διαμορφώνεται από τον καιρό είναι οι καιρικές συνθήκες σε μια τοποθεσία ή μια συγκεκριμένη περιοχή για μεγάλο χρονικό διάστημα. Πιο συγκεκριμένα, καιρός ορίζεται το σύνολο των καιρικών φαινομένων που συμβαίνουν στην τροπόσφαιρα της γης μία συγκεκριμένη χρονική στιγμή όπως η θερμοκρασία, η πίεση της υγρασίας και του ανέμου (ένταση και διεύθυνση) αλλά και όποιο άλλο καιρικό φαινόμενο τα συνοδεύει τόσο στην ξηρά όσο και στη θάλασσα. Η δεδομένη χρονική στιγμή μπορεί να οριστεί σε χρονική κλίμακα από λίγα λεπτά έως λίγες εβδομάδες. Μία επιπλέον ερμηνεία για τον καιρό σύμφωνα με το Climate Science αναφέρει ότι ο καιρός είναι η στιγμιαία κατάσταση της ατμόσφαιρας γύρω μας. Αποτελείται από βραχυπρόθεσμες μεταβολές σε λεπτά έως ημέρες μεταβλητών όπως η θερμοκρασία, η βροχόπτωση η υγρασία, η πίεση του αέρα, η θολερότητα, η ακτινοβολία, ο άνεμος και η ορατότητα. Η πρόβλεψη του καιρού περιορίζεται σε ημέρες.

Σύμφωνα με τον Andrew P. Ingersoll (1983), οι μεγάλης κλίμακας (μακρόχρονες) διακυμάνσεις των ατμοσφαιρικών συνθηκών του συστήματος της ατμόσφαιρας και των σχετικών μετεωρολογικών φαινομένων αποτελούν το κλίμα. Απλούστερα ο όρος κλίμα δηλώνει τις συνθήκες καιρού σ' ένα τόπο ή περιοχή, οι οποίες χαρακτηρίζονται από τη στατιστική (μέσες τιμές, μέγιστες, ελάχιστες κ.λ.π.) των μετεωρολογικών στοιχείων παραμέτρων του που αφορούν σε όλο το ύψος της ατμόσφαιρας, δηλαδή της θερμοκρασίας, της υγρασίας, και της διεύθυνσης και της ταχύτητας ανέμου, για χρονικό διάστημα μεγαλύτερο από 15-20 χρόνια (Oort 1971). Σύμφωνα με έναν άλλο ορισμό όταν αναφέρεται το κλίμα αναφέρονται όλα τα μοτίβα παραλλαγής των διαφορετικών ατμοσφαιρικών μεταβλητών με την πάροδο του χρόνου. Αυτές οι ατμοσφαιρικές μεταβλητές είναι η θερμοκρασία, η υγρασία, η ατμοσφαιρική πίεση, το αιολικό καθεστώς, η ηλιακή ακτινοβολία κ.λπ. Το κλίμα διακρίνεται συνήθως από το χρόνο

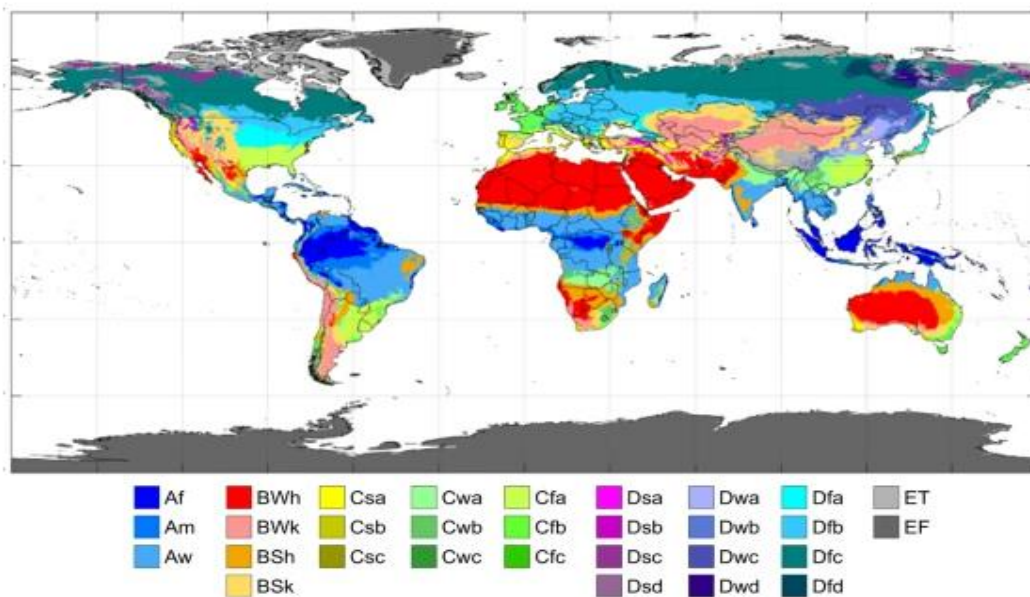
καθώς αναφέρεται στις μακροπρόθεσμες συνθήκες σε μια περιοχή (National Geographic Society).

Το 1923 ο Διεθνής Μετεωρολογικός Οργανισμός (IMO), μητρική εταιρεία του Παγκόσμιου Μετεωρολογικού Οργανισμού (WMO), όρισε ως χρονική περίοδο κατά την οποία τα δεδομένα δημιουργούν τον μέσο όρο σε περίπου 30 έτη. Όμως κάποιες φορές ως χρονική περίοδος αναφοράς είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν και τα 10 με 15 χρόνια, χωρίς να προκύπτουν σημαντικά σφάλματα (Cox, 2005).

1.3 Κύριοι τύποι κλίματος

Το πιο διαδεδομένο σύστημα ταξινόμησης κλίματος είναι το σύστημα Κέππεν (Köppen) το οποίο δημοσιεύτηκε για πρώτη φορά το 1884 από τον Ρώσο γεωγράφο, μετεωρολόγο, κλιματολόγο και βοτανολόγο Βλαντίμιρ Κέππεν (Wladimir Köppen) και στην συνέχεια τροποποιήθηκε από τον κλιματολόγο Ρούντολφ Γκάιγκερ. Σύμφωνα με το σύστημα Κέππεν το οποίο παρουσιάζεται στο Διάγραμμα 1.1 το κλίμα κατανέμεται σε πέντε ευρέως αποδεκτές κατηγορίες και βασίζεται στην θεωρία ότι η βλάστηση ενός τόπου είναι αυτή που καθορίζει και την κλιματική του ταξινόμηση. Για την ταξινόμηση του κλίματος χρησιμοποιούνται επίσης η μέση βροχόπτωση, η μέση θερμοκρασία και ο υετός. Στο σύστημα ταξινόμησης Κέππεν η κάθε κατηγορία αντιστοιχεί σε ένα κεφαλαίο γράμμα Α, Β, C, D και Ε, αντιπροσωπεύεται από ένα διαφορετικό χρώμα στους περισσότερους χάρτες και χωρίζεται σε υποκατηγορίες. Ειδικότερα, όπως απεικονίζεται και στο διάγραμμα η κατηγορία Α παρουσιάζεται με μπλε χρώματα η Β με κόκκινο, ροζ και πορτοκαλί η C με πράσινα και κίτρινα χρώματα η D με μωβ και γαλάζια χρώματα και η Ε με γκρι.

Το βασικό κριτήριο ταξινόμησης όπως απεικονίζεται στον Πίνακα 1.1 και εφαρμόζεται σε όλες τις κατηγορίες εκτός της κατηγορίας Β είναι η θερμοκρασία. Η κατηγορία Β υποδηλώνει κλίματα στα οποία ο παράγοντας ελέγχου της βλάστησης της είναι η ξηρότητα. Σύμφωνα με τον πίνακα το γράμμα Α χαρακτηρίζει τα θερμότερα τροπικά κλίματα τα οποία διαφοροποιούνται ανάλογα με την εποχικότητα της βροχόπτωσής. Το γράμμα C και D αντιστοιχούν στα εύκρατα και ηπειρωτικά κλίματα αντίστοιχα και το γράμμα Ε αντιπροσωπεύει τα πιο κρύα πολικά κλίματα.



Πηγή: Beck, H.E., Zimmermann, N. E., McVicar, T. R., Vergopolan, N., Berg, A., & Wood, E. F. - "Present and future Köppen-Geiger climate classification maps at 1-km resolution". *Nature Scientific Data*. DOI:10.1038/sdata.2018.214.

Διάγραμμα 1.1: Παγκόσμιος χάρτης κλιματικής ταξινόμησης Κέππεν-Γκρίγκερ 1980-2016

Ανάλογα με το μικρό γράμμα που ακολουθεί οι βασικές κατηγορίες επιμερίζονται σε υποκατηγορίες. Το πρόσθετο γράμμα f στην κατηγορία A αντιστοιχεί στο υγρό τροπικό κλίμα. Τα μέρη με υγρό τροπικό κλίμα είναι επίσης γνωστά και σαν τροπικά δάση, το m αναφέρεται στον τροπικό μουσώνα και το γράμμα w στην τροπική σαβάνα. Τα πιο κρύα κλίματα της κατηγορίας E και χωρίζονται σε συμβατικά σε Τούνδρα (ET) και χιόνι/παγωμένο (EF). Τα κλίματα C εύκρατο και D ηπειρωτικό χρησιμοποιούν ένα δεύτερο γράμμα για να δηλώσουν την ζέστη του καλοκαιριού ή το κρύο του χειμώνα. Το f υποδηλώνει μία περίοδο χωρίς ξηρασία, το w τον ξηρό χειμώνα και το s το ξηρό καλοκαίρι. Στις κατηγορίες C και D μπορεί να χρησιμοποιηθεί και ένα τρίτο γράμμα a, b, c, d για να χαρακτηρίσει επιπλέον το κλίμα σε υποτροπικό (a), εύκρατο (b), υποπολικό (c) για την κατηγορία C και σε εύκρατο θερμό (a), εύκρατο ημιπολικό (b), υποπολικό (c), σφοδρό (d) για την κατηγορία D. Τέλος, οι υποκατηγορίες για τα ξηρά κλίματα της κατηγορίας B, είναι η BW (ημίξηρο) και η BS (ξηρό), και η κάθε μία μπορεί να διαφοροποιηθεί επιπλέον προσθέτοντας το λατινικό γράμμα, h για το ζεστό και k για το κρύο. Τα κύρια χαρακτηριστικά των πέντε μεγάλων κατηγοριών κλίματος είναι τα παρακάτω:

Κατηγορία A, Τροπικό κλίμα. Είναι ένα ζεστό κλίμα όπου δεν υπάρχουν παγετοί, καθώς η θερμοκρασία δεν πέφτει κάτω από τους 0°C. Χαρακτηριστικό του είναι οι υψηλές θερμοκρασίες, με μέσες ετήσιες θερμοκρασίες άνω των 18°C, οι οποίες οφείλονται στη συχνότητα της ηλιακής ακτινοβολίας καθ' όλη τη διάρκεια του έτους, η υγρασία και οι

πολλές βροχές. Η τροπική ομάδα χωρίζεται σε τρεις βασικές υποκατηγορίες. Το τροπικό υγρό κλίμα ή αλλιώς τα τροπικά δάση (Af), τον τροπικό μουσώνα (Am) και τα τροπικά υγρά και ξηρά κλίματα (Aw). Αναλυτικότερα, τα μέρη με τροπικό υγρό κλίμα είναι γνωστά για τις θερμές θερμοκρασίες και τις τακτικές βροχοπτώσεις. Λόγω της εποχιακής σταθερότητας των τροπικών δασών οι μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες παραμένουν σχετικά σταθερές σε όλη την διάρκεια του έτους. Παρόλο που ορισμένα τροπικά κλίματα είναι υγρά όλο το έτος ενώ άλλα βάλλονται από περισσότερες βροχοπτώσεις δεν παρατηρούνται μεγάλες περιόδους ξηρασίας. Παραδείγματα περιοχών με τροπικό υγρό κλίμα είναι η πολιτεία της Χαβάης και η Μαλαισία. Οι τροπικοί μουσώνες είναι ισχυροί εποχικοί άνεμοι που δημιουργούνται συνήθως στην θάλασσα και αντιστρέφουν την κατεύθυνση του ανά έξι περίπου μήνες. Το καλοκαίρι συνήθως πνέουν από την θάλασσα προς την ξηρά δημιουργώντας μεγάλες βροχοπτώσεις ενώ τον χειμώνα η κατεύθυνση τους είναι από την ξηρά προς την θάλασσα. Οι μουσώνες συναντώνται κυρίως στην νότια Ασία και την Δυτική Αφρική. Τέλος, τα τροπικά υγρά και ξηρά κλίματα τα οποία αποκαλούνται και ως κλίματα σαβάνας χαρακτηρίζονται από υγρές και ξηρές περιόδους. Ανάλογα με το επίπεδο της βροχόπτωσης οι περιοχές που το εκπροσωπούν μπορεί να βρεθούν αντιμέτωπες με περιόδους ξηρασίας ή με πλημμύρες. Περιοχές που βρίσκονται σε αυτή την κατηγορία κλίματος είναι η Ινδία, η πεδιάδα Σερενγκέτι της Αφρικής, η Καλκούτα και η Αβάνα.

Κατηγορία Β, Ξηρό κλίμα, Τα κύρια χαρακτηριστικά του ξηρού κλίματος είναι οι χαμηλές βροχοπτώσεις, οι ακραίες διακυμάνσεις της θερμοκρασίας μεταξύ ημέρας και νύχτας και η στέρηση της υγρασίας του εδάφους καθώς η εξάτμιση είναι μεγαλύτερη από την καθίζηση. Υπάρχουν δύο τύποι ξηρού κλίματος, το ξηρό ή ερημικό κλίμα (BW) και το ημίξηρο γνωστό και ως κλίμα στέππας (BS) τα οποία υποδιαιρούνται σε θερμά και ψυχρά. Στα ερημικά κλίματα η εξατμοδιαπνοή είναι μικρότερη του μισού του υετού ενώ στα κλίματα στέππας η εξατμοδιαπνοή είναι υψηλότερη του μισού της τιμής του υετού αλλά οι τιμές της είναι και πάλι χαμηλές σε σχέση με τον συνολικό υετό. Στα ξηρά και ημίξηρα ζεστά κλίματα καταγράφονται οι υψηλότερες θερμοκρασίες του πλανήτη με την μέση ετήσια θερμοκρασία να είναι υψηλότερη των 18°C. Η βλάστηση είναι ελάχιστη και το φαινόμενο της ξηρασίας έντονο. Αυτοί οι κλιματικοί τύποι εμφανίζονται στη Σαχάρα, τη νοτιοδυτική Αφρική, την Αυστραλία και επίσης στο βορειοδυτικό Μεξικό, τις νοτιοδυτικές ΗΠΑ, τις ακτές του Περού, την Αραβία και το Πακιστάν. Στα ξηρά και ημίξηρα ψυχρά κλίματα οι θερμοκρασίες είναι μικρότερες σε σχέση με τα ζεστά και η μέση ετήσια θερμοκρασία δεν ξεπερνάει του 18°C. Οι βροχοπτώσεις είναι περιορισμένες αλλά εξαιτίας της χαμηλότερης θερμοκρασίας και εξατμισοδιαπνοής υπάρχει σχετική βλάστηση. Η κύρια αιτία για την δημιουργία αυτών των κλιμάτων είναι

η μεγάλη απόσταση από την θάλασσα σε συνδυασμό με ψηλές κορυφές βουνών που δημιουργούν φράγμα στην ροή των υγρών ανέμων. Οι τύποι αυτοί καταγράφονται ανατολικά των Βραχωδών ορών των ΗΠΑ και του Καναδά, στη βόρεια Κίνα, στις νότιες περιοχές της πρώην Σοβιετικής Ένωσης και στη δυτική και νότια Αργεντινή.

Κατηγορία C, Εύκρατο κλίμα. Το εύκρατο κλίμα θεωρείται το βέλτιστο κλίμα για την ανάπτυξη του πληθυσμού. Η μέση θερμοκρασία στο εύκρατο κλίμα είναι χαμηλότερη των 18°C και υψηλότερη των 0°C. Χαρακτηριστικό του είναι η υψηλή διακύμανση της θερμοκρασίας μεταξύ της ψυχρής και της θερμής του εποχής. Οι κύριοι τύπου του εύκρατου κλίματος είναι το μεσογειακό (Cs), το υγρό υποτροπικό (Cw) και το ωκεάνιο (Cf). Το μεσογειακό κλίμα έχει ζεστά καλοκαίρια και σύντομους χειμώνες με αρκετές βροχοπτώσεις. Η άνοιξη αποτελεί μία μεταβατική περίοδο με χειμερινά και θερινά χαρακτηριστικά και το φθινόπωρο έχει μικρή χρονική διάρκεια με άμεση μετάβαση στον χειμώνα. Το κατεξοχήν μεσογειακό κλίμα (Csa) έχει μέση θερμοκρασία στην ζεστή εποχή υψηλότερη των 22°C και εμφανίζεται στις ακτές της Μεσογείου και ορισμένων περιοχών της Καλιφόρνια, της κεντρικής Χιλής και της Αυστραλίας. Σε αντίθεση το μεσογειακό κλίμα η επαφή με τον ωκεανό δημιουργεί μέση θερμοκρασία χαμηλότερη των 22°C σε όλη την διάρκεια του έτους και λόγω της επιρροής του ωκεανού δεν εμφανίζεται καθόλου παγετός. Το συναντάμε στην βόρεια Πορτογαλία, σε ορισμένες περιοχές της δυτικής ακτής των ΗΠΑ και στην κεντρικοί κοιλάδα της Χιλής. Η κατηγορία του Υγρού υποτροπικού κλίματος ή γνωστό και ως κλίμα υπό την επιρροή των Μουσώνων (Cw) αποτελείται από ζεστά και υγρά καλοκαίρια και πολύ κρύους χειμώνες. Οι βροχοπτώσεις είναι ήπια κατανεμημένες σε όλη την διάρκεια του έτους. Οι υποκατηγορίες του είναι το υποτροπικό κλίμα με ξηρό χειμώνα (Cwa) με μέση θερμοκρασία του πιο θερμού μήνα μεγαλύτερη των 22°C, εύκρατο κλίμα με ξηρό χειμώνα (Cwb) όπου κανένας μήνας δεν έχει μέση θερμοκρασία υψηλότερη των 18°C και το υποπολικό κλίμα με ξηρό χειμώνα (Cwc) κατά το οποίο ένας με τρεις μήνες παρουσιάζουν μέσες θερμοκρασίες άνω των 10°C. Η τελευταία υποκατηγορία του εύκρατου κλίματος το υγρό ήπιο κλίμα (Cf) παρουσιάζεται από το υποτροπικό ωκεάνιο κλίμα (Cfa), το εύκρατο ωκεάνιο κλίμα (Cfb) και το ψυχρό ωκεάνιο κλίμα (Cfc). Το υποτροπικό ωκεάνιο κλίμα έχει μέση θερμοκρασία του πιο θερμού μήνα μεγαλύτερη των 22°C, το εύκρατο ωκεάνιο κλίμα και εμφανίζεται στην επικράτεια της Κίνας και των ΗΠΑ. Το Εύκρατο ωκεάνιο κλίμα είναι χαρακτηριστικό των ευρωπαϊκών περιοχών που επηρεάζονται από το ρεύμα του κόλπου και η μέση θερμοκρασία του πιο κρύου μήνα είναι υψηλότερη των 0°C (ή -3°C) αλλά χαμηλότερη των 18°C. Τέλος, το ψυχρό ωκεάνιο κλίμα παρουσιάζεται σε περιοχές με εύκρατο ωκεάνιο κλίμα σε υψηλό υψόμετρο όπως η Νότια Ισλανδία και η νότια Χιλή.

Κατηγορία D, Ηπειρωτικό κλίμα. Το κύριο χαρακτηριστικό των περιοχών με ηπειρωτικό κλίμα είναι οι ψυχροί χειμώνες, η μεγάλη διάρκεια του παγετού, και οι ακραίες εποχιακές αλλαγές. Η μέση θερμοκρασία του πιο κρύου μήνα είναι χαμηλότερη των 0°C. Υπάρχουν τρεις τύποι ηπειρωτικού κλίματος και συγκεκριμένα το υγρό ηπειρωτικό κλίμα (Df), το ηπειρωτικό κλίμα με ξηρό καλοκαίρι (Ds) και το ηπειρωτικό κλίμα με ξηρό χειμώνα (Dw). Το υγρό ηπειρωτικό κλίμα εμφανίζει σταθερές βροχοπτώσεις όλο τον χρόνο και η βλάστηση του περιλαμβάνει φυτά που είναι ανθεκτικά στις χαμηλές θερμοκρασίες. Ανάλογα με την θερμοκρασία που επικρατεί χωρίζεται σε υγρά υποτροπικά κλίματα (Dfa), υγρά εύκρατα κλίματα (Dfb), υγρά υποπολικά κλίματα (Dfc) και υγρά πολικά κλίματα (Dfd). Η μέση θερμοκρασία του πιο κρύου μήνα είναι -38°C και εμφανίζεται στα υγρά πολικά κλίματα ενώ η μέση θερμοκρασία του πιο ζεστού μήνα είναι υψηλότερη των 22°C και καταγράφεται στα υγρά υποτροπικά κλίματα. Τα υγρά ηπειρωτικά κλίματα εντοπίζονται στα κεντρικά και βορειοανατολικά τμήματα της Βόρειας Αμερικής, της Ευρώπης και της Ασίας. Πιο έντονα ηπειρωτικά κλίματα υπάρχουν στη βορειοανατολική Κίνα, τη νότια Σιβηρία, τη χερσόνησο της Κορέας και τα Καναδικά Λιβάδια όπου εντοπίζονται πολύ ψυχροί χειμώνες και θερμότερα μέγιστα καλοκαιρινά. Το ηπειρωτικό κλίμα με ξηρό καλοκαίρι (Ds) έχει ιδιαίτερα ξηρό καλοκαίρι καθώς οι βροχές του συγκεντρώνονται κυρίως τον χειμώνα και βλάστηση από φυτά που είναι ανθεκτικά στις χαμηλές θερμοκρασίες και σε μία ξηρή και θερμή περίοδο. Και αυτή η κατηγορία διασπάται σε τέσσερις υποκατηγορίες (Dsa, Dsb, Dsc, Dsd) ανάλογα με την θερμοκρασία που επικρατεί. Αντίθετα το ηπειρωτικό κλίμα με ξηρό χειμώνα (Dw) συγκεντρώνει τις βροχοπτώσεις στο καλοκαίρι και ο χειμώνας είναι ιδιαίτερα ξηρός. Ανάλογα με την θερμοκρασία δημιουργούνται τέσσερις υποκατηγορίες Dwa, Dwb, Dwc, Dwd.

Κατηγορία E, Πολικό κλίμα. Το κύριο χαρακτηριστικό του είναι οι χαμηλές θερμοκρασίες οι οποίες κυμαίνονται από -93°C έως 10°C, η απουσία της βλάστησης και η μόνιμη κάλυψη από πάγους. Οι χαμηλότερες θερμοκρασίες στη Γη σημειώνονται σε περιοχές όπου επικρατούν πολικά κλίματα. Το πολικό κλίμα βρίσκεται στον Αρκτικό ωκεανό, τη Γροιλανδία και την Ανταρκτική και καλύπτει περίπου το 22% του πλανήτη και θεωρείται ένας από τους σημαντικότερους παράγοντες για την διαμόρφωση του κλίματος της Γης. Οι δύο τύποι του πολικού κλίματος είναι το κλίμα τούνδρας (ET) και το παγωμένο κλίμα (EF). Το κλίμα Τούντρας θεωρείται το πιο ήπιο από τα πολικά κλίματα και η μέση θερμοκρασία μπορεί να φτάσει τους 10°C τον Ιούλιο. Η περιορισμένη βλάστηση του αποτελείται από βρύα και λειχήνες και σε κάποιες ηπιότερες περιοχές παρατηρούνται θάμνοι. Το παγωμένο κλίμα διατηρεί θερμοκρασίες που σπάνια υπερβαίνουν το μηδέν

ακόμη και το καλοκαίρι. Η βλάστηση είναι ανύπαρκτη και λίγοι οργανισμοί μπορούν να επιβιώσουν. Ο πάντα παρών πάγος βοηθά να διατηρείται ο καιρός κρύος αντανακλώντας το μεγαλύτερο μέρος της ενέργειας του Ήλιου πίσω στην ατμόσφαιρα.

Πίνακας 1.1:Κλιματική ταξινόμηση σύμφωνα με τους Κέππεν-Γκάιγκερ

A - Τροπικό κλίμα	
Af	Τροπικό Ισημερινό κλίμα / Τροπικό δάσος
Am	Κλίμα τροπικών μουσώνων
Aw	Κλίμα τροπικής σαβάνας (ξηρός χειμώνας)
As	Κλίμα τροπικής σαβάνας (ξηρό καλοκαίρι)
B - Ξηρό κλίμα	
BWh	Ζεστό κλίμα της ερήμου
BWk	Ψυχρό κλίμα της ερήμου
BSh	Θερμή στέπα - Ζεστό ημίξηρο κλίμα
BSk	Ψυχρή στέπα - Ψυχρό Ημίξηρο Κλίμα
C - Εύκρατο κλίμα	
Csa	Ζεστό-Καλοκαίρι Μεσογειακό Κλίμα
Csb	Θερμό-Καλοκαίρι Μεσογειακό Κλίμα
Cwa	Θερμό ωκεάνιο κλίμα / Υγρό υποτροπικό κλίμα
Cwb	Υποτροπικό ορεινό κλίμα ή εύκρατο ωκεάνιο κλίμα με ξηρούς χειμώνες.
Cwc	Ψυχρά υποτροπικά ορεινά/Υποπολικά ωκεάνια
Cfa	Υγρό Υποτροπικό Κλίμα
Cfb	Εύκρατο Ωκεάνιο Κλίμα
Cfc	Υποπολικό ωκεάνιο κλίμα
D - Ηπειρωτικό κλίμα	
Dsa	Υγρό Ηπειρωτικό Κλίμα - Ξηρό Ζεστό Καλοκαίρι
Dsb	Υγρό Ηπειρωτικό κλίμα - Ξηρό δροσερό καλοκαίρι
Dsc	Ηπειρωτικό - Ξηρό Κρύο Καλοκαίρι
Dsd	Ηπειρωτικό - Ξηρό καλοκαίρι, Πολύ κρύος χειμώνας
Dwa	Υγρά ηπειρωτικά ζεστά καλοκαίρια με ξηρούς χειμώνες
Dwb	Υγρό ηπειρωτικό ήπιο καλοκαίρι με ξηρούς χειμώνες
Dwc	Ηπειρωτικό με δροσερά καλοκαίρια και ξηρούς χειμώνες
Dwd	Ηπειρωτικό με κρύους χειμώνες και ξηρούς χειμώνες
Dfa	Υγρά ηπειρωτικά ζεστά καλοκαίρια με βροχόπτωση ανά έτος
Dfb	Υγρό Ηπειρωτικό Ήπιο Καλοκαίρι, Υγρό Όλο το Χρόνο
Dfc	Ηπειρωτικό με δροσερά καλοκαίρια και βροχοπτώσεις όλο το χρόνο
Dfd	Ηπειρωτικό με κρύους χειμώνες και βροχοπτώσεις όλο το χρόνο
E - Πολικό κλίμα	
ET	Πολική Τούνδρα
EF	Παγωμένο
ETH	Αλπικό

Οι χάρτες ταξινόμησης του Köppen αποτελούν ένα οδηγό σχετικά με το γενικό κλίμα των περιοχών στην Γη και παρόλο που δημοσιεύτηκαν για πρώτη φορά το 1884 εξακολουθούν να χρησιμοποιούνται από επιστήμονες και κλιματολόγους μέχρι σήμερα. Ο Köppen ενημέρωνε τους χάρτες μέχρι τον θάνατό του το 1940 και στην συνέχεια κλιματολόγοι, όπως ο Rudolf Geiger, ανέλαβαν να διατηρήσουν και ενημερώσουν τις εκδόσεις του χάρτη. Στο παρελθόν η ταξινόμηση Köppen έχει επικριθεί για πολλούς λόγους καθώς διάφοροι επιστήμονες υποστήριζαν ότι τα ακραία γεγονότα όπως μία περιόδικοί ξηρασία ή διαφορετικοί παράγοντες από την θερμοκρασία είναι εξίσου σημαντικοί για τον έλεγχο και την κατανομή του κλίματος. Παρόλο τους παραπάνω ισχυρισμούς οι χάρτες Köppen παραμένουν η πιο δημοφιλής ταξινόμηση που σχετίζεται με το κλίμα.

1.4 Το κλιματικό σύστημα

Το κλιματικό σύστημα είναι ένα σύνθετο σύστημα το οποίο δεν απευθύνεται μόνο στο κλίμα της γης αλλά και στις αλληλεπιδράσεις μεταξύ των πέντε βασικών συστατικών που αποτελούν τον πλανήτη δηλαδή την ατμόσφαιρα, την υδρόσφαιρα, την κρυόσφαιρα, την λιθόσφαιρα και τη βιόσφαιρα. Κάθε μία από αυτές τις συνιστώσες έχει διαφορετικά χαρακτηριστικά και ανταποκρίνεται με διαφορετική συμπεριφορά στην ενέργεια που εισέρχεται από το διάστημα. Η δυνατότητα τους να αποθηκεύουν την εισερχόμενη ενέργεια και στη συνέχεια να την απελευθερώνουν προσαρμόζει τις αλλαγές θερμοκρασίας από εποχή σε εποχή.

Η ατμόσφαιρα είναι το πιο ασταθές και γρήγορα μεταβαλλόμενο μέρος του συστήματος το οποίο εμπλέκεται άμεσα με την εισερχόμενη και εξερχόμενη ακτινοβολία. Παρόλα αυτά, η θερμική του ικανότητα είναι μικρότερη από το 1/1000 του ωκεανού. Η σύσταση της αποτελείται από άζωτο (N₂) 78,08%, οξυγόνο (O₂) 20,95% και αργό (Ar) 0,93%. Επιπλέον, στην σύσταση της υπάρχει και ένας αριθμός ιχνοστοιχείων, όπως το διοξείδιο του άνθρακα (CO₂), το μεθάνιο (CH₄), το υποξείδιο του αζώτου (N₂O) και το όζον (O₃), τα οποία απορροφούν και εκπέμπουν υπέρυθη ακτινοβολία. Τα συγκεκριμένα ιχνοστοιχεία γνωστά και ως αέρια του θερμοκηπίου, με συνολική αναλογία ανάμειξης όγκου σε ξηρό αέρα μικρότερο από 0,1% κατ' όγκο, παίζουν ουσιαστικό ρόλο στο ενεργειακό ισοζύγιο της Γης. Η ατμόσφαιρα περιέχει επίσης και υδρατμούς (H₂O), οι οποίοι θεωρούνται ως το ισχυρότερο αέριο του θερμοκηπίου.

Τέλος, εκτός από τα παραπάνω αέρια, η ατμόσφαιρα αποτελείται και από κάποια στερεά και υγρά σωματίδια και σύννεφα, τα οποία αλληλοεπιδρούν με την εισερχόμενη και εξερχόμενη ακτινοβολία.

Η υδρόσφαιρα περιλαμβάνει όλους τους υδατινούς πόρους στον πλανήτη, (επιφανειακούς και υπόγειους), όπως τα νερά των ωκεανών και των θαλασσών, τα ποτάμια και τις λίμνες καθώς και τους υδρατμούς της ατμόσφαιρας. Οι ωκεανοί καλύπτουν περίπου το 70% της επιφάνειας της Γης συνεπώς αυτόματα καθιστούν την υδρόσφαιρα ιδιαίτερα σημαντική φυσική πηγή της μεταβλητότητας του κλίματος καθώς αποθηκεύουν και μεταφέρουν μεγάλη ποσότητα ενέργειας. Ο υδρολογικός κύκλος που παρουσιάζεται στο Διάγραμμα 1.2 είναι η συνεχής κυκλοφορία του νερού μέσα στην υδρόσφαιρα, την ατμόσφαιρα και την λιθόσφαιρα. Η κυκλοφορία αυτή παράγει συνεχή ανταλλαγή ενέργειας και επηρεάζει σημαντικά το κλίμα του πλανήτη. Πιο συγκεκριμένα, στο διάγραμμα παρατηρείται ότι η ακτινοβολία που δέχονται τα επιφανειακά νερά προκαλεί την εξάτμιση. Η εξάτμιση του νερού προς την ατμόσφαιρα συγκεντρώνει υδρατμούς και δημιουργεί σύννεφα τα οποία υγροποιούνται και επιστρέφουν στην Γη ως βροχή ή με άλλες μορφή υετού (κατακρημνίσματα). Όταν το νερό φτάσει στην Γη έχει ως φυσικούς αποδέκτες τα επιφανειακά νερά και το έδαφος. Ένα μέρος του απορρέει προς του αποδέκτες, κάποιες ποσότητες του εξατμίζονται λόγω της διαπνοής των φυτών και ένα τμήμα του διαπερνά το έδαφος (διήθηση) και σχηματίζει τα υπόγεια ύδατα.

Ο κύκλος του νερού συγκροτείται από πολλά επιμέρους φαινόμενα και στο σύνολο του αποτελεί ένα σημαντικό καιρικό φαινόμενο. Οι αλλαγές στην ένταση των επιμέρους φαινομένων του υδρολογικού κύκλου σε παγκόσμιο επίπεδο δημιουργούν μακροπρόθεσμες επιπτώσεις στις συνθήκες διαβίωσης του πλανήτη. Οι μεταβολές στις ένταση των βροχοπτώσεων και στο επίπεδο της υγρασίας μαρτυρούν ότι ο κύκλος του νερού έχει επηρεαστεί σε σχέση με τα προηγούμενα χρόνια.

Η κρυόσφαιρα είναι το μέρος της Γης που περιλαμβάνει όλα τα μόνιμα παγωμένα εδάφη. Τα συστατικά της κρυόσφαιρας, κατά κύριο λόγο ο θαλάσσιος πάγος, ο πάγος σε λίμνες και ποτάμια, η χιονόπτωση και οι παγετώνες, τα οποία επηρεάζουν σημαντικά την διαμόρφωση του κλιματικού συστήματος. Η υψηλή αντανάκλαστικότητα της ηλιακής ακτινοβολίας, η χαμηλή θερμική αγωγιμότητα ορίζουν την κρυόσφαιρα ως σημαντικό ρυθμιστή της θερμοκρασίας του πλανήτη. Το λιώσιμο των πάγων μετατρέπει το στοιχείο του νερού από στέρεο στην υγρή του μορφή. Οι μεταβολές στον όγκο του αποτελούν και πιθανή πηγή μεταβολών στη παγκόσμια στάθμη της θάλασσας.



πηγή: [Ο υδρολογικός κύκλος, The Water Cycle, Greek | U.S. Geological Survey \(usgs.gov\)](http://www.usgs.gov)

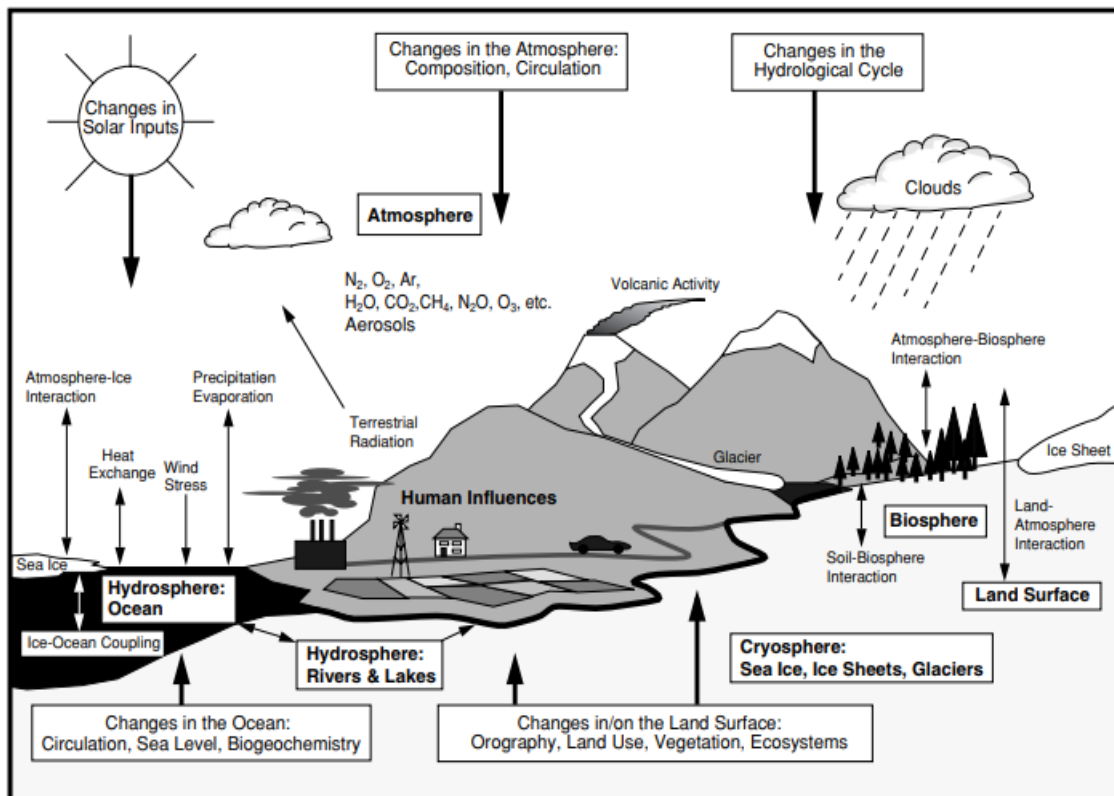
Διάγραμμα 1.2: Απεικόνιση του κύκλου του νερού

Η Λιθόσφαιρα αποτελείται από τον επιφανειακό φλοιό της Γης και ταξινομείται σε δύο κατηγορίες, την ωκεάνια και την ηπειρωτική. Ο ηπειρωτικός φλοιός αποτελείται από κορυφογραμμές, βουνά, λόφους, οροπέδια, πεδιάδες και κοιλάδες. Ο ωκεάνιος φλοιός σχηματίζεται από ωκεάνιες κορυφογραμμές που βρίσκονται στην μέση των ωκεανών. Η βλάστηση και το έδαφος συμβάλλουν στο να επιστέψουν στην ατμόσφαιρα την ενέργεια που λαμβάνεται από τον Ήλιο. Η λιθόσφαιρα θερμαίνεται γρήγορα κατά την διάρκεια της ημέρας και ψύχεται εξίσου γρήγορα το βράδυ. Ορισμένη ενέργεια επιστρέφει ως υπέρυθρη ακτινοβολία, θερμαίνοντας την ατμόσφαιρα και μαζί και την επιφάνεια του εδάφους. Σημαντικός είναι ο ρόλος της λιθόσφαιρας στην εξάτμιση του νερού. Η εξάτμιση της υγρασίας του εδάφους επηρεάζει σημαντικά και τη θερμοκρασία της επιφάνειας επειδή απαιτεί ενέργεια. Η συνεχής τροποποίηση της λιθόσφαιρας από τους ανθρώπους την καθιστά το λιγότερο σταθερό μέρος του συστήματος μετά την ατμόσφαιρα.

Η βιόσφαιρα είναι το τμήμα της επιφάνειας της γης και της ατμόσφαιράς όπου υπάρχουν έμβια όντα και οργανισμοί. Η θαλάσσια και χερσαία βιόσφαιρα είναι ένα σύνθετο σύστημα με σημαντικό αντίκτυπο στην σύνθεση της ατμόσφαιρας. Οι οργανισμοί μέσω της διαδικασίας της φωτοσύνθεσης αποθηκεύουν σημαντικές ποσότητες άνθρακα και διοξείδιο του άνθρακα αποκτώντας έτσι σημαντικό ρόλο στον κύκλο του άνθρακα. Η αλληλεξάρτηση των έμβιων όντων με το περιβάλλον που ζουν δημιουργεί τα οικοσυστήματα. Ένα οικοσύστημα μπορεί είτε να τροποποιείται από την φύση μέσα από φυσικές καταστροφές είτε από τον άνθρωπο μέσα από την αλιεία, την γεωργία ή την καταστροφή των φυσικών πόρων και την ρύπανση. Η διατήρηση της

ισορροπίας σε ένα οικοσύστημα είναι αναγκαία καθώς οι μεταβολές του επηρεάζουν το συνολικό κλιματικό σύστημα.

Το κλίμα διαμορφώνεται από την απορρόφηση και αντανάκλαση της ηλιακής ενέργειας μεταξύ του σύμπαντος και της γης. Το ένα τρίτο της ηλιακής ενέργειας επιστρέφει πίσω στο διάστημα, ενώ το υπόλοιπο απορροφάτε από τις διαφορετικές συστατώσεις του κλιματικού συστήματος. Στο Διάγραμμα 1.3 αποτυπώνεται μία σχηματική αναπαράσταση του κλιματικού συστήματος. Ειδικότερα, το διάγραμμα αναπαριστά τα πέντε βασικά συστατικά του συστήματος, τις διαδικασίες και τις αλληλεπιδράσεις τους. Τα λεπτά βέλη απεικονίζουν τις διαδικασίες και τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ των στοιχείων και τα έντονα βέλη αναφέρουν ορισμένες πτυχές που μπορεί να αλλάξουν.



Πηγή : [TAR-01 \(ipcc.ch\)](http://TAR-01(ipcc.ch))

Διάγραμμα 1.3: Το κλιματικό σύστημα

Παρόλο που τα συστατικά του κλιματικού συστήματος διαφέρουν κατά την σύσταση τους την δομή και την συμπεριφορά τους είναι μεταξύ τους αλληλένδετα και συνδέονται με την θερμότητα. Όπως για παράδειγμα παρατηρείται και από το διάγραμμα οι ωκεανοί και η ατμόσφαιρα συνδέονται έντονα και ανταλλάσσουν θερμότητα και υδρατμούς μέσα από την εξάτμιση. Οποιαδήποτε μεταβολή, φυσική ή ανθρωπογενής, στα στοιχεία του κλιματικού συστήματος και στις αλληλεπιδράσεις τους, μπορεί να οδηγήσει σε κλιματικές διακυμάνσεις.

1.5 Παράγοντες που διαμορφώνουν το κλίμα

Το κλίμα κάθε τόπου επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες. Το ενεργειακό ισοζύγιο της γης καθορίζεται από την μέση θερμοκρασία η οποία ρυθμίζεται από την ισορροπία μεταξύ της εισερχόμενης και της εξερχόμενης ενέργειας. Λόγω αυτού, οποιοσδήποτε παράγοντας που μπορεί να προκαλέσει μια μεταβολή στην ποσότητα της εισερχόμενης ή της εξερχόμενης ενέργειας, ο οποίος διατηρείται για μεγάλο χρονικό διάστημα (δεκαετίες ή περισσότερο), μπορεί να επηρεάσει και το κλίμα μίας περιοχής. Οι κύριοι παράγοντες που διαμορφώνουν το κλίμα από τόπο σε τόπο είναι το γεωγραφικό πλάτος, το υψόμετρο, η απόσταση από την θάλασσα, το ανάγλυφο του εδάφους και οι άνεμοι. Επιπλέον παράγοντες που συντελούν στην μεταβολή του κλίματος είναι η ηφαιστειακή δραστηριότητα, οι διακυμάνσεις σε ωκεάνια ρεύματα ή ο όγκος των παγετώνων, οι μεταβολές στην ατμοσφαιρική κυκλοφορία (αέρια θερμοκηπίου) η ηλιακή παραγωγή, η τροχιά της Γης γύρω από τον Ήλιο και η κλίση του άξονα της περιστροφής της γης.

Αναλυτικότερα, η απόσταση από τον ισημερινό καθορίζει την θερμοκρασία ενός τόπου. Η θερμοκρασία μίας περιοχής αυξάνεται όσο πιο κοντά αυτή βρίσκεται στον ισημερινό και μειώνεται όσο απομακρύνεται από αυτόν. Αυτό συμβαίνει λόγω της καμπύλης της επιφάνειας της Γης καθώς η ενέργεια από τον ήλιο διασκορπίζεται σε μεγαλύτερη επιφάνεια για τις περιοχές που είναι μακριά από τον ισημερινό. Αντίστοιχα, η θερμοκρασία μεταβάλλεται ανάλογα με το υψόμετρο στο οποίο βρίσκεται μία περιοχή και συγκεκριμένα μειώνεται κατά 1°C για κάθε 100 μέτρα υψόμετρο. Όσο πιο ψηλά είναι μία περιοχή σε σχέση με την επιφάνεια της θάλασσας τόσο πιο ψυχρό θα είναι το κλίμα της καθώς ο αέρας γίνεται πιο αραιός και η ικανότητα του να απορροφήσει και να διατηρήσει την θερμότητα μειώνεται. Εφόσον η θάλασσα θερμαίνεται και ψύχεται με πιο αργούς ρυθμούς από ότι η Γη η απόσταση ενός τόπου από την θάλασσα επηρεάζει το κλίμα του. Η θερμοκρασία στις παράκτιες περιοχές είναι χαμηλότερη με πιο ζεστούς χειμώνες και πιο δροσερά καλοκαίρια από εκείνες στην ενδοχώρα. Η επιφάνεια της γης έχει σημαντικό ρόλο στην διαμόρφωση του κλίματος καθώς η ατμοσφαιρική θερμοκρασία εξαρτάται από την ποσότητα του ηλιακού φωτός που απορροφάται ή αντανακλάται. Επιπλέον, οι άνεμοι επηρεάζουν και αυτοί με την σειρά τους την θερμοκρασία ενός τόπου καθώς οι άνεμοι που πνέουν από ζεστή περιοχή θα

ανεβάσουν την θερμοκρασία ενώ οι άνεμοι που πνέουν από ψυχρές περιοχές θα μειώσουν την θερμοκρασία.

Τα ηφαίστεια μπορούν να επίσης να επηρεάσουν το κλίμα ενός τόπου. Οι εκρήξεις των ηφαιστειών ελευθερώνουν στην ατμόσφαιρα μεγάλες ποσότητες ηφαιστειακών αερίων όπως διοξείδιο του θείου και του άνθρακα και τέφρα. Το διοξείδιο του θείου είναι εφικτό να προκαλέσει ψύξη ενώ το διοξείδιο του άνθρακα το οποίο είναι αέριο του θερμοκηπίου συμβάλλει στην υπερθέρμανση. Τα ωκεάνια ρεύματα μπορούν να αυξήσουν ή να μειώσουν τις θερμοκρασίες. Η συνεχής κίνηση του νερού βόρεια ή νότια μεταφέρει ζεστό ή κρύο νερό το οποίο επηρεάζει τον αέρα, θερμαίνοντας ή ψύχοντάς τον. Η κλίση και η τροχιά της Γης επηρεάζουν την ποσότητα της ηλιακής ενέργειας που δέχεται το κάθε μέρος στον πλανήτη. Η αλλαγή στην ηλιοφάνεια σε ένα μέρος μπορεί να αλλάξει το κλίμα του.

Οι παραπάνω παράγοντες επηρεάζουν το κλίμα με φυσικό τρόπο. Η πιο σημαντική παρεμβολή στην διαμόρφωση του κλίματος είναι οι διάφορες ανθρώπινες δραστηριότητες οι οποίες θεωρούνται ως ο κύριος μοχλός για την αύξηση της θερμοκρασίας στην Γη. Η καύση ορυκτών καυσίμων μέσα από την οποία συγκεντρώνονται αέρια του θερμοκηπίου εμποδίζει την διαφυγή της θερμότητας. Τα δάση προσλαμβάνουν διοξείδιο του άνθρακα (αποτρέποντας την συσσώρευση του στην ατμόσφαιρα) και απελευθερώνουν οξυγόνο μέσα από την διαδικασία της φωτοσύνθεσης. Η αποψίλωση των δασών και οι πυρκαγιές διοχετεύουν στην ατμόσφαιρα το αποθηκευμένο διοξείδιο του άνθρακα και συμβάλουν στην υπερθέρμανση του πλανήτη. Τα περισσότερα δάση καταστρέφονται από τον άνθρωπο για να δημιουργηθεί χώρος για την γεωργία, την δημιουργία πόλεων ή άλλων ανθρώπινων δραστηριοτήτων. Η παρουσία των δασών είναι εφικτό να συμμετέχει στην ρύθμιση των βροχοπτώσεων παγκοσμίως ενώ η απουσία τους συμβάλλει στην αυξημένη απορρόφησή ενέργειας από τον ήλιο και στην αύξηση της θερμοκρασίας. Η γεωργία είναι μία από τις πιο γνωστές ανθρώπινες αιτίες για την μεταβολή του όχι μόνο σε μία περιοχή αλλά σε παγκόσμια κλίμακα. Κάθε στάδιο της γεωργίας απελευθερώνει σημαντικές ποσότητες αερίων του θερμοκηπίου και συμβάλλει στην επιτάχυνση της διάβρωσης του εδάφους. Σύμφωνα με τα παραπάνω η αύξηση του φαινομένου του θερμοκηπίου και η υπερθέρμανση του πλανήτη καθιστούν βασικό υπεύθυνο τον άνθρωπο.

1.6 Κλιματική αλλαγή

Η κλιματική αλλαγή είναι η μακροχρόνια μεταβολή της θερμοκρασίας και των τυπικών καιρικών συνθηκών σε ένα μέρος. Η κλιματική αλλαγή θα μπορούσε να αναφέρεται σε μία συγκεκριμένη τοποθεσία ή στον πλανήτη στο σύνολο του. Συχνά η κλιματική αλλαγή αναφέρεται συγκεκριμένα στην άνοδο των παγκόσμιων θερμοκρασιών από τα μέσα του 20ου αιώνα έως σήμερα (National Geographic Society). Η ανθρώπινη δραστηριότητα θεωρείται η κύρια αιτία των κλιματικών αλλαγών. Στη Σύμβαση Πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για τις Κλιματικές Μεταβολές (UNFCCC) ο όρος κλιματική αλλαγή αναφέρεται στην αλλαγή του κλίματος που αποδίδεται άμεσα ή έμμεσα στην ανθρώπινη δραστηριότητα η οποία αλλοιώνει τη σύνθεση της παγκόσμιας ατμόσφαιρας και η οποία είναι επιπλέον της φυσικής κλιματικής μεταβλητότητας που παρατηρείται σε συγκρίσιμες χρονικές περιόδους. Οι δυσμενείς επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής ορίζονται ως οι αλλαγές στο φυσικό περιβάλλον που έχουν σημαντικές επιβλαβείς επιπτώσεις στην σύνθεση, την ανθεκτικότητα ή την παραγωγικότητα των οικοσυστημάτων αλλά και στην λειτουργία των κοινωνικοοικονομικών παραγόντων για την ανθρώπινη υγεία και ευημερία.

Στα τεσσεράμισι δισεκατομμύρια χρόνια της ζωής της γης το κλίμα έχει μεταβληθεί πολλές φορές καθώς οι παράμετροι που το επηρεάζουν έχουν υποστεί σημαντικές διακυμάνσεις. Οι αλλαγές που συνέβησαν στο διάστημα της ζωής της γης είναι αμέτρητες και κάποιες από αυτές είναι καταστροφικές καθώς προκάλεσαν γεγονότα μαζικής εξαφάνισης διαφόρων ειδών. Παρότι είναι προφανές ότι η ανθρώπινη δραστηριότητα έχει σημαντικές επιπτώσεις στο περιβάλλον, στο παρελθόν η κλιματική αλλαγή ήταν αποτέλεσμα κυρίως φυσικών αιτιών, όπως οι μικρές αλλαγές στην τροχιά της Γης το οποίο έχει σαν αποτέλεσμα να αλλάζει και η ποσότητα της ηλιακής ενέργειας που εισέρχεται σε αυτή. Περίπου πριν από 770 εκατομμύρια χρόνια οι επιστήμονες πιστεύουν ότι η Γη ήταν καλυμμένη με πάγο. Η ψύξη αυτή ήταν αποτέλεσμα πολλών ηφαιστειακών εκρήξεων οι οποίες απελευθέρωσαν σωματίδια αερίου θείου στην ατμόσφαιρα τα οποία αντέδρασαν με την ηλιακή ακτινοβολία. Η αύξηση των επιπέδων του διοξειδίου του άνθρακα πριν από περίπου 305 εκατομμύρια χρόνια προκάλεσε την εξαφάνιση του ανθρακοφόρου τροπικού δάσους οδηγώντας σε μια αλλαγή στους τύπους των φυτικών και ζωικών κοινοτήτων. Τα απολιθώματα ζώων και φυτών της Κριτιδικής περιόδου (περίπου 144–65 εκατομμύρια χρόνια πριν) που βρέθηκαν σε πολύ υψηλότερα γεωγραφικά πλάτη από αυτά που θα μπορούσαν να επιβιώσουν σήμερα φανερώνουν ότι η θερμοκρασία στην Γη ήταν πολύ υψηλότερη σε

σχέση με την σημερινή. Το πιο γνωστό γεγονός της ακραίας κλιματικής αλλαγής είναι πριν από 66 εκατομμύρια χρόνια στο τέλος της Κριτιδικής περιόδου η εξαφάνιση των δεινοσαύρων. Η σύγκρουση της Γης με έναν αστεροειδή προκάλεσε πυκνά σύννεφα τέφρας και σωματιδίων που εκτοξεύτηκαν στην ατμόσφαιρα και εξαπλώθηκαν πάνω από τον πλανήτη. Η τέφρα της πρόσκρουσης μείωσε την ποσότητα του εισερχόμενου ηλιακού φωτός. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα να σταματήσει η φωτοσύνθεση των φυτών και να μειωθεί δραματικά η θερμοκρασία οδηγώντας έτσι σε μια εποχή των παγετώνων.

Οι επιστήμονες γνωρίζουν ότι η Γη έχει βιώσει τουλάχιστον πέντε μεγάλες εποχές παγετώνων και συγκεκριμένα πριν 2,4-2,1 δισεκατομμύρια χρόνια την Χουρογιαννή περίοδο, 850-635 εκατομμύρια χρόνια πριν την Κρυογενή περίοδο, την περίοδο Ανδέων – Σαχάρας πριν 460-430 εκατομμύρια χρόνια, την περίοδο Καρού πριν από 360-260 εκατομμύρια χρόνια και την Τεταρτογενής περίοδο πριν από 2,6 εκατομμύρια χρόνια. Μία εποχή παγετώνων αποτελείται από μία περίοδο ψυχρών παγκόσμιων θερμοκρασιών ικανή να διαρκέσει εκατοντάδες εκατομμύρια χρόνια. Κατά την διάρκεια μίας εποχής παγετώνων οι υψηλές παγκόσμιες θερμοκρασίες οδηγούν στην κάλυψη με πάγο της επιφάνειας της Γης. Η πιο πρόσφατη περίοδος παγετώνων, συχνά γνωστή απλώς ως «εποχή των παγετώνων», έφτασε σε συνθήκες αιχμής πριν από περίπου 12.000 χρόνια πριν δώσει τη θέση της στη μεσοπαγετωνική εποχή του Ολόκαινου. Οι πάγοι άρχισαν να υποχωρούν χωρίς να έχουν εξαφανιστεί εντελώς καθώς η ύπαρξη τους στην Ανταρκτική και τη Γροιλανδία υποδηλώνει ότι ο πλανήτης βρίσκεται ακόμα σε μια εποχή παγετώνων. Οι αλλαγές στην επιφάνεια της Γης από του παγετώνες είναι τεράστιες καθώς οι παγετώνες αναδιαμορφώνουν το έδαφος διαβρώνοντας τους βράχους και χώμα και τους με το τεράστιο βάρος τους να πιέζει τον φλοιό της Γης. Παράλληλα η στάθμη της θάλασσας πέφτει.

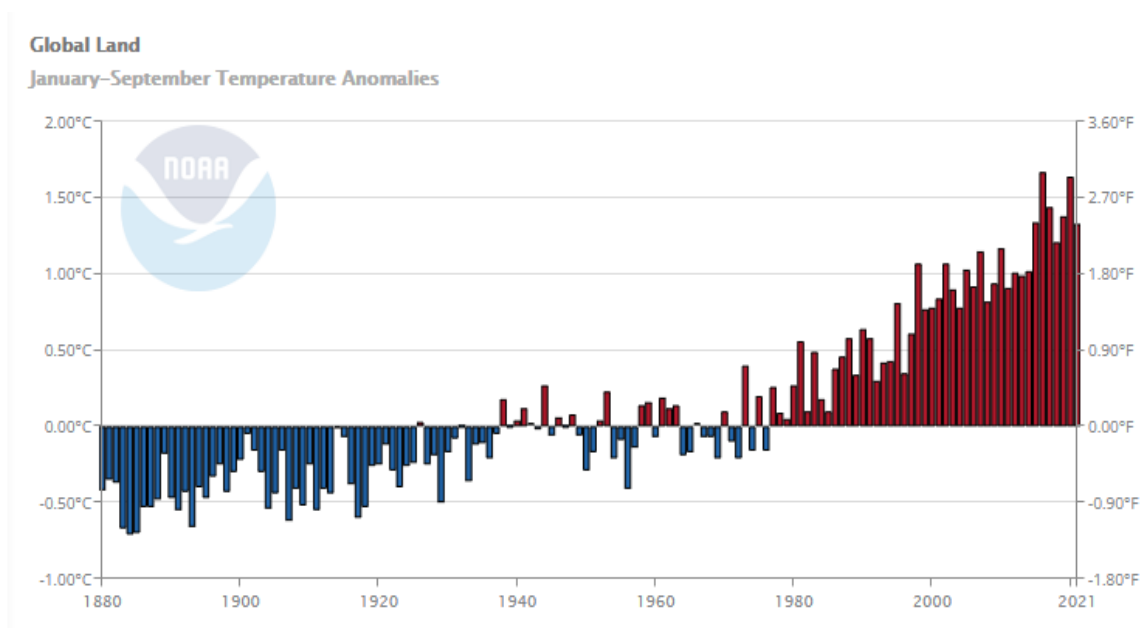
Η αύξηση στην παγκόσμια θερμοκρασία των τελευταίων περίπου 300 ετών είναι αιτία κυρίως των ανθρώπινων δραστηριοτήτων. Η εφεύρεση της πρώτης ευρέως χρησιμοποιούμενης ατμομηχανής από τον Thomas Newcomen το 1712 και η παρουσίαση του πρώτου αυτοκινήτου από τον Karl Benz το 1886 αυξάνει την χρήση του άνθρακα στην κλίμακα της βιομηχανίας. Η βιομηχανική επανάσταση με την σειρά της δημιουργεί νέες προοπτικές και ενισχύει την καύση του άνθρακα. Ο παγκόσμιος πληθυσμός αυξάνεται συνεχώς φτάνοντας τα πέντε δισεκατομμύρια το 1987 από ένα δισεκατομμύριο που βρισκόταν το 1800. Η επιστημονική παραδοχή για την κλιματική αλλαγή πραγματοποιήθηκε τον 19^ο αιώνα όταν για πρώτη φορά εντοπίστηκε το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Οι ανθρώπινες ενέργειες επηρεάζουν ολοένα και

περισσότερο το κλίμα και τη θερμοκρασία της γης. Η καύση του άνθρακα, του πετρελαίου και του φυσικού αερίου, η καταστροφή των δασών των δασών, η αύξηση της κτηνοτροφίας, τα αζωτούχα λιπάσματα και τα φθοριούχα αέρια συμβάλλουν στην αύξηση των αερίων του θερμοκηπίου επιδεινώνοντας το φαινόμενο και την υπερθέρμανση του πλανήτη.

1.7 Ενδείξεις κλιματικής αλλαγής

Η κλιματική αλλαγή είναι πλέον γεγονός. Οι δορυφόροι που βρίσκονται σε τροχιά γύρω από την Γη αλλά και η εξέλιξη της τεχνολογίας αποκαλύπτει στους επιστήμονες την πραγματική εικόνα της Γης. Οι διαφορετικοί τύποι πληροφοριών και δεδομένων που συλλέγονται σχετικά με τον πλανήτη και το κλίμα τεκμηριώνουν τα σήματα ενός ταχεία μεταβαλλόμενου κλίματος. Η ασυνήθιστα ταχεία αύξηση της μέσης θερμοκρασίας ονομάζεται υπερθέρμανση του πλανήτη. Η αλλαγή της θερμοκρασίας σε σχέση με τον περασμένο αιώνα οφείλεται σε μεγάλο βαθμό στις αυξημένες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα και των υπολοίπων αερίων του θερμοκηπίου που απελευθερώνονται από τους ανθρώπους.

Καθώς ο πλανήτης γίνεται όλο και πιο ζεστός ο πιο εύκολα μετρήσιμος δείκτης της κλιματικής αλλαγής είναι η άνοδος της παγκόσμιας θερμοκρασίας. Σύμφωνα με τις αναλύσεις που παρουσιάζονται στο Διάγραμμα 1.4 η μέση παγκόσμια θερμοκρασία της επιφάνειας της γης έχει αυξηθεί περίπου 1 βαθμό Κελσίου από το 1980. Όπως χαρακτηριστικά φανερώνει το διάγραμμα οι μπλε ράβδοι υποδεικνύουν τις ψυχρότερες θερμοκρασίες που έχουν καταγραφεί ανά έτος σε σχέση με τον μέσο όρο. Αντίθετα, οι κόκκινοι ράβδοι φανερώνουν τις θερμότερες θερμοκρασίες που έχουν καταγραφεί ανά έτος από τον μέσο όρο. Οι μελέτες επισημαίνουν επίσης ότι η αυξητική αυτή τάση επιταχύνεται με την πάροδο του χρόνου καθώς η θερμοκρασία της γης έχει αυξηθεί κατά 0,14°F (0,08°C) ανά δεκαετία από το 1880 και ο ρυθμός θέρμανσης τα τελευταία 40 χρόνια είναι υπερδιπλάσιος από 0,32°F (0,18°C) ανά δεκαετία από το 1981. Η υπερθέρμανση του πλανήτη δεν σημαίνει ότι η θερμοκρασία αυξήθηκε κατά ένα βαθμό Κελσίου σε όλο τον κόσμο. Η θερμοκρασία μπορεί να αυξηθεί κατά 3 βαθμούς Κελσίου σε μία περιοχή και να μειωθεί κατά 2 βαθμούς Κελσίου σε μία άλλη.



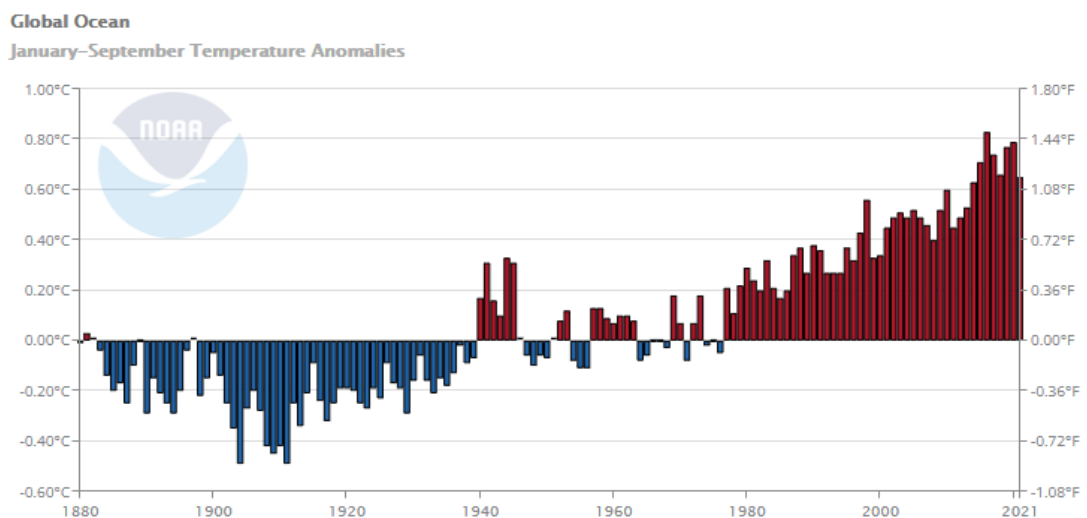
Πηγή: NOAA's National Centers for Environmental Information

Διάγραμμα 1.4: Ετήσια θερμοκρασία της επιφάνειας της Γης σε σύγκριση με τον μέσο όρο του 20ου αιώνα από το 1880 έως το 2021

Για να μπορέσουν οι επιστήμονες να υπολογίσουν την μέση παγκόσμια θερμοκρασία πραγματοποιούν μετρήσεις σε όλο τον κόσμο. Οι μετρήσεις δεν αφορούν μόνο την απόλυτη θερμοκρασία αλλά και την διαφορά μεταξύ της παρατηρούμενης θερμοκρασίας με την μακροπρόθεσμη μέση θερμοκρασία για κάθε τοποθεσία και ημερομηνία. Η κατά μέσο όρο αύξηση της μίας μονάδας στην παγκόσμια μέση θερμοκρασία της επιφάνειας μπορεί να παρουσιάζεται μικρή αλλά εκφράζει σημαντική αύξηση συσσωρευμένης θερμότητας. Η επιπλέον αυτή θερμότητα οδηγεί σε ακραίες εποχιακές θερμοκρασίες μειώνοντας την κάλυψη του πάγου στην επιφάνεια της Γης αλλά και του θαλάσσιου πάγο. Παρόλο που η αύξηση της θερμοκρασίας δεν είναι ομοιόμορφη σε ολόκληρο των πλανήτη, η ανοδική τάση εκφράζει ότι οι περισσότερες περιοχές θερμαίνονται παρά ψύχονται. Ο ρυθμός και η ποσότητα της μελλοντικής αύξησης εξαρτάται από την ποσότητα του διοξειδίου του άνθρακα αλλά και των υπόλοιπων αέριων του θερμοκηπίου που θα καταμετρηθεί.

Η υπερθέρμανση του πλανήτη έχει ως αποτέλεσμα να αυξήσει σημαντικά την θερμοκρασία των ωκεανών και της επιφάνεια της θάλασσας. Περισσότερο από το 90% της υπερβολικής ατμοσφαιρικής θερμότητας απορροφάται από τους ωκεανούς καθιστώντας τους τους μεγαλύτερους συλλέκτες της ηλιακής ενέργειας. Η συσσώρευση αυτής της επιπλέον ενέργειας που οδηγεί στην αύξηση της περιεκτικότητας σε θερμότητα των ωκεανών θεωρείται ένας θεμελιώδης δείκτης της υπερθέρμανσης του

πλανήτη. Κατά μέσο όρο σε όλο το βάθος του ωκεανού, οι ρυθμοί αύξησης της θερμότητας για το διάστημα 1993-2021 είναι 0,4-0,5 βαθμούς Κελσίου. Η παραπάνω μεταβολή αν πολλαπλασιαστεί με την επιφάνεια του ωκεανού, η οποία είναι πάνω από 360 εκατομμύρια τετραγωνικά χιλιόμετρα, τότε μετατρέπεται σε μια τεράστια παγκόσμια ενεργειακή ανισορροπία. Το Διάγραμμα 1.5 φανερώνει την ετήσια θερμοκρασία των ωκεανών σε σύγκριση με τον μέσο όρο του 20^{ου} αιώνα για τα έτη από το 1880 έως το 2021.



Πηγή: NOAA's National Centers for Environmental Information.

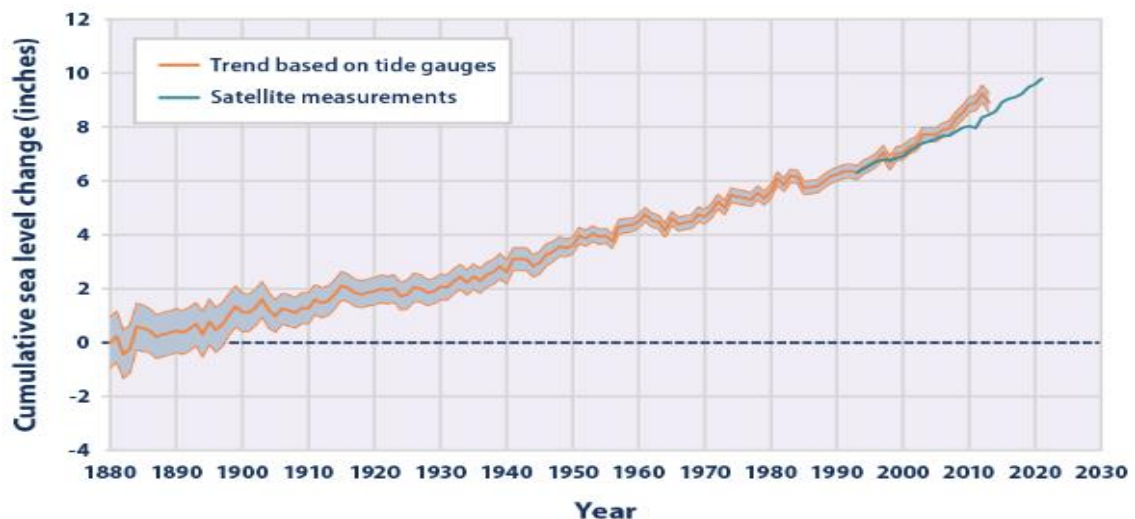
Διάγραμμα 1.5: Ετήσια θερμοκρασία των ωκεανών σε σύγκριση με τον μέσο όρο του 20ου αιώνα από το 1880 έως το 2021

Αναλυτικότερα, στο διάγραμμα οι μπλε ράβδοι υποδεικνύουν ψυχρότερες θερμοκρασίες σε σχέση με τον μέσο όρο και οι κόκκινες θερμότερες θερμοκρασίες σε σχέση με τον μέσο όρο. Επιπλέον, η αμφίδρομη σχέση της ατμόσφαιρας και την θερμοκρασίας της επιφάνειας της θάλασσας έχει βαθιές επιπτώσεις στο παγκόσμιο κλίμα. Η υψηλότερη περιεκτικότητα σε θερμότητα των ωκεανών και στην θερμοκρασία της επιφάνειας της θάλασσας αυξάνουν τους υδρατμούς που δημιουργείται πάνω από τους ωκεανούς. Η αύξηση αυτή επηρεάζει τα διάφορα καιρικά φαινόμενα όπως τις βροχοπτώσεις, την ξηρασία, και τους τυφώνες. Οι τροπικοί κυκλώνες αναζωογονούνται, γίνονται πιο έντονοι και με μεγαλύτερη διάρκεια. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να αυξάνονται σημαντικά οι βροχές και οι πλημμύρες.

Επιπρόσθετα, η συνεχής άνοδος της θερμοκρασίας των ωκεανών αυξάνει τον κίνδυνο της απώλειας της θαλάσσιας βιοποικιλότητας. Η μείωση σε κοραλλιογενείς υφάλους και μαγγρόβια που υποστηρίζουν την ζωή των ωκεανών οδηγεί στην μετανάστευση διαφόρων ειδών σε μεγαλύτερα γεωγραφικά πλάτη και υψόμετρα όπου το νερό

πιθανώς θα έχει χαμηλότερη θερμοκρασία και παραπέμπει στην μη αναστρέψιμη απώλεια θαλάσσιων και παράκτιων οικοσυστημάτων. Πρόσφατες εκτιμήσεις από τον Εκπαιδευτικό, Επιστημονικό και Πολιτιστικό Οργανισμό του ΟΗΕ ([UNESCO Digital Library](#)) προειδοποιούν ότι περισσότερα από τα μισά θαλάσσια είδη του κόσμου ενδέχεται να βρίσκονται στο χείλος της εξαφάνισης μέχρι το 2100. Εκτιμάται ότι στην περίπτωση της αύξησης της θερμοκρασίας κατά 1,1°C σήμερα περίπου το 60% των θαλάσσιων οικοσυστημάτων του κόσμου έχουν ήδη υποβαθμιστεί ή χρησιμοποιούνται μη βιώσιμα. Το 70% έως 90% των κοραλλιογενών υφάλων είναι πιθανό να καταστραφεί από μια αύξηση της θερμοκρασίας κατά 1,5°C ενώ μία αύξηση της θερμοκρασίας κατά 2°C απειλεί να καταστρέψει σχεδόν το 100% αυτών.

Το νερό όταν θερμαίνεται διαστέλλεται. Συνεπώς, η αύξηση της θερμοκρασίας του ωκεανού έχει σαν συνέπεια να αυξήσει τον όγκο του νερού η οποία θεωρείται μία από τις κύριες αιτίες σχετικά με την σταδιακή άνοδο της στάθμης της θάλασσας. Η αύξηση της στάθμης της θάλασσας μεταξύ των ετών 1880 και 1993 πραγματοποιείται με ρυθμό 0,06 ίντσες ετησίως. Ωστόσο από το 1993 και μετά η μέση στάθμη της θάλασσας αυξάνεται με ρυθμό 0,12 έως 0,14 ίντσες ετησίως δηλαδή με περίπου διπλάσιο ρυθμό. Το Διάγραμμα 1.6 απεικονίζει τις σωρευτικές αλλαγές στη στάθμη της θάλασσας για τους ωκεανούς του κόσμου από το 1880 έως το 2019, με βάση έναν συνδυασμό μακροπρόθεσμων μετρήσεων παλίρροιας και πρόσφατων δορυφορικών μετρήσεων.

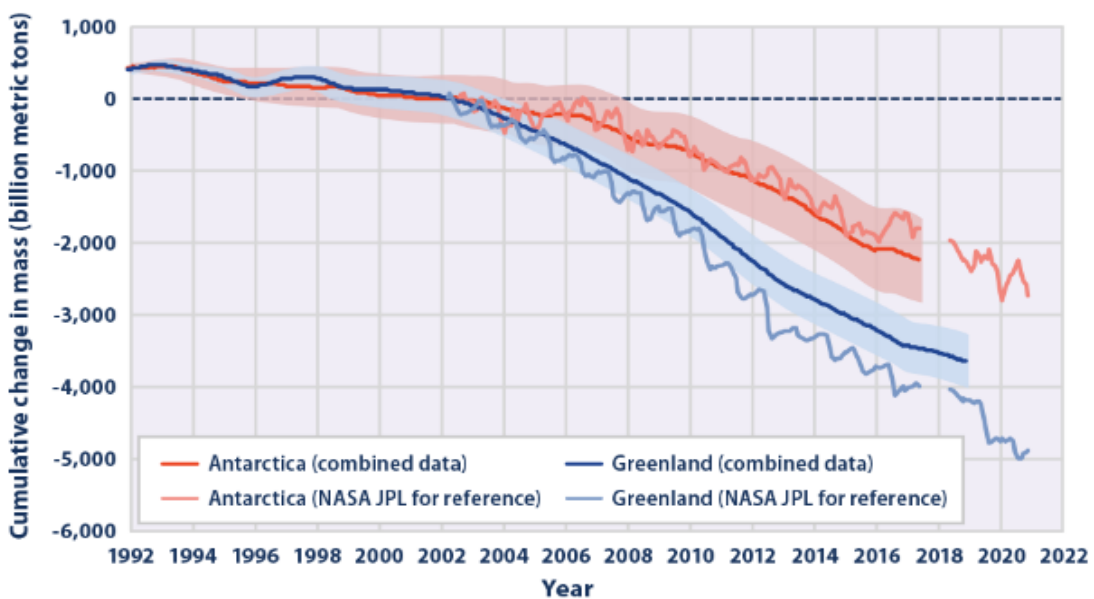


Πηγή: [Climate Change Indicators: Sea Level | US EPA](#)

Διάγραμμα 1.6: Παγκόσμια μέση απόλυτη αλλαγή της στάθμης της θάλασσας, 1880–2021
Σύμφωνα με το EPA (United States Environmental Protection Agency) το διάγραμμα παρουσιάζει την μέση απόλυτη μεταβολή της στάθμης της θάλασσας που αναφέρεται στο ύψος της επιφάνειας του ωκεανού ανεξάρτητα από το αν η κοντινή γη ανεβαίνει ή πέφτει. Η σκιασμένη ζώνη δείχνει το πιθανό εύρος τιμών, με βάση τον αριθμό των

μετρήσεων που συλλέχθηκαν και την ακρίβεια των μεθόδων που χρησιμοποιήθηκαν. Η άνοδος της στάθμης της θάλασσας σε συνδυασμό με τους πιο έντονους και μεγαλύτερης διάρκειας τροπικούς κυκλώνες επιδεινώνει τους παράκτιους κινδύνους όπως τις πλημμύρες, την διάβρωση του εδάφους και τις κατολισθήσεις.

Η Διακυβερνητική Επιτροπή για την Κλιματική Αλλαγή (IPCC) εκτιμά ότι η στάθμη της θάλασσας θα αυξηθεί μεταξύ 0,18 και 0,59 μέτρων έως το 2099, καθώς η θέρμανση του θαλάσσιου νερού ενισχύει την απώλεια του πάγου καθώς και οι ορεινοί και πολικοί παγετώνες λιώνουν. Όπως παρουσιάζεται από το Διάγραμμα 1.7 τις τελευταίες δύο δεκαετίες η παγκόσμια απώλεια πάγου έχει αυξηθεί ραγδαία με την ταχύτητα τήξης να είναι πολύ πιο γρήγορη από αυτή που αναμενόταν από τους επιστήμονες. Τα δεδομένα από το Gravity Recovery and Climate Experiment της Nasa που αναπαρίστανται στο διάγραμμα φανερώνουν ότι η Γροιλανδία έχασε κατά μέσο όρο 279 δισεκατομμύρια τόνους πάγου ετησίως μεταξύ 1993 και 2019, ενώ η Ανταρκτική έχασε περίπου 148 δισεκατομμύρια τόνους πάγου ετησίως.



Πηγή: [Climate Change Indicators: Ice Sheets | US EPA](#)

Διάγραμμα 1.7: Σωρευτικό ισοζύγιο πάγου για την Γροιλανδία και την Ανταρκτική 1992–2020

Η δραματική μείωση που καταγράφεται συμβάλει στην ταχεία εξέλιξη της κλιματικής αλλαγής καθώς ένας από τους βασικούς δείκτες τις κλιματικής αλλαγής θεωρείται ο πάγος της Αρκτικής θάλασσας όπου οι θερμοκρασίες στην περιοχή αυξάνονται με διπλάσιους ρυθμούς σε σχέση με τον παγκόσμιο μέσο όρο. Η παρακολούθηση μέσω δορυφόρου για τα φύλλα πάγου έχει δείξει ότι από το λιώσιμο των πάγων στην Ανταρκτική έχουν αυξησει τα επίπεδα της θάλασσας κατά 7,2 χιλιοστά, ενώ το λιώσιμο των πάγων στην Γροιλανδία συνέβαλε κατά 10,6 χιλιοστά. Εκτός από την Ανταρκτική

και την Γροιλανδία οι παγετώνες υποχωρούν σχεδόν παντού σε όλον τον κόσμο. Η υποχώρηση των παγετώνων του βουνού, όπως στις Άλπεις, στα Ιμαλάια, στην Αλάσκα και στην Αφρικής, παρέχουν αποδείξεις για την άνοδο της παγκόσμιας θερμοκρασίας.

Σε ορισμένες περιοχές, οι παγετώνες αποτελούν σημαντική πηγή παροχής νερού η οποία συμβάλλει άμεσα στην διατήρηση της ζωής στους ανθρώπους αλλά και στην άγρια ζωή. Η εξαφάνιση των παγετώνων προμηνύει εκτός από την μείωση της ποσότητας του διαθέσιμου νερού προς κατανάλωση, χαμηλότερη ικανότητα παραγωγής υδροηλεκτρικής ενέργειας και λιγότερο διαθέσιμο νερό για άρδευση. Ως φυσικός βιότοπος πολλών ζώων, χερσαίων και υδρόβιων, η τήξη των παγετώνων θα προκαλέσει την εξαφάνιση πολλών ειδών. Επίσης, ο θαλάσσιος πάγος αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι στην ρύθμιση του γλυκού νερού και του αλατιού του παγκόσμιου ωκεανού. Καθώς το αλάτι αποβάλλεται σε περιοχές όπου υπάρχει πάγος, ο πάγος αυτός παρασύρεται από τους ανέμους και τα διάφορα ωκεάνια ρεύματα που μεταφέρουν γλυκό νερό.

Ακόμα μία σημαντική ένδειξη της κλιματικής αλλαγής είναι η οξίνιση των ωκεανών, δηλαδή η μείωση του pH του ωκεανού από ανθρωπογενείς δραστηριότητες η οποία μετράτε για μια εκτεταμένη χρονική περίοδο. Οι ωκεανοί είναι ρυθμιστές της ποσότητας του διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα. Εξαιτίας του φαινομένου του θερμοκηπίου, οι συγκεντρώσεις του διοξειδίου του άνθρακα αυξάνονται και έτσι αυξάνεται και η ποσότητα απορρόφησης από τους ωκεανούς. Οι μετρήσεις δείχνουν πως από την αρχή της βιομηχανικής επανάστασης, η οξίνιση των επιφανειακών υδάτων των ωκεανών (δηλαδή, μείωση του pH τους) έχει αυξηθεί κατά περίπου 30%. Παρόλο που η ικανότητα του ωκεανού να απορροφά διοξείδιο του άνθρακα εμποδίζει τα επίπεδα της ατμόσφαιρας να ανέβουν ακόμη περισσότερο, τα αυξανόμενα επίπεδα διοξειδίου του άνθρακα διαλυμένα στον ωκεανό μπορούν να έχουν αρνητική επίδραση στην θαλάσσια ζωή.

Η οξίνιση των ωκεανών μειώνει τη φυσική κατάσταση σε ορισμένα είδη των ωκεανών και επηρεάζει περισσότερο τους οργανισμούς που χτίζουν το κέλυφος και τους σκελετούς τους από ανθρακικό ασβέστιο όπως τα στρείδια, τα κοράλλια τα μύδια και τα θαλάσσια σαλιγκάρια. Το αυξημένο διοξείδιο του άνθρακα στο νερό μειώνει το pH του με αποτέλεσμα να υπάρχουν λιγότερα ανθρακικά ιόντα διαθέσιμα για τους ασβεστοποιητικούς οργανισμούς τα οποία είναι απαραίτητα για να χτίσουν και για να διατηρήσουν το κέλυφος τους. Εάν το PH του ωκεανού πέσει σε πολύ χαμηλό επίπεδο

υπάρχει η πιθανότητα τα κοχύλια και οι σκελετοί να αρχίσουν να διαλύονται καθώς το θαλασσινό νερό γίνεται περισσότερο διαβρωτικό. Οι συνέπειες των παραπάνω θα είναι οι κοραλλιογενείς ύφαλοι, οι οποίοι παρέχουν ενδιαίτημα σε πολλά θαλάσσια είδη και θεωρούνται κέντρα βιοποικιλότητας στους ωκεανούς, να μειωθούν και πολλοί θαλάσσιοι οργανισμοί που εξαρτώνται από τα κοράλλια για την τροφή τους θα μειωθούν επίσης.

Οι αλλαγές στο PH των ωκεανών επηρεάζουν επίσης τη συμπεριφορά των μη ασβεστοποιούμενων οργανισμών όπως το φυτοπλαγκτόν και το ζωοπλαγκτόν, τα μικροσκοπικά φυτά και ζώα που αποτελούν τη βάση της θαλάσσιας τροφής ιστός. Πολλά θαλάσσια είδη θα εξαφανιστούν εφόσον συνεχιστεί ο ρυθμός οξίνισης των ωκεανών, καθώς δεν θα έχουν αρκετό χρόνο να προσαρμοστούν στις αλλαγές του PH του θαλασσινού νερού η οποίες θα δημιουργούν προβλήματα στην αναπνοή, την ανάπτυξη και την αναπαραγωγή τους. Η μείωση του πληθυσμού της θαλάσσιας ζωής θα εντείνει την υπερθέρμανση του πλανήτη καθώς το θαλάσσιο φυτοπλαγκτόν παράγει διμεθυλοσουλφίδιο (DMS), ένα αέριο που χρησιμεύει ως η πιο σημαντική πηγή θείου στην ατμόσφαιρα της Γης. Επιπλέον η μείωση της θαλάσσιας ζωής θα έχει σοβαρές επιπτώσεις στην παγκόσμια επισιτιστική ασφάλεια καθώς τα ψάρια αποτελούν ζωτικής σημασίας ανθρώπινη πηγή τροφής. Οι αναπτυσσόμενες χώρες βασίζονται σε μεγάλο βαθμό στην ιχθυοκαλλιέργεια η οποία υποστηρίζει τα μέσα διαβίωσης της υπαίθρου με την παραγωγή ψαριών υψηλής αξίας που προορίζονται για εξαγωγή. Σύμφωνα με τον ΟΗΕ, περισσότεροι από 3 δισεκατομμύρια άνθρωποι εξαρτώνται από τη θαλάσσια και παράκτια βιοποικιλότητα για τα προς το ζην συνεπώς οι οικονομικές επιπτώσεις θα είναι δραματικές.

Όλα τα παραπάνω συνδέονται άρρηκτα με τα έντονα καιρικά φαινόμενα που βιώνουμε τις τελευταίες δεκαετίες. Ολοένα και συχνότερα ορισμένες περιοχές πλήττονται από ισχυρές βροχοπτώσεις, ενώ άλλες διανύουν για εκτενές χρονικό διάστημα μεγάλης έντασης καύσωνες και ξηρασίες. Οι υψηλές θερμοκρασίες που αναπτύσσονται ενισχύουν την ένταση απορρόφησης των υδρατμών από τον αέρα με αποτέλεσμα να υπάρχει μεγαλύτερη περιεκτικότητά υδρατμών στην ατμόσφαιρα. Οι υψηλές θερμοκρασίες σε συνδυασμό με την αυξημένη υγρασία πάνω από τους ωκεανούς εντείνουν την εξάτμιση του νερού η οποία με την σειρά της δημιουργεί υψηλότερα επίπεδα βροχοπτώσεων. Καθώς οι υδρατμοί συνήθως δεν εμφανίζονται με τη μορφή της βροχής στο σημείο που εξατμίζονται η κατανομή των βροχοπτώσεων παρατηρείται ανομοιόμορφη επηρεάζοντας ακόμα περισσότερο της περιοχές με υγρό και ξηρό κλίμα. Οι συχνές πλημμύρες, οι καταρρακτώδεις τυφώνες, η υποβάθμιση της ποιότητας του

νερού, ο περιορισμός των υδάτινων πόρων, οι δασικές πυρκαγιές, οι καταστροφικές ξηρασίες και οι καύσωνες είναι όλα αποτελέσματα της κλιματικής αλλαγής. Οι αναπτυσσόμενες χώρες αντιμετωπίζουν τα σοβαρότερα προβλήματα καθώς εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από το φυσικό τους περιβάλλον. Οι αύξηση των ζημιών που σχετίζονται με τα καιρικά φαινόμενα αναφέρεται από το 1980 χωρίς όμως να μπορούμε να ορίσουμε υπεύθυνη την κλιματική αλλαγή για κάθε γεγονός.

1.8 Δράσεις για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής

Η συνεχόμενη αύξηση των συγκεντρώσεων των αερίων του θερμοκηπίου, η ταχεία αύξηση της θερμοκρασίας αλλά και οι προβλέψεις για την εξέλιξη της κλιματικής αλλαγής έκαναν τους διεθνείς οργανισμούς να συμφωνήσουν ότι είναι επιτακτική ανάγκη να υπάρξει άμεση δράση για τον περιορισμό των συνεπειών αλλά και τον έλεγχο της κλιματικής αλλαγής. Η πρώτη παγκόσμια περιβαλλοντική διάσκεψη για την πρόληψη περιβαλλοντικών ζημιών γίνεται το 1972 στην Στοκχόλμη. Καθώς η κλιματική αλλαγή είναι ένα παγκόσμιο ζήτημα και δεν μπορεί να λυθεί μεμονωμένα από την κάθε χώρα το 1988 τα Ηνωμένα Έθνη ιδρύουν την Διακυβερνητική Ομάδα για την κλιματική αλλαγή με (IPCC) με σκοπό την αξιολόγηση της υπάρχουσας κατάστασης. Το 1992 λαμβάνει χώρα η δεύτερη παγκόσμια διάσκεψη στο Ρίο ντε Τζανέιρο. Και στις δύο διασκέψεις προσπαθούν να οριοθετήσουν τη σχέση μεταξύ περιβάλλοντος και ανάπτυξης. Η Σύμβαση-Πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για την Κλιματική αλλαγή (United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC) με στόχο την σταθεροποίηση των αερίων του θερμοκηπίου υπογράφεται το 1992 και γίνεται αποδεκτή σχεδόν από όλες τις χώρες του κόσμου.

Το 1997 εγκρίνεται το πρωτόκολλο του Κιότο το οποίο θεσπίζει νομικά δεσμευτικές υποχρεώσεις για τις ανεπτυγμένες χώρες και προβλέπει μελλοντικές μειώσεις στις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, κατά 5,2% κατά μέσο όρο σε σχέση με τα επίπεδα του 1990, για όσα κράτη το συνυπέγραψαν. Σκοπός του είναι να ορίσει τον τρόπο με τον οποίο μπορεί να επιτευχθεί η μείωση των εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα που προέρχονται από ανθρωπογενείς δραστηριότητες. Η εφαρμογή του ήταν το 2005 και η πρώτη περίοδος δέσμευσης του Πρωτοκόλλου ήταν μεταξύ 2008-2012. Η μείωση των εκπομπών των αερίων απαιτεί αλλαγές στον τρόπο με τον οποίο χρησιμοποιείται η

ενέργεια αλλά και επενδύσεις στην τεχνολογία. Η κλιματική αλλαγή επηρεάζει με διαφορετικό τρόπο την κάθε περιοχή. Για παράδειγμα η αύξηση της θερμοκρασίας θα ωφελήσει την γεωργία στις περιοχές με ψυχρό κλίμα ενώ είναι πιθανό να μετατρέψει σε έρημο την καλλιεργήσιμη γη άλλων περιοχών αυξάνοντας ή μειώνοντας με αυτό τον τρόπο την παραγωγική δύναμη μίας Χώρας. Συνεπώς λόγω των πολλών διαφορετικών συμφερόντων μεταξύ των Χωρών δημιουργήθηκαν πέντε διαφορετικές ομάδες διαπραγμάτευσης κατά την προσπάθεια της επίλυσης του προβλήματος της αύξησης της παγκόσμιας θερμοκρασίας. Η πρώτη ομάδα ήταν η Ευρωπαϊκή Ένωση η οποία είναι υποστηρικτής της λήψης αυστηρών μέτρων για την προστασία του περιβάλλοντος. Τα μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης πραγματοποιούν επιπλέον συναντήσεις με σκοπό να συμφωνήσουν την πορεία βάσει της οποίας θα προχωρήσουν. Η επόμενη ομάδα περιλαμβάνει την Ιαπωνία, τις ΗΠΑ, τον Καναδά, την Αυστραλία, τη Νέα Ζηλανδία, τη Ρωσία και τη Νορβηγία. Οι χώρες αυτές αντιδρούν στην εφαρμογή αυστηρών μέτρων καθώς είτε θα πρέπει να μειώσουν την παραγωγή τους είτε να αλλάξουν τα καύσιμα που χρησιμοποιούν. Περίπου 43 μικρά Νησιωτικά κράτη τα οποία απειλούνται από την άνοδο της στάθμης της θάλασσας αποτελούν την τρίτη ομάδα η οποία ζητάει την άμεση μείωση των εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα καθώς τα κράτη αυτά κινδυνεύουν με εξαφάνιση. Η τέταρτη ομάδα είναι οι λιγότερο αναπτυγμένες χώρες οι οποίες με την σειρά τους είναι ενεργοί υποστηρικτές της των αυστηρών μέτρων για την κλιματική αλλαγή η οποία απειλή την ήδη ευάλωτη οικονομία τους. Η πέμπτη και τελευταία ομάδα είναι η ομάδα των G-77, δηλαδή των αναπτυσσόμενων χωρών που είναι αναδυόμενες όπως η Κίνα και η Ινδία. Οι ομάδες αυτές αρνούνται να δεσμευτούν με αυστηρούς περιορισμούς καθώς υπάρχει περίπτωση η τροχιά της ανάπτυξης τους να τεθεί σε κίνδυνο.

Τελικά στις 11 Δεκεμβρίου 1997, και υστέρη από μαραθώνιες διαπραγματεύσεις που κράτησαν 11 ημέρες, υιοθετήθηκε στη διεθνή διάσκεψη του Κιότο στην Ιαπωνία σχέδιο Πρωτοκόλλου για τις κλιματικές αλλαγές. Σύμφωνα με τις ρυθμίσεις του Πρωτοκόλλου του Κιότο, οι βιομηχανικές χώρες συνολικά υποχρεούνται να μειώσουν τις εκπομπές των αερίων του φαινομένου του θερμοκηπίου κατά 5,2% κατά μέσο όρο σε σχέση με τα επίπεδα του 1990, κατά τη διάρκεια της πρώτης «περιόδου δέσμευσης», η οποία καλύπτει τα έτη 2008 έως 2012. Για τις αναπτυσσόμενες χώρες δεν καθορίζονται στόχοι ως προς τις εκπομπές. Αναφέρεται ότι προτιμήθηκε ο καθορισμός πενταετούς περιόδου δέσμευσης αντί ενός έτους στόχου για να εξομαλυνθούν οι ετήσιες διακυμάνσεις των εκπομπών αερίων που οφείλονται σε ανεξέλεγκτους παράγοντες, όπως ο καιρός. Η υπογραφή του πρωτοκόλλου καθιστά αυτόματα την κάθε χώρα υπεύθυνη για την επίτευξη των στόχων που της έχουν τεθεί. Ορισμένα κράτη, όπως οι

Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής, δεν υπέγραψαν την συμφωνία παρόλο που τοποθετούνται πρώτοι στην λίστα με μεγαλύτερους παραγωγούς αερίων του θερμοκηπίου.

Οι διαπραγματεύσεις για την κλιματική αλλαγή συνεχίζονται με ετήσιες διασκέψεις που πραγματοποιούνται στο πλαίσιο της σύμβασης-πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών με ανεπαρκή όμως αποτελέσματα. Οι εκθέσεις που δημοσιεύτηκαν από το Διακυβερνητικό Πάνελ για την Κλιματική Αλλαγή (IPCC) μέσα στο 2007 τονίζουν πως αν δεν αλλάξει άμεσα η κατάσταση οι μελλοντικές επιπτώσεις στο περιβάλλον, την κοινωνία και την οικονομία θα είναι ανυπολόγιστες και έτσι το ζήτημα της κλιματικής αλλαγής γίνεται το πρώτο θέμα στην ενημέρωση αλλά και την πολιτική. Επίσης, την ίδια χρονιά η κλιματική αλλαγή παραμένει το κεντρικό θέμα της συνόδου των G8 στο Συμβούλιο Ασφαλείας του ΟΗΕ. Στο τέλος του 2007 πραγματοποιείται η συνδιάσκεψη του ΟΗΕ στο Μπαλί μέσα από την οποία δημιουργείται ένας «Οδικός Χάρτης» που προβλέπει διαπραγματεύσεις δύο χρόνων. Οι διαπραγματεύσεις ολοκληρώνονται στην Κοπεγχάγη το 2009 μέσα από μία συμφωνία που απαιτεί σημαντικές μειώσεις στις εκπομπές ρύπων, κατάλληλες δεσμεύσεις από τις ανεπτυγμένες χώρες και αντίστοιχες δράσεις από τις αναπτυσσόμενες. Η εφαρμογή της έχει έναρξη το 2013 και ονομάστηκε «Οδικός Χάρτης του Μπαλί» ο οποίος υιοθετήθηκε πρώτη φορά και από τις Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής. Οι επόμενες διασκέψεις που ακολουθούν στην Αφρική το 2011 και στο Περού το 2014 προχωρούν και αναπτύσσουν την εφαρμογή των συμφωνιών και πρωτοκόλλων των προηγούμενων ετών. Συγκεκριμένα το 2011 στην Αφρική όλες οι χώρες δεσμεύονται για πρώτη να μειώσουν την χρήση του άνθρακα έως το 2015.

Τον Δεκέμβριο του 2015 στο Παρίσι εγκρίθηκε μία νέα κομβική παγκόσμια συμφωνία για την κλιματική αλλαγή. Βασική προϋπόθεση για να τεθεί σε ισχύ η συμφωνία ήταν η επικύρωση της από τουλάχιστον 55 χώρες οι οποίες ευθύνονται για τουλάχιστον το 55% των παγκόσμιων εκπομπών ρύπων. Τα Νησιά Φίτζι επικύρωσαν πρώτα την συμφωνία και στην συνέχεια ακολούθησαν η Κίνα και οι ΗΠΑ. Στις 5 Οκτωβρίου 2016 η Ευρωπαϊκή Ένωση επικυρώνει την συμφωνία και ταυτόχρονα επιτεύχθηκαν και τα όρια για να τεθεί σε ισχύ. Η συμφωνία του Παρισιού ορίζει ένα μακροπρόθεσμο σχέδιο δράσης όπου σύμφωνα με το **Άρθρο 2** της συμφωνίας:

1. Η παρούσα συμφωνία, στο πλαίσιο της ενίσχυσης της εφαρμογής της Σύμβασης, συμπεριλαμβανομένου του στόχου της, αποσκοπεί στην ενίσχυση της παγκόσμιας

αντιμετώπισης της απειλής της κλιματικής αλλαγής, στο πλαίσιο της αειφόρου ανάπτυξης και των προσπαθειών για την εξάλειψη της φτώχειας, μεταξύ άλλων:

- i. μέσω της διατήρησης της αύξησης της μέσης θερμοκρασίας του πλανήτη αρκετά κάτω από τους 2 °C πάνω από τα προβιομηχανικά επίπεδα και της συνέχισης των προσπαθειών για τον περιορισμό της αύξησης της θερμοκρασίας σε 1,5 °C πάνω από τα προβιομηχανικά επίπεδα, αναγνωρίζοντας ότι αυτό θα μειώσει σημαντικά τους κινδύνους και τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής
 - ii. μέσω της αύξησης της ικανότητας προσαρμογής στις δυσμενείς επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής και της ενίσχυσης της ανθεκτικότητας στις κλιματικές μεταβολές και της ανάπτυξης με χαμηλές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, με τρόπο που δεν απειλεί την παραγωγή τροφίμων.
 - iii. Καθιστώντας τις χρηματοδοτικές ροές συμβατές με την κατεύθυνση προς την ανάπτυξη με χαμηλές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου και την ανθεκτικότητα στις κλιματικές μεταβολές
2. Η παρούσα συμφωνία θα εφαρμοστεί κατά τρόπο που να αντικατοπτρίζει την αρχή της ισότητας και των κοινών αλλά διακριτών ευθυνών και αντίστοιχων δυνατοτήτων, στο πλαίσιο διαφορετικών εθνικών συνθηκών

Η κάθε χώρα καθορίζει τις συνεισφορές που απαιτούνται για την επίτευξη του παγκόσμιου στόχου. Οι συνεισφορές αυτές ονομάζονται εθνικά καθορισμένες συνεισφορές και βάσει της συμφωνίας του Παρισιού κάθε χώρα πρέπει να αναφέρει τακτικά όλες τις φιλόδοξες δράσεις και τα εγχώρια μέτρα που λαμβάνει σχετικά την αντιμετώπιση της υπερθέρμανσης του πλανήτη. Οι ενέργειες των συμβαλλόμενων μερών αποτελούν την εξέλιξη και την υποστήριξη της συμφωνίας και για τον λόγο αυτό οι συνεισφορές θα καθορίζονται ανά πέντε έτη και θα πρέπει κάθε φορά να είναι περισσότερο φιλόδοξα από την προηγούμενη. Οι ανεπτυγμένες χώρες θα πρέπει να πρωτοστατούν αναλαμβάνοντας απόλυτους στόχους μείωσης των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου αποτελώντας παράδειγμα για τις αναπτυσσόμενες χώρες οι οποίες θα πρέπει να ενθαρρύνονται και να στρέφονται με την πάροδο του χρόνου προς τους στόχους μείωσης ή περιορισμού των εκπομπών στο σύνολο της οικονομίας, στο πλαίσιο διαφορετικών εθνικών συνθηκών. Αξιοσημείωτο είναι ότι η δομή της Συμφωνίας του Παρισιού είναι «από κάτω προς τα πάνω» και όχι από πάνω προς τα

κάτω» όπως καταγράφονται οι περισσότερες συνθήκες δικαίου. Δεν παρουσιάζει στόχους δέσμευσης με νομική ισχύ και ενθαρρύνει τον εθελοντισμό. Η διαδικασία όμως που διέπουν την αναφορά και την αναθεώρηση των στόχων επιβάλλονται βάσει του διεθνούς δικαίου.

Τον Αύγουστο του 2017, οι Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής ενημερώνουν ότι σκοπεύουν να αποχωρήσουν από την συμφωνία. Η αποχώρησης τους δεν μπορούσε να γίνει δεκτή πριν περάσουν τρία χρόνια από την εφαρμογή της συμφωνίας στις ΗΠΑ. Στις 4 Νοεμβρίου 2019, η κυβέρνηση των ΗΠΑ έθεσε σε εφαρμογή τη διαδικασία αποχώρησης και επίσημα όπου αποχώρησε ένα χρόνο μετά. Στις 19 Φεβρουαρίου 2021 η ΗΠΑ εντάσσονται ξανά στην συμφωνία του Παρισιού. Για την επιτυχή υλοποίηση της Συμφωνίας του Παρισιού οι κυβερνήσεις συμφώνησαν ότι απαιτείται άμεσα η κινητοποίηση μίας ισχυρής και περισσότερο φιλόδοξης δράσης για το κλίμα. Εκτός της προσπάθειας της μείωσης των ρύπων μέσω της καύσης άνθρακα στο επίπεδο της βιομηχανίας υπάρχει επίσης πρωταρχικός στόχος σχετικά με την ενδυνάμωση όλων των μελών της κοινωνίας για την ενεργή συμμετοχή τους στην δράση για το κλίμα. Η εκπαίδευση και ευαισθητοποίηση του κοινού για την αλλαγή του κλίματος, η κατάρτιση, η συμμετοχή του κοινού, η πρόσβαση του κοινού στην πληροφόρηση και η διεθνής συνεργασία σε αυτά τα θέματα αποτελούν τους βασικούς πυλώνες για την επίτευξη αυτού του στόχου.

Στα επόμενα χρόνια στις διασκέψεις που πραγματοποιήθηκαν τα μέρη των Ηνωμένων Εθνών (COP25) συζητούν για την κλιματική αλλαγή, επικεντρώνονται στον τρόπο με τον οποίο μπορεί να επιτευχθεί ο στόχος της κλιματικής ουδετερότητας και οριστικοποιούν κατευθυντήριες γραμμές σχετικά με τη μακροπρόθεσμη στρατηγική τους. Στην 26^η σύνοδο κορυφής των Ηνωμένων Εθνών για την κλιματική αλλαγή (COP26) που πραγματοποιήθηκε στη Γλασκόβη του Ηνωμένου Βασιλείου τον Νοέμβριο 2021 ψηφίστηκε για πρώτη φορά η σταδιακή κατάργηση του άνθρακα με σκοπό τον περιορισμό της υπερθέρμανσης του πλανήτη. Παρά το αρχικό ψήφισμα η σχετική διατύπωση του στόχου αποδυναμώθηκε σημαντικά με την υποκίνηση της Ινδίας και της Κίνας μετατρέποντας την τελική αναφορά να καλεί τις χώρες να αποδεσμευτούν από τον λιγνίτη και τις επιδοτήσεις στα ορυκτά καύσιμα. Μετά από δύο εβδομάδες διαπραγματεύσεων τα μέρη της συμφωνίας του Παρισιού συμφώνησαν στην αύξηση της χρηματοδότησης των αναπτυσσόμενων χωρών έτσι ώστε να μπορέσουν με την σειρά τους να προσαρμοστούν στις συνέπειες τις κλιματικής αλλαγής, στην έγκριση για την παγκόσμια δέσμευση για το μεθάνιο και στην ολοκλήρωση των κανόνων της συμφωνίας του Παρισιού. Επιπρόσθετα, οι

ανακοινώσεις που έγιναν σχετικά με τις μετακινήσεις ανέφεραν δέσμευση για 100% ηλεκτρικά οχήματα παγκοσμίως μέχρι το 2040 και στις σημαντικότερες αγορές μέχρι το 2035.

1.9 Ανακεφαλαίωση

Ο καιρός και το κλίμα είναι δύο έννοιες συγκεχυμένες. Με τον όρο καιρό εννοούμε το σύνολο των καιρικών φαινομένων που συμβαίνουν στην τροπόσφαιρα της γης μία συγκεκριμένη χρονική στιγμή με χρονική κλίμακα από λίγα λεπτά έως λίγες εβδομάδες. Εν αντιθέσει με την έννοια του κλίματος ορίζεται ο μέσος όρος των παρατηρούμενων φαινομένων (θερμοκρασία, βροχοπτώσεις, καύσωνες, παγετοί κ.α.) για μία μεγάλη χρονική περίοδο περίπου τριάντα ετών.

Η ποικιλία των κλιμάτων στον πλανήτη μας είναι τεράστια. Μπορούμε όμως να ταξινομήσουμε το κλίμα σε πέντε μεγάλες και ευρέως αποδεκτές κατηγορίες σύμφωνα με την θερμοκρασία και τις βροχοπτώσεις ενός τόπου και συγκεκριμένα στο πολικό το εύκρατο, το οποίο χωρίζεται σε θαλάσσιο και σε ηπειρωτικό, το τροπικό το ξηρό και το μεγάλο υψομέτρου ή αλπικό.

Το κλιματικό σύστημα είναι ένα σύνθετο σύστημα το οποίο απευθύνεται κυρίως στις αλληλεπιδράσεις μεταξύ των πέντε βασικών συστατικών που απαρτίζουν τον πλανήτη δηλαδή την ατμόσφαιρα, την υδρόσφαιρα, την κρυόσφαιρα, την λιθόσφαιρα και τη βιόσφαιρα. Οι παράγοντες που διαμορφώνουν το κλίμα από τόπο σε τόπο είναι το γεωγραφικό πλάτος, το υψόμετρο, η απόσταση από την θάλασσα, το ανάγλυφο του εδάφους, οι άνεμοι και τα κέντρα χαμηλής και υψηλής πίεσης. Επιπλέον υπάρχουν εσωτερικοί και εξωτερικοί παράγοντες που συντελούν στην μεταβολή του κλίματος όπως η ηφαιστειακή δραστηριότητα, οι διακυμάνσεις σε ωκεάνια ρεύματα ή στον όγκο των παγετώνων, οι μεταβολές στην ατμοσφαιρική κυκλοφορία οι διάφορες μεταβολές της θερμοκρασίας, η ηλιακή παραγωγή η τροχιά της Γης γύρω από τον Ήλιο και η κλίση του άξονα της περιστροφής της γης. Όμως η πιο σημαντική αιτία που συμβάλει στην διαμόρφωση του κλίματος είναι οι διάφορες ανθρώπινες δραστηριότητες.

Απολιθώματα ζώων και φυτών βεβαιώνουν ότι σε όλη την ιστορία της Γης το κλίμα έχει αλλάξει πολλές φορές. Παρότι στο παρελθόν η κλιματική αλλαγή ήταν αποτέλεσμα

κυρίως φυσικών αιτιών η αύξηση στην παγκόσμια θερμοκρασία των τελευταίων περίπου 300 ετών είναι αιτία κυρίως των ανθρωπίνων δραστηριοτήτων. Η παγκόσμια αύξηση της θερμοκρασίας, η αύξηση της θερμοκρασίας των ωκεανών και της επιφάνειας της θάλασσας, η άνοδος της στάθμης των θαλασσών, η τήξη των παγετώνων, η μείωση του pH των ωκεανών λόγω της αύξησης της συγκέντρωσης του διοξειδίου του άνθρακα στο νερό και τα ακραία καιρικά φαινόμενα αποδεικνύουν ότι οι ενδείξεις της κλιματικής αλλαγής είναι πολλές και διαφόρων επιπέδων.

Οι παγκόσμιες συνέπειες της κλιματικής αλλαγής, οι οποίες είναι πιθανόν μη αναστρέψιμες, οδήγησαν σε μία συντονισμένη προσπάθεια όλων των κρατών με στόχο τον περιορισμό του φαινομένου ιδρύοντας το 1988 την Διακυβερνητική Ομάδα για την κλιματική αλλαγή με (IPCC) με σκοπό την αξιολόγηση της υπάρχουσας κατάστασης. Η Σύμβαση-Πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για την Κλιματική αλλαγή (United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC) με στόχο την σταθεροποίηση των αερίων του θερμοκηπίου υπογράφεται το 1992 και γίνεται αποδεκτή σχεδόν από όλες τις χώρες του κόσμου. Το 1997 εγκρίνεται το πρωτόκολλο του Κιότο το οποίο θεσπίζει νομικά δεσμευτικές υποχρεώσεις για τις ανεπτυγμένες χώρες και προβλέπει μελλοντικές μειώσεις στις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου. Σκοπός του είναι να ορίσει τον τρόπο με τον οποίο μπορεί να επιτευχθεί η μείωση των εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα που προέρχονται από ανθρωπογενείς δραστηριότητες. Η εφαρμογή του ήταν το 2005 και η πρώτη περίοδος δέσμευσης του Πρωτοκόλλου ήταν μεταξύ 2008-2012. Η υπογραφή του πρωτοκόλλου καθιστά αυτόματα την κάθε χώρα υπεύθυνη για την επίτευξη των στόχων που της έχουν τεθεί. Οι διαπραγματεύσεις για την κλιματική αλλαγή συνεχίζονται με ετήσιες διασκέψεις. Τον Δεκέμβριο του 2015 στο Παρίσι εγκρίθηκε μία νέα κομβική παγκόσμια συμφωνία για την κλιματική αλλαγή η οποία ορίζει ένα μακροπρόθεσμο σχέδιο δράσης για την αντιμετώπιση της απειλής της κλιματικής αλλαγής. Στα χρόνια που ακολουθούν στις διασκέψεις που πραγματοποιήθηκαν τα μέρη των Ηνωμένων Εθνών (COP25) συζητήσουν για την κλιματική αλλαγή, επικεντρώνονται στον τρόπο με τον οποίο μπορεί να επιτευχθεί ο στόχος της κλιματικής ουδετερότητας και οριστικοποιούν κατευθυντήριες γραμμές. Στην 26η σύνοδο κορυφής των Ηνωμένων Εθνών για την κλιματική αλλαγή (COP26) που πραγματοποιήθηκε στη Γλασκόβη του Ηνωμένου Βασιλείου τον Νοέμβριο 2021 ψηφίστηκε για πρώτη φορά η σταδιακή κατάργηση του άνθρακα με σκοπό τον περιορισμό της υπερθέρμανσης του πλανήτη.

Βιβλιογραφία Κεφαλαίου 1

Ξενόγλωσση

Dessler, Andrew E (2022). Introduction to Modern Climate Change, Cambridge University Press

Ελληνική

Στάθης, Δ. (2015). Μαθήματα δασικής μετεωρολογίας και κλιματολογίας [Προπτυχιακό εγχειρίδιο]. Κάλλιπος, Ανοικτές Ακαδημαϊκές Εκδόσεις

Επιστημονικά Άρθρα

Potzick, J., (2018), A Short History of Climate Change on Planet Earth, National Institute of Standards and Technology 1-12

Dow K. and Downing Thomas E. (2011), Mapping the Worlds Greatest Challenge The Atlas of Climate Change 22-34

Ingersoll, A. (1983), The Atmosphere, Scientific American, vol. 249, no. 3, p. 162-165, 167-174

Διαδικτυακές Πηγές

National Geographic Society, (2021) Climate Change [πρόσβαση 10/09/2021], [Climate Change | National Geographic Society](#)

National Aeronautics and Space Administration, (2021) Global Climate Change - Global Temperature – Vital Signs [πρόσβαση 10/09/2021], [Global Temperature | Vital Signs – Climate Change: Vital Signs of the Planet \(nasa.gov\)](#)

National Aeronautics and Space Administration, (2021) Earth Observatory [πρόσβαση 10/09/2021], [World of Change: Global Temperatures \(nasa.gov\)](#)

National Aeronautics and Space Administration, (2021) Warming Seas and Melting Ice Sheets [πρόσβαση 10/09/2021], [Warming Seas, Melting Ice Sheets | NASA](#)

World Meteorological Organization, (2020) Arctic Sea ice minimum is 2nd lowest on record [πρόσβαση 12/09/2021], [Arctic sea ice minimum is 2nd lowest on record | World Meteorological Organization \(wmo.int\)](#)

World Meteorological Organization, (2020) Extreme summer impacts ice shelves and glaciers

[πρόσβαση 12/09/2021], [Extreme summer impacts ice shelves and glaciers | World Meteorological Organization \(wmo.int\)](https://www.wmo.int)

Ευρωπαϊκή Επιτροπή, (2021) Συνέπειες της κλιματικής αλλαγής

[πρόσβαση 11/09/2021], [Επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής \(europa.eu\)](https://european-council.europa.eu)

National Geographic, (2015) 5 Ways Climate Change Will Affect You

[πρόσβαση 15/10/2021], [5 Ways Climate Change Will Affect You | National Geographic](https://www.nationalgeographic.com)

National Oceanic and Atmospheric Administration, (2021) Global Time Series

[πρόσβαση 15/10/2021], [Climate at a Glance | National Centers for Environmental Information \(NCEI\) \(noaa.gov\)](https://www.noaa.gov)

National Oceanic and Atmospheric Administration, (2021) Climate Change: Global Sea Level

[πρόσβαση 15/10/2021], [Climate Change: Global Sea Level | NOAA Climate.gov](https://www.noaa.gov)

National Oceanic and Atmospheric Administration, (2020) Climate Change: Ocean Heat Content

[πρόσβαση 16/10/2021], [Climate Change: Ocean Heat Content | NOAA Climate.gov](https://www.noaa.gov)

Stanford Encyclopedia of Philosophy, (2018), Climate Science

[πρόσβαση 16/10/2021], [Climate Science \(Stanford Encyclopedia of Philosophy\)](https://plato.stanford.edu)

National Oceanic and Atmospheric Administration, (2022) Climate Change: Global Temperature

[πρόσβαση 22/07/2022], [Climate Change: Global Temperature | NOAA Climate.gov](https://www.noaa.gov)

National Oceanic and Atmospheric Administration, (2022) Climate Change: Arctic sea ice summer minimum

[πρόσβαση 22/10/2022], [Climate Change: Arctic sea ice summer minimum | NOAA Climate.gov](https://www.noaa.gov)

National Geographic, (2022) Köppen Climate Classification System

[πρόσβαση 22/10/2022], [Köppen Climate Classification System | National Geographic Society](https://www.nationalgeographic.com)

National Geographic, (2021) Weather or Climate ... What's the Difference?

[πρόσβαση 24/09/2021], [Weather or Climate ... What's the Difference? | National Geographic Society](https://www.nationalgeographic.com)

National Geographic, (2021) CLIMATE

[πρόσβαση 24/09/2021], [Climate | National Geographic Society](https://www.nationalgeographic.com)

World Meteorological Organization, (2021) Weather

[πρόσβαση 24/09/2021], [Weather | World Meteorological Organization \(wmo.int\)](https://www.wmo.int)

Warbleton council, (2021) Οι 6 τύποι κλίματος και τα χαρακτηριστικά τους

[πρόσβαση 25/09/2021], [ΟΙ 6 ΤΥΠΟΙ ΚΛΙΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΤΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥΣ - ΨΥΧΟΛΟΓΙΑ \(warbletoncouncil.org\)](https://www.warbletoncouncil.org)

- Polarpedia, (2021) Κρυόσφαιρα
[πρόσβαση 24/09/2021], [Κρυόσφαιρα - Polarpedia](#)
- Greelane, (2020) Όλα όσα πρέπει να ξέρετε για τη λιθόσφαιρα
[πρόσβαση 24/09/2021], [Τι είναι η λιθόσφαιρα; \(greelane.com\)](#)
- Ευρωπαϊκή Επιτροπή, (2021) Δράση της ΕΕ για το κλίμα και η Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία
[πρόσβαση 22/10/2021], https://ec.europa.eu/clima/eu-action/european-green-deal_el
- Climate and Weather, (2022) Factors that influence
[πρόσβαση 03/09/2022], <https://www.climateandweather.net/global-warming/factors-that-influence-climate/>
- Climate and Weather, (2022), Characteristics of World Weather and Climate,
[πρόσβαση 25/09/2021], [World Climate | Climate & Weather \(climateandweather.net\)](#)
- The nature Education, (2011) Factors Affecting Global Climate
[πρόσβαση 25/09/2021] <https://www.nature.com/scitable/knowledge/library/factors-affecting-global-climate-17079163/>
- Natural Resources Defense Council, (2021) What Is Climate Change?
[πρόσβαση 10/09/2021], <https://www.nrdc.org/stories/global-climate-change-what-you-need-know>
- The Berkeley, London, (2022) UNDERSTANDING GLOBAL CHANGE
[πρόσβαση 10/09/2021], <https://ugc.berkeley.edu/background-content/earths-spin-tilt-orbit/>
- National Park Service, (2021) A History of Earth's Climate
[πρόσβαση 11/09/2021], <https://www.nps.gov/cajo/learn/nature/history-of-earths-climate.htm>
- History, (2015) Ice Age
[πρόσβαση 22/10/2022], <https://www.history.com/topics/pre-history/ice-age>
- National Snow & Ice Data Center, (2022) Glaciers
[πρόσβαση 22/10/2022], <https://nsidc.org/learn/parts-cryosphere/glaciers/why-glaciers-matter>
- Ευρωπαϊκό Συμβούλιο, (2021) Διάσκεψη των Ηνωμένων Εθνών για την κλιματική αλλαγή (COP26), παγκόσμια σύνοδος κορυφής των ηγετών, Γλασκόβη (Ηνωμένο Βασίλειο), 1 Νοεμβρίου 2021
[πρόσβαση 29/10/2022], [Διάσκεψη των Ηνωμένων Εθνών για την κλιματική αλλαγή \(COP26\), παγκόσμια σύνοδος κορυφής των ηγετών, Γλασκόβη \(Ηνωμένο Βασίλειο\) - Consilium \(europa.eu\)](#)
- The World Bank, (2019), Climate Change
[πρόσβαση 12/09/2021], <https://data.worldbank.org/topic/climate-change>
- U.S. Environmental Protection Agency (2016), Environmental Topics
[πρόσβαση 25/09/2021], [Environmental Topics | US EPA](#)
- Greelane, (2007) Σύστημα ταξινόμησης κλίματος Köppen

[πρόσβαση 22/10/2022], [Ποιοι είναι οι κύριοι τύποι κλίματος του κόσμου: \(greelane.com\)](#)

Greelane, (2018) Σύστημα ταξινόμησης κλίματος Koppen
[πρόσβαση 22/10/2022], [Η γρήγορη εισαγωγή σας στο σύστημα ταξινόμησης κλίματος Koppen \(greelane.com\)](#)

Meteorologiaenred, (2021) Τροπικό κλίμα
[πρόσβαση 25/09/2021], [Το τροπικό κλίμα | Μετεωρολογία δικτύου \(meteorologiaenred.com\)](#)

United Nations Climate Change, (2022) COP 27 - UN Climate Change Conference
[πρόσβαση 22/10/2022], [UNFCCC](#)

United States Geological Survey, (20XX), Why is climate change happening and what are the causes?
[πρόσβαση 02/10/2021], [Why is climate change happening and what are the causes? | U.S. Geological Survey \(usgs.gov\)](#)

United Nations Climate Change, (2022) Past conferences overview
[πρόσβαση 02/10/2022], [Past conferences overview | UNFCCC](#)

Κεφάλαιο 2

Βασικές έννοιες του φαινομένου του θερμοκηπίου

2.1 Εισαγωγή

Η άνοδος της θερμοκρασίας σε παγκόσμιο επίπεδο που καταγράφεται τα τελευταία χρόνια αποτελεί μία από τις μεγαλύτερες προκλήσεις της εποχής. Το φυσικό φαινόμενο του θερμοκηπίου που είναι υπεύθυνο για να συγκρατεί και να θερμαίνει την κατώτερη ατμόσφαιρα έτσι ώστε να δημιουργεί ένα περιβάλλον στο οποίο μπορεί να διατηρηθεί η ζωή αποτελεί πλέον ένα σοβαρό περιβαλλοντικό πρόβλημα. Κρίσιμες για την κατανόηση και την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής είναι οι εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου που έχουν φτάσει σε πρωτοφανές επίπεδο. Η υπερθέρμανση του πλανήτη απασχολεί πλέον έντονα τον επιστημονικό και πολιτικό κόσμο τις τελευταίες δεκαετίες.

Η ρύπανση της ατμόσφαιρας από ανθρώπινες δραστηριότητες, κυρίως από την χρήση ορυκτών καυσίμων, αυξάνει καθημερινά την ένταση του φαινομένου καθώς ενισχύει την συνεχόμενη αύξηση των αερίων του θερμοκηπίου και παγιδεύει περισσότερη θερμότητα. Η άνοδος της θερμοκρασίας αναφέρεται ως μία από τις αμέτρητες επιπτώσεις της παγκόσμιας θέρμανσης καθώς η κλιματική αλλαγή εμφανίζει δυσμενείς επιπτώσεις με ανομοιόμορφη κατανομή σε όλα τα φυσικά συστήματα του πλανήτη. Οι επιπτώσεις αυτές περιλαμβάνουν την αύξηση της συχνότητας των ακραίων καιρικών φαινομένων, όπως είναι οι πλημμύρες, η ξηρασία και οι τυφώνες τα οποία προκαλούν τεράστιες οικονομικές απώλειες.

Σε αυτό το κεφάλαιο γίνεται μία αναφορά στο φυσικό φαινόμενο του θερμοκηπίου, ο τρόπος με τον οποίο υπάρχει στην ατμόσφαιρα και περιγράφεται πως δημιουργείται το ενισχυμένο φαινόμενο του θερμοκηπίου. Αναλύονται τα βασικά αέρια του θερμοκηπίου που υπάρχουν στο φαινόμενο αυτό και πραγματοποιείται μία σύντομη αναφορά για την συμβολή του καθενός στην κλιματική αλλαγή αλλά τον τρόπο με τον οποία οι διάφορες ανθρωπογενείς δραστηριότητες τα επηρεάζουν. Στην συνέχεια γίνεται μία επεξήγηση σχετικά με το αποτύπωμα του άνθρακα και τον τρόπο που αυτό μπορεί να μετρηθεί.

Τέλος, παρουσιάζονται οι χώρες που θεωρούνται οι μεγαλύτεροι παραγωγοί ρύπων στον κόσμο.

2.2 Το φαινόμενο του θερμοκηπίου

Το φαινόμενο του θερμοκηπίου είναι ένα φυσικό φαινόμενο κατά το οποίο τα ατμοσφαιρικά αέρια συγκρατούν την θερμότητα από την ηλιακή ενέργεια και συμβάλουν στην διαδικασία της διατήρησης της θερμοκρασίας της Γης. Η προέλευση του όρου αρχικά αποδίδεται στον Γάλλο μαθηματικό, αστρονόμο και φυσικό Ζοζέφ Φουριέ καθώς πρώτος παρατήρησε ότι τα αέρια στην ατμόσφαιρα Γης αποτελούν κύριο παράγοντα στην αύξηση της θερμοκρασίας. Στην συνέχεια η μελέτη του 1824 του Ζοζέφ Φουριέ διερευνήθηκε συστηματικά από τον Σουηδό φυσικό και χημικό Σβάντε Αρρένιους ο οποίος μέσα από τις δημοσιεύσεις του στο *The Philosophical Magazine* το 1896 κατασκευάζει για πρώτη φορά το κλιματικό μοντέλο της επίδρασης του διοξειδίου του άνθρακα της ατμόσφαιρας (CO₂). Ο Σβάντε Αρρένιους αναφέρεται για πρώτη φορά στην θεωρία του θερμοκηπίου της ατμόσφαιρας, η οποία αργότερα θα ήταν γνωστή ως το φαινόμενο του θερμοκηπίου σύμφωνα με το έργο του *Worlds in the Making* (1903).

Το φαινόμενο του θερμοκηπίου δημιουργείται από την ορατή ακτινοβολία που δέχεται η Γη. Περίπου το 70% αυτής απορροφάται από τα συστατικά της ατμόσφαιρας και της επιφάνειας. Συγκεκριμένα απορροφάτε κατά 16% από την ατμόσφαιρα, κατά 3% από τα νέφη και κατά 51% από την επιφάνεια και τους ωκεανούς. Το υπόλοιπο 30% της εισαγόμενης ηλιακής ενέργειας ανακλάται στο διάστημα με ποσοστό κατά 6% από την ατμόσφαιρα, 20% από τα νέφη και κατά 4% από την επιφάνεια της Γης. Όπως παρουσιάζεται και στο Διάγραμμα 2.1 η εισερχόμενη ενέργεια που απορροφάται από τη γη επανεκπέμπεται, όχι όμως σαν ορατό φως αλλά απελευθερώνεται με την μορφή της υπέρυθρης ακτινοβολίας η οποία καλείται επίσης και θερμική ακτινοβολία. Σε αντίθεση με την ορατή ακτινοβολία, η υπέρυθρη ακτινοβολία τείνει να απορροφάται με ποσοστό περίπου 71% από τα αέρια του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα τα οποία επιβραδύνουν ή αποτρέπουν την απώλεια θερμότητας στο διάστημα.



Πηγή: [the green house effect - Bing images](#)

Διάγραμμα 2.1: Το φαινόμενο του θερμοκηπίου

Η θερμαινόμενη ατμόσφαιρα με τη σειρά της εκπέμπει υπέρυθη ακτινοβολία πίσω προς την επιφάνεια της Γης η οποία απορροφάται ξανά αυξάνοντας ακόμα περισσότερο την θερμοκρασία της. Με αυτόν τον τρόπο η γήινη ατμόσφαιρα δημιουργεί μία δεύτερη πηγή θερμότητας μετά τον Ήλιο. Η διαδικασία αυτή είναι φυσική και είναι απαραίτητη για την διατήρηση της ζωής στην Γη. Χωρίς την θέρμανση που δημιουργείται από το φαινόμενο του θερμοκηπίου, η μέση θερμοκρασία της επιφάνειας της Γης θα ήταν περίπου -18°C καθιστώντας την Γη ένα μη κατοικήσιμο μέρος. Η θερμοκρασία της γης εξαρτάται από την ισορροπία μεταξύ της ενέργειας που εισέρχεται και εξέρχεται από το σύστημα του πλανήτη. Η κάθε επιφάνεια όπως τα δάση, οι ωκεανοί, ο πάγος, οι έρημοι και οι αστικές περιοχές, απορροφούν, ανακλούν και εκπέμπουν ακτινοβολία με διαφορετικό τρόπο. Για παράδειγμα η πρόσπτωση της ηλιακής ακτινοβολίας σε μία μαύρη επιφάνεια έχει ως αποτέλεσμα την μεγαλύτερη απορρόφηση η οποία συνεισφέρει στην θέρμανση της επιφάνειας και των κατώτερων ατμοσφαιρικών στρωμάτων. Αντίθετα, όταν η ηλιακή ακτινοβολία προσπίπτει σε μια λευκή επιφάνεια ανακλά μεγάλα ποσοστά πίσω στο διάστημα, έχοντας ως αποτέλεσμα την ελάχιστη θέρμανση της επιφάνειας και της κατώτερης ατμόσφαιρας.

Παρόλο που το φαινόμενο του θερμοκηπίου είναι ένα φυσικό φαινόμενο, είναι πιθανό να ενταθεί από την αύξηση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα ως αποτέλεσμα της ανθρώπινης δραστηριότητας. Τα τελευταία έτη οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου στον πλανήτη έχουν φτάσει σε πρωτοφανές επίπεδο. Από την Βιομηχανική Επανάσταση δημιουργήθηκαν νέες βιομηχανικές διεργασίες οι οποίες αύξησαν την καύση των ορυκτών και την παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας. Επιπλέον εκτεταμένη γεωργία, η αύξηση του παγκόσμιου πληθυσμού, η αποψίλωση των δασών και άλλες πηγές οδήγησαν στην (ακόμη συνεχιζόμενη) εκπομπή σημαντικών ποσοτήτων αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα. Αυτή η ταχεία αύξηση των αερίων στην ατμόσφαιρα επιφέρει αύξηση στην απορροφούμενη θερμική

ακτινοβολία και οδηγεί σε αύξηση της μέσης παγκόσμιας θερμοκρασίας λόγω της ενίσχυσης του φαινομένου του θερμοκηπίου.

Η ρυθμός με τον οποίο η ποσότητα της ενέργειας που εισέρχεται στην Γη και εξέρχεται πίσω στο διάστημα επηρεάζει σημαντικά την θερμοκρασία του πλανήτη. Για να είναι εφικτό να διατηρηθεί το ισοζύγιο της Γης σε κατάσταση ισορροπίας και σε σταθερή θερμοκρασία ο ρυθμός με τον οποίο η ενέργεια απορροφάται από τη Γη πρέπει να είναι ανάλογος τον ρυθμό με τον οποίο εκπέμπεται πίσω στο διάστημα. Παράλληλα, η ποσότητα των αερίων του θερμοκηπίου στον αέρα θα πρέπει να παραμένει η ίδια έτσι ώστε ο ρυθμός της ενέργειας που απορροφάται από τον ήλιο είναι σταθερός. Ωστόσο, η ενίσχυση του φαινομένου του θερμοκηπίου προκαλεί ανισορροπία στο ισοζύγιο της Γης καθώς η εισερχόμενη ενέργεια είναι σημαντικά περισσότερη από την εξερχόμενη. Η αύξηση της παγκόσμιας θερμοκρασίας θα προκαλέσει αλλαγές σε ολόκληρο τον πλανήτη. Οι ακριβείς συνέπειες της δεν είναι εφικτό να προσδιοριστούν με ακρίβεια όμως τα περισσότερα σενάρια προβλέπουν μείωση της παραγωγής τροφίμων, εκτεταμένη ξηρασία, αύξηση των έντονων καιρικών φαινομένων, καταστροφή των παγετώνων και αύξηση των ασθενειών που σχετίζονται με την ατμοσφαιρική ρύπανση.

2.3 Τα Αέρια του θερμοκηπίου

Τα αέρια του θερμοκηπίου υπάρχουν στην φύση και δρουν σαν το γυαλί στο θερμοκήπιο. Βρίσκονται στην ατμόσφαιρα και ορίζονται ως οποιαδήποτε αέρια ένωση που είναι ικανή να απορροφά και να εκπέμπει υπέρυθρη ακτινοβολία επιτρέποντας με αυτόν τον τρόπο λιγότερη θερμότητα να επιστρέψει στο διάστημα παγιδεύοντας την στην κατώτερη ατμόσφαιρα. Με αυτή την διαδικασία το σύστημα Γη – κατώτερη ατμόσφαιρα θερμαίνεται και διατηρείται σε υψηλά επίπεδα. Τα αέρια του θερμοκηπίου απαρτίζονται από το διοξείδιο του άνθρακα (CO₂), το μεθάνιο (CH₄), το υποξείδιο του αζώτου (N₂O), τα φθοριούχα αέρια, τους υδρατμούς και άλλα αέρια συστατικά της ατμόσφαιρας, τόσο φυσικά, όσο και ανθρωπογενή.

Κάθε ένα από τα παραπάνω αέρια δύναται να παραμείνει στην ατμόσφαιρα για διαφορετικό χρονικό διάστημα, το οποίο κυμαίνεται από μερικές δεκάδες έως χιλιάδες χρόνια. Ο βαθμός που το κάθε αέριο επηρεάζει την ατμόσφαιρα εξαρτάται από το είδος του αερίου καθώς μερικά αέρια είναι πιο αποτελεσματικά από άλλα στο να θερμαίνουν

τον πλανήτη. Οι υψηλότερες εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου οδηγούν σε υψηλότερες συγκεντρώσεις αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα που σημαίνει υψηλότερες θερμοκρασίες στην Γη.

Για κάθε αέριο του θερμοκηπίου, αναπτύχθηκε ένα δυναμικό υπερθέρμανσης του πλανήτη (Global Warming Potential - GWP) το οποίο παρέχει μία κοινή μονάδα μέτρησης που επιτρέπει την σύγκριση των επιπτώσεων της υπερθέρμανσης του πλανήτη από διαφορετικά αέρια. Όσο μεγαλύτερο είναι το αποτέλεσμα από το δυναμικό υπερθέρμανσης (GWP), τόσο περισσότερο ένα δεδομένο αέριο θερμαίνει τη Γη σε σύγκριση με το Διοξείδιο του άνθρακα (CO₂) κατά τη διάρκεια μίας χρονικής περιόδου. Η χρονική περίοδος που χρησιμοποιείται συνήθως για τα GWP είναι 100 χρόνια. Εναλλακτικά, μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν κοινή μονάδα μέτρησης το δυναμικό παγκόσμιας θερμοκρασίας (Global Temperature change Potential - GTP). Ενώ το δυναμικό υπερθέρμανσης (GWP) είναι ένα μέτρο της θερμότητας που απορροφάται σε μια δεδομένη χρονική περίοδο λόγω των εκπομπών ενός αερίου, το δυναμικό παγκόσμιας θερμοκρασίας (GTP) είναι ένα μέτρο της μεταβολής της θερμοκρασίας στο τέλος αυτής της χρονικής περιόδου (και πάλι σε σχέση με το CO₂). Οι μονάδες μέτρησης GWP και GTP επιτρέπουν στους υπεύθυνους χάραξης πολιτικής που σχετίζονται με την κλιματική αλλαγή να συγκρίνουν ευκαιρίες για μείωσης εκπομπών σε διάφορους τομείς.

Τις τελευταίες δεκαετίες, τα αέρια του θερμοκηπίου, κυρίως με τη μορφή εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα (CO₂), έχουν αυξηθεί με πρωτοφανείς ρυθμούς λόγω της παγκόσμιας ανάπτυξης αλλά και κατανάλωσης των πόρων. Οι παγκόσμιες εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου ανήλθαν το 2019 σε περίπου 49,76 δισεκατομμύρια μετρικούς τόνους ισοδύναμου διοξειδίου του άνθρακα (Global Warming Potential - GWP). Στον Πίνακα 2.1 παρουσιάζεται η ανάλυση των διεργασιών ανά τομέα που συμβάλλουν στις παγκόσμιες εκπομπές το 2019. Σύμφωνα με τον πίνακα οι παγκόσμιες πηγές εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου για το έτος 2019 μπορούν να ταξινομηθούν σε τέσσερις ευρείες κατηγορίες και συγκεκριμένα στην χρήση της ενέργειας, την συνολική κατηγορία της γεωργίας, της δασοκομίας και της αξιοποίησης της Γης, και χρήση της Γης, τις βιομηχανικές διεργασίες και τα απόβλητα. Συντριπτικά, σχεδόν τα τρία τέταρτα των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου προέρχονται από την κατανάλωση ενέργειας με ποσοστό 76%, καθιστώντας τον συγκεκριμένο τομέα τον μεγαλύτερο παράγοντα που συμβάλλει στις παγκόσμιες εκπομπές.

Πίνακας 2.1 : Ευρείες Κατηγορίες πηγών εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου 2019Πηγή: [Global GHG emission shares by sector | Statista](#)

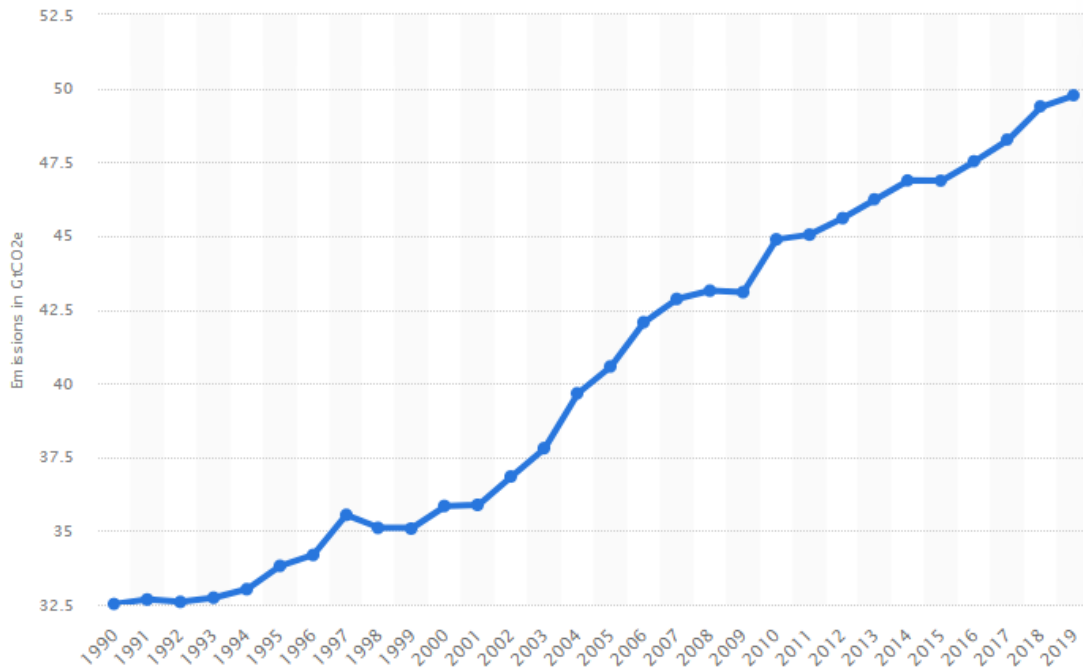
Energy Use	
Electricity & Heat	38%
Transportation	17%
Manufacturing/Construction	13%
Fugitive Emissions	7%
Other Fuel Combustion	1%
	76%
Agriculture, Forestry & Land Use	
Argriculture	12%
LUCF (Land-Use Change and Forestry)	3%
	15%
Industrial processes	
Industrial Processes (chemicals & cemet)	6%
	6%
Waste	
Waste	3%
	3%

Η πρώτη υποκατηγορία που συμπεριλαμβάνεται στην χρήση της ενέργειας είναι ο τομέας της ηλεκτρικής ενέργειας και της θέρμανσης με ποσοστό 38%. Σε αυτή την υποκατηγορία καταγράφονται οι καύσεις από τα ορυκτά καύσιμα για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και η χρήση της ενέργεια στα κτίρια. Η ενέργεια των κτιρίων σχετίζεται με την ενέργεια που χρησιμοποιήθηκε για την χρήση διάφορων συσκευών, για το μαγείρεμα , για τον φωτισμό, την θέρμανση και την ψύξη στο σπίτι, σε εμπορικά κτίρια, σε γραφεία, σε εστιατόρια και καταστήματα. Οι μεταφορές με ποσοστό 17% περιγράφουν τις εκπομπές από την καύση της βενζίνης και ντίζελ από όλες τις μορφές μεταφορών, οδικές, αεροπορικές, θαλάσσιες και σιδηροδρομικές. Η χρήση της ενέργειας στη βιομηχανία καταλαμβάνει ποσοστό 13% και καταγράφει τις εκπομπές που σχετίζονται με την ενέργεια από την κατασκευή σιδήρου και χάλυβα ,την παραγωγή λιπασμάτων, φαρμακευτικών προϊόντων, ψυκτικών, εξόρυξης πετρελαίου και αερίου, προϊόντων καπνού, την επεξεργασία τροφίμων κ.λπ.. Οι διαφεύγουσες εκπομπές από την παραγωγή ενέργειας με ποσοστό 7% αφορούν τις ανεξέλεγκτες εκπομπές από τυχαία διαρροή μεθανίου στην ατμόσφαιρα κατά την εξόρυξη και τη μεταφορά πετρελαίου, αερίου ή άνθρακα, από κατεστραμμένους ή κακό - συντηρημένους σωλήνες. Τέλος, οι λοιπές καύσεις καυσίμων με ποσοστό 1% είναι οι εκπομπές που σχετίζονται με την ενέργεια από τη χρήση μηχανημάτων στη γεωργία και την αλιεία, όπως καύσιμα για γεωργικά μηχανήματα και αλιευτικά σκάφη.

Η δεύτερη κατηγορία είναι η Γεωργία η δασοκομία και η αξιοποίηση της Γης με συνολικό ποσοστό 15%. Το σύστημα των τροφίμων, συμπεριλαμβανομένης της ψύξης, της επεξεργασίας τροφίμων, της συσκευασίας και της μεταφοράς, ευθύνεται για περίπου το ένα τέταρτο των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Συγκεκριμένα, ανάλογα με τις πρακτικές διαχείρισης που χρησιμοποιούνται στις καλλιεργήσιμες εκτάσεις, ο άνθρακας που απελευθερώνεται μπορεί να χαθεί ή να απομονωθεί στα εδάφη και στη βιομάζα. Αυτό επηρεάζει την ισορροπία των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) καθώς μπορεί να εκπέμπονται όταν οι καλλιέργειες υποβαθμίζονται ή να δεσμεύονται όταν αποκαθίστανται. Για παράδειγμα, η καύση γεωργικών υπολειμμάτων από καλλιέργειες όπως το ρύζι, το σιτάρι, το ζαχαροκάλαμο και άλλες καλλιέργειες απελευθερώνει διοξείδιο του άνθρακα, οξείδιο του αζώτου και μεθάνιο. Η εφαρμογή στα εδάφη συνθετικών αζωτούχων λιπασμάτων παράγει ένα ισχυρό αέριο του θερμοκηπίου το υποξείδιο του αζώτου. Η κτηνοτροφία και η κοπριά (κυρίως από μηρυκαστικά, όπως βοοειδή και πρόβατα) παράγουν αέρια του θερμοκηπίου μέσω της διαδικασίας της εντερικής ζύμωσης. Το υποξείδιο του αζώτου και το μεθάνιο μπορούν να παραχθούν από την αποσύνθεση ζωικών κοπριάς υπό συνθήκες χαμηλού οξυγόνου.

Ακολουθεί η κατηγορία για τις Άμεσες Βιομηχανικές Διεργασίες με ποσοστό 6%. Στην κατηγορία αυτή συμπεριλαμβάνεται το διοξείδιο του άνθρακα το οποίο παράγεται ως υποπροϊόν μιας διαδικασίας χημικής μετατροπής που χρησιμοποιείται στην παραγωγή των συστατικών του τσιμέντου. Επίσης περιλαμβάνονται και τα χημικά και πετροχημικά τα οποία μπορούν να παράξουν αέρια του θερμοκηπίου ως υποπροϊόν από χημικές ενώσεις. Για παράδειγμα, διοξείδιο του άνθρακα (CO₂) μπορεί να εκπέμπεται κατά την παραγωγή αμμωνίας, η οποία χρησιμοποιείται για τον καθαρισμό των αποθεμάτων νερού. Τέλος, η κατηγορία των αποβλήτων με ποσοστό 3% αναφέρεται κυρίως στα απόβλητα, στα λύματα και στους χώρους υγειονομικής ταφής απορριμμάτων.

Από το 1990, οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου αυξάνονται από χρόνο σε χρόνο, έχοντας αυξηθεί συνολικά έως σήμερα κατά 85%. Οι εκπομπές μπορεί να αυξάνονται και να μειώνονται λόγω αλλαγών στην οικονομία, στην τιμή των καυσίμων αλλά και άλλων παραγόντων. Το διάγραμμα 2.2 απεικονίζει την μεταβολή των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου σε παγκόσμιο επίπεδο για το διάστημα 1990-2019 .



Πηγή: [Global GHG emissions 1990-2019 | Statista](#)

Διάγραμμα 2.2: Ετήσιες εκπομπές αερίων θερμοκηπίου παγκοσμίως 1990-2019

Όπως παρουσιάζεται και στο διάγραμμα οι παγκόσμιες εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου το 2019 αυξήθηκαν κατά 0,8%, από 49,37 δισεκατομμύρια μετρικών τόνων ισοδυνάμου διοξειδίου του άνθρακα (GtCO₂e) σε 49,76 (GtCO₂e), λαμβάνοντας την υψηλότερη τιμή των τελευταίων ετών. Το διοξείδιο του άνθρακα (CO₂) θεωρείται ο κύριος υπεύθυνος για την μεταβολή αυτή καθώς ευθύνεται περίπου για το 75% των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου.

2.4 Διοξείδιο του άνθρακα

Το διοξείδιο του άνθρακα, (CO₂), είναι ένα αέριο άχρωμο, άοσμο και άγευστο το οποίο περιέχει 27,3% w/w άνθρακα και 72,7% w/w οξυγόνο. Σχηματίζεται κυρίως από την καύση υλικών που περιέχουν άνθρακα όπως το πετρέλαιο, η βενζίνη, το φυσικό αέριο, το κάρβουνο, το ξύλο και το πλαστικό. Δημιουργείται επίσης από την αναπνοή των φυτών και των ζώων, από την φυσική αποσύνθεση της οργανικής ύλης και από την εκροή αερίων από ηφαίστεια. Θεωρείται ένα από τα πιο σημαντικά αέρια του θερμοκηπίου που συνδέονται με την υπερθέρμανση του πλανήτη και το οποίο εκπέμπεται κυρίως από τις ανθρώπινες δραστηριότητες. Ο άνθρακας μετακινείται από την ατμόσφαιρα (αέρας) προς την βιόσφαιρα (ζωντανή ύλη), την υδρόσφαιρα (νερό) και την γεώσφαιρα (γη) μέσω φυσικών διεργασιών από ένα κύκλο ανταλλαγής και

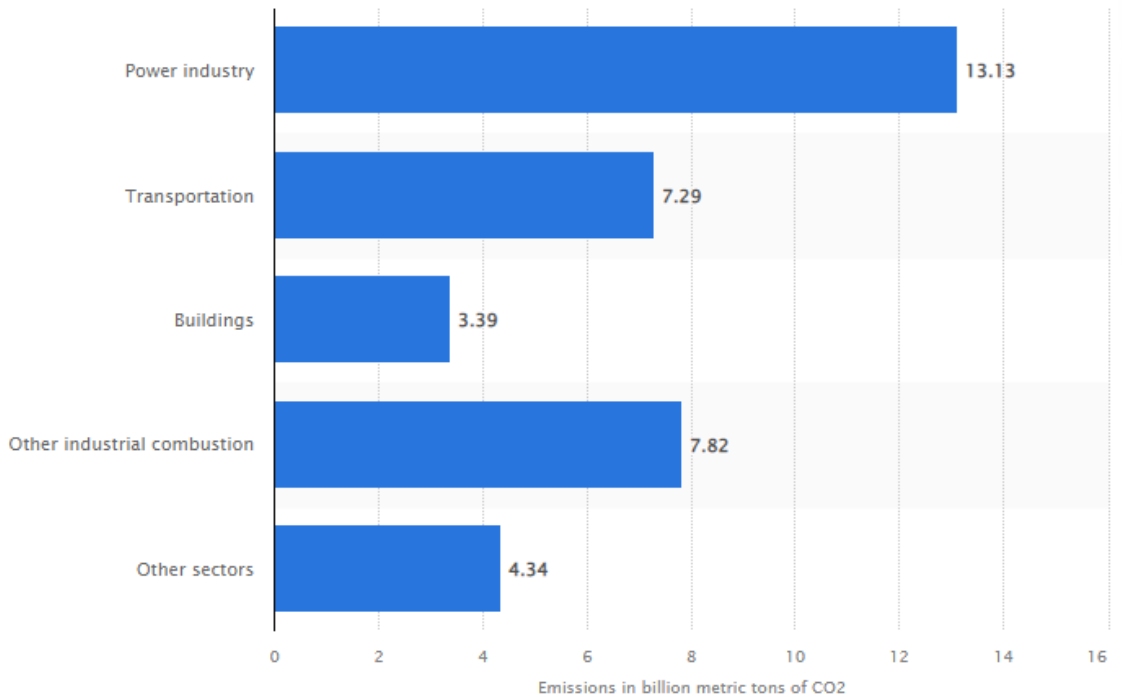
αποθήκευσης ποσότητας άνθρακα. Ο κύκλος αυτός ονομάζεται κύκλος του άνθρακα της Γης και είναι ζωτικής σημασίας τόσο για την σωστή λειτουργία της βιόσφαιρας όσο και την ρύθμιση του κλίματος.

Ο κύκλος του άνθρακα χωρίζεται σε τρία βασικά μέρη, την παραγωγή, την σύνθεση και την αποθήκευση. Η παραγωγή αφορά όλες τις διαδικασίες που εκπέμπουν άνθρακα. Η βιόσφαιρα εκπνέει διοξείδιο του άνθρακα (CO_2) κατά την διαδικασία της αναπνοής, της αποσύνθεσης και της ζύμωσης, η υδρόσφαιρα εκπέμπει το διοξείδιο του άνθρακα (CO_2) που έχει διαλύσει όταν η θερμοκρασία αυξάνεται και η λιθόσφαιρα απελευθερώνει το διοξείδιο του άνθρακα (CO_2) μέσα από τις ηφαιστειακές εκρήξεις. Η σύνθεση αναφέρεται στην απομάκρυνση του άνθρακα από την ατμόσφαιρα η οποία πραγματοποιείται από τους οργανισμούς που συμμετέχουν στην διαδικασία της φωτοσύνθεσης όπως τα φυτά, τα φύκια και ορισμένα βακτήρια. Κατά την διαδικασία της φωτοσύνθεσης ο συνδυασμός διοξειδίου του άνθρακα (CO_2), του νερού και την ηλιακής ενέργειας μετατρέπεται σε οργανική ύλη και οξυγόνο, δηλαδή σε μία οργανική ένωση που είναι περισσότερη αφομοιώσιμη στα έμβια όντα. Τέλος, η αποθήκευση αναφέρεται στις δεξαμενές που παγιδεύουν το στοιχείο του άνθρακα οι οποίες ονομάζονται καταβόθρες άνθρακα. Πρόκειται για φυσικά ή ανθρωπογενή κοιτάσματα που δεσμεύουν και αποθηκεύουν τον άνθρακα από την ατμόσφαιρα. Οι φυσικές καταβόθρες είναι οι ωκεανοί, η φυτική και ζωική βιομάζα, ο μόνιμος παγετός, τα ασβεστολιθικά ιζηματογενή πετρώματα και τα κοιτάσματα ορυκτών πόρων.

Από τα μέσα του 20ου αιώνα, οι συγκεντρώσεις διοξειδίου του άνθρακα (CO_2) αυξάνονται συνεχώς. Η καταστροφή των φυσικών δεξαμενών άνθρακα αυξάνει με την σειρά της την συγκέντρωση άνθρακα στην ατμόσφαιρα. Οι ειδικοί στον κύκλο του άνθρακα εκτιμούν ότι οι φυσικές διαδικασίες που απομακρύνουν τον άνθρακα από την ατμόσφαιρα, στη γη και στον ωκεανό μπορούν να απορροφούν περίπου το μισό διοξειδίου του άνθρακα (CO_2) που απελευθερώθηκε ανά έτος για τις δεκαετίες 2011-2020. Εκπέμποντας περισσότερο διοξείδιο του άνθρακα (CO_2) στην ατμόσφαιρα από ό,τι μπορούν να αφαιρέσουν οι φυσικές διεργασίες, η συγκέντρωση διοξειδίου του άνθρακα (CO_2) στην ατμόσφαιρα θα αυξάνεται κάθε χρόνο.

Η ρύπανση από το διοξείδιο του άνθρακα (CO_2) παράγεται κυρίως από τις ανθρώπινες δραστηριότητες. Ο ενεργειακός τομέας είναι η κύρια αιτία για την αύξηση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα (CO_2) και η παγκόσμια ενεργειακή ζήτηση αναμένεται να συνεχίσει να αυξάνεται τις επόμενες δεκαετίες, καθώς αυξάνεται πληθυσμός και αναπτύσσονται οι οικονομίες. Στο Διάγραμμα 2.3 παρατηρείται ότι η

μεγαλύτερη πηγή εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) παγκοσμίως για το έτος 2020 είναι η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας η οποία παρήγαγε 13,13 δισεκατομμύρια μετρικούς τόνους (GtCO₂) διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) παγκοσμίως αντιπροσωπεύοντας περίπου το 37% των παγκόσμιων εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) για αυτό το έτος.

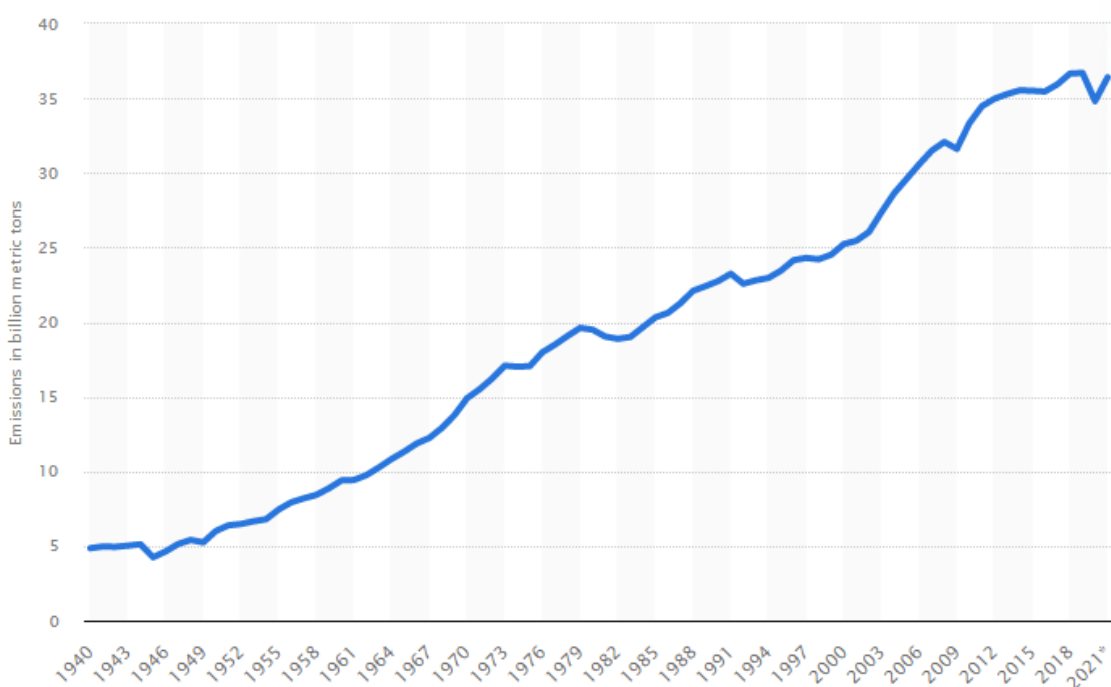


Πηγή: [Global CO₂ emissions by sector 2020 | Statista](#)

Διάγραμμα 2.3: Παγκόσμια κατανομή των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου ανά τομέα (2020)

Ο δεύτερος μεγαλύτερος παραγωγός διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) σύμφωνα με το διάγραμμα ήταν ο τομέας των βιομηχανικών διεργασιών, ο οποίος παρήγαγε 7,82 δισεκατομμύρια μετρικούς τόνους (GtCO₂) και βρίσκεται σε μικρή απόσταση από τον τομέα μεταφορών με 7,29 δισεκατομμύρια μετρικούς τόνους (GtCO₂). Στις τελευταίες θέσεις βρίσκονται οι λοιποί τομείς της κατανάλωσης ενέργειας με 4,34 δισεκατομμύρια μετρικούς τόνους (GtCO₂) και η κατανάλωση ενέργειας από τα κτίρια με 3,39 δισεκατομμύρια μετρικούς τόνους (GtCO₂).

Οι παγκόσμιες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) από τα ορυκτά καύσιμα έχουν αυξηθεί σημαντικά από το 1990 έως το 2021. Όπως φαίνεται στο Διάγραμμα 2.4 το 2019 έφθασαν σε επίπεδο ρεκόρ ύψους 36,7 δισεκατομμυρίων μετρικών τόνων (GtCO₂) διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) καταγράφοντας την υψηλότερη μέτρηση των τελευταίων δεκαετιών.



Πηγή: [Annual CO2 emissions worldwide 1940-2020 | Statista](#)

Διάγραμμα 2.4: Ετήσιες εκπομπές CO2 παγκοσμίως από το 1940 έως το 2020 (σε δισεκατομμύρια μετρικούς τόνους)

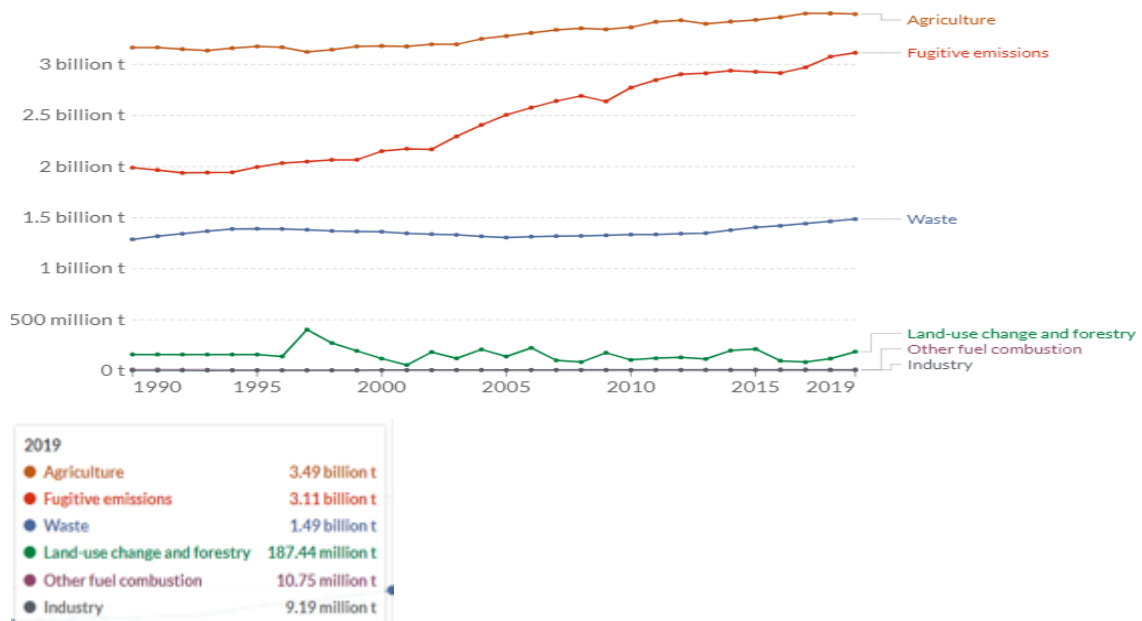
Η κατακόρυφη πτώση των παγκόσμιων εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα (CO2) κατά 5% σε 34,81 δισεκατομμύρια μετρικούς τόνους (GtCO2) που παρουσιάζει το διάγραμμα το έτος 2020 οφείλεται στην πανδημία COVID-19. Τα αυστηρά lockdown που εφαρμόστηκαν στις χώρες σε ολόκληρο τον κόσμο μείωσαν σημαντικά τις μεταφορές και τις διάφορες βιομηχανικές δραστηριότητες. Αντίστοιχα, η παγκόσμια ύφεση του 2009 προκάλεσε μείωση των παγκόσμιων εκπομπών CO2 κατά περίπου 460 εκατομμύρια μετρικούς τόνους (GtCO2).

2.5 Μεθάνιο

Το μεθάνιο (CH4) είναι μία οργανική ένωση που αποτελείται από ένα άτομο άνθρακα και τέσσερα άτομα υδρογόνου και είναι το δεύτερο πιο σημαντικό αέριο του θερμοκηπίου μετά το διοξείδιο του άνθρακα που συμβάλει στην κλιματική αλλαγή. Χαρακτηρίζεται ως μια ισχυρή ατμοσφαιρική ρύπανση που ευθύνεται για περίπου το 30% της τρέχουσας υπερθέρμανσης του πλανήτη. Αποτελεί τον βασικό παράγοντα

που συμβάλλει στον σχηματισμό του όζοντος, ενός επικίνδυνου ατμοσφαιρικού ρύπου και αερίου θερμοκηπίου, η έκθεση στο οποίο προκαλεί σοβαρά προβλήματα υγείας κάθε χρόνο. Παρόλο που η διάρκεια ζωής του στην ατμόσφαιρα είναι μικρότερη σε σχέση με το διοξείδιο του άνθρακα, και συγκεκριμένα 10-12 έτη, σε μοριακό επίπεδο το μεθάνιο είναι ένας πολύ πιο ισχυρός παράγοντας για το κλίμα. Σε μια χρονική κλίμακα 100 ετών η ικανότητα του να παγιδεύει την θερμότητα στην ατμόσφαιρα είναι κατά 25 φορές πιο ισχυρή από το διοξείδιο του άνθρακα και για τον λόγο αυτό οι εκπομπές μεθανίου (CH₄) έχουν ύψιστη σημασία για τους μελλοντικούς κλιματικούς στόχους. Κατά την διάρκεια της παραμονής του στην ατμόσφαιρα, οι εκπομπές που παράγονται σε μία χώρα μπορούν να διασκορπιστούν και να επηρεάσουν και άλλες χώρες προκαλώντας, εκτός από την υπερθέρμανση του πλανήτη, πρόωρους θανάτους και απώλειες στις γεωργικές σοδειές όχι μόνο στο σημείο προέλευσης αλλά και σε πολύ ευρύτερο γεωγραφικό πεδίο εφαρμογής.

Το μεθάνιο (CH₄) εκπέμπεται από μια ποικιλία ανθρώπινων δραστηριοτήτων αλλά και φυσικών πηγών. Οι ανθρωπογενείς πηγές εκπομπών μεθανίου περιλαμβάνουν τους χώρους υγειονομικής ταφής, την παραγωγή ενέργειας όταν χρησιμοποιούνται συστήματα πετρελαίου και φυσικού αερίου, τις γεωργικές δραστηριότητες και ορισμένες βιομηχανικές διεργασίες. Οι φυσικές πηγές που παράγουν μεθάνιο είναι κυρίως οι υγρότοποι (όπως οι βάλτοι και τα έλη), ενώ άλλες φυσικές πηγές περιλαμβάνουν τους τερμίτες και τους ωκεανούς. Όπως παρατηρείται στο Διάγραμμα 2.5 η κατανομή των εκπομπών μεθανίου από ανθρώπινες δραστηριότητες μεταξύ των διαφόρων τομέων παραγωγής μεθανίου είναι σημαντικά διαφορετική. Το διάγραμμα παρουσιάζει τις εκπομπές μεθανίου ανά τομέα, μετρημένες σε τόνους ισοδυνάμων διοξειδίου του άνθρακα για το διάστημα 1990 έως 2019 σε παγκόσμιο επίπεδο. Σύμφωνα με το διάγραμμα οι εκπομπές του μεθανίου που παρατηρούνται από τις γεωργικές διεργασίες συμβάλλουν σε μεγαλύτερο βαθμό στις συνολικές εκπομπές. Το μεγαλύτερο μέρος αυτών των εκπομπών μεθανίου προέρχεται μέσω της κτηνοτροφίας και ιδίως από τα μηρυκαστικά ζώα τα οποία παράγουν μεθάνιο μέσω των πεπτικών διεργασιών τους, με μια διαδικασία γνωστή ως «εντερική ζύμωση» αλλά και από χειρισμό και την αποθήκευση της ζωικής κοπριάς. Επιπλέον η καλλιέργεια ρυζιού σε πλημμυρισμένους ορυζώνες συμβάλλει επίσης σε μεγάλο βαθμό στις εκπομπές μεθανίου.

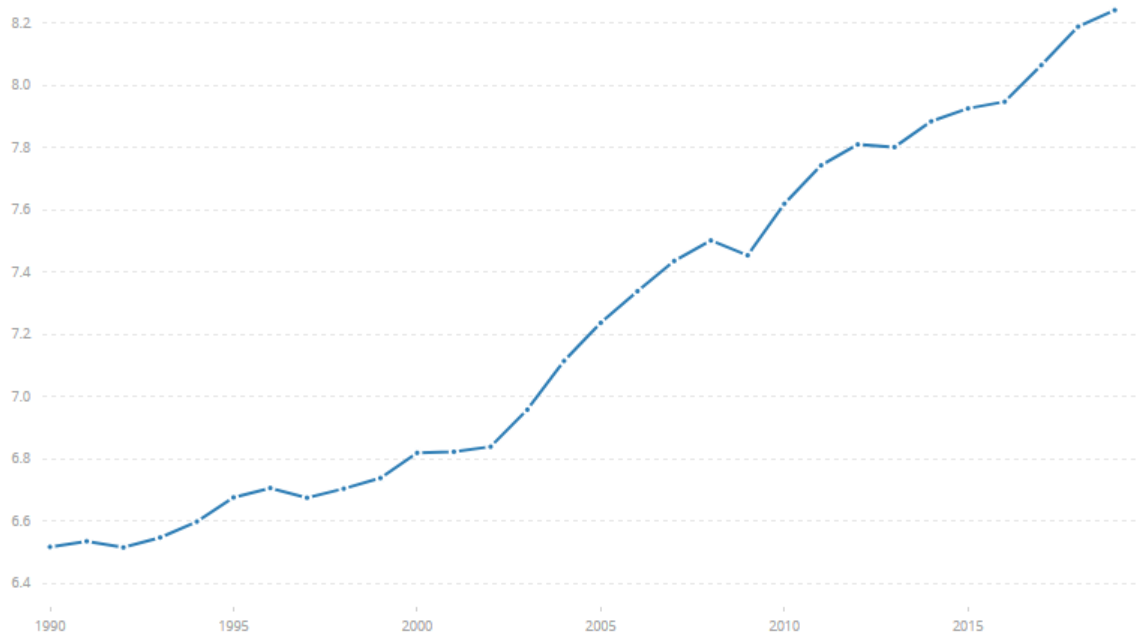


Πηγή: [Emissions by sector - Our World in Data](#)

Διάγραμμα 2.5: Ετήσιες παγκοσμίως εκπομπές μεθανίου (CH₄) από ανθρώπινες δραστηριότητες 1990-2019, ανά τομέα (σε εκατομμύρια μετρικούς τόνους ισοδύναμου διοξειδίου του άνθρακα)

Εκτός από τη γεωργία, οι διαφεύγουσες εκπομπές παράγουν σημαντική ποσότητα μεθανίου. Οι διαφεύγουσες εκπομπές αφορούν κυρίως ακούσιες διαρροές από συσκευές, δεξαμενές αποθήκευσης, αγωγούς, πηγάδια ή άλλα κομμάτια εξοπλισμού και την εξόρυξη ορυκτών καυσίμων. Η πιο σύνηθες διαρροή αφορά την μεταφορά φυσικού αερίου μέσω μη σωστά συντηρημένων σωλήνων. Τα απόβλητα είναι ο τρίτος μεγαλύτερος παράγοντας που συνεισφέρει στις εκπομπές αερίου. Όταν τα οργανικά υλικά αποσυντίθενται στις χωματερές παράγεται μεγάλη ποσότητα μεθανίου. Τέλος, η χρήση της γης, οι λοιπές βιομηχανικές δραστηριότητες και οι καύση ορυκτών συμβάλλουν επίσης στις συνολικές εκπομπές μεθανίου από τις ανθρώπινες δραστηριότητες.

Οι παγκόσμιες εκπομπές μεθανίου (CH₄), σύμφωνα με το Διάγραμμα 2.6, ήταν περίπου 8,2 δισεκατομμύρια μετρικοί τόνοι ισοδύναμου διοξειδίου του άνθρακα (GtCO₂) το 2018 το οποίο αντιπροσώπευε περίπου το 20% των συνολικών εκπομπών αερίων θερμοκηπίου εκείνο το έτος. Όπως περιγράφεται στο διάγραμμα οι ετήσιες εκπομπές μεθανίου έχουν αυξηθεί κατά περίπου 30% από το 1990. Παρατηρείται ότι οι συγκεντρώσεις του μεθανίου ξεκίνησαν να ενισχύονται το 2002 και να αυξάνονται σταθερά ανά έτος



Πηγή: [Methane emissions \(kt of CO2 equivalent\) | Data \(worldbank.org\)](https://data.worldbank.org/SH.MEVS)

Διάγραμμα 2.6: Ετήσιες εκπομπές μεθανίου (CH₄) παγκοσμίως από το 1990 έως το 2019 (σε εκατομμύρια μετρικούς τόνους ισοδύναμο διοξειδίου του άνθρακα)

Η συνεχής αυξητική τάση του μεθανίου στην ατμόσφαιρα τα τελευταία χρόνια ανησυχεί ιδιαίτερα τους επιστήμονες. Σε περίπτωση που τα επίπεδα του μεθανίου συνεχίσουν να αυξάνονται με αυτό το ρυθμό, τότε δεν θα είναι εφικτό να επιτευχθεί ο στόχος για την μείωση της ανόδου της παγκόσμιας θερμοκρασίας ο οποίος έχει τεθεί κατά την Συμφωνία του Παρισιού. Παρόλο που το μεθάνιο έχει μικρότερη διάρκεια ζωής συγκριτικά με το διοξείδιο του άνθρακα, είναι ένα πολύ ισχυρό αέριο του θερμοκηπίου που συμβάλλει έντονα στην αύξηση της θερμοκρασίας του πλανήτη. Ως εκ τούτου, η μείωση των εκπομπών μεθανίου θεωρείται ζωτικής σημασίας.

2.6 Υποξείδιο του αζώτου

Το υποξείδιο του αζώτου (N₂O) είναι ένα άχρωμο, μη-εύφλεκτο αέριο, με ελαφρώς γλυκιά μυρωδιά και γεύση το οποίο ανήκει στην κατηγορία των ισχυρών αερίων του θερμοκηπίου. Η απελευθέρωση ενός μορίου υποξειδίου του αζώτου στην ατμόσφαιρα συμβάλλει σχεδόν 300 φορές περισσότερο στην κλιματική αλλαγή από ένα μόνο μόριο διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) σε χρονικό διάστημα 100 ετών καθώς όμως υπάρχει σε μικρότερη συγκέντρωση θεωρείται λιγότερο σημαντικό. Επίσης, Το υποξείδιό του

αζώτου (N₂O) θεωρείται η τρέχουσα κυρίαρχη ουσία που καταστρέφει το όζον, προκαλώντας αρνητικό αντίκτυπο στον ρυθμό ανάκτησης της τρύπας του όζοντος. Οι φυσικές πηγές που παράγουν το υποξείδιο του αζώτου είναι κυρίως μικροοργανισμοί και μικρόβια που ζουν στο έδαφος και στους ωκεανούς. Οι ανθρωπογενείς διεργασίες που δημιουργούν εκπομπές υποξειδίου του αζώτου είναι η καύση οργανικών υλικών, ορυκτών καυσίμων και η επεξεργασία λυμάτων.

Η παραγωγή του υποξειδίου του αζώτου από φυσικές πηγές γίνεται μέσω των μικροβίων και πραγματοποιείται με δύο βασικούς τρόπους την νιτροποίηση και την απονιτροποίηση. Η νιτροποίηση αναφέρεται στην μετατροπή της αμμωνίας/αμμωνίου (NH₃/NH₄⁺) σε νιτρικό (NO₃⁻). Η μετατροπή αυτή πραγματοποιείται με την βοήθεια μικροβίων τα οποία καθώς δεν είναι σε θέση να μετατρέψουν την αμμωνία/αμμώνιο σε νιτρικό άλας με 100% απόδοση απελευθερώνουν ένα μέρος ως αέριο υποξείδιο του αζώτου (N₂O). Η απονιτροποίηση δύναται να χαρακτηριστεί ως η συμπληρωματική διαδικασία της νιτροποίησης και αναφέρεται στη μετατροπή του νιτρικού (NO₃⁻) σε αέριο του άζωτο (N₂), το οποίο είναι αβλαβές. Η απονιτροποίηση βασίζεται σε μια διαδικασία πολλαπλών σταδίων και όταν δεν είναι εφικτό από τα μικρόβια να ολοκληρώσουν όλα τα στάδια σχηματίζουν το αποξείδιο του αζώτου σε ένα ενδιάμεσο στάδιο.

Η μεγαλύτερη πηγή εκπομπών υποξειδίου του αζώτου που δημιουργείται από τις ανθρωπογενείς δραστηριότητες είναι οι αγροτικές καλλιέργειες στις οποίες γίνεται χρήση λιπασμάτων οργανικής προέλευσης, δηλαδή από λιπάσματα που προέρχονται από φυσικές πρώτες ύλες, συνήθως πρώην ζώντες οργανισμούς όπως ζώα και φυτά, και από την διασπορά αγροτικών αποβλήτων όπως είναι οι τσάντες και άλλες διάφορες συσκευασίες, τα λάστιχα, τα λάδια, τα παλιά μηχανήματα κ.α.. Σημαντικές ποσότητες υποξειδίου του αζώτου παράγουν επίσης και τα ζώα εκτροφής με τις απεκκρίσεις τους. Επίσης, πηγές υποξειδίου του αζώτου χαρακτηρίζονται και τα δίκτυα ποταμών καθώς το υποξείδιο του αζώτου (N₂O) είναι προϊόν μετατροπής αζωτούχων ενώσεων στο έδαφος, τα ιζήματα και το νερό. Στο νερό καταλήγουν ενώσεις αζώτου που περιέχονται στα λύματα και τα γεωργικά λιπάσματα όπου διασπώνται από βακτήρια. Επιπλέον, ένα μικρό μέρος των εκπομπών προέρχεται από την καύση βιομάζας κυρίως από φωτιές σε δάση, την καύση υπολειμμάτων καλλιεργειών και την καύση βιομάζας για θέρμανση και μαγείρεμα. Τέλος, οι βιομηχανικές δραστηριότητες για την παραγωγή νιτρικού και αδιπικού οξέος και η καύση ορυκτών καυσίμων απελευθερώνουν υποξείδιο του αζώτου.

Καθώς η κατανάλωση και η χρήση γεωργικών οργανικών λιπασμάτων αυξάνεται προσπαθώντας με αυτό τον τρόπο να καλύψει τη ζήτηση τροφίμων, οι γεωργικές εκπομπές υποξειδίου του αζώτου (N₂O) αυξάνονται συμβάλλοντας με αυτό τον τρόπο στην παγκόσμια αύξηση των συνολικών εκπομπών όπως φαίνεται στο Διάγραμμα 2.7. Σύμφωνα με το διάγραμμα οι παγκόσμιες εκπομπές υποξειδίου του αζώτου παρουσιάζουν έντονη και συνεχή αύξηση από το 2015 και μετά. Το 2019 φτάνουν τις 2.985.720 χιλιάδες μετρικούς τόνους ισοδύναμου CO₂. Παρόλο που το υποξείδιο του αζώτου είναι το τρίτο στην λίστα των πιο σημαντικών αερίων του θερμοκηπίου είναι ιδιαίτερα σημαντικό καθώς είναι από τα πιο μακροβιότερα αέρια εφόσον μπορεί να χρειαστεί περισσότερο από έναν αιώνα για να διασπαστεί πλήρως στην ατμόσφαιρα



Πηγή: <https://data.worldbank.org/indicator/EN.ATM.NOXE.KT.CE>

Διάγραμμα 2.7: Παγκόσμιες εκπομπές υποξειδίου του αζώτου 1990-2019 (χιλιάδες μετρικοί τόνοι ισοδύναμου CO₂)

Επιπρόσθετα, το υποξείδιο του αζώτου αποτελεί μία χημική ουσία που καταστρέφει το όζον. Παρόλο που το όζον είναι για την τροπόσφαιρα (το κατώτερο μέρος της ατμόσφαιρας) ατμοσφαιρικός ρύπος, για την στρατόσφαιρα (το τελευταίο μέρος της ατμόσφαιρας) θεωρείται η ασπίδα που απορροφά την υπεριώδη ακτινοβολία του ήλιου. Σε αντίθεση με τον στόχο μείωσης που υπάρχει για τις συγκεντρώσεις όζοντος της τροπόσφαιρας η προσδοκία για τις συγκεντρώσεις στην στρατόσφαιρα είναι να παραμένουν σταθερές καθώς η μείωση τους οδήγησε στην ονομαζόμενη τρύπα του όζοντος. Η μείωση του πάχους του στρώματος του όζοντος έχει ως αποτέλεσμα την μείωση της προστασίας από τις υπεριώδεις ηλιακές ακτινοβολίες η οποίες συμβάλλουν στο λιώσιμο των πάγων και επηρεάζουν την ανθρώπινη υγεία. Το υποξείδιο του

αζώτου αποτελεί την κύρια πηγή οξειδίων του αζώτου στη στρατόσφαιρα τα οποία παίζουν σημαντικό ρόλο στην εξάντληση του στρώματος του όζοντος.

2.7 Φθοριούχα αέρια και Υδρατμοί

Τα φθοριούχα αέρια (F-Gases) αποτελούνται από διάφορα τεχνητά αέρια τα οποία εντοπίζονται σε ένα ευρύ φάσμα εφαρμογών, κυρίως στους τομείς της ψύξης και του κλιματισμού. Τα φθοριούχα ανήκουν σε τρεις μεγάλες ομάδες. Η πιο συνηθισμένη και μεγαλύτερη ομάδα είναι οι υδροφθοράνθρακες (HFCs). Χρησιμοποιούνται ως ψυκτικά μέσα σε εξοπλισμό ψύξης και κλιματισμού, ως παράγοντες διόγκωσης αφρωδών υλικών καθώς και σε πυροσβεστήρες και αερολύματα. Η επόμενη ομάδα είναι οι υπερφθοράνθρακες (PFCs) και χρησιμοποιούνται συνήθως στον τομέα των ηλεκτρονικών, στον τομέα των καλλυντικών και τη φαρμακευτική βιομηχανία. Τέλος, το εξαφθοριούχο θείο (SF₆) χρησιμοποιείται κυρίως ως μονωτικό αέριο σε διακόπτες υψηλής τάσης καθώς και στην παραγωγή μαγνησίου και αλουμινίου. Παρόλο που οι εκπομπές των φθοριούχων αερίων αντιπροσωπεύουν πολύ μικρό ποσοστό του συνόλου των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου είναι αέρια με πολύ υψηλό δυναμικό θέρμανσης του πλανήτη (GWP), έως και 23.000 φορές μεγαλύτερο του διοξειδίου του άνθρακα. Τα φθοριούχα αέρια έχουν την μεγαλύτερη διάρκεια ζωής στην ατμόσφαιρα και μόλις εκπέμπονται διασκορπίζονται ευρέως σε όλο τον κόσμο.

Οι υδρατμοί είναι το πιο άφθονο αέριο θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα το οποίο απορροφά την ακτινοβολία μεγάλων κυμάτων και την εκπέμπει πίσω στην επιφάνεια, συμβάλλοντας έτσι στη θέρμανση. Σε σύγκριση με τα υπόλοιπα αέρια του θερμοκηπίου, οι υδρατμοί παραμένουν στην ατμόσφαιρα για πολύ μικρότερο χρονικό διάστημα. Η παραμονή τους πριν κατακρημνιστούν προσδιορίζεται σε ημέρες ενώ άλλα αέρια του θερμοκηπίου όπως το διοξείδιο του άνθρακα ή το μεθάνιο παραμένουν στην ατμόσφαιρα για πολύ μεγαλύτερο χρονικό διάστημα το οποίο κυμαίνεται από χρόνια έως αιώνες συμβάλλοντας με αυτόν τον τρόπο στη θέρμανση για μεγάλο χρονικό διάστημα. Η αύξηση των υδρατμών στην ατμόσφαιρα δεν μπορεί να αποδοθεί άμεσα σε ανθρωπογενείς δραστηριότητες. Η αυξημένη περιεκτικότητα σε υδρατμούς στην ατμόσφαιρα αναφέρεται ως διαδικασία ανάδρασης καθώς ο θερμότερος αέρας μπορεί να συγκρατήσει περισσότερη υγρασία. Καθώς το κλίμα θερμαίνεται, οι

θερμοκρασίες του αέρα αυξάνονται συνεπώς αυξάνεται η εξάτμιση από τις πηγές νερού και τη γη, αυξάνοντας έτσι την περιεκτικότητα σε ατμοσφαιρική υγρασία.

2.8 Αποτύπωμα Άνθρακα

Το αποτύπωμα του άνθρακα εκπροσωπεί τον συνολικό όγκο των αερίων του θερμοκηπίου που παράγονται από την καθημερινή ανθρώπινη και οικονομική δραστηριότητα. Μετριέται σε τόνους εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα και τα αποτελέσματα του είναι ιδιαίτερα σημαντικά για την λήψη μέτρων και πρωτοβουλιών που αφορούν την μείωση των αερίων στο χαμηλότερο δυνατό επίπεδο. Το προσωπικό αποτύπωμα του άνθρακα αφορά όλες τις ενέργειες που πραγματοποιεί ο άνθρωπος καθημερινά. Η μετακίνηση με το αυτοκίνητο, η φόρτιση του κινητού τηλεφώνου, η χρήση του πλυντηρίου και γενικά όλες οι ανθρώπινες δραστηριότητες που είναι αποτέλεσμα της μετακίνησης, της κατανάλωσης και της χρήσης πόρων όπως η ενέργεια αφήνουν πίσω ένα ίχνος αερίων που συσσωρεύονται στην ατμόσφαιρα και συμβάλλουν στην υπερθέρμανση του πλανήτη. Η περιβαλλοντική μη κερδοσκοπική οργάνωση The Nature Conservancy εκτιμά ότι κάθε κάτοικος στον πλανήτη παράγει κατά μέσο όρο σχεδόν τέσσερις τόνους διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) κάθε χρόνο, ενώ σε χώρες όπως οι Ηνωμένες Πολιτείες αυτή η ποσότητα είναι έως και τετραπλάσια από αυτή ανά άτομο και ανά έτος. Αντίστοιχα, το εταιρικό αποτύπωμα άνθρακα αφορά όλα τα αέρια που παράγονται από εταιρείες κατά την κατασκευή, τη μεταφορά και την κατανάλωση ενέργειας. Τα καταναλωτικά αγαθά και οι υπηρεσίες παράγουν επίσης αέρια του θερμοκηπίου. Για παράδειγμα το αποτύπωμα άνθρακα σε διάφορες εκδηλώσεις όπως οι συναυλίες, οι παραστάσεις ή οι αθλητικές εκδηλώσεις, μεταξύ άλλων παρουσιάζεται στις μεταφορές, την κατανάλωση ενέργειας και τα απόβλητα που παράγονται. Συνεπώς, η ρύπανση ξεκινά με την απόκτηση πρώτων υλών, την επεξεργασία, την παραγωγή και τη διανομή τους, μέχρι τη χρήση και τη μετατροπή τους σε απόβλητα που είτε επαναχρησιμοποιούνται, ανακυκλώνονται ή μεταφέρονται σε χωματερές.

Το αποτύπωμα άνθρακα είναι διαφορετικό από τις αναφερόμενες κατά κεφαλήν εκπομπές μιας χώρας καθώς επικεντρώνεται στις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου που σχετίζονται με την κατανάλωση και όχι με την παραγωγή. Επιπλέον περιλαμβάνουν και τις εκπομπές που σχετίζονται με αγαθά που εισάγονται σε μια

χώρα και λαμβάνουν υπόψη τις εκπομπές που σχετίζονται με τις διεθνείς μεταφορές και τη ναυτιλία. Ως αποτέλεσμα, το αποτύπωμα άνθρακα μιας χώρας μπορεί να αυξηθεί ακόμη και όταν μειώνονται οι εκπομπές άνθρακα εντός των συνόρων της. Στις ανεπτυγμένες χώρες, οι μεταφορές και η χρήση οικιακής ενέργειας αποτελούν το μεγαλύτερο παράγοντα του αποτυπώματος άνθρακα ενός ατόμου.

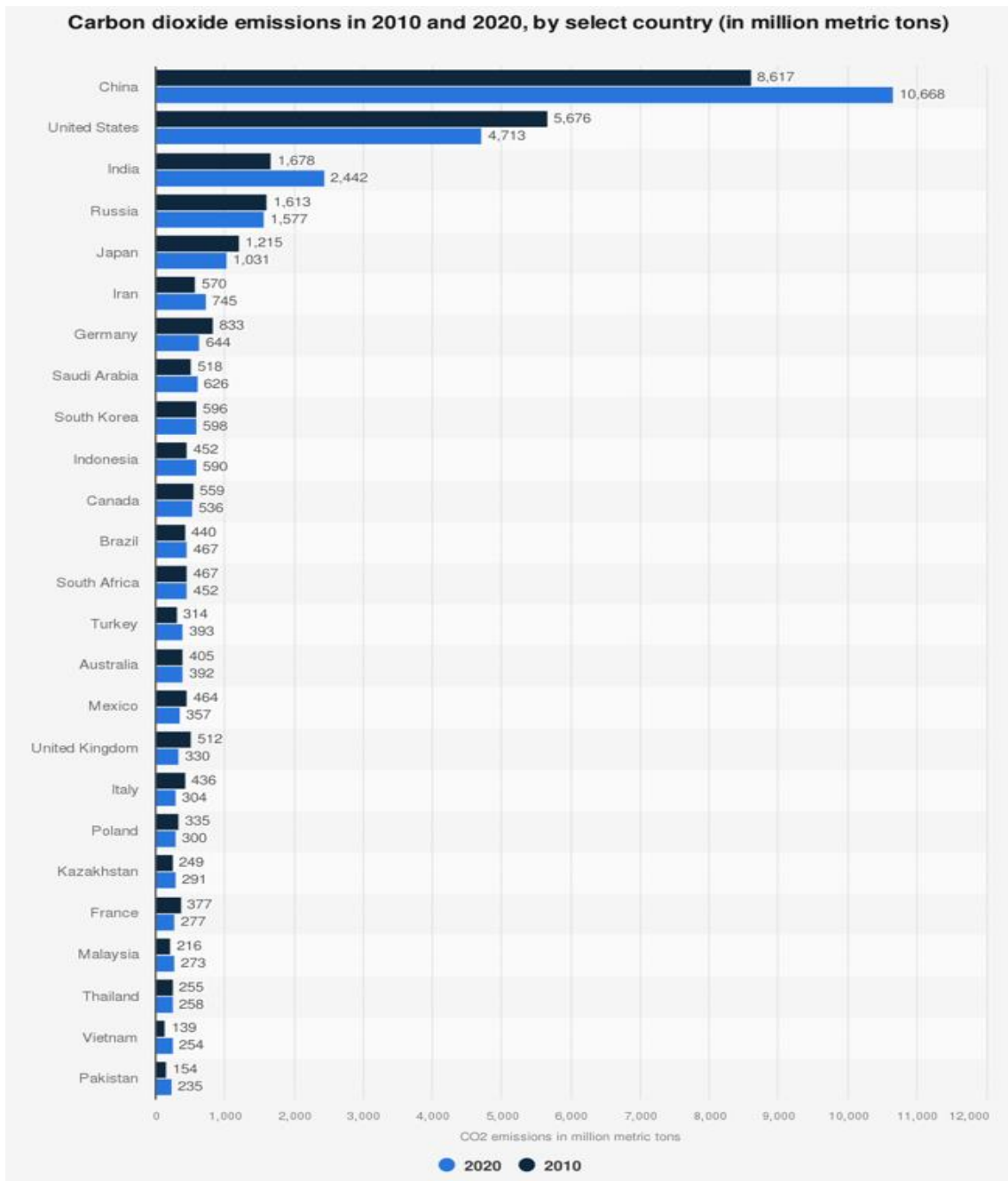
Η μέτρηση του αποτυπώματος του άνθρακα μπορεί να γίνει μέσα από μία ποικιλία εργαλείων. Οι κοινώς χρησιμοποιούμενες μεθοδολογίες για τον υπολογισμό των οργανωτικών αποτυπωμάτων άνθρακα περιλαμβάνουν το Πρωτόκολλο Αερίων Θερμοκηπίου, από το Παγκόσμιο Ινστιτούτο Πόρων και το Παγκόσμιο Επιχειρηματικό Συμβούλιο για την Αειφόρο Ανάπτυξη, και το ISO 14064, ένα πρότυπο που αναπτύχθηκε από τον Διεθνή Οργανισμό Τυποποίησης που ασχολείται ειδικά με τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου. Πολλοί οργανισμοί όπως η Υπηρεσία Προστασίας του Περιβάλλοντος των ΗΠΑ, η Nature Conservancy και η British Petroleum, δημιούργησαν εργαλεία υπολογισμού άνθρακα στο Διαδίκτυο για ιδιώτες. Τέτοιοι αριθμομηχανές επιτρέπουν στους ανθρώπους να συγκρίνουν τα δικά τους εκτιμώμενα αποτυπώματα άνθρακα με τους εθνικούς και παγκόσμιους μέσους όρους.

2.9 Χώρες παραγωγής μεγάλων ρύπων

Όπως έχει αναφερθεί η ατμοσφαιρική ρύπανση παράγεται κυρίως μέσω της καύσης ορυκτών καυσίμων. Οι μεγαλύτεροι παραγωγοί ρύπων είναι τα οχήματα που κινούνται με ορυκτά καύσιμα (αυτοκίνητα, φορτηγά, αεροσκάφη, πλοία κ.α.) και οι σταθμοί και εργοστάσια παραγωγής ενέργειας που καίνε άνθρακα ή πετρέλαιο. Ωστόσο, οποιαδήποτε δραστηριότητα που περιλαμβάνει την καύση ξύλου ή ορυκτών καυσίμων μπορεί να απελευθερώσει σωματίδια. Αυτό περιλαμβάνει πηγές οικιακού επιπέδου, όπως προϊόντα καπνού, σόμπες και φούρνους, κεριά και τζάκια. Τα ηφαίστεια και οι πυρκαγιές μπορούν επίσης να είναι αξιοσημείωτες πηγές ατμοσφαιρικής ρύπανσης.

Οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου από ανθρώπινες δραστηριότητες αποτελούν την βασική αιτία της κλιματικής αλλαγής και οι επιπτώσεις τους παρουσιάζονται καταστροφικές με ρεκόρ από καύσωνες, ξηρασίες και ακραίες καιαιγίδες. Για να μπορέσει να υπάρξει μείωση της κλιματικής αλλαγής είναι σημαντικό να υπάρχει η κατανόηση της προέλευσης των εκπομπών. Άλλοτε σε μεγαλύτερο και άλλοτε σε

μικρότερο βαθμό σχεδόν όλες οι χώρες του κόσμου έχουν ένα μερίδιο ευθύνης για το υψηλό επίπεδο της παγκόσμιας ρύπανσης. Υπάρχουν όμως κάποιες χώρες που ξεχωρίζουν όπως παρουσιάζεται στο Διάγραμμα 2.8



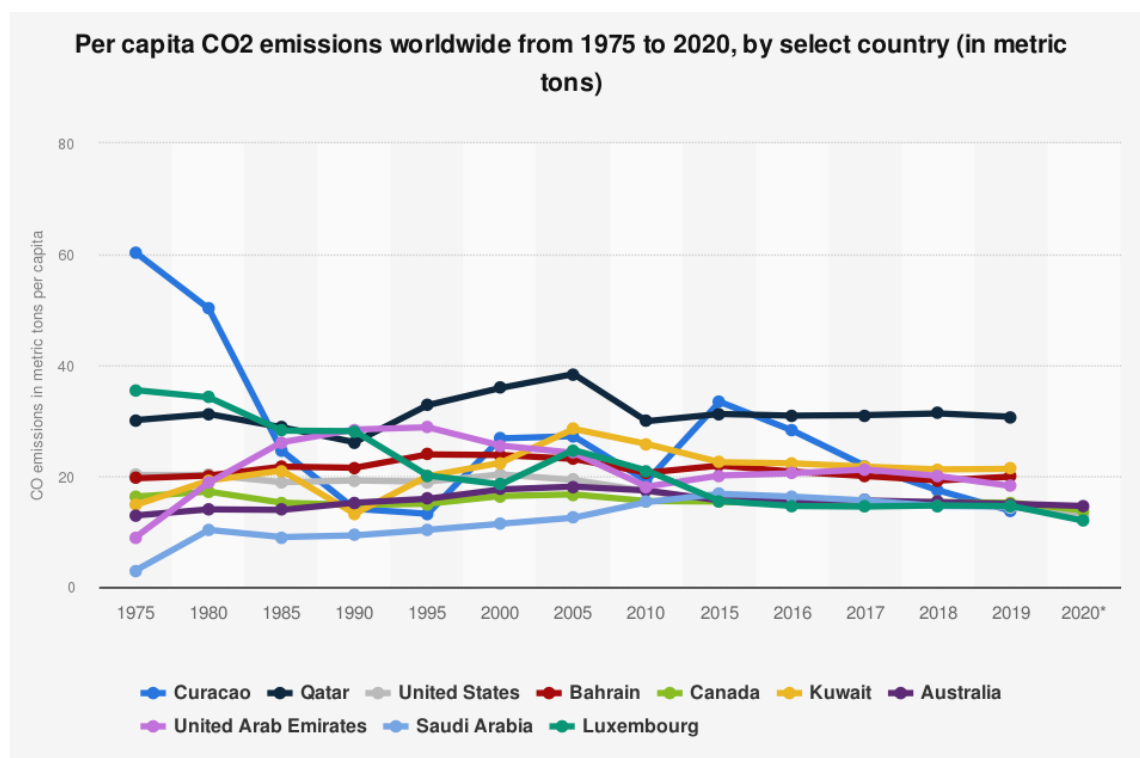
Πηγή: <https://www.statista.com/statistics/270499/co2-emissions-in-selected-countries/>

Διάγραμμα 2.8: Εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα το 2010 και το 2020, ανά επιλεγμένη χώρα (σε εκατομμύρια μετρικούς τόνους)

Σύμφωνα με το διάγραμμα η Κίνα, οι Ηνωμένες Πολιτείες η Ινδία, η Ρωσία και η Ιαπωνία είναι οι μεγαλύτεροι ρυπαίνοντες στον κόσμο με διαφορά. Οι πέντε κορυφαίοι ρυπαίνοντες είναι υπεύθυνοι για περίπου το 60% των παγκόσμιων εκπομπών το 2020. Η Κίνα που βρίσκεται στην πρώτη θέση παράγγαγε από μόνη της σχεδόν ίση ποσότητα

διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) με την συνολική ποσότητα που παρήγαγαν οι επόμενες τέσσερις χώρες μαζί. Οι Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής είναι ο δεύτερος μεγαλύτερος παραγωγός ρύπων με συνολικές εκπομπές 4,7 εκατομμύρια μετρικούς τόνους. Ακολουθεί η Ινδία με 2,4 εκατομμύρια μετρικούς τόνους, σχεδόν η διπλάσια ποσότητα από το 2010.

Παρόλο που οι μεγάλες χώρες με αυξημένο πληθυσμό όπως η Κίνα και οι Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής εκπέμπουν το περισσότερο διοξείδιο του άνθρακα είναι σημαντικό να εξεταστεί η ποσότητα του διοξειδίου του άνθρακα που εκπέμπεται κατά κεφαλήν. Σύμφωνα με το Διάγραμμα 2.9 αν και ο πληθυσμός των αναφερόμενων χωρών είναι μικρότερος προηγούνται σχεδόν όλων των άλλων όσον αφορά τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) κατά κεφαλήν. Η συμβολή του μέσου πολίτη κάθε χώρας πραγματοποιείται διαιρώντας τις συνολικές εκπομπές με τον πληθυσμό της.



Πηγή: <https://www.statista.com/statistics/1181952/co2-emissions-per-capita-by-country/>

Διάγραμμα 2.9: Κατά κεφαλήν εκπομπές CO₂ παγκοσμίως από το 1975 έως το 2020, ανά επιλεγμένη χώρα (σε μετρικούς τόνους)

Στο διάγραμμα εξετάζονται οι εκπομπές που βασίζονται στην παραγωγή, δηλαδή τις εκπομπές που παράγονται εντός των ορίων μιας χώρας χωρίς να λαμβάνεται υπόψη ο τρόπος με τον οποίο διακινούνται τα αγαθά σε ολόκληρο τον κόσμο. Τα στοιχεία της

παραγωγής είναι αυτά που λαμβάνονται υπόψη στους κλιματικούς στόχους. Όπως παρουσιάζεται και στο διάγραμμα το Κατάρ είχε τις υψηλότερες κατά κεφαλήν εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα παγκοσμίως το 2019, με 30,7 μετρικούς τόνους ανά άτομο. Παρατηρείται ότι οι κατά κεφαλήν εκπομπές στο Κατάρ παραμένουν σχετικά σταθερές τα τελευταία χρόνια, όμως έχουν μειωθεί σημαντικά από τα μέσα της δεκαετίας του 2000. Στην δεύτερη και στην τρίτη θέση είναι το Κουβέιτ και το Μπαχρέιν με 21,3 και 19,9 αντίστοιχα. Το μικρό νησί της Καραϊβικής Κουρασάο το 1975 κατέγραψε τις υψηλότερες κατά κεφαλήν εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) στον κόσμο σημειώνοντας 60,3 μετρικούς τόνους και παρόλο που οι εκπομπές του έχουν μειωθεί σε μεγάλο βαθμό εξακολουθεί να διατηρεί μία από τις υψηλότερες θέσεις παγκοσμίως. Εκεί, οι κατά κεφαλήν εκπομπές είναι αρκετά υψηλές σαν αποτέλεσμα του τουρισμού αλλά και τις αναγκαιότητας της χρήσης αεροπλάνου για την άφιξη και αποχώρηση από το νησί. Ορισμένες από τις μεγαλύτερες χώρες παραγωγής πετρελαίου της Μέσης Ανατολής, όπως τα Ηνωμένα Αραβικά Εμιράτα με 18,2 και η Σαουδική Αραβία με 14,5 είναι και αυτές μεταξύ των μεγαλύτερων κατά κεφαλήν εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) στον κόσμο εξαιτίας της φτηνής διαθεσιμότητας πετρελαίου. Για την ακρίβεια οι κατά κεφαλήν εκπομπές στη Σαουδική Αραβία παρουσιάζουν αύξηση περίπου 50% τα τελευταία 20 χρόνια. Οι Αυστραλοί (15), οι Αμερικανοί (14,4) και οι Καναδοί (15,2) είναι οι μεγαλύτεροι ρυπαίνοντες του δυτικού κόσμου λόγω της μεγάλης εξάρτησης από αυτοκίνητα ως μέσω μεταφοράς αλλά και της υπερβολικής καύσης άνθρακα για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

2.10 Ανακεφαλαίωση

Το φαινόμενο του θερμοκηπίου είναι ένα φυσικό φαινόμενο κατά το οποίο τα ατμοσφαιρικά αέρια συγκρατούν την θερμότητα από την ηλιακή ενέργεια και συμβάλουν στην διαδικασία της διατήρησης της θερμοκρασίας της Γης. Η εισερχόμενη ενέργεια που απορροφάται από τη γη επανεκπέμπεται, όχι σαν ορατό φως αλλά απελευθερώνεται με την μορφή της υπέρυθρης ακτινοβολίας η οποία καλείται επίσης και θερμική ακτινοβολία. Σε αντίθεση με την ορατή ακτινοβολία, η υπέρυθρη ακτινοβολία τείνει να απορροφάται με ποσοστό περίπου 71% από τα αέρια του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα τα οποία επιβραδύνουν ή αποτρέπουν την απώλεια θερμότητας στο διάστημα. Η θερμαινόμενη ατμόσφαιρα με τη σειρά της εκπέμπει υπέρυθρη ακτινοβολία πίσω προς την επιφάνεια της Γης η οποία απορροφάται ξανά

αυξάνοντας ακόμα περισσότερο την θερμοκρασία της. Με αυτόν τον τρόπο η γήινη ατμόσφαιρα δημιουργεί μία δεύτερη πηγή θερμότητας μετά τον Ήλιο. Η διαδικασία αυτή είναι φυσική και απαραίτητη για την διατήρηση της ζωής στην Γη.

Παρόλο που το φαινόμενο του θερμοκηπίου αποτελεί ένα φυσικό φαινόμενο, είναι πιθανό να ενταθεί από την αύξηση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα ως αποτέλεσμα της ανθρώπινης δραστηριότητας. Τα τελευταία έτη οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου στον πλανήτη έχουν φτάσει σε πρωτοφανές επίπεδο. Η βιομηχανία, η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, η αποψίλωση των δασών, η γεωργία και άλλες πηγές έχουν προκαλέσει την αύξηση των αερίων του θερμοκηπίου. Η αύξηση των αερίων στην ατμόσφαιρα επιφέρει αύξηση στην απορροφούμενη θερμική ακτινοβολία και οδηγεί σε αύξηση της μέσης παγκόσμιας θερμοκρασίας λόγω της ενίσχυσης του φαινομένου του θερμοκηπίου. Η ενίσχυση του φαινομένου επιφέρει ανισορροπία στο ισοζύγιο της ακτινοβολίας καθώς η εισερχόμενη ενέργεια γίνεται μεγαλύτερη από την εξερχόμενη.

Τα αέρια του θερμοκηπίου υπάρχουν στην φύση και δρουν σαν το γυαλί στο θερμοκήπιο. Τα αέρια του θερμοκηπίου απαρτίζονται από το διοξείδιο του άνθρακα (CO_2), το μεθάνιο (CH_4), το υποξείδιο του αζώτου (N_2O), τα φθοριούχα αέρια, οι υδρατμοί και άλλα αέρια συστατικά της ατμόσφαιρας, τόσο φυσικά, όσο και ανθρωπογενή. Τις τελευταίες δεκαετίες, τα αέρια του θερμοκηπίου, κυρίως με τη μορφή εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα (CO_2), έχουν αυξηθεί με πρωτοφανείς ρυθμούς λόγω της παγκόσμιας ανάπτυξης αλλά και κατανάλωσης των πόρων. Οι παγκόσμιες πηγές εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου μπορούν να μοιραστούν σε πέντε ευρείες κατηγορίες και συγκεκριμένα στην κατανάλωση ενέργειας, την γεωργία και χρήση της Γης, τις βιομηχανικές διεργασίες και τα απόβλητα. Συντριπτικά, σχεδόν τα τρία τέταρτα των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου προέρχονται από την κατανάλωση ενέργειας με ποσοστό 76%, καθιστώντας τον συγκεκριμένο τομέα τον μεγαλύτερο παράγοντα που συμβάλλει στις παγκόσμιες εκπομπές.

Το διοξείδιο του άνθρακα, (CO_2) θεωρείται ένα από τα πιο σημαντικά αέρια του θερμοκηπίου που συνδέονται με την υπερθέρμανση του πλανήτη και το οποίο εκπέμπεται κυρίως από τις ανθρώπινες δραστηριότητες. Από τα μέσα του 20ου αιώνα, οι συγκεντρώσεις διοξειδίου του άνθρακα (CO_2) αυξάνονται συνεχώς. Το μεθάνιο (CH_4) είναι το δεύτερο πιο σημαντικό αέριο του θερμοκηπίου μετά το διοξείδιο του άνθρακα που συμβάλλει στην κλιματική αλλαγή. Χαρακτηρίζεται ως μια ισχυρή ατμοσφαιρική ρύπανση που ευθύνεται για περίπου το 30% της τρέχουσας

υπερθέρμανσης του πλανήτη. Αποτελεί τον βασικό παράγοντα που συμβάλλει στον σχηματισμό του όζοντος, ενός επικίνδυνου ατμοσφαιρικού ρύπου και αερίου θερμοκηπίου, η έκθεση στο οποίο προκαλεί σοβαρά προβλήματα υγείας κάθε χρόνο. Το υποξείδιο του αζώτου (N₂O) ανήκει και αυτό στην κατηγορία των ισχυρών αερίων του θερμοκηπίου. Η απελευθέρωση ενός μορίου υποξειδίου του αζώτου στην ατμόσφαιρα συμβάλλει σχεδόν 300 φορές περισσότερο στην κλιματική αλλαγή από ένα μόνο μόριο διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) σε χρονικό διάστημα 100 ετών καθώς όμως υπάρχει σε μικρότερη συγκέντρωση θεωρείται λιγότερο σημαντικό. Τα φθοριούχα αέρια (F-Gases) αποτελούνται από διάφορα τεχνητά αέρια και παρόλο που οι εκπομπές των φθοριούχων αερίων αντιπροσωπεύουν πολύ μικρό ποσοστό του συνόλου των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου είναι αέρια με πολύ υψηλό δυναμικό θέρμανσης του πλανήτη (GWP), έως και 23.000 φορές μεγαλύτερο του διοξειδίου του άνθρακα. Τέλος, οι υδρατμοί είναι το πιο άφθονο αέριο θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα το οποίο απορροφά την ακτινοβολία μεγάλων κυμάτων και την εκπέμπει πίσω στην επιφάνεια, συμβάλλοντας έτσι στη θέρμανση. Σε σύγκριση με τα υπόλοιπα αέρια του θερμοκηπίου, οι υδρατμοί παραμένουν στην ατμόσφαιρα για πολύ μικρότερο χρονικό διάστημα.

Το αποτύπωμα του άνθρακα εκπροσωπεί τον συνολικό όγκο των αερίων του θερμοκηπίου που παράγονται από την καθημερινή ανθρώπινη και οικονομική δραστηριότητα. Το προσωπικό αποτύπωμα του άνθρακα αφορά όλες τις ενέργειες που πραγματοποιεί ο άνθρωπος καθημερινά. Το αποτύπωμα άνθρακα είναι διαφορετικό από τις αναφερόμενες κατά κεφαλήν εκπομπές μιας χώρας καθώς επικεντρώνεται στις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου που σχετίζονται με την κατανάλωση και όχι με την παραγωγή. Η μέτρηση του αποτυπώματος του άνθρακα μπορεί να γίνει μέσα από μία ποικιλία εργαλείων.

Οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου από ανθρώπινες δραστηριότητες αποτελούν την βασική αιτία της κλιματικής αλλαγής και οι επιπτώσεις τους παρουσιάζονται καταστροφικές με ρεκόρ από καύσωνες, ξηρασίες και ακραίες καιτιγίδες. Οι μεγαλύτεροι παραγωγοί ρύπων είναι τα οχήματα που κινούνται με ορυκτά καύσιμα (αυτοκίνητα, φορτηγά, αεροσκάφη, πλοία κ.α.) και οι σταθμοί και εργοστάσια παραγωγής ενέργειας που καίνε άνθρακα ή πετρέλαιο. Οι χώρες που ξεχωρίζουν για την μεγάλη παραγωγή ρύπων είναι η Κίνα, οι Ηνωμένες Πολιτείες η Ινδία, η Ρωσία και η Ιαπωνία οι οποίες είναι υπεύθυνες για περίπου το 60% των παγκόσμιων εκπομπών το 2020. Αντίθετα, τα κράτη με την μεγαλύτερη ποσότητα του διοξειδίου του άνθρακα που εκπέμπεται κατά κεφαλήν είναι το Κατάρ, το Κουβέιτ και το Μπαχρέιν.

Βιβλιογραφία Κεφαλαίου 2

Ξενόγλωσση

Benneee, J. (2016). A Global Warming Primer, Published by Big Kid Science Boulder, CO

UNEP (2013). Drawing Down N2O To Protect Climate and the Ozone Layer, Published by the United Nations Environment Programme (UNEP)

Ελληνική

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

Ευρωπαϊκή Επιτροπή, Γενική Διεύθυνση Δράσης για το Κλίμα, (2015). Ο πλανήτης μας, το μέλλον μας, Εκδόσεις Ευρωπαϊκής Ένωσης.

Διαδικτυακές Πηγές

The conversation, (2022) For 110 years, climate change has been in the news. Are we finally ready to listen?

[πρόσβαση 21/08/2022], [For 110 years, climate change has been in the news. Are we finally ready to listen? \(theconversation.com\)](https://theconversation.com/for-110-years-climate-change-has-been-in-the-news-are-we-finally-ready-to-listen/)

The Washington post, (2022) As Congress funds high-tech climate solutions, it also bets on a low-tech one: Nature

[πρόσβαση 21/08/2022], [Inflation Reduction Act invests in a key part of fighting climate change: Nature - The Washington Post](https://www.washingtonpost.com/climate-environment/2022/08/21/inflation-reduction-act-invests-in-a-key-part-of-fighting-climate-change-nature-the-washington-post/)

The Guardian, (2022) Soon the world will be unrecognizable': is it still possible to prevent total climate meltdown?

[πρόσβαση 05/08/2022], ['Soon the world will be unrecognisable': is it still possible to prevent total climate meltdown? | Climate crisis | The Guardian](https://www.theguardian.com/environment/2022/aug/05/soon-the-world-will-be-unrecognisable-is-it-still-possible-to-prevent-total-climate-meltdown-climate-crisis-the-guardian/)

Britannica, (2022) The greenhouse effect

[πρόσβαση 05/08/2022], <https://www.britannica.com/science/greenhouse-effect>

National Geographic, (2021) The Greenhouse Effect and our Planet

[πρόσβαση 05/08/2022], <https://education.nationalgeographic.org/resource/greenhouse-effect-our-planet>

United nations News, (2022) 5 things you should know about the greenhouse gases warming the planet

[πρόσβαση 05/08/2022], [5 things you should know about the greenhouse gases warming the planet | 1UN News](https://www.un.org/en/news/story/2022/08/5-things-you-should-know-about-the-greenhouse-gases-warming-the-planet)

Natural Resources Defense Council, (2019) Greenhouse Effect 101
[πρόσβαση 05/08/2022], [Greenhouse Effect 101 | NRDC](#)
Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας, (2022) Άρθρο 3 Ορισμοί
[πρόσβαση 12/08/2022], <http://www.opengov.gr/minenv/?p=12282>

United States Environmental Protection Agency, (2020) Overview of Greenhouse Gases
[πρόσβαση 12/08/2022], <https://www.epa.gov/ghgemissions/overview-greenhouse-gases>

Our World in Data, (2021) CO2 emissions
[πρόσβαση 12/08/2022], <https://ourworldindata.org/co2-emissions>

Climate, (2022) Climate Change: Atmospheric Carbon Dioxide
[πρόσβαση 12/08/2022], <https://www.climate.gov/news-features/understanding-climate/climate-change-atmospheric-carbon-dioxide>

Britannica, (2022) Greenhouse gas
[πρόσβαση 12/08/2022], <https://www.britannica.com/science/greenhouse-gas>

Britannica, (2022) Carbon dioxide
[πρόσβαση 12/08/2022], <https://www.britannica.com/science/carbon-dioxide>

National Aeronautics and Space Administration, (2022) Carbon Dioxide
[πρόσβαση 12/08/2022], <https://climate.nasa.gov/vital-signs/carbon-dioxide/>

Statista, (2019) Distribution of greenhouse gas emissions worldwide in 2019, by sector
[πρόσβαση 05/08/2022], <https://www.statista.com/statistics/241756/proportion-of-energy-in-global-greenhouse-gas-emissions/>

Our World in Data, (2020) Emissions by sector
[πρόσβαση 05/08/2022], [Emissions by sector - Our World in Data](#)

The World Bank, (2020) Total greenhouse gas emissions (kt of CO2 equivalent)
[πρόσβαση 05/08/2022], [Total greenhouse gas emissions \(kt of CO2 equivalent\) | Data \(worldbank.org\)](#)

National Environmental Education Foundation, (2021) The Principal Greenhouse Gases and Their Sources
[πρόσβαση 05/08/2022], [The Principal Greenhouse Gases and Their Sources | NEEF \(neefusa.org\)](#)

Statista, (2021) Annual CO2 emissions worldwide from 1940 to 2020
[πρόσβαση 12/08/2022], [Annual CO2 emissions worldwide 1940-2020 | Statista](#)

Statista, (2022) Distribution of global carbon dioxide (CO2) emissions in 2020, by sector
[πρόσβαση 12/08/2022], [Share of global CO2 emissions by sector 2020 | Statista](#)

United Nations Environment Programme (2021) Methane emissions are driving climate change. Here's how to reduce them.
[πρόσβαση 12/08/2022], [Methane emissions are driving climate change. Here's how to reduce them. \(unep.org\)](#)

United States Environmental Protection Agency, (2022) Global Methane Initiative

[πρόσβαση 12/08/2022], <https://www.epa.gov/gmi/importance-methane>

European Commission, (2021) Methane emissions

[πρόσβαση 12/08/2022], https://energy.ec.europa.eu/topics/oil-gas-and-coal/methane-emissions_en

The Conversation, (2022) Methane in the atmosphere is at an all-time high – here's what it means for climate change

[πρόσβαση 19/08/2022], <https://theconversation.com/methane-in-the-atmosphere-is-at-an-all-time-high-heres-what-it-means-for-climate-change-174908>

International Energy Agency, (2020) Methane Tracker 2020

[πρόσβαση 19/08/2022], [Methane Tracker 2020 – Analysis - IEA](#)

National Oceanic & Atmospheric Administration, (2020) Trends in Atmospheric Methane

[πρόσβαση 19/08/2022], https://gml.noaa.gov/ccgg/trends_ch4/

National Oceanic & Atmospheric Administration, (2020) GGGRN Data - CH4

[πρόσβαση 19/08/2022], <https://gml.noaa.gov/ccgg/data/ch4.html>

University of California Division of Agriculture and Natural Resources, Nitrous Oxide Emissions

[πρόσβαση 19/08/2022],

https://ucanr.edu/sites/Nutrient_Management_Solutions/stateofscience/Nitrous_Oxide_In_focus/

Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας, (2022) Φθοριούχα Αέρια του Θερμοκηπίου

[πρόσβαση 19/08/2022], <https://ypen.gov.gr/perivallon/klimatiki-allagi/fthorioucha-aeria-tou-thermokiou/>

MIT Joint Program on the Science and Policy of Global Change, (2011) Greenhouse gases, water vapor and you

[πρόσβαση 05/08/2022], [Greenhouse gases, water vapor and you | MIT Global Change](#)

The Iberdrola group, (2022) What is the carbon footprint and why will reducing it help to combat climate change?

[πρόσβαση 05/08/2022], [What is the carbon footprint? | Tips to reduce it - Iberdrola](#)

Britannica, (2022) Carbon footprint

[πρόσβαση 12/08/2022], [carbon footprint | Definition, Examples, Calculation, Effects, & Facts | Britannica](#)

Our World in Data, (2020) CO₂ and Greenhouse Gas Emissions

[πρόσβαση 12/08/2022], <https://ourworldindata.org/co2-and-other-greenhouse-gas-emissions>

Carbon Brief Ltd, (2021) Global CO₂ emissions have been flat for a decade, new data reveals

[πρόσβαση 12/08/2022], <https://www.carbonbrief.org/global-co2-emissions-have-been-flat-for-a-decade-new-data-reveals/>

Statista, (2022) Average PM_{2.5} concentration of the most polluted countries in the world in 2020 and 2021

[πρόσβαση 12/08/2022], [Most polluted countries 2021 | Statista](#)

Greenpeace, (2021) Climate change is a justice issue – these 6 charts show why [πρόσβαση 12/08/2022], <https://www.greenpeace.org/international/story/50639/climate-change-is-a-justice-issue-these-6-charts-show-why/>

Climate Consulting, (2022) Most polluted countries in the world: 2022 ranking [πρόσβαση 05/08/2022], <https://climate.selectra.com/en/carbon-footprint/most-polluting-countries>

World Population Review, (2022) Most Polluted Countries 2022 [πρόσβαση 05/08/2022], <https://worldpopulationreview.com/country-rankings/most-polluted-countries>

The LibreTexts libraries, (2022) Who Pollutes? Who Pays? [πρόσβαση 05/08/2022], [https://chem.libretexts.org/Bookshelves/Introductory_Chemistry/Chemistry_for_Changing_Times_\(Hill_and_McCreary\)/13%3A_Air/13.10%3A_Who_Pollutes_Who_Pays](https://chem.libretexts.org/Bookshelves/Introductory_Chemistry/Chemistry_for_Changing_Times_(Hill_and_McCreary)/13%3A_Air/13.10%3A_Who_Pollutes_Who_Pays)

Australian Academy of Science, (2017) The enhanced greenhouse effect [πρόσβαση 05/08/2022], [The enhanced greenhouse effect - Curious \(science.org.au\)](https://www.science.org.au/curious/earth-atmosphere/the-enhanced-greenhouse-effect)

Statista, (2022) The Countries Emitting the Most CO₂ Per Capita [πρόσβαση 05/08/2022], <https://www.statista.com/chart/20903/countries-emitting-most-co2-per-capita/>

World Health Organization, (2022) Air pollution [πρόσβαση 05/08/2022], [Air pollution \(who.int\)](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-air-pollution-and-health-effects)

Κεφάλαιο 3

Μακροοικονομικές Μεταβλητές

3.1 Εισαγωγή

Η μακροοικονομία αποτελεί έναν από τους πιο βασικούς πυλώνες της οικονομικής επιστήμης, μελετά τις δραστηριότητες μιας περιοχής στο σύνολό της και διαφέρει από την μικροοικονομία η οποία μελετά τις μεμονωμένες ενέργειες των οικονομικών μονάδων. Η Μακροοικονομική θεωρεία μελετά τη συμπεριφορά μίας οικονομίας στο σύνολό της, δηλαδή την συνολική παραγωγή, την συνολική κατανάλωση, τον πληθωρισμός, την ανεργία, κ.α.. Η μέτρηση της οικονομικής δραστηριότητας γίνεται με βάση το Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν και το Ακαθάριστο Εθνικό Προϊόν. Το Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν (Α.Ε.Π - Gross Domestic Product – GDP) εκφράζεται ως η συνολική αξία των τελικών αγαθών και υπηρεσιών που παράγει μια οικονομία σε μία δεδομένη χρονική στιγμή η οποία ορίζεται συνήθως το ένα έτος. Ένας από τους πιο σημαντικούς τομείς που συμβάλλουν στην παραγωγή και επηρεάζουν το Α.Ε.Π. είναι η γεωργία η οποία αντιπροσωπεύει το 4% του παγκόσμιου ακαθάριστου εγχώριου προϊόντος και σε ορισμένες λιγότερο αναπτυσσόμενες χώρες, μπορεί να αντιπροσωπεύει περισσότερο από το 25% του Α.Ε.Π..

Στην οικονομική ανάλυση η αξία της ζωής ενός υγειούς ανθρώπου εκτιμάται σε μεγαλύτερο μέγεθος από ότι το πρόσθετο εισόδημα της αγοράς που θα αποκτηθεί. Η υγεία θέτεται ως στόχος προτεραιότητας και το σημαντικό αποτέλεσμα μίας οικονομίας καθώς συμβάλει στην οικονομική ανάπτυξη και τη μείωση της φτώχειας. Η έλλειψη υγείας οδηγεί σε μείωση των ετήσιων εισοδημάτων και τα μακροοικονομικά στοιχεία επιβεβαιώνουν ότι στις χώρες με τις πιο αδύναμες συνθήκες υγείας η βιώσιμη ανάπτυξη επιτυγχάνεται δυσκολότερα από ό,τι στις χώρες με καλύτερες συνθήκες υγείας.

Στο κεφάλαιο αυτό, εξετάζονται συγκεκριμένες μακροοικονομικές μεταβλητές. Αρχικά, γίνεται μία αναφορά στην μακροοικονομική μεταβλητή του Ακαθάριστου Εγχώριου

Προϊόντος (Α.Ε.Π). Στην συνέχεια γίνεται μία αναφορά στην Γεωργία και πως αυτή συμβάλλει στο Α.Ε.Π.. Στην επόμενη ενότητα αναλύονται οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στο Α.Ε.Π. Ακολουθεί η μελέτη για την υγεία και το Προσδόκιμο Ζωής, και στην τελευταία ενότητα περιγράφονται οι επιπτώσεις που έχει η κλιματική αλλαγή σε αυτήν.

3.2 Έννοια του Ακαθάριστου Εγχώριου Προϊόντος και του Ακαθάριστου Εθνικού Προϊόντος

Το Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν (Α.Ε.Π - Gross Domestic Product – GDP) εκφράζεται ως η συνολική αξία των τελικών αγαθών και υπηρεσιών που παράγει μια οικονομία σε μία δεδομένη χρονική στιγμή η οποία ορίζεται συνήθως το ένα έτος. Καθώς όλα τα αγαθά και οι υπηρεσίες που αποτελούν το Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν είναι ανομοιογενή η μέτρηση του πραγματοποιείται σε χρηματικές μονάδες έτσι ώστε να είναι εφικτή η άθροιση αυτών. Ως χρηματική αξία ορίζεται η τιμή πώλησης των αγαθών και υπηρεσιών που σημαίνει ότι αυτά αποτιμώνται στην τρέχουσα τιμή τους. Τα αγαθά και οι υπηρεσίες τα οποία συμπεριλαμβάνονται στο Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν είναι τελικά, δηλαδή είναι εκείνα τα αγαθά και οι υπηρεσίες τα οποία είναι το αποτέλεσμα μιας παραγωγικής διαδικασίας και πωλούνται για τελική χρήση. Η έννοια «τελικά αγαθά» εξαιρεί τα ενδιάμεσα αγαθά, δηλαδή τα αγαθά που χρησιμοποιούνται ως συντελεστές παραγωγής για την παραγωγή άλλων αγαθών εμποδίζοντας με αυτόν τον τρόπο τον λανθασμένο υπολογισμό του Α.Ε.Π.. Παραδείγματος χάρη, η άθροιση της αξίας των αγαθών σιτάρι, αλεύρι και ψωμί καταλήγει στην εκτίμηση της αξίας του σιταριού στο τριπλάσιο καθώς αυτό συμπεριλαμβάνεται στην αξία του αλευριού αλλά και του ψωμιού.

Κατά τον προσδιορισμό του Α.Ε.Π. ιδιαίτερη σημασία έχει όλα τα παραγόμενα αγαθά και όλες οι παραχθείσες υπηρεσίες να αναφέρονται στο ίδιο χρονικό διάστημα. Τα αγαθά τα οποία έχουν παραχθεί σε προηγούμενες χρονικές περιόδους αλλά ανταλλάχθηκαν την συγκεκριμένη χρονική περίοδο αναφοράς, όπως για παράδειγμα η πώληση ενός μεταχειρισμένου αυτοκινήτου, δεν αποτελούν μέρος του υπολογισμού του Α.Ε.Π. καθώς το Α.Ε.Π. υπολογίζει την συνολική παραγωγικότητα μίας οικονομίας και δεν λαμβάνει υπόψη την μεταβολή που προκύπτει από την κατανομή των αγαθών μεταξύ των μελών της. Ο όρος εγχώριο αναφέρεται στην προκαθορισμένη γεωγραφική

περιοχή που πραγματοποιείται η παραγωγή των αγαθών και υπηρεσιών ανεξάρτητα εάν ο παραγωγός είναι μόνιμος κάτοικος άλλης χώρας. Για παράδειγμα παρόλο που το κέρδος που προκύπτει από τα αγαθά που παράχθηκαν με την χρήση παραγωγικών συντελεστών μίας χώρας δοθούν σε μία άλλη χώρα στην οποία ανήκει ο επενδυτής η αξία του παραγόμενου προϊόντος θα καταμετρηθεί στο Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν της χώρας στην οποία παράχθηκε. Σε αντίθεση, το Ακαθάριστο Εθνικό Προϊόν (ΑΕΘΝΠ) αποτελείται από τα προϊόντα ή τα εισοδήματα που έχουν αποκτήσει οι κάτοικοι μιας χώρας σε συγκεκριμένο χρονικό διάστημα, ανεξάρτητα από τη χώρα που βρίσκονται οι παραγωγικοί συντελεστές. Δηλαδή, το Ακαθάριστο Εθνικό Προϊόν περιλαμβάνεται και το εισόδημα που απέκτησαν οι κάτοικοι μιας χώρας στο εξωτερικό.

Το Α.Ε.Π. διακρίνεται σε δύο βασικές κατηγορίες και συγκεκριμένα στο ονομαστικό και στο πραγματικό. Η διάκριση αυτή πραγματοποιήθηκε για να μπορεί να γίνεται αντιληπτό εάν η μεταβολή του Α.Ε.Π. (αύξηση/μείωση) οφείλεται στην μεταβολή της παραγωγής (αύξηση/μείωση) ή στην μεταβολή των τιμών (αύξηση/μείωση) των τελικών παραγόμενων προϊόντων και υπηρεσιών. Το ονομαστικό Α.Ε.Π. (nominal GDP) αποτυπώνει την αξία των τελικών παραγόμενων προϊόντων και υπηρεσιών σε τρέχουσες τιμές. Αποτελεί δηλαδή το άθροισμα των τιμών που προκύπτουν από τον πολλαπλασιασμό των παραγόμενων ποσοτήτων επί των τρεχουσών τιμών, συνεπώς είναι πιθανό να μεταβάλλεται διαχρονικά αν οι παραγόμενες ποσότητες παραμένουν σταθερές αλλά οι τιμές μεταβάλλονται. Το πραγματικό Α.Ε.Π. (real GDP) παρουσιάζει το σύνολο της αξίας των τελικών παραγόμενων προϊόντων και υπηρεσιών σε σταθερές τιμές, δηλαδή σε τιμές που επικράτησαν στην διάρκεια της συγκεκριμένης χρονικής περιόδου η οποία αναφέρεται συνήθως στο έτος βάσης. Για παράδειγμα αν η παραγόμενες ποσότητες του 2021 αποτιμηθούν με τις τιμές του 2020 το αποτέλεσμα που θα προκύψει θα είναι το πραγματικό Α.Ε.Π. του 2021 και οι τυχόν διαφορές που θα παρατηρηθούν μεταξύ του τρέχοντος πραγματικού Α.Ε.Π και του Α.Ε.Π. του έτους βάσης θα αποτελούν τις μεταβολές στις παραγόμενες ποσότητες.

Για να μετρηθεί σωστά η σχέση μεταξύ του ονομαστικού και του πραγματικού Α.Ε.Π. είναι απαραίτητο να χρησιμοποιηθεί ο από - πληθωριστής Α.Ε.Π. ο οποίος μετρά το επίπεδο των τιμών του τρέχοντος έτους σε σύγκριση με το επίπεδο των τιμών του έτους βάσης. Ο από - πληθωριστής Α.Ε.Π. χρησιμοποιείται για να αφαιρέσει τον πληθωρισμό από το ΑΕΠ.

3.3 Μέτρηση ΑΕΠ

Η μέτρηση του Ακαθάριστου Εγχώριου Προϊόντος αποτελεί έναν πολύ σημαντικό δείκτη της παραγωγής μίας οικονομίας καθώς μετράει την αξία του παραγόμενου προϊόντος της οικονομικής δραστηριότητας μίας οικονομίας εντός μίας δεδομένης χρονικής στιγμής. Ως οικονομικής δραστηριότητα ορίζεται η χρησιμοποίηση των οικονομικών πόρων με άριστο τρόπο για την παραγωγή των προϊόντων που είναι αναγκαία για την ικανοποίηση των αναγκών των μελών της. Η μέτρηση του Α.Ε.Π. είναι εφικτό να πραγματοποιηθεί με τρεις διαφορετικούς τρόπους και συγκεκριμένα με την μέθοδο της αξίας των τελικών προϊόντων, την μέθοδο της δαπάνης και την μέθοδο του εισοδήματος.

Η μέθοδος της αξίας των τελικών προϊόντων είναι ένας τρόπος για να επιμετρηθούν τα τελικά προϊόντα βάσει του κόστους παραγωγής, δηλαδή πόσο αυτά κοστίζουν όταν φθάνουν στο στάδιο της πώλησης. Η αξία των τελικών προϊόντων περιλαμβάνει και την αξία όλων των ενδιάμεσων αγαθών τα οποία περιλαμβάνονται σε αυτά. Παράλληλα υπάρχει η μέθοδος της προστιθέμενης αξίας κατά την οποία το Α.Ε.Π. μπορεί να μετρηθεί υπολογίζοντας την αξία των αγαθών κατά τα διαδοχικά στάδια παραγωγής. Για παράδειγμα για την εκτίμηση της αξίας του ψωμιού αρχικά υπολογίζεται η αξία του σιταριού ως πρωτογενές αγαθό. Στην συνέχεια υπολογίζεται και προστίθεται το ποσό της αξίας του σιταριού κατά το οποίο αυξήθηκε από την μετατροπή του σε αλεύρι και τέλος προστίθεται στην αξία του αλευριού το ποσό της αξίας του αλευριού κατά το οποίο αυξήθηκε από την μετατροπή του σε ψωμί.

Η μέθοδος της δαπάνης αφορά την μέτρηση της δαπάνης που γίνεται για την αγορά των προϊόντων και είναι η πιο χρησιμοποιούμενη προσέγγιση κατά τον υπολογισμό του Α.Ε.Π.. Το Α.Ε.Π. όταν μετριέται σαν δαπάνη υπολογίζει τέσσερις κύριες κατηγορίες και συγκεκριμένα την κατανάλωση, την επένδυση, τις δημόσιες δαπάνες και τις καθαρές εξαγωγές. Η κατανάλωση περιλαμβάνει τις δαπάνες που προέρχονται από τα νοικοκυριά για την απόκτηση τελικών καταναλωτικών αγαθών. Η επένδυση αφορά τις δαπάνες που πραγματοποιούνται για την αγορά κεφαλαιουχικού εξοπλισμού (επένδυση σε εγκαταστάσεις π.χ. αποθήκες, επένδυση σε μηχανήματα, οχήματα, υπολογιστές κτλ). Επιπλέον η αύξηση των αποθεμάτων (αγαθά που πράχθηκαν και δεν πουλήθηκαν) υπολογίζονται ως επένδυση. Οι δημόσιες δαπάνες αναφέρονται στις δαπάνες που πραγματοποιούνται από το κράτος είτε για την απόκτηση καταναλωτικών αγαθών είτε για την απόκτηση κεφαλαιουχικού εξοπλισμού. Αξίζει να σημειωθεί ότι οι

μεταβιβαστικές πληρωμές που γίνονται από το κράτος, δηλαδή οι πληρωμές που πραγματοποιούνται χωρίς αντάλλαγμα όπως τα επιδόματα και οι επιδοτήσεις δεν αποτελούν δαπάνη επί της παραγωγής και δεν μετρούνται στην αξία της παραγωγής. Τέλος, οι καθαρές εξαγωγές είναι οι δαπάνες που προέρχονται από την διαφορά της αγοράς αγαθών και υπηρεσιών οι οποίες παράγονται εγχώρια και πωλούνται σε μία ξένη χώρα μείον τις δαπάνες για την αγορά αγαθών και υπηρεσιών που παράγονται σε μία ξένη χώρα και πωλούνται εγχώρια. Η μέθοδος του εισοδήματος αναφέρεται στο άθροισμα των εισοδημάτων και των αμοιβών που προκύπτουν από την παραγωγή των αγαθών ή των υπηρεσιών. Οι αμοιβές αυτές αποτελούνται από τις αμοιβές εργασίας (μισθοί), αμοιβές για την Γη και τα κτίρια (ενοίκια), αμοιβές κεφαλαίου (τόκους), αμοιβές επιχειρηματικότητας και καθαρών φόρων επί της παραγωγής.

3.4 ΑΕΠ και Γεωργία

Ένας από τους πιο σημαντικούς τομείς που συμβάλλουν στην παραγωγή και επηρεάζουν το Α.Ε.Π. είναι η γεωργία. Σύμφωνα με τον διεθνή οργανισμό The World Bank η γεωργία αντιπροσωπεύει το 4% του παγκόσμιου ακαθάριστου εγχώριου προϊόντος και σε ορισμένες λιγότερο αναπτυσσόμενες χώρες, μπορεί να αντιπροσωπεύει περισσότερο από το 25% του Α.Ε.Π.. Η επίτευξη των αναπτυξιακών στόχων του κόσμου απαιτεί υγιεινά και βιώσιμα συστήματα τροφίμων. Η μέτρηση της γεωργικής παραγωγής ως Αγροτικό Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν αντανακλά τις αλλαγές στους φυσικούς όγκους της παραγωγής, δηλαδή την πραγματική παραγωγή και την πώληση πρώτων υλών (κυρίως όγκοι νωπών προϊόντων ή συγκομιδή καλλιεργειών, ζώων μέσα από την κτηνοτροφία και ψαριών) και δεν περιλαμβάνει τον τομέα των αγροτικών επιχειρήσεων ούτε το πολλαπλασιαστικό αποτέλεσμα του κλάδου μέσω των μεταβολών του εισοδήματος.

Η γεωργία έχει μεγάλη σημασία και σημαντικό ρόλο στην οικονομική ανάπτυξη. Ο τερματισμός της ακραίας φτώχειας και η αύξηση του εισοδήματος των φτωχότερων χωρών στηρίζεται στην ανάπτυξη του αγροτικού τομέα. Περίπου τα τρία τέταρτα των φτωχών πληθυσμών κατοικούν σε αγροτικές περιοχές και κερδίζουν το εισόδημα τους από την γεωργία. Η αύξηση του παγκόσμιου πληθυσμού και η μεταβολή των διατροφικών συνηθειών επηρεάζει την ζήτηση για τρόφιμα. Η γεωργία καλείται καθημερινά να αντιμετωπίσει ένα ευρύ φάσμα αναγκών που σχετίζονται με την τόνωση

της παραγωγικότητας για θρεπτικά τρόφιμα, την τόνωση της αγροτικής απασχόλησης με πιο υψηλά εισοδήματα και την παροχή περιβαλλοντικών υπηρεσιών όπως η δέσμευση του άνθρακα, η διατήρηση της βιοποικιλότητας της περιοχής και η αξιοποίηση των πόρων της γης και νερού πιο αποτελεσματικά.

Το τρέχων γεωργικό σύστημα δυσκολεύεται να συμβαδίσει με τις απαιτήσεις καθώς οι φυσικοί πόροι, όπως το έδαφος και το νερό, σε πολλά μέρη του κόσμου μειώνονται. Η μελλοντική αύξηση του πληθυσμού δημιουργεί την ανάγκη της αύξησης της παραγωγής κατά περίπου 50% έτσι ώστε να υπάρχει η δυνατότητα σίτισης για τα 9 δισεκατομμύρια ανθρώπους του κόσμου μέχρι το 2050. Σύμφωνα με τον Οργανισμό Τροφίμων και Γεωργίας (FAO) των Ηνωμένων Εθνών (ΟΗΕ) για να μπορέσει να τροφοδοτηθεί ο αυξανόμενος πληθυσμός οι επενδύσεις του ιδιωτικού τομέα στον αγροτικό τομέα πρέπει να αυξηθούν σχεδόν κατά 50%. Η πρόκληση της επισιτιστικής ασφάλειας θέτει ένα στόχο ζωτικής σημασίας.

3.5 ΑΕΠ και κλιματική αλλαγή

Οι οικονομικές απώλειες και οι ζημιές που σχετίζονται με την κλιματική αλλαγή διαφέρουν από περιοχή σε περιοχή και είναι δύσκολο να ποσοτικοποιηθούν και να προβλεφθούν με ακρίβεια. Από τη Βιομηχανική Επανάσταση η οικονομική ανάπτυξη έχει συνδεθεί με την αύξηση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου. Η υπερθέρμανση του πλανήτη αναμένεται να αυξήσει την συχνότητα και σοβαρότητα των εντόνων καιρικών φαινομένων επηρεάζοντας αρνητικά την οικονομική ανάπτυξη λόγω των ζημιών που είναι πιθανό να προκληθούν σε ακίνητα και υποδομές αλλά και λόγω της μαζικής μετανάστευσης, της απώλειας της παραγωγικότητας και της ασφάλειας της ανθρώπινης ζωής.

Παρόλο που οι αναπτυσσόμενες χώρες συμβάλλουν λιγότερο στο πρόβλημα της κλιματικής αλλαγής φέρουν το μεγαλύτερο βάρος. Οι υψηλές θερμοκρασίες και οι πιο συχνές περίοδοι ξηρασίας ενδέχεται να επηρεάσουν σε σημαντικό βαθμό τις γεωργικές αποδόσεις οι οποίες είναι ευαίσθητες στις καιρικές συνθήκες. Η μείωση της ζωτικής σημασίας για αυτές τις περιοχές της παραγωγής τροφίμων θα δημιουργήσει προβλήματα στα αποθέματα για την κάλυψη της εγχώριας κατανάλωσης. Οι μεγάλες εξαγωγές θα μειωθούν σε όγκο το οποίο θα έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση του

επιπέδου των τιμών η οποία θα οδηγήσει στην συμπίεση του εισοδήματος των καταναλωτών. Οι επιπτώσεις αυτές μπορούν εν μέρη να αντισταθμιστούν καθώς κάποιες περιοχές θα γίνουν πιο κατάλληλες για φυτική παραγωγή. Όμως, η μείωση και η μεταβολή της διαθεσιμότητας της διαθέσιμης γης είναι πιθανό να οδηγήσει στην μαζική μετακίνηση του πληθυσμού ο οποίος θα αναγκαστεί να ζει σε έναν όλο και πιο συγκεντρωμένο χώρο.

Οι κρατικού προϋπολογισμοί θα επιβαρυνθούν αντίστοιχα από την αύξηση της συχνότητας των καιρικών φαινομένων. Οι συνέπειες των φυσικών καταστροφών θα αναγκάσουν τα κράτη να δαπανήσουν μεγάλα ποσά σε εργασίες εκκαθάρισης, ανοικοδόμησης και υγειονομικής περίθαλψης. Οι κρατικοί πόροι θα διοχετευθούν στην ανάπτυξη για την αντιμετώπιση των ακραίων καιρικών συνθηκών εγκαταλείποντας τα παραγωγικά έργα και τα έργα που ενισχύουν την οικονομική ανάπτυξη. Επιπρόσθετα, οι υψηλότερες παγκόσμιες θερμοκρασίες μπορεί να προάγουν την εξάπλωση μολυσματικών ασθενειών και να βλάψουν όσους εργάζονται σε εξωτερικούς χώρους. Αυτό, θα έχει ως αποτέλεσμα να μειωθεί η αποτελεσματικότητα (παραγωγικότητα) αλλά και η ποσότητα της διαθέσιμης εργασίας για την παραγωγή προϊόντος.

3.6 Υγεία και Προσδόκιμο Ζωής

Σύμφωνα με τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας, η υγεία θεωρείται «μια κατάσταση πλήρους σωματικής, ψυχικής και κοινωνικής ευεξίας και όχι απλώς η απουσία ασθένειας ή αναπηρίας». Η υγεία θέτεται ως στόχος προτεραιότητας και το σημαντικό αποτέλεσμα μίας οικονομίας καθώς συμβάλει στην οικονομική ανάπτυξη και τη μείωση της φτώχειας. Η έλλειψη υγείας οδηγεί σε μείωση των ετήσιων εισοδημάτων και τα μακροοικονομικά στοιχεία επιβεβαιώνουν ότι στις χώρες με τις πιο αδύναμες συνθήκες υγείας η βιώσιμη ανάπτυξη επιτυγχάνεται δυσκολότερα από ό,τι στις χώρες με καλύτερες συνθήκες υγείας. Υπάρχουν τρεις βασικοί τρόποι με τους οποίους η υγεία μπορεί να επηρεάσει την ευημερία και την ανάπτυξη.

Ο πρώτος τρόπος αναφέρεται στις επιπτώσεις των αποδόσεων των επιχειρήσεων λόγω της κακής υγείας των εργαζομένων η οποία επιδρά στην παραγωγικότητα τους. Παραδείγματος χάρη, οι επιδημίες και οι διάφορες ασθένειες σε βιομηχανίες στον τομέα της γεωργίας, της εξόρυξης, του τουρισμού κ.α. μπορούν να υπονομεύσουν την

κοινωνική συνεργασία και την οικονομική σταθερότητα. Οι ασθένειες όπως η ελονοσία προμηνύουν κινδύνους για όλα τα άτομα που θα εισέλθουν σε μία συγκεκριμένη τοποθεσία. Ως αποτέλεσμα της ασθένειας καταστέλλεται ο τουρισμός στην συγκεκριμένη τοποθεσία και το εργατικό δυναμικό της τοποθεσίας καταγράφει απουσίες προκαλώντας υψηλό κίνδυνο στον κύκλο εργασιών των εταιρειών λόγω καθυστερήσεων. Αντίστοιχα, όταν ένα σημαντικό ποσοστό ατόμων σε μία τοποθεσία ασθενεί τότε ολόκληρη η περιοχή βάλλεται από δευτερογενείς επιπτώσεις. Τα διαθέσιμα χρήματα της περιοχής δαπανούνται στην περίθαλψη και την προστασία των ασθενών μειώνοντας με αυτό τον τρόπο τα διαθέσιμα χρήματα για τις λοιπές κοινωνικές υπηρεσίες.

Ο δεύτερος τρόπος αφορά τις παροχές που δύναται να προσφέρουν οι γονείς στα παιδιά τους. Συγκεκριμένα, η ασθένεια ενός ενήλικα μέσα σε μία οικογένεια μπορεί να επιφέρει δυσμενείς συνέπειες, ειδικά στις οικογένειες με χαμηλό εισόδημα, οι οποίες θα επηρεάσουν όλα τα μέλη της οικογένειας αλλά κυρίως τα παιδιά. Η μείωση της παροχής φροντίδας από έναν ενήλικα σε ένα παιδί και η μείωση του οικογενειακού εισοδήματος μπορεί να οδηγήσει σε κακή υγεία, ή ακόμα και σε θάνατο, ενός προηγούμενως υγιούς παιδιού. Η ασθένεια του ενήλικα θα μειώσει τη μεταφορά της γνώσης από τον γονέα στο παιδί. Οι πληγείσες κοινότητες από το AIDS στην Αφρική αναφέρουν ότι τα ορφανά παιδιά μεγαλώνουν χωρίς να γνωρίζουν την τοπική γεωργία. Πολλά παιδιά έχουν αναγκαστεί να αφήσουν πρόωρα το σχολείο για να μπορέσουν να συνδράμουν στην οικογένεια. Ο μεγάλος αριθμός παιδιών που καταμετράται στις φτωχές οικογένειες μειώνει την ικανότητα της επένδυσης στην υγεία και στην εκπαίδευση του κάθε παιδιού.

Ο τελευταίος τρόπος ο οποίος σημειώνεται και ως ο πιο άμεσος αφορά την επιρροή της υγείας στο προσδόκιμο ζωής. Το προσδόκιμο ζωής είναι η κύρια μέτρηση για την αξιολόγηση της υγείας του πληθυσμού η οποία καταγράφει την μέση ηλικία θανάτου σε ένα πληθυσμό. Το προσδόκιμο ζωής έχει αυξηθεί από την εποχή του Διαφωτισμού καθώς έως τις αρχές του 19^{ου} αιώνα καμία χώρα στον κόσμο δεν καταγράφει προσδόκιμο ζωής μεγαλύτερο από τα 40 χρόνια. Ο κύριος λόγος για τον χαμηλό αυτό μέσο όρο είναι ότι σχεδόν όλοι στον κόσμο ζούσαν σε ακραία φτώχεια και υπήρχαν ελάχιστες ιατρικές γνώσεις. Κατά τα επόμενα χρόνια οι ανεπτυγμένες χώρες πέτυχαν απaráμιλλές βελτιώσεις στην υγεία ενώ το προσδόκιμο ζωής στις αναπτυσσόμενες χώρες παρέμεινε χαμηλό δημιουργώντας ένα τεράστιο χάσμα. Η παγκόσμια ανισότητα στην υγεία το 1950 ήταν τεράστια καθώς υπήρχε καλή υγεία στις πλούσιες χώρες και κακή υγεία στις χώρες που παρέμειναν φτωχές. Οι κάτοικοι της Νορβηγίας είχαν

προσδόκιμο ζωής 72 ετών, ενώ στο Μάλι ήταν τα 26 χρόνια. Η Αφρική στο σύνολό της είχε μέσο προσδόκιμο ζωής μόλις 36 χρόνια, ενώ οι άνθρωποι σε άλλες περιοχές του κόσμου θα μπορούσαν να αναμένουν να ζήσουν περισσότερο από το διπλάσιο. Τις τελευταίες δεκαετίες όλες οι περιοχές του κόσμου σημείωσαν σημαντική πρόοδο όμως η παγκόσμια ανισότητα εξακολουθεί να είναι πολύ μεγάλη μεταξύ και εντός των χωρών.

Στην οικονομική ανάλυση η αξία της ζωής ενός υγιούς ανθρώπου εκτιμάται σε μεγαλύτερο μέγεθος από ότι το πρόσθετο εισόδημα της αγοράς που θα αποκτηθεί. Κάθε έτος της ζωής αποτιμάται περίπου στο τριπλάσιο των ετήσιων αποδοχών. Οι οικονομικές απώλειες ενός νέου ατόμου υπολογίζονται με το άθροισμα των απωλειών που σχετίζονται για κάθε έτος χαμένης ζωής. Για παράδειγμα η απώλεια ενός ατόμου 30 ετών θεωρείται ίση με περίπου 120 φορές των ετήσιων αποδοχών του αφού χάνονται περίπου 40 ή περισσότερα έτη και κάθε χαμένο έτος αξίζει περίπου το τριπλάσιο των ετήσιων αποδοχών του.

3.7 Υγεία και κλιματική αλλαγή

Πολλές ασθένειες εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από το κλίμα μιας περιοχής. Σε πολλές περιπτώσεις οι ασθένειες επηρεάζονται από τη θερμοκρασία, τις βροχοπτώσεις, τη διαθεσιμότητα των καθαρών αποθεμάτων νερού, την παρουσία συγκεκριμένων φορέων ασθενειών όπως τα κουνούπια (τα οποία με τη σειρά τους επηρεάζονται από το κλίμα και την βιογεωγραφία), το μέγεθος του πληθυσμού (συνωστισμός ατόμων σε μία γεωγραφική περιοχή), την έκθεση σε περιβαλλοντικούς κινδύνους όπως η ατμοσφαιρική ρύπανση, το μη ασφαλές νερό κ.α.. Η κλιματική αλλαγή η οποία συνδέεται άρρηκτα με τις εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου επηρεάζει καθημερινά δισεκατομμύρια ανθρώπους και αναμένεται να μειώσει το προσδόκιμο ζωής. Οι πιο φτωχές περιοχές είναι συνήθως περισσότερο ευάλωτες στις απειλές της μεταβλητότητας του κλίματος σε σχέση με τις πιο εύπορες. Οι περιοχές που έχουν πρόσβαση σε υγιονομική περίθαλψη καλής ποιότητας είναι πιο πιθανό μην είναι ευάλωτη στην κλιματική αλλαγή στον ίδιο βαθμό σε σύγκριση με τις περιοχές που στερούνται αυτής της πρόσβασης.

Η ατμοσφαιρική ρύπανση και οι μεταβολές των κλιματικών συνθηκών παρουσιάζουν άμεσες αρνητικές επιπτώσεις στην υγεία. Σύμφωνα με τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας οι κίνδυνοι της υγείας που σχετίζονται με την κλιματική αλλαγή είναι πιθανό να διαφέρουν ανάλογα με την γεωγραφική περιοχή. Οι κλιματολογικές συνθήκες ορίζουν συχνά τα σύνορα για την γεωγραφική περιοχή στην οποία θα εξαπλωθεί μία μολυσματική ασθένεια. Οι προσπάθειες για την επίτευξη του στόχου για τη μείωση των εκπομπών άνθρακα ως μέρος της Συμφωνίας του Παρισιού είναι πιθανό να συμβάλουν και στη μείωση του αυξημένου κινδύνου καρκίνου και στις διαταραχές στη φροντίδα του. Παράλληλα, η προσπάθεια της βελτίωσης της ποιότητας του αέρα και η προώθηση μίας περισσότερο ισορροπημένης διατροφής θα συμβάλλει στην μείωση του ποσοστού θνησιμότητας. Η ατμοσφαιρική ρύπανση αποτελεί ένα κρίσιμο παράγοντα κινδύνου για τον καρκίνο του πνεύμονα και πρόσφατες μελέτες που δημοσιεύθηκαν στο περιοδικό ACR Cancer Epidemiology, Biomarkers & Prevention έχουν δείξει ότι τα λεπτά σωματίδια στον αέρα μπορεί να αυξήσουν τη θνησιμότητα λόγω καρκίνου σε ενήλικες ασθενείς με πρώιμο καρκίνο του μαστού και σε παιδιατρικούς και νεαρούς ενήλικες ασθενείς με διάφορους καρκίνους.

Οι κίνδυνοι που συνδέονται με την ποιότητα αλλά και την ποσότητα της καθημερινής διατροφής αποτελούν την κύρια αιτία θανάτου παγκοσμίως. Η κακή ή ανεπαρκής πρόσληψη φαγητού οδηγεί σε ποικίλες ασθένειες και σε διάφορες κρίσεις της υγείας. Η κλιματική αλλαγή αποτελεί μια μακροπρόθεσμη απειλή για την επισιτιστική ασφάλεια και την διατροφή. Οι ακραίες καιρικές συνθήκες καταστρέφουν και μειώνουν τις αποδόσεις των καλλιεργειών και οδηγούν στην συνεχόμενη μείωση των αποθεμάτων. Η αγροτική γη η οποία αφορά το μερίδιο της έκτασης που είναι καλλιεργήσιμη, με μόνιμες καλλιέργειες και σε μόνιμους βοσκότοπους παρακμάζει σε πολλές περιοχές του πλανήτη. Ο συνδυασμός όλων των παραπάνω μαζί με την εκτίναξη των τιμών στα βασικά είδη διατροφής (σιτάρι, καλαμπόκι, σόγια, ρύζι, κακάο, ζάχαρη κ.ά.) και των συνεχόμενων μειώσεων των εισοδημάτων προτρέπουν στην κακή ποιότητα διατροφικών συνήθειών.

3.8 Τουρισμός

Ο Τουρισμός σύμφωνα με τον Παγκόσμιο Οργανισμό Τουρισμού (WTO, 1994) ορίζεται ως οι δραστηριότητες των ατόμων που ταξιδεύουν και διαμένουν σε περιοχές εκτός του

συνηθισμένου περιβάλλοντός τους για χρονικό διάστημα μικρότερο του ενός συνεχόμενου έτους, για αναψυχή, επαγγελματικούς ή άλλους λόγους. Η λέξη τουρισμός περιλαμβάνει τους τουρίστες, δηλαδή τους επισκέπτες που παραμένουν σε έναν προορισμό τουλάχιστον 24 ώρες, αλλά και τους εκδρομείς δηλαδή τους επισκέπτες που παραμένουν στον προορισμό για διάστημα μικρότερο των 24 ωρών. Ο τουρισμός απαιτεί μία συνεχόμενη προσαρμογή στις ανάγκες των πελατών καθώς ο κεντρικός στόχος των τουριστικών επιχειρήσεων είναι η ασφάλεια και η ικανοποίηση του πελάτη. Θεωρείται ένας τρόπος ψυχαγωγίας ενώ παράλληλα αποτελεί μία σημαντική πηγή εσόδων για πολλές χώρες.

Ο τουρισμός είναι εφικτό να ταξινομηθεί σε πολλές κατηγορίες. Οι κυριότερες διακρίσεις του τουρισμού είναι έξι και συγκεκριμένα ο εγχώριος τουρισμός ο οποίος είναι ο τουρισμός που πραγματοποιείται από τους μόνιμους κατοίκους μίας χώρας που μετακινούνται στο εσωτερικό της, ο εξερχόμενος τουρισμός που αφορά την μετακίνηση των μόνιμων κατοίκων μίας χώρας σε άλλες χώρες, ο εισερχόμενος τουρισμός που αφορά την μετακίνηση μόνιμων κατοίκων άλλων χωρών στην δεδομένη χώρα, ο διεθνής τουρισμός που είναι το άθροισμα του εισερχόμενου και του εξερχόμενου τουρισμού, ο εσωτερικός τουρισμός που είναι το άθροισμα του εγχώριου και του εισερχόμενου τουρισμού και ο εθνικός τουρισμός που είναι το άθροισμα του εγχώριου και του εξερχόμενου τουρισμού.

Παρά τις προκλήσεις που δημιουργήθηκαν από την πανδημία COVID-19, τα τελευταία έτη ο τουρισμός αναπτύσσεται συνεχώς και αντιπροσωπεύει περίπου το 6% του παγκόσμιου Α.Ε.Π.. Μέσω του τουρισμού δημιουργούνται πολλές θέσεις εργασίας που διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην μείωση της φτώχειας και στην βελτίωση του κόσμου και παράλληλα βελτιώνεται το εμπόριο μίας χώρας. Οι παράγοντες που προσελκύουν επισκέπτες σε μία περιοχή είναι διάφοροι με κύριους τον φυσικό καλλωπισμό μίας χώρας, τα ιστορικά μέρη, την ασφάλεια και το κλίμα.

3.9 Τουρισμός και κλίμα

Ο τουρισμός αποτελεί μια από τις πιο σημαντικές δραστηριότητες στον κόσμο με μεγάλη ανάπτυξη από χρόνο σε χρόνο. Σε πολλές χώρες θεωρείται ως κύριο μέσο για την περιφερειακή ανάπτυξη, καθώς τονώνει τις διάφορες οικονομικές δραστηριότητες.

Επιπλέον, μπορεί να έχει θετικό οικονομικό αντίκτυπο στο ισοζύγιο πληρωμών, στο Α.Ε.Π. και στον τομέα της απασχόλησης. Αντίθετα είναι πιθανό να έχει αρνητικό αντίκτυπο σε άλλους τομείς, όπως το περιβάλλον.

Ο τομέας του τουρισμού είναι ιδιαίτερα ευάλωτος στην κλιματική αλλαγή καθώς συμβάλλει στην εκπομπή αερίων του θερμοκηπίου, τα οποία προκαλούν την υπερθέρμανση του πλανήτη. Η κύρια πηγή μόλυνσης από τον τουρισμό είναι οι μεταφορές. Τα πιο ρυπογόνα μέσα μεταφοράς είναι τα αεροπλάνα και ακολουθούν τα αυτοκίνητα και οι μοτοσυκλέτες. Τα μέσα μεταφοράς όπως τα τουριστικά λεωφορεία, τα τρένα και τα πορθμεία έχουν μικρότερο αντίκτυπο. Η μαζική συγκέντρωση τουριστών σε συγκεκριμένες περιοχές και σε συγκεκριμένες περιόδους έχει ως αποτέλεσμα την υπερβολική χρήση της περιοχής που αμφισβητεί την αναπτυξιακή της συνέχεια. Οι αύξηση των τουριστικών κτιρίων καταλαμβάνει επιφάνειες οι οποίες θα μπορούσαν να καλύπτονται με δέντρα ή φυτά.

Οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής και ειδικά τα ακραία καιρικά φαινόμενα που μπορούν να οδηγήσουν σε αυξανόμενο κόστος ασφάλισης και ανησυχίες για την ασφάλεια, καθώς και η έλλειψη νερού, η απώλεια της βιοποικιλότητας και οι ζημιές σε περιουσιακά στοιχεία και αξιοθέατα στους προορισμούς απειλούν τον τουριστικό τομέα. Η συνεχόμενη υποβάθμιση και η διατάραξη της πολιτιστικής και φυσικής κληρονομιάς θα βλάψει την ελκυστικότητα των προορισμών, θα μειώσει τις οικονομικές ευκαιρίες και θα προκαλέσει την μετατόπιση των προτιμήσεων των τουριστών. Η έννοια της βιώσιμης ανάπτυξης γίνεται αναπόσπαστο μέρος του στρατηγικού σχεδιασμού στον τουρισμό. Επιπλέον τα ζητήματα που πρέπει να ληφθούν υπόψη είναι η ορθολογική χρήση των πόρων, ο βέλτιστος συνδυασμός τους και η εναρμόνιση του χώρου. Το κλίμα είναι ένας από τους κύριους μοχλούς του διεθνούς τουρισμού και η επιτάχυνση της δράσης για το κλίμα στον τουρισμό είναι επομένως υψίστης σημασίας για την ανθεκτικότητα του τομέα.

3.10 Ανακεφαλαίωση

Το Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν (Α.Ε.Π./Gross Domestic Product/GDP) εκφράζεται ως η συνολική αξία των τελικών αγαθών και υπηρεσιών που παράγει μια οικονομία σε μία δεδομένη χρονική στιγμή η οποία ορίζεται συνήθως το ένα έτος. Κατά τον

προσδιορισμό του Α.Ε.Π. ιδιαίτερη σημασία έχει όλα τα παραγόμενα αγαθά και όλες οι παραχθείσες υπηρεσίες να αναφέρονται στο ίδιο χρονικό διάστημα. Το Α.Ε.Π. διακρίνεται σε δύο βασικές κατηγορίες και συγκεκριμένα στο ονομαστικό και στο πραγματικό. Το ονομαστικό Α.Ε.Π. (nominal GDP) αποτυπώνει την αξία των τελικών παραγόμενων προϊόντων και υπηρεσιών σε τρέχουσες τιμές. Η μέτρηση του Ακαθάριστου Εγχώριου Προϊόντος αποτελεί έναν πολύ σημαντικό δείκτη της παραγωγής μίας οικονομίας και είναι εφικτό να πραγματοποιηθεί με τρεις διαφορετικούς τρόπους και συγκεκριμένα με την μέθοδο της αξίας των τελικών προϊόντων, την μέθοδο της δαπάνης και την μέθοδο του εισοδήματος.

Ένας από τους πιο σημαντικούς τομείς που συμβάλλουν στην παραγωγή και επηρεάζουν το Α.Ε.Π. είναι η γεωργία η οποία αντιπροσωπεύει το 4% του παγκόσμιου ακαθάριστου εγχώριου προϊόντος και σε ορισμένες λιγότερο αναπτυσσόμενες χώρες, μπορεί να αντιπροσωπεύει περισσότερο από το 25% του Α.Ε.Π.. Η γεωργία έχει μεγάλη σημασία και σημαντικό ρόλο στην οικονομική ανάπτυξη. Ο τερματισμός της ακραίας φτώχειας και η αύξηση του εισοδήματος των φτωχότερων χωρών στηρίζεται στην ανάπτυξη του αγροτικού τομέα καθώς περίπου τα τρία τέταρτα των φτωχών πληθυσμών κατοικούν σε αγροτικές περιοχές και κερδίζουν το εισόδημα τους από την γεωργία. Σύμφωνα με τον Οργανισμό Τροφίμων και Γεωργίας (FAO) των Ηνωμένων Εθνών (ΟΗΕ) για να μπορέσει να τροφοδοτηθεί ο αυξανόμενος πληθυσμός οι επενδύσεις του ιδιωτικού τομέα στον αγροτικό τομέα πρέπει να αυξηθούν σχεδόν κατά 50%.

Σύμφωνα με τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας, η υγεία θεωρείται «μια κατάσταση πλήρους σωματικής, ψυχικής και κοινωνικής ευεξίας και όχι απλώς η απουσία ασθένειας ή αναπηρίας». Η υγεία θέτεται ως στόχος προτεραιότητας και το σημαντικό αποτέλεσμα μίας οικονομίας καθώς συμβάλει στην οικονομική ανάπτυξη και τη μείωση της φτώχειας. Το προσδόκιμο ζωής είναι η κύρια μέτρηση για την αξιολόγηση της υγείας του πληθυσμού η οποία καταγράφει την μέση ηλικία θανάτου σε ένα πληθυσμό. Στην οικονομική ανάλυση η αξία της ζωής ενός υγιούς ανθρώπου εκτιμάται σε μεγαλύτερο μέγεθος από ότι το πρόσθετο εισόδημα της αγοράς που θα αποκτηθεί. Κάθε έτος της ζωής αποτιμάται περίπου στο τριπλάσιο των ετήσιων αποδοχών. Πολλές ασθένειες εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από το κλίμα μιας περιοχής. Η κλιματική αλλαγή η οποία συνδέεται άρρηκτα με τις εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου επηρεάζει καθημερινά δισεκατομμύρια ανθρώπους και αναμένεται να μειώσει το προσδόκιμο ζωής. Οι πιο φτωχές περιοχές είναι συνήθως περισσότερο ευάλωτες στις απειλές της μεταβλητότητας του κλίματος σε σχέση με τις πιο εύπορες.

Ο Τουρισμός σύμφωνα με τον Παγκόσμιο Οργανισμό Τουρισμού(WTO,1994) ορίζεται ως οι δραστηριότητες των ατόμων που ταξιδεύουν και διαμένουν σε περιοχές εκτός του συνηθισμένου περιβάλλοντός τους για χρονικό διάστημα μικρότερο του ενός συνεχόμενου έτους, για αναψυχή, επαγγελματικούς ή άλλους λόγους. Οι κυριότερες διακρίσεις του τουρισμού είναι έξι και συγκεκριμένα ο εγχώριος Τουρισμός, ο εξερχόμενος τουρισμός, ο εισερχόμενος τουρισμός, ο διεθνής τουρισμός, ο εσωτερικός τουρισμός και ο εθνικός τουρισμός. Ο τουρισμός αποτελεί μια από τις πιο σημαντικές δραστηριότητες στον κόσμο, αναπτύσσεται συνεχώς και αντιπροσωπεύει περίπου το 6% του παγκόσμιου Α.Ε.Π.. Ο τομέας του τουρισμού είναι ιδιαίτερα ευάλωτος στην κλιματική αλλαγή καθώς συμβάλλει στην εκπομπή αερίων του θερμοκηπίου, τα οποία προκαλούν την υπερθέρμανση του πλανήτη με κύρια πηγή μόλυνσης από τον τουρισμού να είναι οι μεταφορές. Η συνεχόμενη υποβάθμιση και η διατάραξη της πολιτιστικής και φυσικής κληρονομιάς θα βλάψει την ελκυστικότητα των προορισμών, θα μειώσει τις οικονομικές ευκαιρίες και θα προκαλέσει την μετατόπιση των προτιμήσεων των τουριστών.

Βιβλιογραφία Κεφαλαίου 3

Ξενόγλωσση

Blanchard O. and Jonson D.R. (2012). Macroeconomics sixth edition, published as Prentice Hall.

Ελληνική

Κυρίκος, Δ. (2015). Μακροοικονομική ανάλυση και πολιτική. Εκδόσεις Κάλλιπος, Ανοικτές Ακαδημαϊκές Εκδόσεις.

Γκαμαλέτσος Θ. (1989). Θεωρητική Οικονομική Τόμος Β, Εκδόσεις Α. Σταμούλης

Επιστημονικά Άρθρα

Subramanian S. V., Belli P. and Kawachi I. (2002). The Macroeconomic Determinants of Health, Department of Health and Social Behavior and Harvard School of Public Health and Department of Population and International Health, Harvard School of Public Health

Sandra B. (2018), Climate Change and the Macro-Economy: A Critical Review, Bank of England

World Health Organization, (2001) Report for the commission and Macroeconomics and Health Jeffrey D. Sachs, Macroeconomics and health: Investing in health for economic development, Printed in Canada

Διαδικτυακές Πηγές

Earth, (2021) How GDP Negatively Affects Climate Change Policy [πρόσβαση 23/09/2022], [How GDP Negatively Affects Climate Change Policy | Earth.Org](#)

World Economic Forum, (2021) This is how climate change could impact the global economy [πρόσβαση 23/09/2022], [This is How Climate Change Could Impact The Global Economy | World Economic Forum \(weforum.org\)](#)

Reuters, (2022) Climate change putting 4% of global GDP at risk, new study estimates [πρόσβαση 23/09/2022], [Climate change putting 4% of global GDP at risk, new study estimates | Reuters](#)

Indeed, (2021) Macroeconomic Factors: Definition and 11 Types of Indicators [πρόσβαση 24/09/2022], [Macroeconomic Factors: Definition and 11 Types of Indicators | Indeed.com](#)

Investopedia, (2022) Macroeconomics Definition, History, and Schools of Thought [πρόσβαση 24/09/2022], [Macroeconomics Definition, History, and Schools of Thought \(investopedia.com\)](https://www.investopedia.com)

CNN Greece, (2022) Η κλιματική αλλαγή και οι «αφανείς» συνέπειες στον τομέα της υγείας [πρόσβαση 25/09/2022], [Η κλιματική αλλαγή και οι «αφανείς» συνέπειες στον τομέα της υγείας - CNN.gr](https://www.cnn.gr)

Our World in Data, (2019) Life Expectancy [πρόσβαση 25/09/2022], [Life Expectancy - Our World in Data](https://ourworldindata.org)

Econacademy, (2020) Κεφάλαιο 1: Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν [πρόσβαση 25/09/2022], [Κεφάλαιο 1: Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν | Εδώ Μαθαίνουμε Οικονομία! \(econacademy.gr\)](https://www.econacademy.gr)

Forbes, (2019) Falling Life Expectancy Becoming The 'Climate Change' Of Health [πρόσβαση 25/09/2022], [Falling Life Expectancy Becoming The 'Climate Change' Of Health \(forbes.com\)](https://www.forbes.com)

World Health Organization, (2022) Climate Change [πρόσβαση 23/09/2022] [World Health Organization \(WHO\)](https://www.who.int),

Sciencedirect, (2021) The GDP-Temperature relationship: Implications for climate change damages [πρόσβαση 24/09/2022] <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0095069621000280>

LSE, (2022) Can we have economic growth and tackle climate change at the same time? [πρόσβαση 24/09/2022] <https://www.lse.ac.uk/granthaminstitute/explainers/can-we-have-economic-growth-and-tackle-climate-change-at-the-same-time/>

Climatescenarios, (2020) How are Socioeco-nomic Develop-ment and Climate Change connected? [πρόσβαση 24/09/2022] <https://climatescenarios.org/primer/how-are-socioeconomic-development-and-climate-change-connected/>

Schroders, (2016) The impact of climate change on the global economy [πρόσβαση 24/09/2022] <https://prod.schroders.com/de/SysGlobalAssets/digital/us/pdfs/the-impact-of-climate-change.pdf>

The World Bank, (2021) Agriculture and Food [πρόσβαση 24/09/2022] <https://www.worldbank.org/en/topic/agriculture/overview>

The World Bank, (2014) Agriculture: Sector Results Profile [πρόσβαση 24/09/2022] <https://www.worldbank.org/en/results/2013/04/15/agriculture-results-profile>

Inter-American Institute for Cooperation on Agriculture, (2016) The contribution of agriculture to development [πρόσβαση 24/09/2022] <https://www.iica.int/en/press/news/contribution-agriculture-development>

World Food Programme, (2021) Climate Crisis and Malnutrition - A case for acting now

[πρόσβαση 24/09/2022] <https://www.wfp.org/publications/climate-crisis-and-malnutrition-case-acting-now>

The World Wide Fund for Nature Inc. (WWF), (2020) Τουρισμός, οικονομία και περιβάλλον. Τουρισμός: η χήνα που γεννά τα χρυσά αυγά, ως πότε όμως [πρόσβαση 24/09/2022], [Τουρισμός, οικονομία και περιβάλλον. Τουρισμός: η χήνα που γεννά τα χρυσά αυγά, ως πότε όμως \(αναλυτικό κείμενο\) | WWF](#)

Μακεδονία του Πολιτισμού και του Τουρισμού, (2022) Ορισμοί Εννοιών Τουρισμού [πρόσβαση 24/09/2022], [Ορισμοί Εννοιών Τουρισμού - ΜΑΚΕΔΟΝΙΑ του ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ και του ΤΟΥΡΙΣΜΟΥ \(google.com\)](#)

World Tourism Organization, (2022) Sustainable tourism development [πρόσβαση 24/09/2022], [Sustainable development | UNWTO](#)

Griffith University Institute of Tourism, (2017) About the Tourism Indicators [πρόσβαση 24/09/2022], [About the Tourism Indicators – Global Sustainable Tourism Dashboard](#)

United Nations Statistics Division, (2009) Tourism in the macroeconomic frameworks: use tourism aggregates in the System of National Accounts and in the Statistics of International Trade in Services [πρόσβαση 24/09/2022], [Microsoft PowerPoint - 5 - UNSD - Tourism in the macroeconomic framework.ppt](#)

Υπουργείο Τουρισμού, (2022) Άρθρο 02 – Ορισμός [πρόσβαση 24/09/2022], <http://www.opengov.gr/tourism/?p=1450>

World Atlas, (2022) How Is Tourism Affected By Climate Change? [πρόσβαση 24/09/2022], [How Is Tourism Affected By Climate Change? - WorldAtlas](#)

Ecobnb, (2020) How Tourism Contributes to Global Warming [πρόσβαση 24/09/2022], [How Tourism Contributes to Global Warming - Ecobnb](#)

Διατριβή

Καραγιαννοπούλου Μ. (2021), Κλιματική αλλαγή και οι επιπτώσεις στη Δημόσια Υγεία <https://freader.ekt.gr/eadd/index.php?doc=49536&lang=el#p=28>

Κεφάλαιο 4

Αποτελέσματα Εμπειρικής Ανάλυσης

4.1 Εισαγωγή

Τα τελευταία έτη, τα κράτη δημιουργούν νέες δράσεις και τακτικές και πραγματοποιούν ενέργειες για να περιορίσουν τις εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου με σκοπό την επίτευξη του στόχου της Συμφωνίας του Παρισιού για τον περιορισμό της υπερθέρμανσης του πλανήτη στους 1,5°C μέχρι το τέλος του αιώνα. Παράλληλα, κάποια κράτη δεν συμμορφώνονται με τις υπάρχουσες πολιτικές και τους κανόνες με αποτέλεσμα η πρόβλεψη για την αύξηση της θερμοκρασίας του πλανήτη το 2100 να αναμένεται να αυξηθεί σε περίπου 3°C αντί της προσδοκώμενης μείωσης. Οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής γίνονται πλέον αντιληπτές στο φυσικό περιβάλλον και οι συνέπειες στην υγεία και στην οικονομία αυξάνονται με ταχύ ρυθμό. Το αρνητικό αντίκτυπο της κλιματικής αλλαγής αντανακλά σε όλο τον πλανήτη με τις λιγότερο ανεπτυγμένες χώρες να επιβαρύνονται περισσότερο.

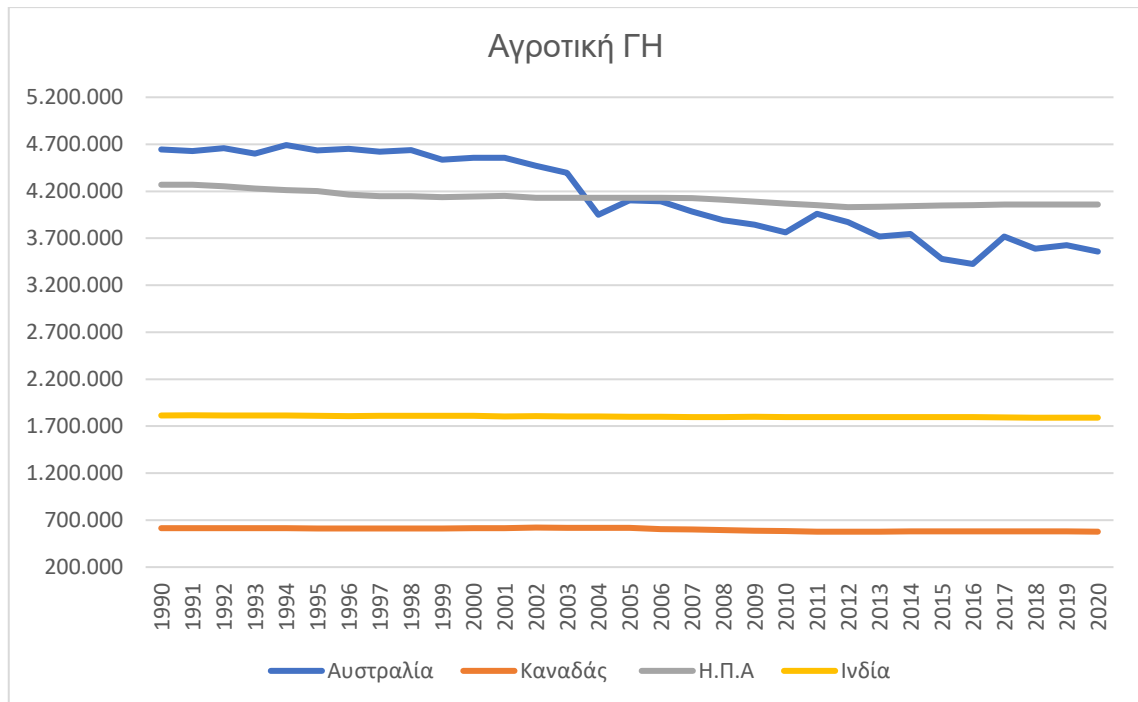
Στο κεφάλαιο αυτό εξετάζεται η στατιστική σύνδεση μεταξύ της έκτασης της αγροτικής γης σε διάφορες χώρες στον πλανήτη και των παγκόσμιων εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα. Σκοπός της εμπειρικής ανάλυσης είναι η προσπάθεια διερεύνησης της ποσοτικής σχέσης μεταξύ των δύο αυτών μεταβλητών. Η διαδικασία την εμπειρικής ανάλυσης πραγματοποιείται μέσω της μεθόδου της ανάλυσης της απλής γραμμικής παλινδρόμησης κατά την οποία η έκταση της αγροτικής γης αποτελεί την εξαρτημένη μεταβλητή, ενώ οι παγκόσμιες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα αποτελούν την ανεξάρτητη μεταβλητή. Για την ολοκλήρωση της στατιστικής ανάλυσης των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό IBM SPSS STATISTICS.

Το κεφάλαιο αποτελείται από 2 ενότητες. Στην πρώτη ενότητα περιγράφονται τα δεδομένα που χρησιμοποιούνται για την πραγματοποίηση της εμπειρικής ανάλυσης, και στην συνέχεια παρουσιάζεται η συμπεριφορά των εξεταζόμενων μεταβλητών με την μεθοδολογία της ανάλυσης της απλής γραμμικής παλινδρόμησης. Στην δεύτερη ενότητα αναλύονται τα συμπεράσματα της εμπειρικής μελέτης.

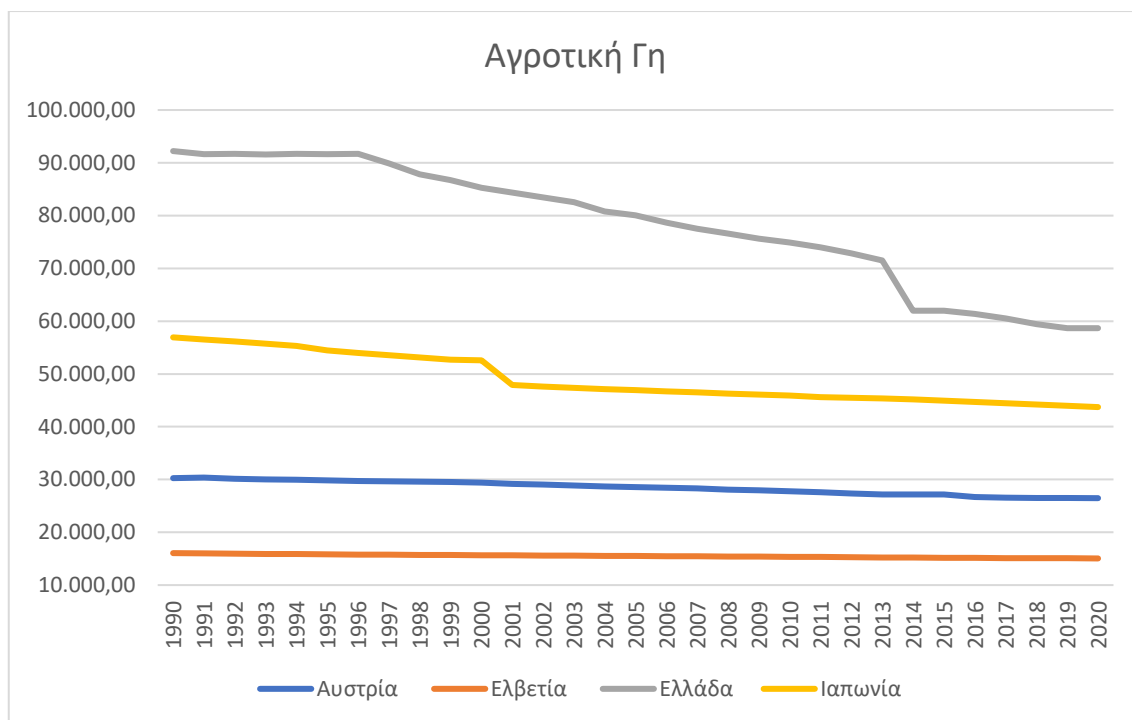
4.2 Παρουσίαση Δεδομένων και εξεταζόμενων μεταβλητών

Για την υλοποίηση της εμπειρικής ανάλυσης για κάθε μεταβλητή χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα χρονοσειράς που αφορούν την περίοδο μελέτης από το 1990 έως το 2020 με χρονικό βήμα ανά έτος. Τα δεδομένα που χρησιμοποιούνται για τους σκοπούς αυτής της εργασίας απεικονίζονται όπως αυτά δημοσιεύτηκαν στον διεθνή οργανισμό The World Bank (www.worldbank.org) και στην εταιρεία Statista (www.statista.com) και βρίσκονται διαθέσιμα στις ιστοσελίδες [Agriculture & Rural Development | Data \(worldbank.org\)](http://www.worldbank.org) και [Annual CO2 emissions worldwide 1940-2020 | Statista](http://www.statista.com). Κατά την πραγματοποίηση της στατιστικής μελέτης οι εκπομπές του διοξειδίου του άνθρακα εκφράζονται σε δισεκατομμύρια μετρικούς τόνους και η αγροτική γη σε τετραγωνικά χιλιόμετρα. Για την ολοκλήρωση της στατιστικής ανάλυσης των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό IBM SPSS STATISTICS.

Πιο συγκεκριμένα, οι χώρες που επιλέχθηκαν για την υλοποίηση της εμπειρικής μελέτης είναι η Αυστρία, η Ελβετία, η Ελλάδα, η Αυστραλία, ο Καναδάς, οι Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής, η Ιαπωνία και η Ινδία. Η ανάλυση της εμπειρικής μελέτης ανά χώρα θα πραγματοποιηθεί με την παραπάνω σειρά. Στα Διαγράμματα 4.1 και 4.2 περιγράφεται η τάση των τιμών που χρησιμοποιούνται για την αγροτική γη.



Διάγραμμα 4.1: Απεικόνιση των τιμών της Αγροτικής Γης για της Χώρες Αυστραλία, Καναδά, Η.Π.Α και Ινδία.



Διάγραμμα 4.2: Απεικόνιση των τιμών της Αγροτικής Γης για της Χώρες Αυστρία, Ελβετία, Ελλάδα και Ιαπωνία.

Όπως φαίνεται από τα συγκεκριμένα διαγράμματα οι τιμές για την Αυστραλία, τις Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής την Ελλάδα και την Ιαπωνία παρουσιάζουν πτωτική τάση. Όσον αφορά την τάση των τιμών για την Ινδία, τον Καναδά, την Αυστρία και την Ελβετία παρατηρείται μία αρνητική πορεία χωρίς όμως να σημειώνεται κάποια σημαντική πτώση. Οι μεταβλητές που χρησιμοποιούνται σε κάθε εφαρμογή της ανάλυσης της παλινδρόμησης είναι 2 εκ' των οποίων η Αγροτική Γη της εκάστοτε χώρας είναι η εξαρτημένη μεταβλητή (Y) και οι παγκόσμιες εκπομπές του διοξειδίου του άνθρακα είναι η ανεξάρτητη μεταβλητή (X).

Η ανάλυση της παλινδρόμησης είναι μία ποσοτική μέθοδος η οποία εξετάζει γραμμικές σχέσεις και εκτιμά τη σχέση που μπορεί να υπάρχει μεταξύ μίας μεταβλητής, η οποία ονομάζεται εξαρτημένη μεταβλητή (dependent variable) και μίας ή περισσότερων άλλων μεταβλητών που ονομάζονται ανεξάρτητες μεταβλητές (Independent variable). Στόχος της ανάλυσης της παλινδρόμησης είναι να προσδιορίσει την ποσοτική σχέση μεταξύ της εξαρτημένης και της μίας ή περισσότερων ανεξάρτητων μεταβλητών έτσι ώστε να δημιουργηθούν προβλέψεις για τις τιμές της εξαρτημένης μεταβλητής σύμφωνα με τις τιμές των ανεξάρτητων μεταβλητών. Εξετάζει γραμμικές σχέσεις και στην περίπτωση που η εξαρτημένη μεταβλητή καθορίζεται από μία μόνο ανεξάρτητη μεταβλητή ονομάζεται απλή γραμμική παλινδρόμηση ενώ αν η εξαρτημένη μεταβλητή

καθορίζεται από περισσότερες από μία ανεξάρτητες μεταβλητές τότε ονομάζεται πολλαπλή γραμμική παλινδρόμηση.

Όταν το εξεταζόμενο φαινόμενο περιλαμβάνει δύο μόνο μεταβλητές πρώτα εφαρμόζεται η ανάλυση της συσχέτισης (correlation analysis). Η ανάλυση της συσχέτισης εφαρμόζεται σε δύο αριθμητικές μεταβλητές και εξετάζει κατά πόσο οι μεταβλητές αυτές συσχετίζονται μεταξύ τους, δηλαδή κατά πόσο υπάρχει μία σχέση εξάρτησης. Ο συντελεστής συσχέτισης δύο μεταβλητών μετρά το βαθμό κατά τον οποίο οι δύο μεταβλητές συμμεταβάλλονται δηλαδή κατά πόσο επηρεάζει η μία μεταβλητή την άλλη και λαμβάνει τιμές μεταξύ του -1 και του +1. Επομένως, όσο μεγαλύτερη είναι η απόλυτη τιμή του συντελεστή τόσο πιο έντονη είναι η συσχέτιση των δυο μεταβλητών, ενώ όσο πιο μικρή είναι τόσο πιο ασθενής χαρακτηρίζεται η σχέση τους. Όταν ο συντελεστής λάβει την τιμή 0, τότε αυτό σημαίνει ότι οι μεταβλητές είναι γραμμικά ασυσχέτιστες ενώ όταν ο συντελεστής λάβει την τιμή 1 ή -1 τότε σημαίνει ότι υπάρχει τέλεια θετική ή αρνητική γραμμική συσχέτιση.

Το απλό γραμμικό υπόδειγμα παλινδρόμησης όπου η τιμή της ανεξάρτητης μεταβλητής X προσδιορίζει την συμπεριφορά της εξαρτημένης μεταβλητής Y εκφράζεται από την σχέση $Y = \alpha + \beta X + \varepsilon$ και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την πρόβλεψη των τιμών της εξαρτημένης μεταβλητής Y για δεδομένες τιμές της ανεξάρτητης μεταβλητής X . Οι παράμετροι α και β είναι οι άγνωστοι που πρέπει να υπολογιστούν και ονομάζονται συντελεστές παλινδρόμησης. Η παράμετρος α είναι ο σταθερός όρος και δηλώνει το σημείο $(0, \alpha)$ δηλαδή, το σημείο όπου η ευθεία τέμνει τον άξονα Y . Το α εκφράζει την αναμενόμενη τιμή της εξαρτημένης μεταβλητής Y όταν η ανεξάρτητη μεταβλητή X λάβει την τιμή μηδέν. Η παράμετρος β δηλώνει την κλίση της ευθείας (θετική ή αρνητική) και το μέγεθος της φανερώνει πόσο αναμένεται να μεταβληθεί η εξαρτημένη μεταβλητή Y αν η ανεξάρτητη μεταβλητή X μεταβληθεί κατά μία μονάδα, όπου συχνά ονομάζεται και συνολική μεταβλητή (total effect). Το τυχαίο σφάλμα ε περιλαμβάνει όλους τους άλλους παράγοντες που δεν προσδιορίζονται από το συστηματικό μέρος $\alpha + \beta X$ όπως παραδείγματος χάρη άλλες ανεξάρτητες μεταβλητές που πιθανόν επηρεάζουν την εξαρτημένη μεταβλητή. Στο απλό γραμμικό υπόδειγμα η εξαρτημένη μεταβλητή και το τυχαίο σφάλμα λαμβάνονται ως τυχαίες μεταβλητές ενώ η ανεξάρτητη μεταβλητή θεωρείται γνωστή και σταθερή. Για την εκτίμηση των συντελεστών α και β του απλού γραμμικού υποδείγματος ισχύει η υπόθεση ότι ο μέσος όρος των τιμών του τυχαίου σφάλματος είναι μηδέν.

Ο έλεγχος των υποθέσεων που πραγματοποιείται και αφορά την στατιστική σημαντικότητα, απορρίπτει ή αποδέχεται την μηδενική υπόθεση. Ο έλεγχος αυτός αναφέρεται και ως έλεγχος στατιστικής σημαντικότητας του συντελεστή, εφαρμόζεται απαραίτητα στην ανάλυση της γραμμικής παλινδρόμησης και το αποτέλεσμα του δίνει σημαντική πληροφόρηση για την αξιοπιστία του υποδείγματος της παλινδρόμησης. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι οι 2 συντελεστές είναι στατιστικά σημαντικοί όταν οι απόλυτες τιμές της στατιστικής t είναι μεγαλύτερες από την αντίστοιχη κριτική τιμή της κατανομής t , κάτι που επίσης μπορεί να επιβεβαιωθεί και από τις τιμές sig όταν αυτές είναι πολύ μικρές ($<0,001$). Αυτό σημαίνει ότι το υπόδειγμα είναι πάρα πολύ καλό για την ερμηνεία της Y

Επιπλέον της εκτίμησης των συντελεστών α και β είναι σημαντικό να διερευνηθεί κατά πόσο το υπόδειγμα που εκτιμήθηκε εφαρμόζεται ικανοποιητικά στις παρατηρήσεις του δείγματος των μεταβλητών X και Y . Η ερμηνεία από το άθροισμα των τετραγώνων της παλινδρόμησης (sum of squares regression - SSR) δηλώνει την διακύμανση των τιμών που έχουν εκτιμηθεί της εξαρτημένης μεταβλητής από τον μέσο όρο της και το άθροισμα των τετραγώνων των καταλοίπων (sum of squares errors - SSE) εκφράζει την διακύμανση της εξαρτημένης μεταβλητής η οποία δεν είναι δυνατό να ερμηνευτεί από την γραμμή της παλινδρόμησης που έχει εκτιμηθεί. Το συνολικό άθροισμα των τετραγώνων (sum of squares totals - SST) δηλώνει την συνολική διακύμανση των τιμών της εξαρτημένης μεταβλητής από το μέσο όρο και είναι άθροισμα των τετραγώνων της παλινδρόμησης (sum of squares regression) και των τετραγώνων των καταλοίπων (sum of squares residual). Συνεπώς, εφόσον η συνολική διακύμανση SST προέρχεται από δύο μέρη και συγκεκριμένα το άθροισμα των τετραγώνων της παλινδρόμησης (SSR) και το άθροισμα των τετραγώνων των καταλοίπων (SSE) όσο πιο μεγάλη είναι η συμβολή από το άθροισμα των τετραγώνων της παλινδρόμησης και όσο πιο μικρές είναι οι τιμές των καταλοίπων στο συνολικό άθροισμα των τετραγώνων τόσο πιο ικανοποιητική είναι και η ερμηνευτική ικανότητα του υποδείγματος.

Για την αξιολόγηση της ερμηνευτικής ικανότητας ενός γραμμικού υποδείγματος χρησιμοποιείται το R-square, το οποίο συμβολίζεται με R^2 , δηλώνει το βαθμό με τον οποίο ερμηνεύονται οι τιμές της εξαρτημένης μεταβλητής από τις τιμές της ανεξάρτητης μεταβλητής μέσω της γραμμής της παλινδρόμησης και ορίζεται ως $R^2 = SSR / SST$. Ο συντελεστής προσδιορισμού είναι μία ποσότητα που λαμβάνει τιμές μεταξύ 0 και 1 και όσο πιο κοντά στην μονάδα βρίσκεται δηλώνει ότι υπάρχει πιο έντονη γραμμική σχέση μεταξύ των μεταβλητών X και Y . Συνεπώς, όσο μεγαλύτερη είναι η τιμή του R^2 τόσο

καλύτερα ερμηνεύεται η μεταβολή της Y από την X και τα ζεύγη των μεταβλητών βρίσκονται γύρω από την γραμμή της παλίνδρομης.

4.2.1 Αυστρία

Οι μεταβλητές που χρησιμοποιούνται είναι 2 εκ' των οποίων η αγροτική γη της Αυστρίας είναι η εξαρτημένη μεταβλητή (Y) και οι παγκόσμιες εκπομπές ρύπων είναι η ανεξάρτητη μεταβλητή (X). Στον Πίνακα 4.1 απεικονίζεται ο συντελεστής συσχέτισης για τις μεταβλητές αγροτική γη της Αυστρίας και εκπομπές CO₂. Ο συντελεστής συσχέτισης ισούται με -0,982 και φανερώνει ότι υπάρχει έντονη αρνητική γραμμική συσχέτιση μεταξύ των παρατηρήσεων που αφορούν το χρονικό διάστημα μελέτης.

Πίνακας 4.1: Συντελεστής Συσχέτισης των εξεταζόμενων μεταβλητών για την Αυστρία

	CO ₂ World		
	Pearson Correlation	Sig. (2-tailed)	N
Αγροτική Γη	-,982**	<0,001	31

Εφόσον το πρόσημο του συντελεστή είναι αρνητικό οι δύο μεταβλητές μεταβάλλονται αντίρροπα, δηλαδή όταν αυξάνεται η ανεξάρτητη μεταβλητή τότε η εξαρτημένη μεταβλητή μειώνεται. Επιπρόσθετα, η εφαρμογή του ελέγχου ορίζεται ως sig. < 0,05, συνεπώς για τα συγκεκριμένα δεδομένα απορρίπτεται η μηδενική υπόθεση, δηλαδή, ο συντελεστής θεωρείται ότι είναι στατιστικά σημαντικά διάφορος του μηδέν, και συνεπώς υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση μεταξύ των μεταβλητών.

Πίνακας 4.2: Αποτελέσματα της Ανάλυσης της Διακύμανσης των μεταβλητών για την χώρα Αυστρία

Model	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1 Regression	47807817,525	1	47807817,525	794,216	<0,001
Errors	1745654,453	29	60194,981		
Total	49553471,979	30			

Ο Πίνακας 4.2 δείχνει την ανάλυση της συνολικής διακύμανσης των τιμών της εξαρτημένης μεταβλητής από το μέσο όρο. Το συνολικό άθροισμα των τετραγώνων (SST) είναι 49.553.471,979 και προκύπτει από το άθροισμα των τετραγώνων της

παλινδρόμησης (SSR) το οποίο ισούται με 47.807.817,525 και από το άθροισμα των τετραγώνων των καταλοίπων (SSE) το οποίο ισούται με 1.745.654,453. Εφόσον το μεγαλύτερο μέρος του SST προκύπτει από την συμβολή της τιμής SSR η οποία είναι 47.807.817,525 η ερμηνευτική ικανότητα του υποδείγματος θεωρείται πολύ καλή.

Πιο συγκεκριμένα, με βάση τα αποτελέσματα του πίνακα προκύπτει ο υπολογισμός της τιμής του συντελεστή προσδιορισμού του μοντέλου R^2 ο οποίος λαμβάνει τιμή 0,965 και υπολογίζεται ως $R^2 = SSR/SST$. Η τιμή του συντελεστή σημαίνει το 96,5% της μεταβλητότητας της εξαρτημένης μεταβλητής ερμηνεύεται από την μεταβλητότητα της ανεξάρτητης μεταβλητής. Το υπόλοιπο 3,5% ερμηνεύεται από την μεταβλητότητα άλλων παραγόντων που δεν έχουν ληφθεί υπ' όψιν στην ανάλυση της παλινδρόμησης. Η υψηλή τιμή του συντελεστή προσδιορισμού δηλώνει ότι το γραμμικό υπόδειγμα έχει πολύ καλή ερμηνευτική ικανότητα.

Πίνακας 4.3: Εκτίμηση του γραμμικού υποδείγματος για την Αυστρία

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	35582,142	256,341		138,808	<0,001
	CO2_World	-241,996	8,587	-0,982	-28,182	<0,001

Στον Πίνακα 4.3 παρουσιάζονται οι εκτιμήσεις των τιμών των συντελεστών α και β του υποδείγματος. Καταρχάς θα πρέπει να σημειωθεί ότι οι 2 συντελεστές είναι στατιστικά σημαντικοί αφού οι απόλυτες τιμές της στατιστικής t είναι μεγαλύτερες από την αντίστοιχη κριτική τιμή της κατανομής t , κάτι που επίσης επιβεβαιώνεται και από τις τιμές sig οι οποίες είναι πολύ μικρές (<0,001). Αυτό σημαίνει ότι το υπόδειγμα είναι πάρα πολύ καλό για την ερμηνεία της Y . Επίσης, το εκτιμηθέν γραμμικό υπόδειγμα στην τελική του μορφή αποτυπώνεται ως $Y = 35.582,142 - 241,996X$. Από το υπόδειγμα αυτό παρατηρείται ότι η τιμή του σταθερού όρου α ισούται με 35.582,142 και φανερώνει πως όταν οι παγκόσμιες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα είναι ίσες με μηδέν τότε η έκταση της αγροτικής γης στην Αυστρία αναμένεται να είναι 35.582,142. Η τιμή του συντελεστή β ισούται με -241,996 που σημαίνει πως αν οι παγκόσμιες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα αυξηθούν κατά μία μονάδα, τότε η έκταση της αγροτικής γης στην Αυστρία αναμένεται να μειωθεί κατά 241,996 μονάδες. Το αρνητικό πρόσημο δηλώνει ότι υπάρχει αρνητική σχέση εξάρτησης μεταξύ των συντελεστών όπως παρουσιάστηκε και στον Πίνακα 4.1.

4.2.2 Ελβετία

Οι μεταβλητές που χρησιμοποιούνται είναι 2 εκ' των οποίων η αγροτική γη της Ελβετίας είναι η εξαρτημένη μεταβλητή (Y) και οι παγκόσμιες εκπομπές ρύπων είναι η ανεξάρτητη μεταβλητή (X). Στον Πίνακα 4.4 απεικονίζεται ο συντελεστής συσχέτισης για τις μεταβλητές αγροτική γη της Ελβετίας και εκπομπές CO₂. Ο συντελεστής συσχέτισης ισούται με -0,968 και φανερώνει ότι υπάρχει έντονη αρνητική γραμμική συσχέτιση μεταξύ των παρατηρήσεων που αφορούν το χρονικό διάστημα μελέτης. Εφόσον το πρόσημο του συντελεστή είναι αρνητικό οι δύο μεταβλητές μεταβάλλονται αντίρροπα, δηλαδή όταν αυξάνεται η ανεξάρτητη μεταβλητή τότε η εξαρτημένη μεταβλητή μειώνεται. Επιπρόσθετα, η εφαρμογή του ελέγχου ορίζεται ως sig. < 0,05, συνεπώς για τα συγκεκριμένα δεδομένα απορρίπτεται η μηδενική υπόθεση, δηλαδή, ο συντελεστής θεωρείται ότι είναι στατιστικά σημαντικά διάφορος του μηδέν, και συνεπώς υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση μεταξύ των μεταβλητών.

Πίνακας 4.4: Συντελεστής Συσχέτισης των εξεταζόμενων μεταβλητών για την Ελβετία

	CO ₂ World		
	Pearson Correlation	Sig. (2-tailed)	N
Αγροτική Γη	-,968**	<0,001	31

Ο Πίνακας 4.5 δείχνει την ανάλυση της συνολικής διακύμανσης των τιμών της εξαρτημένης μεταβλητής από το μέσο όρο. Το συνολικό άθροισμα των τετραγώνων (SST) είναι 2.656.333,702 και προκύπτει από το άθροισμα των τετραγώνων της παλινδρόμησης (SSR) το οποίο ισούται με 2.486.997,564 και από το άθροισμα των τετραγώνων των καταλοίπων (SSE) το οποίο ισούται με 169.336,138. Εφόσον το μεγαλύτερο μέρος των SST προκύπτει από την συμβολή της τιμής SSR η οποία είναι 2.486.997,564 η ερμηνευτική ικανότητα του υποδείγματος θεωρείται πολύ καλή.

Πίνακας 4.5: Αποτελέσματα της Ανάλυσης της Διακύμανσης των μεταβλητών για την χώρα Ελβετία

Model	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1					
Regression	2486997,564	1	2486997,564	425,916	<0,001
Errors	169336,138	29	5839,177		
Total	2656333,702	30			

Πιο συγκεκριμένα, με βάση τα αποτελέσματα του πίνακα προκύπτει ο υπολογισμός της τιμής του συντελεστή προσδιορισμού του μοντέλου R^2 ο οποίος λαμβάνει τιμή 0,936 και υπολογίζεται ως $R^2 = SSR/SST$. Η τιμή του συντελεστή σημαίνει το 93,6% της μεταβλητότητας της εξαρτημένης μεταβλητής ερμηνεύεται από την μεταβλητότητα της ανεξάρτητης μεταβλητής. Το υπόλοιπο 6,4% ερμηνεύεται από την μεταβλητότητα άλλων παραγόντων που δεν έχουν ληφθεί υπ' όψιν στην ανάλυση της παλινδρόμησης. Η υψηλή τιμή του συντελεστή προσδιορισμού δηλώνει ότι το γραμμικό υπόδειγμα έχει πολύ καλή ερμηνευτική ικανότητα. Στον Πίνακα 4.6 παρουσιάζονται οι εκτιμήσεις των τιμών των συντελεστών α και β του υποδείγματος. Καταρχάς θα πρέπει να σημειωθεί ότι οι 2 συντελεστές είναι στατιστικά σημαντικοί αφού οι απόλυτες τιμές της στατιστικής t είναι μεγαλύτερες από την αντίστοιχη κριτική τιμή της κατανομής t , κάτι που επίσης επιβεβαιώνεται και από τις τιμές sig οι οποίες είναι πολύ μικρές ($<0,001$). Αυτό σημαίνει ότι το υπόδειγμα είναι πάρα πολύ καλό για την ερμηνεία της Y .

Πίνακας 4.6: Εκτίμηση του γραμμικού υποδείγματος για την Ελβετία

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	17134,790	79,839		214,617	<0,001
	CO2_World	-55,195	2,674	-0,968	-20,638	<0,001

Επίσης, το εκτιμηθέν γραμμικό υπόδειγμα στην τελική του μορφή αποτυπώνεται ως $Y = 17.134,790 - 55,195 X$. Από το υπόδειγμα παρατηρείται ότι η τιμή του σταθερού όρου α ισούται με 17.134,790 και φανερώνει πως όταν οι παγκόσμιες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα είναι ίσες με μηδέν τότε η έκταση της αγροτικής γης στην Ελβετία αναμένεται να είναι 17.134,790. Η τιμή του συντελεστή β ισούται με -55,195 που σημαίνει πως αν οι παγκόσμιες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα αυξηθούν κατά μία μονάδα τότε η έκταση της αγροτικής γης στην Ελβετία αναμένεται να μειωθεί κατά 55,195 μονάδες. Το αρνητικό πρόσημο δηλώνει ότι υπάρχει αρνητική σχέση εξάρτησης μεταξύ των συντελεστών όπως παρουσιάστηκε και στον Πίνακα 4.4.

4.2.3 Ελλάδα

Οι μεταβλητές που χρησιμοποιούνται είναι 2 εκ' των οποίων η αγροτική γη της Ελλάδας είναι η εξαρτημένη μεταβλητή (Y) και οι παγκόσμιες εκπομπές ρύπων είναι η

ανεξάρτητη μεταβλητή (X). Στον Πίνακα 4.7 απεικονίζεται ο συντελεστής συσχέτισης για τις μεταβλητές αγροτική γη της Ελλάδας και εκπομπές CO₂. Ο συντελεστής συσχέτισης ισούται με -0,955 και φανερώνει ότι υπάρχει έντονη αρνητική γραμμική συσχέτιση μεταξύ των παρατηρήσεων που αφορούν το χρονικό διάστημα μελέτης. Εφόσον το πρόσημο του συντελεστή είναι αρνητικό οι δύο μεταβλητές μεταβάλλονται αντίρροπα, δηλαδή όταν αυξάνεται η ανεξάρτητη μεταβλητή τότε η εξαρτημένη μεταβλητή μειώνεται. Επιπρόσθετα, η εφαρμογή του ελέγχου ορίζεται ως sig. < 0,05, συνεπώς για τα συγκεκριμένα δεδομένα απορρίπτεται η μηδενική υπόθεση, δηλαδή, ο συντελεστής θεωρείται ότι είναι στατιστικά σημαντικά διάφορος του μηδέν, και συνεπώς υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση μεταξύ των μεταβλητών.

Πίνακας 4.7: Συντελεστής Συσχέτισης των εξεταζόμενων μεταβλητών για την Ελλάδα

	CO ₂ _World		
	Pearson Correlation	Sig. (2-tailed)	N
Αγροτική Γη	-,955**	<0,001	31

Ο Πίνακας 4.8 δείχνει την ανάλυση της συνολικής διακύμανσης των τιμών της εξαρτημένης μεταβλητής από το μέσο όρο. Το συνολικό άθροισμα των τετραγώνων (SST) είναι 4.076.307.395,126 και προκύπτει από το άθροισμα των τετραγώνων της παλινδρόμησης (SSR) το οποίο ισούται με 3.714.630.272,093 και από το άθροισμα των τετραγώνων των καταλοίπων (SSE) το οποίο ισούται με 361.677.123,033. Εφόσον το μεγαλύτερο μέρος του SST προκύπτει από την συμβολή της τιμής SSR η οποία είναι 2.486.997,564 η ερμηνευτική ικανότητα του υποδείγματος θεωρείται πολύ καλή.

Πίνακας 4.8: Αποτελέσματα της Ανάλυσης της Διακύμανσης των μεταβλητών για την χώρα Ελλάδα

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	3714630272,093	1	3714630272,090	297,847	<0,001
	Errors	361677123,033	29	12471624,932		
	Total	4076307395,126	30			

Πιο συγκεκριμένα, με βάση τα αποτελέσματα του πίνακα προκύπτει ο υπολογισμός της τιμής του συντελεστή προσδιορισμού του μοντέλου R² ο οποίος λαμβάνει τιμή 0,911 και υπολογίζεται ως R² = SSR/SST. Η τιμή του συντελεστή σημαίνει το 91,1% της μεταβλητότητας της εξαρτημένης μεταβλητής ερμηνεύεται από την μεταβλητότητα της ανεξάρτητης μεταβλητής. Το υπόλοιπο 8,9% ερμηνεύεται από την μεταβλητότητα

άλλων παραγόντων που δεν έχουν ληφθεί υπ' όψιν στην ανάλυση της παλινδρόμησης. Η υψηλή τιμή του συντελεστή προσδιορισμού δηλώνει ότι το γραμμικό υπόδειγμα έχει πολύ καλή ερμηνευτική ικανότητα.

Στον Πίνακα 4.9 παρουσιάζονται οι εκτιμήσεις των τιμών των συντελεστών α και β του υποδείγματος. Καταρχάς θα πρέπει να σημειωθεί ότι οι 2 συντελεστές είναι στατιστικά σημαντικοί αφού οι απόλυτες τιμές της στατιστικής t είναι μεγαλύτερες από την αντίστοιχη κριτική τιμή της κατανομής t , κάτι που επίσης επιβεβαιώνεται και από τις τιμές sig οι οποίες είναι πολύ μικρές ($<0,001$). Αυτό σημαίνει ότι το υπόδειγμα είναι πάρα πολύ καλό για την ερμηνεία της Y .

Πίνακας 4.9: Εκτίμηση του γραμμικού υποδείγματος για την Ελλάδα

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	141029,388	3689,778		38,222	<0,001
	CO2_World	-2133,127	123,601	-0,955	-17,258	<0,001

Επίσης, το εκτιμηθέν γραμμικό υπόδειγμα στην τελική του μορφή αποτυπώνεται ως $Y = 141.029,388 - 2.133,127X$. Από το υπόδειγμα παρατηρείται ότι η τιμή του σταθερού όρου α ισούται με 141.029,388 και φανερώνει πως όταν οι παγκόσμιες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα είναι ίσες με μηδέν τότε η έκταση της αγροτικής γης στην Ελλάδα αναμένεται να είναι 141.029,388. Η τιμή του συντελεστή β ισούται με -2.133,127 που σημαίνει πως αν οι παγκόσμιες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα αυξηθούν κατά μία μονάδα, τότε η έκταση της αγροτικής γης στην Ελλάδα αναμένεται να μειωθεί κατά 2.133,127 μονάδες. Το αρνητικό πρόσημο δηλώνει ότι υπάρχει αρνητική σχέση εξάρτησης μεταξύ των συντελεστών όπως παρουσιάστηκε και στον Πίνακα 4.7.

4.2.4 Αυστραλία

Οι μεταβλητές που χρησιμοποιούνται είναι 2 εκ' των οποίων η αγροτική γη της Αυστραλίας είναι η εξαρτημένη μεταβλητή (Y) και οι παγκόσμιες εκπομπές ρύπων είναι η ανεξάρτητη μεταβλητή (X). Στον Πίνακα 4.10 απεικονίζεται ο συντελεστής συσχέτισης για τις μεταβλητές αγροτική γη της Αυστραλία και εκπομπές CO2. Ο συντελεστής

συσχέτισης ισούται με -0,969 και φανερώνει ότι υπάρχει έντονη αρνητική γραμμική συσχέτιση μεταξύ των παρατηρήσεων που αφορούν το χρονικό διάστημα μελέτης. Εφόσον το πρόσημο του συντελεστή είναι αρνητικό οι δύο μεταβλητές μεταβάλλονται αντίρροπα, δηλαδή όταν αυξάνεται η ανεξάρτητη μεταβλητή τότε η εξαρτημένη μεταβλητή μειώνεται. Επιπρόσθετα, η εφαρμογή του ελέγχου ορίζεται ως sig. < 0,05, συνεπώς για τα συγκεκριμένα δεδομένα απορρίπτεται η μηδενική υπόθεση, δηλαδή, ο συντελεστής θεωρείται ότι είναι στατιστικά σημαντικά διάφορος του μηδέν, και συνεπώς υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση μεταξύ των μεταβλητών.

Πίνακας 4.10: Συντελεστής Συσχέτισης των εξεταζόμενων μεταβλητών για την Αυσταλία

	CO2_World		
	Pearson Correlation	Sig. (2-tailed)	N
Αγροτική Γη	-,969**	<0,001	31

Ο Πίνακας 4.11 δείχνει την ανάλυση της συνολικής διακύμανσης των τιμών της εξαρτημένης μεταβλητής από το μέσο όρο. Το συνολικό άθροισμα των τετραγώνων (SST) είναι 5.767.051.419.237,100 και προκύπτει από το άθροισμα των τετραγώνων της παλινδρόμησης (SSR) το οποίο ισούται με 5.413.580.610.585,410 και από το άθροισμα των τετραγώνων των καταλοίπων (SSE) το οποίο ισούται με 353.470.808.651,686. Εφόσον το μεγαλύτερο μέρος του SST προκύπτει από την συμβολή της τιμής SSR η οποία είναι 5.413.580.610.585,410 η ερμηνευτική ικανότητα του υποδείγματος θεωρείται πολύ καλή.

Πίνακας 4.11: Αποτελέσματα της Ανάλυσης της Διακύμανσης των μεταβλητών για την χώρα Αυστραλία

Model	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1 Regression	5413580610585,410	1	5413580610585,410	444,149	<0,001
Residual	353470808651,686	29	12188648574,196		
Total	5767051419237,100	30			

Πιο συγκεκριμένα, με βάση τα αποτελέσματα του πίνακα προκύπτει ο υπολογισμός της τιμής του συντελεστή προσδιορισμού του μοντέλου R^2 ο οποίος λαμβάνει τιμή 0,939 και υπολογίζεται ως $R^2 = SSR/SST$. Η τιμή του συντελεστή σημαίνει το 93,9% της μεταβλητότητας της εξαρτημένης μεταβλητής ερμηνεύεται από την μεταβλητότητα της ανεξάρτητης μεταβλητής. Το υπόλοιπο 6,1% ερμηνεύεται από την μεταβλητότητα άλλων παραγόντων που δεν έχουν ληφθεί υπ' όψιν στην ανάλυση της παλινδρόμησης.

Η υψηλή τιμή του συντελεστή προσδιορισμού δηλώνει ότι το γραμμικό υπόδειγμα έχει πολύ καλή ερμηνευτική ικανότητα.

Στον Πίνακα 4.12 παρουσιάζονται οι εκτιμήσεις των τιμών των συντελεστών α και β του υποδείγματος. Καταρχάς θα πρέπει να σημειωθεί ότι οι 2 συντελεστές είναι στατιστικά σημαντικοί αφού οι απόλυτες τιμές της στατιστικής t είναι μεγαλύτερες από την αντίστοιχη κριτική τιμή της κατανομής t , κάτι που επίσης επιβεβαιώνεται και από τις τιμές sig οι οποίες είναι πολύ μικρές ($<0,001$). Αυτό σημαίνει ότι το υπόδειγμα είναι πάρα πολύ καλό για την ερμηνεία της Y .

Πίνακας 4.12: Εκτίμηση του γραμμικού υποδείγματος για την Αυσταλία

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	6543296,548	115349,719		56,726	<0,001
	CO2_World	-81433,136	3863,996	-0,969	-21,075	<0,001

Επίσης, το εκτιμηθέν γραμμικό υπόδειγμα στην τελική του μορφή αποτυπώνεται ως $Y = 6.543.296,548 - 81.433,136X$. Από το υπόδειγμα παρατηρείται ότι η τιμή του σταθερού όρου α ισούται με 6.543.296,548 και φανερώνει πως όταν οι παγκόσμιες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα είναι ίσες με μηδέν τότε η έκταση της αγροτικής γης στην Αυστραλία αναμένεται να είναι 6.543.296,548. Η τιμή του συντελεστή β ισούται με -81.433,136 που σημαίνει πως αν οι παγκόσμιες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα αυξηθούν κατά μία μονάδα, τότε η έκταση της αγροτικής γης στην Αυστραλία αναμένεται να μειωθεί κατά 81.433,136 μονάδες. Το αρνητικό πρόσημο δηλώνει ότι υπάρχει αρνητική σχέση εξάρτησης μεταξύ των συντελεστών όπως παρουσιάστηκε και στον Πίνακα 4.10.

4.2.5 Καναδάς

Οι μεταβλητές που χρησιμοποιούνται είναι 2 εκ' των οποίων η αγροτική γη του Καναδά είναι η εξαρτημένη μεταβλητή (Y) και οι παγκόσμιες εκπομπές ρύπων είναι η ανεξάρτητη μεταβλητή (X). Στον Πίνακα 4.13 απεικονίζεται ο συντελεστής συσχέτισης για τις μεταβλητές αγροτική γη του Καναδά και εκπομπές CO2. Ο συντελεστής συσχέτισης ισούται με -0,911 και φανερώνει ότι υπάρχει έντονη αρνητική γραμμική

συσχέτιση μεταξύ των παρατηρήσεων που αφορούν το χρονικό διάστημα μελέτης. Εφόσον το πρόσημο του συντελεστή είναι αρνητικό οι δύο μεταβλητές μεταβάλλονται αντίρροπα, δηλαδή όταν αυξάνεται η ανεξάρτητη μεταβλητή τότε η εξαρτημένη μεταβλητή μειώνεται. Επιπρόσθετα, η εφαρμογή του ελέγχου ορίζεται ως sig. < 0,05, συνεπώς για τα συγκεκριμένα δεδομένα απορρίπτεται η μηδενική υπόθεση, δηλαδή, ο συντελεστής θεωρείται ότι είναι στατιστικά σημαντικά διάφορος του μηδέν, και συνεπώς υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση μεταξύ των μεταβλητών.

Πίνακας 4.13: Συντελεστής Συσχέτισης των εξεταζόμενων μεταβλητών για τον Καναδά

	CO2 World		
	Pearson Correlation	Sig. (2-tailed)	N
Αγροτική Γη	-,911**	<0,001	31

Ο Πίνακας 4.14 δείχνει την ανάλυση της συνολικής διακύμανσης των τιμών της εξαρτημένης μεταβλητής από το μέσο όρο. Το συνολικό άθροισμα των τετραγώνων (SST) είναι 8.300.750.824,413 και προκύπτει από το άθροισμα των τετραγώνων της παλινδρόμησης (SSR) το οποίο ισούται με 6.882.987.328,680 και από το άθροισμα των τετραγώνων των καταλοίπων (SSE) το οποίο ισούται με 1.417.763.495,733. Εφόσον το μεγαλύτερο μέρος του SST προκύπτει από την συμβολή της τιμής SSR η οποία είναι 6.882.987.328,680 η ερμηνευτική ικανότητα του υποδείγματος θεωρείται πολύ καλή.

Πίνακας 4.14: Αποτελέσματα της Ανάλυσης της Διακύμανσης των μεταβλητών για τον Καναδά

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	6882987328,680	1	6882987328,680	140,790	<0,001
	Errors	1417763495,733	29	48888396,405		
	Total	8300750824,413	30			

Πιο συγκεκριμένα, με βάση τα αποτελέσματα του πίνακα προκύπτει ο υπολογισμός της τιμής του συντελεστή προσδιορισμού του μοντέλου R^2 ο οποίος λαμβάνει τιμή 0,829 και υπολογίζεται ως $R^2 = SSR/SST$. Η τιμή του συντελεστή σημαίνει το 82,9% της μεταβλητότητας της εξαρτημένης μεταβλητής ερμηνεύεται από την μεταβλητότητα της ανεξάρτητης μεταβλητής. Το υπόλοιπο 17,1% ερμηνεύεται από την μεταβλητότητα άλλων παραγόντων που δεν έχουν ληφθεί υπ' όψιν στην ανάλυση της παλινδρόμησης.

Η υψηλή τιμή του συντελεστή προσδιορισμού δηλώνει ότι το γραμμικό υπόδειγμα έχει πολύ καλή ερμηνευτική ικανότητα.

Στον Πίνακα 4.15 παρουσιάζονται οι εκτιμήσεις των τιμών των συντελεστών α και β του υποδείγματος. Καταρχάς θα πρέπει να σημειωθεί ότι οι 2 συντελεστές είναι στατιστικά σημαντικοί αφού οι απόλυτες τιμές της στατιστικής t είναι μεγαλύτερες από την αντίστοιχη κριτική τιμή της κατανομής t , κάτι που επίσης επιβεβαιώνεται και από τις τιμές sig οι οποίες είναι πολύ μικρές ($<0,001$). Αυτό σημαίνει ότι το υπόδειγμα είναι πάρα πολύ καλό για την ερμηνεία της Y .

Πίνακας 4.15: Εκτίμηση του γραμμικού υποδείγματος για τον Καναδά

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	685369,752	7305,361		93,817	<0,001
	CO2_World	-2903,671	244,716	-0,911	-11,865	<0,001

Επίσης, το εκτιμηθέν γραμμικό υπόδειγμα στην τελική του μορφή αποτυπώνεται ως $Y = 685.369,752 - 2.903,671X$. Από το υπόδειγμα παρατηρείται ότι η τιμή του σταθερού όρου α ισούται με 685.369,752 και φανερώνει πως όταν οι παγκόσμιες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα είναι ίσες με μηδέν τότε η έκταση της αγροτικής γης στον Καναδά αναμένεται να είναι 6.543.296,548. Η τιμή του συντελεστή β ισούται με -2.903,671 που σημαίνει πως αν οι παγκόσμιες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα αυξηθούν κατά μία μονάδα τότε η έκταση της αγροτικής γης στον Καναδά αναμένεται να μειωθεί κατά 2.903,671 μονάδες. Το αρνητικό πρόσημο δηλώνει ότι υπάρχει αρνητική σχέση εξάρτησης μεταξύ των συντελεστών όπως παρουσιάστηκε και στον Πίνακα 4.13.

4.2.6 Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής

Οι μεταβλητές που χρησιμοποιούνται είναι 2 εκ' των οποίων η αγροτική γη των Ηνωμένων Πολιτειών Αμερικής είναι η εξαρτημένη μεταβλητή (Y) και οι παγκόσμιες εκπομπές ρύπων είναι η ανεξάρτητη μεταβλητή (X). Στον Πίνακα 4.16 απεικονίζεται ο συντελεστής συσχέτισης για τις μεταβλητές αγροτική γη των Ηνωμένων Πολιτειών Αμερικής και εκπομπές CO₂. Ο συντελεστής συσχέτισης ισούται με -0,913 και

φανερώνει ότι υπάρχει έντονη αρνητική γραμμική συσχέτιση μεταξύ των παρατηρήσεων που αφορούν το χρονικό διάστημα μελέτης. Εφόσον το πρόσημο του συντελεστή είναι αρνητικό οι δύο μεταβλητές μεταβάλλονται αντίρροπα, δηλαδή όταν αυξάνεται η ανεξάρτητη μεταβλητή τότε η εξαρτημένη μεταβλητή μειώνεται. Επιπρόσθετα, η εφαρμογή του ελέγχου ορίζεται ως sig. < 0,05, συνεπώς για τα συγκεκριμένα δεδομένα απορρίπτεται η μηδενική υπόθεση, δηλαδή, ο συντελεστής θεωρείται ότι είναι στατιστικά σημαντικά διάφορος του μηδέν, και συνεπώς υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση μεταξύ των μεταβλητών.

Πίνακας 4.16: Συντελεστής Συσχέτισης των εξεταζόμενων μεταβλητών για τις Η.Π.Α

	CO2_World		
	Pearson Correlation	Sig. (2-tailed)	N
Αγροτική Γη	-,913**	<0,001	31

Ο Πίνακας 4.17 δείχνει την ανάλυση της συνολικής διακύμανσης των τιμών της εξαρτημένης μεταβλητής από το μέσο όρο. Το συνολικό άθροισμα των τετραγώνων (SST) είναι 149.400.437.657,047 και προκύπτει από το άθροισμα των τετραγώνων της παλινδρόμησης (SSR) το οποίο ισούται με 124.599.126.605,831 και από το άθροισμα των τετραγώνων των καταλοίπων (SSE) το οποίο ισούται με 24.801.311.051,216. Εφόσον το μεγαλύτερο μέρος του SST προκύπτει από την συμβολή της τιμής SSR η οποία είναι 124.599.126.605,831 η ερμηνευτική ικανότητα του υποδείγματος θεωρείται πολύ καλή.

Πίνακας 4.17: Αποτελέσματα της Ανάλυσης της Διακύμανσης των μεταβλητών για τις Η.Π.Α.

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	124599126605,831	1	124599126605,831	145,693	<0,001
	Errors	24801311051,216	29	855217622,456		
	Total	149400437657,047	30			

Πιο συγκεκριμένα, με βάση τα αποτελέσματα του πίνακα προκύπτει ο υπολογισμός της τιμής του συντελεστή προσδιορισμού του μοντέλου R^2 ο οποίος λαμβάνει τιμή 0,834 και υπολογίζεται ως $R^2 = SSR/SST$. Η τιμή του συντελεστή σημαίνει το 83,4% της μεταβλητότητας της εξαρτημένης μεταβλητής ερμηνεύεται από την μεταβλητότητα της ανεξάρτητης μεταβλητής. Το υπόλοιπο 16,6% ερμηνεύεται από την μεταβλητότητα άλλων παραγόντων που δεν έχουν ληφθεί υπ' όψιν στην ανάλυση της παλινδρόμησης.

Η υψηλή τιμή του συντελεστή προσδιορισμού δηλώνει ότι το γραμμικό υπόδειγμα έχει πολύ καλή ερμηνευτική ικανότητα.

Στον Πίνακα 4.18 παρουσιάζονται οι εκτιμήσεις των τιμών των συντελεστών α και β του υποδείγματος. Καταρχάς θα πρέπει να σημειωθεί ότι οι 2 συντελεστές είναι στατιστικά σημαντικοί αφού οι απόλυτες τιμές της στατιστικής t είναι μεγαλύτερες από την αντίστοιχη κριτική τιμή της κατανομής t , κάτι που επίσης επιβεβαιώνεται και από τις τιμές sig οι οποίες είναι πολύ μικρές ($<0,001$). Αυτό σημαίνει ότι το υπόδειγμα είναι πάρα πολύ καλό για την ερμηνεία της Y .

Πίνακας 4.18: Εκτίμηση του γραμμικού υποδείγματος για τις Η.Π.Α.

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	4487929,479	30554,634		146,882	<0,001
	CO2_World	-12354,249	1023,522	-0,913	-12,070	<0,001

Επίσης, το εκτιμηθέν γραμμικό υπόδειγμα στην τελική του μορφή αποτυπώνεται ως $Y = 4.487.929,479 - 12.354,249X$. Από το υπόδειγμα παρατηρείται ότι η τιμή του σταθερού όρου α ισούται με 4.487.929,479 και φανερώνει πως όταν οι παγκόσμιες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα είναι ίσες με μηδέν τότε η έκταση της αγροτικής γης στις Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής αναμένεται να είναι 4.487.929,479. Η τιμή του συντελεστή β ισούται με -12.354,249 που σημαίνει πως αν οι παγκόσμιες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα αυξηθούν κατά μία μονάδα τότε η έκταση της αγροτικής γης στις Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής αναμένεται να μειωθεί κατά 12.354,249 μονάδες. Το αρνητικό πρόσημο δηλώνει ότι υπάρχει αρνητική σχέση εξάρτησης μεταξύ των συντελεστών όπως παρουσιάστηκε και στον Πίνακα 4.16.

4.2.7 Ιαπωνία

Οι μεταβλητές που χρησιμοποιούνται είναι 2 εκ' των οποίων η αγροτική γη της Ιαπωνίας είναι η εξαρτημένη μεταβλητή (Y) και οι παγκόσμιες εκπομπές ρύπων είναι η ανεξάρτητη μεταβλητή (X). Στον Πίνακα 4.19 απεικονίζεται ο συντελεστής συσχέτισης για τις μεταβλητές αγροτική της Ιαπωνίας και εκπομπές CO₂. Ο συντελεστής συσχέτισης ισούται με -0,925 και φανερώνει ότι υπάρχει έντονη αρνητική γραμμική

συσχέτιση μεταξύ των παρατηρήσεων που αφορούν το χρονικό διάστημα μελέτης. Εφόσον το πρόσημο του συντελεστή είναι αρνητικό οι δύο μεταβλητές μεταβάλλονται αντίρροπα, δηλαδή όταν αυξάνεται η ανεξάρτητη μεταβλητή τότε η εξαρτημένη μεταβλητή μειώνεται. Επιπρόσθετα, η εφαρμογή του ελέγχου ορίζεται ως sig. < 0,05, συνεπώς για τα συγκεκριμένα δεδομένα απορρίπτεται η μηδενική υπόθεση, δηλαδή, ο συντελεστής θεωρείται ότι είναι στατιστικά σημαντικά διάφορος του μηδέν, και συνεπώς υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση μεταξύ των μεταβλητών.

Πίνακας 4.19: Συντελεστής Συσχέτισης των εξεταζόμενων μεταβλητών για την Ιαπωνία

	CO2 World		
	Pearson Correlation	Sig. (2-tailed)	N
Αγροτική Γη	-,925**	<0,001	31

Ο Πίνακας 4.20 δείχνει την ανάλυση της συνολικής διακύμανσης των τιμών της εξαρτημένης μεταβλητής από το μέσο όρο. Το συνολικό άθροισμα των τετραγώνων (SST) είναι 608.167.419,355 και προκύπτει από το άθροισμα των τετραγώνων της παλινδρόμησης (SSR) το οποίο ισούται με 520.192.361,562 και από το άθροισμα των τετραγώνων των καταλοίπων (SSE) το οποίο ισούται με 87.975.057,793. Εφόσον το μεγαλύτερο μέρος του SST προκύπτει από την συμβολή της τιμής SSR η οποία είναι 520.192.361,562 η ερμηνευτική ικανότητα του υποδείγματος θεωρείται πολύ καλή.

Πίνακας 4.20: Αποτελέσματα της Ανάλυσης της Διακύμανσης των μεταβλητών για την Ιαπωνία

Model	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1					
Regression	520192361,562	1	520192361,562	171,476	<0,001
Errors	87975057,793	29	3033622,683		
Total	608167419,355	30			

Πιο συγκεκριμένα, με βάση τα αποτελέσματα του πίνακα προκύπτει ο υπολογισμός της τιμής του συντελεστή προσδιορισμού του μοντέλου R^2 ο οποίος λαμβάνει τιμή 0,855 και υπολογίζεται ως $R^2 = SSR/SST$. Η τιμή του συντελεστή σημαίνει το 85,5% της μεταβλητότητας της εξαρτημένης μεταβλητής ερμηνεύεται από την μεταβλητότητα της ανεξάρτητης μεταβλητής. Το υπόλοιπο 14,5% ερμηνεύεται από την μεταβλητότητα άλλων παραγόντων που δεν έχουν ληφθεί υπ' όψιν στην ανάλυση της παλινδρόμησης. Η υψηλή τιμή του συντελεστή προσδιορισμού δηλώνει ότι το γραμμικό υπόδειγμα έχει πολύ καλή ερμηνευτική ικανότητα.

Στον Πίνακα 4.21 παρουσιάζονται οι εκτιμήσεις των τιμών των συντελεστών α και β του υποδείγματος. Καταρχάς θα πρέπει να σημειωθεί ότι οι 2 συντελεστές είναι στατιστικά σημαντικοί αφού οι απόλυτες τιμές της στατιστικής t είναι μεγαλύτερες από την αντίστοιχη κριτική τιμή της κατανομής t , κάτι που επίσης επιβεβαιώνεται και από τις τιμές sig οι οποίες είναι πολύ μικρές ($<0,001$). Αυτό σημαίνει ότι το υπόδειγμα είναι πάρα πολύ καλό για την ερμηνεία της Y .

Πίνακας 4.21: Εκτίμηση του γραμμικού υποδείγματος για την Ιαπωνία

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	72416,704	1819,783		39,794	<0,001
	CO2_World	-798,254	60,959	-0,925	-13,095	<0,001

Επίσης, το εκτιμηθέν γραμμικό υπόδειγμα στην τελική του μορφή αποτυπώνεται ως $Y = 72.416,704 - 798,254X$. Από το υπόδειγμα παρατηρείται ότι η τιμή του σταθερού όρου α ισούται με 72.416,704 και φανερώνει πως όταν οι παγκόσμιες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα είναι ίσες με μηδέν τότε η έκταση της αγροτικής γης στην Ιαπωνία αναμένεται να είναι 72.416,704. Η τιμή του συντελεστή β ισούται με -798,254 που σημαίνει πως αν οι παγκόσμιες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα αυξηθούν κατά μία μονάδα, τότε η έκταση της αγροτικής γης στην Ιαπωνία αναμένεται να μειωθεί κατά 798,254 μονάδες. Το αρνητικό πρόσημο δηλώνει ότι υπάρχει αρνητική σχέση εξάρτησης μεταξύ των συντελεστών όπως παρουσιάστηκε και στον Πίνακα 4.19.

4.2.8 Ινδία

Οι μεταβλητές που χρησιμοποιούνται είναι 2 εκ' των οποίων η αγροτική γη της Ινδίας είναι η εξαρτημένη μεταβλητή (Y) και οι παγκόσμιες εκπομπές ρύπων είναι η ανεξάρτητη μεταβλητή (X). Στον Πίνακα 4.22 απεικονίζεται ο συντελεστής συσχέτισης για τις μεταβλητές αγροτική της Ινδίας και εκπομπές CO2. Ο συντελεστής συσχέτισης ισούται με -0,955 και φανερώνει ότι υπάρχει έντονη αρνητική γραμμική συσχέτιση μεταξύ των παρατηρήσεων που αφορούν το χρονικό διάστημα μελέτης. Εφόσον το πρόσημο του συντελεστή είναι αρνητικό οι δύο μεταβλητές μεταβάλλονται αντίρροπα, δηλαδή όταν αυξάνεται η ανεξάρτητη μεταβλητή τότε η εξαρτημένη μεταβλητή

μειώνεται. Επιπρόσθετα, η εφαρμογή του ελέγχου ορίζεται ως sig. < 0,05, συνεπώς για τα συγκεκριμένα δεδομένα απορρίπτεται η μηδενική υπόθεση, δηλαδή, ο συντελεστής θεωρείται ότι είναι στατιστικά σημαντικά διάφορος του μηδέν, και συνεπώς υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση μεταξύ των μεταβλητών.

Πίνακας 4.22: Συντελεστής Συσχέτισης των εξεταζόμενων μεταβλητών για την Ινδία

	CO2_World		
	Pearson Correlation	Sig. (2-tailed)	N
Αγροτική Γη	-,955**	<0,001	31

Ο Πίνακας 4.23 δείχνει την ανάλυση της συνολικής διακύμανσης των τιμών της εξαρτημένης μεταβλητής από το μέσο όρο. Το συνολικό άθροισμα των τετραγώνων (SST) είναι 1.797.397.430,451 και προκύπτει από το άθροισμα των τετραγώνων της παλινδρόμησης (SSR) το οποίο ισούται με 1.640.497.622,883 και από το άθροισμα των τετραγώνων των καταλοίπων (SSE) το οποίο ισούται με 156.899.807,568. Εφόσον το μεγαλύτερο μέρος του SST προκύπτει από την συμβολή της τιμής SSR η οποία είναι 1.640.497.622,883 η ερμηνευτική ικανότητα του υποδείγματος θεωρείται πολύ καλή.

Πίνακας 4.23: Αποτελέσματα της Ανάλυσης της Διακύμανσης των μεταβλητών για την Ινδία

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	1640497622,883	1	1640497622,883	303,215	<0,001
	Error	156899807,568	29	5410338,192		
	Total	1797397430,451	30			

Πιο συγκεκριμένα, με βάση τα αποτελέσματα του πίνακα προκύπτει ο υπολογισμός της τιμής του συντελεστή προσδιορισμού του μοντέλου R^2 ο οποίος λαμβάνει τιμή 0,913 και υπολογίζεται ως $R^2 = SSR/SST$. Η τιμή του συντελεστή σημαίνει το 91,3% της μεταβλητότητας της εξαρτημένης μεταβλητής ερμηνεύεται από την μεταβλητότητα της ανεξάρτητης μεταβλητής. Το υπόλοιπο 8,7% ερμηνεύεται από την μεταβλητότητα άλλων παραγόντων που δεν έχουν ληφθεί υπ' όψιν στην ανάλυση της παλινδρόμησης. Η υψηλή τιμή του συντελεστή προσδιορισμού δηλώνει ότι το γραμμικό υπόδειγμα έχει πολύ καλή ερμηνευτική ικανότητα.

Στον Πίνακα 4.24 παρουσιάζονται οι εκτιμήσεις των τιμών των συντελεστών α και β του υποδείγματος. Καταρχάς θα πρέπει να σημειωθεί ότι οι 2 συντελεστές είναι στατιστικά σημαντικοί αφού οι απόλυτες τιμές της στατιστικής t είναι μεγαλύτερες από την αντίστοιχη κριτική τιμή της κατανομής t , κάτι που επίσης επιβεβαιώνεται και από τις τιμές sig οι οποίες είναι πολύ μικρές ($<0,001$). Αυτό σημαίνει ότι το υπόδειγμα είναι πάρα πολύ καλό για την ερμηνεία της Y .

Πίνακας 4.24: Εκτίμηση του γραμμικού υποδείγματος για την Ινδία

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	1844112,451	2430,250		758,816	<0,001
	CO2_World	-1417,577	81,409	-0,955	-17,413	<0,001

Επίσης, το εκτιμηθέν γραμμικό υπόδειγμα στην τελική του μορφή αποτυπώνεται ως $Y = 1.844.112,451 - 1.417,577X$. Από το υπόδειγμα παρατηρείται ότι η τιμή του σταθερού όρου α ισούται με 1.844.112,451 και φανερώνει πως όταν οι παγκόσμιες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα είναι ίσες με μηδέν τότε η έκταση της αγροτικής γης στην Ινδία αναμένεται να είναι 1.844.112,451. Η τιμή του συντελεστή β ισούται με -1.417,577 που σημαίνει πως αν οι παγκόσμιες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα αυξηθούν κατά μία μονάδα, τότε η έκταση της αγροτικής γης στην Ινδία αναμένεται να μειωθεί κατά 1.417,577 μονάδες. Το αρνητικό πρόσημο δηλώνει ότι υπάρχει αρνητική σχέση εξάρτησης μεταξύ των συντελεστών όπως παρουσιάστηκε και στον Πίνακα 4.22.

4.3 Συμπεράσματα

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάστηκαν και αναλύθηκαν τα δεδομένα και τα αποτελέσματα της ανάλυσης της απλής γραμμικής παλινδρόμησης. Σκοπός της εμπειρικής ανάλυσης είναι η προσπάθεια διερεύνησης της ποσοτικής σχέσης μεταξύ της έκτασης της αγροτικής γης στις περιοχές Αυστρία, Ελβετία, Ελλάδα, Αυστραλία, Καναδά, Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής, Ιαπωνία και Ινδία με την μεταβλητή των παγκόσμιων εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα. Για τους σκοπούς της ανάλυσης η έκταση της αγροτικής γης αποτελεί την εξαρτημένη μεταβλητή, ενώ οι παγκόσμιες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα αποτελούν την ανεξάρτητη μεταβλητή. Σε όλες τις υπό μελέτη περιοχές, οι

συντελεστές ήταν στατιστικά σημαντικοί, επιβεβαιώνοντας την ύπαρξη της απλής γραμμικής σχέσης εξάρτησης των μεταβλητών με την εξαρτημένη μεταβλητή. Για την ολοκλήρωση της στατιστικής ανάλυσης των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό IBM SPSS STATISTICS.

Ο συντελεστής συσχέτισης μεταξύ των εξαρτημένων και ανεξάρτητων μεταβλητών έλαβε αρνητική τιμή. Η αρνητική τιμή που καταγράφηκε για όλες τις περιπτώσεις βρίσκεται πολύ κοντά στην μονάδα και φανερώνει ότι υπάρχει έντονη αρνητική γραμμική συσχέτιση μεταξύ των παρατηρήσεων που αφορούν το διάστημα μελέτης. Εφόσον το πρόσημο του συντελεστή είναι αρνητικό οι δύο μεταβλητές μεταβάλλονται αντίρροπα, δηλαδή όταν αυξάνεται η ανεξάρτητη μεταβλητή τότε η εξαρτημένη μεταβλητή μειώνεται.

Το μεγαλύτερο μέρος από το συνολικό άθροισμα των τετραγώνων (SST) για τις συγκεκριμένες περιοχές προκύπτει από την μεγάλη συμβολή της τιμής SSR ορίζοντας την ερμηνευτική ικανότητα του υποδείγματος πολύ καλή. Συνεπώς, ο υπολογισμός της τιμής του συντελεστή προσδιορισμού του μοντέλου R^2 έλαβε για όλες τις περιπτώσεις τιμή πολύ κοντά στην μονάδα που σημαίνει ότι το μεγαλύτερο μεταβλητότητας της εξαρτημένης μεταβλητής ερμηνεύεται από την μεταβλητότητα της ανεξάρτητης μεταβλητής ενώ το υπόλοιπο μικρό μέρος ερμηνεύεται από την μεταβλητότητα άλλων παραγόντων που δεν έχουν ληφθεί υπ' όψιν στην ανάλυση της παλινδρόμησης. Η υψηλή τιμή του συντελεστή προσδιορισμού δηλώνει ότι το γραμμικό υπόδειγμα έχει πολύ καλή ερμηνευτική ικανότητα.

Πρέπει να σημειωθεί ότι οι 2 συντελεστές που χρησιμοποιήθηκαν ανά χώρα είναι στατιστικά σημαντικοί αφού οι απόλυτες τιμές της στατιστικής t είναι μεγαλύτερες από την αντίστοιχη κριτική τιμή της κατανομής t , κάτι που επίσης επιβεβαιώνεται και από τις τιμές sig οι οποίες είναι πολύ μικρές ($<0,001$). Αυτό σημαίνει ότι το υπόδειγμα είναι πάρα πολύ καλό για την ερμηνεία της Y .

Βιβλιογραφία Κεφαλαίου 4

Ελληνική

Αγιακλόγλου, Ν. Χ. και Οικονόμου, Σ. Γ. (2019), Μέθοδοι Προβλέψεων και Ανάλυσης Αποφάσεων, Εκδόσεις Μπένου, Αθήνα.

Διαδικτυακές Πηγές

The World Bank, (2022) Agriculture & Rural Development
[πρόσβαση 01/11/2022], [Agriculture & Rural Development | Data \(worldbank.org\)](https://data.worldbank.org/AG)

Statista, (2022) Annual CO2 emissions worldwide from 1940 to 2020
[πρόσβαση 01/11/2022], [Annual CO2 emissions worldwide 1940-2020 | Statista.](https://www.statista.com/statistics/1101107/annual-co2-emissions-worldwide-1940-2020/)

Βιβλιογραφία

Ξενόγλωσση

Benneee, J. (2016). A Global Warming Primer, Published by Big Kid Science Boulder, CO

Blanchard O. and Jonson D.R. (2012). Macroeconomics sixth edition, published as Prentice Hall.

Dessler, Andrew E (2022). Introduction to Modern Climate Change, Cambridge University Press

UNEP (2013). Drawing Down N2O To Protect Climate and the Ozone Layer, Published by the United Nations Environment Programme (UNEP)

Ελληνική

Αγιακλόγλου, Ν. Χ. και Οικονόμου, Σ. Γ. (2019), Μέθοδοι Προβλέψεων και Ανάλυσης Αποφάσεων, Εκδόσεις Μπένου, Αθήνα.

Γκαμαλέτσος Θ. (1989). Θεωρητική Οικονομική Τόμος Β, Εκδόσεις Α. Σταμούλης

Ευρωπαϊκή Επιτροπή, Γενική Διεύθυνση Δράσης για το Κλίμα, (2015). Ο πλανήτης μας, το μέλλον μας, Εκδόσεις Ευρωπαϊκής Ένωσης.

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

Κυρίκος, Δ. (2015). Μακροοικονομική ανάλυση και πολιτική. Εκδόσεις Κάλλιπος, Ανοικτές Ακαδημαϊκές Εκδόσεις.

Στάθης, Δ. (2015). Μαθήματα δασικής μετεωρολογίας και κλιματολογίας [Προπτυχιακό εγχειρίδιο]. Κάλλιπος, Ανοικτές Ακαδημαϊκές Εκδόσεις

Επιστημονικά Άρθρα

Dow K. and Downing Thomas E. (2011), Mapping the Worlds Greatest Challenge The Atlas of Climate Change 22-34

Health and Department of Population and International Health, Harvard School of Public Health

Ingersoll, A. (1983), The Atmosphere, Scientific American, vol. 249, no. 3, p. 162-165, 167-174

Potzick, J., (2018), A Short History of Climate Change on Planet Earth, National Institute of Standards and Technology 1-12

Sandra B. (2018), Climate Change and the Macro-Economy: A Critical Review, Bank of England.

Subramanian S. V., Belli P. and Kawachi I. (2002). The Macroeconomic Determinants of Health, Department of Health and Social Behavior and Harvard School of Public

World Health Organization, (2001) Report for the commission and Macroeconomics and Health Jeffrey D. Sachs, Macroeconomics and health: Investing in health for economic development, Printed in Canada

Διαδικτυακές Πηγές

Ευρωπαϊκή Επιτροπή, (2021) Συνέπειες της κλιματικής αλλαγής [πρόσβαση 11/09/2021], [Επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής \(europa.eu\)](https://ec.europa.eu/clima/eu-action/european-green-deal_el)

Ευρωπαϊκή Επιτροπή, (2021) Δράση της ΕΕ για το κλίμα και η Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία [πρόσβαση 22/10/2021], https://ec.europa.eu/clima/eu-action/european-green-deal_el

Ευρωπαϊκό Συμβούλιο, (2021) Διάσκεψη των Ηνωμένων Εθνών για την κλιματική αλλαγή (COP26), παγκόσμια σύνοδος κορυφής των ηγετών, Γλασκόβη (Ηνωμένο Βασίλειο), 1 Νοεμβρίου 2021 [πρόσβαση 29/10/2022], [Διάσκεψη των Ηνωμένων Εθνών για την κλιματική αλλαγή \(COP26\), παγκόσμια σύνοδος κορυφής των ηγετών, Γλασκόβη \(Ηνωμένο Βασίλειο\) - Consilium \(europa.eu\)](https://www.consilium.europa.eu/en/press/press-releases/2021/11/01-cop26-2021/)

Μακεδονία του Πολιτισμού και του Τουρισμού, (2022) Ορισμοί Εννοιών Τουρισμού [πρόσβαση 24/09/2022], [Ορισμοί Εννοιών Τουρισμού - ΜΑΚΕΔΟΝΙΑ του ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ και του ΤΟΥΡΙΣΜΟΥ \(google.com\)](https://www.mkt.gov.mk/press-releases/2022/09/24/01)

Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας, (2022) Φθοριούχα Αέρια του Θερμοκηπίου [πρόσβαση 19/08/2022], <https://ypen.gov.gr/perivallon/klimatiki-allagi/fthorioucha-aeria-tou-thermokipiou/>

Υπουργείο Τουρισμού, (2022) Άρθρο 02 – Ορισμός [πρόσβαση 24/09/2022], <http://www.opengov.gr/tourism/?p=1450>

Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας, (2022) Άρθρο 3 Ορισμοί [πρόσβαση 12/08/2022], <http://www.opengov.gr/minenv/?p=12282>

Australian Academy of Science, (2017) The enhanced greenhouse effect [πρόσβαση 05/08/2022], [The enhanced greenhouse effect - Curious \(science.org.au\)](https://www.science.org.au/curious/climate-change/2017/08/05/the-enhanced-greenhouse-effect)

Statista, (2022) The Countries Emitting the Most CO₂ Per Capita [πρόσβαση 05/08/2022], <https://www.statista.com/chart/20903/countries-emitting-most-co2-per-capita/>

Britannica, (2022) The greenhouse effect [πρόσβαση 05/08/2022], <https://www.britannica.com/science/greenhouse-effect>

Britannica, (2022) Greenhouse gas [πρόσβαση 12/08/2022], <https://www.britannica.com/science/greenhouse-gas>

Britannica, (2022) Carbon dioxide [πρόσβαση 12/08/2022], <https://www.britannica.com/science/carbon-dioxide>

Britannica, (2022) Carbon footprint [πρόσβαση 12/08/2022], [carbon footprint | Definition, Examples, Calculation, Effects, & Facts | Britannica](https://www.britannica.com/dictionary/carbon-footprint)

Carbon Brief Ltd, (2021) Global CO2 emissions have been flat for a decade, new data reveals

[πρόσβαση 12/08/2022], <https://www.carbonbrief.org/global-co2-emissions-have-been-flat-for-a-decade-new-data-reveals/>

Climate, (2022) Climate Change: Atmospheric Carbon Dioxide

[πρόσβαση 12/08/2022], <https://www.climate.gov/news-features/understanding-climate/climate-change-atmospheric-carbon-dioxide>

Climate and Weather, (2022) Factors that influence

[πρόσβαση 03/09/2022], <https://www.climateandweather.net/global-warming/factors-that-influence-climate/>

Climate and Weather, (2022), Characteristics of World Weather and Climate, [πρόσβαση 25/09/2021], [World Climate | Climate & Weather \(climateandweather.net\)](https://www.climateandweather.net/world-climate-climate-weather)

Climate Consulting, (2022) Most polluted countries in the world: 2022 ranking

[πρόσβαση 05/08/2022], <https://climate.selectra.com/en/carbon-footprint/most-polluting-countries>

Climatescenarios, (2020) How are Socioeco-nomic Develop-ment and Climate Change connected?

[πρόσβαση 24/09/2022] <https://climatescenarios.org/primer/how-are-socioeconomic-development-and-climate-change-connected/>

CNN Greece, (2022) Η κλιματική αλλαγή και οι «αφανείς» συνέπειες στον τομέα της υγείας

[πρόσβαση 25/09/2022], [Η κλιματική αλλαγή και οι «αφανείς» συνέπειες στον τομέα της υγείας - CNN.gr](https://www.cnn.gr/health/2022/09/25/eta-klimatiki-alla-ge-kai-oi-afanεις-synetpeies-ston-tomea-tis-uygeias/)

Earth, (2021) How GDP Negatively Affects Climate Change Policy

[πρόσβαση 23/09/2022], [How GDP Negatively Affects Climate Change Policy | Earth.Org](https://www.earth.org/news/how-gdp-negatively-affects-climate-change-policy/)

Econacademy, (2020) Κεφάλαιο 1: Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν

[πρόσβαση 25/09/2022], [Κεφάλαιο 1: Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν | Εδώ Μαθαίνουμε Οικονομία! \(econacademy.gr\)](https://www.econacademy.gr/kefalαιο-1-akatharisto-egchworio-proion-edw-mathainoume-oikonomia/)

Ecobnb, (2020) How Tourism Contributes to Global Warming

[πρόσβαση 24/09/2022], [How Tourism Contributes to Global Warming - Ecobnb](https://www.ecobnb.com/en/news/how-tourism-contributes-to-global-warming/)

European Commission, (2021) Methane emissions

[πρόσβαση 12/08/2022], https://energy.ec.europa.eu/topics/oil-gas-and-coal/methane-emissions_en

Forbes, (2019) Falling Life Expectancy Becoming The 'Climate Change' Of Health

[πρόσβαση 25/09/2022], [Falling Life Expectancy Becoming The 'Climate Change' Of Health \(forbes.com\)](https://www.forbes.com/sites/forbes/2019/08/27/falling-life-expectancy-becoming-the-climate-change-of-health/)

History, (2015) Ice Age

[πρόσβαση 22/10/2022], <https://www.history.com/topics/pre-history/ice-age>

Indeed, (2021) Macroeconomic Factors: Definition and 11 Types of Indicators
[πρόσβαση 24/09/2022], [Macroeconomic Factors: Definition and 11 Types of Indicators | Indeed.com](#)

Inter-American Institute for Cooperation on Agriculture, (2016) The contribution of agriculture to development
[πρόσβαση 24/09/2022] <https://www.ica.int/en/press/news/contribution-agriculture-development>

International Energy Agency, (2020) Methane Tracker 2020
[πρόσβαση 19/08/2022], [Methane Tracker 2020 – Analysis - IEA](#)

Investopedia, (2022) Macroeconomics Definition, History, and Schools of Thought
[πρόσβαση 24/09/2022], [Macroeconomics Definition, History, and Schools of Thought \(investopedia.com\)](#)

Greelane, (2020) Όλα όσα πρέπει να ξέρετε για τη λιθόσφαιρα
[πρόσβαση 24/09/2021], [Τι είναι η λιθόσφαιρα; \(greelane.com\)](#)

Greelane, (2007) Σύστημα ταξινόμησης κλίματος Köppen
[πρόσβαση 22/10/2022], [Ποιοι είναι οι κύριοι τύποι κλίματος του κόσμου; \(greelane.com\)](#)

Greelane, (2018) Σύστημα ταξινόμησης κλίματος Köppen
[πρόσβαση 22/10/2022], [Η γρήγορη εισαγωγή σας στο σύστημα ταξινόμησης κλίματος Köppen \(greelane.com\)](#)

Greenpeace, (2021) Climate change is a justice issue – these 6 charts show why
[πρόσβαση 12/08/2022], <https://www.greenpeace.org/international/story/50639/climate-change-is-a-justice-issue-these-6-charts-show-why/>

Griffith University Institute of Tourism, (2017) About the Tourism Indicators
[πρόσβαση 24/09/2022], [About the Tourism Indicators – Global Sustainable Tourism Dashboard](#)

LSE, (2022) Can we have economic growth and tackle climate change at the same time?
[πρόσβαση 24/09/2022] <https://www.lse.ac.uk/granthaminstitute/explainers/can-we-have-economic-growth-and-tackle-climate-change-at-the-same-time/>

Meteorologiaenred, (2021) Τροπικό κλίμα
[πρόσβαση 25/09/2021], [Το τροπικό κλίμα | Μετεωρολογία δικτύου \(meteorologiaenred.com\)](#)

MIT Joint Program on the Science and Policy of Global Change, (2011) Greenhouse gases, water vapor and you
[πρόσβαση 05/08/2022], [Greenhouse gases, water vapor and you | MIT Global Change](#)

National Aeronautics and Space Administration, (2021) Global Climate Change - Global Temperature – Vital Signs
[πρόσβαση 10/09/2021], [Global Temperature | Vital Signs – Climate Change: Vital Signs of the Planet \(nasa.gov\)](#)

National Aeronautics and Space Administration, (2021) Earth Observatory
[πρόσβαση 10/09/2021], [World of Change: Global Temperatures \(nasa.gov\)](https://www.nasa.gov/worldofchange/global-temperatures)

National Aeronautics and Space Administration, (2021) Warming Seas and Melting Ice Sheets
[πρόσβαση 10/09/2021], [Warming Seas, Melting Ice Sheets | NASA](https://www.nasa.gov/warming-seas-melting-ice-sheets)

National Aeronautics and Space Administration, (2022) Carbon Dioxide
[πρόσβαση 12/08/2022], <https://climate.nasa.gov/vital-signs/carbon-dioxide/>

National Environmental Education Foundation, (2021) The Principal Greenhouse Gases and Their Sources
[πρόσβαση 05/08/2022], [The Principal Greenhouse Gases and Their Sources | NEEF \(neefusa.org\)](https://www.neefusa.org/the-principal-greenhouse-gases-and-their-sources)

National Geographic, (2015) 5 Ways Climate Change Will Affect You
[πρόσβαση 15/10/2021], [5 Ways Climate Change Will Affect You | National Geographic](https://www.nationalgeographic.com/science/5-ways-climate-change-will-affect-you/)

National Geographic, (2022) Köppen Climate Classification System
[πρόσβαση 22/10/2022], [Köppen Climate Classification System | National Geographic Society](https://www.nationalgeographic.com/science/koppen-climate-classification-system/)

National Geographic, (2021) Weather or Climate ... What's the Difference?
[πρόσβαση 24/09/2021], [Weather or Climate ... What's the Difference? | National Geographic Society](https://www.nationalgeographic.com/science/weather-or-climate-what-s-the-difference/)

National Geographic, (2021) CLIMATE
[πρόσβαση 24/09/2021], [Climate | National Geographic Society](https://www.nationalgeographic.com/science/climate/)

National Geographic, (2021) Climate Change
[πρόσβαση 10/09/2021], [Climate Change | National Geographic Society](https://www.nationalgeographic.com/science/climate-change/)

National Geographic, (2021) The Greenhouse Effect and our Planet
[πρόσβαση 05/08/2022], <https://education.nationalgeographic.org/resource/greenhouse-effect-our-planet>

National Oceanic and Atmospheric Administration, (2021) Global Time Series
[πρόσβαση 15/10/2021], [Climate at a Glance | National Centers for Environmental Information \(NCEI\) \(noaa.gov\)](https://www.noaa.gov/global-time-series)

National Oceanic and Atmospheric Administration, (2021) Climate Change: Global Sea Level
[πρόσβαση 15/10/2021], [Climate Change: Global Sea Level | NOAA Climate.gov](https://www.noaa.gov/climate-change/global-sea-level)

National Oceanic and Atmospheric Administration, (2020) Climate Change: Ocean Heat Content
[πρόσβαση 16/10/2021], [Climate Change: Ocean Heat Content | NOAA Climate.gov](https://www.noaa.gov/climate-change/ocean-heat-content)

National Oceanic and Atmospheric Administration, (2022) Climate Change: Global Temperature
[πρόσβαση 22/07/2022], [Climate Change: Global Temperature | NOAA Climate.gov](https://www.noaa.gov/climate-change/global-temperature)

National Oceanic and Atmospheric Administration, (2022) Climate Change: Arctic sea ice summer minimum
[πρόσβαση 22/10/2022], [Climate Change: Arctic sea ice summer minimum | NOAA Climate.gov](https://www.noaa.gov/climate-change/arctic-sea-ice-summer-minimum)

- National Oceanic & Atmospheric Administration, (2020) GGGRN Data - CH4
[πρόσβαση 19/08/2022], <https://gml.noaa.gov/ccgg/data/ch4.html>
- University of California Division of Agriculture and Natural Resources, Nitrous Oxide Emissions
[πρόσβαση 19/08/2022],
https://ucanr.edu/sites/Nutrient_Management_Solutions/stateofscience/Nitrous_Oxide_In_focus/
- National Oceanic & Atmospheric Administration, (2020) Trends in Atmospheric Methane
[πρόσβαση 19/08/2022], https://gml.noaa.gov/ccgg/trends_ch4/
- National Park Service, (2021) A History of Earth's Climate
[πρόσβαση 11/09/2021], <https://www.nps.gov/cajo/learn/nature/history-of-earths-climate.htm>
- Natural Resources Defense Council, (2021) What Is Climate Change?
[πρόσβαση 10/09/2021], <https://www.nrdc.org/stories/global-climate-change-what-you-need-know>
- Natural Resources Defense Council, (2019) Greenhouse Effect 101
[πρόσβαση 05/08/2022], [Greenhouse Effect 101 | NRDC](#)
- National Snow & Ice Data Center, (2022) Glaciers
[πρόσβαση 22/10/2022], <https://nsidc.org/learn/parts-cryosphere/glaciers/why-glaciers-matter>
- Polarpedia, (2021) Κρυόσφαιρα
[πρόσβαση 24/09/2021], [Κρυόσφαιρα - Polarpedia](#)
- Reuters, (2022) Climate change putting 4% of global GDP at risk, new study estimates
[πρόσβαση 23/09/2022], [Climate change putting 4% of global GDP at risk, new study estimates | Reuters](#)
- Sciencedirect, (2021) The GDP-Temperature relationship: Implications for climate change damages
[πρόσβαση 24/09/2022]
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0095069621000280>
- Schroders, (2016) The impact of climate change on the global economy
[πρόσβαση 24/09/2022]
<https://prod.schroders.com/de/SysGlobalAssets/digital/us/pdfs/the-impact-of-climate-change.pdf>
- Stanford Encyclopedia of Philosophy, (2018), Climate Science
[πρόσβαση 16/10/2021], [Climate Science \(Stanford Encyclopedia of Philosophy\)](#)
- Statista, (2019) Distribution of greenhouse gas emissions worldwide in 2019, by sector
[πρόσβαση 05/08/2022], <https://www.statista.com/statistics/241756/proportion-of-energy-in-global-greenhouse-gas-emissions/>

Statista, (2021) Annual CO2 emissions worldwide from 1940 to 2020
[πρόσβαση 12/08/2022], [Annual CO2 emissions worldwide 1940-2020 | Statista](#)

Statista, (2022) Distribution of global carbon dioxide (CO2) emissions in 2020, by sector
[πρόσβαση 12/08/2022], [Share of global CO2 emissions by sector 2020 | Statista](#)

Statista, (2022) Average PM2.5 concentration of the most polluted countries in the world in 2020 and 2021
[πρόσβαση 12/08/2022], [Most polluted countries 2021 | Statista](#)

The Berkeley, London, (2022) UNDERSTANDING GLOBAL CHANGE
[πρόσβαση 10/09/2021], <https://ugc.berkeley.edu/background-content/earths-spin-tilt-orbit/>

The conversation, (2022) For 110 years, climate change has been in the news. Are we finally ready to listen?
[πρόσβαση 21/08/2022], [For 110 years, climate change has been in the news. Are we finally ready to listen? \(theconversation.com\)](#)

The Conversation, (2022) Methane in the atmosphere is at an all-time high – here's what it means for climate change
[πρόσβαση 19/08/2022], <https://theconversation.com/methane-in-the-atmosphere-is-at-an-all-time-high-heres-what-it-means-for-climate-change-174908>

The Guardian, (2022) 'Soon the world will be unrecognizable': is it still possible to prevent total climate meltdown?
[πρόσβαση 05/08/2022], ['Soon the world will be unrecognisable': is it still possible to prevent total climate meltdown? | Climate crisis | The Guardian](#)

The Iberdrola group, (2022) What is the carbon footprint and why will reducing it help to combat climate change?
[πρόσβαση 05/08/2022], [What is the carbon footprint? | Tips to reduce it - Iberdrola](#)

The LibreTexts libraries, (2022) Who Pollutes? Who Pays?
[πρόσβαση 05/08/2022], [https://chem.libretexts.org/Bookshelves/Introductory_Chemistry/Chemistry_for_Changing_Times_\(Hill_and_McCreary\)/13%3A_Air/13.10%3A_Who_Pollutes_Who_Pays](https://chem.libretexts.org/Bookshelves/Introductory_Chemistry/Chemistry_for_Changing_Times_(Hill_and_McCreary)/13%3A_Air/13.10%3A_Who_Pollutes_Who_Pays)

The nature Education, (2011) Factors Affecting Global Climate
[πρόσβαση 25/09/2021] <https://www.nature.com/scitable/knowledge/library/factors-affecting-global-climate-17079163/>

The Washington post, (2022) As Congress funds high-tech climate solutions, it also bets on a low-tech one: Nature
[πρόσβαση 21/08/2022], [Inflation Reduction Act invests in a key part of fighting climate change: Nature - The Washington Post](#)

The World Bank, (2019), Climate Change
[πρόσβαση 12/09/2021], <https://data.worldbank.org/topic/climate-change>

The World Bank, (2020) Total greenhouse gas emissions (kt of CO2 equivalent)
[πρόσβαση 05/08/2022χχχχ], [Total greenhouse gas emissions \(kt of CO2 equivalent\) | Data \(worldbank.org\)](#)

The World Bank, (2021) Agriculture and Food
[πρόσβαση 24/09/2022] <https://www.worldbank.org/en/topic/agriculture/overview>

The World Bank, (2014) Agriculture: Sector Results Profile
[πρόσβαση 24/09/2022] <https://www.worldbank.org/en/results/2013/04/15/agriculture-results-profile>

The World Wide Fund for Nature Inc. (WWF), (2020) Τουρισμός, οικονομία και περιβάλλον. Τουρισμός: η χήνα που γεννά τα χρυσά αυγά, ως πότε όμως
[πρόσβαση 24/09/2022], [Τουρισμός, οικονομία και περιβάλλον. Τουρισμός: η χήνα που γεννά τα χρυσά αυγά, ως πότε όμως \(αναλυτικό κείμενο\) | WWF](#)

United Nations Climate Change, (2022) COP 27 - UN Climate Change Conference
[πρόσβαση 22/10/2022], [UNFCCC](#)

United Nations Climate Change, (2022) Past conferences overview
[πρόσβαση 02/10/2022], [Past conferences overview | UNFCCC](#)

United Nations Environment Programme (2021) Methane emissions are driving climate change. Here's how to reduce them.
[πρόσβαση 12/08/2022], [Methane emissions are driving climate change. Here's how to reduce them. \(unep.org\)](#)

United Nations News, (2022) 5 things you should know about the greenhouse gases warming the planet
[πρόσβαση 05/08/2022], [5 things you should know about the greenhouse gases warming the planet | 1UN News](#)

United Nations Statistics Division, (2009) Tourism in the macroeconomic frameworks: use tourism aggregates in the System of National Accounts and in the Statistics of International Trade in Services
[πρόσβαση 24/09/2022], [Microsoft PowerPoint - 5 - UNSD - Tourism in the macroeconomic framework.ppt](#)

United States Environmental Protection Agency, (2020) Overview of Greenhouse Gases
[πρόσβαση 12/08/2022], <https://www.epa.gov/ghgemissions/overview-greenhouse-gases>

United States Geological Survey, (20XX), Why is climate change happening and what are the causes?
[πρόσβαση 02/10/2021], [Why is climate change happening and what are the causes? | U.S. Geological Survey \(usgs.gov\)](#)

United States Environmental Protection Agency (2016), Environmental Topics
[πρόσβαση 25/09/2021], [Environmental Topics | US EPA](#)

United States Environmental Protection Agency, (2022) Global Methane Initiative
[πρόσβαση 12/08/2022], <https://www.epa.gov/gmi/importance-methane>

Our World in Data, (2021) CO2 emissions
[πρόσβαση 12/08/2022], <https://ourworldindata.org/co2-emissions>

Our World in Data, (2020) Emissions by sector

[πρόσβαση 05/08/2022], [Emissions by sector - Our World in Data](#)

Our World in Data, (2020) CO₂ and Greenhouse Gas Emissions
[πρόσβαση 12/08/2022], <https://ourworldindata.org/co2-and-other-greenhouse-gas-emissions>

Our World in Data, (2019) Life Expectancy
[πρόσβαση 25/09/2022], [Life Expectancy - Our World in Data](#)

World Atlas, (2022) How Is Tourism Affected By Climate Change?
[πρόσβαση 24/09/2022], [How Is Tourism Affected By Climate Change? - WorldAtlas](#)

Warbleton Council, (2021) Οι 6 τύποι κλίματος και τα χαρακτηριστικά τους
[πρόσβαση 25/09/2021], [ΟΙ 6 ΤΥΠΟΙ ΚΛΙΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΤΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥΣ - ΨΥΧΟΛΟΓΙΑ \(warbletoncouncil.org\)](#)

World Economic Forum, (2021) This is how climate change could impact the global economy
[πρόσβαση 23/09/2022], [This is How Climate Change Could Impact The Global Economy | World Economic Forum \(weforum.org\)](#)

World Food Programme, (2021) Climate Crisis and Malnutrition - A case for acting now
[πρόσβαση 24/09/2022] <https://www.wfp.org/publications/climate-crisis-and-malnutrition-case-acting-now>

World Health Organization, (2022) Air pollution
[πρόσβαση 05/08/2022], [Air pollution \(who.int\)](#)

World Health Organization, (2022) Climate Change
[πρόσβαση 23/09/2022] [World Health Organization \(WHO\)](#),

World Meteorological Organization, (2021) Weather
[πρόσβαση 24/09/2021], [Weather | World Meteorological Organization \(wmo.int\)](#)

World Meteorological Organization, (2020) Arctic Sea ice minimum is 2nd lowest on record
[πρόσβαση 12/09/2021], [Arctic sea ice minimum is 2nd lowest on record | World Meteorological Organization \(wmo.int\)](#)

World Meteorological Organization, (2020) Extreme summer impacts ice shelves and glaciers
[πρόσβαση 12/09/2021], [Extreme summer impacts ice shelves and glaciers | World Meteorological Organization \(wmo.int\)](#)

World Population Review, (2022) Most Polluted Countries 2022
[πρόσβαση 05/08/2022], <https://worldpopulationreview.com/country-rankings/most-polluted-countries>

World Tourism Organization, (2022) Sustainable tourism development
[πρόσβαση 24/09/2022], [Sustainable development | UNWTO](#)

Διατριβή

Καραγιαννοπούλου Μ. (2021), Κλιματική αλλαγή και οι επιπτώσεις στη Δημόσια Υγεία
<https://freader.ekt.gr/eadd/index.php?doc=49536&lang=el#p=28>