ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΧΗΜΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ – ΤΟΜΕΑΣ ΙΙ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ

Ανάλυση προσδιοριστικών παραγόντων των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα από την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στην Ευρωπαϊκή Ένωση και μελέτη της αποσύνδεσης τους από το ΑΕΠ της κάθε χώρας

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Κοσμαδάκης Βασίλειος

Επιβλέπων καθηγητής:

Άγγελος Τσακανίκας, Αναπληρωτής Καθηγητής ΕΜΠ

Αθήνα, Σεπτέμβριος 2020

ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΧΗΜΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ

Ανάλυση προσδιοριστικών παραγόντων των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα από την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στην Ευρωπαϊκή Ένωση και μελέτη της αποσύνδεσης τους από ΑΕΠ της κάθε χώρας

Διπλωματική Εργασία του φοιτητή
Κοσμαδάκη Βασίλειου

Επιβλέπων καθηγητής:
Άγγελος Τσακανίκας, Αναπληρωτής Καθηγητής ΕΜΠ

ΑΘΗΝΑ 2020

Πρόλογος

Η παρούσα εργασία εκπονήθηκε στο πλαίσιο των προπτυχιακών μου σπουδών στη Σχολή Χημικών Μηχανικών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου, όντας απαραίτητο εφόδιο για την απόκτηση του αντίστοιχου διπλώματος.

Αρχικά επιθυμώ να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή μου Άγγελο Τσακανίκα για την ευκαιρία να μελετήσω ένα θέμα που με ενδιέφερε πολύ κάτω από την καθοδήγηση του, καθώς και για τα ερεθίσματα που μου προσέφερε καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μου για να ασχοληθώ με ενεργειακά αλλά και τεχνικοοικονομικά ζητήματα από τη σκοπιά του χημικού μηχανικού. Οι ιδέες και οι γνώσεις που μου μετέφερε, εκτιμώ πως θα μου φανούν πολύτιμες σε όλη τη διάρκεια της σταδιοδρομίας μου. Στη συνέχεια, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους Μάριο Καρμέλλο, Μεταδιδακτορικό Ερευνητή στο Ινστιτούτο Κύπρου και Πέτρο Δήμα, υποψήφιο Διδάκτορα του ΕΒΕΟ, για την εξαιρετική καθοδήγηση και την εμπιστοσύνη που μου έδειξαν, βοηθώντας με να προχωρήσω ένα θέμα με το οποίο αμφότεροι καταπιάστηκαν στο παρελθόν. Με τις συμβουλές τους και τις παρατηρήσεις τους, η εργασία απέκτησε τη σφαιρική και ενημερωμένη της υπόσταση.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω τη μητέρα μου Γιώτα, τον πατέρα μου Νίκο και τον αδερφό μου Μύρωνα για την στήριξη που μου παρείχαν σε όλη τη διάρκεια των σπουδών μου, καθώς επίσης και τους φίλους μου και μελλοντικούς συναδέλφους Αλέξη, Ελευθερία, Δημήτρη, Γιάννη, Μηνά, Γιώργο, Φάνη για τις πολλές εμπειρίες και τη συνεργασία που είχαμε κατά τη διάρκεια των φοιτητικών μου χρόνων. Επιπλέον, θα ήθελα να ευχαριστήσω όλα τα παιδιά που συνεργάστηκαν μαζί μου στο Chemecon, καθώς η ομάδα αυτή με συνόδευσε στα 4 από τα 5 χρόνια των σπουδών μου και αποτέλεσε πολλές φορές κινητήρια δύναμη και κίνητρο για την πρόοδό μου.

Κοσμαδάκης Βασίλειος

Περίληψη

Το φαινόμενο του θερμοκηπίου αποτελεί ένα σύγχρονο πρόβλημα με αντίκτυπο όχι μόνο στο περιβάλλον αλλά και στην οικονομία. Οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα (CO_2) κατέχουν το μεγαλύτερο μερίδιο από τα αέρια του θερμοκηπίου και για αυτό η μείωση τους αποτελεί πρωταρχικό στόχο παγκοσμίως. Αντικείμενο της παρούσας εργασίας είναι η ανάλυση προσδιοριστικών παραγόντων της εξέλιξης των εκπομπών CO_2 από την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στην Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ) και η μελέτη αποσύνδεσης μεταξύ αυτών των εκπομπών και του Ακαθάριστου Εγχώριου Προϊόντος (ΑΕΠ) της Ένωσης αλλά και της εκάστοτε χώρας. Η μελέτη αφορά τις 27 χώρες της ΕΕ και το Ηνωμένο Βασίλειο για τη χρονική περίοδο 1998-2018.

Αρχικά, παρουσιάζεται το θεσμικό πλαίσιο γύρω από την κλιματική αλλαγή και η ενεργειακή πολιτική της ΕΕ με έμφαση στους στόχους της αλλά και σε ιδιαίτερες στρατηγικές που αποσκοπούν στην μετατροπή της σε μια ανταγωνιστική ενεργειακή οικονομία που βασίζεται σε καθαρότερες μορφές ενέργειας. Στη συνέχεια, παρουσιάζεται και αξιολογείται η εξέλιξη της Ευρωπαϊκής Αγοράς Ενέργειας. Επιπλέον, αναλύονται οι στρατηγικές και οι πρωτοβουλίες της Ένωσης που συνδράμουν την προσπάθεια για την επίτευξη των στόχων της σε ευρωπαϊκό αλλά παγκόσμιο επίπεδο, όπως είναι τα Εθνικά Σχέδια για την Ενέργεια και το Κλίμα και το Ευρωπαϊκό Σύστημα Αγοροπωλησίας Εκπομπών, αντίστοιχα.

Εφαρμόζοντας τη μέθοδο αποδόμησης Divisia και συγκεκριμένα τη μέθοδο Log-Mean Divisia Index I (LMDI-I), αναπτύχθηκε μοντέλο για την ανάλυση προσδιοριστικών παραγόντων της ηλεκτροπαραγωγής. Οι προσδιοριστικοί παράγοντες που επηρεάζουν τις εκπομπές CO_2 είναι το κατά κεφαλήν Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν A, ο πληθυσμός P, η ένταση της ηλεκτρικής ενέργειας στην τελική ζήτηση I, το διακρατικό εμπόριο ηλεκτρικής ενέργειας x, η ειδική ενεργειακή κατανάλωση e κάθε τεχνολογίας και το μείγμα παραγωγής του κάθε κράτους μέλους s. Όσων αφορά τη μελέτη αποσύνδεσης, ο δείκτης αποσύνδεσης που μελετήθηκε είναι ο λόγος της ποσοστιαίας μεταβολής των εκπομπών προς την ποσοστιαία μεταβολή του ΑΕΠ. Ο δείκτης αυτός αποτελεί αντικείμενο πολλών αντίστοιχων ερευνών και εξετάζει τόσο τη σχέση αποσύνδεσης μεταξύ των εκπομπών CO_2 που υπολογίστηκαν από το μοντέλο αποδόμησης και του ΑΕΠ αλλά και την επιμέρους συνεισφορά των προσδιοριστικών παραγόντων σε αυτή.

Από τα αποτελέσματα των αναλύσεων προκύπτει πως ο προσδιοριστικός παράγοντας που επηρεάζει σε μεγαλύτερο βαθμό την εξέλιξη των εκπομπών είναι το κατά κεφαλήν ΑΕΠ που ωθεί προς αύξηση των εκπομπών διαχρονικά ενώ για τη μείωση των εκπομπών, τα πρώτα

χρόνια μελέτης κυρίαρχος είναι ο παράγοντας της έντασης της ηλεκτρικής ενέργειας ενώ αργότερα αντικαθίσταται από το μείγμα παραγωγής. Επιπλέον, η πλειοψηφία των χωρών σημειώνει μειωμένα επίπεδα εκπομπών το 2018 συγκριτικά με αυτά του 1998. Ενώ, όσων αφορά τη μελέτη αποσύνδεσης, επιβεβαιώνεται πως πράγματι επιτυγχάνεται αποσύνδεση των εκπομπών από την παραγωγή για την Ευρώπη των 27 κρατών μελών η οποία εδραιώνεται τη χρονιά 2012-2013. Πιο συγκεκριμένα, παρόλο που μέχρι το 2008 είχε εμφανιστεί κατά καιρούς με μικρή διάρκεια, για την πλειονότητα των κρατών-μελών οι εκπομπές αυξάνονταν παράλληλα με το ΑΕΠ. Μετά το 2008 και συγκεκριμένα κατά το 2012 παγιώθηκε η κατάσταση μείωσης των εκπομπών με ταυτόχρονη αύξηση του ΑΕΠ.

Abstract

The greenhouse effect consists a relatively new challenge with serious financial and environmental impacts. Carbon dioxide (CO_2) emissions make up the largest share of greenhouse gases, which makes their reduction a global priority. The main objective of this thesis is the analysis of the driving factors of CO_2 emissions from electricity generation in the European Union (EU) and the analysis of the decoupling status of carbon emissions and the Gross Domestic Product (GDP) of the EU and its member-states. This thesis refers to the 27 EU member-states and the United Kingdom for the period 1998-2018.

At first, the institutional framework regarding climate change and energy policy of the EU is presented, outlining the objectives and the respective strategies aiming to transform it into a competitive energy economy based on clean energy sources. Then, the evolution of the European Energy Market is presented and evaluated. Furthermore, this thesis tries to analyze the Union's strategies and initiatives set to achieve the European and global targets, such as the National Energy and Climate Plans, and the European Emissions Trading Scheme, respectively.

Specifically, the Log-Mean Divisia Index I (LMDI-I) decomposition method has been applied and a model has been developed for the analysis of the driving factors for carbon emissions from electricity generation. Six drivers of CO_2 emissions were defined, the Gross Domestic Product per capita A, the population P, the electricity intensity in final demand I, the transnational electricity trade x, the electricity intensity e, and the generation mix s. Additionally, the decoupling index studied in this research was defined as the ratio of the change in emissions to the change in GDP, both being depicted in percentages. This main indicator is the subject of many similar studies and is used to analyze both the decoupling relationship between CO_2 emissions calculated from the decomposition model and GDP, as well as the individual contribution of the drivers.

The results from the decomposition analysis show that the main factor driving the emissions to increase is GDP per capita, while on the other hand electricity intensity drives the emissions to decrease in the first years of the studied period, with the generation mix becoming the main driving factor at a later stage. Additionally, the majority of countries reduced their emissions' levels in 2018 compared to 1998.

The decoupling analysis, confirms that a strong decoupling of emissions and GDP is actually achieved in the EU, which becomes clear in the year 2012-2013. Particularly, even though the

decoupling had a sparse and temporary effect up until 2008, typically the emissions increased simultaneously with the GDP for most of the member-states, while after 2008 carbon emissions were decreasing and GDP was increasing.

Περιεχόμενα

Πρόλογος 1

Περίληψη 2

Abstract 4

Περιεχόμενα 6

Λίστα πινάκων 9

Λίστα εικόνων 9

Λίστα γραφημάτων 9

Λίστα πινάκων παραρτήματος Α 11

Λίστα πινάκων παραρτήματος Β 12

Λίστα πινάκων παραρτήματος Γ 13

1. Εισαγωγή 14

1.1. Αντικείμενο και στόχοι της εργασίας 14

1.2. Διάρθρωση της Εργασίας 18

2. Κλιματική αλλαγή και ενεργειακή πολιτική 20

2.1. Η αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής σε παγκόσμια κλίμακα 20

2.1.1. Πρωτόκολλο του Κιότο 20

2.1.2. Συμφωνία του Παρισιού 21

2.2. Η στρατηγική της Ευρωπαϊκής Ένωσης για το κλίμα και την Ενέργεια 24

2.2.1. Βραχυπρόθεσμοι στόχοι της Ευρωπαϊκής Ένωσης - Ενέργεια 2020 25

2.2.2. Μεσοπρόθεσμοι στόχοι της Ευρωπαϊκής Ένωσης - Ενέργεια 2030 26

2.2.3. Μακροπρόθεσμοι στόχοι της Ευρωπαϊκής Ένωσης - Ενέργεια 2050 27

2.2.4. Ενεργειακή Ένωση 28

2.2.5. Καθαρή Ενέργεια για όλους τους Ευρωπαίους 31

2.2.6. Η Πράσινη Συμφωνία 36

3. Η Ευρωπαϊκή Αγορά Ενέργειας 39

3.1. Η εξέλιξη της Ευρωπαϊκής Αγοράς Ενέργειας και τα Πακέτα Απελευθέρωσης 39

3.2. Στρατηγικές για την Ευρωπαϊκή Αγορά Ενέργειας 44

3.2.1. Εθνικά Σχέδια για την Ενέργεια και το Κλίμα 44

3.2.2. Διαρροή άνθρακα 47
3.3. Πρωτοβουλίες και νέες δράσεις 49
3.3.1. Ευρωπαϊκό Σύστημα Αγοροπωλησίας Εκπομπών και διαρροή άνθρακα 49
3.3.2. Ενεργειακές κοινότητες 53
4. Ανάλυση προσδιοριστικών παραγόντων εκπομπών CO_2 από την ηλεκτροπαραγωγή και μελέτη αποσύνδεσης 58
4.1. Βιβλιογραφική Επισκόπηση 58
4.1.1. Ορισμοί 58
4.1.2. Ιστορική Αναδρομή 61
4.1.3. Εφαρμογές στον τομέα ηλεκτρικής ενέργειας 63
4.2. Ανάπτυξη μοντέλου αποδόμησης για τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα από την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στην ΕΕ 68
4.3. Μελέτη αποσύνδεσης εκπομπών CO_2 και ΑΕΠ 72
5. Εξέλιξη των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα στην περίοδο 1998-2018 74
5.1. Δεδομένα και παραδοχές του μοντέλου αποδόμησης 74
5.1.1. Μείγμα και ομάδες καυσίμων 74
5.1.2. Συντελεστής εκπομπής καυσίμων 75
5.1.3. Παραγωγή ηλεκτρισμού από μονάδες ΣΗΘ 76
5.1.4. Ειδική ενεργειακή κατανάλωση 76
5.1.5. Διαχείριση σφαλμάτων στα δεδομένα 76
5.1.6. Ανάλυση επεξεργασίας δεδομένων ΑΕΠ 77
5.2. Αποτελέσματα του μοντέλου αποδόμησης για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας 78
5.2.1. Εξέλιξη των προσδιοριστικών παραγόντων του μοντέλου 87
5.3. Αποτελέσματα μελέτης αποσύνδεσης 110
6. Συμπεράσματα και παρατηρήσεις 122
6.1. Ανασκόπηση 122
6.2. Προτάσεις και ιδέες για μελλοντική έρευνα 126
Βιβλιογραφία 127
Παράρτημα Α: Δεδομένα ηλεκτρικής ενέργειας 135

Παράρτημα Β: Δεδομένα μοντέλου ανάλυσης προσδιοριστικών παραγόντων..... 139

Παράρτημα Γ: Δεδομένα μελέτης αποσύνδεσης..... 157

Λίστα πινάκων

Πίνακας 3-1: Βασικά χαρακτηριστικά ανά περίοδο εφαρμογής του EU ETS (πηγή:[50])..... 52
Πίνακας 4-1: Απεικόνιση των κριτηρίων των καταστάσεων αποσύνδεσης μεταξύ εκπομπών CO_2 και ΑΕΠ (πηγή:[104])..... 72
Πίνακας 5-1: Καταγραφή των ποσοστιαίων μεταβολών των εκπομπών CO_2 ανά τετραετία και συνολικά για την περίοδο 1998-2018 81
Πίνακας 5-2: Κύριοι προσδιοριστικοί παράγοντες για κάθε περίοδο με βάση την προηγούμενη ανάλυση..... 97
Πίνακας 5-3: Καταστάσεις αποσύνδεσης στις εξεταζόμενες τετραετίες..... 111
Πίνακας 5-4: Καταγραφή των δεικτών αποσύνδεσης για διευκόλυνση της σύγκρισης των συνεισφορών των υποδεικτών για την ΕΕ27 118
Πίνακας 5-5: Συνεισφορά των υποδεικτών στην κατάσταση αποσύνδεσης για την ΕΕ27.. 119

Λίστα εικόνων

Εικόνα 2-1 : Χάρτης πιθανών απωλειών εργασίας μέχρι το 2030 (αθροιστικά) λόγω μετάβασης των περιοχών που βασίζονται στον άνθρακα (πηγή: [24]) 35
Εικόνα 2-2: Σχηματική απεικόνιση του μετασχηματισμού της οικονομίας της ΕΕ για βιώσιμο μέλλον μέσω της Πράσινης Συμφωνίας (πηγή : [27]) 37
Εικόνα 3-1: Σχηματική απεικόνιση της χρονολογικής σειράς των δραστηριοτήτων που αφορούν τα NECPs (πηγή:[42]) 45
Εικόνα 4-1: Σχηματική αναπαράσταση των διασυνδέσεων μεταξύ των διαφόρων ταυτοτήτων IDA (Πηγή:[86]) 66

Λίστα γραφημάτων

Γράφημα 1-1:Διάγραμμα των μεριδίων των διαφόρων τομέων στην εκπομπή αερίων του θερμοκηπίου για τα χρόνια 1990 και 2018 (πηγή: [1]) 14
Γράφημα 1-2: Απεικόνιση των μεριδίων ενεργειακής κατανάλωσης ανά τομέα (πηγή: [1]) .. 15
Γράφημα 1-3: Τα επίπεδα εκπομπών της Ευρώπης των 28 για την περίοδο 1990-2016 (πηγή:[7])..... 16
Γράφημα 2-1: Κριτήρια βαθμολόγησης του δείκτη CCPI, όπου TPE: total primary energy (πηγή:[3])..... 24
Γράφημα 2-2: Μεταβολές στο ΑΕΠ της ΕΕ (σε πραγματικές τιμές),εκπομπές αερίων των θερμοκηπίου (ΑτΘ) και ένταση της οικονομίας της ΕΕ ως προς τις εκπομπές τους (πηγή:[24]) 31

Γράφημα 2-3 : Εκπομπές ΑτΘ στην Ευρωπαϊκή Ένωση ανά τομέα την περίοδο 1990-2016 (πηγή:[24]) 31
Γράφημα 3-1: Εθνικές συνεισφορές στην ενέργεια από ανανεώσιμες πηγές (πηγή: [44]).... 47
Γράφημα 3-2: Απεικόνιση των επικυρωμένων εκπομπών από το EU ETS για την ΕΕ27 και το Ηνωμένο Βασίλειο για την περίοδο 2005-2019 (πηγή: [49]) 50
Γράφημα 3-3: Αποτύπωση των δραστηριοτήτων για 24 ενεργειακές κοινότητες στην Ευρωπαϊκή Ένωση (πηγή :[57]) 56
Γράφημα 4-1: Διάγραμμα των διαφόρων καταστάσεων αποσύνδεσης μεταξύ του όγκου των εκπομπών CO_2 από τον τομέα των μεταφορών από το ΑΕΠ (πηγή: [65]) 60
Γράφημα 5-1: Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στην ΕΕ27 και μερίδια καυσίμων για την περίοδο 1998-2018 78
Γράφημα 5-2: Απεικόνιση των ποσοστιαίων μεταβολών των εκπομπών CO_2, ΑΕΠ και της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας την περίοδο 1998-2018 79
Γράφημα 5-3: Διαχρονική απεικόνιση των απόλυτων τιμών του ΑΕΠ και των εκπομπών CO_2 από την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στην ΕΕ27 83
Γράφημα 5-4: Απεικόνιση των μεταβολών των εκπομπών CO_2 από την ηλεκτροπαραγωγή ανά τετραετία: (α) χώρες με μικρότερη μεταβολή από την ΕΕ27 και (β) χώρες με μεγαλύτερη μεταβολή από την ΕΕ27 86
Γράφημα 5-5: Απεικόνιση των μεταβολών των εκπομπών CO_2 από την ηλεκτροπαραγωγή λόγω των προσδιοριστικών παραγόντων για τη περίοδο 1998-2002: (α) χώρες με μικρότερη μεταβολή ΔC από την ΕΕ27 και (β) χώρες με μεγαλύτερη μεταβολή από την ΕΕ27 88
Γράφημα 5-6: Απεικόνιση των μεταβολών των εκπομπών CO_2 από την ηλεκτροπαραγωγή λόγω των προσδιοριστικών παραγόντων για τη περίοδο 2002-2006: (α) χώρες με μικρότερη μεταβολή ΔC από την ΕΕ27 και (β) χώρες με μεγαλύτερη μεταβολή από την ΕΕ27 90
Γράφημα 5-7: Απεικόνιση των μεταβολών των εκπομπών CO_2 από την ηλεκτροπαραγωγή λόγω των προσδιοριστικών παραγόντων για τη περίοδο 2006-2010: (α) χώρες με μικρότερη μεταβολή ΔC από την ΕΕ27 και (β) χώρες με μεγαλύτερη μεταβολή από την ΕΕ27 92
Γράφημα 5-8: Απεικόνιση των μεταβολών των εκπομπών CO_2 από την ηλεκτροπαραγωγή λόγω των προσδιοριστικών παραγόντων για τη περίοδο 2010-2014: (α) χώρες με μικρότερη μεταβολή ΔC από την ΕΕ27 και (β) χώρες με μεγαλύτερη μεταβολή από την ΕΕ27 94
Γράφημα 5-9: Απεικόνιση των μεταβολών των εκπομπών CO_2 από την ηλεκτροπαραγωγή λόγω των προσδιοριστικών παραγόντων για τη περίοδο 2014-2018: (α) χώρες με μικρότερη μεταβολή ΔC από την ΕΕ27 και (β) χώρες με μεγαλύτερη μεταβολή από την ΕΕ27 96
Γράφημα 5-10: Απεικόνιση των μεταβολών των εκπομπών CO_2 από την ηλεκτροπαραγωγή λόγω του παράγοντα A^C ανά τετραετία: (α) χώρες με μικρότερη μεταβολή από την ΕΕ27 και (β) χώρες με μεγαλύτερη μεταβολή από την ΕΕ27Απεικόνιση των ποσοστιαίων μεταβολών των εκπομπών λόγω του κατά κεφαλήν ΑΕΠ ανά τετραετία 98

Γράφημα 5-11: Απεικόνιση των μεταβολών των εκπομπών CO_2 από την ηλεκτροπαραγωγή λόγω του παράγοντα P ανά τετραετία: (α) χώρες με μικρότερη μεταβολή από την ΕΕ27 και (β) χώρες με μεγαλύτερη μεταβολή από την ΕΕ27 100
Γράφημα 5-12: Απεικόνιση των μεταβολών των εκπομπών CO_2 από την ηλεκτροπαραγωγή λόγω του παράγοντα I ανά τετραετία: (α) χώρες με μικρότερη μεταβολή από την ΕΕ27 και (β) χώρες με μεγαλύτερη μεταβολή από την ΕΕ27 102
Γράφημα 5-13: Απεικόνιση των μεταβολών των εκπομπών CO_2 από την ηλεκτροπαραγωγή λόγω του παράγοντα x ανά τετραετία: (α) χώρες με μικρότερη μεταβολή από την ΕΕ27 και (β) χώρες με μεγαλύτερη μεταβολή από την ΕΕ27 104
Γράφημα 5-14: Απεικόνιση των μεταβολών των εκπομπών CO_2 από την ηλεκτροπαραγωγή λόγω του παράγοντα e ανά τετραετία: (α) χώρες με μικρότερη μεταβολή από την ΕΕ27 και (β) χώρες με μεγαλύτερη μεταβολή από την ΕΕ27 106
Γράφημα 5-15: Απεικόνιση των μεταβολών των εκπομπών CO_2 από την ηλεκτροπαραγωγή λόγω του παράγοντα s ανά τετραετία: (α) χώρες με μικρότερη μεταβολή από την ΕΕ27 και (β) χώρες με μεγαλύτερη μεταβολή από την ΕΕ27 109
Γράφημα 5-16: Απεικόνιση των καταστάσεων των διαφόρων χωρών της ΕΕ για την τετραετία 1998-2002 σύμφωνα με τη μεθοδολογία του Tapio 114
Γράφημα 5-17: Απεικόνιση των καταστάσεων των διαφόρων χωρών της ΕΕ για την τετραετία 2002-2206 σύμφωνα με τη μεθοδολογία του Tapio 115
Γράφημα 5-18: Απεικόνιση των καταστάσεων των διαφόρων χωρών της ΕΕ για την τετραετία 2006-2010 σύμφωνα με τη μεθοδολογία του Tapio 116
Γράφημα 5-19: Απεικόνιση των καταστάσεων των διαφόρων χωρών της ΕΕ για την τετραετία 2010-2014 σύμφωνα με τη μεθοδολογία του Tapio 117
Γράφημα 5-20: Απεικόνιση των καταστάσεων των διαφόρων χωρών της ΕΕ για την τετραετία 2014-2018 σύμφωνα με τη μεθοδολογία του Tapio 118
Γράφημα 5-21: Απεικόνιση των ελαστικοτήτων των προσδιοριστικών παραγόντων για καλύτερη κατανόηση των δεδομένων 119

Λίστα πινάκων παραρτήματος Α

Πίνακας Α.1: Συνολική παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας σε GWh στην ΕΕ27 και το Ηνωμένο Βασίλειο 135
Πίνακας Α.2:Εξαγωγές ηλεκτρικής ενέργειας σε GWh στην ΕΕ27 και το Ηνωμένο Βασίλειο 136
Πίνακας Α.3:Εισαγωγές ηλεκτρικής ενέργειας σε GWh στην ΕΕ27 και το Ηνωμένο Βασίλειο 137

Πίνακας Α. 4:Τελική ακαθάριστη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας σε GWh στην ΕΕ27 και το Ηνωμένο Βασίλειο 138

Λίστα πινάκων παραρτήματος Β

Πίνακας Β.1:Συνολικές μεταβολές των εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα σε ktn για την ΕΕ27 και το Ηνωμένο Βασίλειο για τις εξεταζόμενες τετραετίες 139
Πίνακας Β.2:Μεταβολές των εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα σε ktn για την ΕΕ27 και το Ηνωμένο Βασίλειο για τις εξεταζόμενες τετραετίες που οφείλονται στο κατά κεφαλήν ΑΕΠ 140
Πίνακας Β.3:Μεταβολές των εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα σε ktn για την ΕΕ27 και το Ηνωμένο Βασίλειο για τις εξεταζόμενες τετραετίες που οφείλονται στον παράγοντα του πληθυσμού 141
Πίνακας Β.4:Μεταβολές των εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα σε ktn για την ΕΕ27 και το Ηνωμένο Βασίλειο για τις εξεταζόμενες τετραετίες που οφείλονται στην ένταση της ηλεκτρικής ενέργειας 142
Πίνακας Β.5:Μεταβολές των εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα σε ktn για την ΕΕ27 και το Ηνωμένο Βασίλειο για τις εξεταζόμενες τετραετίες που οφείλονται στο διακρατικό εμπόριο 143
Πίνακας Β.6:Μεταβολές των εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα σε ktn για την ΕΕ27 και το Ηνωμένο Βασίλειο για τις εξεταζόμενες τετραετίες που οφείλονται στην ειδική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας 144
Πίνακας Β.7:Μεταβολές των εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα σε ktn για την ΕΕ27 και το Ηνωμένο Βασίλειο για τις εξεταζόμενες τετραετίες που οφείλονται στο μείγμα παραγωγής 145
Πίνακας Β.8:Συνολικές εκπομπές CO_2 σε ktn για την ΕΕ27 και το Ηνωμένο Βασίλειο 146
Πίνακας Β.9:Συνολική εισερχόμενη ενέργεια για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας σε TJ στην ΕΕ27 και το Ηνωμένο Βασίλειο 147
Πίνακας Β.10:Σταθμισμένος μέσος όρος της έντασης της ηλεκτρικής ενέργειας σε TJ/GWh για την ΕΕ27 και το Ηνωμένο Βασίλειο 148
Πίνακας Β.11:Σταθμισμένος μέσος συντελεστής εκπομπών σε tn CO_2/TJ για την ΕΕ27 και το Ηνωμένο Βασίλειο 149
Πίνακας Β.12:Ακαθάριστο Εγχώριο προϊόν σε 2010 constant million Euros για την ΕΕ27 και το Ηνωμένο Βασίλειο 150
Πίνακας Β.13:Πληθυσμός για την ΕΕ27 και το Ηνωμένο Βασίλειο 151

Πίνακας Β.14: Ποσοστά καυσίμων τύπου Nuclear στο μείγμα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στις χώρες της ΕΕ27 και το Ηνωμένο Βασίλειο 152
Πίνακας Β.15:Ποσοστά καυσίμων τύπου solid και oil στο μείγμα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στις χώρες της ΕΕ27 και το Ηνωμένο Βασίλειο 153
Πίνακας Β.16: Ποσοστά καυσίμων τύπου natural gas και other gas στο μείγμα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στις χώρες της ΕΕ27 και το Ηνωμένο Βασίλειο..... 154
Πίνακας Β.17:Ποσοστά καυσίμων τύπου waste και biofuels στο μείγμα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στις χώρες της ΕΕ27 και το Ηνωμένο Βασίλειο 155
Πίνακας Β.18:Ποσοστά καυσίμων τύπου renewables στο μείγμα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στις χώρες της ΕΕ27 και το Ηνωμένο Βασίλειο 156

Λίστα πινάκων παραρτήματος Γ

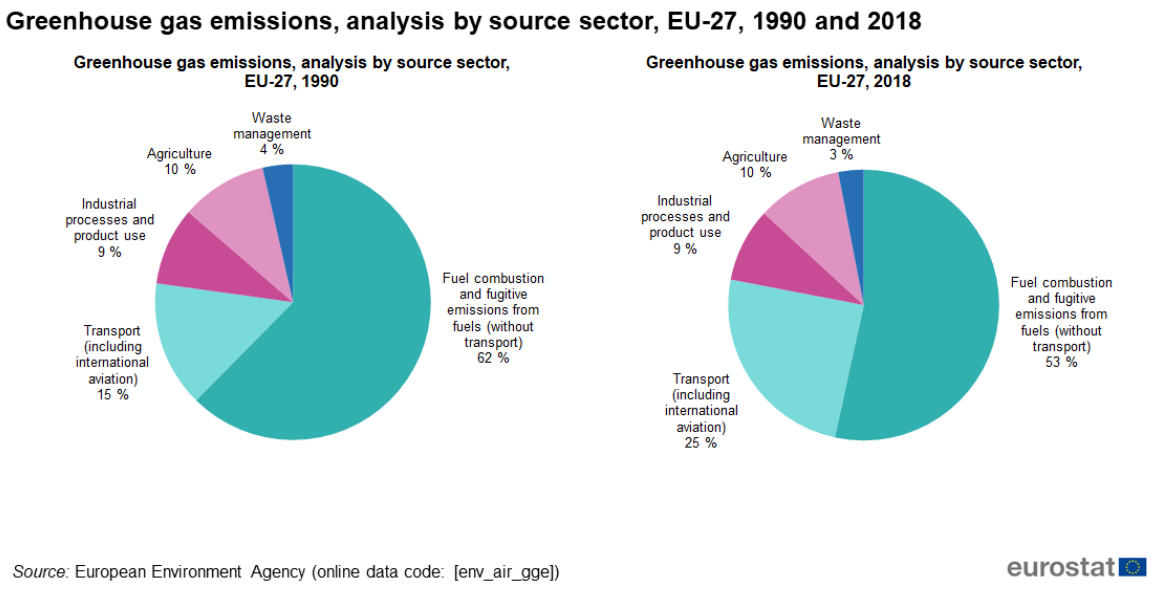
Πίνακας Γ.1:Βασικοί δείκτες και υποδείκτες αποσύνδεσης για την περίοδο 1998-2002 για την ΕΕ27 και το Ηνωμένο Βασίλειο 157
Πίνακας Γ.2:Βασικοί δείκτες και υποδείκτες αποσύνδεσης για την περίοδο 2002-2006 για την ΕΕ27 και το Ηνωμένο Βασίλειο 158
Πίνακας Γ.3:Βασικοί δείκτες και υποδείκτες αποσύνδεσης για την περίοδο 2006-2010 για την ΕΕ27 και το Ηνωμένο Βασίλειο 159
Πίνακας Γ.4:Βασικοί δείκτες και υποδείκτες αποσύνδεσης για την περίοδο 2010-2014 για την ΕΕ27 και το Ηνωμένο Βασίλειο 160
Πίνακας Γ.5:Βασικοί δείκτες και υποδείκτες αποσύνδεσης για την περίοδο 1998-2002 για την ΕΕ27 και το Ηνωμένο Βασίλειο 161

1. Εισαγωγή

1.1. Αντικείμενο και στόχοι της εργασίας

Η κλιματική αλλαγή είναι μια από τις μεγαλύτερες προκλήσεις που αντιμετωπίζει ο πλανήτης στη σύγχρονη εποχή. Μεταξύ των αερίων του θερμοκηπίου που είναι υπεύθυνα για την ύπαρξη και την επιδείνωση του ομώνυμου φαινομένου, το διοξείδιο του άνθρακα (CO_2) προκαλεί το μεγαλύτερο ποσοστό απορρόφησης της υπέρυθρης ηλιακής ακτινοβολίας με αποτέλεσμα οι εκπομπές του να καθίστανται βασικός δείκτης μελέτης. Οι εκπομπές CO_2 είναι κατά βάση προϊόν ανθρώπινης δραστηριότητας, με τον ενεργειακό τομέα να είναι ο κύριος παραγωγός εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και κυρίως εκπομπών CO_2.

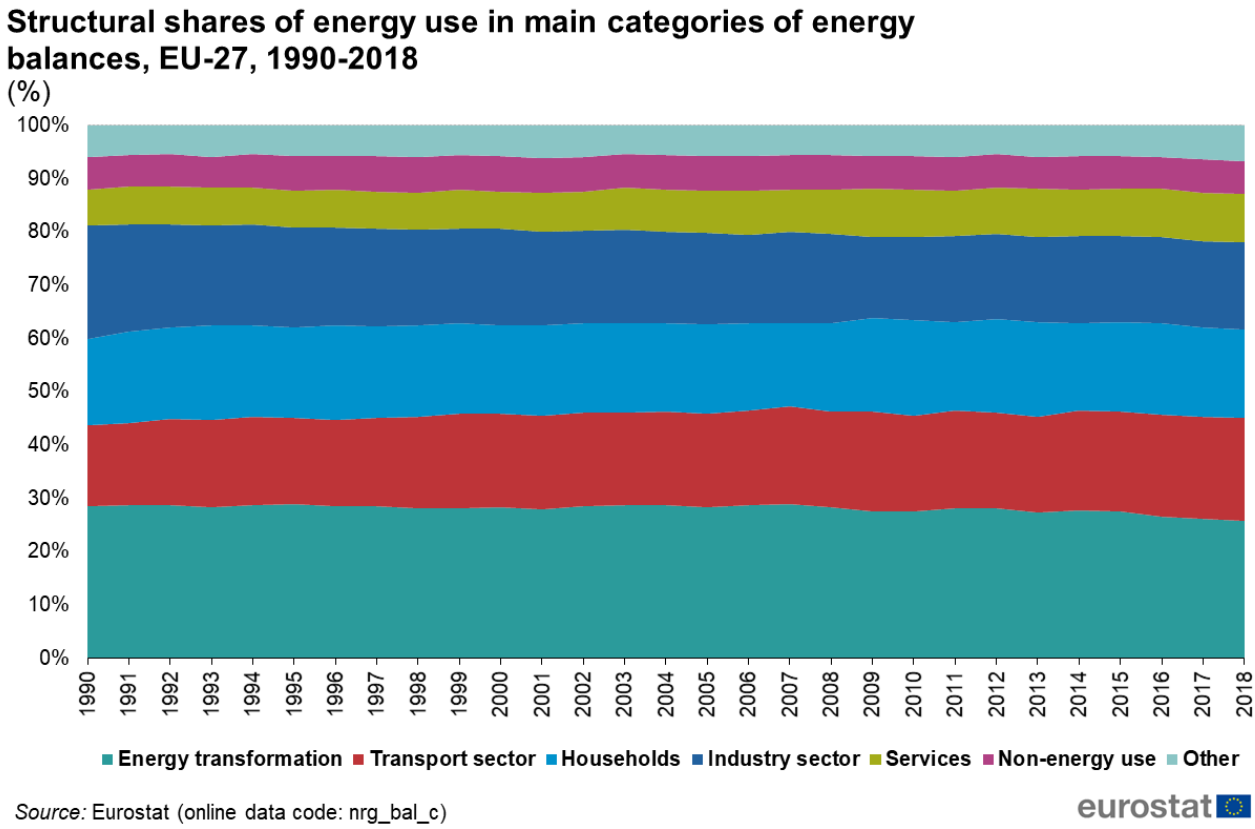
Όπως αποκαλύπτει και το Γράφημα 1-1, μεταξύ διαφόρων τομέων ο τομέας παραγωγής ενέργειας που εκπροσωπείται από την καύση των διαφόρων καυσίμων αποτελεί τον μεγαλύτερο εκπομπό αερίων του θερμοκηπίου καθώς εξακολουθεί να εκπέμπει περισσότερο από 50% των συνολικών εκπομπών.



Γράφημα 1-1:Διάγραμμα των μεριδίων των διαφόρων τομέων στην εκπομπή αερίων του θερμοκηπίου για τα χρόνια 1990 και 2018 (πηγή: [1])

Όπως αναφέρεται στην έκθεση της Διεθνούς Ομάδας για την Κλιματική Αλλαγή (IPCC) [2], οι οικονομικές, ενεργειακές και περιβαλλοντικές πολιτικές είναι αναγκαίες για την αύξηση της αποτελεσματικής χρήσης των πόρων στην παραγωγή ενέργειας. Έτσι, οι υπεύθυνοι χάραξης πολιτικής σε παγκόσμιο επίπεδο, προσπαθώντας να μειώσουν τις εκπομπές CO_2 από την παραγωγή και χρήση ενέργειας, εισηγούνται πολιτικές για την ορθή χρήση ενέργειας, καθώς

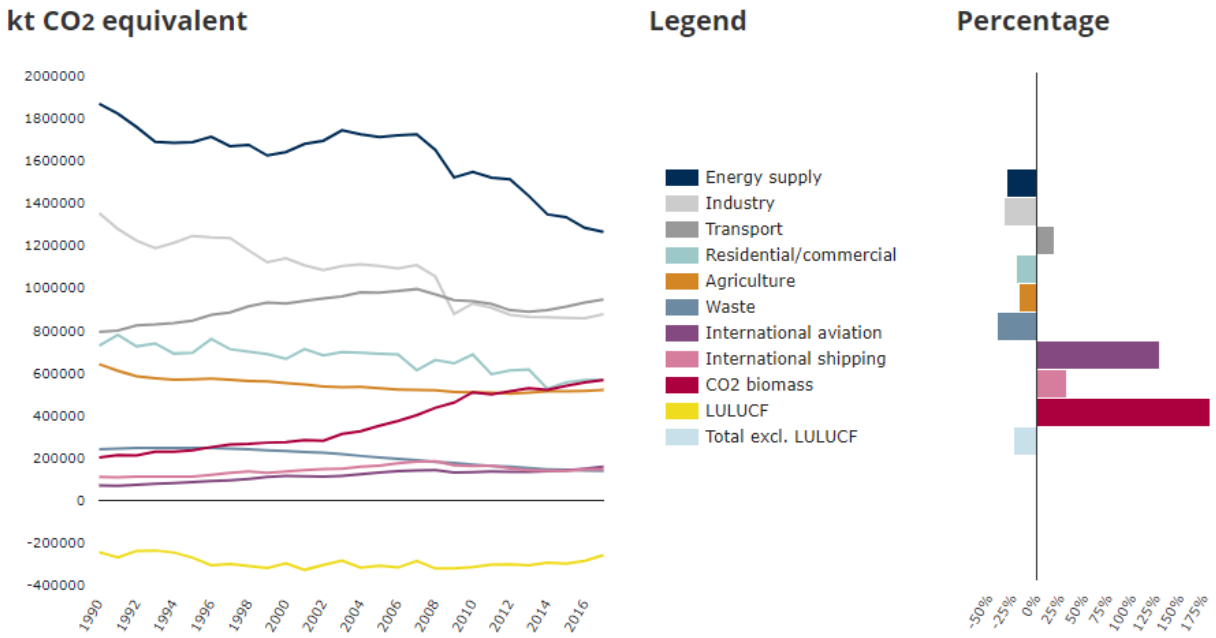
και για τη χρήση καθαρότερων καυσίμων και ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ) χωρίς άνθρακα. Δεδομένων των εκπομπών που οφείλονται στην καύση των διαφόρων καυσίμων για την παραγωγή ενέργειας, αξία αποκτά και η σύγκριση των αναγκών ενέργειας του εν λόγω τομέα συγκριτικά με άλλους, που όπως παρουσιάζεται και στο Γράφημα 1-2 ,τον καθιστούν άξιο προσοχής και μελέτης.



Γράφημα 1-2: Απεικόνιση των μεριδίων ενεργειακής κατανάλωσης ανά τομέα (πηγή: [1]*)*

Πλέον, τα οικονομικά που εστιάζουν στην ενέργεια (energy economics) εμφανίζουν χαρακτηριστική αλλαγή που υπογραμμίζει ότι η μετάβαση σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας έχει νόημα, όχι μόνο για το κλίμα, αλλά και για τις οικονομίες [3]. Η πρόβλεψη του Διεθνούς Οργανισμού Ενέργειας (International Energy Agency - IEA) για την αγορά Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας για το 2019 έως το 2024 ανέφερε 50% αύξηση της αξιοποίησής τους, στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, λόγω της συνεχούς μείωσης του κόστους τους. Σε πολλές περιοχές του κόσμου έχει ήδη επιτευχθεί το οικονομικό πλεονέκτημα αξιοποίησης τέτοιων πηγών έναντι του άνθρακα [4]. Στην ΕΕ, το 79% των παραγωγών που βασίζονται σε πόρους με βάση τον άνθρακα ζημιώνονται περίπου 6,6 δισεκατομμύρια ευρώ μόνο το 2019 [5]. Επιπροσθέτως, η έλλειψη βιωσιμότητας των νέων σταθμών παραγωγής με βάση τον άνθρακα γίνεται πλέον πιο εμφανής, δεδομένου του αυξανόμενου αριθμού παγκόσμιων ασφαλιστών που αρνούνται να παράσχουν ασφάλιση για υποδομές ορυκτών καυσίμων,

συμπεριλαμβανομένων νέων έργων για άνθρακα, ενώ την εμφάνισή της κάνει και η φθίνουσα κεφαλαιοποίηση των μεγάλων εταιρειών πετρελαίου [4]. Η Αναφορά για το Κενό της Παραγωγής από Ορυκτά Καύσιμα υπογραμμίζει την ανάγκη των κυβερνήσεων να διαχειριστούν τη σταδιακή κατάργηση τους, καθώς οι χώρες στοχεύουν επί του παρόντος να εξορύξουν 120% περισσότερο πετρέλαιο, φυσικό αέριο και άνθρακα το 2030 από ό,τι είναι συμβατό με τους στόχους για περιορισμό της παγκόσμιας αύξησης της θερμοκρασίας 1,5°C. Ταυτόχρονα, ο IEA παρουσιάζει την πιθανότητα εμφάνισης τάσης όπου οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας θα μπορούν να καλύψουν περισσότερο από το ήμισυ της συνολικής παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας έως το 2040 [6]. Επιπροσθέτως, σε μια προσπάθεια καλύτερης κατανόησης της σημασίας αυτών των πρακτικών, Γράφημα 1-3, ενισχύει τη θεώρηση η δραστηριοποίηση γύρω από τον ενεργειακό τομέα συνεισφέρει περισσότερο από οποιονδήποτε άλλο στις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου και ειδικότερα του διοξειδίου του άνθρακα, καθώς παρουσιάζει τα επίπεδα του τομέα παροχής ενέργειας. Επιπροσθέτως, υποδεικνύει πως γίνονται προσπάθειες αξιοποίησης εναλλακτικών πηγών ενέργειας όπως η βιομάζα και τα απόβλητα, τα οποία εμφανίζουν αύξηση εκπομπών λόγω του ότι δεν αξιοποιούνταν παλαιότερα. Παράλληλα, παρατηρείται πως ο βιομηχανικός τομέας που ακολουθεί τον τομέα παραγωγής απέχει σημαντικά αναφορικά με τα επίπεδα εκπομπών, ενώ ο τομέας των μεταφορών είναι αξιοπρόσεκτος λόγω της διαφαινόμενης ανοδικής τάξης των εκπομπών του.



Γράφημα 1-3: Τα επίπεδα εκπομπών της Ευρώπης των 28 για την περίοδο 1990-2016 (πηγή:[7]*)*

Επιπλέον, υπάρχει πληθώρα μελετών σχετικά με τη σύνδεση των εκπομπών CO_2 με την παραγωγή ενέργειας και έχουν αναπτυχθεί πολλές εναλλακτικές προσεγγίσεις για τη μέτρηση της σχέσης μεταξύ της οικονομικής ανάπτυξης και της αξιοποίησης πόρων με αρνητικό περιβαλλοντικό αντίκτυπο που συνεισφέρουν στις αυξημένες εκπομπές.

Το αντικείμενο αυτής της εργασίας είναι να εξετάσει τη συσχέτιση διάφορων οικονομικών και ενεργειακών δεικτών που αφορούν την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας με τις παραγόμενες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα στις χώρες μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης (ΕΕ) και κατ' επέκτασιν να μελετήσει την αποσύνδεση των εκπομπών από το ακαθάριστο εγχώριο προϊόν (ΑΕΠ ή GDP) της εκάστοτε χώρας. Βασικός στόχος, είναι η αξιοποίηση ειδικού μοντέλου για υπολογισμό των συνολικών εκπομπών κάθε κράτους αλλά και της επίδρασης των όρων που δρουν ως προσδιοριστικοί παράγοντες. Με αυτόν τον τρόπο, θα είναι δυνατή η εξακρίβωση της επίδρασης των διαφόρων όρων στην τελική ποσότητα των εκπομπών αλλά και η αξιολόγηση της στρατηγικής της ΕΕ σε θέματα αντιμετώπισης της κλιματικής αλλαγής, στις μέχρι τώρα ενεργειακές πολιτικές που έχει θεσπίσει αλλά και τους μελλοντικούς τους της στόχους.

Η εργασία αυτή, αρχικά επιδιώκει να προσεγγίσει την δραστηριοποίηση της ΕΕ σε θεσμικό πλαίσιο απέναντι στο πρόβλημα της κλιματικής αλλαγής, όπως αυτή διαμορφώθηκε από παγκόσμιες συνόδους και τάσεις. Επιπλέον, καλύπτει τις πιο σύγχρονες εξελίξεις στην αγορά ηλεκτρικής ενέργειας της ΕΕ καθώς και στο θεσμικό πλαίσιο που την αφορά αναλύοντας έννοιες όπως το Σύστημα Ανταλλαγής Εκπομπών (Emission Trading Scheme), τα Εθνικά Σχέδια για το Περιβάλλον και το Κλίμα (National Environment and Climate Plans ή NECPs) και τις ενεργειακές κοινότητες (energy communities).

Η ανάλυση προσδιοριστικών παραγόντων και ο υπολογισμός των συνολικών εκπομπών πραγματοποιείται με την εφαρμογή μοντέλου αποδόμησης (decomposition analysis) και πιο συγκεκριμένα χρησιμοποιείται η μέθοδος Log-Mean Divisia Index Method I (LMDI I). Η ανάλυση αφορά την περίοδο 1998 – 2018 (ανά τετραετίες) και εφαρμόζεται σε κάθε κράτος μέλος της ΕΕ. Συγκεκριμένα, μελετώνται η ΕΕ27, αλλά και το Ηνωμένο Βασίλειο ως ξεχωριστή χώρα, καθώς μέχρι το 2018 αποτελούσε μέλος της Ένωσης.

Αξίζει να σημειωθεί πως η εν λόγω εργασία βασίζεται σε προηγούμενη έρευνα και ουσιαστικά αποτελεί επέκταση της δημοσίευσης 'A Decomposition Analysis of the Driving Factors of CO_2 Emissions from the Power Sector in the European Union countries' [8], καθώς εισάγει νέους παράγοντες και το συνδυασμό με τη μελέτη αποσύνδεσης. Επιπλέον, εξετάζει το κατά

κεφαλήν Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν, τον πληθυσμό, την ένταση της ηλεκτρικής ενέργειας, το διακρατικό εμπόριο ηλεκτρικής ενέργειας, την ειδική κατανάλωση ενέργειας και το μείγμα παραγωγής (generation mixture) σαν προσδιοριστικούς παράγοντες. Εστιάζει στην λεγόμενη εμπορική επίδραση (trade effect), καθώς δεν εξετάζει μόνο την παραγωγή κάθε χώρας αλλά ενσωματώσει και τις εισαγωγές κα τις εξαγωγές εντός και εκτός Ευρώπης, προκειμένου να διαμορφώνει μια όσο το δυνατόν πιο αντιπροσωπευτική εικόνα της παραγωγής και της κατανάλωσης ενέργειας για κάθε χώρα. Στο δεύτερο μισό της μελέτης γίνεται προσπάθεια για εξέταση του τρόπου αποσύνδεσης των αποτελεσμάτων του μοντέλου αποδόμησης από το ΑΕΠ της κάθε χώρας έτσι ώστε να επιβεβαιωθεί αν όντως οι χώρες παρά την οικονομική τους ανάπτυξη καταφέρνουν με τα μέτρα που εφαρμόζουν κατά της κλιματικής αλλαγής να μειώνουν τις εκπομπές τους και να πλησιάζουν τους εθνικούς και τους ευρωπαϊκούς στόχους.

1.2. Διάρθρωση της Εργασίας

Η δομή της εργασίας έχει ως εξής:

- Στο κεφάλαιο 1 πραγματοποιείται η εισαγωγή της εργασίας και εισάγεται το αντικείμενο και οι στόχοι της.
- Στο δεύτερο κεφάλαιο παρουσιάζεται το θεσμικό πλαίσιο που αφορά την ενεργειακή πολιτική στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Αφού παρουσιαστεί η αλυσίδα ενεργειών σε παγκόσμια κλίμακα που οδήγησε την ΕΕ να χαράξει συγκεκριμένη περιβαλλοντική πολιτική περιγράφεται η κατεύθυνση που επιδιώκει η ΕΕ απέναντι στην κλιματική αλλαγή. Κατόπιν, αναλύεται η ενεργειακή της πολιτική εστιάζοντας, στους βραχυπρόθεσμους, μεσοπρόθεσμους αλλά και τους μακροπρόθεσμους στόχους της Ένωσης με στόχο την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής.
- Στο τρίτο κεφάλαιο αφού σκιαγραφηθεί η αγορά ηλεκτρικής ενέργειας στην Ευρώπη περιγράφονται τα εγχειρήματα και οι μηχανισμοί της ΕΕ, που την καθιστούν πρωτοπόρο και ανταγωνιστική ενεργειακή οικονομία, ενώ ταυτόχρονα της εξασφαλίζουν την δυνατότητα συμμόρφωσής με τις παγκόσμιες περιβαλλοντικές προδιαγραφές.
- Στο τέταρτο κεφάλαιο παρουσιάζεται λεπτομερώς η μεθοδολογία της ανάλυσης προσδιοριστικών παραγόντων αλλά και της μελέτης αποσύνδεσης των υπολογιζόμενων εκπομπών από το Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν. Πραγματοποιείται μια βιβλιογραφική ανασκόπηση των μεθόδων αποδόμησης και εντοπίζονται οι εφαρμογές τους στον τομέα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Παράλληλα, πραγματοποιείται αντίστοιχη ανασκόπηση για τις μεθόδους αποσύνδεσης. Στη

συνέχεια, αναλύεται το μοντέλο που θα χρησιμοποιηθεί και πραγματοποιείται λεπτομερής καταγραφή των προσδιοριστικών παραγόντων, των μεγεθών αλλά και των δεικτών αποσύνδεσης που θα μελετηθούν.

- Στο πέμπτο κεφάλαιο παρουσιάζεται η εξέλιξη των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα στην Ευρωπαϊκή Ένωση των 27 κρατών μελών για τη χρονική περίοδο 1990-2018, αφού παρουσιαστούν αναλυτικά τα δεδομένα που χρησιμοποιούνται για το μοντέλο αποδόμησης και σχολιασθούν οι παραδοχές. Διευκρινίζεται η υπολογιστική μεθοδολογία που ακολουθήθηκε και καταγράφονται τα αποτελέσματα της ανάλυσης αποδόμησης. Αντίστοιχα, παρουσιάζονται αναλυτικά τα δεδομένα και οι παραδοχές που εφαρμόστηκαν, προκειμένου να γίνει εφικτή αλλά και να παραμένει έγκυρη και αξιόπιστη η μελέτη αποσύνδεσης. Ακολούθως, εμφανίζονται και σχολιάζονται οι σχέσεις αποσύνδεσης των εκπομπών με το ΑΕΠ του κάθε κράτους μέλους αλλά και της Ένωσης συνολικά και αξιολογούνται τα αποτελέσματα.
- Στο έκτο κεφάλαιο, πραγματοποιούνται παρατηρήσεις και καταγράφονται τα τελικά συμπεράσματα που εξάγονται από την εκπόνηση της εργασίας. Επιπλέον, παρουσιάζονται προβληματισμοί και ιδέες για περαιτέρω αξιοποίηση της έρευνας.

2. Κλιματική αλλαγή και ενεργειακή πολιτική

2.1. Η αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής σε παγκόσμια κλίμακα

Είναι ευρέως γνωστό πως για να είναι δυνατή η αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής σε παγκόσμιο επίπεδο έπρεπε να προετοιμαστεί μια ολοκληρωμένη ανασκόπηση σχετικά με την κατάσταση των γνώσεων της επιστημονικής κοινότητας για το θέμα καθώς και να υπολογιστεί το κοινωνικό και οικονομικό της αντίκτυπο. Για αυτό το λόγο, το Πρόγραμμα των Ηνωμένων Εθνών για το Περιβάλλον (United Nations Environment Program - UNEP) μαζί με τον παγκόσμιο μετεωρολογικό οργανισμό (World Meteorological Organization - WMO) ίδρυσαν τη Διακυβερνητική Επιτροπή πάνω στην Κλιματική Αλλαγή (International Panel on Climate Change - IPCC) στις 6 Δεκεμβρίου 1988, η οποία στόχευε σε μια πιθανή μελλοντική διεθνή σύμβαση για το κλίμα [9].

Από το 1988, έχοντας καθιερώσει ως θεσμό τις Διασκέψεις των Μερών (Conference Of Parties - COP), η IPCC είχε πέντε κύκλους αξιολόγησης, από τους οποίους προέκυψαν πέντε εκθέσεις, που αναγνωρίστηκαν παγκοσμίως ως οι πιο ολοκληρωμένες απέναντι στην κλιματική αλλαγή. Στην πραγματικότητα, ενώ οι διαπραγματεύσεις για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής ξεκίνησαν τον Δεκέμβριο του 1990 στο πλαίσιο του Οργανισμού Ηνωμένων Εθνών, μόλις το 1992 στην παγκόσμια συνδιάσκεψη του Ρίο ντε Τζανέιρο επικυρώθηκε μια σύμβαση (United Nations Framework Convention on Climate - UNFCC), η οποία θέσπισε τις τακτικές συνόδους των Κρατών Μελών (COP) [10].

2.1.1. Πρωτόκολλο του Κιότο

Με βάση τις διαδικασίες που προβλέπονται από τη σύμβαση του Ρίο, τον Δεκέμβριο του 1997 (COP3), υιοθετήθηκε το λεγόμενο Πρωτόκολλο του Κιότο, το οποίο είχε δύο περιόδους εφαρμογής και ουσιαστικά τέθηκε πραγματικά σε ισχύ το 2005 στη συνδιάσκεψη του Μόντρεαλ, με κάποιες τροποποιήσεις. Η πρώτη περίοδος δέσμευσης αφορούσε τα χρόνια 2008 - 2012 και έθετε στόχο για μείωση των εκπομπών τουλάχιστον κατά 5% σε σύγκριση με τα επίπεδα του 1990, με βασική προϋπόθεση τα κράτη μέλη να μην υπερβούν τα επιτρεπτά όρια για εκπομπές των αερίων (CO_2, CH_4, N_2O, HFC, PFC, SF_6), [10]. Η ΕΕ των 28 κρατών μελών τελικά ξεπέρασε τις προσδοκίες της και τους στόχους της κατά 4,2 Gtn CO_2-eq [11]. Η δεύτερη φάση, που αποφασίστηκε, ως επέκταση, στο Συνέδριο των Ηνωμένων Εθνών για την Κλιματική Αλλαγή στη Ντόχα (United Nations Climate Change Conference – UNCCC. 26/11-8/12 του 2012), αφορούσε την χρονική περίοδο 2013 - 2020, και έθετε δέσμευση για μείωση

των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου τουλάχιστον έως 18% από τα επίπεδα του 1990 [12].

Προκειμένου να ανταποκριθούν τα κράτη μέλη στους στόχους του Πρωτοκόλλου, παρουσιάστηκαν τρεις μηχανισμοί προς εφαρμογή, με τα κράτη να εξασφαλίζουν παράλληλα οικονομικά προνόμια. Πιο αναλυτικά ορίστηκε η «διεθνής ανταλλαγή εκπομπών», ο μηχανισμός «καθαρής ανάπτυξης» και ο μηχανισμός «από κοινού υλοποίηση». Ο πρώτος αφορούσε δυνατότητα πώλησης επιτρεπόμενων εκπομπών που δεν χρησιμοποιούνται σε χώρες που ξεπερνούν τα όρια τους, ενώ ο δεύτερος επέτρεπε σε μια χώρα με μειωμένες εκπομπές ή με ισχυρές δεσμεύσεις για μείωση, να εφαρμόσει έργα μείωσης εκπομπών σε αναπτυσσόμενες χώρες. Με αυτόν τον τρόπο η χώρα κέρδιζε ασφαλισμένες και διαθέσιμες προς πώληση μονάδες μείωσης εκπομπών (Certified Emission Reduction - CERs), που ισοδυναμούν με ένα τόνο CO_2 και μπορούν να συνυπολογίζονται για την επίτευξη των στόχων. Τέλος, ο τρίτος μηχανισμός ουσιαστικά διεύρυνε το δεύτερο επιτρέποντας σε μία χώρα- μέρος του Πρωτοκόλλου να κερδίσει μονάδες μείωσης εκπομπών (Emission Reduction Unit - ERUs) από ένα έργο αφαίρεσης ή μείωσης των εκπομπών σε μία άλλη χώρα- μέρος. Τέτοιες μονάδες είναι ισοδύναμες με ένα τόνο CO_2 και μπορούν να συνυπολογίζονται προς την επίτευξη των στόχων [12].

2.1.2. Συμφωνία του Παρισιού

Τον Δεκέμβριο του 2015, μετά από περισσότερες από δύο δεκαετίες διαπραγματεύσεων, οι κυβερνήσεις ενέκριναν την πρώτη παγκόσμια συμφωνία για την καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής, στην 21η Διάσκεψη των Μερών (COP21) της Σύμβασης - Πλαισίου των Ηνωμένων Εθνών για την Κλιματική Αλλαγή (United Nations Framework For Combating Climate Change - UNFCCC) στο Παρίσι (Paris agreement) [13].

Έκτοτε, τα κράτη μέλη ακολουθώντας την αρχή των «κοινών αλλά διαφοροποιημένων ευθυνών και των αντίστοιχων δυνατοτήτων», καταβάλουν φιλόδοξες προσπάθειες μείωσης των εκπομπών προκειμένου να επιτευχθεί ένα ανώτατο παγκόσμιο όριο των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου το συντομότερο δυνατό και κατ' επέκταση αυτές να μηδενιστούν στο δεύτερο μισό αυτού του αιώνα. Κάθε πέντε χρόνια, όλες οι χώρες πρέπει να ανανεώνουν και να αναβαθμίζουν τα σχέδια δράσης τους για το κλίμα, αλλιώς γνωστές και ως «εθνικά καθορισμένες συνεισφορές» και να τα κοινοποιούν με διαφανή τρόπο, ώστε να αξιολογείται η συλλογική πρόοδος ή αλλιώς ο «παγκόσμιος απολογισμός». Συγκεκριμένα, οι πιο ευάλωτες χώρες, οι λιγότερο αναπτυγμένες χώρες και τα αναπτυσσόμενα κράτη μικρών νησιών, προβλέπεται να υποστηρίζονται τόσο οικονομικά όσο και μέσω της ανάπτυξης ικανοτήτων. Η Συμφωνία τέθηκε σε ισχύ τον Νοέμβριο του 2016 μετά την επικύρωσή της από τον αριθμό

κατωφλίου 55 κυβερνήσεων που αντιπροσωπεύουν τουλάχιστον το 55% των συνολικών παγκόσμιων εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Όλες οι χώρες της ΕΕ επικύρωσαν τη συμφωνία του Παρισιού [11].

Η συμφωνία του Παρισιού είναι η πρώτη παγκόσμια, νομικά δεσμευτική συμφωνία για την αλλαγή του κλίματος, που εγκρίθηκε στη διάσκεψη του Παρισιού για το κλίμα (COP21) τον Δεκέμβριο του 2015. Μεταξύ των 190 μερών της συμφωνίας συγκαταλεγόταν φυσικά και η Ευρωπαϊκή Ένωση, η οποία επικύρωσε επίσημα τη συμφωνία στις 5 Οκτωβρίου 2016, ενώ ουσιαστικά την έθεσε σε ισχύ στις 4 Νοεμβρίου του ίδιου έτους. Πιο αναλυτικά, οι κυβερνήσεις συμφώνησαν για μακροπρόθεσμη διατήρηση της αύξησης της παγκόσμιας μέσης θερμοκρασίας σε επίπεδα κάτω από τους 2°C πάνω από τα προ-βιομηχανικά επίπεδα. Κατόπιν, στόχευσαν στον περιορισμό της αύξησης αυτής στους 1,5°C, καθώς αυτό θα μείωνε σημαντικά τους κινδύνους και τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής και εντόπισαν την ανάγκη αύξησης των παγκόσμιων εκπομπών στο μέγιστό τους, το συντομότερο δυνατόν, αναγνωρίζοντας ότι αυτό θα διαρκέσει περισσότερο για τις αναπτυσσόμενες χώρες, ώστε να πραγματοποιηθούν ταχείες μειώσεις στη συνέχεια, ώστε να επιτευχθεί ισορροπία μεταξύ εκπομπών και επιδιορθωτικών εγχειρημάτων κατά το δεύτερο μισό του αιώνα.

Ως συμβολή στους στόχους της συμφωνίας, οι χώρες υπέβαλαν εθνικά καθορισμένες συνεισφορές (Nationally Determined Contributions - NDCs) και επιπλέον συμφώνησαν να:

- συγκεντρώνονται κάθε 5 χρόνια για να αξιολογούν τη συλλογική πρόοδο προς τους μακροπρόθεσμους στόχους και να επικοινωνούν στα Μέρη την ενημέρωση και την ενίσχυση των εθνικά καθορισμένων συνεισφορών τους.
- να τηρούν διαφάνεια σχετικά με τον τρόπο εφαρμογής της δράσης για το κλίμα.
- να παρακολουθούν την πρόοδο προς τις δεσμεύσεις τους βάσει της Συμφωνίας μέσω ενός ισχυρού συστήματος διαφάνειας και λογοδοσίας.

Σαν επέκταση της συμφωνίας του Παρισιού, το πακέτο Κατόβιτσε [14], που εγκρίθηκε στη διάσκεψη των Ηνωμένων Εθνών για το κλίμα (COP24) τον Δεκέμβριο του 2018 περιείχε κοινούς και λεπτομερείς κανόνες, διαδικασίες και κατευθυντήριες γραμμές που εξασφαλίζουν την τήρηση της. Σε αυτή τη διάσκεψη η Ευρωπαϊκή επιτροπή παρουσίασε τη μακροπρόθεσμη στρατηγική της για το 2050 πάνω στην κλιματική ουδετερότητα. Επιπλέον, κάλυπτε όλους τους βασικούς τομείς, συμπεριλαμβανομένης της διαφάνειας, της χρηματοδότησης, του μετριασμού (μείωση εκπομπών - mitigation) και της προσαρμογής. Ταυτόχρονα, παρείχε ευελιξία στα Μέρη που το χρειάζονταν, λαμβάνοντας υπόψιν τις ικανότητές τους, ενώ τους επέτρεπε να εφαρμόζουν και να αναφέρουν τις δεσμεύσεις τους με διαφανή, πλήρη, συγκρίσιμο και συνεπή τρόπο.

Η στάση της ΕΕ απέναντι στην Συμφωνία είχε ιδιαίτερο ενδιαφέρον δεδομένου ότι οι ΗΠΑ είχαν δείξει ήδη από τα πρώτα στάδια της, την πρόθεσή τους για αποχώρηση, ενώ η ΕΕ επέλεξε να είναι στην πρώτη γραμμή των διεθνών προσπαθειών για την καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής. Η NDC της ΕΕ στο πλαίσιο της συμφωνίας του Παρισιού είναι η μείωση των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου κατά τουλάχιστον 40% έως το 2030 σε σύγκριση με το 1990, απόφαση που συνάδει με το πλαίσιο Ενέργεια 2030 και η βασική νομοθεσία της ΕΕ για την υλοποίηση αυτού του στόχου εγκρίθηκε έως το τέλος του 2018. Το 2018 οι χώρες είχαν την ευκαιρία να επανεξετάσουν τη συλλογική τους προσπάθεια ενάντια στους παγκόσμιους στόχους προτού υποβάλουν επίσημα τις εθνικές τους συνεισφορές στη νέα συμφωνία, με τη δράση αυτή να επαναλαμβάνεται κάθε πέντε χρόνια. Το γεγονός ότι 188 χώρες που αντιπροσωπεύουν σχεδόν το 100% των παγκόσμιων εκπομπών ακολούθησαν τη διαδικασία είναι πολύ ενθαρρυντικό και δείχνει ότι οι χώρες βλέπουν τη συμφωνία του Παρισιού ως το πρώτο βήμα μιας διαδικασίας και έχουν δεσμευτεί πλήρως να μην σταματήσουν την εξέλιξη στην οποία αυτό οδηγεί [14].

Παρά όμως τις ενθαρρυντικές ενδείξεις για καταβολή προσπαθειών, η κλιματική κρίση μαίνεται ακόμη, καθώς σύμφωνα με την Αναφορά πάνω στους Στόχους της Βιώσιμης Ανάπτυξης των Ηνωμένων Εθνών για το 2020, το 2019 αποτέλεσε το τέλος της πιο θερμής καταγεγραμμένης δεκαετίας (2010- 2019), υποδεικνύοντας ότι η θερμοκρασία μπορεί να αυξηθεί έως και 3,2°C έως το τέλος του αιώνα [15]. Συνεπώς, για να επιτευχθεί ακόμη και ο μέγιστος στόχος των 2°Cγια τη συμφωνία του Παρισιού, πρέπει κάθε χρόνο οι εκπομπές αερίων θερμοκηπίου να μειώνονται κατά 7,6% ξεκινώντας από το 2020. Ακόμη και παρά τη δραστική μείωση της ανθρώπινης δραστηριότητας λόγω της κρίσης του COVID-19, η μείωση των εκπομπών κατά 6% που προβλεπόταν για το 2020 δεν είναι αντιπροσωπευτική λόγω της παύσης της μετά την άρση των προστατευτικών περιορισμών αλλά ούτε επαρκής.

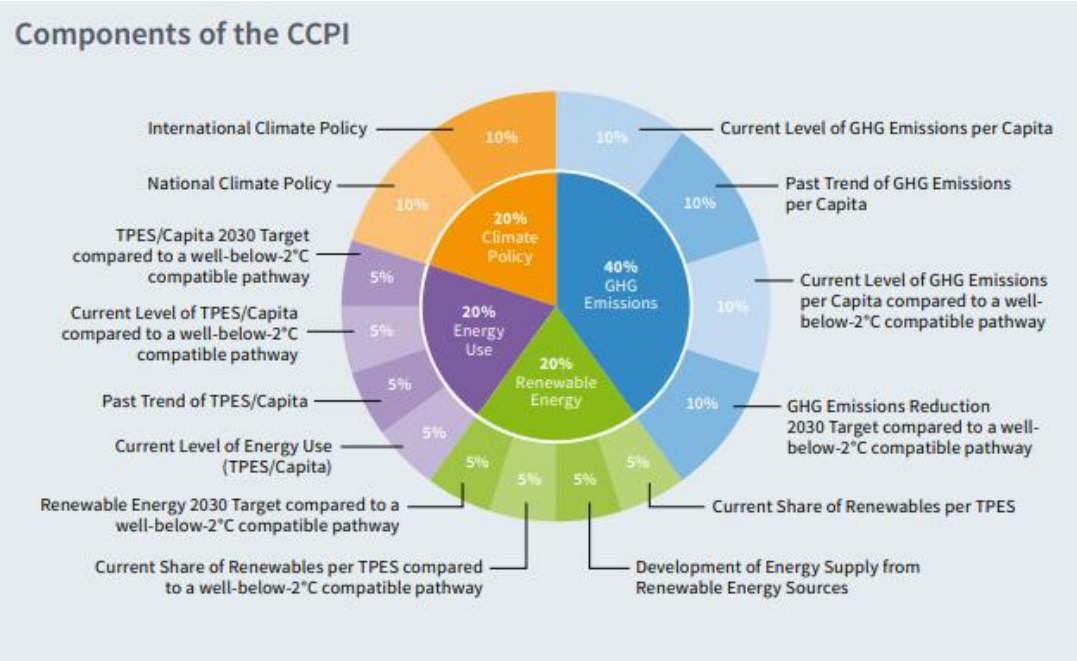
Η συμφωνία απαιτεί ταχεία και αδιάκοπη πτώση των παγκόσμιων εκπομπών κατά 45% από τα επίπεδα του 2010 έως το 2030, για να επιτευχθούν καθαρές μηδενικές εκπομπές έως το 2050, κάτι που δεν ανταποκρίνεται στην τρέχουσα κατάσταση, δεδομένου ότι σύμφωνα με την παρούσα αναφορά μόνο οι παγκόσμιες εκπομπές αερίων θερμοκηπίου των ανεπτυγμένων χωρών μειώθηκαν κατά 6,5% κατά την περίοδο 2000-2018. Εν τω μεταξύ, για τις αναπτυσσόμενες χώρες αυξήθηκαν κατά 43,2% από το 2000 έως το 2013.

Από τις 31 Μαρτίου 2020, 189 μέρη έχουν επικυρώσει τη συμφωνία του Παρισιού, από τα οποία 185 χώρες μαζί με την Ευρωπαϊκή Ένωση ανακοίνωσαν και τις πρώτες εθνικές τους συνεισφορές ενώ τα υπόλοιπα 3 μέρη επικοινώνησαν τις δεύτερες. Επιπλέον, 17

μακροπρόθεσμες στρατηγικές, 18 εθνικά σχέδια προσαρμογής και 2 επικοινωνίες προσαρμογής υποβλήθηκαν από μέρη. Μέχρι το 2020, τα μέρη έπρεπε να ενημερώσουν υπάρχουσες εθνικά καθορισμένες συνεισφορές ή να επικοινωνήσουν νέες, με σκοπό την ουσιαστική αύξηση της φιλοδοξίας της προτεινόμενης δράσης για το κλίμα. Η πανδημία COVID-19, η οποία έχει επιβραδύνει την οικονομική δραστηριότητα, κρίνεται επομένως απαραίτητο ότι πρέπει να αποτελέσει ευκαιρία για τις χώρες να επανεκτιμήσουν τις προτεραιότητες τους και να ανοικοδομήσουν τις οικονομίες τους για να είναι πιο πράσινες και πιο ουδέτερες προς την κλιματική αλλαγή.

2.2. Η στρατηγική της Ευρωπαϊκής Ένωσης για το κλίμα και την Ενέργεια

Υπό το πρίσμα ότι η εφαρμογή της Συμφωνίας του Παρισιού εισέρχεται σε κρίσιμη φάση το 2020, ο Δείκτης Επίδοσης σχετικά με την Κλιματική Αλλαγή (Climate Change Performance Index - CCPI), αποδεικνύεται πολύ χρήσιμο εργαλείο αξιολόγησης της προόδου της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Πιο συγκεκριμένα ο CCPI είναι ένας δείκτης που στοχεύει στην ενημέρωση της διαδικασίας αύξησης της φιλοδοξίας απέναντι στην κλιματική αλλαγή και είναι ένα ανεξάρτητο όργανο επίβλεψης της ανταπόκρισης των χωρών απέναντι στο πρόβλημα, του οποίου τα κριτήρια διακρίνονται στο Γράφημα 2-1. Ο δείκτης αυτός δημοσιεύεται ετησίως από το 2005, επιτρέπει τη σύγκριση μεταξύ των προσπαθειών των διαφόρων χωρών και δύναται να καταστήσει τις κυβερνήσεις υπεύθυνες για τις πολιτικές τους [3].



Γράφημα 2-1: Κριτήρια βαθμολόγησης του δείκτη CCPI, όπου TPE: total primary energy (πηγή:[3]*)*

Η Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ) είναι η μόνη υπερεθνική οντότητα που αξιολογείται από το δείκτη και ειδικότερα κατατάσσεται στην 22η θέση του τρέχοντος έτους, που την χαρακτηρίζει μεσαίας απόδοσης οντότητα. Συνολικά, η ΕΕ αντιπροσωπεύει περίπου το 9% των παγκόσμιων εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και λαμβάνει μεσαίες βαθμολογίες στις κατηγορίες των εκπομπών, των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και της χρήσης ενέργειας, καθώς προς το παρόν δεν βρίσκεται σε καλό δρόμο για την επίτευξη των φιλόδοξων στόχων του 2030 αλλά παραμένει μεταξύ των χωρών με υψηλές επιδόσεις στην κατηγορία Πολιτική για το κλίμα. Στην αναφορά για τους δείκτες του 2020 σημειώνεται ανησυχία ότι μετά το 2020 οι εθνικοί στόχοι για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας σύμφωνα με το δίκαιο της ΕΕ δεν θα είναι πλέον δεσμευτικοί για τα κράτη μέλη, ενώ αναγνωρίζεται η πρωτοβουλία του νέου προέδρου της Ευρωπαϊκής Επιτροπής για στόχο μείωσης των εκπομπών κατά 55% έως το 2030 σε σύγκριση με το 1990, ως κάτι θετικό. Με αυτόν τον τρόπο διαφαίνεται και η σημασία της υιοθέτησης μιας μακροπρόθεσμης στρατηγικής για την επίτευξη της ουδετερότητας του κλίματος έως το 2050, με τη μακροπρόθεσμη στρατηγική που βρίσκεται υπό συζήτηση και πρόκειται να ψηφιστεί στα μέσα Δεκεμβρίου 2019 να φαίνεται ότι μπορεί να βελτιώσει τις επιδόσεις της ΕΕ για την κλιματική πολιτική στην αξιολόγηση του επόμενου έτους. Δεδομένου ότι η ΕΕ αποτελείται από 27 κράτη μέλη, η κατάταξη αντικατοπτρίζει επίσης τις συσσωρευμένες διαφορετικές εθνικές επιδόσεις [3].

Στο κεφάλαιο που ακολουθεί θα αναλυθούν επομένως οι πρωταρχικές αποφάσεις που οδήγησαν την ΕΕ να έχει αυτή την εικόνα το 2020 καθώς και τα επόμενα βήματα που αυτή σχεδιάζει για να αποφύγει τα λάθη και να πρωτοστατήσει στον παγκόσμιο χάρτη για την στάση της απέναντι στην κλιματική αλλαγή.

2.2.1. Βραχυπρόθεσμοι στόχοι της Ευρωπαϊκής Ένωσης - Ενέργεια 2020

Το Ευρωπαϊκό Συμβούλιο τον Μάρτιο του 2007 ενέκρινε για την Ένωση στόχο μείωσης των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου κατά τουλάχιστον 20% μέχρι το 2020 (έως και 30% ανάλογα των συνθηκών), σε σχέση με το 1990, αύξηση κατά 20% του μεριδίου των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην ακαθάριστη τελική κατανάλωση ενέργειας και 20% βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης σε όλες τις ευρωπαϊκές χώρες. Το Συμβούλιο δημιούργησε με αυτό τον τρόπο μια ολοκληρωμένη προσέγγιση για την κλιματική και ενεργειακή πολιτική έως ότου συναφθεί παγκόσμια και συνολική συμφωνία για τη μετά το 2012 περίοδο, προκειμένου να συμβάλλει χάραξη κοινής πορείας για αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής. Το πρόγραμμα αυτό ονομάστηκε «Ενέργεια 2020» [10].

Σε μια προσπάθεια αξιολόγησης της πορείας της ΕΕ προς την επίτευξη των στόχων της το 2014 , οι εκπομπές CO_2 και γενικά όλων των αερίων του θερμοκηπίου έφτασαν σε ποσοστιαία μείωση της τάξης του 19,2% χαμηλότερα από τα επίπεδα του 1990, ενώ αν συμπεριληφθούν και οι εκπομπές αερίων από τις διεθνείς αεροπορικές μεταφορές το ποσοστό ανερχόταν στο 18%. Επομένως, εξάγεται εύκολα το συμπέρασμα ότι η ΕΕ βρίσκεται στον σωστό δρόμο ενώ υπάρχει δυνατότητα προσέγγισης της 30% μείωσης των εκπομπών μέχρι το 2020 [11]. Σύμφωνα μάλιστα με την Eurostat, το συνολικό μερίδιο των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην ΕΕ το 2012 ήταν στα επίπεδα του 14,1%, αυξημένο από το 8,7% που κατείχε το 2005 ενώ υπολογίζεται πως το 2014 θα έχει προσεγγίσει το 15,3% [16].

Κατά την διάσκεψη των Ηνωμένων Εθνών για την κλιματική αλλαγή (UNFCCC, COP15) το 2009 στην Κοπεγχάγη, οι χώρες που αντιπροσώπευαν πάνω από το 80% των παγκόσμιων εκπομπών υπέγραψαν τη «Συμφωνία της Κοπεγχάγης» (γνωστή και ως Copenhagen Accord) η οποία κατέστησε σαφές πρέπει να συνεχιστεί η ραγδαία καταπολέμηση και μείωση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου και πιο συγκεκριμένα αυτών του CO_2. Αναλυτικότερα, οι αναπτυγμένες χώρες έπρεπε να μειώσουν τις εκπομπές τους κατά 80-95% έως το 2050 [10].Η ΕΕ, όντας πρωτοπόρος σε αυτό τον τομέα, έχει ήδη καταλήξει σε ένα πρόγραμμα ενεργειακών στόχων για το 2030, γνωστό ευρύτερα ως «Ενέργεια 2030».

2.2.2. Μεσοπρόθεσμοι στόχοι της Ευρωπαϊκής Ένωσης - Ενέργεια 2030

Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή ενέκρινε τον Ιανουάριο του 2014 ένα νομοθετικό «πακέτο» με το όνομα «πλαίσιο για το κλίμα και την ενέργεια» (climate and energy framework)**,** το οποίο σκιαγραφούσε την επιθυμητή πορεία της σε θέματα ενέργειας και αντιμετώπισης της κλιματικής αλλαγής κατά την περίοδο 2020 - 2030, προκειμένου να επιτευχθεί, μεταξύ άλλων, η πρόοδος προς μια οικονομία μηδενικών ή τουλάχιστον χαμηλών εκπομπών άνθρακα.

Το παραπάνω σύνολο μέτρων εισηγήθηκε τις ακόλουθες δράσεις [17]:

- Εισηγήθηκε στόχο μείωσης των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου για εγχώριες εκπομπές της ΕΕ κατά 40% το 2030 σε σχέση με τις εκπομπές το 1990.
- Τοποθετήθηκε ισχυρά στον τομέα της αγοραπωλησίας εκπομπών με στόχο μείωση εκπομπών κατά 43% και εισήγαγε μεταρρύθμιση στο σύστημα, ώστε να συμπεριληφθεί αποθεματικό σταθερότητας της αγοράς
- Έθεσε στόχους για τουλάχιστον 32% μερίδιο για ανανεώσιμες πηγές ενέργειας όπως ορίζεται στην οδηγία για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και τουλάχιστον 32,5% στόχο βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης, όπως ορίζεται στην οδηγία για την ενεργειακή απόδοση.

Το πλαίσιο εγκρίθηκε από το Ευρωπαϊκό Συμβούλιο τον Οκτώβριο του 2014, όμως με την έγκριση της οδηγίας για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και της οδηγίας για την ενεργειακή απόδοση τον Δεκέμβριο του 2018, οι στόχοι για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και την ενεργειακή απόδοση αναθεωρήθηκαν προς τα πάνω. Πιο συγκεκριμένα, η ΕΕ δεσμεύτηκε για μείωση των εκπομπών κατά τουλάχιστον 40% κάτω από τα επίπεδα του 1990 έως το 2030, έτσι ώστε να εφαρμόσει τις δεσμεύσεις της βάσει της συμφωνίας του Παρισιού.

Για την επίτευξη του στόχου οι τομείς του συστήματος εμπορίας εκπομπών της ΕΕ (Emission Trading System - ETS) θα πρέπει να μειώσουν τις εκπομπές κατά 43% (σε σύγκριση με το 2005) με αναθεώρηση του συστήματος για την περίοδο μετά το 2020 ενώ οι υπόλοιποι τομείς θα πρέπει να μειώσουν τις εκπομπές κατά 30% (σε σύγκριση με το 2005). Επιπλέον, όπως δηλώνεται και στην Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία, η Επιτροπή πρότεινε την αύξηση αυτού του στόχου σε τουλάχιστον 50% με βλέψη για επιπλέον αύξηση σε 55% με υπεύθυνο τρόπο.

Όσων αφορά το μερίδιο των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην τελική κατανάλωση ενέργειας των κρατών, ο αρχικός στόχος για τουλάχιστον 27% αναθεωρήθηκε σε τουλάχιστον 32% και για την ενεργειακή απόδοση από την ίδια τιμή σε ο στόχος άλλαξε σε 32,5% αντίστοιχα, συμπεριλαμβανομένης μιας ρήτρας αναθεώρησης έως το 2023. Σε αυτό το κλίμα, η ΕΕ έχει υιοθετήσει ολοκληρωμένους κανόνες παρακολούθησης και υποβολής εκθέσεων για να διασφαλίσει την πρόοδο προς τους στόχους της για το κλίμα και την ενέργεια το 2030 και τις διεθνείς δεσμεύσεις της βάσει της Συμφωνίας του Παρισιού, με τη διαδικασία διακυβέρνησης να περιλαμβάνει διαβουλεύσεις με πολίτες και ενδιαφερόμενα μέρη (stakeholders), Εθνικά Σχέδια για την Ενέργεια και το Κλίμα (National Energy and Climate Plans - NECPS) και εθνικές μακροπρόθεσμες πολιτικές [17].

2.2.3. Μακροπρόθεσμοι στόχοι της Ευρωπαϊκής Ένωσης - Ενέργεια 2050

Οι ηγέτες της ΕΕ συμφώνησαν στο στόχο της μείωσης των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου κατά 80-95% έως το 2050 σε σύγκριση με τα επίπεδα του 1990, προκειμένου να διατηρηθεί η αλλαγή του κλίματος κάτω από τους 2°C. Έχοντας υπόψη αυτόν τον στόχο, η Επιτροπή έχει εκπονήσει έναν χάρτη πορείας για τη μετάβαση σε μια οικονομία χαμηλών εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα έως το 2050.

Ήδη από τις 10 -11 Ιουλίου 2018 προκειμένου να βρεθούν οι απαραίτητοι ενδιαφερόμενοι συντελεστές για την επιδίωξη όλων αυτών των σχεδίων πραγματοποιήθηκε μια εκδήλωση ενδιαφερομένων από επιχειρήσεις, από τον ακαδημαϊκό τομέα αλλά και από την κοινωνία των πολιτών για μια συζήτηση σχετικά με την επικείμενη στρατηγική της ΕΕ, την οποία και

ακολούθησε δημόσια διαβούλευση από τις 17 Ιουλίου έως τις 9 Οκτωβρίου 2018 με περισσότερες από 2800 απαντήσεις. Το όραμα της Επιτροπής ξεκίνησε έναν πανευρωπαϊκό προβληματισμό σχετικά με τη στρατηγική της ΕΕ, με τη συμμετοχή θεσμικών οργάνων της ΕΕ, εθνικών κοινοβουλίων, επιχειρηματικού τομέα, μη κυβερνητικών οργανώσεων, πόλεων, κοινοτήτων και πολιτών σε ολόκληρη την Ευρώπη [17].

Η ΕΕ στοχεύει να είναι μια ενεργειακή οικονομία με ουδέτερο αντίκτυπο απέναντι στο κλίμα έως το 2050 και ιδανικά επιδιώκει να επιτύχει μηδενικές εκπομπές αερίων θερμοκηπίου, γεγονός που επιβεβαιώνεται από την Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία και ευθυγραμμίζεται με τη δέσμευση της για παγκόσμια δράση για το κλίμα βάσει της Συμφωνίας του Παρισιού. Η ΕΕ μπορεί να πρωτοστατήσει μόνο αν συνδυάσει επιτυχώς τη δράση σε βασικούς τομείς όπως η βιομηχανική πολιτική, η χρηματοδότηση και η έρευνα, διασφαλίζοντας παράλληλα την κοινωνική δικαιοσύνη για μια δίκαιη μετάβαση. Η Επιτροπή παρουσίασε το όραμά της για μια ουδέτερη για το κλίμα ΕΕ το Νοέμβριο του 2018, εξετάζοντας όλους τους βασικούς τομείς και διερευνώντας τις οδούς για τη μετάβαση [18].

2.2.4. Ενεργειακή Ένωση

Το όραμα της Επιτροπής είναι να διατηρήσει την παγκόσμια αύξηση της θερμοκρασίας πολύ κάτω από τους 2°C και να συνεχίσει τις προσπάθειές της ώστε να επιτύχει ακόμα και τους 1,5°C, όπως παρουσιάστηκε από την Επιτροπή στις 4 Μαρτίου 2020 στον πρώτο ευρωπαϊκό νόμο για το κλίμα [19]. Το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο ενέκρινε τον στόχο των καθαρών μηδενικών εκπομπών αερίων θερμοκηπίου στο ψήφισμά του σχετικά με την κλιματική αλλαγή τον Μάρτιο του 2019 και στο ψήφισμα σχετικά με την Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία τον Ιανουάριο του 2020. Η ΕΕ, προκειμένου να συμβαδίζει και να συμμορφώνεται με τις παγκόσμιες τάσεις σχετικά με το κλίμα υπέβαλε τη μακροπρόθεσμη στρατηγική της στη Σύμβαση-πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για την αλλαγή του κλίματος (UNFCCC) τον Μάρτιο του 2020 [20].

Η Ευρωπαϊκή Ένωση αντιμετωπίζει συνεχώς σημαντικές ενεργειακές προκλήσεις, όπως είναι η εξάρτηση της από τις εισαγωγές ενέργειας, η αύξηση της παγκόσμιας ενεργειακής ζήτησης, η αύξηση των τιμών των καυσίμων και η δυσκολία μείωσης της χρήσης ορυκτών καυσίμων, στις οποίες ανταποκρίνεται θέτοντας αυστηρούς στόχους και διαμορφώνοντας πρωτοποριακές πολιτικές. Στο πλαίσιο αυτό, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή ορίζει μια Ευρωπαϊκή Ενεργειακή Ένωση, η οποία επιτρέπει την ελεύθερη ροή ενέργειας εντός των συνόρων των κρατών μελών, μέσω ενός πανευρωπαϊκού δικτύου για φυσικό αέριο και ηλεκτρισμό και διαμορφώνει μια ολοκληρωμένη και ανταγωνιστική αγορά ενέργειας, την Εσωτερική Αγορά

Ενέργειας. Σχεδιάζει πολιτικές για προώθηση της ενεργειακής απόδοσης και της ανάπτυξης της εγχώριας παραγωγής ενέργειας, με χρήση περισσότερων ανανεώσιμων πηγών και καθιερώνει μια στρατηγική Ενεργειακής Ασφάλειας με αυστηρούς κανονισμούς για την ενίσχυση και την προστασία της διάθεσης και της προσφοράς ενέργειας. Η στρατηγική για την ενεργειακή ένωση (COM / 2015/080), δημοσιεύθηκε στις 25 Φεβρουαρίου 2015, ως βασική προτεραιότητα της Επιτροπής Juncker (2014-2019) [21].

Από την έναρξή του το 2015, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή δημοσιεύει διάφορα πακέτα μέτρων και διατηρεί τακτικές εκθέσεις προόδου, οι οποίες παρακολουθούν την πρόοδο των κρατών μελών προς την επίτευξη της στρατηγικής για την Ενεργειακή Ένωση. Η πιο πρόσφατη έκθεση της Ένωσης πάνω στο θέμα, δημοσιεύθηκε τον Απρίλιο του 2019 και δείχνει ότι ο ενεργειακός εφοδιασμός της Ευρώπης είναι πλέον ασφαλέστερος, πιο βιώσιμος και πιο προσιτός σε όλους απ' ό,τι ήταν παλαιότερα, λόγω του εκσυγχρονισμένου ενεργειακού συστήματος ,που προσελκύει επενδύσεις και δημιουργεί τοπικές ευκαιρίες απασχόλησης.

Στις 30 Νοεμβρίου 2016, η Επιτροπή υπέβαλε νομοθετική πρόταση για μια αξιόπιστη και διαφανή διακυβέρνηση της Ενεργειακής Ένωσης για να βοηθήσει την ΕΕ να επιτύχει τους στόχους της για το κλίμα και την ενεργειακή πολιτική έως το 2030 και μετά. Τον Ιούνιο του 2018, το Συμβούλιο και το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο κατέληξαν σε πολιτική συμφωνία σχετικά με τον κανονισμό, η οποία εγκρίθηκε από το Κοινοβούλιο στις 13 Νοεμβρίου 2018 και το Συμβούλιο στις 3 Δεκεμβρίου2018 [22].

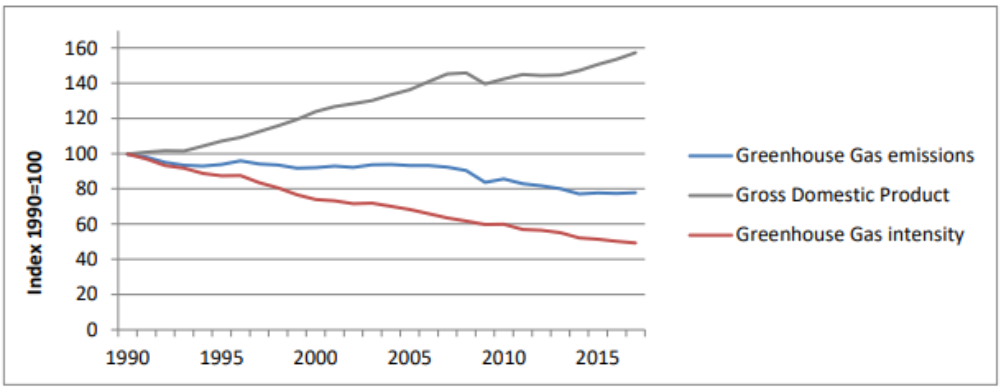
Επομένως, ο κανονισμός για τη διακυβέρνηση της Ενεργειακής Ένωσης και της δράσης για το κλίμα τέθηκε σε ισχύ στις 24 Δεκεμβρίου 2018 στο πλαίσιο της δέσμης μέτρων για την καθαρή ενέργεια για όλους τους Ευρωπαίους και επέτρεψε στην ΕΕ να αυξήσει το επίπεδο φιλοδοξίας της για το 2030 με αυξημένους στόχους για ανανεώσιμη ενέργεια και ενεργειακή απόδοση [23].

Ιδιαίτερο γνώρισμα του κανονισμού είναι ότι καθορίζει πως η Επιτροπή πρέπει να συνεργάζεται μεμονωμένα με τις διαφορετικές χώρες, λαμβάνοντας υπόψη ότι οι χώρες μπορούν να συνεισφέρουν στην ενεργειακή ένωση με διαφορετικούς τρόπους για την επίτευξη των ενεργειακών και κλιματικών στόχων της ΕΕ το 2030. Επίσης, αξίζει να σημειωθεί ότι εξορθολόγησε τις περισσότερες απαιτήσεις σχεδιασμού και αναφοράς των χωρών της ΕΕ σε θέματα ενέργειας και κλίματος, καθώς και με τις υποχρεώσεις παρακολούθησης της Επιτροπής, ενώ έθεσε σε ισχύ τη συνεπή υποβολή εκθέσεων από την ΕΕ και τα κράτη μέλη της βάσει της Σύμβασης-πλαισίου των Ηνωμένων Εθνών για την αλλαγή του κλίματος και της συμφωνίας του Παρισιού. Τα σχέδια αυτά που ενσωματώθηκαν στον μηχανισμό

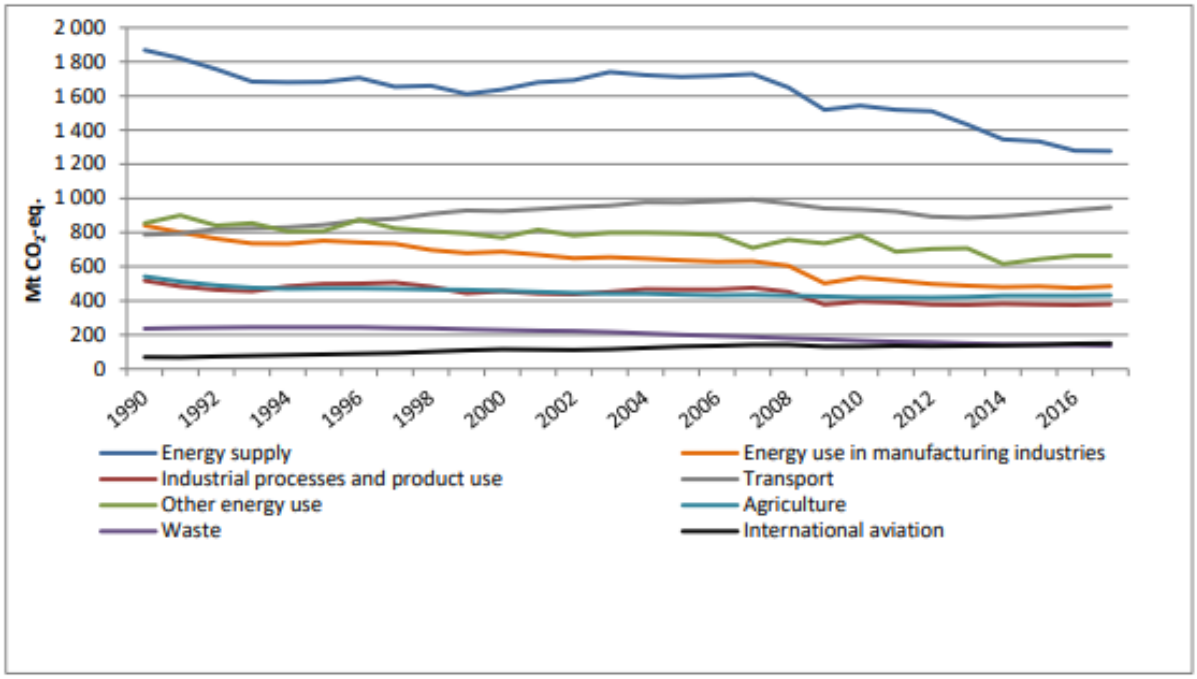
διακυβέρνησης της Ενεργειακής Ένωσης ονομάζονται εθνικά σχέδια για την ενέργεια και το κλίμα (NECP) και ο τρόπος λειτουργίας και η σημασία τους θα αναλυθεί παρακάτω. Τέλος, προκειμένου η στρατηγική για την ενεργειακή ένωση να παραμένει δίκαια και να τηρεί τις δεσμεύσεις τις ισάξια απέναντι σε όλες τις χώρες της ΕΕ, εκδόθηκε η συμφωνία για την απόσυρση του Ηνωμένου Βασιλείου από την Ευρωπαϊκή Ένωση και την Ευρωπαϊκή Κοινότητα Ατομικής Ενέργειας. Η συμφωνία αυτή, πιο συγκεκριμένα τέθηκε σε ισχύ από την 1η Φεβρουαρίου 2020, από τότε δηλαδή που θεωρείται ότι αποχώρησε το Ηνωμένο Βασίλειο από την Ευρωπαϊκή Ένωση. Η συμφωνία επίσης προβλέπει μια μεταβατική περίοδο που θα λήξει στις 31 Δεκεμβρίου 2020, όπου θα εφαρμόζεται το δίκαιο της Ένωσης και το Ηνωμένο Βασίλειο αντιμετωπίζεται ως κράτος μέλος της ΕΕ, αλλά δεν θα συμμετάσχει στη λήψη αποφάσεων και στη διαμόρφωση αποφάσεων της ΕΕ [22].

Για να καταφέρει η Επιτροπή να ποσοτικοποιήσει τις προσπάθειες των κρατών μελών να εφαρμόσουν όσα πρεσβεύει η Ένωση, δημοσιεύει αναφορές όπου καταγράφει παρατηρήσει και συμπεράσματα για την πορεία της Ενεργειακής Ένωσης και τις τάσεις που πλαισιώνουν τους στόχους και τα μέτρα που ορίζει.

Στην τελευταία αναφορά της Επιτροπής για την κατάσταση της Ενεργειακής Ένωσης, που δημοσιεύθηκε στις 9 Απριλίου του 2019 [24], υποστηρίζεται ότι οι εκπομπές αερίων θερμοκηπίου και η κατανάλωση ενέργειας αποσυνδέονται ολοένα και περισσότερο από την οικονομική ανάπτυξη και Ευρώπη παρουσιάζεται σε αξιόπιστη πορεία για την επίτευξη των στόχων του 2020, καθώς παρουσιάζεται ότι μεταξύ 1990 και 2017, η οικονομία της ΕΕ αυξήθηκε κατά 58%, ενώ οι εκπομπές μειώθηκαν κατά 22%, σύμφωνα με προκαταρκτικά στοιχεία που υπέβαλαν τα κράτη μέλη και αποτυπώνονται στο Γράφημα 2-2. Παράλληλα, η αναφορά επισημαίνει πως ο τομέας παραγωγής ενέργειας είναι σταθερά ο μεγαλύτερος υπεύθυνος για εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα με τιμές μεγαλύτερες όλων των άλλων τομέων κατά τουλάχιστον 200 μεγατόνους ανά τα χρόνια, όπως φαίνεται χαρακτηριστικά στο Γράφημα 2-3.



Γράφημα 2-2: Μεταβολές στο ΑΕΠ της ΕΕ (σε πραγματικές τιμές),εκπομπές αερίων των θερμοκηπίου (ΑτΘ) και ένταση της οικονομίας της ΕΕ ως προς τις εκπομπές τους (πηγή:[24])



Γράφημα 2-3 : Εκπομπές ΑτΘ στην Ευρωπαϊκή Ένωση ανά τομέα την περίοδο 1990-2016 (πηγή:[24])

2.2.5. Καθαρή Ενέργεια για όλους τους Ευρωπαίους

Το πακέτο «Καθαρή ενέργεια για όλους τους Ευρωπαίους» [25] είναι ένα σύνολο φιλόδοξων κανόνων, που καθορίζουν τις νομοθετικές παραμέτρους για πέντε ευρεία πλαίσια πάνω στην αξιοποίηση και τη χρήση της Ενέργειας στην ΕΕ.

Πιο συγκεκριμένα το πακέτο:

- Ξεχωρίζει την ανάγκη για προώθηση της ενεργειακής αποδοτικότητας. Ως κύρια προτεραιότητα σε αυτό το πλαίσιο ξεχωρίζει η ανάγκη για βελτίωση του

κατασκευαστικού τομέα, με κτίρια νέας τεχνολογίας, καθώς αυτό θεωρείται και ο μεγαλύτερος καταναλωτής ενέργειας με ποσοστό 40% στην τελική κατανάλωση και 36% στις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου.

- Τονίζει πως η Ευρώπη πρέπει να πρωτοστατήσει στον παγκόσμιο χάρτη αναφορικά με την αξιοποίηση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, θέτοντας στόχο αξιοποίησης ανανεώσιμων πηγών μέχρι το 2030 σε 32% στο μείγμα παραγωγής.
- Διαμορφώνει ένα «βιβλίο» ενεργειακών κανόνων που βασίζεται πάνω στα NECPs, προωθεί τα δικαιώματα των καταναλωτών και θεσπίζει κανόνες για τα Εθνικά Σχέδια πάνω στην Ενέργεια και το Κλίμα, τα οποία πρέπει να περιλαμβάνουν και τις μακροπρόθεσμες στρατηγικές σε βάθος 30 χρόνων των κρατών μελών, με σκοπό να αξιολογηθούν από την Επιτροπή.
- Τέλος προάγει την αυξημένη ασφάλεια της παροχής ενέργειας χάρη σε μια εξυπνότερη και αποδοτικότερη αγορά ενέργειας. Σε αυτή την κατεύθυνση προάγει την διαφάνεια όσων αφορά τους λογαριασμούς των νοικοκυριών καθώς και την ευελιξία επιλογής παρόχου ενέργειας. Επιπλέον, χάρη στους νέους κανόνες που θεσπίζει διευκολύνει την εισαγωγή καταναλωτών στην αγορά με ανάπτυξη δικής τους παραγωγής ενέργειας π.χ. μέσω φωτοβολταϊκών.

Μεταξύ άλλων το πακέτο αναγνωρίζει, ότι η οικονομία της καθαρής ενέργειας αναπτύσσεται ταχύτερα από τη συνολική οικονομία τα τελευταία 15 χρόνια στην ΕΕ, τόσο από άποψη προστιθέμενης αξίας όσο και θέσεων εργασίας. Ταυτόχρονα, οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας απασχολούν ήδη 1,4 εκατομμύρια άτομα στην Ευρώπη με χαρακτηριστικό παράδειγμα τις οικολογικές βιομηχανίες, που συνδέονται ιδίως με την ανακαίνιση κτιρίων και αντιπροσωπεύουν περισσότερες από 3,4 εκατομμύρια θέσεις εργασίας στην Ευρώπη.

Για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης και την αύξηση της παραγωγής με βάση τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας η Ευρώπη θα χρειαστεί περίπου 180 δισεκατομμύρια ευρώ ετησίως σε επενδύσεις, προκειμένου να μειώσει τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου και να εκπληρώσει τις δεσμεύσεις μας για τη Συμφωνία του Παρισιού. Σε αυτό το κλίμα, κλάδοι έντασης ενέργειας, όπως οι βιομηχανίες χάλυβα, αλουμινίου, χημικών, τσιμέντου ή χαρτιού, δεδομένου ότι η ενέργεια αντιπροσωπεύει σημαντικό μέρος του κόστους παραγωγής τους έχουν ήδη καταβάλει σημαντικές προσπάθειες για να μειώσουν την ένταση της ενέργειας και του άνθρακα, ιδίως μέσω μέτρων ενεργειακής απόδοσης.

Με εξωτερικό λογαριασμό ενέργειας κατά μέσο όρο 300 δισεκατομμύρια ευρώ το 2018-2019, η ΕΕ συνειδητοποίησε ότι υπάρχουν τεράστιες δυνατότητες για μείωση των εισαγωγών

ορυκτών καυσίμων και να αυξήσει την ενεργειακή της αυτονομία. Έτσι, η εξοικονόμηση ενέργειας μέσω της ενεργειακής απόδοσης αναδεικνύεται ως ο ευκολότερος τρόπος βελτίωσης της ενεργειακής ανεξαρτησίας της ΕΕ και αύξησης της ανθεκτικότητάς σε εξωτερικούς κραδασμούς ή πολιτικές πιέσεις.

Με τους νέους κανόνες, η ηλεκτρική ενέργεια μπορεί να ανταλλάσσεται πλησιέστερα σε πραγματικό χρόνο και οι ανανεώσιμες εγκαταστάσεις μπορούν να προβλέψουν καλύτερα την παραγωγή τους. Οι νέοι κανονισμοί ενισχύουν επίσης τις ενδείξεις των τιμών και αυξάνουν το διασυνοριακό εμπόριο για να διασφαλίσουν ότι η ηλεκτρική ενέργεια μπορεί πάντα να καταλήγει εκεί όπου χρειάζεται περισσότερο. Επομένως, ανάλογα με τις συνθήκες η καθαρή και φθηνή ηλεκτρική ενέργεια από τα αιολικά πάρκα της Βόρειας Ευρώπης ή από τα ηλιακά αγροκτήματα του Νότου της Ευρώπης μπορεί να φτάσει όπου είναι περισσότερο απαραίτητο, μειώνοντας την ανάγκη κατασκευής νέων εφεδρικών σταθμών παραγωγής ενέργειας σε κάθε χώρα.

Τα διασυνδεδεμένα δίκτυα ηλεκτρικής ενέργειας και αερίου είναι επίσης ζωτικής σημασίας για την ενεργειακή ασφάλεια του εφοδιασμού. Τα δίκτυα αυτά δεν είναι μόνο η καλύτερη προστασία από πιθανή αστοχία υποδομής σε μια χώρα της ΕΕ, αλλά προσφέρουν επίσης περισσότερες επιλογές εφοδιασμού και, ως εκ τούτου, πιο ανταγωνιστικές τιμές στις εθνικές αγορές. Κατά τη διάρκεια αυτής της δεκαετίας σημειώθηκε σημαντική αύξηση των έργων διασυνοριακής σύνδεσης, μέσα από ένα ευρύ φάσμα διαρθρωτικών επενδύσεων, ιδίως εκείνων που χαρακτηρίζονται ως έργα κοινού ενδιαφέροντος. Σε αυτά περιλαμβάνονται έργα που στοχεύουν στο συγχρονισμό των χωρών της Βαλτικής με άλλα κράτη μέλη ή στην επέκταση του νότιου διαδρόμου φυσικού αερίου. Επιπλέον, την εμφάνισή τους κάνουν όλο και περισσότερα νέα έργα ηλεκτρικής ενέργειας που επιδιώκουν τη σύνδεση δύο ή περισσότερων κρατών μελών, όπως η ενσωμάτωση της Ιβηρικής χερσονήσου με την υπόλοιπη Ευρώπη .

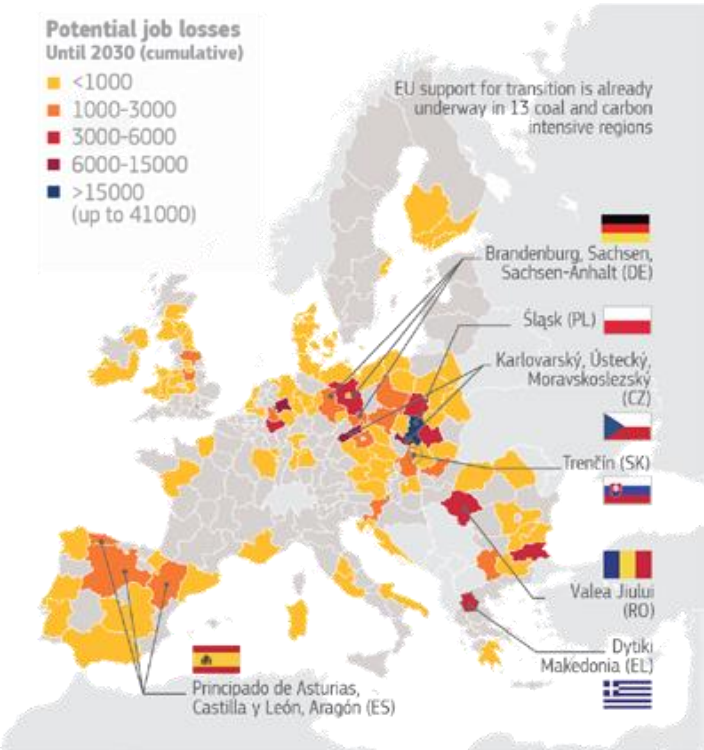
Στο ίδιο πνεύμα αλληλεγγύης και συνεργασίας, το πακέτο εισάγει επίσης νέα καθήκοντα για τον Οργανισμό Συνεργασίας των Ρυθμιστικών Αρχών Ενέργειας (Agency for the Cooperation of Energy Regulators - ACER). Ο ACER, που δημιουργήθηκε για να ενισχύσει την ευρωπαϊκή εσωτερική αγορά ενέργειας, θα εκδώσει στο μέλλον εκθέσεις βέλτιστων πρακτικών σε μια σειρά τομέων, συμβάλλοντας στην ευθυγράμμιση των προσεγγίσεων των διαφόρων κρατών μελών. Οι νέοι κανόνες ενισχύουν επίσης τη συνεργασία μεταξύ των διαχειριστών συστημάτων μεταφοράς μέσω των περιφερειακών κέντρων συντονισμού. Αυτό θα μειώσει τον κίνδυνο διακοπής ρεύματος και γενικά θα αυξήσει την αποτελεσματικότητα της λειτουργίας του συστήματος, μειώνοντας έτσι το κόστος.

Τα μέτρα που καλούνται να ακολουθήσουν οι Ευρωπαίοι μέσω του πακέτου, επιδιώκουν να πετύχουν τη σωστή ισορροπία μεταξύ της λήψης αποφάσεων σε ΕΕ, εθνικό και τοπικό επίπεδο, δίνοντας βήμα ισάξια σε όλα τα επίπεδα διακυβέρνησης. Ο στόχος είναι να προκύψουν οφέλη που δεν θα μπορούσαν να υπάρξουν εάν κάθε χώρα της ΕΕ ενεργούσε μόνη της, χωρίς αυτό να αναιρεί ότι κάθε χώρα επιλέγει το δικό της ενεργειακό μείγμα και αναπτύσσει ξεχωριστούς δρόμους προς τους ενεργειακούς και κλιματικούς της στόχους. Το πακέτο βελτιώνει την αποτελεσματικότητα της αγοράς, χωρίς να παραμελεί τα δικαιώματα καταναλωτών, των οποίων αναγνωρίζει την άμεση επιρροή στην αγορά, ενώ παράλληλα παρουσιάζει τα πολυάριθμα οφέλη των νέων κανόνων της ΕΕ όχι μόνο σε περιβαλλοντικό και οικονομικό πλαίσιο αλλά και από άποψη ασφάλειας εφοδιασμού της ενέργειας. Όπως έχει προαναφερθεί, κατά την δημοσίευση του πακέτου η ΕΕ βρισκόταν σε γενικές γραμμές σε καλό δρόμο να πετύχει τους στόχους του 2020, γιατί ήταν εμφανές ότι μπορούν να μειωθούν οι εκπομπές με ταυτόχρονη αύξηση του ΑΕΠ συν την καθαρή αύξηση της απασχόλησης στον ενεργειακό τομέα και της αξιοποίησης φθηνότερων πράσινων μορφών ενέργειας.

Ένα σχετικά νέο στοιχείο της χρηματοδότησης της ΕΕ που αποδεικνύεται ιδιαίτερα αποτελεσματικό είναι το επενδυτικό σχέδιο για την Ευρώπη, σύμφωνα με το σχέδιο Juncker που υποστηρίζει την ενεργειακή μετάβαση και το Ευρωπαϊκό Ταμείο Στρατηγικών Επενδύσεων, όπου τα δημόσια κεφάλαια χρησιμοποιούνται ως μοχλός για την εξασφάλιση ιδιωτικών επενδύσεων. Από τα συνολικά 371,2 δισεκατομμύρια ευρώ των συνολικών επενδύσεων που εγκρίθηκαν, περίπου το 19% αφορούσε ενεργειακά έργα.

Κατά την τρέχουσα περίοδο προγραμματισμού 2014-2020, ο ευρωπαϊκός προϋπολογισμός έχει θεσπίσει προγράμματα και άλλα μέσα που έχουν υποστηρίξει τη μετάβαση της ΕΕ προς την καθαρή ενέργεια. Σε αυτή την περίοδο, συνολικά, το 20% των δαπανών της ΕΕ χρησιμοποιείται για μέτρα που σχετίζονται με το κλίμα, ενώ στο προσχέδιο για τον μελλοντικό προϋπολογισμό της ΕΕ για το 2021 έως το 2027, η Επιτροπή πρότεινε ένα νέο στόχο τουλάχιστον 25% των συνολικών δαπανών της ΕΕ να συμβάλλουν στην καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής, συμπεριλαμβανομένης της καθαρής ενεργειακής μετάβασης όπως την ορίζει το πακέτο. Επιπλέον, πρότεινε την αύξηση του προϋπολογισμού για έρευνα και ανάπτυξη σχεδόν 100 δισεκατομμύρια ευρώ στο πλαίσιο του προγράμματος «Ορίζοντας Ευρώπη», συμπεριλαμβανομένου ενός προϋπολογισμού για την έρευνα και την καινοτομία που προορίζεται για ενέργεια και κλίμα περίπου 15 δισεκατομμυρίων ευρώ. Η Επιτροπή ξεκίνησε επίσης τις προσπάθειες για οικοδόμηση μιας ισχυρής ενεργειακής βιομηχανικής βάσης στην Ευρώπη και την ενίσχυση της ανταγωνιστικότητάς της σε ολόκληρη την αλυσίδα αξίας όσων αφορά ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και άλλα θέματα.

Ένα πολύ ενδιαφέρον στοιχείο που παραθέτει το πακέτο πέραν όλων των μέτρων και των κατευθυντήριων γραμμών που εισηγείται είναι η αναγνώριση του φαινομένου της ενεργειακής φτώχειας και η εκτίμηση της έκτασής του αλλά και των πιθανών τρόπων αντιμετώπισής του καθώς και η προσπάθεια αναγνώρισης του ιδιαίτερου ενεργειακού καθεστώτος των νησιών. Με εκτιμήσεις που υποδηλώνουν ότι περισσότεροι από 50 εκατομμύρια Ευρωπαίοι πλήττονται από τη λεγόμενη ενεργειακή φτώχεια λόγω της απομάκρυνσης από πρωτογενείς μορφές άνθρακα βάσει της καθαρής μετάβασης, ιδρύθηκε το Παρατηρητήριο Ενεργειακής Φτώχειας για να βοηθήσει τα κράτη μέλη που αυτή αφορά. Επιπλέον, δημιουργήθηκε η Πρωτοβουλία των Περιοχών Άνθρακα σε Μετάβαση (Coal Regions in Transition Initiative) στοχεύει να πραγματοποιήσει οικονομικό και τεχνολογικό μετασχηματισμό στις περιφέρειες που στο παρελθόν ήταν ιδιαίτερα εξαρτημένες σε βιομηχανίες άνθρακα ή με βάση τον άνθρακα. Η ΕΕ παρέχει ήδη βοήθεια σε 14 περιοχές άνθρακα σε 7 κράτη μέλη ενώ προσπαθεί να ενημερώνεται συνεχώς για τις εξελίξεις γύρω από τον αντίκτυπο του μετασχηματισμού στις οικονομίες των χωρών, παρουσιάζοντας χαρακτηριστικά ενδιαφέροντα στοιχεία στην Εικόνα 2-1. Παράλληλα, η Επιτροπή έχει καθιερώσει την πρωτοβουλία Clean Energy for EU Islands, για τα νησιά που συνήθως εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από τα εισαγόμενα ορυκτά καύσιμα για να παράγουν την ενέργειά τους και στοχεύει στην παροχή ενός μακροπρόθεσμου αισίου για βοήθεια τα νησιά γίνονται πιο ενεργειακά ανεξάρτητα [25].



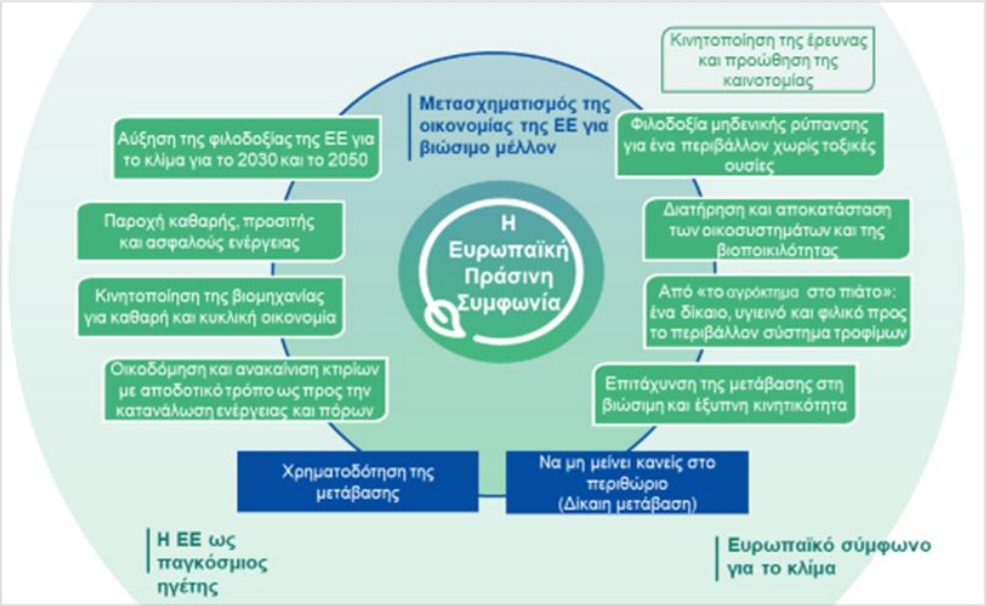
Εικόνα 2-1 : Χάρτης πιθανών απωλειών εργασίας μέχρι το 2030 (αθροιστικά) λόγω μετάβασης των περιοχών που βασίζονται στον άνθρακα (πηγή: [24]*)*

2.2.6. Η Πράσινη Συμφωνία

Τον Δεκέμβριο του 2019, η νέα Ευρωπαϊκή Επιτροπή παρουσίασε την Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία (European Green Deal), ένα σύνολο από μέτρα με σκοπό να επιτρέψει στους ευρωπαίους πολίτες και τις επιχειρήσεις να επωφεληθούν από τη βιώσιμη πράσινη μετάβαση όπως αυτή προβλέπεται από τη μακροχρόνια στρατηγική της ΕΕ απέναντι στην κλιματική αλλαγή. Τα μέτρα αυτά συνοδεύτηκαν από έναν αρχικό χάρτη πορείας για βασικές πολιτικές πάνω σε θέματα όπως οι φιλόδοξες μειώσεις των εκπομπών, οι επενδύσεις πάνω στην έρευνα και την καινοτομία αλλά και η διατήρηση του φυσικού περιβάλλοντος της Ευρώπης, αποτελώντας συνολικά μια στρατηγική ανάπτυξης που θα οδηγήσει την Ευρώπη να είναι ταυτόχρονα ανταγωνιστική οικονομία αλλά και αυτάρκης στους πόρους της με έναν κοινωνικά δίκαιο τρόπο [26].

Η Ευρώπη διαβαίνει μια περίοδο εντατικών μετασχηματισμών, δεδομένων των στόχων που έχει θέσει για το 2020, καθώς μεγάλες μακροπρόθεσμες προκλήσεις όπως η πίεση για ορθολογική χρήση των πόρων και η απανθράκωση του ενεργειακού τομέα εντείνονται. Για αυτό το λόγο πρέπει να διαμορφώσει την μακροχρόνια στρατηγική της, βασισμένη τόσο στις εθνικές προσπάθειες των μελών της, όσο και σε μια ανταγωνιστική πολιτική που θα εκλαμβάνει την Ένωση σαν σύνολο χωρίς να παραμελεί τις ιδιομορφίες των κρατών μελών της και θα συμβαδίζει με τις δεσμεύσεις της για το 2030 και το 2050. Χαρακτηριστικά τα γνωρίσματα της εν λόγω συμφωνίας εντοπίζονται στην Εικόνα 2-2.

Η επίτευξη των στόχων της Ευρωπαϊκής Πράσινης Συμφωνίας, θα απαιτήσει σημαντικές επενδύσεις, με τους τρέχοντες στόχους για το κλίμα και την ενέργεια του 2030 να εκτιμάται ότι απαιτούν επιπλέον 260 δισ. ευρώ ετησίως επενδύσεις, που αντιπροσωπεύουν περίπου το 1,5% του ΑΕΠ του 2018. Για αυτό και η Επιτροπή ανακοίνωσε πως θα δημοσίευε στις αρχές του 2020 τη λεγόμενη Πράσινη στρατηγική χρηματοδότησης και ένα πλάνο για αειφόρες επενδύσεις, αφού επιπλέον αναγνωρίζει ότι τουλάχιστον το 25% του μακροπρόθεσμου προϋπολογισμού της ΕΕ θα πρέπει να διατεθεί στη δράση για το κλίμα, και εγγυάται ότι η Ευρωπαϊκή Τράπεζα Επενδύσεων και η Τράπεζα του κλίματος της Ευρώπης, θα παράσχουν περαιτέρω υποστήριξη [25].



Εικόνα 2-2: Σχηματική απεικόνιση του μετασχηματισμού της οικονομίας της ΕΕ για βιώσιμο μέλλον μέσω της Πράσινης Συμφωνίας (πηγή : [27]*)*

Πιο αναλυτικά, περιγράφονται τα εργαλεία χρηματοδότησης και οι απαιτούμενες επενδύσεις για μια καθαρή, κυκλική οικονομία με αποκατάσταση της βιοποικιλότητας και μείωση της ρύπανσης ώστε μέχρι το 2050 οι Ευρωπαϊκή Ένωση να έχει ουδέτερο κλιματικό αντίκτυπο (climate neutrality). Για αυτό το λόγο, εισήχθη ο Ευρωπαϊκός Νόμος για το Κλίμα (European Climate Law) που μετατρέπει την πολιτική δέσμευση σε νομική υποχρέωση και αποτελεί έναυσμα για επενδύσεις. Επιπλέον, προς επίτευξη του εγχειρήματος αυτού, προβλέπεται ευαισθητοποίηση σε πολλούς κλάδους της οικονομίας, με ανάπτυξη φιλικών προς το περιβάλλον τεχνολογιών που θα ωθήσουν τη βιομηχανία για καινοτομία, καθιέρωση καθαρότερων και φθηνότερων ιδιωτικών και δημόσιων μεταφορών, καθώς και μείωσης της χρήσης άνθρακα στον ενεργειακό τομέα, εξασφαλίζοντας ότι τα κτίρια είναι πιο ενεργειακά αποδοτικά. Παράλληλα, η ΕΕ στην προσπάθειά της για δίκαιη μετάβαση, θα παράσχει οικονομική υποστήριξη και τεχνική βοήθεια σε όσους πλήττονται περισσότερο από την πορεία προς την πράσινη οικονομία, αξιοποιώντας χαρακτηριστικά, τουλάχιστον 100 δισεκατομμύρια ευρώ κατά την περίοδο 2021-2027 στις πληγείσες περιοχές.

Η Πράσινη Συμφωνία [27] αποτελεί αναπόσπαστο μέρος της στρατηγικής της Ευρωπαϊκής Επιτροπής για την υλοποίηση της ατζέντας των Ηνωμένων Εθνών για το 2030 και των στόχων της αειφόρου ανάπτυξης. Η ΕΕ μεταξύ 1990 και 2018, μείωσε τις εκπομπές αερίων θερμοκηπίου κατά 23%, ενώ η οικονομία αυξήθηκε κατά 61%. Ωστόσο, οι τρέχουσες πολιτικές θα μειώσουν μόνο τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου κατά 60% έως το 2050. Επομένως,

για να επιτύχει αυτές τις πρόσθετες μειώσεις των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου, η Επιτροπή, έως τον Ιούνιο του 2021, θα επανεξετάσει και θα προτείνει να αναθεωρήσει, όπου απαιτείται, όλες τις σχετικές πολιτικές που σχετίζονται με το κλίμα.

Στο πλαίσιο της Πράσινης Συμφωνίας, η Επιτροπή θα επαναπροσδιορίσει εκ νέου τη διαδικασία μακροοικονομικού συντονισμού του Ευρωπαϊκού Εξαμήνου για να ενσωματώσει τους στόχους της αειφόρου ανάπτυξης των Ηνωμένων Εθνών, να θέσει τη βιωσιμότητα και την ευημερία των πολιτών στο επίκεντρο της οικονομικής πολιτικής και τους στόχους της αειφόρου ανάπτυξης στο επίκεντρο της χάραξης πολιτικής και της δράσης της ΕΕ. Ειδικότερα, προβλέπει αύξηση του στόχου του 2030 σε μείωση των εκπομπών τουλάχιστον σε 50% και ακόμη και έως 55% σε σύγκριση με τα επίπεδα του 1990, εάν οι διεθνείς διαπραγματεύσεις οδηγούν σε υψηλότερες φιλοδοξίες από άλλες χώρες με σημαντικές εκπομπές έως το 2021. Η Επιτροπή υποστηρίζει μια πιθανή επέκταση του Ευρωπαϊκού Εμπορίου Εκπομπών (European Trading Scheme) σε νέους τομείς, ενώ ταυτόχρονα προϋποθέτει ότι κράτη μέλη θα μειώσουν τις εκπομπές σε τομείς εκτός του Συστήματος, ώστε να διασφαλιστεί η αποτελεσματική τιμολόγηση του άνθρακα σε ολόκληρη την οικονομία [27].

3. Η Ευρωπαϊκή Αγορά Ενέργειας

3.1. Η εξέλιξη της Ευρωπαϊκής Αγοράς Ενέργειας και τα Πακέτα Απελευθέρωσης

Η αγορά ενέργειας είναι πολύ διαφορετική από άλλους βιομηχανικούς τομείς, καθώς η ηλεκτρική ενέργεια αποτελεί ένα προϊόν που δεν μπορεί να διαφοροποιηθεί ως προς την ποιότητα, δεν μπορεί να αποθηκευτεί, δεν έχει υποκατάστατα και το κόστος του εξαρτάται κυρίως από τον τρόπο παραγωγής του, καθιστώντας εξαιρετικά ανελαστική τη ζήτησή του . Λόγω όλων αυτών των παραγόντων, ο ενεργειακός τομέας είχε αρχικά οργανωθεί ως κρατικό μονοπώλιο στις περισσότερες ευρωπαϊκές χώρες [28]. Η διαδικασία απελευθέρωσης της αγοράς ενέργειας είναι μακροπρόθεσμη και περιλαμβάνει πολλά και σύνθετα βήματα όπως η ιδιωτικοποίηση των κρατικών μονοπωλίων, ο διαχωρισμός ανταγωνιστικών τμημάτων, η αναδιάρθρωση της παραγωγής και της διακίνησης και η δημιουργία μιας δημόσιας αγοράς ενέργειας χονδρικής [29].

Ιδιαίτερο χαρακτηριστικό της Ευρωπαϊκής Ένωσης που την ξεχωρίζει από άλλες ισχυρές ενεργειακές οικονομίες στον κόσμο είναι πως η πολιτική της ενώ στηρίζεται στην απελευθέρωση της ενεργειακής αγοράς στην πραγματικότητα, ακόμα επιδιώκει να επιτύχει μια Ενιαία Ευρωπαϊκή Αγορά Ενέργειας καθώς κάθε κράτος μέλος της, αρχικά ακολουθούσε διαφορετικές πολιτικές σχετικά με την τιμολόγηση της ενέργειας, με αποτέλεσμα να δυσχεραίνεται το εγχείρημα. Έτσι, η νομοθεσία πάνω στα ενεργειακά θέματα έχει δομηθεί πλέον με τέτοιο τρόπο, ώστε να απελευθερωθεί πλήρως η αγορά και να καρπωθούν τα κράτη μέλη τα αντίστοιχα οικονομικά πλεονεκτήματα.

Ήδη από τα μέσα του 1980 οι κυβερνήσεις συνέλαβαν την ιδέα ότι η παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας θα μπορούσε να γίνει αποτελεσματικότερη σε περιβάλλον ανταγωνισμού μέσω του ιδιωτικού τομέα, με παράλληλη μείωση των τιμών και εξασφάλιση καλύτερης εξυπηρέτησης των καταναλωτών. Περίπου δέκα χρόνια μετά, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή άρχισε να εισάγει μέτρα, ώστε να σχηματιστεί μια ενιαία και ολοκληρωμένη Ευρωπαϊκή Αγορά [30]. Έτσι, το πρώτο πακέτο μέτρων για την απελευθέρωση υιοθετήθηκε το 1996 για τον ηλεκτρισμό και το 1998 για το φυσικό αέριο, με υποχρέωση να ενσωματωθεί στην νομοθεσία κάθε κράτους μέλους μέχρι το 1998 και το 2000, αντίστοιχα, ενώ το δεύτερο πακέτο υιοθετήθηκε το 2003 με δέσμευση να εφαρμοσθεί έως το 2004, με κάποιες διατάξεις να μην τίθενται σε ισχύ μέχρι και το 2007. Το πιο πρόσφατο από τα λεγόμενα πακέτα απελευθέρωσης ήταν το τρίτο, το οποίο πρότεινε η Επιτροπή, ύστερα από τομεακή έρευνα, τον Σεπτέμβρη του 2007, προκειμένου να

ενισχυθεί ο ανταγωνισμός στις αγορές ηλεκτρισμού και αερίου [31]. Βέβαια, το 2013 εγκρίθηκε ένα συμπληρωματικό πακέτο υποδομής που καθόριζε κανόνες για τον προσδιορισμό «έργων κοινού ενδιαφέροντος» (Projects of Common Interest), δηλαδή έργα υποδομής που θα βοηθήσουν τα κράτη μέλη να ολοκληρώσουν φυσικά τις ενεργειακές τους αγορές και να ενδυναμώσουν το δίκτυο παραγωγής , ώστε να ανταπεξέλθει στην αύξηση των ενεργειακών απαιτήσεων [32].

Με την εφαρμογή του πρώτου πακέτου, η Επιτροπή επέλεξε μια ρεαλιστική προσέγγιση σε μια συλλογική ατζέντα ώστε να αποφευχθούν ζητήματα εθνικής κυριαρχίας [31], εισάγοντας, πιο συγκεκριμένα στους τομείς της παραγωγής και της προσφοράς, ένα περιορισμένο ανταγωνισμό (Limited Competition), όπως και στις αγορές χονδρικών πωλήσεων με τον αντίστοιχο ανταγωνισμό (Competition in Wholesale Markets) και άλλαξε την εικόνα της βιομηχανίας που ήταν ελεγχόμενη από καθετοποιημένες επιχειρήσεις [30].

Το δεύτερο πακέτο, ουσιαστικά εισήγαγε τον ορισμό ανεξάρτητων ρυθμιστικών αρχών. Οι αρχές αυτές είναι υποχρεωμένες να υπακούν σε ένα ελάχιστο σύνολο τυποποιημένων αρμοδιοτήτων, όπως είναι η παρακολούθηση και κατά περιπτώσεις η παρέμβαση σε θέματα όπως η κατανομή της χωρητικότητας διασύνδεσης, η δημιουργία μηχανισμών αντιμετώπισης συμφόρησης χωρητικότητας και δυναμικού, η έκδοση σημαντικών πληροφοριών, ο αποτελεσματικός διαχωρισμός λογαριασμών για να εντοπιστούν διασταυρούμενες επιδοτήσεις, η εισαγωγή νέων παραγωγών, η συνολική συμμόρφωση των διαχειριστών των δικτύων μεταφοράς και διανομής κ.α. [33]. Τα αποτελέσματα μετά το δεύτερο πακέτο συγκεντρωτικά, ήταν δηλαδή η ανάπτυξη πλήρους ανταγωνισμού στους τομείς της παραγωγής και της προσφοράς, ενώ στον τομέα των μεταδόσεων και της διανομής πλέον υπήρχε πρόσβαση από τρίτους εφόσον πληρούσαν τις κατάλληλες προϋποθέσεις (Regulated Access).

Το τρίτο πακέτο, τέλος, μέσω διατάξεων υποχρεώνει τα κράτη-μέλη σε συγκεκριμένες δράσεις, όπως:

- Δημιουργία Εθνικών Ρυθμιστικών Αρχών για τον έλεγχο των δικτύων μετάδοσης και διανομής, με μία νέα σειρά επιπλέον αρμοδιοτήτων όπως είναι η εξέταση των επενδυτικών σχεδίων των διαχειριστών των δικτύων μετάδοσης, για εξασφάλιση συνοχής με το σχέδιο ανάπτυξης του δικτύου της ΕΕ, η παράλληλη παρακολούθηση της ασφάλειας και της αξιοπιστίας του δικτύου, η εξασφάλιση διαφάνειας,

αποτελεσματικού ανταγωνισμού και αποτελεσματικότητας των. μέτρων προστασίας του καταναλωτή [30].

- Διαφάνεια και τήρηση αρχείου για όλους τους παραγωγούς και προμηθευτές ηλεκτρικής ενέργειας έτσι ώστε να εξασφαλίζεται η συμμόρφωση τους με τις υποχρεώσεις τους και επίσης να παρέχεται η δυνατότητα αξιολόγησης της αγοράς και των αποφάσεων των παραγωγών και των προμηθευτών σχετικά με τις εξελίξεις της [30].
- Προώθηση της συνεργασίας μεταξύ των ρυθμιστικών αρχών των κρατών-μελών με την δημιουργία της Υπηρεσίας για την Συνεργασία των Ενεργειακών Ρυθμιστικών Αρχών (ACER). Η υπηρεσία αυτή θα έχει συμβουλευτικό χαρακτήρα απέναντι στις διάφορες εθνικές ρυθμιστικές αρχές, ενώ παράλληλα θα έχει και ουσιαστικά καθήκοντα όπως η σύναψη Ευρωπαϊκών κωδικών για τα δίκτυα, η δημιουργία νομοθετικού περιεχομένου για τις συνθήκες πρόσβασης των δικτύων σε διασυνοριακές συναλλαγές και η παρακολούθηση της εξέλιξης των ενεργειακών αγορών και των ενεργειακών τιμών [34].

Από τον Μάρτιο του 2011 λειτουργεί ο Ευρωπαϊκός Οργανισμός Συνεργασίας των Ρυθμιστικών Αρχών Ενέργειας (ACER), ο οποίος προωθεί τη συνεργασία μεταξύ των εθνικών ρυθμιστικών αρχών σε περιφερειακό και ευρωπαϊκό επίπεδο σχετικά με την ηλεκτρική ενέργεια και το φυσικό αέριο. Επιπλέον, συντονίζει την εφαρμογή των κατάλληλων κυρώσεων με τα κράτη μέλη, τις οποίες διαμορφώνουν τα ίδια.

Ένας πολύ σημαντικός ρόλος του οργανισμού είναι και να εκδίδει ετήσιες εκθέσεις ώστε να αποτυπώνεται όσο το δυνατόν καλύτερα η εικόνα της αγοράς ενέργειας αλλά και του φυσικού αερίου. Υπό αυτό το πρίσμα τον Οκτώβριο του 2014 σε μια προσπάθεια αξιολόγησης της προόδου των πακέτων, η αντίστοιχη έκθεση για το 2013 έκανε κατανοητό πως, παρά την σημαντική προσπάθεια από τα κράτη μέλη, το 2013 δεν είχε ακόμα επιτευχθεί καθολική απελευθέρωση, λόγω της τεράστιας ανομοιομορφίας των αποτελεσμάτων στα διάφορα κράτη - μέλη, υποδεικνύοντας ότι υπάρχει πρόβλημα αναφορικά με τις ισχύουσες διατάξεις της Ευρωπαϊκής Επιτροπής [35].

Τα κατοχυρωμένα τιμολογιακά καθεστώτα που εφαρμόζονταναν από ορισμένες χώρες συνέχιζαν να αποτελούν τροχοπέδη στην εισαγωγή νέων προμηθευτών στην αγορά, υποβαθμίζοντας σημαντικά την εξέλιξη του ανταγωνισμού. Για να μπορέσει να δημιουργηθεί ένα πλήρως εναρμονισμένο νομοθετικό και ρυθμιστικό καθεστώς εντός των αγορών ηλεκτρικής ενέργειας στην ΕΕ, πρέπει η Ευρωπαϊκή Επιτροπή να λάβει περισσότερες

πρωτοβουλίες θέτοντας ενιαία ρυθμιστικά πλαίσια με άμεση εφαρμογή σε όλα τα κράτη-μέλη για την καθολική ενίσχυση του ανταγωνισμού στην ΕΕ.

Κάνοντας την δημιουργία μίας ενιαίας, εσωτερικής ενεργειακής αγοράς μία από τις σημαντικότερες προτεραιότητές της, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή και κατ' επέκταση η ΕΕ επιδιώκει να μετριάσει την πολυπλοκότητα που έχει το εγχείρημα της απελευθέρωσης της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας [36]. Άλλωστε, όπως προαναφέρθηκε, σε συνέχεια των προσπαθειών για απελευθέρωση της αγοράς ενέργειας η Επιτροπή ανακοίνωσε στις 30 Νοεμβρίου 2016 το πακέτο «Καθαρή ενέργεια για όλους τους Ευρωπαίους». Ενώ επιπλέον, για να ολοκληρωθεί η απελευθέρωση της εσωτερικής αγοράς ενέργειας, η Επιτροπή πρότεινε μέτρα τόσο στην οδηγία για την ηλεκτρική ενέργεια [37], όσο και στον κανονισμό για την ηλεκτρική ενέργεια [38] και στον κανονισμό για την ετοιμότητα για κινδύνους [39].

Πιο αναλυτικά η πρώτη οδηγία εστιάζει στα εξής θέματα:

- Τα κράτη μέλη θα είναι υποχρεωμένα να καταγράφουν τον αριθμό των νοικοκυριών σε ενεργειακή φτώχεια.
- Οι τοπικές ενεργειακές κοινότητες, θα έχουν το δικαίωμα να συμμετέχουν σε τοπικές υπηρεσίες παραγωγής, διανομής, συγκέντρωσης, αποθήκευσης και ενεργειακής απόδοσης και να έχουν πρόσβαση σε όλες τις οργανωμένες αγορές
- Αποσαφήνιση των καθηκόντων των διαχειριστών συστημάτων διανομής (Distribution System Operators) και εισαγωγή διαδικασίας για τον σχεδιασμό της ανάπτυξης του δικτύου διανομής.

Η πρόταση για τον κανονισμό ετοιμότητας για κινδύνους ενθαρρύνει τη συνεργασία μεταξύ των διαχειριστών συστημάτων μεταφοράς εντός της ΕΕ αλλά και σε γειτονικές χώρες και του Ευρωπαϊκού Οργανισμού Συνεργασίας των Ρυθμιστικών Αρχών Ενέργειας και στοχεύει στη διευκόλυνση της διασυνοριακής διαχείρισης των δικτύων ηλεκτρικής ενέργειας σε περίπτωση κρίσης ηλεκτρικής ενέργειας. Τέλος, η πρόταση κανονισμού για την εσωτερική αγορά ηλεκτρικής ενέργειας αφορά την παροχή ηλεκτρικής ενέργειας, την αναθεώρηση των κανόνων για την εμπορία ηλεκτρικής ενέργειας, την αποσαφήνιση των ευθυνών των συμμετεχόντων στην αγορά και τον καθορισμό αρχών για την αξιολόγηση των αναγκών χωρητικότητας και για μηχανισμούς χωρητικότητας βάσει της αγοράς.

Στις 30 Νοεμβρίου 2016, η Επιτροπή πρότεινε έναν κανονισμό για τη μεταρρύθμιση του ACER [40] ώστε να αναδιατυπωθούν οι νομικές πράξεις και να ενισχυθεί ο κύριος ρόλος του ως

συντονιστή της δράσης των εθνικών ρυθμιστικών αρχών, ιδίως στους τομείς στους οποίους η εθνική λήψη αποφάσεων ζητήματα με διασυνοριακή συνάφεια ήταν προβληματική [35].

Ο πιο αξιόπιστος τρόπος για να αξιολογηθεί η πορεία της αγοράς Ενέργειας της Ένωσης από το τρίτο πακέτο απελευθέρωσης στο σήμερα και να σκιαγραφηθεί η πρόοδός της είναι η ανάλυση της αναφοράς δραστηριότητας του ACER για το 2019. Αναλυτικότερα σε αυτή τη χρονιά ο Οργανισμός εξακολουθεί να έχει ως προτεραιότητα την ολοκλήρωση της εσωτερικής αγοράς ενέργειας και την παρακολούθηση των συναλλαγών στις χονδρικές αγορές ενέργειας της Ένωσης, ενώ δηλώνει πως οι περιορισμοί πόρων είχαν αντίκτυπο στον βαθμό στον οποίο μπόρεσε να συμβάλει στην ολοκλήρωση της εσωτερικής αγοράς ενέργειας προς όφελος των καταναλωτών ενέργειας και της ανταγωνιστικότητας της Ένωσης, δεδομένου ότι ορισμένες από τις εργασίες του Οργανισμού δεν μπορούσαν να γίνουν στην βαθμό που θα ήταν επιθυμητό.

Χαρακτηριστικά τα βασικά επιτεύγματα του Οργανισμού για το έτος 2019 ήταν [41]:

- η δημοσίευση της ετήσιας έκθεσης παρακολούθησης της αγοράς σχετικά με τον αντίκτυπο της εφαρμογής των οδηγιών ηλεκτρικής ενέργειας και φυσικού και κατευθυντήριων γραμμών στη λειτουργία των αγορών ηλεκτρικής ενέργειας και φυσικού αερίου της ΕΕ. Ταυτόχρονα, επιτεύχθηκε και η αξιολόγηση της κατάστασης των δικαιωμάτων των καταναλωτών σχετικά με τα εναπομένοντα εμπόδια στην εσωτερική αγορά ενέργειας
- η απόφαση για τις μελλοντικές μεθοδολογίες υπολογισμού της ημερήσιας δυναμικότητας για την Κεντρική Περιοχή (γνωστή ως Core Region, που καλύπτει 13 κράτη μέλη της ΕΕ) και η σύσταση του Οργανισμού σχετικά με την υλοποίηση του στόχου χωρητικότητας 70% μεταξύ των διαφόρων ζωνών
- η αύξηση της διαφάνειας στους χρήστες του δικτύου σχετικά με τις μεθοδολογίες τιμολογίου μετάδοσης
- η σύστασή της στα θεσμικά όργανα της Ένωσης σχετικά με τη ρυθμιστική απάντηση στις μελλοντικές προκλήσεις που προκύπτουν από τις εξελίξεις στην εσωτερική αγορά φυσικού αερίου («Η γέφυρα πέρα από το 2025»), η οποία πραγματεύεται νέες εξελίξεις όπως η απαλλαγή από τον άνθρακα και η σύνδεση τομέων
- η συλλογή περισσότερων από τριών εκατομμυρίων αρχείων συναλλαγών χονδρικής αγοράς ενέργειας και παραγγελιών για διαπραγμάτευση ανά ημέρα και, στο μέτρο του δυνατού, της παρακολούθησης των χονδρικών αγορών ενέργειας της Ένωσης, ιδίως στο διασυνοριακό εμπόριο.

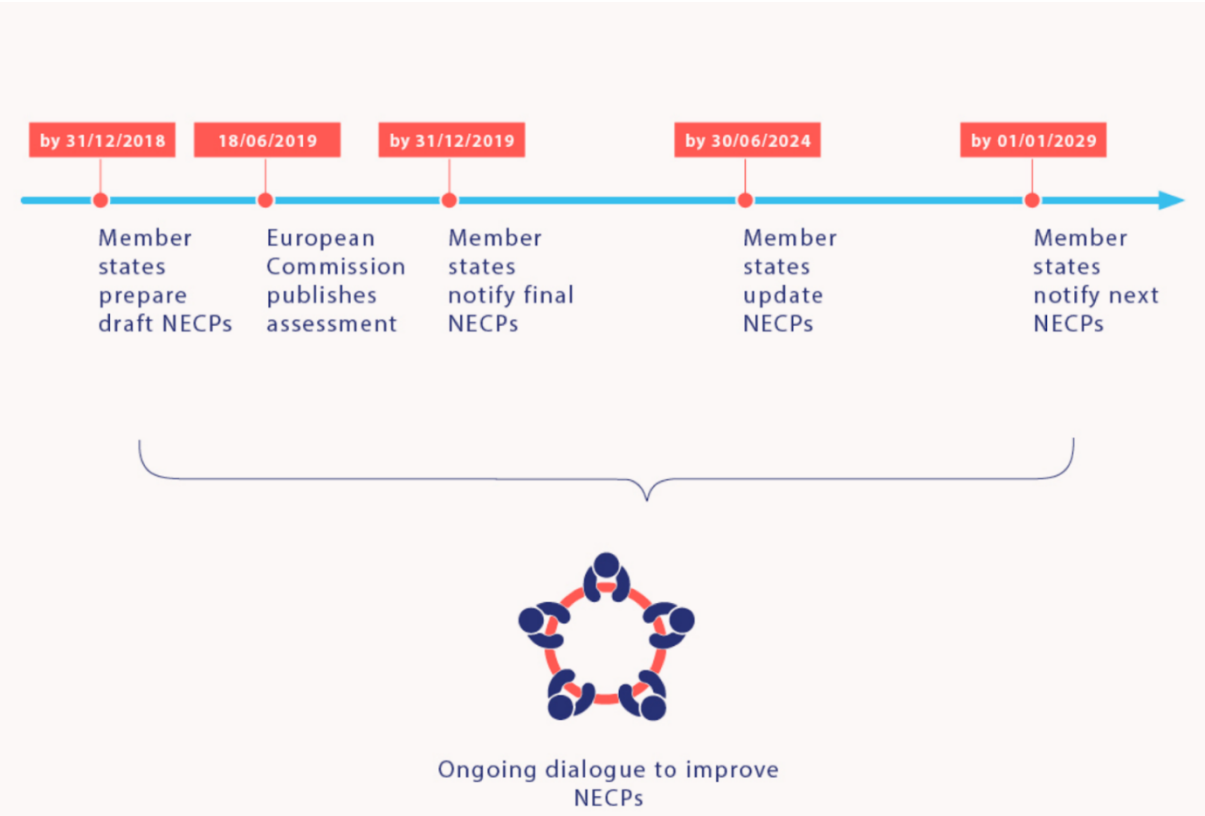
- οι εποπτικοί έλεγχοι που πραγματοποιήθηκαν το 2019 δεν παρείχαν αποδεικτικά στοιχεία για σημαντικά ή επαναλαμβανόμενα σφάλματα στην αναφορά από τις υπηρεσίες του Οργανισμού, την εκτέλεση του προϋπολογισμού, τη διαχείριση ανθρώπινων πόρων ή την εφαρμογή των λεγόμενων Key Performance Indicators, ούτε και δεν έδειξαν περιπτώσεις ανεπαρκών ή αναποτελεσματικών ελέγχων που θα μπορούσαν να εκθέσουν τον Οργανισμό σε βασικούς κινδύνους.

3.2. Στρατηγικές για την Ευρωπαϊκή Αγορά Ενέργειας

3.2.1. Εθνικά Σχέδια για την Ενέργεια και το Κλίμα

Σύμφωνα με το σύστημα διακυβέρνησης της Ενεργειακής Ευρωπαϊκής Ένωσης, τα κράτη μέλη υποχρεούνταν να υποβάλουν τα προσχέδια των ολοκληρωμένων εθνικών τους σχεδίων για την ενέργεια και το κλίμα (National Energy and Climate Plans - NECPs) τους έως το τέλος του 2018 και τα τελικά σχέδια έως το τέλος του 2019, λαμβάνοντας υπόψιν τις μακροπρόθεσμες στρατηγικές τους για τα επόμενα χρόνια. Με αυτό τον τρόπο μόνο θα ήταν δυνατή η ύπαρξη συνοχής μεταξύ της στρατηγικής της Ένωσης και των επιμέρους μελών συνολικά [17]. Σε αυτό το κλίμα στην Εικόνα 3-1 αποτυπώνονται ορισμένα ορόσημα σχετικά με τα Σχέδια.

Παράλληλα, τα σχέδια πρέπει να καλύπτουν δεκαετείς περιόδους, με τα πρώτα που ξεκινούν από το 2021 έως το 2030 και να πρέπει να επικαιροποιηθούν έως τις 30 Ιουνίου 2024, επιδιώκοντας τον μετριασμό των ενδεχόμενων αρνητικών περιβαλλοντικών επιπτώσεων που καθίστανται εμφανή στην ενοποιημένη έκθεση. Για το πρώτο προσχέδιο και το τελικό ενοποιημένο εθνικό σχέδιο για την ενέργεια και το κλίμα, υπήρχε διαφορετική προθεσμία σε σύγκριση με τα επόμενα σχέδια, προκειμένου να παρέχεται στα κράτη μέλη επαρκής χρόνος προετοιμασίας, παράλληλα όμως τα κράτη παροτρύνονταν να παράσχουν τα πρώτα τους ενοποιημένα εθνικά προσχέδια για την ενέργεια και το κλίμα το ταχύτερο δυνατόν το 2018, ώστε να γίνει η απαραίτητη προετοιμασία της διάσκεψης των συμβαλλόμενων μερών της σύμβασης πλαισίου των Ηνωμένων Εθνών για την κλιματική αλλαγή (UNFCCC) COP 21 [23].



Εικόνα 3-1: Σχηματική απεικόνιση της χρονολογικής σειράς των δραστηριοτήτων που αφορούν τα NECPs (πηγή:[42]*)*

Για να διευκολυνθεί η σύγκριση των εθνικών σχεδίων, δημοσιεύθηκε ένα υπόδειγμα για το πως έπρεπε να είναι τα σχέδια αυτά, χωρίς όμως να απαγορεύει στα κράτη μέλη να ορίζουν τις λεπτομέρειες των σχεδίων με βάση τις εθνικές προτιμήσεις και ιδιαιτερότητες, λεπτομέρειες για το οποίο θα πρέπει να παρέχονται σε μεταγενέστερες εκτελεστικές πράξεις, δεδομένου του γεγονότος ότι οι πρώτες εκθέσεις προόδου πρόκειται να υποβληθούν το 2023. Οι εκθέσεις προόδου θα πρέπει να διενεργούνται, προκειμένου να διασφαλίζεται η διαφάνεια και η ενημέρωση σχετικά με τις πέντε διαστάσεις της Ενεργειακής Ένωσης και ειδικότερα για την πρώτη περίοδο, να δίνουν συγχρόνως έμφαση στους τομείς που καλύπτονται από τις επιδιώξεις του Πλαισίου για την Ενέργεια και το Κλίμα για το 2030 [23].

Επιπλέον, βάσει με τις διατάξεις της οδηγίας 2001/42/ΕΚ [43] του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου και με τη σύμβαση της Οικονομικής Επιτροπής των Ηνωμένων Εθνών για την Ευρώπη (ΟΗΕ/ΗΕ) σχετικά με την πρόσβαση σε πληροφορίες, τη συμμετοχή του κοινού στη λήψη αποφάσεων και την πρόσβαση στη δικαιοσύνη για περιβαλλοντικά θέματα της 25ης Ιουνίου 1998 «σύμβαση του Aarhus», τα κράτη μέλη θα πρέπει επίσης να εξασφαλίζουν ότι το κοινό μπορεί να έχει πρόσβαση σε όλα τα σχετικά έγγραφα και να διευκολύνουν τη

συμμετοχή του στο διάλογο για τα σχέδια, καθώς επίσης και να διατηρούν έναν μόνιμο πολυεπίπεδο ενεργειακό διάλογο, ο οποίος θα συγκεντρώνει τις τοπικές αρχές, τις οργανώσεις της κοινωνίας των πολιτών, την επιχειρηματική κοινότητα, τους επενδυτές και όσους άλλους ενδιαφέρονται (stakeholders). Επιπροσθέτως, ο (ΕΕ) 2018/1999 [23] ορίζει ότι τα κράτη μέλη θα πρέπει να εκτιμήσουν τον αριθμό των νοικοκυριών που πλήττονται από ενεργειακή φτώχεια και σε περίπτωση σημαντικής έκτασης του προβλήματος, να συμπεριλάβουν στόχο μείωσης στο σχέδιο.

Κατά τη συνεργασία τους στο πλαίσιο του παρόντος κανονισμού, οι χώρες της ΕΕ παροτρύνονται να συζητούν μεταξύ τους πάνω στα NECPs , για να αποφεύγονται ασυνέπειες και να διασφαλίζεται ότι οι κοινοί στόχοι επιτυγχάνονται συλλογικά καθώς επίσης και να λαμβάνουν υπόψη κάθε υφιστάμενο φόρουμ περιφερειακής συνεργασίας, όπως το σχέδιο διασύνδεσης των αγορών ενέργειας της περιοχής της Βαλτικής (BEMIP), η συνδεσιμότητα της Κεντρικής και Νοτιοανατολικής Ευρώπης (CESEC), η κεντροδυτική περιφερειακή αγορά ενέργειας (CWREM), η πρωτοβουλία των χωρών της Βόρειας Θάλασσας για το υπεράκτιο δίκτυο (NSCOGI), το Πενταμερές Φόρουμ για την Ενέργεια και τις διασυνδέσεις για τη Νοτιοδυτική Ευρώπη και την Ευρωμεσογειακή Εταιρική Σχέση.

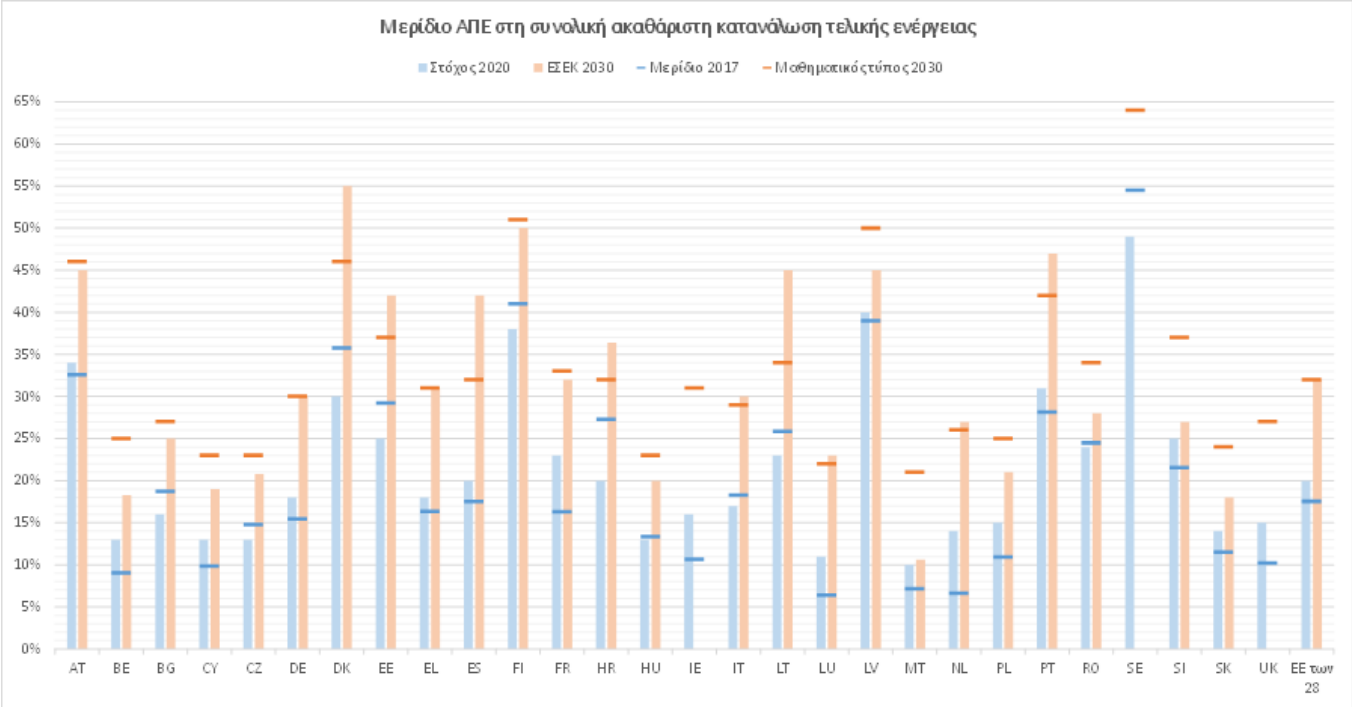
Με βάση τα προγραμματισμένα μέτρα ή τις δηλωμένες φιλοδοξίες για εθνικές μειώσεις αερίων θερμοκηπίου που περιλαμβάνονται στα σχέδια και βάσει συντηρητικών παραδοχών για τις χώρες που δεν έχουν υποβάλει κανένα από τα δύο, εκτιμάται ότι η συνολική μείωση των αερίων θερμοκηπίου για την Ένωση το 2019 σύμφωνα με τον στόχο μείωσης των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου -40% για το 2030 σε σύγκριση με το 1990 [44].

Ο κανονισμός για την κατανομή των προσπαθειών [45] επιβάλλει μείωση σε επίπεδο Ένωσης σε τομείς που δεν καλύπτονται από το σύστημα εμπορίας εκπομπών της ΕΕ (ETS) κατά -30% σε σύγκριση με το 2005, ενώ εθνικοί στόχοι των κρατών μελών κυμαίνονται από 0 έως -40% και έχουν σημαντική ευελιξία ως προς τον τρόπο για την επίτευξή τους. Η συγκέντρωση των εθνικών μέτρων που σχεδιάζονται επί του παρόντος σε τομείς πέραν του ETS δείχνει ότι η Ένωση θα μπορούσε ήδη να επιτύχει μείωση εκπομπών κατά 28%, υποδηλώνοντας σημαντική πρόοδο σε σύγκριση με τις προβλέψεις που αναφέρονται στην Έκθεση Προόδου για την Κλιματική Δράση [46], δηλαδή μείωση κατά 21% με τα υπάρχοντα μέτρα, κατά 23% με τα προγραμματισμένα μέτρα.

Σύμφωνα με όσα αποτυπώνονται στα πρώτα NECPs μόνο λίγα κράτη μέλη έχουν προτείνει επαρκές επίπεδο συνεισφορών για το 2030 σχετικά με την ενεργειακή απόδοση. Πρόκειται ιδίως για την Ιταλία, το Λουξεμβούργο και την Ισπανία αλλά και για τις Κάτω Χώρες και τη

Γαλλία. Κατά συνέπεια, η συνολική αξιολόγηση δείχνει ένα σημαντικό κενό για την πρωτογενή κατανάλωση ενέργειας, το οποίο κυμαίνεται από 118 έως 43 Mtoe (με το σημαντικό εύρος ανάλογα με εάν γίνονται πιο συντηρητικές ή πιο φιλόδοξες υποθέσεις για τις χώρες που δεν έχουν υποβάλει εθνική συνεισφορά), ενώ για την τελική κατανάλωση ενέργειας αντίστοιχα, κυμαίνεται από 85 έως 26 Mtoe.

Από πλευράς ΑΠΕ η Ένωση πρέπει να διατηρήσει και να ενισχύσει την παγκόσμια ηγετική της θέση με σχεδόν όλα τα κράτη μέλη να έχουν υποβάλει τις συνεισφορές τους πάνω στο θέμα. Συγκεκριμένα, η Δανία, η Εσθονία, η Ισπανία, η Λιθουανία και η Πορτογαλία παρουσιάζουν σημαντικά υψηλές συνεισφορές. Ωστόσο, σύμφωνα με τα προσχέδια που έχουν κατατεθεί, αντί για τουλάχιστον 32%, το μερίδιο των ΑΠΕ θα κυμαινόταν μεταξύ 30,4% και 31,9% το 2030 σε επίπεδο Ένωσης, όπως καταγράφεται και στο Γράφημα 3-1. Κατά συνέπεια, οι συστάσεις καλούν πολλά κράτη μέλη να επανεξετάσουν το επίπεδο φιλοδοξίας τους για να διασφαλίσουν ότι αυτό το προσδιορισμένο χάσμα «φιλοδοξίας» της ΕΕ θα καλυφθεί με την υποβολή των τελικών NECP [44] .



Γράφημα 3-1: Εθνικές συνεισφορές στην ενέργεια από ανανεώσιμες πηγές (πηγή: [44]*)*

3.2.2. Διαρροή άνθρακα

Σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Επιτροπή [47], η διαρροή άνθρακα αναφέρεται στην κατάσταση που μπορεί να συμβεί εάν, για λόγους κόστους που σχετίζονται με τις κλιματικές πολιτικές, οι επιχειρήσεις μεταφέρουν την παραγωγή σε άλλες χώρες με διαφορετικούς περιορισμούς

εκπομπών. Αυτό θα μπορούσε να οδηγήσει σε αύξηση των συνολικών εκπομπών τους. Ο κίνδυνος διαρροής άνθρακα μπορεί να είναι υψηλότερος σε ορισμένες βιομηχανίες υψηλής έντασης ενέργειας. Για να διασφαλιστεί η ανταγωνιστικότητα των βιομηχανιών που καλύπτονται από το EU ETS, η παραγωγή από τομείς και υποτομείς που θεωρείται ότι εκτίθεται σε σημαντικό κίνδυνο διαρροής άνθρακα λαμβάνει υψηλότερο μερίδιο δωρεάν δικαιωμάτων σε σύγκριση με τις άλλες βιομηχανικές εγκαταστάσεις. Αυτή η πολιτική θα συνεχιστεί στη φάση 4 (2021-2030), αλλά βασίζεται σε πιο αυστηρά κριτήρια και βελτιωμένα δεδομένα.

Υπάρχει ένας επίσημος κατάλογος τομέων και υποτομέων που θεωρείται ότι διατρέχουν σημαντικό κίνδυνο διαρροής άνθρακα, με τη Ευρωπαϊκή Επιτροπή να καταρτίζει τον κατάλογο με τη συμφωνία των κρατών μελών και του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου, μετά από εκτίμηση επιπτώσεων και εκτεταμένες διαβουλεύσεις με τα ενδιαφερόμενα μέρη.

Στη φάση 3 του EU ETS, για κάθε εγκατάσταση ETS, το ποσό της δωρεάν κατανομής υπολογίζεται με βάση έναν τύπο όπου η ποσότητα παραγωγής του (σε τόνους προϊόντος) πολλαπλασιάζεται με την τιμή αναφοράς για το συγκεκριμένο προϊόν (μετριέται σε εκπομπές ανά τόνο προϊόντος). Οι εγκαταστάσεις σε τομείς που εκτίθενται σε σημαντικό κίνδυνο διαρροής άνθρακα είναι καταρχήν επιλέξιμες για δωρεάν κατανομή στο 100% αυτής της ποσότητας. Για εγκαταστάσεις σε άλλους τομείς, όχι στη λίστα διαρροών άνθρακα, η δωρεάν κατανομή μειώνεται σταδιακά κατά τη φάση 3 (80% το 2013, μειώνοντας κάθε χρόνο σε 30% το 2020). Δεδομένου ότι τα κριτήρια αξιολόγησης βασίζονται στην απόδοση των πιο αποδοτικών εγκαταστάσεων, μόνο οι πιο αποδοτικές εγκαταστάσεις σε κάθε τομέα λαμβάνουν αρκετά δωρεάν δικαιώματα για να καλύψουν όλες τις ανάγκες τους.

Στη φάση 4, η δωρεάν κατανομή θα επικεντρωθεί σε τομείς με τον υψηλότερο κίνδυνο μετεγκατάστασης της παραγωγής τους εκτός ΕΕ. Τα κριτήρια για να προσδιοριστεί εάν ένας τομέας ή ένας υποτομέας θεωρείται ότι εκτίθεται σε σημαντικό κίνδυνο διαρροής άνθρακα έχουν αλλάξει. Το επίπεδο έκθεσης σε άνθρακα διαρροής τομέων αξιολογείται με βάση δείκτη που αντικατοπτρίζει το εμπόριο και την ένταση των εκπομπών. Οι πολύ εκτεθειμένοι τομείς κατατάσσονται στη λίστα διαρροών άνθρακα και θα λάβουν δικαιώματα ισοδύναμα με το 100% του σχετικού δείκτη αναφοράς δωρεάν. Για τους λιγότερο εκτεθειμένους τομείς, η δωρεάν κατανομή θα ανέρχεται σε 30% έως το 2026 και θα καταργηθεί στη συνέχεια έως το 2030.

Το άρθρο 10 παράγραφος 6 της οδηγίας ETS επιτρέπει στα κράτη μέλη να αποζημιώνουν τους πιο εντατικά ηλεκτροφόρους τομείς για την αύξηση του κόστους ηλεκτρικής ενέργειας ως αποτέλεσμα του ETS της ΕΕ, μέσω εθνικών καθεστώτων κρατικών ενισχύσεων. Η Ευρωπαϊκή

Επιτροπή δημοσίευσε κατευθυντήριες γραμμές για να διασφαλίσει ότι τέτοια μέτρα είναι σύμφωνα με τους κανόνες της ΕΕ για τις κρατικές ενισχύσεις. Η Επιτροπή πρέπει να εγκρίνει τα εθνικά καθεστώτα πριν από τη χορήγηση ενίσχυσης. Η δυνατότητα των κρατών μελών να παρέχουν τέτοιου είδους κρατικές ενισχύσεις θα συνεχιστεί στη φάση 4, συνοδευόμενη από βελτιωμένη διάταξη διαφάνειας και υποβολής εκθέσεων. Τα κράτη μέλη πρέπει να επιδιώξουν να χρησιμοποιήσουν όχι περισσότερο από το 25% των εσόδων από δημοπρασίες για το σκοπό αυτό. Εάν υπερβούν αυτό το ποσό, θα πρέπει να το δικαιολογήσουν. Τα κράτη μέλη θα πρέπει επίσης να δημοσιεύουν τακτικά το ποσό που καταβάλλεται στους δικαιούχους της αποζημίωσης, τόσο ανά τομέα όσο και συνολικά. Η Επιτροπή έχει ξεκινήσει αναθεώρηση των κατευθυντήριων γραμμών της ΕΕ για τις κρατικές ενισχύσεις για το στάδιο 4.

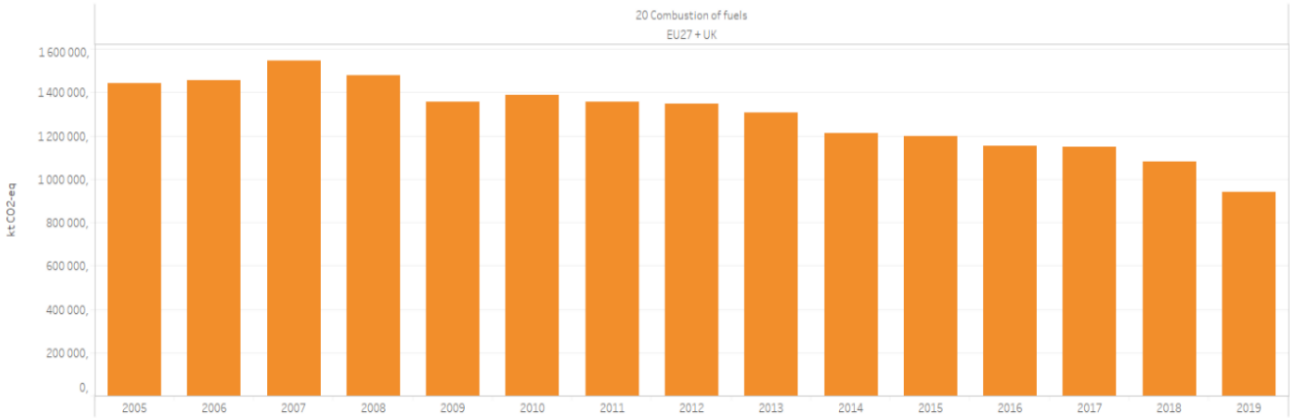
3.3. Πρωτοβουλίες και νέες δράσεις

3.3.1. Ευρωπαϊκό Σύστημα Αγοροπωλησίας Εκπομπών και διαρροή άνθρακα

Με αφορμή τους νομικά δεσμευτικούς στόχους του Πρωτοκόλλου του Κιότο για μείωση των αερίων του θερμοκηπίου, ή την εφαρμογή ανώτατων ορίων, για 37 βιομηχανικές χώρες για την πρώτη περίοδο δέσμευσης (2008-2012), προέκυψε η ανάγκη για διαμόρφωση πρωτοποριακής πολιτικής για την εκπλήρωση των δεσμεύσεων. Τον Μάρτιο του 2000, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή εξέδωσε μια πράσινη δημοσίευση σχετικά με την «εμπορία εκπομπών αερίων θερμοκηπίου εντός της Ευρωπαϊκής Ένωσης» με μερικές πρώτες ιδέες σχετικά με τα σχέδια του λεγόμενου (EU ETS), η οποία χρησίμευσε ως βάση για πολλές συζητήσεις με τα ενδιαφερόμενα μέρη (stakeholders) που βοήθησαν στη διαμόρφωση του EU ETS στις πρώτες φάσεις. Η έγκριση της οδηγίας ETS της ΕΕ έγινε το 2003 και η εφαρμογή του EU ETS ξεκίνησε το 2005.

Η πρώτη φάση του EU ETS διήρκεσε από το 2005 έως το 2007 και θεωρήθηκε ως πιλοτική φάση, γιατί εφαρμόστηκε δοκιμή του σχηματισμού τιμών στην αγορά άνθρακα και σχηματίστηκε η απαραίτητη υποδομή για την παρακολούθηση και την επαλήθευση των εκπομπών αλλά και την υποβολή εκθέσεων. Τα όρια βασίστηκαν σε μεγάλο βαθμό σε εκτιμήσεις, καθώς δεν υπήρχαν αξιόπιστα δεδομένα εκπομπών και πρωταρχικός σκοπός της φάσης αυτής ήταν να διασφαλίσει ότι το EU ETS θα λειτουργήσει αποτελεσματικά πριν από το 2008, ώστε να επιτρέψει στα κράτη μέλη της ΕΕ να εκπληρώσουν τις δεσμεύσεις τους βάσει του πρωτοκόλλου του Κιότο. Η δεύτερη φάση του EU ETS διήρκεσε από το 2008 έως το 2012, δηλαδή, την ίδια περίοδο με την πρώτη περίοδο δέσμευσης του πρωτοκόλλου του Κιότο. Προς το τέλος της φάσης 2, το πεδίο εφαρμογής του EU ETS επεκτάθηκε

συμπεριλαμβάνοντας την αεροπορία από το 2012. Η τρίτη φάση του EU ETS διαμορφώθηκε αντλώντας πληροφορίες από τις δύο προηγούμενες φάσεις, με μια σημαντική αναθεώρηση του EU ETS να λαμβάνει χώρα το 2008. Η τρίτη φάση αφορούσε την περίοδο 2013-2020, που συμπίπτει και με τη δεύτερη περίοδο δέσμευσης του πρωτοκόλλου του Κιότο. Το EU ETS καθορίζεται από τη νομοθεσία της ΕΕ και λειτουργεί ανεξάρτητα από τις ενέργειες άλλων χωρών ή της UNFCCC, υπογραμμίζοντας τη δέσμευση της ΕΕ να αντιμετωπίσει την κλιματική αλλαγή, δεν έχει ημερομηνία λήξης και συνεχίζεται πέρα από τη φάση 3 [48]. Στο Γράφημα 3-2 αποτυπώνεται η εξέλιξη των εκπομπών που επικυρώθηκαν από το πρόγραμμα για την περίοδο 2005-2019, προκειμένου να σκιαγραφηθεί η πορεία του εγχειρήματος.



Γράφημα 3-2: Απεικόνιση των επικυρωμένων εκπομπών από το EU ETS για την ΕΕ27 και το Ηνωμένο Βασίλειο για την περίοδο 2005-2019 (πηγή: [49]*)*

Η τέταρτη φάση θα ξεκινήσει την 1η Ιανουαρίου 2021 και θα ολοκληρωθεί στις 31 Δεκεμβρίου 2028. Η Επιτροπή σκοπεύει να πραγματοποιήσει πλήρη αναθεώρηση της οδηγίας ETS της ΕΕ έως το έτος 2026, ενώ ήδη από τον Ιανουάριο του 2014, είχε υποβάλει νομοθετική πρόταση για ένα αποθεματικό σταθερότητας της αγοράς ως μέρος του προτεινόμενου πλαισίου πολιτικής για το κλίμα και την ενέργεια για το 2030.

Υπάρχουν τέσσερις τύποι διαπραγματεύσιμων πιστώσεων στο πλαίσιο του EU ETS:

- Αποζημιώσεις ΕΕ (EU Allowances - EUAs): Οι EUA είναι οι πιο κοινές μονάδες
- Αποζημιώσεις αεροπορικών μεταφορών της ΕΕ (EU Aviation Allowances - EUAAs): Οι EUAA παρέχουν στον κάτοχο τη δυνατότητα να εκπέμπει έναν τόνο διοξειδίου του άνθρακα εντός της έγκυρης περιόδου, έχει δημιουργηθεί ειδικά για τη συμμόρφωση των φορέων εκμετάλλευσης αεροσκαφών και μπορεί να παραδοθεί μόνο από τους αερομεταφορείς και να απολαμβάνει σημαντικά μικρότερη εμπορεύσιμη ζήτηση.
- Πιστοποιημένη μείωση εκπομπών (Certified Emission Reduction - CER): Τα CER λαμβάνονται μέσω του Clean Development Mechanism (CDM), ο οποίος επιτρέπει τη

μείωση των εκπομπών που επιτυγχάνεται σε λιγότερο ανεπτυγμένες χώρες σε μια ανεπτυγμένη χώρα.

- Μονάδες μείωσης εκπομπών (Emission Reduction Units - ERU): Οι ERU παράγονται μέσω του μηχανισμού κοινής εφαρμογής (JI), ο οποίος προωθεί τη μεταφορά τεχνολογίας μεταξύ των χωρών του πρωτοκόλλου του παραρτήματος 1 του Κιότο

Ειδικές πιστώσεις για μειώσεις εκπομπών που πραγματοποιούνται εκτός της Ευρωπαϊκής Ένωσης, οι οποίες μπορούν επίσης, εντός ορισμένων ορίων, να υποβληθούν για συμμόρφωση σύμφωνα με το EU ETS είναι CER και ERU (ωστόσο, πρέπει να μεταφραστούν σε EUAs για να υπολογίζονται για σκοπούς συμμόρφωσης) [50]. Σε αυτό το κλίμα, προκειμένου να γίνουν πιο κατανοητές οι ιδιομορφίες της κάθε περιόδου αλλά και να σκιαγραφηθεί καλύτερα η ανάπτυξη του EU ETS παρατίθεται ο Πίνακας 3-1.

Πίνακας 3-1: Βασικά χαρακτηριστικά ανά περίοδο εφαρμογής του EU ETS (πηγή:[50]*)*

Key features	**Phase 1 (2005–2007)**	**Phase 2 (2008–2012)**	**Phase 3 (2013–2020)**
Geography	EU27	+Norway, Iceland, Liechtenstein	+Croatia (since 1.1.2013 and aviation since 1.1.2014)
Sectors	Power stations/combustion plants ≥20MW/Oil refineries/Coke ovens/Iron and steel/plants/Cement clinker/Glass/Lime/Bricks/ Ceramics/Pulp/Paper and board	Same as phase 1 plus Aviation (from 2012)	Same as phase 1 plus Aluminium/Petrochemicals/ Aviation from 1.1.2014/Ammonia/Nitric, adipic and glyoxylic/acid production/CO_2 capture/ transport in pipelines and geological storage of CO2
GHGs	CO_2	CO_2, N_2O emissions via opt-in	CO_2, N_2O and PFC from aluminium production
Cap (in million tonnes of CO_2)	2058	1859	2084 in year 2013
Eligible trading units	EUAs	EUAs, CERs, ERUs Not eligible: Credits from forestry, and large hydropower projects.	EUAs, CERs, ERUs Not eligible: CERs and ERUs from forestry, HFC, N_2O or large hydropower projects. Note: CERs from projects registered after 2012 must be from Least Developed Countries

Με σφαιρική ανάλυση, το EU ETS θα διαδραματίσει βασικό ρόλο στην προώθηση της απαλλαγής από άνθρακα σε τομείς όπως ο τομέας της ενέργειας. Το EU ETS έχει προεπιλεγμένη μείωση εκπομπών 1,74% ετησίως, η οποία ισχύει μετά το 2020, με αναθεώρηση που θα πραγματοποιηθεί πριν από το 2025. Ο συνολικός στόχος μείωσης των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου 40% που περιγράφεται στο προτεινόμενο πλαίσιο του 2030 συνεπάγεται συνολική μείωση εκπομπών του EU ETS κατά 43% σε σχέση με το 2005, που ισοδυναμεί με γραμμική μείωση εκπομπών κατά 2,2% ετησίως μετά το 2020 [48].

3.3.2. Ενεργειακές κοινότητες

Σύμφωνα με τους Hewitt et al. [51] η ταχεία επέκταση των κοινοτικών ενεργειακών έργων ξεκίνησε μετά τη δεκαετία του 1990. Τότε έκαναν την εμφάνισή του και τα εργαλεία πολιτικής που προωθούν τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, όπως feed-in-tariffs (FiTs), φορολογικά κίνητρα και επιχορηγήσεις που συντέλεσαν στην άνοδο των κοινοτικών συστημάτων ιδιοκτησίας για ενέργεια. Τα προγράμματα υποστήριξης αξιοποίησης ΑΠΕ ήταν ιδιαίτερα αποτελεσματικά για την κινητοποίηση πολιτών και κοινοτήτων σε χώρες με ισχυρή παράδοση ιδιοκτησίας από πολίτες [52]. Η εισαγωγή των FiTs τη δεκαετία του 1990 σε χώρες με σταθερές πολιτικές που υποστηρίζουν τις ΑΠΕ όπως η Γερμανία, η Δανία ή το Ηνωμένο Βασίλειο συνέπεσε με την αύξηση των επενδύσεων από πολίτες αλλά και κοινωνικούς φορείς, επιτρέποντας στους μικρούς παραγωγούς και τις κοινότητες να λαμβάνουν χρήματα για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές [51].

Το πακέτο Καθαρής Ενέργειας της Ευρωπαϊκής Επιτροπής ανοίγει νέο έδαφος για τους καταναλωτές αναγνωρίζοντας, για πρώτη φορά, σύμφωνα με το δίκαιο της ΕΕ, τα δικαιώματα των πολιτών και των κοινοτήτων να συμμετέχουν άμεσα στον ενεργειακό τομέα, γιατί αναγνωρίζει επίσημα και ορίζει νομικά πλαίσια για ορισμένες κατηγορίες κοινοτικής ενέργειας ως «ενεργειακές κοινότητες». Έτσι, οι ενεργειακές κοινότητες ενσωματώνονται ως μη εμπορικός τύπος παραγόντων της αγοράς που συνδυάζουν μη εμπορικούς οικονομικούς στόχους με περιβαλλοντικούς και κοινωνικούς στόχους [53].

Οι ενεργειακές κοινότητες ορίζονται σε δύο ξεχωριστούς νόμους του πακέτου καθαρής ενέργειας. Η αναθεωρημένη οδηγία για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ΕΕ) 2018/2001 [54] θέτει το πλαίσιο για τις «κοινότητες ανανεώσιμων πηγών ενέργειας» που αφορούν δραστηριοποίηση καθαρά γύρω από τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας ενώ η αναθεωρημένη οδηγία για την εσωτερική αγορά ηλεκτρικής ενέργειας (ΕΕ) 2019/944 [55], από την άλλη θεσπίζει τις ευθύνες και τα πλαίσια λειτουργίας για τις «ενεργειακές κοινότητες των πολιτών» στο δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας.

Οι οδηγίες περιγράφουν τις ενεργειακές κοινότητες ως έναν πιθανό τύπο οργάνωσης συλλογικών ενεργειών πολιτών στο ενεργειακό σύστημα, χωρίς να καθορίζουν συγκεκριμένη νομική οντότητα και σύμφωνα με την οδηγία για την αγορά ηλεκτρικής ενέργειας, «οι διατάξεις για τις ενεργειακές κοινότητες των πολιτών δεν αποκλείουν την ύπαρξη άλλων πρωτοβουλιών πολιτών όπως αυτές που απορρέουν από συμφωνίες ιδιωτικού δικαίου [56]. Οι δύο οδηγίες πλαισιώνουν τις ενεργειακές κοινότητες γύρω από συγκεκριμένα κριτήρια και δραστηριότητες

για να διασφαλίσουν ότι έχουν την ίδια θέση όταν λειτουργούν στην αγορά χωρίς διακρίσεις [53].

Και οι δύο τύποι οντοτήτων χαρακτηρίζονται από τα ακόλουθα κοινά εννοιολογικά στοιχεία [53]:

- Διακυβέρνηση: Η συμμετοχή πρέπει να είναι ανοιχτή και εθελοντική, ενώ ειδικά η αναθεωρημένη οδηγία για την αγορά ηλεκτρικής ενέργειας αναφέρει ότι οι οικιακοί πελάτες πρέπει να έχουν τη δυνατότητα να συμμετέχουν εθελοντικά σε κοινοτικές ενεργειακές πρωτοβουλίες.
- Ιδιοκτησία και έλεγχος: Και οι δύο ορισμοί τονίζουν τη συμμετοχή και τον αποτελεσματικό έλεγχο από πολίτες, τοπικές αρχές και μικρότερες επιχειρήσεις των οποίων η κύρια οικονομική δραστηριότητα δεν είναι ο τομέας της ενέργειας.
- Σκοπός: Προτιμώνται ως βασικός στόχος τα κοινωνικά και περιβαλλοντικά οφέλη παρά τα οικονομικά κέρδη, αφού οι ενεργειακές κοινότητες θεωρούνται μη εμπορικοί παράγοντες που χρησιμοποιούν έσοδα από οικονομικές δραστηριότητες για την παροχή υπηρεσιών για μέλη ή και την τοπική κοινότητα.

Τα κράτη μέλη υποχρεούνται να συμπεριλαμβάνουν τις κοινότητες ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στα προγράμματά τους για ανανεώσιμη ενέργεια. Ενώ στην οδηγία για την αγορά ηλεκτρικής ενέργειας, καταγράφεται η δέσμευση για δημιουργία ίσων όρων ανταγωνισμού για τις ενεργειακές κοινότητες των πολιτών, δεδομένου ότι αποτελούν νέους παράγοντες της αγοράς. Επιπλέον, τόσο οι ενεργειακές κοινότητες πολιτών όσο και οι κοινότητες ανανεώσιμων πηγών ενέργειας διακρίνονται για το ευρύ φάσμα δραστηριοποίησής τους, καθώς μπορούν χαρακτηριστικά να ασχοληθούν με την παραγωγή και τη διανομή ενέργειας, αλλά και γενικότερα οι δράση τους μπορεί να αφορά κοινή χρήση, αποθήκευση ενέργειας και παροχή υπηρεσιών.

Με αυτόν τον τρόπο προκύπτει επομένως εύλογα και ο διαχωρισμός των δύο τύπων ενεργειακών κοινοτήτων σε κοινότητες ενέργειας των πολιτών και κοινότητες ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Οι δύο τύποι αυτοί διαφέρουν χαρακτηριστικά ως προς το γεωγραφικό πεδίο εφαρμογής, την δραστηριότητα, τους συμμετέχοντες, την αυτονομία και τον αποδοτικό έλεγχο [57].

Πιο αναλυτικά οι μεν οργανώνονται κοντά σε έργα ανανεώσιμης ενέργειας που ανήκουν και αναπτύσσονται από αυτήν την κοινότητα ενώ οι δε δεν προσδιορίζονται από ίδια γεωγραφική θέση μεταξύ παραγωγής και κατανάλωσης. Οι κοινότητες ανανεώσιμων πηγών ενέργειας

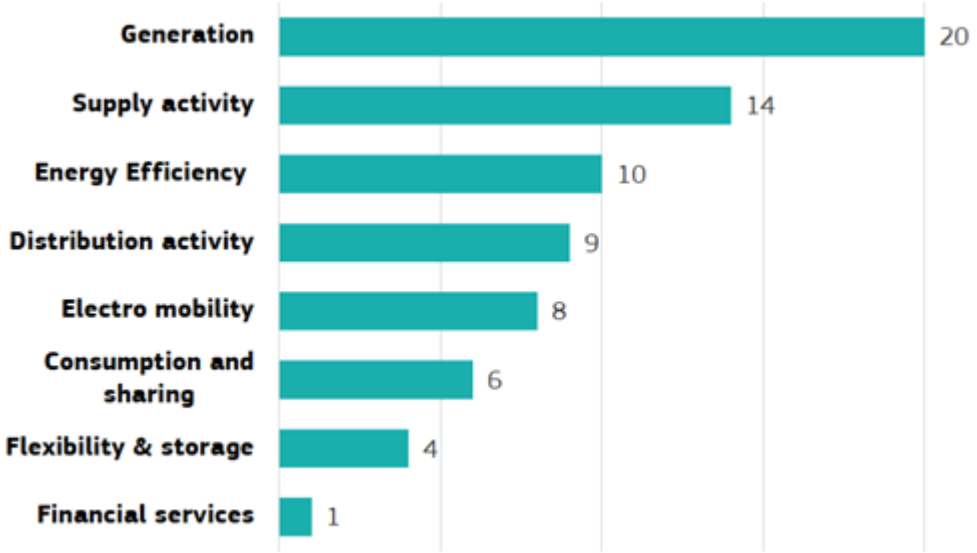
καλύπτουν ένα ευρύ φάσμα δραστηριοτήτων που αναφέρονται σε όλες τις μορφές ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στους τομείς της ηλεκτρικής ενέργειας και της θέρμανσης, ενώ αυτές των πολιτών δραστηριοποιούνται στον τομέα της ηλεκτρικής ενέργειας και μπορούν να είναι ουδέτερες ως προς την τεχνολογία. Επιπλέον, οι πρώτες έχουν περιορισμένη συμμετοχή και επιτρέπουν μόνο σε φυσικά πρόσωπα, τοπικές αρχές, μικρές και μεσαίες επιχειρήσεις των οποίων η συμμετοχή δεν αποτελεί την κύρια οικονομική τους δραστηριότητα, με μια διάταξη να απαιτεί είναι προσβάσιμες στους καταναλωτές σε ευάλωτα ή σε χαμηλού εισοδήματος νοικοκυριά. Ενώ στην άλλη περίπτωση μπορεί να συμμετάσχει οποιοσδήποτε, αρκεί τα μέλη ή οι μέτοχοι που ασχολούνται με εμπορική δραστηριότητα μεγάλης κλίμακας και για τους οποίους ο ενεργειακός τομέας αποτελεί πρωταρχικό τομέα οικονομικής δραστηριότητας, χωρίς να ασκούν καμία εξουσία λήψης αποφάσεων. Τέλος, σύμφωνα με την οδηγία για τις ΑΠΕ, μια αντίστοιχη κοινότητα θα πρέπει να μπορεί να παραμένει αυτόνομη από μεμονωμένους μετόχους και μπορεί να ελεγχθεί από αντίστοιχες επιχειρήσεις, ενώ ο άλλος ορισμός δεν αναφέρει καν και αποκλείει τη δυνατότητα των μεσαίων και μεγάλων επιχειρήσεων να ασκήσουν αποτελεσματικό έλεγχο [58].

Ένας άλλος διαχωρισμός των ενεργειακών κοινοτήτων μπορεί να προκύψει εστιάζοντας στον τομέα δραστηριοποίησης τους, διότι οι ενεργειακές κοινότητες μπορούν να εκτελούν τόσο παραδοσιακές δραστηριότητες όσο και να συμμετέχουν σε νέα επιχειρηματικά μοντέλα. Επομένως συμπληρώνοντας τα δεδομένα από το Γράφημα 3-3, συνοπτικά παρατηρούνται διαφοροποιήσεις ως προς την:

- Παραγωγή: Κυρίως ηλιακά, αιολικά, υδροηλεκτρικά, όπου η ενέργεια τροφοδοτείται στο δίκτυο και πωλείται σε έναν προμηθευτή [59].
- Προμήθεια: η πώληση ηλεκτρικής ενέργειας και φυσικού αερίου στους πελάτες (ηλεκτρική ενέργεια, σφαιρίδια ξύλου, βιοαέριο και άλλα). Οι μεγάλες κοινότητες μπορούν να έχουν μεγάλο αριθμό πελατών λιανικής στην περιοχή τους και να παράγουν ηλεκτρικό ρεύμα για πώληση, αγορά ή δημοπρασία σε αγορές ηλεκτρικής ενέργειας.
- Κατανάλωση και κατανομή: Η ενέργεια που παράγεται από την ενεργειακή κοινότητα χρησιμοποιείται και μοιράζεται μέσα στην κοινότητα.
- Διανομή: Τοπικά δίκτυα ηλεκτρικής ενέργειας ή μικρής κλίμακας τηλεθέρμανση, μεταφορά αερίων καυσίμων ή βιοαερίου, με τη υποδομή δικτύου είναι κεντρική για την επιχείρησή τους.
- Ενεργειακές υπηρεσίες: ανακαίνιση κτιρίων, ενεργειακές μελέτες, παρακολούθηση κατανάλωσης, αξιολογήσεις θέρμανσης και ποιότητας αέρα, αποθήκευση ενέργειας

και έξυπνη ολοκλήρωση δικτύου, ακόμα και παρακολούθηση της ενέργειας και διαχείριση ενέργειας για λειτουργίες δικτύου ή χρηματοπιστωτικές υπηρεσίες.

- Ηλεκτροκίνηση: Λειτουργία και διαχείριση ανταλλακτικών αυτοκινήτων, συγκέντρωσης αυτοκινήτων ή/και σταθμών φόρτισης ή παροχή ηλεκτρονικών καρτών για μέλη και συνεταιρισμούς.
- Άλλες δραστηριότητες: Υπηρεσίες διαβούλευσης για την ανάπτυξη πρωτοβουλιών ιδιοκτησίας της κοινότητας ή για την ίδρυση τοπικών συνεταιρισμών, εκστρατειών ενημέρωσης και ευαισθητοποίησης ή μέτρα για τη φτώχεια των καυσίμων [57].



Γράφημα 3-3: Αποτύπωση των δραστηριοτήτων για 24 ενεργειακές κοινότητες στην Ευρωπαϊκή Ένωση (πηγή :[57]*)*

Αντίστοιχες κατηγοριοποιήσεις προκύπτουν με βάση τη νομική υπόσταση αλλά και με βάση της ικανότητας διευκόλυνσης μεταφοράς ενέργειας, όπου προκύπτουν:

- Ενεργειακοί συνεταιρισμοί
- Περιορισμένες συνεργασίες
- Κοινοτικής εμπιστοσύνης (community trusts) και ιδρύματα
- Στεγαστικοί σύλλογοι
- Μη κερδοσκοπικές επιχειρήσεις που ανήκουν σε πελάτες
- Συμπράξεις δημόσιου-ιδιωτικού τομέα
- Εταιρείες κοινής ωφέλειας

Και αντίστοιχα: ενεργειακές κοινότητες εντός εταιρειών στέγασης, ενεργειακές κοινότητες που διασχίζουν όρια ιδιοκτησίας και κατανεμημένες ενεργειακές κοινότητες

Σε αυτό το σημείο αξίζει να σημειωθεί ότι η Ελλάδα αποτελεί ξεχωριστό παράδειγμα ως προς τη στάση της απέναντι στις ενεργειακές κοινότητες, γιατί εισήγαγε έναν νέο νόμο που επέκτεινε το πεδίο του ψηφιακού δικτύου μέτρησης (virtual net metering) σε ενεργειακές κοινότητες το 2018. Ο νόμος Ν4513/2018 ορίζει τις ενεργειακές κοινότητες ως αστικές συνεργασίες με στόχο την ενίσχυση της κοινής οικονομίας και της καινοτομίας στον ενεργειακό τομέα. Η τοποθεσία ορίζεται ως απαραίτητη προϋπόθεση για τη δημιουργία συνεργιών και συνεργασιών για την υλοποίηση ενεργειακών έργων για την κάλυψη τοπικών αναγκών, αξιοποιώντας τοπικές ανανεώσιμες πηγές, με στόχο τη δημιουργία προστιθέμενης αξίας για τις μεγαλύτερες τοπικές κοινότητες. Επιπλέον, εισήγαγε ειδικές ρυθμίσεις και προνόμια για την περίπτωση πολύ μικρών νησιών με πληθυσμό κάτω των 3.100 ατόμων, για την αντιμετώπιση ζητημάτων όπως το υψηλό κόστος ανά kWh καθώς και τα περιβαλλοντικά, οικονομικά και κοινωνικά ζητήματα που προκύπτουν από τη χρήση συμβατικών μορφών παραγωγής [57].

4. Ανάλυση προσδιοριστικών παραγόντων εκπομπών CO_2 από την ηλεκτροπαραγωγή και μελέτη αποσύνδεσης

4.1. Βιβλιογραφική Επισκόπηση

4.1.1. Ορισμοί

Οι μεθοδολογίες ανάλυσης προσδιοριστικών παραγόντων ή μέθοδοι αποδόμησης (Decomposition Analysis) προέκυψαν ως ένας τρόπος ανάλυσης διαφόρων ενεργειακών μεγεθών για μελέτη της υποβάθμισης του περιβάλλοντος στις αρχές της δεκαετίας του 1990 καθώς προσέφεραν πιο ποσοτικά συμπεράσματα από πληθώρα οικονομετρικών μοντέλων που αξιοποιούσαν ως τότε από ερευνητές [60]. Θεωρούνται από τα πιο αξιόπιστα και ευρέως χρησιμοποιούμενα εργαλεία για τη μελέτη περιβαλλοντικών επιπτώσεων, και ειδικότερα για τις εκπομπές του CO_2 [61], καθώς προσδιορίζουν την συνεισφορά των παραγόντων πίσω από την εξέλιξη τους διαχρονικά, χωρίς να εντοπίζουν βέβαια τις μεταξύ τους αλληλεπιδράσεις [62].

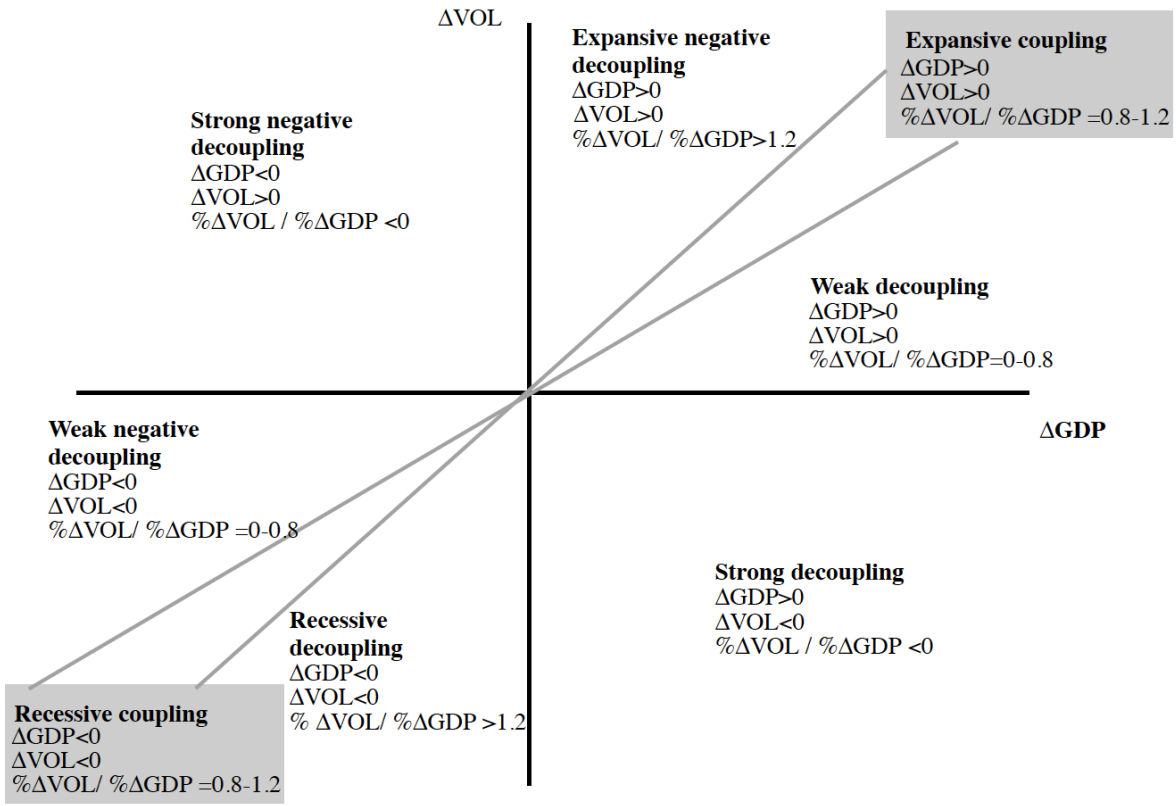
Οι δύο βασικές επιμέρους κατηγορίες των μεθόδων αποδόμησης περιλαμβάνουν τις τεχνικές που βασίζονται στην ανάλυση πινάκων εισροών και εκροών (Structural Decomposition Analysis, SDA) και τις αλγεβρικές μεθόδους που βασίζονται στην ανάλυση δεικτών (Index Decomposition Analysis, IDA) [63]. Η πρώτη κατηγορία τεχνικών χρησιμοποιήθηκε αρχικά από τους Park το 1982, Gowdy και Miller το 1987 και Han και Lakshamanan το 1994 [60] και περιγράφει σχέσεις μεταξύ ενεργειακής χρήσης και μακροοικονομικών μεταβλητών, δεδομένων κάποιων απλουστευτικών υποθέσεων. Ενώ η IDA από την άλλη, βασίζεται στη χρήση δεικτών (π.χ. Divisia, Laspeyres), εντοπίζει σε ικανοποιητικό βαθμό τους πιο κρίσιμους παράγοντες που επηρεάζουν τις μεταβολές των εξεταζόμενων μεγεθών και λόγω της ευκολίας στην συλλογή δεδομένων, οι τεχνικές αυτές ενδείκνυνται για διακρατική σύγκριση αποτελεσμάτων, παρόλο που είναι λιγότερο θεωρητικά δομημένες.

Αναφορικά με την αποσύνδεση (decoupling), ο όρος εισήχθη από τους Vehmas et al. [64], που συμβαδίζει με την ορολογία που χρησιμοποιείται στα Οικονομικά Περιβάλλοντος και κατασκεύασαν ένα ολοκληρωμένο πλαίσιο για τις διαφορετικές πτυχές της αποσύνδεσης. Ο Tapio [65] πραγματοποίησε επαναπροσδιορισμό του θεωρητικού υποβάθρου για μελέτη της σχέσης αποσύνδεσης μεταξύ της οικονομικής ανάπτυξης και των περιβαλλοντικών επιπτώσεων. Εξ ορισμού, στις πρώτες φάσεις της οικονομικής ανάπτυξης, η ανάπτυξη συνδυάζεται με την αύξηση των περιβαλλοντικών προβλημάτων όπως είναι η ρύπανση και υπερβολική εκμετάλλευση των φυσικών πόρων. Καθώς η ανάπτυξη συνεχίζεται, η οικονομική

μεγέθυνση καθίσταται λιγότερο επιβλαβής για το περιβάλλον, καθώς πραγματοποιούνται επενδύσεις και επιδιώκεται όλο και περισσότερο τεχνολογική και οικονομική αποδοτικότητα.

Σε μια προσπάθεια ποσοτικοποίησης αυτής της σχέσης, προτάθηκε επομένως, η χρήση του οικονομικού προϊόντος κατά κεφαλή ως άξονα x και των δυσμενών περιβαλλοντικών επιπτώσεων ως άξονα y. Αυτό οδήγησε στην εμφάνιση μιας ανεστραμμένης καμπύλης U, που συχνά ονομάζεται περιβαλλοντική καμπύλη Kuznets (EKC), όπως έγινε ευρύτερα γνωστή από τους Arrow et al. [66] και de Bruyn et al. [67,68], η οποία αποτέλεσε αφορμή για πολλές εμπειρικές μελέτες που αφορούν διαφορετικούς περιβαλλοντικούς δείκτες. Η ερμηνεία τέτοιων καμπυλών όμως, δεν ήταν τις περισσότερες φορές ικανοποιητική για τις εκπομπές διοξειδίου, διότι η ανεστραμμένη καμπύλη U φαινόταν να μετατρέπεται σε καμπύλη N, υποδηλώνοντας μια επανασύνδεση οικονομικής ανάπτυξης και περιβαλλοντικών επιπτώσεων, που απέκτησε τον ορισμό επαναϋλοποίηση [64,67].

Λαμβάνοντας υπ' όψιν ότι η μελέτη αποσύνδεσης αφορά το Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν της εκάστοτε χώρας, σε αντίθεση με την EKC που χρησιμοποιεί το κατά κεφαλήν ΑΕΠ, ο Tapio όρισε οκτώ διαφορετικές πιθανότητες αποσύνδεσης μεταξύ του όγκου κίνησης των οχημάτων και των εκπομπών που αυτά δημιουργούν με το ΑΕΠ, ερμηνεύοντας την αλληλεπίδραση των αντίστοιχων ελαστικοτήτων του οικονομικού και του περιβαλλοντικού παράγοντα που μελετά, όπως φαίνεται χαρακτηριστικά στο Γράφημα 4-1. Επιπροσθέτως, προς αποφυγή λανθασμένων ερμηνειών για μικρές αλλαγές ως σημαντικές, επέλεξε διακύμανση της τάξης του ±20% γύρω από τιμή ελαστικότητας 1.0 για να υφίσταται σύνδεση, κάνοντας ξεκάθαρο ότι ο ρυθμός ανάπτυξης του ΑΕΠ και ο περιβαλλοντικός δείκτης μπορεί να είναι συνδεδεμένοι, αποσυνδεδεμένοι ή αρνητικά αποσυνδεδεμένοι.



Γράφημα 4-1: Διάγραμμα των διαφόρων καταστάσεων αποσύνδεσης μεταξύ του όγκου των εκπομπών CO_2 από τον τομέα των μεταφορών από το ΑΕΠ (πηγή: [65])

Έτσι, η σύνδεση ορίζεται ως οι τιμές ελαστικότητας 0,8 και 1,2, όπου παρατηρείται εκτεταμένη σύνδεση για αύξηση των μεγεθών και υπολειπόμενη σύνδεση για μείωση των μεγεθών. Η αποσύνδεση μπορεί να χωριστεί περαιτέρω σε τρεις υποκατηγορίες [65]:

- ασθενής αποσύνδεση, όπου το ΑΕΠ και οι εκπομπές αυξάνονται και τα δύο (0<ελαστικότητα<0,8)
- ισχυρή αποσύνδεση, όταν το ΑΕΠ αυξάνεται και οι εκπομπές μειώνονται (ελαστικότητα<0)
- υπολειπόμενη αποσύνδεση όταν το ΑΕΠ και οι εκπομπές μειώνονται και τα δύο (ελαστικότητα>1.2)

Από την άλλη, η αρνητική αποσύνδεση περιλαμβάνει τρείς υποκατηγορίες:

- εκτεταμένη αρνητική αποσύνδεση, όπου το ΑΕΠ και οι εκπομπές αυξάνονται και τα δύο (ελαστικότητα>1.2)
- ισχυρή αρνητική αποσύνδεση, όταν το ΑΕΠ μειώνεται και οι εκπομπές αυξάνονται (ελαστικότητα<0)
- ασθενής αρνητική αποσύνδεση όταν το ΑΕΠ και οι εκπομπές μειώνονται και τα δύο (0<ελαστικότητα<0.8)

4.1.2. Ιστορική Αναδρομή

Οι Reitler et al. το 1987 [69] πρότειναν την μέθοδο αποδόμησης Root Sum Squared Analysis (RSS) με σκοπό την ανάλυση των τάσεων της κατανάλωσης της ηλεκτρικής ενέργειας στη βιομηχανία, μέσω της ενεργειακής έντασης, εξετάζοντας τη μέση τιμή παραγόντων όπως οι τιμές ενέργειας και οι επενδύσεις πάνω σε έργα ενεργειακής εξοικονόμησης.

Το 1988, παρουσιάστηκε από τους Boyd et al. [70], η προσέγγιση αθροιστικών δεικτών Divisia η οποία χρησιμοποιήθηκε και από άλλους στη συνέχεια με σκοπό την ανάλυση των μεταβολών της ενεργειακής κατανάλωσης και την σύγκριση τους με άλλες μεθόδους όπως η Laspeyres. Το 1992, ο Se-Hark Park [71], αξιοποιώντας την προσέγγιση των Howarth et.al. [72] για τους δείκτες Laspeyres για σύγκριση των τάσεων ενεργειακής κατανάλωσης μεταξύ χωρών το 1990, εισήγαγε μια νέα μέθοδο, που υπολόγιζε με μεγαλύτερη ακρίβεια τον παράγοντα των διαρθρωτικών αλλαγών σε σχέση με τη RSS. Η μέθοδος αυτή, ξεχώρισε για την θεώρηση ότι κάθε φορά μεταβάλλεται μόνο ο ένας παράγοντας ενώ οι άλλοι παραμένουν σταθεροί, με αποτέλεσμα να προκύπτει το λεγόμενο μη ερμηνεύσιμο κατάλοιπο.

Παρά την ασυμφωνία αποτελεσμάτων και τα σφάλματα που δημιουργούνται με την εμφάνιση καταλοίπων, που είναι συχνή και για τις δύο μεθόδους, αυτές μέθοδοι είναι και εκείνες που μέχρι σήμερα βρίσκουν την μεγαλύτερη εφαρμογή στην ανάλυση προσδιοριστικών παραγόντων, δίνοντας παραπλήσια και ικανοποιητικά αποτελέσματα, ιδιαίτερα στον τομέα των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου [70].

Η πρώτη μέθοδος πλήρους αποδόμησης, που αντιμετώπισε το πρόβλημα των καταλοίπων, προτάθηκε από τους Ang και Choi [73] και είναι η λεγόμενη Log - Mean Divisia Index Method II (LMDI II). Κατόπιν, οι Ang και Liu [74] βελτίωσαν την παραπάνω μέθοδο το 2001, παρουσιάζοντας την μέθοδο Log- Mean Divisia Index Method I (LMDI I) ως μέθοδο πλήρους αποδόμησης χωρίς προβλήματα συνάθροισης σε επίπεδο υποενότητας που υπήρχαν στην προηγούμενη μέθοδο. Μια χρονιά μετά, εισήχθη από τους Albrecht et al. [75] η Shapley Value, μια μέθοδος που βασίζεται σε μια θεώρηση συμμετρίας μεταξύ των επιδράσεων της κάθε μεταβλητής και ικανοποιεί πλήρως τις απαιτήσεις μιας τέλειας αποδόμησης.

Αναφορικά με τη μέθοδο Laspeyres, της οποίας τα κατάλοιπα επηρέαζαν σε μεγαλύτερο βαθμό τα αποτελέσματα συγκριτικά με την Divisia, ήδη από το 1998 είχε προταθεί από τον Sun τη μέθοδος Refined Laspeyres Index για τις μεταβολές στην παγκόσμια ενεργειακή κατανάλωση, με τα κατάλοιπα να κατανέμονται ισόποσα στις επιδράσεις κάθε παράγοντα μέσω μοντέλου εξισώσεων δύο παραγόντων [76].

Έπειτα από επεξεργασία όλων των παραπάνω αλλά και των αποτελεσμάτων άλλων λιγότερο γνωστών μεθόδων, το 2004 ο Ang [77] όρισε το θεωρητικό υπόβαθρο, την προσαρμοστικότητα στα δεδομένα εφαρμογής, την ευκολία στην χρήση βάσει μαθηματικής επίλυσης και εύρους εφαρμογής και την ευκολία στην ερμηνεία αποτελεσμάτων ως τα τέσσερα κριτήρια με βάση τα οποία θα πρέπει να γίνεται η επιλογή της κατάλληλης μεθόδου αποδόμησης στην εκάστοτε περίπτωση.

Σύμφωνα με τους Fernández González et al. [78] οι αλλαγές στις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα συνήθως επηρεάζονται κυρίως από την λεγόμενη δομική ένταση του εξεταζόμενου τομέα, την ενεργειακή ένταση, το μείγμα καυσίμων και τον εκάστοτε συντελεστή εκπομπών. Για αυτό το λόγο, οι συγκεκριμένοι ερευνητές, εξέφρασαν τη δομική απόδοση με τον παράγοντα του πληθυσμού, για να ερμηνεύσουν την επίδραση της μετανάστευσης και με το κατά κεφαλήν ακαθάριστο εγχώριο προϊόν, για να προσαρμόσουν την οικονομική ανάπτυξη στο μέγεθος της κάθε αγοράς. Επιπλέον, μελέτησαν τις διαφορετικές μεταβολές της οικονομικής ανάπτυξης και τις διαφορές στην αύξηση των τιμών του για να αξιολογήσουν κατά πόσο η συνδυαστική επίδραση του πληθυσμού και της οικονομικής ανάπτυξης μπορούσε να αντισταθμίσει τη δράση της ενεργειακής απόδοσης με βάση τα επίπεδα εκπομπών.

Το 2014 οι Fernández González et al. [79] σε συνέχεια της προηγούμενης μελέτης των εκπομπών CO_2 εξέφρασαν τον παράγοντα του μείγματος καυσίμων ως ένταση χρήσης άνθρακα (carbonisation) και την ένταση της ηλεκτρικής ενέργειας τόσο με φυσικούς όσο και χρηματοοικονομικούς όρους. Έτσι, ανέδειξαν τη συνεισφορά των αλλαγών στο μείγμα καυσίμων αλλά και της έντασης της ηλεκτρικής ενέργειας στα επίπεδα εκπομπών. Επιπροσθέτως, ο διαχωρισμός της έκφρασης της απόδοσης με τον οποίο καταπιάστηκαν, διευκρίνισε τα κριτήρια επιλογής της κάθε έκφρασης ανάλογα με το εκάστοτε θέμα που υπόκειται σε ανάλυση προσδιοριστικών παραγόντων.

Το 2018 σε έρευνα τους οι Lopez et al. [80] υποστηρίξαν πως το διακρατικό εμπόριο ηλεκτρικής ενέργειας αποτελεί μέσο αξιοποίησης των διεσπαρμένων ΑΠΕ και της τεχνολογικής εξειδίκευσης και για αυτό εξέτασαν τις επιρροές τους στις μεταβολές των εκπομπών διοξειδίου στις 20 χώρες με το μεγαλύτερο διακρατικό εμπόριο στην Ευρώπη. Ειδικότερα, έκαναν σύγκριση των συνεισφορών των εισαγωγών και των εξαγωγών με αυτές των παραδοσιακών παραγόντων όπως η ένταση της ηλεκτρικής ενέργειας, η οικονομική δραστηριότητα και η αύξηση του πληθυσμού.

4.1.3. Εφαρμογές στον τομέα ηλεκτρικής ενέργειας

Το 2007 ο Steenhof [81], λαμβάνοντας υπόψιν την έρευνα των Nag and Parikh [82] που όριζε την ανάλυση αποδόμησης ως εργαλείο για την αξιολόγηση του Μηχανισμού Καθαρής Ανάπτυξης του τομέα ηλεκτρικής ενέργειας της Ινδίας, υποστήριξε την αντίστοιχη εφαρμογή της ως μέθοδο προσέγγισης των αναμενόμενων επιπέδων των εκπομπών για τον αντίστοιχο τομέα της Κίνας μέχρι το 2020. Σε αυτό το κλίμα, εστίασε στην τελική κατανάλωση ηλεκτρισμού και μελέτησε παράγοντες όπως η αποδοτικότητα της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας και οι πηγές που χρησιμοποιούνταν για αυτήν αλλά και η επίδραση των απωλειών της διακίνησης του ηλεκτρισμού. Μέχρι σήμερα η μέθοδος ανάλυσης προσδιοριστικών παραγόντων έχει χρησιμοποιηθεί από πολλούς άλλους ερευνητές για ανάλυση των εκπομπών από την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας σε πολλές περιοχές και για διάφορα χρονολογικά πλαίσια. Χαρακτηριστικά αναφέρεται η έρευνα για χώρες στην Ασία και την Βόρεια Αμερική από τους Malla [83] και Shrestha and Timilsina [84], αλλά ακόμα και για τον Καναδά από τους Steenhof and Weber [85].

Σύμφωνα με τους Goh et al. [86], εκ των δύο ευρύτερων κατηγοριών η IDA είναι απλούστερη και πιο δημοφιλής τεχνική ανάλυσης όταν αξιοποιείται για τη μελέτη των παραγόντων που προσδιορίζουν την κατανάλωση ενέργειας αλλά και τις εκπομπές, διότι χρησιμοποιεί δείκτες φυσικής δραστηριότητας σε αντίθεση με την SDA που χρησιμοποιεί δείκτες νομισματικής δραστηριότητας. Σε αυτό το πλαίσιο το 2013 οι Xu και Ang [62] είχαν απαριθμήσει 17 δημοσιεύσεις που χρησιμοποιούσαν την IDA για την ανάλυση των εκπομπών CO_2 από την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, με τον αριθμό να έχει σχεδόν τριπλασιαστεί από τότε. Επιπλέον, ο Διεθνής Οργανισμός Ενέργειας (International Energy Agency - IEA) από την έκδοση 2015 του «Εκπομπές CO2 από την κατανάλωση καυσίμων» [87] ξεκίνησε να αξιοποιεί την IDA για να μελετήσει ποιοι παράγοντες επηρέαζαν τις εκπομπές από την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, παρουσιάζοντας αποτελέσματα για περισσότερες από 140 χώρες και περιοχές παγκοσμίως.

Οι οδηγοί, που προαναφέρθηκαν, είναι οι παράγοντες που συμβάλλουν στις αλλαγές ενός συνολικού δείκτη ενδιαφέροντος όπως είναι οι εκπομπές CO_2 από την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και καθορίζονται στην αρχή κάθε μελέτης. Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι με την ανάπτυξη του τομέα ηλεκτροπαραγωγής προκύπτει η ανάγκη για εξέταση νέων οδηγών όπως είναι οι απώλειες διανομής ενέργειας, το εμπόριο ρεύματος η δέσμευση εκπομπών, οι τεχνολογίες αποθήκευσης ενέργειας κ.ά. Η σχέση των οδηγών με το συνολικό δείκτη καταγράφεται σε μια σχέση που είναι γνωστή με τον όρο ταυτότητα [77], η οποία επιλέγεται με ad hoc τρόπο. Στις μελέτες για τις εκπομπές CO_2 από την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας,

η ταυτότητα συχνά διαφέρει ανά τις μελέτες αποτυπώνοντας την πληθώρα των παραγόντων που συνεισφέρουν στις εκπομπές.

Με γνώμονα την ήδη υπάρχουσα βιβλιογραφική βάση των οι Xu και Ang [62] και σε μία προσπάθεια να αντιμετωπίσουν το πρόβλημα οι Goh et al. [86], πραγματοποίησαν μια ενημερωμένη ανασκόπηση των εφαρμογών IDA για αποσύνθεση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα από την παραγωγή ενέργειας. Στην ανασκόπηση αυτή συμπεριλήφθηκαν 56 τέτοιες έρευνες, με βασική επιδίωξη την μελέτη των εκάστοτε οδηγών αλλά και των διάφορων ταυτοτήτων που χρησιμοποιήθηκαν, ώστε να προσδιοριστούν οι διαφορές και οι συνδέσεις μεταξύ τους.

Πιο συγκεκριμένα, οι εφαρμογές μπορούν να κατηγοριοποιηθούν με βάση :

- Τον συγκεντρωτικό δείκτη, που μπορεί να είναι είτε οι απόλυτες εκπομπές άνθρακα είτε η ένταση άνθρακα, δηλαδή το μέσο επίπεδο εκπομπών διοξειδίου ανά μονάδα παραγόμενης ενέργειας.
- Το είδος του μοντέλου, καθώς δύναται να είναι αθροιστικό ή πολλαπλασιαστικό.
- Την μέθοδο αποδόμησης, δηλαδή τον τύπο του μοντέλου που χρησιμοποιείται.
- Την ταυτότητα που μελετάται.

Οι μελέτες συνήθως αναλύουν εκπομπές από περιοχές όπως η Ευρωπαϊκή Ένωση, η Ασία και η Βόρεια Αμερική εξετάζοντας τη διαφορετική οικονομική ανάπτυξη, το πολιτικό τοπίο και τους εκάστοτε ενεργειακούς πόρους, ενώ τις περισσότερες μελέτες φαίνεται να απασχολεί η κατάσταση στην Κίνα, με τον αριθμό τους να φτάνει τις είκοσι επτά και την πρώτη να δημοσιεύεται το 2007 [86]. Οι πιο πολλές εστιάζουν στις απόλυτες εκπομπές άνθρακα αντί για την ένταση χρήσης άνθρακα και τα αθροιστικά μοντέλα χρησιμοποιούνται προτιμώνται έναντι των πολλαπλασιαστικών, καθώς είναι ευκολότερο τα αποτελέσματα της άθροισης των οδηγών να έχουν τις ίδιες μονάδες με τον δείκτη υπό εξέταση. Μεταξύ των συγγραφέων, η πιο διαδεδομένη μέθοδος αποσύνθεσης είναι η LMDI, αφού ο τομέας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας μπορεί να χαρακτηριστεί από περισσότερους από 4 παράγοντες και η το εν λόγω μοντέλο διακρίνεται για το πλήθος παραγόντων που διαχειρίζεται. Σχετικά με τις ταυτότητες που χρησιμοποιούνται, παρατηρείται πως η διατύπωσή τους αλλά και η εν γένει επιλογή των παραγόντων έχει σκοπό να αποτυπώσει συνήθως τρεις βασικές επιδράσεις στον εξεταζόμενο δείκτη.

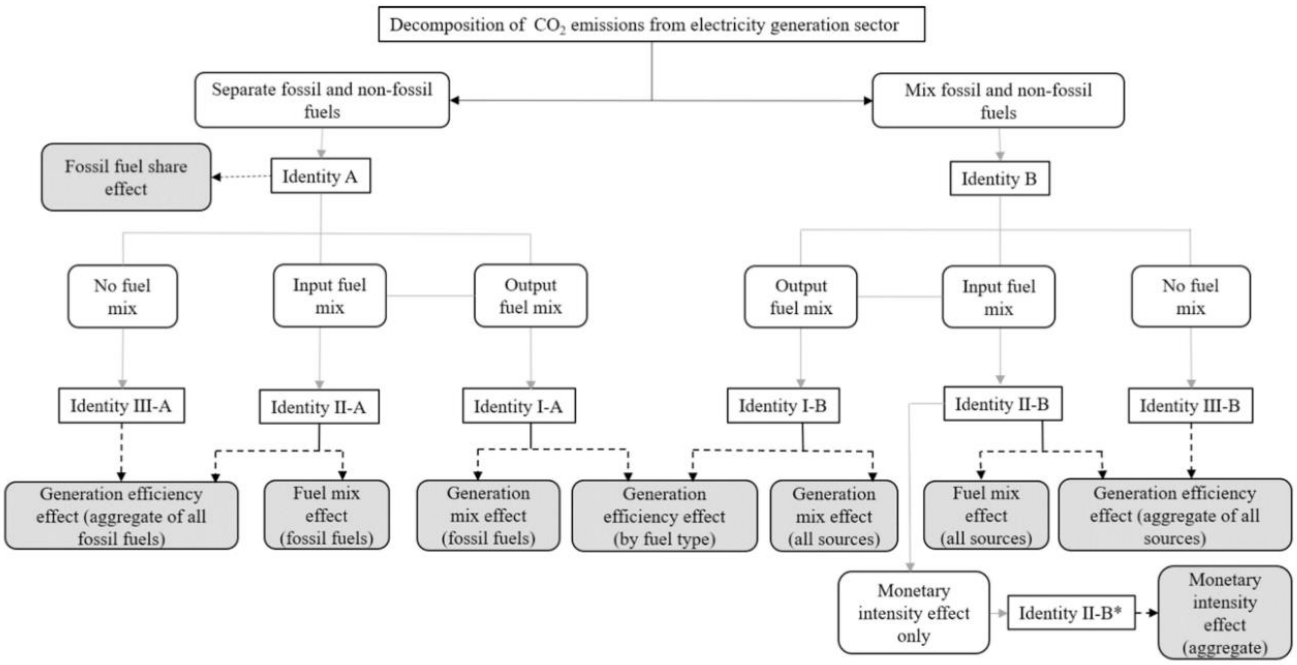
Πιο συγκεκριμένα, οι βασικές επιδράσεις που εξετάζονται είναι η δομική, η τεχνολογική και αυτή της δραστηριότητας, στην οποία αρκετές φορές προστίθεται και η οικονομική υπόσταση.

Η δομική επίδραση αναφέρεται σε αλλαγές στα μερίδια των πηγών ενέργειας στο μείγμα ηλεκτρικής ενέργειας, ενώ η τεχνολογική αναφέρεται σε βελτιώσεις στην αποδοτικότητα παραγωγής και στον παράγοντα εκπομπών άνθρακα και ως επί των πλείστων βοηθά στη μείωση των εκπομπών ή της έντασης εκπομπών της ηλεκτρικής ενέργειας. Αντίθετα η δομική επίδραση, σε δημοσιεύσεις που δημοσιεύθηκαν πριν από το 2011, συνέβαλε στην αύξηση των εκπομπών, ενώ μετά το 2011 ωθούσε στη μείωση, γεγονός που πιθανότατα οφείλεται στην αύξηση της χρήσης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και του φυσικού αερίου [118,119]. Έτσι, κάποιες ταυτότητες προσφέρουν πολύ εξειδικευμένη ανάλυση, ενώ άλλες όπως η Kaya να έχουν πολλές διαφορετικές εκφάνσεις των δεικτών. Πέραν των βασικών επιδράσεων, εξετάζονται παράγοντες που προσδίδουν εύρος στην εκάστοτε ταυτότητα όπως είναι η οικονομική δραστηριότητα [8], η αστική και επαρχιακή κατανάλωση ενέργειας [88], η δομική μεταβολή περιοχών με βάση το μερίδιο οικονομικού προϊόντος [89], η ικανότητα δέσμευσης κεφαλαίων από τον τομέα παραγωγής ενέργειας [90,91], οι απώλειες μεταβίβασης [82] και η επίδραση του εμπορίου [8,92].

Παρόλο που η πλειονότητα των μελετών αναλύει τάσεις του παρελθόντος, μερικές κάνουν επεκτάσεις σεναρίων στο μέλλον, όπως αυτή των Nag και Parikh [82], που συγκρίνει σενάρια του Μηχανισμού Καθαρής Ανάπτυξης (Clean Development Mechanism - CDM) για έργα στον τομέα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας της Ινδίας και ο Steenhof [81] που αξιολογεί τη μείωση των εκπομπών του τομέα για το CDM, όπως έχει ήδη αναφερθεί. Στην ίδια κατεύθυνση κινούνται και οι O'Mahony et al. [93] που παρουσιάζουν μια ανάλυση σεναρίου σχετικά με τις εκπομπές που σχετίζονται με την ενέργεια στην Ιρλανδία έως το 2020. Στο μέλλον για να παραμένουν οι IDA χρήσιμες πρέπει να προσαρμοστούν στα νέα δεδομένα , ενσωματώνοντας στο φάσμα που εξετάζουν με καλύτερο τρόπο το διακρατικό εμπόριο ηλεκτρικής ενέργειας και τις απώλειες του συστήματος παραγωγής και διακίνησής της προσφέροντας χρήσιμες πληροφορίες [86].

Αξιοσημείωτη είναι και η ταξινόμηση των ταυτοτήτων από τους Goh et al. [86] και η καθιέρωση ξεχωριστών κατηγοριών με βάση τον τρόπο που αποτυπώνονται τα ενεργειακά μεγέθη, τα καύσιμα αλλά και τα διάφορα οικονομικά μεγέθη σε αυτές που αποτυπώνεται στην Εικόνα 4-1. Συνεπώς ο πρώτος διαχωρισμός με βάση τις πηγές ενέργειας στην παραγωγή αφορά τα καύσιμα που εκπέμπουν διοξείδιο του άνθρακα και αυτά που πρακτικά δεν έχουν εκπομπές (π.χ. γεωθερμική ενέργεια, υδροηλεκτρική ενέργεια κ.ά.), ο οποίος ορίζει τον τύπο ταυτότητας Α. Ο Β τύπος από την άλλη, συναντάται όταν δεν γίνεται ο διαχωρισμός. Κατά δεύτερον, εάν η δομή των καυσίμων ορίζεται με βάση την ενέργεια που παράγεται σε kWh προκύπτει η κατηγορία Ι ή αν ορίζεται με βάση την εισροή καυσίμων σε τόνους ισοδύναμου πετρελαίου (toe), προκύπτει η ΙΙ αντίστοιχα. Η κατηγορία ΙΙΙ αφορά τις ταυτότητες που δεν περιλαμβάνουν

την δομή των καυσίμων. Τέλος, η αποδοτικότητα μπορεί να αποδοθεί είτε με χρηματοοικονομικούς όρους, που έχουν ως βάση μονάδες ΑΕΠ είτε με φυσικούς όρους όπου η αποδοτικότητα μετριέται σαν toe εισροών καυσίμου προς kWh παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας. Σημειώνεται πως υπάρχουν και ταυτότητες που βασίζονται μόνο στις πρώτες και σημειώνονται ξεχωριστά.



Εικόνα 4-1: Σχηματική αναπαράσταση των διασυνδέσεων μεταξύ των διαφόρων ταυτοτήτων IDA (Πηγή:[86]*)*

Η ταυτότητα I-A πραγματοποιεί αποδόμηση βασικών πηγών ενέργειας στο μερίδιο ορυκτών καυσίμων και στο μερίδιο του μείγματος παραγωγής, προσφέροντας καθαρή εικόνα των παραγόντων και συνδέοντας το μείγμα παραγωγής, την αποδοτικότητα παραγωγής και τους συντελεστές εκπομπής με συγκεκριμένους τύπους καυσίμων. Η ταυτότητα I-B μπορεί να αποκλείει την ενέργεια που δεν παράγεται από ορυκτά καύσιμα και έτσι να ταυτίζεται με την ταυτότητα I-A, χωρίς να λαμβάνεται υπόψιν η επίδραση του μεριδίου των ορυκτών καυσίμων. Στην περίπτωση βέβαια, που τη συμπεριλαμβάνει αλλά δεν διαφοροποιεί την επίδραση του μείγματος παραγωγής και αυτή του μεριδίου ορυκτών καυσίμων αποτελεί υποκατηγορία της ταυτότητας I-A. Η ταυτότητα I-A μπορεί να επεκταθεί ώστε να συμπεριλάβει τα οικονομικά μέτρα και τα μέτρα πληθυσμού ως παράγοντες, όπως συνέβη στις έρευνες των Emodi and Boo [94] καθώς και των Zhang et al. [88]. Η εκτεταμένη μορφή ταυτότητας I-A επιτρέπει σε κάποιον να κατανοήσει τους οδηγούς της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας χωρίς να υπονομευτεί το επίπεδο αποδόμησης. Επιπλέον, διατηρείται η επίδραση της οικονομικής έντασης (I). Από την άλλη πλευρά, όταν χρησιμοποιείται η ταυτότητα II-B*, το φαινόμενο της νομισματικής έντασης αντικαθιστά άμεσα το αποτέλεσμα απόδοσης της φυσικής παραγωγής

και το αποτέλεσμα της φυσικής απόδοσης δεν είναι ποσοτικοποιημένο. Η επιθυμία για κατανόηση της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας και της αποσύνδεσης των εκπομπών από την οικονομική ανάπτυξη αποτελεί ένα βασικό κίνητρο για τη συμπερίληψη της επίδρασης της νομισματικής έντασης. Ωστόσο, εάν η νομισματική ένταση και η φυσική απόδοση παραγωγής δεν προσδιορίζονται χωριστά κατά την αποδόμηση, μπορεί να υπάρχει σύγχυση στην ερμηνεία των αποτελεσμάτων, όπου μια βελτίωση της νομισματικής έντασης θα λαμβάνεται ως άμεση βελτίωση στην αποδοτικότητα της παραγωγής. Δεδομένου ότι ο φυσικός ορισμός της αποδοτικότητας παραγωγής είναι επιστημονικά πιο ακριβής, συνιστάται να διατηρούνται και τα δύο αποτελέσματα στην αποσύνθεση αντί να αναιρούν το ένα για το άλλο, υπό την προϋπόθεση ότι διατίθενται δεδομένα.

Εν συνεχεία η κατηγορία I βασίζεται στις εκροές ενώ η II βασίζεται στις εισροές. Επομένως, στην II το μίγμα ορυκτών καυσίμων διαφέρει από το μείγμα παραγωγής και η επίδραση της αποδοτικότητας της παραγωγής δεν αντιστοιχίζεται σε κάθε ορυκτό καύσιμο και επομένως προκύπτει ότι στην II-A είναι καλύτερα η αποδοτικότητα είναι καλύτερα ορισμένη από τη II-B. Όσων αφορά την κατηγορία III, δεν συνδέονται οι επιδράσεις με κάθε τύπο καυσίμου ξεχωριστά και προκύπτει το λεγόμενο ‘trade – off effect’. Πιο συγκεκριμένα, δεν υπάρχει επίδραση μείγματος καυσίμου και η συμβολή του κατανέμεται σε άλλους παράγοντες. Για χώρες με σημαντικές αλλαγές στο μείγμα καυσίμων, κατανέμεται κυρίως στην επίδραση απόδοσης παραγωγής. Αυτό μπορεί να δώσει μια λανθασμένη εντύπωση ότι η χώρα έχει προχωρήσει όσον αφορά την αποδοτικότητα, αν και οι σταθμοί παραγωγής ενέργειας ενδέχεται να μην έχουν αναβαθμιστεί. Οι ταυτότητες της κατηγορίας III μπορεί να περιλαμβάνουν τη χρηματοοικονομική δραστηριότητα ως πρόσθετο παράγοντα, αλλά διατηρούν επίσης το αποτέλεσμα φυσικής απόδοσης και ως εκ τούτου, μπορούν να θεωρηθούν ως επεκτάσεις της ταυτότητας Kaya.

Ορισμένες έρευνες περιορίζονται στη μελέτη της σχέσης αποσύνδεσης και της κρίσης των κρατών και δεν μελετούν εντατικά τους κινητήριους παράγοντες που αποτελούσαν υπόβαθρο της αποσύνδεσης κατά την εφαρμογή της αποσύνδεσης ως μεμονωμένου δείκτη. Σε αυτό το κλίμα, για να αντιμετωπίσουν το πρόβλημα οι Zhang and Bai [95], Dai et al. [96] μελέτησαν την αποδόμηση του δείκτη αποσύνδεσης για περαιτέρω μελέτη, η οποία είναι μια ιδιαίτερα αποτελεσματική μέθοδος.

Επιπλέον, όπως επιβεβαίωσαν και οι De Freitas and Kaneko [97] συνδυάζοντας άλλες μεθόδους, όπως η ανάλυση αποδόμησης με την μελέτη αποσύνδεσης, η αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας των πολιτικών που αφορούν την αλληλεπίδραση της οικονομικής ανάπτυξης μιας χώρας με τον περιβαλλοντικό της αντίκτυπο γίνεται ευκολότερη. Πιο

συγκεκριμένα, οι Zhao et al. [98], Feng and Wang [99], Xu et al. [100], He and Liu [101], Zhou [102], Shi et al. [103] συνδύασαν την LMDI μέθοδο αποσύνθεσης με τη μελέτη αποσύνδεσης για να κρίνουν τη σχέση αποσύνδεσης μεταξύ οικονομικής ανάπτυξης και εκπομπών CO2 από τον κατασκευαστικό τομέα της Κίνας, τον κατασκευαστικό τομέα, τον κυκλοφοριακό τομέα, τον τομέα μεταφορών και τον γεωργικό τομέα αντίστοιχα.

Σύμφωνα με τους Pinjie et al. [104], η έρευνα σχετικά με τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα μπορεί να χωριστεί σε δύο κατηγορίες. Η πρώτη επικεντρώνεται στην μελέτη των κύριων κατευθυντήριων παραγόντων που επηρεάζουν τις μεταβολές τους, με την IDA να έχει εδραιωθεί για τη μελέτη του προβλήματος και την LMDI να προτιμάται χάρη στα πολλά πλεονεκτήματα που προσφέρει [105]. Η δεύτερη εστιάζει στην σχέση αποσύνδεσης μεταξύ των εκπομπών και της οικονομικής ανάπτυξης, χρησιμοποιώντας διαφορετικά μοντέλα αποσύνδεσης.

Η έννοια της αποσύνδεσης σε περιβαλλοντικές μελέτες εφαρμόστηκε αρχικά από τον Zhang [106] για τη μελέτη της κατάστασης αποσύνδεσης των CO2 εκπομπών από την οικονομική ανάπτυξη. Στη συνέχεια, ο Οργανισμός για Οικονομική Συνεργασία και Ανάπτυξη (Organization for Economic Co-operation and Development - OECD) [107], την όρισε ως δείκτη την περιγραφή της σχέσης οικονομικής απόδοσης και πίεσης σε θέματα περιβάλλοντος. Ως επακόλουθο, η μελέτη αποσύνδεσης που βασίζεται σε δείκτες (index decoupling) όπως την πρότεινε ο Tapio [65] έχει εφαρμοστεί ευρέως σε πολλές έρευνες και έχει εξαπλωθεί και σε άλλους τομείς πέραν του ενεργειακού, όπως είναι η βιομηχανία μεταφορών [65,108,109], η μεταποιητική βιομηχανία [110], η κατασκευαστική βιομηχανία [111] και ο γεωργικός τομέας [112].

4.2. Ανάπτυξη μοντέλου αποδόμησης για τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα από την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στην ΕΕ

Η συγκεκριμένη εργασία αξιοποιεί τη μέθοδο Divisia και ειδικότερα την LMDI-I για την ανάλυση αποδόμησης των εκπομπών CO_2 που προέρχονται από την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Με αυτήν την επιλογή, επιδιώκεται τέλεια αποδόμηση χωρίς την τροχοπέδη καταλοίπων και χωρίς προβλήματα στη συνάθροιση. Επιπλέον, η μέθοδος ενδείκνυται και για τον καλύτερο χειρισμό των μηδενικών και των αρνητικών τιμών. Οι έξι προσδιοριστικοί παράγοντες που θα χρησιμοποιηθούν στο συγκεκριμένο μοντέλο είναι οι εξής:

- **Ο παράγοντας δραστηριότητας A^c**, δηλαδή το κατά κεφαλήν Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν (ΑΠΕ ή GDP per capita) της κάθε χώρας που αναφέρεται στην οικονομική της μεγέθυνση. Η οικονομική δραστηριότητα της κάθε χώρας είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας, όπως διαφαίνεται άλλωστε και στην προσπάθεια των ενεργειακών πολιτικών να μειώσουν την ενεργειακή κατανάλωση επιτυγχάνοντας οικονομική ανάπτυξη και ταυτόχρονη πτώση των εκπομπών.
- **Ο παράγοντας P,** αναφέρεται στον πληθυσμό κάθε χώρας ο οποίος αποτελεί δείκτη ενεργειακών απαιτήσεων. Ενδεικτικά, αναμένεται πως για αύξηση του πληθυσμού με την πάροδο των χρόνων, δεδομένης της βελτίωσης του βιοτικού επιπέδου και της τεχνολογικής ανάπτυξης, να αυξάνονται οι ενεργειακές απαιτήσεις και κατ' επέκτασιν και οι εκπομπές.
- **Ο παράγοντας I, δηλαδή η ένταση της ηλεκτρικής ενέργειας (electricity intensity effect)**. Ο παράγοντας αυτός ορίζεται ως ο λόγος της συνολικής κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας (σε GWh) προς το συνολικό ΑΕΠ της κάθε χώρας (σε σταθερές τιμές 2010 million Euros). Η επιθυμητή μείωση στην ένταση της ηλεκτρικής ενέργειας υποδηλώνει την αποσύνδεση της οικονομίας από την χρήση ηλεκτρικής ενέργειας, λόγω εξοικονόμησης ενέργειας και οδηγεί στη μείωση των εκπομπών CO_2, όπως θα διερευνηθεί αναλυτικότερα και στη μελέτη αποσύνδεσης.
- **Ο παράγοντας του διακρατικού εμπορίου ηλεκτρικής ενέργειας x**, που ορίζεται ως ο λόγος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας προς την αντίστοιχη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας, σε επίπεδο χώρας. Σε περίπτωση που ο λόγος x λαμβάνει τιμές μεγαλύτερες του 1, τότε πρόκειται για χώρες που λειτουργούν καθαρά με εξαγωγές και οι εκπομπές τους δεν σχετίζονται με την εγχώρια παραγωγή και δεν πρέπει να λαμβάνονται υπ' όψιν στη μέτρηση της ηλεκτρικής ένταση της οικονομίας. Ενώ αν λαμβάνει τιμές μικρότερες της μονάδας πρόκειται για χώρες που λειτουργούν καθαρά με εισαγωγές και επομένως οι εκπομπές προέρχονται από άλλες χώρες υποδηλώνοντας διαρροή εκπομπών.
- **Ο παράγοντας ειδικής κατανάλωσης ενέργειας e (specific energy consumption)**, ορίζεται ως ο λόγος της εισροής καυσίμων για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας (σε TJ) ως προς την αντίστοιχη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας (σε GWh). Ο παράγοντας αυτός αναφέρεται στην απόδοση του ίδιου του τομέα της ηλεκτρικής ενέργειας, που μέσω της επιθυμητής εξοικονόμησης ενέργειας αναμένεται να οδηγήσει στην μείωση των εκπομπών του CO_2, ακολουθώντας τις τεχνολογικές τάσεις και τους στόχους τις Ευρωπαϊκής Ένωσης. Η ειδική κατανάλωση ενέργειας διαφέρει ανάλογα με την τεχνολογία και το συγκεκριμένο καύσιμο που χρησιμοποιεί το εκάστοτε εργοστάσιο παραγωγής ενέργειας, με αποτέλεσμα ο παράγοντας να προκύπτει ως σταθμισμένος

μέσος όρος των διαχωρισμένων στοιχείων βάσει καυσίμου ή/και τεχνολογίας παραγωγής.

- ***Το μείγμα παραγωγής s (%),***εκφράζεται ως ποσοστό παραγωγής *i* της ενέργειας που προέρχεται από το καύσιμο *i*, ως προς την συνολική παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από όλε τις μορφές ενέργειας. Ο παράγοντας s δείχνει ουσιαστικά τη διάρθρωση της παραγωγής της εκάστοτε χώρας.

Συχνά σε αντίστοιχες μελέτες εξετάζεται και ένας έβδομος παράγοντας που δεν είναι άλλος παρά τον ***μέσο συντελεστή εκπομπή των καυσίμων για κάθε χώρα (f),*** σε tn CO_2/ TJ, αλλά στο συγκεκριμένο μοντέλο, παρότι συνεισφέρει στους υπολογισμούς και υπολογίζεται, δεν εξετάζεται ως προσδιοριστικός παράγοντας, καθώς οι τιμές των συντελεστών εκπομπής δεν μεταβάλλονται ανά τα χρόνια. Για το υπολογισμό του μέσου συντελεστή που αντιστοιχεί σε κάθε κράτος-μέλος, χρησιμοποιείται ο συντελεστής εκπομπής όπως ορίζεται από τα δεδομένα της IPCC [113] για το κάθε καύσιμο ξεχωριστά, και στη συνέχεια σταθμίζεται σύμφωνα με τα δεδομένα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας που αντιστοιχούν στο κάθε καύσιμο σε πρώτη φάση, ενώ στην συνέχεια ο μέσος όρος που προκύπτει για κάθε ομάδα καυσίμων διαμορφώνεται ανάλογα με το μερίδιο κατανάλωσης που αντιστοιχεί στο εκάστοτε καύσιμο. Επομένως, ο συντελεστής αυτός είναι σταθμισμένος αλλά για σταθερή αρχική τιμή παραμένει σταθερός, όπως παρατηρείται και στην αναθεωρημένη τελευταία έκθεση της IPCC.

Με βάση τα παραπάνω στοιχεία, η ταυτότητα που θα χρησιμοποιηθεί ορίζεται από την εξίσωση (1):

$$C_t = P_t \cdot \frac{A_t}{P_t} \cdot \frac{EC_t}{A_t} \cdot \frac{EP_t}{EC_t} \cdot \sum_i \frac{EP_{i,t}}{EP_t} \cdot \frac{F_{i,t}}{EP_{i,t}} \cdot f_{i,t} = P_t \cdot \mathrm{A}_t^C \cdot I_t \cdot x_t \cdot \sum_i s_{i,t} \cdot e_{i,t} \cdot f_{i,t}$$

Αναλυτικότερα, τα μεγέθη που περιλαμβάνονται στην (1) είναι:

- ***C_t:*** Οι εκπομπές CO_2 κάθε χώρας από την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ανά χρόνο *t* (σε tn CO_2)
- ***A_t:***Το ΑΕΠ (σε σταθερά 2010 €)
- ***A_t^C:***Το κατά κεφαλήν ΑΕΠ (σε σταθερά εκατομμύρια 2010 €)
- ***P:*** Ο πληθυσμός της εκάστοτε χώρας ή της ΕΕ των 27 αθροιστικά
- ***EC_t:*** Η Ακαθάριστη Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας από την εκάστοτε χώρα σε χρόνο *t*, η οποία ορίζεται σαν το σύνολο της παραγωγής ηλεκτρισμού της χώρας και των καθαρών εισαγωγών της μείον τις καθαρές εξαγωγές της (σε GWh)

- ***EP_t:*** Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, δηλαδή η συνολικά παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια από όλες τις πηγές και όλους τους τύπους εργοστασίων σε χρόνο *t* (σε GWh)
- ***$EP_{i,t}$:*** Η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια από το καύσιμο *i* σε χρόνο *t* (σε GWh)
- ***$F_{i,t}$:*** Η συνολική εισροή του καυσίμου *i* για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας σε χρόνο *t* (σε TJ)
- ***$f_{i,t}$:*** Ο συντελεστής εκπομπής του καυσίμου *i* σε χρόνο *t* (σε tn CO_2 που εκπέμπονται ανά TJ καυσίμου i)

Για την μελέτη της διαφοράς των εκπομπών CO_2 ($\Delta C_{0\to t}$) σε ένα χρονικό διάστημα μεταξύ ενός έτους t και ενός έτους βάσης 0, χρησιμοποιείται το μοντέλο αποδόμησης της LDMI-I [77], το οποίο προσαρμόζεται στους έξι προσδιοριστικούς παράγοντες ως εξής:

Εξίσωση (2):

$$\Delta C_{0\to t} = C_t - C_o = \Delta A_{0\to t} + \Delta P_{0\to t} + \Delta I_{0\to t} + \Delta x_{0\to t} + \Delta e_{0\to t} + \Delta s_{0\to t}$$

όπου κάθε όρος της εξίσωσης (2) μπορεί να προσδιορισθεί με τις ακόλουθες ειδικές λογαριθμικές εξισώσεις υπό την μορφή αθροισμάτων (logarithmic mean weight functions):

Εξισώσεις (3):

$$\Delta A_{0\to t} = \sum L(C_t - C_0) \cdot \ln\left(\frac{A^t}{A^0}\right)$$

$$\Delta P_{0\to t} = \sum L(C_t - C_0) \cdot \ln\left(\frac{P^t}{P^0}\right)$$

$$\Delta I_{0\to t} = \sum L(C_t - C_0) \cdot \ln\left(\frac{I^t}{I^0}\right)$$

$$\Delta x_{0\to t} = \sum L(C_t - C_0) \cdot \ln\left(\frac{x^t}{x^0}\right)$$

$$\Delta e_{0\to t} = \sum L(C_t - C_0) \cdot \ln\left(\frac{e_i^t}{e_i^0}\right)$$

$$\Delta s_{0\to t} = \sum L(C_t - C_0) \cdot \ln\left(\frac{s_i^t}{s_i^0}\right)$$

όπου,

Εξίσωση (4):

$$\sum L(C_t - C_0) = \frac{C^t - C^0}{lnC^t - lnC^0}$$

Σημαντική σημείωση αποτελεί το γεγονός ότι οι μηδενικές τιμές στο σύστημα δεδομένων αντικαθίστανται από έναν αριθμό $\delta = 10^{-20}$, όπως έχει προταθεί από τους Ang και Liu [113].

4.3. Μελέτη αποσύνδεσης εκπομπών CO_2 και ΑΕΠ

Ακολουθώντας τη λογική του Tapio [65], ο λεγόμενος δείκτης ελαστικότητας μεταξύ εκπομπών CO2 από την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος με την οικονομική ανάπτυξη που αποτυπώνεται στο ΑΕΠ προκύπτει ως εξής:

Εξίσωση (5):

$$\beta_t = \frac{\frac{\Delta C}{C}}{\frac{\Delta GDP}{GDP}} = \Delta C \; x \frac{GDP}{(\, C \; x \; \Delta GDP)}$$

Όπου το β_t δηλώνει τον δείκτη αποσύνδεσης από τη χρονιά t-1 στην χρονιά t

Επιπλέον, σύμφωνα με την αντίστοιχη βιβλιογραφία οι καταστάσεις αποσύνδεσης που προκύπτουν με βάση τις τιμές της ελαστικότητας που ορίζει η εξίσωση (5) έχουν οκτώ βαθμίδες. Εν προκειμένω, η εξέλιξη του ΑΕΠ και ο δείκτης των εκπομπών μπορούν να είναι συνδεδεμένοι, αποσυνδεδεμένοι και αρνητικά αποσυνδεδεμένοι και λαμβάνοντας υπόψη τη βιβλιογραφία των Peng et al. [114] και Zhao and Li [115], παραλείπεται η διακύμανση της τάξης του 20% γύρω από την ελαστικότητα 1.0. Συνεπώς, υπάρχει δυνατότητα για αποσύνδεση και αρνητική αποσύνδεση μεταξύ των εξεταζόμενων μεγεθών και οι τελικές κατηγορίες αποσύνδεσης είναι έξι αντί για οκτώ, σύμφωνα με τον Πίνακας 4-1.

Πίνακας 4-1: Απεικόνιση των κριτηρίων των καταστάσεων αποσύνδεσης μεταξύ εκπομπών CO_2 και ΑΕΠ (πηγή:[104]*)*

β	ΔC/C	ΔGDP/GDP	Decoupling state	Decoupling type
$\beta \geq 1$	>0	>0	Expansive negative decoupling	I
$0<\beta<1$	>0	>0	Weak decoupling	II
$\beta \leq 0$	<0	>0	Strong decoupling	III
$\beta \geq 1$	<0	<0	Recessive decoupling	IV
$0<\beta<1$	<0	<0	Weak negative decoupling	V
$\beta \leq 0$	>0	<0	Strong negative decoupling	VI

Με βάση τον Πίνακας 4-1 αλλά και όσα έχουν προαναφερθεί, γίνεται πλέον ξεκάθαρο ότι η επιθυμητή κατάσταση για την ανάπτυξη είναι η ισχυρή αποσύνδεση, όπου οι εκπομπές μειώνονται ενώ το ΑΕΠ αυξάνεται και ότι η λιγότερο επιθυμητή στον αντίποδα είναι η ισχυρή αρνητική αποσύνδεση, όπου πραγματοποιείται το αντίστροφο.

Με βάση τις 2,3,4 προκύπτει ότι ο δείκτης αποσύνδεσης μπορεί να αναλυθεί σε επιμέρους δείκτες, οι οποίοι αντιστοιχούν στους προσδιοριστικούς παράγοντες των εκπομπών με την παρακάτω εξίσωση:

Εξίσωση (6):

$$\beta_t = \frac{\frac{\Delta C}{C}}{\frac{\Delta GDP}{GDP}} = \Delta C \ x \frac{GDP}{(\ C\ x\ \Delta GDP)} = \Delta A + \Delta P + \Delta I + \Delta x + \Delta e + \Delta s) x \frac{GDP}{(\ C\ x\ \Delta GDP)} = \beta_A + \beta_P + \beta_I + \beta_x + \beta_e + \beta_s$$

5. Εξέλιξη των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα στην περίοδο 1998-2018

5.1. Δεδομένα και παραδοχές του μοντέλου αποδόμησης

Οι υπολογισμοί πραγματοποιήθηκαν με σκοπό να υπάρξει συνοχή και συμφωνία με τα Ευρωπαϊκά δεδομένα και πρότυπα, για αυτό και η πλειοψηφία των δεδομένων αντλήθηκε από την Eurostat, ενώ παράλληλα αξιοποιήθηκε και το δικό της σύστημα καταγραφής και ομαδοποίησης των διαφόρων στοιχείων για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

Πιο συγκεκριμένα, έγινε ανάλυση της παραγωγής τόσο των συμβατικών μονάδων με κύρια απασχόληση την ηλεκτροπαραγωγή όσο και από μονάδες συμπαραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας (ΣΗΘ ή CHP Plants), ενώ σαν υποκατηγορίες και για τους δύο αυτούς τύπους εργοστασίων εξετάσθηκαν τόσο οι αυτόνομοι παραγωγοί (autoproducers) όσο και οι επιχειρήσεις κοινής ωφέλειας (main activity producers).

Για τον υπολογισμό της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας στην κάθε χώρα αξιοποιήθηκαν δεδομένα εισαγωγών και εξαγωγών του κάθε κράτους μέλους από την ίδια πηγή, όπως επίσης συνέβη και για τα δεδομένα του πληθυσμού, των εισροών καυσίμων, της παραγωγής ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας. Σημαντικό είναι να επισημανθεί πως στην περίπτωση της Μάλτας αξιοποιήθηκαν δεδομένα για ορισμένες τιμές του ΑΕΠ και του κατά κεφαλήν ΑΕΠ από την Worldbank τα οποία μετατράπηκαν σε αξιοποιήσιμη μορφή με μια διαδικασία που θα αναλυθεί παρακάτω.

Εν συνεχεία, παρουσιάζονται αναλυτικά τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν για το μοντέλο αποδόμησης της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας καθώς και οι αντίστοιχες παραδοχές και διορθώσεις που πραγματοποιήθηκαν.

5.1.1. Μείγμα και ομάδες καυσίμων

Τα διαφορετικά ήδη καυσίμων που χρησιμοποιούνται στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας επιλέχθηκαν με βάση την αποφυγή σφαλμάτων στην κατηγοριοποίηση ανά τις χώρες και στην μελέτη των κύριων και έγκυρων πηγών ενέργειας που χρησιμοποιούνται ανά τα χρόνια και

έχουν μελετηθεί εις βάθος από πλήθος ερευνητών, τα οποία και ταξινομηθήκαν όπως φαίνεται παρακάτω:

- Θερμότητα από Πυρηνική Ενέργεια (Nuclearheat), που αποτελεί την ενημερωμένη έκδοση της κατηγορίας πυρηνικής ενέργειας
- Στερεά Καύσιμα (Solid Fuels): Ανθρακίτης, κοκ άνθρακα, άλλοι ασφαλτούχοι άνθρακες, υποασφαλτούχος άνθρακας, λιγνίτης, τύρφη, μπρικέττες λιγνίτη (BKB) και λοιπά στερεά καύσιμα τύπου σχιστολιθικού πετρελαίου και πισσώδους άμμου (oil shale and oil sands).
- Πετρέλαιο (Oil): Gasoil/Diesel, βαρύ μαζούτ και όλα τα υπόλοιπα πετρελαϊκά προϊόντα που δεν ανήκουν στις δύο αυτές ομάδες, που καταχωρούνταν ως other oil products
- Φυσικό Αέριο (Natural Gas)
- Άλλα είδη αερίου (Other Gas): Αέριο οπτανθρακοποίησης, αέριο υψικαμίνου και αέριο εργοστασίων αερίου.
- Απόβλητα (Waste): Αστικά και βιομηχανικά απόβλητα (μη ανανεώσιμα).
- Βιοκαύσιμα: Στερεά βιοκαύσιμα (εκτός από κάρβουνο), βιοαέρια, αστικά απόβλητα (ανανεώσιμα) και άλλα υγρά βιοκαύσιμα.
- Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας, ΑΠΕ (Renewable Energy Sources, RES): υδροηλεκτρική, αιολική, ηλιακή, γεωθερμική ενέργεια και τέλος ενέργεια που προέρχεται από παλίρροια, κύματα και ωκεανούς.

5.1.2. Συντελεστής εκπομπής καυσίμων

Οι συντελεστές εκπομπής CO_2 των καυσίμων για κάθε χώρα αντλήθηκαν από το European Topic Centre on Air and Climate Change ενώ σε περίπτωση έλλειψης δεδομένων χρησιμοποιήθηκαν πληροφορίες από τις κατευθυντήριες γραμμές της IPCC για τις απογραφές αερίων του θερμοκηπίου (IPCC Guidelines for GHG Inventories) [113]. Προκαταρκτικές εκτιμήσεις έχουν δείξει ότι αλλαγές στο μίγμα της κάθε κύριας κατηγορίας καυσίμων (π.χ. στερεά καύσιμα, φυσικό αέριο και άλλα) έχει αμελητέα επίδραση στις εκπομπές CO_2. Άρα, όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, οι συντελεστές εκπομπής έχουν υπολογιστεί ως σταθμισμένοι μέσοι όροι των συντελεστών εκπομπής των καυσίμων που απαρτίζουν διαχρονικά το μίγμα της κάθε κύριας κατηγορίας καυσίμου και οι μέσοι όροι τους θεωρούνται σταθεροί σε κάθε έτος. Σε σύνθετες κύριες κατηγορίες καυσίμων, όπως είναι τα στερεά καύσιμα, οι συντελεστές εκπομπής ενδέχεται να διαφέρουν από χώρα σε χώρα ανάλογα πάντα με τα μερίδια των συγκεκριμένων καυσίμων σε κάθε κύρια κατηγορία. Οι συντελεστές εκπομπής για την Πυρηνική Ενέργεια, τα Βιοκαύσιμα και τις ΑΠΕ θεωρούνται μηδενικοί.

5.1.3. Παραγωγή ηλεκτρισμού από μονάδες ΣΗΘ

Συγκεκριμένα για τις μονάδες συμπαραγωγής θερμότητας και ηλεκτρισμού (ΣΗΘ ή CHP), η ποσότητα καυσίμου που χρησιμοποιείται αποκλειστικά για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας υπολογίζεται από την συνολική ποσότητα καυσίμου που χρησιμοποιούν οι μονάδες για την λειτουργία τους (προσφερόμενη ενέργεια λειτουργίας) πολλαπλασιασμένη με τον λόγο της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας προς την συνολική παραγόμενη ενέργεια (ηλεκτρική και θερμική) από τις μονάδες αυτές, όπου οι τιμές των μεγεθών αυτών είναι διαθέσιμες από την Eurostat.

5.1.4. Ειδική ενεργειακή κατανάλωση

Μία σημαντική παραδοχή αναφορικά με τις ΑΠΕ, αφορά την ειδική ενεργειακή κατανάλωση τους η οποία και ορίζεται σταθερή στα 3,6 TJ/GWh. Δηλαδή, γίνεται η υπόθεση ότι ο μετασχηματισμός των ΑΠΕ σε ηλεκτρική ενέργεια γίνεται στο 100%. Αυτή η υπόθεση μπορεί να στηριχθεί με βάση το γεγονός ότι οι ΑΠΕ εμφανίζουν άφθονη διαθεσιμότητα ενώ παράλληλα μπορεί να αγνοηθεί η τεχνική αποδοτικότητα της μετατροπής. Για τις υπόλοιπες μορφές καυσίμων που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, η ειδική ενεργειακή κατανάλωση υπολογίζεται σύμφωνα με τον ορισμό της

5.1.5. Διαχείριση σφαλμάτων στα δεδομένα

Για την συμπλήρωση ελλιπών δεδομένων είτε πρόκειται για την εισροή καυσίμων στις μονάδες αυτές είτε πρόκειται για την παραγόμενη ηλεκτρική ή/και θερμική ενέργεια, χρησιμοποιήθηκε η εξής διαδικασία: Από τα διαθέσιμα δεδομένα των μεγεθών αυτών για το σύνολο της ΕΕ, υπολογίστηκαν η αποδοτικότητα της ηλεκτρικής και της θερμικής ενέργειας (electrical and heat efficiency) ως οι λόγοι παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας προς την συνολική εισροή καυσίμου και παραγωγής θερμικής ενέργειας ως προς την συνολική εισροή καυσίμου αντίστοιχα. Αφού εξάχθηκε ο μέσος όρος της ΕΕ για τον κάθε λόγο, οι μ.ο. χρησιμοποιήθηκαν για την διόρθωση είτε της εισροής καυσίμου είτε της παραγόμενης ηλεκτρικής ή/και θερμικής ενέργειας. Οι διορθώσεις αυτές χρησιμοποιήθηκαν σε περιπτώσεις απουσίας δεδομένων χωρών στην εξεταζόμενη χρονική περίοδο ή σε περιπτώσεις μη λογικής συμφωνίας των υπαρχόντων δεδομένων, όπως για παράδειγμα περιπτώσεις όπου η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια από μία μονάδα είναι μεγαλύτερη από την προσφερόμενη σε αυτή ενέργεια υπό την μορφή καυσίμου για την λειτουργία της.

Για τον έλεγχο και τον υπολογισμό της ακριβούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από μονάδες συμπαραγωγής διαμορφώθηκε ένας αλγόριθμος ελέγχου που βασιζόταν στον

υπολογισμό των αποδόσεων κάθε χώρας σε κάθε χρονιά για το εκάστοτε καύσιμο. Αναλυτικότερα, ξεχωρίστηκαν οι εξής περιπτώσεις:

- Αν και η εισερχόμενη ενέργεια λειτουργίας ήταν μηδενική και η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια ήταν μηδενική, τότε γινόταν έλεγχος της παραγόμενης θερμικής ενέργειας και αν αυτή δεν ήταν μηδενική τότε, αρχικά η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια υπολογιζόταν ως το γινόμενο της εισερχόμενης επί τον μέσο όρο της θερμικής απόδοσης της χώρας για επαρκή δεδομένα ή της Ευρωπαϊκής Ένωσης αν λιγότερες από 5 χρονιές ήταν γνωστές. Κατόπιν και η εισερχόμενη ενέργεια υπολογιζόταν ως το πηλίκο της παραγόμενης ηλεκτρικής, που προέκυψε διά τον μέσο όρο της ηλεκτρικής απόδοσης με αντίστοιχο τρόπο. Διαφορετικά τα δεδομένα έμεναν ως είχαν.
- Αν δεν υπήρχαν δεδομένα για την εισερχόμενη ενέργεια και υπήρχε παραγόμενη ηλεκτρική, τότε η εισερχόμενη υπολογιζόταν ως το πηλίκο της παραγόμενης δια τον μέσο όρο της ηλεκτρικής απόδοσης της χώρας της ΕΕ
- Ομοίως με την προηγούμενη περίπτωση σε περίπτωση έλλειψης δεδομένων για την παραγόμενη ενέργεια, αυτή υπολογιζόταν ως το γινόμενο της εισερχόμενης δια την αντίστοιχη απόδοση.
- Στην περίπτωση της κατηγορίας other oil products που τα δεδομένα ήταν τόσο ελλιπή ώστε να μην είναι δυνατόν να προκύψουν αθροιστικά τιμές για την ΕΕ των 27, αλλά έπρεπε να γίνουν διορθώσεις, υπολογίστηκαν πρώτα οι τιμές που αξιοποιούσαν τους μέσους όρους χωρών και προέκυψε το άθροισμα για την ΕΕ και κατόπιν με το μέσο όρο των αποδόσεων της ΕΕ έγιναν και οι εναπομείνασες διορθώσεις.
- Τέλος αξίζει να σημειωθεί ότι για την καλύτερη διαχείριση των δεδομένων και την αποτελεσματική διαχείριση των αποκλίσεων αρχικά διορθώθηκαν με τη μεθοδολογία που παρουσιάστηκε παραπάνω οι τιμές της προσφερόμενης ενέργειας στις περιπτώσεις που η ηλεκτρική απόδοση ήταν μεγαλύτερη της τάξης του 100%, για ευνόητους λόγους. Σε δεύτερο χρόνο, προκειμένου τα δεδομένα να ανταποκρίνονται στις δυνατότητες της τεχνολογίας καύσης του εκάστοτε καυσίμου αλλά και στη γενικότερη τάση της κάθε χώρας να πετύχει ένα συγκεκριμένα επίπεδο αποδόσεων, έγινε η εξειδικευμένη διαχείριση των αποδόσεων, έτσι ώστε τα αποτελέσματα να αποδίδουν την καλύτερη δυνατή εικόνα αλλά και οι αποκλίσεις να μην είναι σημαντικές.

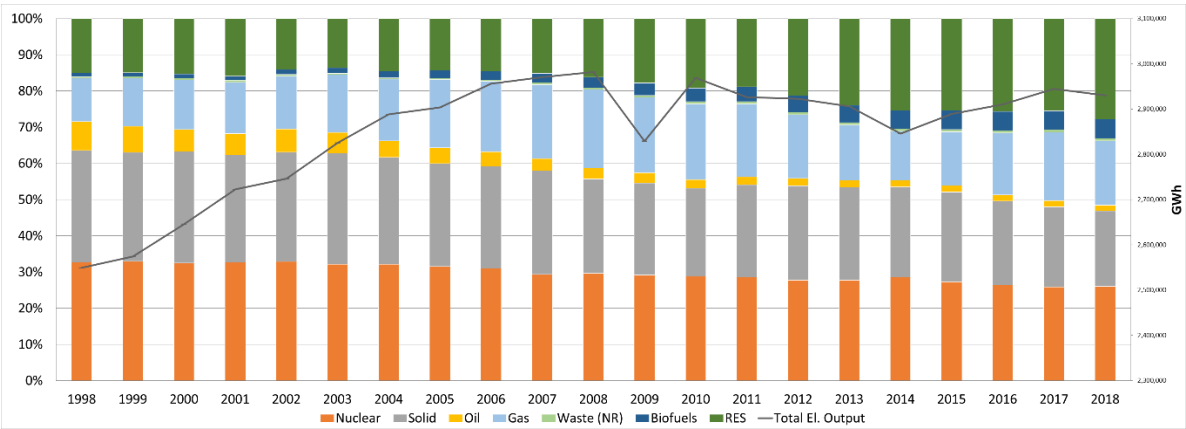
5.1.6. Ανάλυση επεξεργασίας δεδομένων ΑΕΠ

Προτού γίνει περαιτέρω επεξεργασία για μετατροπή των τιμών σε σταθερές τιμές εκατομμυρίων ευρώ με βάση το 2010, για την περίπτωση της Μάλτας που δεν διέθετε δεδομένα για τα χρόνια 1998-1999 αξιοποιήθηκε σαν πηγή η Worldbank από όπου αντλήθηκαν τα δεδομένα με τα μεγέθη σε σταθερές τιμές αμερικανικών δολαρίων με βάση το

2010. Κατόπιν, οι τιμές της Worldbank μετατράπηκαν σε σταθερές τιμές για το 2010 σε εκατομμύρια ευρώ διαιρώντας με τον συντελεστή 1,327 που είναι ο μέσος όρος των τιμών για μετατροπή των δολαρίων σε ευρώ για το 2010 [116]. Ενώ για τις ήδη υπάρχουσες τιμές, προκειμένου να γίνει αποπληθωρισμός και μετατροπή της τρέχουσας αξίας σε σταθερή αξία εκατομμυρίων ευρώ με βάση το 2010, αντλήθηκαν από τι Eurostat οι αποπληθωριστικοί συντελεστές και κάθε τιμή πολλαπλασιάστηκε με το κλάσμα 100 προς τον συντελεστή αποπληθωρισμού.

5.2. Αποτελέσματα του μοντέλου αποδόμησης για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας

Προκειμένου να έχει νόημα η ανάλυση της εξέλιξης των εκπομπών είναι σημαντικό να σχηματιστεί μια αντιπροσωπευτική εικόνα για την ηλεκτρική ενέργεια στην ΕΕ27. Σε αυτό το κλίμα, παρουσιάζεται στο Γράφημα 5-1 η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Επομένως, γίνεται ξεκάθαρο πως πράγματι η χρήση των ΑΠΕ αυξάνεται με το πέρας των χρόνων, ενώ η εξέλιξή αυτή εντατικοποιείται από το 2006. Αντίστοιχη εξέλιξη σημειώνει και η αξιοποίηση των βιοκαυσίμων, με τα μερίδια τους να παρουσιάζουν σημαντική αύξηση από την ίδια χρονιά. Επιπλέον, ενδιαφέρον παρουσιάζει το γεγονός ότι το μερίδιο των αερίων καυσίμων φαίνεται να αυξάνεται, αντίθετα με την κατανάλωση στερεών καυσίμων και πετρελαίου, που μειώνονται από το 1998 μέχρι και 2008 περίπου. Κατόπιν, το ποσοστό των αερίων καυσίμων φαίνεται βέβαια να μειώνεται και να αποκτά σχετικά σταθερές τιμές λόγω της αύξησης των ΑΠΕ και των βιοκαυσίμων. ανά πηγή και έτος.



Γράφημα 5-1: Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στην ΕΕ27 και μερίδια καυσίμων για την περίοδο 1998-2018

Επιπλέον, αξίζει να σημειωθεί πως παρούσα εργασία αποσκοπεί στην μελέτη της εξέλιξης τόσο των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα όσο και των προσδιοριστικών παραγόντων που τις καθορίζουν, σε βάθος τετραετιών για την εξεταζόμενη εικοσαετία. Με αυτόν τον τρόπο, επιδιώκεται η εμβάθυνση στις μεταβολές με διάρκεια, που επηρέασαν την στρατηγική της Ένωσης στο τρίπτυχο περιβάλλον – ενέργεια – οικονομία και η μελέτη της αντίδρασης της Ένωσης γενικότερα και όχι απλά από χρονιά σε χρονιά. Η συγκεκριμένη προσέγγιση βοηθάει στην καλύτερη ταύτιση των χρονικών περιόδων με γεγονότα που τις επηρέασαν καταλυτικά, στην ανάλυση των τάσεων σε βάθος χρόνου αλλά και στην καλύτερη ομαδοποίηση και κατηγοριοποίηση των αποτελεσμάτων. Λόγω του μεγάλου χρονικού πλαισίου που εξετάζεται, τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται αφορούν τις περιόδους 1998–2002, 2002–2006, 2006–2010, 2010–2014 και 2014–2018.

Αρχικά, για την καλύτερη κατανόηση των αποτελεσμάτων κατασκευάζεται το Γράφημα 5-2, το οποίο προκύπτει, αφού υπολογιστούν οι ετήσιες τιμές για τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα από το μοντέλο αποδόμησης, συμπληρωθεί το ΑΕΠ και η καθαρή κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας συναρτήσει της τιμής του 1998 για να αποτυπωθεί η τάση αύξησης ή μείωσής τους.

Γράφημα 5-2: Απεικόνιση των ποσοστιαίων μεταβολών των εκπομπών CO_2, ΑΕΠ και της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας την περίοδο 1998-2018

Σε πρώτη ανάλυση προκύπτει πως πράγματι οι εκπομπές αρχικά αυξάνονται μαζί με το ΑΕΠ και την κατανάλωση ενέργειας και στη συνέχεια μειώνονται, ενώ το ΑΕΠ αυξάνεται και η κατανάλωση μένει σχετικά σταθερή. Με αυτό τον τρόπο επιβεβαιώνεται η υπόθεση Kuznets που ορίζει ότι στα πρώτα στάδια της οικονομικής ανάπτυξης υπάρχουν έντονες περιβαλλοντικές επιπλοκές, ενώ στην συνέχεια προκύπτει μείωση των προβλημάτων χωρίς να επηρεάζεται η οικονομική βελτίωση. Επιπλέον, γίνεται εύκολα η παρατήρηση ότι η μελέτη

της εξέλιξης των εκπομπών έχει πράγματι νόημα καθώς η εικόνα που εμφανίζουν έχει σημαντικές αυξομειώσεις και φαίνεται να διαψεύδει την αντίληψη ότι αύξηση της κατανάλωσης και οικονομική ανάπτυξη συνεπάγονται αυξημένες εκπομπές. Παρ' όλα αυτά, για να υποστηριχθούν σωστά τέτοιες παρατηρήσεις και να προκύψουν εμπεριστατωμένα συμπεράσματα χρειάζεται πιο λεπτομερής ανάλυση τόσο των εκπομπών όσο και των προσδιοριστικών παραγόντων.

Μετά το έτος βάσης διακρίνεται μια αυξητική τάση και για τα τρία μεγέθη, η οποία φτάνει μέχρι το 2003. Στη συνέχεια, εμφανίζεται μια προσωρινή αποσύνδεση μεταξύ εκπομπών και ΑΕΠ μέχρι το 2005, που λόγω της μικρής της διάρκειας της, δεν θεωρείται σημαντική, αφού μέχρι το 2007 οι εκπομπές σημειώνουν σταδιακή αύξηση ξανά. Η γενικότερη εικόνα της περιόδου 1998-2007, είναι αρκετά λογική, δεδομένου ότι χαρακτηρίζεται από την οικονομική ανάπτυξη και την έντονη ενασχόληση των κρατών με τον ενεργειακό τομέα. Ο ισχυρισμός αυτός, επιβεβαιώνεται άλλωστε και από τη ραγδαία ανάπτυξη της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας αλλά και την αύξηση του ΑΕΠ. Είναι γνωστό, πως το 2007-2008 άρχισαν να εμφανίζονται τα πρώτα σημάδια της οικονομικής κρίσης, η οποία συντέλεσε τόσο στη μείωση του ΑΕΠ αλλά εν γένει και στην πτώση των εκπομπών. Επομένως, είναι λογικό ότι η πτώση των εκπομπών οφείλεται κυρίως στην μειωμένη κατανάλωση και όχι σε κάποια περιβαλλοντική πολιτική ή σε κάποια τεχνολογική πρόοδο. Στην περίοδο 2008–2010, είναι εμφανές ότι τόσο το ΑΕΠ όσο και η κατανάλωση ενέργειας επανέρχονται οριακά στα επίπεδα του 2006, ενώ οι εκπομπές παρά την ραγδαία μείωση που σημείωσαν προηγουμένως συνεχίζουν να εμφανίζουν τάση για μείωση με αισθητά μικρότερο αλλά υπαρκτό ρυθμό. Συνεπώς, προκύπτει πως ακόμα και όταν η κρίση σταμάτησε να επηρεάζει αισθητά την Ευρωπαϊκή Ένωση κατά το 2012-2013, οι εκπομπές συνέχιζαν να μειώνονται παρά την αύξηση του ΑΕΠ, δείχνοντας έτσι πως η αποσύνδεση των δύο, δεν ήταν κάτι προσωρινό και ότι πράγματι η Ένωση κατάφερε να αντιδράσει με μέτρα απέναντι στην κλιματική αλλαγή. Αυτή η εικόνα ενισχύεται επιπλέον από το γεγονός ότι η κατανάλωση ενέργειας παραμένει σχετικά σε σταθερά επίπεδα με μικρής έντασης αυξομειώσεις που εμφανίζουν ελάχιστο το 2014. Τέλος, ενόψει των επερχόμενων διοριών και στόχων για την Ενέργεια του 2020, η Ένωση παρουσιάζει ενθαρρυντικά πρώτα σημάδια σταθερού ρυθμού αύξησης του ΑΕΠ της και μείωσης των εκπομπών της αντίστοιχα.

Πίνακας 5-1: Καταγραφή των ποσοστιαίων μεταβολών των εκπομπών CO_2 ανά τετραετία και συνολικά για την περίοδο 1998-2018

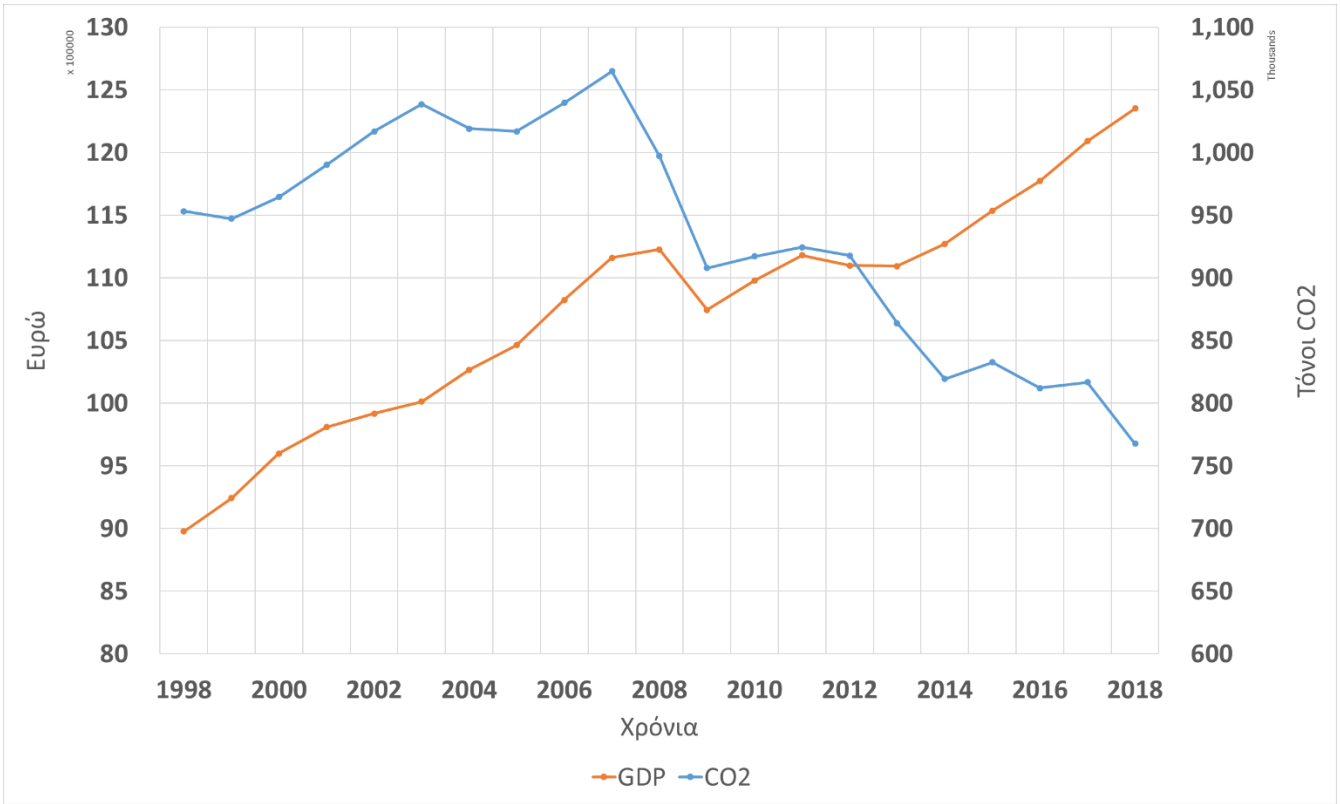
ΔCO2	1998-2002	2002-2006	2006-2010	2010-2014	2014-2018	1998-2018
Λιθουανία	-36.33%	-3.04%	66.16%	-56.82%	-72.12%	-102.14%
Δανία	-17.63%	38.17%	-35.11%	-42.63%	-32.52%	-89.71%
Σλοβακία	-18.54%	-8.81%	-28.99%	-17.40%	0.87%	-72.87%
Ουγγαρία	-13.54%	-17.78%	-12.19%	-30.19%	2.10%	-71.59%
Ηνωμένο Βασίλειο	7.34%	7.43%	-14.84%	-18.97%	-45.70%	-64.75%
Βέλγιο	-16.01%	-2.87%	-8.44%	-31.34%	-0.09%	-58.75%
Κροατία	28.74%	-11.47%	-20.75%	-21.33%	-26.24%	-51.05%
Γαλλία	-24.97%	9.25%	3.33%	-33.68%	3.98%	-42.09%
Ελλάδα	9.80%	-1.30%	-7.41%	-17.69%	-19.12%	-35.73%
Ιρλανδία	7.63%	-6.99%	-12.29%	-13.78%	-6.75%	-32.17%
Μάλτα	20.87%	-0.45%	-26.25%	-13.48%	-11.87%	-31.17%
Ιταλία	13.36%	3.63%	-16.23%	-23.91%	-5.23%	-28.38%
Τσεχία	4.25%	1.02%	-16.32%	-11.47%	-3.82%	-26.34%
Γερμανία	2.45%	-6.00%	-7.14%	0.62%	-13.87%	-23.95%
Σουηδία	8.78%	-30.50%	28.40%	-61.93%	32.94%	-22.30%
ΕΕ27	6.69%	2.24%	-11.78%	-10.66%	-6.31%	-19.83%
Φινλανδία	38.15%	24.08%	-15.36%	-47.26%	-19.22%	-19.61%
Αυστρία	3.51%	15.23%	-5.44%	-36.41%	7.09%	-16.01%
Λουξεμβούργο	38.63%	6.23%	-31.37%	-24.30%	-3.37%	-14.18%
Σλοβενία	13.55%	-1.67%	-2.95%	-29.13%	8.21%	-11.98%
Ρουμανία	15.95%	9.12%	-23.46%	-15.42%	3.93%	-9.87%
Βουλγαρία	-11.26%	11.60%	13.04%	-8.98%	-7.43%	-3.03%
Πολωνία	-1.46%	12.52%	-6.77%	-4.49%	0.68%	0.48%
Ολλανδία	5.25%	-7.66%	10.64%	-3.50%	-0.72%	4.01%
Πορτογαλία	31.37%	-13.94%	-35.06%	2.18%	23.53%	8.08%
Ισπανία	43.20%	2.76%	-39.62%	3.75%	-0.31%	9.78%
Εσθονία	-10.29%	10.58%	28.33%	3.42%	-12.54%	19.50%
Κύπρος	13.40%	23.26%	7.44%	-24.42%	14.20%	33.88%
Λετονία	-6.07%	28.16%	44.55%	-19.07%	49.99%	97.57%

Ο Πίνακας 5-1 παρουσιάζει τις ποσοστιαίες μεταβολές των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα όπως υπολογίστηκαν από το μοντέλο ανάλυσης προσδιοριστικών παραγόντων ανά τετραετία. Αντικατοπτρίζει τις συνεισφορές των χωρών στην συνολική εικόνα της Ένωσης και προσφέρεται για τον εντοπισμό των ακραίων μεταβολών που ξεχωρίζουν τις χώρες ανά τα χρόνια χωρίς όμως να δείχνει τις επιμέρους αυξομειώσεις εντός των τετραετιών, που πιθανότατα θα προσέφεραν αντικειμενικότερα συμπεράσματα για τις προσπάθειες μείωσης των χωρών σχετικά με τη χρονολογία που τις σημείωσαν και με το τι αντίκτυπο είχαν στην μετέπειτα πορεία τους. Επιπλέον, με βάση την εικόνα που παρουσιάζει Λετονία και Λιθουανία θα μπορούσαν να μην συμπεριληφθούν στην ανάλυση, λόγω των μεγάλων διακυμάνσεών

τους αλλά και των αποκλίσεων των συνολικών τους μεταβολών όπως και το Λουξεμβούργο που παρουσιάζει εξίσου μεγάλες διακυμάνσεις αλλά όχι συνολικές μεταβολές. Παρ' όλα, τα δεδομένα που τα αφορούν παρατίθενται και σχολιάζονται κανονικά για λόγους συνοχής.

Επομένως, οι εκπομπές της ΕΕ27 τείνουν να αυξάνονται τις δύο πρώτες τετραετίες με μειούμενο ρυθμό, ενώ στην συνέχεια μειώνονται με κορύφωση της ποσοστιαίας πτώσης τους την τετραετία που χαρακτηρίστηκε από την οικονομική ύφεση 2006-2010. Εν συνεχεία, τα επίπεδα των εκπομπών στην περίοδο αναπροσαρμογής 2010-2014 μειώνονται μεν αλλά με ανεπαίσθητα μικρότερο ρυθμό από αυτό της προηγούμενης τετραετίας και την τελευταία τετραετία εξακολουθούν να εμφανίζουν πτωτική τάση αλλά με μικρότερη ποσοστιαία μεταβολή. Εύκολα προκύπτει ότι την καλύτερη διαχρονικά πορεία είχε η Λιθουανία ενώ τη χειρότερη η Λετονία, καθώς και ότι οι Εσθονία, Κύπρος, Ισπανία, Πορτογαλία, Ολλανδία και Πολωνία είναι μόνες χώρες που παρουσιάζουν αύξηση των εκπομπών σε όλη τη διάρκεια τις εικοσαετίας. Βέβαια πέραν του μικρού τους αριθμού, η Πολωνία παρουσιάζει ανεπαίσθητη αύξηση και η Εσθονία με την Κύπρο και την Λετονία έχουν πολύ χαμηλά επίπεδα εκπομπών σε καθαρές τιμές, συγκριτικά με τις υπόλοιπες χώρες και επομένως επηρεάζουν ελάχιστα τη συνολική εικόνα της ΕΕ. Επιπλέον, ενδιαφέρον παρουσιάζει η εικόνα της Σουηδίας και της Φινλανδίας, καθώς η συνολική τους μεταβολή πλησιάζει περισσότερο από οποιαδήποτε άλλη χώρα τα επίπεδα της ΕΕ27, γεγονός που καθιστά άξια προσοχής την αντίδραση τους στις μεταβολές που σημειώθηκαν διαχρονικά. Στο ίδιο κλίμα, άξια προσοχής είναι και η εικόνα της Ισπανίας συγκριτικά με την Πορτογαλία, δεδομένων των σχετικά παρόμοιων τάσεων κατά την δεύτερη και την τρίτη τετραετία αλλά και τη συνολική αύξηση των εκπομπών που τις χαρακτηρίζει, γεγονός που προϊδεάζει για παρόμοιες επιδράσεις των προσδιοριστικών τους παραγόντων. Οι Ελλάδα, Ιρλανδία και Μάλτα παρουσιάζουν παραπλήσια εξέλιξη την τετραετία που εκδηλώνεται η οικονομική κρίση και αξίζει να διερευνηθούν τα βήματα που τις οδήγησαν εκεί, ενώ η Σλοβακία και η Ουγγαρία είναι σημαντικό να παρατηρηθεί ότι παρόλο που δεν εμφάνισαν κάποια ιδιάζουσα αύξηση των εκπομπών τα πρώτα οκτώ χρόνια, όπως η Λιθουανία και η Δανία που πέτυχαν καθολικά τις μεγαλύτερες μειώσεις εκπομπών δεν κατάφεραν να τις πλησιάσουν σε επίπεδα μείωσης εκπομπών. Συγκεντρωτικά, είναι προφανές ότι οι εκπομπές της ΕΕ27 εμφανίζουν μείωση 19,83% από τα επίπεδα του 1998, που είναι αρκετά συγκρίσιμο μέγεθος με την αναμενόμενη μείωση της τάξης του 20% από τα επίπεδα του 1990 που ορίζει η 'Ενέργεια 2020'.

Προχωρώντας στην επιμέρους ανάλυση κάθε χρονιάς κατασκευάζεται το Γράφημα 5-3, ώστε να αποτυπωθεί σφαιρικότερα το πως διαμορφώνονται τόσο οι εκπομπές αλλά και το ΑΕΠ της ΕΕ27.



Γράφημα 5-3: Διαχρονική απεικόνιση των απόλυτων τιμών του ΑΕΠ και των εκπομπών CO_2 από την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στην ΕΕ27

Έτσι, με βάση τις αλλαγές στην κλίση του γραφήματος, προκύπτει ότι εκπομπές αυξάνονται ραγδαία από το 1999 μέχρι το 2003 και κατόπιν μειώνονται μέχρι το 2005. Στη συνέχεια, αυξάνονται μέχρι το 2007, όπου και φτάνουν στα μεγαλύτερα μέχρι τότε επίπεδα, με τις εκπομπές να φτάνουν τους 1.064.859 ktn CO_2. Την περίοδο 2007- 2009 που αποτελεί και την πιο έντονα επηρεασμένη από την κρίση περίοδο, μειώνονται στα χαμηλότερα επίπεδα και συγκεκριμένα 907.818 ktn CO_2 και μέχρι το 2012, που μπορεί να θεωρηθεί η περίοδος προσαρμογής σταθεροποιούνται σχετικά. Τέλος, για τα υπόλοιπα χρόνια παρατηρείται τάση μείωσης παρά τις μικρής έντασης αυξομειώσεις.

Επίσης με αξιοποίηση του Γράφημα 5-3 είναι δυνατός ο εντοπισμός της πιθανής επίδρασης των στρατηγικών για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής αλλά και της στάσης της Ευρωπαϊκής Ένωσης στη διαμόρφωση των εκπομπών. Έτσι φαίνεται πως η οικονομική ύφεση συνέδραμε τις δεσμεύσεις του Πρωτοκόλλου του Κιότο για την περίοδο 2008-2012 αλλά έδρασε αντίθετα για ένα μέρος της δεύτερης περιόδου εφαρμογής του. Ειδικότερα, είναι εμφανές πως η ΕΕ27 ήταν στη σωστή κατεύθυνση την πρώτη περίοδο που η δέσμευση έθετε για μείωση των εκπομπών κατά 5% από τα επίπεδα του 1990 καθώς οι εκπομπές το 2012 βρίσκονται σε μικρότερα επίπεδα από το 1998 αλλά για τη δεύτερη περίοδο όπου η μείωση προοριζόταν για 18% αντίστοιχα τα πρώτα χρόνια παρουσίαζαν αντίθετη εικόνα καθώς η

απομάκρυνση από την ύφεση οδήγησε σε αύξηση των εκπομπών , η οποία αργότερα κάμφθηκε.

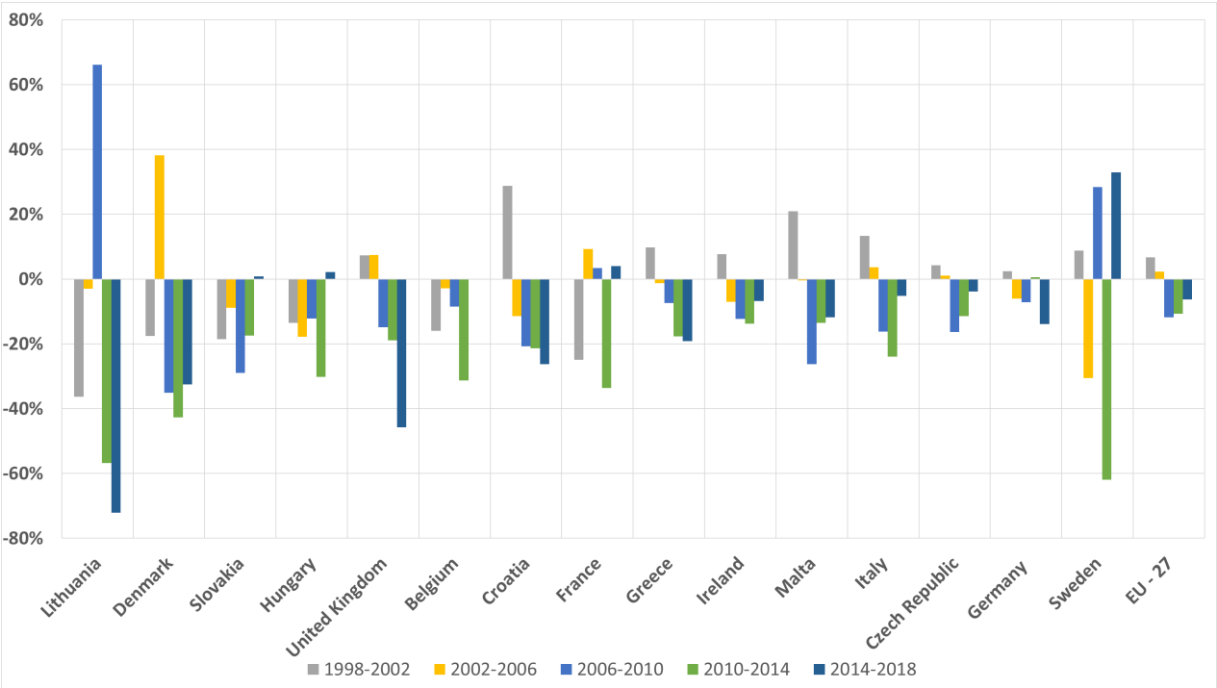
Εν συνεχεία, η Συμφωνία του Παρισιού που έλαβε χώρα το 2015 σκοπεύει να κρατήσει την Ευρωπαϊκή Ένωση στο δρόμο μείωσης των εκπομπών. Στην ίδια κατεύθυνση φαίνεται πως συνέβαλε και το πακέτο Καθαρή Ενέργεια για όλους τους Ευρωπαίους που εκδόθηκε το 2016. Επιπλέον, μεγάλο ενδιαφέρον παρουσιάζει το γεγονός ότι η πρώτη αποσύνδεση μεταξύ ΑΕΠ και εκπομπών σημειώνεται το 2005 που είναι και η έναρξη εφαρμογής του EU ETS, προσφέροντας αξία στο σύστημα που βοήθησε την ΕΕ να αποδεσμευτεί εν μέρει από το πόσο καθόριζε η οικονομική μεγέθυνση το περιβαλλοντικό της αποτύπωμα στον τομέα ηλεκτροπαραγωγής. Η συνέχεια του προγράμματος, που συμπίπτει σημαντικά με τις αντίστοιχες περιόδους του Πρωτοκόλλου του Κιότο ενισχύει την αντίληψη ότι η αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής και η ανάπτυξη της ευρωπαϊκής αγοράς ενέργειας είναι ιδιαίτερα δύσκολη και περίπλοκη, λόγω της διαφορετικής επίδρασης που είχε η οικονομική ύφεση σε κάθε κράτος μέλος, αλλά και προφανώς λόγω των διαφορετικών υποστάσεων των τομέων ηλεκτροπαραγωγής κάθε χώρας.

Τέλος, εξετάζοντας τα αποτελέσματα των τελευταίων χρόνων της εξεταζόμενης περιόδου, προκύπτουν πολύ ενθαρρυντικά δείγματα τόσο για την συνέπεια της ΕΕ απέναντι στα μέτρα και τους στόχους που θέτει. Η Ένωση οδεύοντας προς το 2020, πέρα από τις δεσμεύσεις για μεγαλύτερη δέσμευση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας που έχουν ενσωματωθεί στα Εθνικά Σχέδια για την Ενέργεια και το Κλίμα, που θα συνδράμουν την μείωση των εκπομπών, μπορεί να περιμένει περαιτέρω πτωτική τάση των εκπομπών λόγω της πράσινης συμφωνίας και της περαιτέρω προώθησης της ιδιοκατανάλωσης και των ενεργειακών κοινοτήτων, αλλά και της καλύτερης συνέτισης σε όσα ορίζει η τέταρτη περίοδος του EU ETS, που λαμβάνει ιδιαίτερα υπόψιν το φαινόμενο Διαρροής άνθρακα.

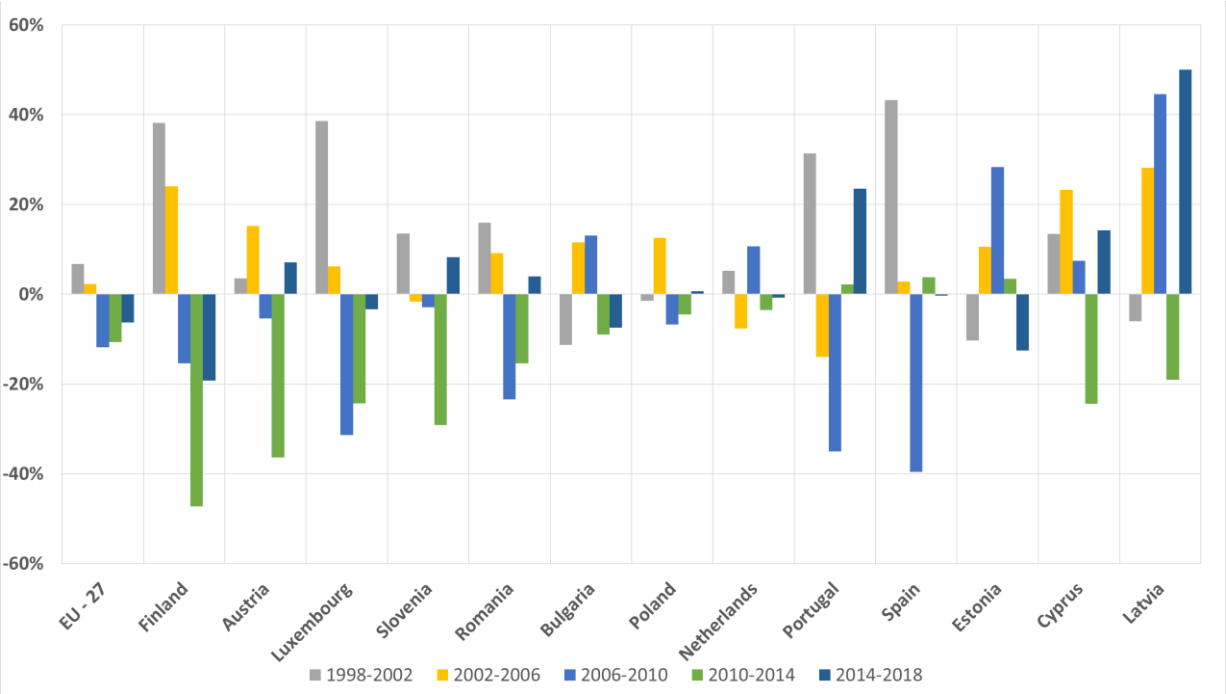
Για μια πληρέστερη κατανόηση της συμπεριφοράς των εκπομπών στα διάφορα κράτη, κατασκευάζονται διαγράμματα με τις μεταβολές των εκπομπών (ΔC) που σημειώθηκαν ανά τετραετία στο χρονικό διάστημα 1998-2018 για την Ευρωπαϊκή Ένωση των 27. Επιπροσθέτως, για διευκόλυνση του σχολιασμού, αξίζει να αναφερθεί πως οι δύο πρώτες τετραετίες ενδείκνυνται για αποτύπωση της επίδρασης της οικονομικής ανάπτυξης στην Ένωση, η τρίτη τετραετία αποτυπώνει τον αντίκτυπο της οικονομικής κρίσης, καθώς περιλαμβάνει και μια χρονιά πριν την εμφάνισή της αλλά και τα δύο πρώτα χρόνια προσαρμογής. Το 2010 - 2014 δείχνει ουσιαστικά την έξοδο από την κρίση, αν γίνει η θεώρηση ότι η πλειοψηφία των χωρών σταμάτησαν να επηρεάζονται καταλυτικά από αυτήν το 2012 και

τέλος το 2014 – 2018 αποτελεί τον προπομπό της προόδου της ΕΕ27 απέναντι στους στόχους του 2020.

Στο σημείο αυτό, επίσης σημειώνεται, πως η παραπάνω κατάταξη των χωρών με βάση την συνολική μεταβολή των εκπομπών τους την περίοδο 1998-2018 είναι πολύ χρήσιμη για την εξαγωγή συμπερασμάτων και αξιοποιείται σε όλη την έκταση της εργασίας στον σχεδιασμό γραφημάτων, ενώ γενικότερα τα αποτελέσματα χωρίζονται σε αυτά που αφορούν τις χώρες με μεγέθη μικρότερα της ΕΕ των 27 και σε αυτές με μεγαλύτερα, για να είναι ευανάγνωστα και συγκρίσιμα. Επίσης, όποτε η μορφοποίηση ορισμένων διαγραμμάτων δεν συμβάλλει στην βελτίωση της συγκρισιμότητας των αποτελεσμάτων παρατίθενται και τα αριθμητικά δεδομένα στην απεικόνιση. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί το Γράφημα 5-4 που απεικονίζει τα δεδομένα του πίνακα εφαρμόζοντας όσα αναφέρθηκαν.



(α)



(β)

Γράφημα 5-4: Απεικόνιση των μεταβολών των εκπομπών CO_2 από την ηλεκτροπαραγωγή ανά τετραετία: (α) χώρες με μικρότερη μεταβολή από την ΕΕ27 και (β) χώρες με μεγαλύτερη μεταβολή από την ΕΕ27

Η εξέλιξη των εκπομπών κάποιων χωρών εμφανίζει διαφορετική συμπεριφορά ανά τα χρόνια, γεγονός που είτε οφείλεται στις αυστηρές περιβαλλοντικές πολιτικές τους είτε σε ιδιαιτερότητες της οικονομίας τους, όπως είναι για παράδειγμα το μέγεθος τους συγκριτικά με άλλες χώρες,

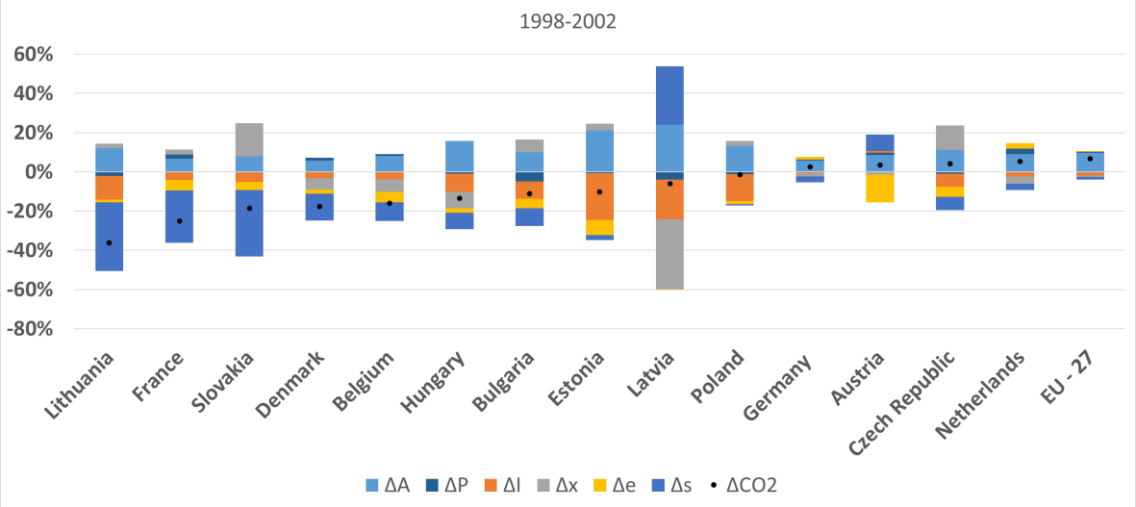
το διακρατικό τους εμπόριο ενέργειας και το πόσο σύντομα εντάχθηκαν σε πλαίσιο EU ETS. Είναι άξιο σημασίας πως το Γράφημα 5-4 προσφέρεται για την μελέτη της διαφορετικότητας των κρατών μελών όχι μόνο σε σχέση με τα επίπεδα εκπομπών αλλά και σε σχέση με το πότε κατάφεραν να τα ελαχιστοποιήσουν, κατά πόσο κατάφεραν γενικότερα να αντιδράσουν σε ανεπιθύμητες μεταβολές και πως επηρέασαν ποσοστιαία το σύνολο της ΕΕ, κάτι που θα αναλυθεί και αργότερα μέσω της ανάλυσης των προσδιοριστικών παραγόντων.

Παράλληλα, εξετάζοντας κάθε τετραετία είναι εύκολο να εντοπιστεί ποια χώρα σημειώνει την μεγαλύτερη μεταβολή είτε θετική είτε αρνητική, αλλά και πως διαμορφώνεται η διασπορά των αυξομειώσεων. Έτσι, προκύπτει ότι τη μεγαλύτερη μείωση καθολικά την εμφανίζει η πρωτοπόρος Λιθουανία με ποσοστό 72,12% την περίοδο 2014-2018, με το αμέσως επόμενο μεγαλύτερο ποσοστό μείωσης να ανήκει στην Σουηδία η οποία το σημείωσε μείωση 61,93% την περίοδο 2010-2014, ενώ η μεγαλύτερη ποσοστιαία αύξηση ανήκει παραδόξως στη Λιθουανία την τετραετία της κρίσης, που είναι 66,16% και το αμέσως επόμενο στη Λετονία την τελευταία τετραετία και είναι της τάξης του 50%. Η εικόνα της Λιθουανίας δείχνει πως παρά τη μεγάλη αύξηση που σημειώθηκε στην περίοδο της κρίσης, όπου η πλειονότητα των χωρών εμφάνισε μείωση, η χώρα είχε περιθώρια για αυτή καθώς είχε ήδη μειώσει τις εκπομπές και κατάφερε λόγω πιθανώς μιας ξεχωριστής ενεργειακής πολιτικής και σωστών επιλογών όσων αφορά το διακρατικό εμπόριο και την επιλογή μείγματος παραγωγής να μειώσει ξανά τα επίπεδά της μετά την ύφεση. Αντίστοιχη πορεία με διαφορετικά εντοπισμένες αλλαγές φαίνεται να ακολούθησε και η Σουηδία, της οποίας η επιλογές της εξασφάλισαν μια σχετικά σταθερή εξέλιξη των εκπομπών συγκριτικά με τις υπόλοιπες χώρες και μια πιο συντηρητική συνολική μείωση. Η Λετονία από την άλλη που εμφάνισε και αυτή σημαντική αύξηση την τετραετία 2006-2010 φαίνεται πως δεν κατάφερε να την αντισταθμίσει ουσιαστικά και οι επιλογές της την οδήγησαν σε περαιτέρω αύξηση αντί για μείωση, γεγονός που προοικονομεί σοβαρή διαφοροποίηση από όλες τις άλλες χώρες αναφορικά με τους προσδιοριστικούς παράγοντες.

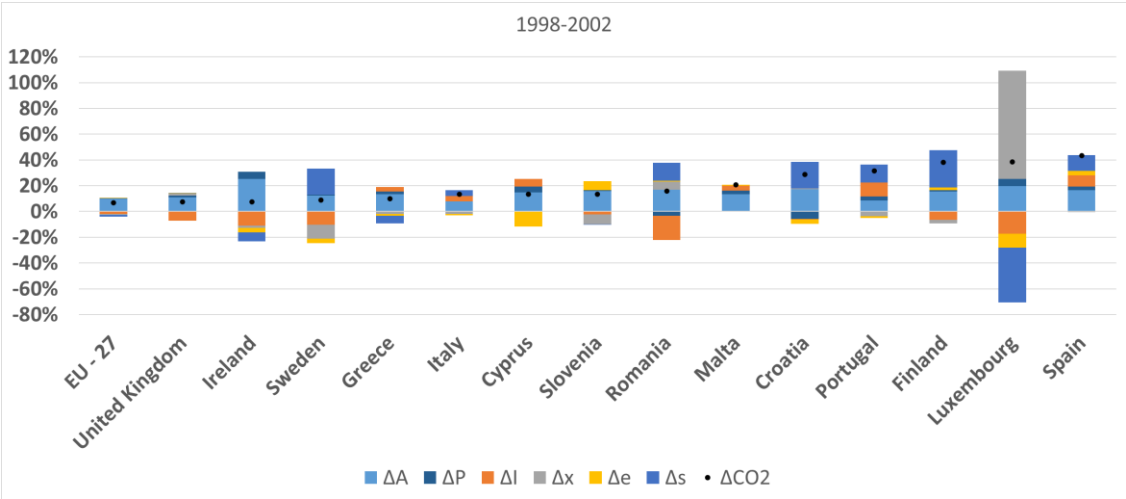
5.2.1. Εξέλιξη των προσδιοριστικών παραγόντων του μοντέλου

5.2.1.1 Εξέταση του χρονικού πλαισίου

Στο συγκεκριμένο απόσπασμα παρουσιάζεται η μεταβολή των έξι παραγόντων του μοντέλου αποδόμησης, τα οποία αποτυπώνονται με τους όρους ΔA, ΔP, ΔI, Δx, Δe, Δs και παρουσιάζονται σαν ποσοστά των συνολικών μεταβολών των εκπομπών ακολουθώντας τους κανόνες ταξινόμησης και παρουσίασης που έχουν ήδη αναφερθεί.



(α)

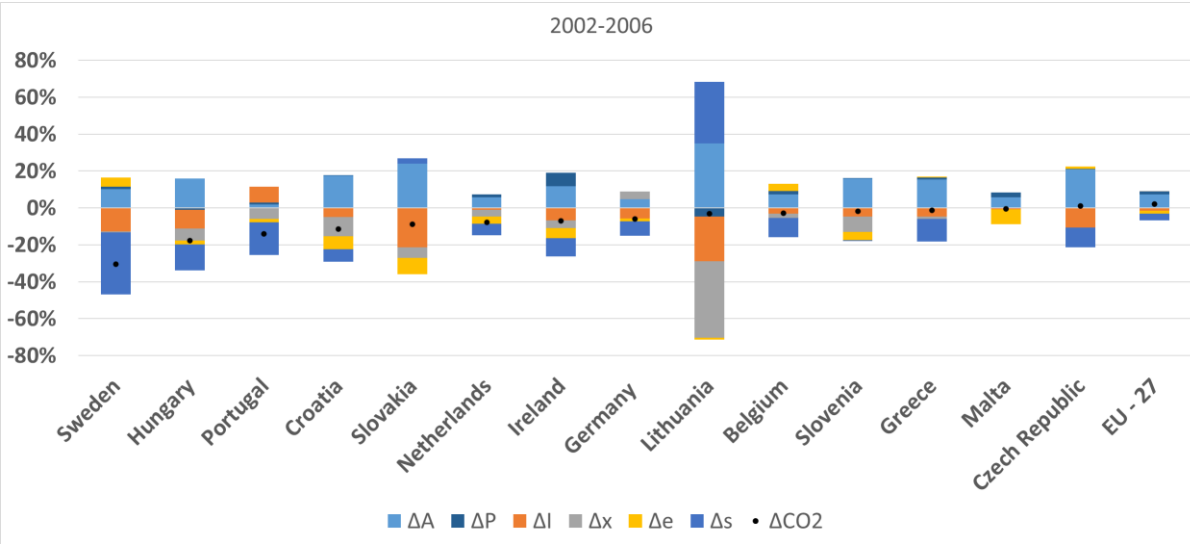


(β)

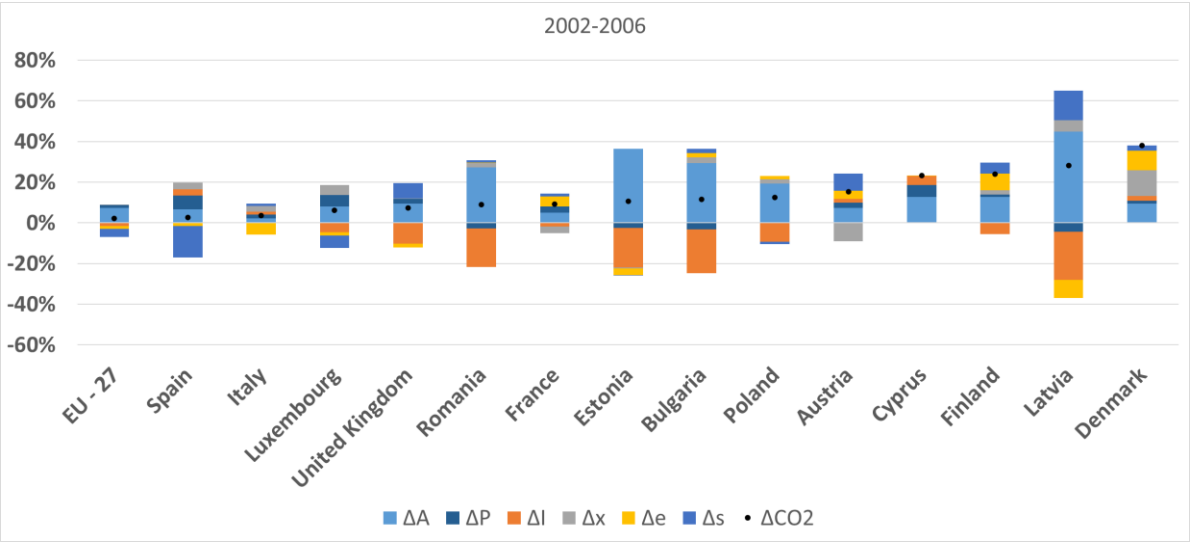
Γράφημα 5-5: Απεικόνιση των μεταβολών των εκπομπών CO_2 από την ηλεκτροπαραγωγή λόγω των προσδιοριστικών παραγόντων για τη περίοδο 1998-2002: (α) χώρες με μικρότερη μεταβολή ΔC από την ΕΕ27 και (β) χώρες με μεγαλύτερη μεταβολή από την ΕΕ27

Το Γράφημα 5-5 αποκαλύπτει ότι ο κύριος προσδιοριστικός παράγοντας για το 1998 - 2002 για την ανοδική πορεία των εκπομπών είναι ο παράγοντας A^C, δηλαδή το κατά κεφαλήν ΑΕΠ της εκάστοτε χώρας. Υποδηλώνοντας με αυτόν τον τρόπο πως η δραστηριότητα των χωρών στον τομέα της ηλεκτροπαραγωγής ήταν ισχυρά συνδεδεμένη με την οικονομική ανάπτυξη και επηρεαζόταν σημαντικά από αυτή, όπως άλλωστε έχει ήδη αναφερθεί. Από την άλλη πλευρά, η πτωτική εξέλιξη των εκπομπών φαίνεται να επηρεάζεται κυρίως από τον παράγοντα της

έντασης της ηλεκτρικής ενέργειας I, υποδεικνύοντας αύξηση της αποδοτικότητας στη χρήση ηλεκτρικής ενέργειας στην τελική ζήτηση. Στην ίδια κατεύθυνση φαίνεται πως συμβάλλει και ο παράγοντας e, που εξ ορισμού δηλώνει την αποδοτική μετατροπή των εισροών σε προϊόν ενέργειας και επομένως βοηθάει σημαντικά όπου εφαρμόζεται, αλλά συνεισφέρει σημαντικά λιγότερο από τον I. Μεγαλύτερος εκπρόσωπος της επιρροής του παράγοντα A^C φαίνεται να είναι η Ιρλανδία ενώ για τον παράγοντα I η εικόνα της Εσθονίας είναι αυτή που ξεχωρίζει. Βέβαια και στις δύο περιπτώσεις η επίδραση των παραγόντων είναι παρόμοια για την πλειονότητα των κρατών-μελών, χωρίς να παρουσιάζονται μεγάλες αποκλίσεις, γεγονός που φανερώνει ότι την περίοδο 1998-2002 οι χώρες τείνουν να αυξήσουν τις εκπομπές από την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας καθώς αναπτύσσονται οικονομικά και συνάμα τείνουν να τις μειώσουν καθώς καταναλώνουν αρκετή ενέργεια αναλογικά με τις μονάδες ΑΕΠ που τις χαρακτηρίζουν, δηλαδή ασχολούνται αρκετά με τον τομέα και η κατανάλωσή τους είναι αποδοτική για την οικονομία τους. Ιδιαίτερη είναι η περίπτωση του Λουξεμβούργου, το οποίο είναι το πιο χαρακτηριστικό παράδειγμα της συμβολής του παράγοντα x,δηλαδή του διακρατικού εμπορίου, που ωθεί προς την αύξηση των εκπομπών αλλά του παράγοντα s, το οποίο αντιπροσωπεύει το μείγμα παραγωγής και οδηγεί στην αντίθετη κατεύθυνση. Δηλαδή φαίνεται πως το Λουξεμβούργο έχει αυξημένες εκπομπές επειδή βασίζεται σημαντικά στις εισαγωγές ηλεκτρικής ενέργειας αλλά τείνει να χρησιμοποιεί περισσότερο καθαρές πηγές ενέργειας έναντι του άνθρακα αντισταθμίζοντας μερικώς την ανοδική τάση των εκπομπών του. Οι δύο αυτοί παράγοντες φαίνεται να επιδρούν με τον ακριβώς αντίθετο τρόπο στη Λετονία.



(α)

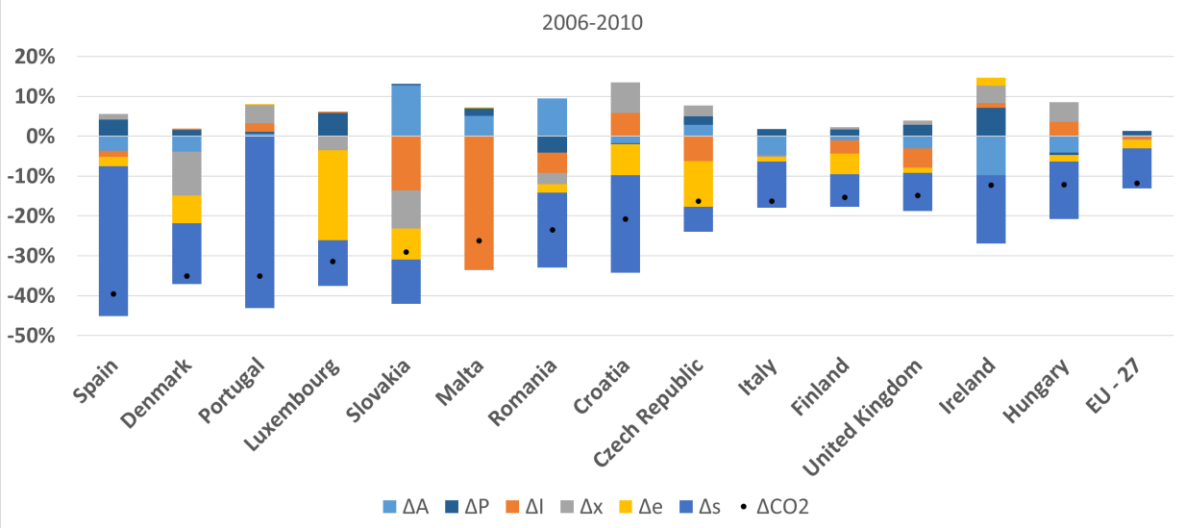


(β)

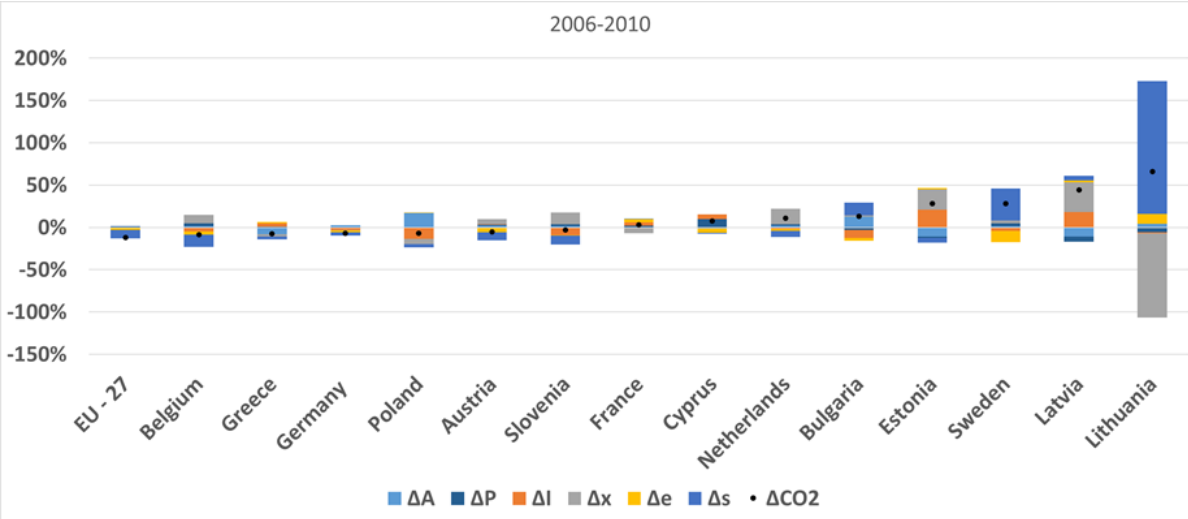
Γράφημα 5-6: Απεικόνιση των μεταβολών των εκπομπών CO_2 από την ηλεκτροπαραγωγή λόγω των προσδιοριστικών παραγόντων για τη περίοδο 2002-2006: (α) χώρες με μικρότερη μεταβολή ΔC από την ΕΕ27 και (β) χώρες με μεγαλύτερη μεταβολή από την ΕΕ27

Η παρούσα τετραετία, στο ίδιο μοτίβο με την προηγούμενη, αντικατοπτρίζει τα χρόνια της λεγόμενης οικονομικής ανάπτυξης της Ευρωπαϊκής Ένωσης πριν κάνει την εμφάνισή της η οικονομική κρίση και διακρίνεται από τους ίδιους κυρίαρχους προσδιοριστικούς παράγοντες. Εξέχων εκπρόσωποι της πτωτικής τάσης του παράγοντα I είναι η Λιθουανία και η Λετονία, οι οποίες διακρίνονται και για τη μεγαλύτερη αυξητική ώθηση του κατά κεφαλήν ΑΕΠ. Η πρώτη παρόλα αυτά φαίνεται ότι κατάφερε να μειώσει τις εκπομπές της χάρη στις τακτικές που εφάρμοσε στο διακρατικό εμπόριο ενέργειας πραγματοποιώντας ριζική αλλαγή συγκριτικά με όλες τις άλλες χώρες. Επιπροσθέτως, σε αυτή την περίοδο είναι πλέον ευδιάκριτο ότι χώρες με αναπτυσσόμενες οικονομίες όπως η Ουγγαρία, η Κροατία, η Σλοβακία, η Λιθουανία, η Σλοβενία, η Ελλάδα, η Τσεχία, η Ρουμανία, η Εσθονία, η Βουλγαρία, η Πολωνία και η Λετονία

εμφανίζουν επίπεδα εκπομπών που επηρεάζονται πρωτίστως από το κατά κεφαλήν ΑΕΠ τους, ενώ ανάλογα με το πόσο έχει καταφέρει η καθεμιά να κατανέμει τις επιρροές με αξιοποίηση άλλων παραγόντων αποτυπώνεται στην κατάταξη τους με βάση την αύξηση ή την μείωση των εκπομπών που σημείωσαν στην εν λόγω τετραετία. Χαρακτηριστικά, αναφέρονται τα σενάρια της Ουγγαρίας της Τσεχίας και της Λετονίας. Ειδικότερα, η πρώτη κατάφερε λόγω των επιλογών της πάνω στο μείγμα καυσίμων που χρησιμοποίησε να μειώσει σημαντικά τις εκπομπές της ακολουθώντας την πρωτοπόρο Σουηδία, η δεύτερη φαίνεται πως επηρεάστηκε σχεδόν ισόποσα από την ένταση I της ηλεκτρικής της ενέργειας και τις επιλογές της στο μείγμα παραγωγής για να κρατήσει πρακτικά σταθερές τις εκπομπές της. Όσων αφορά τη Λετονία, παρατηρείται πως παρά την προσπάθεια αποσύνδεσης της παραγωγής της με την οικονομία που εκδηλώνει η πτωτική τάση του παράγοντα I, πιθανότατα αξιοποίησε περισσότερες πηγές με βάση τον άνθρακα συγκριτικά με ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, αποκτώντας τη δεύτερη μεγαλύτερη αύξηση εκπομπών μετά τη Δανία.



(α)



(β)

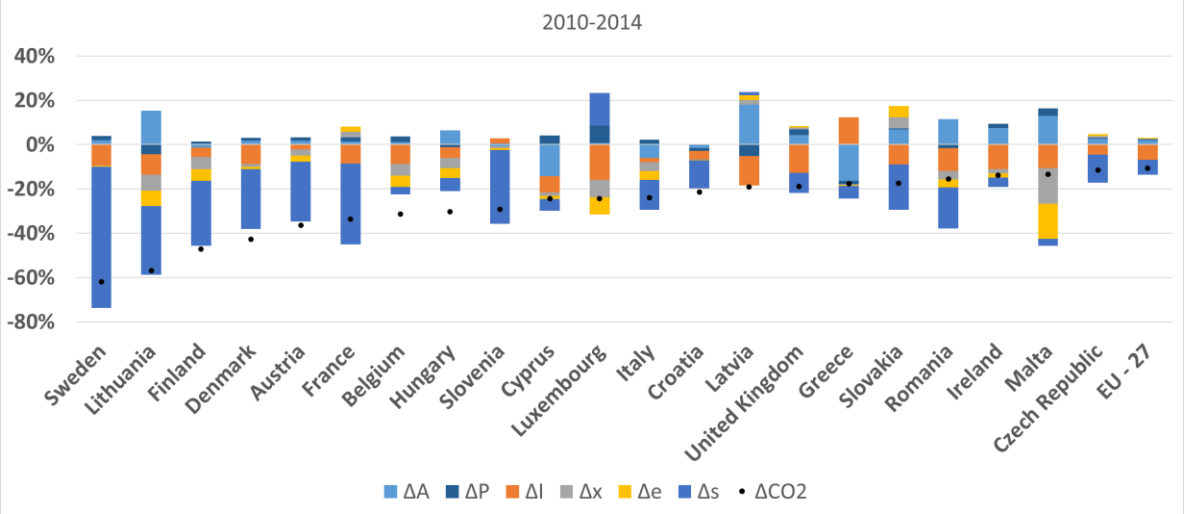
Γράφημα 5-7: Απεικόνιση των μεταβολών των εκπομπών CO_2 από την ηλεκτροπαραγωγή λόγω των προσδιοριστικών παραγόντων για τη περίοδο 2006-2010: (α) χώρες με μικρότερη μεταβολή ΔC από την ΕΕ27 και (β) χώρες με μεγαλύτερη μεταβολή από την ΕΕ27

Η παραπάνω περίοδος παρουσιάζει μεγάλο ενδιαφέρον και αποτελεί ορόσημο για την ερμηνεία της εξέλιξης των εκπομπών της ηλεκτροπαραγωγής στην Ευρωπαϊκή Ένωση, καθώς περιλαμβάνει τα κύρια χρόνια εκδήλωσης της οικονομικής κρίσης και περιλαμβάνει και τις πρώτες ενδείξεις για αποσύνδεση των εκπομπών από την οικονομική ανάπτυξη. Μετά από εκτενή ανάλυση, φαίνεται πως πλέον ο παράγοντας A^C επηρεάζει ανοδικά τις εκπομπές μαζί με τον παράγοντα του πληθυσμού ο οποίος είναι ο κυρίαρχος προς αυτή την κατεύθυνση και για την μειωτική τάση υπεύθυνοι είναι οι παράγοντες e και s, σχεδόν ισόποσα. Είναι πολύ ενδιαφέρον επομένως πως έχει διαταραχθεί η ισορροπία μεταξύ της επιρροής του κάθε παράγοντα στη συνολική εικόνα των εκπομπών σε μια περίοδο όπου η Ευρωπαϊκή Ένωση αρχικά εμφάνιζε χαρακτηριστικά οικονομίας έντασης ως προς την παραγωγή ενέργειας και

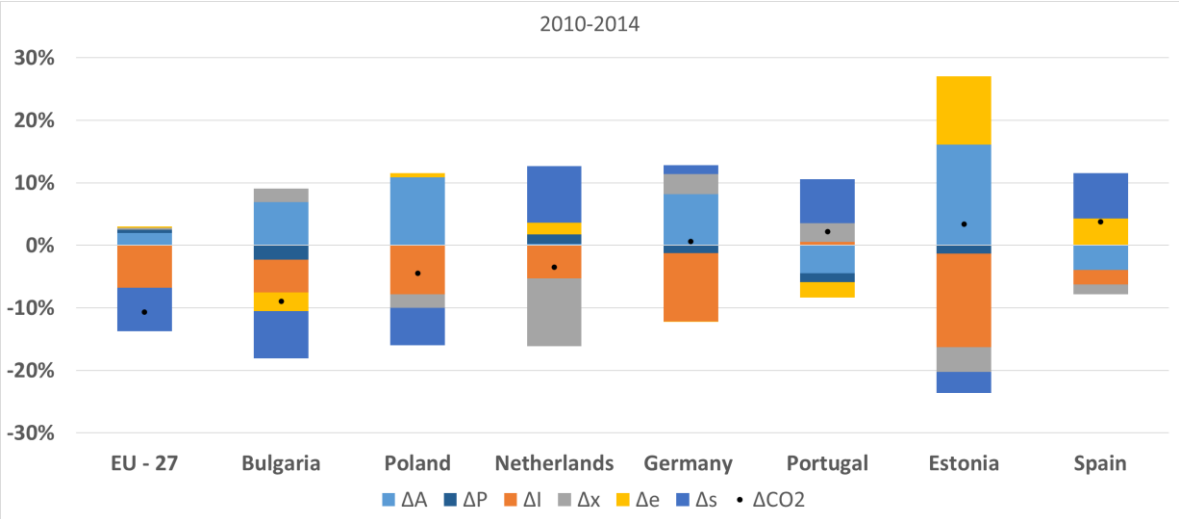
μετά την οικονομική κρίση, που εντατικοποιήθηκε το 2007-2008, παρουσίασε μείωση εκπομπών λόγω της αδυναμίας της οικονομίας και της αδυναμίας εξοικονόμησης ενέργειας, που δεν ώθησαν σε σημαντική αύξηση των εκπομπών και λόγω της ουσιαστικά αναγκαίας βελτίωσης της απόδοσης παραγωγής ενέργειας όπως δείχνει ο παράγοντας e και η εξορθολόγιση του μείγματος παραγωγής δηλαδή του παράγοντα s. Για άλλη μια φορά ξεχωρίζει το παράδειγμα της Λιθουανίας για το μεγαλύτερο ποσοστό αύξησης των εκπομπών που εκφράζεται μέσω της μεγάλης ώθησης του παράγοντα s, την οποία δεν καταφέρνει να αντισταθμίσει ο x.

Είναι εμφανές πως τις περισσότερες περιπτώσεις οι συμβολές των παραγόντων οδηγούν προς τη μείωση των εκπομπών, γεγονός που αποδίδεται πιθανότατα στην οικονομική αδυναμία της ΕΕ, στην αδυναμία αποσύνδεσης της οικονομικής δραστηριότητας από την ηλεκτροπαραγωγή και την προτίμηση οικονομικών επιλογών όσων αφορά το διακρατικό εμπόριο, τις τεχνολογίες και τα καύσιμα. Αξιοσημείωτο σε αυτήν την περίπτωση φαίνεται και ότι ο παράγοντας του πληθυσμού φαίνεται να γίνεται καθοριστικός, δεδομένου ότι πολλοί άνθρωποι αναγκάστηκαν να φύγουν από τις χώρες τους προς αναζήτηση καλύτερου τρόπου ζωής. Επιπλέον, επιβεβαιώνει την αντικειμενικότητα του παράγοντα A^C σχετικά με την αποτύπωση των εκπομπών κάθε χώρας δεδομένου, ότι η συνεισφορά της ακαθάριστης οικονομικής δραστηριότητας κάθε χώρας αποτυπώνεται και στον παράγοντα I.

Τέλος, τα παραπάνω αποτελέσματα δύνανται να ξεχωρίσουν τις χώρες, οι οποίες είτε αξιοποίησαν περισσότερο το διακρατικό εμπόριο είτε πραγματοποίησαν μη συμφέρουσες επιλογές παλαιότερων τεχνολογιών καύσης που χρησιμοποιούν μη αποδοτικά και περιβαλλοντικά επιβλαβή καύσιμα για να ανταπεξέλθουν στην οικονομική ύφεση μέσα από την συνολική εικόνα των εκπομπών τους αλλά και με βάση τους επιμέρους παράγοντες. Επομένως, ξεχωρίζουν οι έξι τελευταίες χώρες που εμφάνισαν ζημιογόνα κατανάλωση ενέργειας αλλά και ειδικότερα η Λιθουανία για την αυξητική συνεισφορά της ειδικής κατανάλωσης ενέργειας αλλά και η τριάδα Σουηδία, Βουλγαρία και Λιθουανία για την εικόνα του ενεργειακού τους μείγματος.



(α)

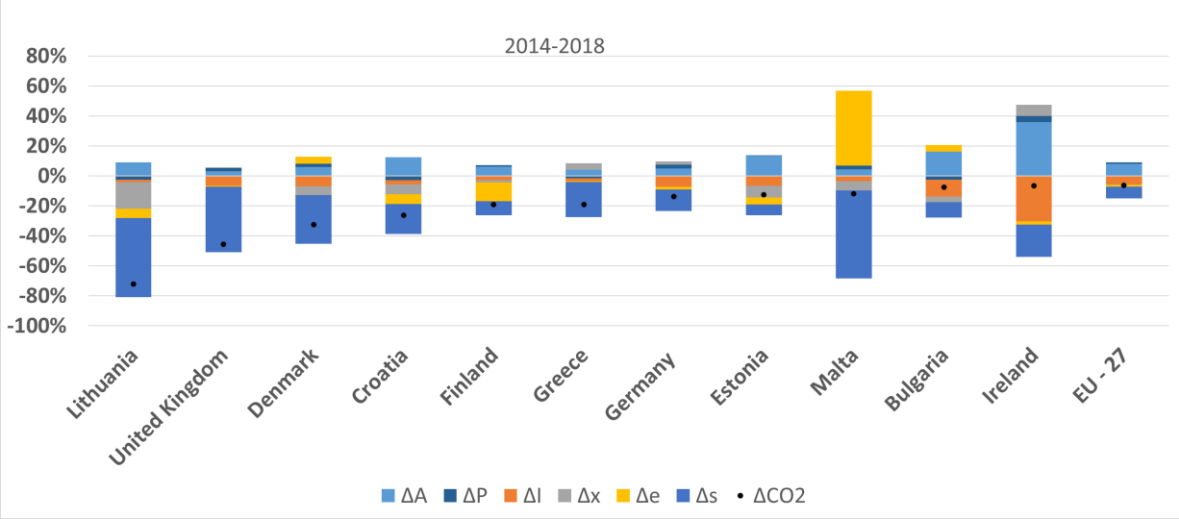


(β)

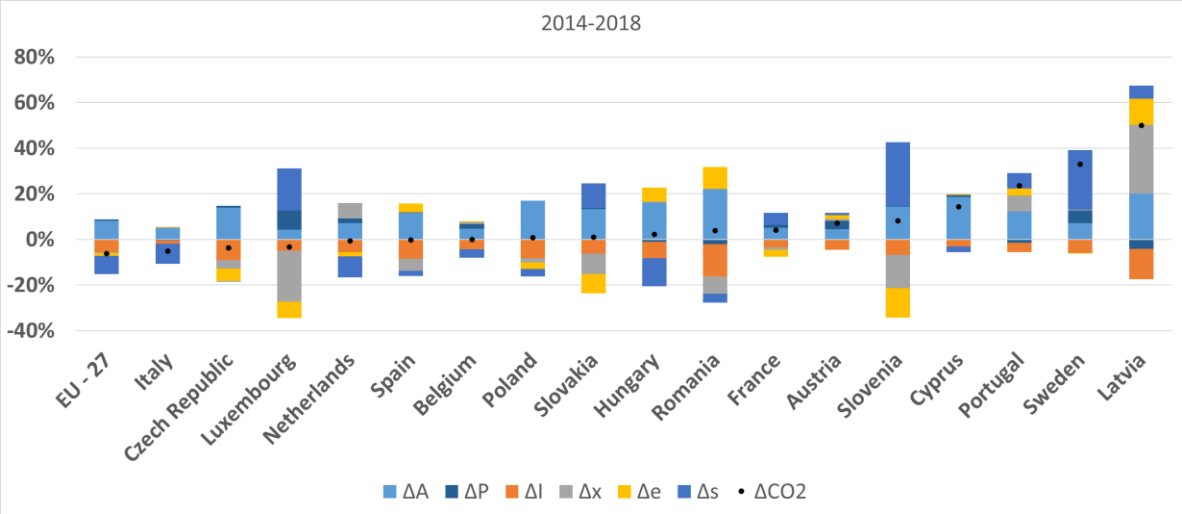
Γράφημα 5-8: Απεικόνιση των μεταβολών των εκπομπών CO_2 από την ηλεκτροπαραγωγή λόγω των προσδιοριστικών παραγόντων για τη περίοδο 2010-2014: (α) χώρες με μικρότερη μεταβολή ΔC από την ΕΕ27 και (β) χώρες με μεγαλύτερη μεταβολή από την ΕΕ27

Από τα παραπάνω εξάγεται το συμπέρασμα πως για την μεταβατική περίοδο που ακολούθησε την κρίση, αλλά και τα πρώτα χρόνια εμφανούς απελευθέρωσης από τον αντίκτυπό της (2012-2014) επικρατεί η τάση μείωσης των εκπομπών, με το μείγμα παραγωγής s να είναι ο πιο καθοριστικός παράγοντας που ωθεί προς τα εκεί, αυξάνοντας σημαντικά τη συνεισφορά του σε σχέση με όλες τις προηγούμενες περιόδους. Παρόμοια επίδραση εμφανίζει και ο παράγοντας I και ο x, χωρίς φυσικά αντίστοιχη ένταση με το s. Σχετικά με την ανοδική εξέλιξη από την άλλη, βασικός παράγοντας αναδεικνύεται πάλι ο παράγοντας A^C, επιβεβαιώνοντας την απεξάρτηση από τα αρνητικά κατάλοιπα της κρίσης. Σε αυτό το πλαίσιο, φαίνεται πως μετά την κρίση οι περισσότερες χώρες ακολουθούν σωστές στρατηγικές για να διατηρήσουν χαμηλές τις εκπομπές ή και να τις μειώσουν εκ νέου, με τις Σουηδία, Λιθουανία και Φινλανδία να εμφανίζουν τα μεγαλύτερα ποσοστά μείωσης των εκπομπών και να συνοδεύονται από τις

Δανία, Αυστρία, Γαλλία και Ουγγαρία αναφορικά με την πτωτική συμβολή του μείγματος παραγωγής. Ενώ κύριοι εκπρόσωποι της αυξητικής τάσης του κατά κεφαλήν ΑΕΠ είναι η Λετονία, η Εσθονία, η Λιθουανία, η Μάλτα, η Ρουμανία και η Πολωνία. Ιδιαίτερη περίπτωση και εξαίρεση στον κανόνα αποτελούν Ελλάδα και Κύπρος όπου ο παράγοντας της οικονομικής δραστηριότητας επιδρά αρνητικά υποδηλώνοντας πως οι συγκεκριμένες χώρες εμφανίζουν κατάλοιπα της κρίσης ενώ ταυτόχρονα δεν έχουν καταφέρει να αποσυνδέσουν ουσιαστικά την οικονομία τους από την δραστηριοποίηση στον τομέα της ηλεκτροπαραγωγής.



(α)



(β)

Γράφημα 5-9: Απεικόνιση των μεταβολών των εκπομπών CO_2 από την ηλεκτροπαραγωγή λόγω των προσδιοριστικών παραγόντων για τη περίοδο 2014-2018: (α) χώρες με μικρότερη μεταβολή ΔC από την ΕΕ27 και (β) χώρες με μεγαλύτερη μεταβολή από την ΕΕ27

Τέλος, η περίοδος 2014-2018 χρήζει σχολιασμού λόγω των ενημερωμένων δεδομένων που τη χαρακτηρίζουν αλλά και λόγω των ενδείξεων που παρέχει για τη στρατηγική της ΕΕ, όπως αυτή διαμορφώθηκε από τους στόχους για το 2020. Ακολούθως, τα διαγράμματα που την περιγράφουν επιδεικνύουν ως κύριο παράγοντα για την αύξηση των εκπομπών τον A και για τη μείωση τον s, ενώ σημαντική συμβολή προς τη δεύτερη κατεύθυνση έχει και ο I. Από το σύνολο των χωρών ξεχωρίζει η Ιρλανδία για τους μεγάλους και αντίθετους ποσοστιαίους συντελεστές της που της προσδίδουν την τελική εικόνα ελαφρά μειούμενων εκπομπών, όπως και της Μάλτας σε διαφορετικούς βέβαια παράγοντες, γεγονός που μπορεί να οφείλεται στην πολύ ιδιαίτερη οικονομία τους που καθιστά αναγκαία την εξοικονόμηση ενέργειας μέχρι την τελική ζήτηση και στην σημαντική εξάρτηση από το διακρατικό εμπόριο που ωθεί στην εμφατική χρήση καθαρών πηγών ενέργειας αντίστοιχα.

Πίνακας 5-2: Κύριοι προσδιοριστικοί παράγοντες για κάθε περίοδο με βάση την προηγούμενη ανάλυση

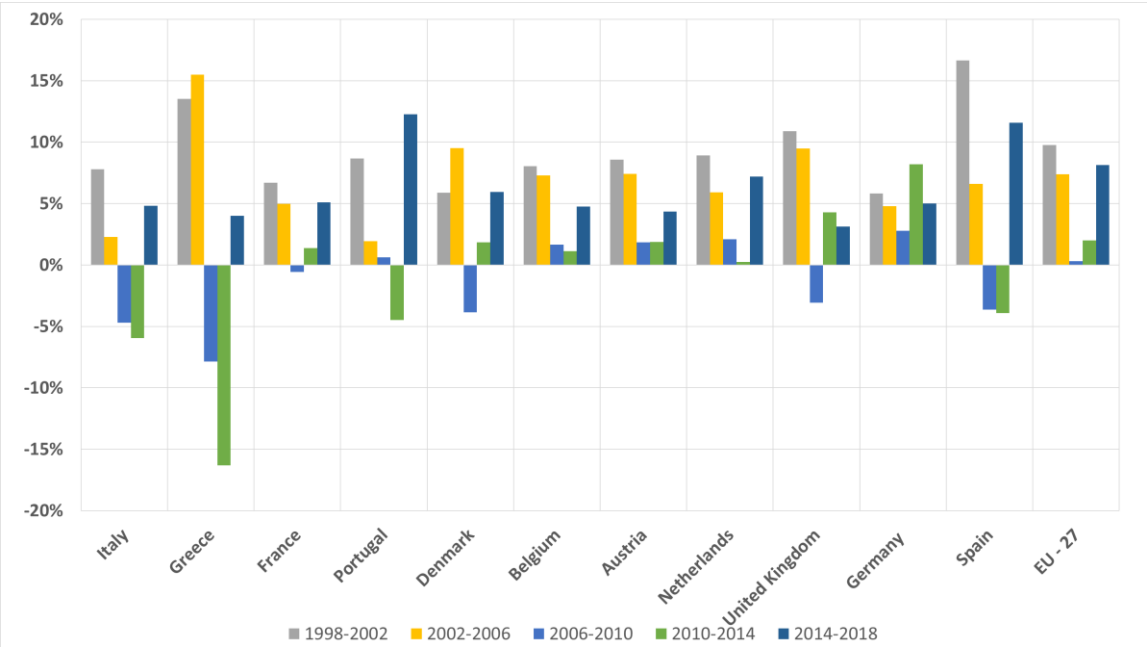
Χρονική περίοδος	Κύριος παράγοντας αυξητικής τάσης	Κύριος παράγοντας μειωτικής τάσης	Δευτερεύον παράγοντας μειωτικής τάσης
1998-2002	A	I	
2002-2006	A	I	
2006-2010	P	e	s
2010-2014	A	s	I
2014-2018	A	s	I

Συνολικά παρατηρώντας όλες τις περιόδους, σύμφωνα με τον Πίνακας 5-2 προκύπτει ότι διαχρονικά η οικονομική δραστηριότητα που εκφράζεται μέσω του κατά κεφαλήν ΑΕΠ είναι ο πιο καταλυτικός παράγοντας που συμβάλλει στην αύξηση των εκπομπών CO_2 στην ηλεκτροπαραγωγή. Αντίθετα, ο κύριος προσδιοριστικός παράγοντας για την μείωση των εκπομπών είναι συνολικά ο I, ενώ σημαντική είναι και η συνεισφορά του s. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει το γεγονός ότι ο κύριος παράγοντας πριν την περίοδο 2006-2010 που όπως έχει αναφερθεί χαρακτηρίστηκε από την οικονομική ύφεση, είναι η ένταση της ηλεκτρικής ενέργειας ενώ μετά την περίοδο αυτή και δεδομένων όλων των περιβαλλοντικών και ενεργειακών πολιτικών που άρχισαν να εφαρμόζονται πιο πιστά κυρίαρχος παράγοντας γίνεται το μείγμα παραγωγής. Επιπλέον, η αλλαγή είναι απολύτως λογική, δεδομένου ότι αντικατοπτρίζει την επίδραση της αύξησης του μεριδίου των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και επιβεβαιώνει τη συμβολή των καθαρότερων μορφών ενέργειας στη μείωση των εκπομπών, για οριακά βελτιστοποιημένες αποδόσεις παραγωγής και αποσύνδεσης των εκπομπών από το ΑΕΠ.

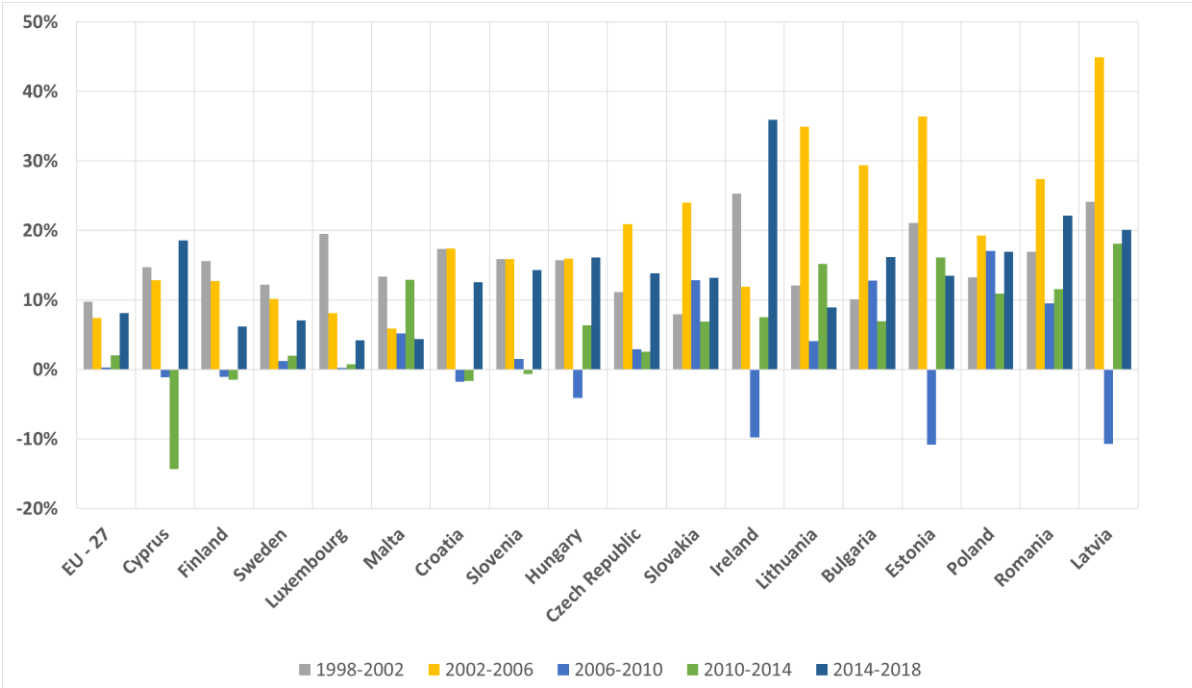
5.2.1.2 Εξέταση των παραγόντων

Στο συγκεκριμένο κεφάλαιο παρουσιάζεται η μεταβολή του ύψους των εκπομπών διοξειδίου που οφείλεται σε κάθε προσδιοριστικό παράγοντα του μοντέλου ξεχωριστά, ενώ οι υπόλοιποι πέντε παραμένουν σταθεροί στο έτος βάσης. Η παρακάτω ανάλυση προσφέρει την ευκαιρία για εστίαση της προσοχής τόσο στο πως επηρεάζει ξεχωριστά κάθε παράγοντας στην πάροδο των χρόνων και τι τάσεις εμφανίζει, αλλά και στο που και το πότε εμφανίζονται οι ακραίες τιμές των μεταβολών ανά τον προσδιοριστικό παράγοντα.

Παράγοντας A^c



(α)



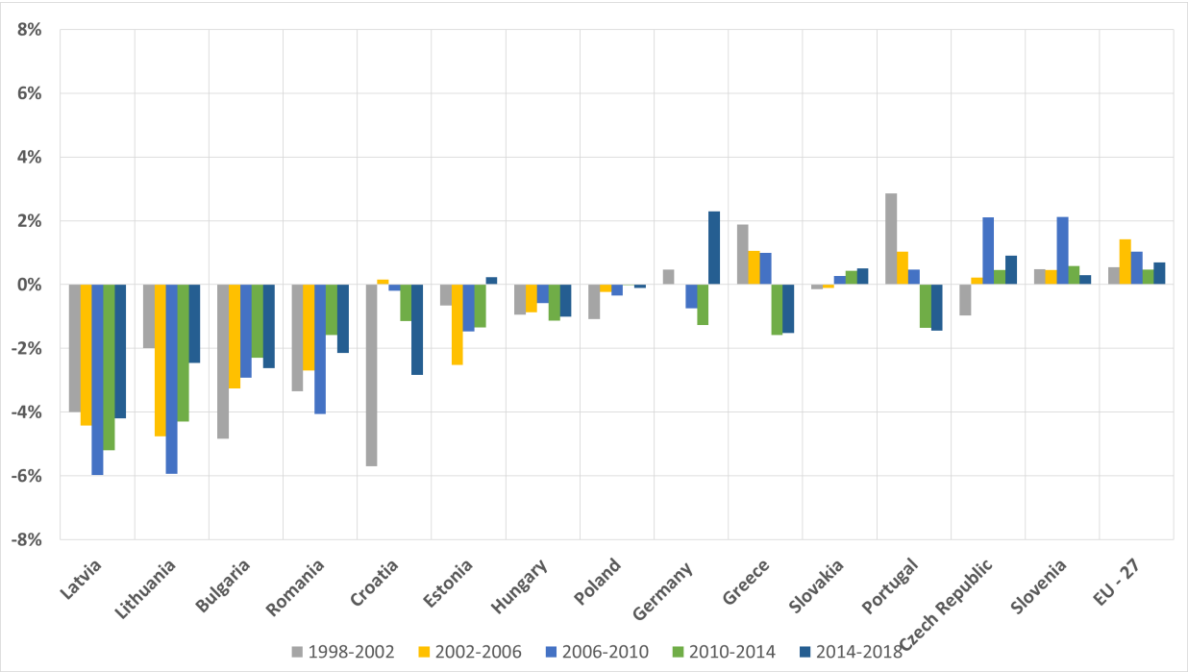
(β)

Γράφημα 5-10: Απεικόνιση των μεταβολών των εκπομπών CO_2 από την ηλεκτροπαραγωγή λόγω του παράγοντα A^C ανά τετραετία: (α) χώρες με μικρότερη μεταβολή από την ΕΕ27 και (β) χώρες με μεγαλύτερη μεταβολή από την ΕΕ27Απεικόνιση των ποσοστιαίων μεταβολών των εκπομπών λόγω του κατά κεφαλήν ΑΕΠ ανά τετραετία

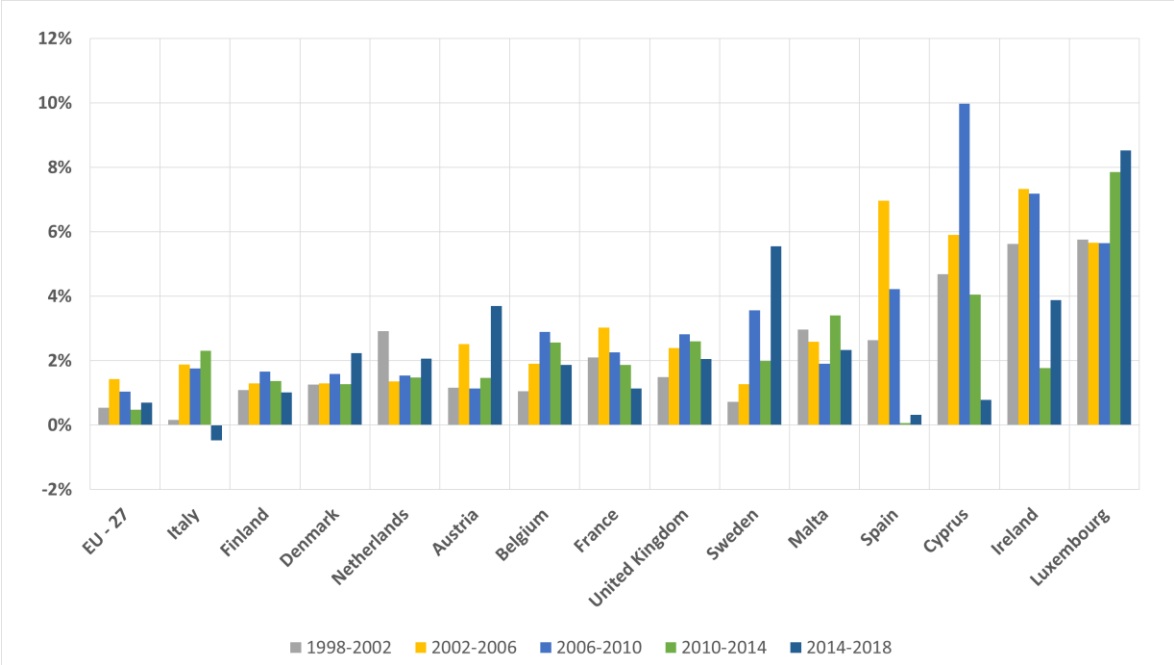
Ο παράγοντας του κατά κεφαλήν ΑΕΠ αποτυπώνει την επίδραση της οικονομικής μεγέθυνσης στο ύψος των εκπομπών και φαίνεται να προκαλεί συνολικά μια αύξηση των εκπομπών στην ΕΕ27 η οποία εμφανίζει μέγιστο ποσοστό 9,75% την περίοδο 1998 - 2002 και ελάχιστο

ποσοστό 0,3% το 2006-2010, γεγονός που είναι απόλυτα δικαιολογημένο λόγω της οικονομικής ύφεσης. Παρατηρώντας την κατάταξη των χωρών με βάση τις συνολικές μεταβολές των εκπομπών τους διακρίνονται ορισμένες ενδιαφέρουσες περιπτώσεις χωρών που ξεχωρίζουν είτε λόγω της διαφορετικής πορείας που ακολούθησαν για να επιτύχουν παραπλήσιες μεταβολές , είτε λόγω παρόμοιας αλυσίδας μεταβολών που οδήγησαν στο ίδιο αποτέλεσμα. Σε αυτό το πλαίσιο η Ιταλία με την μικρότερη καθολικά αύξηση συγκριτικά με την αμέσως επόμενη Ελλάδα φαίνεται να κυριαρχεί λόγω των διαχρονικά μικρότερων ποσοστών μεταβολής σε αντίθεση με την Ελλάδα που φάνηκε ότι η κρίση είχε κατάλοιπα με διάρκεια, καθώς οι εκπομπές μειώνονται με μεγαλύτερο ποσοστό την τέταρτη τετραετία. Αντίστοιχη απορρύθμιση των εκπομπών είχε και η Κύπρος η οποία φαίνεται να επανέρχεται πολύ πιο δυναμικά την τελευταία τετραετία από την Ελλάδα, δείχνοντας έτσι ότι έχει μια πιο δυναμική οικονομία αναφορικά με τη δραστηριοποίηση με την παραγωγή ενέργειας. Επίσης αντίστοιχη ιδιομορφία με την Κύπρο εμφανίζει η Ιρλανδία τις οποίας οι μεταβολές προσομοιάζουν της Κύπρου τόσο κατά την πρώτη τετραετία όσο και κατά την τελευταία, με τη διαφορά ότι η κρίση φαίνεται να επηρεάζει την παραγωγή της και εν γένει τις εκπομπές πιο παροδικά κατά την εκδήλωση της κρίσης και γενικότερα η αλληλεπίδραση του κατά κεφαλήν ΑΕΠ της με αυτές είναι σημαντικά μεγαλύτερη από αυτή της Κύπρου. Τέλος σημαντικές ομοιότητες στην εξέλιξη των εκπομπών λόγω του παράγοντα A^C παρουσιάζουν οι χώρες Σουηδία, Φινλανδία και Λουξεμβούργο που συνολικά έχουν μια μέση αύξηση των εκπομπών συγκριτικά με όλες τις άλλες χώρες και η Λετονία με την Εσθονία παρομοίως που εμφανίζουν από τις μεγαλύτερες αυξήσεις των εκπομπών συνολικά.

Παράγοντας P



(α)



(β)

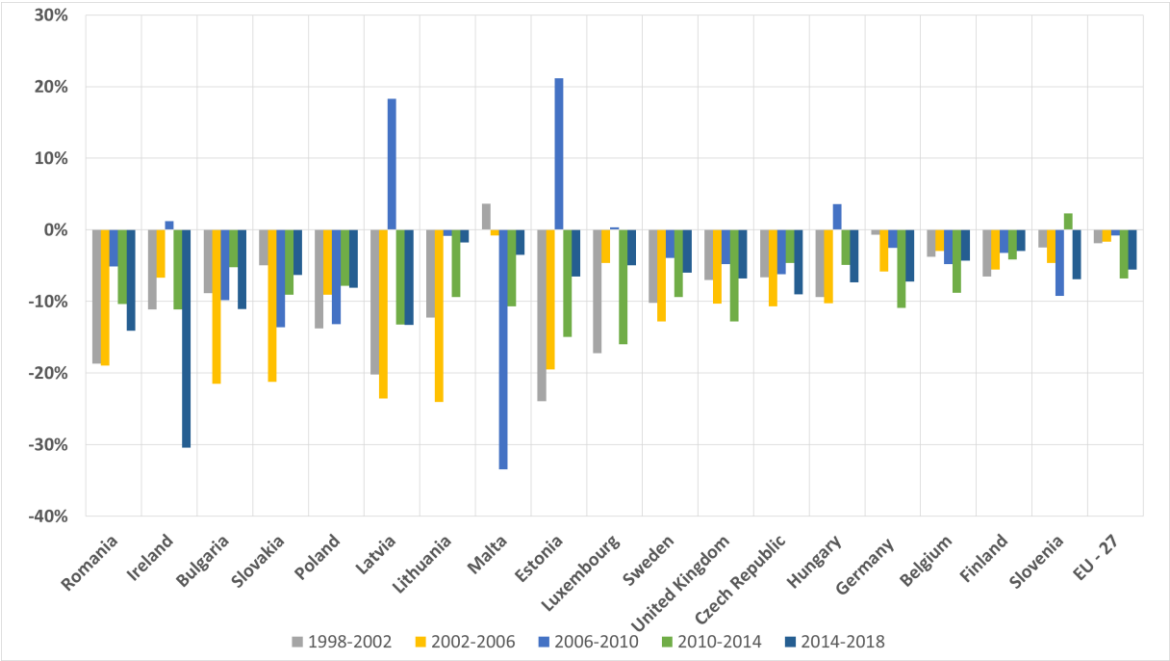
Γράφημα 5-11: Απεικόνιση των μεταβολών των εκπομπών CO_2 από την ηλεκτροπαραγωγή λόγω του παράγοντα P ανά τετραετία: (α) χώρες με μικρότερη μεταβολή από την ΕΕ27 και (β) χώρες με μεγαλύτερη μεταβολή από την ΕΕ27

Ο συγκεκριμένος παράγοντας παρότι φαίνεται γενικά να έχει μικρότερη συνεισφορά από τους υπόλοιπους εξετάζεται για να δώσει μια πιο σφαιρική εικόνα σχετικά με την αντιστάθμιση της οικονομικής δραστηριότητας σε κάθε χώρα και αποτελεί χαρακτηριστικό δείκτη για εκτίμηση

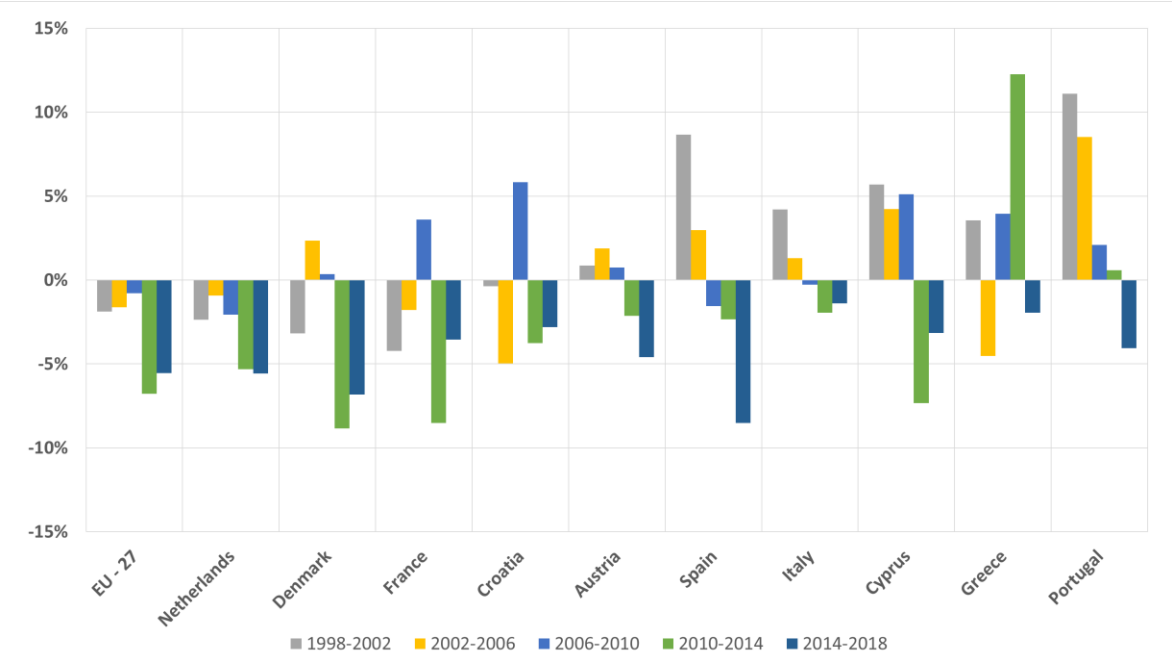
των ενεργειακών αναγκών των κρατών, που αποκτά βαρύτητα όταν οι υπόλοιποι παράγοντες οριακά αντισταθμίζονται. Η εικόνα της ΕΕ 27 δείχνει μια αυξητική τάση του παράγοντα διαχρονικά, που φτάνει το 1,42% την περίοδο 2002-2006. Ο συγκεκριμένος παράγοντας φαίνεται ότι αποκτά σημαντικό ρόλο ως επί των πλείστων για μικρές χώρες και αναπτυσσόμενες οικονομίες. Πιο συγκεκριμένα, Λετονία, Λιθουανία, Βουλγαρία, Ρουμανία, Κροατία και Εσθονία εμφανίζουν τα μεγαλύτερα ποσοστά μείωσης εκπομπών λόγω του παράγοντα P ενώ, Ισπανία, Κύπρος, Ιρλανδία και Λουξεμβούργο επηρεάζονται αντίθετα παρουσιάζοντας τα μεγαλύτερα θετικά ποσοστά. Ενδιαφέρον από τις χώρες που εμφανίζουν μέση κατάσταση μεταβολών των εκπομπών εμφανίζει η Πορτογαλία συγκριτικά με την Ελλάδα και η Σουηδία συγκριτικά με την Αυστρία καθώς ο τρόπος που επηρεάστηκαν διαχρονικά ανά τις τετραετίες είναι πανομοιότυπος. Σημειώνεται ότι ο παράγοντας P συνδέεται με την ενεργειακή ζήτηση και κατ' επέκτασιν με την παραγωγή εκπομπών CO2.

Παράγοντας Ι

Ο εν λόγω παράγοντας ισοδυναμεί με την απαιτούμενη ηλεκτρική ενέργεια για την παραγωγή μιας μονάδας ΑΕΠ, αποτελώντας ένδειξη τεχνολογικής ανάπτυξης στην τελική ζήτηση.



(α)



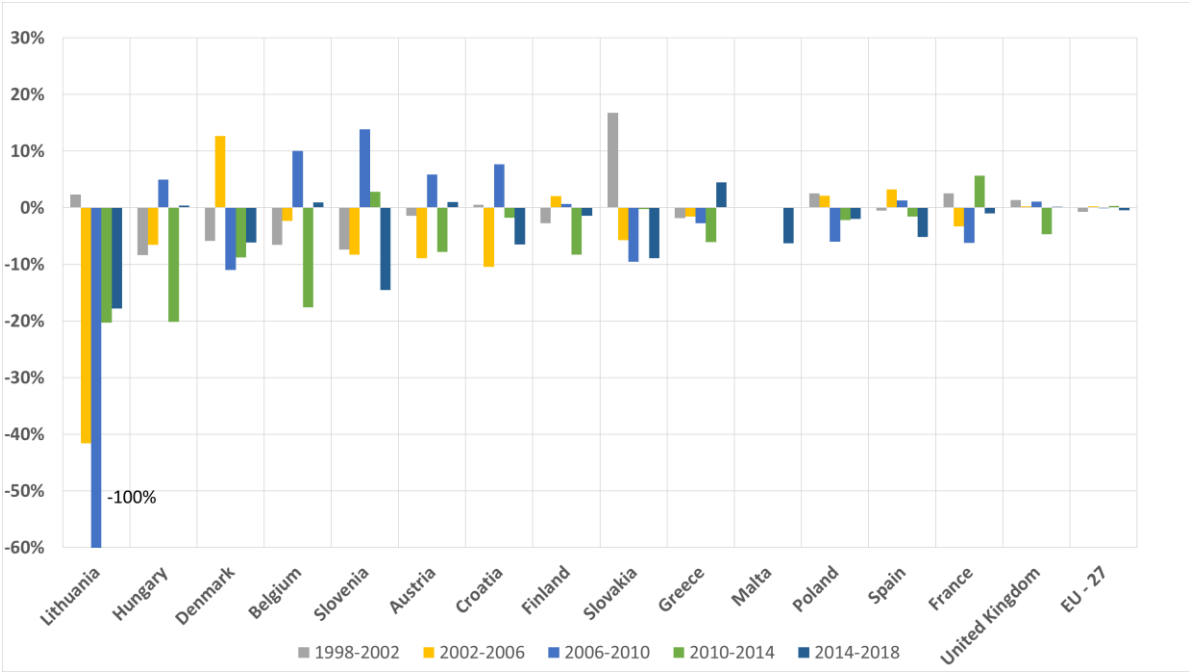
(β)

Γράφημα 5-12: Απεικόνιση των μεταβολών των εκπομπών CO_2 από την ηλεκτροπαραγωγή λόγω του παράγοντα Ι ανά τετραετία: (α) χώρες με μικρότερη μεταβολή από την ΕΕ27 και (β) χώρες με μεγαλύτερη μεταβολή από την ΕΕ27

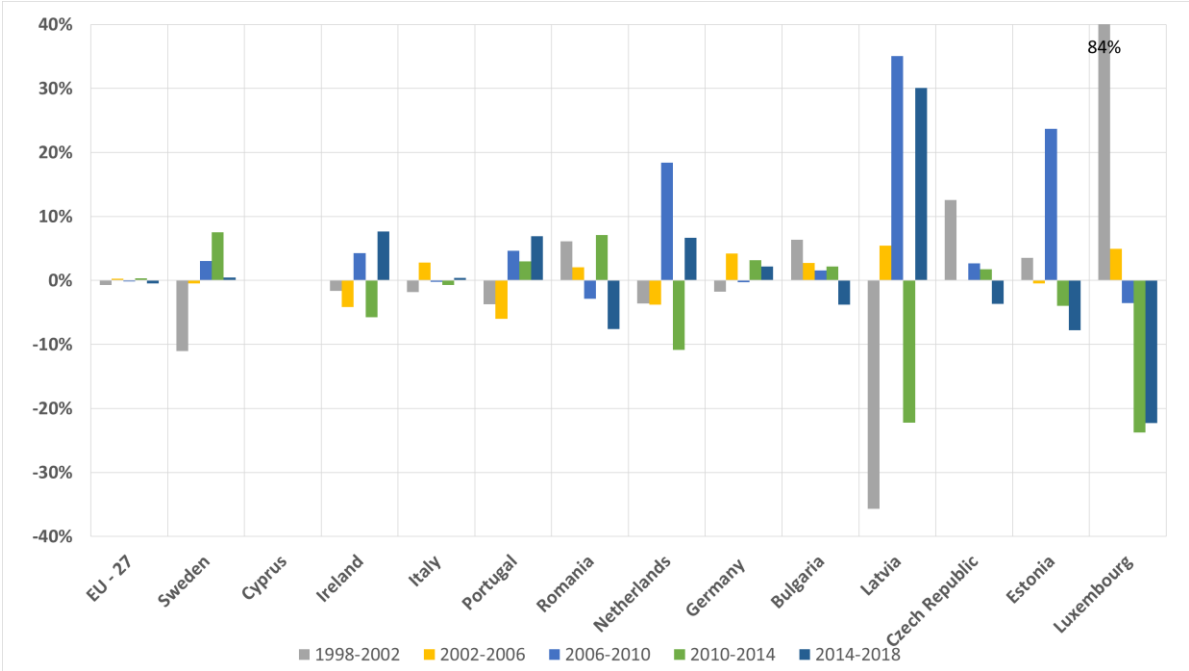
Πέραν του έτους βάσης η ηλεκτρική ένταση διαχρονικά δείχνει ότι ωθεί προς μείωση εκπομπών. Πιο συγκεκριμένα για την ΕΕ27 ο ρυθμός ελάττωσης των εκπομπών φαίνεται ότι

μένει σχετικά σταθερός μέχρι και την οικονομική κρίση, αλλά μετά το 2010 αποκτά μεγαλύτερη ένταση. Η ιδιομορφία τόσο του ενεργειακού τομέα όσο και της οικονομίας της Ιρλανδίας γίνεται εμφανής, καθώς εμφανίζει το μεγαλύτερο ποσοστό μείωσης των εκπομπών μετά την κρίση ενώ το μεγαλύτερο ποσοστό μείωσης συνολικά το κατέχει η Μάλτα την περίοδο της κρίσης. Την ίδια περίοδο σημειώνονται και οι μεγαλύτερες ποσοστιαίες αυξήσεις που εντοπίζονται στην Λετονία και την Εσθονία. Τέλος, όσων αφορά τις χώρες που επηρεάζονται αυξητικά από τον παράγοντα σε αντίθεση με τη γενική τάση που θέλει την ένταση της ηλεκτρικής ενέργειας να συνεισφέρει μειωτικά στις εκπομπές η κατηγορία περιλαμβάνει τις Πορτογαλία, Ελλάδα, Κύπρο, Ιταλία, Ισπανία, με την τελευταία πρακτικά να εντάσσεται οριακά στην κατηγορία λόγω της έντασης του παράγοντα την πρώτη οκταετία. Συμπερασματικά, οι εν λόγω χώρες επιβεβαιώνεται ότι χαρακτηρίζονται από αδυναμία στον τομέα αποδοτικής οικονομικά παραγωγής ενέργειας με έμφαση τα πρώτα χρόνια της εξεταζόμενης περιόδου. Αυτό σημαίνει ότι πιθανότατα. Πιο συγκεκριμένα, φαίνεται ότι χώρες αυτές εμφανίζουν αυξημένες εκπομπές καθώς εμφανίζουν συγκριτικά μεγάλη παραγωγή και εν γένει εκπομπές συγκριτικά με τα οικονομικά οφέλη είτε λόγω διαφορετικών οικονομικών πολιτικών που πλαισιώνουν την παραγωγή είτε λόγω γενικότερης αδυναμίας της οικονομίας να επωφεληθεί της παραγωγής, υποδηλώνοντας έτσι πιο ευάλωτους τομείς παραγωγής στην οικονομική ύφεση. Η τρίτη τετραετία δείχνει πως η Εσθονία και η Λετονία επέλεξαν ζημιογόνες μεθόδους παραγωγής ενέργειας ενώ η Μάλτα κατάφερε να μειώσει τις εκπομπές της ακολουθώντας αντίθετη στρατηγική.

Παράγοντας x



(α)



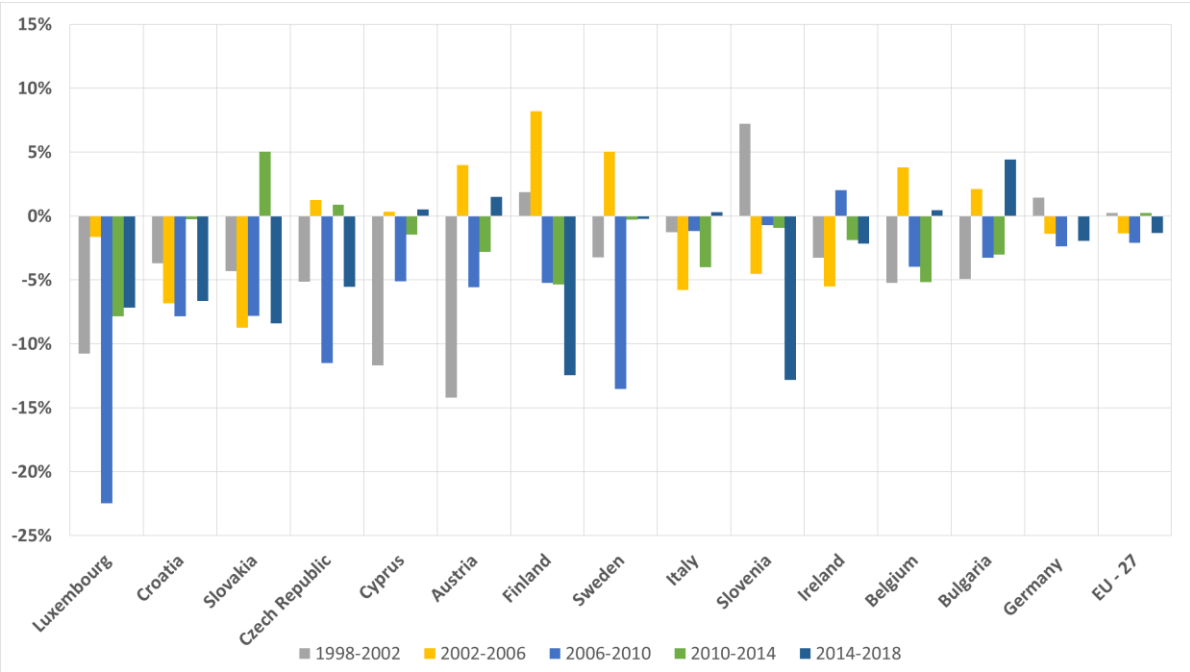
(β)

Γράφημα 5-13: Απεικόνιση των μεταβολών των εκπομπών CO_2 από την ηλεκτροπαραγωγή λόγω του παράγοντα x ανά τετραετία: (α) χώρες με μικρότερη μεταβολή από την ΕΕ27 και (β) χώρες με μεγαλύτερη μεταβολή από την ΕΕ27

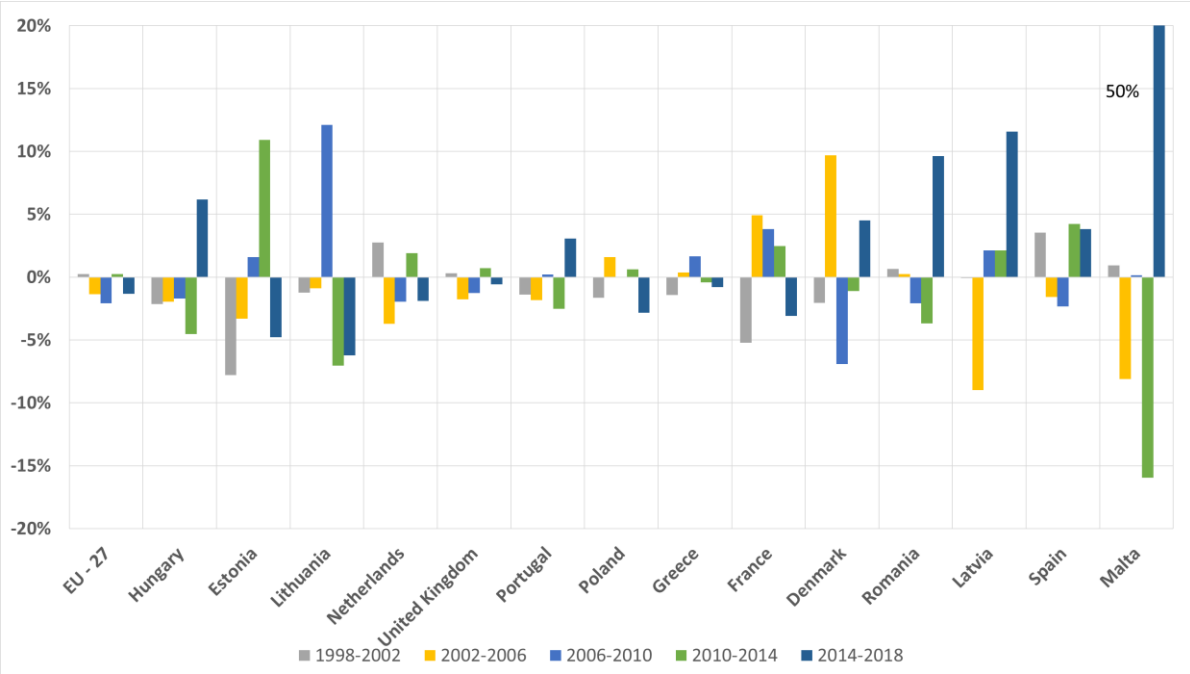
Ο παράγοντας αυτός ορίζεται με βάση την παραγωγή και την κατανάλωση της κάθε χώρας και αποτυπώνει πόσο αυτές βασίζονται στο διακρατικό εμπόριο. Πρέπει να σημειωθεί ότι τα

αποτελέσματα που τον αφορούν δεν συνδέονται με το απόλυτο ύψος των συναλλαγών ηλεκτρικής ενέργειας σε κάθε χώρα αλλά τη διαχρονική μεταβολή στο ύψος των συναλλαγών. Αν και συνεισφέρει τις περισσότερες φορές πτωτικά στην εξέλιξη των εκπομπών, στην πραγματικότητα συνεισφέρει λιγότερο από οποιονδήποτε άλλο παράγοντα στην διαμόρφωση των επιπέδων των εκπομπών διαχρονικά και εμφανίζει αρκετές αυξομειώσεις, αποτυπώνοντας έτσι κατά μια έννοια το πόσο ευμετάβλητο είναι το διακρατικό εμπόριο στην ευρωπαϊκή αγορά ενέργειας. Ειδικότερα, η ΕΕ27 διακρίνεται για τα εξαιρετικά χαμηλά ποσοστά μεταβολών, τα οποία κορυφώνονται την πρώτη τετραετία μόλις στο -0,74%. Επιπλέον, αξιοσημείωτη είναι η συνεισφορά του παράγοντα για το 1998-2002 για το Λουξεμβούργο με θετικό ποσοστό 84,07% και στον αντίποδα για τη Λετονία με -35,7% αλλά και η εικόνα της Λιθουανίας που φαίνεται ότι την δεύτερη και την τρίτη τετραετία σημειώνει τρομερές αποκλίσεις από όλες τις άλλες χώρες. Ο συγκεκριμένος παράγοντας εκφράζει πως συνεισφέρουν οι εισαγωγές και οι εισαγωγές ηλεκτρικής ενέργειας μιας χώρας στα επίπεδα των εκπομπών τους, οδηγώντας σε πρώτο χρόνο στο συμπέρασμα ότι η συνολική εικόνα της Λιθουανίας καταλύεται από αυτόν τον παράγοντα αλλά και ότι οι κύριες χώρες που βασίζονται στο εμπόριο για να καλύψουν τις ενεργειακές τους ανάγκες είναι η Λετονία, το Λουξεμβούργο και η Λιθουανία και η Ουγγαρία. Οι μεν φαίνεται ότι σε βάθος χρόνου οι εισαγωγές τους αύξησαν σημαντικά τις εκπομπές ενώ οι δε, επωφελήθηκαν σημαντικά από τις εξαγωγές τους για να μειώσουν τις εκπομπές τους με την Λιθουανία να κάνει τη διαφορά την περίοδο που οι χώρες είχαν ανάγκη για φθηνή ενέργεια λόγω της οικονομικής ύφεσης.

Παράγοντας e



(α)



(β)

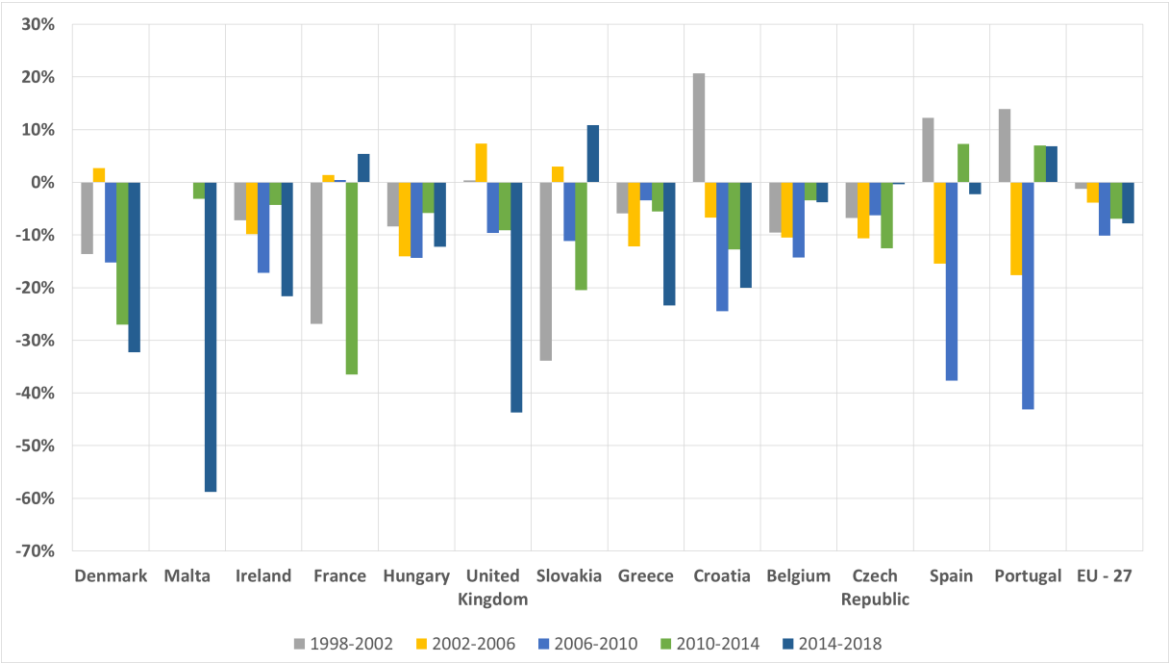
Γράφημα 5-14: Απεικόνιση των μεταβολών των εκπομπών CO_2 από την ηλεκτροπαραγωγή λόγω του παράγοντα e ανά τετραετία: (α) χώρες με μικρότερη μεταβολή από την ΕΕ27 και (β) χώρες με μεγαλύτερη μεταβολή από την ΕΕ27

Το Γράφημα 5-14 δείχνει μια γενική εικόνα για τάση μείωσης των εκπομπών των κρατών – μελών αναφορικά με τον παράγοντα ειδικής ενεργειακής κατανάλωσης σε όλες τις τετραετίες πλην της τελευταίας όπου αυτό αναστρέφεται για αρκετές χώρες, παραμένοντας βέβαια σε

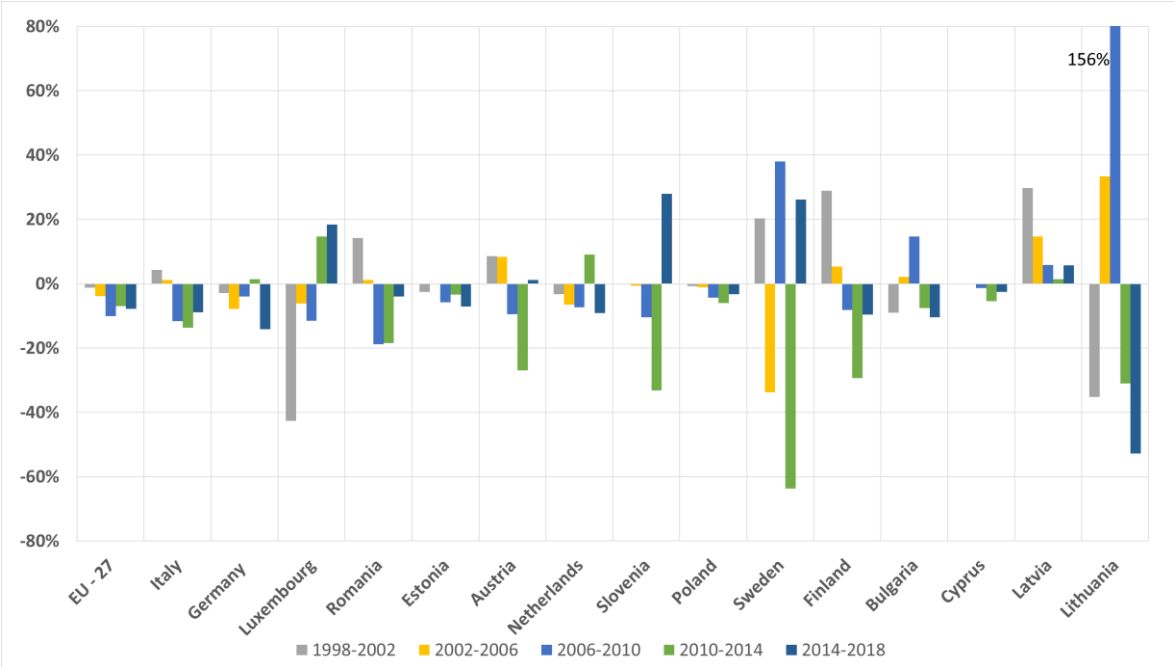
χαμηλά επίπεδα. Η ΕΕ – 27 ακολουθεί αυτό το μοτίβο φτάνοντας σε μέγιστο αρνητικό ποσοστό το -2,1% την περίοδο 2006 - 2010 και οριακή σταθερότητα τις περιόδους 1998 – 2002 και 2010 - 2014. Χώρες που ξεχωρίζουν αναφορικά με αυτόν τον παράγοντα είναι η Μάλτα και το Λουξεμβούργο που αποτελούν τις ακραίες καταστάσεις επίδρασης του εν λόγω παράγοντα στις εκπομπές. Η τάση μείωσης του Λουξεμβούργου που κορυφώνεται την περίοδο της ύφεσης, δείχνει πως το κράτος φροντίζει η ενέργεια που παράγει να προκύπτει με τον αποδοτικότερο δυνατό τρόπο, δεδομένου του βαθμού που βασίζεται στο διακρατικό εμπόριο για να καλύψει τις ανάγκες του ενώ από την άλλη η Μάλτα δείχνει μετά το 2010 με το πέρας της κρίσης αρχικά εφάρμοζε μεθόδους αντίστοιχες με αυτές που αξιοποιούσε πριν την κρίση αλλά εν συνεχεία παρουσιάζει το μεγαλύτερο ποσοστό αύξησης των εκπομπών, γεγονός που αποτυπώνει αποτυχία ικανοποιητικής μετατροπής των εισροών της σε ηλεκτρική ενέργεια, πιθανότατα λόγω οικονομικών ή περιβαλλοντικών περιορισμών που δεν της επέτρεψαν να χρησιμοποιήσει δοκιμασμένες μέχρι τότε πρακτικές. Σημαντική είναι και η παρατήρηση ότι όσο νωρίτερα σημειώνεται η μείωση των εκπομπών λόγω αποδοτικής μετατροπής των εισροών σε ηλεκτρική ενέργεια, τόσο καλύτερο είναι το αποτέλεσμα στο συνολικό ποσοστό μεταβολής των εκπομπών λόγω του συγκεκριμένου παράγοντα, δεδομένου ότι άνευ απροόπτου οι εκπομπές διατηρούνται σε χαμηλά επίπεδα, όπως επιβεβαιώνει το παράδειγμα της Κύπρου και της Αυστρίας

Παράγοντας s

Η συμβολή του μείγματος παραγωγής στην ελάττωση των εκπομπών του CO_2 σκιαγραφεί την ενεργειακή πολιτική που ακολουθεί η ΕΕ καθώς επίσης και την τάση για χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην ηλεκτροπαραγωγή. Παράλληλα, η τάση για εγκατάλειψη συμβατικών καυσίμων όπως τα στερεά καύσιμα και τα πετρελαιοειδή, με ταυτόχρονη αύξηση της εκμετάλλευσης του φυσικού αερίου από τα κράτη μέλη οδηγεί στην γενικότερη κατανάλωση καυσίμων με μικρότερους συντελεστές εκπομπής και κατά συνέπεια στην μείωση των εκπομπών.



(α)



(β)

Γράφημα 5-15: Απεικόνιση των μεταβολών των εκπομπών CO_2 από την ηλεκτροπαραγωγή λόγω του παράγοντα s ανά τετραετία: (α) χώρες με μικρότερη μεταβολή από την ΕΕ27 και (β) χώρες με μεγαλύτερη μεταβολή από την ΕΕ27

Το μείγμα παραγωγής εμφανίζει τάση μείωσης των εκπομπών καθ' όλη τη διάρκεια της εικοσαετίας, σημειώνοντας ως μεγαλύτερο αρνητικό ποσοστό το 2006-2010 το -10,10%. Στο Γράφημα 5-15 για άλλη μια φορά η Λιθουανία ξεχωρίζει, εμφανίζοντας τεράστια ποσοστά και αισθητές αυξομειώσεις, που ενισχύουν την μέχρι τώρα εικόνα της σχετικά με τις αυξομειώσεις αλλά δρουν αρνητικά πάνω στον έλεγχο των εκπομπών της καθώς ειδικά η τετραετία της

ύφεσης σημειώνει τεράστια αύξηση. Βέβαια η συγκεκριμένη μεταβολή θα πρέπει να ληφθεί υπόψιν μαζί με το γεγονός ότι την ίδια περίοδο η χώρα εμφάνισε μεγάλες μειώσεις λόγω εξαγωγών, που εν μέρει αντισταθμίζει σε αντίστοιχα επίπεδα την επίδραση του μείγματος και επιπλέον δικαιολογεί την αξιοποίηση λιγότερο καθαρών καυσίμων που είναι αρκετά φθηνότερα από τα εναλλακτικά και μειώνουν τα κόστη παραγωγής. Στο ίδιο μοτίβο θα πρέπει να εξετασθεί και η μεγάλη μεταβολή των εκπομπών της Μάλτας την τελευταία τετραετία όπου η χώρα φαίνεται να χρησιμοποιεί πόρους που συνεισφέρουν στην δραστική μείωση των εκπομπών, χωρίς όμως να φαίνεται ότι αξιοποιεί αποδοτικά τους εναλλακτικούς καθαρότερους πόρους για παραγωγή ενέργειας. Τέλος, ενδιαφέρον παρουσιάζει και η Σουηδία για τον τρόπο που αντέδρασε σε κάθε περίοδο εναλλάσσοντας τις επιλογές της μεταξύ φθηνών επιλογών με αρνητικό αντίκτυπο και εναλλακτικών σε περιόδους που θεωρεί σωστό, με χαρακτηριστικό της στρατηγικής της να αφορά καθαρές πηγές ενέργειας όταν υπάρχουν βάσιμα επιχειρήματα που δείχνουν ότι η οικονομία αναπτύσσεται, η αλλαγή σε λιγότερο καθαρές πηγές στην ύφεση και η μετέπειτα επανάληψη της αλλαγής μετά το 2010. Επίσης αξιοπρόσεκτες είναι και οι περιπτώσεις την Ισπανίας και της Πορτογαλίας, που δείχνουν ότι βασικός λόγος των ομοιοτήτων που παρουσιάζουν ανά τους παράγοντες είναι ότι βασίζονται σε παρόμοια καύσιμα και εναλλακτικές μορφές ενέργειας διαχρονικά με βασική ταύτιση να εντοπίζεται την περίοδο 2006-2010 και την διαφοροποίηση να συμβαίνει μόλις την τελευταία τετραετία.

5.3. Αποτελέσματα μελέτης αποσύνδεσης

Σε αυτή την ενότητα, πραγματοποιείται η σύνδεση μεταξύ των δύο μεθόδων με παρουσίαση των καταστάσεων αποσύνδεσης των διαφόρων χωρών ανά τετραετίες καθώς και οι απαραίτητοι δείκτες που οδηγούν στις εν λόγω καταστάσεις προκειμένου να μελετηθεί σε βάθος χρόνου η αποσύνδεση των εκπομπών της ηλεκτροπαραγωγής, που υπολογίστηκαν από το μοντέλο προσδιοριστικών παραγόντων, από την οικονομική δραστηριότητα, που εκφράζεται μέσω του ΑΕΠ. Η ανάλυση τόσο των καταστάσεων όσο και των διαφόρων δεικτών και ελαστικοτήτων, δηλαδή του λόγου των ποσοστιαίων μεταβολών των διαφόρων μεγεθών γίνεται αρχικά με βάση τις τετραετίες και στην συνέχεια αποκτά ετήσιο χαρακτήρα, προκειμένου να τηρηθεί το μοτίβο που ακολουθείται από την πλειοψηφία αντίστοιχων ερευνών, όπου δίνεται βάση στις ετήσιες μεταβολές του ΑΕΠ και περαιτέρω στην επιρροή τους στις εκπομπές. Με αυτόν τον τρόπο επιδιώκεται να αποτυπωθούν και οι διαχρονικές μεταβολές τους, αλλά και να εντοπιστούν ενδιαφέρουσες διακυμάνσεις των σχέσεων, οι οποίες είτε αντισταθμίστηκαν είτε υπερίσχυσαν με το πέρασμα των χρόνων.

Αρχικά παρατίθεται ένας πίνακας με τις σχέσεις αποσύνδεσης της ΕΕ27 και των επιμέρους χωρών για κάθε τετραετία, προκειμένου να χαρακτηριστούν οι περίοδοι που έχουν ήδη σχολιαστεί και να εντοπιστούν χώρες που ακολούθησαν παρόμοια πορεία ή και ξεχώρισαν από όλες τις υπόλοιπες. Επίσης για διευκόλυνση ερμηνείας των συμβόλων παρατίθεται παραπομπή στον Πίνακας 5-3**Error! Reference source not found.**.

Πίνακας 5-3: Καταστάσεις αποσύνδεσης στις εξεταζόμενες τετραετίες

Χώρες	1998-2002	2002-2006	2006-2010	2010-2014	2014-2018
ΕΕ27	II	II	III	III	III
Βέλγιο	III	III	III	III	III
Βουλγαρία	III	II	I	III	III
Τσεχία	II	II	III	III	III
Δανία	III	I	IV	III	III
Γερμανία	II	III	III	II	III
Εσθονία	III	II	VI	II	III
Ιρλανδία	II	III	IV	III	III
Ελλάδα	II	III	IV	IV	III
Ισπανία	I	II	III	VI	III
Γαλλία	III	I	I	III	II
Κροατία	I	III	IV	IV	III
Ιταλία	I	II	IV	IV	III
Κύπρος	II	I	II	IV	II
Λετονία	III	II	VI	III	I
Λιθουανία	III	III	VI	III	III
Λουξεμβούργο	I	II	III	III	III
Ουγγαρία	III	III	IV	III	II
Μάλτα	I	III	III	III	III
Ολλανδία	II	III	I	III	III
Αυστρία	II	I	III	III	II
Πολωνία	III	II	III	III	II
Πορτογαλία	I	III	III	VI	I
Ρουμανία	I	II	III	III	II
Σλοβενία	II	III	III	IV	II
Σλοβακία	III	III	III	III	II
Φινλανδία	I	I	III	IV	III
Σουηδία	II	III	I	III	I
Ηνωμένο Βασίλειο	II	II	IV	III	III

Παρατηρώντας τον Πίνακας 5-3 φαίνεται πως η κατάσταση που διακρίνει την πλειοψηφία των χωρών διαχρονικά είναι η ισχυρή αποσύνδεση, δηλαδή η μείωση των εκπομπών ενώ το ΑΕΠ αυξάνεται. Αυτή η παρατήρηση προκύπτει τόσο από την εικόνα της Ευρώπης, η οποία μέχρι το 2006 φαίνεται πως χαρακτηρίζεται από ασθενή αποσύνδεση, δηλαδή τόσο οι εκπομπές

όσο και το ΑΕΠ αυξάνονται, αλλά το ΑΕΠ σημειώνει μεγαλύτερη ποσοστιαία αύξηση από τις εκπομπές , ενώ για τις υπόλοιπες τετραετίες χαρακτηρίζεται από ισχυρή αποσύνδεση, αλλά και γενικότερα από το πλήθος των χωρών που εμφανίζουν ισχυρή αποσύνδεση διαχρονικά. Σε αυτό το σημείο είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι οι δείκτες αυτοί αφορούν ποσοστιαίες μεταβολές στο τέλος κάθε τετραετίας με βάση τις τιμές εκπομπών και ΑΕΠ που εμφάνιζαν στην αρχή. Έτσι προσφέρονται για χαρακτηρισμό της ανάπτυξης της οικονομίας της Ένωσης και των εκπομπών της ηλεκτροπαραγωγής σαν τάσεις στις εξεταζόμενες περιόδους και σε καμία περίπτωση δεν αντικατοπτρίζουν την πραγματική σύνδεση της οικονομίας με την ηλεκτροπαραγωγή από χρόνο σε χρόνο.

Παρ' όλα αυτά προτού γίνει εμβάθυνση στην δυναμική αλληλεπίδραση των ετήσιων μεταβολών, αξίζει να σχολιαστεί η εικόνα κάθε τετραετίας αλλά και οι εξέχουσες περιπτώσεις κάποιων χωρών.

Σε αυτό το πλαίσιο, την πρώτη τετραετία όπου η ΕΕ παρουσίαζε οικονομική ανάπτυξη, η επικρατέστερη κατάσταση είναι αυτή ασθενούς αποσύνδεσης που αφορά τις Τσεχία, Γερμανία, Ιρλανδία, Ελλάδα, Κύπρο, Ολλανδία Αυστρία, Σλοβενία, Σουηδία και Ηνωμένο Βασίλειο ενώ αισθητή σχεδόν με ίδια συχνότητα εμφανίζεται και η εκτεταμένη αρνητική αποσύνδεση και η ισχυρή αποσύνδεση. Πιο συγκεκριμένα, στις Ισπανία, Κροατία, Ιταλία, Λουξεμβούργο, Μάλτα, Πορτογαλία, Ρουμανία και Φινλανδία παρατηρείται αύξηση εκπομπών με μεγαλύτερη ή και ίση ένταση από την αύξηση του ΑΕΠ και στις υπόλοιπες χώρες οι εκπομπές μειώνονται και το ΑΕΠ αυξάνεται.

Την επόμενη τετραετία η εικόνα δεν αλλάζει αισθητά, επιβεβαιώνοντας πως εξακολουθεί να υφίσταται κλίμα ανάπτυξης και δραστηριοποίησης στον τομέα της Ενέργειας, παρά το γεγονός ότι το Ηνωμένο Βασίλειο, η Φινλανδία και η Τσεχία διατηρούν την ίδια σχέση αποσύνδεσης με πριν. Επίσης παρά την εικόνα της ΕΕ συνολικά η πλειοψηφία των χωρών εμφανίζει ασθενή αποσύνδεση, με μοναδικούς εκπρόσωπους της εκτεταμένης αρνητικής αποσύνδεσης τη Δανία, την Γαλλία, την Κύπρο, την Αυστρία και τη Φινλανδία.

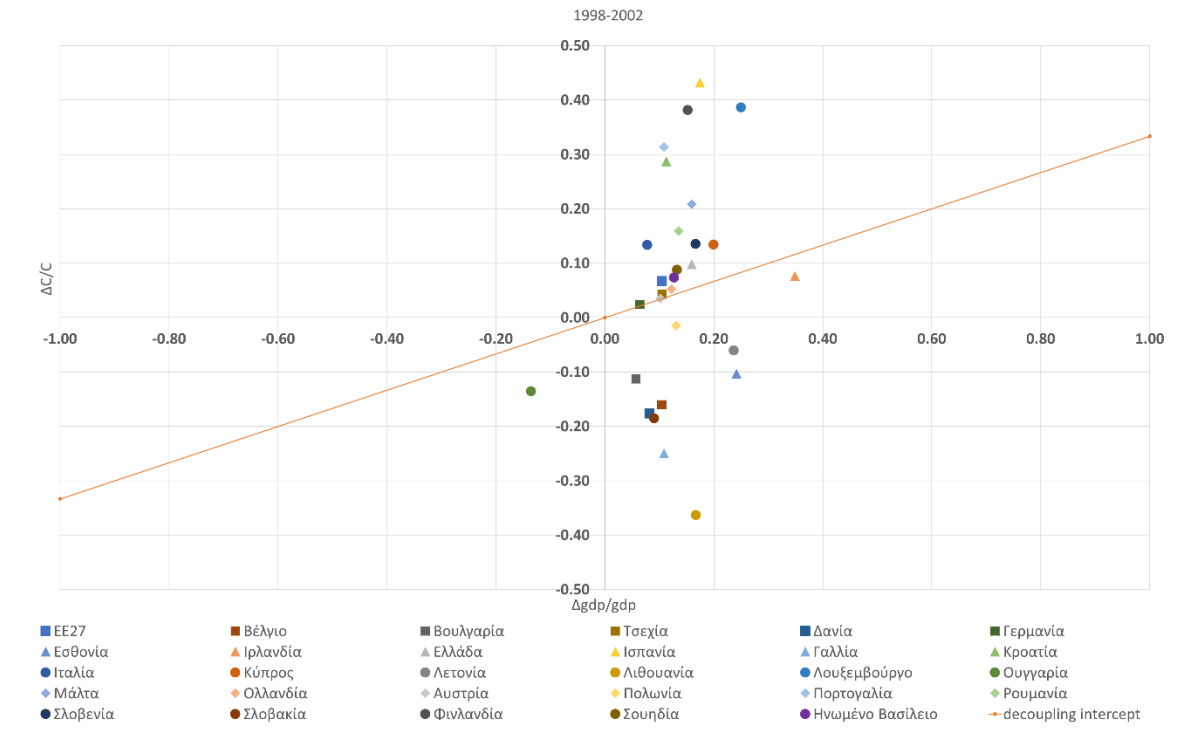
Η τετραετία 2006-2010 ταυτίζεται με την οικονομική κρίση και εμφανίζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον, δεδομένου ότι εμφανίζονται για πρώτη φορά η υποχωρητική αποσύνδεση και η ισχυρή αρνητική αποσύνδεση. Αναλυτικότερα, στο Ηνωμένο Βασίλειο, την Ουγγαρία, την Κροατία, την Ιταλία, την Ιρλανδία, την Ελλάδα και την Ιταλία το ΑΕΠ μειώνεται ταυτόχρονα με τις εκπομπές αλλά η μείωσή του είναι ποσοστιαία μεγαλύτερη αυτής του ΑΕΠ και στις Εσθονία, Λετονία και Λιθουανία, αυξάνονται οι εκπομπές και το ΑΕΠ μειώνεται, κάτι που αποτελεί το

χειρότερο δυνατό σενάριο. Αξιοσημείωτο είναι και το γεγονός ότι μόνο η Κύπρος εμφανίζει τη δεύτερη κατάσταση αποσύνδεσης.

Στην επόμενη εξεταζόμενη περίοδο η κατάσταση βελτιώνεται καθώς επικρατεί η ισχυρή αποσύνδεση και μόνο η Πορτογαλία και η Ισπανία εμφανίζουν το χειρότερο σενάριο. Εξαίρεση στην γενική εικόνα, αποτελούν οι Γερμανία και Εσθονία με ασθενή αποσύνδεση, ενώ συνεχίζει να υφίσταται το φαινόμενο μεγαλύτερης μείωσης των εκπομπών συγκριτικά με τη μείωση του ΑΕΠ για Κροατία και Ιταλία αλλά και τις Φινλανδία, Σλοβενία, Κύπρο και Ελλάδα να εμφανίζουν αντίστοιχη συμπεριφορά για πρώτη φορά.

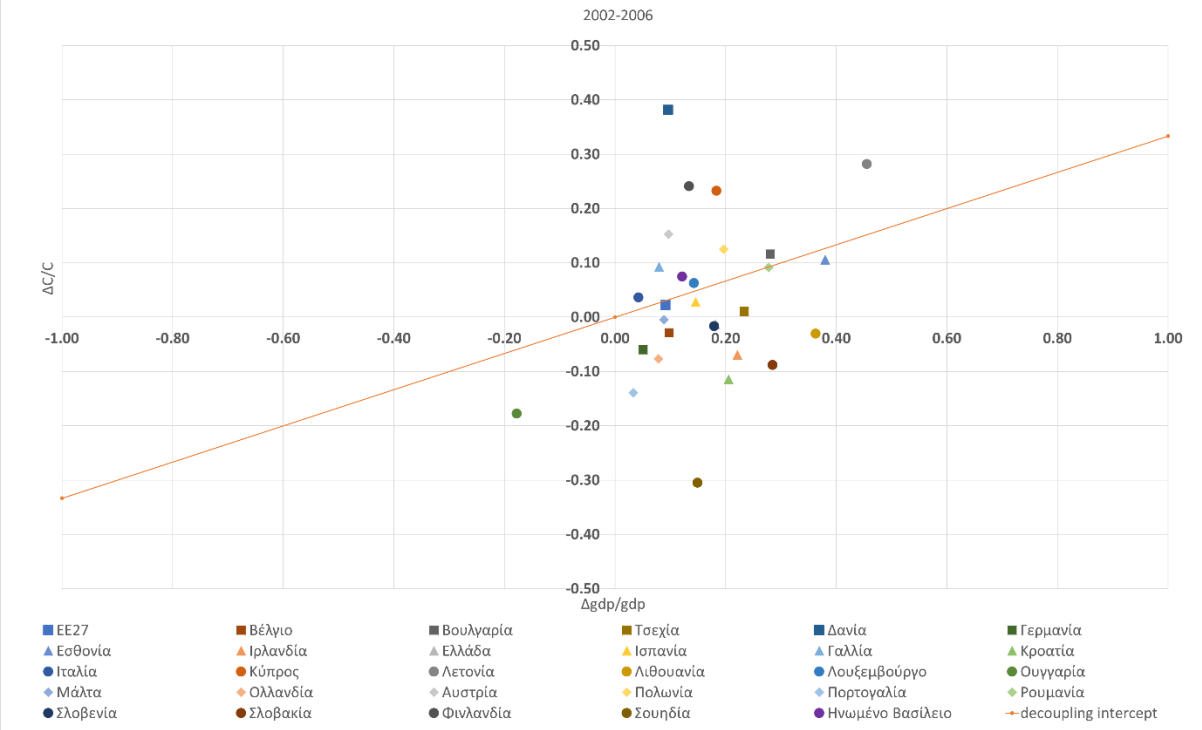
Τέλος μετά την έξοδο από την κρίση την τελευταία τετραετία η εικόνα μοιάζει η καλύτερη συνολικά καθώς όχι μόνο επικρατεί η ισχυρή αποσύνδεση αλλά και επειδή τις περισσότερες φορές που παρατηρείται αύξηση εκπομπών συνοδεύεται από μεγαλύτερη ποσοστιαία αύξηση της οικονομικής ανάπτυξης. Οι μόνες χώρες για τις οποίες δεν ισχύει αυτό είναι η Σουηδία, η Πορτογαλία και η Λετονία. Συνολικά την πιο άρτια εικόνα φαίνεται να την έχει το Βέλγιο ενώ στη πιο δυσμενή κατάσταση διαχρονικά φαίνεται να είναι η Κύπρος.

Στη συνέχεια, τα δεδομένα της κάθε τετραετίας απεικονίζονται στα Γράφημα 5-16 - Γράφημα 5-20 για διευκόλυνση παρατήρησης της διασποράς των δεικτών καθώς και συγκέντρωσης παρατηρήσεων, για λόγους συνοχής της εργασίας και συμφωνίας της με την αντίστοιχη βιβλιογραφία. Ειδικότερα, διακρίνονται έξι περιοχές στα εν λόγω διαγράμματα που αντιστοιχούν στις έξι πιθανές καταστάσεις αποσύνδεσης με την I να έχει ως όρια της τον άξονα y και την ευθεία y=x που ορίζεται ως decoupling intercept και τις υπόλοιπες να ακολουθούν με τη σειρά σύμφωνα με τη φορά του ρολογιού.



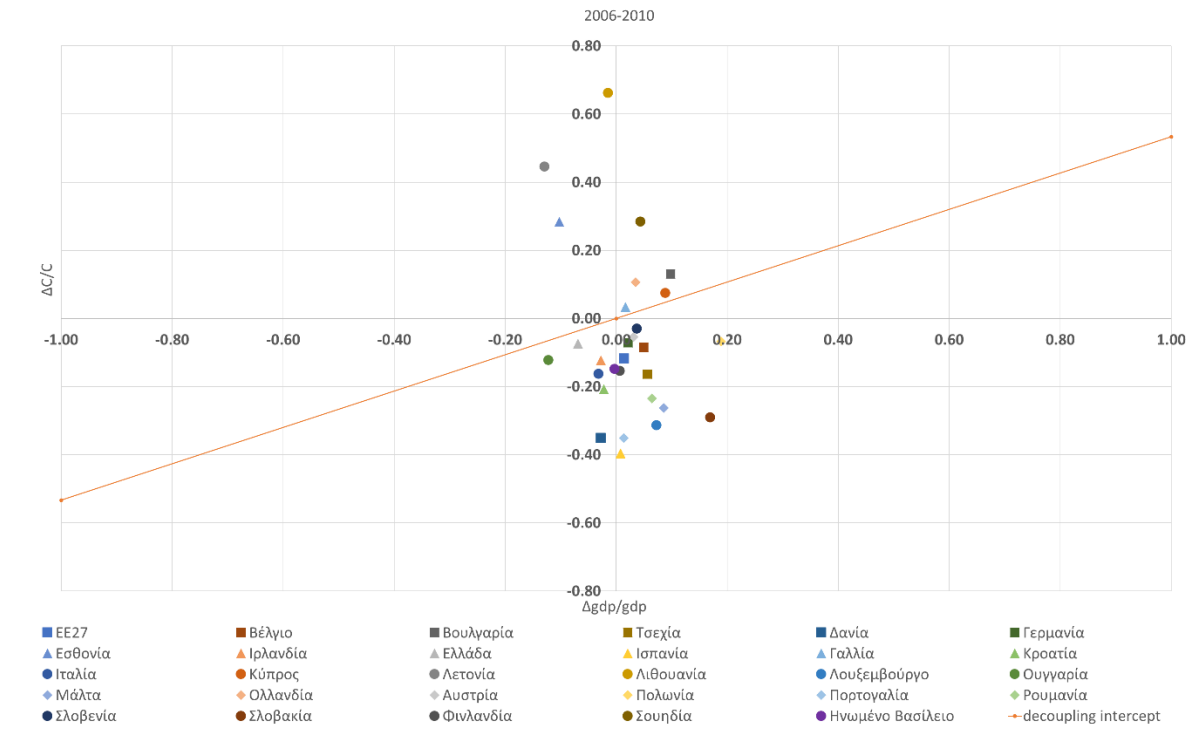
Γράφημα 5-16: Απεικόνιση των καταστάσεων των διαφόρων χωρών της ΕΕ για την τετραετία 1998-2002 σύμφωνα με τη μεθοδολογία του Tapio

Στο Γράφημα 5-16 φαίνεται πως οι περισσότερες χώρες σημειώνουν αύξηση εκπομπών με ταυτόχρονη αύξηση του ΑΕΠ, καθώς εντοπίζονται στην περιοχή για την εκτεταμένη αρνητική αποσύνδεση. Επιπλέον, η Ιρλανδία είναι η μόνη που βρίσκεται στην περιοχή για την ασθενή αποσύνδεση και σημειώνει μεν αύξηση εκπομπών και ΑΕΠ αλλά η πρώτη είναι μικρότερη της δεύτερης. Η Ουγγαρία είναι η μόνη υποχωρητική αποσύνδεση, δηλαδή μεγαλύτερη μείωση εκπομπών από αυτή του ΑΕΠ και η Λιθουανία φαίνεται να είναι η πιο αποκλίνουσα περίπτωση ισχυρής αποσύνδεσης, δηλαδή ταυτόχρονη μείωση ΑΕΠ και εκπομπών.



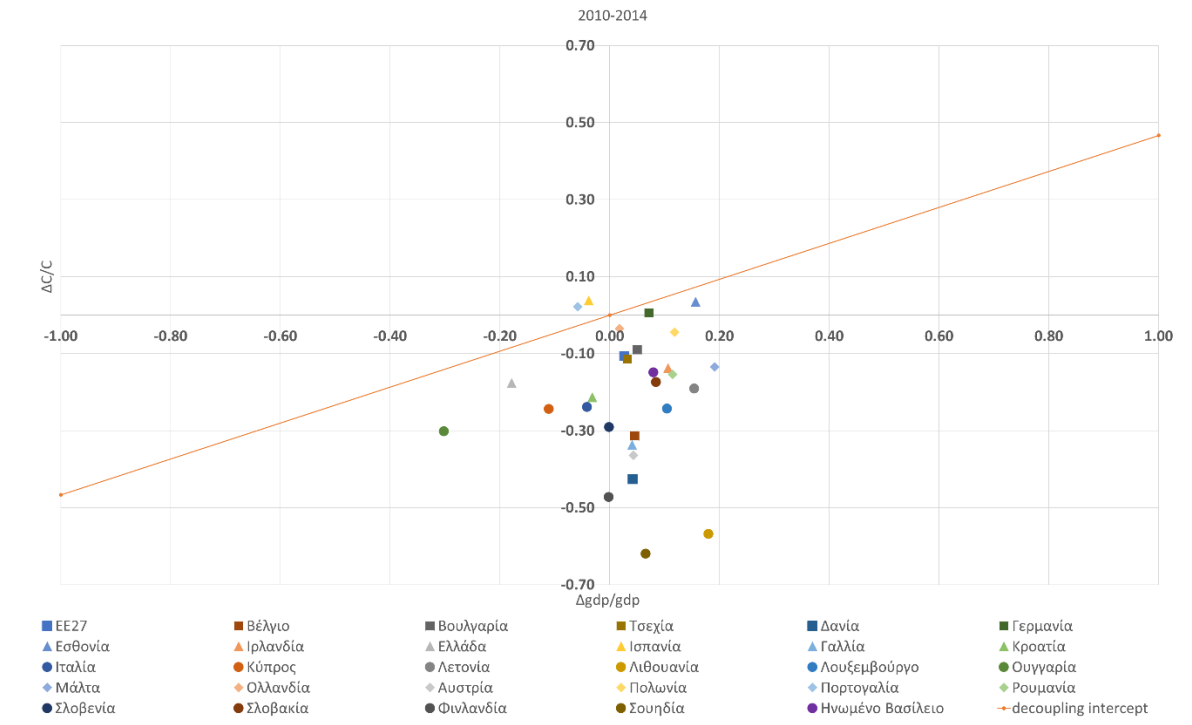
Γράφημα 5-17: Απεικόνιση των καταστάσεων των διαφόρων χωρών της ΕΕ για την τετραετία 2002-2206 σύμφωνα με τη μεθοδολογία του Tapio

Σε αυτή την περίοδο Δανία και Λετονία είναι οι πιο αποκλίνουσες περιπτώσεις εκτεταμένης αρνητικής αποσύνδεσης ενώ η Σουηδία είναι η αντίστοιχη περίπτωση για ισχυρή αποσύνδεση και η Ουγγαρία διατηρεί την ίδια κατάσταση με την προηγούμενη τετραετία. Οι περισσότερες χώρες εντοπίζονται μεταξύ των περιοχών ασθενούς και ισχυρής αποσύνδεσης.



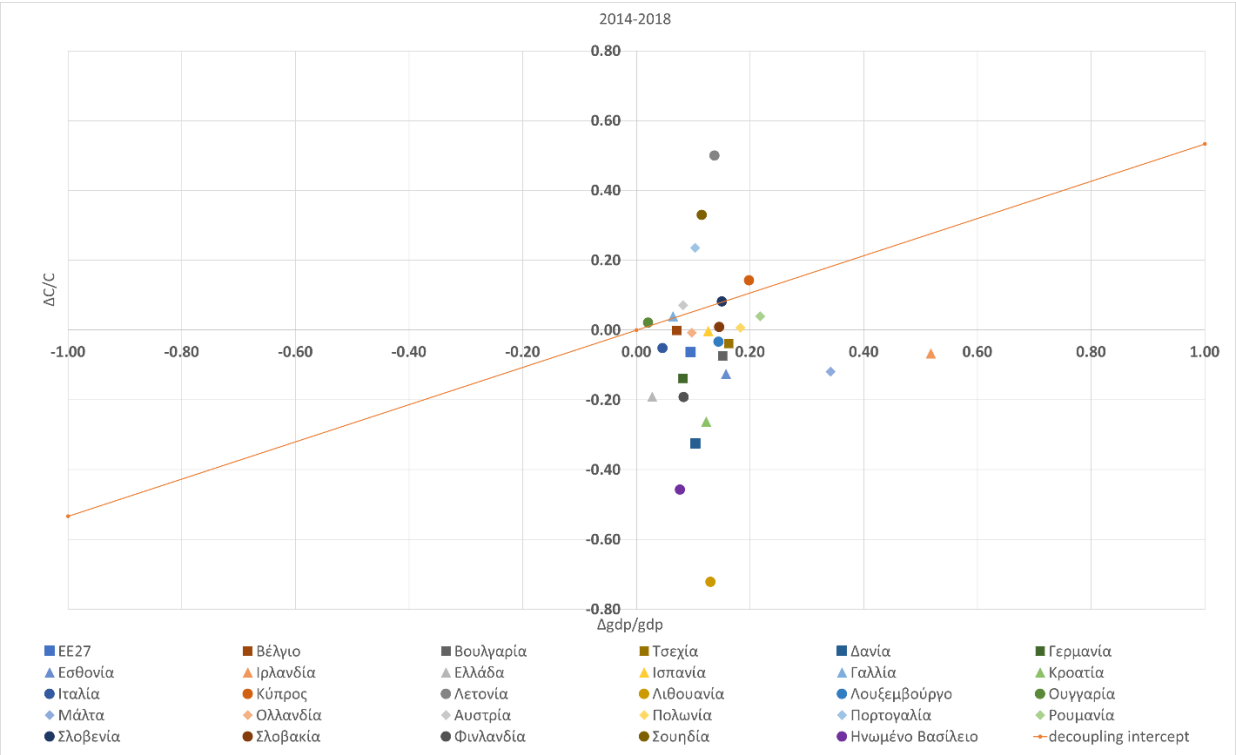
Γράφημα 5-18: Απεικόνιση των καταστάσεων των διαφόρων χωρών της ΕΕ για την τετραετία 2006-2010 σύμφωνα με τη μεθοδολογία του Tapio

Σε αυτή την περίπτωση η πλειοψηφία των χωρών φαίνεται να έχουν μετατοπιστεί στην περιοχή ισχυρής αποσύνδεσης ενώ οι ακραίες περιπτώσεις για πρώτη φορά εμφανίζεται η κατάσταση ισχυρής αρνητικής αποσύνδεσης με τις Λιθουανία, Εσθονία και Λετονία να είναι οι εκπρόσωποι της αύξησης εκπομπών με ταυτόχρονη μείωση του ΑΕΠ.



Γράφημα 5-19: Απεικόνιση των καταστάσεων των διαφόρων χωρών της ΕΕ για την τετραετία 2010-2014 σύμφωνα με τη μεθοδολογία του Tapio

Στην περίοδο που την εξέλιξη των εκπομπών κατέλυσε η οικονομική κρίση η πλειοψηφία των χωρών σημειώνει αύξηση εκπομπών μεγαλύτερη από την αύξηση του ΑΕΠ, ενώ πληθαίνουν και οι χώρες που σημειώνουν αύξηση εκπομπών με μείωση του ΑΕΠ. Αρκετές χώρες εμφανίζουν αύξηση ΑΕΠ και μείωση εκπομπών με πιο αποκλίνουσες περιπτώσεις αυτές της Σουηδίας και της Λιθουανίας.



Γράφημα 5-20: Απεικόνιση των καταστάσεων των διαφόρων χωρών της ΕΕ για την τετραετία 2014-2018 σύμφωνα με τη μεθοδολογία του Tapio

Στην τελευταία εξεταζόμενη τετραετία η Λιθουανία και η Ιρλανδία σημειώνουν τις μεγαλύτερες αποκλίσεις στην περιοχή της ισχυρής αποσύνδεσης ενώ για την περίπτωση της εκτεταμένης αρνητικής αποσύνδεσης αντίστοιχη συμπεριφορά παρουσιάζει η Λετονία.

Για να γίνει εμβάθυνση στην επίδραση των παραγόντων στο τελικό αποτέλεσμα για κάθε εξεταζόμενη περίοδο παρουσιάζονται οι δείκτες αποσύνδεσης για την ΕΕ27 καθώς και οι ελαστικότητες των επιμέρους προσδιοριστικών παραγόντων με την μορφή υποδεικτών αποσύνδεσης.

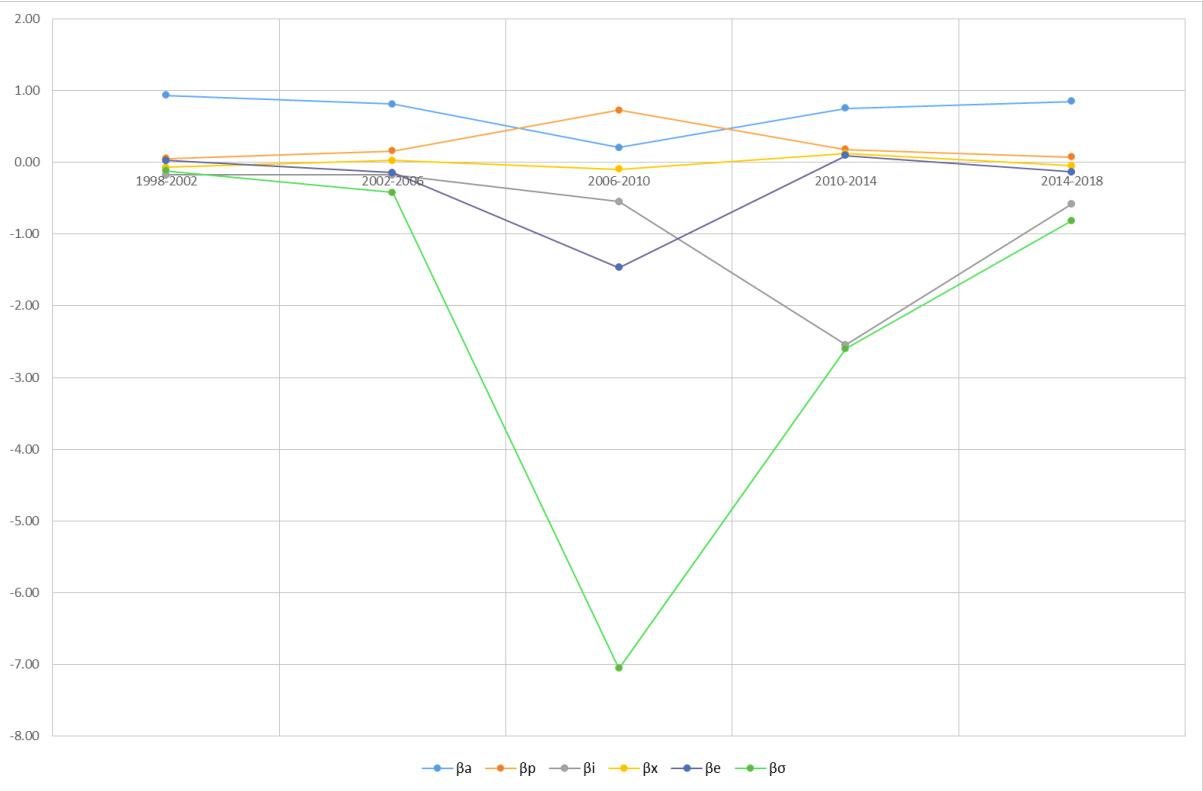
Πίνακας 5-4: Καταγραφή των δεικτών αποσύνδεσης για διευκόλυνση της σύγκρισης των συνεισφορών των υποδεικτών για την ΕΕ27

	Δc/c	Δgdp/gdp	β	decoupling state
1998-2002	0.07	0.10	0.64	II
2002-2006	0.02	0.09	0.25	II
2006-2010	-0.12	0.01	-8.23	III
2010-2014	-0.11	0.03	-4.00	III
2014-2018	-0.06	0.10	-0.66	III

Πίνακας 5-5: Συνεισφορά των υποδεικτών στην κατάσταση αποσύνδεσης για την ΕΕ27

	β	βA	βp	βI	βx	βe	βs
1998-2002	0.64	0.93	0.05	-0.18	-0.07	0.02	-0.12
2002-2006	0.25	0.81	0.16	-0.18	0.03	-0.15	-0.42
2006-2010	-8.23	0.21	0.72	-0.55	-0.10	-1.47	-7.05
2010-2014	-4.00	0.75	0.18	-2.54	0.12	0.09	-2.60
2014-2018	-0.66	0.85	0.07	-0.58	-0.05	-0.14	-0.81

Τα παραπάνω δεδομένα αντικατοπτρίζουν την επίδραση κάθε παράγοντα στην τελική κατάσταση αποσύνδεσης και οι τιμές τους αποτελούν ενδείξεις της δυσκολίας μετάβασης από τετραετία σε τετραετία. Ειδικότερα αξίζει να σημειωθεί πως οι δείκτες δεν έχουν κάποια φυσική σημασία σαν τιμές, πέραν του γεγονότος ότι δείχνουν την αλληλεπίδραση της μεταβολής των εκπομπών διοξειδίου που προξένησε ο εκάστοτε παράγοντας με τη μεταβολή του ΑΕΠ. Επομένως, αυτό που πρακτικά αξίζει να σχολιασθεί, όπως άλλωστε απαντάται και στην παγκόσμια βιβλιογραφία σε αντίστοιχες έρευνες είναι το πρόσημο τους και η κατάσταση που αντιπροσωπεύει και λιγότερο η μεταξύ τους σύγκριση με βάση το μέγεθος η οποία αποτυπώνεται στο Γράφημα 5-21.



Γράφημα 5-21: Απεικόνιση των ελαστικοτήτων των προσδιοριστικών παραγόντων για καλύτερη κατανόηση των δεδομένων

Σε αυτό το κλίμα, σε όλες τις τετραετίες πλην της περιόδου 2006–2014, τη μεγαλύτερη συσχέτιση μεταξύ μεταβολών εκπομπών και ΑΕΠ εμφανίζει ο παράγοντας A^C, δηλαδή το κατά κεφαλήν ΑΕΠ όπως ήταν αναμενόμενο. Στην περίοδο που στιγματίστηκε από την οικονομική ύφεση καθώς και την μεταβατική περίοδο που την ακολούθησε την σημαντικά μεγαλύτερη επίδραση στην αποσύνδεση έχει ο παράγοντας του μίγματος παραγωγής ενέργειας. Αυτή την περίοδο ο παράγοντας A^C φαίνεται περισσότερο να οδηγεί σε ασθενή αποσύνδεση ενώ το τελικό αποτέλεσμα είναι ισχυρή αποσύνδεση , γεγονός που επιβεβαιώνει πως η συνεισφορά του αντισταθμίζεται από άλλες. Πιο συγκεκριμένα την πρώτη τετραετία η ελαστικότητα βs διαθέτει μια πολύ μεγάλη τιμή που υπερτερεί όλων των άλλων και πιθανότατα οφείλεται στο μεγάλο χάσμα μετάβασης από κλίμα αύξησης εκπομπών με αύξηση του ΑΕΠ σε μείωση εκπομπών και αύξηση του ΑΕΠ ενώ στη δεύτερη φαίνεται σχετικά μικρότερη και υποστηρίζεται και από την αντίστοιχη τιμή της βI, η οποία βρίσκεται σε σχεδόν ίδια επίπεδα και φανερώνει πως αρχικά η ήδη ύπαρξη ισχυρής αποσύνδεσης είναι πιο εύκολο να οδηγήσει σε ίδια κατάσταση αλλά εξακολουθεί να αποτελεί δύσκολο εγχείρημα λόγω πιθανής αδυναμίας της προσαρμογής του τομέα τελικής χρήσης ενέργειας, του οποίου η συμβολή πλέον αυξάνεται σημαντικά. Βέβαια, αξίζει να σημειωθεί πως όπως αποκαλύπτουν και τα ετήσια δεδομένα για τις μεταβολές τις χρονιές 2007- 2008 και 2012 – 2013 τόσο για την Ευρώπη των 27 είναι πως αντίστοιχης κλίμακας νούμερα είναι αταίριαστα με το γενικότερο σύνολο των δεικτών.

Για αυτό το λόγο πιθανότατα με βάση τη συλλογιστική πορεία των Diakoulaki et al. [125], που έδειξαν ότι ανάλογα με τις συνθήκες η προσπάθεια για αποσύνδεση είναι διαφορετική για κάθε χώρα δεδομένου του βαθμού, στον οποίο βασίζεται το ενεργειακό της μείγμα σε πηγές άνθρακα. Δηλαδή, είναι λογικό το συμπέρασμα, πως χώρες με υψηλό carbon intensity, δηλαδή χώρες που βασίζονται περισσότερο στον άνθρακα για ηλεκτροπαραγωγή συναντούν μεγαλύτερη ευκολία στο να μειώσουν τις εκπομπές τους συνάμα με αύξηση του ΑΕΠ, καθώς μπορούν να εξαντλήσουν τα περιθώρια προόδου γύρω από την αξιοποίηση καθαρότερων μορφών ενέργειας. Στην αντίθετη περίπτωση, οι χώρες που έχουν καταφέρει να αποδεσμευτούν σημαντικά από τη χρήση άνθρακα και επομένως εμφανίζουν χαμηλό carbon intensity, δυσκολεύονται ιδιαίτερα να αποσυνδέσουν περαιτέρω την οικονομία τους από τις εκπομπές. Έτσι, προτείνουν την ανάπτυξη ενός διορθωτικού παράγοντα που θα προσαρμόζει την προσπάθεια των χωρών για αποσύνδεση επί ίσοις όροις.

Πιθανότατα, όπως ήδη αναφέρθηκε, ο βασικός λόγος για την ύπαρξη αυτών των τιμών είναι η απότομη αλλαγή των δεδομένων που αλλάζει ριζικά την κατεύθυνση που κινούνται οι μεταβολές των εκπομπών συγκριτικά με αυτές του ΑΕΠ και πιθανόν ένας τέτοιος παράγοντας θα βελτίωνε την εικόνα τους και θα ενίσχυε την αξιοπιστία τους. Παρόλα αυτά, ο συλλογισμός για την ερμηνεία των δεδομένων χρήζει περαιτέρω έρευνας καθώς αποτελεί κάτι σχετικά νέο

στο πλαίσιο της μελέτης αποσύνδεσης, η οποία δεν επικεντρώνεται στην σύγκριση των ελαστικοτήτων ενώ και η πιθανότητα ανάπτυξης διορθωτικών παραγόντων μπορεί να αποτελέσει πρόκληση καθώς αφορούσε διαφορετικά δεδομένα και μεθοδολογίες.

6. Συμπεράσματα και παρατηρήσεις

6.1. Ανασκόπηση

Σε αυτήν την εργασία αναπτύχθηκε και εφαρμόστηκε μοντέλο αποδόμησης για την ανάλυση των προσδιοριστικών παραγόντων των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα από την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας για τις 27 χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης και το Ηνωμένο Βασίλειο κατά την περίοδο 1998-2018 και κατόπιν πραγματοποιήθηκε μελέτη αποσύνδεσης των εκπομπών που υπολογίστηκαν από το ακαθάριστο εγχώριο προϊόν της κάθε χώρας αλλά και της Ένωσης συνολικά. Η μελέτη αφορά την επίδραση των παραγόντων του κατά κεφαλήν ΑΕΠ, του πληθυσμού, της έντασης της ηλεκτρικής ενέργειας, του διακρατικού εμπορίου, της ειδικής ενεργειακής κατανάλωσης και του μείγματος παραγωγής στις εκπομπές CO_2 ανά τετραετία της εξεταζόμενης περιόδου και την μετέπειτα ανάλυση των καταστάσεων αποσύνδεσης μεταξύ εκπομπών και ΑΕΠ.

Η επιλογή του αντικείμενου μελέτης πραγματοποιήθηκε λόγω της έντασης του προβλήματος της κλιματικής αλλαγής, που εντοπίζεται σημαντικά στον τομέα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας λόγω των μεγάλων ποσοτήτων CO_2 που εκπέμπει. Πιο συγκεκριμένα, τα επίπεδα του είναι μεγαλύτερα από οποιονδήποτε άλλο τομέα. Το μερίδιο που αυτός κατέχει στην ενεργειακή κατανάλωση και στην οικονομική μεγέθυνση των ευρωπαϊκών χωρών είναι εξίσου σημαντικό. Επιπλέον, η ιδιόμορφη εξέλιξη του συγκεκριμένου τομέα συνοδεύεται διαχρονικά από αλλεπάλληλες μεταβολές της οικονομικής κατάστασης της ΕΕ ωθώντας έτσι στην περαιτέρω εξέταση του χρονικού πλαισίου που η ηλεκτροπαραγωγή αποσυνδέθηκε πραγματικά από τις εκπομπές και στην περαιτέρω ανάλυση της κατάστασης της σχέσης τους ανά τα χρόνια.

Η συγκεκριμένη έρευνα παρουσίασε αρκετά καινοτόμα στοιχεία σε σύγκριση με άλλες αντίστοιχες μελέτες που εντοπίζονται τόσο στην μεθοδολογία που αναπτύχθηκε όσο και στα ευρήματά της. Ειδικότερα, εισήγαγε την εξέταση του παράγοντα του πληθυσμού στην μελέτη αποδόμησης και υπέβαλε τα αποτελέσματα της σε μελέτη αποσύνδεσης, συνδυάζοντας τις δύο μεθόδους για την ΕΕ27.

Η εργασία παρουσιάζει τα τεκταινόμενα που αφορούν την αγορά ενέργειας αλλά και την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής από την ΕΕ, ενσωματώνοντας στο ερευνητικό της πεδίο έννοιες όπως το Σύστημα Αγοροπωλησίας Εκπομπών και η Διαρροή Άνθρακα, τα Εθνικά Σχέδια για την Ενέργεια και το Κλίμα και οι ενεργειακές κοινότητες. Επιπλέον, σκιαγραφεί μεθοδικά την επιδίωξη των χωρών για μια ενιαία Ενεργειακή Ένωση, αναλύοντας το πακέτο

Καθαρής Ενέργειας για όλους τους Ευρωπαίους και την Πράσινη συμφωνία. Τονίζει πως οι πρωτοβουλίες και οι μηχανισμοί της Ένωσης αποκτούν ολοένα και πιο ισχυρό ρόλο στην διαμόρφωση της στρατηγικής της. Επίσης, υποστηρίζει πως η Ένωση προς μια πιο ανταγωνιστική ενεργειακή οικονομία με εκπομπές που την καθιστούν πρωτοπόρο παγκοσμίως στην αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής.

Ένα άλλο εξέχον χαρακτηριστικό της παρούσας διπλωματικής αποτελεί η ισχυρά τεκμηριωμένη και ενημερωμένη βιβλιογραφική βάση που αυτή αξιοποιεί, η οποία ενισχύει την επιλογή των εκπομπών CO_2 από την ηλεκτροπαραγωγή ως τομέα έρευνας και ενισχύει την επιλογή των παραγόντων που τις διαμορφώνουν. Εξετάζει την περίοδο 1998-2018 εστιάζοντας σε χρονικό ορίζοντα τετραετιών, επιδιώκοντας να αναλύσει την εξέλιξη των εκπομπών και των παραγόντων που τις καθορίζουν σε περίοδο οικονομικής ανάπτυξης, έντονης ύφεσης αλλά και απομάκρυνσης από την ύφεση.

Έτσι προκύπτει, ότι ΕΕ27 ήταν στη σωστή κατεύθυνση την πρώτη περίοδο δέσμευσης για μείωση των εκπομπών κατά 5% από τα επίπεδα του 1990 μετά την ύφεση ενώ για τη δεύτερη περίοδο δέσμευση του Πρωτοκόλλου του Κιότο, όπου η μείωση προοριζόταν για 18%, η προσπάθεια βρήκε αντίσταση καθώς οι εκπομπές έδειχναν να αυξάνονται, με την αύξηση αυτή να κάμπτεται με καθυστέρηση. Επιπλέον, η Συμφωνία του Παρισιού και το πακέτο Καθαρή Ενέργεια για όλους τους Ευρωπαίους φαίνεται πως βοήθησαν πολύ την Ευρωπαϊκή Ένωση καθώς οδήγησαν στην μεταβολή από αύξηση εκπομπών σε μείωση με αντίκρισμα ακόμη χαμηλότερα επίπεδα εκπομπών. Επιπλέον, μεγάλο ενδιαφέρον παρουσιάζει το γεγονός ότι η πρώτη αποσύνδεση μεταξύ ΑΕΠ και εκπομπών σημειώνεται το 2005 που είναι και η έναρξη εφαρμογής του EU ETS, υποδηλώνοντας την εν μέρει αποδέσμευση των εκπομπών από την οικονομική μεγέθυνση. Η συνέχεια του προγράμματος συμπίπτει σημαντικά με τις αντίστοιχες περιόδους του Πρωτοκόλλου του Κιότο, ενισχύοντας την αντίληψη ότι η αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής και η ανάπτυξη της ευρωπαϊκής αγοράς ενέργειας είναι ιδιαίτερα δύσκολη και περίπλοκη, λόγω της διαφορετικής επίδρασης που είχε η οικονομική ύφεση σε κάθε κράτος μέλος, αλλά και προφανώς λόγω των διαφορετικών υποστάσεων των τομέων ηλεκτροπαραγωγής κάθε χώρας. Αναφορικά με τα αποτελέσματα των τελευταίων χρόνων, προκύπτουν θετικά δείγματα οδεύοντας προς το 2020, διότι πέρα από τις δεσμεύσεις για μεγαλύτερη δέσμευση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας που έχουν ενσωματωθεί στα Εθνικά Σχέδια για την Ενέργεια και το Κλίμα, η Ένωση μπορεί να περιμένει περαιτέρω πτωτική τάση των εκπομπών λόγω της εξέλιξης των μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας. Παράλληλα αναμένεται περαιτέρω ανάπτυξη των ενεργειακών κοινοτήτων αλλά και καλύτερη συνέτιση σε όσα ορίζει η τέταρτη περίοδος του EU ETS, που λαμβάνει ιδιαίτερα υπόψιν το φαινόμενο Διαρροής άνθρακα.

Κύριο συμπέρασμα της μελέτης αποτελεί ότι βασικός προσδιοριστικός παράγοντας που οδηγεί διαχρονικά στην αύξηση των εκπομπών είναι ο παράγοντας οικονομικής δραστηριότητας A ενώ αυτός που οδηγεί στη μείωση είναι η ένταση της ηλεκτρικής ενέργειας I πριν την κρίση και το μείγμα παραγωγής s μετά την κρίση. Η εξέλιξη του παράγοντα A^C, που εκφράζεται από το κατά κεφαλήν ΑΕΠ, υποδηλώνει την άμεση εξάρτηση που υπάρχει μεταξύ εκπομπών από την ηλεκτροπαραγωγή και οικονομικής δραστηριότητας των χωρών. Η επικράτησή του υποδεικνύει ότι η οικονομική ανάπτυξη της ΕΕ συνοδευόταν και από αντίστοιχη αύξηση εκπομπών, ειδικά τα πρώτα χρόνια, ενώ την περίοδο 2006-2010 φαίνεται πως προσωρινά αυξητικά δρα περισσότερο ο παράγοντας του πληθυσμού, δεδομένης της διαταραχής στην ισορροπία της συνεισφοράς όλων των παραγόντων που σημειώνεται τότε. Κατόπιν, το κατά κεφαλήν ΑΕΠ αποκτά και πάλι την μεγαλύτερη βαρύτητα ως προς την αύξηση των εκπομπών μέχρι και το τέλος της εικοσαετίας, με χαμηλότερη μεν επίδραση, λόγω της υπερίσχυσης των παραγόντων που οδηγούν στην μείωση των εκπομπών. Από την άλλη, ο παράγοντας I είναι ενδεικτικός της αποσύνδεσης της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας από την οικονομική δραστηριότητα λόγω ορθολογικής χρήσης και προώθησης μέτρων εξοικονόμησης. Η εικόνα του την περίοδο της κρίσης υποδηλώνει ότι η χρήση του ηλεκτρισμού στην τελική ζήτηση δεν είναι αποδοτική ενώ μετά την κρίση που πραγματοποιείται πρακτικά η αποσύνδεση μεταξύ εκπομπών και ΑΕΠ φαίνεται πως η συνεισφορά του αποδυναμώνεται και κυρίαρχος παράγοντας για τη μείωση των εκπομπών καθίσταται το μείγμα παραγωγής s. Το γεγονός αυτό οφείλεται σε μεγάλο βαθμό στην ενεργειακή πολιτική που ακολουθούν τα κράτη μέλη, η οποία ενθαρρύνει τη χρήση καθαρότερων μορφών ενέργειας στην ηλεκτροπαραγωγή.

Επιπλέον ενδιαφέρον παρουσιάζει και η κατάταξη των χωρών με βάση την συνολική μεταβολή των εκπομπών τους στην εξεταζόμενη εικοσαετία αλλά και στις επιμέρους περιόδους, που καθιστά πιο ευδιάκριτες ομάδες χωρών με παρόμοια επιρροή από τους διάφορους παράγοντες διαχρονικά, όσων αφορά τις μεταβολές των εκπομπών τους. Έτσι, χωρίς να λαμβάνεται υπόψιν η περίπτωση της Λιθουανίας και της Λετονίας, λόγω των διακυμάνσεών τους, η Δανία σημείωσε τη μεγαλύτερη πτώση εκπομπών με ποσοστό -89,71% και η Κύπρος σημείωσε τη μεγαλύτερη αύξηση με 33,88% ενώ συνολικά η ΕΕ27 μείωσε τις εκπομπές της κατά 19,83%. Ιταλία και Ελλάδα σημείωσαν τις μικρότερες ποσοστιαίες αυξήσεις εκπομπών λόγω του παράγοντα του κατά κεφαλήν ΑΕΠ διαχρονικά, με ποσοστά 4,27% και 8,83% αντίστοιχα. Λόγω του παράγοντα του πληθυσμού το Λουξεμβούργο σημείωσε αύξηση 33,42%, ενώ η Ιρλανδία 25,76% και η Κύπρος 25,38%. Πορτογαλία, Ελλάδα, Κύπρος και Ιταλία ήταν οι μόνες χώρες που ο παράγοντας έντασης ηλεκτρικής ενέργειας επηρέασε αυξητικά τις εκπομπές σημειώνοντας αύξηση 18,24%, 13,28%, 4,53% και 1,88% αντίστοιχα την περίοδο 1998-2018. Όσον αφορά το διακρατικό εμπόριο, ξεχώρισε το Λουξεμβούργο με διαχρονική αύξηση των εκπομπών κατά 39,40% ενώ για την ειδική κατανάλωση ενέργειας το

Λουξεμβούργο σημείωσε μείωση 49,89% και η Μάλτα αύξηση 26,97%. Τέλος με βάση το μείγμα παραγωγής η Δανία πετυχαίνει τη μεγαλύτερη μείωση με ποσοστό -85,49% ενώ Λετονία και Λιθουανία σημειώνουν τα μεγαλύτερα αυξητικά ποσοστά που ενισχύουν την θεώρηση ότι οι αποκλίσεις και οι διακυμάνσεις τους είναι σημαντικές για την εξαγωγή συμπερασμάτων.

Σχετικά με τη μελέτη αποσύνδεσης προκύπτει το συμπέρασμα ότι η ΕΕ27 μέχρι το 2006 εμφανίζει εκπομπές που αυξάνονται όπως και το ΑΕΠ, με το δεύτερο να σημειώνει μεγαλύτερη ποσοστιαία αύξηση από τις εκπομπές, ενώ για τις υπόλοιπες τετραετίες επικρατεί ισχυρή αποσύνδεση, δηλαδή αύξηση του ΑΕΠ με μείωση των εκπομπών. Διεισδύοντας στις ετήσιες μεταβολές των δεικτών αποσύνδεσης η μελέτη επιβεβαιώνει ότι παρόλο που η αποσύνδεση κάνει την εμφάνιση της κατά καιρούς με μικρή διάρκεια, μόνο μετά την οικονομική ύφεση, η ισχυρή αποσύνδεση εδραιώνεται ως η επικρατούσα κατάσταση αποσύνδεσης. Πιο συγκεκριμένα, οι εκπομπές φαίνεται να μειώνονται με παράλληλη αύξηση του ΑΕΠ κατά τις περιόδους 2003-2005 και 2007-2008 ενώ η πραγματική αποσύνδεση σημειώνεται το 2012 που επιβεβαιώνει τη θεώρηση ότι η εν λόγω χρονιά αποτελεί το τέλος της ύφεσης κατά μία έννοια για πολλές ευρωπαϊκές χώρες.

Τέλος, προτού αναφερθούν οι ιδέες και οι προτάσεις για μελλοντική έρευνα αξίζει να αναφερθεί η ένταση με την οποία συνεισφέρουν οι υποδείκτες τις αποσύνδεσης τις χρονιές 2007-2008 και 2012-2013 . Ειδικότερα, δεδομένου ότι οι συγκεκριμένοι δείκτες εκφράζουν το ποσοστό μεταβολής των εκπομπών που οφείλεται σε κάθε έναν από τους έξι προσδιοριστικούς παράγοντες, προκύπτει μια πιο σφαιρική εικόνα της συνεισφοράς τους στην εξέλιξη της αποσύνδεσης των εκπομπών της ηλεκτροπαραγωγής από την οικονομική μεγέθυνση κάθε χώρας. Έτσι, μέσω των υπολογιζόμενων ελαστικοτήτων κάθε παράγοντα ως προς τη μεταβολή του ΑΕΠ, υποστηρίζεται η συμβολή των παραγόντων A, I και s με τρόπο αντίστοιχο με αυτή που αποτυπώθηκε στο μοντέλο αποδόμησης, ενώ ειδικότερα η βαρύτητα της ελαστικότητας του μείγματος παραγωγής φαίνεται να μεγενθύνεται ιδιαίτερα την περίοδο της κρίσης 2006-2010 αλλά και αφότου επιτευχθεί η αποσύνδεση την περίοδο 2010-2014. Η ιδιομορφία αυτή όπως θα αναλυθεί και παρακάτω πιθανότατα οφείλεται στην αλλαγή της κατάστασης αποσύνδεσης από ασθενή αποσύνδεση σε ισχυρή, επιβεβαιώνοντας ότι η συνεισφορά των ανανεώσιμων πηγών στα επίπεδα των εκπομπών από εκεί που οδηγούσε σε αύξηση των εκπομπών με μικρότερο ρυθμό από την αύξηση του ΑΕΠ, δρα καταλυτικά για την μείωση των εκπομπών με ταυτόχρονη διατήρηση της αύξησης του ΑΕΠ.

6.2. Προτάσεις και ιδέες για μελλοντική έρευνα

Εν κατακλείδι, θα ήταν σημαντική η επέκταση της έρευνας για μελλοντικά έτη ακολουθώντας τα αντίστοιχα σενάρια κάθε χώρας με σκοπό να μελετηθούν οι μακροχρόνιες ενεργειακές πολιτικές τους. Αντίστοιχα, χρήσιμα συμπεράσματα θα επέφερε και η επέκταση του γεωγραφικού πλαισίου προκειμένου να συγκριθεί ο τομέας παραγωγής της ΕΕ27 με αυτούς των Ηνωμένων Πολιτειών και της Κίνας, με τον δεύτερο ειδικότερα να έχει ήδη αναλυθεί εκτενώς.

Όσων αφορά τους παράγοντες του μοντέλου, θα ήταν πολύ χρήσιμο να ενσωματωθούν με ορθό τρόπο στο μοντέλο ανερχόμενοι προσδιοριστικοί παράγοντες όπως οι απώλειες ενέργειας κατά τη διακίνησή, η αποθήκευσή της, η συμβολή της αγοροπωλησίας εκπομπών και το μερίδιο ενέργειας που προκύπτει από τη διεσπαρμένη παραγωγή ενέργειας, καθώς και τη συνεισφορά των ενεργειακών κοινοτήτων.

Επιπλέον, δεδομένου ότι η εργασία παρέχει σημαντικά στοιχεία για την επιρροή μιας διαταραχής της επίδρασης των προσδιοριστικών παραγόντων στις εκπομπές της ηλεκτροπαραγωγής, όπως αυτή εκφράζεται λόγω της οικονομικής κρίσης, ενδιαφέρον θα παρουσίαζε η σύγκριση του αντίκτυπού της με αυτόν της πανδημίας Covid-19. Η οποία ενδεχομένως θα διαφέρει σημαντικά από την ύφεση, δεδομένων των περιορισμών που επιβλήθηκαν σε εργαζομένους και καταναλωτές που θα οδηγήσουν λογικά σε πτώση των εκπομπών.

Αναφορικά με τη μελέτη αποσύνδεσης σημαντικό εγχείρημα για αναβάθμισή της, θα ήταν η επέκταση του χρονικού πλαισίου αντίστοιχα με την ανάλυση προσδιοριστικών παραγόντων και η πιο πλήρης επεξήγηση της βαρύτητας των διαφόρων δεικτών. Η διαφοροποίηση στα μεγέθη των ελαστικοτήτων ωθεί στην διαμόρφωση διορθωτικών παραγόντων που θα εκφράζουν την ικανότητα της εκάστοτε χώρας να μεταβεί σε κλίμα αποσύνδεσης ανά εξεταζόμενη περίοδο. Επομένως, υπάρχει περιθώριο περαιτέρω έρευνας για την ποιοτικότερη σύγκριση των προσπαθειών των χωρών και την ενίσχυση της αξιοπιστίας των αποτελεσμάτων.

Βιβλιογραφία

[1] Eurostat n.d. https://ec.europa.eu/eurostat/home? (accessed July 11, 2020).

[2] Reay D, Sabine C, Smith P, Hymus G. Intergovernmental Panel on Climate Change. Fourth Assessment Report. Geneva, Switzerland: Inter-gov- ernmental Panel on Climate Change. Cambridge; UK: Cambridge University Press; 2007. Available from: www. ipcc.ch. 2007. https://doi.org/10.1038/446727a.

[3] Burck J, Hagen U, Höhne N, Nascimento L, Bals C, Burck J, et al. CCPI Results 2020. 2020.

[4] International Energy Agency n.d. https://www.iea.org/fuels-and-technologies/renewables (accessed May 3, 2020).

[5] European Investment Bank n.d. https://www.eib.org/en/press/all/2019-313-eu-bank-launches-ambitious-new-climate-strategy-and-energy-lending-policy (accessed May 5, 2020).

[6] SEI, IISD, ODI, Climate Analytics, CICERO, UNEP. The production gap report 2019 2019;24. https://doi.org/10.1049/ep.1978.0323.

[7] European Environment Agency n.d. https://www.eea.europa.eu/.

[8] Karmellos M, Kopidou D, Diakoulaki D. A decomposition analysis of the driving factors of CO2 (Carbon dioxide) emissions from the power sector in the European Union countries. Energy 2016;94:680–92. https://doi.org/10.1016/j.energy.2015.10.145.

[9] Panel TI, Change C, Ipcc T, Nations U, Programme E. IPCC Factsheet : What is the IPCC ? 1988:1–2.

[10] Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας n.d. http://www.ypeka.gr/el-gr/ (accessed March 3, 2020).

[11] European Commision. Towards Achieving the Kyoto and Eu 2020 2014.

[12] United Nations Framework Convention on Climate Change n.d. https://unfccc.int/process-and-meetings/the-kyoto-protocol/what-is-the-kyoto-protocol/kyoto-protocol-targets-for-the-first-commitment-period (accessed May 6, 2020).

[13] Erickson LE, Brase G, Erickson LE, Brase G. Paris Agreement on Climate Change. Reducing Greenh Gas Emiss Improv Air Qual 2019:11–22. https://doi.org/10.1201/9781351116589-2.

[14] United Nations. Katowice Package of Measures. Conf Parties 2013;94:87–8.

[15] United Nations. The sustainable development goals report 2019. United Nations Publ Issued by Dep Econ Soc Aff 2019:64.

[16] European Commission n.d. https://ec.europa.eu/energy/topics/renewable-energy_en (accessed May 4, 2020).

[17] European Commission. Πλαίσιο πολιτικής για το κλίμα και την ενέργεια κατά την περίοδο από το 2020 έως το 2030 2014. https://doi.org/10.1155/2010/706872.

[18] European Commission. A Clean Planet for all. A European long-term strategic vision for a prosperous, modern, competitive and climate neutral economy. Com(2018) 773 2018:114.

[19] European Commission. Proposal for a REGULATION OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL establishing the framework for achieving climate neutrality and amending Regulation (EU) 2018/1999 (European Climate Law) EN 2020;8:1–58. https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004.

[20] European Commission. Submission By Croatia and the European Commission on behalf of the Eurpoean Union and its member states 2020:1–7.

[21] European Commission. Στρατηγική πλαίσιο για μια ανθεκτική Ενεργειακή Ένωση με μακρόπνοη πολιτική για την κλιματική αλλαγή EL 2015:1–41.

[22] European Commission n.d. https://ec.europa.eu/energy/topics/energy-strategy/energy-union_en (accessed May 15, 2020).

[23] European Commission;, European Council. ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ (ΕΕ) 2018/1999 ΤΟΥ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟΥ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟΥ της 11ης Δεκεμβρίου 2018 για 2018.

[24] European Commission. Fourth report on the State of the Energy Union. COM(2019) 175 final 2019:27.

[25] Directorate-General for Energy (European Commission). Clean energy for all Europeans. Euroheat and Power 2019;14:3. https://doi.org/10.2833/9937.

[26] European Parliament, Factsheets on the European Union n.d. https://www.europarl.europa.eu/factsheets/en/sheet/72/combating-climate-change (accessed April 24, 2020).

[27] European Commission. Ευρωπαϊκή Πράσινη συμφωνια 2019.

[28] Domanico F. Liberalisation of the European Electricity Industry: internal market or national champions. Energy J 2007:1–27.

[29] Joskow PL. Lessons learned from electricity market liberalization. Energy J 2008;29:9–42. https://doi.org/10.5547/issn0195-6574-ej-vol29-nosi2-3.

[30] Merino R. Liberalisation of the Electricity Industry in the European Union LL.M. in Natural Resources Law and International Environmental Law 2013.

[31] Jamasb T, Pollitt M. Electricity market reform in the European Union: Review of progress toward liberalization & Integration. Energy J 2005;26:11–41. https://doi.org/10.5547/issn0195-6574-ej-vol26-nosi-2.

[32] Glachant JM, Ruester S. The EU internal electricity market: Done forever? Util Policy 2014;31:221–8. https://doi.org/10.1016/j.jup.2014.03.006.

[33] JONES CHRISTOPHER. EU Energy Law: The Internal Energy Market. 2ND ed. Cornwall: 2006.

[34] Commission E. Regulation (EC) No 713/2009 - Establishing an Agency for the Cooperation of Energy Regulators. Off J Eur Union 2009;L211:1–14.

[35] European Parliament n.d. https://www.europarl.europa.eu/factsheets/en/sheet/45/internal-energy-market (accessed May 17, 2020).

[36] ACER / CEER Annual Report on the Results of Monitoring the Internal Electricity and Natural Gas Markets in 2013 A N N U A L R E P O R T O N T H E R E S U LT S O F M O N I TO R I N G T H E I N T E R N A L E L E C T R I C I T Y A N D N AT U R A L G A S M A . 2013.

[37] European Commission. DIRECTIVE OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL on common rules for the internal market in electricity. vol. 0380, 2019. https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004.

[38] European Commission. REGULATION OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL on the internal market for electricity 2016;0379. https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004.

[39] EuropeanCommission. Proposal for a new regulation on risk preparedness in the electricity sector. Eur Comm Winter Packag 2016;0377.

[40] European Commission. ENERGY UNION AGENCY REGULATION 2019;53:1689–99. https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004.

[41] ACER. Consolidated Annual Activity Report - Year 2019 2020.

[42] Council of the European Union n.d. https://www.consilium.europa.eu/en/ (accessed July 8, 2020).

[43] ΟΔΗΓΙΑ 2001/42/ΕΚ ΤΟΥ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟΥ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟΥ της 27ης Ιουνίου 2001 σχετικά με την εκτίμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων ορισμένων σχεδίων και προγραμμάτων 2003:30–7.

[44] ΕΠΙΤΡΟΠΗ Ε, Βρυξέλλες 18.6.2019 COM(2019) 285 final, ΑΝΑΚΟΙΝΩΣΗ. Ενωμένοι στην υλοποίηση της Ενεργειακής Ένωσης και της Δράσης για το Κλίμα — Δημιουργία των βάσεων για την επιτυχή μετάβαση στην καθαρή ενέργεια 2019;24:233–44. https://doi.org/10.1145/1390630.1390641.

[45] The European Parliament, Council the European Union. Regulation (EU) 2018/842. Off J Eur Union 2018;2018:26–42.

[46] Έκθεση προόδου της δράσης για το κλίμα 2018.

[47] European CommissionCarbon leakage n.d. https://ec.europa.eu/clima/policies/ets/allowances/leakage_en#tab-0-0 (accessed June 23, 2020).

[48] European Commission. EU ETS Handbook. Clim Action 2015:138.

[49] EU ETS Data Viewer n.d. https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/dashboards/emissions-trading-viewer-1 (accessed July 9, 2020).

[50] European Emissions Trading Scheme n.d. https://www.emissions-euets.com/carbon-market-glossary/872-european-union-emissions-trading-system-eu-ets (accessed July 8, 2020).

[51] Hewitt RJ, Bradley N, Compagnucci AB, Barlagne C, Ceglarz A, Cremades R, et al. Social innovation in community energy in Europe: A review of the evidence. Front Energy Res 2019;7. https://doi.org/10.3389/fenrg.2019.00031.

[52] Curtin J, McInerney C, Ó Gallachóir B. Financial incentives to mobilise local citizens as investors in low-carbon technologies: A systematic literature review. Renew Sustain Energy Rev 2017;75:534–47. https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.11.020.

[53] Roberts J, Frieden D, D'Herbemont S. Energy Community Definitions 2019.

[54] Chen J, Wang P, Cui L, Huang S, Song M. Decomposition and decoupling analysis of CO 2 emissions in OECD. Appl Energy 2018. https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2018.09.179.

[55] European Parliament. Directive 2019/944 on Common Rules for the Internal Market for Electricity. Off J Eur Union 2019:18. https://doi.org/http://eur-lex.europa.eu/pri/en/oj/dat/2003/l_285/l_28520031101en00330037.pdf.

[56] Frieden D, Roberts J, Gubina AF. Overview of emerging regulatory frameworks on collective self-consumption and energy communities in Europe. Int Conf Eur Energy Mark EEM 2019;2019-Septe. https://doi.org/10.1109/EEM.2019.8916222.

[57] Caramizaru A, Uihlein A. Energy communities : an overview of energy and social innovation. 2019. https://doi.org/10.2760/180576.

[58] REScoop.eu. Q&A: What are "citizen" and "renewable" energy communities? 2019.

[59] CEER. Regulatory Aspects of Self- Consumption and Energy Communities CEER Report 2019:53.

[60] Liaskas K, Mavrotas G, Mandaraka M, Diakoulaki D. Decomposition of industrial CO2 emissions:: The case of European Union. Energy Econ 2000;22:383–94. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0140-9883(99)00035-3.

[61] B.W. Ang * FQZ. A survey of index decomposition analysis in energy and environmental studies. Energy 2000;25. https://doi.org/10.1007/978-3-642-03344-5_4.

[62] Xu XY, Ang BW. Index decomposition analysis applied to CO2 emission studies. Ecol Econ 2013;93:313–29. https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2013.06.007.

[63] Rutger Hoekstra * JJCJM van der B. Comparing structural and index decomposition analysis. Energy Econ 2003;25.

[64] Vehmas, J., Malaska, P., Luukkanen, J., Kaivo-oja, J., Hietanen, O., Vinnari, M. &

Ilvonen J. Europe in global battle of sustainabilityQ rebound strikes back? 2003.

[65] Tapio P. Towards a theory of decoupling: Degrees of decoupling in the EU and the case of road traffic in Finland between 1970 and 2001. Transp Policy 2005;12:137–51. https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2005.01.001.

[66] Kenneth Arrow, Bert Bolin, Robert Costanza, Partha Dasgupta, Carl Folke, C. S. Holling, Bengt-Owe Jansson, Simon Levin, Karl-Goran Maler, Charles Perrings DP. Economic Growth, Carrying Capacity, and the Environment Kenneth. Energy Econ 1995. https://doi.org/10.1007/s11356-018-2640-8.

[67] de Bruyn S. Dematerialization and rematerialization as two recurring phenomena of industrial ecology, 2002. https://doi.org/https://doi.org/10.4337/9781843765479.00028.

[68] De Bruyn SM, Van Den Bergh JCJM, Opschoor JB. Economic growth and emissions: Reconsidering the empirical basis of environmental Kuznets curves. Ecol Econ 1998;25:161–75. https://doi.org/10.1016/S0921-8009(97)00178-X.

[69] Reitler W, Rudolph M, Schaefer H. Analysis of the factors influencing energy consumption in industry. A revised method. Energy Econ 1987;9:145–8. https://doi.org/10.1016/0140-9883(87)90019-3.

[70] Boyd GA, Hanson DA, Sterner T. Decomposition of changes in energy intensity. A comparison of the Divisia index and other methods. Energy Econ 1988;10:309–12. https://doi.org/10.1016/0140-9883(88)90042-4.

[71] Park S-H. Decomposition of industrial energy consumption: an alternative method. Energy Econ 1992;14. https://doi.org/10.1016/0140-9883(94)90001-9.

[72] Howarth RB, Schipper L, Duerr PA, Strm S. Manufacturing energy use in eight OECD countries. Decomposing the impacts of changes in output, industry structure and energy intensity. Energy Econ 1991;13:135–42. https://doi.org/10.1016/0140-9883(91)90046-3.

[73] B. W. Ang K-HC. Decomposition of Aggregate Energy and Gas Emission Intensities for Industry: A Refined Divisia Index Method. Energy J 1997;26.

[74] Ang BW, Liu FL. A new energy decomposition method: Perfect in decomposition and consistent in aggregation. Energy 2001;26:537–48. https://doi.org/10.1016/S0360-5442(01)00022-6.

[75] Albrecht J, Francois, D ; Schoors K. A Shapley decomposition of carbon emissions without residuals. Energy Policy 2002;30:727–36. https://doi.org/10.1016/S0301-4215(01)00131-8.

[76] Sun JW. Changes in energy consumption and energy intensity: A complete decomposition model. Energy Econ 1998;20:85–100. https://doi.org/10.1016/S0140-9883(97)00012-1.

[77] Ang BW. Decomposition analysis for policymaking in energy: Which is the preferred

method? Energy Policy 2004;32:1131–9. https://doi.org/10.1016/S0301-4215(03)00076-4.

[78] Fernández González P, Landajo M, Presno MJ. The driving forces behind changes in CO2 emission levels in EU-27. Differences between member states. Environ Sci Policy 2014. https://doi.org/10.1016/j.envsci.2013.10.007.

[79] Fernández González P, Landajo M, Presno MJ. Tracking European Union CO2 emissions through LMDI (logarithmic-mean Divisia index) decomposition. The activity revaluation approach. Energy 2014;73:741–50. https://doi.org/10.1016/j.energy.2014.06.078.

[80] Lopez NSA, Biona JBMM, Chiu ASF. Electricity trading and its effects on global carbon emissions: A decomposition analysis study. J Clean Prod 2018;195:532–9. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.05.231.

[81] Steenhof PA. Decomposition for emission baseline setting in China's electricity sector. Energy Policy 2007;35:280–94. https://doi.org/10.1016/j.enpol.2005.11.024.

[82] Nag B, Parikh JK. Carbon emission coefficient of power consumption in India: Baseline determination from the demand side. Energy Policy 2005;33:777–86. https://doi.org/10.1016/j.enpol.2003.10.002.

[83] Malla S. CO2 emissions from electricity generation in seven Asia-Pacific and North American countries: A decomposition analysis. Energy Policy 2009. https://doi.org/10.1016/j.enpol.2008.08.010.

[84] Shrestha RM, Timilsina GR. Factors affecting CO2 intensities of power sector in Asia: A Divisia decomposition analysis. Energy Econ 1996;18:283–93. https://doi.org/10.1016/S0140-9883(96)00019-9.

[85] Steenhof PA, Weber CJ. An assessment of factors impacting Canada's electricity sector's GHG emissions. Energy Policy 2011;39:4089–96. https://doi.org/10.1016/j.enpol.2011.03.056.

[86] Goh T, Ang BW, Xu XY. Quantifying drivers of CO2 emissions from electricity generation – Current practices and future extensions. Appl Energy 2018;231:1191–204. https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2018.09.174.

[87] IEA Electricity Information n.d. https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2017 (accessed June 25, 2020).

[88] Zhang M, Liu X, Wang W, Zhou M. Decomposition analysis of CO2 emissions from electricity generation in China. Energy Policy 2013;52:159–65. https://doi.org/10.1016/j.enpol.2012.10.013.

[89] Tan Z, Li L, Wang J, Wang J. Examining the driving forces for improving China's CO2 emission intensity using the decomposing method. Appl Energy 2011;88:4496–504. https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2011.05.042.

[90] Zhang C, Zhang M ZN. Identifying the determinants of CO2 emission change in China's power sector 2016.

[91] Zhao Y, Li H, Zhang Z, Zhang Y, Wang S LY. Decomposition and scenario analysis of CO2 emissions in China's power industry: based on LMDI method. Nat Hazards 2016.

[92] Liu Z, Liang S, Geng Y, Xue B, Xi F, Pan Y, et al. Features, trajectories and driving forces for energy-related GHG emissions from Chinese mega cites: The case of Beijing, Tianjin, Shanghai and Chongqing. Energy 2012;37:245–54. https://doi.org/10.1016/j.energy.2011.11.040.

[93] O' Mahony T, Zhou P, Sweeney J. Integrated scenarios of energy-related CO2 emissions in Ireland: A multi-sectoral analysis to 2020. Ecol Econ 2013;93:385–97. https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2013.06.016.

[94] Emodi NV BK-J. Decomposition analysis of CO2 emissions from electricity generation in Nigeria. Int J Energy Econ Policy 2015;5.

[95] Zhang M, Bai C. Exploring the influencing factors and decoupling state of residential energy consumption in Shandong. J Clean Prod 2018;194:253–62. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.05.122.

[96] Dai, S., Zhang, M., Huang W. Decomposing the decoupling of CO2 emission from economic growth in BRICS countries. Nat Hazards 2016.

[97] De Freitas LC, Kaneko S. Decomposition of CO2 emissions change from energy consumption in Brazil: Challenges and policy implications. Energy Policy 2011. https://doi.org/10.1016/j.enpol.2010.12.023.

[98] Zhao X, Zhang X, Li N, Shao S, Geng Y. Decoupling economic growth from carbon dioxide emissions in China: A sectoral factor decomposition analysis. J Clean Prod 2017;142:3500–16. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.10.117.

[99] Feng, B., Wang X. Research on carbon decoupling effect and influence factors of provincial construction industry in China. China Popul Resour Environ 2015;4.

[100] Xu, Y.Z., Xu, K.N., Hu Y. Driving factors and decoupling effect of carbon emissions: evidence from China's manufacturing sector. Stat Res 2011;7.

[101] He, A.Z., Liu P. Factor decomposition and decoupling analysis on CO2 emissions: evidence from China's circulation sector. China Environ n.d.;3.

[102] Zhou YX. Responsive relationship between transportation carbon emissions and traffic economic growth–A practical study based on decoupling & recoupling theory and LMDI decomposition 2014.

[103] Shi, C.L., Jie, C.L., Zhu J. An analysis of influencing factors of carbon emission decoupling by Chinese agricultural energy consumption 2016.

[104] Xie P, Gao S, Sun F. An analysis of the decoupling relationship between CO 2 emission in power industry and GDP in China based on LMDI method. J Clean Prod 2019.

https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.11.212.

[105] Wang WW, Zhang M, Zhou M. Using LMDI method to analyze transport sector CO2 emissions in China. Energy 2011;36:5909–15. https://doi.org/10.1016/j.energy.2011.08.031.

[106] Zhang Z. Decoupling china's carbon emissions increase from economic growth: An economic analysis and policy implications. Clim Chang 2017;28:295–308.

[107] OECD. Indicators to measure decoupling of economic growth from ecologic pressure 2002;14:158–62.

[108] LJ Yang, W Wu, Q Su, ZP Du XJ. Carbon emissions of transportation energy consumption and its decoupling analysis in Jiangsu province. Resour Environ Yangtze Basin 2014.

[109] Zhao, Y., Kuang, Y., Huang N. Decomposition analysis in decoupling transport output from carbon emissions in Guangdong Province. China Energies 2016.

[110] Ren S, Hu Z. Effects of decoupling of carbon dioxide emission by Chinese nonferrous metals industry. Energy Policy 2012;43:407–14. https://doi.org/10.1016/j.enpol.2012.01.021.

[111] Wu Y, Chau KW, Lu W, Shen L, Shuai C, Chen J. Decoupling relationship between economic output and carbon emission in the Chinese construction industry. Environ Impact Assess Rev 2018;71:60–9. https://doi.org/10.1016/j.eiar.2018.04.001.

[112] Luo Y, Long X, Wu C, Zhang J. Decoupling CO2 emissions from economic growth in agricultural sector across 30 Chinese provinces from 1997 to 2014. J Clean Prod 2017;159:220–8. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.05.076.

[113] IPCC. Stationary Combustion. 2019 Refinement to 2006 IPCC Guidel. Natl. Greenh. Gas Invent., 2019.

[114] Peng, J.W, Huang, X.J., Zhong, T.Y., Zhao Y. Decoupling analysis of economic growth and energy carbon emissions in China. ResourSci 2011;4.

[115] Zhao, A.W., Li D. Empirical analysis on decoupling relationship between carbon emission and economic growth in China. Technol Econ 2013;1.

[116] Exchange Rates UK n.d. https://www.exchangerates.org.uk/EUR-USD-spot-exchange-rates-history-2010.html (accessed April 3, 2020).

Παράρτημα Α: Δεδομένα ηλεκτρικής ενέργειας

Στο παρόν απόσπασμα της εργασίας λόγω πληθώρας δεδομένων για την εξεταζόμενη εικοσαετία, παρατίθενται δεδομένα που αφορούν τις χρονιές 1998, 2002, 2006, 2010, 2014, 2018. Στην περίπτωση που τα δεδομένα αφορούν μεταβολές παρατίθενται οι μεταβολές των τετραετιών.

Πίνακας Α.1: Συνολική παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας σε GWh στην ΕΕ27 και το Ηνωμένο Βασίλειο

χώρες	1998	2002	2006	2010	2014	2018
ΕΕ27	2,549,237	2,746,176	2,956,013	2,968,959	2,846,067	2,930,258
Βέλγιο	83,200	82,074	85,354	94,732	71,942	74,387
Βουλγαρία	41,614	42,836	45,929	46,660	47,442	46,779
Τσεχία	65,112	76,277	84,593	85,984	86,122	87,945
Δανία	37,299	36,517	45,446	38,745	32,032	30,230
Γερμανία	590,552	613,684	634,152	629,048	624,062	639,409
Εσθονία	8,524	8,527	9,732	12,964	12,446	12,362
Ιρλανδία	21,110	25,153	27,440	28,306	26,067	31,165
Ελλάδα	45,842	54,015	60,037	56,607	49,733	52,624
Ισπανία	195,216	245,317	299,236	300,537	277,899	272,798
Γαλλία	513,308	557,875	573,724	568,560	571,038	580,580
Κροατία	11,441	12,747	13,035	14,898	13,542	13,607
Ιταλία	258,690	285,284	309,682	298,200	277,340	287,138
Κύπρος	2,991	3,785	4,653	5,322	4,350	5,061
Λετονία	5,797	3,975	4,892	6,627	5,158	6,725
Λιθουανία	17,479	17,504	12,160	5,499	4,132	3,223
Λουξεμβούργο	1,978	4,460	5,111	5,275	3,684	3,154
Ουγγαρία	37,770	36,557	35,855	37,366	29,335	31,848
Μάλτα	2,217	2,658	2,870	2,114	2,245	1,962
Ολλανδία	90,027	95,299	97,825	118,299	101,952	113,115
Αυστρία	56,930	62,396	64,097	70,780	65,073	67,965
Πολωνία	142,442	143,803	161,171	157,074	158,545	169,659
Πορτογαλία	38,889	46,012	48,866	53,881	52,637	59,580
Ρουμανία	57,354	57,929	62,561	60,786	65,405	64,305
Σλοβενία	13,728	14,598	15,113	16,438	17,434	16,319
Σλοβακία	26,032	32,367	31,338	27,797	27,197	26,775
Φινλανδία	70,126	74,660	82,038	80,313	67,749	69,901
Σουηδία	158,578	146,488	143,305	148,414	153,492	163,190
ΗΒ	364,678	389,177	396,101	379,382	337,063	330,422

Πίνακας Α.2:Εξαγωγές ηλεκτρικής ενέργειας σε GWh στην ΕΕ27 και το Ηνωμένο Βασίλειο

χώρες	1998	2002	2006	2010	2014	2018
ΕΕ27	199,520	272,580	308,400	286,641	368,710	363,553
Βέλγιο	6,435	9,070	8,696	11,844	4,188	4,308
Βουλγαρία	4,211	8,335	8,882	9,613	13,774	10,030
Τσεχία	10,844	20,889	24,097	21,590	28,142	25,481
Δανία	7,600	11,010	13,702	11,734	9,847	10,409
Γερμανία	38,953	38,372	65,441	57,917	74,320	80,463
Εσθονία	528	1,102	1,001	4,354	6,484	4,950
Ιρλανδία	73	62	9	290	704	1,649
Ελλάδα	890	1,706	1,938	2,811	642	2,272
Ισπανία	5,562	7,175	12,373	13,539	15,716	12,916
Γαλλία	62,152	80,739	71,863	50,188	75,063	76,534
Κροατία	993	892	3,308	8,447	6,945	7,306
Ιταλία	901	922	1,611	1,827	3,031	3,271
Κύπρος	0	0	0	0	0	0
Λετονία	384	490	302	3,100	3,023	4,265
Λιθουανία	10,654	11,018	6,240	2,184	898	3,215
Λουξεμβούργο	924	2,940	3,267	3,216	2,067	1,392
Ουγγαρία	2,614	8,349	8,186	4,702	5,689	4,265
Μάλτα	0	0	0	0	0	11
Ολλανδία	420	4,488	5,887	12,808	18,128	18,785
Αυστρία	10,467	14,676	14,580	17,472	17,437	19,129
Πολωνία	8,082	11,537	15,775	7,664	11,342	8,121
Πορτογαλία	3,700	3,430	3,183	3,191	6,344	8,325
Ρουμανία	337	3,290	5,262	3,041	9,937	6,241
Σλοβενία	2,630	4,928	7,662	10,745	9,997	9,432
Σλοβακία	3,091	10,867	10,921	6,293	11,862	8,746
Φινλανδία	276	1,539	2,717	5,218	3,655	2,612
Σουηδία	16,799	14,754	11,497	12,853	29,475	29,425
ΗΒ	131	768	2,765	4,482	2,723	2,225

Πίνακας Α.3:Εισαγωγές ηλεκτρικής ενέργειας σε GWh στην ΕΕ27 και το Ηνωμένο Βασίλειο

χώρες	1998	2002	2006	2010	2014	2018
ΕΕ27	187,928	279,689	308,853	291,540	363,687	372,398
Βέλγιο	7,828	16,658	18,853	12,395	21,791	21,636
Βουλγαρία	564	2,040	1,139	1,167	4,319	2,223
Τσεχία	8,383	9,502	11,466	6,642	11,842	11,573
Δανία	3,280	8,939	6,767	10,599	12,702	15,634
Γερμανία	38,315	48,370	48,464	42,962	40,435	31,727
Εσθονία	138	412	251	1,100	3,730	3,053
Ιρλανδία	152	565	1,787	760	2,853	1,622
Ελλάδα	2,500	4,602	6,140	8,517	9,461	8,550
Ισπανία	8,964	12,504	9,093	5,206	12,310	24,018
Γαλλία	4,590	3,705	8,522	19,475	7,873	13,562
Κροατία	3,783	3,927	8,313	12,415	10,898	12,693
Ιταλία	41,633	51,519	46,596	45,987	46,747	47,170
Κύπρος	0	0	0	0	0	0
Λετονία	914	2,838	2,810	3,973	5,340	5,174
Λιθουανία	4,572	4,532	5,812	8,174	8,521	12,848
Λουξεμβούργο	6,338	6,414	6,824	7,280	6,961	7,553
Ουγγαρία	3,354	12,605	15,393	9,897	19,079	18,613
Μάλτα	0	0	0	0	0	631
Ολλανδία	12,234	20,870	27,346	15,583	32,855	26,755
Αυστρία	10,304	15,375	20,925	19,909	26,712	28,076
Πολωνία	4,608	4,469	4,789	6,310	13,508	13,816
Πορτογαλία	3,974	5,329	8,624	5,814	7,247	5,668
Ρουμανία	724	436	989	767	2,811	3,697
Σλοβενία	711	3,794	7,706	8,625	7,254	8,930
Σλοβακία	4,381	6,710	8,590	7,334	12,964	12,428
Φινλανδία	9,582	13,464	14,118	15,719	21,622	22,548
Σουηδία	6,102	20,110	17,537	14,931	13,852	12,202
ΗΒ	12,839	9,182	10,282	7,143	23,244	21,332

Πίνακας Α. 4:Τελική ακαθάριστη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας σε GWh στην ΕΕ27 και το Ηνωμένο Βασίλειο

χώρες	1998	2002	2006	2010	2014	2018
ΕΕ27	2,537,645	2,753,285	2,956,466	2,973,858	2,841,044	2,939,103
Βέλγιο	84,593	89,662	95,511	95,283	89,545	91,714
Βουλγαρία	37,967	36,541	38,186	38,214	37,987	38,972
Τσεχία	62,651	64,890	71,962	71,036	69,822	74,037
Δανία	32,979	34,446	38,511	37,610	34,887	35,455
Γερμανία	589,914	623,682	617,175	614,093	590,177	590,673
Εσθονία	8,134	7,837	8,982	9,710	9,692	10,465
Ιρλανδία	21,189	25,656	29,217	28,776	28,216	31,137
Ελλάδα	47,452	56,911	64,239	62,313	58,552	58,902
Ισπανία	198,618	250,646	295,956	292,204	274,493	283,900
Γαλλία	455,746	480,841	510,383	537,847	503,848	517,607
Κροατία	14,231	15,782	18,040	18,866	17,495	18,995
Ιταλία	299,422	335,881	354,667	342,360	321,056	331,036
Κύπρος	2,991	3,785	4,653	5,322	4,350	5,061
Λετονία	6,327	6,323	7,400	7,500	7,475	7,634
Λιθουανία	11,397	11,018	11,732	11,489	11,755	12,855
Λουξεμβούργο	7,392	7,934	8,668	9,338	8,578	9,315
Ουγγαρία	38,510	40,813	43,062	42,561	42,725	46,196
Μάλτα	2,217	2,658	2,870	2,114	2,245	2,583
Ολλανδία	101,841	111,681	119,284	121,074	116,679	121,085
Αυστρία	56,767	63,095	70,441	73,217	74,348	76,911
Πολωνία	138,968	136,735	150,185	155,720	160,711	175,353
Πορτογαλία	39,163	47,911	54,307	56,504	53,540	56,923
Ρουμανία	57,741	55,075	58,288	58,512	58,279	61,761
Σλοβενία	11,809	13,464	15,157	14,318	14,691	15,817
Σλοβακία	27,322	28,210	29,007	28,838	28,299	30,457
Φινλανδία	79,432	86,585	93,439	90,814	85,716	89,837
Σουηδία	147,881	151,844	149,345	150,492	137,869	145,967
ΗΒ	377,386	397,591	403,618	382,043	357,584	349,529

Παράρτημα Β: Δεδομένα μοντέλου ανάλυσης προσδιοριστικών παραγόντων

Σε αντιστοιχία με το προηγούμενο παράρτημα, λόγω πληθώρας δεδομένων για την εξεταζόμενη εικοσαετία, παρατίθενται δεδομένα που αφορούν τις χρονιές 1998, 2002, 2006, 2010, 2014, 2018. Στην περίπτωση που τα δεδομένα αφορούν μεταβολές παρατίθενται οι μεταβολές των τετραετιών.

Πίνακας Β.1:Συνολικές μεταβολές των εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα σε ktn για την ΕΕ27 και το Ηνωμένο Βασίλειο για τις εξεταζόμενες τετραετίες

ΔCO2	1998-2002	2002-2006	2006-2010	2010-2014	2014-2018
ΕΕ27	63,767	22,760	-122,533	-97,803	-51,725
Βέλγιο	-4,347	-655	-1,870	-6,359	-13
Βουλγαρία	-2,427	2,219	2,786	-2,167	-1,634
Τσεχία	1,992	496	-8,049	-4,734	-1,394
Δανία	-2,873	5,125	-6,513	-5,132	-2,246
Γερμανία	7,943	-19,937	-22,315	1,785	-40,491
Εσθονία	-954	881	2,607	404	-1,532
Ιρλανδία	1,137	-1,120	-1,833	-1,803	-762
Ελλάδα	4,701	-687	-3,855	-8,519	-7,578
Ισπανία	34,936	3,200	-47,150	2,691	-231
Γαλλία	-12,172	3,382	1,331	-13,905	1,090
Κροατία	1,003	-515	-825	-672	-651
Ιταλία	15,116	4,657	-21,574	-26,622	-4,430
Κύπρος	344	678	267	-942	414
Λετονία	-28	121	245	-152	322
Λιθουανία	-443	-24	498	-711	-390
Λουξεμβούργο	988	221	-1,182	-628	-66
Ουγγαρία	-2,465	-2,799	-1,577	-3,431	167
Μάλτα	214	-6	-324	-123	-94
Ολλανδία	2,292	-3,519	4,510	-1,640	-327
Αυστρία	385	1,729	-711	-4,502	558
Πολωνία	-1,647	13,939	-8,487	-5,243	756
Πορτογαλία	5,741	-3,350	-7,254	292	3,230
Ρουμανία	3,705	2,457	-6,895	-3,468	748
Σλοβενία	623	-87	-151	-1,452	290
Σλοβακία	-1,468	-568	-1,706	-727	30
Φινλανδία	4,862	4,240	-3,356	-8,740	-1,874
Σουηδία	314	-1,184	766	-2,146	435
ΗΒ	13,233	14,368	-30,853	-33,571	-65,543

Πίνακας Β.2:Μεταβολές των εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα σε ktn για την ΕΕ27 και το Ηνωμένο Βασίλειο για τις εξεταζόμενες τετραετίες που οφείλονται στο κατά κεφαλήν ΑΕΠ

ΔΑ	1998-2002	2002-2006	2006-2010	2010-2014	2014-2018
ΕΕ27	92,953	75,185	3,080	18,376	66,666
Βέλγιο	2,182	1,659	367	226	662
Βουλγαρία	2,171	5,624	2,735	1,676	3,548
Τσεχία	5,229	10,193	1,423	1,046	5,063
Δανία	959	1,278	-714	223	410
Γερμανία	18,867	15,886	8,727	23,733	14,625
Εσθονία	1,955	3,027	-998	1,900	1,645
Ιρλανδία	3,769	1,906	-1,457	985	4,053
Ελλάδα	6,491	8,157	-4,086	-7,855	1,582
Ισπανία	13,457	7,633	-4,328	-2,811	8,624
Γαλλία	3,269	1,823	-229	569	1,399
Κροατία	605	781	-70	-53	311
Ιταλία	8,826	2,919	-6,232	-6,613	4,087
Κύπρος	378	374	-41	-552	542
Λετονία	110	193	-59	144	129
Λιθουανία	147	271	31	190	48
Λουξεμβούργο	499	287	7	20	82
Ουγγαρία	2,854	2,506	-528	723	1,281
Μάλτα	137	73	64	118	34
Ολλανδία	3,892	2,711	884	120	3,260
Αυστρία	940	841	242	233	342
Πολωνία	14,946	21,454	21,336	12,724	18,905
Πορτογαλία	1,587	464	126	-603	1,682
Ρουμανία	3,937	7,373	2,794	2,603	4,214
Σλοβενία	732	829	77	-34	505
Σλοβακία	631	1,547	755	289	454
Φινλανδία	1,986	2,242	-231	-274	601
Σουηδία	436	394	33	68	93
ΗΒ	19,617	18,332	-6,416	7,589	4,487

Πίνακας Β.3:Μεταβολές των εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα σε ktn για την ΕΕ27 και το Ηνωμένο Βασίλειο για τις εξεταζόμενες τετραετίες που οφείλονται στον παράγοντα του πληθυσμού

ΔΡ	1998-2002	2002-2006	2006-2010	2010-2014	2014-2018
ΕΕ27	5,144	14,445	10,785	4,347	5,719
Βέλγιο	285	433	641	520	260
Βουλγαρία	-1,042	-624	-623	-553	-575
Τσεχία	-457	108	1,041	186	331
Δανία	204	173	295	152	154
Γερμανία	1,528	-9	-2,329	-3,698	6,700
Εσθονία	-60	-210	-136	-158	29
Ιρλανδία	837	1,174	1,071	231	438
Ελλάδα	905	556	517	-763	-603
Ισπανία	2,133	8,066	5,016	39	233
Γαλλία	1,022	1,105	900	769	310
Κροατία	-199	7	-8	-36	-70
Ιταλία	175	2,408	2,330	2,567	-402
Κύπρος	120	172	358	156	23
Λετονία	-18	-19	-33	-41	-27
Λιθουανία	-24	-37	-45	-54	-13
Λουξεμβούργο	147	200	213	203	167
Ουγγαρία	-172	-137	-75	-128	-80
Μάλτα	30	32	23	31	18
Ολλανδία	1,271	623	651	692	931
Αυστρία	127	284	148	181	290
Πολωνία	-1,217	-263	-426	-15	-121
Πορτογαλία	522	247	97	-183	-199
Ρουμανία	-778	-725	-1,192	-357	-408
Σλοβενία	22	24	109	29	10
Σλοβακία	-12	-7	16	18	17
Φινλανδία	138	228	363	251	99
Σουηδία	26	49	96	69	73
ΗΒ	2,673	4,613	5,862	4,604	2,941

Πίνακας Β.4:Μεταβολές των εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα σε ktn για την ΕΕ27 και το Ηνωμένο Βασίλειο για τις εξεταζόμενες τετραετίες που οφείλονται στην ένταση της ηλεκτρικής ενέργειας

ΔΙ	1998-2002	2002-2006	2006-2010	2010-2014	2014-2018
ΕΕ 27	-17,836	-16,581	-8,142	-62,183	-45,553
Βέλγιο	-1,020	-679	-1,057	-1,788	-599
Βουλγαρία	-1,906	-4,110	-2,095	-1,260	-2,434
Τσεχία	-3,093	-5,227	-3,049	-1,902	-3,296
Δανία	-520	314	63	-1,064	-472
Γερμανία	-2,124	-19,254	-7,904	-31,575	-21,097
Εσθονία	-2,221	-1,624	1,948	-1,765	-798
Ιρλανδία	-1,660	-1,075	178	-1,453	-3,431
Ελλάδα	1,707	-2,381	2,048	5,898	-769
Ισπανία	6,999	3,452	-1,857	-1,679	-6,354
Γαλλία	-2,059	-654	1,439	-3,516	-971
Κροατία	-13	-224	232	-118	-70
Ιταλία	4,758	1,674	-381	-2,166	-1,183
Κύπρος	146	123	184	-283	-92
Λετονία	-92	-101	101	-105	-86
Λιθουανία	-150	-187	-6	-118	-9
Λουξεμβούργο	-441	-164	13	-413	-97
Ουγγαρία	-1,711	-1,613	462	-559	-582
Μάλτα	38	-10	-413	-98	-28
Ολλανδία	-1,036	-427	-872	-2,492	-2,523
Αυστρία	94	215	97	-264	-361
Πολωνία	-15,544	-10,107	-16,532	-9,109	-9,044
Πορτογαλία	2,031	2,049	434	79	-558
Ρουμανία	-4,337	-5,110	-1,504	-2,328	-2,685
Σλοβενία	-112	-241	-474	113	-244
Σλοβακία	-391	-1,369	-800	-378	-217
Φινλανδία	-832	-975	-706	-764	-288
Σουηδία	-364	-496	-106	-325	-79
ΗΒ	-12,585	-19,933	-9,937	-22,686	-9,704

Πίνακας Β.5:Μεταβολές των εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα σε ktn για την ΕΕ27 και το Ηνωμένο Βασίλειο για τις εξεταζόμενες τετραετίες που οφείλονται στο διακρατικό εμπόριο

Δx	1998-2002	2002-2006	2006-2010	2010-2014	2014-2018
ΕΕ27	-7,029	2,495	-1,459	2,950	-3,780
Βέλγιο	-1,787	-537	2,220	-3,576	128
Βουλγαρία	1,365	519	340	520	-834
Τσεχία	5,888	2	1,321	732	-1,348
Δανία	-957	1,696	-2,044	-1,055	-422
Γερμανία	-5,659	13,945	-925	9,228	6,346
Εσθονία	329	-37	2,181	-466	-953
Ιρλανδία	-247	-663	636	-754	862
Ελλάδα	-887	-806	-1,418	-2,938	1,779
Ισπανία	-409	3,747	1,566	-1,124	-3,879
Γαλλία	1,235	-1,205	-2,474	2,324	-284
Κροατία	18	-470	305	-55	-161
Ιταλία	-2,041	3,555	-299	-800	335
Κύπρος	0	0	0	0	0
Λετονία	-163	23	193	-177	194
Λιθουανία	28	-323	-751	-254	-96
Λουξεμβούργο	2,151	174	-134	-614	-436
Ουγγαρία	-1,518	-1,028	642	-2,292	32
Μάλτα	0	0	0	0	-49
Ολλανδία	-1,581	-1,752	7,796	-5,078	3,008
Αυστρία	-154	-1,013	764	-970	77
Πολωνία	2,879	2,386	-7,493	-2,536	-2,172
Πορτογαλία	-686	-1,435	962	401	946
Ρουμανία	1,426	548	-839	1,598	-1,449
Σλοβενία	-341	-433	712	139	-514
Σλοβακία	1,327	-370	-562	-11	-308
Φινλανδία	-353	354	146	-1,528	-137
Σουηδία	-393	-17	83	261	6
ΗΒ	2,394	519	2,255	-8,265	288

Πίνακας Β.6:Μεταβολές των εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα σε ktn για την ΕΕ27 και το Ηνωμένο Βασίλειο για τις εξεταζόμενες τετραετίες που οφείλονται στην ειδική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας

Δe	1998-2002	2002-2006	2006-2010	2010-2014	2014-2018
ΕΕ27	2,390	-13,726	-21,812	2,291	-10,765
Βέλγιο	-1,417	869	-877	-1,051	63
Βουλγαρία	-1,061	407	-696	-729	970
Τσεχία	-2,409	613	-5,679	364	-2,019
Δανία	-334	1,301	-1,285	-133	312
Γερμανία	4,707	-4,616	-7,433	-79	-5,655
Εσθονία	-722	-275	146	1,289	-584
Ιρλανδία	-489	-883	301	-246	-244
Ελλάδα	-681	196	860	-209	-309
Ισπανία	2,863	-1,837	-2,766	3,031	2,845
Γαλλία	-2,550	1,797	1,523	1,017	-843
Κροατία	-129	-307	-311	-8	-164
Ιταλία	-1,422	-7,413	-1,556	-4,444	252
Κύπρος	-300	10	-183	-55	15
Λετονία	0	-39	12	17	75
Λιθουανία	-15	-7	91	-88	-34
Λουξεμβούργο	-275	-58	-847	-203	-140
Ουγγαρία	-390	-310	-219	-514	489
Μάλτα	9	-101	2	-145	394
Ολλανδία	1,195	-1,709	-826	889	-853
Αυστρία	-1,556	454	-727	-347	119
Πολωνία	-1,866	1,755	3	737	-3,155
Πορτογαλία	-255	-437	46	-338	419
Ρουμανία	147	64	-608	-832	1,830
Σλοβενία	331	-236	-37	-46	-453
Σλοβακία	-341	-564	-460	210	-290
Φινλανδία	240	1,442	-1,141	-993	-1,216
Σουηδία	-116	196	-365	-10	-3
ΗΒ	521	-3,420	-2,629	1,266	-829

Πίνακας Β.7:Μεταβολές των εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα σε ktn για την ΕΕ27 και το Ηνωμένο Βασίλειο για τις εξεταζόμενες τετραετίες που οφείλονται στο μείγμα παραγωγής

Δs	1998-2002	2002-2006	2006-2010	2010-2014	2014-2018
ΕΕ27	-11,855	-39,058	-104,985	-63,583	-64,012
Βέλγιο	-2,591	-2,400	-3,163	-689	-526
Βουλγαρία	-1,954	404	3,125	-1,822	-2,307
Τσεχία	-3,166	-5,193	-3,107	-5,161	-124
Δανία	-2,226	363	-2,828	-3,255	-2,228
Γερμανία	-9,375	-25,889	-12,450	4,176	-41,409
Εσθονία	-236	-2	-535	-396	-870
Ιρλανδία	-1,073	-1,580	-2,560	-566	-2,440
Ελλάδα	-2,834	-6,408	-1,777	-2,652	-9,258
Ισπανία	9,893	-17,862	-44,782	5,235	-1,699
Γαλλία	-13,088	517	172	-15,067	1,479
Κροατία	721	-302	-973	-403	-496
Ιταλία	4,820	1,514	-15,436	-15,165	-7,519
Κύπρος	0	-1	-50	-208	-73
Λετονία	136	63	32	11	37
Λιθουανία	-429	259	1,179	-388	-285
Λουξεμβούργο	-1,092	-219	-434	378	360
Ουγγαρία	-1,529	-2,215	-1,858	-660	-974
Μάλτα	0	0	0	-29	-464
Ολλανδία	-1,449	-2,964	-3,124	4,229	-4,150
Αυστρία	934	948	-1,235	-3,336	91
Πολωνία	-846	-1,286	-5,375	-7,043	-3,658
Πορτογαλία	2,541	-4,238	-8,919	937	940
Ρουμανία	3,309	308	-5,547	-4,152	-754
Σλοβενία	-9	-31	-539	-1,653	986
Σλοβακία	-2,683	194	-655	-855	374
Φινλανδία	3,683	949	-1,787	-5,432	-932
Σουηδία	724	-1,310	1,026	-2,208	344
ΗΒ	613	14,257	-19,988	-16,078	-62,725

Πίνακας Β.8:Συνολικές εκπομπές CO_2 σε ktn για την ΕΕ27 και το Ηνωμένο Βασίλειο

χώρες	1998	2002	2006	2010	2014	2018
ΕΕ27	953,212	1,016,979	1,039,739	917,206	819,403	767,679
Βέλγιο	27,162	22,814	22,160	20,289	13,931	13,918
Βουλγαρία	21,564	19,136	21,355	24,141	21,974	20,340
Τσεχία	46,826	48,818	49,314	41,264	36,530	35,136
Δανία	16,299	13,426	18,552	12,038	6,906	4,660
Γερμανία	324,395	332,338	312,400	290,085	291,870	251,380
Εσθονία	9,276	8,321	9,202	11,808	12,212	10,681
Ιρλανδία	14,900	16,038	14,917	13,084	11,281	10,520
Ελλάδα	47,996	52,697	52,011	48,156	39,637	32,059
Ισπανία	80,866	115,802	119,002	71,851	74,543	74,312
Γαλλία	48,745	36,573	39,955	41,286	27,381	28,471
Κροατία	3,490	4,493	3,977	3,152	2,480	1,829
Ιταλία	113,129	128,245	132,903	111,328	84,707	80,277
Κύπρος	2,569	2,913	3,591	3,858	2,916	3,330
Λετονία	458	430	551	796	644	967
Λιθουανία	1,220	777	753	1,252	540	151
Λουξεμβούργο	2,558	3,546	3,767	2,585	1,957	1,891
Ουγγαρία	18,206	15,741	12,942	11,365	7,934	8,101
Μάλτα	1,027	1,242	1,236	912	789	695
Ολλανδία	43,634	45,926	42,407	46,917	45,277	44,951
Αυστρία	10,965	11,349	13,078	12,367	7,865	8,423
Πολωνία	112,979	111,332	125,271	116,785	111,542	112,298
Πορτογαλία	18,299	24,040	20,690	13,436	13,728	16,958
Ρουμανία	23,231	26,935	29,393	22,497	19,029	19,777
Σλοβενία	4,599	5,223	5,135	4,984	3,532	3,822
Σλοβακία	7,921	6,453	5,884	4,178	3,451	3,481
Φινλανδία	12,745	17,607	21,847	18,491	9,752	7,878
Σουηδία	3,569	3,883	2,699	3,465	1,319	1,754
ΗΒ	180,233	193,466	207,834	176,981	143,410	77,868

Πίνακας Β.9:Συνολική εισερχόμενη ενέργεια για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας σε TJ στην ΕΕ27 και το Ηνωμένο Βασίλειο

χώρες	1998	2002	2006	2010	2014	2018
ΕΕ27	21,818,441	23,188,776	24,128,311	23,013,874	21,579,592	21,163,378
Βέλγιο	805,028	777,036	788,529	841,416	621,100	598,605
Βουλγαρία	418,840	426,310	446,082	429,059	421,988	432,297
Τσεχία	624,303	707,991	797,619	751,269	746,949	723,309
Δανία	203,450	186,589	250,417	190,018	144,316	130,681
Γερμανία	5,369,182	5,507,509	5,543,491	5,116,176	4,823,505	4,447,280
Εσθονία	88,699	80,509	89,168	118,332	122,213	114,249
Ιρλανδία	192,272	216,131	214,913	205,810	181,279	201,996
Ελλάδα	437,008	502,582	524,516	496,230	411,594	398,268
Ισπανία	1,656,843	2,125,327	2,334,523	2,070,272	1,965,521	1,960,506
Γαλλία	4,981,106	5,376,962	5,598,140	5,538,402	5,451,892	5,329,563
Κροατία	68,408	79,821	74,755	73,527	65,140	61,583
Ιταλία	2,031,609	2,248,572	2,185,120	1,950,548	1,671,695	1,677,513
Κύπρος	33,282	37,742	46,526	50,324	38,968	44,929
Λετονία	22,131	15,558	18,846	25,894	21,265	29,176
Λιθουανία	165,783	168,448	109,479	27,018	17,513	12,689
Λουξεμβούργο	75,631	104,488	109,550	137,956	150,069	196,171
Ουγγαρία	383,381	350,498	329,407	338,706	274,654	288,537
Μάλτα	130,115	155,351	168,983	24,211	21,228	13,204
Ολλανδία	730,337	783,199	712,757	811,766	662,974	693,891
Αυστρία	291,275	292,422	317,728	335,975	292,650	302,902
Πολωνία	1,120,273	1,110,529	1,263,391	1,216,495	1,212,849	1,224,885
Πορτογαλία	268,988	338,806	322,248	302,840	299,014	353,303
Ρουμανία	479,193	636,904	457,170	439,036	432,943	443,243
Σλοβενία	113,872	126,060	126,322	125,982	124,398	116,502
Σλοβακία	229,890	284,869	276,617	226,503	230,960	218,576
Φινλανδία	467,992	520,202	581,695	537,402	450,677	443,304
Σουηδία	1,111,107	1,029,712	1,011,238	950,161	1,015,495	1,054,867
ΗΒ	3,421,487	3,504,936	3,519,127	3,094,551	2,693,323	2,306,286

Πίνακας Β.10:Σταθμισμένος μέσος όρος της έντασης της ηλεκτρικής ενέργειας σε TJ/GWh για την ΕΕ27 και το Ηνωμένο Βασίλειο

χώρες	1998	2002	2006	2010	2014	2018
ΕΕ27	8.56	8.44	8.16	7.75	7.58	7.22
Βέλγιο	9.68	9.47	9.24	8.88	8.63	8.05
Βουλγαρία	10.06	9.95	9.71	9.20	8.89	9.24
Τσεχία	9.59	9.28	9.43	8.74	8.67	8.22
Δανία	5.45	5.11	5.51	4.90	4.51	4.32
Γερμανία	9.09	8.97	8.74	8.13	7.73	6.96
Εσθονία	10.41	9.44	9.16	9.13	9.82	9.24
Ιρλανδία	9.11	8.59	7.83	7.27	6.95	6.48
Ελλάδα	9.53	9.30	8.74	8.77	8.28	7.57
Ισπανία	8.49	8.66	7.80	6.89	7.07	7.19
Γαλλία	9.70	9.64	9.76	9.74	9.55	9.18
Κροατία	5.98	6.26	5.73	4.94	4.81	4.53
Ιταλία	7.85	7.88	7.06	6.54	6.03	5.84
Κύπρος	11.13	9.97	10.00	9.46	8.96	8.88
Λετονία	3.82	3.91	3.85	3.91	4.12	4.34
Λιθουανία	9.48	9.62	9.00	4.91	4.24	3.94
Λουξεμβούργο	38.24	23.43	21.43	26.15	40.73	62.20
Ουγγαρία	10.15	9.59	9.19	9.06	9.36	9.06
Μάλτα	58.68	58.45	58.87	11.45	9.46	6.73
Ολλανδία	8.11	8.22	7.29	6.86	6.50	6.13
Αυστρία	5.12	4.69	4.96	4.75	4.50	4.46
Πολωνία	7.86	7.72	7.84	7.74	7.65	7.22
Πορτογαλία	6.92	7.36	6.59	5.62	5.68	5.93
Ρουμανία	8.35	10.99	7.31	7.22	6.62	6.89
Σλοβενία	8.29	8.64	8.36	7.66	7.14	7.14
Σλοβακία	8.83	8.80	8.83	8.15	8.49	8.16
Φινλανδία	6.67	6.97	7.09	6.69	6.65	6.34
Σουηδία	7.01	7.03	7.06	6.40	6.62	6.46
ΗΒ	9.38	9.01	8.88	8.16	7.99	6.98

Πίνακας Β.11:Σταθμισμένος μέσος συντελεστής εκπομπών σε tn CO_2/TJ για την ΕΕ27 και το Ηνωμένο Βασίλειο

χώρες	1998	2002	2006	2010	2014	2018
ΕΕ27	43.82	43.72	43.02	39.21	35.38	33.62
Βέλγιο	37.18	33.52	31.64	28.84	26.53	27.07
Βουλγαρία	48.84	44.10	45.10	51.02	47.46	42.83
Τσεχία	75.00	70.16	63.14	58.96	51.84	52.06
Δανία	76.19	66.78	67.35	56.47	39.03	27.01
Γερμανία	63.12	61.26	56.88	55.02	54.84	47.99
Εσθονία	103.11	101.08	100.80	94.84	91.80	85.46
Ιρλανδία	73.52	69.78	64.24	56.67	52.15	43.33
Ελλάδα	103.43	98.73	88.21	85.01	79.81	63.61
Ισπανία	45.45	51.15	46.95	31.37	30.68	30.95
Γαλλία	10.18	7.99	8.21	8.31	5.11	6.12
Κροατία	34.84	40.09	36.82	27.66	21.39	19.62
Ιταλία	48.64	51.12	53.76	48.50	39.48	38.84
Κύπρος	77.19	77.19	77.16	76.12	71.56	69.90
Λετονία	17.45	24.49	27.16	28.51	28.93	30.31
Λιθουανία	13.08	8.83	12.67	41.61	27.50	10.33
Λουξεμβούργο	56.78	58.44	58.31	50.75	52.09	50.05
Ουγγαρία	48.76	46.38	42.09	36.10	30.03	29.35
Μάλτα	37.66	37.66	37.66	37.65	36.40	50.25
Ολλανδία	69.57	67.60	63.91	61.06	63.64	59.08
Αυστρία	23.24	24.60	26.62	24.82	15.87	17.12
Πολωνία	99.06	98.55	97.62	93.43	87.77	85.78
Πορτογαλία	53.44	61.81	51.74	32.58	30.98	35.57
Ρουμανία	44.06	51.19	52.60	41.52	34.56	34.03
Σλοβενία	37.24	37.45	37.34	33.82	22.81	29.86
Σλοβακία	35.17	24.09	24.21	22.12	17.47	19.81
Φινλανδία	29.15	37.20	38.74	35.73	23.44	20.08
Σουηδία	4.40	5.28	3.66	5.28	1.95	2.45
ΗΒ	53.96	55.64	58.59	55.22	47.51	30.41

Πίνακας Β.12:Ακαθάριστο Εγχώριο προϊόν σε 2010 constant million Euros για την ΕΕ27 και το Ηνωμένο Βασίλειο

χώρες	1998	2002	2006	2010	2014	2018
ΕΕ27	8,977,274	9,918,272	10,823,718	10,978,631	11,271,303	12,351,785
Βέλγιο	285,331	315,080	345,983	363,140	379,633	406,518
Βουλγαρία	25,590	27,052	34,651	38,044	39,946	46,012
Τσεχία	108,864	120,290	148,396	156,718	161,772	188,095
Δανία	210,862	228,124	250,035	243,165	253,317	279,646
Γερμανία	2,245,736	2,389,702	2,510,452	2,564,400	2,747,496	2,972,800
Εσθονία	9,673	12,006	16,565	14,861	17,186	19,901
Ιρλανδία	104,765	141,290	172,522	167,732	185,598	281,738
Ελλάδα	177,291	205,505	242,772	226,031	185,586	190,818
Ισπανία	791,275	929,101	1,064,680	1,072,709	1,031,745	1,162,415
Γαλλία	1,639,304	1,817,279	1,962,319	1,995,289	2,076,887	2,210,588
Κροατία	34,411	38,291	46,150	45,112	43,679	49,043
Ιταλία	1,480,865	1,596,466	1,663,956	1,611,279	1,545,245	1,616,526
Κύπρος	12,557	15,063	17,826	19,410	17,255	20,678
Λετονία	11,363	14,051	20,454	17,818	20,566	23,393
Λιθουανία	17,829	20,814	28,365	27,955	32,989	37,298
Λουξεμβούργο	26,222	32,774	37,450	40,178	44,382	50,815
Ουγγαρία	74,906	87,931	104,039	98,987	105,501	122,758
Μάλτα	4,818	5,586	6,081	6,600	7,863	10,552
Ολλανδία	510,193	572,591	617,522	639,187	650,711	714,208
Αυστρία	237,333	261,538	286,885	295,897	308,723	334,129
Πολωνία	225,042	254,389	304,371	361,804	404,429	478,489
Πορτογαλία	154,833	171,581	177,210	179,611	169,168	186,631
Ρουμανία	81,226	92,213	117,836	125,409	139,783	170,217
Σλοβενία	25,473	29,718	35,049	36,364	36,320	41,784
Σλοβακία	41,553	45,314	58,221	68,093	73,828	84,612
Φινλανδία	143,025	164,796	186,904	188,143	187,835	203,455
Σουηδία	275,900	312,409	359,016	374,695	399,296	445,313
ΗΒ	1,481,493	1,670,026	1,872,820	1,867,396	2,016,610	2,172,255

Πίνακας Β.13:Πληθυσμός για την ΕΕ27 και το Ηνωμένο Βασίλειο

χώρες	1998	2002	2006	2010	2014	2018
ΕΕ 27	418,030,739	423,104,986	427,482,962	429,723,142	435,816,236	440,660,421
Βέλγιο	9,947,782	10,100,631	10,192,264	10,309,725	10,511,382	10,839,905
Βουλγαρία	8,767,308	8,459,763	8,283,200	7,868,815	7,629,371	7,421,766
Τσεχία	10,362,102	10,334,013	10,299,125	10,201,182	10,223,577	10,462,088
Δανία	5,135,409	5,196,642	5,294,860	5,368,354	5,427,459	5,534,738
Γερμανία	79,112,831	81,338,093	82,057,379	82,440,309	82,437,995	81,802,257
Εσθονία	1,570,599	1,476,952	1,393,074	1,383,510	1,350,700	1,333,290
Ιρλανδία	3,506,970	3,583,154	3,693,386	3,899,702	4,208,156	4,549,428
Ελλάδα	10,120,892	10,489,871	10,693,250	10,888,274	11,004,716	11,119,289
Ισπανία	38,853,227	39,458,489	40,143,449	41,035,278	44,009,971	46,486,619
Γαλλία	56,577,000	59,104,320	59,934,884	61,424,036	63,229,635	64,658,856
Κροατία	4,772,556	4,645,155	4,536,812	4,305,494	4,312,487	4,302,847
Ιταλία	56,694,360	56,842,392	56,904,379	56,987,507	58,064,214	59,190,143
Κύπρος	572,655	632,944	675,215	705,539	744,013	819,140
Λετονία	2,668,140	2,540,904	2,420,789	2,320,956	2,227,874	2,120,504
Λιθουανία	3,693,708	3,671,296	3,562,261	3,454,637	3,289,835	3,141,976
Λουξεμβούργο	379,300	400,200	422,050	444,050	469,086	502,066
Ουγγαρία	10,374,823	10,350,010	10,279,724	10,174,853	10,076,581	10,014,324
Μάλτα	352,430	373,161	384,176	394,641	404,999	414,027
Ολλανδία	14,892,574	15,341,553	15,654,192	16,105,285	16,334,210	16,574,989
Αυστρία	7,644,818	7,928,746	7,971,116	8,063,640	8,254,298	8,351,643
Πολωνία	38,038,403	38,504,707	38,659,979	38,242,197	38,157,055	38,022,869
Πορτογαλία	9,995,995	9,974,391	10,133,758	10,394,669	10,511,988	10,573,479
Ρουμανία	23,211,395	22,748,027	22,526,093	21,833,483	21,257,016	20,294,683
Σλοβενία	1,996,377	1,989,408	1,984,923	1,994,026	2,003,358	2,046,976
Σλοβακία	5,287,663	5,336,455	5,387,650	5,378,951	5,372,928	5,390,410
Φινλανδία	4,974,383	5,077,912	5,147,349	5,194,901	5,255,580	5,351,427
Σουηδία	8,527,039	8,745,109	8,847,625	8,909,128	9,047,752	9,340,682
ΗΒ	57,156,972	57,788,017	58,394,596	59,239,564	60,620,361	62,510,197

Πίνακας Β.14:Ποσοστά καυσίμων τύπου Nuclear στο μείγμα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στις χώρες της ΕΕ27 και το Ηνωμένο Βασίλειο

	Nuclear					
χώρες	1998	2002	2006	2010	2014	2018
ΕΕ27	0.33	0.33	0.31	0.29	0.29	0.26
Βέλγιο	0.55	0.58	0.55	0.51	0.47	0.38
Βουλγαρία	0.41	0.48	0.43	0.33	0.34	0.35
Τσεχία	0.20	0.25	0.31	0.33	0.35	0.34
Δανία	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Γερμανία	0.27	0.27	0.26	0.22	0.16	0.12
Εσθονία	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ιρλανδία	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ελλάδα	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ισπανία	0.30	0.26	0.20	0.21	0.21	0.20
Γαλλία	0.76	0.78	0.78	0.75	0.76	0.71
Κροατία	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ιταλία	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Κύπρος	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Λετονία	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Λιθουανία	0.78	0.81	0.71	0.00	0.00	0.00
Λουξεμβούργο	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ουγγαρία	0.55	0.58	0.55	0.51	0.47	0.38
Μάλτα	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ολλανδία	0.04	0.04	0.04	0.03	0.04	0.03
Αυστρία	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Πολωνία	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Πορτογαλία	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ρουμανία	0.09	0.10	0.09	0.19	0.18	0.18
Σλοβενία	0.37	0.38	0.37	0.34	0.37	0.35
Σλοβακία	0.44	0.55	0.57	0.52	0.57	0.55
Φινλανδία	0.31	0.30	0.28	0.28	0.35	0.33
Σουηδία	0.46	0.46	0.47	0.39	0.42	0.42
ΗΒ	0.27	0.23	0.19	0.16	0.19	0.20

Πίνακας Β.15:Ποσοστά καυσίμων τύπου solid και oil στο μείγμα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στις χώρες της ΕΕ27 και το Ηνωμένο Βασίλειο

	Solid						Oil					
χώρες	1998	2002	2006	2010	2014	2018	1998	2002	2006	2010	2014	2018
ΕΕ27	0.31	0.30	0.28	0.24	0.25	0.21	0.08	0.06	0.04	0.02	0.02	0.02
Βέλγιο	0.17	0.12	0.08	0.04	0.03	0.00	0.03	0.01	0.02	0.00	0.00	0.00
Βουλγαρία	0.44	0.40	0.41	0.48	0.45	0.40	0.02	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00
Τσεχία	0.70	0.65	0.59	0.55	0.47	0.47	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
Δανία	0.63	0.50	0.54	0.44	0.35	0.22	0.03	0.03	0.03	0.02	0.01	0.00
Γερμανία	0.52	0.50	0.46	0.42	0.44	0.36	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Εσθονία	0.93	0.90	0.90	0.86	0.83	0.76	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
Ιρλανδία	0.40	0.35	0.29	0.20	0.25	0.14	0.23	0.15	0.10	0.02	0.01	0.00
Ελλάδα	0.71	0.64	0.54	0.54	0.52	0.33	0.17	0.15	0.15	0.09	0.10	0.09
Ισπανία	0.32	0.33	0.22	0.08	0.16	0.14	0.09	0.12	0.08	0.05	0.04	0.05
Γαλλία	0.07	0.04	0.04	0.04	0.02	0.01	0.03	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Κροατία	0.05	0.17	0.17	0.16	0.17	0.11	0.31	0.17	0.15	0.04	0.01	0.00
Ιταλία	0.09	0.12	0.14	0.13	0.16	0.10	0.42	0.31	0.14	0.06	0.04	0.03
Κύπρος	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	0.99	0.93	0.91
Λετονία	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00
Λιθουανία	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.16	0.03	0.02	0.12	0.03	0.02
Λουξεμβούργο	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ουγγαρία	0.17	0.12	0.08	0.04	0.03	0.00	0.03	0.01	0.02	0.00	0.00	0.00
Μάλτα	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.97	0.01
Ολλανδία	0.29	0.27	0.24	0.19	0.29	0.24	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00
Αυστρία	0.07	0.11	0.11	0.07	0.05	0.03	0.05	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01
Πολωνία	0.94	0.92	0.91	0.87	0.82	0.77	0.01	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01
Πορτογαλία	0.94	0.92	0.91	0.87	0.82	0.77	0.01	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01
Ρουμανία	0.25	0.35	0.40	0.34	0.27	0.24	0.14	0.11	0.02	0.01	0.00	0.00
Σλοβενία	0.36	0.36	0.36	0.32	0.22	0.28	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Σλοβακία	0.23	0.16	0.17	0.13	0.11	0.11	0.05	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02
Φινλανδία	0.18	0.26	0.28	0.26	0.17	0.13	0.02	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00
Σουηδία	0.01	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00	0.02	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00
ΗΒ	0.34	0.32	0.38	0.28	0.30	0.05	0.03	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00

Πίνακας Β.16:Ποσοστά καυσίμων τύπου natural gas και other gas στο μείγμα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στις χώρες της ΕΕ27 και το Ηνωμένο Βασίλειο

	Natural Gas						Other gas					
χώρες	1998	2002	2006	2010	2014	2018	1998	2002	2006	2010	2014	2018
ΕΕ27	0.11	0.14	0.18	0.20	0.13	0.17	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Βέλγιο	0.18	0.22	0.27	0.33	0.27	0.32	0.03	0.03	0.03	0.02	0.03	0.03
Βουλγαρία	0.05	0.04	0.05	0.04	0.05	0.04	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Τσεχία	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
Δανία	0.22	0.26	0.21	0.20	0.07	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Γερμανία	0.12	0.11	0.12	0.14	0.10	0.13	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02
Εσθονία	0.03	0.06	0.06	0.02	0.01	0.00	0.01	0.03	0.03	0.03	0.04	0.06
Ιρλανδία	0.30	0.43	0.50	0.64	0.48	0.51	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ελλάδα	0.04	0.13	0.18	0.17	0.14	0.27	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ισπανία	0.08	0.13	0.30	0.32	0.17	0.21	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01
Γαλλία	0.01	0.03	0.04	0.04	0.02	0.05	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00
Κροατία	0.12	0.20	0.16	0.17	0.07	0.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ιταλία	0.27	0.35	0.51	0.51	0.34	0.45	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01
Κύπρος	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Λετονία	0.19	0.33	0.43	0.45	0.45	0.48	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Λιθουανία	0.02	0.12	0.20	0.58	0.42	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Λουξεμβούργο	0.10	0.59	0.64	0.55	0.39	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ουγγαρία	0.18	0.22	0.27	0.33	0.27	0.32	0.03	0.03	0.03	0.02	0.03	0.03
Μάλτα	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.89	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ολλανδία	0.57	0.58	0.58	0.00	0.51	0.52	0.00	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
Αυστρία	0.16	0.15	0.17	0.20	0.08	0.15	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.02
Πολωνία	0.00	0.02	0.03	0.03	0.03	0.07	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Πορτογαλία	0.00	0.02	0.03	0.03	0.03	0.07	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Ρουμανία	0.18	0.15	0.19	0.12	0.12	0.16	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
Σλοβενία	0.01	0.02	0.02	0.03	0.02	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Σλοβακία	0.09	0.08	0.06	0.08	0.06	0.07	0.02	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02
Φινλανδία	0.13	0.16	0.15	0.14	0.08	0.06	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Σουηδία	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00
ΗΒ	0.32	0.39	0.36	0.46	0.30	0.40	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Πίνακας Β.17:Ποσοστά καυσίμων τύπου waste και biofuels στο μείγμα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στις χώρες της ΕΕ27 και το Ηνωμένο Βασίλειο

	Waste						Biofuels					
χώρες	1998	2002	2006	2010	2014	2018	1998	2002	2006	2010	2014	2018
ΕΕ27	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.04	0.05	0.05
Βέλγιο	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.00	0.01	0.03	0.05	0.06	0.07
Βουλγαρία	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03
Τσεχία	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.03	0.05	0.05
Δανία	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.05	0.07	0.12	0.13	0.20
Γερμανία	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.03	0.05	0.08	0.08
Εσθονία	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.06	0.06	0.11
Ιρλανδία	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.03
Ελλάδα	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
Ισπανία	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.30	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02
Γαλλία	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.76	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Κροατία	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.05
Ιταλία	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.02	0.03	0.07	0.07
Κύπρος	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01
Λετονία	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.13	0.14
Λιθουανία	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.03	0.78	0.00	0.00	0.03	0.10	0.17
Λουξεμβούργο	0.36	0.18	0.16	0.14	0.21	0.33	0.00	0.01	0.01	0.02	0.03	0.07
Ουγγαρία	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.55	0.01	0.03	0.05	0.06	0.07
Μάλτα	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ολλανδία	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.04	0.03	0.05	0.06	0.05	0.04
Αυστρία	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.02	0.05	0.06	0.07	0.07
Πολωνία	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.04	0.06	0.04
Πορτογαλία	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.04	0.06	0.04
Ρουμανία	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.09	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01
Σλοβενία	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.37	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02
Σλοβακία	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.44	0.00	0.01	0.02	0.05	0.06
Φινλανδία	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.31	0.12	0.13	0.14	0.17	0.18
Σουηδία	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.46	0.03	0.06	0.08	0.07	0.07
ΗΒ	0.00	0.01	0.19	0.00	0.01	0.01	0.27	0.01	0.02	0.03	0.07	0.10

Πίνακας Β.18:Ποσοστά καυσίμων τύπου renewables στο μείγμα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στις χώρες της ΕΕ27 και το Ηνωμένο Βασίλειο

	RES					
χώρες	1998	2002	2006	2010	2014	2018
ΕΕ27	0.15	0.14	0.15	0.19	0.25	0.28
Βέλγιο	0.02	0.02	0.02	0.04	0.12	0.17
Βουλγαρία	0.08	0.06	0.10	0.14	0.16	0.17
Τσεχία	0.03	0.04	0.04	0.05	0.06	0.06
Δανία	0.08	0.13	0.13	0.20	0.43	0.00
Γερμανία	0.04	0.07	0.10	0.12	0.19	0.28
Εσθονία	0.00	0.00	0.01	0.02	0.05	0.06
Ιρλανδία	0.06	0.07	0.10	0.13	0.24	0.31
Ελλάδα	0.09	0.08	0.14	0.18	0.24	0.30
Ισπανία	0.19	0.15	0.18	0.32	0.39	0.37
Γαλλία	0.13	0.12	0.11	0.14	0.16	0.19
Κροατία	0.53	0.46	0.52	0.63	0.73	0.68
Ιταλία	0.20	0.19	0.17	0.24	0.37	0.34
Κύπρος	0.00	0.00	0.00	0.01	0.06	0.08
Λετονία	0.74	0.62	0.56	0.54	0.41	0.38
Λιθουανία	0.05	0.04	0.07	0.28	0.44	0.68
Λουξεμβούργο	0.53	0.23	0.19	0.29	0.36	0.54
Ουγγαρία	0.02	0.02	0.02	0.04	0.12	0.17
Μάλτα	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.10
Ολλανδία	0.01	0.01	0.03	0.04	0.07	0.13
Αυστρία	0.67	0.68	0.62	0.62	0.76	0.72
Πολωνία	0.03	0.03	0.02	0.03	0.07	0.09
Πορτογαλία	0.03	0.03	0.02	0.03	0.07	0.09
Ρουμανία	0.33	0.28	0.29	0.34	0.41	0.41
Σλοβενία	0.25	0.23	0.24	0.29	0.38	0.32
Σλοβακία	0.18	0.17	0.15	0.20	0.19	0.17
Φινλανδία	0.21	0.15	0.14	0.16	0.21	0.28
Σουηδία	0.48	0.46	0.44	0.47	0.49	0.49
ΗΒ	0.02	0.02	0.03	0.04	0.13	0.24

Παράρτημα Γ: Δεδομένα μελέτης αποσύνδεσης

Σε αντιστοιχία με τα προηγούμενα παραρτήματα, λόγω πληθώρας δεδομένων για την εξεταζόμενη εικοσαετία, παρατίθενται τα δεδομένα των εξεταζόμενων τετραετιών.

Πίνακας Γ.1:Βασικοί δείκτες και υποδείκτες αποσύνδεσης για την περίοδο 1998-2002 για την ΕΕ27 και το Ηνωμένο Βασίλειο

1998-2002	B	βa	βp	βi	βx	βe	βp	Δc/c	Δgdp/gdp
ΕΕ27	0.64	0.93	0.05	-0.18	-0.07	0.02	-0.12	0.07	0.10
Βέλγιο	-1.54	0.77	0.10	-0.36	-0.63	-0.50	-0.92	-0.16	0.10
Βουλγαρία	-1.97	1.76	-0.85	-1.55	1.11	-0.86	-1.59	-0.11	0.06
Τσεχία	0.41	1.06	-0.09	-0.63	1.20	-0.49	-0.64	0.04	0.10
Δανία	-2.15	0.72	0.15	-0.39	-0.72	-0.25	-1.67	-0.18	0.08
Γερμανία	0.38	0.91	0.07	-0.10	-0.27	0.23	-0.45	0.02	0.06
Εσθονία	-0.43	0.87	-0.03	-0.99	0.15	-0.32	-0.11	-0.10	0.24
Ιρλανδία	0.22	0.73	0.16	-0.32	-0.05	-0.09	-0.21	0.08	0.35
Ελλάδα	0.62	0.85	0.12	0.22	-0.12	-0.09	-0.37	0.10	0.16
Ισπανία	2.48	0.96	0.15	0.50	-0.03	0.20	0.70	0.43	0.17
Γαλλία	-2.30	0.62	0.19	-0.39	0.23	-0.48	-2.47	-0.25	0.11
Κροατία	2.55	1.54	-0.51	-0.03	0.04	-0.33	1.83	0.29	0.11
Ιταλία	1.71	1.00	0.02	0.54	-0.23	-0.16	0.55	0.13	0.08
Κύπρος	0.67	0.74	0.23	0.29	0.00	-0.59	0.00	0.13	0.20
Λετονία	-0.26	1.02	-0.17	-0.85	-1.51	0.00	1.26	-0.06	0.24
Λιθουανία	-2.17	0.72	-0.12	-0.73	0.14	-0.07	-2.10	-0.36	0.17
Λουξεμβούργο	1.55	0.78	0.23	-0.69	3.36	-0.43	-1.71	0.39	0.25
Ουγγαρία	-0.78	0.90	-0.05	-0.54	-0.48	-0.12	-0.48	-0.14	0.17
Μάλτα	1.31	0.84	0.19	0.23	0.00	0.06	0.00	0.21	0.16
Ολλανδία	0.43	0.73	0.24	-0.19	-0.30	0.22	-0.27	0.05	0.12
Αυστρία	0.34	0.84	0.11	0.08	-0.14	-1.39	0.84	0.04	0.10
Πολωνία	-0.11	1.01	-0.08	-1.05	0.20	-0.13	-0.06	-0.01	0.13
Πορτογαλία	2.90	0.80	0.26	1.03	-0.35	-0.13	1.28	0.31	0.11
Ρουμανία	1.18	1.25	-0.25	-1.38	0.45	0.05	1.05	0.16	0.14
Σλοβενία	0.81	0.95	0.03	-0.15	-0.44	0.43	-0.01	0.14	0.17
Σλοβακία	-2.05	0.88	-0.02	-0.54	1.85	-0.48	-3.74	-0.19	0.09
Φινλανδία	2.51	1.02	0.07	-0.43	-0.18	0.12	1.90	0.38	0.15
Σουηδία	0.66	0.92	0.05	-0.77	-0.83	-0.24	1.53	0.09	0.13
ΗΒ	0.58	0.86	0.12	-0.55	0.10	0.02	0.03	0.07	0.13

Πίνακας Γ.2:Βασικοί δείκτες και υποδείκτες αποσύνδεσης για την περίοδο 2002-2006 για την ΕΕ27 και το Ηνωμένο Βασίλειο

2002-2006	B	βa	βp	βi	βx	βe	βp	Δc/c	Δgdp/gdp
ΕΕ27	0.25	0.81	0.16	-0.18	0.03	-0.15	-0.42	0.02	0.09
Βέλγιο	-0.29	0.74	0.19	-0.30	-0.24	0.39	-1.07	-0.03	0.10
Βουλγαρία	0.41	1.05	-0.12	-0.76	0.10	0.08	0.08	0.12	0.28
Τσεχία	0.04	0.89	0.01	-0.46	0.00	0.05	-0.46	0.01	0.23
Δανία	3.97	0.99	0.13	0.24	1.32	1.01	0.28	0.38	0.10
Γερμανία	-1.19	0.95	0.00	-1.15	0.83	-0.27	-1.54	-0.06	0.05
Εσθονία	0.28	0.96	-0.07	-0.51	-0.01	-0.09	0.00	0.11	0.38
Ιρλανδία	-0.32	0.54	0.33	-0.30	-0.19	-0.25	-0.45	-0.07	0.22
Ελλάδα	-0.07	0.85	0.06	-0.25	-0.08	0.02	-0.67	-0.01	0.18
Ισπανία	0.19	0.45	0.48	0.20	0.22	-0.11	-1.06	0.03	0.15
Γαλλία	1.16	0.62	0.38	-0.22	-0.41	0.62	0.18	0.09	0.08
Κροατία	-0.56	0.85	0.01	-0.24	-0.51	-0.33	-0.33	-0.11	0.21
Ιταλία	0.86	0.54	0.44	0.31	0.66	-1.37	0.28	0.04	0.04
Κύπρος	1.27	0.70	0.32	0.23	0.00	0.02	0.00	0.23	0.18
Λετονία	0.62	0.99	-0.10	-0.52	0.12	-0.20	0.32	0.28	0.46
Λιθουανία	-0.08	0.96	-0.13	-0.66	-1.15	-0.02	0.92	-0.03	0.36
Λουξεμβούργο	0.44	0.57	0.40	-0.32	0.34	-0.12	-0.43	0.06	0.14
Ουγγαρία	-0.97	0.87	-0.05	-0.56	-0.36	-0.11	-0.77	-0.18	0.18
Μάλτα	-0.05	0.66	0.29	-0.09	0.00	-0.92	0.00	0.00	0.09
Ολλανδία	-0.98	0.75	0.17	-0.12	-0.49	-0.47	-0.82	-0.08	0.08
Αυστρία	1.57	0.76	0.26	0.20	-0.92	0.41	0.86	0.15	0.10
Πολωνία	0.64	0.98	-0.01	-0.46	0.11	0.08	-0.06	0.13	0.20
Πορτογαλία	-4.25	0.59	0.31	2.60	-1.82	-0.55	-5.37	-0.14	0.03
Ρουμανία	0.33	0.99	-0.10	-0.68	0.07	0.01	0.04	0.09	0.28
Σλοβενία	-0.09	0.88	0.03	-0.26	-0.46	-0.25	-0.03	-0.02	0.18
Σλοβακία	-0.31	0.84	0.00	-0.74	-0.20	-0.31	0.11	-0.09	0.28
Φινλανδία	1.80	0.95	0.10	-0.41	0.15	0.61	0.40	0.24	0.13
Σουηδία	-2.04	0.68	0.09	-0.86	-0.03	0.34	-2.26	-0.30	0.15
ΗΒ	0.61	0.78	0.20	-0.85	0.02	-0.15	0.61	0.07	0.12

Πίνακας Γ.3:Βασικοί δείκτες και υποδείκτες αποσύνδεσης για την περίοδο 2006-2010 για την ΕΕ27 και το Ηνωμένο Βασίλειο

2006-2010	B	βa	βp	βi	βx	βe	βp	Δc/c	Δgdp/gdp
ΕΕ27	-8.23	0.21	0.72	-0.55	-0.10	-1.47	-7.05	-0.12	0.01
Βέλγιο	-1.70	0.33	0.58	-0.96	2.02	-0.80	-2.88	-0.08	0.05
Βουλγαρία	1.33	1.31	-0.30	-1.00	0.16	-0.33	1.49	0.13	0.10
Τσεχία	-2.91	0.51	0.38	-1.10	0.48	-2.05	-1.12	-0.16	0.06
Δανία	12.78	1.40	-0.58	-0.12	4.01	2.52	5.55	-0.35	-0.03
Γερμανία	-3.32	1.30	-0.35	-1.18	-0.14	-1.11	-1.85	-0.07	0.02
Εσθονία	-2.75	1.05	0.14	-2.06	-2.30	-0.15	0.57	0.28	-0.10
Ιρλανδία	4.43	3.52	-2.58	-0.43	-1.53	-0.73	6.18	-0.12	-0.03
Ελλάδα	1.07	1.14	-0.14	-0.57	0.40	-0.24	0.50	-0.07	-0.07
Ισπανία	-52.54	-4.82	5.59	-2.07	1.75	-3.08	-49.90	-0.40	0.01
Γαλλία	1.98	-0.34	1.34	2.14	-3.69	2.27	0.26	0.03	0.02
Κροατία	9.23	0.79	0.09	-2.59	-3.41	3.48	10.87	-0.21	-0.02
Ιταλία	5.13	1.48	-0.55	0.09	0.07	0.37	3.67	-0.16	-0.03
Κύπρος	0.84	-0.13	1.12	0.58	0.00	-0.57	-0.16	0.07	0.09
Λετονία	-3.46	0.83	0.46	-1.42	-2.72	-0.16	-0.45	0.45	-0.13
Λιθουανία	-45.82	-2.81	4.11	0.57	69.05	-8.39	-108.35	0.66	-0.01
Λουξεμβούργο	-4.31	0.03	0.77	0.05	-0.49	-3.09	-1.58	-0.31	0.07
Ουγγαρία	2.51	0.84	0.12	-0.73	-1.02	0.35	2.96	-0.12	-0.05
Μάλτα	-3.08	0.60	0.22	-3.92	0.00	0.02	0.00	-0.26	0.09
Ολλανδία	3.03	0.59	0.44	-0.59	5.24	-0.55	-2.10	0.11	0.04
Αυστρία	-1.73	0.59	0.36	0.24	1.86	-1.77	-3.01	-0.05	0.03
Πολωνία	-0.36	0.90	-0.02	-0.70	-0.32	0.00	-0.23	-0.07	0.19
Πορτογαλία	-25.88	0.45	0.34	1.55	3.43	0.16	-31.82	-0.35	0.01
Ρουμανία	-3.65	1.48	-0.63	-0.80	-0.44	-0.32	-2.94	-0.23	0.06
Σλοβενία	-0.79	0.40	0.56	-2.46	3.70	-0.19	-2.80	-0.03	0.04
Σλοβακία	-1.71	0.76	0.02	-0.80	-0.56	-0.46	-0.66	-0.29	0.17
Φινλανδία	-23.16	-1.59	2.51	-4.87	1.01	-7.87	-12.34	-0.15	0.01
Σουηδία	6.50	0.28	0.82	-0.90	0.70	-3.10	8.70	0.28	0.04
ΗΒ	51.26	10.66	-9.74	16.51	-3.75	4.37	33.21	-0.15	0.00

Πίνακας Γ.4:Βασικοί δείκτες και υποδείκτες αποσύνδεσης για την περίοδο 2010-2014 για την ΕΕ27 και το Ηνωμένο Βασίλειο

2010-2014	B	βa	βp	βi	βx	βe	βp	Δc/c	Δgdp/gdp
ΕΕ27	-4.48	0.75	0.18	-2.54	0.12	0.09	-2.60	-0.11	0.03
Βέλγιο	-10.05	0.24	0.56	-1.94	-3.88	-1.14	-0.75	-0.31	0.05
Βουλγαρία	-1.97	1.39	-0.46	-1.04	0.43	-0.60	-1.51	-0.09	0.05
Τσεχία	-4.02	0.79	0.14	-1.43	0.55	0.27	-3.88	-0.11	0.03
Δανία	-17.80	0.44	0.30	-2.12	-2.10	-0.26	-6.48	-0.43	0.04
Γερμανία	0.09	1.15	-0.18	-1.52	0.45	0.00	0.20	0.01	0.07
Εσθονία	0.21	1.03	-0.09	-0.96	-0.25	0.70	-0.21	0.03	0.16
Ιρλανδία	-1.50	0.71	0.17	-1.04	-0.54	-0.18	-0.41	-0.14	0.11
Ελλάδα	1.20	0.91	0.09	-0.68	0.34	0.02	0.31	-0.18	-0.18
Ισπανία	-0.95	1.02	-0.01	0.61	0.41	-1.10	-1.91	0.04	-0.04
Γαλλία	-12.42	0.34	0.46	-2.08	1.38	0.60	-8.92	-0.34	0.04
Κροατία	8.54	0.53	0.36	1.18	0.55	0.08	4.02	-0.21	-0.03
Ιταλία	7.67	1.45	-0.56	0.47	0.18	0.97	3.32	-0.24	-0.04
Κύπρος	2.91	1.29	-0.36	0.66	0.00	0.13	0.49	-0.24	-0.11
Λετονία	-1.53	1.17	-0.34	-0.86	-1.44	0.14	0.09	-0.19	0.15
Λιθουανία	-7.31	0.84	-0.24	-0.52	-1.13	-0.39	-1.72	-0.57	0.18
Λουξεμβούργο	-3.07	0.07	0.75	-1.53	-2.27	-0.75	1.40	-0.24	0.10
Ουγγαρία	-6.57	0.97	-0.17	-0.75	-3.07	-0.69	-0.88	-0.30	0.07
Μάλτα	-0.81	0.67	0.18	-0.56	0.00	-0.83	-0.16	-0.13	0.19
Ολλανδία	-2.01	0.14	0.82	-2.95	-6.00	1.05	5.00	-0.03	0.02
Αυστρία	-13.21	0.44	0.34	-0.49	-1.81	-0.65	-6.22	-0.36	0.04
Πολωνία	-0.40	0.92	0.00	-0.66	-0.18	0.05	-0.51	-0.04	0.12
Πορτογαλία	-0.37	0.77	0.23	-0.10	-0.51	0.43	-1.20	0.02	-0.06
Ρουμανία	-1.59	1.01	-0.14	-0.90	0.62	-0.32	-1.61	-0.15	0.11
Σλοβενία	339.56	5.64	-4.80	-18.78	-23.12	7.64	274.07	-0.29	0.00
Σλοβακία	-2.50	0.82	0.05	-1.07	-0.03	0.60	-2.43	-0.17	0.08
Φινλανδία	548.27	9.06	-8.32	25.27	50.56	32.85	179.72	-0.47	0.00
Σουηδία	-24.77	0.30	0.30	-1.43	1.15	-0.04	-9.71	-0.62	0.07
ΗΒ	-2.93	0.54	0.33	-1.60	-0.58	0.09	-1.14	-0.19	0.08

Πίνακας Γ.5:Βασικοί δείκτες και υποδείκτες αποσύνδεσης για την περίοδο 1998-2002 για την ΕΕ27 και το Ηνωμένο Βασίλειο

2014-2018	B	βa	βp	βi	βx	βe	βp	Δc/c	Δgdp/gdp
ΕΕ27	-0.70	0.85	0.07	-0.58	-0.05	-0.14	-0.81	-0.06	0.10
Βέλγιο	-0.01	0.67	0.26	-0.61	0.13	0.06	-0.53	0.00	0.07
Βουλγαρία	-0.53	1.06	-0.17	-0.73	-0.25	0.29	-0.69	-0.07	0.15
Τσεχία	-0.24	0.85	0.06	-0.55	-0.23	-0.34	-0.02	-0.04	0.16
Δανία	-4.64	0.57	0.21	-0.66	-0.59	0.43	-3.10	-0.33	0.10
Γερμανία	-1.96	0.61	0.28	-0.88	0.27	-0.24	-1.73	-0.14	0.08
Εσθονία	-0.91	0.85	0.01	-0.41	-0.49	-0.30	-0.45	-0.13	0.16
Ιρλανδία	-0.14	0.69	0.07	-0.59	0.15	-0.04	-0.42	-0.07	0.52
Ελλάδα	-8.39	1.42	-0.54	-0.69	1.59	-0.28	-8.29	-0.19	0.03
Ισπανία	-0.02	0.91	0.02	-0.67	-0.41	0.30	-0.18	0.00	0.13
Γαλλία	0.59	0.79	0.18	-0.55	-0.16	-0.48	0.84	0.04	0.06
Κροατία	-2.90	1.02	-0.23	-0.23	-0.53	-0.54	-1.63	-0.26	0.12
Ιταλία	-1.20	1.05	-0.10	-0.30	0.09	0.06	-1.92	-0.05	0.05
Κύπρος	0.63	0.94	0.04	-0.16	0.00	0.03	-0.13	0.14	0.20
Λετονία	2.42	1.46	-0.31	-0.97	2.19	0.84	0.42	0.50	0.14
Λιθουανία	-19.81	0.68	-0.19	-0.13	-1.36	-0.48	-4.04	-0.72	0.13
Λουξεμβούργο	-0.24	0.29	0.59	-0.34	-1.54	-0.50	1.27	-0.03	0.14
Ουγγαρία	0.13	0.99	-0.06	-0.45	0.02	0.38	-0.75	0.02	0.16
Μάλτα	-0.39	0.13	0.07	-0.10	-0.18	1.46	-1.72	-0.12	0.34
Ολλανδία	-0.07	0.74	0.21	-0.57	0.68	-0.19	-0.94	-0.01	0.10
Αυστρία	0.80	0.53	0.45	-0.56	0.12	0.18	0.14	0.07	0.08
Πολωνία	0.04	0.93	-0.01	-0.44	-0.11	-0.15	-0.18	0.01	0.18
Πορτογαλία	1.85	1.19	-0.14	-0.39	0.67	0.30	0.66	0.24	0.10
Ρουμανία	0.17	1.02	-0.10	-0.65	-0.35	0.44	-0.18	0.04	0.22
Σλοβενία	0.50	0.95	0.02	-0.46	-0.97	-0.85	1.86	0.08	0.15
Σλοβακία	0.06	0.90	0.03	-0.43	-0.61	-0.57	0.74	0.01	0.15
Φινλανδία	-2.86	0.74	0.12	-0.36	-0.17	-1.50	-1.15	-0.19	0.08
Σουηδία	2.15	0.61	0.48	-0.52	0.04	-0.02	2.27	0.33	0.12
ΗΒ	-10.91	0.41	0.27	-0.88	0.03	-0.07	-5.67	-0.46	0.08