



ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ
ΔΙΟΙΚΗΣΗ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ - ΠΡΟΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ

Οι δασμοί άνθρακα ως μέτρο προστασίας από τον αθέμιτο ανταγωνισμό και την ρύπανση

Διπλωματική Εργασία

του

Νικόλαου Σκευοφύλαξ

Εξεταστική Επιτροπή : Καθηγητής Γεώργιος Ατσαλάκης (Επιβλέπων)
Καθηγητής Κωνσταντίνος Ζοπουνίδης
Καθηγητής Μιχαήλ Δούμπος

Χανιά, Ιούνιος 2024



Copyright © – All rights reserved. Με την επιφύλαξη παντός δικαιώματος.
Νικόλαος Σκευοφύλαξ, 2024.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα.

Το περιεχόμενο αυτής της εργασίας δεν απηχεί απαραίτητα τις απόψεις του Τμήματος, του Επιβλέποντα, ή της επιτροπής που την ενέκρινε.

ΔΗΛΩΣΗ ΜΗ ΛΟΓΟΚΛΟΠΗΣ ΚΑΙ ΑΝΑΛΗΨΗΣ ΠΡΟΣΩΠΙΚΗΣ ΕΥΘΥΝΗΣ

Με πλήρη επίγνωση των συνεπειών του νόμου περί πνευματικών δικαιωμάτων, δηλώνω ενυπογράφως ότι είμαι αποκλειστικός συγγραφέας της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας, για την ολοκλήρωση της οποίας κάθε βοήθεια είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται λεπτομερώς στην εργασία αυτή. Έχω αναφέρει πλήρως και με σαφείς αναφορές, όλες τις πηγές χρήσης δεδομένων, απόψεων, θέσεων και προτάσεων, ιδεών και λεκτικών αναφορών, είτε κατά κυριολεξία είτε βάσει επιστημονικής παράφρασης. Αναλαμβάνω την προσωπική και ατομική ευθύνη ότι σε περίπτωση αποτυχίας στην υλοποίηση των ανωτέρω δηλωθέντων στοιχείων, είμαι υπόλογος έναντι λογοκλοπής, γεγονός που σημαίνει αποτυχία στην Διπλωματική μου Εργασία και κατά συνέπεια αποτυχία απόκτησης του Τίτλου Σπουδών, πέραν των λοιπών συνεπειών του νόμου περί πνευματικών δικαιωμάτων. Δηλώνω, συνεπώς, ότι αυτή η Διπλωματική Εργασία προετοιμάστηκε και ολοκληρώθηκε από εμένα προσωπικά και αποκλειστικά και ότι, αναλαμβάνω πλήρως όλες τις συνέπειες του νόμου στην περίπτωση κατά την οποία αποδειχθεί, διαχρονικά, ότι η εργασία αυτή ή τμήμα της δεν μου ανήκει διότι είναι προϊόν λογοκλοπής άλλης πνευματικής ιδιοκτησίας.

(Υπογραφή)

.....
Νικόλαος Σκευοφύλαξ

1η Ιουνίου 2024

Περίληψη

Η παρούσα διπλωματική εργασία διερευνά την αποτελεσματικότητα των δασμών άνθρακα, ιδίως οι μηχανισμοί προσαρμογής στα σύνορα (BAM), στην αποτροπή του αθέμιτου εμπορίου και της ρύπανσης. Η μελέτη που παρουσιάζεται αποτυπώνει τον τρόπο με τον οποίο οι φόροι άνθρακα μπορούν να διορθώσουν την εμπορική ανισορροπία που προκαλείται από τους διαφορετικούς κανόνες άνθρακα στις χώρες. Εξετάζοντας το εμπόριο, τις εκπομπές και τις ενεργειακές πληροφορίες από τις ΗΠΑ, ΕΕ και Κίνα τα τελευταία είκοσι χρόνια, η εργασία αξιολογεί τον βαθμό επίδρασης των φόρων άνθρακα στο παγκόσμιο εμπόριο και την προστασία του περιβάλλοντος. Για να επιτευχθεί αυτό, αρχικά, παρουσιάζονται ενδελεχώς και αναλύονται οι φόροι άνθρακα, τα BAMs και γίνεται μια ανασκόπηση της βιβλιογραφία πάνω σε αυτά, τονίζοντας τη σημασία τους για να καταστεί το παγκόσμιο εμπόριο δίκαιο. Για κάθε περίπτωση χώρας εξετάζεται οι ισχύοντες κανόνες, η οικονομική ισχύς της χώρας, τα επίπεδα εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα, η επίδραση της πολιτικής, οι νέες ιδέες και η κοινωνικοοικονομική εξισορρόπηση. Συγκρίνοντας αυτά, αποδεικνύεται πώς οι BAM μπορούν να βοηθήσουν να διατηρηθεί στη διατήρηση της πράσινης οικονομικής ανάπτυξης, ενώ παράλληλα εξασφαλίζουν δίκαιο ανταγωνισμό. Η μελέτη δείχνει ότι οι φόροι άνθρακα λειτουργούν αποδοτικά στη μείωση της ρύπανσης από τον άνθρακα και την προώθηση νέων πράσινων τεχνολογιών, όταν συνδυάζονται με ισχυρούς νόμους και αποδοτική συνεργασία μεταξύ των χωρών. Τέλος, η εργασία παρουσιάζει τους σχετικούς περιορισμούς και προτείνει τομείς για μελλοντική έρευνα και επέκταση.

Λέξεις Κλειδιά

Δασμοί άνθρακα, Μηχανισμοί Προσαρμογής στα Σύνορα, Διαρροή Άνθρακα, Διεθνές Εμπόριο, Προστασία περιβάλλοντος, Ευρωπαϊκή Ένωση, Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής, Κίνα

Abstract

This diploma thesis explores the effectiveness of carbon tariffs, in particular border adjustment mechanisms (BAMs), in preventing unfair trade and pollution. The study presented illustrates how carbon taxes can correct the trade imbalance caused by different carbon rules across countries. By examining trade, emissions and energy information from the US, EU and China over the last twenty years, the paper assesses the degree of impact of carbon taxes on global trade and environmental protection. To achieve this, it first thoroughly introduces and analyses carbon taxes, the BAMs, and reviews the literature on them, emphasising their importance in making global trade fair. For each country case, the current rules, the country's economic strength, carbon emission levels, policy impact, new ideas and socio-economic rebalancing are examined. By comparing these, it demonstrates how BAMs can help sustain green economic growth while ensuring fair competition. The study shows that carbon taxes work efficiently in reducing carbon pollution and promoting new green technologies when combined with strong laws and efficient cooperation between countries. Finally, the paper presents relevant limitations and suggests areas for future research and extension.

Keywords

Carbon Tariffs, Border Adjustment Mechanisms, Carbon Leakage, International Trade, Environmental Protection, European Union, United States of America, China

Ευχαριστίες

Θα ήθελα πρώτα και κύρια να ευχαριστήσω τον Θεό, για όσα μου έχει προσφέρει. Στην συνέχεια την οικογένειά μου και ιδιαιτέρως την μητέρα μου Σοφία για την αμέριστη συμπαράσταση και ενίσχυσή της στην διάρκεια των σπουδών μου. Επιπλέον, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κύριο Γεώργιο Ατσαλάκη, ο οποίος ήταν και ο επιβλέπων της διπλωματικής μου εργασίας και με κατεύθυνε στην εκπόνηση αυτής. Τέλος, απο καρδιάς θέλω να ευχαριστήσω τους καθηγητές και τους φίλους μου από το Πολυτεχνείο Κρήτης για τα υπέροχα φοιτητικά μου χρόνια.

Χανιά, Ιούνιος 2024

Νικόλαος Σκευοφύλαξ

Περιεχόμενα

Περίληψη	1
Abstract	2
Ευχαριστίες	3
Πρόλογος	8
1 Εισαγωγή	9
1.1 Η παγκόσμια πρόκληση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα και του αθέμιτου ανταγωνισμού	9
1.2 Ορισμοί και βασικές έννοιες	10
1.2.1 Διαρροή άνθρακα	10
1.2.2 Δασμοί άνθρακα	10
1.2.3 Μηχανισμός συνοριακής προσαρμογής (BAM)	11
1.2.4 Ελεύθερο εμπόριο	11
1.2.5 Περιβαλλοντική υπευθυνότητα	12
1.2.6 Βιώσιμη Ανάπτυξη	13
1.2.7 Παγκόσμια περιβαλλοντική διακυβέρνηση	13
1.3 Στόχος εργασίας	13
1.4 Ερευνητικά ερωτήματα	14
1.5 Δομή κεφαλαίων εργασίας	15
2 Θεωρητικό υπόβαθρο και ανάλυση βιβλιογραφίας	17
2.1 Βιβλιογραφική ανασκόπηση	17
2.1.1 Υφιστάμενη κατάσταση και εκπομπές CO ₂	17
2.1.2 Δασμοί άνθρακα και μηχανισμοί προσαρμογής των συνόρων (BAM) . .	18
2.1.3 Πλαίσιο των εμπορικών ελλειμμάτων, των εκπομπών CO ₂ και της χρήσης άνθρακα στην βιομηχανία των ΗΠΑ, Κίνα και ΕΕ	19
2.2 Επισκόπηση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα και της κλιματικής αλλαγής	21
2.2.1 Παγκόσμια κλιματική αλλαγή	21
2.2.2 Εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα (CO ₂)	22
2.2.3 Επιπτώσεις των εκπομπών άνθρακα στο περιβάλλον και την κοινωνία .	24
2.2.4 Διαρροή άνθρακα και κλιματικές πολιτικές	25
2.3 Μηχανισμοί τιμολόγησης άνθρακα	26
2.3.1 Φόροι άνθρακα	26

2.3.2	Συστήματα εμπορίας εκπομπών άνθρακα (ETS) ή Cap-and-Trade . . .	27
2.3.3	Μηχανισμός συνοριακής προσαρμογής άνθρακα (CBAM)	29
2.3.4	Τιμολόγηση του άνθρακα με βάση τον τομέα δραστηριοποίησης	30
2.3.5	Εθελοντικές αγορές άνθρακα	31
2.4	Στατιστικά και οικονομικά δεδομένα	32
2.5	Ενσωμάτωση των δασμών άνθρακα και των CBAMs στο πλαίσιο του διεθνούς εμπορικού και περιβαλλοντικού δικαίου	36
2.5.1	Νομικές και εμπορικές εκτιμήσεις	36
2.5.2	Διπλωματικές και πολιτικές επιπτώσεις	37
2.5.3	Επιχειρησιακές προκλήσεις	38
2.5.4	Πρωώθηση δίκαιης και αποτελεσματικής δράσης για το κλίμα	39
3	Μεθοδολογία προσέγγισης και συλλογής δεδομένων	40
3.1	Συλλογή και ερμηνεία δεδομένων	41
3.1.1	Ευρωπαϊκή Ένωση	42
3.1.2	ΗΠΑ	49
3.1.3	Κίνα	55
3.1.4	Παγκόσμιος Χάρτης	60
4	Συγκριτική μελέτη και αποτελέσματα	66
4.1	Μεθοδολογία προσέγγισης και ανάλυσης	67
4.1.1	Κριτήρια ανάλυσης	67
4.2	Μελέτη περίπτωσης για την ΕΕ	68
4.3	Μελέτη περίπτωσης για τις Η.Π.Α.	73
4.4	Μελέτη περίπτωσης για την Κίνα	75
4.5	Συγκριτική ανάλυση	78
4.5.1	Ανάλυση βάσει δεδομένων	78
4.5.2	Ανάλυση βάσει κριτηρίων αξιολόγησης	80
4.6	Συζήτηση αποτελεσμάτων	83
5	Σύνοψη και μελλοντικές προτάσεις	86
5.1	Σύνοψη εργασίας	86
5.2	Περιορισμοί έρευνας	88
5.3	Συστάσεις για μελλοντική έρευνα	88
	Βιβλιογραφία	95
	Συντομογραφίες	96

Κατάλογος Εικόνων

1.1	Πλεονεκτήματα ελεύθερου εμπορίου [1]	12
2.1	Επίδραση κλιματικής αλλαγής στην μέση θερμοκρασία [2]	22
2.2	Το φαινόμενο του θερμοκηπίου που οφείλεται στις εκπομπές CO ₂ [3]	23
2.3	Παράδειγμα επίδρασης φόρου άνθρακα στις ΗΠΑ [4]	27
2.4	Τρόπος λειτουργίας ενός ETS [5]	28
2.5	Μηχανισμός λειτουργίας ενός CBAM [6]	29
2.6	Παράδειγμα τιμολόγησης άνθρακα με βάση τον τομέα δραστηριοποίησης [7] . .	31
2.7	Εθελοντικές αγορά άνθρακα [8]	32
2.8	Παγκόσμιες εκπομπές αερίων θερμοκηπίου ανά οικονομικό τομέα [9]	33
2.9	Παγκόσμιες εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου ανά τύπο αερίου [9]	33
2.10	Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ορυκτά καύσιμα, πυρηνικά και ανανεώσι- μες πηγές ενέργειας [10]	34
2.11	Εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα ανά επίπεδο εισοδήματος [11]	35
2.12	Ετήσιες εκπομπές CO ₂ ανά παγκόσμια περιοχή [12]	36
2.13	Μεταβολή των εκπομπών CO ₂ και του ΑΕΠ [13]	37
3.1	Ετήσιες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα στην ΕΕ [14]	42
3.2	Συσχέτιση ΑΕΠ ΕΕ με την μεταβολή των εκπομπών CO ₂ [15]	44
3.3	Εκπομπές αερίων θερμοκηπίου ανά τομέα δραστηριοποίησης στην ΕΕ [16] . .	45
3.4	Εκπομπές CO ₂ ανά τύπο καυσίμου ή βιομηχανίας [17]	46
3.5	Μερίδιο παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας ΕΕ από ανανεώσιμες πηγές [18] . .	47
3.6	Μεταβολή πληθυσμού ΕΕ [19]	48
3.7	Ετήσιες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα στις ΗΠΑ [20]	49
3.8	Συσχέτιση ΑΕΠ ΗΠΑ με την μεταβολή των εκπομπών CO ₂ [21]	50
3.9	Εκπομπές αερίων θερμοκηπίου στις ΗΠΑ στην Κίνα ανά τομέα δραστηριοπο- ίησης [22]	51
3.10	Εκπομπές CO ₂ των ΗΠΑ ανά τύπο καυσίμου ή βιομηχανίας [23]	53
3.11	Μερίδιο παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας των ΗΠΑ από ανανεώσιμες πηγές [24]	54
3.12	Μεταβολή πληθυσμού ΗΠΑ [25]	54
3.13	Ετήσιες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα στην Κίνα [26]	55
3.14	Συσχέτιση ΑΕΠ Κίνας με την μεταβολή των εκπομπών CO ₂ [27]	56
3.15	Εκπομπές αερίων θερμοκηπίου στην Κίνα ανά τομέα δραστηριοποίησης [28] . .	57
3.16	Εκπομπές CO ₂ Κίνας ανά τύπο καυσίμου ή βιομηχανίας [29]	58

3.17	Μερίδιο παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας Κίνας από ανανεώσιμες πηγές [30] .	59
3.18	Μεταβολή πληθυσμού Κίνας [31]	60
3.19	Ετήσιες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα παγκοσμίως [32]	61
3.20	Παγκόσμιος χάρτης εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα [33]	62
3.21	Εκπομπές αερίων θερμοκηπίου παγκοσμίως ανά τομέα δραστηριοποίησης [34]	63
3.22	Εκπομπές CO ₂ σε παγκόσμιο επίπεδο ανά τύπο καυσίμου ή βιομηχανίας [35] .	64
3.23	Μερίδιο παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας παγκοσμίως από ανανεώσιμες πηγές [36]	64
3.24	Μεταβολή παγκόσμιου πληθυσμού [37]	65

Πρόλογος

Η κλιματική αλλαγή, στην σημερινή εποχή, προκαλεί τρομερές ανησυχίες, τόσο για το περιβάλλον, όσο και για την οικονομία. Αυτές οι ανησυχίες οδήγησαν τον σύγχρονο κόσμο στην θέσπιση των δασμών άνθρακα. Στόχος των δασμών αυτών είναι, η καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής, η μείωση των εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα (το οποίο, είναι και ένα από τα αέρια το οποίο προκαλεί το φαινόμενο του θερμοκηπίου), η επίτευξη ισορροπίας μεταξύ του εμπορίου και του περιβάλλοντος και τέλος είναι η εξάλειψη της απειλής του αθέμιτου ανταγωνισμού.

Η εφαρμογή αυτών των δασμών, καθώς μπορεί να επηρεάσει τον ανταγωνισμό, αναδεικνύεται ως το βασικό εργαλείο για την επίλυση των ανισοτήτων. Καθίσταται λοιπόν αναγκαία η χρήση αυτού του εργαλείου για την εξισορρόπηση των παραπάνω προβλημάτων, αλλά και για την εν γένει βελτίωση τόσο των οικονομιών, όσο και τον περιβαλλοντικών επιπτώσεων έχουν δημιουργηθεί από την αδικαιολόγητη σπατάλη των καυσίμων με βάση των άνθρακα.

Για αυτό και εγώ λοιπόν, με γνώμονα την προστασία του περιβάλλοντος, το δικαίωμα στο ελεύθερο και δίκαιο παγκόσμιο εμπόριο, αλλά και για την καταπολέμηση της αισχροκερδείας, αποφάσισα να ασχοληθώ στην διπλωματική μου εργασία για την ανάδειξη και την χρήση των δασμών άνθρακα

1.1 Η παγκόσμια πρόκληση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα και του αθέμιτου ανταγωνισμού

Σε μια εποχή όπου η υπερθέρμανση του πλανήτη και η κλιματική αλλαγή συνιστούν υπαρκτές απειλές, η ρύθμιση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα έχει καταστεί αντικείμενο επείγουσας διεθνούς προσοχής. Ωστόσο, η ανομοιογένεια των περιβαλλοντικών ρυθμίσεων μεταξύ των διαφόρων εθνών έχει οδηγήσει σε μια ανταγωνιστική ανισορροπία στη διεθνή αγορά. Οι βιομηχανίες σε χώρες με επιεικείς προδιαγραφές εκπομπών επωφελούνται από το χαμηλότερο κόστος παραγωγής, εν μέρει λόγω της χρήσης φθηνότερης αλλά περιβαλλοντικά επιβλαβούς ενέργειας με βάση τον άνθρακα. Τέτοιες ανισότητες έχουν προκαλέσει μια μορφή οικονομικής στρέβλωσης, κατά την οποία τα προϊόντα από χώρες με αυστηρούς περιβαλλοντικούς κανονισμούς γίνονται λιγότερο ανταγωνιστικά, φαινόμενο που υπονομεύει τις παγκόσμιες προσπάθειες για τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου.

Αυτή η στρέβλωση της αγοράς επιδεινώνεται περαιτέρω από τη διαρροή διοξειδίου του άνθρακα (Carbon Leakage), όπου τα αυστηρότερα περιβαλλοντικά πρότυπα σε μια χώρα έχουν ως αποτέλεσμα τη μετατόπιση της παραγωγής σε χώρες με χαλαρότερους κανονισμούς, προκαλώντας “διαρροή” εκπομπών πέρα από τα σύνορα. Κατά συνέπεια, οι μονομερείς περιβαλλοντικοί κανονισμοί, χωρίς ένα παγκόσμιο πλαίσιο για την αντιμετώπιση αυτών των ανισοτήτων, μπορεί να οδηγήσουν σε ένα παιχνίδι μηδενικού αθροίσματος, όπου τα περιβαλλοντικά οφέλη σε μια περιοχή μηδενίζονται από τις αυξήσεις σε μια άλλη.

Μια προτεινόμενη λύση σε αυτό το πολύπλοκο πρόβλημα έγκειται στην εφαρμογή δασμών άνθρακα, γνωστών και ως μηχανισμών προσαρμογής των συνόρων (Border Adjustments Mechanisms - BAM). Αυτά τα οικονομικά μέσα έχουν σχεδιαστεί για να εξισώσουν τους όρους ανταγωνισμού, επιβάλλοντας κόστος στις εισαγωγές από χώρες που δεν διαθέτουν ισοδύναμους μηχανισμούς τιμολόγησης των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα. Στόχος τους είναι να αποτρέψουν τη διαρροή άνθρακα, να προστατεύσουν τις εγχώριες βιομηχανίες από τον αθέμιτο ανταγωνισμό και να διατηρήσουν την ακεραιότητα των εθνικών περιβαλλοντικών πολιτικών.

Ωστόσο, η έννοια των τιμολογίων άνθρακα δεν είναι απαλλαγμένη από αντιπαράθεσεις και πολυπλοκότητα. Προκαλεί σημαντικά ερωτήματα σχετικά με το διεθνές εμπορικό δίκαιο, το ενδεχόμενο εμπορικών πολέμων και την αποτελεσματικότητα αυτών των δασμών στην πραγματική μείωση των παγκόσμιων εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα. Υπάρχει επιτακτική ανάγκη

για μια ολοκληρωμένη κατανόηση του τρόπου λειτουργίας των δασμών άνθρακα, της νομικής τους βάσης, των οικονομικών τους επιπτώσεων και της περιβαλλοντικής τους αποτελεσματικότητας.

Ο επείγων χαρακτήρας της κλιματικής αλλαγής και η διασταύρωσή της με τη δυναμική του παγκόσμιου εμπορίου καθιστούν αναγκαία τη σχολαστική αποδόμηση των δασμών άνθρακα. Η παρούσα διπλωματική εργασία θα αναλύσει τις πολλαπλές πτυχές των τιμολογίων άνθρακα, αξιολογώντας τη βιωσιμότητά τους ως μηχανισμών τόσο για την περιβαλλοντική προστασία όσο και για τη ρύθμιση της αγοράς. Η διερεύνηση θα περιλαμβάνει ανάλυση της αποτελεσματικότητας των δασμών άνθρακα στη δημιουργία δίκαιων ανταγωνιστικών όρων στη διεθνή αγορά. Απώτερος στόχος είναι η κριτική εξέταση των εν λόγω μέσων στο ευρύτερο πλαίσιο της βιώσιμης ανάπτυξης και των αρχών της παγκόσμιας περιβαλλοντικής διαχείρισης.

1.2 Ορισμοί και βασικές έννοιες

1.2.1 Διαρροή άνθρακα

Η διαρροή άνθρακα είναι ένα σύνθετο φαινόμενο που προκύπτει μέσα σε ασύμμετρα ρυθμιστικά πλαίσια. Σημαίνει τη μεταφορά της παραγωγής και, κατά συνέπεια, των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου από περιοχές με αυστηρούς περιορισμούς εκπομπών άνθρακα σε εκείνες με λιγότερο αυστηρούς ή καθόλου κανονισμούς για τον άνθρακα [38]. Αυτή η μεταφορά μπορεί να εξουδετερώσει ή ακόμα και να αναιρέσει τα περιβαλλοντικά οφέλη των ισχυρών κλιματικών πολιτικών στις ρυθμιστικές χώρες και ενδεχομένως να οδηγήσει σε καθαρή αύξηση των παγκόσμιων εκπομπών.

Σε αναλυτικούς όρους, η διαρροή άνθρακα μπορεί να ποσοτικοποιηθεί ως ο λόγος της αύξησης των εκπομπών CO₂ εκτός μιας χώρας ή περιοχής προς τη μείωση των εκπομπών εντός αυτής της δικαιοδοσίας λόγω της κλιματικής πολιτικής της. Η μέτρηση της διαρροής άνθρακα απαιτεί ολοκληρωμένα δεδομένα για το εμπόριο, τις αλλαγές παραγωγής, τις πηγές ενέργειας και τις εκπομπές τόσο από τις ενδιαφερόμενες χώρες όσο και από τους εμπορικούς εταίρους τους. Η κατανόηση αυτής της έννοιας είναι ζωτικής σημασίας για την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας και των πιθανών ακούσιων συνεπειών των τιμολογίων άνθρακα και των BAM.

1.2.2 Δασμοί άνθρακα

Οι δασμοί άνθρακα δεν είναι απλώς φορολογικά μέτρα, αλλά εργαλεία για την κλιματική πολιτική με εμπορικές επιπτώσεις. Η θεωρητική τους βάση βασίζεται στην αρχή της «τιμολόγησης του άνθρακα», όπου το κόστος των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα εσωτερικεύεται στην τιμή των αγαθών και των υπηρεσιών [4]. Επιβάλλοντας δασμούς στα εισαγόμενα αγαθά ανάλογα με τον άνθρακα που εκπέμπεται στην παραγωγή τους, οι χώρες εισαγωγής στοχεύουν να αποτρέψουν τις εγχώριες βιομηχανίες από το να υποτιμηθούν από ξένα προϊόντα που είναι φθηνότερα λόγω λιγότερο αυστηρών περιβαλλοντικών κανονισμών.

Αυτή η έννοια διασταυρώνεται με συζητήσεις για το περιβάλλον, το οικονομικό και το εμπορικό δίκαιο. Είναι ζωτικής σημασίας στην διαδικασία θέσπισης τέτοιων δασμών, να διερευνηθούν οι μεθοδολογίες για την αξιολόγηση της περιεκτικότητας σε άνθρακα των εισαγωγών,

η συμβατότητα των δασμών άνθρακα με τους κανόνες του Παγκόσμιου Οργανισμού Εμπορίου (ΠΟΕ) και η δυνατότητα τέτοιου είδους δασμών να υποκινήσουν εμπορικές διαφορές ή να τονώσουν πιο πράσινες πρακτικές παραγωγής παγκοσμίως.

1.2.3 Μηχανισμός συνοριακής προσαρμογής (BAM)

Τα BAM ή CBAM (Carbon Border Adjustment Mechanisms), εφόσον αναφερόμαστε στην χρήση άνθρακα, επεκτείνουν τις αρχές των τιμολογίων άνθρακα σε ένα ευρύτερο ρυθμιστικό πλαίσιο. Αυτοί οι μηχανισμοί λειτουργούν προσαρμόζοντας την τιμή των διασυνοριακών αγαθών ώστε να αντικατοπτρίζουν τις εκπομπές άνθρακα που αποδίδονται στην παραγωγή τους [39]. Ο σχεδιασμός του μηχανισμού είναι πρωταρχικής σημασίας, πρέπει δηλαδή να υπολογίζει με ακρίβεια τις εκπομπές, αποφεύγοντας τον εμπορικό προστατευτισμό. Αυτό απαιτεί μια λεπτή κατανόηση του κύκλου ζωής του προϊόντος, τη δυναμική της αλυσίδας εφοδιασμού και τη διεθνή συγκριτική αξιολόγηση για τα πρότυπα εκπομπών.

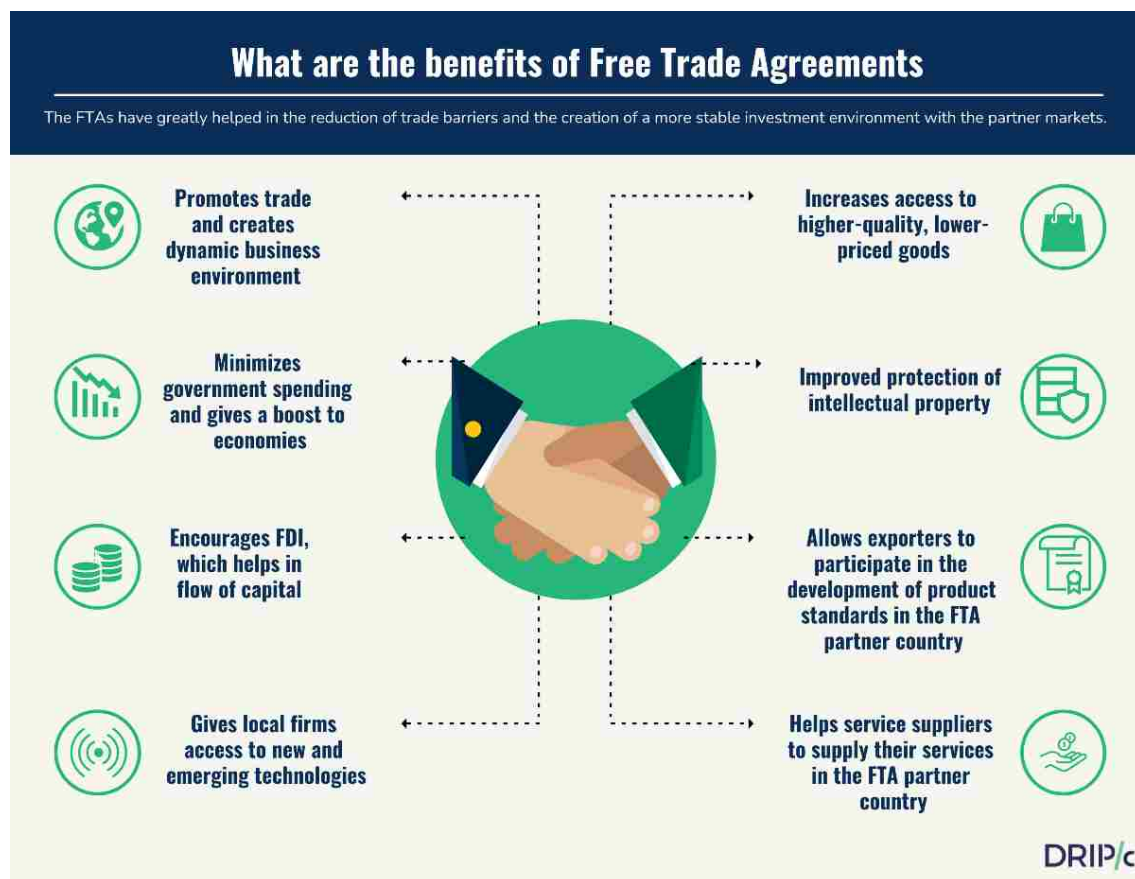
Στην πράξη, τα BAM μπορούν να λάβουν διάφορες μορφές, από τέλη εισαγωγής που επιβάλλονται σε αγαθά από μη ρυθμιστικές χώρες έως εκπτώσεις για εξαγωγείς από χώρες με ισχύουσα τιμολόγηση άνθρακα. Η ανάπτυξη των BAM αγγίζει επίσης τις αρχές της δικαιοσύνης και της αμοιβαιότητας στο διεθνές εμπόριο, εγείροντας σημαντικά ερωτήματα σχετικά με την παγκόσμια ισότητα και τη δυνατότητα των ανεπτυγμένων χωρών να επιβάλλουν περιβαλλοντικά πρότυπα στις αναπτυσσόμενες χώρες.

Οι δασμοί άνθρακα διαφέρουν από τους BAMs, κυρίως ως προς την προσέγγιση και την εφαρμογή τους στο πλαίσιο του διεθνούς εμπορίου και της περιβαλλοντικής πολιτικής. Ενώ οι BAMs προσαρμόζουν τις τιμές των αγαθών μεταξύ των χωρών ώστε να αντικατοπτρίζουν τις εγχώριες πολιτικές τιμολόγησης των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα, διασφαλίζοντας ότι οι εισαγωγές αντιμετωπίζουν παρόμοιο κόστος εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα με τα εγχώρια προϊόντα, οι δασμοί άνθρακα είναι άμεσες εισφορές που επιβάλλονται στα εισαγόμενα αγαθά με βάση την περιεκτικότητά τους σε άνθρακα. Αυτή η διάκριση είναι ζωτικής σημασίας, καθώς οι BAM αποσκοπούν στην εξίσωση των όρων ανταγωνισμού για τις εγχώριες βιομηχανίες εντός ενός υφιστάμενου πλαισίου τιμολόγησης των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα, αποτρέποντας τη διαρροή διοξειδίου του άνθρακα και διατηρώντας την ανταγωνιστικότητα χωρίς να τιμωρούνται απαραίτητα οι ξένοι παραγωγοί. Αντίθετα, οι δασμοί άνθρακα είναι πιο απλά εμπορικά μέτρα, που αποσκοπούν στην παροχή κινήτρων για χαμηλότερες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα σε παγκόσμιο επίπεδο, επιβάλλοντας πρόσθετο κόστος στις εισαγωγές προϊόντων με υψηλή περιεκτικότητα σε άνθρακα, ανεξάρτητα από τις εγχώριες πολιτικές τιμολόγησης των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα.

1.2.4 Ελεύθερο εμπόριο

Το ελεύθερο εμπόριο είναι μια θεμελιώδης οικονομική αρχή που υποστηρίζει την απεριόριστη ροή αγαθών και υπηρεσιών πέρα από τα διεθνή σύνορα. Θεωρεί ότι η άρση των εμπορικών φραγμών όπως οι δασμοί, οι ποσοτώσεις και η νομοθεσία θα οδηγήσει σε πιο αποτελεσματική κατανομή των πόρων, μεγιστοποιώντας έτσι την παραγωγή, την καινοτομία, τις επιλογές των καταναλωτών και την οικονομική ευημερία παγκοσμίως [1]. Ωστόσο, ο αντίκτυπος του ελεύθερου εμπορίου στο περιβάλλον και η αλληλεπίδρασή του με τις πολιτικές για το κλίμα

απαιτεί μια εις βάθος ανάλυση. Η διατριβή θα διερευνήσει τον βαθμό στον οποίο το ελεύθερο εμπόριο μπορεί να συνυπάρξει με αυστηρά περιβαλλοντικά μέτρα, όπως οι δασμοί άνθρακα και οι προσαρμογές που απαιτούνται στο παγκόσμιο εμπορικό καθεστώς για την προσαρμογή τέτοιων μέτρων.



Εικόνα 1.1: Πλεονεκτήματα ελεύθερου εμπορίου [1]

1.2.5 Περιβαλλοντική υπευθυνότητα

Η περιβαλλοντική ευθύνη συνεπάγεται την ηθική υποχρέωση και την επιτακτική πολιτική για την ελαχιστοποίηση των επιπτώσεων κάποιου στο φυσικό περιβάλλον [40]. Στο πλαίσιο του διεθνούς εμπορίου και των βιομηχανικών δραστηριοτήτων, η ευθύνη αυτή είναι πολύπλευρη και περιλαμβάνει νομικές, κοινωνικές και οικονομικές διαστάσεις. Οι βιομηχανίες και τα έθνη θεωρούνται όλο και περισσότερο υπεύθυνα για το περιβαλλοντικό τους αποτύπωμα, οδηγώντας σε επαναξιολόγηση των διαδικασιών παραγωγής, διαχείρισης της εφοδιαστικής αλυσίδας και των επιπτώσεων των προϊόντων στο τέλος του κύκλου ζωής τους. Η διατριβή θα αναλύσει την έννοια της περιβαλλοντικής ευθύνης στο πλαίσιο των παγκόσμιων εμπορικών νόμων, διερευνώντας πώς αυτή η αρχή μπορεί να ενσωματωθεί αποτελεσματικά μέσω πολιτικών όπως οι δασμοί άνθρακα και τα BAMs.

1.2.6 Βιώσιμη Ανάπτυξη

Η αειφόρος ανάπτυξη είναι μια ενοποιητική αρχή που επιδιώκει να εναρμονίσει την τριάδα της οικονομικής ανάπτυξης, της κοινωνικής ένταξης και της περιβαλλοντικής βιωσιμότητας [41]. Συχνά απεικονίζεται μέσα από το φακό των Στόχων Βιώσιμης Ανάπτυξης των Ηνωμένων Εθνών (Sustainable Development Goals - SDG), οι οποίοι παρέχουν ένα παγκόσμιο σχέδιο αξιοπρέπειας, ειρήνης και ευημερίας για τους ανθρώπους και τον πλανήτη, τώρα και στο μέλλον. Ο ρόλος των τιμολογίων άνθρακα στη στήριξη της βιώσιμης ανάπτυξης έγκειται στη δυνατότητά τους να επιβάλουν περιβαλλοντικά πρότυπα και να προωθήσουν τις πράσινες τεχνολογίες, οι οποίες είναι ζωτικής σημασίας για τη μετάβαση σε μια οικονομία χαμηλών εκπομπών άνθρακα. Στην συγκεκριμένη εργασία θα εξεταστεί μεθόδους που ευθυγραμμίζονται με τους στόχους της βιώσιμης ανάπτυξης, αξιολογώντας κριτικά τις δυνατότητές τους να λειτουργήσουν ως οικονομικά κίνητρα για βιώσιμες πρακτικές.

1.2.7 Παγκόσμια περιβαλλοντική διακυβέρνηση

Η παγκόσμια περιβαλλοντική διακυβέρνηση αντιπροσωπεύει τη συλλογική σειρά διεθνών συμφωνιών, πολιτικών και θεσμών που έχουν σχεδιαστεί για την αντιμετώπιση και διαχείριση περιβαλλοντικών ζητημάτων σε πλανητική κλίμακα [42]. Περιλαμβάνει ένα δίκτυο παραγόντων, συμπεριλαμβανομένων κρατών, διεθνών οργανισμών, ομάδων της κοινωνίας των πολιτών και οντοτήτων του ιδιωτικού τομέα, που εργάζονται από κοινού για την αντιμετώπιση περιβαλλοντικών προκλήσεων που υπερβαίνουν τα εθνικά σύνορα. Τα τιμολόγια άνθρακα και τα BAM θεωρούνται σε αυτό το πλαίσιο ως ρυθμιστικά εργαλεία που θα μπορούσαν ενδεχομένως να οδηγήσουν τις παγκόσμιες προσπάθειες για τη μείωση των εκπομπών και τη διατήρηση του περιβάλλοντος. Η διπλωματική εργασία θα διερευνήσει το σχεδιασμό, την εφαρμογή και την αποτελεσματικότητα αυτών των μηχανισμών μέσα στην πολύπλοκη αρχιτεκτονική της παγκόσμιας περιβαλλοντικής διακυβέρνησης, εντοπίζοντας τόσο τα δυνατά τους σημεία όσο και τους περιορισμούς τους.

1.3 Στόχος εργασίας

Κεντρικός στόχος της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η διεξαγωγή μιας λεπτομερούς εξέτασης των τιμολογίων άνθρακα ως μέσου για την καταπολέμηση της περιβαλλοντικής βλάβης, αντιμετωπίζοντας παράλληλα το ζήτημα του αθέμιτου ανταγωνισμού στο διεθνές εμπόριο. Η ανάλυση στοχεύει να απομυθοποιήσει τον λειτουργικό μηχανισμό και την αποτελεσματικότητα των τιμολογίων άνθρακα και των BAM, αξιολογώντας τις δυνατότητές τους να εξισώσουν τους οικονομικούς όρους ανταγωνισμού μεταξύ των χωρών με ποικίλους περιβαλλοντικούς κανονισμούς. Θα εξετάσει επίσης τη νομιμότητα αυτών των μέσων στο πλαίσιο του παγκόσμιου εμπορικού καθεστώτος, ιδίως υπό την αιγίδα του Παγκόσμιου Οργανισμού Εμπορίου (ΠΟΕ).

Επιπλέον, η μελέτη θα διερευνήσει πώς οι δασμοί άνθρακα μπορούν να συμβάλουν στους στόχους βιώσιμης ανάπτυξης, συμπεριλαμβανομένης της μετάβασης σε μια παγκόσμια οικονομία χαμηλών εκπομπών άνθρακα. Η φιλοδοξία είναι να αρθρωθούν στρατηγικές για την ενσωμάτωση των τιμολογίων άνθρακα στο ευρύτερο πλαίσιο της παγκόσμιας περιβαλλοντικής

διακυβέρνησης, με στόχο να βοηθηθούν οι υπεύθυνοι χάραξης πολιτικής να πλοηγηθούν στη διασταύρωση της οικονομικής ανάπτυξης και της περιβαλλοντικής βιωσιμότητας. Η έρευνα που διεξάγεται μέσω αυτής της διατριβής έχει σκοπό να εμπλουτίσει τον ακαδημαϊκό λόγο και να παράσχει μια θεμελιωμένη βάση για μελλοντικές συζητήσεις πολιτικής και στρατηγικό οικονομικό σχεδιασμό. Για να επιτευχθούν τα παραπάνω θα αξιοποιηθούν τρεις μεγάλες εμπορικές δυνάμεις, Ευρωπαϊκή Ένωση, ΗΠΑ και Κίνα και θα εφαρμοστεί κατάλληλη συγκριτική μελέτη για την εξαγωγή συμπερασμάτων.

1.4 Ερευνητικά ερωτήματα

Στο πλαίσιο της διατριβής, θα διερευνηθούν σχολαστικά τα ακόλουθα ερευνητικά ερωτήματα για την επίτευξη των στόχων που περιγράφονται:

Αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας των δασμών άνθρακα: Σε ποιο βαθμό είναι αποτελεσματικά τα τιμολόγια άνθρακα για τον μετριασμό του φαινομένου της διαρροής άνθρακα και για τη διασφάλιση ίσων όρων ανταγωνισμού μεταξύ των διεθνών εμπορικών εταιρών; Αυτό το ερώτημα είναι θεμελιώδες για την αξιολόγηση των πρακτικών αποτελεσμάτων της επιβολής δασμών άνθρακα στα εισαγόμενα αγαθά, για την εξέταση της επιρροής τους στις αλλαγές παραγωγής και την εξωτερική ανάθεση εκπομπών.

Αξιολόγηση του ρόλου των μηχανισμών συνοριακής προσαρμογής άνθρακα: Πώς λειτουργούν οι BAM στο διεθνές εμπορικό σύστημα και τι αντίκτυπο έχουν στην ανταγωνιστική ισορροπία μεταξύ χωρών με διαφορετικούς περιβαλλοντικούς κανονισμούς; Η εξερεύνηση εδώ θα εμβαθύνει στη μηχανική των BAM, στο ρόλο τους στο εμπόριο και στην ικανότητά τους να συμβιβάζουν τους στόχους της περιβαλλοντικής πολιτικής με τις αρχές του ελεύθερου εμπορίου.

Συμμόρφωση με το Διεθνές Εμπορικό Δίκαιο: Είναι τα τιμολόγια άνθρακα και τα BAM σε ευθυγράμμιση με τους κανόνες και τις συμφωνίες του Παγκόσμιου Οργανισμού Εμπορίου; Αυτή η ερώτηση θα αναλύσει τις νομικές προκλήσεις και τις εκτιμήσεις που προκύπτουν από την εφαρμογή των δασμών άνθρακα, διασφαλίζοντας ότι οι προτάσεις είναι συμβατές με τους διεθνείς εμπορικούς νόμους.

Συμβολή στη βιώσιμη ανάπτυξη: Με ποιους τρόπους μπορούν οι δασμοί άνθρακα και τα BAM να προωθήσουν τους στόχους της βιώσιμης ανάπτυξης, ιδίως όσον αφορά την προώθηση μιας παγκόσμιας οικονομικής μετάβασης σε χαμηλότερες εκπομπές άνθρακα; Η έρευνα θα εξετάσει την αποτελεσματικότητα αυτών των μέσων για την προώθηση βιώσιμων οικονομικών πρακτικών και την περιβαλλοντική διαχείριση.

Ενσωμάτωση στην Παγκόσμια Περιβαλλοντική Διακυβέρνηση: Ποιες στρατηγικές μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την αποτελεσματική ενσωμάτωση των τιμολογίων άνθρακα και των BAM στα υπάρχοντα πλαίσια παγκόσμιας περιβαλλοντικής διακυβέρνησης; Αυτό θα περιλαμβάνει αξιολόγηση των θεσμικών και πολιτικών διαστάσεων που είναι

απαραίτητες για την ενσωμάτωση αυτών των μηχανισμών στις διεθνείς προσπάθειες για την καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής.

Κάθε ένα από αυτά τα ερευνητικά ερωτήματα έχει δημιουργηθεί για να αναλύει διακριτές αλλά αλληλένδετες πτυχές της εφαρμογής των τιμολογίων άνθρακα. Χρησιμεύουν ως οδηγός για την πλοήγηση σε σύνθετα οικονομικά, νομικά και περιβαλλοντικά εδάφη, προσφέροντας μια ισχυρή ανάλυση που αναμένεται να συμβάλει τόσο στην ακαδημαϊκή υποτροφία όσο και στη διαμόρφωση ρεαλιστικών, στραμμένων προς το μέλλον πολιτικών.

1.5 Δομή κεφαλαίων εργασίας

Η διπλωματική εργασία οργανώνεται σε πέντε κεφάλαια, συμπεριλαμβανομένης αυτής της εισαγωγικής ενότητας, το καθένα με μια συγκεκριμένη περιοχή εστίασης που συλλογικά βασίζεται σε μια ολοκληρωμένη κατανόηση των τιμολογίων άνθρακα και των πολύπλευρων επιπτώσεών τους. Παρακάτω παρουσιάζεται συνοπτικά η δομή και το περιεχόμενο κάθε κεφαλαίου.

Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή Αυτό το αρχικό κεφάλαιο θέτει τις βάσεις για τη διατριβή καθιερώνοντας το πλαίσιο και τη σημασία της διερεύνησης των τιμολογίων άνθρακα ως μέσων για την καταπολέμηση του αθέμιτου ανταγωνισμού και της περιβαλλοντικής υποβάθμισης. Διατυπώνει τα ερευνητικά ερωτήματα και ορίζει κρίσιμους όρους όπως «διαρροή άνθρακα», «τιμολόγια άνθρακα» και τα (BAMs).

Κεφάλαιο 2: Θεωρητικό υπόβαθρο και ανάλυση βιβλιογραφίας Στο δεύτερο κεφάλαιο γίνεται μια κριτική ανάλυση της υπάρχουσας βιβλιογραφίας για τα τιμολόγια άνθρακα και τη σχέση τους με τις παγκόσμιες εκπομπές CO₂. Συνθέτει την τρέχουσα γνώση και τις θεωρητικές προοπτικές, εξετάζοντας τη σχέση μεταξύ των μηχανισμών τιμολόγησης του άνθρακα και των οικονομικών τους διακλαδώσεων.

Κεφάλαιο 3: Μεθοδολογία προσέγγισης και συλλογής δεδομένων Σε αυτό το κεφάλαιο, η μεθοδολογία της μελέτης περιγράφεται λεπτομερώς, περιγράφοντας τις πηγές δεδομένων, τις στρατηγικές συλλογής και τις αναλυτικές τεχνικές. Αυτή η μεθοδολογική βάση στηρίζει τη συγκριτική ανάλυση που πραγματοποιείται στα επόμενα κεφάλαια.

Κεφάλαιο 4: Συγκριτική Μελέτη και αποτελέσματα Αυτό το κεφάλαιο παρουσιάζει τα εμπειρικά ευρήματα από μια συγκριτική ανάλυση των ΗΠΑ, της Κίνας και της ΕΕ σχετικά με τα εμπορικά ελλείμματα, τις εκπομπές άνθρακα και τη χρήση άνθρακα. Συζητά αυτά τα αποτελέσματα στο πλαίσιο των διεθνών προσπαθειών για τη ρύθμιση των εκπομπών άνθρακα και την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής.

Κεφάλαιο 5: Συμπεράσματα και μελλοντικές προτάσεις Το τελευταίο κεφάλαιο συνοψίζει τα βασικά ευρήματα της έρευνας, συζητά τις επιπτώσεις της στη χάραξη πολιτικής και αναγνωρίζει τους περιορισμούς της. Προτείνει επίσης τρόπους για μελλοντική

έρευνα που θα μπορούσε να βασιστεί στα πορίσματα αυτής της διπλωματικής εργασίας.

Θεωρητικό υπόβαθρο και ανάλυση βιβλιογραφίας

2.1 Βιβλιογραφική ανασκόπηση

2.1.1 Υφιστάμενη κατάσταση και εκπομπές CO₂

Η χρήση του άνθρακα, που ανάγεται στην αρχαιότητα, ήταν προσιτή σε όλους, ανεξάρτητα από την κοινωνική ή οικονομική κατάσταση, παίζοντας ζωτικό ρόλο στις καθημερινές ανθρώπινες δραστηριότητες. Περνώντας στο σήμερα, μετά τη βιομηχανική επανάσταση, η πρόοδος της επιστήμης και της τεχνολογίας έφερε πολλά οφέλη για την κοινωνική βιωσιμότητα. Ωστόσο, αυτή η ραγδαία ανάπτυξη εγείρει ερωτήματα τόσο για το περιβαλλοντικό όσο και για το οικονομικό αποτύπωμα στον πλανήτη μας.

Ο άνθρακας και τα παράγωγά του παραμένουν τα προτιμώμενα καύσιμα στις βιομηχανίες και τον κατασκευαστικό τομέα λόγω της οικονομικής αποδοτικότητας και της αξιοπιστίας τους. Με ποσοστό περίπου 35% του συνολικού καυσίμου για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, τα καύσιμα με βάση τον άνθρακα κυριαρχούν στον τομέα της ενέργειας. Αξίζει να σημειωθεί ότι περίπου το ένα πέμπτο των εκπομπών CO₂ προέρχεται από τη βιομηχανία, ενώ τα καύσιμα με βάση τον άνθρακα χρησιμοποιούνται στο 85% του χρόνου, γεγονός που εδραιώνει την κυριαρχία τους στον τομέα των καυσίμων [43].

Έχει παρατηρηθεί ότι οι εταιρείες που χρησιμοποιούν καύσιμα με βάση τον άνθρακα, τηρώντας τα περιβαλλοντικά πρωτόκολλα και τις νομοθεσίες, έχουν καταφέρει να ελαχιστοποιήσουν τα απόβλητα και να μεγιστοποιήσουν την αποδοτικότητα αυτού του καυσίμου. Η προσαρμογή αυτή αντανακλά την αυξανόμενη ευαισθητοποίηση και υπευθυνότητα απέναντι στις περιβαλλοντικές επιπτώσεις στον βιομηχανικό τομέα.

Η χρήση του άνθρακα ως αξιόπιστης και φθηνής πηγής ενέργειας αποτελεί βασικό παράγοντα για την ευρεία χρήση του. Ωστόσο, οι ανανεώσιμες και καθαρότερες πηγές ενέργειας, οι οποίες είναι πιο φιλικές προς το περιβάλλον και διαδεδομένες στις ανεπτυγμένες χώρες, είναι ακριβότερες από τον άνθρακα. Αναπτυσσόμενες χώρες όπως η Κίνα, η Ινδία, η Βραζιλία και η Νότια Αφρική προτιμούν τον άνθρακα λόγω των οικονομικών πλεονεκτημάτων του, βοηθώντας τις στην ανταγωνιστικότητα του παγκόσμιου εμπορίου με την παραγωγή πιο οικονομικά βιώσιμων προϊόντων [44].

Η υπερθέρμανση του πλανήτη, ένα κρίσιμο ζήτημα που επηρεάζει τόσο την πολιτική όσο και την κοινωνική σφαίρα, οφείλεται κυρίως στη χρήση μη φιλικών προς το περιβάλλον υλικών που

παράγουν αέρια του θερμοκηπίου. Ως απάντηση, η Ευρωπαϊκή Ένωση και άλλες ανεπτυγμένες χώρες αποφάσισαν να καταπολεμήσουν αυτό το φαινόμενο επιβάλλοντας δασμούς άνθρακα στις βιομηχανίες. Οι δασμοί αυτοί αποσκοπούν στη μείωση της χρήσης του άνθρακα ως καυσίμου και στην εξάλειψη του ανθέμιτου ανταγωνισμού στο εμπόριο και την οικονομία.

Οι βιομηχανίες, σε μια προσπάθεια να αποφύγουν τους δασμούς άνθρακα, έχουν μετεγκατασταθεί σε χώρες όπως η Κίνα, η Ινδία και η Νότια Αφρική. Οι βιομηχανίες αυτές βρίσκουν πολλά πλεονεκτήματα σε αυτές τις χώρες, όπως φθηνότερο εργατικό δυναμικό, περισσότερες ώρες εργασίας, φθηνότερες πρώτες ύλες και, κυρίως, την αποφυγή των υφιστάμενων δασμών άνθρακα.

Υπάρχει το ενδεχόμενο διπλής φορολόγησης εάν μια χώρα έχει θεσπίσει δασμούς άνθρακα στη βιομηχανία της και οι βιομηχανίες αυτές συναλλάσσονται με χώρες που έχουν εφαρμόσει κάποιας μορφής CBAM. Επιπλέον, εάν τα συστατικά ενός προϊόντος κατασκευάζονται σε βιομηχανίες που χρησιμοποιούν καύσιμα με βάση τον άνθρακα, τόσο τα συστατικά όσο και το τελικό προϊόν υπόκεινται σε φορολόγηση.

Υπάρχει ανάγκη για μια δίκαιη και αποτελεσματική μέθοδο φορολόγησης του άνθρακα που να είναι δίκαιη για όλους και να επιτυγχάνει τα επιθυμητά αποτελέσματα. Ενώ υπάρχουν αρκετά οφέλη από τη χρήση του άνθρακα, το περιβαλλοντικό του αποτύπωμα είναι σημαντικό, και ενώ μπορεί να προσφέρει βραχυπρόθεσμα οφέλη, η μακροπρόθεσμη χρήση του θα μπορούσε να οδηγήσει σε σημαντική περιβαλλοντική και ανθρώπινη ζημία.

2.1.2 Δασμοί άνθρακα και μηχανισμοί προσαρμογής των συνόρων (BAM)

Η υπερθέρμανση του πλανήτη, η οποία οφείλεται κυρίως στη χρήση μη φιλικών προς το περιβάλλον υλικών όπως ο άνθρακας, το πετρέλαιο και το βαρύ πετρέλαιο, έχει αναδειχθεί σε σημαντική ανησυχία. Τα υλικά αυτά χρησιμοποιούνται ευρέως στη βιομηχανία λόγω της αποτελεσματικότητάς τους και του χαμηλότερου οικονομικού κόστους. Ωστόσο, η χρήση τους έχει οδηγήσει σε αυξημένες εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, γεγονός που ώθησε την Ευρωπαϊκή Ένωση και άλλες ανεπτυγμένες χώρες να εφαρμόσουν μέτρα όπως οι δασμοί άνθρακα για την καταπολέμηση αυτού του φαινομένου και την ενθάρρυνση της στροφής προς πιο πράσινες πηγές ενέργειας [43][44].

Οι δασμοί άνθρακα έχουν χωριστεί σε δύο κύριες κατηγορίες: αυτούς που επιβάλλονται στις εγχώριες βιομηχανίες και το εμπόριο και τους CBAMs, ο οποίος εφαρμόζεται στα εισαγόμενα προϊόντα. Οι CBAM αποσκοπεί στην ευθυγράμμιση των διεθνών εμπορικών πρακτικών με τους περιβαλλοντικούς στόχους, διασφαλίζοντας τον θεμιτό ανταγωνισμό, επιβάλλοντας φόρο άνθρακα σε προϊόντα που δεν φορολογούνται στο ίδιο επίπεδο με αυτό της ΕΕ [45][46]. Μια ολοκληρωμένη CBAM (Comprehensive CBAM - CCBAM) θα μπορούσε να κλιμακώσει σημαντικά τον όγκο των εκπομπών που τιμολογούνται, καλύπτοντας ένα ευρύ φάσμα εισαγωγών και έμμεσων εκπομπών. Η προσέγγιση αυτή είναι ζωτικής σημασίας για τη διατήρηση της μακροπρόθεσμης ανταγωνιστικότητας των βιομηχανιών της ΕΕ, καθώς διασφαλίζει ότι οι παραγωγοί σε τρίτες χώρες επωμίζονται το κόστος των εκπομπών που προέρχονται από τα προηγούμενα στάδια [47].

Τα οικονομικά μοντέλα έχουν συμβάλει καθοριστικά στην κατανόηση των επιπτώσεων των

CBAM. Παρέχουν γνώσεις σχετικά με τις μακροοικονομικές επιπτώσεις τόσο στις χώρες της ΕΕ όσο και σε τρίτες χώρες, προσφέροντας προοπτικές για πιθανές οικονομικές μεταβολές, εμπορικά πρότυπα και περιβαλλοντικά αποτελέσματα. Επιπλέον, η κατανόηση της δυναμικής της παγκόσμιας αγοράς άνθρακα, συμπεριλαμβανομένων των διαφορών στην τιμολόγηση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα σε διάφορες χώρες, είναι απαραίτητη για την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας και της δικαιοσύνης των CBAMs [45][48][49][50][51].

Η διερεύνηση των νομικών και πολιτικών πλαισίων που περιβάλλουν τις CBAM, ιδίως η συμβατότητά τους με τους κανόνες του ΠΟΕ και άλλους διεθνείς εμπορικούς νόμους, είναι ζωτικής σημασίας. Αυτό περιλαμβάνει την εξέταση της σκοπιμότητας των CBAM και των πιθανών τροποποιήσεων που απαιτούνται για να είναι οι μηχανισμοί αυτοί αποτελεσματικοί και συμβατοί με το διεθνές δίκαιο [47].

Οι βιομηχανίες ανταποκρίθηκαν σε αυτούς τους δασμούς με μετεγκατάσταση σε χώρες με πιο επιεικείς πολιτικές για τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα. Ωστόσο, πρέπει να εξισορροπήσουν τα οικονομικά οφέλη της μετεγκατάστασης έναντι του δυνητικού κόστους που επιβάλλουν οι CBAM και άλλοι διεθνείς εμπορικοί κανονισμοί. Η συμπερίληψη των προοπτικών διαφόρων ενδιαφερόμενων μερών, όπως εκπρόσωποι της βιομηχανίας, υπεύθυνοι χάραξης πολιτικής και περιβαλλοντικές ομάδες, παρέχει μια πιο ολιστική κατανόηση του αντίκτυπου και της υποδοχής αυτών των μηχανισμών [52][48][46].

Μια ουσιαστική σκέψη κατά την εφαρμογή των τιμολογίων άνθρακα και των CBAM είναι ο κίνδυνος υπερφορολόγησης. Χρειάζεται μια ισορροπημένη και αποτελεσματική στρατηγική φορολόγησης του άνθρακα που να είναι δίκαιη για όλους τους ενδιαφερόμενους και να επιτυγχάνει τα επιθυμητά περιβαλλοντικά και οικονομικά αποτελέσματα. Η στρατηγική αυτή θα πρέπει να λαμβάνει υπόψη τις ποικίλες επιπτώσεις των δασμών άνθρακα στις διάφορες οικονομίες, ιδίως στις λιγότερο ανεπτυγμένες χώρες, ώστε να διασφαλίζεται ότι τα μέτρα δεν επηρεάζουν δυσανάλογα τις ευάλωτες οικονομίες [45][48][51].

Η εφαρμογή τιμολογίων άνθρακα και CBAM από τις πιο ανεπτυγμένες χώρες έχει ως στόχο να οδηγήσει τις βιομηχανίες προς τη χρήση πράσινης ενέργειας, να μειώσει τη ρύπανση και να καταπολεμήσει τον αθέμιτο ανταγωνισμό από εργοστάσια σε χώρες χωρίς τέτοια μέτρα. Η παρούσα διατριβή θα μελετήσει τους καθορισμένους δασμούς και τα τελικά αποτελέσματά τους, τόσο περιβαλλοντικά όσο και οικονομικά, ενώ θα δώσει ιδιαίτερη προσοχή στις επιπτώσεις στο διεθνές εμπόριο, στην ανταγωνιστικότητα των βιομηχανιών της ΕΕ και στα νομικά και πολιτικά πλαίσια που περιβάλλουν αυτούς τους μηχανισμούς [44][53].

2.1.3 Πλαίσιο των εμπορικών ελλειμμάτων, των εκπομπών CO₂ και της χρήσης άνθρακα στην βιομηχανία των ΗΠΑ, Κίνα και ΕΕ

Στο πλαίσιο της παρούσας διπλωματικής εργασίας, όπου θα μελετηθούν οι εμπορικές σχέσεις και η επίδραση των δασμών άνθρακα στις ΗΠΑ, ΕΕ και Κίνα, πραγματοποιείται βιβλιογραφική μελέτη και έρευνα πάνω σε παρεμφερείς μελέτες. Μελέτες [44] τονίζουν ότι οι δασμοί άνθρακα μπορούν να αντιμετωπίσουν αποτελεσματικά τη διαρροή άνθρακα, αλλά με σημαντικό οικονομικό και εμπορικό κόστος, ιδίως για τις αναπτυσσόμενες χώρες. Η δικαιοσύνη της CBAM, ιδίως όσον αφορά τον αντίκτυπό της στις αναπτυσσόμενες χώρες, συζητείται λόγω των ανισοτήτων στις δυνατότητες καθαρής τεχνολογίας.

Πρόσφατες μελέτες που χρησιμοποιούν δυναμικά υποδείγματα υπολογιστικής γενικής ισορροπίας αποκαλύπτουν ότι οι αμερικανικοί δασμοί άνθρακα, που κυμαίνονται από 40 έως 60 δολάρια/τόνο CO₂, θα μπορούσαν να μεταβάλουν σημαντικά τη διάρθρωση των εξαγωγών της Κίνας, προωθώντας την εκτροπή του εμπορίου. Σε απάντηση, οι εγχώριες πολιτικές της Κίνας, όπως ο φόρος άνθρακα και οι εξαγωγικές επιδοτήσεις, θα μπορούσαν να μετριάσουν αυτές τις επιπτώσεις. Ο φόρος άνθρακα ήταν αποτελεσματικός στην ενίσχυση της χρήσης καθαρής ενέργειας και στη μείωση των εκπομπών, ενώ οι εξαγωγικές επιδοτήσεις παρέχουν βραχυπρόθεσμη ανακούφιση στις προκλήσεις της κοινωνικής ευημερίας που θέτουν οι εν λόγω δασμοί [54].

Η θέσπιση δασμών άνθρακα από μεγάλες οικονομίες όπως οι ΗΠΑ και η ΕΕ έχει βαθιές επιπτώσεις στο παγκόσμιο εμπόριο, επηρεάζοντας ιδιαίτερα τις ενεργοβόρες βιομηχανίες σε χώρες όπως η Κίνα. Οι δασμοί αυτοί τείνουν να μειώνουν το εξαγωγικό εμπόριο για τις βιομηχανίες έντασης άνθρακα, αναδεικνύοντας την ανάγκη για ισορροπημένες προσεγγίσεις για τη συμφιλίωση των περιβαλλοντικών πολιτικών με τις παγκόσμιες οικονομικές δομές. Από την άλλη, ο CBAM της ΕΕ αποσκοπεί στην πρόληψη της διαρροής άνθρακα με την εξίσωση του κόστους άνθρακα μεταξύ βιομηχανιών της ΕΕ και ξένων βιομηχανιών. Ο μηχανισμός αυτός είναι πολύπλευρος, καθώς περιλαμβάνει εκτιμήσεις για την περιβαλλοντική αποτελεσματικότητα, τη συμβατότητα με τον ΠΟΕ και τον αντίκτυπό του στην ανταγωνιστικότητα των εξαγωγέων και των εγχώριων βιομηχανιών της ΕΕ [54].

Μελέτες, επίσης υπογραμμίζουν ότι οι μερικές προσαρμογές των συνοριακών φόρων μπορούν να αναπαράγουν τα αποτελέσματα της συνεργατικής φορολόγησης του άνθρακα, γεγονός που υποδηλώνει μια στρατηγική προσέγγιση της διεθνούς πολιτικής για το κλίμα [55]. Η μελέτη χρησιμοποιεί μια θεωρητική προσέγγιση παιγνίων για να εκτιμήσει τον αντίκτυπο των προσαρμογών των συνοριακών φόρων στην παγκόσμια ευημερία και στις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα. Οι συγγραφείς διερευνούν τις στρατηγικές ισορροπίας και τα αποτελέσματα υπό τρία σενάρια: μη συνεργατική φορολόγηση του άνθρακα, συνεργατική φορολόγηση του άνθρακα και επιβολή συνοριακού φόρου από μια διεθνή αρχή όπως ο ΠΟΕ. Τα βασικά συμπεράσματα περιλαμβάνουν ότι μια μερική προσαρμογή του φόρου στα σύνορα μπορεί να αναπαράγει αποτελεσματικά τα αποτελέσματα της συνεργατικής φορολόγησης του άνθρακα, αποτελώντας ενδεχομένως έναν τρόπο παράκαμψης της έλλειψης διεθνών συμφωνιών για την κλιματική αλλαγή. Η μελέτη υπογραμμίζει επίσης ότι τέτοιου είδους προσαρμογές στα σύνορα, ενώ είναι επωφελείς σε ορισμένα σενάρια, πρέπει να διαβαθμίζονται προσεκτικά ώστε να μεγιστοποιείται η συνολική ευημερία χωρίς να μειονεκτεί υπερβολικά κάποια συγκεκριμένη χώρα.

Επιπρόσθετα εξετάζονται οι εμπορικές ελαστικότητες για την ανάλυση του εμπορίου ΗΠΑ-Κίνας, προσφέροντας πληροφορίες για το πώς οι δασμοί άνθρακα μπορούν να επηρεάσουν τη δυναμική του εμπορίου και τις εκπομπές [56]. Η ανάλυση αυτή είναι ιδιαίτερα σημαντική επειδή ενσωματώνει τις εμπορικές ελαστικότητες, οι οποίες είναι κρίσιμες για την κατανόηση του τρόπου με τον οποίο οι αλλαγές στους δασμούς άνθρακα ενδέχεται να επηρεάσουν τον όγκο και τα πρότυπα του εμπορίου. Η εφαρμογή στο εμπόριο ΗΠΑ-Κίνας είναι σημαντική, δεδομένης της κλίμακας και του αντίκτυπου των εμπορικών δραστηριοτήτων μεταξύ αυτών των δύο μεγάλων οικονομιών στις παγκόσμιες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα. Τα ευρήματα της παρούσας μελέτης προσφέρουν πολύτιμες πληροφορίες για την ευρύτερη συζήτηση σχετικά

με τη διασταύρωση της περιβαλλοντικής πολιτικής και του διεθνούς εμπορίου. Η ενσωμάτωση αυτών των γνώσεων θα προσφέρει μια πιο διαφοροποιημένη κατανόηση του τρόπου με τον οποίο οι δασμοί άνθρακα μπορούν να επηρεάσουν τη δυναμική του παγκόσμιου εμπορίου και τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα.

Η εφαρμογή δασμών άνθρακα από χώρες όπως οι ΗΠΑ και η ΕΕ και μηχανισμών όπως η CBAM αποτελούν σημαντικά βήματα προς τη μείωση των παγκόσμιων εκπομπών. Ωστόσο, τα μέτρα αυτά συνοδεύονται από πολύπλοκες επιπτώσεις στο διεθνές εμπόριο, ιδίως σε αναπτυσσόμενες χώρες όπως η Κίνα. Η ανάγκη για ισορροπημένους και δίκαιους μηχανισμούς τιμολόγησης των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα είναι ζωτικής σημασίας, λαμβάνοντας υπόψη τα διαφορετικά στάδια οικονομικής ανάπτυξης και τις διαφορετικές δυνατότητες. Οι πολιτικές αυτές όχι μόνο διαμορφώνουν τη δυναμική του παγκόσμιου εμπορίου, αλλά είναι επίσης καίριας σημασίας για την παγκόσμια προσπάθεια μετριασμού της κλιματικής αλλαγής.

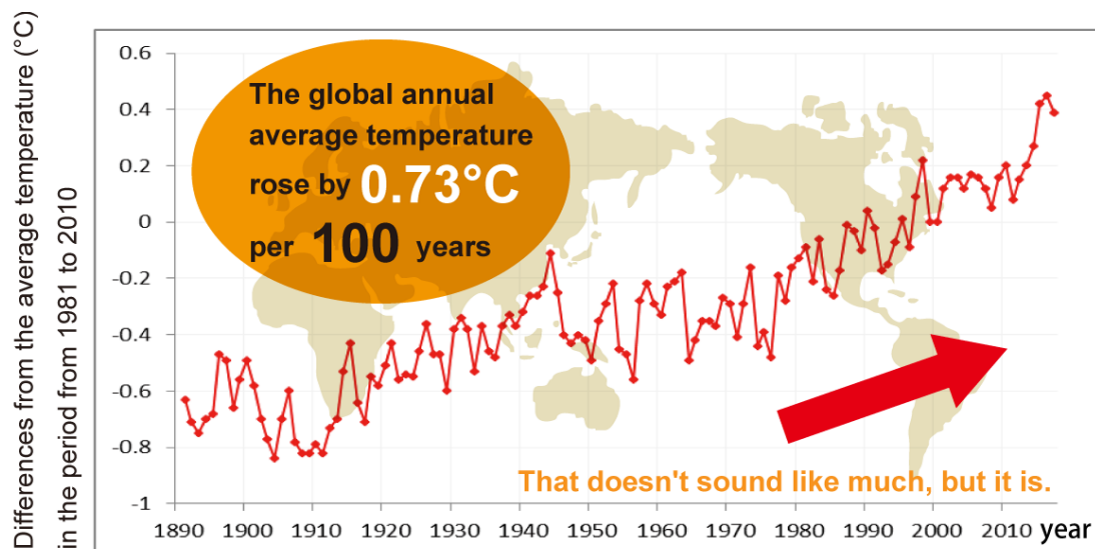
2.2 Επισκόπηση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα και της κλιματικής αλλαγής

2.2.1 Παγκόσμια κλιματική αλλαγή

Η κλιματική αλλαγή αντιπροσωπεύει μια σημαντική μεταβολή στα κλιματικά πρότυπα της Γης, η οποία οφείλεται κυρίως στις ανθρώπινες δραστηριότητες από τα μέσα του 20ου αιώνα. Κεντρικό ρόλο σε αυτό το φαινόμενο παίζει το φαινόμενο του θερμοκηπίου, μια φυσική διαδικασία που επιδεινώνεται από τις αυξημένες εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, όπως το διοξείδιο του άνθρακα (CO_2), το μεθάνιο (CH_4) και το οξείδιο του αζώτου (N_2O). Αυτά τα αέρια παγιδεύουν θερμότητα στην ατμόσφαιρα της Γης, οδηγώντας σε σταδιακή αύξηση της παγκόσμιας θερμοκρασίας, ένα φαινόμενο που συνήθως αναφέρεται ως υπερθέρμανση του πλανήτη.

Η έννοια της κλιματικής αλλαγής έχει τις ρίζες της στην επιστημονική ανακάλυψη του 19ου αιώνα για το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Ωστόσο, μόλις στα τέλη του 20ού αιώνα προέκυψε μια ευρεία επιστημονική συναίνεση, αναγνωρίζοντας τις ανθρώπινες δραστηριότητες ως πρωταρχικό παράγοντα των κλιματικών μεταβολών. Σήμερα, παρατηρούμε τις συνέπειες αυτού του γεγονότος με τη μορφή της αύξησης της παγκόσμιας θερμοκρασίας, της υποχώρησης των πάγων και της ανύψωσης της στάθμης της θάλασσας. Εκθέσεις από έγκυρους φορείς όπως η Διακυβερνητική Επιτροπή για την Κλιματική Αλλαγή (Intergovernmental Panel on Climate Change - IPCC) υπογραμμίζουν αυτές τις αλλαγές, υπογραμμίζοντας την αμεσότητα και τον επείγοντα χαρακτήρα του ζητήματος.

Η κύρια πηγή των αερίων του θερμοκηπίου φυσικό αέριο. Αυτό επιδεινώνεται από την αποφύλωση των δασών, η οποία μειώνει την ικανότητα του πλανήτη να απορροφά το CO_2 . Το μεθάνιο, ένα άλλο ισχυρό αέριο του θερμοκηπίου, απελευθερώνεται από τις χωματερές, τις γεωργικές πρακτικές (κυρίως την καλλιέργεια ρυζιού και την κτηνοτροφία) και την εξόρυξη πετρελαίου και φυσικού αερίου. Οι εκπομπές οξειδίου του αζώτου προέρχονται από γεωργικές και βιομηχανικές δραστηριότητες, καθώς και από την καύση ορυκτών καυσίμων και στερεών αποβλήτων. Στην Εικόνα 2.1 παρουσιάζεται η επίδραση της μεταβολής της κλιματικής αλλαγής στην μέση θερμοκρασία στην πορεία των χρόνων.



Εικόνα 2.1: Επίδραση κλιματικής αλλαγής στην μέση θερμοκρασία [2]

Η κλιματική αλλαγή εκδηλώνεται με διάφορες μορφές, από ακραία καιρικά φαινόμενα έως τη μετατόπιση των ενδιαιτημάτων της άγριας ζωής και την αύξηση των φυσικών καταστροφών. Οι αλλαγές αυτές επιφέρουν βαθιές κοινωνικοοικονομικές συνέπειες, όπως απειλές για την επισιτιστική ασφάλεια, κλιμακούμενους κινδύνους για την υγεία και πιθανή εκτόπιση πληθυσμών. Οι επιπτώσεις είναι ιδιαίτερα έντονες στις αναπτυσσόμενες χώρες, όπου οι κοινότητες είναι πιο ευάλωτες στις διαταραχές που σχετίζονται με το κλίμα.

Ως απάντηση στην κλιμακούμενη κλιματική κρίση, η διεθνής κοινότητα έχει δρομολογήσει συμφωνίες όπως το Πρωτόκολλο του Κιότο και η Συμφωνία των Παρισίων. Οι συμφωνίες αυτές αποσκοπούν στον περιορισμό της αύξησης της παγκόσμιας θερμοκρασίας και στη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου μέσω συλλογικών προσπαθειών και δεσμεύσεων. Οι συνεχιζόμενες συζητήσεις και διαπραγματεύσεις στα διεθνή φόρουμ υπογραμμίζουν την ανάγκη για συνεργατική παγκόσμια δράση για την αποτελεσματική καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής.

2.2.2 Εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα (CO₂)

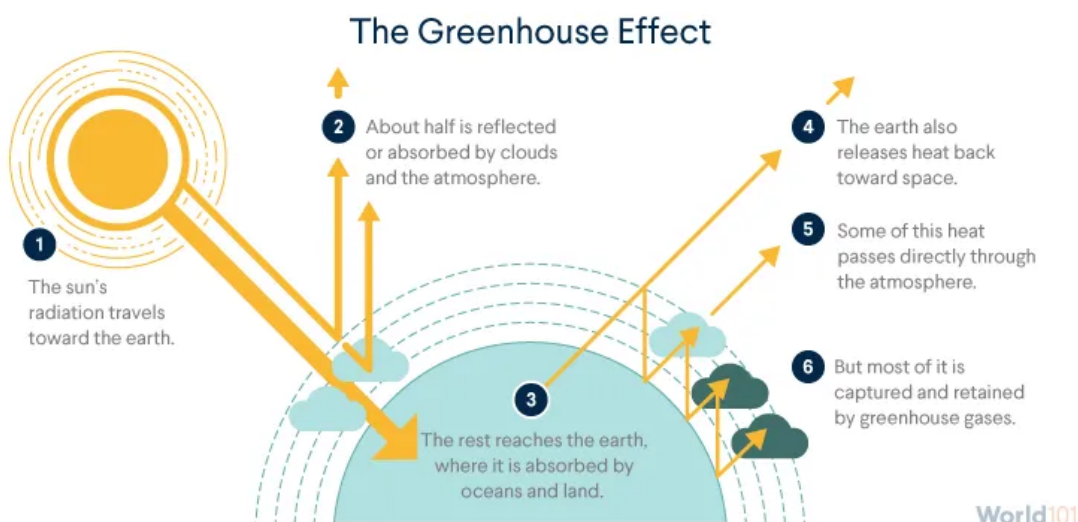
Το διοξείδιο του άνθρακα (CO₂) είναι το κυριότερο αέριο του θερμοκηπίου που συμβάλλει στην κλιματική αλλαγή, αντιπροσωπεύοντας την πλειονότητα των επιπτώσεων της ανθρωπότητας στο κλιματικό σύστημα της Γης. Εκπέμπεται κυρίως μέσω της καύσης ορυκτών καυσίμων, όπως ο άνθρακας, το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο, και τα επίπεδα του CO₂ έχουν αυξηθεί στην ατμόσφαιρα, φτάνοντας σε συγκεντρώσεις που δεν έχουν παρατηρηθεί εδώ και εκατομμύρια χρόνια. Αυτή η αύξηση του CO₂ συνδέεται άμεσα με τις ανθρώπινες δραστηριότητες, ιδίως μετά τη Βιομηχανική Επανάσταση, η οποία σηματοδότησε σημαντική αύξηση της καύσης ορυκτών καυσίμων για την παραγωγή ενέργειας και τις μεταφορές.

Τις τελευταίες δεκαετίες, οι παγκόσμιες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα έχουν παρουσιάσει μια ανησυχητική ανοδική τάση. Η ταχεία εκβιομηχάνιση των αναδυόμενων οικονομιών, σε συνδυασμό με τις σταθερά υψηλές εκπομπές στις ανεπτυγμένες χώρες, οδήγησε σε σημαντική αύξηση των παγκόσμιων επιπέδων CO₂. Παρά την αυξανόμενη ευαισθητοποίηση και

τις προσπάθειες μετριασμού των εκπομπών, η παγκόσμια κοινότητα συνεχίζει να αντιμετωπίζει προκλήσεις για τον περιορισμό της αδυσώπητης αύξησης των αερίων του θερμοκηπίου. Εκθέσεις από οργανισμούς όπως ο Παγκόσμιος Μετεωρολογικός Οργανισμός (World Meteorological Organization - WMO) και η IPCC παρέχουν λεπτομερείς αναλύσεις αυτών των τάσεων, υπογραμμίζοντας την κρίσιμη ανάγκη για αποτελεσματικές πολιτικές διαχείρισης του διοξειδίου του άνθρακα.

Οι κύριες πηγές εκπομπών CO₂ είναι οι εξής:

- **Παραγωγή ενέργειας:** Η μεγαλύτερη πηγή των παγκόσμιων εκπομπών CO₂. Οι σταθμοί ηλεκτροπαραγωγής με καύση άνθρακα, το πετρέλαιο και η καύση φυσικού αερίου συμβάλλουν σημαντικά στα παγκόσμια επίπεδα αερίων του θερμοκηπίου.
- **Μεταφορές:** Τα οχήματα, τα αεροπλάνα, τα πλοία και τα τρένα που κινούνται με ορυκτά καύσιμα συμβάλλουν σημαντικά στις εκπομπές CO₂.
- **Βιομηχανικές διεργασίες:** Η παραγωγή τσιμέντου, η χαλυβουργία και άλλες βιομηχανικές δραστηριότητες απελευθερώνουν σημαντικές ποσότητες CO₂.
- **Αποψίλωση δασών και αλλαγές στις χρήσεις γης:** Η μετατροπή των δασών σε γεωργική γη ή σε αστικές περιοχές μειώνει την ικανότητα της Γης να απορροφά CO₂, επιδεινώνοντας περαιτέρω το φαινόμενο του θερμοκηπίου.



Εικόνα 2.2: Το φαινόμενο του θερμοκηπίου που οφείλεται στις εκπομπές CO₂ [3]

Η αύξηση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα έχει οδηγήσει σε ενισχυμένο φαινόμενο του θερμοκηπίου, όπως απεικονίζεται στην Εικόνα 2.2, με αποτέλεσμα την υπερθέρμανση του πλανήτη και την κλιματική αλλαγή. Αυτό εκδηλώνεται με διάφορες μορφές, όπως αυξημένες θερμοκρασίες, λιωσιμο των παγετώνων και των πάγων, άνοδος της στάθμης της θάλασσας

και συχνότερα και σοβαρότερα καιρικά φαινόμενα, όπως τυφώνες, ξηρασίες και πλημμύρες. Ο οικολογικός αντίκτυπος είναι βαθύς, επηρεάζοντας τη βιοποικιλότητα, την υγεία των ωκεανών και τα οικοσυστήματα παγκοσμίως.

Ωστόσο υπάρχει μια αυξανόμενη, διαρκής και συνεχής παγκόσμια προσπάθεια για τη μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα με διάφορα μέσα από τα παρακάτω:

- **Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας:** Οι επενδύσεις σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, όπως η ηλιακή, η αιολική και η υδροηλεκτρική ενέργεια, αποσκοπούν στην αντικατάσταση της παραγωγής ενέργειας με βάση τα ορυκτά καύσιμα.
- **Ενεργειακή απόδοση:** Η βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης στις βιομηχανίες, τα κτίρια και τα συστήματα μεταφορών αποτελεί βασική στρατηγική για τη μείωση των εκπομπών CO₂.
- **Πρωτοβουλίες πολιτικής:** Η τιμολόγηση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα, τα συστήματα εμπορίας εκπομπών και τα ρυθμιστικά μέτρα εφαρμόζονται από διάφορες χώρες για να δοθούν κίνητρα για τη μείωση των εκπομπών.

2.2.3 Επιπτώσεις των εκπομπών άνθρακα στο περιβάλλον και την κοινωνία

Ο κλιμακούμενος αντίκτυπος των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα τόσο στο περιβάλλον όσο και στην κοινωνία αποτελεί ένα πολύπλοκο μωσαϊκό αλληλένδετων προκλήσεων που υπογραμμίζει τον επείγοντα χαρακτήρα αποτελεσματικών μέτρων πολιτικής για το κλίμα. Η αύξηση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα, ως ο κύριος μοχλός της κλιματικής αλλαγής, οδηγεί σε ένα ευρύ φάσμα οικολογικών διαταραχών και κοινωνικοοικονομικών συνεπειών. Η παρούσα εξέταση εμβαθύνει στις πολύπλευρες επιπτώσεις αυτών των εκπομπών, από τη μεταβολή των παγκόσμιων καιρικών συνθηκών έως τον αντίκτυπο στην ανθρώπινη υγεία και την οικονομική σταθερότητα. Η κατανόηση αυτών των επιπτώσεων είναι ζωτικής σημασίας για τη διαμόρφωση της ανάγκης για ισχυρές παρεμβάσεις πολιτικής, όπως οι δασμοί άνθρακα και οι μηχανισμοί προσαρμογής στα σύνορα, για τον μετριασμό των δυσμενών επιπτώσεων των εκπομπών άνθρακα.

- **Περιβαλλοντικές συνέπειες της αύξησης των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα:** Η αύξηση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα συμβάλλει σημαντικά στην υπερθέρμανση του πλανήτη, οδηγώντας σε σημαντικές αλλαγές στα κλιματικά πρότυπα. Αυτό περιλαμβάνει το λιώσιμο των πάγων και των παγετώνων, συμβάλλοντας στην άνοδο της στάθμης της θάλασσας και θέτοντας σε κίνδυνο τις παράκτιες και νησιωτικές κοινότητες. Η αυξημένη απορρόφηση CO₂ από τους ωκεανούς οδηγεί σε οξίνιση, επηρεάζοντας αρνητικά τη θαλάσσια ζωή, ιδίως τους κοραλλιογενείς υφάλους και τα οστρακοειδή.

- **Κοινωνικές και οικονομικές επιπτώσεις:** Η αύξηση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα επιφέρει διάφορες προκλήσεις για την υγεία, συμπεριλαμβανομένων των ασθενειών που σχετίζονται με τη ζέστη και των αναπνευστικών προβλημάτων λόγω της ρύπανσης. Ο γεωργικός τομέας αντιμετωπίζει απειλές για την επισιτιστική ασφάλεια λόγω των μεταβαλλόμενων κλιματικών συνθηκών. Από οικονομική άποψη, η κλιματική αλλαγή οδηγεί σε σημαντικές απώλειες σε διάφορους κλάδους, επιβαρύνοντας τα δημόσια οικονομικά και επηρεάζοντας την παγκόσμια οικονομική σταθερότητα.
- **Παγκόσμια ανταπόκριση στις περιβαλλοντικές και κοινωνικές προκλήσεις:** Ως απάντηση στις προκλήσεις που θέτουν οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα, οι διεθνείς πρωτοβουλίες και συμφωνίες αποσκοπούν στον περιορισμό της υπερθέρμανσης του πλανήτη και στην αντιμετώπιση των επιπτώσεών της. Η τεχνολογική πρόοδος στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και η αυξημένη ευαισθητοποίηση του κοινού σχετικά με τις βιώσιμες πρακτικές σηματοδοτούν σημαντικά βήματα προς τον μετριασμό των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής.

2.2.4 Διαρροή άνθρακα και κλιματικές πολιτικές

Η διαρροή διοξειδίου του άνθρακα αποτελεί σημαντική ανησυχία στο πεδίο των πολιτικών για το κλίμα, ιδίως όταν μεμονωμένες χώρες ή περιφέρειες εφαρμόζουν μονομερή μέτρα για τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Το φαινόμενο αυτό εμφανίζεται όταν οι προσπάθειες για τον περιορισμό των εκπομπών σε μια χώρα έχουν ως αποτέλεσμα την αύξηση των εκπομπών σε μια άλλη, συχνά λόγω της μετεγκατάστασης βιομηχανιών σε χώρες με λιγότερο αυστηρούς περιβαλλοντικούς κανονισμούς. Πιο συγκεκριμένα πάνω στην διαρροή άνθρακα και τις εφαρμοσμένες πολιτικές για την αντιμετώπισή του παρουσιάζεται η παρακάτω συνοπτική ανάλυση.

- **Μηχανισμός διαρροής άνθρακα:** Η διαρροή διοξειδίου του άνθρακα συμβαίνει κυρίως όταν οι εταιρείες σε χώρες με αυστηρούς κανονισμούς για τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα μεταφέρουν την παραγωγή τους σε χώρες με χαλαρότερα πρότυπα. Η μετατόπιση αυτή μπορεί να συμβεί λόγω του υψηλότερου κόστους που συνδέεται με τη συμμόρφωση στις χώρες καταγωγής τους. Το αποτέλεσμα είναι η μείωση των εκπομπών στη χώρα ρύθμισης αλλά η αύξηση σε άλλες χώρες, γεγονός που μπορεί να αναιρέσει τη συνολική αποτελεσματικότητα της πολιτικής για το κλίμα.
- **Επιπτώσεις στους παγκόσμιους στόχους μείωσης των εκπομπών:** Η έννοια της διαρροής άνθρακα είναι ιδιαίτερα προβληματική, διότι μπορεί να υπονομεύσει τις παγκόσμιες προσπάθειες για τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Ενώ μια χώρα μπορεί να παρουσιάσει μείωση των εκπομπών, οι παγκόσμιες καθαρές εκπομπές μπορεί να παραμείνουν οι ίδιες ή ακόμη και να αυξηθούν εάν η παραγωγή απλώς μεταφερθεί σε μια περιοχή με λιγότερο αυστηρούς περιβαλλοντικούς ελέγχους.

- **Μέτρα πολιτικής για την αντιμετώπιση της διαρροής άνθρακα:** Για τον μετριασμό του κινδύνου διαρροής άνθρακα, έχουν προταθεί και εφαρμοστεί διάφορα μέτρα πολιτικής. Σε αυτά περιλαμβάνονται τα BAM, οι οποίοι επιβάλλουν στις εισαγωγές κόστος άνθρακα ισοδύναμο με αυτό που θα καταβαλλόταν εάν τα αγαθά παράγονταν στην εγχώρια αγορά. Επιπλέον, ορισμένες πολιτικές για το κλίμα περιλαμβάνουν διατάξεις για την κατανομή δωρεάν δικαιωμάτων εκπομπών σε βιομηχανίες που κινδυνεύουν από τη διαρροή άνθρακα, με στόχο την εξίσωση των όρων ανταγωνισμού και τη μείωση του κινήτρου μετεγκατάστασης.
- **Διεθνής συνεργασία και εναρμόνιση των πολιτικών:** Μια άλλη προσέγγιση για την αντιμετώπιση της διαρροής άνθρακα περιλαμβάνει τη διεθνή συνεργασία και την εναρμόνιση των πολιτικών για το κλίμα. Με την ευθυγράμμιση των περιβαλλοντικών κανονισμών και των μηχανισμών τιμολόγησης των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα σε όλες τις χώρες, μπορεί να ελαχιστοποιηθεί το κίνητρο μετεγκατάστασης των βιομηχανιών. Αυτό απαιτεί εκτεταμένες διεθνείς διαπραγματεύσεις και συμφωνίες, αναδεικνύοντας τη σημασία της παγκόσμιας συνεργασίας για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής.

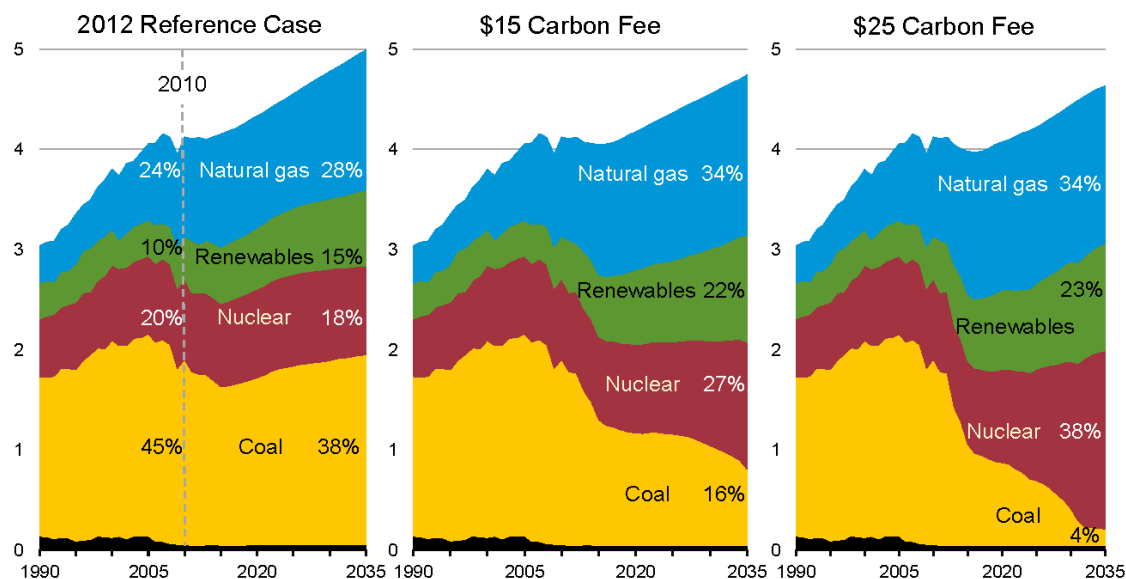
2.3 Μηχανισμοί τιμολόγησης άνθρακα

2.3.1 Φόροι άνθρακα

Οι φόροι άνθρακα αποτελούν κρίσιμο μέσο στην παγκόσμια προσπάθεια για την καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής, οι οποίοι εφαρμόζονται από τις κυβερνήσεις για την εφαρμογή ενός άμεσου κόστους επί της περιεκτικότητας των ορυκτών καυσίμων σε άνθρακα ή επί των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα. Η μέθοδος αυτή αποσκοπεί στην εσωτερική του περιβαλλοντικού κόστους των εκπομπών, δίνοντας κίνητρα τόσο στις επιχειρήσεις όσο και στους καταναλωτές να στραφούν προς πιο βιώσιμες πρακτικές. Οι φόροι αυτοί ποικίλλουν σε ποσοστό σε διάφορες χώρες και περιοχές, αντανακλώντας τους μοναδικούς οικονομικούς, περιβαλλοντικούς και πολιτικούς παράγοντες κάθε περιοχής. Συχνά, εφαρμόζονται επιλεκτικά σε συγκεκριμένους τομείς, όπως οι βιομηχανικές εκπομπές ή οι μεταφορές. Ένα παράδειγμα επίδρασης των φόρων άνθρακα μπορεί να αποτυπωθεί στην Εικόνα 2.3, η οποία παρουσιάζει την επίδραση του φόρου άνθρακα στις ΗΠΑ.

Ο αντίκτυπος των φόρων άνθρακα είναι τόσο οικονομικός όσο και περιβαλλοντικός. Από οικονομική άποψη, δημιουργούν έσοδα τα οποία οι κυβερνήσεις μπορούν να ανακατευθύνουν σε έργα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας ή να επιδοτήσουν ενεργειακά αποδοτικές πρακτικές. Από περιβαλλοντική άποψη, ενθαρρύνουν τη μείωση των εκπομπών καθιστώντας ακριβότερη τη χρήση ορυκτών καυσίμων, προωθώντας την ενεργειακή απόδοση και την υιοθέτηση καθαρότερων πηγών ενέργειας. Ωστόσο, η εφαρμογή των φόρων άνθρακα δεν είναι χωρίς προκλήσεις. Η πιθανή αύξηση του κόστους για τους καταναλωτές και τις επιχειρήσεις, ιδίως στους ενεργοβόρους τομείς, δημιουργεί ανησυχίες. Επιπλέον, ο παλινδρομικός χαρακτήρας των φόρων άνθρακα μπορεί να επηρεάσει δυσανάλογα τα νοικοκυριά με χαμηλότερο εισόδημα, γεγονός που καθιστά αναγκαίες πολιτικές για τον μετριασμό αυτού του αντίκτυπου.

U.S. electricity net generation
trillion kilowatthours



Source: EIA, Annual Energy Outlook 2012

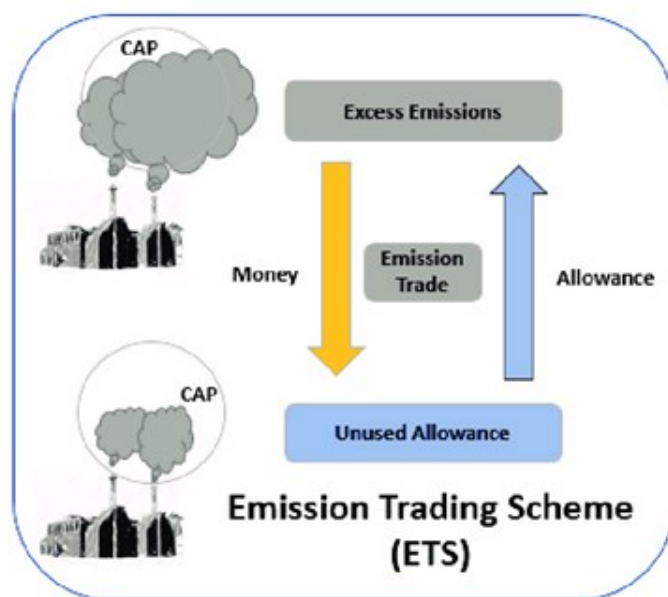
Εικόνα 2.3: Παράδειγμα επίδρασης φόρου άνθρακα στις ΗΠΑ [4]

Η παγκόσμια ανταγωνιστικότητα είναι μια άλλη σημαντική ανησυχία, ιδίως για τις βιομηχανίες σε χώρες με φόρους άνθρακα που συναλλάσσονται με έθνη χωρίς παρόμοιους φόρους. Το ζήτημα αυτό αντιμετωπίζεται συχνά μέσω μηχανισμών όπως οι συννοριακές προσαρμογές άνθρακα. Τα παραδείγματα εφαρμογής του φόρου άνθρακα ποικίλλουν σε παγκόσμιο επίπεδο, με τη Σουηδία να διαθέτει έναν από τους υψηλότερους συντελεστές, ενώ άλλες χώρες όπως ο Καναδάς επέλεξαν τη σταδιακή αύξηση του φόρου άνθρακα για να επιτρέψουν μια μεταβατική περίοδο για τις βιομηχανίες και τους καταναλωτές.

2.3.2 Συστήματα εμπορίας εκπομπών άνθρακα (ETS) ή Cap-and-Trade

Τα Συστήματα Εμπορίας Εκπομπών (Emissions Trading Systems - ETS), κοινώς γνωστά ως προγράμματα ανώτατου ορίου και εμπορίας (Cap-and-Trade), αποτελούν μια προσέγγιση της αγοράς για τη διαχείριση της ρύπανσης, προσφέροντας οικονομικά κίνητρα για τη μείωση των εκπομπών ρύπων, ιδίως των αερίων του θερμοκηπίου. Η βασική αρχή των ETS περιλαμβάνει τον καθορισμό ενός ανώτατου ορίου για τον συνολικό όγκο των εκπομπών που επιτρέπονται για τις οντότητες στο πλαίσιο του συστήματος, με το ανώτατο αυτό όριο να μειώνεται γενικά με την πάροδο του χρόνου για να ευθυγραμμιστεί με τους στόχους μείωσης των εκπομπών. Οι οντότητες στο πλαίσιο του συστήματος λαμβάνουν ή αγοράζουν δικαιώματα εκπομπής, καθένα από τα οποία αντιπροσωπεύει άδεια εκπομπής συγκεκριμένης ποσότητας αερίων του θερμοκηπίου. Τα δικαιώματα αυτά μπορούν να αποτελέσουν αντικείμενο διαπραγμάτευσης μεταξύ των οντοτήτων, επιτρέποντας στις εταιρείες να εφαρμόσουν οικονομικά αποδοτικές μειώσεις των εκπομπών. Ο τρόπος λειτουργίας ενός τέτοιου συστήματος

παρουσιάζεται στην Εικόνα 2.4.



Εικόνα 2.4: Τρόπος λειτουργίας ενός ETS [5]

Τα ETS έχουν σχεδιαστεί για να δίνει κίνητρα στις εταιρείες να βρίσκουν τους πιο οικονομικούς τρόπους μείωσης των εκπομπών. Οι επιχειρήσεις με χαμηλότερο κόστος μείωσης των εκπομπών μπορούν να πωλούν τα πλεονάζοντα δικαιώματά τους σε εκείνες που αντιμετωπίζουν υψηλότερο κόστος μείωσης, εξασφαλίζοντας τη συνολική αποδοτικότητα του κόστους για την τήρηση του καθορισμένου ανώτατου ορίου εκπομπών. Το σύστημα αυτό ενθαρρύνει επίσης την καινοτομία, καθώς οι εταιρείες παρακινούνται να αναπτύξουν και να υιοθετήσουν τεχνολογίες και διαδικασίες χαμηλών εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα για να μειώσουν το κόστος τους που σχετίζεται με τις εκπομπές.

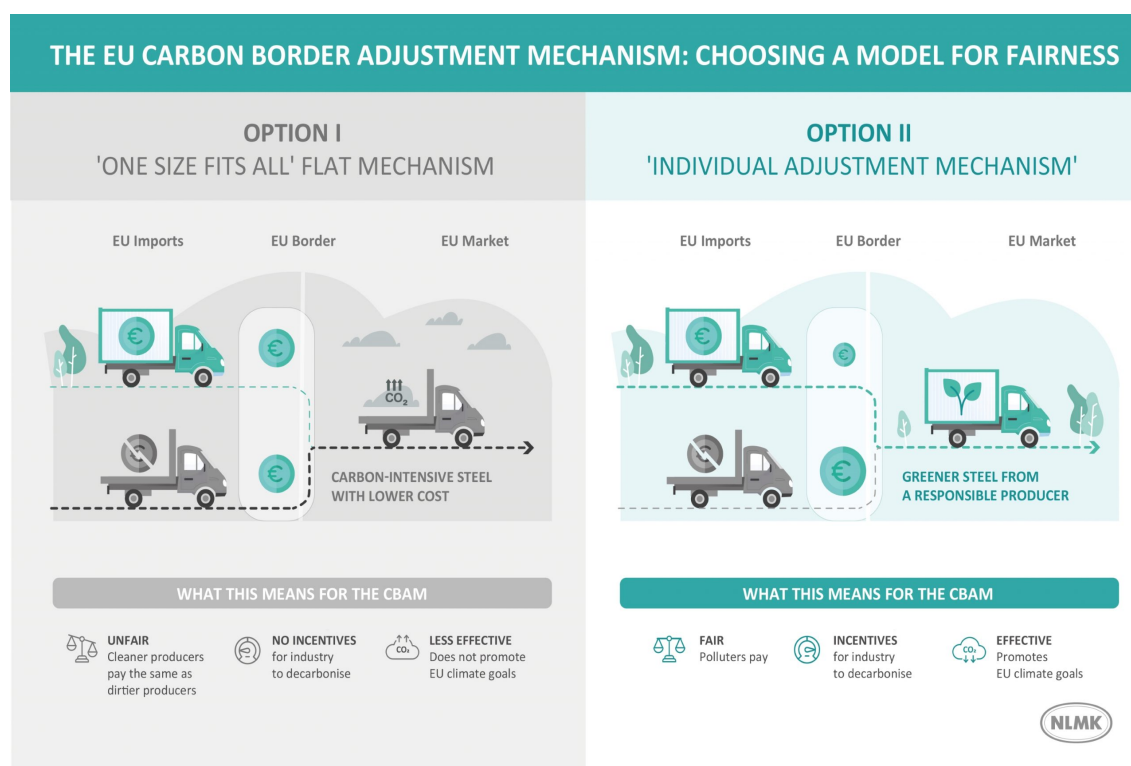
Σε παγκόσμιο επίπεδο, η εφαρμογή του ETS ποικίλλει. Το Σύστημα Εμπορίας Δικαιωμάτων Εκπομπών της Ευρωπαϊκής Ένωσης (European Union Emissions Trading System - EU ETS) είναι ένα από τα μεγαλύτερα και πιο καθιερωμένα, καλύπτοντας σημαντικούς τομείς όπως η παραγωγή ενέργειας και η μεταποίηση σε όλα τα κράτη μέλη της ΕΕ, μαζί με την Ισλανδία, τη Νορβηγία και το Λιχτενστάιν. Άλλες περιοχές και έθνη έχουν επίσης υιοθετήσει ή διερευνούν το ETS, όπως η περιφερειακή πρωτοβουλία για τα αέρια του θερμοκηπίου στις Ηνωμένες Πολιτείες και τα εθνικά συστήματα στην Κίνα, τη Νότια Κορέα και τη Νέα Ζηλανδία.

Ωστόσο, το ETS αντιμετωπίζει αρκετές προκλήσεις. Ο καθορισμός του αρχικού ανώτατου ορίου εκπομπών και η κατανομή των δικαιωμάτων συνεπάγεται πολύπλοκες αποφάσεις που συχνά επηρεάζονται από πολιτικές διαπραγματεύσεις. Η αποτελεσματικότητα του συστήματος μπορεί να τεθεί σε κίνδυνο εάν τα δικαιώματα κατανέμονται υπερβολικά. Επιπλέον, ο βασισμένος στην αγορά χαρακτήρας του ETS εισάγει αστάθεια των τιμών, η οποία επηρεάζεται από τις οικονομικές συνθήκες και τις αλλαγές πολιτικής, γεγονός που μπορεί να επηρεάσει τη σταθερότητα και την προβλεψιμότητα του συστήματος. Όπως και οι φόροι άνθρακα, τα συστήματα ETS πρέπει επίσης να αντιμετωπίζουν ζητήματα δικαιοσύνης, ιδίως για τις ενεργοβόρες και εκτεθειμένες στο εμπόριο βιομηχανίες, και να μετριάσουν τον κίνδυνο διαρροής

άνθρακα.

2.3.3 Μηχανισμός συνοριακής προσαρμογής άνθρακα (CBAM)

Οι μηχανισμοί συνοριακής προσαρμογής άνθρακα (Carbon Border Adjustments Mechanisms - CBAM) είναι ένας μηχανισμός πολιτικής που έχει σχεδιαστεί για να εξισώνει τους όρους ανταγωνισμού στο διεθνές εμπόριο, ιδίως στο πλαίσιο των διαφορετικών πολιτικών τιμολόγησης των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα μεταξύ των χωρών. Πρόκειται ουσιαστικά για μια μορφή τιμολόγησης των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα που εφαρμόζεται στα σύνορα στις εισαγωγές, ευθυγραμμίζοντάς τες με το κόστος των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα που αντιμετωπίζουν τα εγχώρια προϊόντα. Ο μηχανισμός λειτουργίας των CBAM παρουσιάζεται στην Εικόνα 2.5.



Εικόνα 2.5: Μηχανισμός λειτουργίας ενός CBAM [6]

Ο πρωταρχικός στόχος των CBAM είναι η πρόληψη της διαρροής άνθρακα και η προστασία των εγχώριων βιομηχανιών που υπόκεινται σε τιμολόγηση άνθρακα από ανταγωνιστές σε χώρες με χαλαρότερη ή καθόλου τιμολόγηση άνθρακα. Οι CBAM επιβάλλουν πρόσθετες επιβαρύνσεις στα εισαγόμενα προϊόντα με βάση τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα που συνδέονται με την παραγωγή τους.

Ως προς τον μηχανισμό λειτουργίας τους, οι CBAM υπολογίζουν την περιεκτικότητα των εισαγωγών σε άνθρακα και εφαρμόζουν μια επιβάρυνση ισοδύναμη με την εγχώρια τιμή άνθρακα. Με τον τρόπο αυτό διασφαλίζεται ότι τα εισαγόμενα αγαθά αντιμετωπίζουν το ίδιο κόστος άνθρακα με παρόμοια είδη που παράγονται στην εγχώρια αγορά. Ο υπολογισμός της περιεκτικότητας σε άνθρακα μπορεί να είναι πολύπλοκος, απαιτώντας συχνά αξιολογήσεις του κύκλου ζωής ή προκαθορισμένες τιμές με βάση τους μέσους όρους του τομέα.

Ωστόσο, σημαντικό κρίνεται, όσο αφορά τους CBAM, ότι πρέπει να σχεδιάζονται προσεκτικά ώστε να συμμορφώνονται με τους κανόνες του Παγκόσμιου Οργανισμού Εμπορίου (ΠΟΕ), ιδίως με τις αρχές της απαγόρευσης των διακρίσεων. Η εφαρμογή των CBAM μπορεί να έχει διπλωματικές επιπτώσεις, καθώς μπορεί να εκληφθεί ως προστατευτικό μέτρο από τους εμπορικούς εταίρους.

Οι σημαντικότερες προκλήσεις κατά την εφαρμογή τους είναι:

- **Μέτρηση και αξιολόγηση:** Η ακριβής μέτρηση της περιεκτικότητας των εισαγωγών σε άνθρακα αποτελεί πρόκληση και απαιτεί ισχυρές μεθοδολογίες.
- **Κίνδυνος αντιποίνων και εμπορικών διαφορών:** Υπάρχει ο κίνδυνος οι CBAM να προκαλέσουν εμπορικές διαμάχες ή αντίποινα από τις χώρες που επηρεάζονται από αυτές τις προσαρμογές.

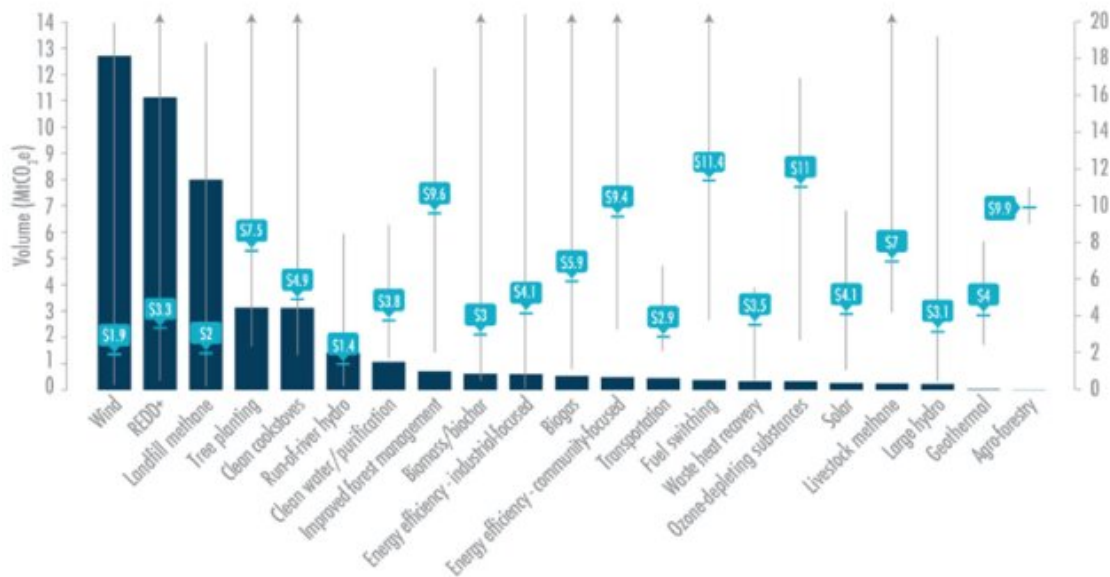
Επιπρόσθετα, οι CBAM μπορούν να δώσουν κίνητρο σε άλλες χώρες να υιοθετήσουν παρόμοιους μηχανισμούς τιμολόγησης των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα για να αποφύγουν την καταβολή συννομιματικών προσαρμογών. Τέλος, προωθούν την διεθνή συνεργασία, εξισώνοντας τους οικονομικούς όρους ανταγωνισμού, καθώς θα μπορούσαν να οδηγήσουν σε ευρύτερη υιοθέτηση της τιμολόγησης των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα και να προωθήσουν τη διεθνή συνεργασία στην πολιτική για το κλίμα.

2.3.4 Τιμολόγηση του άνθρακα με βάση τον τομέα δραστηριοποίησης

Στο πεδίο της κλιματικής πολιτικής, η τιμολόγηση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα ανά τομέα αναδεικνύεται ως στρατηγική προσέγγιση, κατά την οποία οι χώρες εφαρμόζουν μηχανισμούς τιμολόγησης των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα που απευθύνονται σε συγκεκριμένους τομείς, όπως παρουσιάζεται στο παράδειγμα της Εικόνας 2.6. Η μέθοδος αυτή είναι ιδιαίτερα κατάλληλη σε τομείς όπως οι μεταφορές ή οι κατασκευές, οι οποίοι είτε είναι ιδιαίτερα εντατικοί σε άνθρακα είτε παρουσιάζουν σημαντικές προκλήσεις όσον αφορά την απαλλαγή από τον άνθρακα. Με την εστίαση σε συγκεκριμένους τομείς, αυτές οι στρατηγικές τιμολόγησης μπορούν να προσαρμοστούν στις μοναδικές λειτουργικές, τεχνολογικές και οικονομικές πτυχές κάθε τομέα, ενισχύοντας έτσι την αποτελεσματικότητα και την αποδοτικότητά τους.

Στον τομέα των μεταφορών, για παράδειγμα, η τιμολόγηση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα υλοποιείται συχνά με τη μορφή φόρων στα καύσιμα ή τελών με βάση τις εκπομπές των οχημάτων. Τέτοια μέτρα όχι μόνο παρέχουν κίνητρα για την υιοθέτηση οχημάτων με μεγαλύτερη αποδοτικότητα καυσίμων, αλλά και ενισχύουν τη μετάβαση προς τα ηλεκτρικά οχήματα, ευθυγραμμίζόμενα με τους ευρύτερους στόχους μείωσης των εκπομπών που σχετίζονται με τις μεταφορές. Στον τομέα των κατασκευών, η τιμολόγηση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα θα μπορούσε να στοχεύει σε υλικά όπως το τσιμέντο και ο χάλυβας, τα οποία είναι τόσο έντασης εκπομπών όσο και θεμελιώδους σημασίας για τον κλάδο, ενθαρρύνοντας την υιοθέτηση οικολογικότερων οικοδομικών πρακτικών και υλικών.

Η αποτελεσματικότητα της τιμολόγησης των εκπομπών διοξειδίου ανά τομέα δραστηριοποίησης του άνθρακα έγκειται στην ικανότητά της να αντιμετωπίζει τις ξεχωριστές προκλήσεις



Εικόνα 2.6: Παράδειγμα τιμολόγησης άνθρακα με βάση τον τομέα δραστηριοποίησης [7]

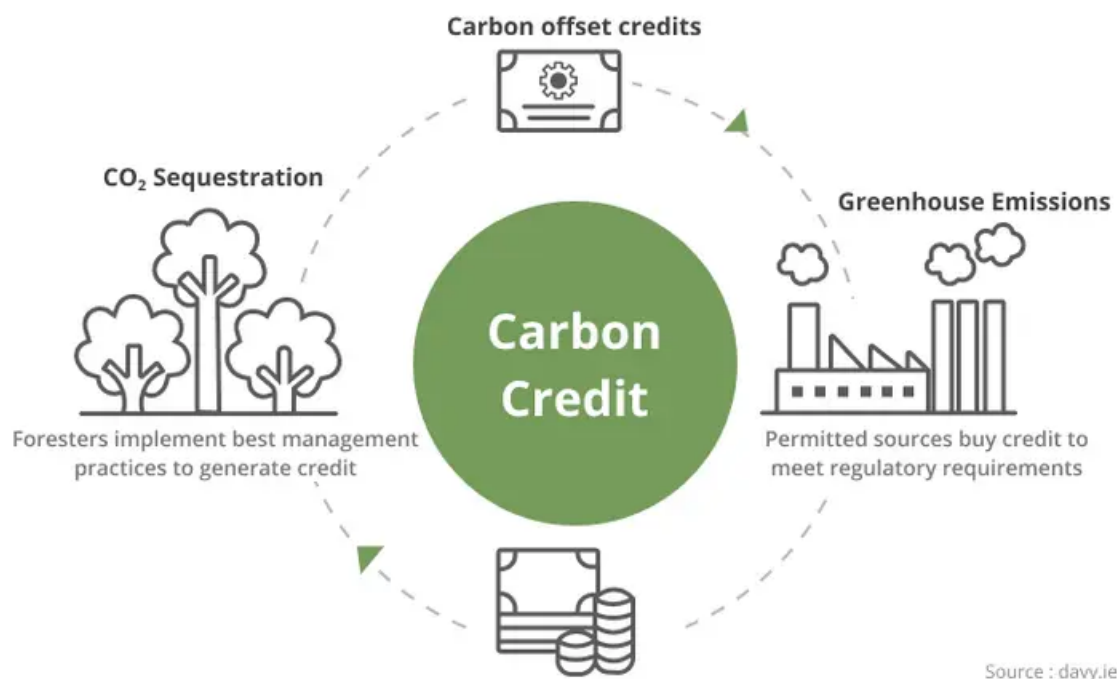
και ευκαιρίες για τη μείωση των εκπομπών στους διάφορους κλάδους. Επιτρέπει στους υπεύθυνους χάραξης πολιτικής να διαμορφώνουν πιο διαφοροποιημένες και αποτελεσματικές στρατηγικές που μπορούν να οδηγήσουν σε σημαντικές μειώσεις των εκπομπών σε τομείς που είναι κρίσιμοι για την επίτευξη των συνολικών κλιματικών στόχων.

2.3.5 Εθελοντικές αγορές άνθρακα

Οι εθελοντικές αγορές άνθρακα αντιπροσωπεύουν μια συμπληρωματική διάσταση της κυβερνητικά επιβαλλόμενης τιμολόγησης των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα, όπου οι οντότητες αγοράζουν εθελοντικά μονάδες άνθρακα για να αντισταθμίσουν τις εκπομπές τους [57]. Οι αγορές αυτές λειτουργούν σε παγκόσμιο επίπεδο, προσφέροντας έναν μηχανισμό για επιχειρήσεις, κυβερνήσεις και ιδιώτες για την επίτευξη στόχων ουδετερότητας ως προς τον άνθρακα ή καθαρών μηδενικών εκπομπών, χρηματοδοτώντας έργα μείωσης των εκπομπών αλλού. Ένα τέτοιο παράδειγμα παρουσιάζεται στην Εικόνα 2.7.

Σε αυτές τις αγορές, μία πίστωση άνθρακα αντιπροσωπεύει συνήθως τη μείωση ή την απομάκρυνση ενός τόνου CO₂ ή μιας ισοδύναμης ποσότητας άλλων αερίων του θερμοκηπίου. Οι συμμετέχοντες στις εθελοντικές αγορές άνθρακα επενδύουν σε διάφορα έργα, όπως η αναδάσωση, η ανάπτυξη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας ή πρωτοβουλίες βιωσιμότητας με βάση την κοινότητα, τα οποία συμβάλλουν στη μείωση των εκπομπών. Αγοράζοντας μονάδες από αυτά τα έργα, οι οντότητες μπορούν να αντισταθμίσουν τις δικές τους εκπομπές, εξισορροπώντας ουσιαστικά το αποτύπωμα άνθρακα τους.

Το πλεονέκτημα των εθελοντικών αγορών άνθρακα έγκειται στην ευελιξία τους και στην ευκαιρία που παρέχουν στις οντότητες να αναλάβουν άμεση δράση για την κλιματική αλλαγή, πέραν των όσων προβλέπονται από τους κανονισμούς. Προωθούν επίσης τις επενδύσεις σε πράσινα έργα, συχνά σε αναπτυσσόμενες χώρες, συμβάλλοντας στην επίτευξη των στόχων βιώσιμης ανάπτυξης. Ωστόσο, η αποτελεσματικότητα και η ακεραιότητα αυτών των αγορών εξαρτώνται από αυστηρά πρότυπα για τη μέτρηση, την υποβολή εκθέσεων και την επαλήθευση



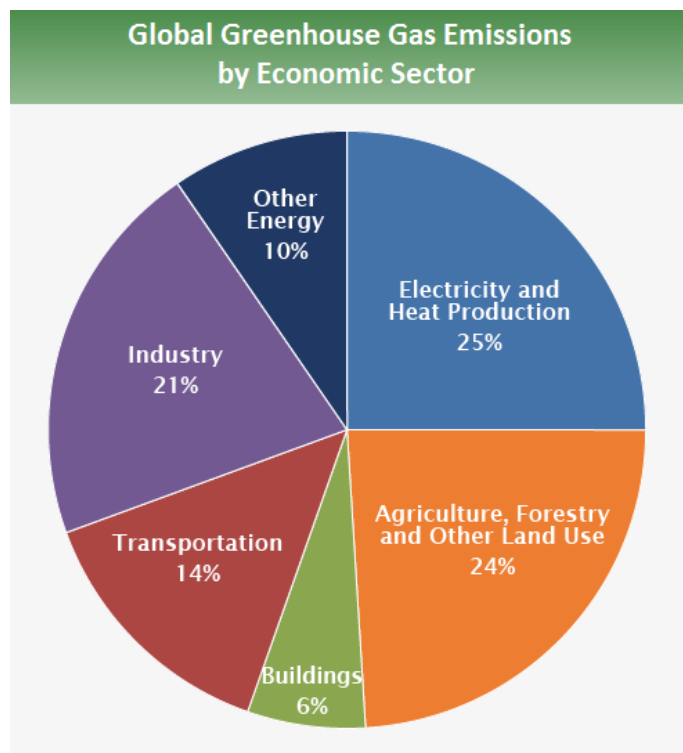
Εικόνα 2.7: Εθελοντικές αγορά άνθρακα [8]

των μειώσεων των εκπομπών που επιτυγχάνονται από τα χρηματοδοτούμενα έργα, διασφαλίζοντας ότι οι μειώσεις αυτές είναι πραγματικές, μόνιμες και πρόσθετες σε σχέση με αυτές που θα είχαν προκύψει χωρίς την επένδυση.

2.4 Στατιστικά και οικονομικά δεδομένα

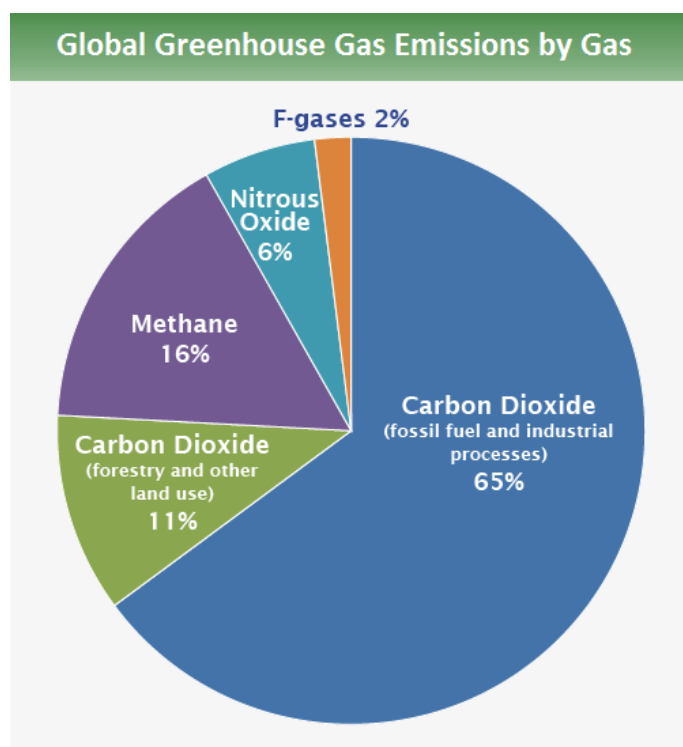
Στο πλαίσιο των εκπομπών CO₂ παρουσιάζεται μια δομημένη επισκόπηση και ανάλυση των γραφημάτων που παρατίθενται και απεικονίζουν διάφορες πτυχές των εκπομπών CO₂. Κάθε γράφημα παρέχει πολύτιμες πληροφορίες για την τρέχουσα κατάσταση και τις ιστορικές τάσεις των εκπομπών σε παγκόσμιο επίπεδο, προσφέροντας μια βάση για την κατανόηση των περιβαλλοντικών και οικονομικών προκλήσεων που αντιμετωπίζουν διάφοροι τομείς και περιοχές.

Εξετάζοντας τις παγκόσμιες εκπομπές αερίων θερμοκηπίου ανά οικονομικό τομέα, ο Το κυκλικό διάγραμμα της Εικόνας 2.8 περιγράφει την αναλογική συμβολή των διαφόρων οικονομικών τομέων στις παγκόσμιες εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου. Τα στοιχεία υπογραμμίζουν ότι η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας είναι η κυρίαρχη πηγή, αντιπροσωπεύοντας το ένα τέταρτο όλων των εκπομπών. Πρόκειται για μια κρίσιμη διαπίστωση, καθώς υποδεικνύει τον πρωταρχικό ρόλο που διαδραματίζει η παραγωγή και η χρήση ενέργειας στις παγκόσμιες εκπομπές. Ο τομέας της γεωργίας, της δασοκομίας και άλλων χρήσεων γης βρίσκεται σε κοντινή απόσταση από τον δεύτερο, γεγονός που υποδηλώνει σημαντικές εκπομπές μεθανίου και οξειδίου του αζώτου από αυτές τις δραστηριότητες. Ο βιομηχανικός τομέας, που περιλαμβάνει τη μεταποίηση και την παραγωγή, συμβάλλει σε πάνω από το ένα πέμπτο των εκπομπών, ακολουθούμενος από τις μεταφορές, οι οποίες περιλαμβάνουν όλες τις μορφές εκπομπών οχημάτων. Άλλοι τομείς που σχετίζονται με την ενέργεια και οι εκπομπές που



Εικόνα 2.8: Παγκόσμιες εκπομπές αερίων θερμοκηπίου ανά οικονομικό τομέα [9]

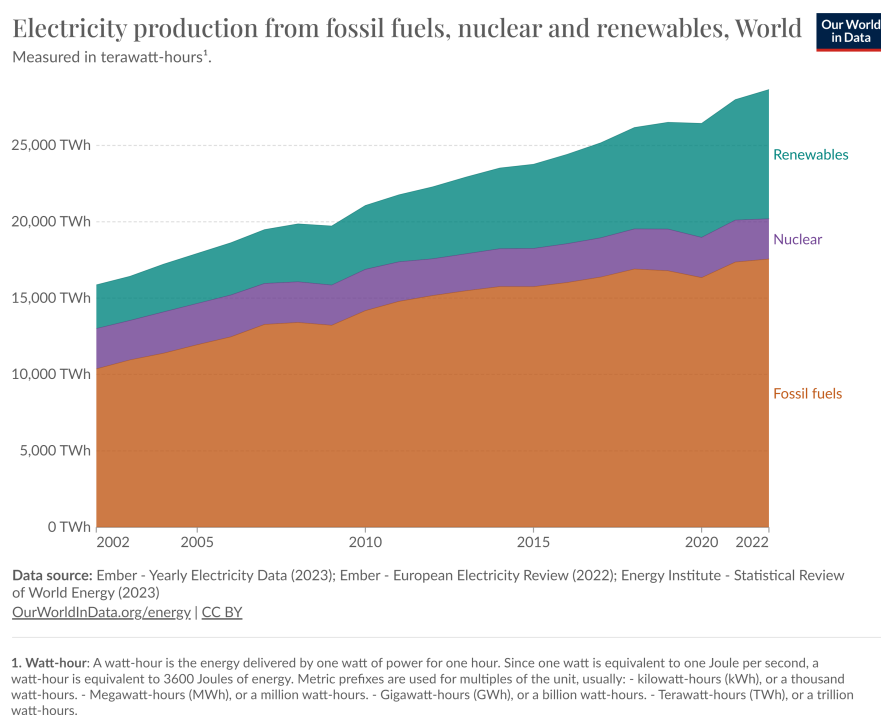
σχετίζονται με τα κτίρια, αν και μικρότερες σε ποσοστό, εξακολουθούν να είναι σημαντικές και δεν μπορούν να αγνοηθούν στην προσπάθεια μείωσης των εκπομπών.



Εικόνα 2.9: Παγκόσμιες εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου ανά τύπο αερίου [9]

Συνεχίζοντας στην Εικόνα 2.9 παρέχεται μια ανάλυση των εκπομπών ανά τύπο αερίου του

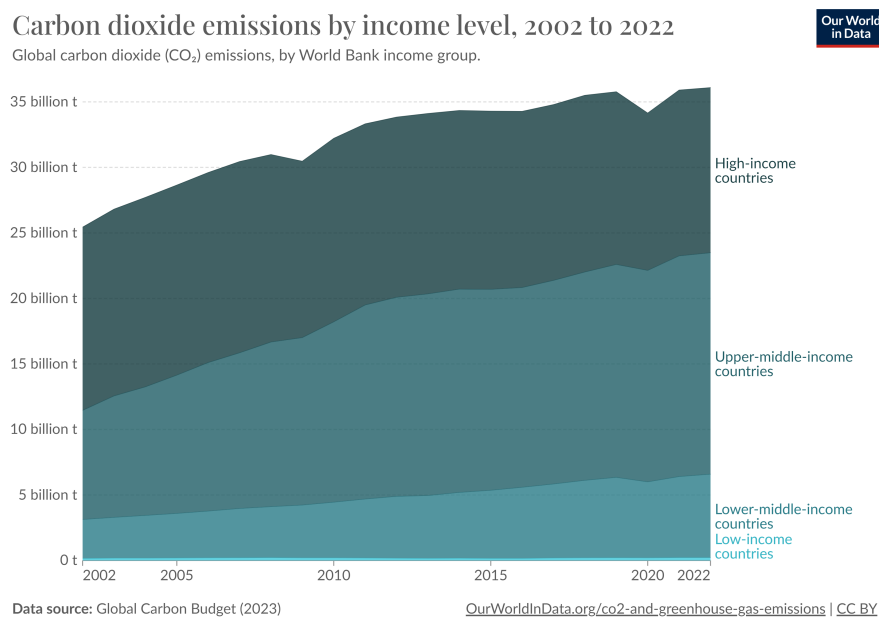
θερμοκηπίου. Το διοξείδιο του άνθρακα από ορυκτά καύσιμα και βιομηχανικές διεργασίες είναι το πιο σημαντικό, αποτελώντας το 65% όλων των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Το μεθάνιο, με διάφορες πηγές, όπως η γεωργία και τα συστήματα φυσικού αερίου, είναι το δεύτερο επικρατέστερο αέριο, ακολουθούμενο από το οξείδιο του αζώτου, που προέρχεται κυρίως από τη διαχείριση του γεωργικού εδάφους και την καύση ορυκτών καυσίμων. Οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα από τη δασοκομία και άλλες χρήσεις γης, οι οποίες περιλαμβάνουν την αποψίλωση και την υποβάθμιση του εδάφους, συμβάλλουν σε ένα μικρότερο, αλλά σημαντικό μέρος των εκπομπών. Τα φθοριούχα αέρια, αν και μόνο το 2% του συνόλου, έχουν υψηλό δυναμικό υπερθέρμανσης του πλανήτη και χρησιμοποιούνται σε διάφορες βιομηχανικές εφαρμογές.



Εικόνα 2.10: Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ορυκτά καύσιμα, πυρηνικά και ανανεώσιμες πηγές ενέργειας [10]

Το ραβδόγραμμα της εικόνας 2.10 απεικονίζει τις τάσεις στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ορυκτά καύσιμα, πυρηνική ενέργεια και ανανεώσιμες πηγές παγκοσμίως. Τις τελευταίες δύο δεκαετίες παρατηρείται σταδιακή αλλά σταθερή αύξηση της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές, γεγονός που υποδηλώνει τη στροφή προς μια πιο βιώσιμη παραγωγή ενέργειας. Παρά τη θετική αυτή τάση, η συνεχιζόμενη κυριαρχία των ορυκτών καυσίμων στο ενεργειακό μείγμα υπογραμμίζει την πρόκληση της μετάβασης σε μια οικονομία χαμηλών εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα. Η πυρηνική ενέργεια, αν και αποτελεί πηγή χαμηλών εκπομπών άνθρακα, σημείωσε σχετικά μικρότερη ανάπτυξη σε σύγκριση με τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, γεγονός που αντικατοπτρίζει τις πολύπλοκες κοινωνικοπολιτικές και ασφαλιστικές εκτιμήσεις που συνδέονται με τη χρήση της.

Σημαντική πηγή πληροφοριών είναι και η Εικόνα 2.11, η οποία παρουσιάζει τις εκπομπές CO₂ κατηγοριοποιημένες με βάση τα επίπεδα εισοδήματος των χωρών, όπως ταξινομούνται από



Εικόνα 2.11: Εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα ανά επίπεδο εισοδήματος [11]

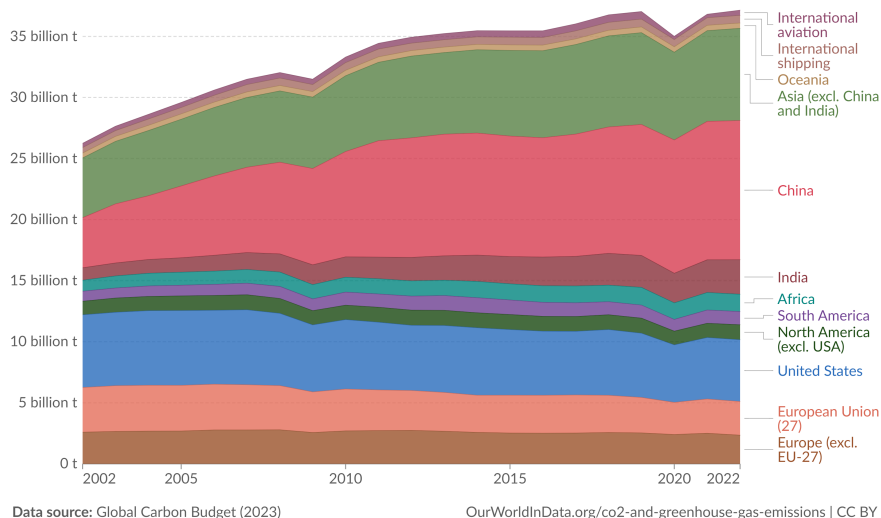
την Παγκόσμια Τράπεζα. Οι χώρες με υψηλό εισόδημα είναι οι μεγαλύτερες πηγές εκπομπών, γεγονός που συσχετίζεται με την υψηλότερη βιομηχανική δραστηριότητα και την κατανάλωση ενέργειας. Είναι ενδιαφέρον ότι οι χώρες με ανώτερο μεσαίο εισόδημα παρουσιάζουν αυξητική τάση, η οποία ενδεχομένως αντανακλά τα στάδια εκβιομηχάνισης και οικονομικής ανάπτυξης. Οι χώρες με χαμηλό μεσαίο και χαμηλό εισόδημα συνεισφέρουν το λιγότερο, γεγονός που υποδηλώνει τα χαμηλότερα επίπεδα εκβιομηχάνισης και χρήσης ενέργειας. Τα δεδομένα αυτά υπογραμμίζουν τη σχέση μεταξύ οικονομικής ανάπτυξης και εκπομπών και θέτουν ερωτήματα σχετικά με την ισότητα και την ευθύνη στις παγκόσμιες προσπάθειες μείωσης των εκπομπών.

Το γράφημα της Εικόνα 2.12 περιγράφει τις ετήσιες εκπομπές CO₂ ανά παγκόσμια περιοχή, τονίζοντας τις διαφορετικές συνεισφορές και τάσεις. Η Ασία, εξαιρουμένων της Κίνας και της Ινδίας, παρουσιάζει σημαντική αύξηση, ενώ οι εκπομπές από την Κίνα παρουσιάζουν μια τάση οροφής τα τελευταία χρόνια. Η Βόρεια Αμερική, εξαιρουμένων των ΗΠΑ, και η Ευρωπαϊκή Ένωση παρουσιάζουν σημάδια σταθεροποίησης ή μείωσης των εκπομπών, αντανακλώντας επιτυχείς παρεμβάσεις πολιτικής και στροφή προς καθαρότερες πηγές ενέργειας. Αυτές οι περιφερειακές διαφορές υπογραμμίζουν τη σημασία των τοπικών στρατηγικών που λαμβάνουν υπόψη τα μοναδικά οικονομικά, κοινωνικά και τεχνολογικά πλαίσια κάθε περιοχής.

Τέλος, η Εικόνα 2.13 παρουσιάζει μια σύγκριση τάσεων δύο δεκαετιών μεταξύ της αύξησης του ΑΕΠ και των εκπομπών CO₂ για επιλεγμένες χώρες και την Ευρωπαϊκή Ένωση, καταδεικνύοντας τη δυνατότητα οικονομικής επέκτασης με σταθερές ή μειούμενες εκπομπές. Αυτή η τάση, γνωστή ως αποσύνδεση, σημαίνει ότι μπορεί να επιτευχθεί οικονομική ευημερία χωρίς αντίστοιχη αύξηση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα. Χώρες όπως η Σουηδία και το Ηνωμένο Βασίλειο παρουσιάζουν μια σαφή απόκλιση μεταξύ της αύξησης του ΑΕΠ και της μείωσης των εκπομπών, ενδεικτικό των επιτυχημένων περιβαλλοντικών πολιτικών, της στροφής προς οικονομίες που βασίζονται στις υπηρεσίες και της αυξημένης χρήσης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Η συλλογική πρόοδος της ΕΕ, η οποία υποβοηθείται από ρυθμιστικά

Annual CO₂ emissions by world region

Emissions from fossil fuels and industry¹ are included, but not land-use change emissions. International aviation and shipping are included as separate entities, as they are not included in any country's emissions.



1. Fossil emissions: Fossil emissions measure the quantity of carbon dioxide (CO₂) emitted from the burning of fossil fuels, and directly from industrial processes such as cement and steel production. Fossil CO₂ includes emissions from coal, oil, gas, flaring, cement, steel, and other industrial processes. Fossil emissions do not include land use change, deforestation, soils, or vegetation.

Εικόνα 2.12: Ετήσιες εκπομπές CO₂ ανά παγκόσμια περιοχή [12]

πλαίσια όπως το EU ETS, αναδεικνύει την αποτελεσματικότητα της συντονισμένης πολιτικής δράσης για τη μείωση των εκπομπών χωρίς να παρεμποδίζεται η οικονομική ανάπτυξη.

2.5 Ενσωμάτωση των δασμών άνθρακα και των CBAMs στο πλαίσιο του διεθνούς εμπορικού και περιβαλλοντικού δικαίου

Η ενσωμάτωση των δασμών άνθρακα και των μηχανισμών συνοριακής προσαρμογής άνθρακα (CBAM) στο πλαίσιο του διεθνούς εμπορίου και του περιβαλλοντικού δικαίου αποτελεί μια πολύπλοκη αλλά κρίσιμη πρόκληση για την παγκόσμια πολιτική για το κλίμα. Οι μηχανισμοί αυτοί έχουν σχεδιαστεί για να εξισώνουν τους όρους ανταγωνισμού για τις εγχώριες βιομηχανίες σε χώρες με αυστηρούς κανονισμούς για τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα και να αποτρέπουν τη διαρροή διοξειδίου του άνθρακα, αλλά πρέπει να εξισορροπούνται προσεκτικά με τους κανόνες και τις αρχές του διεθνούς εμπορίου.

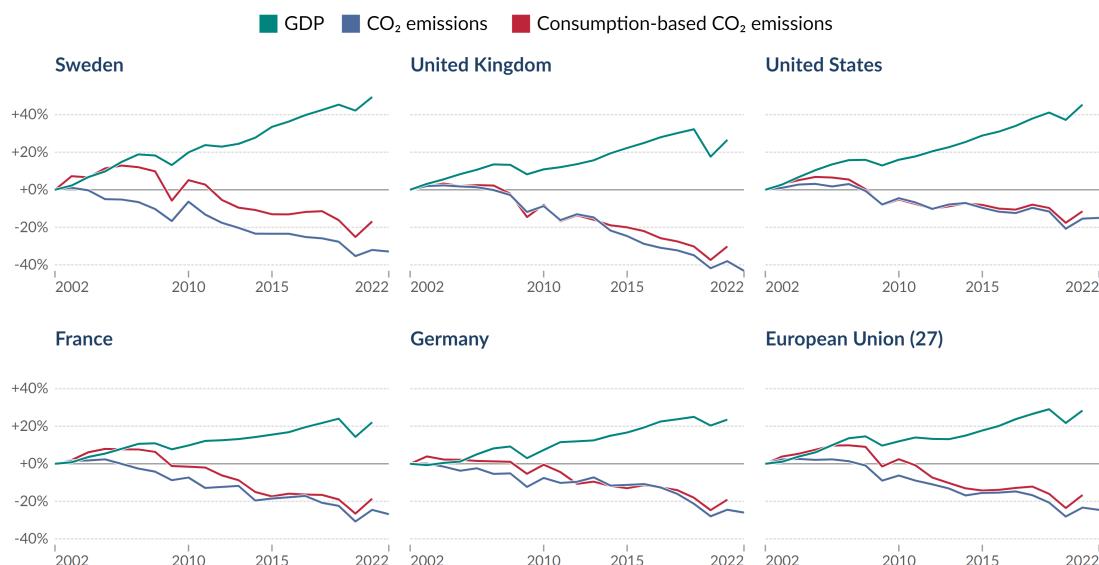
2.5.1 Νομικές και εμπορικές εκτιμήσεις

Εξετάζοντας τις νομικές και εμπορικές εκτιμήσεις για την ενσωμάτωση των δασμών άνθρακα και των CBAM, γίνεται αντιληπτό ότι είναι μια κρίσιμη πτυχή της ευθυγράμμισης της πολιτικής για το κλίμα με τη διεθνή εμπορική νομοθεσία. Κεντρικό ρόλο στην πρόκληση αυτή παίζει η διασφάλιση της συμμόρφωσης με τους κανόνες του ΠΟΕ, ιδίως η τήρηση των αρχών της μη διάκρισης, όπως οι υποχρεώσεις του μάλλον ευνοούμενου κράτους (Most Favoured Nation -MFN) και της Εθνικής Μεταχείρισης (Νατιοναλ Τρεατμεντ). Οι αρχές αυτές επιβάλλουν

Change in CO₂ emissions and GDP

Consumption-based emissions¹ are national emissions that have been adjusted for trade. This measures fossil fuel and industry emissions². Land-use change is not included.

Our World
in Data



Data source: World Bank (2023); Global Carbon Budget (2023)

Note: Gross Domestic Product (GDP) figures are adjusted for inflation.

OurWorldInData.org/co2-and-greenhouse-gas-emissions | CC BY

1. **Consumption-based emissions:** Consumption-based emissions are national or regional emissions that have been adjusted for trade. They are calculated as domestic (or 'production-based' emissions) emissions minus the emissions generated in the production of goods and services that are exported to other countries or regions, plus emissions from the production of goods and services that are imported. Consumption-based emissions = Production-based - Exported + Imported emissions

2. **Fossil emissions:** Fossil emissions measure the quantity of carbon dioxide (CO₂) emitted from the burning of fossil fuels, and directly from industrial processes such as cement and steel production. Fossil CO₂ includes emissions from coal, oil, gas, flaring, cement, steel, and other industrial processes. Fossil emissions do not include land use change, deforestation, soils, or vegetation.

Εικόνα 2.13: Μεταβολή των εκπομπών CO₂ και του ΑΕΠ [13]

την ισότιμη μεταχείριση των εισαγόμενων προϊόντων σε σύγκριση με τα εγχώρια προϊόντα και εκείνα από άλλα κράτη μέλη του ΠΟΕ. Παρά τη γενική απαγόρευση των εμπορικών πρακτικών που εισάγουν διακρίσεις, οι κανόνες του ΠΟΕ προβλέπουν εξαιρέσεις για τα μέτρα που είναι αναγκαία για την προστασία του περιβάλλοντος και τη δημόσια υγεία, προσφέροντας δυνητικό νομικό έδαφος για τη δικαιολόγηση των δασμών άνθρακα και των CBAM ως μέρος ολοκληρωμένων περιβαλλοντικών στρατηγικών. Η εφαρμογή αυτών των μηχανισμών στο πολύπλοκο πλαίσιο του διεθνούς εμπορικού δικαίου απαιτεί προσεκτική εξισορρόπηση. Περιλαμβάνει τη διατήρηση των περιβαλλοντικών στόχων με ταυτόχρονο σεβασμό των παγκόσμιων εμπορικών κανόνων και την αποφυγή εμπορικών διαφορών. Η διαφάνεια και οι δίκαιες διαδικασίες εφαρμογής, σε συνδυασμό με την ενεργό δέσμευση με τους διεθνείς εμπορικούς εταίρους, είναι ουσιώδους σημασίας για να διασφαλιστεί ότι οι μηχανισμοί αυτοί θα θεωρηθούν ως νόμιμα εργαλεία για την παγκόσμια δράση για το κλίμα.

2.5.2 Διπλωματικές και πολιτικές επιπτώσεις

Η εφαρμογή των δασμών άνθρακα και των CBAM υπερβαίνει την περιβαλλοντική πολιτική, επηρεάζοντας σημαντικά τη διεθνή διπλωματία και τις εμπορικές σχέσεις. Ενώ οι μηχανισμοί αυτοί αποτελούν κρίσιμα εργαλεία για την αντιμετώπιση των παγκόσμιων εκπομπών διοξειδίου

του άνθρακα, η εισαγωγή τους μπορεί να οδηγήσει σε διπλωματικές εντάσεις, ιδίως με εμπορικούς εταίρους που μπορεί να τους εκλάβουν ως προστατευτικά εμπόδια. Η αντίληψη αυτή είναι ιδιαίτερα πιθανή σε χώρες που δεν διαθέτουν παρόμοιους περιβαλλοντικούς κανονισμούς ή συστήματα τιμολόγησης του άνθρακα. Κατά συνέπεια, ο κίνδυνος πρόκλησης εμπορικών διαφορών και αντιποίνων είναι σημαντικός, γεγονός που καθιστά αναγκαία μια προσεκτική, διαφανή και δίκαιη προσέγγιση κατά την εφαρμογή αυτών των προσαρμογών. Η αποτελεσματική διπλωματική εμπλοκή, συμπεριλαμβανομένων των διαπραγματεύσεων και των διαβουλεύσεων με τις επηρεαζόμενες χώρες, είναι απαραίτητη για τον μετριασμό αυτών των κινδύνων και την προώθηση της αμοιβαίας κατανόησης και συνεργασίας.

Στο ευρύτερο πλαίσιο της παγκόσμιας πολιτικής για το κλίμα, οι δασμοί άνθρακα και τα CBAM έχουν τη δυνατότητα να καταλύσουν τη διεθνή συνεργασία και να ενθαρρύνουν άλλα έθνη να υιοθετήσουν αυστηρότερα μέτρα μείωσης των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα. Η ενσωμάτωσή τους στα παγκόσμια εμπορικά συστήματα μπορεί να ενισχύσει τους στόχους των διεθνών συμφωνιών για το κλίμα, όπως η Συμφωνία του Παρισιού, προωθώντας μια πιο ενιαία προσέγγιση για την τιμολόγηση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα και τη μείωση των εκπομπών σε όλα τα έθνη. Αυτό, με τη σειρά του, απαιτεί μια λεπτή ισορροπία μεταξύ της προώθησης των περιβαλλοντικών στόχων, της διατήρησης της υγιούς δυναμικής του διεθνούς εμπορίου και της συμβολής στις συλλογικές προσπάθειες για την καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής.

2.5.3 Επιχειρησιακές προκλήσεις

Οι επιχειρησιακές προκλήσεις της εφαρμογής των τιμολογίων άνθρακα και CBAM είναι σημαντικές, θέτοντας πρακτικά εμπόδια στην εκτέλεσή τους. Μια πρωταρχική πρόκληση έγκειται στην ακριβή εκτίμηση της περιεκτικότητας των εισαγωγών σε άνθρακα, η οποία είναι απαραίτητη για τον καθορισμό του κατάλληλου επιπέδου των δασμών ή των προσαρμογών άνθρακα. Η διαδικασία αυτή περιλαμβάνει πολύπλοκες μεθοδολογίες για τη λογιστική του άνθρακα, οι οποίες συχνά απαιτούν ολοκληρωμένες αξιολογήσεις του κύκλου ζωής ή τον καθορισμό προκαθορισμένων τιμών με βάση τους μέσους όρους του τομέα. Η ακρίβεια και η αξιοπιστία αυτών των εκτιμήσεων είναι ζωτικής σημασίας για τη διασφάλιση της δικαιοσύνης και της αποτελεσματικότητας των δασμών διοξειδίου του άνθρακα και των CBAM και για την αποφυγή διαφορών σχετικά με την εφαρμογή τους.

Επιπλέον, η διοικητική πολυπλοκότητα των μηχανισμών αυτών δεν μπορεί να υποτιμηθεί. Η εφαρμογή και η διαχείριση των τιμολογίων άνθρακα και των CBAM απαιτεί σημαντικούς πόρους, εμπειρογνομosύνη και ισχυρή υποδομή. Αυτό περιλαμβάνει την ανάπτυξη συστημάτων για την παρακολούθηση, την υποβολή εκθέσεων και την επαλήθευση της συμμόρφωσης, καθώς και μηχανισμών για την είσπραξη και τη διαχείριση των δασμών ή των προσαρμογών. Επιπλέον, υπάρχει ανάγκη συνεχούς προσαρμογής και βελτίωσης αυτών των συστημάτων σε συνάρτηση με τις εξελισσόμενες οικονομικές συνθήκες, τις τεχνολογικές εξελίξεις και τις αλλαγές στις διεθνείς εμπορικές συνθήκες.

2.5.4 Προώθηση δίκαιης και αποτελεσματικής δράσης για το κλίμα

Η προώθηση δίκαιης και αποτελεσματικής δράσης για το κλίμα αποτελεί κρίσιμο στόχο για την παγκόσμια αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής. Αυτοί οι μηχανισμοί έχουν σχεδιαστεί για να αντιμετωπίζουν τις ανησυχίες σχετικά με την ανταγωνιστικότητα και να αποτρέπουν τη διαρροή άνθρακα, διασφαλίζοντας ότι οι βιομηχανίες σε χώρες με αυστηρούς κανονισμούς για τον άνθρακα δεν αδικούνται αδικαιολόγητα στην παγκόσμια αγορά. Επιβάλλοντας ένα κόστος στις εισαγωγές έντασης άνθρακα, οι δασμοί διοξειδίου του άνθρακα και οι CBAM αποσκοπούν στη δημιουργία ισότιμων όρων ανταγωνισμού, ενθαρρύνοντας τις βιομηχανίες παγκοσμίως να υιοθετήσουν πιο βιώσιμες πρακτικές. Η προσέγγιση αυτή υποστηρίζει μια δίκαιη μετάβαση σε μια παγκόσμια οικονομία χαμηλών εκπομπών άνθρακα, μειώνοντας τον κίνδυνο μετατόπισης του περιβαλλοντικού βάρους σε χώρες με λιγότερο αυστηρούς κανονισμούς.

Επιπλέον, τα τιμολόγια άνθρακα και οι CBAM έχουν τη δυνατότητα να προωθήσουν ευρύτερες διεθνείς προσπάθειες μείωσης του άνθρακα. Εξισώνοντας τους οικονομικούς όρους ανταγωνισμού, μπορούν να δώσουν κίνητρα σε άλλες χώρες να υιοθετήσουν παρόμοιες πολιτικές τιμολόγησης των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα, συμβάλλοντας έτσι σε μια πιο ομοιόμορφη παγκόσμια προσέγγιση για τη μείωση των εκπομπών. Αυτό ευθυγραμμίζεται με τους ευρύτερους στόχους των διεθνών συμφωνιών για το κλίμα και προωθεί τις συλλογικές προσπάθειες για την καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής. Ωστόσο, η διασφάλιση της δικαιοσύνης και της αποτελεσματικότητας αυτών των μηχανισμών απαιτεί μια διαφοροποιημένη προσέγγιση, λαμβάνοντας υπόψη τα διαφορετικά οικονομικά και αναπτυξιακά στάδια των διαφόρων χωρών. Περιλαμβάνει την εξισορρόπηση των περιβαλλοντικών στόχων με τις αρχές της δίκαιης οικονομικής ανάπτυξης και της διεθνούς συνεργασίας.

Κεφάλαιο 3

Μεθοδολογία προσέγγισης και συλλογής δεδομένων

Η εξέταση των παγκόσμιων περιβαλλοντικών προκλήσεων σε σχέση με την παγκόσμια οικονομία είναι κάτι που αξίζει να ερευνηθεί. Μεγάλο ενδιαφέρον παρουσιάζει η γνώση του τρόπου με τον οποίο, αν αφεθούν ανεξέλεγκτες, οι πολλές προκλήσεις έχουν καταφέρει να επηρεάσουν το εμπόριο, την εκπομπή διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) και τη χρήση άνθρακα για βιομηχανίες, ιδίως μεταξύ των μεγάλων οικονομιών σε όλο τον κόσμο. Στο παρόν κεφάλαιο περιγράφεται λεπτομερώς η προσέγγιση και η μεθοδολογία συλλογής δεδομένων όσον αφορά την εξέταση αυτών των κρίσιμων παραμέτρων.

Αυτό επικεντρώνεται κυρίως σε τρεις τομείς: τα εμπορικά ελλείμματα, τις εκπομπές CO₂ και τη χρήση άνθρακα στις βιομηχανίες. Η εστίαση είναι να αναδειχθούν οι διαφορές και οι ομοιότητες των κύριων οικονομικών δυνάμεων του κόσμου, συμβάλλοντας έτσι στην κατανόηση των επιπτώσεων τόσο στην οικονομική όσο και στην περιβαλλοντική βιωσιμότητα. Η μελέτη θα υλοποιηθεί κυρίως για την Ευρωπαϊκή Ένωση, τις ΗΠΑ και την Κίνα, αλλά θα παρουσιαστούν και δεδομένα και σε παγκόσμιο επίπεδο, ώστε να μπορέσει να υλοποιηθεί αποτελεσματικά μια συγκριτική αξιολόγηση μεταξύ αυτών των κύριων δυνάμεων.

Για να επιτευχθεί ο συγκεκριμένος στόχος θα αξιοποιηθούν δεδομένα από επίσημες πηγές, όπως τα Kaggle, Europa.eu και DataUsa.io. Στη συγκεκριμένη περίπτωση, ο απώτερος στόχος είναι η συλλογή λεπτομερών και συγκρίσιμων πληροφοριών και στη συνέχεια η τεχνική ανάλυση αυτών. Περιλαμβάνει μια σαφή οργάνωση και κατηγοριοποίηση των δεδομένων σε σχέση με τις ανάγκες της έρευνας και μια αποτελεσματική παρουσίαση που αντιστοιχεί σε αυτό που υποτίθεται ότι πρέπει να διαπιστωθεί. Τα γραφήματα και η στατιστική ανάλυση θα πρέπει να χρησιμοποιούνται για την ενίσχυση της κατανόησης όσον αφορά τις υπό εξέταση παραμέτρους.

Το κεφάλαιο αυτό έχει μεγάλη σημασία, δεδομένου ότι ο συνοπτικός στόχος του δεν είναι μόνο η πρόβλεψη αλλά και η κατανόηση των πολύπλοκων αλληλεπιδράσεων που υπάρχουν μεταξύ της οικονομικής δραστηριότητας και των περιβαλλοντικών επιπτώσεων. Καθιερώνουν επίσης ένα πλήρες πλαίσιο για την πρόβλεψη των επιπτώσεων και υποστηρίζουν την περαιτέρω έρευνα προς την κατεύθυνση της βιώσιμης ανάπτυξης.

3.1 Συλλογή και ερμηνεία δεδομένων

Για την επιτυχή ανάλυση και την εξαγωγή ασφαλών συμπερασμάτων πάνω στους δασμούς άνθρακα θα αναλυθούν οι παρακάτω κατηγορίες δεδομένων για την Ευρωπαϊκή Ένωση, ΗΠΑ και Κίνα αντίστοιχα.

- **Ετήσιες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα:** Το σύνολο δεδομένων για τις ετήσιες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα είναι ανεκτίμητης αξίας για την εξέταση των τάσεων των περιφερειακών περιβαλλοντικών επιπτώσεων. Αξιολογεί την αποτελεσματικότητα των τιμολογίων διοξειδίου του άνθρακα που έχουν σχεδιαστεί για τον μετριασμό της ρύπανσης και την αποτροπή του αθέμιτου ανταγωνισμού από περιοχές με χαλαρά περιβαλλοντικά πρότυπα. Τα δεδομένα αυτά επιτρέπουν στους υπεύθυνους χάραξης πολιτικής και τους ερευνητές να εντοπίζουν τους κύριους συντελεστές της παραγωγής CO₂ και να παρακολουθούν την πρόοδο προς τους στόχους μείωσης των εκπομπών, υποστηρίζοντας την ανάγκη για δασμούς άνθρακα για τη διασφάλιση των τοπικών βιομηχανιών και του περιβάλλοντος.
- **Εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου ανά τομέα δραστηριοποίησης** Αυτό το σύνολο δεδομένων είναι ζωτικής σημασίας για τον προσδιορισμό των τομέων εντός των διάφορων χωρών που ενδέχεται να επηρεάσουν πιο σημαντικά τα τιμολόγια άνθρακα. Η κατανόηση των υψηλότερων εκπομπών -όπως η παραγωγή ενέργειας, οι μεταφορές ή η γεωργία- επιτρέπει την ακριβή εφαρμογή των τιμολογίων διοξειδίου του άνθρακα για την προώθηση καθαρότερων πρακτικών στον τομέα. Αυτή η ανάλυση ανά τομέα βοηθά στη διαμόρφωση στοχευμένων πολιτικών για την αποτελεσματική μείωση των εκπομπών, προωθώντας τους στόχους για τη μείωση της περιβαλλοντικής ρύπανσης και τη διασφάλιση δίκαιου εμπορίου.
- **Εκπομπές CO₂ ανά τύπο καυσίμου ή βιομηχανίας:** Η ανάλυση των εκπομπών CO₂ ανά τύπο καυσίμου ή βιομηχανίας είναι ζωτικής σημασίας για την εκλέπτυνση των τιμολογίων διοξειδίου του άνθρακα. Αυτή η λεπτομερής προσέγγιση διαφοροποιεί μεταξύ των πιο ρυπογόνων καυσίμων, όπως ο άνθρακας και το πετρέλαιο, και των λιγότερο επιβλαβών εναλλακτικών καυσίμων, όπως το φυσικό αέριο ή η βιομάζα. Οι υψηλότεροι δασμοί στις εισαγωγές που συνδέονται με πιο βρώμικα καύσιμα ενθαρρύνουν τη στροφή προς καθαρότερες πηγές ενέργειας, ευθυγραμμίζονται με τις παγκόσμιες δεσμεύσεις για τη μείωση του άνθρακα και προστατεύουν τις τοπικές βιομηχανίες από τον ανταγωνισμό με φθηνότερες, πιο ρυπογόνες εισαγωγές.
- **Ποσοστό παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές:** Αυτό το σύνολο δεδομένων παρέχει πληροφορίες σχετικά με τη μετάβαση της ΕΕ προς τη βιώσιμη ενέργεια, η οποία είναι ζωτικής σημασίας για τη μείωση της εξάρτησης από εισαγόμενα ορυκτά καύσιμα με υψηλό αποτύπωμα άνθρακα. Μετρώντας το μερίδιο της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από ανανεώσιμες πηγές, η ΕΕ μπορεί να αξιολογήσει την αποτελεσματικότητα των πολιτικών και των επιδοτήσεων που αποσκοπούν στην αύξηση της παραγωγής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές. Αυτό σχετίζεται άμεσα με τη λογική των τιμολογίων άνθρακα, καθώς ένα υψηλότερο μερίδιο ανανεώσιμων

πηγών ενέργειας μειώνει τις συνολικές εκπομπές και ενισχύει την ενεργειακή ασφάλεια, μειώνοντας την ανάγκη για τιμολόγια.

- **Μεταβολή πληθυσμού:** Τα πληθυσμιακά δεδομένα είναι απαραίτητα για την αξιολόγηση των κατά κεφαλήν εκπομπών και του αντίκτυπου των τιμολογίων άνθρακα στην καταναλωτική αγορά. Ένας μεγαλύτερος πληθυσμός μπορεί να αυξήσει τη ζήτηση για ισχυρές υποδομές και ενέργεια, οδηγώντας ενδεχομένως σε υψηλότερες εκπομπές εάν δεν γίνει βιώσιμη διαχείριση. Αυτό το σύνολο δεδομένων βοηθά στην κατανόηση των καταναλωτικών προτύπων και της επεκτασιμότητας των λύσεων ανανεώσιμης ενέργειας. Επιπλέον, οι τάσεις αύξησης του πληθυσμού είναι ζωτικής σημασίας για τον προγραμματισμό των μελλοντικών ενεργειακών αναγκών και τον προσδιορισμό της έκτασης των τιμολογιακών παρεμβάσεων που απαιτούνται για να διασφαλιστεί ότι οι περιβαλλοντικές πολιτικές δεν θέτουν σε κίνδυνο την οικονομική προσβασιμότητα και την ανταγωνιστικότητα σε μια αναπτυσσόμενη αγορά.

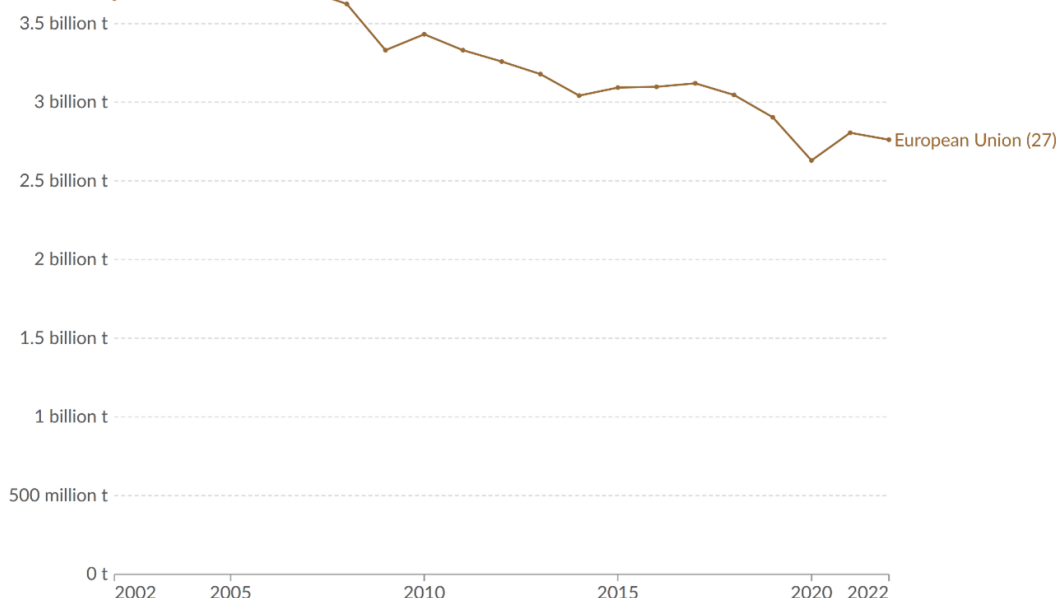
3.1.1 Ευρωπαϊκή Ένωση

Συγκεντρώνοντας και αναλύοντας τα απαραίτητα δεδομένα για την Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ) παρουσιάζεται η περίπτωση των ετήσιων εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα, όπως παρουσιάζεται στην παρακάτω Εικόνα 3.1.

Annual CO₂ emissions

Carbon dioxide (CO₂) emissions from fossil fuels and industry¹. Land-use change is not included.

Our World
in Data



Data source: Global Carbon Budget (2023)

OurWorldInData.org/co2-and-greenhouse-gas-emissions | CC BY

¹ **Fossil emissions:** Fossil emissions measure the quantity of carbon dioxide (CO₂) emitted from the burning of fossil fuels, and directly from industrial processes such as cement and steel production. Fossil CO₂ includes emissions from coal, oil, gas, flaring, cement, steel, and other industrial processes. Fossil emissions do not include land use change, deforestation, soils, or vegetation.

Εικόνα 3.1: Ετήσιες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα στην ΕΕ [14]

Στο παραπάνω διάγραμμα παρουσιάζεται ο όγκος των ετήσιων εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα από τη χρήση ορυκτών καυσίμων, από τον οποίο μπορούν να εξαχθούν ορισμένα βασικά συμπεράσματα. Οι εκπομπές ανήλθαν σε 3,66 δισεκατομμύρια τόνους το 2002 και ήταν λίγο μεγαλύτερες το 2003, σε 3,74 δισεκατομμύρια τόνους.

Η περίοδος από το 2004 έως το 2007 είναι πολύ χαρακτηριστική για τις εκπομπές με μικρές διακυμάνσεις: το 2004 ήταν στο επίπεδο των 3,75 δισεκατομμυρίων τόνων- το 2005 μειώθηκαν στους 3,73- το 2006 ήταν πάλι 3,74- το 2007 μειώθηκαν στους 3,71. Ένα χρόνο αργότερα, το 2008, είχε ήδη μειωθεί σε 3,62 δισεκατομμύρια τόνους, ενώ το 2009 καταγράφηκε μια εντονότερη μείωση - ήδη στα 3,33 δισεκατομμύρια.

Το 2010, από την άλλη πλευρά, καταγράφηκε αύξηση στους 3,43 δισεκατομμύρια τόνους. Από το 2011 έως το 2014, η τάση ήταν πτωτική, με τις εκπομπές να μειώνονται σταδιακά από 3,33 σε 3,04 δισεκατομμύρια τόνους. Το 2015, προχώρησαν σε μια μικρή αύξηση των 3,09 δισεκατομμυρίων τόνων και τα επόμενα χρόνια ο δείκτης σταθεροποιήθηκε: 3,1 δισ. τόνους το 2016 και 3,12 δισ. τόνους το 2017.

Για τα έτη 2018-2019, χαρακτηρίζονται από μείωση: το επίπεδο των εκπομπών διαμορφώθηκε σε 3,05 και 2,9 δισεκατομμύρια τόνους. Πέρυσι, εν μέσω πανδημίας, μειώθηκε απότομα στους 2,63 δισεκατομμύρια τόνους, αλλά ανέκαμψε το έτος 2021 στα 2,81 δισεκατομμύρια και φέτος, το 2022, σταθεροποιήθηκε στους 2,76 δισεκατομμύρια τόνους. Συνοψίζοντας, κατά την περίοδο 2002-2022, παρατηρήθηκε ότι οι εκπομπές μειώθηκαν κατά περίπου 0,9 δισεκατομμύρια τόνους, από 3,66 σε 2,76 δισεκατομμύρια τόνους CO₂.

Σημαντικό είναι να αντιληφθεί πως μεταβάλλεται το Ακαθάριστο Εθνικό Προϊόν (ΑΕΠ) κάθε χώρας συγκριτικά με αυτές τις εκπομπές. Στο παρακάτω διάγραμμα της Εικόνας 3.2 παρουσιάζεται αυτή η συσχέτιση.

Η Εικόνα 3.2 παρουσιάζει την πορεία που ακολούθησαν η ΕΕ όσον αφορά την αύξηση του ΑΕΠ τους και τις εκπομπές CO₂ για περίπου δύο δεκαετίες, με ιδιαίτερη έμφαση κυρίως στα έτη 2002-2022. Η ανάλυση του γραφήματος παρουσιάζει μια αποκαλυπτική αφήγηση σχετικά με την εξελισσόμενη δυναμική μεταξύ οικονομικής ανάπτυξης και περιβαλλοντικών επιπτώσεων. Αρχικά, από το 2003 έως το 2008, μια ισχυρή αύξηση του ΑΕΠ από 3,84% έως 14,7% συνοδεύτηκε από αύξηση των εκπομπών CO₂, αντανακλώντας το παραδοσιακό μοντέλο όπου η οικονομική επέκταση ήταν στενά συνδεδεμένη με τη βιομηχανική δραστηριότητα και τις υψηλότερες εκπομπές άνθρακα.

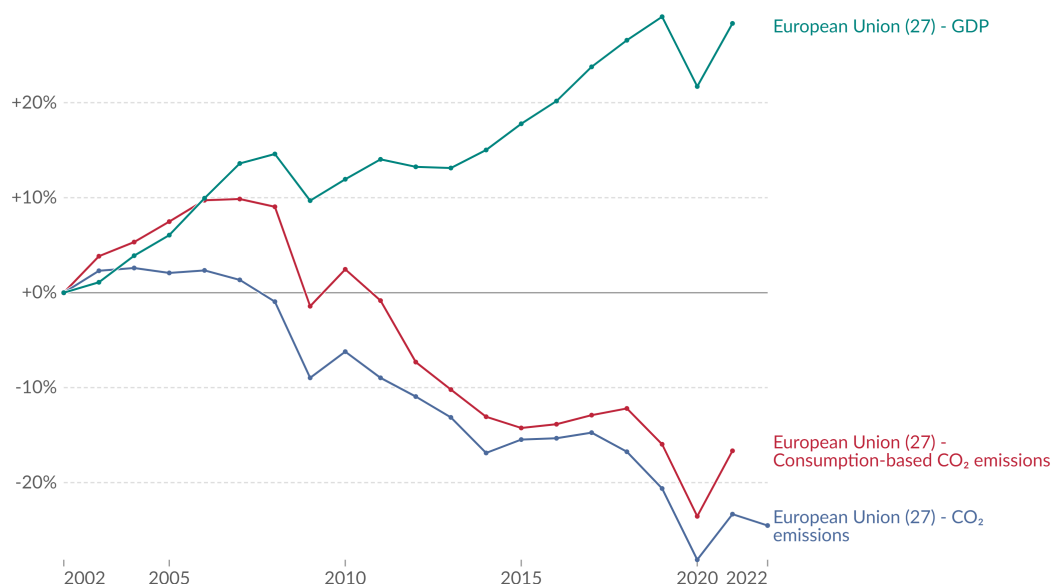
Ωστόσο, μια σημαντική μετατόπιση παρατηρείται μετά το 2009, όπου τα δεδομένα αρχίζουν να παρουσιάζουν απόκλιση μεταξύ της αύξησης του ΑΕΠ και των εκπομπών CO₂. Αξίζει να σημειωθεί ότι το 2020, παρά τις οικονομικές διακυμάνσεις, οι εκπομπές CO₂ μειώθηκαν δραματικά κατά 23,55%, υποδεικνύοντας μια αποφασιστική κίνηση προς μια οικονομία λιγότερο έντασης άνθρακα. Η αλλαγή αυτή είναι πιθανό να οφείλεται σε αυστηρούς περιβαλλοντικούς κανονισμούς, σε τεχνολογικές εξελίξεις και σε μια μετατόπιση της διαρθρωτικής σύνθεσης της οικονομίας που ευνοεί λιγότερο ρυπογόνες δραστηριότητες.

Η τάση αποσύνδεσης της οικονομικής ανάπτυξης από τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα συνεχίστηκε και τα επόμενα έτη. Ακόμη και με μια ισχυρή οικονομική ανάκαμψη το 2021, όπου το ΑΕΠ αυξήθηκε κατά 28,35%, τόσο οι εκπομπές CO₂ όσο και οι εκπομπές CO₂ με βάση την κατανάλωση συνέχισαν την πτωτική τους πορεία, καταγράφοντας μειώσεις 16,65% και 23,32%, αντίστοιχα. Το πρότυπο αυτό όχι μόνο υπογραμμίζει τη δέσμευση της ΕΕ για

Change in CO₂ emissions and GDP, European Union (27)

Consumption-based emissions¹ are national emissions that have been adjusted for trade. This measures fossil fuel and industry emissions². Land-use change is not included.

Our World
in Data



Data source: World Bank (2023); Global Carbon Budget (2023)

OurWorldInData.org/co2-and-greenhouse-gas-emissions | CC BY

Note: Gross Domestic Product (GDP) figures are adjusted for inflation.

1. **Consumption-based emissions:** Consumption-based emissions are national or regional emissions that have been adjusted for trade. They are calculated as domestic (or 'production-based' emissions) emissions minus the emissions generated in the production of goods and services that are exported to other countries or regions, plus emissions from the production of goods and services that are imported. Consumption-based emissions = Production-based – Exported + Imported emissions

2. **Fossil emissions:** Fossil emissions measure the quantity of carbon dioxide (CO₂) emitted from the burning of fossil fuels, and directly from industrial processes such as cement and steel production. Fossil CO₂ includes emissions from coal, oil, gas, flaring, cement, steel, and other industrial processes. Fossil emissions do not include land use change, deforestation, soils, or vegetation.

Εικόνα 3.2: Συσχέτιση ΑΕΠ ΕΕ με την μεταβολή των εκπομπών CO₂ [15]

βιώσιμη ανάπτυξη, αλλά και αναδεικνύει την επιτυχία της στην ευθυγράμμιση των οικονομικών δραστηριοτήτων με τις περιβαλλοντικές προτεραιότητες.

Η εντονότερη μείωση των εκπομπών CO₂ με βάση την κατανάλωση, με σημαντική μείωση στο -28,12% το 2020, υπογραμμίζει περαιτέρω τις προσπάθειες της ΕΕ να μειώσει το αποτύπωμα άνθρακα που συνδέεται με τις εισαγωγές και την κατανάλωσή της.

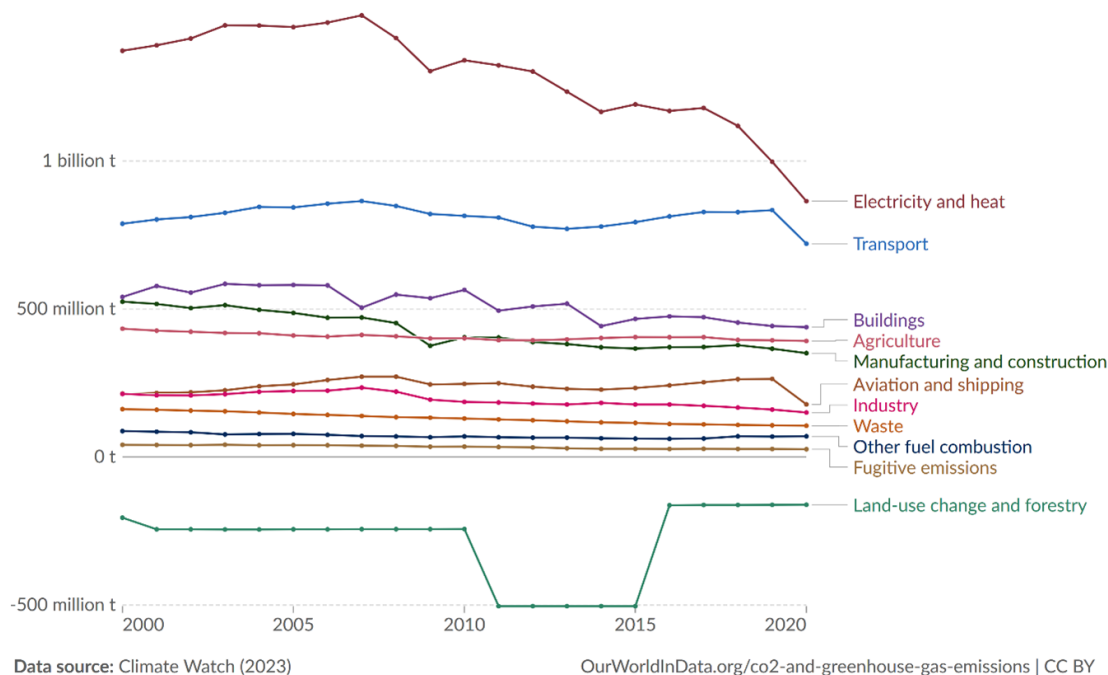
Στην Εικόνα 3.3, παρουσιάζονται οι εκπομπές αερίων θερμοκηπίου ανα τομέα δραστηριοποίησης στην ΕΕ.

Η ποσότητα των εκπομπών CO₂ από την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας το 2000 ανήλθε σε 1,37 δισεκατομμύρια τόνους, ενώ το 2001 και το 2002 αυξήθηκε ελαφρώς σε 1,39 και 1,41 δισεκατομμύρια τόνους, αντίστοιχα, και είχε ήδη αυξηθεί σε 1,46 δισεκατομμύρια τόνους το 2003. Τα επόμενα τρία χρόνια, δηλαδή το 2004, παρέμεινε στους 1,46 δισεκατομμύρια τόνους, αλλά έπεσε στα 1,45 δισεκατομμύρια το 2005 και ανέκαμψε στα 1,47 δισεκατομμύρια το 2006, στη συνέχεια ήρθε το 2007 και υπήρξε μια μικρή αύξηση στους 1,49 δισεκατομμύρια τόνους. Στη συνέχεια, μετά τη μεγάλη πτώση, έφθασε στους 1,41 δισεκατομμύρια τόνους το 2008. Και πάλι υπήρξε πτώση, αυτή τη φορά σε 1,3 δισεκατομμύρια τόνους το 2009. Μετά από αυτό, αυξήθηκαν σε 1,34 δισεκατομμύρια τόνους το 2010 και περίπου 0,02 μονάδες ανά έτος αργότερα βρέθηκαν σε 1,32 δισεκατομμύρια τόνους το 2011, στη συνέχεια σε 1,3 δισεκατομμύρια τόνους

Greenhouse gas emissions by sector, European Union (27)

Greenhouse gas emissions are measured in tonnes of carbon dioxide-equivalents over a 100-year timescale.

Our World
in Data



Εικόνα 3.3: Εκπομπές αερίων θερμοκηπίου ανά τομέα δραστηριοποίησης στην ΕΕ [16]

το 2012, παρατηρήθηκε μια απότομη μείωση το έτος 2013, πέφτοντας σε 1,23 δισεκατομμύρια τόνους, η οποία ήταν σταθερή για το 2014. Στη συνέχεια, πήρε πάνω-κάτω από το 2014 έως το 2017, μειώθηκε σε 1,12 δισ. τόνους το 2018, μειώθηκε περαιτέρω το 2019 σε 997,05 εκατ. τόνους και στη συνέχεια το 2020 σε 863,98 εκατ. τόνους. Αυτό υποδηλώνει μείωση των εκπομπών κατά περίπου 0,546 δισεκατομμύρια τόνους από το 2000 έως το 2020.

Στον τομέα των μεταφορών, το 2000, οι εκπομπές CO₂ υπολογίζονταν σε 786,76 εκατομμύρια τόνους, όγκος που έκτοτε ακολουθεί αυξητική τάση και έφτασε τους 864,34 εκατομμύρια τόνους το 2007. Σημαντική κάμψη σημειώθηκε από το 2008 έως το 2013, με τις εκπομπές να μειώνονται στους 770,61 εκατομμύρια τόνους. Το 2014, στη συνέχεια, οι εκπομπές αυξήθηκαν σιγά-σιγά μέχρι το 2016, όταν κατέγραψαν 812,46 εκατομμύρια τόνους, ενώ στη συνέχεια πήραν αργά την κατιούσα και έφτασαν στους 720,39 εκατομμύρια τόνους το έτος 2020, μετά από αρκετές αυξομειώσεις. Σε γενικές γραμμές, υποδηλώνει μια μικρή μείωση των συνολικών εκπομπών.

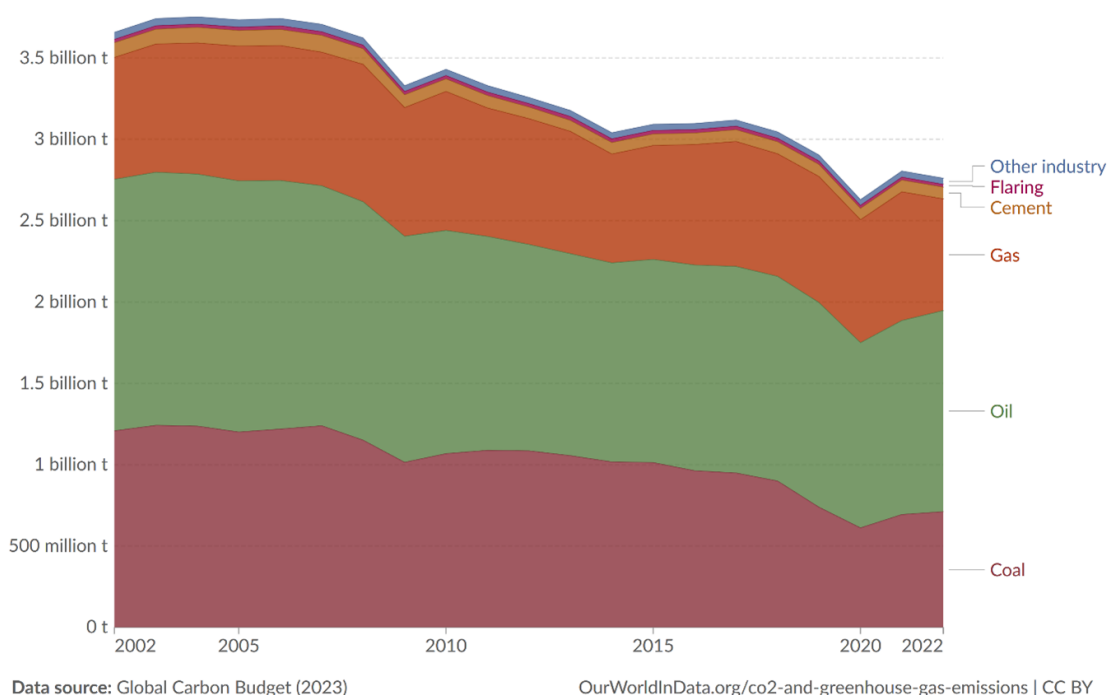
Η τάση των γεωργικών εκπομπών CO₂ από το 2000 έως το 2020 μειώνεται με προσωρινές διακυμάνσεις. Αρχικά, οι εκπομπές ήταν κοντά στους 433,32 εκατομμύρια τόνους το 2000, αντανακλώντας μια αργά φθίνουσα πορεία με την πάροδο των ετών, που διακόπτεται από μια αύξηση εδώ και εκεί, όπως το 2007, όταν αυξήθηκε στους 412,15 εκατομμύρια τόνους. Οι εκπομπές σε αυτόν τον τομέα εξαρτώνται από τις αλλαγές στις πρακτικές, τη βελτίωση της τεχνολογίας, την αύξηση της αποδοτικότητας και τη μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων. Η μείωση σε 391,94 εκατομμύρια τόνους μέχρι το έτος 2020 επαναλαμβάνει περαιτέρω τις επιπτώσεις της αυξημένης βιωσιμότητας μέσω της υιοθέτησης καινοτόμων πρακτικών διαχείρισης

στις γεωργικές εκμεταλλεύσεις.

Κατά τη διάρκεια αυτής της χρονικής περιόδου, ο βιομηχανικός τομέας παρουσίασε ένα μοτίβο εκπομπών που είναι μάλλον διακριτό. Το 2000, οι βιομηχανικές εκπομπές του ήταν 213,12 εκατομμύρια τόνοι CO₂. Παρέμειναν λίγο-πολύ οι ίδιες μέχρι τις αρχές της δεκαετίας του 2000 και στη συνέχεια, το 2007, κορυφώθηκαν στους 234,50 εκατομμύρια τόνους, με τους λόγους να αποδίδονται στη βιομηχανική ανάπτυξη και την αύξηση των παραγωγικών δραστηριοτήτων. Τα επόμενα χρόνια, ωστόσο, σημειώθηκε αξιοσημείωτη μείωση των εκπομπών, γεγονός που αντανακλά την ανταπόκριση του τομέα στις ρυθμιστικές πιέσεις, τις προόδους στις καθαρές τεχνολογίες και τη γενικότερη παγκόσμια μετακίνηση προς πιο βιώσιμες βιομηχανικές διαδικασίες. Μέχρι το 2020, οι εκπομπές είχαν μειωθεί σε 150,61 εκατομμύρια τόνους, γεγονός που δείχνει τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης, την υιοθέτηση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και την αυστηρή τήρηση των περιβαλλοντικών προτύπων. Το γεγονός αυτό υποδεικνύει περαιτέρω τις δυσκολίες που αντιμετωπίζουν οι εταιρείες στο να συμβιβάσουν την ανάπτυξη με την περιβαλλοντική βιωσιμότητα, αναδεικνύοντας για άλλη μια φορά την αξία της καινοτομίας και των ρυθμιστικών πλαισίων για την εξασφάλιση διαρκούς μείωσης των εκπομπών CO₂.

CO₂ emissions by fuel or industry type, European Union (27)

Our World
in Data

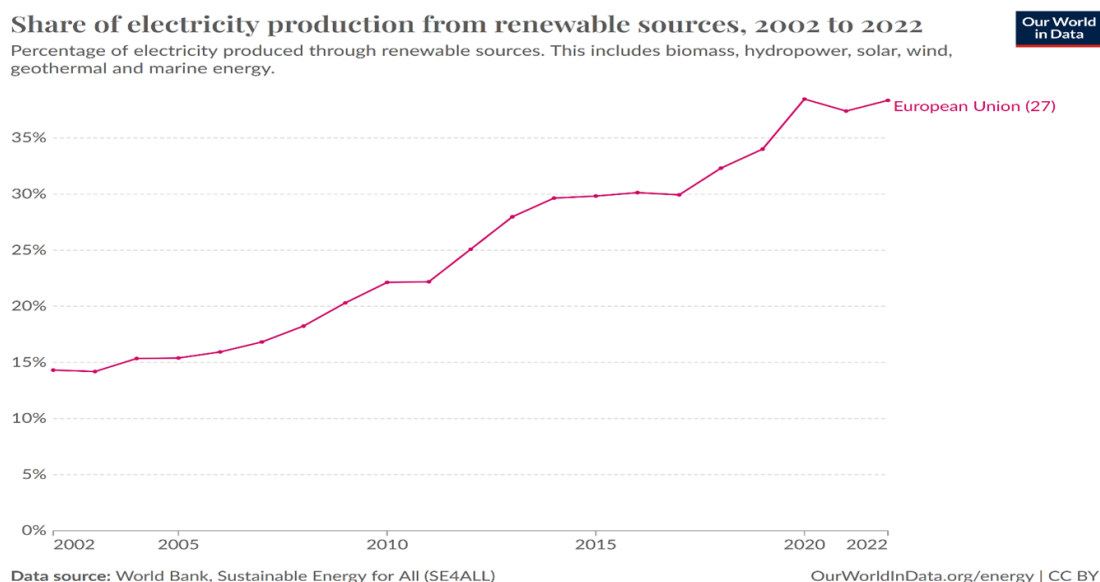


Εικόνα 3.4: Εκπομπές CO₂ ανά τύπο καυσίμου ή βιομηχανίας [17]

Στο διάγραμμα της Εικόνας 3.4 περιγράφονται οι τύποι και τα καύσιμα που συμβάλλουν στις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Βέβαια, αν αυτές οι πηγές και τα καύσιμα βαθμολογούνταν ανάλογα με τη συμβολή τους στις εκπομπές, η κατάταξη θα ήταν η εξής: πετρέλαιο, άνθρακας, φυσικό αέριο, τσιμέντο, άλλες βιομηχανίες και τέλος, καύση. Εδώ και δύο δεκαετίες, η τάση παραμένει η ίδια. Είναι επίσης σαφές ότι το ποσοστό των συνολικών εκπομπών έχει μειωθεί καθ' όλη τη διάρκεια της εικοσαετίας, από τους αρχικούς

3,66 δισεκατομμύρια τόνους εκπομπών CO₂ το 2002 σε 2,77 δισεκατομμύρια τόνους στο τέλος του 2022. Αυτή, επομένως, είναι μια τάση που υποδεικνύει τη μείωση της χρήσης με την πάροδο των ετών.

Στην συνέχεια, εξετάζεται το μερίδιο παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, όπως παρουσιάζεται στην Εικόνα 3.5.



Εικόνα 3.5: Μερίδιο παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας ΕΕ από ανανεώσιμες πηγές [18]

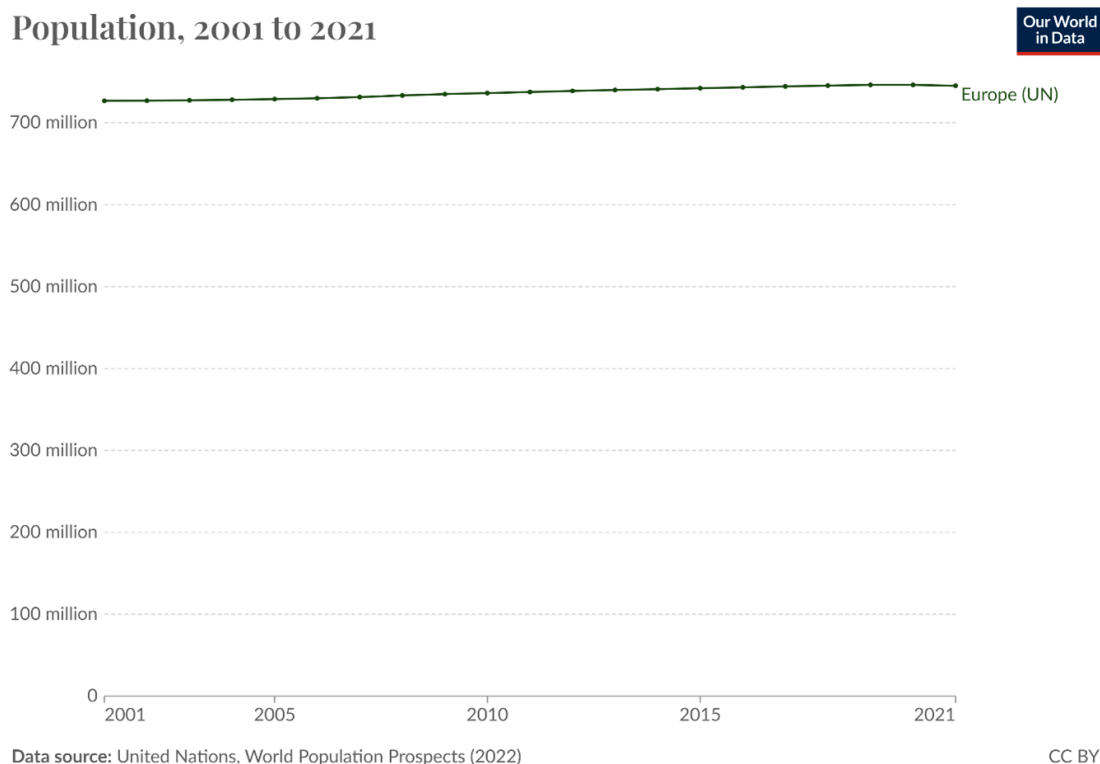
Το γράφημα απεικονίζει την αύξηση του μεριδίου των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας τις τελευταίες δύο δεκαετίες στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Το έτος 2002, η παραγωγή από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας μοιραζόταν ένα πενιχρό 14,32% της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας, γεγονός που δείχνει ότι η ενσωμάτωσή τους στο δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας βρισκόταν σε αρχικό στάδιο. Με γνώμονα την τεχνολογική πρόοδο, τη ρυθμιστική πίεση και την αυξανόμενη περιβαλλοντική ευαισθητοποίηση όσον αφορά τη χρήση και τις επιπτώσεις των ορυκτών καυσίμων, οι τάσεις αυτές έχουν σαφώς αυξηθεί.

Μέχρι το 2012, το ποσοστό αυτό είχε φτάσει στο 25,08, μια σημαντική αύξηση, καθώς σηματοδοτεί μια σημαντική στροφή προς πιο πράσινες πηγές ενέργειας, μέρος της δέσμευσης της ΕΕ για μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα και προώθηση της αειφορίας. Αυτές οι αυξητικές τάσεις συνεχίστηκαν, με αρκετά αξιοσημείωτη επιτάχυνση μετά το 2010, όταν τα ποσοστά υιοθέτησης επιταχύνθηκαν, με αποτέλεσμα οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας να αυξηθούν και να αντιπροσωπεύουν το 38,36% της συνολικής παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας έως το 2022.

Πάνω απ' όλα, αυτή η σημαντική αύξηση υπογραμμίζει μια στρατηγική εναλλαγή του ενεργειακού τομέα ώστε να διασφαλιστεί ότι ευθυγραμμίζεται όμορφα με τις πολιτικές της ΕΕ που ενθαρρύνουν τη βιώσιμη παραγωγή και κατανάλωση ενέργειας. Η αυξανόμενη εξάρτηση από τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας διαδραματίζει ζωτικό ρόλο στον έλεγχο των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα και συμβάλλει στη βελτίωση της ενεργειακής ασφάλειας και στη μείωση της εξάρτησης από εισαγόμενα καύσιμα. Αυτό θα αποτελούσε επίσης κρίσιμη συμβολή στους μακροπρόθεσμους στόχους της ΕΕ, βοηθώντας στην επίτευξη ενεργειακής ανεξαρτη-

σίας και στη μετάβαση προς μια οικονομία χαμηλών εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα, η οποία θα αναδείκνυε τον εξέχοντα ρόλο που διαδραματίζουν οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας στη διαμόρφωση του μελλοντικού ενεργειακού τοπίου.

Τέλος, εξετάζεται ο πληθυσμός της ΕΕ για να γίνει αντιληπτό πως επηρεάζει το ευρύτερο οικονομικό τοπίο, όπως παρουσιάζεται στην Εικόνα 3.6.



Εικόνα 3.6: Μεταβολή πληθυσμού ΕΕ [19]

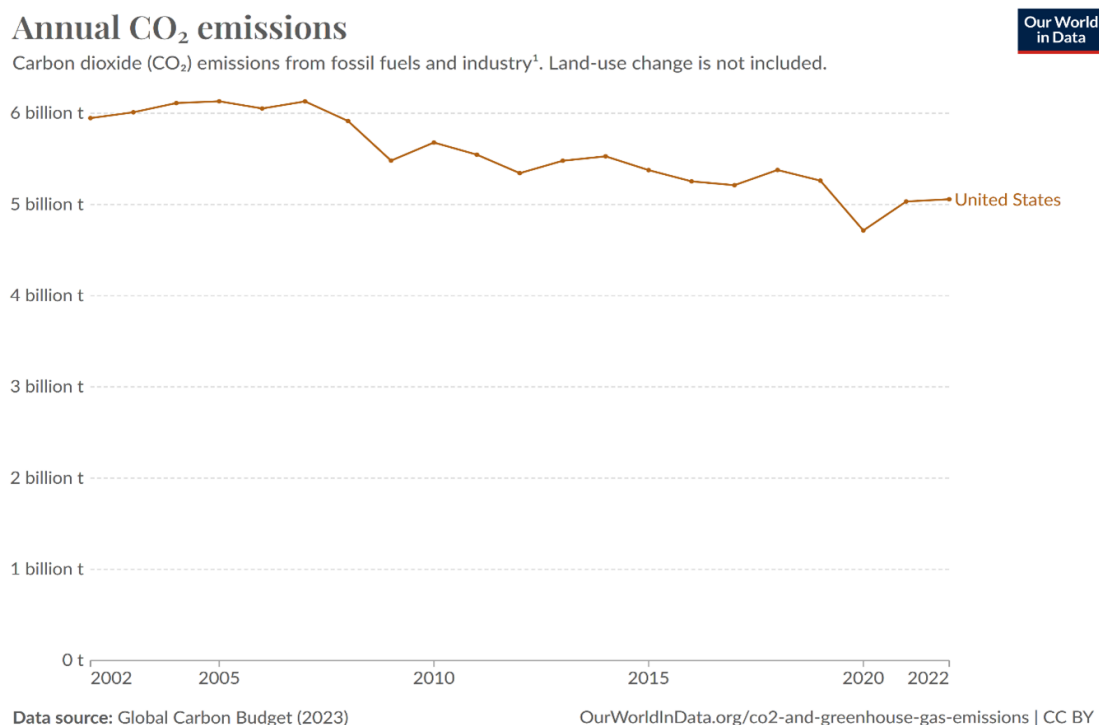
Η δυναμική του πληθυσμού εντός της ΕΕ, από το 2001 έως το 2021, παρατηρήθηκε μια γενικά σταθερή αλλά και ελαφρώς κυμαινόμενη τάση. Ξεκινώντας από το 2001, ο πληθυσμός της ΕΕ σημειώθηκε σε περίπου 726,88 εκατομμύρια και αυξάνεται σταδιακά για να καταγράψει 746,19 εκατομμύρια το 2019.

Αυτό αντικατοπτρίζει σχεδόν 20 χρόνια σταδιακής αύξησης, υπογραμμίζοντας καλά τις λεπτές αλλά σημαντικές δημογραφικές αλλαγές σε ολόκληρη την περιοχή, οι οποίες καθοδηγούνται κυρίως από τα ποσοστά γεννήσεων και θνησιμότητας, μεταξύ άλλων μεταναστευτικών προτύπων. Το 2020, αυξήθηκε ελαφρώς στα 746,23 εκατομμύρια, υποδηλώνοντας σχεδόν σταθεροποίηση της αύξησης του πληθυσμού. Ωστόσο, το 2021 σημειώθηκε μια μικρή κάμψη, καταγράφοντας μείωση στα 745,17 εκατομμύρια.

Παράγοντες όπως η γήρανση του πληθυσμού και οι μεταβαλλόμενες μεταναστευτικές ροές αποτελούν αναπόσπαστο στοιχείο για την κατανόηση της δυναμικής του πληθυσμού στην ΕΕ. Η γνώση αυτών των τάσεων είναι επομένως κρίσιμη τόσο για τον σχεδιασμό πολιτικής όσο και για τις οικονομικές προβλέψεις, οι οποίες θα πρέπει να περιλαμβάνουν τις πληθυσμιακές προβλέψεις μεταξύ των κύριων παραδοχών τους εντός της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

3.1.2 ΗΠΑ

Στην συνέχεια εξετάζεται μια από τις χώρες με την μεγαλύτερη παραγωγή, ειδικά τα τελευταία 20 χρόνια, που είναι και το χρονικό εύρος που εξετάζεται στην παρούσα εργασία. Παρακάτω στην Εικόνα 3.7, παρατίθενται οι ετήσιες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα για τις ΗΠΑ.



1. Fossil emissions: Fossil emissions measure the quantity of carbon dioxide (CO₂) emitted from the burning of fossil fuels, and directly from industrial processes such as cement and steel production. Fossil CO₂ includes emissions from coal, oil, gas, flaring, cement, steel, and other industrial processes. Fossil emissions do not include land use change, deforestation, soils, or vegetation.

Εικόνα 3.7: Ετήσιες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα στις ΗΠΑ [20]

Το γράφημα παρουσιάζει τις ετήσιες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα στις ΗΠΑ για μια περίοδο άνω των δύο δεκαετιών, δείχνοντας μια τάση αυξομειώσεως των επιπέδων εκπομπών. Ξεκινώντας το 2002, οι εκπομπές ήταν 5,95 δισεκατομμύρια τόνοι και έφτασαν στο μέγιστο των 6,13 δισεκατομμυρίων τόνων μέχρι το 2005. Μετά την κορύφωση αυτή, υπήρξε μια μικρή μείωση στους 6,05 δισεκατομμύρια τόνους, με επακόλουθη αύξηση στους 6,13 δισεκατομμύρια τόνους και πάλι το 2007.

Η περίοδος από το 2008 έως το 2009 σημείωσε αξιοσημείωτη μείωση, με τις εκπομπές να καταγράφονται σε 5,92 δισεκατομμύρια τόνους και στη συνέχεια να μειώνονται περαιτέρω σε 5,48 δισεκατομμύρια τόνους. Ωστόσο, το 2010 σημειώθηκε μικρή αύξηση στους 5,68 δισεκατομμύρια τόνους. Ακολούθησε σταθερή μείωση τα επόμενα χρόνια, με αποκορύφωμα τους 5,34 δισεκατομμύρια τόνους το 2012. Μικρές αυξήσεις παρατηρήθηκαν και πάλι το 2013 και το 2014, με τις εκπομπές να φτάνουν τους 5,48 δισεκατομμύρια τόνους και τους 5,53 δισεκατομμύρια τόνους, αντίστοιχα.

Από το 2015 έως το 2017, η τάση μείωσης συνεχίστηκε, με τις εκπομπές να μειώνονται κάθε χρόνο και να φτάνουν τους 5,21 δισεκατομμύρια τόνους έως το 2017. Υπήρξε μια μικρή άνοδος

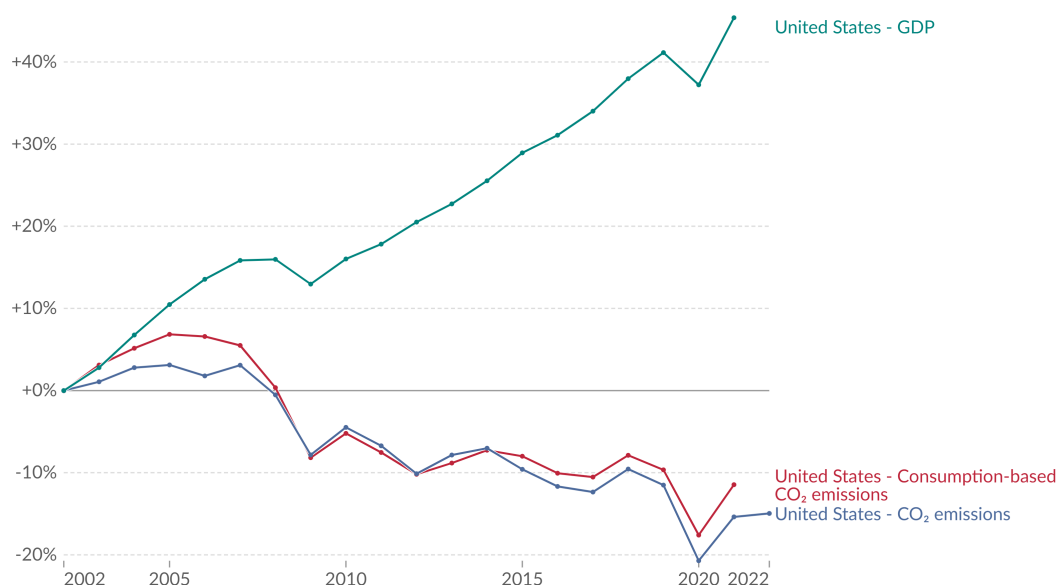
το 2018 σε 5,38 δισεκατομμύρια τόνους, αλλά η γενική τάση από το 2019 έως το 2020 έδειξε μείωση, φθάνοντας σε 4,71 δισεκατομμύρια τόνους το 2020. Η μείωση αυτή επηρεάστηκε από διάφορους παράγοντες, όπως η τεχνολογική πρόοδος στην ενεργειακή απόδοση και οι αλλαγές στις πηγές παραγωγής ενέργειας. Το 2021 και το 2022, οι εκπομπές σταθεροποιήθηκαν σε περίπου 5,03 δισεκατομμύρια τόνους και 5,06 δισεκατομμύρια τόνους, αντίστοιχα.

Στο παρακάτω διάγραμμα της Εικόνας 3.8 παρουσιάζεται αυτή η συσχέτιση του ΑΕΠ των ΗΠΑ με την μεταβολή των εκπομπών CO₂.

Change in CO₂ emissions and GDP, United States

Consumption-based emissions¹ are national emissions that have been adjusted for trade. This measures fossil fuel and industry emissions². Land-use change is not included.

Our World
in Data



Data source: World Bank (2023); Global Carbon Budget (2023)

OurWorldInData.org/co2-and-greenhouse-gas-emissions | CC BY

Note: Gross Domestic Product (GDP) figures are adjusted for inflation.

1. **Consumption-based emissions:** Consumption-based emissions are national or regional emissions that have been adjusted for trade. They are calculated as domestic (or 'production-based' emissions) emissions minus the emissions generated in the production of goods and services that are exported to other countries or regions, plus emissions from the production of goods and services that are imported. Consumption-based emissions = Production-based – Exported + Imported emissions

2. **Fossil emissions:** Fossil emissions measure the quantity of carbon dioxide (CO₂) emitted from the burning of fossil fuels, and directly from industrial processes such as cement and steel production. Fossil CO₂ includes emissions from coal, oil, gas, flaring, cement, steel, and other industrial processes. Fossil emissions do not include land use change, deforestation, soils, or vegetation.

Εικόνα 3.8: Συσχέτιση ΑΕΠ ΗΠΑ με την μεταβολή των εκπομπών CO₂ [21]

Η Εικόνα 3.8 παρουσιάζει την πορεία που ακολούθησαν οι Ηνωμένες Πολιτείες όσον αφορά την αύξηση του ΑΕΠ τους και τις εκπομπές CO₂ για περίπου δύο δεκαετίες, με ιδιαίτερη έμφαση κυρίως στα έτη 2002-2022.

Όσο αφορά το ΑΕΠ, ξεκινώντας από το 2003, η ετήσια αύξηση ήταν 3,1% ετησίως. Στη συνέχεια, το 2005, υπήρξε ένα τεράστιο άλμα και το ετήσιο ποσοστό έφτασε στο επίπεδο ρεκόρ μέχρι το 2021 στο 45,38%. Η περαιτέρω εξέλιξη είναι αρκετά ενδεικτική των κυμάτων καλών οικονομικών επιδόσεων, ιδίως μετά το 2009, τα οποία μπορεί να αντιστοιχούσαν σε οδοὺς ανάκαμψης της χρηματοπιστωτικής κατάρρευσης του 2008 και σε δημοσιονομικά κίνητρα ή σε προσαρμογές της αγοράς. Ωστόσο, τα στοιχεία για το 2022 δεν παραδίδονται, γεγονός που αφήνει ανοιχτό το ερώτημα πώς προκύπτει η τρέχουσα τάση οικονομικής ανάπτυξης.

Στην κόκκινη γραμμή παρουσιάζονται οι εκπομπές CO₂ με έμφαση στα καύσιμα και στην βιομηχανία. Ξεκινώντας με αύξηση 2,8% το έτος 2003. Σε μια γενική βάση, έχει μια τάση αύξησης των εκπομπών μέχρι το 2008, όπου σχεδόν ισοπεδώνεται στο 0,35%, ενδεικτικό μιας οικονομίας που αρχίζει να βρίσκεται σε οροπέδιο ή της έναρξης μέτρων μείωσης των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα. Απότομη πτώση καταγράφηκε το 2009: οι εκπομπές μειώθηκαν κατά 7,83%, γεγονός που, πιθανότατα, αντανάκλα την παγκόσμια οικονομική επιβράδυνση λόγω της χρηματοπιστωτικής κρίσης. Από το έτος 2010 έως το 2020, υπήρξε περαιτέρω μείωση των εκπομπών, με τη σημαντικότερη πτώση το 2020 κατά 17,59%, ίσως λόγω της επιρροής που άσκησε η πανδημία COVID-19 στις δραστηριότητες των βιομηχανιών και των μεταφορών.

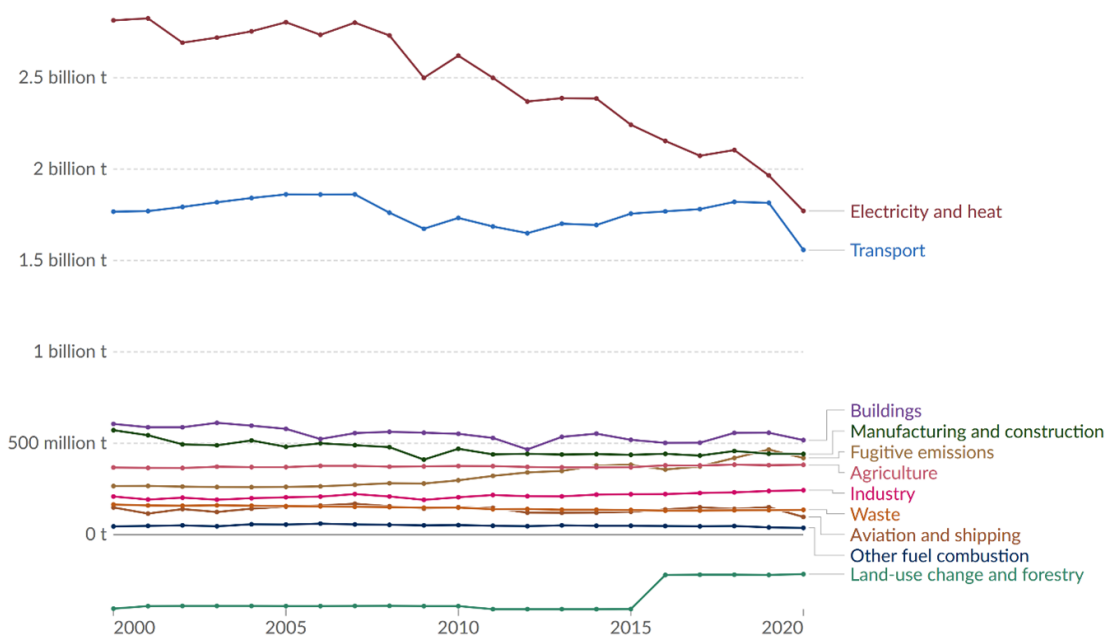
Τέλος, η μπλέ γραμμή αντιπροσωπεύει τις εκπομπές που απελευθερώνονται με βάση την εθνική κατανάλωση. Η τάση είναι κατά κάποιον τρόπο ίδια με την τάση των απόλυτων εκπομπών CO₂, αλλά με ορισμένες διαφορές. Ειδικότερα, οι εκπομπές με βάση την κατανάλωση μειώθηκαν το έτος 2020 κατά 20,71%, ενώ το έτος 2021 κατέρρευσαν στο 15,37%. Αυτό θα μπορούσε να είναι ενδεικτικό των μεγάλων προσπαθειών, ή αλλιώς να υπάρχει στροφή προς την κατανάλωση με λιγότερη ένταση άνθρακα. Αυτό σημαίνει ότι είναι πιθανό η χώρα να εισήγαγε καθαρότερη ενέργεια με μεγαλύτερη ενεργειακή απόδοση ή να άλλαξε δομικά προς μια οικονομία προσανατολισμένη στις υπηρεσίες.

Έπειτα, στην Εικόνα 3.9 εξετάζονται οι εκπομπές αερίων θερμοκηπίου στις ΗΠΑ στην Κίνα ανά τομέα δραστηριοποίησης.

Greenhouse gas emissions by sector, United States

Greenhouse gas emissions are measured in tonnes of carbon dioxide-equivalents over a 100-year timescale.

Our World
in Data



Data source: Climate Watch (2023)

OurWorldInData.org/co2-and-greenhouse-gas-emissions | CC BY

Εικόνα 3.9: Εκπομπές αερίων θερμοκηπίου στις ΗΠΑ στην Κίνα ανά τομέα δραστηριοποίησης [22]

Στον τομέα της ηλεκτρικής ενέργειας, οι εκπομπές ξεκίνησαν από 2,81 δισεκατομμύρια τόνους το 2000 και αυξήθηκαν ελαφρώς σε 2,83 δισεκατομμύρια τόνους το 2001. Ακολούθη-

σε πτωτική τάση, με τις εκπομπές να μειώνονται σε 2,69 δισεκατομμύρια τόνους το 2002 και 2,72 δισεκατομμύρια τόνους το 2003, και στη συνέχεια να αυξάνονται και πάλι σε 2,75 δισεκατομμύρια τόνους το 2004 και 2,8 δισεκατομμύρια τόνους το 2005. Από το 2006 έως το 2008, οι διακυμάνσεις ήταν ελάχιστες και κυμαίνονταν συνήθως μεταξύ 2,73 και 2,8 δισεκατομμυρίων τόνων, με απότομη πτώση σε 2,5 δισεκατομμύρια τόνους το 2009. Μετά το 2009, οι εκπομπές παρουσίασαν διακυμάνσεις, φθάνοντας τελικά στο χαμηλό επίπεδο των 1,77 δισεκατομμυρίων τόνων το 2020, καταδεικνύοντας μια γενική πτωτική τάση στον τομέα αυτό.

Στον τομέα των μεταφορών, οι εκπομπές αυξήθηκαν σταδιακά από 1,77 δισεκατομμύρια τόνους το 2000 σε 1,86 δισεκατομμύρια τόνους μέχρι το 2007. Ακολούθησε μείωση το 2008 και το 2009 σε 1,67 δισεκατομμύρια τόνους και στη συνέχεια σταθεροποίηση με μικρές διακυμάνσεις μέχρι το 2015. Από το 2016 έως το 2020, το εύρος παρέμεινε σταθερό μεταξύ 1,56 και 1,82 δισεκατομμυρίων τόνων, μειούμενο τελικά σε 1,56 δισεκατομμύρια τόνους το τελευταίο έτος.

Ο γεωργικός τομέας ξεκίνησε από 367,58 εκατομμύρια τόνους το 2000, με μικρές μειώσεις και αυξήσεις με την πάροδο των ετών. Οι εκπομπές κυμάνθηκαν μεταξύ 365,56 και 376,38 εκατομμυρίων τόνων μέχρι το 2008, ενώ ακολούθησε μια περίοδος σταθερότητας με μικρές διακυμάνσεις. Από το 2012 έως το 2014 παρατηρήθηκε τάση μείωσης και τα έτη 2015 έως 2017 παρουσίασαν σταθεροποίηση γύρω στους 368,77 έως 378,28 εκατομμύρια τόνους. Από το 2018 έως το 2020 παρατηρήθηκε μια ελαφρά ανοδική τάση, με τις εκπομπές να αυξάνονται σε 382,55 εκατομμύρια τόνους έως το 2020.

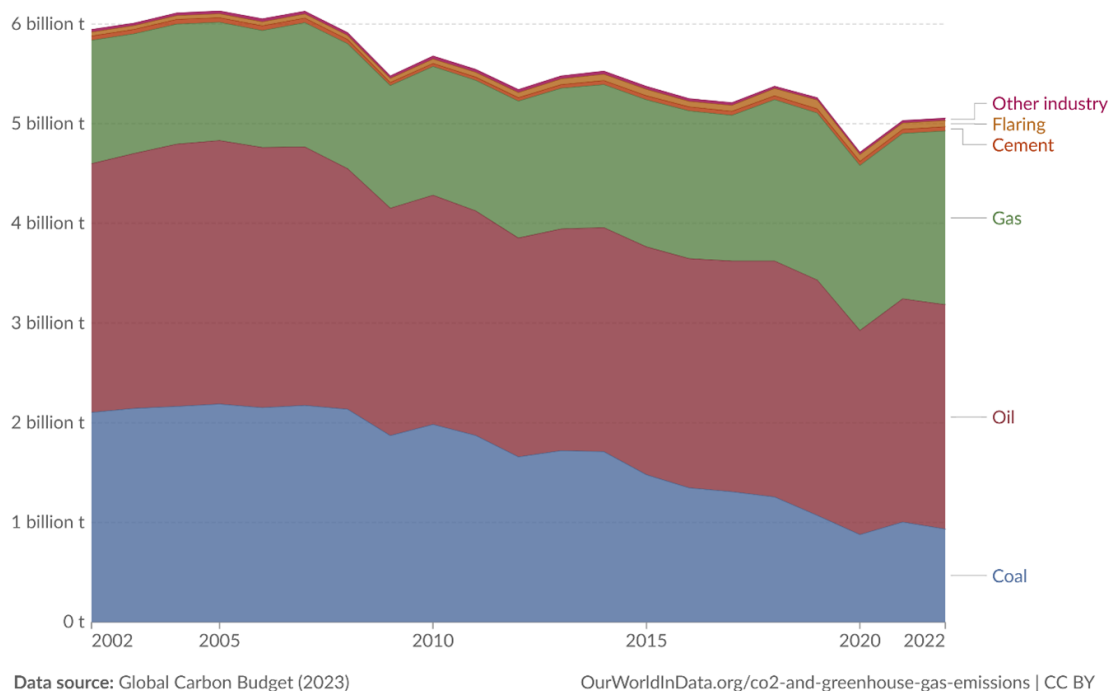
Ο βιομηχανικός τομέας ξεκίνησε από 208,7 εκατομμύρια τόνους το 2000 και σημείωσε μείωση μέχρι το 2003. Ακολούθησε αύξηση από το 2004 έως το 2006, με κορύφωση το 2007 στους 221,72 εκατομμύρια τόνους. Τα επόμενα έτη παρουσίασαν ελαφρά μείωση, με πιο αισθητή μείωση από το 2012 έως το 2015. Ωστόσο, από το 2016 έως το 2020, οι εκπομπές είχαν και πάλι ανοδική τάση, φθάνοντας τους 243,52 εκατομμύρια τόνους έως το 2020.

Σημαντική επιρροή έχει και το μερίδιο παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας των ΗΠΑ από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, όπως παρουσιάζεται στην Εικόνα 3.10.

Τα στοιχεία για τις εκπομπές CO₂ στις Ηνωμένες Πολιτείες ανά τύπο καυσίμου ή βιομηχανικό τομέα παρουσιάζουν διακυμάνσεις σε ετήσια βάση. Από το 2002 έως το 2008, οι εκπομπές διέφεραν ελαφρώς, αλλά γενικά κυμάνθηκαν μεταξύ 5,92 και 6,13 δισεκατομμυρίων τόνων.

Μια αξιοσημείωτη μείωση σημειώθηκε από το 2009 έως το 2010, με τις εκπομπές να μειώνονται από 5,48 σε 5,26 δισεκατομμύρια τόνους. Από το 2011 έως το 2018, υπήρξε σχετική σταθερότητα, με μέσες εκπομπές γύρω στους 5,3 δισεκατομμύρια τόνους. Την περίοδο από το 2019 έως το 2022 σημειώθηκε περαιτέρω μείωση, με το 2020 να σημειώνει σημαντική μείωση στους 4,71 δισεκατομμύρια τόνους, με σταθεροποίηση γύρω στους 5,06 δισεκατομμύρια τόνους μέχρι το 2022.

Η ανάλυση αυτή αναδεικνύει τη δυναμική φύση των εκπομπών, με περιόδους σταθερότητας και σημαντικές αλλαγές. Υπογραμμίζει την ανάγκη διερεύνησης των υποκείμενων αιτιών για την ανάπτυξη αποτελεσματικών πολιτικών μείωσης των εκπομπών CO₂ και επισημαίνει ότι το πετρέλαιο, το φυσικό αέριο και ο άνθρακας αποτελούν τις κύριες πηγές εκπομπών, υποδεικνύοντας τομείς που θα μπορούσαν να επωφεληθούν περισσότερο από στοχευμένες στρατηγικές μείωσης των εκπομπών.

CO₂ emissions by fuel or industry type, United StatesOur World
in DataΕικόνα 3.10: Εκπομπές CO₂ των ΗΠΑ ανά τύπο καυσίμου ή βιομηχανίας [23]

Στην συνέχεια, παρουσιάζεται το μερίδιο παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας των ΗΠΑ από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, όπως παρουσιάζεται στην Εικόνα 3.11.

Όπως παρουσιάζεται στο διάγραμμα, τα στοιχεία για το μερίδιο της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από ανανεώσιμες πηγές στις ΗΠΑ από το 2002 έως το 2022 αποκαλύπτουν σημαντική αύξηση της υιοθέτησης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Αρχικά, το μερίδιο των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ήταν σχετικά χαμηλό, κυμαινόμενο μεταξύ 8,40% και 9,42% μέχρι το 2008. Ωστόσο, από το 2009 έως το 2014 σημειώθηκε αξιοσημείωτη αύξηση από 10,55% σε 13,35%. Αυτή η ανοδική τάση συνεχίστηκε, με το μερίδιο να φτάνει το 22,35% μέχρι το 2022. Η μετατόπιση αυτή αντανακλά την αυξανόμενη ανησυχία για την κλιματική αλλαγή και την αποτελεσματικότητα των προγραμμάτων που ενθαρρύνουν την υιοθέτηση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, καταδεικνύοντας μια σημαντική μετακίνηση προς πιο βιώσιμες μεθόδους παραγωγής ενέργειας.

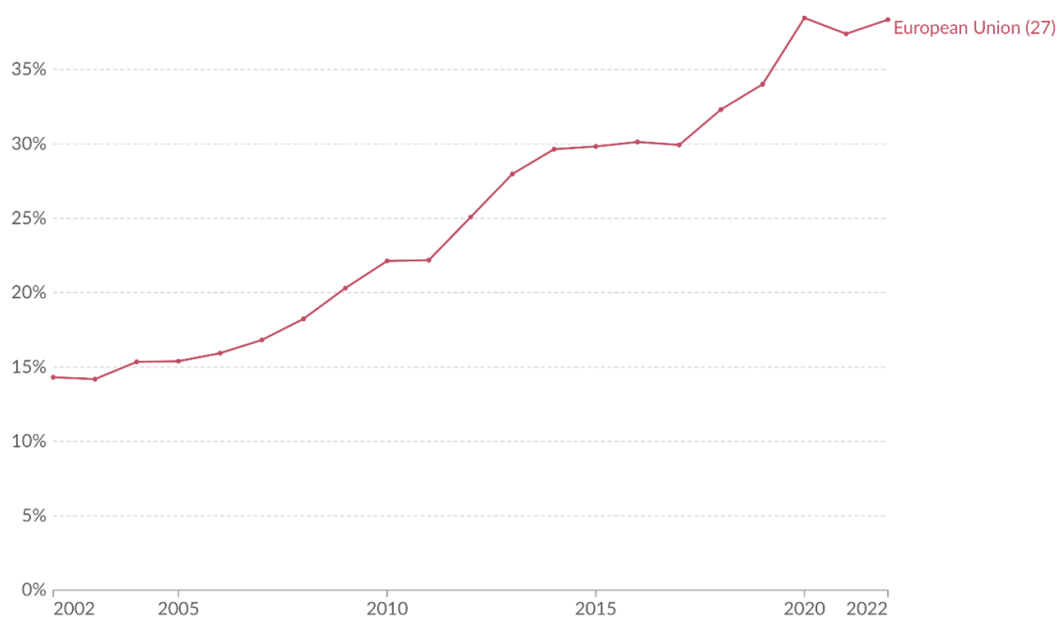
Τέλος, στην Εικόνα 3.12 παρουσιάζεται η εξέλιξη της μεταβολής του πληθυσμού των ΗΠΑ.

Ο πληθυσμός των ΗΠΑ παρουσίασε συνεχή αύξηση από το 2001 έως το 2021, αυξάνοντας από 285,47 εκατομμύρια σε 337 εκατομμύρια. Αυτή η σταθερή αύξηση αντανακλά τόσο τη φυσική αύξηση του πληθυσμού (γεννήσεις έναντι θανάτων) όσο και τις τάσεις μετανάστευσης στις Ηνωμένες Πολιτείες. Οι δημογραφικές αλλαγές έχουν βαθιές επιπτώσεις σε διάφορους κοινωνικοοικονομικούς παράγοντες, συμπεριλαμβανομένων των μεγεθών της αγοράς, του εργατικού δυναμικού και της κατανομής των πόρων, αναδεικνύοντας τη σημασία της κατανόησης της δυναμικής του πληθυσμού για το σχεδιασμό πολιτικής και τις οικονομικές προβλέψεις.

Share of electricity production from renewable sources, 2002 to 2022

Percentage of electricity produced through renewable sources. This includes biomass, hydropower, solar, wind, geothermal and marine energy.

Our World
in Data



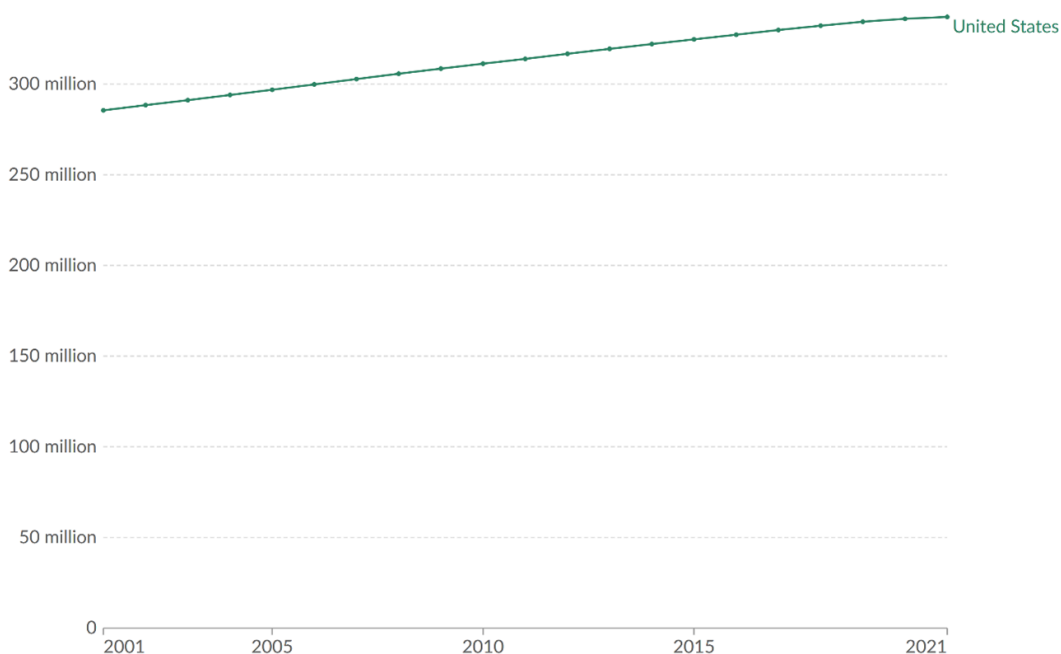
Data source: World Bank, Sustainable Energy for All (SE4ALL)

OurWorldInData.org/energy | CC BY

Εικόνα 3.11: Μερίδιο παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας των ΗΠΑ από ανανεώσιμες πηγές [24]

Population, 2001 to 2021

Our World
in Data



Data source: United Nations, World Population Prospects (2022)

CC BY

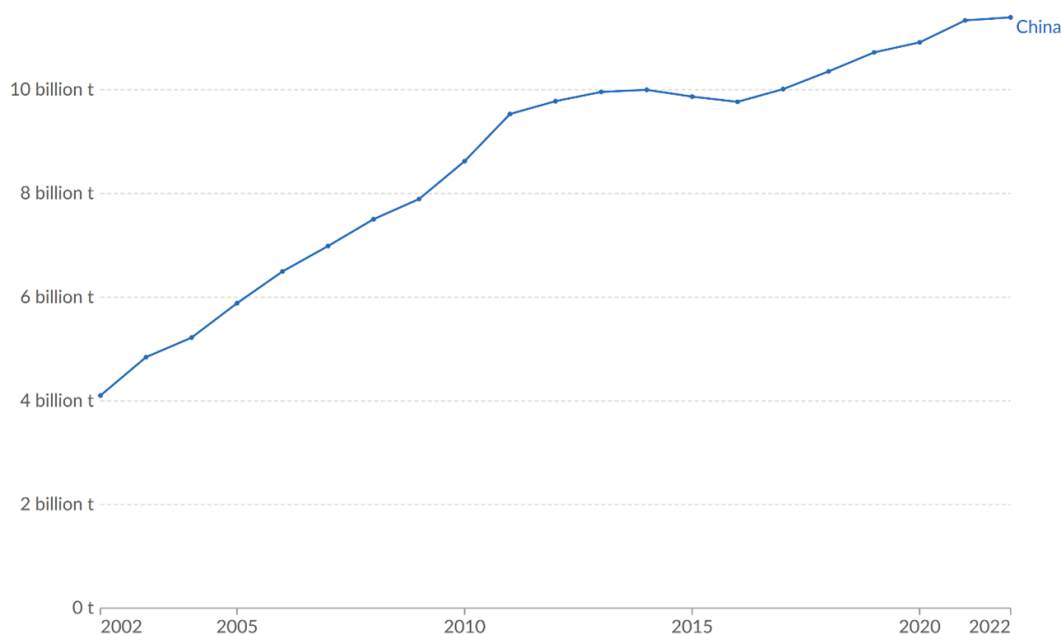
Εικόνα 3.12: Μεταβολή πληθυσμού ΗΠΑ [25]

3.1.3 Κίνα

Ένας από τους μεγαλύτερους παραγωγούς με την ισχυρότερη οικονομία και πολύ μεγάλη βιομηχανία είναι και η Κίνα, η οποία αξίζει να εξεταστεί στην περίπτωση της παρούσας διπλωματικής. Αρχικά, στην Εικόνα 3.13 εξετάζονται οι ετήσιες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα.

Annual CO₂ emissions

Carbon dioxide (CO₂) emissions from fossil fuels and industry. Land-use change is not included.



Data source: Global Carbon Budget (2023)

OurWorldInData.org/co2-and-greenhouse-gas-emissions | CC BY

Εικόνα 3.13: Ετήσιες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα στην Κίνα [26]

Το παραπάνω διάγραμμα αποκαλύπτει μια σημαντική και σταθερή αύξηση από το 2002 έως το 2012, με τις εκπομπές να αυξάνονται από περίπου 4,1 δισεκατομμύρια τόνους σε περίπου 9,96 δισεκατομμύρια τόνους. Η αύξηση αυτή τροφοδοτήθηκε κυρίως από την εκτεταμένη βιομηχανική δραστηριότητα και την αυξημένη χρήση ορυκτών καυσίμων.

Μετά το 2012, η αύξηση συνεχίστηκε, αλλά με βραδύτερο ρυθμό, φθάνοντας τους 9,96 δισεκατομμύρια τόνους το 2013 και κορυφώνοντας τους 11,40 δισεκατομμύρια τόνους έως το 2022. Η επιβράδυνση του ρυθμού αύξησης μπορεί να συνδέεται με την ευρύτερη οικονομική ανάπτυξη και την αυξημένη ζήτηση ενέργειας, καταδεικνύοντας μια επίμονη και ανησυχητική τάση αύξησης των εκπομπών CO₂ παρά τις συνεχιζόμενες προσπάθειες περιορισμού τους.

Οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα παρουσιάζονται ποσοστιαία συγκριτικά με το ΑΕΠ της χώρας, όπως παρουσιάζεται στην Εικόνα 3.14.

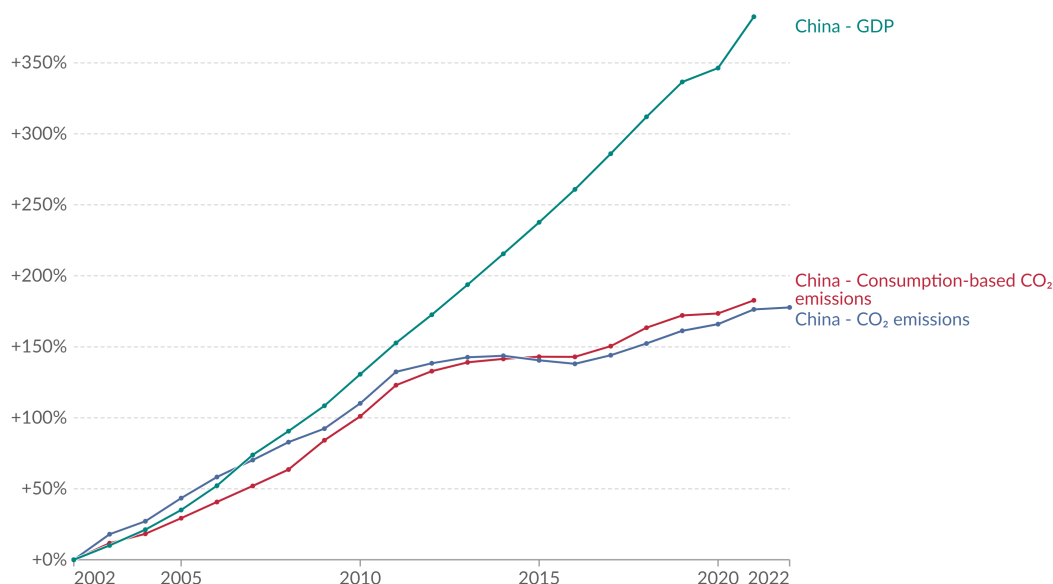
Το γράφημα παρουσιάζει μια δυναμική αφήγηση της ανάπτυξης και των περιβαλλοντικών επιπτώσεων. Αρχικά, από το 2003 έως το 2015, υπάρχει άμεση συσχέτιση μεταξύ της αύξησης του ΑΕΠ και των εκπομπών CO₂ τόσο με βάση την παραγωγή όσο και με βάση την κατανάλωση. Η σχέση αυτή υπογραμμίζει ένα συμβατικό οικονομικό μοντέλο στο οποίο η ανάπτυξη συνδέεται στενά με την αύξηση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα.

Ξεκινώντας από το 2003, η αύξηση του ΑΕΠ ήταν ισχυρή κατά 17,99%, με τις εκπομπές

Change in CO₂ emissions and GDP, China

Consumption-based emissions¹ are national emissions that have been adjusted for trade. This measures fossil fuel and industry emissions². Land-use change is not included.

Our World
in Data



Data source: World Bank (2023); Global Carbon Budget (2023)

OurWorldInData.org/co2-and-greenhouse-gas-emissions | CC BY

Note: Gross Domestic Product (GDP) figures are adjusted for inflation.

1. **Consumption-based emissions:** Consumption-based emissions are national or regional emissions that have been adjusted for trade. They are calculated as domestic (or 'production-based' emissions) emissions minus the emissions generated in the production of goods and services that are exported to other countries or regions, plus emissions from the production of goods and services that are imported. Consumption-based emissions = Production-based – Exported + Imported emissions

2. **Fossil emissions:** Fossil emissions measure the quantity of carbon dioxide (CO₂) emitted from the burning of fossil fuels, and directly from industrial processes such as cement and steel production. Fossil CO₂ includes emissions from coal, oil, gas, flaring, cement, steel, and other industrial processes. Fossil emissions do not include land use change, deforestation, soils, or vegetation.

Εικόνα 3.14: Συσχέτιση ΑΕΠ Κίνας με την μεταβολή των εκπομπών CO₂ [27]

CO₂ να αυξάνονται αντίστοιχα κατά 11,72%. Αυτή η ανοδική τάση συνεχίστηκε μέχρι το 2015, όπου το ΑΕΠ έφτασε σε μέγιστη αύξηση 237,75%, ενώ οι εκπομπές CO₂ κλιμακώθηκαν στο 142,95%. Η φάση αυτή χαρακτηρίζεται από μια οικονομία που επεκτείνεται κυρίως μέσω τομέων έντασης άνθρακα.

Μετά το 2015, τα δεδομένα αρχίζουν να απεικονίζουν μια σταδιακή απόκλιση μεταξύ της οικονομικής ανάπτυξης και των εκπομπών CO₂. Μέχρι το 2021, η αύξηση του ΑΕΠ είχε κλιμακωθεί δραματικά στο 382,48%, ωστόσο η αύξηση των εκπομπών CO₂, αν και εξακολουθεί να είναι σημαντική, ήταν συγκριτικά μικρότερη, στο 182,73%. Οι εκπομπές CO₂ με βάση την κατανάλωση ακολούθησαν παρόμοια τάση, αυξάνοντας σε 176,29% έως το 2021. Η μετατόπιση αυτή υποδηλώνει ένα φαινόμενο αποσύνδεσης, όπου η οικονομία συνεχίζει να αναπτύσσεται δυναμικά, αλλά ο ρυθμός αύξησης των εκπομπών CO₂ έχει επιβραδυνθεί.

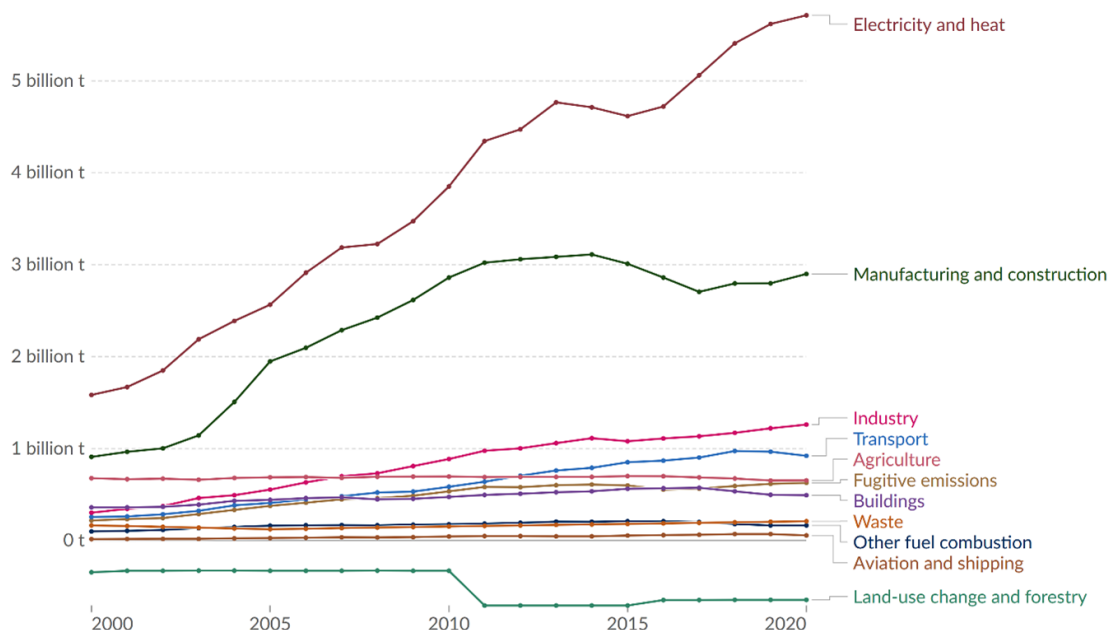
Στην συνέχεια, παρουσιάζονται οι εκπομπές αερίων θερμοκηπίου στην Κίνα ανά τομέα δραστηριοποίησης, στο διάγραμμα της Εικόνας 3.15.

Αναλύοντας το διάγραμμα στους τομείς που είναι αντικείμενο της παρούσης, στον τομέα της ηλεκτρικής ενέργειας, οι εκπομπές αυξήθηκαν από 1,58 δισεκατομμύρια τόνους το 2000 σε 3,47 δισεκατομμύρια τόνους το 2009, αντανακλώντας την κλιμακούμενη ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας και την εξάρτηση από ορυκτά καύσιμα για την παραγωγή ενέργειας. Την επόμενη

Greenhouse gas emissions by sector, China

Greenhouse gas emissions¹ are measured in tonnes of carbon dioxide-equivalents² over a 100-year timescale.

Our World
in Data



Data source: Climate Watch (2023)

OurWorldInData.org/co2-and-greenhouse-gas-emissions | CC BY

1. Greenhouse gas emissions: A greenhouse gas (GHG) is a gas that causes the atmosphere to warm by absorbing and emitting radiant energy. Greenhouse gases absorb radiation that is radiated by Earth, preventing this heat from escaping to space. Carbon dioxide (CO₂) is the most well-known greenhouse gas, but there are others including methane, nitrous oxide, and in fact, water vapor. Human-made emissions of greenhouse gases from fossil fuels, industry, and agriculture are the leading cause of global climate change. Greenhouse gas emissions measure the total amount of all greenhouse gases that are emitted. These are often quantified in carbon dioxide equivalents (CO₂eq) which take account of the amount of warming that each molecule of different gases creates.

2. Carbon dioxide equivalents (CO₂eq): Carbon dioxide is the most important greenhouse gas, but not the only one. To capture all greenhouse gas emissions, researchers express them in "carbon dioxide equivalents" (CO₂eq). This takes all greenhouse gases into account, not just CO₂. To express all greenhouse gases in carbon dioxide equivalents (CO₂eq), each one is weighted by its global warming potential (GWP) value. GWP measures the amount of warming a gas creates compared to CO₂. CO₂ is given a GWP value of one. If a gas had a GWP of 10 then one kilogram of that gas would generate ten times the warming effect as one kilogram of CO₂. Carbon dioxide equivalents are calculated for each gas by multiplying the mass of emissions of a specific greenhouse gas by its GWP factor. This warming can be stated over different timescales. To calculate CO₂eq over 100 years, we'd multiply each gas by its GWP over a 100-year timescale (GWP100). Total greenhouse gas emissions – measured in CO₂eq – are then calculated by summing each gas' CO₂eq value.

Εικόνα 3.15: Εκπομπές αερίων θερμοκηπίου στην Κίνα ανά τομέα δραστηριοποίησης [28]

δεκαετία παρατηρήθηκε ακόμη πιο δυναμική ανάπτυξη, με τις εκπομπές να εκτοξεύονται από 3,85 δισεκατομμύρια τόνους το 2010 σε 5,71 δισεκατομμύρια τόνους έως το 2020. Η τάση αυτή υπογραμμίζει την αυξανόμενη εξάρτηση της Κίνας από τα ορυκτά καύσιμα και υπογραμμίζει την κρίσιμη ανάγκη μετάβασης σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής και την αποτελεσματική μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου.

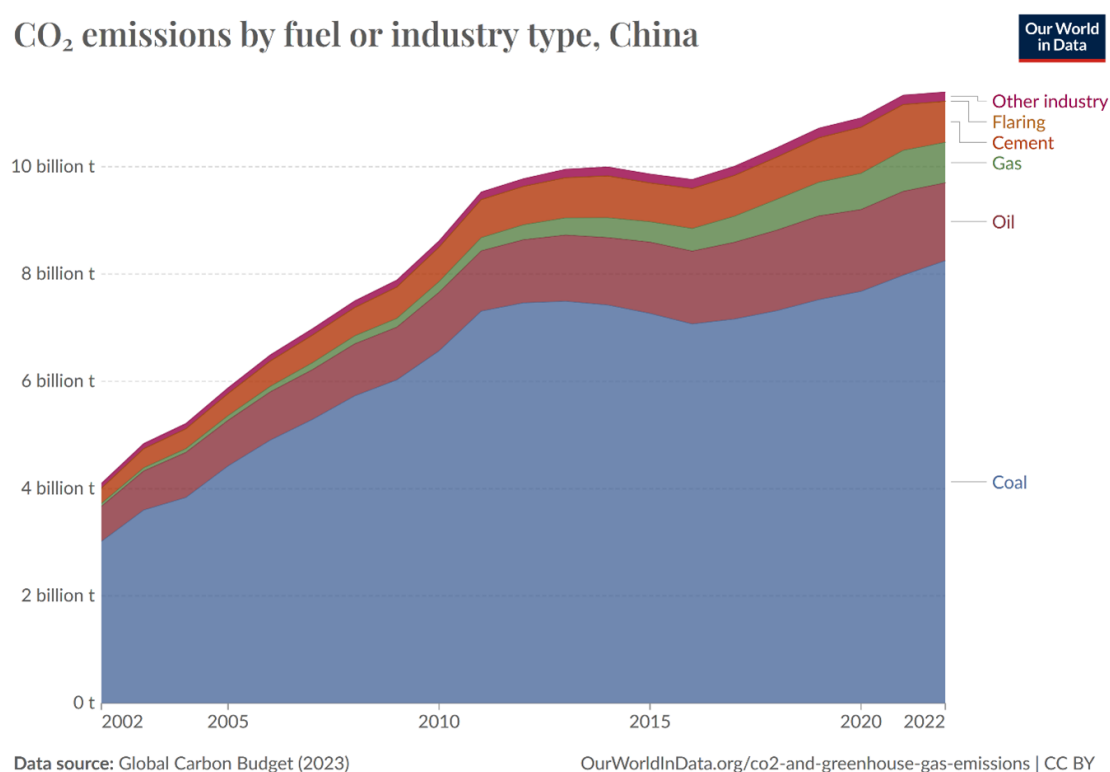
Οι εκπομπές CO₂ στον τομέα των μεταφορών σημείωσαν επίσης σταθερή αύξηση από 255,21 εκατομμύρια τόνους το 2000 σε 920,94 εκατομμύρια τόνους το 2020. Αυτή η συνεχής αύξηση αντικατοπτρίζει την επέκταση της οδικής κυκλοφορίας και τη χρήση οχημάτων με υψηλή κατανάλωση καυσίμων, αναδεικνύοντας τις συνεχιζόμενες προκλήσεις στη διαχείριση της ρύπανσης που σχετίζεται με τις μεταφορές και τη σημασία της βελτίωσης της αποδοτικότητας των καυσίμων και της προώθησης καθαρότερων επιλογών μεταφοράς.

Στον βιομηχανικό τομέα, οι εκπομπές CO₂ ξεκίνησαν από περίπου 0,30137 δισεκατομμύρια τόνους το 2000 και ακολούθησαν σταθερή ανοδική τάση, φθάνοντας τους 0,80864 δισεκατομμύρια τόνους έως το 2009 και συνεχίζοντας να αυξάνονται, αν και με βραδύτερο ρυθμό, σε 1,26

δισεκατομμύρια τόνους έως το 2020. Η αύξηση αυτή αντανάκλα τη συνεχιζόμενη βιομηχανική επέκταση και υπογραμμίζει την ανάγκη για πιο αποδοτικές πρακτικές και τεχνολογίες για τον αποτελεσματικό περιορισμό των εκπομπών.

Τέλος, οι γεωργικές εκπομπές CO₂ στην Κίνα επέδειξαν σταθερότητα με μικρές διακυμάνσεις από το 2000 έως το 2005. Από το 2006 έως το 2010, οι εκπομπές αυξήθηκαν ελαφρώς, αλλά στη συνέχεια παρουσίασαν μια γενική τάση μείωσης από το 2011 έως το 2020, μειούμενες από περίπου 689,89 εκατομμύρια τόνους σε περίπου 653,97 εκατομμύρια τόνους. Η μείωση αυτή αποδίδεται στις βελτιωμένες γεωργικές πρακτικές και στην αποδοτικότερη χρήση των πόρων, γεγονός που υποδηλώνει την ανταπόκριση στις προκλήσεις της αειφορίας και τη σημασία της συνέχισης της ενίσχυσης των πρακτικών που ελαχιστοποιούν τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις της γεωργίας.

CO₂ emissions by fuel or industry type, China



Εικόνα 3.16: Εκπομπές CO₂ Κίνας ανά τύπο καυσίμου ή βιομηχανίας [29]

Στο διάγραμμα της Εικόνας 3.16 από το 2002 έως το 2010, οι εκπομπές CO₂ στην Κίνα αυξήθηκαν σημαντικά από περίπου 4,1 εκατομμύρια τόνους σε 8,62 εκατομμύρια τόνους, κυρίως λόγω της αυξημένης βιομηχανικής δραστηριότητας και της εξάρτησης από τα ορυκτά καύσιμα.

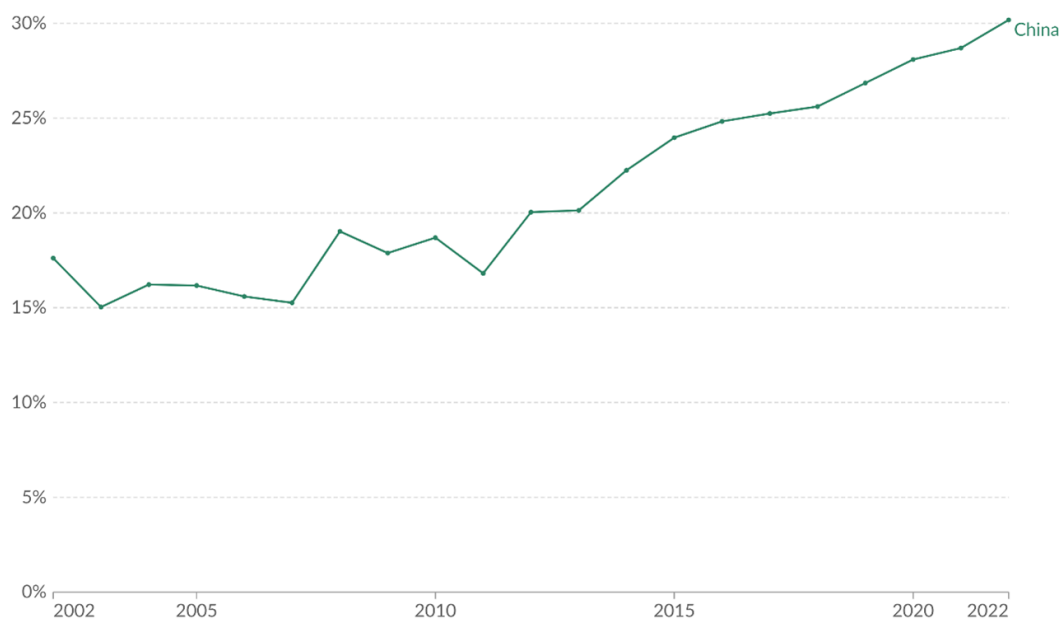
Από το 2011 έως το 2015, οι εκπομπές έμειναν στάσιμες με μικρές διακυμάνσεις γύρω στους 9,53 έως 9,87 εκατομμύρια τόνους, γεγονός που ενδεχομένως αντανάκλα τον αντίκτυπο των πιο αποδοτικών διαδικασιών παραγωγής και των αναδυόμενων τεχνολογιών που αποσκοπούν στη μείωση των εκπομπών.

Μετά το 2016, παρατηρήθηκε αξιοσημείωτη άνοδος των εκπομπών, ανεβαίνοντας από περίπου 9,77 εκατ. τόνους σε 11,4 εκατ. τόνους με βάση πρόσφατες μετρήσεις. Η τάση αυτή υπογραμμίζει μια ανησυχητική αύξηση των εκπομπών από τον βιομηχανικό τομέα, παράλληλα

με την οικονομική ανάπτυξη, αναδεικνύοντας την επείγουσα ανάγκη για εντατικοποίηση των προσπάθειών προς την κατεύθυνση της βιώσιμης ανάπτυξης. Ειδικότερα, τα κύρια καύσιμα που συνέβαλαν στις εκπομπές ήταν ο άνθρακας, το πετρέλαιο και το τσιμέντο, ακολουθούμενα από το φυσικό αέριο και άλλες βιομηχανικές διεργασίες.

Share of electricity production from renewable sources, 2002 to 2022

Percentage of electricity produced through renewable sources. This includes biomass, hydropower, solar, wind, geothermal and marine energy.



Data source: World Bank, Sustainable Energy for All (SE4ALL)

OurWorldInData.org/energy | CC BY

Εικόνα 3.17: Μερίδιο παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας Κίνας από ανανεώσιμες πηγές [30]

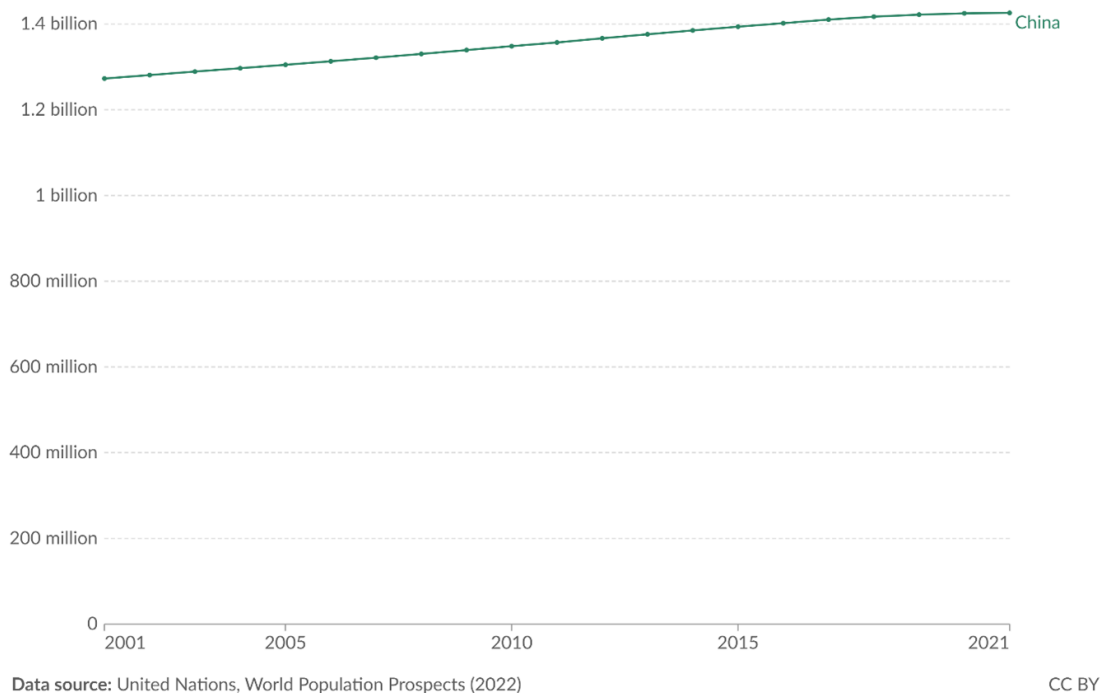
Στο διάγραμμα της Εικόνας 3.17 παρουσιάζεται το ποσοστό της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από ανανεώσιμες πηγές στην Κίνα και το οποίο επιδεικνύει συνεχή αύξηση τις τελευταίες δύο δεκαετίες. Ξεκινώντας το 2002 με ποσοστό 17,62%, παρουσίασε μέτριες διακυμάνσεις μέχρι τη σημαντική αύξηση σε 19,03% το 2008.

Η αυξητική τάση συνεχίστηκε, ιδίως από το 2012, οδηγώντας σε αξιοσημείωτη αύξηση της παραγωγής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές στο 30,18% έως το 2022. Αυτή η στροφή προς τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας σηματοδοτεί τη δέσμευση της Κίνας για βιώσιμες ενεργειακές πρακτικές και μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, αντανακλώντας την αποτελεσματικότητα των πολιτικών που ενθαρρύνουν την υιοθέτηση καθαρότερων πηγών ενέργειας.

Τέλος, η Κίνα είναι η πρώτη χώρα όσο αφορά το πληθυσμό και αποτελεί περίπου το 15% του συνολικού πληθυσμού. Στην Εικόνα 3.18 εξετάζεται η μεταβολή του πληθυσμού της.

Η αύξηση του πληθυσμού της Κίνας από το 2001 έως το 2021 ήταν σταθερή, ξεκινώντας από περίπου 1,27 δισεκατομμύρια και αυξανόμενη ετησίως για να φθάσει περίπου τα 1,43 δισεκατομμύρια μέχρι το 2021. Αυτή η σταθερή τάση αύξησης έχει σημαντικές επιπτώσεις στην κοινωνικοοικονομική δομή της χώρας, συμπεριλαμβανομένων των προκλήσεων και των πιέσεων που σχετίζονται με το περιβάλλον, τη διαχείριση των πόρων και την οικονομική ανάπτυξη.

Population, 2001 to 2021



Εικόνα 3.18: Μεταβολή πληθυσμού Κίνας [31]

Η συνεχής αύξηση υπογραμμίζει την ανάγκη για αποτελεσματικό σχεδιασμό πολιτικής και ανάπτυξη υποδομών για την εξυπηρέτηση του αυξανόμενου πληθυσμού, διασφαλίζοντας παράλληλα τη βιώσιμη ανάπτυξη και τη διατήρηση του περιβάλλοντος.

3.1.4 Παγκόσμιος Χάρτης

Από το 2002 έως το 2022, οι παγκόσμιες εκπομπές CO₂ παρουσίασαν μια γενική ανοδική τάση, αυξάνοντας από 26,25 δισεκατομμύρια τόνους σε 37,15 δισεκατομμύρια τόνους. Η αύξηση αυτή, η οποία χαρακτηρίζεται από σημαντικές αυξήσεις τα πρώτα χρόνια, ακολουθούμενες από κάποιες μικρές μειώσεις και σταθεροποιήσεις, αναδεικνύει μια επίμονη πρόκληση για τη διεθνή κοινότητα. Οι κλιμακούμενες εκπομπές CO₂ συμβάλλουν καθοριστικά στην αύξηση της παγκόσμιας θερμοκρασίας και σε άλλες σοβαρές κλιματικές και περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Σε γενικότερο πλαίσιο από την Εικόνα 3.20 παρατηρείται ότι η Κίνα και στην συνέχεια η ΗΠΑ διαθέτουν τις περισσότερες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα.

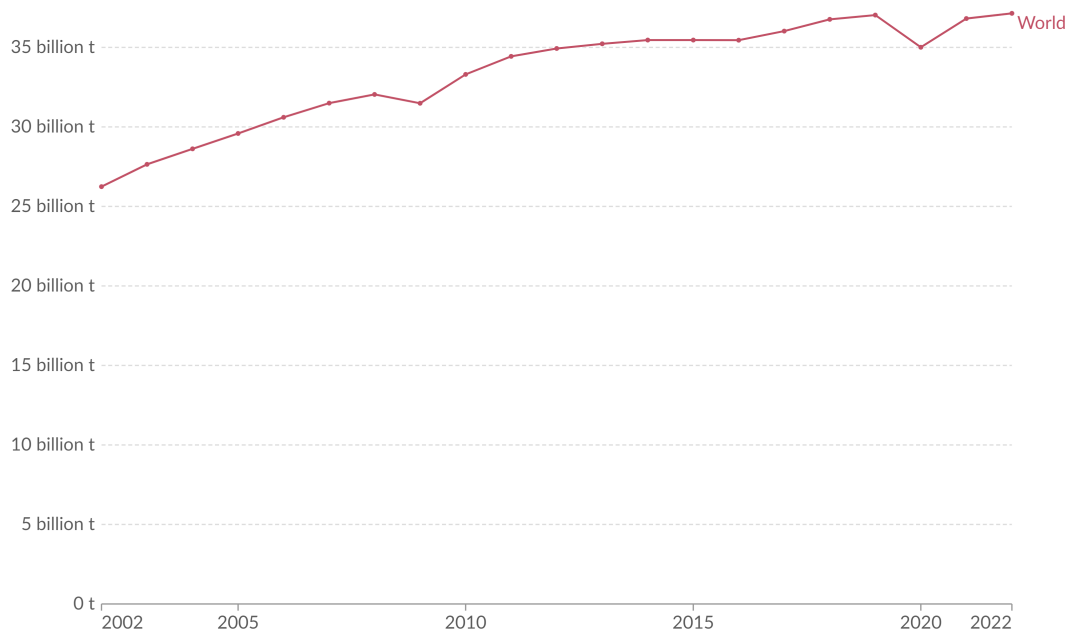
Εξετάζοντας τα δεδομένα ανά τομέα δραστηριοποίησης από την Εικόνα 3.21 τα δεδομένα από το 2000 έως το 2020 αποκαλύπτουν μια γενική τάση αύξησης των εκπομπών CO₂ από την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Ξεκινώντας από περίπου 10,61 δισεκατομμύρια τόνους το 2000, οι εκπομπές αυξήθηκαν σε περίπου 15,18 δισεκατομμύρια τόνους μέχρι το 2020. Παρά κάποιες μικρές διακυμάνσεις, η γενική τάση δείχνει σαφή αύξηση, γεγονός που σηματοδοτεί τη συνεχιζόμενη εξάρτηση από την ηλεκτροπαραγωγή με βάση τα ορυκτά καύσιμα.

Στον τομέα των μεταφορών, οι εκπομπές CO₂ σημείωσαν σταθερή αύξηση από το 2000 έως το 2010, φθάνοντας τους 7,198 δισεκατομμύρια τόνους. Κατά την επόμενη δεκαετία (2010-

Annual CO₂ emissions

Carbon dioxide (CO₂) emissions from fossil fuels and industry¹. Land-use change is not included.

Our World
in Data



Data source: Global Carbon Budget (2023)

OurWorldInData.org/co2-and-greenhouse-gas-emissions | CC BY

1. **Fossil emissions:** Fossil emissions measure the quantity of carbon dioxide (CO₂) emitted from the burning of fossil fuels, and directly from industrial processes such as cement and steel production. Fossil CO₂ includes emissions from coal, oil, gas, flaring, cement, steel, and other industrial processes. Fossil emissions do not include land use change, deforestation, soils, or vegetation.

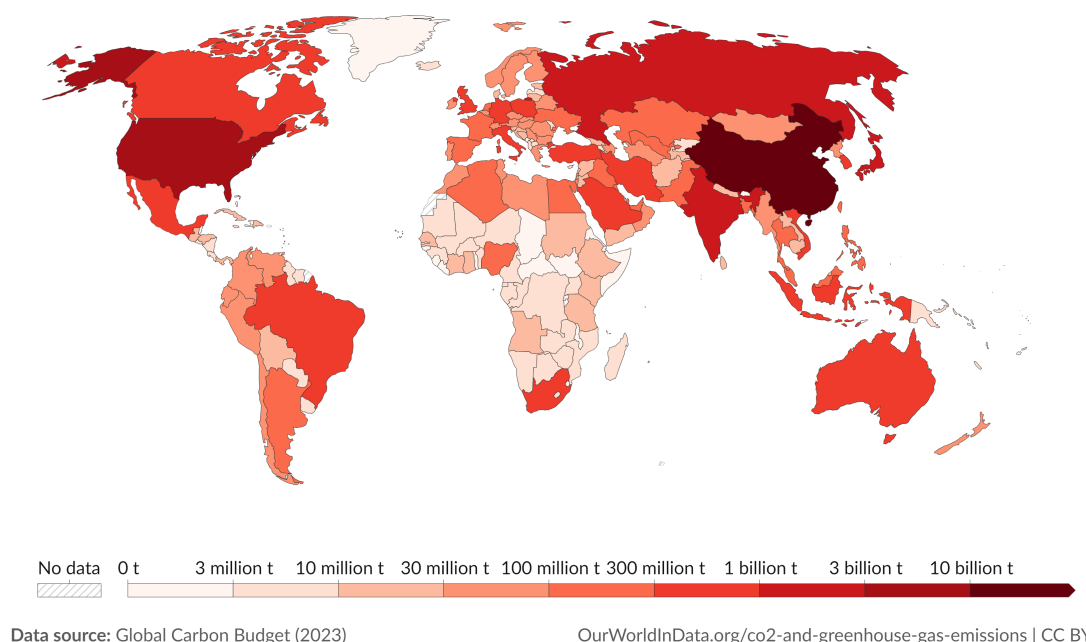
Εικόνα 3.19: Ετήσιες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα παγκοσμίως [32]

2019) σημειώθηκε σημαντική αύξηση, η οποία κορυφώθηκε στους 8,48 δισεκατομμύρια τόνους με μικρές ετήσιες διακυμάνσεις. Ωστόσο, το 2020, οι εκπομπές μειώθηκαν σε 7,29 δισεκατομμύρια τόνους, πιθανώς λόγω της μειωμένης ταξιδιωτικής και οικονομικής δραστηριότητας εν μέσω παγκόσμιων γεγονότων.

Οι γεωργικές εκπομπές CO₂ παρέμειναν σχετικά σταθερές από το 2000 έως το 2010, κυμαινόμενες γύρω στους 5 δισεκατομμύρια τόνους. Μετά το 2010, υπήρξε αυξητική τάση, με τις εκπομπές να αυξάνονται σε 5,87 δισεκατομμύρια τόνους έως το 2020. Η αύξηση αυτή μπορεί να αποδοθεί στην αυξανόμενη παγκόσμια ζήτηση για τρόφιμα και στην εκτεταμένη χρήση γεωργικών μεθόδων έντασης αερίων θερμοκηπίου.

Οι εκπομπές CO₂ από τον βιομηχανικό τομέα παρουσίασαν συνεχή αύξηση από το 2000, ξεκινώντας από 1,39 δισεκατομμύρια τόνους και ανερχόμενες σε 3,13 δισεκατομμύρια τόνους έως το 2020. Η αύξηση αυτή αντανακλά την επέκταση των βιομηχανικών δραστηριοτήτων και της παραγωγής σε παγκόσμιο επίπεδο, υπογραμμίζοντας την κρίσιμη ανάγκη για την ανάπτυξη και υιοθέτηση βιώσιμων και φιλικών προς το περιβάλλον βιομηχανικών τεχνολογιών και πρακτικών. Οι τάσεις αυτές υπογραμμίζουν τις συνεχιζόμενες προκλήσεις και την επιτακτική ανάγκη για ενισχυμένες παγκόσμιες προσπάθειες προς την κατεύθυνση της βιώσιμης ανάπτυξης και της σημαντικής μείωσης των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου σε όλους τους τομείς.

Στην συνέχεια, παρουσιάζονται οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα παγκοσμίως ανά τύπο

Annual CO₂ emissions, 2022Carbon dioxide (CO₂) emissions from fossil fuels and industry¹. Land-use change is not included.Our World
in Data

1. **Fossil emissions:** Fossil emissions measure the quantity of carbon dioxide (CO₂) emitted from the burning of fossil fuels, and directly from industrial processes such as cement and steel production. Fossil CO₂ includes emissions from coal, oil, gas, flaring, cement, steel, and other industrial processes. Fossil emissions do not include land use change, deforestation, soils, or vegetation.

Εικόνα 3.20: Παγκόσμιος χάρτης εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα [33]

καυσίμου ή βιομηχανίας, στο διάγραμμα της Εικόνας 3.17.

Το διάγραμμα της Εικόνας 3.22 παρέχει μια ολοκληρωμένη επισκόπηση των ετήσιων εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα από το 2002 έως το 2022, υπογραμμίζοντας μια συνεπή αύξηση των εκπομπών με την πάροδο των ετών. Ξεκινώντας από περίπου 26,25 δισεκατομμύρια τόνους το 2002, οι εκπομπές κλιμακώθηκαν σε 37,15 δισεκατομμύρια τόνους έως το 2022. Αυτή η σημαντική αύξηση αντανακλά την αυξημένη ζήτηση ενέργειας, την αυξημένη βιομηχανική δραστηριότητα και το διευρυμένο πεδίο χρήσης των ενεργειακών πόρων. Σε παγκόσμια κατάταξη, τα καύσιμα που χρησιμοποιούνται περισσότερο είναι ο άνθρακας, το πετρέλαιο, το τσιμέντο, το φυσικό αέριο, άλλες βιομηχανίες και η καύση με καύση, με αυτή τη σειρά.

Έπειτα, παρουσιάζεται το μερίδιο παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας παγκοσμίως από ανανεώσιμες πηγές, όπως φαίνεται στο διάγραμμα της Εικόνας 3.23.

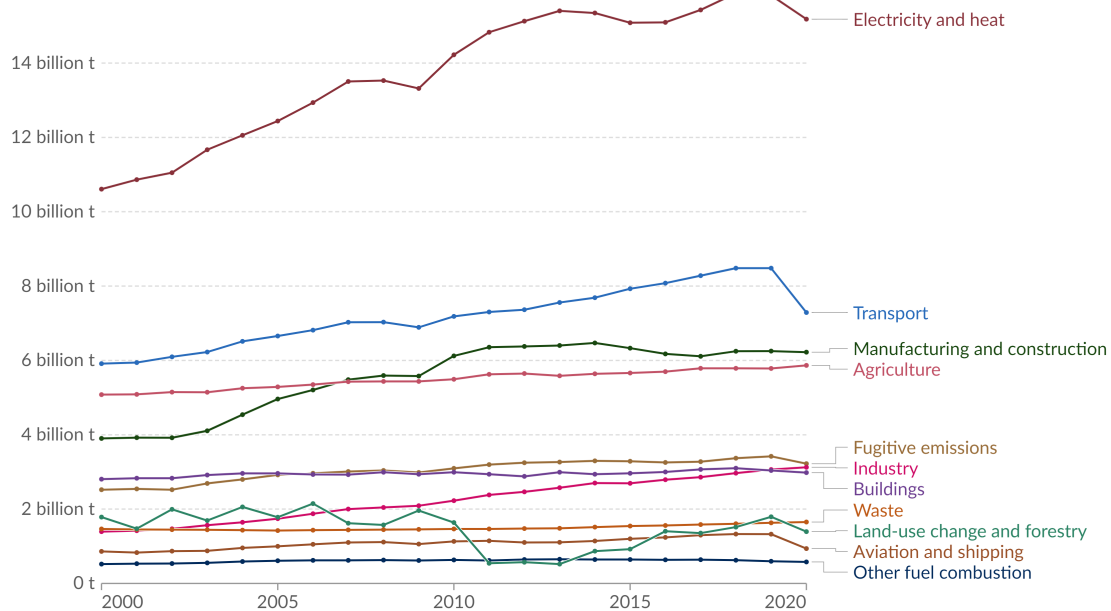
Το μερίδιο της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές σημείωσε σταδιακή άνοδο από 18,07% το 2002 σε 29,55% το 2022. Αρχικά, η τάση ήταν σχετικά σταθερή με μικρές διακυμάνσεις. Ωστόσο, μετά το 2007, υπήρξε μια διακριτή αύξηση, ιδίως μεταξύ 2010 και 2013, όπου αυξήθηκε από 19,86% σε 21,9%. Αν και η αύξηση συνεχίστηκε και στη δεκαετία του 2020, ο ρυθμός μετριάστηκε κάπως. Παρ' όλα αυτά, η επίμονη αύξηση από το 2007 και μετά υπογραμμίζει μια σημαντική στροφή προς την υιοθέτηση πιο βιώσιμων μεθόδων παραγωγής ενέργειας. Πληθυσμιακές τάσεις:

Τέλος, σύμφωνα με την Εικόνα 3.24 ο παγκόσμιος πληθυσμός σημείωσε σημαντική αύξηση

Greenhouse gas emissions by sector, World

Our World
in Data

Greenhouse gas emissions¹ are measured in tonnes of carbon dioxide-equivalents² over a 100-year timescale.



Data source: Climate Watch (2023)

OurWorldInData.org/co2-and-greenhouse-gas-emissions | CC BY

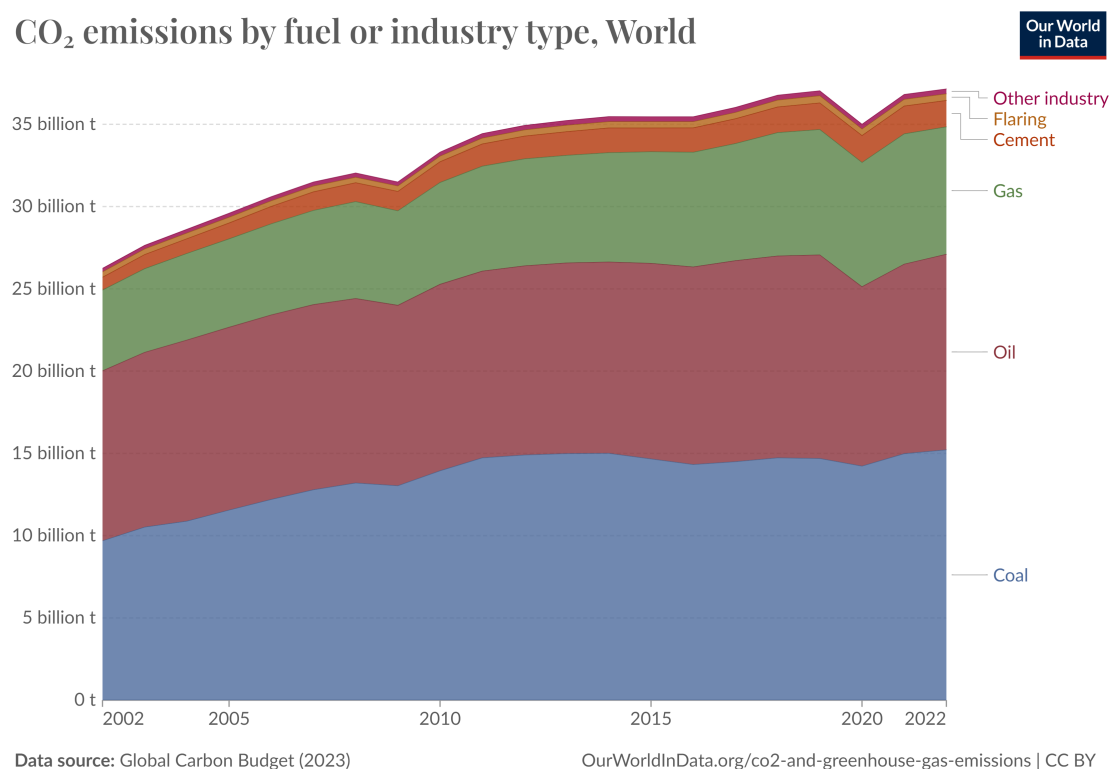
1. Greenhouse gas emissions: A greenhouse gas (GHG) is a gas that causes the atmosphere to warm by absorbing and emitting radiant energy. Greenhouse gases absorb radiation that is radiated by Earth, preventing this heat from escaping to space. Carbon dioxide (CO₂) is the most well-known greenhouse gas, but there are others including methane, nitrous oxide, and in fact, water vapor. Human-made emissions of greenhouse gases from fossil fuels, industry, and agriculture are the leading cause of global climate change. Greenhouse gas emissions measure the total amount of all greenhouse gases that are emitted. These are often quantified in carbon dioxide equivalents (CO₂eq) which take account of the amount of warming that each molecule of different gases creates.

2. Carbon dioxide equivalents (CO₂eq): Carbon dioxide is the most important greenhouse gas, but not the only one. To capture all greenhouse gas emissions, researchers express them in "carbon dioxide equivalents" (CO₂eq). This takes all greenhouse gases into account, not just CO₂. To express all greenhouse gases in carbon dioxide equivalents (CO₂eq), each one is weighted by its global warming potential (GWP) value. GWP measures the amount of warming a gas creates compared to CO₂. CO₂ is given a GWP value of one. If a gas had a GWP of 10 then one kilogram of that gas would generate ten times the warming effect as one kilogram of CO₂. Carbon dioxide equivalents are calculated for each gas by multiplying the mass of emissions of a specific greenhouse gas by its GWP factor. This warming can be stated over different timescales. To calculate CO₂eq over 100 years, we'd multiply each gas by its GWP over a 100-year timescale (GWP100). Total greenhouse gas emissions - measured in CO₂eq - are then calculated by summing each gas' CO₂eq value.

Εικόνα 3.21: Εκπομπές αερίων θερμοκηπίου παγκοσμίως ανά τομέα δραστηριοποίησης [34]

από το 2001 έως το 2021, από περίπου 6,23 δισεκατομμύρια σε περίπου 7,91 δισεκατομμύρια. Αυτή η σταθερή αύξηση υποδηλώνει συνεχιζόμενες δημογραφικές πιέσεις που θέτουν προκλήσεις σε διάφορους τομείς, συμπεριλαμβανομένης της περιβαλλοντικής διαχείρισης και της παγκόσμιας ανάπτυξης. Η αύξηση του πληθυσμού υπογραμμίζει την ανάγκη για αποτελεσματικές στρατηγικές διαχείρισης των επιπτώσεων που συνδέονται με την αύξηση του πληθυσμού, ιδίως στο πλαίσιο της περιβαλλοντικής βιωσιμότητας και της διαχείρισης των πόρων.

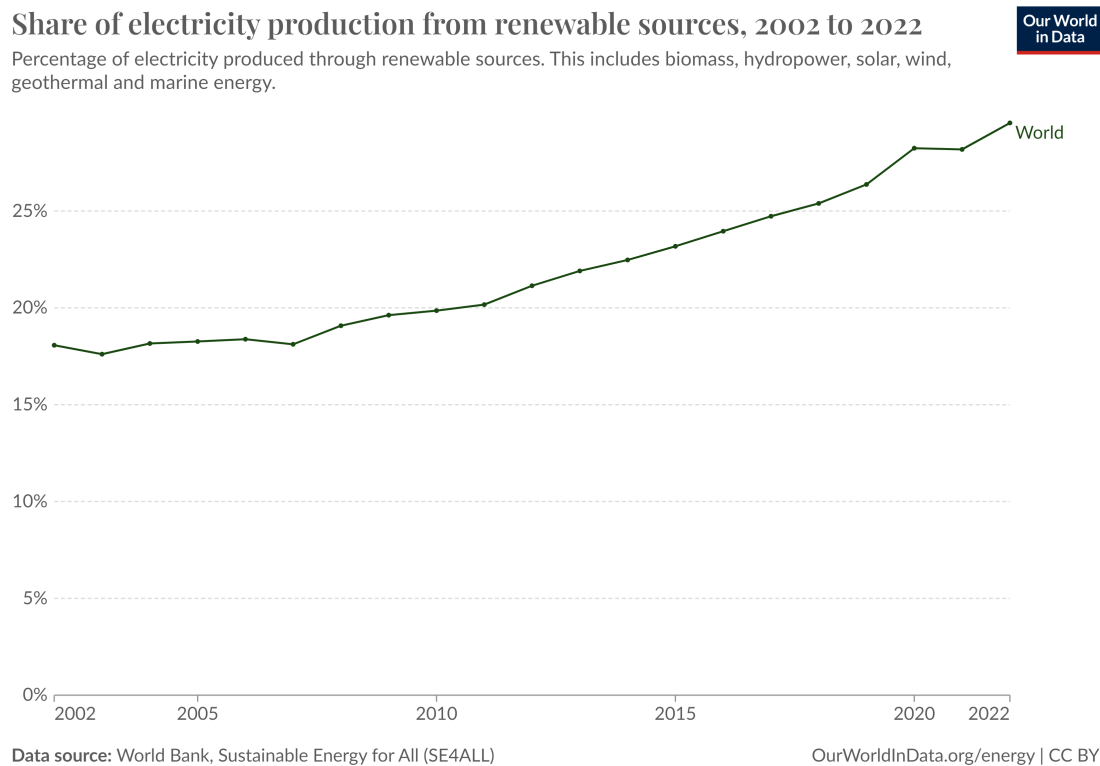
CO₂ emissions by fuel or industry type, World



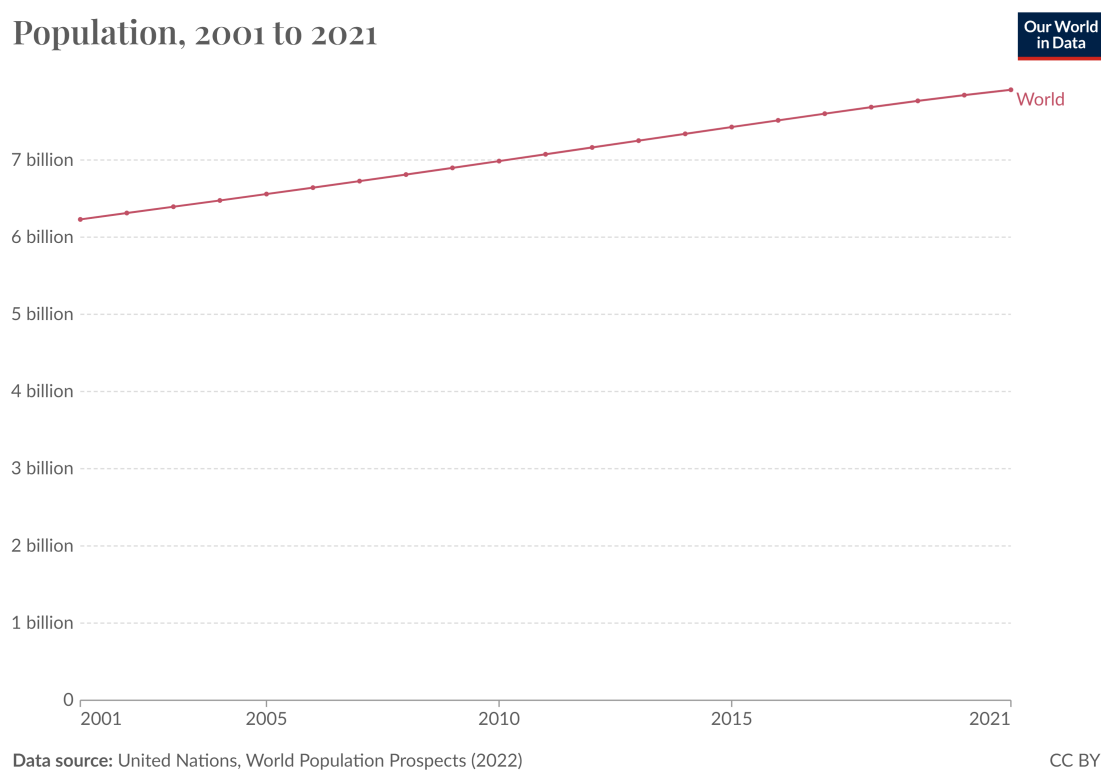
Εικόνα 3.22: Εκπομπές CO₂ σε παγκόσμιο επίπεδο ανά τύπο καυσίμου ή βιομηχανίας [35]

Share of electricity production from renewable sources, 2002 to 2022

Percentage of electricity produced through renewable sources. This includes biomass, hydropower, solar, wind, geothermal and marine energy.



Εικόνα 3.23: Μερίδιο παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας παγκοσμίως από ανανεώσιμες πηγές [36]



Εικόνα 3.24: Μεταβολή παγκόσμιου πληθυσμού [37]

Κεφάλαιο 4

Συγκριτική μελέτη και αποτελέσματα

Στο παρόν κεφάλαιο θα παρουσιαστούν η μεθοδολογία που εφαρμόστηκε και τα κριτήρια αξιολόγησης που χρησιμοποιήθηκαν για την εκτίμηση των επιπτώσεων των ελλειμμάτων άνθρακα, όπως τις αντιλαμβάνονται οι τρεις μεγάλοι οικονομικοί παράγοντες: η ΕΕ, οι ΗΠΑ και η Κίνα. Τα κεφάλαια 2 και 3 παρέχουν διεξοδικά το θεωρητικό υπόβαθρο και την ανάλυση των δεδομένων αντίστοιχα και ως εκ τούτου, το παρόν κεφάλαιο εφαρμόζει συστηματικά αυτές τις βάσεις σε εμπειρικές περιπτώσεις. Στόχος είναι οι αντίληψη της επίδρασης των δασμών άνθρακα σε κάθε μία από αυτές τις χώρες, όσον αφορά την οικονομική βιωσιμότητα, την περιβαλλοντική βιωσιμότητα και τις κοινωνικές δομές.

Σε αυτό το σημείο το ισχυρό μεθοδολογικό πλαίσιο θα διαδραματίσει μεγάλη σημασία συγκριτικά με τις αλληλεπιδράσεις και τις πολυπλοκότητες που χαρακτηρίζουν τη δυναμική του διεθνούς εμπορίου και τις περιβαλλοντικές πολιτικές. Καθίσταται, επομένως, πλέον εξαιρετικά σημαντική, η κατανόηση των διαφορικών επιπτώσεων, δεδομένου ότι το παγκόσμιο τοπίο μετατοπίζεται προς τα πρότυπα των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα, ως άσκηση αξιολόγησης καθοδήγησης των μεθοδολογιών και των κριτηρίων που πρέπει να χρησιμοποιηθούν. Το παρόν κεφάλαιο περιγράφει τις μεθοδολογίες και τα κριτήρια που θα χρησιμοποιηθούν για την καθοδήγηση της αξιολόγησης.

Τα κριτήρια αυτά καθορίζονται με βάση την ικανότητά τους να παρέχουν διεισδυτικές, συναφείς με την πολιτική και συγκριτικές γνώσεις σχετικά με τον τρόπο με τον οποίο οι πολιτικές για τον άνθρακα διαμορφώνουν τα οικονομικά και περιβαλλοντικά αποτελέσματα. Συνεπώς, στο παρόν κεφάλαιο θα περιγραφούν λεπτομερώς οι συγκεκριμένες μεθοδολογίες που εφαρμόστηκαν στην περίπτωση της ΕΕ, των ΗΠΑ και της Κίνας, φροντίζοντας ώστε κάθε ανάλυση να είναι προσαρμοσμένη υπό το πρίσμα των διακριτών οικονομικών και ρυθμιστικών περιφερειακών πλαισίων που εντοπίστηκαν και παρουσιάστηκαν στα προηγούμενα κεφάλαια.

Το κεφάλαιο θα ακολουθήσει η διατύπωση των κριτηρίων της αξιολόγησης των επιπτώσεων, η οποία θα επιτρέψει μια ολοκληρωμένη αξιολόγηση των επιπτώσεων που επιφέρουν τα ελλείμματα διοξειδίου του άνθρακα, αποδίδοντας διαφοροποιημένα συμπεράσματα για το πώς θα μπορούσαν να βελτιστοποιηθούν τέτοιες πολιτικές για καλύτερα οικονομικά και περιβαλλοντικά αποτελέσματα.

4.1 Μεθοδολογία προσέγγισης και ανάλυσης

Αρχικά, για να γίνει εφικτή η υλοποίηση της συγκριτικής ανάλυσης είναι σημαντικό να διατυπωθεί το μεθοδολογικό πλαίσιο αυτής. Η μεθοδολογία είναι σχεδιασμένη ώστε να ενσωματώνει μια βαθιά θεωρητική κατανόηση που υλοποιήθηκε στο Κεφάλαιο 2 με μια ισχυρή εμπειρική έρευνα στα διαφορετικά πλαίσια της ΕΕ, των ΗΠΑ και της Κίνας από τα δεδομένα που συλλέχθηκαν στο Κεφάλαιο 3.

Το πρώτο μέρος της ανάλυσης περιλαμβάνει μια λεπτομερή ανάλυση των καθιερωμένων θεωριών που περιβάλλουν τα οικονομικά της ρύθμισης του άνθρακα και τις κοινωνικοπολιτικές διαστάσεις της περιβαλλοντικής πολιτικής, παράλληλα με τις υποτιθέμενες επιπτώσεις τους στη βιομηχανία και το εμπόριο. Η βαθιά κατανόηση αυτών των θεωρητικών θεμελίων είναι ζωτικής σημασίας για την κατάλληλη πλαίσίωση της εμπειρικής ανάλυσης που ακολουθεί. Χρησιμοποιώντας μια ερμηνευτική μεθοδολογία, η ανάλυση αυτή επιδιώκει να αποκωδικοποιήσει τις αποχρώσεις των νοημάτων που κρύβονται πίσω από τα μέτρα πολιτικής και τις μυριάδες συνέπειές τους, τόσο τις αναμενόμενες όσο και τις απρόβλεπτες.

Στην συνέχεια, θα υλοποιηθεί ερμηνεία και αξιολόγηση των δεδομένων που συλλέχθηκαν, ως προς την αποτελεσματικότητα των πολιτικών που σχετίζονται με τον άνθρακα και την εκτίμηση του βαθμού αποσύνδεσης μεταξύ οικονομικής ανάπτυξης και εκπομπών CO₂. Για κάθε υπό μελέτη χώρα η έρευνα θα εμβαθύνει σε συγκεκριμένα σύνολα δεδομένων για να εξετάσει τις μεταβολές στις οικονομικές μετρήσεις και τις μετρήσεις εκπομπών κατά το επιλεγμένο χρονικό διάστημα. Ιδιαίτερη προσοχή θα δοθεί στις κρίσιμες συγκυρίες που σηματοδοτούν σημαντικές αλλαγές πολιτικής ή παγκόσμια γεγονότα που επηρεάζουν αυτές τις μετρήσεις. Με τον συνδυασμό αυτών των δεδομένων καθίσταται εφικτή η πλήρης κατανόηση της αλληλεπίδραση μεταξύ πολιτικής, οικονομίας και περιβαλλοντικής δυναμικής.

4.1.1 Κριτήρια ανάλυσης

Για να επιτευχθεί η συγκριτική ανάλυση αποδοτικά, θα πρέπει να διατυπωθούν συγκεκριμένα κριτήρια αξιολόγησης. Η επιλογή των κριτηρίων για αυτή τη συγκριτική ανάλυση έχει σχεδιαστεί έτσι ώστε να περιλαμβάνει ένα ευρύ φάσμα επιπτώσεων που προκύπτουν από τις πολιτικές για το έλλειμμα διοξειδίου του άνθρακα σε διαφορετικά ρυθμιστικά, οικονομικά και πολιτιστικά τοπία. Τα κριτήρια αυτά περιλαμβάνουν:

- **Οικονομική ανθεκτικότητα:** Αυτό αξιολογεί την ικανότητα των οικονομιών να διατηρήσουν την ανάπτυξη εν μέσω ρυθμίσεων για τον άνθρακα. Δείκτες όπως οι τάσεις αύξησης του ΑΕΠ και οι επενδύσεις σε τεχνολογίες καθαρής ενέργειας εξετάζονται διεξοδικά για να εκτιμηθεί η μακροπρόθεσμη οικονομική βιωσιμότητα και η προσαρμογή σε υποδομές χαμηλών εκπομπών άνθρακα.
- **Επίπεδο εκπομπών CO₂:** Επικεντρώνεται στις εκπομπές CO₂ ανά μονάδα ΑΕΠ, παρέχοντας ένα μέτρο αποτελεσματικότητας των οικονομικών δραστηριοτήτων σε σχέση με τις περιβαλλοντικές τους επιπτώσεις. Περιλαμβάνει ανάλυση των απόλυτων τάσεων των εκπομπών και των εκπομπών ανά τομέα, προσφέροντας πληροφορίες για την αποτελεσματικότητα των στοχευμένων περιβαλλοντικών πολιτικών.

- **Δείκτης επιπτώσεων της πολιτικής:** Ένα σύνθετο μέτρο που ποσοτικοποιεί τις άμεσες και έμμεσες επιπτώσεις των πολιτικών για τον άνθρακα τόσο στο περιβάλλον όσο και στην οικονομία. Περιλαμβάνει αξιολογήσεις της αποτελεσματικότητας της εφαρμογής της πολιτικής και της προσαρμοστικότητας του ρυθμιστικού περιβάλλοντος στις περιβαλλοντικές και οικονομικές επιταγές.
- **Δυναμική καινοτομίας και μετάβασης:** Εξετάζεται ο ρυθμός και η έκταση των τεχνολογικών καινοτομιών και η στροφή προς τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας ως απάντηση στις περιβαλλοντικές πολιτικές. Μετρήσεις όπως τα ποσοστά τεχνολογικής υιοθέτησης και οι μετασχηματισμοί στο ενεργειακό μείγμα αποτελούν κλειδί για την κατανόηση της δυναμικής της μετάβασης.
- **Κοινωνικο-οικονομική ισορροπία:** Αξιολογείται η ισορροπία μεταξύ της επίτευξης περιβαλλοντικών στόχων και της βελτίωσης ή διατήρησης της ποιότητας ζωής και της οικονομικής ισότητας. Εξετάζει τις τάσεις της απασχόλησης στους πράσινους τομείς και τις επιπτώσεις των περιβαλλοντικών πολιτικών στη δημόσια υγεία και την οικονομική προσιτότητα της ενέργειας.

Με την υιοθέτηση αυτών των κριτηρίων, η ανάλυση δεν εξετάζει μόνο τις περιβαλλοντικές και οικονομικές διαστάσεις, αλλά ενσωματώνει και τις κοινωνικοπολιτικές επιπτώσεις, παρέχοντας έτσι μια ολιστική άποψη της αποτελεσματικότητας των πολιτικών των δασμών άνθρακα στα ποικίλα πλαίσια της ΕΕ, των ΗΠΑ και της Κίνας.

4.2 Μελέτη περίπτωσης για την ΕΕ

Ξεκινώντας την ανάλυση από την ΕΕ, γίνεται αντιληπτό τόσο από την θεωρητική ανάλυση, όσο και από τα συλλεχθέντα δεδομένα, ότι η ΕΕ είναι πρωτοπόρος στην μείωση των ρύπων άνθρακα και την ενίσχυση των πράσινων πηγών ενέργειας. Οι επενδύσεις πάνω σε εναλλακτικές μορφές ενέργειας και η αυστηρή τήρηση των δασμών άνθρακα και της νομοθεσίας έχει οδηγήσει την ΕΕ να είναι πρωτοπόρος στην μείωση των ρύπων και του φαινόμενο του θερμοκηπίου. Στην συνέχεια, παρατίθεται η ανάλυση με βάση τα κριτήρια αξιολόγησης της μεθοδολογίας.

Οικονομική ανθεκτικότητα

Η προσέγγιση της Ευρωπαϊκής Ένωσης για τη διαχείριση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα μέσω αυστηρών πολιτικών, όπως το σύστημα εμπορίας εκπομπών και η οδηγία για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, προσφέρει μια σημαντική μελέτη περίπτωσης για την εξισορρόπηση της οικονομικής ανάπτυξης με την περιβαλλοντική βιωσιμότητα. Παρά τις αυστηρές αυτές πολιτικές, η ΕΕ όχι μόνο διατήρησε την οικονομική της σταθερότητα, αλλά και σημείωσε έναν μέτριο μέσο ετήσιο ρυθμό αύξησης του ΑΕΠ της τάξης του 1,5% από το 2000 έως το 2020, σύμφωνα με τα στοιχεία της Eurostat. Επιπρόσθετα, τα δεδομένα παρουσιάζουν μια σημαντική αύξηση του ΑΕΠ τα τελευταία 20 χρόνια, παρά την μείωση των ρύπων.

Κεντρικό ρόλο στην επιτυχία της ΕΕ διαδραμάτισαν οι σημαντικές επενδύσεις της σε πράσινες τεχνολογίες, οι οποίες υπογραμμίζουν τη βαθιά δέσμευση για ανανεώσιμες πηγές

ενέργειας και ενεργειακά αποδοτικές υποδομές. Οι επενδύσεις αυτές όχι μόνο συνέβαλαν στη σημαντική μείωση των εκπομπών, αλλά επίσης πυροδότησαν την οικονομική δραστηριότητα και τη δημιουργία θέσεων εργασίας, υποστηρίζοντας έτσι την άποψη ότι οι στρατηγικές επενδύσεις στη βιωσιμότητα είναι ζωτικής σημασίας για τη μετάβαση σε μια οικονομία χαμηλών εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα. Αυτή η κίνηση προς μια πιο πράσινη οικονομία οδήγησε σημαντικά στη δημιουργία θέσεων εργασίας στον τομέα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, ενισχύοντας την ιδέα ότι οι περιβαλλοντικές πολιτικές μπορούν να κατευθύνουν την οικονομική δραστηριότητα προς πιο βιώσιμα μονοπάτια χωρίς να θυσιάζεται η οικονομική ζωτικότητα.

Το σύστημα εμπορίας εκπομπών της ΕΕ αποτελεί παράδειγμα για το πώς μπορούν να χρησιμοποιηθούν αποτελεσματικά τα μέσα της αγοράς για την ευθυγράμμιση των οικονομικών κινήτρων με τους περιβαλλοντικούς στόχους. Το σύστημα αυτό έχει αποδειχθεί επιτυχημένο στη μείωση των εκπομπών, ενθαρρύνοντας παράλληλα την καινοτομία και διατηρώντας την οικονομική ζωτικότητα, παρέχοντας μια πρακτική απόδειξη του τρόπου με τον οποίο οι μηχανισμοί της αγοράς μπορούν να υποστηρίξουν ταυτόχρονα οικονομικούς και περιβαλλοντικούς στόχους.

Επιπλέον, η προσαρμοστικότητα των βιομηχανιών της ΕΕ στους αυστηρούς περιβαλλοντικούς κανονισμούς έπαιξε καθοριστικό ρόλο στην αποφυγή πιθανών οικονομικών οπισθοδρομήσεων. Οι εν λόγω βιομηχανίες υιοθέτησαν βιώσιμες πρακτικές, οι οποίες όχι μόνο επέτρεψαν τη συμμόρφωση με τους αυστηρούς κανονισμούς, αλλά και τις διατήρησαν ανταγωνιστικές στην ολόενα και πιο σημαντική παγκόσμια αγορά βιώσιμων προϊόντων και υπηρεσιών.

Η στρατηγική της ΕΕ παρουσιάζει μια προσεκτική ενσωμάτωση των οικονομικών και περιβαλλοντικών προτεραιοτήτων, αποδεικνύοντας ότι με τις σωστές πολιτικές και δεσμεύσεις, είναι όντως δυνατό να προωθηθεί η οικονομική ανάπτυξη και ταυτόχρονα η περιβαλλοντική βιωσιμότητα. Η προσέγγιση αυτή όχι μόνο αντιμετωπίζει την επείγουσα ανάγκη για προστασία του περιβάλλοντος, αλλά διασφαλίζει επίσης ότι η οικονομική ανάπτυξη συνεχίζει να ευδοκίμει, προσφέροντας πολύτιμα διδάγματα στην παγκόσμια σκηνή για την επίτευξη της βιώσιμης ανάπτυξης.

Επίπεδο εκπομπών CO₂

Η προσέγγιση της Ευρωπαϊκής Ένωσης για τη μείωση της έντασης των εκπομπών καταδεικνύει τη βαθιά δέσμευση να συνδυάσει την ισχυρή οικονομική ανάπτυξη με την ενεργό περιβαλλοντική διαχείριση. Παρά τις αυστηρές απαιτήσεις των περιβαλλοντικών πολιτικών, όπως το ETS της ΕΕ και η Οδηγία για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας, η ΕΕ κατάφερε να διατηρήσει μια μέση ετήσια σταθερή αύξηση του ΑΕΠ. Κατά την περίοδο αυτή δεν παρατηρήθηκε απλώς οικονομική σταθερότητα αλλά και στρατηγική μείωση των εκπομπών CO₂, γεγονός που επιδεικνύει την επιτυχία της ΕΕ να διαχωρίσει την οικονομική πρόοδο από την περιβαλλοντική υποβάθμιση.

Αυτή η αξιοσημείωτη μείωση της έντασης των εκπομπών οφείλεται σε μεγάλο βαθμό στις σημαντικές επενδύσεις της ΕΕ σε πράσινες τεχνολογίες. Η διάθεση πόρων προς τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και τις ενεργειακά αποδοτικές υποδομές μείωσε τις εκπομπές, ενώ ταυτόχρονα αναζωογόνησε την οικονομία, δημιουργώντας νέες θέσεις εργασίας και τονώνοντας την οικονομική δραστηριότητα. Οι προσπάθειες αυτές ευθυγραμμίζονται με τη θεωρητική

αντίληψη ότι η μετάβαση σε μια οικονομία χαμηλών εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα είναι απαραίτητη για τη βιώσιμη οικονομική υγεία..

Η αποτελεσματικότητα των πολιτικών της ΕΕ, ιδίως του συστήματος εμπορίας εκπομπών, είναι ιδιαίτερα εμφανής στη μετρήσιμη μείωση των εκπομπών σε διάφορους τομείς. Με την εισαγωγή ενός κόστους στις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα, το ETS έχει συνδυάσει αποτελεσματικά τους μηχανισμούς της αγοράς με τους περιβαλλοντικούς στόχους, προωθώντας την καινοτομία και αναγκάζοντας τις βιομηχανίες να υιοθετήσουν πιο πράσινες τεχνολογίες. Αυτή η προσέγγιση που βασίζεται στην αγορά όχι μόνο συνέβαλε στη μείωση των εκπομπών, αλλά εξασφάλισε επίσης ότι η οικονομία παραμένει ζωντανή και δυναμική.

Επιπλέον, η ετοιμότητα των βιομηχανιών της ΕΕ να προσαρμοστούν και να προβλέψουν τις κανονιστικές απαιτήσεις έχει ενισχύσει την οικονομική ευρωστία της περιοχής. Οι βιομηχανίες σε ολόκληρη την ΕΕ έχουν υιοθετήσει όλο και περισσότερο βιώσιμες πρακτικές, ενισχύοντας έτσι την ανταγωνιστικότητά τους στην παγκόσμια αγορά για φιλικά προς το περιβάλλον προϊόντα και υπηρεσίες. Η στροφή αυτή είναι ζωτικής σημασίας όχι μόνο για την τήρηση των αυστηρών ρυθμιστικών προτύπων αλλά και για την τοποθέτηση της ΕΕ ως ηγέτη στην παγκόσμια κίνηση προς την αειφόρο ανάπτυξη.

Δείκτης επιπτώσεων της πολιτικής

Ο δείκτης επιπτώσεων της πολιτικής στην περίπτωση της ΕΕ αποκαλύπτει την επιτυχή εφαρμογή και την υψηλή συμμόρφωση με το ETS σε ολόκληρη την ΕΕ. Τα δεδομένα δείχνουν ότι η δομή του συστήματος, η οποία συνδυάζει τις κανονιστικές απαιτήσεις με την ευελιξία της αγοράς, προωθεί αποτελεσματικά την τήρηση. Αυτό αποδεικνύεται περαιτέρω από το γεγονός ότι η ΕΕ επιτυγχάνει ή ξεπερνά σταθερά τους στόχους μείωσης των εκπομπών της βραχυπρόθεσμα, υπογραμμίζοντας τη λειτουργική αποτελεσματικότητα των πολιτικών της για την επίτευξη των περιβαλλοντικών στόχων.

Ο δείκτης αποτυπώνει επίσης σημαντικές αλλαγές στη συμπεριφορά της αγοράς που προκύπτουν από το ETS. Μέσω της τιμολόγησης των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα, το ETS έδωσε κίνητρο στις βιομηχανίες να στραφούν προς καθαρότερες τεχνολογίες και μεθόδους. Αυτή η πρωτοβουλία που καθοδηγείται από την αγορά τόνωσε την καινοτομία σε τομείς που παραδοσιακά εξαρτώνται από ορυκτά καύσιμα και ενθάρρυνε τη στροφή προς τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Οι βιομηχανίες ανταποκρίθηκαν αυξάνοντας τις επενδύσεις στην ενεργειακή απόδοση και δημιουργώντας προϊόντα που όχι μόνο πληρούν, αλλά συχνά υπερβαίνουν τα κανονιστικά πρότυπα, διατηρώντας έτσι το ανταγωνιστικό τους πλεονέκτημα σε μια παγκόσμια οικονομία που γίνεται όλο και πιο πράσινη.

Η σύνθεση των αποτελεσμάτων μέσω αυτού του δείκτη όχι μόνο επικυρώνει την αποτελεσματικότητα των περιβαλλοντικών στρατηγικών της ΕΕ, αλλά και αναδεικνύει το μετασχηματιστικό δυναμικό των καλά σχεδιασμένων μέσων πολιτικής. Με την αποτελεσματική μείωση των εκπομπών και την υποστήριξη της οικονομικής ανθεκτικότητας, οι πολιτικές της ΕΕ απεικονίζουν ένα επιτυχημένο μοντέλο για την ενσωμάτωση της οικονομικής ανάπτυξης με την περιβαλλοντική βιωσιμότητα. Η προσέγγιση αυτή παρέχει αξιοποιήσιμες πληροφορίες για άλλες περιφέρειες και φορείς χάραξης πολιτικής που στοχεύουν στην εξισορρόπηση της ανάπτυξης με την οικολογική διατήρηση.

Δυναμική καινοτομίας και μετάβασης

Στο πλαίσιο των περιβαλλοντικών πολιτικών της ΕΕ, η δυναμική της καινοτομίας και της μετάβασης προς τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας είναι καίριας σημασίας. Τα ισχυρά μηνύματα πολιτικής της ΕΕ, όπως αυτά που ενσωματώνονται στην οδηγία για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, έχουν επιταχύνει σημαντικά την ανάπτυξη και την υιοθέτηση νέων τεχνολογιών. Αυτό είναι εμφανές στη σημαντική ανάπτυξη του τομέα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, όπου, σύμφωνα με τις τελευταίες εκθέσεις της Ευρωπαϊκής Επιτροπής, οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας αντιπροσωπεύουν πλέον περισσότερο από το 30% της συνολικής παραγωγής ενέργειας στην ΕΕ. Η αύξηση αυτή υποστηρίζεται από την πρόοδο των τεχνολογιών ηλιακής, αιολικής και βιοενέργειας, οι οποίες επωφελήθηκαν από την αυξημένη χρηματοδότηση και τα κίνητρα για καθαρές ενεργειακές λύσεις.

Η μετάβαση στο ενεργειακό μείγμα από τα ορυκτά καύσιμα προς τις ανανεώσιμες πηγές είναι άμεσο αποτέλεσμα σκόπιμων μέτρων πολιτικής. Η δέσμευση της ΕΕ να μειώσει τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου κατά 55% έως το 2030 στο πλαίσιο της ευρωπαϊκής πράσινης συμφωνίας έχει δώσει περαιτέρω κίνητρα για αυτή τη στροφή. Τα στοιχεία της Eurostat δείχνουν συνεχή μείωση της κατανάλωσης άνθρακα και αντίστοιχη αύξηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, γεγονός που αναδεικνύει την αποτελεσματικότητα της τιμολόγησης των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα και των επιδοτήσεων της ΕΕ στην προώθηση της ενεργειακής μετάβασης.

Η στροφή προς μια πιο πράσινη ενεργειακή υποδομή έχει επίσης τονώσει την οικονομική δραστηριότητα εντός της ΕΕ. Οι επενδύσεις σε έργα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας όχι μόνο μετρίασαν τον κίνδυνο ενεργειακής εξάρτησης από εξωτερικούς προμηθευτές ορυκτών καυσίμων, αλλά δημιούργησαν επίσης μια ισχυρή εγχώρια αγορά για τις πράσινες τεχνολογίες.

Παρά τις θετικές αυτές τάσεις, η μετάβαση παρουσιάζει επίσης προκλήσεις, ιδίως όσον αφορά την ενσωμάτωση στο δίκτυο και τις δυνατότητες αποθήκευσης της ανανεώσιμης ενέργειας. Η ΕΕ έχει επιδείξει προληπτική δράση για την αντιμετώπιση αυτών των ζητημάτων μέσω της περαιτέρω ανάπτυξης πολιτικής και των μηχανισμών χρηματοδότησης που αποσκοπούν στην ενίσχυση της σταθερότητας του δικτύου και των λύσεων αποθήκευσης ενέργειας, όπως το Ταμείο Καινοτομίας, το οποίο επικεντρώνεται στην υποστήριξη τεχνολογιών χαμηλών εκπομπών άνθρακα.

Κοινωνικο-οικονομική ισορροπία

Όσο αφορά την κοινωνικο-οικονομική ισορροπία η στρατηγική της ΕΕ για την εναρμόνιση των περιβαλλοντικών της στόχων με τις κοινωνικοοικονομικές πολιτικές καταδεικνύει μια περίπλοκη ισορροπία μεταξύ της προώθησης της βιώσιμης ανάπτυξης και της διασφάλισης της κοινωνικής ισότητας. Η παρούσα ανάλυση διερευνά τις προσπάθειες της ΕΕ να ενσωματώσει τους περιβαλλοντικούς της στόχους απρόσκοπτα με τις ευρύτερες κοινωνικοοικονομικές πολιτικές, διευκολύνοντας μια δίκαιη μετάβαση σε διάφορους τομείς της κοινωνίας.

Η μετάβαση της ΕΕ προς μια πράσινη οικονομία έχει ενορχηστρωθεί στρατηγικά ώστε να ελαχιστοποιηθούν οι απώλειες θέσεων εργασίας σε παραδοσιακούς τομείς με τη δημιουργία νέων ευκαιριών στον τομέα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Στοιχεία από την ευρωπαϊκή αγορά εργασίας δείχνουν ότι η απασχόληση στους τομείς αυτούς έχει υπερτριπλασιαστεί

την τελευταία δεκαετία, αποτελώντας παράδειγμα μιας επιτυχημένης προσαρμογής της αγοράς εργασίας προς πιο βιώσιμες πρακτικές.

Η απομάκρυνση από τα ορυκτά καύσιμα και οι ενισχυμένοι περιβαλλοντικοί κανονισμοί έχουν μειώσει σημαντικά τα επίπεδα ρύπανσης σε ολόκληρη την ΕΕ. Η μείωση αυτή οδήγησε σε σημαντικές βελτιώσεις για την υγεία, με τον Ευρωπαϊκό Οργανισμό Περιβάλλοντος να αναφέρει αξιοσημείωτη μείωση των προβλημάτων υγείας που σχετίζονται με την ατμοσφαιρική ρύπανση. Η εξέλιξη αυτή ενισχύει τη θεωρία ότι οι ισχυρές περιβαλλοντικές πολιτικές συμβάλλουν όχι μόνο στον μετριασμό της κλιματικής αλλαγής αλλά και στη βελτίωση της δημόσιας υγείας, μειώνοντας τελικά το κόστος της υγειονομικής περίθαλψης και βελτιώνοντας την ποιότητα ζωής των πολιτών της ΕΕ.

Μια κρίσιμη συνιστώσα της περιβαλλοντικής στρατηγικής της ΕΕ είναι η διατήρηση της προσιτής τιμής της ενέργειας εν μέσω της στροφής προς τις ανανεώσιμες πηγές. Μέτρα όπως οι επιδοτήσεις ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και οι προσαρμογές στη φορολογία της ενέργειας είναι σχεδιασμένα για να μετριάσουν τις οικονομικές επιπτώσεις στα νοικοκυριά με χαμηλό εισόδημα. Επιπλέον, οι πρωτοβουλίες της ΕΕ για την καταπολέμηση της ενεργειακής φτώχειας διασφαλίζουν ότι οι ευάλωτοι πληθυσμοί προστατεύονται από τις δυσμενείς επιπτώσεις της μετάβασης, προωθώντας τη δίκαιη πρόσβαση σε καθαρή και οικονομικά προσιτή ενέργεια.

Παρά τα σημαντικά βήματα προς ένα βιώσιμο μέλλον, η ΕΕ αντιμετωπίζει συνεχείς προκλήσεις όσον αφορά τη διασφάλιση της δίκαιης κατανομής των οφελών που απορρέουν από την πράσινη μετάβαση. Οι προσπάθειες για την τελειοποίηση των επιδοτήσεων, των φορολογικών κινήτρων και των πλαισίων κοινωνικής στήριξης είναι ζωτικής σημασίας για την αντιμετώπιση πιθανών ανισοτήτων και την πρόληψη κοινωνικών ή περιφερειακών ανισοτήτων. Τα διαρθρωτικά ταμεία της ΕΕ και το Ταμείο για τη δίκαιη μετάβαση έχουν σχεδιαστεί ειδικά για να βοηθήσουν περιφέρειες και κοινότητες που εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από βιομηχανίες υψηλών εκπομπών, διασφαλίζοντας ότι καμία ομάδα δεν θα βρεθεί σε δυσανάλογα μειονεκτική θέση κατά τη μετάβαση προς μια πιο πράσινη οικονομία.

4.3 Μελέτη περίπτωσης για τις Η.Π.Α.

Συνεχίζοντας την ανάλυση με τις Ηνωμένες Πολιτείες, προκύπτουν σημαντικές διαφοροποιήσεις σε σχέση με την Ευρωπαϊκή Ένωση. Ενώ ορισμένες πολιτείες και περιοχές των ΗΠΑ έχουν εφαρμόσει προοδευτικές πολιτικές για τη μείωση των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου και την προώθηση των πράσινων πηγών ενέργειας, άλλες παραμένουν ακόμα σταθερές στη χρήση παραδοσιακών πηγών ενέργειας όπως τα ορυκτά καύσιμα. Στην συνέχεια, παρατίθεται η ανάλυση με βάση τα κριτήρια αξιολόγησης της μεθοδολογίας.

Οικονομική ανθεκτικότητα

Η στρατηγική των ΗΠΑ για τη διαχείριση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα είναι ετερογενής από τη φύση της και περιλαμβάνει τόσο προοδευτικές πολιτικές σε πολιτειακό επίπεδο όσο και παραδοσιακή ενεργειακή εξάρτηση. Για παράδειγμα, όσον αφορά τα επίπεδα μείωσης των εκπομπών που έχουν τεθεί και τις περιβαλλοντικές πολιτικές αιχμής που υιοθετούνται, πολιτείες όπως η Καλιφόρνια και η Νέα Υόρκη πρωτοπορούν, αλλά η πλειοψηφία των άλλων είναι συντηρητικές.

Ο περιβαλλοντισμός είναι συχνά αντιφατικός και έρχεται σε αντίθεση με την ομοσπονδιακή νομοθετική σφαίρα λόγω των αντιφάσεων. Ενώ ορισμένα ομοσπονδιακά προγράμματα και περιβαλλοντικές δράσεις μπορούν να βρεθούν στην ανάπτυξη πολιτικής των ΗΠΑ, συχνά υπάρχει μια εξάρτηση από την ατζέντα ή το ενδιαφέρον της πολιτειακής κυβέρνησης.

Δεδομένων αυτών των αντιφάσεων, οι Ηνωμένες Πολιτείες παραμένουν σε πορεία όσον αφορά τη διατήρηση μιας οικονομίας της οποίας ο μέσος ετήσιος ρυθμός αύξησης του ΑΕΠ είναι 3,1%, που εκτείνεται από το 2000 έως το 2021, με ετήσιο ρυθμό ανάπτυξης ρεκόρ 45,38% το 2021, σύμφωνα με τις πηγές δεδομένων. Τμήματα των ΗΠΑ έχουν επίσης επιτύχει στην εφαρμογή της πράσινης τεχνολογίας και μειώνουν τις εκπομπές ρύπων, ενώ άλλες περιοχές παραμένουν παγιωμένες. Όντας ένα χωνευτήρι πολιτισμών, οι ΗΠΑ αναπτύσσουν την καινοτομία και μια νοοτροπία προσανατολισμένη στην πρόοδο, η οποία μπορεί να επιτρέψει ένα βιώσιμο μέλλον.

Επίπεδο εκπομπών CO₂

Το σύστημα των πολιτικών που σχετίζονται με τις εκπομπές CO₂ στις ΗΠΑ είναι περίπλοκο, με την πολιτική του μεταβλητότητα και τις οικονομικές του ανάγκες. Παρόλο που υπάρχουν προσπάθειες μείωσης των εκπομπών σε πολλούς τομείς, οι ΗΠΑ δεν έχουν ακολουθήσει συστηματικές πολιτικές που θα μπορούσαν να παραλληλιστούν με την αυστηρότητα του συστήματος εμπορίας εκπομπών της ΕΕ ή παρόμοιων μηχανισμών- κατά συνέπεια, τόσο η πολιτική στις πολιτείες όσο και η ομοσπονδιακή πολιτική διακρίνονται από σημαντικές διαφορές στην αυστηρότητα.

Ωστόσο, υπάρχουν ορισμένες πολιτείες και περιοχές που έχουν λάβει μέτρα για την προώθηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και τη μείωση των εκπομπών. Ο ρόλος του ιδιωτικού τομέα καθώς και της κοινωνίας των πολιτών είναι αρκετά μεγάλος όσον αφορά τη συμβολή στις πράσινες προσπάθειες. Έχει αποκαλυφθεί ότι από τις συνολικές εκπομπές κατά τη στροφή.

Η ενισχυμένη μείωση των εκπομπών CO₂ ή η ομοιόμορφη προώθηση των πράσινων τεχνολογιών σε εθνικό επίπεδο για τις ΗΠΑ είναι ακόμη πολύ μακριά. Έχει δώσει τη θέση της σε μια πιο επισφαλή εικόνα των συνολικών προσπαθειών για τη μείωση των εκπομπών και τη διάσωση του περιβάλλοντος.

Δείκτης επιπτώσεων της πολιτικής

Ο δείκτης επιπτώσεων της πολιτικής στις ΗΠΑ υποδεικνύει την αυστηρή εφαρμογή των πολιτικών που έχουν οριστεί για τη μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα. Η κλιμάκωση του συστήματος ενσωματώνει τη χρήση τόσο των κανονιστικών απαιτήσεων όσο και των μηχανισμών ευελιξίας, ώστε να διασφαλίζεται ότι η συμμόρφωση είναι όσο το δυνατόν πιο αποτελεσματική. Η παρακολούθηση των δεδομένων παρέχει ότι τα μέτρα που λαμβάνονται για τη μείωση των εκπομπών λειτουργούν με επιτυχία, όπως αποδεικνύεται στους διάφορους τομείς της οικονομίας.

Επίσης, παρατηρήθηκαν σημαντικές αλλαγές στην αγορά λόγω των μέτρων που εφαρμόστηκαν. Η τιμολόγηση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα καθιστά ορατή την ανάγκη στροφής προς καθαρότερες πηγές ενέργειας και τεχνολογίες. Ενθαρρύνει περαιτέρω τις επενδύσεις της βιομηχανίας σε βιώσιμες πρακτικές και καινοτομίες, παραμένοντας παράλληλα ανταγωνιστική σε μια διεθνή οικονομία. Μπορεί να εξαχθεί ότι με έναν τέτοιο δείκτη, οι περιβαλλοντικές πολιτικές των ΗΠΑ είναι αποτελεσματικές σε αρκετά μεγάλο βαθμό και περαιτέρω υποσχόμενες για το δυναμικό μετασχηματισμού με καλά σχεδιασμένα μέτρα. Οι πολιτικές των ΗΠΑ βοηθούν άλλες περιοχές να εξισορροπήσουν τα επιτεύγματά τους μεταξύ ανάπτυξης και προστασίας του περιβάλλοντος, καθώς υποστηρίζουν την οικονομική ανάπτυξη και την περιβαλλοντική βιωσιμότητα.

Δυναμική καινοτομίας και μετάβασης

Η καινοτομία και η δυναμική προς τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας έχουν επίσης αναδειχθεί σε σημαντικό τομέα της περιβαλλοντικής και ενεργειακής πολιτικής στις ΗΠΑ. Υπάρχουν ισχυροί νόμοι και ισχυρά οικονομικά κίνητρα που έχουν πλέον στραφεί προς την ανάπτυξη και την υιοθέτηση σύγχρονων τεχνολογιών στους τομείς των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, όπως η ηλιακή και η αιολική ενέργεια.

Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας αναπτύσσονται στις ΗΠΑ, δημιουργώντας ισχυρή αύξηση της παραγωγής ενέργειας και της σχετικής οικονομικής δραστηριότητας και της συνιστώσας της απασχόλησης. Οι προκλήσεις για την ανάπτυξη των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας έγκεινται στις νέες επενδύσεις σε υποδομές, στο κόστος που εφαρμόζεται για την ενσωμάτωση αυτών των μορφών ενέργειας και στην ανάπτυξη τεχνολογιών αποθήκευσης ενέργειας για την εξασφάλιση αξιόπιστης παροχής ενέργειας από αυτές τις μορφές ενέργειας.

Κοινωνικο-οικονομική ισορροπία

Τέλος, το υψηλό επίπεδο εφαρμογής των πολιτικών που σχετίζονται με τη μείωση του επιπέδου των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα υποδηλώνεται από τα αποτελέσματα του δείκτη αντικτύπου των πολιτικών κοινωνικοοικονομικής ισορροπίας στις ΗΠΑ. Συνεπώς, υπάρχει ανάγκη για αποτελεσματική στρατηγική εφαρμογής που να συνδυάζει τα ρυθμιστικά μέτρα

και τα μέτρα ευελιξίας. Τα αποτελέσματα μιας τέτοιας οικονομετρικής ανάλυσης δείχνουν μια τάση μείωσης των εκπομπών για διάφορους οικονομικούς θεσμούς. Πρόκειται για μια δήλωση ότι πρόκειται για λειτουργικές ή εφαρμόσιμες πολιτικές για την επίτευξη των περιβαλλοντικών στόχων.

Περαιτέρω, η έρευνα του προηγούμενου Κεφαλαίου προσδιορίζει σημαντικές αλλαγές στην αγορά που προέκυψαν από τα μέτρα που ελήφθησαν, όπως για παράδειγμα η τιμολόγηση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα έχει πράγματι τεθεί σε εφαρμογή ως συγκεκριμένη υλοποίηση της ανάγκης για στροφή προς καθαρότερες πηγές και τεχνολογίες. Αυτό παρακινεί τις βιομηχανίες να επενδύσουν σε βιώσιμες καινοτομίες και πρακτικές, παραμένοντας ωστόσο ανταγωνιστικές σε μια παγκοσμιοποιημένη οικονομία.

Την περίοδο μετά την ανεξαρτησία παρατηρήθηκε πρωτοφανής αύξηση του πληθυσμού και εκβιομηχάνιση σύμφωνα με τα παγκόσμια πρότυπα. Η σύνθεση των αποτελεσμάτων μέσω του δείκτη που ακολουθεί πιστοποιεί την αποτελεσματικότητα των περιβαλλοντικών πολιτικών των ΗΠΑ και δείχνει ότι τα καλά σχεδιασμένα μέτρα μπορούν πράγματι να δημιουργήσουν μετασχηματισμό. Έτσι, από αυτή την επισκόπηση των στοιχείων, οι πολιτικές των ΗΠΑ προσφέρουν λύσεις για άλλες περιοχές που προσπαθούν να επιτύχουν την κατάλληλη ισορροπία μεταξύ ανάπτυξης και προστασίας του περιβάλλοντος.

4.4 Μελέτη περίπτωσης για την Κίνα

Καταλήγοντας με την ανάλυση της Κίνας, γίνεται αντιληπτό τόσο από τη θεωρητική ανάλυση, όσο και από τα συλλεχθέντα δεδομένα, ότι η Κίνα αντιμετωπίζει σοβαρές προκλήσεις στον τομέα της περιβαλλοντικής πολιτικής. Παρά τις προσπάθειες που έχουν γίνει για τη μείωση των εκπομπών ρύπων άνθρακα και την προαγωγή των πράσινων πηγών ενέργειας, η Κίνα αντιμετωπίζει ακόμα προκλήσεις όσον αφορά την αποτελεσματική εφαρμογή των περιβαλλοντικών μέτρων.

Οι επενδύσεις σε εναλλακτικές μορφές ενέργειας έχουν αυξηθεί σημαντικά, αλλά η Κίνα εξακολουθεί να βασίζεται κυρίως στις παραδοσιακές μορφές ενέργειας, ιδίως στον άνθρακα. Η αυστηρή τήρηση των περιβαλλοντικών κανονισμών και των νομοθετικών διατάξεων παραμένει πρόκληση για την κινεζική κυβέρνηση, καθώς η επιβολή των κανονισμών είναι περιορισμένη σε ορισμένες περιοχές. Στις επόμενες ενότητες παρουσιάζεται η σχετική ανάλυση με βάση τα επιλεγμένα κριτήρια.

Οικονομική ανθεκτικότητα

Η Κίνα αντιμετωπίζει ιδιαίτερες προκλήσεις στις προσπάθειες για οικονομική ανθεκτικότητα και περιβαλλοντική βιωσιμότητα. Τις τελευταίες δεκαετίες, η Κίνα έχει καταφέρει να βιώσει ένα τεράστιο επίπεδο οικονομικής ανάπτυξης, με περιπτώσεις περιβαλλοντικής ρύπανσης και εκτεταμένες ποσότητες αερίων του θερμοκηπίου που εκπέμπονται. Η κυβέρνηση της Κίνας υπήρξε πολύ δραστήρια, υιοθετώντας σκληρά μέτρα για τη μείωση των εκπομπών, με πρόθεση μετάβασης σε καθεστώς ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και πράσινης τεχνολογίας. Οι δυσκολίες στην υλοποίηση αυτών των μέτρων οφείλονται σίγουρα στην απεραντοσύνη και την ανομοιομορφία των περιοχών της κινεζικής οικονομίας.

Η πολιτική σταθερότητα και οι προτεραιότητες της κεντρικής κυβέρνησης θα επηρεάσουν πολλές φορές την προσέγγιση της οικονομικής ανάπτυξης και της προστασίας του περιβάλλοντος στην Κίνα. Από την άποψη αυτή, μπορεί να είναι πολύ πιθανό να επιτευχθεί οικονομική ανάπτυξη εις βάρος του περιβάλλοντος. Ταυτόχρονα, η Κίνα έχει επίσης δείξει ότι θέλει να είναι καινοτόμος και να αναπτύξει πράσινη τεχνολογία, πράγμα που θα σήμαινε ότι υπάρχει η ατμόσφαιρα για την ανάπτυξη προοδευτικών σχέσεων. Αυτό οδηγεί στο δρόμο προς τη βιώσιμη οικονομική ανάπτυξη αν και, φυσικά, δεν είναι εύκολο- ωστόσο, η Κίνα έχει τα μέσα και την πολιτική βούληση να κινηθεί προς αυτή την κατεύθυνση για να αντιμετωπίσει αυτές τις προκλήσεις για τη δημιουργία ενός πιο ασφαλούς μέλλοντος.

Επίπεδο εκπομπών CO₂

Επιπρόσθετα, η Κίνα ως μια από τις κορυφαίες οικονομίες του κόσμου, αντιμετωπίζει μια τεράστια πρόκληση όσον αφορά τις εκπομπές CO₂. Με μεγάλη βιομηχανική ζωντάνια και αυξανόμενη βιομηχανική όρεξη, η πρόκληση για τη μείωση των εκπομπών της είναι πολύ μεγάλη. Ωστόσο, έχει να αντιμετωπίσει ορισμένες σοβαρές προκλήσεις. Παραμένει δύσκολο να μειώσει την εξάρτησή της από τα ορυκτά καύσιμα, παρά τα μέτρα πολιτικής για υψηλότερους τρόπους εξάρτησης από τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Πάντα, οι πρωτοβουλίες πολιτικής αντιμετωπίζουν σοβαρά προβλήματα εφαρμογής και συμμόρφωσης, ενώ η αυξανόμενη ανεκπλήρωτη ζήτηση ενέργειας από τις αναπτυσσόμενες περιοχές επιδεινώνει το σενάριο.

Η Κίνα, ωστόσο, αντιλαμβάνεται τη σημασία της μείωσης των εκπομπών για τη διάσωση του περιβάλλοντος και την παροχή χώρου για μελλοντική ανάπτυξη. Βρίσκεται, επομένως, σε μια διαδικασία επενδύσεων σε τεχνολογίες και πολιτικές που επιτρέπουν την υλοποίηση αυτού του στόχου, καθώς παραμένει ανοιχτή στην ανάπτυξη και υιοθέτηση πράσινων τεχνολογιών, όπως η ανακύκλωση και η βιώσιμη δόμηση. Ακόμα, η Κίνα σέβεται τις διεθνείς υπογεγραμμένες συμφωνίες, όπως η Συμφωνία του Παρισιού, και είναι πρόθυμη να δράσει από κοινού για να διασφαλίσει ότι η κλιματική αλλαγή θα παραμείνει μακριά.

Δείκτης επιπτώσεων της πολιτικής

Στην περίπτωση της Κίνας, ο δείκτης επιπτώσεων της πολιτικής υποδεικνύει την ορθή εφαρμογή και το υψηλό επίπεδο συμμόρφωσης με τα αναπτυγμένα περιβαλλοντικά πρότυπα. Τα διαθέσιμα στοιχεία αποδεικνύουν μόνο ότι η δομή του συστήματος συνδυάζει τη νομοθετική απαίτηση με την ευελιξία της αγοράς κατά τρόπο ώστε να ενθαρρύνεται η συμμόρφωση των επιχειρήσεων και να επιτυγχάνονται οι περιβαλλοντικοί στόχοι. Οι πρόσφατες αλλαγές στη συμπεριφορά της αγοράς αποδεικνύεται ότι είναι αποτέλεσμα του ETS της Κίνας. Με την τιμολόγηση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα, θα προκαλέσει πληρωμές ή ανταμοιβές στις επιχειρήσεις για καθαρότερες ενεργειακές τεχνολογίες και μορφές παραγωγής ενέργειας, επιταχύνοντας έτσι τη μετάβαση σε βιώσιμες μορφές ενέργειας.

Πρόκειται για ένα μέτρο που έχει τονώσει την καινοτομία τομέων που μέχρι πρότινος ήταν σε μεγάλο βαθμό εξαρτημένοι από τα ορυκτά καύσιμα και τόνωσε τη μετάβαση σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Οι βιομηχανίες ανταποκρίθηκαν επενδύοντας περισσότερο στην ενεργειακή απόδοση και παράγοντας προϊόντα που πληρούν ή και υπερβαίνουν τα περιβαλλοντικά πρότυπα. Με μια λέξη, ο δείκτης επιπτώσεων της πολιτικής μαρτυρεί την αποτελεσματικότητα της

περιβαλλοντικής πολιτικής στην Κίνα, και στο μέτρο αυτό, οι πολιτικές αυτές μπορούν να θεωρηθούν ως πρότυπο για άλλες περιοχές που αναζητούν την καλύτερη δυνατή ισορροπία μεταξύ οικονομικής ανάπτυξης και προστασίας του περιβάλλοντος.

Δυναμική καινοτομίας και μετάβασης

Η καινοτομία και η δυναμική της μετάβασης για την περίπτωση της Κίνας, έχουν προχωρήσει ένα βήμα παραπέρα, καθώς έχουν αναδειχθεί σε ζωτικό μέρος της περιβαλλοντικής και ενεργειακής πολιτικής. Η ίδια χώρα έχει θέσει υψηλούς στόχους και έχει εφαρμόσει πολιτικές για την ενθάρρυνση της ανάπτυξης και της χρήσης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, όπως η ηλιακή και η αιολική ενέργεια. Η Κίνα, τα τελευταία χρόνια, με τον αρμόδιο τομέα έρευνας και ανάπτυξης που σχετίζονται με τις νέες τεχνολογίες, έχει δαπανήσει μεγάλα χρηματικά ποσά, για την ανάπτυξη βιώσιμων οικολογικά λύσεων από ΑΠΕ και για την κατασκευή όλων των υποδομών που είναι απαραίτητες τόσο για την παραγωγή όσο και για τη μεταφορά της ενέργειας που προμηθεύεται από τις πηγές αυτές.

Όλα αυτά μεταφράστηκαν σε μια απίστευτη αύξηση της παραγωγής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές στη χώρα. Παρόλο που η μείωση προς τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας στην Κίνα θα έχει το μερίδιό της στις προκλήσεις, όπως η ανάγκη ενίσχυσης της τεχνολογίας αποθήκευσης ενέργειας και η βελτίωση των δικτύων μεταφοράς ενέργειας, δεν θα είναι όλα ρόδινα. Σε γενικές γραμμές, η Κίνα βρίσκεται σε μια δυναμική πορεία που οδηγεί προς την κατεύθυνση ενός πιο βιώσιμου και καθαρού ενεργειακού συστήματος, με την εκμετάλλευση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας να αποτελεί βασικό στοιχείο αυτής της επέκτασης της αγοράς.

Κοινωνικο-οικονομική ισορροπία

Όσον αφορά την κοινωνικοοικονομική ισορροπία, η εναρμόνιση των κρατικών περιβαλλοντικών στόχων με τις κοινωνικοοικονομικές πολιτικές της Κίνας θεωρείται ότι αντιπροσωπεύει πολύπλοκες ισορροπίες μεταξύ της προώθησης της βιώσιμης ανάπτυξης και της προώθησης της κοινωνικής ευημερίας. Η αποκάλυψη της κατανόησης αυτής της ισορροπίας φαίνεται στην ανάλυση των προσπαθειών που καταβάλλει η Κίνα για την ομαλή ενσωμάτωση των περιβαλλοντικών στόχων με ευρύ τρόπο ώστε να διευκολυνθεί μια δίκαιη μετάβαση από την ευρεία ποικιλία των κοινωνικών τομέων.

Αν και οι στρατηγικές πίσω από την πράσινη και χαμηλών εκπομπών άνθρακα οικονομική μετάβαση της Κίνας είναι ζωτικής σημασίας για τη μείωση των αρνητικών κοινωνικοοικονομικών επιπτώσεων αυτής της μετάβασης, θα προσφέρει επίσης πρόσθετες ευκαιρίες στην αγορά εργασίας, συμπεριλαμβανομένων εκείνων στην αγορά ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Στοιχεία από την κινεζική αγορά εργασίας αναφέρουν ότι η απασχόληση σε αυτούς τους τομείς αυξήθηκε κατακόρυφα, δίνοντας ένα παράδειγμα επιτυχούς προσαρμογής προς πιο βιώσιμες πρακτικές στις αγορές εργασίας.

Ως αποτέλεσμα της μείωσης των επιπέδων ρύπανσης στην Κίνα, υπήρξε μετάβαση από τα ορυκτά καύσιμα και περαιτέρω αυστηροποίηση των νομοθεσιών που σχετίζονται με το περιβάλλον. Η μείωση των επιπέδων ρύπανσης είχε ως αποτέλεσμα τεράστια οφέλη για την υγεία, υπό την έννοια ότι οι άνθρωποι εκδηλώνουν λιγότερα προβλήματα υγείας που σχετίζονται

με την ατμοσφαιρική ρύπανση. Αυτό τείνει να επιβεβαιώσει την άποψη ότι οι αυστηρές περιβαλλοντικές πολιτικές όχι μόνο θα μετριάσουν τα επίπεδα εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου αλλά και θα ελαχιστοποιήσουν τελικά το κόστος που σχετίζεται με την υγεία, γεγονός που θα ενισχύσει την ποιότητα ζωής του κινεζικού πληθυσμού.

Η περιβαλλοντική μέριμνα είναι μια άλλη πτυχή της ενεργειακής πολιτικής, θεωρώντας ότι δεν πρέπει να γίνουν τροποποιήσεις που να καθιστούν οποιονδήποτε ενεργειακό πόρο πιο δαπανηρό για τους καταναλωτές της χώρας αυτής. Οι προσπάθειες για το σκοπό αυτό γίνονται επίσης για την επιδότηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και την προσαρμογή στη φορολογία της ενέργειας, ώστε οι οικονομικές επιπτώσεις στις φτωχές ομάδες να είναι λιγότερο σοβαρές. Επιπλέον, με τρόπο που διασφαλίζει την προστασία των ευάλωτων ομάδων από τις αρνητικές επιπτώσεις της μετάβασης και τη δυνατότητα δίκαιης πρόσβασης σε καθαρή και οικονομικά προσιτή ενέργεια, η Κίνα αποφάσισε να θεσπίσει προγράμματα για την ανακούφιση της ενεργειακής φτώχειας. Τα σημαντικά βήματα που έγιναν με τη μετάβαση προς τις πράσινες λύσεις δεν κατάφεραν ακόμη να εξασφαλίσουν μεγαλύτερο μερίδιο των μερισμάτων για την Κίνα. Πρόκειται για τη διασφάλιση της βελτίωσης των δομών για τις επιδοτήσεις, τα φορολογικά επιδόματα και την κοινωνική στήριξη, ώστε να αντιμετωπιστεί εκ των προτέρων κάθε πιθανή ανισότητα που δεν μπορεί να διαχωρίσει τις κοινωνικές ή περιφερειακές ανισότητες. Η προώθηση πρωτοβουλιών και επενδύσεων εντός των περιφερειών που εξαρτώνται από τις παραδοσιακές βιομηχανίες επιτυγχάνει την ισορροπία των κοινωνικών και οικονομικών επιπτώσεων από τη μετάβαση στην πιο πράσινη οικονομία.

4.5 Συγκριτική ανάλυση

Για να μπορέσει η μελέτη να είναι πλήρης, απαιτείται η συγκριτική ανάλυση των χωρών με βάση τόσο τα κριτήρια αξιολόγησης που επιλέχθηκαν στην αρχή της ενότητας, αλλά και με βάση τα δεδομένα που παρουσιάστηκαν στο Κεφάλαιο 3 και θα ενισχύσει την συγκριτική ανάλυση των χωρών.

4.5.1 Ανάλυση βάσει δεδομένων

Σχέση εκπομπών CO₂ με το ΑΕΠ

Αναλύοντας τη σχέση των εκπομπών CO₂ και του ΑΕΠ, διαπιστώνονται διαφορές στις στρατηγικές και τα αποτελέσματα που προκύπτουν μεταξύ της ΕΕ, των ΗΠΑ και της Κίνας. Η ΕΕ κατάφερε να διαχωρίσει την οικονομική ανάπτυξη από τις εκπομπές CO₂ τα τελευταία είκοσι χρόνια. Το γράφημα δείχνει μια αξιοσημείωτη απόκλιση από το 2009, όπου το ΑΕΠ αυξήθηκε και οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα μειώθηκαν. Για παράδειγμα, το 2020, οι εκπομπές μειώθηκαν σημαντικά κατά 23,55% παρά το γεγονός ότι η οικονομία αντιμετώπισε διακυμάνσεις που αποδίδονται στον κοροναϊό. Αυτό αποδίδεται στις αυστηρές περιβαλλοντικές πολιτικές που υιοθέτησε η Ευρωπαϊκή Ένωση, στις βελτιώσεις στην τεχνολογία και στη μετατροπή των οικονομικών δραστηριοτήτων σε καθαρότερες δραστηριότητες.

Οι εκπομπές CO₂ είχαν μικτή πορεία στις ΗΠΑ. Αφού αυξήθηκαν σε ορισμένες περιόδους, κυρίως λόγω της στροφής προς καθαρότερες μορφές ενέργειας και την ενεργειακή απόδοση, η τάση αυτή μεταβλήθηκε πρόσφατα σε φθίνουσα. Η οικονομία των ΗΠΑ άρχισε να ανακάμπτει

πολύ αργά από αυτή τη βίαιη οικονομική κρίση, με μεγάλη μείωση των εκπομπών κατά 17,59% για το 2020 που προκλήθηκε από την πανδημία COVID-19. Αλλά αντί για συνεχείς και σταθερές ομοσπονδιακές πολιτικές, υπήρξαν ακανόνιστες κινήσεις.

Η αξιοσημείωτη αύξηση των εκπομπών CO₂ στην Κίνα είναι η μεγαλύτερη μεταξύ όλων των χωρών και από το 2002 η υψηλότερη. Σε γενικές γραμμές, πρόκειται για μια πολύ έντονη και ισχυρή οικονομική ανάπτυξη, τουλάχιστον μέχρι πρόσφατα, και κυρίως πριν από το 2015. Από το 2015 και μετά, έχει αποσυνδεθεί αρκετά, με τον ρυθμό αύξησης του ΑΕΠ να παραμένει υψηλός, ενώ η αύξηση των εκπομπών μειώθηκε. Ταυτόχρονα, το επίπεδο των εκπομπών είναι αρκετά υψηλό λόγω της εντατικότητας της βιομηχανικής δραστηριότητας και της αύξησης της κατανάλωσης καυσίμων. Αυτό ειδικότερα δείχνει πόσο μεγάλη είναι η πρόκληση να συμβιβαστεί η ταχεία οικονομική ανάπτυξη με τη φιλικότητα προς το περιβάλλον στην Κίνα.

Εκπομπές θερμοκηπίου ανά τομέα

Με βάση τον τομέα διασπορευσιμότητας, οι εκπομπές θερμοκηπίου χαρακτηρίζονται από αρκετά διαφορετικά επίπεδα και τάσεις στην ΕΕ, την Κίνα και τις ΗΠΑ. Στην προκειμένη περίπτωση, η τάση είναι μειωτική για τον τομέα της ηλεκτρικής ενέργειας, με την ΕΕ να τα πηγαίνει καλά και να μειώνει τις εκπομπές της από τον τομέα αυτό καλύτερα από την Κίνα και τις ΗΠΑ. Στην Κίνα, οι εξαιρετικά υψηλοί ρυθμοί αύξησης των εκπομπών από αυτόν τον τομέα αναδεικνύουν τον επείγοντα χαρακτήρα της μείωσης της περαιτέρω εξάρτησης από τα ορυκτά καύσιμα και της προώθησης του μεριδίου των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

Όσον αφορά τον τομέα των μεταφορών, η ΕΕ και οι ΗΠΑ κατάφεραν να μειώσουν ελαφρώς τις εκπομπές τους, ενώ στην Κίνα σημειώθηκε αύξηση των εκπομπών. Αυτό σημαίνει ότι σε όλες τις περιοχές του κόσμου απαιτούνται πρόσθετα μέτρα για τη διασφάλιση των βιώσιμων μεταφορών και την προώθησή τους σε βάρος των αυτοκινήτων με χαμηλά επίπεδα εκπομπών. Από την άλλη πλευρά, ο βιομηχανικός τομέας δείχνει ότι η ΕΕ κατόρθωσε να μειώσει δραστικά τις εκπομπές της, ενώ η Κίνα και οι ΗΠΑ είδαν τις εκπομπές τους να εκτοξεύονται.

Υπάρχει, επομένως, ανάγκη για συνολική πολιτική υποστήριξη για την αντιμετώπιση αυτών των τάσεων με πολιτικές που προωθούν τις βιώσιμες και καθαρές τεχνολογίες σε αυτές τις βιομηχανίες. Όσον αφορά τον γεωργικό τομέα, η ΕΕ και η Κίνα κατάφεραν να μειώσουν τις εκπομπές, ενώ οι ΗΠΑ είδαν αύξηση. Πρόκειται για έναν δείκτη βιωσιμότητας στη γεωργία και την ανάγκη για συνεχείς προσπάθειες μείωσης των εκπομπών σε αυτόν τον τομέα. Συνολικά, η σύγκριση αυτή υπογραμμίζει τον κρίσιμο ρόλο της διεθνούς συνεργασίας και της εφαρμογής πολιτικών στις διαδικασίες προώθησης της περιβαλλοντικής βιωσιμότητας και της μείωσης των εκπομπών CO₂.

Υιοθέτηση ΑΠΕ

Επιπλέον, η σύγκριση αυτή χρησιμεύει για να γίνει πιο εμφανής η διαφορά στην ανάπτυξη του μεριδίου των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας που αναπτύσσεται στην ΕΕ, την Κίνα και τις ΗΠΑ μεταξύ των ετών 2002 και 2022. Στην ΕΕ, το μερίδιο της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές έχει αυξηθεί σημαντικά: από 14,32% το 2002 σε 38,36% το 2022. Αποτελεί ένα εξαιρετικά καλό παράδειγμα για το πόσο δεσμευμένη είναι η ΕΕ στο στόχο της μείωσης των εκπομπών CO₂ και της προώθησης προς μια πιο βιώσιμη ανάπτυξη μέσω μιας

αυστηρής περιβαλλοντικής πολιτικής και σχετικών επενδύσεων σε πράσινες τεχνολογίες.

Αντίθετα, στις ΗΠΑ, η αύξηση ήταν πιο μέτρια - από 8,40% το 2002 σε 22,35% το 2022. Αυτή η ανοδική πορεία θα σχετίζεται με την αυξανόμενη ευαισθητοποίηση και ανησυχία της κοινής γνώμης για το πρόβλημα της κλιματικής αλλαγής και τα οικονομικά κίνητρα που οδηγούν σε δραστηριότητες που παρακινούν τις επενδύσεις σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Παρόλα αυτά, ο ρυθμός ήταν βραδύτερος από αυτόν της ΕΕ.

Τέλος, αξιοσημείωτη αύξηση του μεριδίου των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας παρουσίασε η κινεζική παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από το 17,62% το 2002 έως το 30,18% το 2022. Έτσι, πρόκειται για άλλη μια στρατηγική κίνηση προς τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας που δείχνει ουσιαστικά τη δέσμευση της Κίνας για βιώσιμη ανάπτυξη και μείωση των αερίων του θερμοκηπίου, η οποία υποστηρίζεται από τεράστιες επενδύσεις στην έρευνα και ανάπτυξη τεχνολογιών και υποδομών ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Με άλλα λόγια, σε παγκόσμιο επίπεδο έχει σημειωθεί πραγματική πρόοδος στη διάδοση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, ενισχύοντας την ανάγκη για περαιτέρω έντονες προσπάθειες για την επίτευξη των μακροπρόθεσμων στόχων της μείωσης των εκπομπών CO₂ και των στόχων μετάβασης στην οικονομία χαμηλών εκπομπών άνθρακα.

4.5.2 Ανάλυση βάσει κριτηρίων αξιολόγησης

Οικονομική ανθεκτικότητα

Για την ΕΕ, τις ΗΠΑ και την Κίνα, το σενάριο οικονομικής ανθεκτικότητας στον απόηχο της περιβαλλοντικής πολιτικής προσφέρει μια πιο σύνθετη ανάλυση. Η εφαρμογή πολύ αυστηρών πολιτικών και η επένδυση στην πράσινη τεχνολογία και τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας χαρακτηρίζει σήμερα την ΕΕ. Υπήρξε τεράστια μείωση των εκπομπών CO₂, αλλά ταυτόχρονα η πολιτική αυτή διατήρησε την οικονομική της σταθερότητα. Η πράσινη πολιτική στην ΕΕ κατάφερε όχι μόνο να προστατευτεί από τις οικολογικές της επιπτώσεις, αλλά και να ενισχύσει με επιτυχία την οικονομία μέσω της δημιουργίας πράσινων θέσεων εργασίας και νέων βιομηχανιών.

Όσον αφορά τη διαχείριση των εκπομπών, το CO₂ είναι πιο ποικιλόμορφο στην περίπτωση των ΗΠΑ, επειδή χαρακτηρίζεται από διαφορετικές κρατικές πολιτικές. Ορισμένες πολιτείες έχουν δεσμευτεί για προοδευτικές περιβαλλοντικές πολιτικές, ενώ άλλες επιμένουν στις συνήθεις πηγές ενέργειας. Ανεξάρτητα από αυτές τις ασυνέπειες, η οικονομία των ΗΠΑ έχει παραμείνει στη ζώνη άνεσης και αναπτύσσεται, ιδίως στις περιοχές που έχουν υιοθετήσει τις τεχνολογίες καθαρής ενέργειας και την ενεργειακή αποδοτικότητα.

Η Κίνα είναι ένα έθνος που αντιμετωπίζει μοναδικές προκλήσεις στην υλοποίηση της οικονομικής ανάπτυξης και της ισορροπίας με το περιβάλλον της. Παρόλο που έχει επενδύσει σημαντικά στην πράσινη τεχνολογία και έχει επιδείξει πολιτική βούληση προς την κατεύθυνση της βελτίωσης των περιβαλλοντικών προτύπων, η οικονομική ανάπτυξη έχει συνήθως προτεραιότητα. Αυτό έχει συνήθως ως αποτέλεσμα μια πολύπλοκη αλληλεπίδραση μεταξύ περιβαλλοντικών πολιτικών και οικονομικών στόχων. Η δέσμευση της Κίνας για την αιεφόρο ανάπτυξη αποδεικνύεται, ωστόσο, από τις μεγάλες επενδύσεις σε ανανεώσιμες και πράσινες τεχνολογίες που υποδηλώνουν μια στρατηγική για μακροπρόθεσμη οικονομική ανάπτυξη, στην οποία η ανάπτυξη αυτή θα εξισορροπείται με την προστασία του περιβάλλοντος.

Επίπεδο εκπομπών CO₂

Για την περίοδο 2002-2022, η ΕΕ έχει μειώσει σημαντικά τις εκπομπές CO₂, οι οποίες παρουσίασαν μια αρκετά γενική μείωση που μαρτυρά τεράστιες μειώσεις την τελευταία δεκαετία. Οι συνολικές εκπομπές, με λίγες εξαιρέσεις όσον αφορά τις αυξημένες εκπομπές σε ορισμένα έτη, ακολουθούν πτωτική πορεία, γεγονός που αποδεικνύει την αποτελεσματικότητα της προσέγγισης της ΕΕ.

Οι ΗΠΑ, από την άλλη πλευρά, παρουσίασαν διάφορες μορφές διακυμάνσεων στις εκπομπές CO₂ κατά την ίδια περίοδο, με παρατηρούμενα ανοδικά άλματα και τάση τα τελευταία χρόνια κυρίως πτωτική. Κατά την περίοδο αυτή, οι εκπομπές έχουν σχεδόν τριπλασιαστεί, ωθούμενες από τη μαζική βιομηχανική ανάπτυξη και την πολύ μεγάλη εξάρτηση από τα ορυκτά καύσιμα. Η μείωση αυτή οφείλεται κυρίως στη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης και στη μετάβαση σε καθαρότερα καύσιμα, που προέρχονται από πολιτικές σε κρατικό επίπεδο και, πιο πρόσφατα, από τον αυξανόμενο ρόλο των ιδιωτικών βιομηχανιών στην προσαρμογή των πράσινων τεχνολογιών.

Ταυτόχρονα, η ταχεία οικονομική ανάπτυξη και οι διαδικασίες εκβιομηχάνισης στην Κίνα έχουν εκτοξευθεί σε νέες κορυφές, ενώ οι προσπάθειες για τη μείωση των εκπομπών και τη στροφή προς τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας απλώς επιδείνωσαν ακόμη περισσότερο την κατάσταση. Η τάση αυτή δικαιολογεί το πρόβλημα που αντιμετωπίζει η Κίνα στην εξεύρεση ισορροπίας μεταξύ της οικονομικής ανάπτυξης και της διατήρησης του περιβάλλοντος.

Δείκτης επιπτώσεων της πολιτικής

Ο δείκτης επιπτώσεων της πολιτικής στην ΕΕ, τις ΗΠΑ και την Κίνα συμβάλλει στην παρουσίαση της αποτελεσματικότητας των περιβαλλοντικών πολιτικών τους. Στην ΕΕ, η συμμόρφωση με τις περιβαλλοντικές πολιτικές φαίνεται μέσω του ETS, αποδεικνύοντας ένα λειτουργικό σύστημα. Ο συνδυασμός ρυθμιστικής και αγοραίας ευελιξίας στη δομή του συστήματος εξασφαλίζει την αποτελεσματικότητα στη μείωση των εκπομπών. Η ΕΕ έχει επιτύχει ρεκόρ υπέρβασης των στόχων της όσον αφορά τη μείωση των εκπομπών, αποδεικνύοντας τη λειτουργική αποτελεσματικότητα των πολιτικών της. Επιπλέον, η τιμολόγηση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα μέσω του ETS συνέβαλε στην καινοτομία και επιτάχυνε τη μετάβαση σε καθαρές τεχνολογίες.

Στις ΗΠΑ, αυτός ο δείκτης επιπτώσεων της πολιτικής καταδεικνύει ακόμη περισσότερο την εφαρμογή της περιβαλλοντικής πολιτικής και τη μείωση των εκπομπών CO₂. Το αμερικανικό σύστημα βασίζεται σε απαιτήσεις για κανονιστικές δράσεις, σε συνδυασμό με ευέλικτους μηχανισμούς, το ETS, που υποδηλώνουν τη διασφάλιση της τιμολόγησης των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα. Η τιμολόγηση του διοξειδίου του άνθρακα αποτέλεσε το κλειδί για τη χρήση καθαρών πηγών ενέργειας και τεχνολογιών στη χώρα, με τον συνολικό αντίκτυπο, ωστόσο, να διαφέρει από πολιτεία σε πολιτεία.

Στην Κίνα, ένας παρόμοιος δείκτης επιπτώσεων πολιτικής υποδεικνύει τη συμμόρφωση των περιβαλλοντικών προτύπων με υψηλή συμμόρφωση. Εκτός από την ΕΕ και τις ΗΠΑ, η Κίνα, μέσω του ETS της, έχει εισαγάγει την τιμολόγηση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα που έχει ωθήσει τις επιχειρήσεις να επενδύσουν σε καθαρές τεχνολογίες. Αυτό το βήμα τις έχει δει να βελτιώνουν τις προσεγγίσεις καινοτομίας και να στρέφονται σταδιακά σε ανανεώσιμες

πηγές ενέργειας.

Σε γενικές γραμμές, η ΕΕ, οι ΗΠΑ και άλλες χώρες όπως η Κίνα έχουν υιοθετήσει παρόμοιες στρατηγικές για τον έλεγχο των εκπομπών και τη διασφάλιση της εισαγωγής καθαρής ενέργειας. Η τιμολόγηση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα μέσω του ETS φαίνεται να είναι ένα εργαλείο που λειτουργεί αποτελεσματικά σε κάθε μια από τις περιοχές για την εμπέδωση μιας αλλαγής προς βιώσιμες πρακτικές.

Δυναμική καινοτομίας και μετάβασης

Η ΕΕ, η Κίνα και οι ΗΠΑ είναι μακράν οι μεγαλύτερες οικονομίες παγκοσμίως και βασικοί παράγοντες στον τομέα της ενέργειας. Παρά τις διαφορετικές μεθόδους και συνθήκες καθεμιάς από τις τρεις αυτές περιοχές, υπάρχουν ορισμένες κοινές τάσεις και προκλήσεις στη μετάβαση στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Και οι τρεις περιοχές είχαν έντονο ενδιαφέρον για την ανάπτυξη των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας κατά τη διαμόρφωση της πολιτικής τους για τις τεχνολογίες στους τομείς του περιβάλλοντος και της ενέργειας. Επενδύσεις με κίνητρα και σταθερή χρηματοδότηση έχουν κατευθυνθεί στην έρευνα και την ανάπτυξη στον τομέα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας για την ενίσχυση της δημιουργίας νέων τεχνολογιών. Η αυξανόμενη παραγωγή ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές έχει επίσης αυξήσει την οικονομική ανάπτυξη, καθώς και την απασχόληση, και στις τρεις περιφέρειες.

Ωστόσο, η μετάβαση στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας έχει επίσης κοινές προκλήσεις. Υπάρχει επείγουσα ανάγκη για την ανάπτυξη νέων υποδομών και δικτύων μεταφοράς ενέργειας που θα είναι σε θέση να παρέχουν σταθερή ροή ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές. Επιπλέον, η βελτίωση της τεχνολογίας αποθήκευσης ενέργειας είναι καθοριστική για να διατηρηθεί σταθερή η διαθεσιμότητα και η αξιοπιστία της ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές.

Πέρα από τα κοινά σημεία, κάθε περιοχή υιοθετεί διαφορετική προσέγγιση. Η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει πολύ φιλόδοξους στόχους όσον αφορά τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και αποτελεί ηγετική πολιτική όσον αφορά τη δημιουργία του πλαισίου για την ενθάρρυνση της ανάπτυξης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Η Κίνα έχει πραγματοποιήσει σημαντικές επενδύσεις όσον αφορά την έρευνα και την ανάπτυξη νέων τεχνολογιών και τις υποδομές που απαιτούνται για αυτή τη στρατηγική στροφή προς τη βιώσιμη ανάπτυξη. Οι ΗΠΑ, ωστόσο, βασίζονται περισσότερο στην παροχή οικονομικών κινήτρων για την ανάπτυξη του τομέα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Η πορεία καθεμιάς από αυτές τις περιοχές για την επίτευξη της μετάβασης στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας επηρεάζεται από τα διαφορετικά πολιτικά, οικονομικά και κοινωνικά πλαίσια.

Κοινωνικο-οικονομική ισορροπία

Τέλος, οι προσεγγίσεις και τα αποτελέσματα διαφέρουν σε σχέση με τις περιπτώσεις μείωσης των εκπομπών, την κοινωνική δικαιοσύνη και την προστασία των ευάλωτων ομάδων, την καινοτομία και τις επενδύσεις στην πράσινη τεχνολογία, καθώς και τις οικονομικές επιπτώσεις στην ΕΕ, την Κίνα και τις ΗΠΑ.

Τόσο η ΕΕ όσο και οι ΗΠΑ εστιάζουν στη μείωση του CO₂ μέσω των κανονιστικών τους απαιτήσεων και των οικονομικών τους κινήτρων. Και οι δύο πραγματοποιούν υψηλές επενδύσεις σε πράσινες τεχνολογίες και καινοτομίες, αποτελώντας κύριους μοχλούς σημαντικής

οικονομικής ανάπτυξης στο πλαίσιο αυτό. Οι οικονομικές επιπτώσεις αυτών των μεταβάσεων αντιμετωπίζονται αρκετά δίκαια.

Η Κίνα στοχεύει επίσης στη μείωση των εκπομπών και τη μετάβαση σε πιο βιώσιμες πρακτικές, αλλά και πάλι με πολύ μεγαλύτερη ελευθερία στον καθορισμό των στόχων της διατήρησης της οικονομικής ανάπτυξης και της κοινωνικής ευημερίας. Οι σημαντικότερες απαντήσεις της Κίνας περιλαμβάνουν ένα ιδιαίτερα προβλεπόμενο επίπεδο παρέμβασης στον τομέα αυτό - μαζικές επενδύσεις σε πράσινες τεχνολογίες, με την ύψιστη προσοχή να δίνεται στη δημιουργία θέσεων εργασίας στον τομέα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Η Κίνα έχει πληγεί από τις οικονομικές δυσκολίες που προκάλεσε η ύφεση, με έμφαση στη διασφάλιση ότι οι τιμές της ενέργειας παραμένουν χαμηλές και ότι τα προνόμια των νοικοκυριών με χαμηλό εισόδημα προστατεύονται από τις αρνητικές επιπτώσεις της αλλαγής.

Ενώ όλες αυτές οι χώρες και οι περιοχές αντιμετωπίζουν τα ίδια προβλήματα όσον αφορά τη ρύθμιση των επιπέδων των εκπομπών CO₂ προκειμένου να εξασφαλίσουν μεγαλύτερη περιβαλλοντική βιωσιμότητα, οι μέθοδοι που χρησιμοποιούν διαφέρουν σημαντικά. Η πρόοδος της ΕΕ στη μείωση των εκπομπών και στην αύξηση της χρήσης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, οι θετικές μεταβολές που παρουσιάζουν οι ΗΠΑ λόγω της νεότερης εστίασής τους σε καθαρότερες μορφές ενέργειας και η αύξηση των εκπομπών στην Κίνα παρά τις όποιες προσπάθειες καταβάλλονται αποτελούν την απόδειξη αυτών των διαφορών. Όλες οι πολιτικές και οι καινοτομίες από κάθε περιοχή γίνονται στο πλαίσιο του ανεξάρτητου οικονομικού, πολιτικού και κοινωνικού τοπίου που τονίζει την ανάγκη για μια προσαρμοσμένη προσέγγιση στην υλοποίηση των περιβαλλοντικών στόχων σε παγκόσμιο επίπεδο.

4.6 Συζήτηση αποτελεσμάτων

Η συγκριτική ανάλυση παρουσιάζει τα κορυφαία σημεία, τις ιδιαίτερες τάσεις και τις στρατηγικές που ανέπτυξαν η ΕΕ, οι ΗΠΑ και η Κίνα για να αντιμετωπίσουν τις εκπομπές CO₂ και να επιτύχουν την οικονομική ανάπτυξη από το 2002 έως το 2022, αντικατοπτρίζοντας τις οικονομικές προτεραιότητες, τις πολιτικές δομές και τις περιβαλλοντικές δεσμεύσεις που είναι καλύτερες για την καθεμία από αυτές.

Η επιτυχία της ΕΕ, να διαχωρίσει την οικονομική ανάπτυξη από τις εκπομπές CO₂, αποδίδεται στην αυστηρή περιβαλλοντική πολιτική, η οποία διαπλέκεται με τεράστιες επενδύσεις σε πράσινες τεχνολογίες και την αποσύνδεση προς καθαρότερες οικονομικές δραστηριότητες. Η ΕΕ αύξανε συνεχώς το ΑΕΠ της από το 2009 και οι εκπομπές της μειώθηκαν για να πραγματοποιήσει τη σημαντικότερη μείωση των εκπομπών το 2020, παρά το γεγονός ότι πλήττεται από οικονομικές προκλήσεις λόγω της πανδημίας COVID-19. Στον τομέα της ηλεκτρικής ενέργειας, η βελτίωση ήταν υψηλή λόγω του αυξημένου μεριδίου των ανανεώσιμων πηγών, ενώ οι εκπομπές CO₂ μειώθηκαν από τη συνεχή βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης. Οι εκπομπές από τον τομέα των μεταφορών παρουσιάζουν επίσης ενθαρρυντικές τάσεις, αν και απαιτούνται περισσότερα μέτρα για να διασφαλιστεί το ίδιο. Οι βιομηχανικές εκπομπές μειώθηκαν πάρα πολύ σημαντικά, γεγονός που είναι τόσο ενθαρρυντικό και δείχνει ότι οι πολιτικές της ΕΕ έχουν ακολουθηθεί. Η συνεκτική πολιτική της ΕΕ, η οποία περιελάμβανε το σύστημα εμπορίας εκπομπών, ήταν επιτυχής στην προώθηση της καινοτομίας με τρόπο που, αφενός, να επιτυγχάνει τους περιβαλλοντικούς της στόχους και, αφετέρου, να στηρίζει την οικονο-

μική ανάπτυξη. Η ΕΕ κατέχει ηγετική θέση στην καινοτομία στον τομέα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και οι σημαντικότερες επενδύσεις στην έρευνα και την ανάπτυξη την έχουν τοποθετήσει στη θέση του παγκόσμιου ηγέτη στην παραγωγή καθαρής ενέργειας. Η ΕΕ, από κοινωνικοοικονομική άποψη, εξισορρόπησε αρμονικά τους περιβαλλοντικούς στόχους με την κοινωνική ισότητα, στήριξε τις οικογένειες με χαμηλό εισόδημα και δημιούργησε πράσινες θέσεις εργασίας που συνέβαλαν στη μείωση των επιπτώσεων της περιβαλλοντικής ρύθμισης.

Στις ΗΠΑ, οι εκπομπές CO₂ κυμαίνονται ελαφρώς από έτος σε έτος και μειώνονται με την πάροδο των ετών λόγω της μεγαλύτερης ενεργειακής απόδοσης και της στροφής προς καθαρότερες πηγές ενέργειας. Παρόλα αυτά, δεν υπάρχει ενιαία ομοσπονδιακή πολιτική, οπότε οι επιμέρους πολιτείες προκαλούν διαφορές. Προοδευτικές πολιτείες όπως η Καλιφόρνια και η Νέα Υόρκη προχωρούν καλά με τη μετάβαση στην καθαρή ενέργεια για τη μείωση των εκπομπών, αλλά και πάλι, η πρόοδος σε κάθε πολιτεία είναι άνιση. Παρόλο που η οικονομία των ΗΠΑ ήταν ανθεκτική, με μείωση των εκπομπών το 2020 λόγω της πανδημίας, ο τομέας της ηλεκτρικής ενέργειας έχει αναβαθμίσει και καθαρίσει τις πηγές ενέργειας, ενώ οι μεταφορές και η βιομηχανία δεν έχουν ακόμη προλάβει για δραστηκές μειώσεις. Οι πρωτοβουλίες σε πολιτειακό επίπεδο είναι σωστές, αλλά δεν έχουν τη μέγιστη επιδιωκόμενη απόδοση χωρίς ομοσπονδιακή ενοποίηση. Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας έχουν αυξηθεί λόγω της πρωτοβουλίας που ανέλαβαν τα κράτη και της υποστήριξης των επενδύσεων από τον ιδιωτικό τομέα, αλλά εξακολουθούν να απαιτούνται εντατικότερες προσπάθειες για να εξασφαλιστεί η ευρύτερη διάδοσή τους. Οι κοινωνικοοικονομικές επιπτώσεις ποικίλουν, καθώς ορισμένα από τα κράτη έχουν ισχυρά μέτρα στήριξης και ορισμένα αδύναμα, και έτσι οι επιπτώσεις εξακολουθούν να είναι άνισες. Τα οικονομικά κίνητρα έχουν συμβάλει στην τόνωση της καινοτομίας και στη δημιουργία θέσεων εργασίας, αλλά εξακολουθεί να απαιτείται μια ολοκληρωμένη προσέγγιση για να διασφαλιστεί ότι θα επιτευχθούν τα κατάλληλα αποτελέσματα σε κάθε τμήμα της χώρας.

Τέλος, η Κίνα κατέγραψε τη σημαντικότερη αύξηση των εκπομπών CO₂ λόγω της τεράστιας οικονομικής της ανάπτυξης και της μεγάλης εξάρτησής της από τα ορυκτά καύσιμα, σχεδόν τριπλασιάζοντας τις εκπομπές της από το 2002 έως το 2022. Η χώρα, παρά το γεγονός αυτό, έχει επενδύσει σε μεγάλο βαθμό σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και έχει προσπαθήσει να ελέγξει τις εκπομπές, αλλά τα επίπεδα οικονομικής ανάπτυξης που έχει επιτύχει έχουν καταστήσει πολύ δύσκολη την πραγματοποίηση σημαντικών μειώσεων. Η μικρή παρατηρούμενη αποσύνδεση μετά το έτος 2015 είναι ελπιδοφόρα όσον αφορά τις δεσμεύσεις που έχουν αναληφθεί για την επίτευξη ισορροπίας μεταξύ της οικονομικής ανάπτυξης και των δεικτών εκπομπών. Ένας από τους μεγαλύτερους εκπέμποντες στον τομέα της ηλεκτρικής ενέργειας οφείλεται στη συνεχή και υψηλή εξάρτησή του από τα ορυκτά καύσιμα, παρά τις υψηλές επενδύσεις σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Ο τομέας των μεταφορών παρουσιάζει επίσης αύξηση των εκπομπών, γεγονός που απαιτεί μεγάλη προσοχή στο πλαίσιο των βιώσιμων λύσεων για την κινητικότητα. Οι εκπομπές από τον βιομηχανικό τομέα αντικατοπτρίζουν το επίπεδο των κατασκευαστικών δραστηριοτήτων του και ως εκ τούτου αποτελούν μια πρόκληση που δεν έχει ακόμη ξεπεραστεί. Οι κύριες πολιτικές της Κίνας είναι αυτές της προώθησης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και της ενεργειακής απόδοσης. Έτσι, η εισαγωγή του εθνικού ETS θα ενισχύσει τη χρήση καθαρότερων τεχνολογιών. Όμως, η ποικίλη εφαρμογή των κανονισμών αποτελεί εμπόδιο στις ομοιόμορφες περικοπές. Η ταχεία επέκταση της υποδομής ανανεώσιμων

πηγών ενέργειας αντιπροσωπεύει τη δέσμευση για ένα βιώσιμο ενεργειακό σύστημα, ενώ τα προβλήματα παραμένουν στην ενσωμάτωση στο υπάρχον δίκτυο και στην έλλειψη αποθήκευσης. Από κοινωνικοοικονομική άποψη, η Κίνα έχει εξισορροπήσει την οικονομική ανάπτυξη με τη διατήρηση του περιβάλλοντος μέσω των μαζικών της επενδύσεων στην πράσινη τεχνολογία, στις υποδομές, στη δημιουργία θέσεων εργασίας στους τομείς των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και στη διατήρηση του χαμηλού κόστους της ενέργειας. Ωστόσο, η εξισορρόπηση της ταχείας εκβιομηχάνισης και της περιβαλλοντικής ασφάλειας θα παραμείνει δύσκολη το επόμενο έτος.

Μια συγκριτική ανάλυση υπογραμμίζει τις διαφοροποιημένες στρατηγικές και αποτελέσματα στην αντιμετώπιση των εκπομπών CO₂ και της οικονομικής ανάπτυξης μεταξύ της ΕΕ, των ΗΠΑ και της Κίνας. Η προσέγγιση των τριών αντίστοιχων παγκόσμιων περιφερειών είναι σαφώς ενσωματωμένη στα συγκεκριμένα οικονομικά, πολιτικά και κοινωνικά τους πλαίσια, υπογραμμίζοντας έτσι την έκκληση για την ανάπτυξη στρατηγικών με γνώμονα τον στόχο της παγκόσμιας περιβαλλοντικής βιωσιμότητας. Η περίπτωση της ΕΕ δείχνει την επιτυχία στη μείωση των εκπομπών και την αύξηση των κεφαλαίων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας της ενσωμάτωσης των οικονομικών και περιβαλλοντικών στόχων. Τα μεικτά αποτελέσματα των ΗΠΑ δείχνουν την ανάγκη για μια συνεκτική εθνική στρατηγική, ενώ η ταχεία βιομηχανική ανάπτυξη της Κίνας εξακολουθεί να θέτει πολλές προκλήσεις με την εξισορρόπηση της ανάπτυξης και της βιωσιμότητας. Τα διδάγματα αυτά αναδεικνύουν τη σημασία της διεθνούς συνεργασίας και της πολιτικής καινοτομίας για την αντιμετώπιση της παγκόσμιας πρόκλησης της κλιματικής αλλαγής.

Σύψοψη και μελλοντικές προτάσεις

5.1 Σύνοψη εργασίας

Η παρούσα διπλωματική εργασία διερευνά την αποτελεσματικότητα των τιμολογίων άνθρακα, ιδίως των μηχανισμών προσαρμογής στα σύνορα, όσον αφορά την ελαχιστοποίηση της διαρροής άνθρακα και την προώθηση του θεμιτού ανταγωνισμού. Πιο συγκεκριμένα αναλύονται τα δεδομένα εμπορίου, εκπομπών και ενέργειας από την ΕΕ, τις ΗΠΑ και την Κίνα για τις τελευταίες δύο δεκαετίες για να διερευνηθεί ο ρόλος των δασμών στο διεθνές εμπόριο και την περιβαλλοντική βιωσιμότητα ανάμεσα σε τρεις μεγάλες εμπορικές δυνάμεις. Αυτό απαντά στα θεμελιώδη ερωτήματα σχετικά με την αποτελεσματικότητα των δασμών άνθρακα για την καταπολέμηση της διαρροής άνθρακα και τη δημιουργία ισότιμων όρων ανταγωνισμού μεταξύ των εμπορικών εταίρων, που διατυπώθηκαν στην εισαγωγική ενότητα.

Τα αποτελέσματά δείχνουν ότι οι δασμοί άνθρακα μπορούν να οδηγήσουν σε σημαντικές μειώσεις των εκπομπών, όπως συμβαίνει στην ΕΕ, όπου οι περιβαλλοντικές πολιτικές έχουν δημιουργήσει μια καλή αποσύνδεση μεταξύ του ΑΕΠ και των εκπομπών CO₂. Οι ΒΑ έχουν διαδραματίσει βασικό ρόλο στην επιδίωξη της ευθυγράμμισης των περιβαλλοντικών πολιτικών και της ενίσχυσης της θεωρίας του ελεύθερου εμπορίου, αν και με διαφορετικό βαθμό επιτυχίας ανάλογα με τη γεωγραφία. Αν και οι ΒΑΜ σε επίπεδο πολιτειών των ΗΠΑ έχουν αποφέρει μειώσεις των εκπομπών, η έλλειψη ενός συνεκτικού ομοσπονδιακού οράματος περιορίζει την επιτυχία τους. Η επιβολή της τυποποίησης σε αποκλίνοντα μοντέλα είναι η ιστορία της επιβολής των ΒΑΜ στην Κίνα και αναδεικνύει την πρόκληση της εφαρμογής ενός ενιαίου συνόλου κανόνων σε μια ταχέως εκβιομηχανιζόμενη οικονομία.

Η εργασία αναλύει τη συνοχή των δασμών άνθρακα και των ΒΑΜ στον ΠΟΕ. Ο σχεδιασμός των τιμολογίων άνθρακα και των ΒΑΜ θα πρέπει να είναι σύμφωνος με τους ισχύοντες διεθνείς εμπορικούς νόμους και κανονισμούς. Διαφορετικά, θα μπορούσε να αμφισβητηθεί και ακόμη και να προσβληθεί στο πλαίσιο του υφιστάμενου συστήματος επίλυσης διαφορών του ΠΟΕ. Επιπλέον, μόνο τα συμβατά μέτρα θα γίνουν αποδεκτά και θα ακολουθηθούν από τις άλλες χώρες ή ομάδες χωρών. Επομένως, ο σχεδιασμός των δασμών άνθρακα και των ΒΑΜ θα πρέπει να είναι συμβατός με τους υφιστάμενους κανόνες του διεθνούς εμπορικού δικαίου. Από την άποψη αυτή, η πολιτική της ΕΕ για το κλίμα, συμπεριλαμβανομένου του ETS και άλλων σχετικών μέτρων, θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί ως παράδειγμα και πρότυπο για το διεθνές εμπορικό δίκαιο. Επιπλέον, η μελέτη αναλύει τις δυνατότητες των δασμών άνθρακα και των Bs να συμβάλουν στη βιώσιμη ανάπτυξη. Η βιώσιμη ανάπτυξη θα πρέπει να νοείται

ως η ανάπτυξη που είναι βιώσιμη από περιβαλλοντική και κλιματική άποψη, καθώς και από οικονομική και κοινωνική άποψη. Τα τιμολόγια BAM και τα τιμολόγια διοξειδίου του άνθρακα ως ρυθμιστικά μέτρα θα πρέπει να υποστηρίζουν τις χαμηλότερες εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, συμπεριλαμβανομένων των εκπομπών CO₂, και, ως εκ τούτου, θα μπορούσαν να έχουν θετικό αντίκτυπο στη βιώσιμη ανάπτυξη.

Πιο συγκεκριμένα, η ανάλυση δείχνει ότι η ΕΕ έχει αποσυνδέσει τις εκπομπές CO₂ από την οικονομική ανάπτυξη. Οι ισχυρές περιβαλλοντικές πολιτικές, οι επενδύσεις σε πράσινες τεχνολογίες και η μετάβαση σε οικονομικές δραστηριότητες με λιγότερη ένταση άνθρακα οδήγησαν σε σημαντική μείωση των εκπομπών στον τομέα της ηλεκτρικής ενέργειας και της βιομηχανίας κατά τη δεκαετία του 2000. Το μείγμα φιλόδοξων πολιτικών της ΕΕ, συμπεριλαμβανομένου του ETS και άλλων μέσων, έχει μέχρι στιγμής διατηρήσει τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου σε αντιστοιχία με την οικονομική ανάπτυξη.

Η κατάσταση στις ΗΠΑ είναι πιο περίπλοκη. Η χώρα έχει δει αυξανόμενες ή κυμαινόμενες εκπομπές CO₂ ανάλογα με τις πολιτικές και την πολιτική σύνθεση σε πολιτειακό επίπεδο και δεν διαθέτει ισχυρή ομοσπονδιακή στρατηγική. Οι εκπομπές μειώνονται πρόσφατα λόγω της αύξησης της ενεργειακής απόδοσης και της ανάπτυξης λιγότερο ανθρακούχων πηγών ενέργειας. Ωστόσο, η πρόοδος ποικίλλει σημαντικά μεταξύ των πολιτειών, με την Καλιφόρνια και τη Νέα Υόρκη να οδηγούν την αλλαγή, ενώ άλλες παραμένουν στάσιμες. Υπάρχουν ελπιδοφόρα παραδείγματα κρατικών πρωτοβουλιών καθώς και μηχανισμών που βασίζονται στην αγορά, αλλά μόνο μια ολοκληρωμένη εθνική στρατηγική μπορεί να επιφέρει επαρκή και έγκαιρη δράση για το κλίμα.

Στην Κίνα, οι εκπομπές CO₂ έχουν αυξηθεί απότομα. Η ταχεία εκβιομηχάνιση της χώρας και η μεγάλη εξάρτηση από τα ορυκτά καύσιμα οδήγησαν σε αύξηση των εκπομπών από τον ηλεκτρικό και τον βιομηχανικό τομέα. Οι εκπομπές είναι υψηλές παρά τις μεγάλες επενδύσεις σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Η Κίνα έχει εφαρμόσει ένα εθνικό σύστημα εμπορίας εκπομπών και έχει υποστηρίξει τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, γεγονός που υποδηλώνει ότι τα μέτρα για τη μείωση των εκπομπών είναι αποτελεσματικά, αλλά η τεράστια κλίμακα των οικονομικών δραστηριοτήτων καθιστά την πρόκληση τεράστια.

Η σύγκριση των τριών χωρών δείχνει ότι η προσέγγιση για την αντιμετώπιση των εκπομπών CO₂ και οι οικονομικές επιδόσεις διαφέρουν έντονα μεταξύ των τριών χωρών και τα αποτελέσματα διαφέρουν επίσης έντονα. Η ΕΕ θεωρείται ως πρότυπο με ισχυρή ενσωμάτωση περιβαλλοντικών και οικονομικών στόχων, όπου οι πρόσφατα θεσπισμένες πολιτικές και οι υψηλές επενδύσεις σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας δίνουν ισχυρές ώσεις στις χώρες της ΕΕ. Οι ΗΠΑ παρουσιάζουν μια ασυνεπή προσέγγιση με θετικές τάσεις σε επίπεδο πολιτειών και γενικά καλές επιδόσεις της αμερικανικής οικονομίας, αλλά χωρίς ισχυρή ώθηση σε εθνικό επίπεδο, ενώ οι τάσεις σε επίπεδο πολιτειών υποδηλώνουν ότι απαιτείται μια πιο συστηματική προσέγγιση για τη δημιουργία εθνικών ώσεων. Η Κίνα παρουσιάζει έντονη ανάπτυξη της βιομηχανίας της, αλλά οι πολιτικές μείωσης των εκπομπών CO₂ αντιμετωπίζουν μεγάλες προκλήσεις για να διατηρήσουν την οικονομική ανάπτυξη και τις εκπομπές CO₂ ταυτόχρονα.

Σε γενικές γραμμές, τα αποτελέσματα υπογραμμίζουν τη σημασία της διεθνούς συνεργασίας και της μετάδοσης καινοτομιών στην πολιτική (για το κλίμα) μεταξύ των χωρών και την ανάγκη για συγκεκριμένες περιφερειακές στρατηγικές για την εφαρμογή αποτελεσματικών μέτρων και την ενίσχυση της παγκόσμιας βιώσιμης ανάπτυξης. Απαιτείται μια εντατικοποι-

ημένη συνεργασία μεταξύ των χωρών σε παγκόσμιο επίπεδο και λήψη καινοτόμων μέτρων κλιματικής πολιτικής και νομοθεσίας για την αντιμετώπιση της κλιματικής πρόκλησης.

5.2 Περιορισμοί έρευνας

Σαφώς, η παρούσα εργασία αποτελείται και από κάποιους περιορισμούς. Πιο συγκεκριμένα, η μελέτη και ανάλυση βασίζεται σε δεδομένα που συλλέχθηκαν χωρίς την εφαρμογή πρόσθετης εμπειρικής ανάλυσης ή εφαρμογή κατάλληλων στατιστικών μοντέλων ανάλυσης, βασιζόμενη κυρίως στην ερμηνεία των υφιστάμενων δεδομένων. Η συγκριτική ανάλυση στηρίζεται σε θεωρητικά πλαίσια και δευτερογενή δεδομένα, γεγονός που μπορεί να περιορίσει το βάθος των γνώσεων σχετικά με τις διαφοροποιημένες επιπτώσεις των τιμολογίων άνθρακα και των BAMs.

Επιπλέον, το πεδίο εφαρμογής της μελέτης περιορίζεται από τη διαθεσιμότητα και την αξιοπιστία των δεδομένων από την ΕΕ, τις ΗΠΑ και την Κίνα. Οι διαφοροποιήσεις στις μεθόδους συλλογής δεδομένων, τα πρότυπα υποβολής εκθέσεων και τα χρονικά πλαίσια μπορεί να επηρεάσουν τη συγκρισιμότητα των αποτελεσμάτων μεταξύ των περιφερειών. Επιπλέον, η μελέτη επικεντρώνεται σε γενικές τάσεις και πρότυπα, τα οποία ενδέχεται να παραβλέπουν συγκεκριμένες τοπικές και δυναμικές που επηρεάζουν την αποτελεσματικότητα των δασμών άνθρακα και των BAMs.

5.3 Συστάσεις για μελλοντική έρευνα

Με βάση τα παραπάνω, οι μελλοντικές μελέτες μπορούν να εμβαθύνουν σε διάφορους βασικούς τομείς ανάλυσης για την περαιτέρω κατανόηση και ενίσχυση της εφαρμογής των δασμών άνθρακα και των BAMs στο πλαίσιο του παγκόσμιου εμπορίου και της περιβαλλοντικής διακυβέρνησης. Αναλυτικότερα, παρουσιάζονται κάποιες από αυτές τις έρευνες.

- **Συγκριτική ανάλυση πολιτικών σε παγκόσμιο επίπεδο:** Η μελλοντική έρευνα θα μπορούσε να διευρύνει το πεδίο εφαρμογής των συγκριτικών αναλύσεων, συμπεριλαμβάνοντας περισσότερες χώρες και εξετάζοντας ένα ευρύτερο φάσμα πολιτικών. Αυτό θα βοηθούσε στον εντοπισμό βέλτιστων πρακτικών και θα παρείχε πληροφορίες για το πώς τα διάφορα κράτη ενσωματώνουν τα περιβαλλοντικά μέτρα στα εμπορικά τους πλαίσια.
- **Μελέτες οικονομικών επιπτώσεων:** Η διερεύνηση του οικονομικού αντίκτυπου των δασμών άνθρακα σε διάφορους τομείς, ιδίως σε εκείνους που εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από το διεθνές εμπόριο, θα παρείχε πολύτιμα στοιχεία. Οι μελέτες θα μπορούσαν να επικεντρωθούν στον τρόπο με τον οποίο οι εν λόγω δασμοί επηρεάζουν την ανταγωνιστικότητα, τη δυναμική της αγοράς και την οικονομική ανάπτυξη.
- **Τεχνολογικές καινοτομίες:** Σημαντική θα ήταν και η αξιολόγηση του ρόλου των τεχνολογικών εξελίξεων στη μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα και του τρόπου με τον οποίο μπορούν να δοθούν κίνητρα μέσω των δασμών διοξειδίου του

άνθρακα και των BAM. Η μελλοντική έρευνα θα πρέπει να διερευνήσει τις αναδυόμενες τεχνολογίες και τις δυνατότητές τους για την επίτευξη των περιβαλλοντικών στόχων.

- **Αντίκτυπο σε αναπτυσσόμενα κράτη:** Τέλος, η διερεύνηση των επιπτώσεων των δασμών άνθρακα στις αναπτυσσόμενες χώρες, ιδίως σε εκείνες που εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από τις εξαγωγές. Η έρευνα θα πρέπει να αποσκοπεί στον προσδιορισμό μέτρων για τη στήριξη αυτών των εθνών κατά τη μετάβαση σε οικονομίες χαμηλών εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα χωρίς να τίθεται σε κίνδυνο η οικονομική τους σταθερότητα.

Βιβλιογραφία

- [1] *Free Trade Agreements (FTAs) | Meaning, Example, Benefits More.* <https://www.dripcapital.com/en-us/resources/blog/what-is-a-free-trade-agreement>. Drip Capital, Ημερομηνία πρόσβασης: 12-12-2023.
- [2] *History of Climate Change.* <https://adaptation-platform.nies.go.jp/en/tekiou/page02.html>. Ημερομηνία πρόσβασης: 12-12-2023.
- [3] *The Greenhouse effect.* <https://world101.cfr.org/global-era-issues/climate-change/greenhouse-effect>. World 101, Ημερομηνία πρόσβασης: 23-11-2023.
- [4] *Carbon Tax.* https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Carbon_tax&oldid=1186058021. Wikipedia, Page Version ID: 1186058021, Ημερομηνία πρόσβασης: 23-11-2023.
- [5] *How Emissions Trading Scheme (ETS) Works To Reduce Air Pollution in India 2022.* <https://www.envea.global/how-emissions-trading-scheme-ets-works-to-reduce-air-pollution-in-india/>. 2022, ENVEA, Ημερομηνία πρόσβασης: 24-11-2023.
- [6] *The Carbon Border Adjustment Mechanism: ensuring fairness.* <https://www.euractiv.com/section/energy-environment/opinion/the-carbon-border-adjustment-mechanism-ensuring-fairness/>. Ben De Vos, Oct 2020, Ημερομηνία πρόσβασης: 25-11-2023.
- [7] Migadde, Ashiraf and Vries, JW. *Carbon Farming Opportunities for Crop Cooperatives in Uganda.* Διδακτορική Διατριβή, Makerere University, 2020. ResearchGate, DOI: 10.13140/RG.2.2.21792.71683.
- [8] *Introduction to Voluntary Carbon Markets.* <https://blueskyhq.io/blog/introduction-to-voluntary-carbon-markets>. Blue Sky Analytics, Ημερομηνία πρόσβασης: 25-11-2023.
- [9] OAR US EPA. *Global Greenhouse Gas Emissions Data*, 2016. <https://www.epa.gov/ghgemissions/global-greenhouse-gas-emissions-data>.
- [10] Max Roser. *The world's energy problem.* *Our World in Data*, 2020. <https://ourworldindata.org/worlds-energy-problem>.
- [11] *Carbon dioxide emissions by income level, 1980 to 2022.* <https://ourworldindata.org/grapher/co2-income-level>, 2023. Our World in Data.

- [12] *Annual CO emissions by world region*. <https://ourworldindata.org/grapher/annual-co-emissions-by-region>, 2023. Our World in Data.
- [13] *Change in CO emissions and GDP*. <https://ourworldindata.org/grapher/co2-emissions-and-gdp?time=2002..latest>, 2023. Our World in Data.
- [14] *EU - Annual carbon dioxide emissions*. https://ourworldindata.org/grapher/annual-co2-emissions-per-country?time=2002..latest&country=~OWID_EU27. Our World in Data, Date Accessed: 04-04-2024.
- [15] *EU - GDP in conjunction with carbon dioxide emissions*. https://ourworldindata.org/grapher/co2-emissions-and-gdp?time=2002..latest&facet=none&showSelectionOnlyInTable=1&country=~OWID_EU27. Our World in Data, Date Accessed: 12-04-2024.
- [16] *EU - Carbon dioxide emissions by Sector*. https://ourworldindata.org/grapher/ghg-emissions-by-sector?time=2000..latest&facet=none&uniformYAxis=0&showSelectionOnlyInTable=1&country=~OWID_EU27. Our World in Data, Date Accessed: 04-04-2024.
- [17] *EU - Carbon dioxide emissions by Source*. https://ourworldindata.org/grapher/co2-by-source?time=2002..latest&facet=none&showSelectionOnlyInTable=1&country=~OWID_EU27. Our World in Data, Date Accessed: 04-04-2024.
- [18] *EU - Share of electricity production from renewable sources*. https://ourworldindata.org/grapher/share-of-electricity-production-from-renewable-sources?time=2002..latest&facet=none&country=~OWID_EU27. Our World in Data, Date Accessed: 04-04-2024.
- [19] *EU - Population and Demography*. <https://ourworldindata.org/explorers/population-and-demography?time=2001..latest&facet=none&country=~Europe+%28UN%29&Metric=Population&Sex=Both+sexes&Age+group=Total&Projection+Scenario=None>. Our World in Data, Date Accessed: 04-04-2024.
- [20] *USA - Annual carbon dioxide emissions*. <https://ourworldindata.org/grapher/annual-co2-emissions-per-country?time=2002..latest&country=~USA>. Our World in Data, Date Accessed: 03-04-2024.
- [21] *USA - GDP in conjunction with carbon dioxide emissions*. <https://ourworldindata.org/grapher/co2-emissions-and-gdp?time=2002..latest&facet=none&showSelectionOnlyInTable=1&country=USA>. Our World in Data, Date Accessed: 12-04-2024.
- [22] *USA - Carbon dioxide emissions by Sector*. <https://ourworldindata.org/grapher/ghg-emissions-by-sector?time=2000..latest&facet=none&uniformYAxis=0&country=~USA>. Our World in Data, Date Accessed: 03-04-2024.

- [23] *USA - Carbon dioxide emissions by Source*. <https://ourworldindata.org/grapher/co2-by-source?time=2002..latest&facet=none&showSelectionOnlyInTable=1&country=~USA>. Our World in Data, Date Accessed: 03-04-2024.
- [24] *USA - Share of electricity production from renewable sources*. <https://ourworldindata.org/grapher/share-of-electricity-production-from-renewable-sources?time=2002..latest&facet=none&country=~USA>. Our World in Data, Date Accessed: 03-04-2024.
- [25] *USA - Population and Demography*. <https://ourworldindata.org/explorers/population-and-demography?time=2001..latest&facet=none&country=~USA&Metric=Population&Sex=Both+sexes&Age+group=Total&Projection+Scenario=None>. Our World in Data, Date Accessed: 03-04-2024.
- [26] *China - Annual carbon dioxide emissions*. <https://ourworldindata.org/grapher/annual-co2-emissions-per-country?time=2002..latest&country=~CHN>. Our World in Data, Date Accessed: 02-04-2024.
- [27] *China - GDP in conjunction with carbon dioxide emissions*. <https://ourworldindata.org/grapher/co2-emissions-and-gdp?time=2002..latest&facet=none&showSelectionOnlyInTable=1&country=China>. Our World in Data, Date Accessed: 12-04-2024.
- [28] *China - Carbon dioxide emissions by Sector*. <https://ourworldindata.org/grapher/ghg-emissions-by-sector?time=2000..latest&facet=none&uniformYAxis=0&showSelectionOnlyInTable=1&country=~CHN>. Our World in Data, Date Accessed: 02-04-2024.
- [29] *China - Carbon dioxide emissions by Source*. <https://ourworldindata.org/grapher/co2-by-source?time=2002..latest&facet=none&showSelectionOnlyInTable=1&country=~CHN>. Our World in Data, Date Accessed: 02-04-2024.
- [30] *China - Share of electricity production from renewable sources*. <https://ourworldindata.org/grapher/share-of-electricity-production-from-renewable-sources?time=2002..latest&facet=none&country=~CHN>. Our World in Data, Date Accessed: 02-04-2024.
- [31] *China - Population and Demography*. <https://ourworldindata.org/explorers/population-and-demography?time=2001..latest&facet=none&country=~CHN&Metric=Population&Sex=Both+sexes&Age+group=Total&Projection+Scenario=None>. Our World in Data, Date Accessed: 02-04-2024.
- [32] *Global - Graph of annual carbon dioxide emissions*. https://ourworldindata.org/grapher/annual-co2-emissions-per-country?time=2002..latest&country=~OWID_WRL. Our World in Data, Date Accessed: 07-04-2024.

- [33] *Global - Map of annual carbon dioxide emissions*. https://ourworldindata.org/grapher/annual-co2-emissions-per-country?tab=map&country=~OWID_WRL. Our World in Data, Date Accessed: 07-04-2024.
- [34] *Global - Carbon dioxide emission by sector*. <https://ourworldindata.org/grapher/ghg-emissions-by-sector?time=2000..latest&facet=none&uniformYAxis=0>. Our World in Data, Date Accessed: 07-04-2024.
- [35] *Global - Carbon dioxide emission by source*. <https://ourworldindata.org/grapher/co2-by-source?time=2002..latest&facet=none&showSelectionOnlyInTable=1>. Our World in Data, Date Accessed: 07-04-2024.
- [36] *Global - Share of electricity production from renewable sources*. https://ourworldindata.org/grapher/share-of-electricity-production-from-renewable-sources?time=2002..latest&facet=none&country=~OWID_WRL. Our World in Data, Date Accessed: 07-04-2024.
- [37] *Global - Population and Demography*. https://ourworldindata.org/explorers/population-and-demography?time=2001..latest&facet=none&country=~OWID_WRL&hideControls=false&Metric=Population&Sex=Both+sexes&Age+group=Total&Projection+Scenario=None. Our World in Data, Date Accessed: 07-04-2024.
- [38] *Carbon Leakage*. https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Carbon_leakage&oldid=1194702660. Wikipedia, Page Version ID: 1194702660, Ημερομηνία πρόσβασης: 12-01-2024.
- [39] *Carbon Border Adjustment Mechanism (CBAM)*. https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Carbon_Border_Adjustment_Mechanism&oldid=1194711311. Wikipedia, Page Version ID: 1194711311, Ημερομηνία πρόσβασης: 11-01-2024.
- [40] *The impact of environmental accountability on air pollution: A public attention perspective*. Science Direct, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2021.112733>, Energy Policy, συγγραφέας=Xing Li , Zhigao Hu εν, Jianhua Cao εν, Xing Xu, ψέφος = "2022".
- [41] *What Does Sustainable Growth Really Mean?* <https://www.forbes.com/sites/rickmiller/2018/08/16/what-does-sustainable-growth-really-mean/>. Forbes, Rick Miller, Ημερομηνία πρόσβασης: 12-01-2024.
- [42] *Global Environmental Governance*. https://en.wikipedia.org/wiki/Global_Environmental_Governance. Wikipedia, Ημερομηνία πρόσβασης: 13-12-2023.
- [43] Hannah Ritchie, Pablo Rosado and Max Roser. *Emissions by sector: where do greenhouse gases come from?* Our World in Data, 2020. <https://ourworldindata.org/emissions-by-sector>.
- [44] Mario Larch, Joschka Wanner. *The Economic Implications of Carbon Tariffs*. *Journal of Environmental Economics and Management*, 84:209–227, 2017. DOI: 10.1016/j.jeem.2017.02.003.

- [45] Cécilia Bellora, Lionel Fontagné. *Carbon Border Adjustment Mechanisms and Double Taxation*. *World Economy*, 46(1):122–144, 2023. DOI: 10.1111/twec.13057.
- [46] Clara Francesco, Yu Wusheng, Corong Erwin. *Alternative carbon border adjustment mechanisms in the European Union and international responses: Aggregate and within-coalition results*. *Energy Policy*, 174:113454, 2023. DOI = <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2023.113454>.
- [47] Timothé Beaufils, Hauke Warden, Michael Jakob, Leonie Wenz. *Assessing different European Carbon Border Adjustment Mechanism implementations and their impact on trade partners*. *Communications Earth Environment*, 4:131, 2023. DOI: 10.1038/s43247-023-00788-4.
- [48] Sigit Perdana, Marc Vielle. *Making the EU Carbon Border Adjustment Mechanism acceptable and climate friendly for least developed countries*. *Energy Policy*, 170:113245, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2022.113245>.
- [49] Gu, Baojing και Zhanget al. *Cost-effective mitigation of nitrogen pollution from global croplands*. *Nature*, 613:77–84, 2023. DOI=10.1038/s41586-022-05481-8.
- [50] Yanan Ren, Guangxin Liu, Lei Shi. *The EU Carbon Border Adjustment Mechanism will exacerbate the economic-carbon inequality in the plastic trade*. *Journal of Environmental Management*, 332:117302, 2023. DOI: 10.1016/j.jenvman.2023.117302.
- [51] Böhringer Christoph, Balistreri Edward J., Rutherford Thomas F. *The role of border carbon adjustment in unilateral climate policy: Overview of an Energy Modeling Forum study (EMF 29)*. *Energy Economics*, 34:Σ97–Σ110, 2012. DOI = <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2012.10.003>.
- [52] Jun Yang, Zhao Yan. *Industry Response to Carbon Tariffs*. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(2):556, 2023. DOI:10.3390/ijerph20020556.
- [53] Onno Kuik, Marjan Hofkes . *Border adjustment for European emissions trading: Competitiveness and carbon leakage*. *Energy Policy*, 38(4):1741–1748, 2010. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2009.11.048>.
- [54] Zhang, Xu, He, Basil, Zhao, Wang. *Impacts of U.S. Carbon Tariffs on China’s Foreign Trade and Social Welfare*. *Sustainability*, 11, 2019.
- [55] Eyland Terry, Zaccour Georges. *Carbon tariffs and cooperative outcomes*. *Energy Policy*, 65:718–728, 2014. DOI:10.1016/j.enpol.2013.10.043.
- [56] Zhao Bei, Yarime Masaru. *The impacts of carbon tariffs on international trade flows and carbon emissions: An analysis integrating trade elasticities with an application to US-China trade*. *Energy Economics*, 115:106337, 2022. DOI=10.1016/j.eneco.2022.106337.

- [57] R Macquarie. *Sustainable development and the voluntary carbon market*. London: Grantham Research Institute on Climate Change and the Environment, London School of Economics, (2023).

Συντομογραφίες

βλπ	βλέπε
κ.λπ.	και λοιπά
κ.ο.κ	και ούτω καθεξής
ΠΟΕ	Παγκόσμιου Οργανισμού Εμπορίου
BAM	Border Adjustments Mechanisms
CBAM	Carbon Border Adjustments Mechanisms
SDG	Sustainable Development Goals
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
WMO	World Meteorological Organization
ETS	Emissions Trading Systems