

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΙΧΘΥΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΥΔΑΤΙΝΟΥ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΚΑΙ ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΤΜΗΜΑ ΕΙΔΙΚΗΣ
ΑΓΩΓΗΣ**



**ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΕΙΦΟΡΙΑ ΚΑΙ ΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ»**

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

«Ο φόρος του άνθρακα»

Ελισάβετ Νατσούρα

ΒΟΛΟΣ 2023

**UNIVERSITY OF THESSALY
DEPARTMENT OF ICHTHYOLOGY AND AQUATIC
ENVIRONMENT AND DEPARTMENT OF SPECIAL EDUCATION**



**JOINT POSTGRADUATE PROGRAMME
«EDUCATION FOR SUSTAINABILITY AND THE ENVIRONMENT»**

JOINT POSTGRADUATE MASTER'S THESIS

«The carbon tax»

Elisavet Natsoura

VOLOS 2023

© ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ, Έτος (έτος ολοκλήρωσης της Μ.Δ.Ε.)
Η παρούσα Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία (Μ.Δ.Ε.), η οποία εκπονήθηκε στα πλαίσια του Διατμηματικού Μεταπτυχιακού Προγράμματος Σπουδών: Εκπαίδευση για την Αειφορία και το Περιβάλλον και τα λοιπά αποτελέσματα αυτής αποτελούν συνιδιοκτησία του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας και του φοιτητή, ο καθένας από τους οποίους έχει το δικαίωμα ανεξάρτητης χρήσης και αναπαραγωγής τους (στο σύνολο ή τμηματικά) για διδακτικούς και ερευνητικούς σκοπούς, σε κάθε περίπτωση αναφέροντας τον τίτλο και το συγγραφέα και το Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, όπου εκπονήθηκε η Μ.Δ.Ε. καθώς και τον Επιβλέποντα Καθηγητή και την Επιτροπή Αξιολόγησης.

Σε όλη τη διάρκεια της Ιστορίας, ο άνθρωπος έπρεπε να παλεύει με τη Φύση για να επιβιώσει. Σ' αυτόν τον αιώνα, έχει αρχίσει να συνειδητοποιεί ότι για να επιβιώσει, πρέπει να την προστατέψει.

*Ζαν-Υβ Κουστό
Γάλλος ωκεανογράφος (1910-1997)*

Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή:

Δρίτσας Σοφοκλής, Δρ., Μέλος Ε.ΔΙ.Π., Βαθμίδα Α΄, Γ.Ι.Υ.Π., Π.Θ., Επιβλέπων.
Ματσιώρη Στεριανή, Καθηγήτρια, Γ.Ι.Υ.Π., Π.Θ., Μέλος.
Παρασκευόπουλος Στέφανος, Καθηγητής, Π.Τ.Ε.Α., Π.Θ., Μέλος.

Ευχαριστίες

Θα ήθελα αρχικά να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα Καθηγητή κ. Σοφοκλή Δρίτσα για την πλήρη οργάνωση σε όλη τη διάρκεια του μεταπτυχιακού προγράμματος αλλά και την έγκαιρη και έγκυρη ενημέρωση που μας παρείχε. . Επίσης για την αμέριστη εμπιστοσύνη και την ουσιαστική καθοδήγησή του στην εκπόνηση της διπλωματικής μου εργασίας. Οι εξαιρετικά ωφέλιμες κριτικές και παρατηρήσεις του στη διάρκεια της επεξεργασίας και διόρθωσης της εργασίας ήταν πολύ σημαντικές.

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω τον σύζυγο μου , τα παιδιά μου και τους γονείς μου για την κατανόηση και τη συμπαράστασή τους όλο αυτό το διάστημα.

Περιεχόμενα

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΕΙΚΟΝΩΝ.....	1
ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΠΙΝΑΚΩΝ	1
ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ.....	2
ΠΙΝΑΚΑΣ ΣΥΝΤΟΜΕΥΣΕΩΝ -ΑΚΡΩΝΥΜΙΑ.....	3
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	4
ABSTRACT	5
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	2
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΤΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ	5
1.1 ΟΡΙΣΜΟΣ.....	5
1.2 ΤΑ ΑΕΡΙΑ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ	6
1.3 ΛΟΓΟΙ ΑΥΞΗΜΕΝΩΝ ΕΚΠΟΜΠΩΝ ΑΕΡΙΩΝ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ	7
1.4 ΠΗΓΗ ΠΡΟΕΛΕΥΣΗΣ ΑΕΡΙΩΝ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ	8
1.4.1 Ο ΤΟΜΕΑΣ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ.....	10
1.4.2 Ο ΤΟΜΕΑΣ ΤΗΣ ΓΕΩΡΓΙΑΣ	11
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 : ΤΑ ΑΕΡΙΑ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ	13
2.1 ΟΙ ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΑΕΡΙΩΝ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ ΣΤΗΝ ΕΕ	13
2.2 ΤΟΜΕΙΣ ΜΕ ΤΗΝ ΜΕΓΑΛΥΤΕΡΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΑΕΡΙΩΝ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ	14
2.3 ΧΩΡΕΣ ΜΕ ΤΗΝ ΜΕΓΑΛΥΤΕΡΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΑΕΡΙΩΝ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ	14
2.4 Η ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ	17
2.5 ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΠΡΑΣΙΝΗ ΣΥΜΦΩΝΙΑ.....	17
2.5.1 ΔΡΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗ ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑ	19
2.5.2 ΔΡΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗ ΓΕΩΡΓΙΑ	20
2.5.3 ΔΡΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΙΣ ΜΕΤΑΦΟΡΕΣ	20
2.5.4 ΔΡΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑ	21
2.5.5 ΔΡΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ	22
2.5.6 ΔΡΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΥΚΛΙΚΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑ	22
2.6 ΔΕΣΜΗ ΜΕΤΡΩΝ «FIT FOR 55».....	23
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: Η ΑΝΤΙΜΕΠΩΠΙΣΗ ΤΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ	25
3.1 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ	25
3.2 ΤΟ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ ΤΟΥ ΚΙΟΤΟ	26
3.3 Η ΣΥΜΦΩΝΙΑ ΤΗΣ ΝΤΟΧΑ	28
3.4 Η ΣΥΜΦΩΝΙΑ ΤΗΣ ΚΟΠΕΓΧΑΓΗΣ	28
3.5 Η ΣΥΜΦΩΝΙΑ ΤΟΥ ΠΑΡΙΣΙΟΥ	30
3.5.1 Η ΘΕΣΗ ΤΗΣ ΕΕ ΣΤΗ ΣΥΜΦΩΝΙΑ ΤΟΥ ΠΑΡΙΣΙΟΥ	31
3.5.2 Η ΣΥΜΜΕΤΟΧΗ ΤΩΝ ΚΡΑΤΩΝ ΣΤΗΝ ΕΠΙΤΕΥΞΗ ΤΗΣ ΣΥΜΦΩΝΙΑΣ.....	32
3.5.3 Η ΑΞΙΑ ΤΗΣ ΣΥΜΦΩΝΙΑΣ ΤΟΥ ΠΑΡΙΣΙΟΥ	32
3.5.4 ΟΙ ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΤΗΣ ΣΥΜΦΩΝΙΑΣ ΤΟΥ ΠΑΡΙΣΙΟΥ.....	33

3.5.5 ΚΑΘΕΣΤΩΣ ΜΕΤΡΙΑΣΜΟΥ ΤΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ.....	33
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: Ο ΦΟΡΟΣ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ	35
4.1 ΟΡΙΣΜΟΣ.....	35
4.2 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ	35
4.3 Η ΕΠΙΒΟΛΗ ΦΟΡΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ.....	36
4.4 ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΚΡΑΤΩΝ	37
4.5 ΤΙΜΗ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ	37
4.6 ΒΑΘΜΟΛΟΓΙΑ ΤΙΜΟΛΟΓΗΣΗΣ ΑΝΘΡΑΚΑ	39
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΜΠΟΡΙΑΣ ΔΙΚΑΙΩΜΑΤΩΝ ΕΚΠΟΜΠΩΝ ΕΥ ΕΤΣ	40
5.1 ΟΡΙΣΜΟΣ.....	40
5.2 Η ΘΕΣΠΙΣΗ ΤΟΥ.....	40
5.3 ΤΑ ΟΦΕΛΗ ΤΟΥ ΣΕΔΕ.....	41
5.4 ΟΙ ΦΑΣΕΙΣ ΤΟΥ ΣΕΔΕ.....	42
5.5 Η ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΟΥ ΣΕΔΕ ΣΤΗΝ ΕΕ.....	43
5.6 Η ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΟΥ ΣΕΔΕ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ	44
5.6.1 Ο ΤΟΜΕΑΣ ΤΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ.....	45
5.6.2 ΟΙ ΜΟΝΑΔΕΣ ΜΕ ΤΗ ΜΕΓΑΛΥΤΕΡΗ ΕΚΠΟΜΠΗ ΑΕΡΙΩΝ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ	47
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ.....	48
6.1 ΟΡΙΣΜΟΣ.....	48
6.2 ΚΥΡΙΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΑΠΕ	48
6.3 ΚΥΡΙΑ ΕΙΔΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΑΠΕ	48
6.4 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΑΠΕ	50
6.5 ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΑΠΕ.....	50
6.6 Η ΣΠΟΥΔΑΙΟΤΗΤΑ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΤΩΝ ΑΠΕ.....	51
6.7 Η ΘΕΣΗ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ ΣΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΜΕΣΩ ΑΠΕ	53
ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ.....	54
ΑΝΑΛΥΣΗ- ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	56
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ- ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ	58
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	59
Ελληνική	59
Ξενόγλωσση	59
Διαδίκτυο.....	62

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1 :Το φαινόμενο του θερμοκηπίου

Εικόνα 2 : Οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου στην ΕΕ ανά ρύπο

(Πηγή Ευρωπαϊκός Οργανισμός Περιβάλλοντος)

Εικόνα 3 :Οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου ανά τομέα στην ΕΕ

(Πηγή Ευρωπαϊκός Οργανισμός Περιβάλλοντος)

Εικόνα 4 : Συνολικές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου ανά χώρα της ΕΕ το 2019

(Πηγή Ευρωπαϊκός Οργανισμός Περιβάλλοντος)

Εικόνα 5 :Χώρες με τις υψηλότερες εκπομπές αερίων στον κόσμο το 2015

(Πηγή Ευρωπαϊκός Οργανισμός Περιβάλλοντος)

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1 : Το ποσοστό ενέργειας που προέρχεται από ΑΠΕ στα κράτη μέλη της ΕΕ.

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ

Γράφημα 1: Εκπομπές αερίων θερμοκηπίου το 2017 ανά τύπο αερίου σε ισοδύναμα CO₂ (Πηγή: Δεδομένα για τις εκπομπές από τη συγκεντρωτική απογραφή της ΕΕ που υποβλήθηκε στην UNFCCC το 2019)

Γράφημα 2: Οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου ανά τομέα εκφρασμένο σε GtCO_{2e} (πηγή: Climate Watch)

Γράφημα 3: Οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου ανά τομέα σε ποσοστό (πηγή: Climate Watch)

Γράφημα 4: Οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου ανά τομέα εκφρασμένο σε GtCO_{2e} (πηγή: Climate Watch)

Γράφημα 5: Οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου ανά τομέα σε ποσοστό (πηγή: Climate Watch)

Γράφημα 6: Εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου από 1990-2021 (Πηγή Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας)

Γράφημα 7: Κατανομή εκπομπών αερίων θερμοκηπίου του ΣΕΔΕ στην Ελλάδα ανά τομέα για τη περίοδο 2005-2020. Με κίτρινο οι εκπομπές των εγκαταστάσεων που δεν συμπεριλαμβάνονταν στο ΣΕΔΕ μέχρι το 2012.

Γράφημα 8: Εξέλιξη των εκπομπών στον τομέα παραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας ανά καύσιμο και της ετήσιας μέσης τιμής CO_{2,eq} στο ΣΕΔΕ.

Γράφημα 9: Οι 10 μονάδες στην Ελλάδα που εξέπεμψαν τα περισσότερα αέρια θερμοκηπίου το 2013 και το 2020.

Γράφημα 10: Η Ελλάδα μεταξύ των χωρών με τη μεγαλύτερη συμμετοχή των ΑΠΕ στο ενεργειακό μείγμα.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΣΥΝΤΟΜΕΥΣΕΩΝ -ΑΚΡΩΝΥΜΙΑ

CFC: Χλωροφθοράνθρακες

CH₄: Μεθάνιο

CO₂: Διοξείδιο του άνθρακα

HCFC: Υδροχλωροφθοράνθρακες

HFC: Υδροφθοράνθρακες

HFE: Φθοριωμένοι αιθέρες και αλκοόλες

N₂O: Οξείδιο του αζώτου

NF₃: Τριφθοριούχο άζωτο

PFC: Υπερφθοράνθρακες

SF₆: Εξαφθοριούχο θείο

ΕΕ: Ευρωπαϊκή Ένωση

GHG: Αέρια του θερμοκηπίου

UNEP: Περιβαλλοντικό Πρόγραμμα των Ηνωμένων Εθνών

UNFCCC: Σύμβαση-Πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για την Κλιματική Αλλαγή

ΕΣΕΚ: Εθνικό Σχέδιο για την Ενέργεια και το Κλίμα

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τα περιβαλλοντικά προβλήματα είναι από τα σημαντικότερα ζητήματα που μας αφορούν όλους. Η αλματώδης αύξηση της θερμοκρασίας του πλανήτη έχει ως αποτέλεσμα μια αυξανόμενη εμφάνιση ακραίων καιρικών φαινομένων. Η εκτενής καταγραφή των καιρικών φαινομένων που εκτείνονται εδώ και δύο αιώνες έχει ωθήσει πολλούς επιστήμονες να πραγματοποιήσουν διεξοδικές μελέτες σχετικά με αυτό. Ο αντίκτυπος της κλιματικής αλλαγής βρίσκεται στο επίκεντρο πολλών ερευνών και θεωριών. Σε ομόφωνη συμφωνία, συμφώνησαν ότι η θέρμανση του πλανήτη μπορεί να αποδοθεί στο φαινόμενο του θερμοκηπίου. Απαιτείται πλέον επείγουσα δράση για την προστασία του περιβάλλοντος. Παγκόσμιες πρωτοβουλίες έχουν παρθεί για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής.

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε στα πλαίσια του διατμηματικού προγράμματος μεταπτυχιακών σπουδών «Εκπαίδευση για την αειφορία και το περιβάλλον» του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας και συγκεκριμένα του τμήματος Γεωπονίας Ιχθυολογίας και υδάτινου περιβάλλοντος καθώς και του παιδαγωγικού τμήματος ειδικής αγωγής. Σκοπός της εργασίας είναι η αποσαφήνιση της έννοιας του φόρου του άνθρακα. Γίνεται ενδελεχής μελέτη και βιβλιογραφική έρευνα για τις χώρες που είναι υπεύθυνες για την αλματώδη αύξηση εκπομπής αερίων του θερμοκηπίου με την ΕΕ να καταλαμβάνει την 3^η θέση. Με αφετηρία το Πρωτόκολλο του Κιότο και μετέπειτα με τη Συμφωνία του Παρισιού τα Ηνωμένα Έθνη έλαβαν αποφάσεις σταθμό για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής. Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή μέσω της εφαρμογής της Ευρωπαϊκής Πράσινης Συμφωνίας προσπαθεί να καταστήσει την Ευρώπη την πρώτη κλιματικά ουδέτερη ήπειρο. Στόχος είναι η επανένταξη της υφιστάμενης νομοθεσίας σχετικά με τα οφέλη για το κλίμα και η θέσπιση νέας νομοθεσίας για την οικονομία του κλίματος, τη βιοποικιλότητα, την τεχνολογική καινοτομία, τη γεωργία και τις νέες βιώσιμες μεθόδους ανακαίνισης κτιρίων. Πλούσιο υλικό, διαγράμματα και πίνακες εμπλουτίζουν την έρευνά μας.

Λέξεις Κλειδιά: Φόρος του άνθρακα, κλιματική αλλαγή, Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία, φαινόμενο θερμοκηπίου, ανανεώσιμες πηγές ενέργειας

ABSTRACT

Environmental problems are among the most important issues that concern us all. The rapid increase in global temperature is resulting in an increasing occurrence of extreme weather events. The extensive record of weather phenomena spanning two centuries has prompted many scientists to conduct thorough studies on it. The impact of climate change is the focus of much research and theory. In unanimous agreement, they agreed that global warming can be attributed to the greenhouse effect. Urgent action is now required to protect the environment. Global initiatives have been taken to tackle climate change.

This thesis was prepared within the framework of the interdepartmental postgraduate program "Education for sustainability and the environment" of the University of Thessaly, specifically the Department of Agriculture, Fisheries and Aquatic Environment as well as the Pedagogical Department of Special Education. The purpose of the paper is to clarify the concept of the carbon tax. A thorough study and literature search is done on the countries responsible for the jump in greenhouse gas emissions with the EU occupying the 3rd place. Starting with the Kyoto Protocol and later with the Paris Agreement, the United Nations took landmark decisions to address climate change. The European Commission, through the implementation of the European Green Deal, is trying to make Europe the first climate-neutral continent. The aim is to reintegrate existing legislation on climate benefits and introduce new legislation on the climate economy, biodiversity, technological innovation, agriculture and new sustainable building renovation methods. Rich material, diagrams and tables enrich our research.

Keywords: Carbon tax, climate change, European Green Deal, greenhouse effect, renewable energy

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Πολλοί συγγραφείς πιστεύουν ότι η Γη έχει πλέον εισέλθει σε μια νέα εποχή, στην οποία οι ανθρώπινες δραστηριότητες έχουν τέτοιο αντίκτυπο στη λειτουργία των γήινων συστημάτων που ανταγωνίζονται τις τεράστιες δυνάμεις της φύσης, αν και δεν υπάρχει ακόμη σαφής συναινετικός ορισμός.

Τα περιβαλλοντικά προβλήματα γίνονται όλο και πιο σοβαρά κάθε χρόνο. Οι καταστροφές, η κακή διαχείριση των οικοσυστημάτων, οι τοξικές εκπομπές και πολλά άλλα προβλήματα έχουν οδηγήσει στην πρόταση νομοθετικών μέτρων για την περιβαλλοντική αποκατάσταση, ένα πολύ σημαντικό βήμα για την αποτροπή της καταστροφής των υφιστάμενων οικοσυστημάτων και την πρόληψη της φυσικής και κλιματικής αλλαγής.

Η παγκόσμια βιοποικιλότητα έχει μειωθεί δραματικά και πιστεύεται ότι συμβαίνει μια έκτη μαζική εξαφάνιση (Ceballos et al., 2015). Η ανθρωπογενής κλιματική αλλαγή επιδεινώνει περαιτέρω την απώλεια βιοποικιλότητας (Bellard et al., 2012). Η τρέχουσα υπερθέρμανση απειλεί τη ζωή όπως τη γνωρίζουμε στη Γη, οδηγώντας δυνητικά στην κατάρρευση των περισσότερων οικοσυστημάτων και ο χρόνος τελειώνει για να μετριαστούν οι επιπτώσεις της (Allen et al., 2018).

Ένα άλλο θέμα που σχετίζεται με την κλιματική αλλαγή είναι η αυξανόμενη συχνότητα ξηρασίας και λειψυδρίας (Gosling and Arnell, 2016). Ωστόσο, η λειψυδρία προκαλείται επίσης σε μεγάλο βαθμό από την ανθρώπινη παρέμβαση στη δυναμική του κύκλου του νερού (Haddeland et al., 2014), την υπερεκμετάλλευση (Kiem et al., 2016) ή τη χημική ρύπανση (Sousa et al., 2018).

Ένα άλλο περιβαλλοντικό πρόβλημα που σχετίζεται με το νερό είναι ο ευτροφισμός που προκαλείται από υπερβολικές ανθρωπογενείς εκπομπές αζώτου και φωσφόρου (Conley

et al., 2009). Εκτός από άλλα μεγάλα περιβαλλοντικά προβλήματα, όπως η ατμοσφαιρική ρύπανση (Lelieveld et al., 2015), η υπερεκμετάλλευση των φυσικών πόρων εμποδίζει επίσης την εξάπλωση του ανθρώπινου πολιτισμού επειδή η ποσότητα των ανανεώσιμων και μη ανανεώσιμων πόρων περιορίζει την (ανθρώπινη) ζωή (Rockström et al., 2009b). Αν και αυτά τα ζητήματα είναι κάπως ανεξάρτητα, υπάρχουν πολλές συνέργειες και βρόχοι ανατροφοδότησης. Στο μέλλον, εάν οι άνθρωποι θέλουν να διατηρήσουν τη ζωή στη Γη, θα πρέπει να αλλάξουν τον τρόπο με τον οποίο επηρεάζουν τον πλανήτη.

Στις 11 Δεκεμβρίου 2019 ανακοινώθηκε η Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία και η ΕΕ δεσμεύτηκε για την εφαρμογή της με στόχο να καταστεί η Ευρώπη η πρώτη κλιματικά ουδέτερη ήπειρος μέχρι το 2050. Τα κύρια κίνητρα για τη συμφωνία αυτή ήταν, πρώτον, ότι επιστημονικές μελέτες δείχνουν ότι μέχρι το 2030 το διοξείδιο του άνθρακα θα έχει υπερδιπλασιαστεί, προκαλώντας αύξηση της θερμοκρασίας της άνοιξης κατά 2-3°C. Ταυτόχρονα, η Ευρώπη ελέγχει το ένα τρίτο των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Ένα άλλο σοβαρό πρόβλημα που ταλανίζει την ΕΕ είναι η καταστροφή των δασών και των οικοσυστημάτων.

Ο φόρος του άνθρακα αναφέρεται συνήθως σε πολιτικές και πρωτοβουλίες που έχουν ως στόχο τη μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) και άλλων αερίων που προκαλούν το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Σκοπός του φόρου είναι να δημιουργήσει οικονομικά κίνητρα για τις επιχειρήσεις και τους καταναλωτές ώστε να μειώσουν την κατανάλωση ορυκτών καυσίμων και να επενδύσουν σε πιο βιώσιμες πρακτικές και τεχνολογίες.

Η εργασία διαρθρώνεται σε έξι κεφάλαια. Στο πρώτο κεφάλαιο αναλύεται το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Πιο συγκεκριμένα τα αέρια του θερμοκηπίου και η συγκέντρωσή τους στην ατμόσφαιρα, οι λόγοι αυξημένων εκπομπών και οι πηγές προέλευσής τους.

Στο δεύτερο κεφάλαιο αποτυπώνονται τα αέρια του θερμοκηπίου στην ΕΕ, οι τομείς και οι χώρες με τη μεγαλύτερη παραγωγή. Τέλος παρουσιάζεται η Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία και η δέσμη μέτρων « fit for55».

Στα επόμενα κεφάλαια αναλύονται διεξοδικά οι διεθνείς συμφωνίες για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής, ο φόρος του άνθρακα και παραδείγματα επιβολής του σε διάφορα κράτη και το σύστημα εμπορίας δικαιωμάτων εκπομπών.

Στο έκτο και τελευταίο κεφάλαιο αναφέρονται οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, τα κύρια χαρακτηριστικά τους, τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα καθώς η σπουδαιότητα ανάπτυξής τους τόσο στην Ευρώπη όσο και στην Ελλάδα.

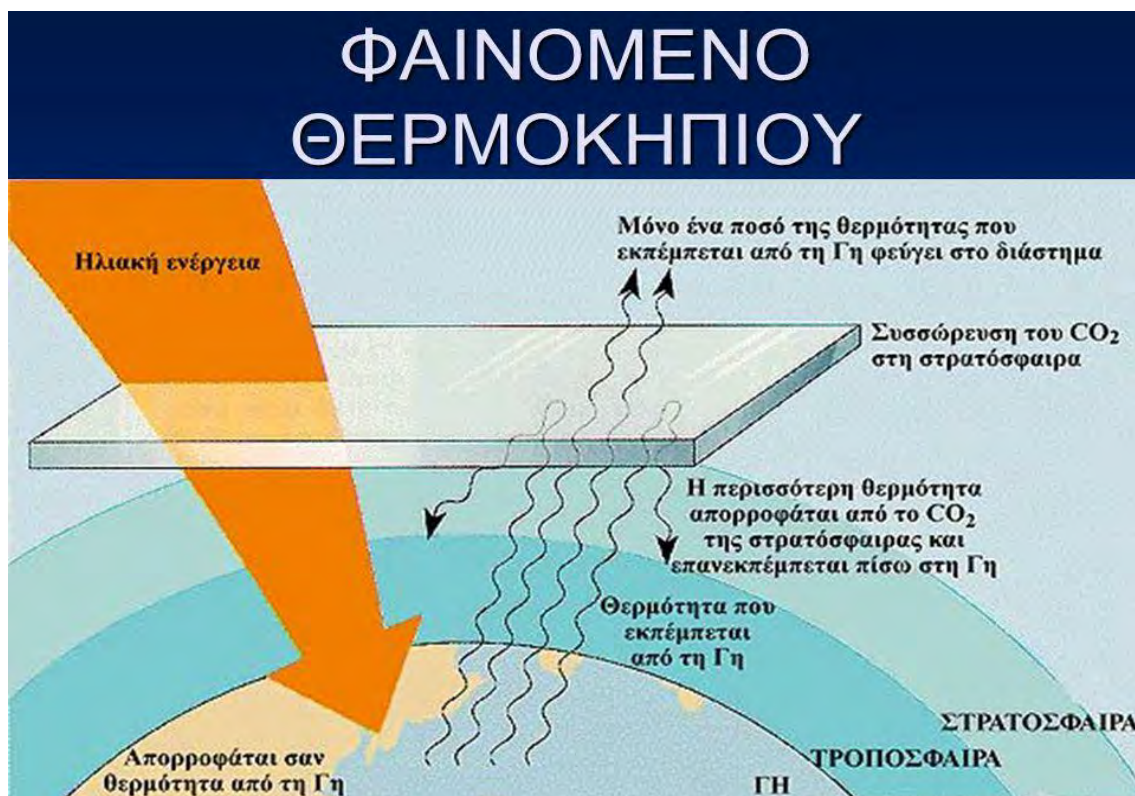
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΤΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ

1.1 ΟΡΙΣΜΟΣ

Τα αέρια του θερμοκηπίου απορροφούν ενέργεια και παγιδεύουν τη θερμότητα στην ατμόσφαιρα. Για να μπορέσουμε να επιβιώσουμε, μια ορισμένη ποσότητα αερίων του θερμοκηπίου πρέπει να υπάρχει στην ατμόσφαιρα.

Ωστόσο, αν η ποσότητα είναι υπερβολικά μεγάλη ή αν αυξάνεται πολύ γρήγορα, μπορεί να έχει καταστροφικές συνέπειες για το περιβάλλον, την υγεία και την οικονομία.

Τα αέρια του θερμοκηπίου λειτουργούν με παρόμοιο τρόπο όπως το γυαλί ενός θερμοκηπίου. Απορροφούν τη θερμότητα του ήλιου που εκπέμπεται από την επιφάνεια της Γης και την παγιδεύουν στην ατμόσφαιρα, εμποδίζοντας τη διαφυγή της στο διάστημα. Το φαινόμενο του θερμοκηπίου διατηρεί τη θερμοκρασία της Γης υψηλότερη από ό,τι θα ήταν διαφορετικά, διατηρώντας τη ζωή στη Γη.

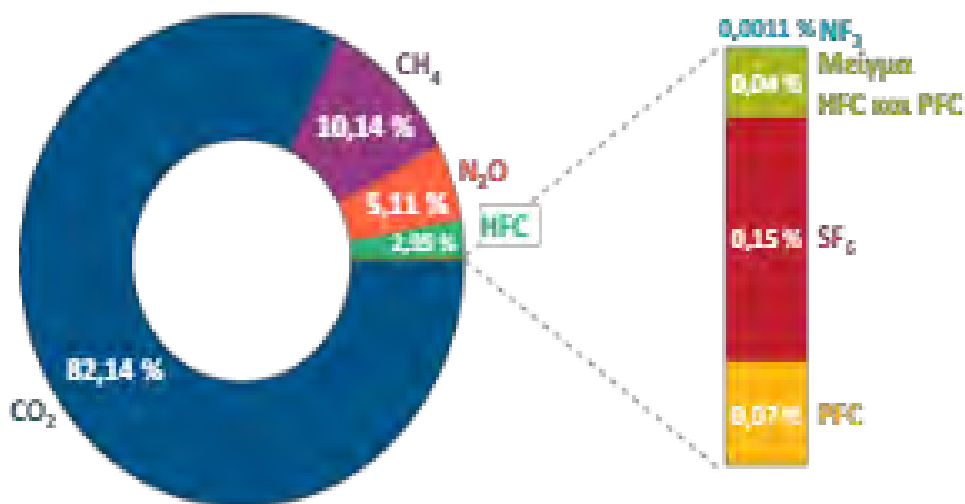


Εικόνα 1 :Το φαινόμενο του θερμοκηπίου

Η σημερινή κατανάλωση ορυκτών καυσίμων απελευθερώνει στην ατμόσφαιρα πάνω από 25 δισεκατομμύρια τόνους CO₂ κάθε χρόνο. Αν συνεχιστούν οι σημερινές τάσεις, το ατμοσφαιρικό CO₂ θα τριπλασιαστεί μέχρι το τέλος του αιώνα.

1.2 ΤΑ ΑΕΡΙΑ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ

Υπάρχουν διάφοροι τύποι αερίων του θερμοκηπίου και η δυναμική τους για την υπερθέρμανση του πλανήτη ποικίλλει. Τα αέρια αυτά περιλαμβάνουν τους υδρατμούς, το διοξείδιο του άνθρακα (CO₂), το μεθάνιο (CH₄), το υποξείδιο του αζώτου (N₂O) και το όζον (O₃). Σ' αυτά πρέπει να προστεθούν οι χλωροφθοράνθρακες CFC και υδροφθοράνθρακες (HFCs), που είναι αέρια προερχόμενα από διάφορες ανθρώπινες δραστηριότητες.



Γράφημα 1: Εκπομπές αερίων θερμοκηπίου το 2017 ανά τύπο αερίου σε ισοδύναμα CO₂ (Πηγή: Δεδομένα για τις εκπομπές από τη συγκεντρωτική απογραφή της ΕΕ που υποβλήθηκε στην UNFCCC το 2019)

1.3 ΛΟΓΟΙ ΑΥΞΗΜΕΝΩΝ ΕΚΠΟΜΠΩΝ ΑΕΡΙΩΝ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ

Οι αυξημένες ατμοσφαιρικές συγκεντρώσεις των αερίων του θερμοκηπίου είναι μια σημαντική αιτία της κλιματικής αλλαγής. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι τα αέρια του θερμοκηπίου που συσσωρεύονται στην ατμόσφαιρα αυξάνουν τις ατμοσφαιρικές θερμοκρασίες εμποδίζοντας την προς τα έξω υπέρυθρη ακτινοβολία και παγιδεύοντας θερμότητα.

Πολλά αέρια του θερμοκηπίου εμφανίζονται φυσικά στην ατμόσφαιρα, αλλά οι ανθρώπινες δραστηριότητες συμβάλλουν στη συσσώρευσή τους. Ως αποτέλεσμα, το ατμοσφαιρικό φαινόμενο του θερμοκηπίου ενισχύεται, μεταβάλλοντας το κλίμα της Γης και προκαλώντας αλλαγές στα πρότυπα χιονιού και βροχής, υψηλότερες μέσες θερμοκρασίες και ακραία καιρικά φαινόμενα, όπως καύσωνες και πλημμύρες.

Η καύση ορυκτών καυσίμων, η αποψίλωση των δασών και η κτηνοτροφία επηρεάζουν όλο και περισσότερο το κλίμα και τη θερμοκρασία της Γης. Αυτές οι δραστηριότητες απελευθερώνουν μεγάλες ποσότητες αερίων του θερμοκηπίου που υπερβαίνουν αυτά που απαντώνται φυσικά στην ατμόσφαιρα, επιδεινώνοντας το φαινόμενο του θερμοκηπίου και την υπερθέρμανση του πλανήτη.

Λόγοι για αυξημένες εκπομπές:

- Η καύση άνθρακα, πετρελαίου και φυσικού αερίου παράγει διοξείδιο του άνθρακα και οξείδιο του αζώτου.
- Αποψίλωση των δασών: Τα δέντρα συμβάλλουν στη ρύθμιση του κλίματος απορροφώντας διοξείδιο του άνθρακα από την ατμόσφαιρα. Όταν κόβονται, αυτή η θετική επίδραση εξαφανίζεται και ο άνθρακας που είναι αποθηκευμένος σε αυτά απελευθερώνεται στην ατμόσφαιρα, επιδεινώνοντας το φαινόμενο του θερμοκηπίου.

- Αύξηση της κτηνοτροφίας: Τα βοοειδή και τα πρόβατα παράγουν μεγάλες ποσότητες μεθανίου καθώς αφομοιώνουν την τροφή τους.
- Τα αζωτούχα λιπάσματα είναι υπεύθυνα για τις εκπομπές υποξειδίου του αζώτου. Το αέριο φθόριο παράγεται από εξοπλισμό και προϊόντα που χρησιμοποιούν αυτά τα αέρια. Αυτές οι εκπομπές προκαλούν εξαιρετικά σημαντικές αυξήσεις θερμοκρασίας, έως και 23.000 φορές μεγαλύτερες από αυτές που προκαλούνται από το CO₂.

1.4 ΠΗΓΗ ΠΡΟΕΛΕΥΣΗΣ ΑΕΡΙΩΝ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ

Μεταξύ 1990 και 2019, οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου αυξήθηκαν κατά 53% παγκοσμίως. Πιο πρόσφατα στοιχεία για τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα δείχνουν ότι οι παγκόσμιες μέσες εκπομπές CO₂ μειώθηκαν προσωρινά το 2020, αλλά η τάση αυτή δεν συνεχίστηκε. Τα στοιχεία δείχνουν ότι οι εκπομπές CO₂ αυξήθηκαν και πάλι το 2021.

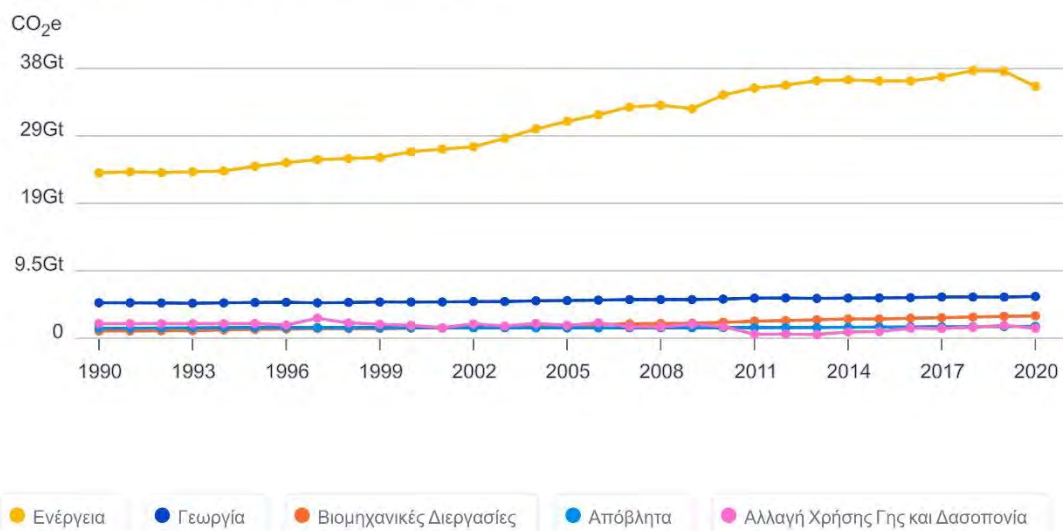
Σύμφωνα με μία έρευνα του Climate Watch του World Resources Institute διαπιστώθηκε ότι η κατανάλωση ενέργειας είναι η μεγαλύτερη πηγή ανθρωπογενών εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, αντιπροσωπεύοντας το 75,6% (37,6 GtCO₂e) παγκοσμίως. Ο τομέας της ενέργειας περιλαμβάνει τις μεταφορές, την ηλεκτρική ενέργεια και τη θερμότητα.

Άλλοι τομείς με τις μεγαλύτερες εκπομπές είναι η γεωργία, συμπεριλαμβανομένης της κτηνοτροφίας και της φυτικής παραγωγής (5,8 GtCO₂e, 11,6%), και οι βιομηχανικές διεργασίες, όπως τα χημικά και το τσιμέντο (3,1 GtCO₂e, 6,1%), τα απόβλητα, (1,6 GtCO₂e, 3,3%) και η χρήση γης (1,6 GtCO₂e, 3,3%).

Ιστορικές εκπομπές GHG

CLIMATEWATCH

Πηγή δεδομένων: Climate Watch; Τοποθεσία: Κόσμος; Τομείς/Υποτομείς: Σύνολο συμπεριλαμβανομένου του LUCF. Αέρια: Όλα τα GHG; Υπολογισμός: Σύνολο; Εμφάνιση δεδομένων ανά Τομείς.

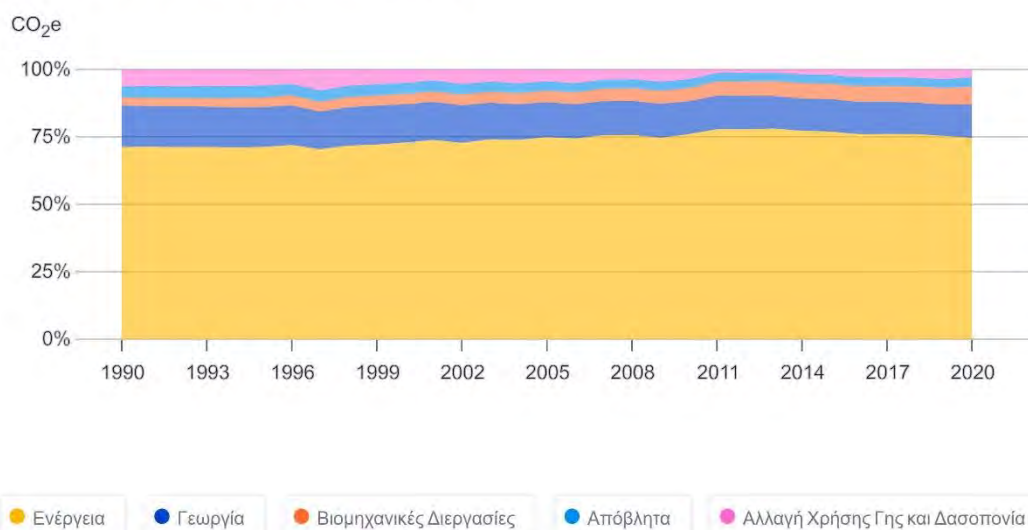


Γράφημα 2: Οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου ανά τομέα εκφρασμένο σε GtCO₂e (πηγή: Climate Watch)

Ιστορικές εκπομπές GHG

CLIMATEWATCH

Πηγή δεδομένων: Climate Watch; Τοποθεσία: Κόσμος; Τομείς/Υποτομείς: Σύνολο συμπεριλαμβανομένου του LUCF. Αέρια: Όλα τα GHG; Υπολογισμός: Σύνολο; Εμφάνιση δεδομένων ανά Τομείς.



Γράφημα 3: Οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου ανά τομέα σε ποσοστό (πηγή: Climate Watch)

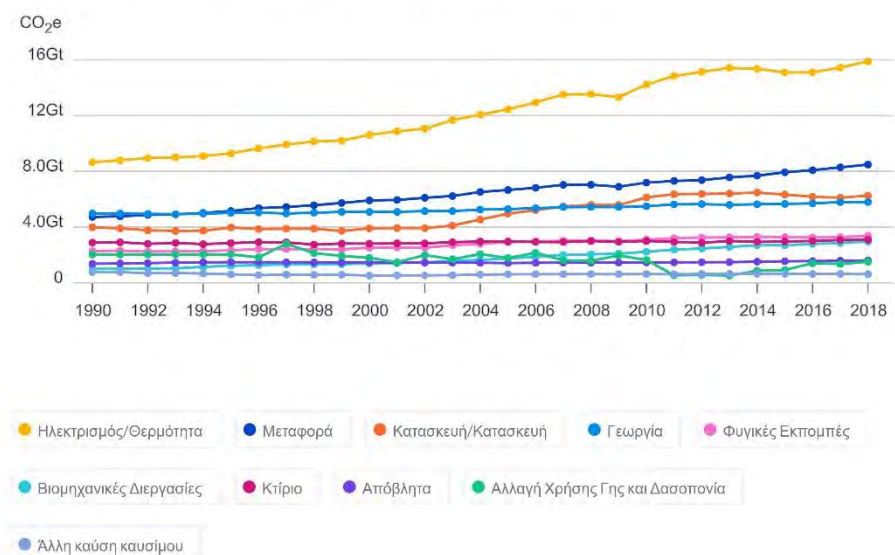
1.4.1 Ο ΤΟΜΕΑΣ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Στον τομέα της ενέργειας, η παραγωγή θερμότητας και ηλεκτρικής ενέργειας έχει τις υψηλότερες εκπομπές με 15,8 GtCO_{2e} το 2019, 31,8% των συνολικών εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, ακολουθούμενη από τις μεταφορές με 8,4 GtCO_{2e} το 2019, 17% των συνολικών εκπομπών και τη μεταποίηση και τις κατασκευές με 6,3 GtCO_{2e}, 12,7% των συνολικών εκπομπών.

Ιστορικές εκπομπές GHG

CLIMATEWATCH

Πηγή δεδομένων: Climate Watch; Τοποθεσία: Κόσμος; Τομείς/Υποτομείς: Γεωργία, Βιομηχανικές Διεργασίες, Αλλαγές Χρήσης Γης και Δασοκομία, Απόβλητα, Κτίρια, Ηλεκτρισμός/Θερμότητα, Φευγαλέες εκπομπές, Μεταποίηση/Κατασκευές, Καύση άλλων καυσίμων, Μεταφορές. Αέρια: Όλα τα GHG; Υπολογισμός: Σύνολο; Εμφάνιση δεδομένων ανά Τομείς.

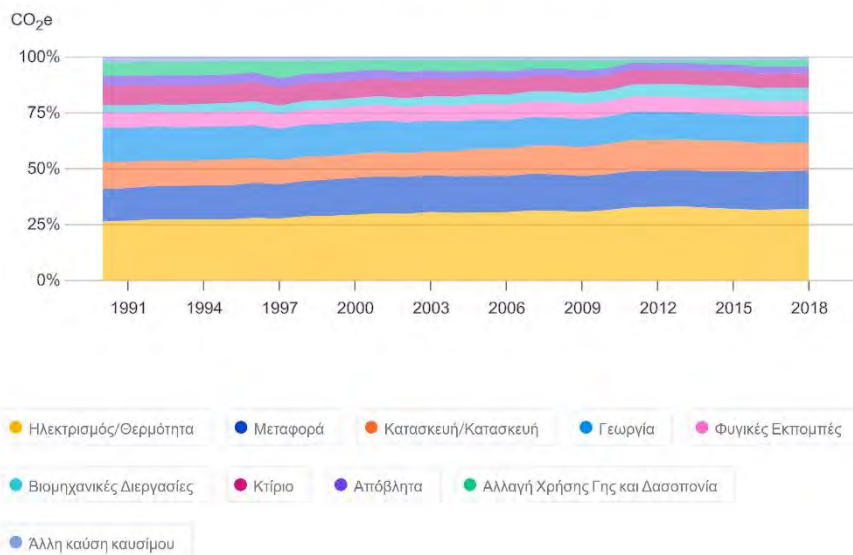


Γράφημα 4: Οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου ανά τομέα εκφρασμένο σε GtCO_{2e} (πηγή: Climate Watch)

Ιστορικές εκπομπές GHG

CLIMATEWATCH

Πηγή δεδομένων: Climate Watch; Τοποθεσία: Κόσμος; Τομείς/Υποτομείς: Γεωργία, Βιομηχανικές Διεργασίες, Αλλαγές Χρήσης Γης και Δασοκομία, Απόβλητα, Κτίρια, Ηλεκτρισμός/Θερμότητα, Φευγαλέες εκπομπές, Μεταποίηση/Κατασκευές, Καύση άλλων καυσίμων, Μεταφορές, Αέρια: Όλα τα GHG; Υπολογισμός: Σύνολο; Εμφάνιση δεδομένων ανά Τομείς.



Γράφημα 5: Οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου ανά τομέα σε ποσοστό (πηγή: Climate Watch)

Τα κτίρια και τα οχήματα είναι οι κύριες πηγές εκπομπών που σχετίζονται με την ενέργεια. Οι δραστηριότητες που παράγουν τις περισσότερες ενεργειακές εκπομπές είναι οι οδικές μεταφορές (12,6% των συνολικών εκπομπών), οι κατοικίες (11,5% των συνολικών εκπομπών) και τα εμπορικά κτίρια (6,5% των συνολικών εκπομπών). Οι εκπομπές από αυτές τις δραστηριότητες περιλαμβάνουν τόσο τις άμεσες εκπομπές από την καύση ορυκτών καυσίμων όσο και τις έμμεσες εκπομπές από δραστηριότητες όπως η χρήση ηλεκτρικής ενέργειας.

1.4.2 Ο ΤΟΜΕΑΣ ΤΗΣ ΓΕΩΡΓΙΑΣ

Με τη βελτίωση του αγροτικού εκσυγχρονισμού, η γεωργική παραγωγή έχει γίνει μία από τις κύριες πηγές αερίων θερμοκηπίου (GHG) (Karwacka et al., 2020; Tan, 2015; Zhang et al., 2020a). Ο Οργανισμός Τροφίμων και Γεωργίας των Ηνωμένων Εθνών αναφέρει ότι οι παγκόσμιες εκπομπές αερίων θερμοκηπίου από τη γεωργία και την

παραγωγή τροφίμων έχουν αυξηθεί κατά 17% τα τελευταία 30 χρόνια (FAO, 2022).

Ο Οργανισμός Τροφίμων και Γεωργίας του Κράτους Τροφίμων και Γεωργίας των Ηνωμένων Εθνών (2016) δείχνει ότι ο γεωργικός τομέας πρέπει να λάβει μέτρα για τον μετριασμό της κλιματικής αλλαγής, εάν οι αυξήσεις της παγκόσμιας θερμοκρασίας πρέπει να διατηρηθούν στους 2 °C (Wollenberg et al., 2016).

Οι αρδευόμενες εκτάσεις αποτελούν σημαντικές βάσεις αγροτικής παραγωγής και συνήθως απαιτούν μεγάλες ποσότητες χημικών λιπασμάτων. Το άζωτο στα λιπάσματα μετατρέπεται σε αμμωνία από μικροοργανισμούς και στη συνέχεια οξειδώνεται σε N₂O, το οποίο είναι ένα ισχυρό αέριο θερμοκηπίου (Shi et al., 2020; Yue et al., 2020). Επιπλέον, με τον εκσυγχρονισμό των περιοχών άρδευσης, η ζήτηση για ηλεκτρική ενέργεια και καύσιμα αυξάνεται, οδηγώντας σε αύξηση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα (Shi et al., 2020; Zhang et al., 2014). Ως εκ τούτου, είναι απαραίτητο να αναπτυχθούν αξιόπιστες μέθοδοι για τη συστηματική αξιολόγηση των πηγών και των παραγόντων που επηρεάζουν τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου από τη γεωργική παραγωγή και τον καθορισμό των βέλτιστων καλλιεργητικών προτύπων για τον μετριασμό των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 : ΤΑ ΑΕΡΙΑ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ

2.1 ΟΙ ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΑΕΡΙΩΝ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ ΣΤΗΝ ΕΕ

Σύμφωνα με τον Ευρωπαϊκό Οργανισμό Περιβάλλοντος, οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου στην Ευρωπαϊκή Ένωση κατανέμονται ως εξής:

- 80% Διοξείδιο του άνθρακα CO₂
- 11% Μεθάνιο CH₄
- 6% Οξείδιο του αζώτου N₂O
- 2% Υδροφθοράνθρακες HFCs

Το Διοξείδιο του άνθρακα καταλαμβάνει εμφανώς το μεγαλύτερο ποσοστό σε σχέση με τα υπόλοιπα αέρια ενώ οι ανθρώπινες διεργασίες είναι η κύρια πηγή εκπομπής του.



Εικόνα 2 : Οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου στην ΕΕ ανά ρύπο

(Πηγή Ευρωπαϊκός Οργανισμός Περιβάλλοντος)

2.2 ΤΟΜΕΙΣ ΜΕ ΤΗΝ ΜΕΓΑΛΥΤΕΡΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΑΕΡΙΩΝ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ

Το 2019, ο ενεργειακός τομέας αντιπροσώπευε το 77,01% των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου στην ΕΕ, η γεωργία το 10,55%, η βιομηχανία το 9,10% και τα απόβλητα το 3,32%.

Εκπομπές ρύπων στην ΕΕ ανά τομέα* το 2019



Εικόνα 3 :Οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου ανά τομέα στην ΕΕ

(Πηγή Ευρωπαϊκός Οργανισμός Περιβάλλοντος)

2.3 ΧΩΡΕΣ ΜΕ ΤΗΝ ΜΕΓΑΛΥΤΕΡΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΑΕΡΙΩΝ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ

Το 2019, η ΕΕ ήταν η τέταρτη μεγαλύτερη πηγή εκπομπής αερίων του θερμοκηπίου, μετά την Κίνα, τις Ηνωμένες Πολιτείες και την Ινδία. Το μερίδιο της ΕΕ στις παγκόσμιες εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου μειώθηκε από 15,2% το 1990 σε 7,3% το 2019. Εντός της ΕΕ, οι πέντε μεγαλύτεροι ρυπαίνοντες το 2019 ήταν η Γερμανία, η Γαλλία, η Ιταλία, η Πολωνία και η Ισπανία.



Εικόνα 4 : Συνολικές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου ανά χώρα της ΕΕ το 2019

(Πηγή Ευρωπαϊκός Οργανισμός Περιβάλλοντος)

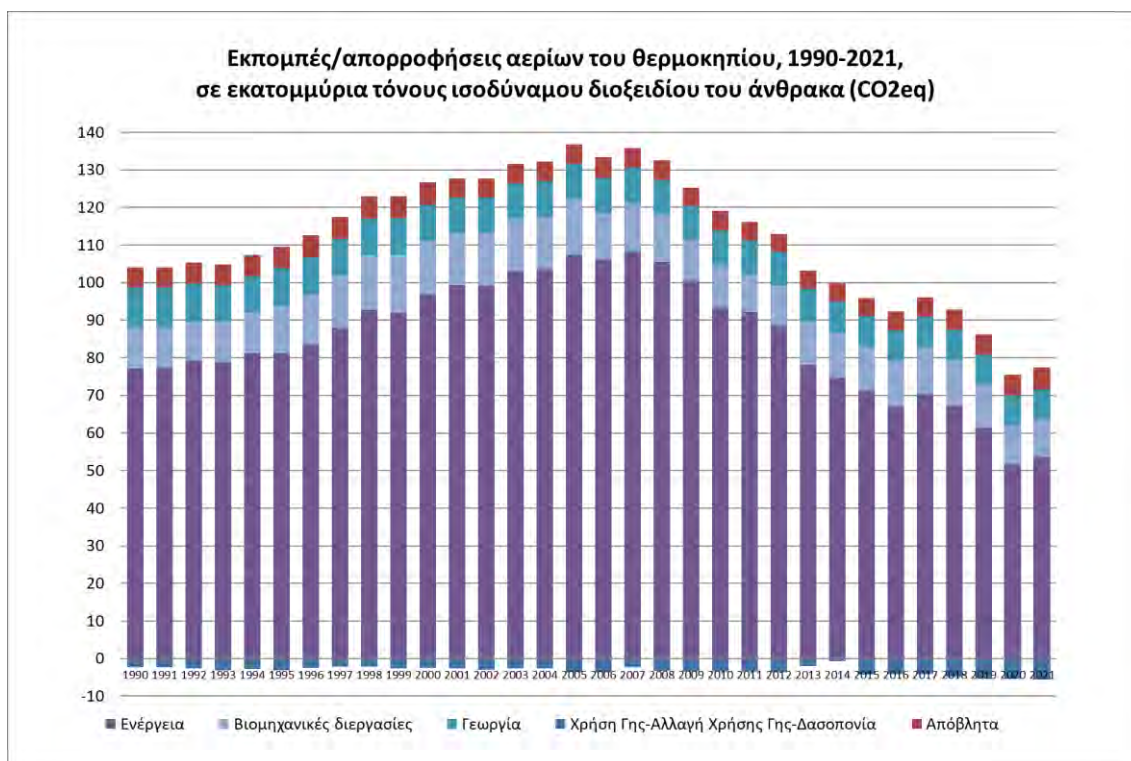
Στην εικόνα που ακολουθεί αποτυπώνονται οι μεγαλύτεροι ρυπαντές στον κόσμο το 2015 με την πρώτη θέση να κατέχει η Κίνα και να ακολουθούν οι ΗΠΑ.



Εικόνα 5 :Χώρες με τις υψηλότερες εκπομπές αερίων στον κόσμο το 2015

(Πηγή Ευρωπαϊκός Οργανισμός Περιβάλλοντος)

2.4 Η ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ



Γράφημα 6: Εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου από 1990-2021 (Πηγή Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας)

2.5 ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΠΡΑΣΙΝΗ ΣΥΜΦΩΝΙΑ

Η Ευρωπαϊκή Ένωση, στις 13 Δεκεμβρίου 2019, μετά τη δέσμευση που ανέλαβε με την Συμφωνία του Παρισιού προχώρησε στην Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία. Η Πράσινη Συμφωνία είναι ένας νομικά δεσμευτικός νόμος που θα αυξήσει την ενεργειακή αυτάρκεια και συνεπώς την ανθεκτικότητα του ενεργειακού συστήματος στην ΕΕ. Εάν η δέσμη αυτή εφαρμοστεί με επιτυχία, η εξάρτηση της Ευρώπης από τα εισαγόμενα ορυκτά καύσιμα θα μειωθεί σημαντικά. Τα οφέλη αυτής της συμφωνίας είναι πολλαπλά και στοχεύουν στην ευημερία των Ευρωπαίων πολιτών και των μελλοντικών γενεών.

Ο πρωταρχικός στόχος της Ευρωπαϊκής Πράσινης Συμφωνίας είναι να γίνει η ΕΕ η

πρώτη" κλιματικά ουδέτερη "ήπειρος στον κόσμο μέχρι το 2050. Οι επιμέρους στόχοι καλύπτουν μια σειρά τομέων, όπως το περιβάλλον και η βιοποικιλότητα, η γεωργία και η παραγωγή τροφίμων, η ενέργεια, οι μεταφορές, η βιομηχανία και οι κατασκευές.

Το σχέδιο περιλαμβάνει:

- τη δυνατότητα επιβολής δασμών άνθρακα για τις χώρες που δεν μειώνουν τα αέρια του θερμοκηπίου και τη ρύπανση των ίδιων. Ο μηχανισμός για την επίτευξη αυτού του στόχου ονομάζεται Μηχανισμός προσαρμογής των συνόρων άνθρακα (CBAM).
- Σχέδιο δράσης για την κυκλική οικονομία.
- Επανεξέταση και πιθανή αναθεώρηση όλων των σχετικών μέσων πολιτικής που σχετίζονται με το κλίμα, συμπεριλαμβανομένων των συστημάτων εμπορίας εκπομπών,
- Στρατηγική από το αγρόκτημα στο πιάτο μας
- Επανεξέταση της οδηγίας για τη φορολόγηση της ενέργειας με έμφαση στις επιδοτήσεις και τις φορολογικές απαλλαγές για τα ορυκτά καύσιμα
- Στρατηγικές βιώσιμης και έξυπνης κινητικότητας.
- Μια δασική στρατηγική της ΕΕ με κύριο στόχο την αποτελεσματική αναδάσωση και τη διατήρηση και αποκατάσταση των δασών στην Ευρώπη.

Μέσω συμπράξεων με τη βιομηχανία και τα κράτη μέλη, η ΕΕ υποστηρίζει την έρευνα και την καινοτομία σε τεχνολογίες μεταφορών, όπως οι μπαταρίες, το καθαρό υδρογόνο και η παραγωγή χάλυβα με χαμηλές εκπομπές άνθρακα.

Η ΕΕ σχεδιάζει να χρηματοδοτήσει τις πολιτικές που περιλαμβάνονται στην Πράσινη Συμφωνία μέσω ενός επενδυτικού προγράμματος που θα επενδύσει τουλάχιστον 1 τρισεκατομμύριο ευρώ.

2.5.1 ΔΡΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗ ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑ

Το 2021 δημοσιεύθηκε μια στρατηγική για τη βιοποικιλότητα με στόχο την προστασία της. Η όμορφη φύση, οι θάλασσες, οι πεδιάδες, οι ωκεανοί και τα οικοσυστήματα αποτελούν πηγή οικονομικού και φυσικού πλούτου στην Ευρώπη, καθώς συνδέονται άμεσα με τον τουρισμό. Η Ευρωπαϊκή Ένωση προβλέπει όχι μόνο την προστασία των δασών με αυστηρά μέτρα, αλλά και την προστασία του 30% των ωκεανών και της γης γενικότερα. Οι στόχοι στο πλαίσιο αυτού του τομέα περιλαμβάνουν τη φύτευση δέντρων, την επέκταση των περιοχών Natura 2000, την αύξηση της βιολογικής γεωργίας για την αποφυγή συνθετικών λιπασμάτων και ζιζανιοκτόνων, την αύξηση της βιοποικιλότητας στη γεωργία, την προστασία του 30% των εδαφών και των ωκεανών. Στοχεύει επίσης στην κυκλική οικονομία, στην ορθή διαχείριση των αποβλήτων και στην ασφάλεια στην αλιεία. Τα μέτρα που απαιτούνται για την επίτευξη των στόχων έχουν καταληκτική ημερομηνία το 2030. Ο Ευρωπαϊκός Οργανισμός Περιβάλλοντος υποχρεούται επίσης να υποβάλει έκθεση σχετικά με την πρόοδο. Σύμφωνα με την πρόταση της Επιτροπής για τη φύση, η οποία αποσκοπεί σε ευρύτερους στόχους, το 80% της βιοποικιλότητας της Ευρώπης βρίσκεται σε κακή κατάσταση, οπότε η προστασία της φύσης αποτελεί προϋπόθεση. Η αποκατάσταση των οικοσυστημάτων θα μειώσει την υπερθέρμανση του πλανήτη, θα αναζωογονήσει τη φύση, θα αυξήσει τη βιοποικιλότητα και θα μειώσει τις πλημμύρες και τις φυσικές καταστροφές.

Στο πλαίσιο της βιοποικιλότητας και της Ευρωπαϊκής Πράσινης Συμφωνίας, η Ευρωπαϊκή Ένωση συνεργάζεται επίσης με τα Ηνωμένα Έθνη. Τα Ηνωμένα Έθνη δείχνουν ιδιαίτερη ευαισθητοποίηση σε θέματα φύσης και δημιουργούν δράσεις και πλατφόρμες για να ενθαρρύνουν τις χώρες να συμμετάσχουν.

Η βιωσιμότητα των δασών είναι ένα άλλο θέμα που απασχολεί ιδιαίτερα την ΕΕ. Μελέτες δείχνουν ότι η βιοενέργεια μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παροχή πρόσθετης ενέργειας στα δάση. Με τον τρόπο αυτό, οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα μπορούν

να μειωθούν βραχυπρόθεσμα και να επιτευχθεί ο σεβασμός του κλίματος.

2.5.2 ΔΡΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗ ΓΕΩΡΓΙΑ

Η στρατηγική της Επιτροπής "από το αγρόκτημα στο πιάτο μας" έχει ως στόχο να επιτρέψει στην ΕΕ να επιτύχει ουδετερότητα ως προς το κλίμα έως το 2050, μετακινώντας το σημερινό σύστημα τροφίμων της ΕΕ προς ένα βιώσιμο μοντέλο. Εκτός από την επισιτιστική ασφάλεια και την ασφάλεια των τροφίμων, η στρατηγική έχει τους ακόλουθους βασικούς στόχους:

- Να κατοχυρώσει οικονομικά προσιτές και θρεπτικές τροφές για όλο τον πληθυσμό του πλανήτη
- Να υποστηρίξει τη βιώσιμη παραγωγή τροφίμων
- Να ωθήσει στην υγιεινή διατροφή και βιώσιμη κατανάλωση

Η ΕΕ παρέχει ασφαλή τρόφιμα σε πάνω από 400 εκατομμύρια Ευρωπαίους πολίτες. Η παραγωγή τροφίμων δεν είναι μόνο μια σημαντική υπηρεσία αλλά και πηγή εισοδήματος. Η αγροδιατροφική αλυσίδα της ΕΕ αποτελεί σημαντικό οικονομικό τομέα στην ΕΕ. Η ΕΕ προσπαθεί να αλλάξει τον τρόπο παραγωγής και κατανάλωσης των τροφίμων για να επιτύχει τη μείωση του περιβαλλοντικού αποτυπώματος και τη συνέχιση της διασφάλισης υγιεινών και οικονομικά προσιτών τροφίμων για τις μελλοντικές γενιές.

2.5.3 ΔΡΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΙΣ ΜΕΤΑΦΟΡΕΣ

Οι μεταφορές καθιστούν την καθημερινή μας ζωή πιο βολική, έχουν όμως ιδιαίτερα μεγάλο αντίκτυπο στις εκπομπές ρύπων και αερίων του θερμοκηπίου, στην ηχορύπανση και στα οδικά ατυχήματα που προκαλούνται από την κυκλοφοριακή συμφόρηση. Στην ΕΕ, μελέτες έχουν δείξει ότι το 25% των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου οφείλεται στις μεταφορές. Τα μέτρα της Επιτροπής στοχεύουν σε μείωση κατά 90% έως το 2050. Θα εισαχθούν βιώσιμα εναλλακτικά καύσιμα για όλες τις μεταφορές και θα καθοριστούν πρότυπα εκπομπών για τα οχήματα με κινητήρες εσωτερικής καύσης. Τα συστήματα

διαχείρισης της κυκλοφορίας θα χρησιμοποιηθούν για τη διευκόλυνση όλων μας, όπως και οι νέες τεχνολογίες και εφαρμογές για την αποφυγή της συμφόρησης και των ατυχημάτων. Θα υπάρξουν επίσης αλλαγές στον τρόπο μεταφοράς και παράδοσης των εμπορευμάτων μέσω ξηράς και θάλασσας. Τα συστήματα μεταφορών θα πρέπει επίσης να αναμορφωθούν.

Μεταρρυθμίσεις απαιτούνται επίσης για να διασφαλιστεί ότι ένα μεγάλο ποσοστό του πληθυσμού θα χρησιμοποιεί τα μέσα μαζικής μεταφοράς για την αποφυγή της ρύπανσης και τη μείωση της συμφόρησης. Τα σημεία φόρτισης για ηλεκτρικά οχήματα έχουν ήδη αρχίσει να εγκαθίστανται και γίνονται όλο και πιο προσιτά στην αγορά. Όσον αφορά τις αεροπορικές μεταφορές, εκτός από τη σωστή διαχείριση της κυκλοφορίας, το σχέδιο για τον Ενιαίο Ευρωπαϊκό Ουρανό αποσκοπεί στη δημιουργία μιας πιο φιλικής προς το περιβάλλον κατάστασης. Το Connecting Europe Express είναι μια πρωτότυπη ιδέα, στο πλαίσιο του οποίου ειδικά τρένα της ΕΕ θα διασχίσουν την Ευρώπη και θα περάσουν από 100 πόλεις σε 26 χώρες για τη μείωση των εκπομπών. Στον τομέα των μεταφορών, τα εναλλακτικά καύσιμα θα αντικαταστήσουν τα ορυκτά καύσιμα.

2.5.4 ΔΡΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Ως η κύρια πηγή εκπομπών της ΕΕ, ο ενεργειακός τομέας δέχεται πιέσεις για ριζικές αλλαγές προκειμένου να επιτευχθεί η απαλλαγή από τις ανθρακούχες εκπομπές. Οι κυριότερες δράσεις για το κλίμα και την ενέργεια αφορούν την προώθηση της ενεργειακής απόδοσης και την αύξηση του μεριδίου των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Επίσης η εξασφάλιση σταθερού και οικονομικά προσιτού ενεργειακού εφοδιασμού στην ΕΕ και η ανάπτυξη μιας ολοκληρωμένης και διασυνδεδεμένης αγοράς ενέργειας. Ο στόχος της ΕΕ για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας ενώ ήταν 32% για το 2030 μεταβλήθηκε σε 40%. Η ανάπτυξη καθαρών πηγών ενέργειας όπως τα αιολικά πάρκα, τα φωτοβολταϊκά αλλά και

τα βιοκαύσιμα είναι στις άμεσες προτεραιότητες της Συμφωνίας.

2.5.5 ΔΡΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ

Για τη βιομηχανία, ο κύριος στόχος είναι η επιτυχής αξιοποίηση των παγκόσμιων αγορών, των βιώσιμων υπηρεσιών προϊόντων και των τεχνολογιών χαμηλών εκπομπών για την επίτευξη μιας κλιματικά ουδέτερης ηπείρου έως το 2050. Αυτό θα απαιτήσει τη συνάντηση όλων των τομέων της βιομηχανίας, οι οποίοι θα διαδραματίσουν σημαντικό και καθοριστικό ρόλο. Η στρατηγική της νέας βιομηχανίας είναι σύμφωνη με την ψηφιακή και πράσινη μετάβαση και θα αυξήσει την ανταγωνιστικότητα σε παγκόσμιο επίπεδο. Θα συμβάλει στη μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα με τη βοήθεια νέων τεχνολογιών που θα βοηθήσουν την οικονομία, καθώς και στην ανάπτυξη εκσυγχρονισμένων επιχειρηματικών μοντέλων. Παράλληλα, προβλέπονται βιώσιμα προϊόντα, με στόχο την αποφυγή της σπατάλης πρώτων υλών. Αυτά θα είναι κυρίως τα κλωστοϋφαντουργικά προϊόντα, οι μπαταρίες, τα πλαστικά, τα αυτοκίνητα και τα ηλεκτρονικά.

2.5.6 ΔΡΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΥΚΛΙΚΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑ

Ο κύριος στόχος της Ευρωπαϊκής Πράσινης Συμφωνίας είναι να καταστεί η Ευρωπαϊκή Ένωση η πρώτη οικονομία χαμηλών εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα, και η προώθηση μιας κυκλικής οικονομίας είναι ουσιαστικής σημασίας. Η ΕΕ έχει θέσει φιλόδοξους στόχους για την κυκλική οικονομία, η οποία αποτελεί μια νέα προσέγγιση της οικονομικής ανάπτυξης και αποσκοπεί στη μείωση της εξάρτησης από τα ανθρωπογενή απόβλητα και τους πεπερασμένους φυσικούς πόρους. Η συμφωνία αυτή αποτελεί σημαντικό στοιχείο της κυκλικής οικονομίας, καθώς θέτει στόχους για την αύξηση της ανακύκλωσης των αποβλήτων, τη βελτίωση της αποδοτικότητας των πόρων και την προώθηση κυκλικών βιομηχανιών μέσω της κυκλικής οικονομίας. Η κυκλική οικονομία

επιφέρει επίσης οφέλη όσον αφορά νέες επιχειρηματικές ευκαιρίες, τη δημιουργία θέσεων εργασίας και την αύξηση της ανταγωνιστικότητας. Για την επίτευξη αυτών των στόχων, η ΕΕ έχει λάβει διάφορα μέτρα, όπως η θέσπιση αυστηρότερων κανόνων για τη διαχείριση των αποβλήτων, η προώθηση της ανακύκλωσης και της επαναχρησιμοποίησης υλικών και η μείωση της χρήσης πετρελαίου και άλλων μη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Η κυκλική οικονομία είναι μια οικονομική προσέγγιση που στοχεύει στη μετατροπή των αποβλήτων σε πρώτες ύλες και νέα προϊόντα αντί να τα στέλνει σε χώρους υγειονομικής ταφής. Αποτελεί επίσης μια ευκαιρία για τη μείωση της εκμετάλλευσης των φυσικών πόρων και των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου .

2.6 ΔΕΣΜΗ ΜΕΤΡΩΝ «FIT FOR 55»

Για την καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής, το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο ενέκρινε τον Ευρωπαϊκό Νόμο για το Κλίμα, ο οποίος αυξάνει τον στόχο της ΕΕ να μειώσει τις καθαρές εκπομπές αερίων θερμοκηπίου κατά τουλάχιστον 55% έως το 2030 (από 40%) και να καταστήσει την κλιματική αλλαγή πιο αποτελεσματική έως το 2050.

Το πακέτο Fit for 55 είναι μια σειρά προτάσεων για την αναθεώρηση και την ενημέρωση της νομοθεσίας της ΕΕ και την ανάπτυξη νέων πρωτοβουλιών για να διασφαλιστεί ότι οι πολιτικές της ΕΕ συνάδουν με τους στόχους για το κλίμα που συμφωνήθηκαν από το Συμβούλιο και το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο.

Ο όρος "Fit for 55" αναφέρεται στον στόχο της ΕΕ να μειώσει τις καθαρές εκπομπές αερίων θερμοκηπίου κατά τουλάχιστον 55% έως το 2030. Το προτεινόμενο πακέτο αποσκοπεί στην ευθυγράμμιση της νομοθεσίας της ΕΕ με τους στόχους του 2030.

Ο κανονισμός καταμερισμού προσπάθειας, που αναθεωρήθηκε τελευταία το 2018, ορίζει δεσμευτικούς κανόνες για τα κράτη μέλη σε τομείς που δεν καλύπτονται από το Σύστημα Εμπορίας Εκπομπών της ΕΕ (EU ETS) ή τον Κανονισμό Δραστηριοτήτων Χρήσης Γης,

Αλλαγής Χρήσης Γης και Δασοκομίας (LULUCF). Αυτοί οι τομείς στόχοι περιλαμβάνουν: Οδικές και εσωτερικές θαλάσσιες μεταφορές, κτίρια, γεωργία, απόβλητα και βιοτεχνία.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: Η ΑΝΤΙΜΕΠΩΠΙΣΗ ΤΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ

3.1 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

Οι επιστήμονες ήταν οι πρώτοι που έκρουσαν τον κώδωνα του κινδύνου ότι η κλιματική αλλαγή οφείλεται στην ανθρώπινη δραστηριότητα: τα στοιχεία για τη σημαντική αύξηση των ατμοσφαιρικών συγκεντρώσεων CO₂ κατά τις δεκαετίες του 1960 και του 1970 άσκησαν πίεση στους επιστήμονες να αναλάβουν δράση. Η διεθνής κοινότητα δεν ήταν έτοιμη να ανταποκριθεί σε αυτό το αίτημα. Δυστυχώς, χρειάστηκαν πολλά χρόνια για να ανταποκριθεί η διεθνής κοινότητα σε αυτό το αίτημα.

Το 1988, ο Παγκόσμιος Μετεωρολογικός Οργανισμός και το Περιβαλλοντικό Πρόγραμμα των Ηνωμένων Εθνών (UNEP) δημιούργησαν τη Διακυβερνητική Επιτροπή για την Κλιματική Αλλαγή. Το 1990, η ομάδα αυτή συνέταξε την πρώτη της έκθεση αξιολόγησης, η οποία αντανάκλούσε τις απόψεις 400 επιστημόνων. Σύμφωνα με την έκθεση αυτή, το πρόβλημα της υπερθέρμανσης του πλανήτη είναι υπαρκτό και πρέπει να αντιμετωπιστεί επείγοντως. Μετά τα συμπεράσματα της Διακυβερνητικής Επιτροπής, οι κυβερνήσεις αποφάσισαν να θεσπίσουν τη Σύμβαση-Πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για την Κλιματική Αλλαγή (UNFCCC). Σε σύγκριση με το πρότυπο των διεθνών συμφωνιών, η Σύμβαση είχε σχετικά σύντομη περίοδο διαπραγμάτευσης: ήταν έτοιμη για υπογραφή στη Διάσκεψη των Ηνωμένων Εθνών για το περιβάλλον και την ανάπτυξη (Διάσκεψη Κορυφής για την προστασία της Γης) στο Ρίο ντε Τζανέιρο το 1992. Η Σύμβαση-πλαίσιο για την κλιματική αλλαγή και το επακόλουθο Πρωτόκολλο του Κιότο αποτελούν το μοναδικό διεθνές πλαίσιο για την καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής.

3.2 ΤΟ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ ΤΟΥ ΚΙΟΤΟ

Στο συνέδριο που πραγματοποιήθηκε στο Κιότο της Ιαπωνίας, συμμετείχαν κυβερνητικοί αξιωματούχοι από σχεδόν όλες τις χώρες του πλανήτη, καθώς και πολυάριθμες ομάδες συμφερόντων και παρατηρητών από ένα ευρύ φάσμα μη κυβερνητικών οργανώσεων που εκπροσωπούν περιβαλλοντικά θέματα και τη βιομηχανία.

Η διάσκεψη είχε αρχικά προγραμματιστεί να διαρκέσει από 1 έως 10 Δεκεμβρίου 1997, αλλά όπως συμβαίνει με πολλές δύσκολες διαπραγματεύσεις, διήρκησε περισσότερο και επιταχύνθηκε μόνο τις τελευταίες ώρες.

Στις 8 Δεκεμβρίου, ο αντιπρόεδρος Αλ Γκορ ήρθε αεροπορικώς από την Ουάσιγκτον για να προσπαθήσει να προωθήσει τις διαπραγματεύσεις, λέγοντας στον πρόεδρο ότι οι ΗΠΑ ήταν διατεθειμένες να συμβιβαστούν κάνοντας ακόμη πιο σημαντικές μειώσεις εκπομπών από αυτές που συμφωνήθηκαν. Ωστόσο, η έντονη αντίδραση ορισμένων αναπτυσσόμενων χωρών σταμάτησε και πάλι τις συνομιλίες. Αυτό οφειλόταν στο γεγονός ότι ορισμένες αναπτυσσόμενες χώρες αντιτάχθηκαν σθεναρά στην έννοια της εμπορίας εκπομπών.

Ο Raúl Estrada Oyuela, πρόεδρος της επιτροπής συμμετοχών της διάσκεψης, προειδοποίησε ότι χωρίς μεγαλύτερη ευελιξία, όλη αυτή η διαδικασία θα καταρρεύσει. Τελικά, κατά τη διάρκεια της ολονύχτιας συνεδρίασης, ο πρόεδρος κατάφερε να μεσολαβήσει για μια εκπληκτική συμφωνία σε ένα σημαντικό ζήτημα που έπρεπε να επιλυθεί.

Η Επιτροπή της Ολομέλειας ολοκλήρωσε το κείμενο του Πρωτοκόλλου του Κιότο στις 10:15 π.μ. της 11ης Δεκεμβρίου και η ολομέλεια συγκλήθηκε το απόγευμα. Το απόγευμα, η ολομέλεια συνήλθε και ενέκρινε το πρωτόκολλο.

Το πρωτόκολλο αντιμετώπιζε ορισμένα δύσκολα ζητήματα. Το πιο κραυγαλέο είναι ο

στόχος και το χρονοδιάγραμμα για τη μείωση των εκπομπών. Υπήρχαν διαφωνίες μεταξύ των ΗΠΑ και της Ευρωπαϊκής Ένωσης (ΕΕ). Οι ΗΠΑ έθεσαν ως στόχο την επιστροφή στα επίπεδα εκπομπών του 1990, ενώ η ΕΕ έθεσε ως στόχο 15% κάτω από το επίπεδο αυτό. Τελικά οι ΗΠΑ συμφώνησαν σε στόχο 7% κάτω από τα επίπεδα του 1990, ενώ η ΕΕ συμφώνησε σε στόχο 8% κάτω από τα επίπεδα του 1990. Εντός της ΕΕ, ωστόσο, υπάρχουν σημαντικές διαφορές μεταξύ των χωρών.

Η Ιαπωνία θα μειώσει τις εκπομπές της κατά 6% κάτω από τα επίπεδα του 1990. Η Ισλανδία κατά 10%, η Αυστραλία κατά 8% και η Νορβηγία κατά 1% σε σχέση με το 1990. Η Ρωσία, η Ουκρανία και η Νέα Ζηλανδία υποχρεούνται να επιστρέψουν μόνο στα επίπεδα του 1990. Άλλες χώρες θα πρέπει να μειώσουν τις εκπομπές τους κατά 95% έως 92% των επιπέδων του 1990. Οι μειώσεις εκτιμώνται σε 5,2% κάτω από τα επίπεδα του 1990.

Η διάσκεψη αποδέχθηκε την πρόταση των ΗΠΑ για πενταετή περίοδο στόχων από το 2008 έως το 2012. Επίσης, έγινε δεκτή η πρόταση των ΗΠΑ να συμπεριληφθούν και τα έξι σημαντικότερα αέρια του θερμοκηπίου. Συγκεκριμένα το CO₂, το μεθάνιο, το υποξείδιο του αζώτου, τους υδροφθοράνθρακες, τους υπερφθοράνθρακες και εξαφθοριούχο θείο.

Η Ευρωπαϊκή Ένωση επικύρωσε το Πρωτόκολλο του Κιότο στις 31 Μαΐου 2002. Το πρωτόκολλο τέθηκε σε ισχύ στις 16 Φεβρουαρίου 2005.

Η Ρωσία το επικύρωσε. Το άρθρο 25 του Πρωτοκόλλου ορίζει ότι για να τεθεί σε ισχύ απαιτούνται οι υπογραφές 55 χωρών. Τα κράτη μέλη ευθύνονται για το 55% των εκπομπών. Στην πράξη αν δεν υπέγραφαν οι ΗΠΑ, οι οποίες ευθύνονται για το 36% περίπου των παγκόσμιων εκπομπών δεν θα μπορούσε να τεθεί σε ισχύ. Οι ΗΠΑ τελικά δεν επικύρωσαν το πρωτόκολλο.

Το Πρωτόκολλο του Κιότο προβλέπει τρεις μηχανισμούς με τους οποίους τα κράτη θα είναι σε θέση να επιτύχουν τους ακόλουθους περιβαλλοντικούς στόχους. Οι μηχανισμοί είναι οι ακόλουθοι:

α) Θέσπιση συστήματος εμπορίας εκπομπών,

β) Κοινό Σχέδιο Εφαρμογής, και

γ) Μηχανισμός Καθαρής Ανάπτυξης

Από τους τρεις μηχανισμούς αυτός που είναι καθοριστικής σημασίας είναι η θέσπιση ενός συστήματος εμπορίας δικαιωμάτων εκπομπών.

Το Πρωτόκολλο παρατάθηκε έως το 2020 με την τροποποίηση της Ντόχα το 2012.

3.3 Η ΣΥΜΦΩΝΙΑ ΤΗΣ ΝΤΟΧΑ

Αντιπρόσωποι από περίπου 200 χώρες συμφώνησαν στη Ντόχα να παρατείνουν το Πρωτόκολλο του Κιότο έως το 2020 μετά από 14 ημέρες συνομιλιών. Ωστόσο, δεν συμφώνησαν σε ένα πιο αυστηρό πλαίσιο για τη μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα. Επιπλέον, η μόνη μέχρι σήμερα δεσμευτική παράταση της συμφωνίας για τη μείωση των εκπομπών αφορά μόνο 27 κράτη μέλη της ΕΕ και 10 άλλες χώρες.

Η συμφωνία της Ντόχα περιλαμβάνει επίσης αυξημένες οικονομικές συνεισφορές από τις πλούσιες χώρες προς τις φτωχές χώρες, ώστε να μπορέσουν οι φτωχές χώρες να αναπτύξουν πολιτικές για την κλιματική αλλαγή και να επενδύσουν σε φιλικές προς το περιβάλλον πηγές ενέργειας. Ωστόσο, δεν είναι σαφές πώς θα προέλθει αυτή η χρηματοδότηση.

3.4 Η ΣΥΜΦΩΝΙΑ ΤΗΣ ΚΟΠΕΓΧΑΓΗΣ

Η 15^η Διάσκεψη των Μερών που πραγματοποιήθηκε στην Κοπεγχάγη το 2009 ήταν εξίσου σημαντική. Ο βασικός στόχος της Διάσκεψης ήταν να καθορίσει το περιεχόμενο του Πρωτοκόλλου του Κιότο όσον αφορά τη δεσμευτική περίοδο από το 2008 έως το

2012. Στη διάσκεψη αυτή, πολλές ανεπτυγμένες χώρες τάχθηκαν σθεναρά υπέρ των αλλαγών στο νομικό πλαίσιο της διεθνούς πολιτικής για την κλιματική αλλαγή. Οι συνθήκες είναι πλέον κατάλληλες για την υιοθέτηση μιας νέας συμφωνίας για την κλιματική αλλαγή. Η σύνοδος κορυφής κατέληξε σε ένα μη δεσμευτικό έγγραφο, τη Συμφωνία της Κοπεγχάγης.

Η Συμφωνία της Κοπεγχάγης οδήγησε σε αντιδράσεις και διαμαρτυρίες από τις αναπτυσσόμενες χώρες του παγκόσμιου Νότου και προκάλεσε ανησυχίες σχετικά με τον ρόλο και την εξουσία του ΟΗΕ. Η διαδικασία ολοκληρώθηκε χωρίς τα Ηνωμένα Έθνη, αυξάνοντας τις ανησυχίες σχετικά με το ρόλο και τις εξουσίες τους. Η Συμφωνία της Κοπεγχάγης εγκρίθηκε από την Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ) παρά τη μη θεσμική της διατύπωση.

Στην πρωτεύουσα της Δανίας, χάθηκε μια ιστορική ευκαιρία να αποτραπεί η επερχόμενη κλιματική διαταραχή στον πλανήτη. Ο χρόνος περνάει και η ανθρωπότητα έχει εμπλακεί σε μια μάχη σώμα με σώμα για την επιβίωσή της. Τους επόμενους μήνες, η διεθνής κοινότητα πρέπει να επαναφέρει τις εκτροχιασμένες διαπραγματεύσεις σε τροχιά προς μια δίκαιη, φιλόδοξη και νομικά δεσμευτική συμφωνία.

Ορισμένοι χαρακτήρισαν τη Συμφωνία της Κοπεγχάγης ως ένα βήμα προς τα εμπρός. Δεν ήταν. Το Πρωτόκολλο του Κιότο ήταν η πρώτη νομικά δεσμευτική συμφωνία για τον περιορισμό των ανθρωπογενών αερίων του θερμοκηπίου. Αντιθέτως, η Συμφωνία της Κοπεγχάγης δεν υποστηρίχθηκε από την ολομέλεια της Διάσκεψης των Μερών και ορισμένες αναπτυσσόμενες χώρες εξέφρασαν την ευθεία αντίθεσή τους. Κατά μία έννοια, η Διάσκεψη της Κοπεγχάγης ήταν ένα "βήμα προς τα πίσω", αφού δεν επιτεύχθηκε καμία νομικά δεσμευτική συμφωνία. Επιπλέον, δεν περιελάμβανε ισχυρά μέτρα για τη μείωση των εκπομπών στις ανεπτυγμένες χώρες. Ως αποτέλεσμα των

έντονων πολιτικών πιέσεων κατά της επίτευξης μιας φιλόδοξης και νομικά δεσμευτικής συμφωνίας, οι ρυπογόνες βιομηχανίες, ιδίως στον τομέα των ορυκτών καυσίμων, μπορούν τώρα να συνεχίσουν να ρυπαίνουν ανεμπόδιστα.

3.5 Η ΣΥΜΦΩΝΙΑ ΤΟΥ ΠΑΡΙΣΙΟΥ

Στις 12 Δεκεμβρίου 2015 πραγματοποιήθηκε η 21η Διάσκεψη των Μερών για την Κλιματική Αλλαγή. Με την υιοθέτηση της Συμφωνίας του Παρισιού, η διεθνής κοινότητα καλείται να αντιμετωπίσει τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής, τη μεγαλύτερη πρόκληση της εποχής μας σε παγκόσμια κλίμακα, τόσο λόγω της περιβαλλοντικής της βαρύτητας όσο και λόγω της οικονομικής της επιρροής. Η συμφωνία, η πρώτη νομικά δεσμευτική παγκόσμια συμφωνία για το κλίμα, απαιτεί «φιλόδοξες» προσπάθειες από τις χώρες για τον μετριασμό και την προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή, με κεντρικό στόχο την αποφυγή αύξησης των μέσων θερμοκρασιών άνω των 2°C πάνω από τα προβιομηχανικά επίπεδα. Για να περιορίσουμε την υπερθέρμανση του πλανήτη, πρέπει να συνεχίσουμε να εργαζόμαστε σκληρά για να περιορίσουμε την άνοδο της θερμοκρασίας σε όχι περισσότερο από 1,5°C. Ωστόσο, ο βασικός στόχος της συμφωνίας είναι να διατηρηθεί η μέση άνοδος της θερμοκρασίας κάτω από 2°C και όχι κάτω από 1,5°C, κάτι που δεν συνάδει με τα επιστημονικά δεδομένα και, σύμφωνα με τη σύγχρονη επιστημονική κατανόηση, ακόμη και αν επιτύχουμε κάτω από τους 2°C μείωση της μέσης θερμοκρασίας, δεν μπορούμε ακόμα να αποφύγουμε τις καταστροφικές επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής. Μόνο εάν η διεθνής κοινότητα καταφέρει να διατηρήσει τις μέσες αυξήσεις της θερμοκρασίας κάτω από 1,5°C, μπορεί να αποφευχθούν τέτοιες ακραίες επιπτώσεις. Ως εκ τούτου, ακόμη και ως προς τους βασικούς της στόχους, η Συμφωνία του Παρισιού είναι μια άκρως συμβιβασμένη συμφωνία που δεν μπορεί να επιτύχει τους στόχους της χωρίς να

αυστηροποιήσει το περιεχόμενό της. Αυτή είναι μια συμφωνία για τη συμμετοχή τουλάχιστον όλων των χωρών στον αγώνα κατά της κλιματικής αλλαγής και την εισαγωγή ορισμένων απαραίτητων μηχανισμών.

Η ανάγκη να καταλήξουν τα μέρη σε συναίνεση για μια νέα παγκόσμια συμφωνία για το κλίμα που θα ίσχυε μετά το 2020 έγινε εμφανής στο Παρίσι. Ως εκ τούτου, η υπογραφή του Πρωτοκόλλου του Παρισιού έγινε δεκτή από πολλά άτομα ως θρίαμβος, παρόλο που μπορεί να συνεπαγόταν τη συμφωνία σε στόχους μείωσης των εκπομπών που κρίθηκαν ανεπαρκείς από την επιστημονική κοινότητα.

Από τις 22 Απριλίου 2016, συνολικά 197 κράτη είχαν υπογράψει τη Συμφωνία και την ίδια ημέρα συγκέντρωσε αρκετές υπογραφές για να τεθεί σε ισχύ. Η Συμφωνία απαιτούσε να υπογράψουν μόνο 55 Κράτη Μέρη στη Σύμβαση Πλαίσιο του ΟΗΕ για την Κλιματική Αλλαγή, υπεύθυνα για την εκπομπή τουλάχιστον του 55% των παγκόσμιων αερίων του θερμοκηπίου. Αξίζει να σημειωθεί ότι η Συμφωνία συνδέεται στενά με τη Σύμβαση Πλαίσιο του 1992 του ΟΗΕ για την Κλιματική Αλλαγή (UNFCCC) και θα τεθεί επίσημα σε ισχύ μετά το 2020. Μέχρι τότε, το Πρωτόκολλο του Κιότο θα παραμείνει σε ισχύ.

3.5.1 Η ΘΕΣΗ ΤΗΣ ΕΕ ΣΤΗ ΣΥΜΦΩΝΙΑ ΤΟΥ ΠΑΡΙΣΙΟΥ

Η ΕΕ αποτέλεσε πρότυπο καθώς ήταν η πρώτη μεγάλη οικονομία που υπέβαλε τη δική της συνεισφορά στη νέα συμφωνία από τον Μάρτιο του 2015. Για να γίνει πραγματικότητα η συμφωνία του Παρισιού, το Ευρωπαϊκό Συμβούλιο ενέκρινε δεσμευτικό στόχο της ΕΕ για τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου κατά τουλάχιστον 40% κάτω από τα επίπεδα του 1990 έως το 2030. Ο στόχος αυτός πρέπει να επιτευχθεί από κοινού από την ΕΕ με τον πλέον οικονομικά αποδοτικό τρόπο, με τα κράτη μέλη της ΕΕ να συμμετέχουν στην προσπάθεια με δίκαιο και ισότιμο τρόπο. Οι μειώσεις σε τομείς εκτός του συστήματος εμπορίας εκπομπών θα πρέπει να φθάσουν το

30% των επιπέδων του 2005 έως το 2030. Επιπλέον, οι στόχοι της ΕΕ που σχετίζονται με την ενέργεια και συμβάλλουν στη δράση για την κλιματική αλλαγή έχουν επίσης αναθεωρηθεί ώστε να είναι πιο αυστηροί. Συγκεκριμένα, η ΕΕ έχει δεσμευτεί να καταναλώνει το 27% της ενέργειάς της από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας ("ΑΠΕ") αντί της συμβατικής ενέργειας και να αυξήσει την ενεργειακή απόδοση κατά 27% μεταξύ 2020 και 2030, μια σαφής βελτίωση από τους στόχους της προηγούμενης περιόδου που ήταν 20% και 20% αντίστοιχα. Η ΕΕ εργάζεται ήδη από το 2018 για να αποφευχθεί η αύξηση της μέσης παγκόσμιας θερμοκρασίας πάνω από 2°C, η οποία θεωρείται επικίνδυνη για το κλίμα.

3.5.2 Η ΣΥΜΜΕΤΟΧΗ ΤΩΝ ΚΡΑΤΩΝ ΣΤΗΝ ΕΠΙΤΕΥΞΗ ΤΗΣ ΣΥΜΦΩΝΙΑΣ

Σε αντίθεση με το Πρωτόκολλο του Κιότο, το οποίο δεν εγκρίθηκε από πολλές χώρες, συμπεριλαμβανομένων των ΗΠΑ, η Συμφωνία του Παρισιού ήταν το αποτέλεσμα μιας σκόπιμης και συνολικής προσπάθειας. Πολλές παραχωρήσεις έγιναν κατά τη διάρκεια των διαπραγματεύσεων για να εξασφαλιστεί ευρεία υποστήριξη και η πλειοψηφία των κρατών, συμπεριλαμβανομένων των ΗΠΑ και της Κίνας, τα οποία υπέγραψαν τελικά τη συμφωνία. Η επίτευξη παγκόσμιας συμμετοχής απαιτούσε σημαντικούς συμβιβασμούς από όλα τα εμπλεκόμενα μέρη. Τα αρχικά αντίθετα κράτη υπέκυψαν τελικά στη διπλωματική πίεση από άλλα έθνη. Ωστόσο, ήταν η ενεργός δέσμευση της παγκόσμιας κοινωνίας των πολιτών, η οποία υποστήριξε σθεναρά τη συμφωνία καθ' όλη τη διάρκεια των διαπραγματεύσεων, που υποχρέωσε τελικά αυτά τα κράτη να υποχωρήσουν και να δεσμευτούν για την υπογραφή της Συμφωνίας.

3.5.3 Η ΑΞΙΑ ΤΗΣ ΣΥΜΦΩΝΙΑΣ ΤΟΥ ΠΑΡΙΣΙΟΥ

Ο Γενικός Γραμματέας του ΟΗΕ Μπαν Κι Μουν χαρακτήρισε τη Συμφωνία του Παρισιού ως «τεράστια νίκη για τους ανθρώπους και τον πλανήτη». Ο επικεφαλής του

ΟΗΕ είτε επίσης ότι η συμφωνία "παρέχει ένα πλαίσιο για την εξάλειψη της φτώχειας, την εδραίωση της ειρήνης και τη διασφάλιση μιας αξιοπρεπούς ζωής και ευκαιριών για όλους". Η συμφωνία χαιρετίστηκε ως επιτυχία από τους περισσότερους πολιτικούς ηγέτες σε όλο τον κόσμο. Ωστόσο, ενώ η υπογραφή της Συμφωνίας του Παρισιού έφερε εκτεταμένη ανακούφιση καθώς σήμαινε ότι οι μηχανισμοί για τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου θα παρέμεναν σε ισχύ και θα παρέχουν χρηματοδότηση για τον μετριασμό και την προσαρμογή στις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής, η διεθνής κοινότητα στο σύνολό της δεν το έκανε.

3.5.4 ΟΙ ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΤΗΣ ΣΥΜΦΩΝΙΑΣ ΤΟΥ ΠΑΡΙΣΙΟΥ

Το άρθρο 2 ορίζει τις αρχές και τους στόχους της συμφωνίας ως εξής:

- Να μειωθεί η μέση θερμοκρασία κάτω από 2°C και, όπου είναι δυνατόν, κάτω από 1,5°C.
- Να ενισχυθεί η προσαρμοστική ικανότητα και να οικοδομηθεί ανθεκτικότητα στην κλιματική αλλαγή με τρόπο που να μην απειλεί την επισιτιστική ασφάλεια.
- Αναπροσανατολισμός των χρηματοδοτικών ροών για την επίτευξη των ανωτέρω.

3.5.5 ΚΑΘΕΣΤΩΣ ΜΕΤΡΙΑΣΜΟΥ ΤΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ

Το καθεστώς βασίζεται στη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, στην ενσωμάτωση των δασών και άλλων οικοσυστημάτων ως μέσα δέσμευσης του CO₂ και στην εθελοντική συνεργασία.

Τα δάση καλύπτουν το 30% της επιφάνειας της Γης. Επομένως, διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στη ρύθμιση του παγκόσμιου κλίματος. Τα δασικά οικοσυστήματα είναι ασπίδα κατά της κλιματικής αλλαγής συμβάλλοντας στη διαμόρφωση του κλίματος της Γης με διάφορους τρόπους. Ένα παράδειγμα είναι ο περιορισμός της επιτρεπόμενης

ποσότητας αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα. Η σημαντικότερη ικανότητα των δασικών οικοσυστημάτων είναι η απορρόφηση του διοξειδίου του άνθρακα ρυθμίζοντας έτσι τη συγκέντρωση του διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) στη ατμόσφαιρα

Τα δέντρα απορροφούν μεγάλες ποσότητες ατμοσφαιρικού διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) μέσω της φωτοσύνθεσης. Μέρος του CO₂ απομακρύνεται μέσω της αναπνοής και της αποσύνθεσης της βιομάζας. Το μεγαλύτερο μέρος του διοξειδίου του άνθρακα δεσμεύεται στην υπέργεια και την υπόγεια βιομάζα του φυτού.

Μια μεγάλη πληγή της εποχής είναι η αποψίλωση των δασών, η ανεξέλεγκτη υλοτομία και η μετατροπή των δασών σε γεωργική γη. Περίπου 150 με 170 χιλιάδες τετραγωνικά χιλιόμετρα δασών καταστρέφονται το χρόνο, με το μεγαλύτερο μέρος από αυτά να είναι τροπικά δάση. Τα τροπικά δάση καλύπτουν το 6% της επιφάνειας της Γης, αλλά φιλοξενούν τα μισά από τα χερσαία είδη του πλανήτη. Τα δάση αυτά εξαφανίζονται με ρυθμό περίπου 13% ετησίως. Η αποψίλωση των δασών απελευθερώνει μεταξύ 0,8 και 2,2 δισεκατομμυρίων τόνων άνθρακα στην ατμόσφαιρα ετησίως. Τα δάση έχουν την ικανότητα παραγωγής μεγάλων ποσοτήτων οξυγόνου μέσω της φωτοσύνθεσης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: Ο ΦΟΡΟΣ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ

4.1 ΟΡΙΣΜΟΣ

Ο φόρος άνθρακα είναι ένας φόρος στις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα (GHGs) που απαιτούνται για την παραγωγή αγαθών και υπηρεσιών. Ο σκοπός αυτού του φόρου είναι να καταστήσει ορατό το «κρυφό» κοινωνικό κόστος των εκπομπών CO₂, το οποίο κατά τα άλλα γίνεται αισθητό μόνο έμμεσα, όπως μέσω δραματικών αλλαγών στα καιρικά φαινόμενα. Λόγω του φόρου αυξάνεται η τιμή του προϊόντος. Αυτό μειώνει τη ζήτηση για τέτοια αγαθά και υπηρεσίες και ενθαρρύνει περαιτέρω προσπάθειες για τη μείωση των εκπομπών CO₂. Στην απλούστερη μορφή του, ο φόρος άνθρακα στοχεύει μόνο στη μείωση των εκπομπών CO₂. Σε πιο εξελιγμένες μορφές, οι φόροι άνθρακα μπορούν επίσης να μειώσουν έμμεσα άλλα αέρια του θερμοκηπίου, όπως το μεθάνιο ή το υποξείδιο του αζώτου, υπολογίζοντας το δυναμικό υπερθέρμανσης του πλανήτη σε σχέση με το διοξείδιο του άνθρακα.

Όταν καίγονται καύσιμα που περιέχουν υδρογονάνθρακες (όπως άνθρακας, πετρέλαιο ή φυσικό αέριο), ο άνθρακας μετατρέπεται σε διοξείδιο του άνθρακα και σε άλλες ενώσεις άνθρακα (ισότοπα). Αυτά τα εκλύόμενα αέρια του θερμοκηπίου συμβάλλουν στην υπερθέρμανση του πλανήτη. Για τη μείωση των εκπομπών, είναι δυνατό να φορολογηθεί η περιεκτικότητα σε άνθρακα σε οποιοδήποτε στάδιο του κύκλου του προϊόντος.

4.2 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

Ο A. C. Pigou, Βρετανός οικονομολόγος, εισήγαγε για πρώτη φορά την έννοια της οικολογικής φορολογίας για τη ρύπανση ως αρνητική εξωτερικότητα στις αρχές της δεκαετίας του 1920. Η ιδέα πίσω από αυτήν την ιδέα είναι ότι εάν το περιβαλλοντικό και κοινωνικό κόστος δεν συνυπολογιστεί στην τιμή των δραστηριοτήτων, η κυβέρνηση μπορεί να καθορίσει την αξία τους μέσω της κατάλληλης φορολογίας. Με την εφαρμογή

ενός φόρου που βασίζεται στο ποσοστό του κόστους απομάκρυνσης της ρύπανσης, η κυβέρνηση μπορεί να ενθαρρύνει αποτελεσματικά τις εταιρείες να περιορίσουν τις εκπομπές τους σε αποδεκτό επίπεδο. Αυτή η προσέγγιση έχει υποστηριχθεί από αρκετούς μελετητές. Συγκεκριμένα, κατά την αντιμετώπιση της παγκόσμιας κλιματικής αλλαγής, ο φόρος άνθρακα, που είναι ένας τύπος οικολογικού φόρου, συνήθως επιβάλλεται στην παραγωγή, διανομή ή κατανάλωση ορυκτών καυσίμων με περιεκτικότητα σε άνθρακα. Ο συντελεστής αυτού του φόρου καθορίζεται κυρίως από την ποσότητα άνθρακα που απελευθερώνεται στην ατμόσφαιρα μέσω της καύσης του αντίστοιχου καυσίμου.

4.3 Η ΕΠΙΒΟΛΗ ΦΟΡΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ

Η τιμολόγηση του άνθρακα είναι μια ιδιαίτερα αποτελεσματική πολιτική απαλλαγής από τις ανθρακούχες εκπομπές. Η τιμολόγηση του διοξειδίου του άνθρακα καθιστά την ενέργεια χαμηλών και μηδενικών εκπομπών άνθρακα πιο ανταγωνιστική και μειώνει τις εκπομπές σε σύγκριση με τις εναλλακτικές λύσεις υψηλών εκπομπών άνθρακα. Η τιμολόγηση του άνθρακα ενθαρρύνει τους φορείς εκπομπών να βρίσκουν και να χρησιμοποιούν οικονομικά αποδοτικούς τρόπους για τη μείωση των εκπομπών. Αυξάνοντας την τιμή της ενέργειας με υψηλή περιεκτικότητα σε άνθρακα, οι τιμές άνθρακα μειώνουν τη ζήτηση για καύσιμα έντασης άνθρακα. Επιπλέον, μια ισχυρή δέσμευση για την τιμολόγηση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα μπορεί να βοηθήσει τους επενδυτές να χρησιμοποιήσουν τις διαθέσιμες τεχνολογίες μηδενικών και χαμηλών εκπομπών άνθρακα και να επενδύσουν στην ανάπτυξη νέων τεχνολογιών δημιουργώντας τη βεβαιότητα ότι είναι προς το συμφέρον τους να το πράξουν.

Σύμφωνα με εκτιμήσεις των Sen και Vollebergh (2018) που χρησιμοποιούν στοιχεία του ΟΟΣΑ (2013-2016), μια αύξηση του πραγματικού συντελεστή άνθρακα κατά 1 ευρώ οδηγεί σε μακροπρόθεσμη μείωση των εκπομπών κατά 0,73%. Αυτό σημαίνει ότι για μια

χώρα που ξεκινά χωρίς καθόλου τιμή άνθρακα, ένας φόρος άνθρακα ύψους 10 ευρώ ανά τόνο CO₂ σε ολόκληρη την ενεργειακή υποδομή θα είχε ως αποτέλεσμα μείωση των εκπομπών κατά περίπου 7,3%.

Μεταξύ 2012 και 2018, στο Ηνωμένο Βασίλειο ,ο πραγματικός συντελεστής φόρου άνθρακα για τον τομέα της ενέργειας αυξήθηκε από 7 ευρώ ανά τόνο CO₂ σε περισσότερα από 36 ευρώ ανά τόνο CO₂. Οι εκπομπές στον τομέα της ενέργειας της χώρας μειώθηκαν κατά 73% κατά την ίδια περίοδο (Department for Business,UK,2020),γεγονός που δείχνει ότι οι βρετανικές εταιρείες ενέργειας ανταποκρίθηκαν έντονα στην αύξηση του πραγματικού τέλους άνθρακα. Οι συνολικές εκπομπές CO₂ στο Ηνωμένο Βασίλειο μειώθηκαν κατά 27%, εκ των οποίων οι 24 ποσοστιαίες μονάδες προήλθαν από καθαρότερη παραγωγή.

4.4 ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΚΡΑΤΩΝ

Η Φινλανδία ήταν η πρώτη χώρα στον κόσμο που εισήγαγε φόρο άνθρακα το 1990. Αυτή τη στιγμή, η Σουηδία έχει τον υψηλότερο συντελεστή φόρου άνθρακα στα 108,81 ευρώ ανά τόνο εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα. Η Ελβετία και το Λιχτενστάιν ακολουθούν με 90,53 ευρώ (99 δολάρια). Από την άλλη, ο χαμηλότερος συντελεστής φόρου άνθρακα βρίσκεται στην Πολωνία με 0,09 ευρώ (0,10 δολάρια)

4.5 ΤΙΜΗ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ

Πόσο υψηλή πρέπει να είναι η τιμή του διοξειδίου του άνθρακα για να επιτευχθεί ο στόχος του καθαρού μηδενισμού των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα έως τα μέσα του αιώνα; Τρία σημεία αναφοράς.

- Πρώτον, ένα ιστορικό ελάχιστο σημείο αναφοράς για το κόστος του άνθρακα ύψους 30 ευρώ ανά τόνο CO₂.
- Δεύτερον, 60 ευρώ ανά τόνο CO₂ ως μέση εκτίμηση του κόστους άνθρακα το

2020.

- Τρίτον, 120 ευρώ ανά τόνο CO₂ ως κεντρική εκτίμηση του κόστους άνθρακα το 2030.

Οι Kaufman et al. (2020) εκτιμούν ότι η απαλλαγή από τον άνθρακα μέχρι το 2060 θα απαιτήσει, στο παράδειγμα των ΗΠΑ, μια τιμή άνθρακα περίπου 30 ευρώ ανά τόνο CO₂ το 2025. Για να επιτευχθεί ο ίδιος στόχος απαλλαγής από τον άνθρακα το 2030, θα απαιτηθεί διπλάσια τιμή άνθρακα ύψους 60 ευρώ ανά τόνο CO₂. Για την απαλλαγή από τον άνθρακα έως το 2050, πιο κοντά στον στόχο του 1,5°C, εκτιμάται ότι απαιτείται τιμή άνθρακα 100 ευρώ το 2030. Επιπλέον, αν υποθέσουμε ότι η τιμολόγηση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα χρησιμεύει ως σημαντικό εργαλείο απαλλαγής από τις ανθρακούχες εκπομπές, η τιμή του διοξειδίου του άνθρακα θα πρέπει να είναι κατά 20 ευρώ υψηλότερη, που ισοδυναμεί με συνολικά περίπου 120 ευρώ ανά τόνο CO₂.

Σύμφωνα με προηγούμενες εκτιμήσεις, για να απελευθερώσουν οι χώρες άνθρακα σύμφωνα με τη συμφωνία του Παρισιού, απαιτείται τιμή άνθρακα στο επίπεδο των 40-80 ευρώ ανά τόνο CO₂ το 2020- το 2030, η τιμή είναι 50-100 ευρώ ανά τόνο CO₂ θα πρέπει να φθάσει τα 75 ευρώ ανά τόνο CO₂ έως το 2030 από τα σημερινά επίπεδα σε ένα σενάριο που προϋποθέτει τη βέλτιστη στήριξη για την ανάπτυξη καθαρών τεχνολογιών, όπως συνιστά το ΔΝΤ.

Μια διαφορετική προσέγγιση είναι η εκτίμηση της ζημίας που προκαλείται από έναν τόνο CO₂ που απελευθερώνεται στην ατμόσφαιρα. Σύμφωνα με την προσέγγιση αυτή, είναι οικονομικό να μειωθούν οι εκπομπές, εάν η επένδυση που απαιτείται για τη μείωση των εκπομπών είναι χαμηλότερη από το κόστος των εκπομπών για την κοινωνία. Μπορούν να γίνουν παραδοχές, για παράδειγμα σχετικά με τον τρόπο αποτίμησης της μελλοντικής κατανάλωσης σε σύγκριση με την τρέχουσα κατανάλωση και με το είδος

της ζημίας που λαμβάνεται υπόψη. Λόγω των διαφορών, οι εκτιμήσεις ποικίλλουν σημαντικά. Η Γερμανική Υπηρεσία Προστασίας του Περιβάλλοντος εκτίμησε την κοινωνική ζημία σε 180 ευρώ ανά τόνο CO₂ που εκπέμφθηκε το 2016-μιαπροηγούμενη βιβλιογραφική επισκόπηση από τους Alberici et al. (2014) εκτιμούσε τότε το κλιματικό κόστος σε μόλις 30 ευρώ.

4.6 ΒΑΘΜΟΛΟΓΙΑ ΤΙΜΟΛΟΓΗΣΗΣ ΑΝΘΡΑΚΑ

Η βαθμολογία τιμολόγησης άνθρακα (CPS) μετρά τον βαθμό στον οποίο οι χώρες έχουν επιτύχει τον στόχο της τιμολόγησης όλων των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα που σχετίζονται με την ενέργεια πάνω από ένα ορισμένο κόστος αναφοράς Όσο υψηλότερη είναι η βαθμολογία CPS, τόσο μεγαλύτερη είναι η πρόοδος έναντι του σχετικού δείκτη αναφοράς. Για παράδειγμα, ένα CPS 100% σε σχέση με ένα σημείο αναφοράς 30 ευρώ ανά τόνο CO₂ σημαίνει ότι η χώρα έχει επιβάλει τιμή σε όλες τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα από την ενεργειακή της χρήση ύψους 30 ευρώ ή περισσότερο. Ένα CPS 0% σημαίνει ότι η χώρα δεν έχει επιβάλει καμία τιμή στις εκπομπές

Η βάση δεδομένων Effective Carbon Rates αναφέρει τρεις τιμές αναφοράς CPS:

- 30 ευρώ ανά τόνο CO₂, που είναι η ιστορική τιμή αναφοράς για το χαμηλό κόστος άνθρακα (CPS30).
- 60 ευρώ ανά τόνο CO₂ το 2020, που είναι το χαμηλό και μεσαίο σημείο αναφοράς για το 2030 (CPS60).
- 120 ευρώ ανά τόνο CO₂(CPS120), που αποτελεί την κεντρική εκτίμηση του κόστους του άνθρακα το 2030.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΜΠΟΡΙΑΣ ΔΙΚΑΙΩΜΑΤΩΝ ΕΚΠΟΜΠΩΝ ΕΥ ΕΤΣ

5.1 ΟΡΙΣΜΟΣ

Η εφαρμογή της εμπορίας εκπομπών σε κοινοτικό επίπεδο ξεκίνησε το 2005, μέσω της χρήσης του κοινοτικού EU ETS για τα αέρια θερμοκηπίου. Η μεγαλύτερη αγορά άνθρακα που υπάρχει και η πρώτη στο είδος της παγκοσμίως, συνεχίζει να λειτουργεί και στις 28 χώρες της ΕΕ, μαζί με την Ισλανδία, το Λιχτενστάιν και τη Νορβηγία. Η βιομηχανία και οι σταθμοί ηλεκτροπαραγωγής υπόκεινται σε ένα όριο στις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα (CO₂), όπως καθορίζεται από το ETS. Οι εταιρείες λαμβάνουν μια καθορισμένη ποσότητα δικαιωμάτων εκπομπής CO₂, τα οποία μπορούν να κατανεμηθούν ελεύθερα ή να εμπορεύονται, προκειμένου να ρυθμιστεί ο συνολικός όγκος των επιτρεπόμενων εκπομπών.

5.2 Η ΘΕΣΠΙΣΗ ΤΟΥ

Η Οδηγία 2003/87/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, που θεσπίστηκε στις 13 Οκτωβρίου 2003, (L 275/ 25.10.03), εισάγει το σύστημα εμπορίας εκπομπών αερίων θερμοκηπίου της Ευρωπαϊκής Κοινότητας και τροποποιεί την Οδηγία 96/61/ΕΚ του Συμβουλίου. Κύριος στόχος του είναι να ενισχύσει την ικανότητα της Ευρωπαϊκής Ένωσης να εκπληρώνει τις υποχρεώσεις της όσον αφορά τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Δημοσιεύθηκε στις 14 Μαρτίου 2018, η Οδηγία 2018/410/ΕΕ επέφερε τροποποιήσεις στην Οδηγία 2003/87/ΕΚ, με πρωταρχικό στόχο την εντατικοποίηση των οικονομικά αποδοτικών μειώσεων εκπομπών και την ενίσχυση των επενδύσεων σε πρωτοβουλίες χαμηλών εκπομπών άνθρακα, παράλληλα με την απόφαση (ΕΕ) 2015 /1814, που αφορά την περίοδο μετά το 2020.

Το ETS ελέγχει αποτελεσματικά την απελευθέρωση των εκπομπών αερίων του

θερμοκηπίου από περισσότερες από 11.000 εγκαταστάσεις που καταναλώνουν ενέργεια, συμπεριλαμβανομένων σταθμών παραγωγής ενέργειας, βιομηχανικών εγκαταστάσεων και αεροπορικών εταιρειών που εκτελούν πτήσεις εντός αυτών των εθνών. Αυτό το ολοκληρωμένο σύστημα είναι υπεύθυνο για τη ρύθμιση περίπου του 45% των συνολικών εκπομπών αερίων θερμοκηπίου εντός της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

Το ETS απαιτεί την έκδοση αδειών για κάθε τόνο διοξειδίου του άνθρακα που εκπέμπεται από περισσότερους από 11.000 σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής και εργοστάσια. Αυτό από μόνο του θα πρέπει να αποτελέσει οικονομικό κίνητρο για τη μείωση της ρύπανσης. Οι άδειες αγοράζονται σε δημοπρασία, η τιμή της οποίας εξαρτάται από την προσφορά και τη ζήτηση

Ωστόσο, ορισμένες άδειες χορηγούνται δωρεάν, ιδίως σε τομείς που κινδυνεύουν να μεταφέρουν τις παραγωγικές τους εγκαταστάσεις σε άλλα μέρη του κόσμου με λιγότερο αυστηρούς ελέγχους των εκπομπών.

Ένα ενδεικτικό παράδειγμα αφορά το σύστημα εμπορίας δικαιωμάτων εκπομπών της Ευρωπαϊκής Ένωσης: μεταξύ 2018 και 2019, η τιμή των αδειών του EU ETS της ΕΕ αυξήθηκε κατά 8,90 ευρώ ανά τόνο CO₂, από περίπου 16 ευρώ σε 25 ευρώ (ICAP, 2020). Ταυτόχρονα, οι συνολικές εκπομπές του EU ETS της ΕΕ μειώθηκαν κατά 8,9% (Marcu et al., 2020), γεγονός που δείχνει ότι οι εκπομπές που καλύπτονται από το EU ETS της ΕΕ ανταποκρίθηκαν σημαντικά βραχυπρόθεσμα στην αύξηση της τιμής των αδειών.

5.3 ΤΑ ΟΦΕΛΗ ΤΟΥ ΣΕΔΕ

Τα οφέλη του ΣΕΔΕ μπορούν να συνοψιστούν ως εξής:

- Με τον καθορισμό συνεχώς μειούμενων ανώτατων ορίων εκπομπών, διασφαλίζεται η επίτευξη των περιβαλλοντικών στόχων που έχουν τεθεί.
- Η εμπορία ανώτατων ορίων εκπομπών διασφαλίζει ότι οι μειώσεις των εκπομπών

επιτυγχάνονται με τον λιγότερο δαπανηρό τρόπο, ενώ παράλληλα παρέχει ευελιξία στην αγορά, καθορίζοντας μια τιμή για τα δικαιώματα εκπομπών.

- Ο πλειστηριασμός δικαιωμάτων εκπομπών παρέχει μια νέα πηγή εσόδων για τα κράτη μέλη, μέρος των οποίων θα πρέπει να χρησιμοποιείται για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής.
- Μειώνονται οι κίνδυνοι για τους μελλοντικούς υπολογισμούς των κρατών μελών.

5.4 ΟΙ ΦΑΣΕΙΣ ΤΟΥ ΣΕΔΕ

Το ΣΕΔΕ έχει αναπτυχθεί σε διάφορα στάδια από την έναρξή του το 2005. Αυτό ισχύει τόσο για τους στοχευόμενους τομείς όσο και για πιο λεπτομερή χαρακτηριστικά, όπως ο τρόπος κατανομής των δικαιωμάτων, το ποσοστό μείωσης των δικαιωμάτων, οι μηχανισμοί ρύθμισης των πλεονασμάτων της αγοράς και ένα ταμείο για την αξιοποίηση των εσόδων από τους πλειστηριασμούς. Ειδικότερα, οι συνιστώσες του ΣΕΔΕ είναι οι εξής:

Φάση 1 (2005-2007): ήταν η πρώτη πιλοτική φάση του ΣΕΔΕ και κάλυπτε μόνο την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και τους ενεργοβόρους βιομηχανικούς τομείς. Κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου, η πλειονότητα των δικαιωμάτων εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου κατανεμήθηκε δωρεάν.

Φάση 2 (2008-2012): η δεύτερη φάση του ΣΕΔΕ κάλυψε για πρώτη φορά τον τομέα των διεθνών αερομεταφορών εντός του Ευρωπαϊκού Οικονομικού Χώρου (ΕΟΧ), αλλά και πάλι περίπου το 90% των δικαιωμάτων χορηγήθηκε δωρεάν.

Φάση 3 (2013-2020): Η φάση αυτή περιελάμβανε τους τομείς της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας, των ενεργοβόρων βιομηχανιών και της διεθνούς αεροπορίας, με τη βασική διαφορά ότι μεγάλο ποσοστό της τάξης του 57% των δικαιωμάτων εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου κατανεμήθηκε μέσω δημοπρασιών. Επιπλέον,

μεγάλος αριθμός δικαιωμάτων εκπομπών κατανεμήθηκε επίσης δωρεάν.

Φάση 4 (2021-2030): σύμφωνα με τις τελευταίες τροποποιήσεις της οδηγίας για την εμπορία δικαιωμάτων εκπομπών, το ποσοστό των δικαιωμάτων εκπομπών διατηρήθηκε στο 57%. Ωστόσο, το ποσοστό μείωσης του ανώτατου ορίου εκπομπών αυξήθηκε από 1,74% σε 2,2%. Η πρακτική της δωρεάς δικαιωμάτων εκπομπών παρατάθηκε μέχρι το 2030.

Η ισχύουσα οδηγία για το ΣΕΔΕ που διέπει τη λειτουργία του συστήματος εμπορίας εκπομπών της φάσης 4 συνάδει με τον υφιστάμενο στόχο της ΕΕ για μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου το 2030 κατά 40% σε σύγκριση με τα επίπεδα του 1990. Ο νέος στόχος της ΕΕ-27 για μείωση των καθαρών εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου κατά τουλάχιστον 55% σε σύγκριση με τα επίπεδα του 1990 έως το 2030 Προκειμένου να ευθυγραμμιστεί με τον κλιματικό στόχο, η οδηγία πρόκειται να τροποποιηθεί εκ νέου στο πλαίσιο της νομοθετικής δέσμης "Fit for 55".

5.5 Η ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΟΥ ΣΕΔΕ ΣΤΗΝ ΕΕ

Μια ανάλυση των εκπομπών που καλύπτονται από το ΣΕΔΕ της ΕΕ δείχνει αρχικά ότι όλα τα κράτη μέλη έχουν μειώσει τις εκπομπές τους κατά 15% έως 58% μεταξύ 2005 και 2020.

Η Ελλάδα σημείωσε την Τρίτη μεγαλύτερη μείωση των εκπομπών από τους τομείς που καλύπτονται από το ΣΕΔΕ από τη δημιουργία του το 2005 έως το τέλος της τρίτης φάσης το 2020, με μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου κατά 56,3 και μείωση κατά 22,8% μεταξύ 2019 και 2020, καταλαμβάνοντας την πέμπτη θέση μεταξύ των 27 κρατών μελών της ΕΕ.

Η μεγαλύτερη μείωση σε σχέση με το 2005 σημειώθηκε στη Δανία (-58,3%), ενώ η Εσθονία κατέχει την πρώτη θέση με μείωση των εκπομπών κατά 34% μεταξύ 2019 και

2020. Στις τελευταίες θέσεις της κατάταξης, με τις μικρότερες μειώσεις των εκπομπών μεταξύ 2005 και 2020 ήταν η Κύπρος με ποσοστό -15,2%, οι Κάτω Χώρες με ποσοστό -17,7% και η Ιρλανδία με ποσοστό -20,9%.

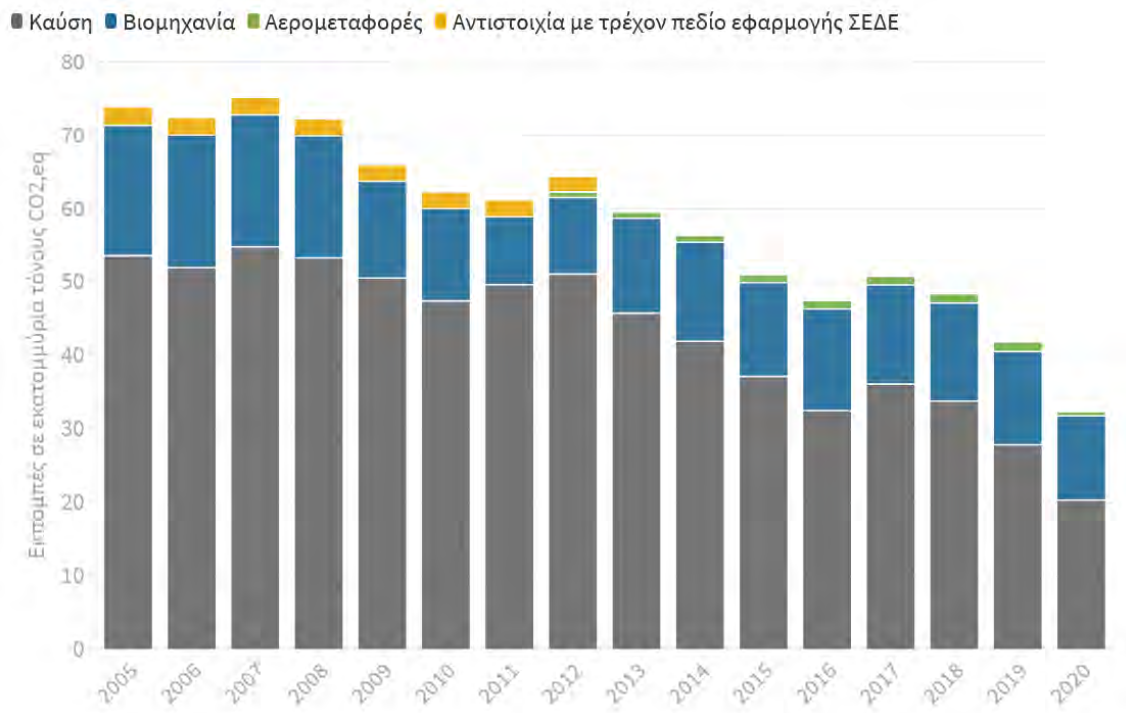
5.6 Η ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΟΥ ΣΕΔΕ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Οι επιδόσεις της Ελλάδας σε τομείς που υπόκεινται στο ΣΕΔΕ είναι σημαντικά καλύτερες από τον ευρωπαϊκό μέσο όρο, καθώς οι εκπομπές έχουν μειωθεί κατά 56,3% από την έναρξη λειτουργίας του. Ωστόσο, η πρόοδος που έχει επιτευχθεί μέχρι στιγμής σε διάφορους τομείς του ΣΕΔΕ απέχει ακόμη πολύ από τον στόχο μείωσης των εκπομπών κατά 74% που έχει θέσει το υφιστάμενο ΕΣΕΚ. Αυτός ο στόχος αναμένεται να γίνει πιο φιλόδοξος σε μια επερχόμενη αναθεώρηση, καθώς η χώρα αναμένεται να ευθυγραμμιστεί με τον νέο κλιματικό στόχο της ΕΕ των 27 για μείωση των καθαρών εκπομπών τουλάχιστον κατά 55% έως το 2030, ώστε να ταιριάζει με τα επίπεδα του 1990 συνολικά.

Όπως και στην περίπτωση της ΕΕ27, είναι σαφές ότι οι εκπομπές από τον τομέα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας αντιπροσωπεύουν το μεγαλύτερο μερίδιο των ελληνικών εκπομπών, με το μερίδιο να κυμαίνεται μεταξύ 81,3% (2011) και 62,9% (2020). Κατά τις δύο πρώτες φάσεις του ΣΕΔΕ (2005-2012), το μερίδιο του κλάδου παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας στις συνολικές εκπομπές ΣΕΔΕ στην Ελλάδα αυξήθηκε από 72,6% σε 79,5%, ενώ το μερίδιο της βιομηχανίας μειώθηκε από 24% σε 16,2%. Αντίθετα, μεταξύ 2013 και 2020, όταν οι συνολικές εκπομπές ETS στην Ελλάδα ήταν πιο περιορισμένες, το μερίδιο του κλάδου παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας μειώθηκε από 77% σε 63%, ενώ το αντίστοιχο μερίδιο της βιομηχανίας αυξήθηκε από 22% σε 35,6%.

Οι αερομεταφορές παρουσίασαν αλματώδη αύξηση της τάξης του 66% στην περίοδο

2013-2019.

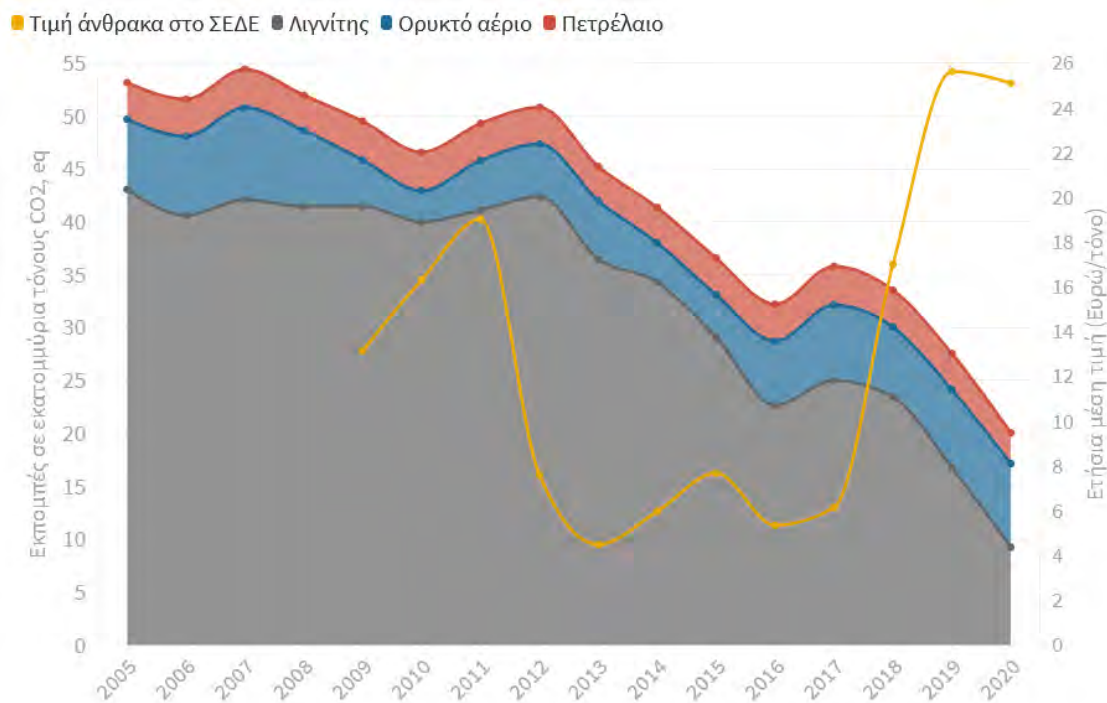


Γράφημα 7: Κατανομή εκπομπών αερίων θερμοκηπίου του ΣΕΔΕ στην Ελλάδα ανά τομέα για τη περίοδο 2005-2020. Με κίτρινο οι εκπομπές των εγκαταστάσεων που δεν συμπεριλαμβάνονταν στο ΣΕΔΕ μέχρι το 2012.

5.6.1 Ο ΤΟΜΕΑΣ ΤΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ

Οι συνολικές εκπομπές στο συγκεκριμένο τομέα μειώθηκαν από 53,5 εκατομμύρια τόνους το 2005 σε 20,3 εκατομμύρια τόνους το 2020 (-62%). Είναι σαφές ότι ο λιγνίτης έχει μακράν τη μεγαλύτερη συνεισφορά στις εκπομπές CO₂ του κλάδου από τότε που άρχισε να λειτουργεί το ETS το 2020. Οι λιγνιτικές μονάδες της ΔΕΗ εξέπεμψαν συνολικά 529 εκατομμύρια τόνους διοξειδίου του άνθρακα, αντιπροσωπεύοντας το 77% των συνολικών εκπομπών από τη βιομηχανία ηλεκτροπαραγωγής και θερμικής ενέργειας την περίοδο 2005-2020. Η παραγωγή λιγνίτη παρέμεινε σχεδόν σταθερή κατά τις δύο πρώτες φάσεις του ΣΕΔΕ (2005-2012), με τη συντριπτική πλειονότητα των δικαιωμάτων εκπομπών να χορηγούνται, αλλά περιορίστηκε το 2013, όταν οι λιγνιτικές μονάδες της

ΔΕΗ αναγκάστηκαν να πληρώσουν για τις εκπομπές CO₂. Εκπομπές λιγνίτη από 2013 έως 2018 παρουσίασαν μείωση της τάξης του 35,7%.



Γράφημα 8: Εξέλιξη των εκπομπών στον τομέα παραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας ανά καύσιμο και της ετήσιας μέσης τιμής CO₂,eq στο ΣΕΔΕ.

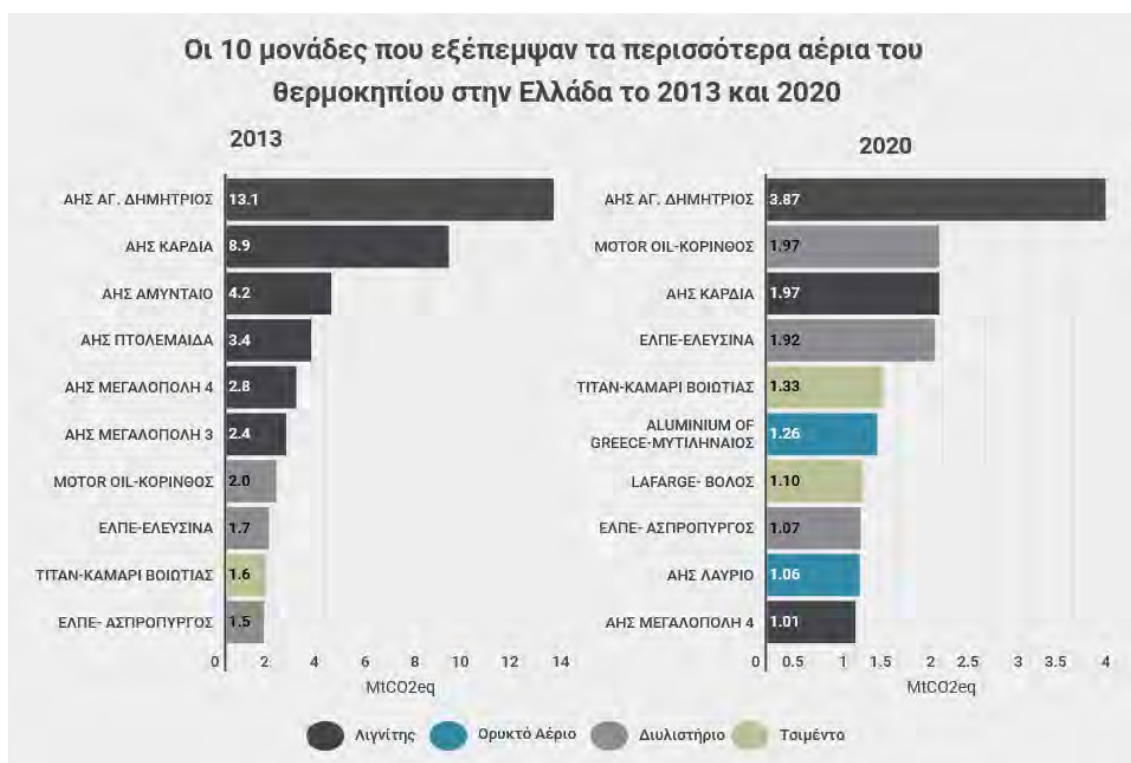
Επομένως, μπορεί να συναχθεί το συμπέρασμα ότι ο σημαντικότερος παράγοντας για τη μείωση των εκπομπών από τον τομέα της ηλεκτροπαραγωγής και της θερμότητας, και συνεπώς από το ελληνικό ΣΕΔΕ, κατά την περίοδο 2005-2020, ήταν η σημαντική μείωση της λιγνιτικής παραγωγής, η οποία ξεκίνησε το 2013 και κλιμακώθηκε κατά την περίοδο 2018-2020.

Στη δεύτερη θέση βρίσκονταν οι σταθμοί ηλεκτροπαραγωγής με καύση ορυκτών αερίων, οι οποίοι επιβάρυναν την ατμόσφαιρα με συνολικά 95,2 εκατομμύρια τόνους CO₂, ήτοι το 13,8% των συνολικών εκπομπών του τομέα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας. Οι εκπομπές των εν λόγω σταθμών ηλεκτροπαραγωγής παρουσίασαν διαχρονικές διακυμάνσεις, αντανακλώντας αντίστοιχες μεταβολές τόσο στο κόστος των

καυσίμων όσο και στο ρυθμιστικό πλαίσιο της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας.

Τέλος, οι εκπομπές από πετρελαϊκές εγκαταστάσεις δεν παρουσίασαν ιδιαίτερες αυξομειώσεις.

5.6.2 ΟΙ ΜΟΝΑΔΕΣ ΜΕ ΤΗ ΜΕΓΑΛΥΤΕΡΗ ΕΚΠΟΜΠΗ ΑΕΡΙΩΝ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ



Γράφημα 9: Οι 10 μονάδες στην Ελλάδα που εξέπεμψαν τα περισσότερα αέρια θερμοκηπίου το 2013 και το 2020.

Ο ατμοηλεκτρικός σταθμός (ΑΗΣ) Αγίου Δημητρίου ήταν ο πιο ρυπογόνος σταθμός παραγωγής ενέργειας στην Ελλάδα και τα δύο έτη. Το 2013 εξέπεμψε 13,1 εκατομμύρια τόνους CO₂, έναν από τους πιο ρυπογόνους σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής στην Ευρώπη, ωστόσο μείωσε κατά 70% το 2020 την εκπομπή του.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

6.1 ΟΡΙΣΜΟΣ

Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας ή πράσινη ενέργεια είναι η ενέργεια που προέρχεται από φυσικές διεργασίες και είναι ανανεώσιμη με την πάροδο του χρόνου. Οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας ή ΑΠΕ όπως συχνά ονομάζονται αξιοποιούν τη δύναμη του ήλιου, του ανέμου και της θερμότητας από τον πυρήνα της γης και τη μετατρέπουν σε αξιοποιήσιμη ενέργεια.

6.2 ΚΥΡΙΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΑΠΕ

Τα κύρια χαρακτηριστικά των ΑΠΕ είναι τα κάτωθι:

- Είναι μια φυσική πηγή ενέργειας (ηλιακή, υδάτινη, εναέρια, γεωθερμική, βιομάζα).
- Είναι άφθονες
- Η αξιοποίησή τους δεν απαιτεί ενεργητική παρέμβαση (άντληση, εξόρυξη, καύση κ.λπ.)
- Η χρήση τους εκμεταλλεύεται τις ενεργειακές ροές που υπάρχουν ήδη στη φύση.
- Η χρήση τους δεν ρυπαίνει το περιβάλλον.
- Συμβάλλει στη μείωση της χρήσης πετρελαίου και της εξάρτησης από το πετρέλαιο.
- Ο ενεργειακός εφοδιασμός είναι πιο ασφαλής
- Βελτιώνει την ποιότητα του περιβάλλοντος
- Επιλύει το πρόβλημα της εξάντλησης των μη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

6.3 ΚΥΡΙΑ ΕΙΔΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΑΠΕ

1. Ηλιακή ενέργεια

Τα φωτοβολταϊκά συστήματα, είναι συστήματα κατασκευασμένα από πυρίτιο, τα οποία έχει την ικανότητα να μετατρέπουν την ακτινοβολία του ήλιου σε ηλεκτρική ενέργεια όταν αυτή προσπίπτει σε αυτά. Τα φωτοβολταϊκά συστήματα είναι η πιο διαδεδομένη ανανεώσιμη πηγή ενέργειας στην Ελλάδα.

2. Αιολική ενέργεια

Ανεμογεννήτριες είναι συστήματα που εκμεταλλεύονται τον άνεμο για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Αυτή η πηγή ενέργειας χρησιμοποιείται επίσης ευρέως στη χώρα μας. Οι ανεμογεννήτριες είναι εγκατεστημένες σε νησιά καθώς και σε πλαγιές βουνών.

3. Γεωθερμική ενέργεια

Η μαγεία της γης είναι ότι δεν μας παρέχει πηγή ενέργειας μόνο εξωτερικά, αλλά και στον πυρήνα της. Η θερμότητα από το λιωμένο μάγμα στα βαθύτερα στρώματα μεταφέρεται στην επιφάνεια και μετατρέπεται σε ζεστό νερό και ατμό.

4. Υδροηλεκτρική ενέργεια

Τα υδροηλεκτρικά έργα (φράγματα, υδροστρόβιλοι, κ.λπ.) χρησιμοποιούν τις φυσικές διεργασίες του κύκλου του νερού για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

5. Ενέργεια από βιομάζα

Η χρήση βιομάζας ως καύσιμο αντί για ορυκτά καύσιμα. Ως βιομάζα νοείται κάθε υλικό οργανικής ή βιολογικής προέλευσης. Στη βιομάζα περιλαμβάνονται επίσης τα δασικά προϊόντα και τα υπολείμματα καλλιεργειών, τα υπολείμματα παραγωγής κτηνοτροφικών και υδρόβιων προϊόντων, καθώς και τα αστικά λύματα βιολογικής προέλευσης. Η πιο γνωστή μορφή βιομάζας στην Ελλάδα είναι τα pellets, τα οποία προκύπτουν από τη συμπίεση πριονιδιών χωρίς την προσθήκη συγκολλητικών ή άλλων χημικών ουσιών.

6.4 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΑΠΕ

Τα κυριότερα πλεονεκτήματα των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας είναι:

- ✓ Είναι φιλικά προς το περιβάλλον, καθώς δεν έχουν σχεδόν καθόλου υπολείμματα
- ✓ Είναι ανεξάντλητα και άφθονα ,σε αντίθεση με τα ορυκτά καύσιμα (π.χ. πετρέλαιο),τα οποία είναι γνωστό ότι αργά ή γρήγορα εξαντλούνται.
- ✓ Συνεισφέρουν στην ενεργειακή αυτάρκεια και στην ασφάλεια του ενεργειακού εφοδιασμού της χώρας στο σύνολό της.
- ✓ Επιτρέπουν στους ανθρώπους να επιλέγουν την ενεργειακή πηγή που ταιριάζει καλύτερα στις ανάγκες τους και να χρησιμοποιούν τους ενεργειακούς πόρους πιο ορθολογικά.
- ✓ Είναι εύκολο να κατασκευαστούν και να συντηρηθούν και έχουν πολύ μεγάλη διάρκεια ζωής.
- ✓ Έχουν χαμηλό κόστος λειτουργίας και δεν επηρεάζονται από τις διεθνείς οικονομικές διακυμάνσεις όπως συμβαίνει με τα συμβατικά καύσιμα.
- ✓ Είναι εντελώς ακίνδυνα για τον ανθρώπινο οργανισμό.

6.5 ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΑΠΕ

Τα κυριότερα μειονεκτήματα των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας είναι:

- ✓ Ο βαθμός απόδοσης είναι αρκετά χαμηλός (κάτω από 30%), πράγμα που σημαίνει ότι πρέπει να εγκατασταθούν σε μεγάλες ποσότητες και είναι και σε μεγάλες επιφάνειες. Για το λόγο αυτό οι ΑΠΕ χρησιμοποιούνται συνήθως ως συμπληρωματική πηγή ενέργειας.
- ✓ Τα φωτοβολταϊκά συστήματα, οι ανεμογεννήτριες και τα υδροηλεκτρικά έργα εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από το τοπικό κλίμα της περιοχής εγκατάστασης.

- ✓ Είναι μεγάλα σε όγκο και πολλές φορές θορυβώδεις κατασκευές.

Φυσικά η εξέλιξη της τεχνολογίας έχει βελτιώσει σε μεγάλο βαθμό τα μειονεκτήματα.

6.6 Η ΣΠΟΥΔΑΙΟΤΗΤΑ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΤΩΝ ΑΠΕ

Η παραγωγή ενέργειας αντιπροσωπεύει περισσότερο από τα τρία τέταρτα των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου στην ΕΕ. Αυτό περιλαμβάνει την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, τη θέρμανση και τις μεταφορές. Η αύξηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας διαδραματίζει καθοριστικό ρόλο στη μείωση των εκπομπών στον τομέα της ενέργειας και στην επίτευξη των φιλόδοξων στόχων της ΕΕ για κλιματική ουδετερότητα μέχρι το 2050. Η ανάπτυξη των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας μειώνει επίσης την εξάρτηση των χωρών της ΕΕ από τις εισαγωγές ενέργειας και μειώνει την ευπάθειά τους σε διαταραχές των τιμών. Περισσότερο από το 20% της ενέργειας που καταναλώνεται στην ΕΕ προέρχεται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, υπερδιπλάσιο σε σύγκριση με το 2004. Ο στόχος του 2030 ήταν 32% , στόχος ο οποίος όμως διαφοροποιήθηκε προς μεγαλύτερο ποσοστό.

Τον Σεπτέμβριο του 2023, το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο, μαζί με το Συμβούλιο, ψήφισαν υπέρ μιας συμφωνίας με στόχο το 42,5% των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας μέχρι το 2030. Οι χώρες της ΕΕ καλούνται να αγωνιστούν για ένα μερίδιο 45%.

Το 2021 η κατανάλωση ενέργειας της ΕΕ που προέρχεται από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας άγγιξε το 21,8%.

Πίνακας 1 : Το ποσοστό ενέργειας που προέρχεται από ΑΠΕ στα κράτη μέλη της ΕΕ.

	2016	Στόχος 2020	Στοιχεία του 2020 (επίδοση)
Σουηδία	53,8	49	60,1
Φιλανδία	38,7	38	43,8
Λετονία	37,2	40	42,1
Αυστρία	33,5	34	36,5
Δανία	32,2	30	31,6
Εσθονία	28,8	25	30,2
Πορτογαλία	28,5	31	34,0
Κροατία	28,3	20	31,0
Λιθουανία	25,6	23	26,8
Ρουμανία	25	24	24,5
Σλοβενία	21,3	25	25,0
Βουλγαρία	18,8	16	23,3
Ιταλία	17,4	17	20,4
Ισπανία	17,3	20	21,2
<i>Μέσος όρος της ΕΕ</i>	17	20	22
Γαλλία	16	23	19,1
Ελλάδα	15,2	18	21,7
Τσεχία	14,9	13	17,3
Γερμανία	14,8	18	19,3
Ουγγαρία	14,2	13	13,9
Σλοβακία	12	14	17,3
Πολωνία	11,3	15	16,1
Ιρλανδία	9,5	16	16,2
Κύπρος	9,3	13	16,9
Βέλγιο	8,7	13	13,0
Μάλτα	6	10	10,7
Κάτω Χώρες	6	14	14,0

Λουξεμβούργο	5,4	11	11,7
--------------	-----	----	------

Πηγή: Eurostat

6.7 Η ΘΕΣΗ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ ΣΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΜΕΣΩ ΑΠΕ

Σύμφωνα την τελευταία έκθεση της Ember, η Ελλάδα καταλαμβάνει την 7^η θέση παγκοσμίως στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές. Συγκεκριμένα το 20,7 % προέρχεται από τις ανεμογεννήτριες και του 12,6 % από τα φωτοβολταϊκά πάνελ.



Γράφημα 10: Η Ελλάδα μεταξύ των χωρών με τη μεγαλύτερη συμμετοχή των ΑΠΕ στο ενεργειακό μείγμα.

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Η μεθοδολογία που χρησιμοποιήθηκε για την εκπόνηση της εργασίας και για το θεωρητικό μέρος της είναι ανασκόπηση της διαθέσιμης ελληνικής και διεθνούς βιβλιογραφίας, επιστημονικών άρθρων, περιοδικών και βιβλίων. Επίσης έγινε πλοήγηση στο διαδίκτυο. Η αναζήτηση επικεντρώθηκε κυρίως σε ξενόγλωσσα επιστημονικά περιοδικά και άρθρα.

Η μεθοδολογία περιλαμβάνει κεφάλαια όπου αναλύουν το φαινόμενο του θερμοκηπίου, την έννοια του φόρου του άνθρακα καθώς και τις παγκόσμιες δράσεις που έχουν αποφασιστεί για τον περιορισμό της κλιματικής αλλαγής. Ειδικότερα τα κεφάλαια μπορούν να οργανωθούν ως εξής:

- Το φαινόμενο του θερμοκηπίου και η συγκέντρωση των αερίων στην ατμόσφαιρα
- Οι λόγοι των αυξημένων εκπομπών αερίων και οι πηγές προέλευσής τους
- Οι χώρες και οι τομείς με την μεγαλύτερη παραγωγή αερίων του θερμοκηπίου.
- Η Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία και η δέσμη μέτρων «fit for 55»
- Η Σύμβαση Πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών και οι συμφωνίες σταθμοί για τη μείωση εκπομπής των βλαβερών αερίων και τον μετριασμό της κλιματικής αλλαγής
- Η έννοια του φόρου του άνθρακα και η επιβολή του σε διάφορα κράτη
- Το σύστημα εμπορίας δικαιωμάτων εκπομπών της ΕΕ, οι φλασεις ανάπτυξής του, η εξέλιξή του στην Ευρώπη

- Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα που παρουσιάζουν και η θέση της Ελλάδας στην παραγωγή ενέργειας μέσω ΑΠΕ

Στο θεωρητικό μέρος της εργασίας ξεδιπλώνεται η έννοια του φόρου του άνθρακα και γίνεται αναφορά στις διεθνείς συμφωνίες και πρωτόκολλα που πάρθηκαν και είχαν ως στόχο τα κράτη να είναι σε θέση να επιτύχουν διάφορους περιβαλλοντικούς στόχους.

Στο ερευνητικό μέρος παρουσιάζονται παραδείγματα επιβολής του φόρου του άνθρακα σε διάφορα κράτη , η εξέλιξή τους στην υλοποίηση των στόχων τόσο για τη μείωση των εκπομπών CO₂ όσο και για την εγκατάσταση και προμήθεια ενέργειας μέσω των Ανανεώσιμων Πηγών.

ΑΝΑΛΥΣΗ- ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Σύμφωνα με έρευνες, αυτοί οι περιβαλλοντικοί φόροι και συγκεκριμένα οι φόροι του άνθρακα μπορούν να μειώσουν αποτελεσματικά τις ανεξέλεγκτες εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου. 77 χώρες και περισσότερες από 100 πόλεις έχουν δεσμευτεί για μηδενικές εκπομπές έως το 2050. Από το 2019, 25 χώρες έχουν εφαρμόσει ή σχεδιάζουν να εφαρμόσουν φόρους άνθρακα και 46 χώρες έχουν εφαρμόσει κάποια μορφή τιμολόγησης άνθρακα μέσω φόρων άνθρακα ή συστημάτων εμπορίας εκπομπών.

Έχουν διεξαχθεί διάφορες μελέτες, οι οποίες δείχνουν ότι η επιβολή του φόρου του άνθρακα συμβάλει σημαντικά στη μείωση των εκπομπών των αερίων θερμοκηπίου. Οι περισσότεροι οικονομολόγοι πιστεύουν ότι ο φόρος άνθρακα είναι ο πιο αποτελεσματικός τρόπος περιορισμού της κλιματικής αλλαγής με τις λιγότερο αρνητικές οικονομικές επιπτώσεις.

Ο στόχος της εφαρμογής ενός λειτουργικού φόρου άνθρακα είναι να συνυπολογίσει το κόστος του μετριασμού της περιβαλλοντικής βλάβης κατά τη λήψη αποφάσεων τιμολόγησης. Οι Jaffe et al. (2002) υποστηρίζουν ότι ο φόρος εκπομπών CO₂ παραμένει η πιο αποδοτική από οικονομική άποψη μέθοδος ενσωμάτωσης του περιβαλλοντικού κόστους στις τιμές των τελικών προϊόντων. Επιπλέον, ο φόρος αντιμετωπίζει κενά στο σύστημα που προέκυψαν μετά την έναρξη του συστήματος εμπορίας εκπομπών της ΕΕ (EU ETS), το οποίο ασχολείται κυρίως με τα δικαιώματα της Ευρωπαϊκής Ένωσης (EUA) και στοχεύει σημαντικούς ρυπαίνοντες (Leu and Betz, 2016).

Ορισμένες σκανδιναβικές χώρες ήταν οι πρωτοπόροι στην εφαρμογή της φορολογίας του άνθρακα στην Ευρώπη. Οι ειδικοί φορολογικοί κανονισμοί διαφέρουν από χώρα σε χώρα. Η Σουηδία και η Δανία αποτελούν παράδειγμα χωρών με υψηλότερα επίπεδα αποτελεσματικών φόρων άνθρακα. Για παράδειγμα, η Δανία προσφέρει εξαιρέσεις σε

εταιρείες παραγωγής ενέργειας έντασης ενέργειας, εάν έχουν συνάψει συμφωνίες ενεργειακής απόδοσης. Είναι προφανές ότι οι σκανδιναβικές χώρες έχουν αποκτήσει σημαντική τεχνογνωσία στην εφαρμογή του φόρου άνθρακα. Ομοίως, η Σλοβενία, μαζί με τη Σουηδία και τη Δανία, επιβάλλει φόρους σε όλα τα ορυκτά καύσιμα.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ- ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Η κλιματική αλλαγή είναι το σημαντικότερο περιβαλλοντικό ζήτημα που προβλέπεται να έχει σοβαρές επιπτώσεις παγκοσμίως, ιδίως στις αναπτυσσόμενες χώρες. Η κλιματική αλλαγή φαίνεται να έχει πολύπλοκες επιπτώσεις με διάφορους τρόπους, όπως η αυξημένη αβεβαιότητα των βροχοπτώσεων, η αυξημένη συχνότητα και ένταση των πλημμυρών και των ξηρασιών, με όχι μικρό αντίκτυπο στη γεωργία.

Το αντίκτυπο της κλιματικής αλλαγής δεν περιορίζεται μόνο στον φυσικό κόσμο αλλά επεκτείνεται τόσο στην κοινωνία, στις υποδομές, την ενέργεια καθώς και την γεωργική παραγωγή. Η φύση διαταράσσεται λόγω των ακραίων καιρικών φαινομένων με υψηλές θερμοκρασίες, ξηρασίες, πλημμύρες και δασικές πυρκαγιές.

Ο φόρος του άνθρακα μπορεί να επιβληθεί σε διάφορες φάσεις της αλυσίδας παραγωγής και κατανάλωσης, συμπεριλαμβανομένης της παραγωγής ενέργειας, των βιομηχανικών δραστηριοτήτων και των μεταφορών. Σε ορισμένες περιπτώσεις, ο φόρος του άνθρακα μπορεί να επιβληθεί και σε εισαγόμενα προϊόντα που παράγονται με υψηλές εκπομπές CO₂.

Οι φόροι του άνθρακα αποτελούν ένα κομβικό μέσο για την εφαρμογή πολιτικών κλιματικής αλλαγής και της μετάβασης σε πιο βιώσιμες πρακτικές. Ωστόσο, είναι ένα ζήτημα που είναι συχνά αμφιλεγόμενο, καθώς μπορεί να έχει επιπτώσεις στην οικονομία και να προκαλέσει ανησυχίες για την κοινωνική δικαιοσύνη. Επίσης, η αποτελεσματικότητα του φόρου του άνθρακα εξαρτάται από τον τρόπο εφαρμογής και τη συνολική πολιτική πλαίσιο.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ελληνική

Συνέδριο, Ε. Ε. (2022). Επισκόπηση 01/2022: Φορολογία της ενέργειας, τιμολόγηση των ανθρακούχων εκπομπών και ενεργειακές επιδοτήσεις.

Τσακαλάκης, Κ. Γ. Το φαινόμενο του θερμοκηπίου και η επίδραση της καύσης των ορυκτών καυσίμων και των ανθρωπογενών δραστηριοτήτων στην εξέλιξή του.

Ξενόγλωσση

Agostini, P., Botteon, M., & Carraro, C. (1992). A carbon tax to reduce CO₂ emissions in Europe. *Energy Economics*, 14(4), 279-290.

Alberici, S. et al. (2014), Subsidies and Costs of EU Energy – Final Report and Annex 3, Ecofys.

Alper, A. E. (2017). Analysis of carbon tax on selected European countries: Does carbon tax reduce emissions. *Applied Economics and Finance*, 5(1), 29-36.

Allen, M.R., Dube, O.P., Solecki, W., Aragón-Durand, F., Cramer, W., Humphreys, S., Kainuma, M., Kala, J., Mahowald, N., Mulugetta, Y., Perez, R., Wairiu, M., Zickfeld, K., 2018. Framing and context. In: Masson-Delmotte, V., Zhai, P., Pörtner, H.-O., Roberts, D., Skea, J., Shukla, P.R., Pirani, A., Moufouma-Okia, W., Péan, C., Pidcock, R., Connors, S., Matthews, J.B.R., Chen, Y., Zhou, X., Gomis, M.I., Lonnoy, E., Maycock, T., Tignor, M., Waterfield, T. (Eds.), *Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the Impacts of Global Warming of 1.5°C above Pre-industrial Levels and Related Global Greenhouse Gas Emission Pathways, in the Context of Strengthening the Global Response to the Threat of Climate Change, Sustainable Development, and Efforts to Eradicate Poverty*. IPCC (in press).

Anderson, J. W. (1997). *The Kyoto protocol on climate change*. Resources for the Future: Washington, DC.

Asselin, A., Rabaud, S., Catalan, C., Leveque, B., L'Haridon, J., Martz, P., Neveux, G., 2020. Product Biodiversity Footprint: a novel approach to compare the impact of products on biodiversity combining Life Cycle Assessment and Ecology. *J. Clean. Prod.* 248.

Bellard, C., Bertelsmeier, C., Leadley, P., Thuiller, W., Courchamp, F., 2012. Impacts of climate change on the future of biodiversity. *Ecol. Lett.* 15 (4), 365-377.

Bernstein, S. (2002). International institutions and the framing of domestic policies: The

Kyoto Protocol and Canada's response to climate change. *Policy Sciences*, 35, 203-236.
Breidenich, C., Magraw, D., Rowley, A., & Rubin, J. W. (1998). The Kyoto protocol to the United Nations framework convention on climate change. *American Journal of International Law*, 92(2), 315-331.

Ceballos, G., Ehrlich, P.R., Barnosky, A.D., García, A., Pringle, R.M., Palmer, T.M., 2015. Accelerated modern human-induced species losses: entering the sixth mass extinction. *Sci. Adv.* 1 (5).

Conley, D.J., Paerl, H.W., Howarth, R.W., Boesch, D.F., Seitzinger, S.P., Havens, K.E., Lancelot, C., Likens, G.E., 2009. Ecology - controlling eutrophication: nitrogen and phosphorus. *Science* 323 (5917), 1014e1015

Dimitrov, R. S. (2016). The Paris agreement on climate change: Behind closed doors. *Global environmental politics*, 16(3), 1-11.

Durojaye, O., Laseinde, T., Oluwafemi, I., 2020. A descriptive review of carbon footprint. In: Ahram, T., Karwowski, W., Pickl, S., Tajar, R. (Eds.), *Human Systems Engineering and Design II*. Springer., Cham, pp. 960–968. https://doi.org/10.1007/978-3-030-27928-8_144.

Gosling, S.N., Arnell, N.W., 2016. A global assessment of the impact of climate change on water scarcity. *Climatic Change* 134 (3), 371e385.

Grubb, M. (2004). The economics of the Kyoto Protocol. *The Economics of Climate Change*, 3, 72.

Haddeland, I., Heinke, J., Biemans, H., Eisner, S., Flörke, M., Hanasaki, N., Konzmann, M., Ludwig, F., Masaki, Y., Schewe, J., Stacke, T., Tessler, Z.D., Wada, Y., Wisser, D., 2014. Global water resources affected by human interventions and climate change. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 111 (9), 3251e3256.

Han, Y., Tan, Q., Zhang, T., Wang, S., Zhang, T., & Zhang, S. (2024). Development of an assessment-based planting structure optimization model for mitigating agricultural greenhouse gas emissions. *Journal of Environmental Management*, 349, 119322.

Hájek, M., Zimmermannová, J., Helman, K., & Rozenský, L. (2019). Analysis of carbon tax efficiency in energy industries of selected EU countries. *Energy Policy*, 134, 110955.

Kaufman, N. et al. (2020), “A near-term to net zero alternative to the social cost of carbon for setting carbon prices”, *Nature Climate Change*, <https://doi.org/10.1038/s41558-020-0880-3>

Kiem, A.S., Johnson, F., Westra, S., van Dijk, A., Evans, J.P., O'Donnell, A., Rouillard, A., Barr, C., Tyler, J., Thyer, M., Jakob, D., Woldemeskel, F., Sivakumar, B., Mehrotra, R., 2016. Natural hazards in Australia: droughts. *Climatic Change* 139

(1), 37e54.

Lal, R., 2004. Carbon emission from farm operations. *Environ. Int.* 30, 981–990. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2004.03.005>.

Lelieveld, J., Evans, J.S., Fnais, M., Giannadaki, D., Pozzer, A., 2015. The contribution of outdoor air pollution sources to premature mortality on a global scale. *Nature* 525 (7569), 367e371.

Lesnikowski, A., Ford, J., Biesbroek, R., Berrang-Ford, L., Maillet, M., Araos, M., & Austin, S. E. (2017). What does the Paris Agreement mean for adaptation?. *Climate Policy*, 17(7), 825-831.

Nastis, S. A., & Mattas, K. (2018). Income elasticity of willingness-to-pay for a carbon tax in Greece. *International Journal of Global Warming*, 14(4), 510-524.

Nicoletti, G., & Oliveira-Martins, J. (1993). Global effects of the European carbon tax. In *The European carbon tax: An economic assessment* (pp. 15-48). Dordrecht: Springer Netherlands.

Rees, W.E., 1992. Ecological footprints and appropriated carrying capacity: what urban economics leaves out. *Environ. Urbanization* 4 (2), 121e130.

Rees, W., Wackernagel, M., 1996. Urban ecological footprints: why cities cannot be sustainable - and why they are a key to sustainability. *Environ. Impact Assess.*
Rockström, J., Steffen, W., Noone, K., Persson, A., Chapin III, F.S., Lambin, E., Lenton, T.M., Scheffer, M., Folke, C., Schellnhuber, H.J., Nykvist, B., de Wit, C.A., Hughes, T., van der Leeuw, S., Rodhe, H., Sörlin, S., Snyder, P.K., Costanza, R., Svedin, U., Falkenmark, M., Karlberg, L., Corell, R.W., Fabry, V.J., Hansen, J., Walker, B., Liverman, D., Richardson, K., Crutzen, P., Foley, J., 2009b. Planetary boundaries: exploring the safe operating space for humanity. *Ecol. Soc.* 14 (2).

Pearson, M., & Smith, S. (1991). The European carbon tax: an assessment of the European Commission's proposals (No. R39). IFS Report.

Savaresi, A. (2016). The Paris Agreement: a new beginning?. *Journal of Energy & Natural Resources Law*, 34(1), 16-26.

Shi, H., Yang, S., Li, R., Li, X., Li, W., Yan, J., Miao, Q., Li, Z., 2020. Water-saving irrigation and utilization efficiency of water and fertilizer in Hetao Irrigation District of Inner Mongolia: prospect for future research. *J. Irrig. Drain.* 39, 1–12. <https://doi.org/10.13522/j.cnki.ggps.2020155>.

Sinden, G. (2009). The contribution of PAS 2050 to the evolution of international greenhouse gas emission standards. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 14, 195-203.

Tan, Q., 2015. A fuzzy evacuation management model oriented toward the mitigation of

emissions. *J. Environ. Inform.* 25, 117–125. <https://doi.org/10.3808/jei.201400272>.
FAO, 2022. *World food and agriculture - statistical Yearbook 2022*. Rome. <https://doi.org/10.4060/cc2211en>.

Wollenberg, E., Richards, M., Smith, P., Havlik, P., Obersteiner, M., Tubiello, F.N., Herold, M., Gerber, P., Carter, S., Reisinger, A., Vuuren, D.P.V., Dickie, A., Neufeldt, H., Sander, B.O., et al., 2016. Reducing emissions from agriculture to meet the 2 degrees C target. *Globa. Chang. Biol.* 22, 3859–3864. <https://doi.org/10.1111/gcb.13340>.

Yue, T., Liu, H., Long, R., Chen, H., Gan, X., Liu, J., 2020. Research trends and hotspots related to global carbon footprint based on bibliometric analysis: 2007-2018. *Environ. Sci. Pollut. Res. Int.* 27, 17671–17691. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-08158-9>.

Zhang, L., Wang, C., Bahaj, A.S., 2014. Carbon emissions by rural energy in China. *Renew. Energ.* 66, 641–649. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2014.01.005>.

Zhang, T., Tan, Q., Yu, X., Zhang, S., 2020a. Synergy assessment and optimization for water-energy-food nexus: modeling and application. *Renew. Sust. Energ. Rev.* 134, 110059 <https://doi.org/10.1016/j.rser.2020.110059>.

Διαδίκτυο

https://commission.europa.eu/index_el ,Ανακτήθηκε στις 8 Ιανουαρίου 2024

<https://www.climatewatchdata.org/> Ανακτήθηκε στις 26 Ιανουαρίου 2024

<https://www.wri.org/> World Resources Institute . Ανακτήθηκε στις 26 Ιανουαρίου 2024