



**ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ**  
**ΣΧΟΛΗ ΧΗΜΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

**ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**ΑΝΑΛΥΣΗ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΤΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΟΝΤΩΝ ΤΗΣ ΕΞΕΛΙΞΗΣ  
ΤΩΝ ΕΚΠΟΜΠΩΝ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ ΑΠΟ ΤΟΝ ΤΟΜΕΑ  
ΗΛΕΚΤΡΟΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΣΤΙΣ ΧΩΡΕΣ ΤΗΣ ΕΥΡΩΠΑΙΚΗΣ ΕΝΩΣΗΣ**



**ΓΕΩΡΓΙΑ ΠΑΝΑΓΟΠΟΥΛΟΥ**

**ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ : ΔΑΝΑΗ ΔΙΑΚΟΥΛΑΚΗ, Καθηγήτρια ΕΜΠ**

**ΑΘΗΝΑ 2013**

## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα διπλωματική εργασία πραγματοποιήθηκε στο Εργαστήριο Βιομηχανικής και Ενεργειακής Οικονομίας στο πλαίσιο των προπτυχιακών μου σπουδών στη Σχολή Χημικών Μηχανικών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

Στο σημείο αυτό δεν θα μπορούσα να μην ευχαριστήσω θερμά την καθηγήτρια του ΕΜΠ κ. Δανάη Διακουλάκη για την αμέριστη υποστήριξη και βοήθεια καθ' όλη την διάρκεια αυτού του έτους. Οι υποδείξεις και οι συμβουλές της ήταν ανεκτίμητες και το κλίμα συνεργασίας που αναπτύχθηκε συνέβαλε στην επιτυχή ολοκλήρωση αυτής της εργασίας.

Τέλος, ένα μεγάλο ευχαριστώ στην οικογένειά μου και τις αδερφές μου Μαργαρίτα, Βίκυ και Ειρήνη.

## ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

<u>ΕΙΣΑΓΩΓΗ</u> .....	7
<b><u>1. Η κλιματική αλλαγή</u></b> .....	9
<u>1.1 Το φαινόμενο του θερμοκηπίου</u> .....	10
<u>1.1.1 Η ερμηνεία του φαινομένου του θερμοκηπίου</u> .....	10
<u>1.1.2 Αέρια και τομείς που ευθύνονται για το φαινόμενο του θερμοκηπίου</u> .....	12
<u>1.1.3 Οι επιπτώσεις του φαινομένου του θερμοκηπίου</u> .....	15
<u>1.2 Η εξέλιξη των εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα</u> .....	16
<u>1.2.1. Παγκόσμιες τάσεις</u> .....	16
<u>1.2.2 Η ευθύνη του ενεργειακού τομέα στις εκπομπές του διοξειδίου του άνθρακα</u> ...	20
<u>1.2.2.1 Η ευθύνη της ηλεκτροπαραγωγής στις εκπομπές του διοξειδίου του άνθρακα</u>	22
<u>1.3 Το θεσμικό πλαίσιο για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής</u> .....	26
<u>1.3.1 Το πρωτόκολλο του Κιότο</u> .....	26
<u>1.3.2 Ευρωπαϊκές Δράσεις</u> .....	27
<b><u>2.Τεχνολογίες ηλεκτροπαραγωγής</u></b> .....	28
<u>2.1 Τεχνολογίες ηλεκτροπαραγωγής από συμβατικά ορυκτά καύσιμα</u> .....	29
<u>2.1.1 Ατμοηλεκτρικοί σταθμοί</u> .....	29
<u>2.1.2 Αεριοστροβιλικί σταθμοί</u> .....	30
<u>2.1.3 Μονάδες συνδυασμένου κύκλου</u> .....	30
<u>2.2 Τεχνολογίες ηλεκτροπαραγωγής από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας</u> .....	31
<u>2.2.1 Υδροηλεκτρικοί σταθμοί</u> .....	31
<u>2.2.2 Ανεμογεννήτριες-Αιολικά πάρκα</u> .....	32
<u>2.2.3 Ηλιακά συστήματα</u> .....	33
<u>2.2.4 Μονάδες γεωθερμίας</u> .....	34
<u>2.2.5 Μονάδες βιομάζας</u> .....	35
<u>2.2.6 Μονάδες θαλάσσιας και κυματικής ενέργειας</u> .....	35
<u>2.2.7 Ηλεκτροπαραγωγή από απόβλητα</u> .....	36
<u>2.3 Συμπαράγωγή ηλεκτρισμού και θέρμανσης</u> .....	38
<u>2.4 Πυρηνικοί αντιδραστήρες</u> .....	39
<b><u>3.Ανάλυση προσδιοριστικών παραγόντων</u></b> .....	40
<u>3.1 Εισαγωγή</u> .....	40
<u>3.2 Μεθοδολογία</u> .....	41
<u>3.2.1 Μέθοδοι αποδόμησης</u> .....	41

<b>4. Ανάπτυξη υπολογιστικού μοντέλου</b>	43
4.2 Ανάπτυξη με τη μέθοδο Divisia	44
<b>5. Εφαρμογή του μοντέλου της αποδόμησης</b>	46
5.1 Παραδοχές του μοντέλου	46
5.2 ΕΥΡΩΠΑΙΚΗ ΕΝΩΣΗ	48
5.2.1 Δεδομένα	48
5.2.2 Αποτελέσματα	50
5.3 ΒΕΛΓΙΟ	51
5.3.1 Δεδομένα	51
5.3.2 Αποτελέσματα	53
5.4 ΓΕΡΜΑΝΙΑ	54
5.4.1 Δεδομένα	54
5.4.2 Αποτελέσματα	56
5.5 ΕΣΘΟΝΙΑ	57
5.5.1 Δεδομένα	57
5.5.2 Αποτελέσματα	59
5.6 ΙΡΛΑΝΔΙΑ	60
5.6.1 Δεδομένα	60
5.6.2 Αποτελέσματα	62
5.7 ΕΛΛΑΔΑ	63
5.7.1 Δεδομένα	64
5.7.2 Αποτελέσματα	66
5.8 ΙΣΠΑΝΙΑ	67
5.8.1 Δεδομένα	67
5.8.2 Αποτελέσματα	69
5.9 ΓΑΛΛΙΑ	70
5.9.1 Δεδομένα	70
5.9.2 Αποτελέσματα	72
5.10 ΟΥΓΓΑΡΙΑ	73
5.10.1 Δεδομένα	73
5.10.2 Αποτελέσματα	75
5.11 ΠΟΡΤΟΓΑΛΙΑ	76
5.11.1 Δεδομένα	76

<u>5.11.2 Αποτελέσματα</u> .....	78
<u>5.12 ΣΛΟΒΕΝΙΑ</u> .....	79
<u>5.12.1 Δεδομένα</u> .....	79
<u>5.12.2 Αποτελέσματα</u> .....	81
<u>5.13 ΣΛΟΒΑΚΙΑ</u> .....	82
<u>5.13.1 Δεδομένα</u> .....	82
<u>5.13.2 Αποτελέσματα</u> .....	84
<u>5.14 ΦΙΝΛΑΝΔΙΑ</u> .....	85
<u>5.14.1 Δεδομένα</u> .....	85
<u>5.14.2 Αποτελέσματα</u> .....	87
<u>5.15 ΣΟΥΗΔΙΑ</u> .....	88
<u>5.15.1 Δεδομένα</u> .....	88
<u>5.15.2 Αποτελέσματα</u> .....	90
<u>5.16 ΗΝΩΜΕΝΟ ΒΑΣΙΛΕΙΟ</u> .....	91
<u>5.16.1 Δεδομένα</u> .....	91
<u>5.16.2 Αποτελέσματα</u> .....	93
<u>5.17 Συγκριτική επισκόπηση των αποτελεσμάτων για τις χώρες τις ΕΕ</u> .....	94
<b><u>6. Συμπεράσματα</u></b> .....	99
<b><u>7. Βιβλιογραφία</u></b> .....	100
<u>Παράρτημα</u> .....	107

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Ο τομέας της ηλεκτροπαραγωγής έχει διεθνώς τη μεγαλύτερη συμβολή στις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου σε σχέση με τους άλλους τομείς παραγωγής και κατανάλωσης ενέργειας. Για το λόγο αυτό οι πολιτικές αντιμετώπισης του φαινομένου του θερμοκηπίου δίνουν μεγάλη προτεραιότητα στην προώθηση νέων και περισσότερο αποδοτικών τεχνολογιών ηλεκτροπαραγωγής, καθώς και στη μεταβολή του ενεργειακού μίγματος. Στην προηγούμενη δεκαετία, στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης, οι προσπάθειες αυτές εντάθηκαν με στόχο την επίτευξη των στόχων του Κιότο. Όμως, οι παράγοντες που επηρέασαν τη μεταβολή των εκπομπών του τομέα της ηλεκτροπαραγωγής σε κάθε χώρα διαφοροποιούνται σημαντικά, ανάλογα με τις ιδιαίτερες οικονομικές συνθήκες κάθε χώρας, τη διαθεσιμότητα φυσικών πόρων και τις τεχνολογικές μεταβολές που προωθούνται.

Στην εργασία αυτή επιχειρείται η ερμηνεία της εξέλιξης των εκπομπών CO<sub>2</sub> στη διάρκεια της τελευταίας δεκαετίας στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Ειδικότερα, αναπτύσσεται και εφαρμόζεται ένα μοντέλο που στηρίζεται στη μεθοδολογία της Ανάλυσης Αποδόμησης (Decomposition Analysis) και συγκεκριμένα η μέθοδος με χρήση δεικτών, Log-Mean Divisia Index I.

Οι παράγοντες που εξετάζονται είναι:

- Η οικονομική μεγέθυνση, όπως αντανακλάται στο ΑΕΠ κάθε χώρας
- Η ένταση ηλεκτρισμού της οικονομίας, η οποία αποτυπώνει το βαθμό αποσύνδεσης της οικονομικής μεγέθυνσης από την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας,
- Το ενεργειακό μίγμα της ηλεκτροπαραγωγής,
- Η ειδική κατανάλωση κάθε τεχνολογίας ηλεκτροπαραγωγής, η οποία δείχνει τη βελτίωση της ενεργειακής της απόδοσης

Από τα αποτελέσματα της Ανάλυσης Αποδόμησης γίνεται φανερό, ότι η μετατόπιση προς καθαρές μορφές ενέργειας αποτελεί σχεδόν σε όλες τις χώρες τον βασικό προσδιοριστικό παράγοντα μείωσης των εκπομπών CO<sub>2</sub> από τον τομέα της ηλεκτροπαραγωγής. Ακόμη σε πολλές χώρες έχει σημειωθεί τεχνολογική πρόοδος τόσο στο επίπεδο της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας όπου παρατηρείται αύξηση της ενεργειακής αποδοτικότητας, όσο και στο επίπεδο της τελικής ζήτησης, λόγω προώθησης μέτρων εξοικονόμησης και ορθολογικής χρήσης του ηλεκτρισμού.

## ABSTRACT

Compared with the other energy consuming and generation sectors, the electricity generation is the largest contributor to the greenhouse emissions worldwide and as a consequence, to climate change. So as to reduce the carbon emissions, it is of high priority to incorporate the use of modern and efficient technologies into power stations, as well as to change their energy mix. For this reason in the past decade, the countries of the European Union, made an effort to decrease their national emissions by signing the Kyoto Protocol. However, it has been noticed that the carbon emissions produced by electricity generation were very different for each country. In fact, the emissions depend on the economic conditions, the availability of natural resources and the technological advance of each country.

In this study we try to explain the evolution of CO<sub>2</sub> emissions over the last decade in the 27 countries of the European Union, applying a model which is based on the Decomposition Analysis methodology. This method is known as the Log-Mean Divisia Index I.

The factors considered are:

- The economic growth which is the GDP of each country,
- The electricity intensity of the economy, which reflects the decoupling of economic growth from energy consumption,
- The fuel mix of electricity generation,
- The specific consumption of each technology used to generate electricity, which shows the improvement of energy efficiency

The results of the Decomposition Analysis show that a shift to green energy is essential so as to reduce the CO<sub>2</sub> emissions. The energy mix was the determining factor, as for the most countries the reduction mainly occurred thanks to the use of more renewable energy. In addition, the promotion of energy saving improved the final demand as there has been a rather rational use of electricity. Finally it was detected that in many countries there has been a significant technological progress in the electricity generation, as there was an increase in energy efficiency.

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο πλανήτης σήμερα βρίσκεται αντιμέτωπος με τις συνέπειες της κλιματικής αλλαγής, στην οποία θεωρείται ότι συμβάλλει το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Εκτιμάται ότι οι ανθρώπινες δραστηριότητες έχουν καθοριστικό ρόλο στην αύξηση των αερίων του θερμοκηπίου οπότε η ανθρωπότητα καλείται να αντιδράσει. Οι μεγάλες ποσότητες αερίων που εγκλωβίζονται στην ατμόσφαιρα θεωρείται ότι προκαλούν αύξηση της θερμοκρασίας του πλανήτη και προκαλούν κλιματική αλλαγή.

Οι εκπομπές των αερίων αυτών προέρχονται τόσο από ανθρώπινες δραστηριότητες όσο και από φυσικές πηγές. Από τις ανθρώπινες δραστηριότητες τη μεγαλύτερη συνεισφορά στις εκπομπές αερίων την έχει ο ενεργειακός τομέας. Στον ενεργειακό τομέα υπάγεται και ο τομέας ηλεκτροπαραγωγής που χρησιμοποιεί μεγάλη ποσότητα πρωτογενούς ενέργειας και έχει μεγάλο μερίδιο ευθύνης στις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου.

Η αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής έχει αναδειχθεί ως ο βασικός πυλώνας της Ευρωπαϊκής πολιτικής, που αποσκοπεί να επιταχύνει τη μετάβαση προς την αειφόρο ενέργεια και ανάπτυξη. Καθώς η ΕΕ έχει ηγετική θέση παγκοσμίως στον τομέα της ενέργειας και της κλιματικής πολιτικής, η μεγάλη πρόκληση που έχει να αντιμετωπίσει είναι η περαιτέρω εδραίωση της πράσινης ενεργειακής πολιτικής, η ασφάλεια του ενεργειακού εφοδιασμού και η διατήρηση της ανταγωνιστικότητας ενώ ταυτόχρονα στοχεύει στην τόνωση της αγοράς προς ένα βιώσιμο ενεργειακό μέλλον.

Ο στόχος αυτής της εργασίας είναι η ερμηνεία της εξέλιξης των εκπομπών CO<sub>2</sub> στην Ευρωπαϊκή Ένωση για την περίοδο 2001 – 2010. Για το λόγο αυτό γίνεται μια καταγραφή της δομής του τομέα της ηλεκτροπαραγωγής για τις χώρες της ΕΕ και έπειτα ο υπολογισμός της μεταβολής των εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub>) σε σχέση με τη μεταβολή των προσδιοριστικών παραγόντων. Ο υπολογισμοί αυτοί γίνονται με τη μεθοδολογία ανάλυσης προσδιοριστικών παραγόντων (Decomposition Analysis) και συγκεκριμένα χρησιμοποιείται η μέθοδος Log-Mean Divisia Index I.

Από τη συμπεριφορά του κάθε παράγοντα μπορούν να εξαχθούν συμπεράσματα για τις αιτίες της εξέλιξη των εκπομπών CO<sub>2</sub> τόσο στο σύνολο της ΕΕ όσο και σε κάθε χώρα ξεχωριστά.

Η δομή της εργασίας είναι η ακόλουθη:

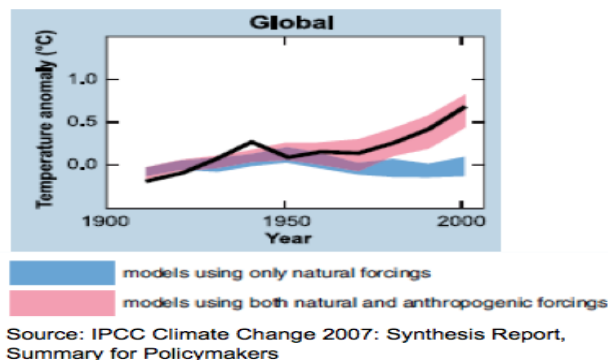
- **Στο 1<sup>ο</sup> Κεφάλαιο** γίνεται αρχικά μια σύντομη περιγραφή της κλιματικής αλλαγής και του φαινομένου του θερμοκηπίου και στη συνέχεια εξετάζεται η εξέλιξη των εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα. Παρουσιάζεται επίσης το Πρωτόκολλο του Κιότο και η ευρωπαϊκή πολιτική με τους στόχους 20-20-20.
- **Στο 2<sup>ο</sup> Κεφάλαιο** εξετάζεται η δομή της ηλεκτροπαραγωγής και παρουσιάζονται τα συστήματα και οι τεχνολογίες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.



- Στο 3<sup>ο</sup> Κεφάλαιο περιγράφεται η μεθοδολογία της ανάλυσης προσδιοριστικών παραγόντων. Παρουσιάζονται οι μέθοδοι αποδόμησης και γίνεται περιγραφή της μεθοδολογίας Divisia.
- Στο 4<sup>ο</sup> Κεφάλαιο αναλύονται οι προσδιοριστικοί παράγοντες του προβλήματος και αναπτύσσεται το υπολογιστικό μοντέλο που χρησιμοποιήθηκε σε αυτή την εργασία.
- Στο 5<sup>ο</sup> Κεφάλαιο γίνεται σχολιασμός των δεδομένων που χρησιμοποιήθηκαν και αναφέρονται όλες οι παραδοχές που έγιναν για το υπολογιστικό μοντέλο. Στη συνέχεια παρουσιάζονται ανά χώρα τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν και τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την ανάλυση. Ακολουθεί μια συγκριτική επισκόπηση των αποτελεσμάτων.
- Στο 6<sup>ο</sup> Κεφάλαιο αναφέρονται τα γενικά συμπεράσματα που προέκυψαν από την εργασία.

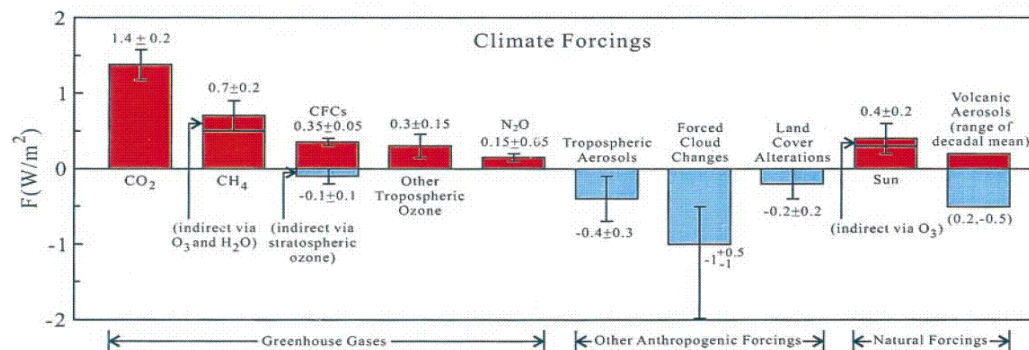
# 1. Η κλιματική αλλαγή

Τον τελευταίο αιώνα, η έντονη βιομηχανική δραστηριότητα σε συνδυασμό με τη χρήση ορυκτών καυσίμων έχουν προκαλέσει σημαντικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Η παρακμή των οικοσυστημάτων, η απώλεια της βιοποικιλότητας, η μείωση του στρατοσφαιρικού όζοντος, καθώς και η αλλαγή του κλίματος είναι μερικά από τα ζητήματα που έχει να αντιμετωπίσει σήμερα η ανθρωπότητα. Οι συνέπειες των κλιματικών αλλαγών έχουν γίνει αισθητές στα θαλάσσια και στα χερσαία οικοσυστήματα, επηρεάζοντας έτσι την κατανομή των ζωικών και φυτικών ειδών ενώ τα καιρικά φαινόμενα ενισχύονται σε συχνότητα και ένταση. Η αλλαγή του κλίματος οφείλεται εν μέρει σε φυσικές διεργασίες (Εικόνα 1.1), αλλά κυρίως επηρεάζεται από την ανθρώπινη δραστηριότητα. Η ανθρώπινη επίδραση μάλιστα έχει μεταβάλει τόσο τις ατμοσφαιρικές συνθήκες, ώστε η παγκόσμια θερμοκρασία της επιφάνειας της γης να έχει αυξηθεί κατά  $0,74 \pm 0,18^\circ\text{C}$  τα τελευταία 100 χρόνια, ο πάγος της Αρκτικής θάλασσας να υποχωρεί κατά  $2,7 \pm 0,6\%$  ανά δεκαετία και η παγκόσμια στάθμη της θάλασσας να αυξάνεται με ρυθμό 3 χιλιοστά ανά έτος τις τελευταίες δεκαετίες. [62] [46]



**Εικόνα 1.1** Η συμβολή ανθρωπογενών και φυσικών επιδράσεων στη κλιματική αλλαγή [67]

Σύμφωνα με την τέταρτη έκθεση της Διεθνούς Επιτροπής για την Κλιματική Αλλαγή οι μεταβολές αυτές οφείλονται κατά κύριο λόγο στην αύξηση της συγκέντρωσης αερίων στα ανώτερα στρώματα της ατμόσφαιρας, τα οποία έχουν κυρίως ανθρωπογενή προέλευση, που είναι γνωστά ως τα «αέρια του θερμοκηπίου». [62] [46]

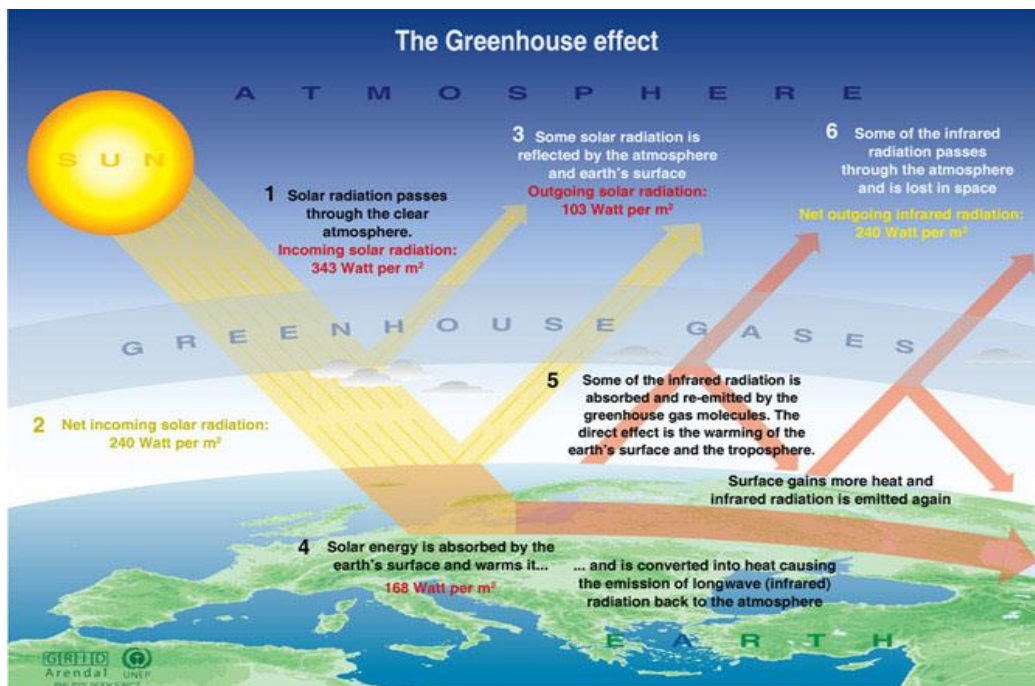


**Εικόνα 1.2** Οι ανθρωπογενείς και οι φυσικές επιδράσεις που αυξάνουν τα αέρια του θερμοκηπίου [48]

## 1.1 Το φαινόμενο του θερμοκηπίου

### 1.1.1 Η ερμηνεία του φαινομένου του θερμοκηπίου

Το φαινόμενο του θερμοκηπίου είναι μια φυσική διεργασία. Είναι απαραίτητο για να διατηρείται η Γη ζεστή, ώστε να υπάρχει ζωή και ανάπτυξη. Αν δεν υπήρχε, η Γη θα ήταν κρύα, με θερμοκρασία περίπου  $-20^{\circ}\text{C}$ , και δεν θα μπορούσε να υπάρχει ζωή. Αντιθέτως, η μέση θερμοκρασία της Γης διατηρείται στο μέσο επίπεδο των  $15^{\circ}\text{C}$ , χάρη στο φαινόμενο αυτό. Όμως τα τελευταία χρόνια λέγοντας φαινόμενο του θερμοκηπίου δεν αναφερόμαστε στη φυσική διεργασία, αλλά στην έξαρσή της, λόγω της ατμοσφαιρικής ρύπανσης από ανθρωπογενείς δραστηριότητες. Ως φαινόμενο του θερμοκηπίου ορίζεται γενικά η απορρόφηση, μέσω της ατμόσφαιρας, της υπέρυθρης ακτινοβολίας (IR) που εκπέμπει ο ήλιος με αποτέλεσμα η θερμοκρασία της να αυξάνεται. Συγκεκριμένα, ένα μέρος της ηλιακής ακτινοβολίας (45%) περνά αναλλοίωτο στη ατμόσφαιρα, φτάνει στην επιφάνεια του εδάφους και ακτινοβολείται σαν μεγάλο μήκους υπέρυθρη ακτινοβολία. Ένα μέρος αυτής απορροφάται από τα αέρια που υπάρχουν στην ατμόσφαιρα και επανεκπέμπεται στην επιφάνεια του εδάφους θερμαίνοντας τη Γη. Το φαινόμενο αυτό, που επιτρέπει τη διέλευση της ακτινοβολίας αλλά ταυτόχρονα την εγκλωβίζει, μοιάζει με τη λειτουργία ενός θερμοκηπίου και οδήγησε το Γάλλο μαθηματικό Fourier να το ονομάσει «Φαινόμενο του Θερμοκηπίου».<sup>[46]</sup>



Εικόνα 1.3 Σχηματική απεικόνιση του φαινομένου του θερμοκηπίου<sup>[47]</sup>

Όμως οι ανθρωπογενείς εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου, αυξάνουν την υπέρυθρη ακτινοβολία που παγιδεύεται στην ατμόσφαιρα, επιδρώντας έτσι στο κλίμα της Γης. Το φυσικό επακόλουθο της αύξησης των αερίων αυτών στην ατμόσφαιρα, είναι η ενίσχυση του φαινομένου του θερμοκηπίου και συνεπώς η αύξηση της θερμοκρασίας του πλανήτη.

Ανάμεσα στα αέρια που βρίσκονται στην ατμόσφαιρα τη μεγαλύτερη συγκέντρωση έχει το διοξείδιο του άνθρακα (CO<sub>2</sub>), έτσι απορροφά την περισσότερη υπέρυθη ακτινοβολία θερμαίνοντας την επιφάνεια της Γης. Παράλληλα το CO<sub>2</sub> έχει μεγάλη διάρκεια ζωής στην ατμόσφαιρα και αποτελεί το βασικό αέριο του θερμοκηπίου που παράγεται από τις ανθρωπογενείς δράσεις. Το διοξείδιο του άνθρακα παράγεται κυρίως από τη χρήση οργανικών καυσίμων, την αποσύνθεση της οργανικής ύλης και τις βιομηχανικές διεργασίες. Η σημαντική όμως αύξηση στις εκπομπές ξεκίνησε τη βιομηχανική εποχή που ο άνθρωπος άρχισε να τον χρησιμοποιεί σαν ορυκτό καύσιμο και από τότε έχουν απελευθερωθεί στην ατμόσφαιρα μεγάλες ποσότητες διοξειδίου του άνθρακα.<sup>[77]</sup>

Πριν από τη βιομηχανική επανάσταση η ατμόσφαιρα περιείχε περίπου 280ppm ή (0,028%) CO<sub>2</sub> σε σταθερή συγκέντρωση, το οποίο προερχόταν από την παραγωγή και την κατανάλωση τροφίμων, από τις καύσεις στην ξυλεία καθώς και από την αποσύνθεση της οργανικής ύλης. Με τη μαζική όμως χρήση των ορυκτών καυσίμων η συγκέντρωση του CO<sub>2</sub> στον αέρα άρχισε να αυξάνεται, και σήμερα έχει υπερβεί τα 360ppm. Η ταχύτατη συσσώρευσή του στην ατμόσφαιρα σε συνδυασμό με τη συστηματική καταστροφή των δασών, που μέχρι πρόσφατα απορροφούσαν μέσω της φωτοσύνθεσης σημαντικές ποσότητες CO<sub>2</sub> για την ανάπτυξη των δέντρων, των καλλιεργειών και της χλωρίδας, οδηγούν στην μείωση της ικανότητας δέσμευσής του, άρα και στην αύξηση της συγκέντρωσής του στην ατμόσφαιρα.<sup>[1]</sup> Η κυριότερη μείωση του CO<sub>2</sub> γίνεται από τη διάλυσή του στις θάλασσες. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να υπάρχει 50 φορές περισσότερο διαλυμένο CO<sub>2</sub> στους ωκεανούς απ' όσο υπάρχει στην ατμόσφαιρα. Με τη σταδιακή όμως αύξηση της θερμοκρασίας του πλανήτη και των ωκεανών αναμένεται μείωση της διαλυτότητας του CO<sub>2</sub> στο νερό και περαιτέρω απελευθέρωσή του στην ατμόσφαιρα.<sup>[2][4]</sup>

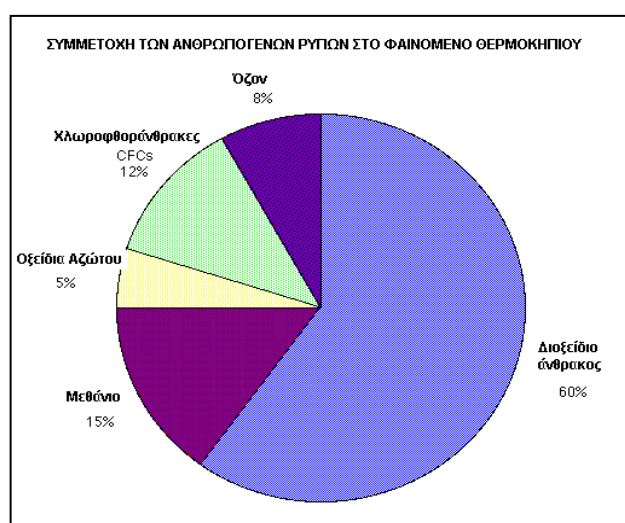
Όσον αφορά την ποσότητα CO<sub>2</sub> που απελευθερώνεται στην ατμόσφαιρα, αυτή σχετίζεται άμεσα με το είδος του καυσίμου που κάθε φορά καταναλώνεται. Οι εκπομπές CO<sub>2</sub> δηλαδή, ποικίλλουν ανάλογα με τον τύπο και την ποιότητα των ορυκτών καυσίμων που χρησιμοποιούνται. Για παράδειγμα κάθε τόνος άνθρακα που καίγεται ελευθερώνει, ανάλογα με την ποιότητά του, περίπου 2,5-3,6 τόνους CO<sub>2</sub>, ενώ, κάθε τόνος αργού πετρελαίου που καταναλώνεται παράγει περίπου 3 τόνους CO<sub>2</sub> και κάθε τόνος φυσικού αερίου 2,7 τόνους CO<sub>2</sub>.<sup>[2]</sup> Λαμβάνοντας υπόψη ότι τα καύσιμα έχουν διαφορετική θερμογόνο δύναμη ανά μονάδα βάρους, οι εκπομπές συνήθως συγκρίνονται με βάση την εκλυόμενη θερμότητα της καύσης. Έτσι, επειδή κάθε καύσιμο καίγεται σε διαφορετική θερμοκρασία η ποσότητα CO<sub>2</sub> που εκλύεται από την κάθε καύση είναι διαφορετική.

Ο άνθρακας παίζει σημαντικό ρόλο στον ενεργειακό εφοδιασμό καθώς η ποσότητά του αυτή τη στιγμή στη Γη είναι πολύ μεγάλη σε σχέση με το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο και επιπλέον υπάρχει σχεδόν σε όλες τις χώρες του κόσμου. Μεταφέρεται εύκολα και με ασφάλεια μέσω πλοίων και τρένων και σε αντίθεση με άλλα αέρια και υγρά καύσιμα ή ανανεώσιμες πηγές ενέργειας μπορεί να αποθηκευτεί εύκολα σε σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας και έτσι τα αποθέματα του μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης. Ακόμα επειδή είναι οικονομικό ορυκτό καύσιμο αποτελεί μια προσιτή πηγή ενέργειας, ενώ μπορεί να χρησιμοποιηθεί και ως εναλλακτική λύση αντί για πετρέλαιο. Συγκεκριμένα ο άνθρακας είναι το βασικό ορυκτό καύσιμο για την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος. Επιπλέον η μεγάλη εμπειρία στις τεχνολογίες ηλεκτροπαραγωγής

που βασίζονται σε άνθρακα επιτρέπει στους επιστήμονες να βελτιώνουν διαρκώς αυτές τις τεχνικές και να εισάγουν νέες καινοτόμες ιδέες. Ακόμα, επειδή οι τιμές του άνθρακα έχουν χαμηλότερη και πιο σταθερή τιμή από το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο είναι πιθανό να παραμείνει το πιο προσιτό καύσιμο για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας σε πολλές ανεπτυγμένες και εκβιομηχανισμένες χώρες για πολλές δεκαετίες. [77]

### 1.1.2 Αέρια και τομείς που ευθύνονται για το φαινόμενο του θερμοκηπίου

Η κλιματική αλλαγή είδαμε ότι επηρεάζεται τόσο από ανθρώπινα όσο και από φυσικά αίτια. Η ηλιακή ακτινοβολία, τα ηφαίστεια και η οργανική αποσύνθεση είναι κάποια από τα φυσικά αίτια ενώ, η καύση ορυκτών καυσίμων για την παραγωγή ενέργειας, ο κλιματισμός στις κατοικίες, η χρήση λιπασμάτων στις καλλιέργειες, οι πυρκαγιές, τα απορρίμματα, είναι μόνο κάποιοι από τους τομείς στους οποίους οφείλεται η επιδείνωση του φαινόμνου του θερμοκηπίου.



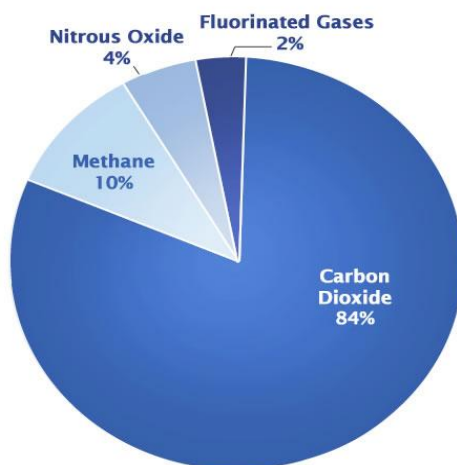
Εικόνα 1.4 Η συμμετοχή των ρύπων με ανθρωπογενή προέλευση στο σύνολο των αερίων του θερμοκηπίου [50]

Οι υδρατμοί έχουν τη μεγαλύτερη συνεισφορά στο φυσικό φαινόμενο του θερμοκηπίου. Παρόλα αυτά η παρουσία τους στην ατμόσφαιρα επηρεάζεται σε μικρότερο βαθμό από τις ανθρώπινες δραστηριότητες. Για το λόγο αυτό, η μελέτη περιορίζεται στα αέρια εκείνα των οποίων οι συγκεντρώσεις στην ατμόσφαιρα αυξάνονται σημαντικά λόγω της ανθρώπινης παρέμβασης (Εικόνα 1.4). Οι κύριες πηγές των ανθρωπογενών αερίων του θερμοκηπίου είναι οι εξής: [62]

- Η καύση των ορυκτών καυσίμων για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, τις μεταφορές, τη βιομηχανία και τα νοικοκυριά
- η γεωργία και οι αλλαγές στη χρήση γης
- η υγειονομική ταφή των αποβλήτων
- η χρήση βιομηχανικών φθοριούχων αερίων

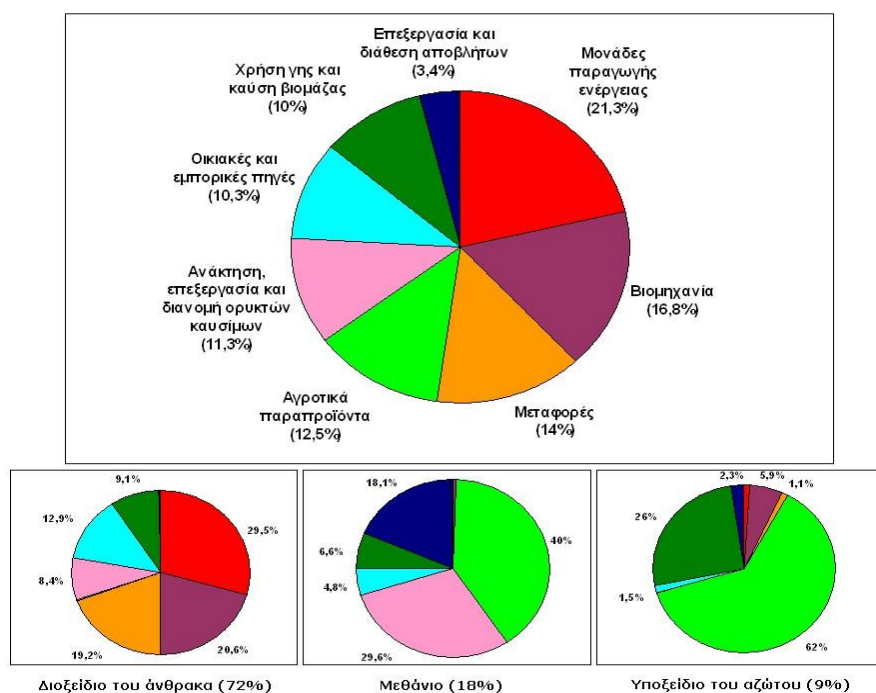
Στην Εικόνα 1.5 φαίνονται τα κύρια αέρια και η συνεισφορά τους στο φαινόμενο του θερμοκηπίου. Τα κύρια αέρια είναι το διοξείδιο του άνθρακα, το μεθάνιο, τα οξείδια του

αζώτου και οι χλωροφθοράνθρακες. Όπως βλέπουμε το διοξείδιο του άνθρακα έχει τη μεγαλύτερη συνεισφορά με ποσοστό που φτάνει το 84%.<sup>[1]</sup>



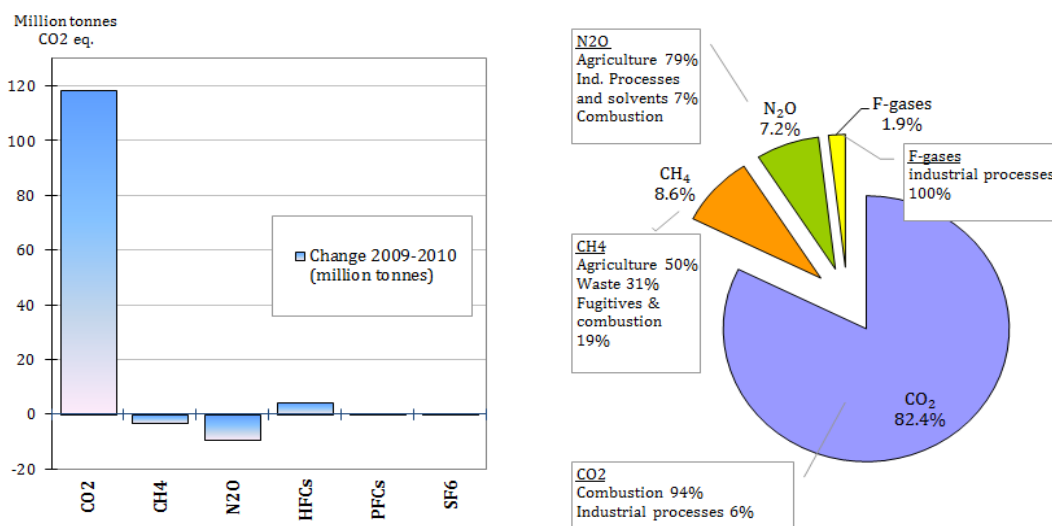
**Εικόνα 1.5** Τα αέρια του θερμοκηπίου και ο βαθμός συνεισφορά τους, 2010<sup>[66]</sup>

Στην Εικόνα 1.6 έχουμε τα ποσοστά συμμετοχής του κάθε τομέα που ευθύνεται για την παραγωγή των αερίων του θερμοκηπίου σε παγκόσμιο επίπεδο. Ο ενεργειακός τομέας, η βιομηχανία και οι μεταφορές βλέπουμε ότι ευθύνονται συνολικά σχεδόν για το 60% των αερίων του θερμοκηπίου. Όσον αφορά το διοξείδιο του άνθρακα βλέπουμε ότι παράγεται κυρίως από τη χρήση ορυκτών καυσίμων στον ενεργειακό τομέα, τη βιομηχανία, τις μεταφορές και τα νοικοκυριά και ακόμη είναι αποτέλεσμα της αποψίλωσης των δασών και της οργανικής αποσύνθεσης. Το μεθάνιο παράγεται από τη γεωργία, από δραστηριότητες διαχείρισης των αποβλήτων και την επεξεργασία ορυκτών καυσίμων, ενώ τα οξείδια του αζώτου είναι αέρια που απελευθερώνονται από τη γεωργία και την καύση βιομάζας.



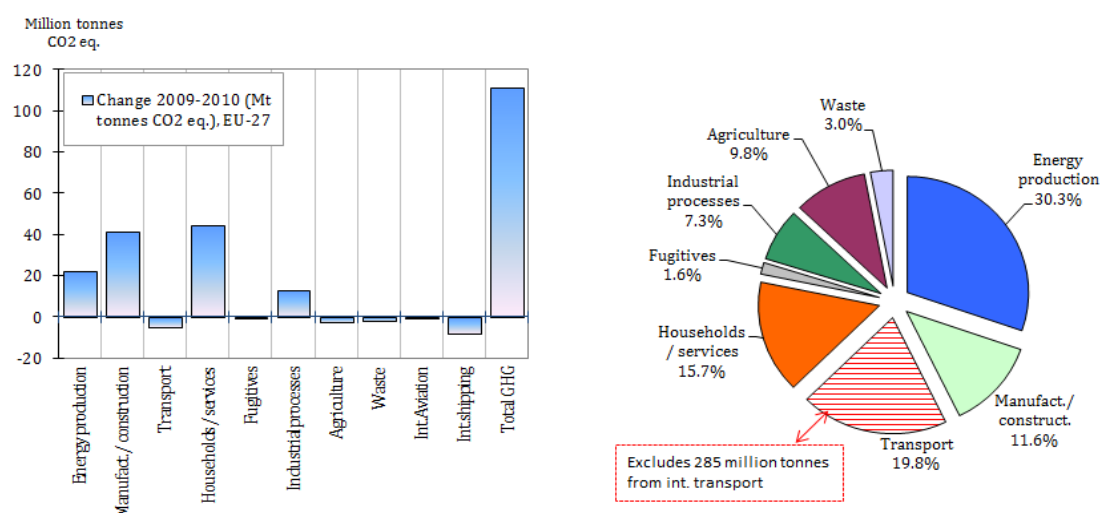
**Εικόνα 1.6** Οι εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου ανά τομέα σε παγκόσμια κλίμακα<sup>[51]</sup>

Στη συνέχεια στην εικόνα 1.7 φαίνονται τα ποσοστά των αερίων του θερμοκηπίου στην Ευρωπαϊκή Ένωση, με το CO<sub>2</sub> να έχει και εδώ κυρίαρχη θέση με ποσοστό 82,4%. Στην ίδια εικόνα υπάρχουν και οι μεταβολές των εκπομπών των αερίων το 2010 σε σχέση με το 2009 όπου παρατηρείται μια σημαντική αύξηση των εκπομπών του CO<sub>2</sub>.



**Εικόνα 1.7** Η μεταβολή στις εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου στην ΕΕ-27 την περίοδο 2009 - 2010 και οι συνολικές εκπομπές ανά αέριο στην ΕΕ-27, 2010 <sup>[64]</sup>

Τέλος, στην Εικόνα 1.8 βλέπουμε τι συμβαίνει στην Ευρωπαϊκή Ένωση όσον αφορά τις εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου. Παρατηρείται ότι οι περισσότερες εκπομπές προέρχονται από τον ενεργειακό τομέα και ακολουθούν οι μεταφορές, τα νοικοκυριά και οι υπηρεσίες. Στην ίδια εικόνα υπάρχουν και οι μεταβολές των εκπομπών των αερίων το 2010 σε σχέση με το 2009 ανά τομέα. Οι βελτιώσεις ήταν πολύ μικρές, ενώ στον ενεργειακό τομέα, τα νοικοκυριά και οι υπηρεσίες υπήρξαν αυξήσεις.



**Εικόνα 1.8** Η μεταβολή των αερίων του θερμοκηπίου ανά τομέα και συνολικά την περίοδο 2009 - 2010 στην ΕΕ-27, και οι τομείς που ευθύνονται για τα αέρια στην ΕΕ-27, 2010 <sup>[57]</sup>

### 1.1.3 Οι επιπτώσεις του φαινομένου του θερμοκηπίου

Όπως έγινε κατανοητό, το φαινόμενο του θερμοκηπίου, στις φυσικές του διαστάσεις, δεν είναι επιβλαβές, αντίθετα είναι ζωτικής σημασίας για τη διατήρηση των περιβαλλοντικών συνθηκών του πλανήτη. Το ανησυχητικό είναι η ενίσχυση του φαινομένου σαν αποτέλεσμα της ατμοσφαιρικής ρύπανσης. Η Επιτροπή για την Κλιματική Αλλαγή (IPCC) στην τέταρτη Έκθεση Αξιολόγησης που έγινε το 2007 προβλέπει ότι οι εκπομπές CO<sub>2</sub> θα προκαλέσουν μια μέση παγκόσμια αύξηση της θερμοκρασίας μεταξύ 2,4 °C και 6,4 °C μέχρι το 2100.<sup>[4]</sup> Η επιστημονική κοινότητα τονίζει ότι υπερθέρμανση του πλανήτη πρέπει να διατηρηθεί κάτω από τους 2°C ώστε να αποφευχθούν οι επικίνδυνες και μη αναστρέψιμες επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής που απειλεί τις βασικές προϋποθέσεις της ανθρώπινης ζωής σε ολόκληρο τον κόσμο, όπως είναι η πρόσβαση στο νερό, η παραγωγή τροφίμων, η υγεία, η χρήση γης και τη διατήρηση του περιβάλλοντος.

Σύμφωνα με έκθεση του Ευρωπαϊκού Οργανισμού Περιβάλλοντος η τελευταία δεκαετία καταγράφηκε ως η θερμότερη στην Ευρώπη, μάλιστα η θερμοκρασία στις χερσαίες περιοχές έχει αυξηθεί κατά 1,3°C σε σχέση με τα επίπεδα της προβιομηχανικής εποχής. Οι προβλέψεις διαφόρων μοντέλων υποδεικνύουν ότι η θερμοκρασία στην Ευρώπη μπορεί να αυξηθεί προς το τέλος του 21ου αιώνα κατά 2,5–4° C σε σύγκριση με τη μέση θερμοκρασία της περιόδου 1961–1990.<sup>[59]</sup>

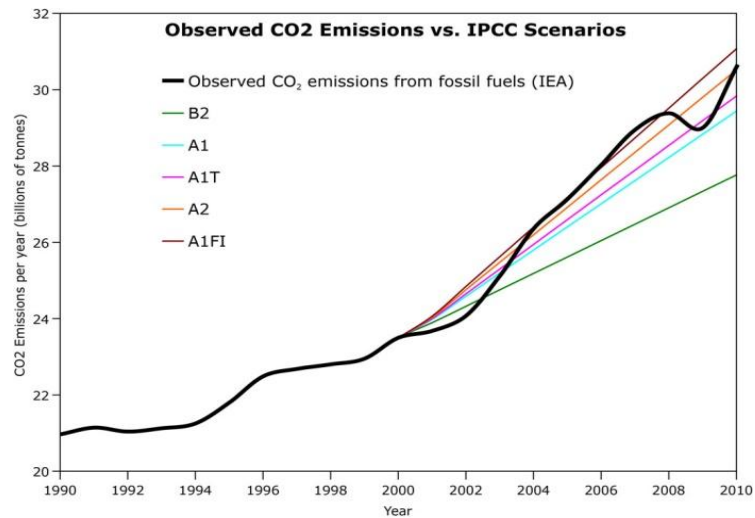
Οι βροχοπτώσεις στις νότιες περιοχές μειώνονται, ενώ στη Βόρεια Ευρώπη αυξάνονται και αυτή η τάση αναμένεται να συνεχιστεί. Η αλλαγή του κλίματος προβλέπεται να επιφέρει αύξηση στις πλημμύρες των ποταμών, ιδιαίτερα στη Βόρεια Ευρώπη ενώ η ξηρασία των ποταμών εμφανίζεται σοβαρότερη και συχνότερη στη Νότια Ευρώπη. Οι ροές των ποταμών προβλέπεται ότι θα μειωθούν σημαντικά κατά τις θερινές περιόδους στη Νότια Ευρώπη, αλλά και σε πολλές άλλες περιοχές της Ευρώπης. Η Αρκτική παρουσιάζει ταχύτερη άνοδο θερμοκρασίας σε σχέση με άλλες περιοχές. Η έκταση των θαλάσσιων πάγων της Αρκτικής το 2007 έφτασε περίπου στο μισό σε σχέση με την έκταση που είχε τη δεκαετία του 1980 και η τήξη του πάγου της Γροιλανδίας έχει διπλασιαστεί από τη δεκαετία του 1990. Οι παγετώνες των Άλπεων έχουν χάσει περίπου τα δύο τρίτα του όγκου τους από το 1850, και οι τάσεις αυτές προβλέπεται να συνεχιστούν στο μέλλον.<sup>[59][65]</sup>

Επιπλέον η αύξηση της θερμοκρασίας προκαλεί μεταβολές στα χαρακτηριστικά των φυτών και των ζώων. Τα φυτά ανθίζουν νωρίτερα και τα ζώα μετακινούνται βορειότερα ή σε περιοχές με μεγαλύτερο υψόμετρο. Καθώς ο ρυθμός μετανάστευσης αυξάνεται πολλά είδη ενδέχεται να αντιμετωπίσουν κίνδυνο εξαφάνισης στο μέλλον. Ακόμα οι καύσωνες έχουν ενταθεί τόσο σε συχνότητα όσο και σε διάρκεια, προκαλώντας δεκάδες θανάτους στο διάστημα της τελευταίας δεκαετίας. Όπως αναφέρεται στην έκθεση, εκτός από τις επιπτώσεις στην υγεία που σχετίζονται με τη ζέστη, η αλλαγή του κλίματος συμβάλλει και στη μετάδοση ορισμένων ασθενειών καθώς διαμορφώνονται καταλληλότερες συνθήκες σε ορισμένες περιοχές της Ευρώπης για κουνούπια και σκνίπες τα οποία είναι φορείς ασθενειών. Τέλος, καθώς δεν έχουν όλες οι περιοχές την ίδια δυνατότητα προσαρμογής στην αλλαγή του κλίματος, εξαιτίας της οικονομικής ανισότητας στην Ευρώπη, οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής ενδέχεται να εντείνουν την ανισότητα αυτή.<sup>[59][65]</sup>



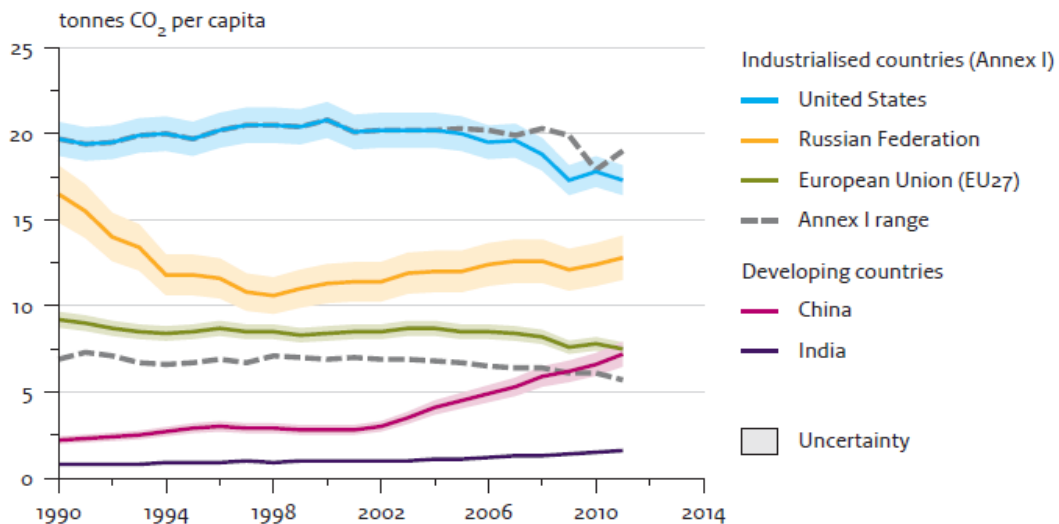
## 1.2 Η εξέλιξη των εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα

### 1.2.1. Παγκόσμιες τάσεις



Εικόνα 1.9 Η παγκόσμια εξέλιξη των εκπομπών του CO<sub>2</sub> για την περίοδο 1990 - 2010 <sup>[60]</sup>

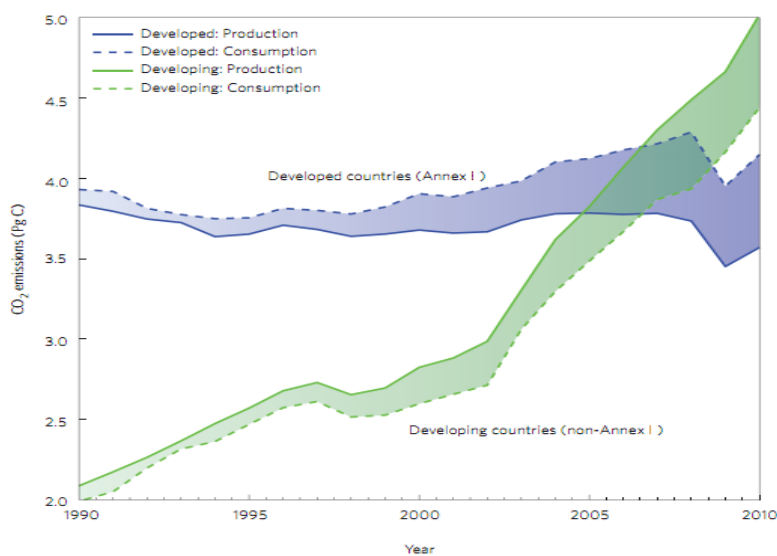
Το 2010 είχαμε ένα νέο ρεκόρ στις εκπομπές CO<sub>2</sub> μιας και αυξήθηκαν περισσότερο από κάθε άλλη φορά. Μετά από τη μείωση που συνέβη το 2009, κυρίως στις δυτικές οικονομίες λόγω των επιπτώσεων της οικονομικής κρίσης, οι παγκόσμιες εκπομπές του CO<sub>2</sub> το 2010 αυξήθηκαν κατά 4,6% <sup>[4]</sup> (Εικόνα 1.9).



Εικόνα 1.10 Η εξέλιξη των εκπομπών CO<sub>2</sub> για τις χώρες με τις περισσότερες εκπομπές (ΗΠΑ, Ρωσία, ΕΕ-27, Annex I, Κίνα, Ινδία) την περίοδο 1990 - 2011 <sup>[61]</sup>

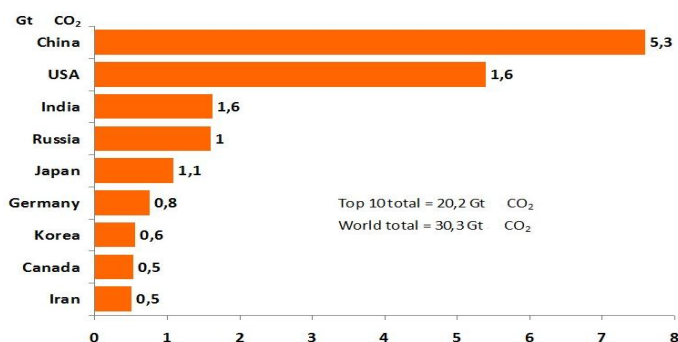
Για να καταλάβουμε καλύτερα τα αποτελέσματα που θα αναφερθούν εδώ και σε κάποια επόμενα κεφάλαια πρέπει να γίνει η εξής επισήμανση. Οι χώρες που υπέγραψαν τη σύμβαση που έγινε από τον Οργανισμό Ηνωμένων Εθνών για την Κλιματική Αλλαγή (UNFCCC) το 1992 ανήκουν στην κατηγορία Annex I. Έτσι, οι χώρες του Annex I είναι οι εξής: Αυστραλία, Αυστρία, Λευκορωσία, Βέλγιο, Βουλγαρία, Καναδάς, Κροατία, Τσεχική

Δημοκρατία, Δανία, Εσθονία, Φινλανδία, Γαλλία, Γερμανία, Ελλάδα, Ουγγαρία, Ισλανδία, Ιρλανδία, Ιταλία, Ιαπωνία, Λετονία, Λιχτενστάιν, Λιθουανία, Λουξεμβούργο, Μάλτα, Μονακό, Ολλανδία, Νέα Ζηλανδία, Νορβηγία, Πολωνία, Πορτογαλία, Ρουμανία, Ρωσία, Σλοβακική Δημοκρατία, Σλοβενία, Ισπανία, Σουηδία, Ελβετία, Τουρκία, Ουκρανία, Ηνωμένο Βασίλειο και οι Ηνωμένες Πολιτείες. Συγκεκριμένα λοιπόν (Εικόνα 1.11) οι εκπομπές των χωρών που ανήκουν στην Annex I, μετά την απότομη πτώση του 2009, το 2010 αυξήθηκαν κατά 3,3%<sup>[4]</sup> ενώ οι εκπομπές των χωρών που δεν ανήκουν στην Annex I, συνέχισαν να αυξάνονται και το 2010 ήταν περισσότερες κατά 5,6%<sup>[4]</sup>.



**Εικόνα 1.11** Οι τάσεις των εκπομπών CO<sub>2</sub> για τις ανεπτυγμένες χώρες (Annex I) και τις αναπτυσσόμενες (non-Annex I) την περίοδο 1990 - 2010 <sup>[71]</sup>

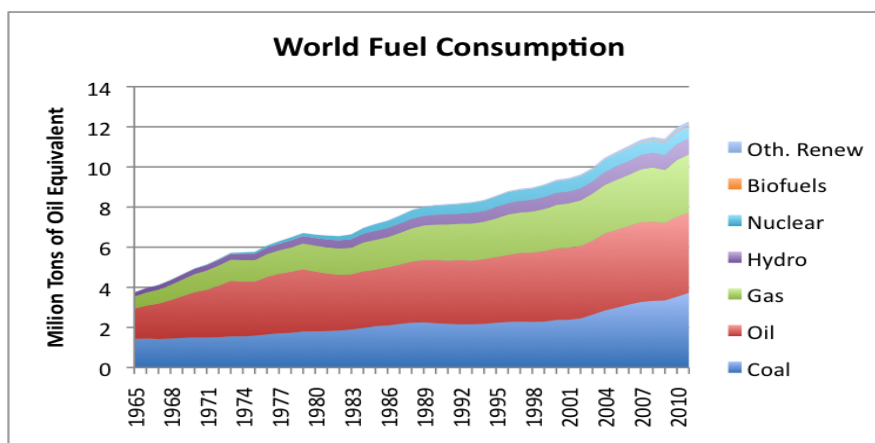
Μια ανάλυση που έγινε λαμβάνοντας υπόψη τις εκπομπές για ένα μεγάλο χρονικό διάστημα έδειξε ότι συνολικά οι εκπομπές των χωρών του Annex I ήταν κατά 3,7% κάτω από τα επίπεδα του 1990, ενώ τα επίπεδα των εκπομπών για τις χώρες που συμμετείχαν στο Πρωτόκολλο του Κιότο ήταν κατά 12,4% κάτω από τα επίπεδα του 1990.<sup>[4]</sup> Σε απόλυτους αριθμούς οι παγκόσμιες εκπομπές του CO<sub>2</sub> το 2010, αυξήθηκαν κατά 1,3 GT σε σχέση με το 2009. Ωστόσο, οι εκπομπές ανά περιοχή ποικίλλουν σε μεγάλο βαθμό καθώς επηρεάζονται από την περιοχή, τα καύσιμα αλλά και τους τομείς ανάπτυξης της κάθε χώρας. Έτσι οι εκπομπές στη Λατινική Αμερική, την Ασία και την Κίνα αυξήθηκαν από 6 έως και 6,5% ενώ οι εκπομπές των χωρών του Annex I αυξήθηκαν σε μικρότερο βαθμό, κατά 3,3%.<sup>[4]</sup> Η Αφρική ήταν η μόνη περιοχή όπου οι εκπομπές δεν αυξήθηκαν το 2010 αλλά μειώθηκαν κατά 0,1%. Λόγω των διαφορετικών ρυθμών ανάπτυξής τους, οι συνολικές εκπομπές για τις χώρες που δεν ανήκουν στο Annex I αυξήθηκαν κατά 54% σε σχέση με τις εκπομπές των χωρών του Annex I.<sup>[4]</sup> Η αύξηση των εκπομπών κατά 0,4 GT CO<sub>2</sub>, για τις χώρες του Annex I, οφείλεται κυρίως στην αύξηση της χρήσης του φυσικού αερίου και του άνθρακα, καθώς η ζήτηση του πετρελαίου ήταν σχεδόν σταθερή.<sup>[4]</sup> Αντίθετα η αύξηση των εκπομπών κατά 0,8 GT CO<sub>2</sub>, για τις χώρες που δεν ανήκουν στην Annex I, οφείλεται σε αύξηση της χρήσης άνθρακα κατά 50%, του πετρελαίου κατά 25% και του φυσικού αερίου κατά 23%.<sup>[4]</sup>



**Εικόνα 1.12** Οι χώρες που παρήγαγαν τις περισσότερες εκπομπές CO<sub>2</sub> το 2010 <sup>[72]</sup>

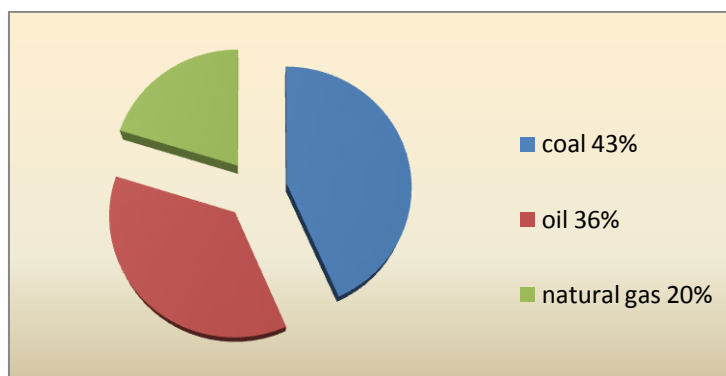
Οι εκπομπές CO<sub>2</sub> φαίνεται λοιπόν να συνδέονται με την ζήτηση σε καύσιμα, την ανάπτυξη και την οικονομία μιας χώρας. Η ενεργειακή υποδομή κάθε χώρας όμως είναι διαφορετική και έτσι οι εκπομπές μεταξύ των χωρών ποικίλουν. Αυτό συμβαίνει γιατί το μέγεθος των εκπομπών κάθε χώρας επηρεάζεται από τα κοινωνικό/οικονομικά και τεχνολογικά χαρακτηριστικά της, το ρυθμό και το μέγεθος της ανάπτυξής της, το κλίμα της αλλά ακόμη περισσότερο επηρεάζεται από το κατά πόσο έχει την ικανότητα να περιορίζει τις εκπομπές. Η Κίνα, οι Ηνωμένες Πολιτείες, η Ινδία, η Ρωσία και η Ιαπωνία (Εικόνα 1.12) είναι οι χώρες με τις μεγαλύτερες εκπομπές και μαζί αποτελούν το 45% του παγκόσμιου πληθυσμού. Το 2010 παρήγαγαν το 46% του παγκόσμιου ακαθάριστου εγχώριου προϊόντος και το 56% των παγκόσμιων εκπομπών CO<sub>2</sub>.<sup>[4]</sup> Για αυτές τις χώρες οι μεταβλητές ζήτηση, ανάπτυξη και οικονομία είναι πολύ διαφορετικές. Για παράδειγμα, αναλογικά με το πλούτο αυτών των χωρών, οι Ηνωμένες Πολιτείες είναι που παράγουν τις περισσότερες εκπομπές λόγω της μεγαλύτερης οικονομικής τους ανάπτυξης. Αντίθετα, η Ιαπωνία που η οικονομία της είναι σχεδόν διπλάσια σε σχέση με τη Ρωσία, παράγει 28% λιγότερες εκπομπές CO<sub>2</sub> από τη Ρωσία. Έτσι οι σχετικά χαμηλές τιμές των εκπομπών σε σχέση με τον πλούτο της κάθε χώρας υποδηλώνουν κάποια πιθανότητα αποσύνδεσης των εκπομπών CO<sub>2</sub> από την οικονομική ανάπτυξη.

Στην Εικόνα 1.13 βλέπουμε τα καύσιμα που χρησιμοποιούνται στον κόσμο και την εξέλιξη της κατανάλωσής τους. Με την πάροδο του χρόνου βλέπουμε ότι αυτά που κυριαρχούν είναι τα ορυκτά καύσιμα δηλαδή το πετρέλαιο, ο άνθρακας και το φυσικό αέριο.



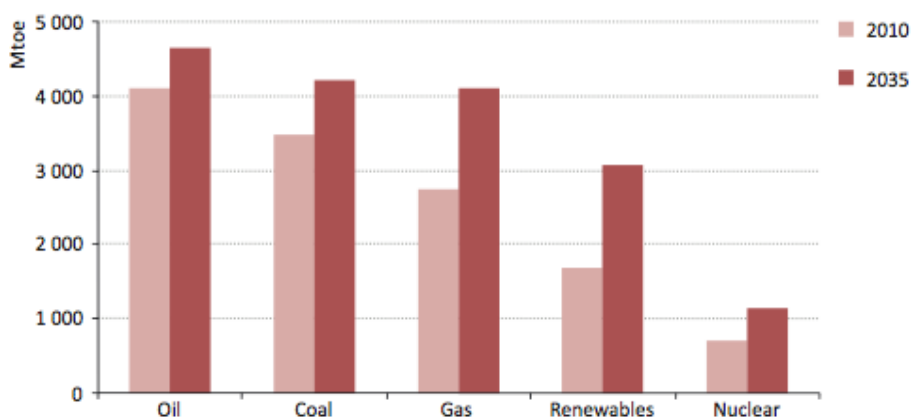
**Εικόνα 1.13** Η εξέλιξη της κατανάλωσης των καυσίμων από το 1965-2010 <sup>[73]</sup>

Το 2010, σε παγκόσμιο επίπεδο το 43% των εκπομπών CO<sub>2</sub> παρήχθησαν από τον άνθρακα, το 36% από το πετρέλαιο και το 20% από φυσικό αέριο (Εικόνα 1.14).<sup>[4]</sup>



**Εικόνα 1.14** Ποσοστιαία συμμετοχή καυσίμων στις εκπομπές CO<sub>2</sub> το 2010

Η καύση του άνθρακα την περίοδο 2009 - 2010 παρήγαγε 13,1 GT CO<sub>2</sub> αυξάνοντας τις εκπομπές CO<sub>2</sub> κατά 4,9%.<sup>[4]</sup> Το φαινόμενο αυτό προκάλεσαν κυρίως οι αναπτυσσόμενες χώρες όπως η Κίνα και η Ινδία, που η βιομηχανική τους παραγωγή αυξάνεται με ταχείς ρυθμούς και ο ενεργειακός τους εφοδιασμός καλύπτεται κατά ένα μεγάλο μέρος από άνθρακα. Αυτό συμβαίνει γιατί οι χώρες αυτές έχουν πολλά αποθέματα σε άνθρακα, ενώ τα αποθέματα από άλλες πηγές ενέργειας είναι περιορισμένα. Ωστόσο, με τη λειτουργία πιο αποδοτικών εργοστάσιων και με τη χρήση ανανεώσιμων πηγών, πυρηνικής ενέργειας και τις τεχνολογίες δέσμευσης και αποθήκευσης άνθρακα θα μπορούσε να περιοριστεί πολύ η κατανάλωση άνθρακα και το 2035 οι εκπομπές CO<sub>2</sub> να μειωθούν σε 5,6 GT.<sup>[4]</sup> Σε περίπτωση που δεν ληφθούν τα κατάλληλα μέτρα για τη μείωση των εκπομπών σε αυτές τις χώρες, το World Energy Outlook 2012 προβλέπει ότι το 2035 οι εκπομπές CO<sub>2</sub> που προέρχονται από άνθρακα θα αυξηθούν σε 15,3 GT.<sup>[4]</sup> Επιπλέον, προβλέπεται ότι λόγω της περεταίρω αύξησης στην κατανάλωση ορυκτών καυσίμων (Εικόνα 1.15) σε ολόκληρο τον κόσμο, οι εκπομπές CO<sub>2</sub> θα συνεχίσουν να αυξάνονται, αν και με χαμηλότερο ρυθμό, και οι παγκόσμιες εκπομπές CO<sub>2</sub> από 30,3 GT το 2010 θα φτάσουν τους 37 GT το 2035.

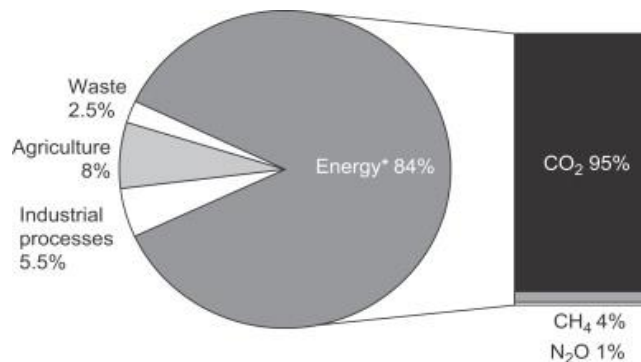


**Εικόνα 1.15** Οι τάσεις στην κατανάλωση καυσίμων το 2035<sup>[79]</sup>

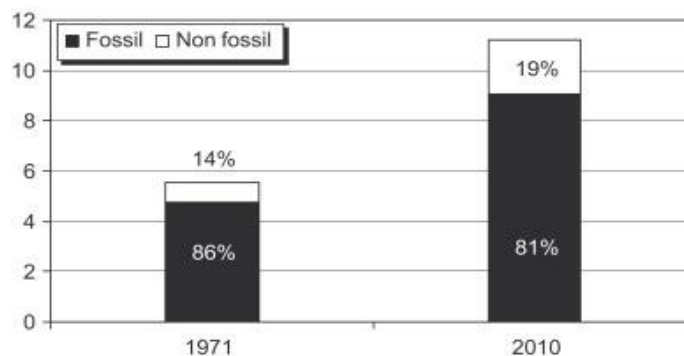
### 1.2.2 Η ευθύνη του ενεργειακού τομέα στις εκπομπές του διοξειδίου του άνθρακα

Η ευημερία και η ανάπτυξη των χωρών είναι συνυφασμένες με τη χρήση ενέργειας, καθώς η ενεργειακή κατανάλωση γίνεται κυρίως για λόγους υποστήριξης των οικονομικών τους δραστηριοτήτων. Γι αυτό βλέπουμε η κατανάλωση ενέργειας να συνδέεται με τομείς οι οποίοι στηρίζουν την ανάπτυξη μιας χώρας. Έτσι οι ενεργειακές διακυμάνσεις ανά τον κόσμο είναι αποτέλεσμα της ζήτησης αλλά και της υποδομής κάθε χώρας.

Όπως είδαμε σε προηγούμενο κεφάλαιο, ο ενεργειακός τομέας είναι ιδιαίτερα ρυπογόνος και κατέχει το μεγαλύτερο μερίδιο στις εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου σε σχέση με τους υπόλοιπους τομείς και συγκεκριμένα αποτελεί την βασική πηγή για τις εκπομπές CO<sub>2</sub>. Στην Εικόνα 1.16 φαίνεται ότι, το 2010 οι χώρες του Annex I παρήγαγαν το 84% των εκπομπών CO<sub>2</sub> από τον ενεργειακό τομέα. Με άλλα λόγια, το 2010 οι χώρες του Annex I παρήγαγαν το 65% των παγκόσμιων εκπομπών CO<sub>2</sub>.<sup>[4]</sup> Η παγκόσμια ζήτηση σε καύσιμα για την παραγωγή ενέργειας παίζει βασικό ρόλο στην ανοδική τάση των εκπομπών CO<sub>2</sub>. Αυτό συμβαίνει γιατί τα ορυκτά καύσιμα είναι που αξιοποιούνται περισσότερο στον ενεργειακό τομέα είναι σε σχέση με τις υπόλοιπες πηγές πρωτογενούς ενέργειας.



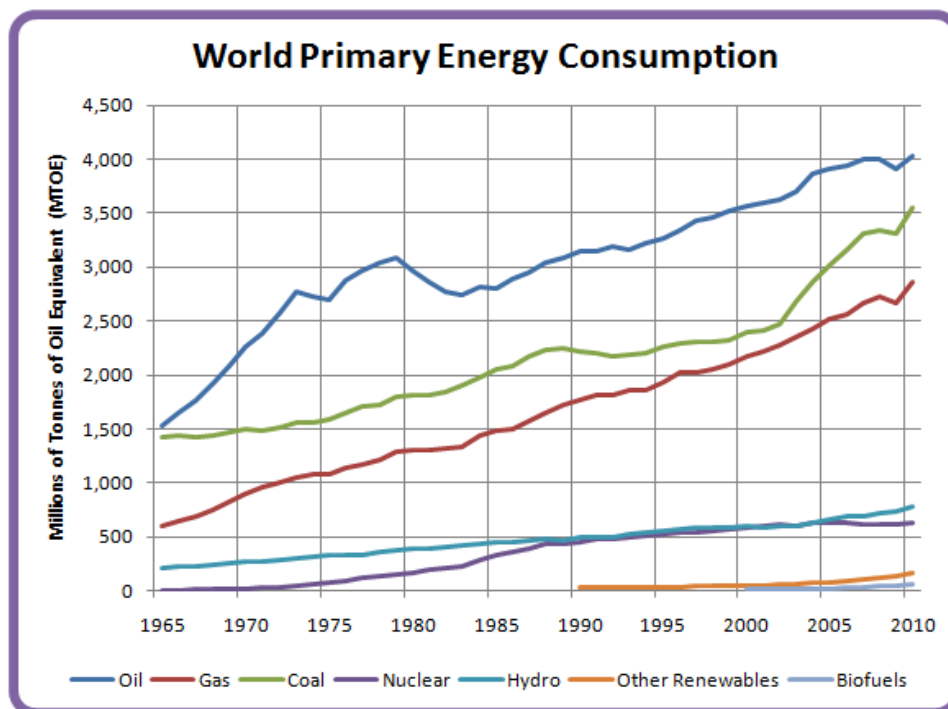
**Εικόνα 1.16** Οι τομείς παραγωγής και κατανάλωσης ενέργειας που ευθύνονται για τις εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου στις χώρες Annex I, 2010 <sup>[68]</sup>



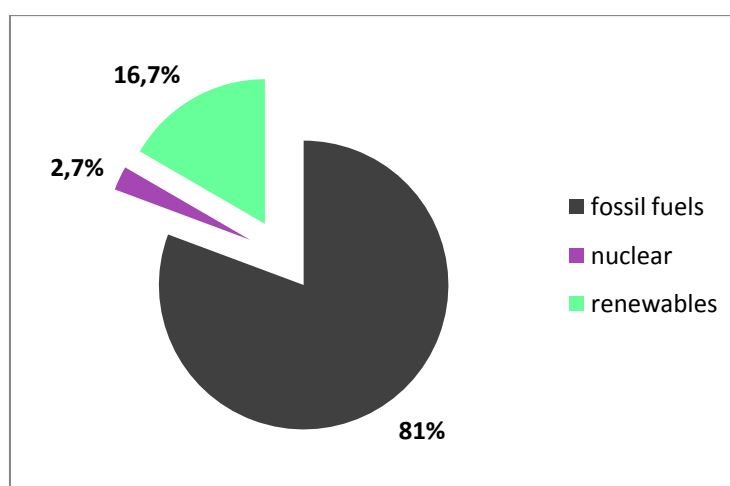
**Εικόνα 1.17** Ποσοστά χρήσης ορυκτών και μη ορυκτών καυσίμων σε παγκόσμια κλίμακα <sup>[69]</sup>

Χαρακτηριστικό είναι ότι η χρήση καυσίμων υπερδιπλασιάστηκε μεταξύ του 1971 και του 2010. Μπορεί η χρήση μη ορυκτών πηγών να αυξήθηκε, τα ορυκτά καύσιμα όμως εξακολούθησαν να κατέχουν το μεγαλύτερο μερίδιο στον εφοδιασμό του ενεργειακού τομέα(Εικόνα 1.17). Το 2010 μάλιστα, οι ορυκτές πηγές αποτέλεσαν το 81% του παγκόσμιου

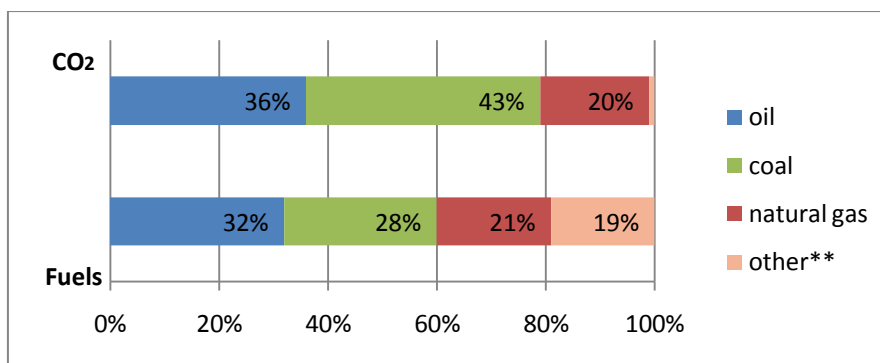
ενεργειακού εφοδιασμού, ενώ παράλληλα το μερίδιο αυτό έχει παραμείνει σχετικά αμετάβλητο τα τελευταία 39 χρόνια. Όπως βλέπουμε στην Εικόνα 1.18 η ενεργειακή κατανάλωση παγκοσμίως καλύπτεται εκτός από τη χρήση άνθρακα, από πετρέλαιο και φυσικό αέριο δηλαδή από καύσιμα που περιέχουν στη σύστασή τους άνθρακα. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα κατά οξείδωσής τους τα καύσιμα αυτά να παράγουν μεγάλες ποσότητες CO<sub>2</sub>. Στην εικόνα παρατηρείται μια αυξητική τάση ως προς την κατανάλωση αυτών των καυσίμων και ιδιαίτερα για το φυσικό αέριο. Ωστόσο το πετρέλαιο συνεχίζει να είναι το κύριο καύσιμο που καταναλώνεται παγκοσμίως. Όσο για τον άνθρακα, η κατανάλωσή του είχε κάποιες αυξομειώσεις μέχρι το 2003 που άρχισε να αυξάνεται απότομα.



Εικόνα 1.18 Η εξέλιξη στη κατανάλωση καυσίμων, 1965-2010 σε παγκόσμιο επίπεδο <sup>[74]</sup>



Εικόνα 1.19 Τα ποσοστά των καυσίμων που καταναλώθηκαν παγκόσμια, 2010 <sup>[75]</sup>

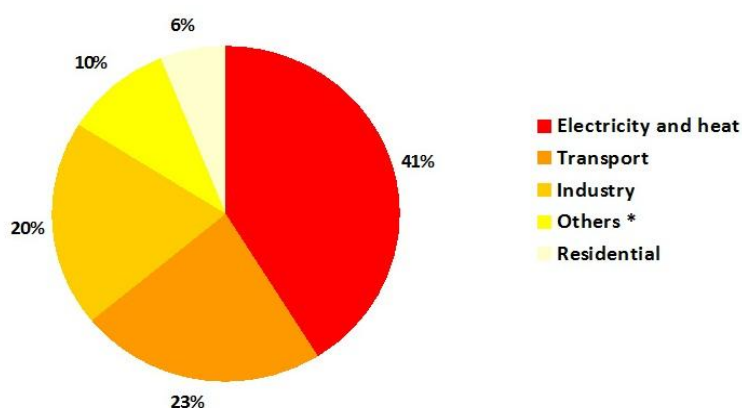


**Εικόνα 1.20** Ποσοστιαία συμμετοχή καυσίμων στην κατανάλωση ενέργειας και οι εκπομπές CO<sub>2</sub> σε παγκόσμια κλίμακα, 2010 <sup>[4]</sup> (\*\*η κατηγορία άλλες περιλαμβάνει την πυρηνική, την υδροηλεκτρική, τη γεωθερμική, την ηλιακή, την κυματική και την αιολική ενέργεια, τα βιοκαύσιμα και τα απόβλητα).

Στην Εικόνα 1.20 βλέπουμε ότι το ποσοστό χρήσης άνθρακα το 2010 μπορεί να ήταν μικρό (28%), ωστόσο ο άνθρακας, ήταν υπεύθυνος για το 40% των παγκόσμιων εκπομπών CO<sub>2</sub>.<sup>[4]</sup> Μάλιστα σε σύγκριση με το φυσικό αέριο, ο άνθρακας παρουσιάζει διπλάσιες εκπομπές. Ένα θετικό σημάδι όμως είναι η διεύθυνση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και της πυρηνικής ενέργειας στο μίγμα των καυσίμων.

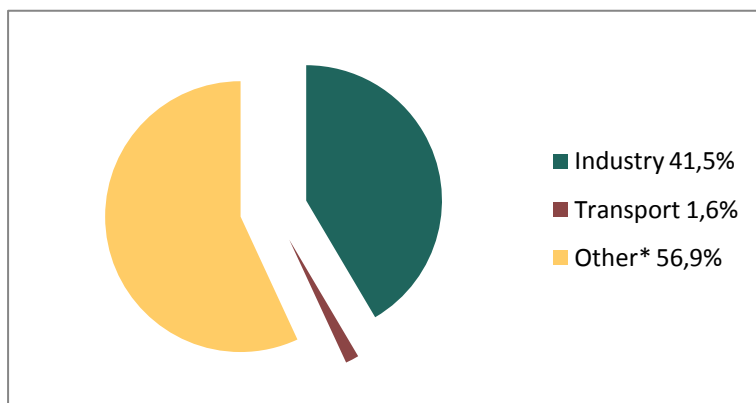
### 1.2.2.1 Η ευθύνη της ηλεκτροπαραγωγής στις εκπομπές του διοξειδίου του άνθρακα

Οι τομείς που καταναλώνουν αυτά τα καύσιμα και είναι ιδιαίτερα ενεργοβόροι, είναι ο ηλεκτρισμός και η θέρμανση, οι μεταφορές, η βιομηχανία και ο οικιακός τομέας. Το 2010 (Εικόνα 1.21) σχεδόν τα δύο τρίτα των παγκόσμιων εκπομπών CO<sub>2</sub> παρήχθησαν από δύο τομείς. Αυτοί ήταν η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και η θέρμανση (41%) και οι μεταφορές (23%).

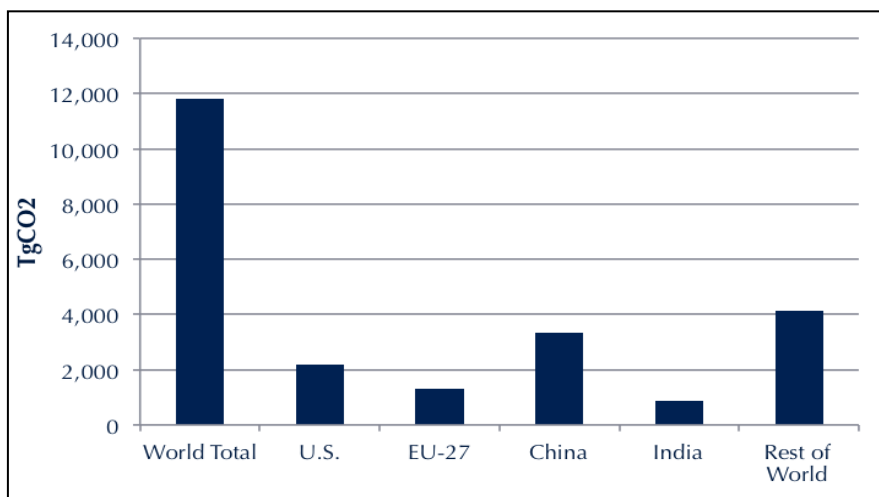


**Εικόνα 1.21** Οι κύριοι τομείς που ευθύνονται για τις εκπομπές CO<sub>2</sub>, σε παγκόσμια κλίμακα, 2010 <sup>[58]</sup> (Η κατηγορία άλλες\*\* περιλαμβάνει εμπορικά καταστήματα και δημόσιες υπηρεσίες, τη γεωργία, τη δασοκομία και την αλιεία)

Σε παγκόσμιο επίπεδο, οι τομείς αυτοί εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από τον άνθρακα, που παράγει όπως είδαμε τις περισσότερες εκπομπές CO<sub>2</sub> σε σχέση με τα άλλα ορυκτά καύσιμα. Χώρες όπως η Αυστραλία, η Κίνα, η Ινδία, η Πολωνία και η Νότια Αφρική παράγουν από 68% μέχρι 94% της ηλεκτρικής τους ενέργειας και θερμότητας από την καύση άνθρακα.<sup>[4]</sup> Όσον αφορά τους τομείς κατανάλωσης ηλεκτρισμού αυτοί είναι η βιομηχανία, η γεωργία, τα εμπορικά καταστήματα, οι δημόσιες υπηρεσίες και ο οικιακός τομέας (Εικόνα 1.22). Σε σχέση με τη γεωγραφική τους προέλευση (Εικόνα 1.23) προκύπτει ότι οι περισσότερες εκπομπές από την ηλεκτροπαραγωγή προέρχονται από την Κίνα.



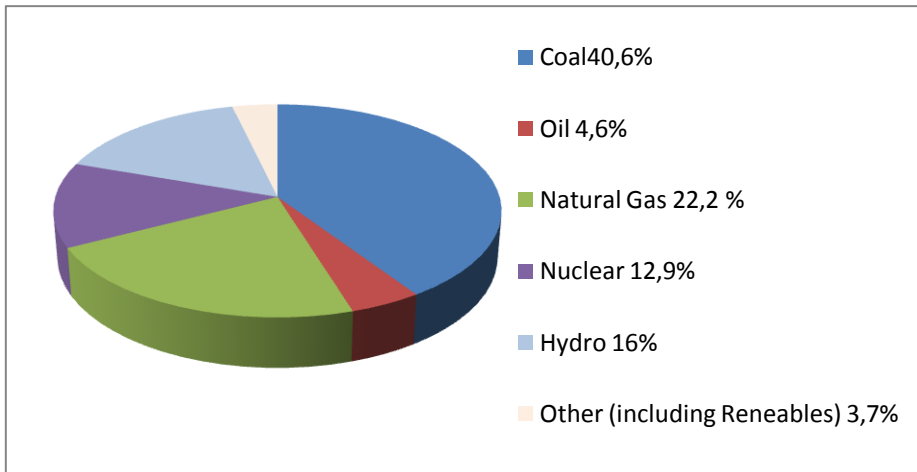
**Εικόνα 1.22** Ποσοστιαία συμμετοχή των τομέων τελικής ζήτησης στην κατανάλωση ηλεκτρισμού<sup>[53]</sup> (στην κατηγορία άλλο\* περιλαμβάνονται η γεωργία, τα εμπορικά καταστήματα, οι δημόσιες υπηρεσίες και ο οικιακός τομέας)



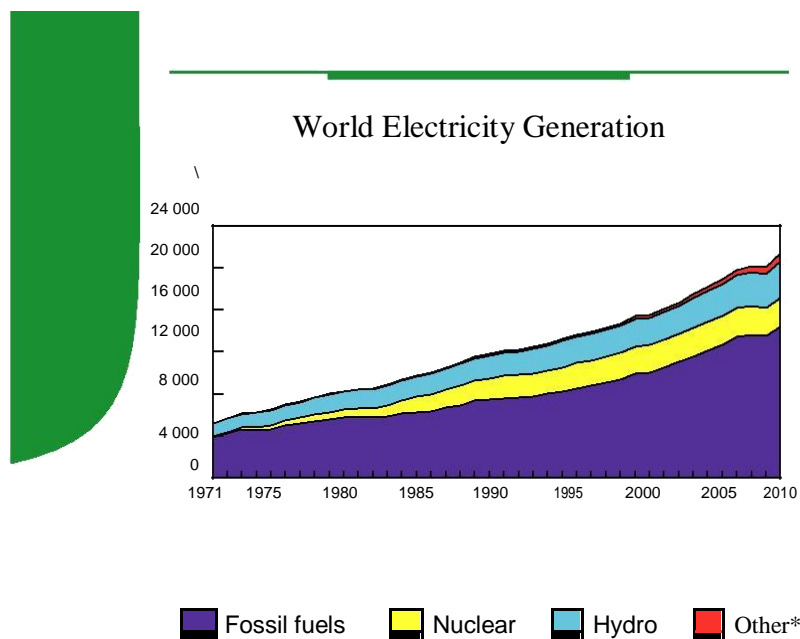
**Εικόνα 1.23** Εκπομπές CO<sub>2</sub> από την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ανά χώρα το 2010<sup>[76]</sup>

Παρατηρώντας τώρα την Εικόνα 1.24 βλέπουμε ότι η ηλεκτροπαραγωγή εξαρτάται σε πολύ μεγάλο βαθμό από τον άνθρακα με ποσοστό 40,6%. Ακολουθεί το φυσικό αέριο, η πυρηνική ενέργεια, η υδροηλεκτρική ενέργεια και το πετρέλαιο. Είναι δηλαδή εμφανής η σημαντική ανάπτυξη των ΑΠΕ με συμμετοχή όμως κυρίως του υδροηλεκτρισμού.





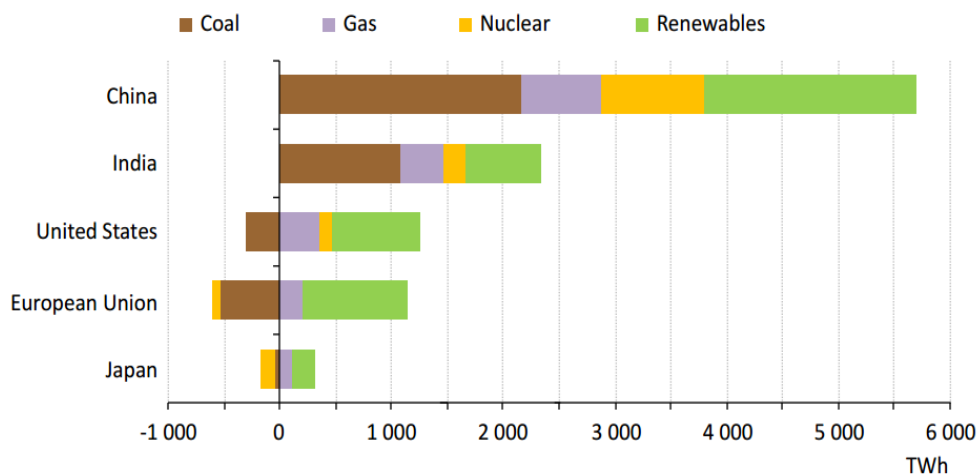
**Εικόνα 1.24** Ποσοστιαία συμμετοχή καυσίμων στην ηλεκτροπαραγωγή παγκόσμια <sup>[53]</sup> (Στις άλλες\* περιλαμβάνονται η αιολική, η ηλιακή και η γεωθερμική ενέργεια, τα απόβλητα, τα βιοκαύσιμα και η θέρμανση)



**Εικόνα 1.25** Η εξέλιξη της χρήσης ορυκτών καυσίμων και άλλων πηγών ενέργειας στην παγκόσμια ηλεκτροπαραγωγή την περίοδο 1971 – 2010 <sup>[53]</sup> (Η κατηγορία άλλες\* περιλαμβάνει την αιολική, ηλιακή και γεωθερμική ενέργεια, τα απόβλητα, τα βιοκαύσιμα και την

Στην Εικόνα 1.25 είναι ενδιαφέρον να παρατηρήσουμε την εξέλιξη στην χρήση ορυκτών καυσίμων και άλλων πηγών ενέργειας στην παγκόσμια ηλεκτροπαραγωγή. Η χρήση υδροηλεκτρικής ενέργειας από το 1971 είχε την πιο αυξητική πορεία σε σχέση με τις υπόλοιπες πηγές ενέργειας ακολουθώντας μια σταθερά άνοδο ως το 2010. Όσο για την πυρηνική ενέργεια είχε πιο έντονη παρουσία μετά το 1990. Η χρήση ορυκτών καυσίμων φαίνεται ότι έχει μια ανοδική πορεία και τη μεγαλύτερη συμμετοχή στην ηλεκτροπαραγωγή

αυτή την περίοδο. Φαίνεται ότι η κρίση στις δυτικές οικονομίες επηρέασε τη χρήση καυσίμων ενώ παρατηρείται μετά το 2009 μια σημαντική αύξηση και πάλι στη χρήση τους. Έτσι το 2010 οι συνολικές εκπομπές CO<sub>2</sub> αυξήθηκαν κατά 5,6% σε σχέση με το 2009.<sup>[4]</sup> Οι πιο σημαντικές αυξήσεις στις εκπομπές CO<sub>2</sub> παρατηρήθηκαν από τα ορυκτά καύσιμα δηλαδή για τον άνθρακα (4,7%) και για το φυσικό αέριο (9,5%), ενώ για το πετρέλαιο αυξήθηκαν λιγότερο κατά 0,3%.<sup>[4]</sup>



**Εικόνα 1.26** Η ζήτηση των καυσίμων στην ηλεκτροπαραγωγή σύμφωνα με τις προβλέψεις του World Energy Outlook 2012 την περίοδο 2010-2035 <sup>[78]</sup>

Το World Energy Outlook 2012 προβλέπει ότι η ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας το 2035 θα έχει άνοδο παραπάνω από 70% σε σχέση με το 2010.<sup>[4]</sup> Σε αυτό θα συμβάλει η αύξηση του πληθυσμού, του εισοδήματος και ο μεγάλος αριθμός των ηλεκτρικών συσκευών στις αναπτυσσόμενες χώρες (Εικόνα 1.26) σε συνδυασμό με την αύξηση των βιομηχανικών διεργασιών. Ακόμη, τα επόμενα 25 χρόνια η ηλεκτρική ενέργεια που βασίζεται σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας θα αυξηθεί, καθώς οι κυβερνήσεις αναμένεται ότι θα μειώσουν το κόστος των επενδύσεων στις ΑΠΕ ενώ θα αυξήσουν τις τιμές των ορυκτών καυσίμων.<sup>[4]</sup>

## 1.3 Το θεσμικό πλαίσιο για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής

### 1.3.1 Το πρωτόκολλο του Κιότο

Οι ενδείξεις επιδείνωσης του φαινομένου του θερμοκηπίου ενεργοποίησαν την παγκόσμια κοινότητα και η ανάγκη για λήψη μέτρων εκφράστηκε ανοιχτά στη συνδιάσκεψη του ΟΗΕ για το Περιβάλλον στο Ρίο της Βραζιλίας το 1992 με τη Σύμβαση-πλαίσιο για την Κλιματική Αλλαγή. Η ευρωπαϊκή κοινότητα καθώς και 186 ακόμα έθνη επικύρωσαν τη σύμβαση, τελικός στόχος της οποίας ήταν ο περιορισμός των αερίων του θερμοκηπίου ώστε να εξαιρεθεί ο κίνδυνος αλλαγής του κλίματος. Η σύμβαση επικυρώθηκε το 1994 αλλά δεν είχε υποχρεωτικό χαρακτήρα. Πρότεινε τη συγκράτηση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου στις χώρες με αναπτυγμένη βιομηχανία στα επίπεδα που αυτές είχαν το 1990. Η εισαγωγή του Πρωτοκόλλου του Κιότο στο διεθνές δίκαιο υπήρξε ένα απαραίτητο πρώτο βήμα ενάντια στην αλλαγή του κλίματος και είναι ήταν η πρώτη συμφωνία παγκοσμίως για τον περιορισμό του φαινομένου του θερμοκηπίου. Το Πρωτόκολλο του Κιότο τέθηκε σε ισχύ στις 16 Φεβρουαρίου 2005, ύστερα από την υπογραφή του από τη Ρωσία ενώ οι Η.Π.Α. αρνήθηκαν να υπογράψουν. <sup>[56] [4]</sup>

Σύμφωνα με το Πρωτόκολλο του Κιότο, τα κράτη που συνυπέγραψαν δεσμεύτηκαν να ελαττώσουν τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου για την πρώτη περίοδο ανάληψης υποχρεώσεων (2008-2012) τουλάχιστον κατά 5% σε σχέση με τις εκπομπές του 1990. Εξαιρεση αποτελέσει αφενός η ΕΕ, η οποία αποφάσισε τη μείωση των ετήσιων εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου σε ποσοστό 8% και, αφετέρου, οι αναπτυσσόμενες χώρες οι οποίες δεν έχουν ποσοτικοποιημένους στόχους.

Το Πρωτόκολλο περιλάμβανε τρεις ευέλικτους μηχανισμούς, έτσι ώστε η μείωση των εκπομπών ρύπων να γινόταν με τον πιο οικονομικά αποδοτικό τρόπο. Αυτοί ήταν:

- η Εμπορία Δικαιωμάτων Εκπομπών (Emissions Trading - ET)
- τα Προγράμματα από Κοινού (Joint Implementation - JI) και
- ο Μηχανισμός Καθαρής Ανάπτυξης (Clean Development Mechanism - CDM)

Το Πρωτόκολλο του Κιότο δεν περιείχε δεσμευτικούς στόχους για τις αναπτυσσόμενες χώρες. Ωστόσο, παροτρύνονταν και αυτές να λάβουν μέτρα για τη μείωση των εκπομπών τους. Αυτό συνάδει με τη συμφωνία ότι οι εκβιομηχανισμένες χώρες, ως η κύρια πηγή του φαινομένου του θερμοκηπίου, θα πρέπει να κάνουν το πρώτο βήμα στον έλεγχο των μειώσεων. <sup>[56] [4]</sup>

Το 2012 στη 18<sup>η</sup> διάσκεψη για την κλιματική αλλαγή που έγινε στη Ντόχα του Κατάρ, ένα κράτος με τις μεγαλύτερες κατά κεφαλήν ανθρωπογενείς εκπομπές αερίων ρύπων, αποφασίστηκε η παράταση ισχύος του Πρωτοκόλλου του Κιότο μέχρι το 2020 και η ανάγκη ολοκλήρωσης της νέας δεσμευτικής, για όλα τα μέρη, συμφωνίας μέχρι το 2015, η οποία θα τεθεί σε ισχύ από το 2020. Αναβλήθηκε επίσης ως το 2013 η συζήτηση για τα αιτήματα των αναπτυσσόμενων χωρών για περισσότερα χρήματα ώστε να μπορέσουν να αντιμετωπίσουν την υπερθέρμανση του πλανήτη. Η Ευρωπαϊκή Ένωση αποφάσισε να εγκρίνει την ανανέωση του Πρωτοκόλλου όμως ο Καναδάς, Ιαπωνία, Ρωσία και Νέα Ζηλανδία και ξανά

οι ΗΠΑ αρνήθηκαν. Έτσι σήμερα στο Πρωτόκολλο συμμετέχουν ανεπτυγμένες χώρες που παράγουν λιγότερο από το 15% παγκόσμιων εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου.

### 1.3.2 Ευρωπαϊκές Δράσεις

Τον Μάρτιο του 2007 η Ευρωπαϊκή Ένωση, πρωτοπορώντας παγκοσμίως, αποφάσισε να λάβει ακόμη πιο φιλόδοξα μέτρα κατά της κλιματικής αλλαγής. Το Ευρωπαϊκό Συμβούλιο, εκπόνησε το “Πακέτο μέτρων για το κλίμα και την ενέργεια” για τη διείσδυση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και τη μείωση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου που είχε ως στόχους <sup>[54]</sup>

- τη μείωση των αερίων θερμοκηπίου τουλάχιστον κατά 20% έως το 2020 σε σύγκριση με τα επίπεδα του 1990
- τη χρήση ανανεώσιμης ενέργειας σε ποσοστό 20% έως το 2020, συμπεριλαμβανομένου του στόχου της χρήσης βιοκαυσίμων σε ποσοστό 10%
- την εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας κατά 20% συγκριτικά με την προβλεπόμενη κατανάλωση, αυξάνοντας τον βαθμό ενεργειακής απόδοσης

Οι στόχοι αυτοί γνωστοί και ως τα “τρία εικοσάρια”, έλαβαν και νομικά δεσμευτικό χαρακτήρα με την έγκρισή τους από το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο και το Ευρωπαϊκό Συμβούλιο στο τέλος Δεκεμβρίου του 2008. Για την υλοποίηση των παραπάνω φιλόδοξων στόχων, η Ευρωπαϊκή Ένωση το 2009 προώθησε τη νέα Κοινοτική Οδηγία 2009/28/ΕΚ για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Η Οδηγία 2009/28/ΕΚ, η οποία τέθηκε σε εφαρμογή στις αρχές του 2013 όταν έληξε η πρώτη προθεσμία υλοποίησης των δεσμεύσεων που έχουν οριστεί από το Πρωτόκολλο του Κιότο, κατανέμει τον συνολικό στόχο του 20% σε επιμέρους στόχους για κάθε κράτος μέλος, με γνώμονα το Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν κάθε κράτους, το εθνικό σημείο εκκίνησης και το εθνικό ενεργειακό μείγμα. <sup>[54]</sup>

Οι νέες Ευρωπαϊκές Οδηγίες(2009/28/ΕΚ) περιλαμβάνουν:

- μηχανισμό της εμπορίας αδειών εκπομπής, το ETS, που λειτουργεί στο επίπεδο ολόκληρης της ΕΕ με βάση τη δημοπράτηση όλων των αδειών εκπομπών μετά το 2013 και στον οποίο υπάγονται οι τομείς της ηλεκτροπαραγωγής και της μεγάλης βιομηχανίας,
- στόχο για κάθε χώρα σχετικά με τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου στους τομείς που δεν υπάγονται στο ETS (κτίρια, οικίες, μικρή βιομηχανία, γεωργία, μεταφορές), ο οποίος πρέπει να επιτευχθεί μέσω εθνικών πολιτικών
- στόχο για κάθε χώρα σχετικά με τη συνεισφορά των ΑΠΕ στην ακαθάριστη εγχώρια κατανάλωση, ο οποίος πρέπει να επιτευχθεί, επίσης, μέσω εθνικών πολιτικών.

## 2.Τεχνολογίες ηλεκτροπαραγωγής

Η ηλεκτροπαραγωγή κατατάσσεται σε κατηγορίες ανάλογα με το είδος των πηγών ενέργειας που χρησιμοποιεί. Οι κατηγορίες αυτές είναι:

- η Ηλεκτροπαραγωγή από Συμβατικά καύσιμα, η οποία χρησιμοποιεί σαν πηγή ενέργειας ορυκτά στερεά, υγρά ή αέρια καύσιμα, τα οποία έχουν σχηματιστεί σε παλαιότερες γεωλογικές περιόδους και βρίσκονται αποθηκευμένα στο υπέδαφος, σε μικρότερα ή μεγαλύτερα βάθη σε πεπερασμένες, μη ανανεώσιμες ποσότητες
- η Ηλεκτροπαραγωγή από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας, η οποία αντίθετα με την πρώτη, χρησιμοποιεί πηγές διαχρονικές. Η Ηλεκτροπαραγωγή από ΑΠΕ είναι άμεσα συνδεδεμένη με τον ήλιο και τα φυσικά φαινόμενα και κατά συνέπεια εξαρτάται από την περιοδικότητα αυτών των φαινομένων
- η Ηλεκτροπαραγωγή από πραγματοποιείται από ελεγχόμενη αντίδραση πυρηνικής σχάσης στο εσωτερικό των πυρηνικών αντιδραστήρων η οποία οδηγεί στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας

Κάθε χώρα της ΕΕ έχει επιλέξει το δικό της μείγμα Τεχνολογιών Ηλεκτροπαραγωγής. Το μείγμα αυτό διαφέρει από χώρα σε χώρα γιατί καθορίζεται από παράγοντες όπως:

- οι διαθέσιμοι εγχώριοι Ενεργειακοί Πόροι
- οι Διεθνείς Συγκυρίες & η Ενεργειακή Πολιτική
- οι γεωλογικές, γεωφυσικές, γεωγραφικές και κλιματολογικές ιδιαιτερότητες.

Υπάρχουν πολλές διαφορετικές τεχνολογίες για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από τις διάφορες πηγές. Τα ιδιαίτερα τεχνικά χαρακτηριστικά κάθε μεθόδου ηλεκτροπαραγωγής παίζουν σημαντικό ρόλο στη διαμόρφωση της απόδοσης της παραγόμενης ενέργειας και στην επίδρασή της στο περιβάλλον. Στο κεφάλαιο αυτό θα γίνει μια παρουσίαση των συνηθέστερα χρησιμοποιούμενων τεχνολογιών ηλεκτροπαραγωγής.

## 2.1 Τεχνολογίες ηλεκτροπαραγωγής από συμβατικά ορυκτά καύσιμα

Όλες οι μέθοδοι ηλεκτροπαραγωγής με ορυκτά καύσιμα αφορούν την καύση του ορυκτού για την απελευθέρωση και αξιοποίηση της θερμογόνου δύναμής του. Η εξάντληση των αποθεμάτων των ορυκτών καυσίμων και η περιβαλλοντική επιβάρυνση που προκαλεί η καύση τους έχουν σαν αποτέλεσμα να γίνονται προσπάθειες για ελάττωση της αντίστοιχης εγκατεστημένης ισχύος. Από τα ορυκτά καύσιμα, το ουράνιο είναι το μόνο που δεν καίγεται για την παραγωγή ενέργειας και επιπλέον δεν παράγει κάποιου είδους ατμοσφαιρικούς ρύπους.

Η εγκατεστημένη ισχύς των μονάδων πετρελαίου και άνθρακα εκτιμάται ότι θα μειωθεί τα επόμενα χρόνια. Το γεγονός αυτό οφείλεται στην εξάντληση των αποθεμάτων τους παγκοσμίως καθώς επίσης και στα περιβαλλοντικά ζητήματα που προκύπτουν από τη λειτουργία τους. Σε ότι αφορά το φυσικό αέριο, είναι πιο φιλικό προς το περιβάλλον σε σχέση με τα υπόλοιπα ορυκτά καύσιμα καθώς δεν παράγει τόσο μεγάλες ποσότητες διοξειδίου του άνθρακα. Οι μονάδες φυσικού αερίου εκτιμάται ότι θα παρουσιάσουν άνοδο σε ότι αφορά την εγκατεστημένη ισχύ τους καθώς οι μονάδες αυτές είναι πιο φιλικές στο περιβάλλον και ιδιαίτερα στην ατμόσφαιρα.<sup>[7][4]</sup>

### 2.1.1 Ατμοηλεκτρικοί σταθμοί

Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από το γαιάνθρακα, τον πιο διαδεδομένο ενεργειακό πόρο παγκοσμίως, και από το λιγνίτη, γίνεται κατά κανόνα σε τυπικές μονάδες ηλεκτροπαραγωγής με χρήση ατμοστρόβιλων. Αρχικά, ο εξορυσσόμενος άνθρακας ή λιγνίτης μεταφέρεται με μεταφορικές ταινίες στη μονάδα θραύσης όπου θραύεται πρωτογενώς και στη συνέχεια οδηγείται στη μονάδα ηλεκτροπαραγωγής όπου λειοτριβείται σε ορισμένο μέγεθος τεμαχίων. Έπειτα, αναμιγνύεται με αέρα και εισάγεται στο θάλαμο καύσης όπου καίγεται προς παραγωγή θερμότητας. Με τον τρόπο αυτό μετατρέπεται η χημική ενέργεια του καυσίμου σε θερμότητα. Ταυτόχρονα, μεγάλες ποσότητες καθαρού νερού αντλούνται και κυκλοφορούν σε σωληνώσεις μέσα στο θάλαμο καύσης και έτσι το νερό προσλαμβάνει την εκλυόμενη από την καύση θερμότητα και μετατρέπεται σε υπέρθερμο και υψηλής πίεσης ατμό. Ο ατμός που δημιουργείται οδηγείται με σωληνώσεις σε ατμοστρόβιλους οι οποίοι μετατρέπουν την ενέργεια του ατμού σε κινητική ενέργεια. Η κινητική αυτή ενέργεια θέτει σε λειτουργία μια γεννήτρια και με τον τρόπο αυτό παράγεται ηλεκτρική ενέργεια η οποία μετασχηματίζεται σε υψηλής τάσης ηλεκτρισμό και οδηγείται στο σύστημα μεταφοράς. Οι ατμοηλεκτρικοί σταθμοί έχουν σχετικά μεγάλη απόδοση και μικρό κόστος ανά παραγόμενη μονάδα ενέργειας. Επιπλέον, απαιτείται μια πολύπλοκη και χρονοβόρα διαδικασία για την εκκίνησή τους. Για τους λόγους αυτούς χρησιμοποιούνται σαν σταθμοί κάλυψης του βασικού φορτίου. Ωστόσο, η λειτουργία των ατμοηλεκτρικών σταθμών ενέχει και σημαντικά περιβαλλοντικά ζητήματα τα οποία είναι η ατμοσφαιρική ρύπανση και η θερμική ρύπανση των υδάτων.<sup>[9]</sup>

### 2.1.2 Αεριοστροβιλικοί σταθμοί

Οι αεριοστροβιλικοί σταθμοί χρησιμοποιούνται για την αξιοποίηση της θερμογόνου δύναμης των υγρών και αερίων καυσίμων όπως είναι το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο. Οι αεριοστροβιλικές μονάδες αποτελούνται από τέσσερα βασικά στοιχεία τα οποία είναι ο συμπιεστής του αέρα καύσης, ο θάλαμος καύσης, ο αεριοστρόβιλος και η γεννήτρια. Εκτός από το θάλαμο καύσης, όλα τα υπόλοιπα στοιχεία βρίσκονται σε κοινό άξονα μεταξύ τους. Ο συμπιεστής απορροφά περίπου τα δύο τρίτα της ισχύος του άξονα. Η ενέργεια αυτή δεν ρέει προς τα έξω ούτε χάνεται, αλλά προσδίδεται στον αέρα που συμπιέζει ο συμπιεστής. Ο ατμοσφαιρικός αέρας, αφού συμπιεστεί, οδηγείται στον θάλαμο καύσης όπου καίγεται το πετρέλαιο ή φυσικό αέριο και αναμιγνύεται με αυτά. Τα αέρια προϊόντα της καύσης έχουν θερμοκρασία μέχρι 850°C περίπου. Αυτά οδηγούνται στον στρόβιλο και εκτονώνονται, οπότε μέρος της ενέργειάς τους μετατρέπεται σε μηχανική ενέργεια προκαλώντας την περιστροφή του στροβίλου και την έναρξη λειτουργίας της γεννήτριας. Στη χώρα μας, τέτοιου είδους σταθμοί που χρησιμοποιούν πετρέλαιο κατασκευάζονται κυρίως στα νησιά τα οποία διαθέτουν απομονωμένα δίκτυα και δεν εντάσσονται στο εθνικό διασυνδεδεμένο δίκτυο, ενώ δεν έχουν πρόσβαση και στο δίκτυο φυσικού αερίου. Το μεγάλο κόστος επένδυσης ενός ατμοηλεκτρικού σταθμού, η απόσταση των νησιών αυτών η οποία δυσχεραίνει τη μεταφορά καυσίμου καθώς επίσης και οι έντονες μεταβολές που εμφανίζονται στην ενεργειακή ζήτηση ειδικά κατά τους θερινούς μήνες, καθιστούν τους αεριοστροβιλικούς σταθμούς πετρελαίου τη βέλτιστη λύση. Ταυτόχρονα, η ΔΕΗ εφαρμόζει μια τακτική οριστικής παύσης της λειτουργίας των διασυνδεδεμένων πετρελαϊκών μονάδων, μειώνοντας κάθε χρόνο την αντίστοιχη παραγόμενη ποσότητα ενέργειας από αυτές.<sup>[9]</sup>

### 2.1.3 Μονάδες συνδυασμένου κύκλου

Η βασική αρχή λειτουργίας των μονάδων συνδυασμένου κύκλου είναι η χρήση της θερμότητας των καυσαερίων που παράγονται από έναν ή περισσότερους αεριοστρόβιλους προκειμένου να παραχθεί ατμός σε έναν ατμοπαραγωγό και έτσι να τεθεί σε λειτουργία ένας ατμοστρόβιλος και στη συνέχεια μια ηλεκτρογεννήτρια. Με τον τρόπο αυτό έχουμε συνδυασμένη, ταυτόχρονη λειτουργία αεριοστρόβιλων και ατμοστρόβιλων. Με τη χρήση της τεχνολογίας του συνδυασμένου κύκλου αξιοποιείται το υψηλό ενεργειακό περιεχόμενο των καυσαερίων και επιπλέον αξιοποιείται η θερμότητα που αλλιώς θα απορριπτόταν στο περιβάλλον. Το βασικό στοιχείο των μονάδων συνδυασμένου κύκλου είναι η απαίτηση το χρησιμοποιούμενο καύσιμο να είναι απαλλαγμένο από αιωρούμενα σωματίδια. Για το λόγο αυτό, στους σταθμούς συνδυασμένου κύκλου χρησιμοποιείται κατά κύριο λόγο φυσικό αέριο, το οποίο είναι κατάλληλο και σχετικά φθηνό για χρήση σε αεριοστρόβιλους μονάδων συνδυασμένου κύκλου. Ωστόσο, ο περιορισμός αυτός των μονάδων συνδυασμένου κύκλου αποτέλεσε κίνητρο για την ανάπτυξη τεχνολογιών παραγωγής καυσαερίων χωρίς αιωρούμενα σωματίδια από τον άνθρακα, κάτι το οποίο θεωρούταν δύσκολο έως και αδύνατο όταν το χρησιμοποιούμενο καύσιμο ήταν στερεός άνθρακας. Ο στόχος αυτός επιτεύχθηκε με την ανάπτυξη της τεχνολογίας αεριοποίησης του άνθρακα η οποία πλέον αρχίζει και χρησιμοποιείται ευρύτατα. Κατά τη διαδικασία αυτή, ο άνθρακας αντιδρά με οξυγόνο και υδρατμό και σαν αποτέλεσμα όλη η οργανική ύλη του άνθρακα μετατρέπεται σε αέριο.<sup>[9]</sup>

## 2.2 Τεχνολογίες ηλεκτροπαραγωγής από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας

Στις μέρες μας έχουν αναπτυχθεί τεχνολογίες που αξιοποιούν τον άνεμο, τον ήλιο, τη ροή του νερού, τα κύματα, κλπ για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας συμβάλλοντας έτσι στην περιβαλλοντική αειφόρο ενεργειακή ανάπτυξη. Οι μέθοδοι παραγωγής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές δεν χρησιμοποιούν ορυκτά καύσιμα, δεν παράγουν ρύπους και προκαλούν ελάχιστα περιβαλλοντικά προβλήματα. Για το λόγο αυτό αναπτύσσονται διαρκώς κερδίζοντας έδαφος στο παγκόσμιο ενεργειακό μίγμα. Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας αναμένεται να παρουσιάσουν αύξηση και σε ότι αφορά την εγκατεστημένη ισχύ των αντίστοιχων μεθόδων ηλεκτροπαραγωγής. Η υδροηλεκτρική τεχνολογία είναι η πιο ανεπτυγμένη από τις ΑΠΕ ενώ οι αιολικές διατάξεις εκτιμάται ότι θα εμφανίσουν τη μεγαλύτερη ανάπτυξη τα επόμενα χρόνια κάτι το οποίο δικαιολογείται απόλυτα από το γεγονός ότι είναι ιδιαίτερα αποδοτικές τεχνολογίες. Τα ηλιακά συστήματα βρίσκονται στην επόμενη θέση καθώς η διαρκής εξέλιξη της τεχνολογίας συμβάλλει ολοένα και περισσότερο στην αύξηση της απόδοσης των ηλιακών διατάξεων. Επιπλέον, τα επόμενα χρόνια τα ηλιακά και φωτοβολταϊκά συστήματα αναμένεται να είναι πιο ανταγωνιστικά σε ότι αφορά το κόστος εγκατάστασής τους το οποίο παραμένει σε υψηλά επίπεδα μέχρι σήμερα. Η γεωθερμία και η βιομάζα εμφανίζουν τη μικρότερη ίσως ανάπτυξη λόγω της πολυπλοκότητας των αντίστοιχων τεχνολογιών ηλεκτροπαραγωγής, αλλά και λόγω γεωγραφικού εντοπισμού των αποθεμάτων στην περίπτωση της γεωθερμίας, ή προβλημάτων στη διαθεσιμότητα της πρώτης ύλης, στην περίπτωση της βιομάζας.<sup>[11]</sup>

### 2.2.1 Υδροηλεκτρικοί σταθμοί

Στους υδροηλεκτρικούς σταθμούς μετατρέπεται η κινητική ή και δυναμική ενέργεια του τρεχούμενου νερού σε ηλεκτρική ενέργεια. Το νερό χρησιμοποιείται για την περιστροφή ενός υδροστροβίλου και έπειτα ο στρόβιλος περιστρέφει μια γεννήτρια και με τον τρόπο αυτό παράγεται ηλεκτρισμός. Η κατασκευή του υδροηλεκτρικού σταθμού μπορεί να γίνει είτε με δεξαμενή, με κατάλληλο φράγμα σε κάποιο ποτάμι, είτε σαν σταθμός φυσικής ροής σε μεγάλα ποτάμια. Ο υδροηλεκτρικός σταθμός εγκαθίσταται είτε στη βάση του φράγματος, είτε χαμηλότερα ώστε να δημιουργείται υψομετρική διαφορά και να γίνεται εκμετάλλευση της υδατοπτώσεως. Το νερό μέσω αγωγού πτώσης διοχετεύεται από τον ταμιευτήρα στον υδροηλεκτρικό σταθμό όπου και θέτει σε λειτουργία τον υδροστρόβιλο και τη γεννήτρια που είναι σε κοινό άξονα με αυτόν. Με τον τρόπο αυτό η κινητική ενέργεια του νερού μετατρέπεται σε μηχανική και στη συνέχεια σε ηλεκτρική.<sup>[15]</sup> Η ποσότητα νερού που ενδεχομένως αποθηκεύεται σε αυτούς τους σταθμούς εξασφαλίζει τη λειτουργία μιας μέρας ή εβδομάδας. Επιπλέον, η παραγόμενη ισχύς επηρεάζεται κατά πολύ από τις εποχιακές μεταβολές της ποσότητας του νερού. Αυτού του είδους οι σταθμοί κατασκευάζονται σε ποτάμια με μεγάλη ροή όπου υπάρχει μικρό σχετικά βάθος. Τα μικρά υδροηλεκτρικά έργα, τα οποία αξιοποιούν τη διαθέσιμη κάθε φορά παροχή είναι σταθμοί φυσικής ροής. Η δεύτερη κατηγορία υδροηλεκτρικών σταθμών, οι σταθμοί αποθήκευσης αποτελούν την πιο συνηθισμένη λύση για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από το υδροδυναμικό. Στους σταθμούς αυτούς κατασκευάζεται φράγμα και έτσι δημιουργείται ταμιευτήρας. Ο ταμιευτήρας, έχει αποθηκευτική χωρητικότητα η οποία μπορεί να



ανταπεξέρχεται στις εποχιακές μεταβολές της ποσότητας του νερού και η οποία δίνει τη δυνατότητα σταθερής παραγωγής ηλεκτρισμού σε όλη τη διάρκεια του έτους. Σε σταθμούς με πολύ μεγάλα φράγματα μπορεί να αποθηκευτεί ποσότητα νερού η οποία εξασφαλίζει τη λειτουργία του σταθμού για μερικά έτη.<sup>[15]</sup>

Ένας άλλος τύπος σταθμού ο οποίος χρησιμοποιείται πολύ συχνά για ηλεκτροπαραγωγή είναι οι σταθμοί άντλησης και αποθήκευσης νερού. Στους σταθμούς αυτούς υπάρχουν δύο ταμιευτήρες και το νερό αφού αφήσει τον πρώτο ταμιευτήρα ο οποίος βρίσκεται ψηλά, διέρχεται από τους υδροστρόβιλους όπου παράγεται ηλεκτρική ενέργεια, στη συνέχεια ρέει στον δεύτερο ταμιευτήρα ο οποίος βρίσκεται χαμηλά. Το νερό που μεταφέρεται στο δεύτερο ταμιευτήρα ανεβαίνει στον πρώτο όταν δεν υπάρχει ζήτηση ενέργειας, για να είναι διαθέσιμο όταν υπάρχει αυξημένη ζήτηση, οπότε και επαναλαμβάνεται ο κύκλος παραγωγής ηλεκτρισμού. Συνήθως πρόκειται για υβριδικούς σταθμούς.

### **2.2.2 Ανεμογεννήτριες-Αιολικά πάρκα**

Μέσω των ανεμογεννητριών αξιοποιείται το αιολικό δυναμικό και παράγεται ηλεκτρική ενέργεια. Παλιότερα η εκμετάλλευση του ανέμου γινόταν με τους παραδοσιακούς, γραφικούς ανεμόμυλους, ωστόσο με την εξέλιξη της τεχνολογίας κατασκευάστηκαν πιο αξιόπιστες και πιο αποδοτικές αιολικές μηχανές, οι ανεμογεννήτριες που διατίθενται σήμερα ευρέως στο εμπόριο. Υπάρχουν δύο ειδών ανεμογεννήτριες, οι ανεμογεννήτριες οριζοντίου και οι ανεμογεννήτριες κατακόρυφου άξονα. Στην πράξη χρησιμοποιούνται σε πολύ μεγαλύτερο βαθμό οι ανεμογεννήτριες οριζόντιου άξονα. Οι συνθήκες στις οποίες λειτουργούν είναι εξαιρετικά δύσκολες, δεδομένου ότι εργάζονται σε έντονες κλιματολογικές συνθήκες, με υψηλές ταχύτητες ανέμου και σε συνθήκες εναλλασσόμενων φορτίσεων.<sup>[13]</sup>

Κατά τη λειτουργία μιας ανεμογεννήτριας, αρχικά ο άνεμος αλληλεπιδρά με το δρομέα και παράγεται μια ροπή, στη συνέχεια, η σχετικά χαμηλή συχνότητα περιστροφής του δρομέα αυξάνεται μέσω ενός μετατροπέα στροφών, του οποίου ο άξονας εξόδου περιστρέφει μια γεννήτρια. Η ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από τη γεννήτρια, διέρχεται μέσω του συστήματος ελέγχου και των αποζευκτών της ανεμογεννήτριας όπου ενισχύεται σε μια μέση τάση, από το μετασχηματιστή. Στη συνέχεια, το σύστημα καλωδίωσης της θέσης μεταφέρει την ηλεκτρική ενέργεια στο μετασχηματιστή της θέσης, μέσω του συστήματος ελέγχου και των αποζευκτών της θέσης, ο οποίος ενισχύει την τάση στην τιμή του δικτύου. Τέλος, το δίκτυο ισχύος μεταβιβάζει τον ηλεκτρισμό στην περιοχή τελικής χρήσης του, όπου υποσταθμοί μετασχηματιστών μειώνουν την τάση και τα τοπικά δίκτυα χαμηλής τάσης μεταβιβάζουν την ηλεκτρική ενέργεια στις οικίες, γραφεία, βιομηχανίες, κλπ. Είναι εύκολα κατανοητό ότι η ισχύς που παράγεται από μια ανεμογεννήτρια, είτε αυτή βρίσκεται σε αιολικό πάρκο είτε όχι, είναι άμεση συνάρτηση της διερχόμενης από την επιφάνεια που σαρώνουν τα πτερύγια του ανέμου ενέργειας, δηλαδή της ταχύτητας του ανέμου.<sup>[13] [16]</sup>

Αιολικά πάρκα κατασκευάζονται τόσο στην ξηρά όσο και στην ανοιχτή θάλασσα. Τα χερσαία αιολικά πάρκα κατασκευάζονται σε κορυφογραμμές περιοχών με σχετικά μεγάλο υψόμετρο σε απόσταση τουλάχιστον τριών χιλιομέτρων από την πλησιέστερη ακτογραμμή. Με τον τρόπο αυτό αξιοποιείται η τοπογραφική επιτάχυνση, η επιτάχυνση δηλαδή του

ανέμου καθώς διασχίζει μια κορυφογραμμή. Επίσης, χερσαία αιολικά πάρκα κατασκευάζονται κοντά στην ακτή σε απόσταση μικρότερη των τριών χιλιομέτρων και τα οποία εκμεταλλεύονται την επιτάχυνση του ανέμου εξαιτίας της θερμοκρασιακής διαφοράς μεταξύ ξηράς και θάλασσας. Τα υπεράκτια αιολικά πάρκα κατασκευάζονται σε απόσταση μεγαλύτερη των δέκα χιλιομέτρων από την ακτή. Επειδή η ελεύθερη επιφάνεια της θάλασσας είναι πιο ομαλή σε σχέση με την επιφάνεια της ξηράς οι ταχύτητες του ανέμου είναι αρκετά μεγαλύτερες στην ανοιχτή θάλασσα και για το λόγο αυτό, τα υπεράκτια αιολικά πάρκα είναι πιο αποδοτικά. <sup>[13][16]</sup>

### 2.2.3 Ηλιακά συστήματα

Σε ότι αφορά την ηλεκτρική ενέργεια που προέρχεται από την ηλιακή ακτινοβολία, αυτή παράγεται τόσο από συγκεντρωτικά ηλιακά συστήματα, όσο και από φωτοβολταϊκές διατάξεις. Τα συστήματα ηλιακής συγκέντρωσης, συγκεντρώνουν την ηλιακή ακτινοβολία σε ένα σημείο ή σε μια γραμμή εστίασης. Σε όλες τις τεχνολογίες ηλιακής θερμικής ηλεκτροπαραγωγής η ακτινοβολία συλλέγεται μέσω ενός συστήματος συλλεκτών και στη συνέχεια συγκεντρώνεται ή εστιάζεται σε ένα δέκτη. Στη συνέχεια, ο δέκτης μετατρέπει την ακτινοβολία σε θερμική ενέργεια η οποία μεταφέρεται στο σύστημα ενεργειακής μετατροπής. Στο τελευταίο στάδιο η θερμική ενέργεια μετατρέπεται σε ηλεκτρική.

Οι φωτοβολταϊκές διατάξεις διέπονται από διαφορετικές αρχές λειτουργίας και συγκεκριμένα λειτουργούν με βάση το φωτοβολταϊκό φαινόμενο. Το φωτοβολταϊκό φαινόμενο αφορά τη μετατροπή της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική και ανακαλύφθηκε το 1839. Στηρίζεται στην άμεση μετατροπή της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρισμό. Το ηλιακό φως είναι στην ουσία μικρές δέσμες ενέργειας, τα φωτόνια τα οποία περιέχουν διαφορετικά ποσά ενέργειας ανάλογα με το μήκος κύματος του ηλιακού φάσματος. Όταν τα φωτόνια προσκρούσουν σε ένα φωτοβολταϊκό στοιχείο, το οποίο είναι ουσιαστικά ένας ημιαγωγός, άλλα ανακλώνται, άλλα το διαπερνούν και άλλα απορροφώνται από αυτό. Αυτά τα τελευταία είναι που παράγουν το ηλεκτρικό ρεύμα. Συγκεκριμένα, τα φωτόνια που απορροφώνται από το ημιαγωγικό υλικό δημιουργούν ζεύγη οπών ηλεκτρονίου-ηλεκτρονίου κάτω από την επίδραση ενός ηλεκτρικού πεδίου και καθοδηγούνται μέσω ενός εξωτερικού κυκλώματος που έχει τοποθετηθεί. <sup>[17]</sup>

Τα φωτόνια αναγκάζουν τα ηλεκτρόνια του φωτοβολταϊκού πλέγματος να μετακινηθούν σε άλλη θέση και όπως είναι γνωστό, ο ηλεκτρισμός είναι απλά η κίνηση των ηλεκτρονίων. Η ηλεκτροπαραγωγή από ηλιακές κυψέλες γίνεται τόσο σε συνθήκες ηλιοφάνειας όσο και με νεφοσκεπή ουρανό. Για τον προσδιορισμό του δυναμικού ηλεκτροπαραγωγής μιας φωτοβολταϊκής εγκατάστασης σε μια συγκεκριμένη θέση είναι σημαντικό να προσδιοριστεί η μέση συνολική ενέργεια που λαμβάνεται κατά τη διάρκεια ενός έτους και όχι να γίνεται αναφορά στη στιγμιαία ακτινοβολία. Είναι γεγονός ότι δε μπορεί να μετατραπεί όλο το φως σε ηλεκτρισμό καθώς οι ηλιακές κυψέλες χρησιμοποιούν μόνο το ορατό φως. Μεγάλο μέρος της ηλιακής ακτινοβολίας εντοπίζεται στην υπέρυθρη και την υπεριώδη ακτινοβολία γεγονός που εξηγεί τις χαμηλές τιμές των θεωρητικών αποδοτικότητων μετατροπής οι οποίες κυμαίνονται από 20% έως 30%. Διάφοροι άλλοι παράγοντες συντελούν στην επιπλέον μείωση της αποδοτικότητας μετατροπής μιας φωτοβολταϊκής κυψέλης. Η ισχύς που παράγεται από μια φωτοβολταϊκή διάταξη καθορίζεται από τον τύπο και την

επιφάνεια του υλικού, την ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας και το μήκος κύματος του φωτός. Ως αποδοτικότητα της ηλιακής κυψέλης ορίζεται ο λόγος της παραγόμενης ηλιακής ενέργειας προς την προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία. Οι ηλιακές κυψέλες μονοκρυσταλλικού πυριτίου έχουν απόδοση περίπου 25%, ενώ αυτές από πολυκρυσταλλικό πυρίτιο κυμαίνονται σε ποσοστά μικρότερα του 20% και οι κυψέλες άμορφου πυριτίου αποδίδουν μόνο κατά 10%.<sup>[17]</sup>

Οι ηλιακές διατάξεις παράγουν ηλεκτρική ενέργεια από την ακτινοβολία του ήλιου η οποία είναι μια ανανεώσιμη μορφή ενέργειας. Επιπλέον, οι φωτοβολταϊκές διατάξεις δεν χρησιμοποιούν κάποιο καύσιμο με αποτέλεσμα το κόστος συντήρησης και λειτουργίας τους να είναι εξαιρετικά χαμηλό. Κάποια επιπλέον πλεονεκτήματα των φωτοβολταϊκών συστημάτων είναι η μεγάλη διάρκεια ζωής τους, η αθόρυβη λειτουργία τους και η υψηλή αξιοπιστία τους. Επιπλέον είναι ευέλικτα, αξιοποιούν την ηλιακή ακτινοβολία ακόμη και με νεφοσκεπή ουρανό και επιπρόσθετα υπάρχει η δυνατότητα επέκτασής τους ανά πάσα στιγμή. Ωστόσο, οι φωτοβολταϊκές διατάξεις εμφανίζουν και κάποια βασικά μειονεκτήματα τα οποία αναστέλλουν την περαιτέρω ανάπτυξή τους. Αυτά είναι η αδυναμία οικονομικής και αποδοτικής αποθήκευσης της ενέργειας καθώς επίσης και το ιδιαίτερα υψηλό κόστος εγκατάστασής τους.<sup>[17]</sup>

#### **2.2.4 Μονάδες γεωθερμίας**

Υπάρχουν τέσσερις συνολικά τύποι γεωθερμικών πηγών, οι υδροθερμικές, οι γεωπεπιεσμένες, τα θερμά ξηρά πετρώματα και το μάγμα. Από τις κατηγορίες αυτές, μόνο οι πηγές του πρώτου τύπου χρησιμοποιούνται για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Οι υδροθερμικές πηγές συνίστανται από μια πηγή θερμότητας, η οποία μπορεί να είναι ένα κρυσταλλωμένο μάγμα, από έναν υδροφόρο ορίζοντα που περιέχει εύκολα προσπελάσιμο νερό και από ένα αδιαπέρατο πέτρωμα το οποίο περιορίζει τον υδροφόρο ορίζοντα. Η γεωθερμική ενέργεια από τις πηγές αυτές, αντλείται με διάτρηση του υδροφόρου ορίζοντα και εξαγωγή του θερμού νερού ή ατμού. Οι υδροθερμικές πηγές διακρίνονται περαιτέρω, ανάλογα με τη φυσική κατάσταση του ρευστού των πόρων, σε πηγές υπερίσχυσης υγρού και σε πηγές υπερίσχυσης ατμού. Η εμπορική διερεύνηση και ανάπτυξη της γεωθερμικής ενέργειας μέχρι σήμερα έχει εστιάσει σε φυσικούς γεωθερμικούς ταμειυτήρες, δηλαδή όγκους πετρωμάτων με υψηλές θερμοκρασίες, μεγάλο πορώδες και υψηλή περατότητα. Οι ταμειυτήρες αυτοί παράγουν είτε νερό, είτε μίγμα νερού και ατμού, είτε μόνο ατμό, ανάλογα με το είδος της υδροθερμικής πηγής.<sup>[8]</sup>

Οι τρεις διαδικασίες που εφαρμόζονται κατά κύριο λόγο σήμερα είναι η διαδικασία ξηρού ή άμεσου ατμού, η διαδικασία ακαριαίου ατμού και ο δυαδικός κύκλος. Κατά την πρώτη διαδικασία, χρησιμοποιείται ο ατμός όπως αυτός φτάνει από την υδροθερμική γεώτρηση παραγωγής, ενώ κατά τη δεύτερη διαδικασία, χρησιμοποιούνται διαχωριστές για την απόληψη του ατμού ο οποίος αναβλύζει από μια γεωθερμική γεώτρηση. Τέλος κατά το δυαδικό κύκλο, η θερμική ενέργεια της γεωθερμικής άλμης αποδίδεται σε ένα δεύτερο ρευστό το οποίο εισάγεται στη συνέχεια στο στρόβιλο. Σήμερα εφαρμόζονται και υβριδικές διατάξεις οι οποίες συνδυάζουν τις τεχνολογίες συμβατικού ατμοστρόβιλου και δυαδικού κύκλου.<sup>[8]</sup>

### 2.2.5 Μονάδες βιομάζας

Σε ότι αφορά την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από τη βιομάζα, αυτή διαφέρει από τις υπόλοιπες ενεργειακές πηγές καθώς για την παραγωγή ηλεκτρικής ισχύος από τη βιομάζα είναι απαραίτητο να λειτουργούν δύο συστήματα ταυτόχρονα. Πιο συγκεκριμένα, απαιτείται η λειτουργία ενός συστήματος τροφοδοσίας το οποίο παράγει ή/και συλλέγει και παραδίδει το βιοκαύσιμο, σε συνδυασμό με ένα σταθμό που παράγει και διαθέτει τον ηλεκτρισμό. Η βιομάζα είτε μετατρέπεται απευθείας σε θερμική ενέργεια είτε μετατρέπεται πρώτα σε υγρό ή αέριο βιοκαύσιμο το οποίο στη συνέχεια χρησιμοποιείται σε αεριοστροβιλικούς σταθμούς. Τα βιοκαύσιμα τα οποία χρησιμοποιούνται συνηθέστερα για ηλεκτροπαραγωγή είναι κυρίως το βιοαέριο και το βιοέλαιο. Η βιομάζα μετατρέπεται μέσα από τις θερμοχημικές διεργασίες της καύσης, της πυρόλυσης και της αεριοποίησης σε θερμότητα, αέριο καύσιμο ή βιοέλαιο και στη συνέχεια σε ηλεκτρισμό. Επίσης, η μετατροπή της βιομάζας μπορεί να γίνει μέσα από βιοχημικές διεργασίες όπως είναι η αναερόβια χώνευση και η ζύμωση οπότε και παράγεται βιοαέριο και αιθανόλη αντίστοιχα. Η μετατροπή της βιομάζας και η διεργασία με την οποία θα γίνει εξαρτώνται από τη φύση της πρώτης ύλης που χρησιμοποιείται. Ιδιαίτερα αποδοτική για την παραγωγή ηλεκτρισμού θεωρείται η καύση της βιομάζας μαζί με κάποιο ορυκτό καύσιμο, συνήθως άνθρακα, καθώς η καύση πραγματοποιείται στις ήδη υπάρχουσες εγκαταστάσεις οι οποίες απαιτούν ελάχιστη τροποποίηση. Επιπλέον, με τη σύγκρουση επιτυγχάνεται μείωση των εκπομπών των αερίων ρύπων.<sup>[14]</sup>

Με την πάροδο του χρόνου η βιομάζα κερδίζει ολοένα και περισσότερο έδαφος στο παγκόσμιο ενεργειακό μίγμα κυρίως λόγω του ότι είναι ευρέως διαθέσιμη και ανανεώσιμη. Επιπλέον, υπάρχει δυνατότητα οικονομικής μετατροπής της βιομάζας σε μια ποικιλία ενεργειακών φορέων όπως για παράδειγμα θερμότητα, ηλεκτρισμός, βιοκαύσιμα, κλπ. Τέλος, η βιομάζα ως ενεργειακός πόρος παρουσιάζει σημαντικά περιβαλλοντικά και κοινωνικά οφέλη όπως είναι για παράδειγμα η μειωμένη εκπομπή αερίων ρύπων και η ανάπτυξη της αγροτικής παραγωγής. Ωστόσο η βιομάζα παρουσιάζει και ορισμένα μειονεκτήματα ως ενεργειακός πόρος τα οποία είναι η δυσκολία στη συλλογή και μεταφορά στους σταθμούς παραγωγής, η μεγάλη διασπορά της, η εποχιακή παραγωγή της και οι δαπανηρές εγκαταστάσεις και εξοπλισμός αξιοποίησής της.

### 2.2.6 Μονάδες θαλάσσιας και κυματικής ενέργειας

Για να γίνει κατανοητή η ενέργεια από κυματισμούς, θα περιγράψουμε τον τρόπο λειτουργίας ενός τέτοιου είδους έργου, του “Wave Dragon”, μιας πλωτής συσκευής η οποία είναι υπό κατασκευή στην Ουαλία και η οποία έχει σχεδιαστεί για να είναι ακινητοποιημένη. Η συσκευή αυτή δε μετατρέπει το κύμα σε ενέργεια με το να κινείται πάνω κάτω ή επιτρέποντας σε κάποια τμήματά του να μετακινούνται από την κίνηση των κυμάτων αλλά αντίθετα, εκμεταλλεύεται το ενεργειακό δυναμικό του νερού που διέρχεται μέσω υπερχειλιστών σε δεξαμενή. Είναι τοποθετημένο σε βάθος μεγαλύτερο από 25 m για να αξιοποιεί τα κύματα του ωκεανού προτού αυτά χάσουν την ενέργειά τους εισερχόμενα στην παράκτια ζώνη. Η διπλή κυρτή ράμπα και ο ανακλαστήρας κυμάτων που έχουν τοποθετηθεί, μεγιστοποιούν την ποσότητα του νερού που υπερχειλίζει στη δεξαμενή. Το νερό που διέρχεται από τους υπερχειλιστές, αποθηκεύεται προσωρινά δημιουργώντας μια

υψομετρική διαφορά που κάνει εφικτή την παραγωγή ενέργειας μέσω της απελευθέρωσής του από τους στρόβιλους.<sup>[11]</sup>

Η δεύτερη μορφή θαλάσσιας ενέργειας η οποία αφορά την ενέργεια που οφείλεται στο φαινόμενο της παλίρροιας, αξιοποιείται με μηχανισμούς που προσομοιάζουν αυτούς των υδροηλεκτρικών έργων. Οι διατάξεις αυτές εκμεταλλεύονται τη διαφορά στάθμης που προκύπτει από την πλημμυρίδα και την άμπωτη της παλίρροιας. Με την κατασκευή ενός φράγματος κατά μήκος μιας εκβολής, παρεμποδίζεται η ανερχόμενη ή η κατερχόμενη παλίρροια και όταν η υψομετρική διαφορά ανάμεσα στις δύο στάθμες του νερού αυξηθεί, το νερό διοχετεύεται μέσω ενός υδροστροβίλου για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Η θαλάσσια ενέργεια που οφείλεται στην κίνηση ρευμάτων αξιοποιείται σύμφωνα με τις αρχές λειτουργίας που διέπουν τις ανεμογεννήτριες. Πιο συγκεκριμένα, υποθαλάσσιος περιστρεφόμενος άξονας οριζόντιος ή κατακόρυφος στη ροή συνδέεται με στρόβιλο μέσω μεγάλων, αργά κινούμενων λεπίδων. Τέλος, η ενέργεια των ωκεανών η οποία οφείλεται σε διαφορές θερμοκρασίας μέσα στην υδάτινη μάζα αξιοποιείται με αντίστοιχες διατάξεις. Κατά τη λειτουργία μιας τέτοιας μονάδας, το θερμό νερό από την επιφάνεια της θάλασσας χρησιμοποιείται για να θερμάνει μια ποσότητα υγρής αμμωνίας που βρίσκεται σε ένα κλειστό δοχείο, η οποία εν συνεχεία μετατρέπεται σε αέριο και διαστέλλεται, κινώντας ταυτόχρονα μια γεννήτρια η οποία αρχίζει να παράγει ρεύμα. Το ψυχρό νερό από τα βάθη της θάλασσας χρησιμοποιείται για να ψύξει την αμμωνία και έτσι ο κύκλος επαναλαμβάνεται.<sup>[11]</sup>

### **2.2.7 Ηλεκτροπαραγωγή από απόβλητα**

Βιοδιασπώμενα απορρίμματα σε χώρους υγειονομικής ταφής παράγουν βιοαέριο, το οποίο κατά την καύση του παράγει ηλεκτρισμό, παρά τις απώλειες θερμότητας. Οι βασικές πρώτες ύλες παραγωγής βιοαερίου είναι από προϊόντα υγειονομικής ταφής και από αναερόβια χώνευση οργανικών αποβλήτων. Αποτέλεσμα της διαδικασίας αναερόβιας χώνευσης είναι ένα αναλώσιμο καύσιμο αέριο που αποτελείται κυρίως από μεθάνιο και διοξείδιο του άνθρακα και παράγει ενέργεια. Αστικά λύματα, βοθρολύματα, κοπριές ζώων καθώς και βιοδιασπώμενα λύματα από ζυθοποιεία, σφαγεία και αγρό-τροφικές μονάδες μπορούν να αποσυντεθούν βιολογικά, να αφομοιωθούν δηλαδή με αναερόβιο τρόπο, και να παράξουν καύσιμα πλούσια σε μεθάνιο. Ακόμα, εύφλεκτα δημόσια, εμπορικά και βιομηχανικά απορρίμματα, όπως συσκευασίες, μπορούν να καούν σε έναν αποτεφρωτήρα ή σε μία τσιμεντένια κάμινο για να παράξουν θερμότητα ή ηλεκτρική ενέργεια. Πολλές βιομηχανίες, όπως αυτές που παράγουν χαρτί ή έπιπλα, μπορούν να παράξουν βιοδιασπώμενα ή επιδεκτικά καύσης υλικά σε μεγάλες ποσότητες, που μπορούν ακολούθως να χρησιμοποιηθούν ως πηγές ενέργειας.

Λόγω της προσαρμοστικότητας και της δυνατότητάς του να χρησιμοποιηθεί σε πολλές εφαρμογές, το βιοαέριο έχει καταστεί ιδιαίτερα δημοφιλές εναλλακτικό προϊόν ενέργειας. Μπορεί επίσης να συμπιεσθεί περαιτέρω, όπως το φυσικό αέριο, και να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο για την τροφοδοσία μηχανοκίνητων οχημάτων. Η χρήση των γεωργικών και οργανικών αποβλήτων στην παραγωγή βιοαερίου συνιστά ένα σημαντικό περιβαλλοντικό πλεονέκτημα με σημαντική θετική επίπτωση στο περιβάλλον, δεδομένου ότι συμβάλλει στη μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα από χώρους υγειονομικής ταφής

απορριμμάτων και σωρούς κοπριάς, μειώνοντας ταυτόχρονα την εξάρτηση από ορυκτά καύσιμα για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Έτσι, τα ενεργειακά προϊόντα βιοαερίου ανοίγουν νέους δρόμους για τη βιώσιμη ανάπτυξη και την οικολογική παραγωγή ενέργειας.<sup>[20]</sup>

## 2.3 Συμπαραγωγή ηλεκτρισμού και θέρμανσης

Είναι γεγονός ότι κατά τη λειτουργία των θερμοηλεκτρικών σταθμών για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, ένα μεγάλο ποσοστό της ενέργειας που αποδίδει το κάθε καύσιμο, εκλύεται με τη μορφή θερμότητας στο περιβάλλον. Το ποσοστό αυτό μπορεί να φτάσει μέχρι και το 70% υπό ορισμένες συνθήκες. Η ανάγκη αύξησης της ενεργειακής απόδοσης των συμβατικών μεθόδων ηλεκτροπαραγωγής, η παγκόσμια ανάγκη για μείωση της κατανάλωσης των ορυκτών καυσίμων, καθώς επίσης και η ανάγκη μείωσης των εκπομπών με στόχο την προστασία του περιβάλλοντος, οδήγησαν στην ανάπτυξη αυτής της βελτιωμένης μεθόδου.

Παλιότερα, ο μόνος τρόπος αξιοποίησης της θερμότητας αυτής ήταν η χρησιμοποίησή της για την ζήρανση του χρησιμοποιούμενου καυσίμου στο σταθμό ηλεκτροπαραγωγής. Ωστόσο, μέχρι πριν από λίγα χρόνια η ανάγκη για περαιτέρω αξιοποίηση της θερμότητας αυτής ήταν επιτακτική, γεγονός που οδήγησε στην ανάπτυξη της μεθόδου συμπαραγωγής. Κατά τη συμπαραγωγή, η θερμότητα που υπό άλλες συνθήκες θα αποβαλλόταν στο περιβάλλον, διατίθεται ως έχει σε καταναλωτές θερμικής ενέργειας εξοικονομώντας παράλληλα τα καύσιμα που θα ήταν απαραίτητα για την παραγωγή θερμικής ενέργειας. Με τον τρόπο αυτό έχουμε απόδοση καυσίμου έως και 90% και σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας. Η συνηθέστερα χρησιμοποιούμενη μέθοδος συμπαραγωγής είναι η τηλεθέρμανση, η παροχή δηλαδή ζεστού νερού σε διάφορες κτηριακές εγκαταστάσεις, όπως π.χ. ξενοδοχεία ή και συγκροτήματα κατοικιών. Επιπλέον, συχνά διατίθεται ατμός υψηλής ενεργειακής αξίας σε διάφορων ειδών βιομηχανίες. Η μέθοδος της συμπαραγωγής συμβάλλει στη δραστική μείωση των εκπομπών αερίων ρύπων και ταυτόχρονα μειώνει την ποσότητα εισαγόμενων καυσίμων στη χώρα μας τα οποία θα χρειαζόνταν για την ξεχωριστή παραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας. Βασικό μειονέκτημα των συστημάτων συμπαραγωγής είναι ότι αυτά εγκαθίστανται κοντά σε αστικά κέντρα και επιβαρύνουν την ατμόσφαιρα με καυσαέρια.<sup>[10]</sup>

## 2.4 Πυρηνικοί αντιδραστήρες

Στο εσωτερικό των πυρηνικών αντιδραστήρων πραγματοποιείται μια ελεγχόμενη αντίδραση πυρηνικής σχάσης η οποία οδηγεί στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Από τη σχάση απελευθερώνονται νετρόνια τα οποία προκαλούν επιπλέον διάσπαση άλλων ατόμων με αποτέλεσμα τη συνεχή εξέλιξη μιας αλυσιδωτής αντίδρασης. Στο κέντρο του πυρηνικού αντιδραστήρα τοποθετείται επιβραδυντικό υλικό και ρυθμιστικές ράβδοι, τα οποία ρυθμίζουν την αλυσιδωτή αντίδραση συγκρατώντας την σε σταθερό ρυθμό. Με τον τρόπο αυτό επιτυγχάνεται μια ομαλή ροή της παραγόμενης θερμότητας. Ταυτόχρονα, μέσα στον αντιδραστήρα κυκλοφορεί ένα ψυκτικό μέσο το οποίο απορροφά την παραγόμενη θερμότητα και στη συνέχεια διοχετεύεται σε έναν εναλλάκτη θερμότητας όπου προκαλεί βρασμό στο νερό που υπάρχει εκεί.

Το ψυκτικό μέσο μπορεί να είναι αέριο ή και υγρό, όπως νερό. Έπειτα, ο ατμός που παράγεται από το βρασμό θέτει σε λειτουργία στροβίλους οι οποίοι παράγουν ηλεκτρικό ρεύμα. Σε κάποιες περιπτώσεις παράγεται κινητική ενέργεια όπως συμβαίνει με τα πυρηνοκίνητα πλοία και υποβρύχια. Είναι γεγονός ότι από τον πυρηνικό αντιδραστήρα εκπέμπεται μεγάλη ποσότητα ακτινοβολίας η οποία και αξιοποιείται στην παραγωγή ραδιοϊσοτόπων. Ο πυρηνικός αντιδραστήρας φέρει προστατευτικά στρώματα θωράκισης τα οποία συγκρατούν την ακτινοβολία από το να διαφύγει στο περιβάλλον. Χαρακτηριστικό είναι το γεγονός ότι οι εργαζόμενοι σε πυρηνικές εγκαταστάσεις είναι υποχρεωμένοι να είναι εξοπλισμένοι με φορητούς ανιχνευτές ραδιενέργειας. Οι σύγχρονοι αντιδραστήρες χρησιμοποιούν ως καύσιμο εμπλουτισμένο ουράνιο, μικτό οξείδιο ή ακόμη και φυσικό ουράνιο. <sup>[9]</sup>

Οι αντιδραστήρες που έχουν εγκατασταθεί μέχρι σήμερα είναι πρώτης, δεύτερης και τρίτης γενιάς. Στο άμεσο μέλλον αναμένεται να κατασκευασθούν και αντιδραστήρες της επόμενης γενιάς (III+), ενώ περίπου το 2025 εκτιμάται ότι θα μπορεί να αρχίσει η εγκατάσταση για εμπορική χρήση πυρηνικών σταθμών τέταρτης γενιάς (IV). Οι αντιδραστήρες τέταρτης γενιάς είναι πραγματικά καινοτομικοί. Θα συνδυάζουν κορυφαία χαρακτηριστικά ασφάλειας με ανταγωνιστικές οικονομικές δυνατότητες. Στα σχέδια αυτά χρησιμοποιούνται λειτουργίες παθητικής ασφάλειας, ώστε να εξασφαλίζεται μηδενικός αντίκτυπος στην περιοχή έξω από το εργοστάσιο ακόμα και στα χειρότερα σενάρια ατυχημάτων. Επιπλέον, θα κάνουν πολύ πιο αποτελεσματική χρήση των πόρων ουρανίου. Ορισμένα σχέδια χρησιμοποιούν κλειστούς κύκλους καυσίμου ώστε τα απόβλητα να καταστρέφονται μέσα στον αντιδραστήρα, μειώνοντας έτσι τις τελικές ποσότητες αποβλήτων και ενισχύοντας την αντίσταση στη διάδοση των πυρηνικά ενεργών υλικών. <sup>[9]</sup>



## 3. Ανάλυση προσδιοριστικών παραγόντων

### 3.1 Εισαγωγή

Η Ανάλυση Αποδόμησης (AA) είναι ένα από τα πιο αποτελεσματικά και ευρέως διαδεδομένα εργαλεία που χρησιμοποιούνται για την έρευνα των μηχανισμών που επηρεάζουν την εξέλιξη διαφόρων μεγεθών. Οι περισσότερες εφαρμογές της AA αφορούν, το βιομηχανικό τομέα ή το σύνολο της οικονομίας, ενώ πρόσφατα, στρέφεται το ενδιαφέρον και στον τομέα της ηλεκτροπαραγωγής. Οι πρώτες εφαρμογές ξεκίνησαν στη δεκαετία του 1970 με αντικείμενο τις μεταβολές στο ύψος της ενεργειακής κατανάλωσης, εντάθηκαν το 1980 και συνεχίστηκαν τις επόμενες δεκαετίες όταν οι ερευνητές έστρεψαν την προσοχή τους στην ανάλυση των μεταβολών των αερίων θερμοκηπίου. Τα αποτελέσματα αυτών των αναλύσεων βοήθησαν στην εκτίμηση των μελλοντικών τάσεων και στο σχεδιασμό κατάλληλων πολιτικών για την αποσύνδεση της οικονομικής ανάπτυξης από τη χρήση ενέργειας και την υποβάθμιση του περιβάλλοντος.<sup>[19]</sup>

Η μέθοδος της αποδόμησης χρησιμοποιείται επομένως σε όλους τους τομείς ενεργειακής κατανάλωσης που συμμετέχουν στην αύξηση της συγκέντρωσης του CO<sub>2</sub> στην ατμόσφαιρα. Έτσι, μπορούμε να συμπεριλάβουμε στις αναλύσεις μας όλους τους τομείς που ευθύνονται για την παραγωγή CO<sub>2</sub> και να καταστρώσουμε την κατάλληλη στρατηγική για τη λύση του προβλήματος. Ο τομέας της ηλεκτροπαραγωγής είναι ο κύριος τομέας που ευθύνεται για την αύξηση του CO<sub>2</sub> στην ΕΕ και σε αυτήν εργασία με τη μέθοδο της αποδόμησης αποκρυπτογραφείται η συνολική συνεισφορά των βασικών προσδιοριστικών παραγόντων που συνδέονται με τις εκπομπές CO<sub>2</sub> από τον τομέα της ηλεκτροπαραγωγής. Στις επόμενες παραγράφους αναπτύσσουμε το μοντέλο με το οποίο θα ελέγξουμε τους κύριους παράγοντες που συμμετέχουν στην παραγωγή CO<sub>2</sub> από τον τομέα της ηλεκτροπαραγωγής, για να αποκτήσουμε μια ολοκληρωμένη εικόνα της εξέλιξης της του τομέα στην ΕΕ και για να εντοπίσουμε τους λόγους για τους οποίους μειώθηκαν ή αυξήθηκαν οι εκπομπές CO<sub>2</sub>.<sup>[18]</sup>

## 3.2 Μεθοδολογία

### 3.2.1 Μέθοδοι αποδόμησης

Οι μέθοδοι αποδόμησης ταξινομούνται σε δύο βασικές κατηγορίες. Τις μεθόδους που στηρίζονται σε Πίνακες Εισροών-Εκροών της οικονομίας και τις αλγεβρικές μεθόδους με χρήση δεικτών (Index Decomposition Analysis): <sup>[18]</sup> <sup>[19]</sup>

A) Οι μέθοδοι που βασίζονται στην ανάλυση με πίνακες εισροών – εκροών, μέθοδος γνωστή ως δομική ανάλυση αποσύνθεσης (SDA), βασίζονται σε ένα θεωρητικό υπόβαθρο δίνοντας λεπτομερή εικόνα για τη σχέση μεταξύ ενεργειακής κατανάλωσης και μακροοικονομικών μεταβλητών, παρά τις απλουστευτικές υποθέσεις τους. Αναγνωρίζουν την επίδραση των τεχνολογικών μεταβολών και των διαρθρωτικών αλλαγών στην κατανάλωση ενέργειας στο πλαίσιο ενός μακροοικονομικού περιβάλλοντος αλλά δεν χρησιμοποιούνται για διεθνείς συγκρίσεις καθώς οι πίνακες εισροών – εκροών των διαφόρων χωρών δεν μπορούν πάντα να συγκριθούν απόλυτα μεταξύ τους.

B) Οι αλγεβρικές μέθοδοι με χρήση δεικτών βασίζονται σε απλές αλγεβρικές μεθόδους ή σε αθροιστικούς δείκτες και επιτυγχάνουν να προσδιορίσουν τους κρισιμότερους παράγοντες που επηρεάζουν αλλαγές στην ενεργειακή κατανάλωση χρησιμοποιώντας στατιστικά στοιχεία σε επίπεδο τομέα, επίσης γνωστή και ως ανάλυση αποσύνθεσης δεικτών (IDA). Η απλότητά τους, κάνει εύκολη τη συλλογή δεδομένων και τους υπολογισμούς, ενώ διευκολύνουν και τις διεθνείς συγκρίσεις.

Στη συγκεκριμένη εργασία εφαρμόζουμε την αλγεβρική μέθοδο ανάλυσης με χρήση δεικτών (Index Decomposition Analysis) για την εκτίμηση των προσδιοριστικών παραγόντων της μεταβολής των εκπομπών CO<sub>2</sub> από τον τομέα της ηλεκτροπαραγωγής στην ΕΕ. Τις τελευταίες δεκαετίες, οι αλγεβρικές μέθοδοι αποδόμησης προσδιοριστικών παραγόντων που εφαρμόζονται ευρέως βασίζονται στους δείκτες Laspeyres και Divisia, που είναι γνωστοί στους τομείς της οικονομίας και της στατιστικής (Ang και Zhang, 2000). Το κύριο πρόβλημα που αντιμετωπίζαμε στις περισσότερες εφαρμογές, χρησιμοποιώντας τις συμβατικές μεθόδους Laspeyres και Divisia, ήταν το μεγάλο αριθμητικό κατάλοιπο που άφηνε ανεξήγητο ένα σημαντικό μέρος των αλλαγών που εξετάζαμε. Ωστόσο, αυτό το πρόβλημα έχει επιλυθεί αποτελεσματικά μέσω της ανάπτυξης βελτιωμένων τεχνικών που οδηγούν σε τέλεια αποδόμηση παραγόντων. Η αναθεώρηση της μεθόδου Laspeyres που προτάθηκε από τον Sun (1998) διέθετε τα κατάλοιπα με βάση την αρχή "δημιουργημένα από κοινού και ισομερώς κατανεμημένα". Το κύριο πλεονέκτημα του δείκτη Laspeyres είναι η χρήση της ποσοστιαίας μεταβολής που διευκολύνει την κατανόηση και την αξιοποίηση των αποτελεσμάτων. Όμως, ένα βασικό μειονέκτημα της βελτιωμένης μεθόδου Laspeyres είναι η πολυπλοκότητα του μοντέλου αποδόμησης παραγόντων, όταν ο αριθμός των παραγόντων που αναλύονται υπερβαίνει τους τρεις (Ang et al., 2003). Από την άλλη πλευρά, η μέθοδος της αποδόμησης παραγόντων που χρησιμοποιεί τη μέθοδο Logarithmic Mean Divisia Index (Ang και Choi, 1997) είναι μια βελτιωμένη προσέγγιση του συμβατικού αριθμητικού μέσου του δείκτη Divisia και μας δίνει πλήρη αποτελέσματα χωρίς κατάλοιπο. Το μόνο πρόβλημα που αντιμετωπίζουμε με τους λογαριθμικούς όρους του μοντέλου είναι

η αδυναμία διαχείρισης μηδενικών τιμών στο σύνολο δεδομένων, το οποίο επιλύεται αντικαθιστώντας τις μηδενικές τιμές με ένα μικρό θετικό αριθμό (Ang και Liu, 2007).<sup>[18] [19]</sup>

Σε αυτή τη μελέτη χρησιμοποιούμε την μέθοδο Logarithmic Mean Divisia Index (LMDI) που αναπτύχθηκε από τους Ang and Liu (2001), η οποία έχει ισχυρή θεωρητική θεμελίωση, εφαρμόζεται πολύ εύκολα και παρέχει ολοκληρωμένα και σταθερά αποτελέσματα (Zhang and Ang, 2001). Η LMDI προσέγγιση μπορεί να είναι είτε πολλαπλασιαστική είτε προσθετική, ενώ η επιλογή μεταξύ των δύο μεθόδων εξαρτάται από τον τρόπο που θέλουμε να παρουσιάσουμε τα αποτελέσματα. Σε μια ανάλυση με χρονοσειρές, το πλεονέκτημα της πολλαπλασιαστική προσέγγισης είναι η καλή ανάπτυξη της τάσης που εμφανίζει ο κάθε παράγοντας της αποδόμησης με την πάροδο του χρόνου. Η προσθετική μεθοδολογία από την άλλη χρησιμοποιεί την έννοια της ποσοστιαίας μεταβολής, γεγονός που διευκολύνει την κατανόηση και αξιοποίηση των αποτελεσμάτων.<sup>[19]</sup>

Στην παρούσα μελέτη, η ανάλυση της αποδόμησης παραγόντων, βασίζεται στη μέθοδο LMDI και επικεντρώνεται στους παράγοντες οι οποίοι είναι υπεύθυνοι για την παραγωγή CO<sub>2</sub> που προέρχεται από τον τομέα της ηλεκτροπαραγωγής. Πιο συγκεκριμένα οι παράγοντες που λάβαμε υπ' όψιν είναι : το ΑΕΠ κάθε χώρας , η ένταση ηλεκτρισμού της οικονομίας ,η διάρθρωση της ηλεκτροπαραγωγής και η ειδική ενεργειακή κατανάλωση.

## 4. Ανάπτυξη υπολογιστικού μοντέλου

Τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν για την εύρεση των παραγόντων προήλθαν από την βάση της Eurostat. Το μοντέλο δεν εφαρμόστηκε στην Αυστρία, Ολλανδία, το Λουξεμβούργο, Δανία και η Κύπρος, η Ιταλία, η Λιθουανία, η Λετονία, η Βουλγαρία, η Τσεχία, Μάλτα, η Ρουμανία και η Πολωνία. Οι προσδιοριστικοί παράγοντες πάνω στους οποίους βασίστηκε η ερμηνεία της μεταβολής των εκπομπών του CO<sub>2</sub> στις χώρες της ΕΕ είναι πιο αναλυτικά οι εξής :

- 1) Ακαθάριστο εγχώριο προϊόν (Gross Domestic Product, GDP) – **A** (δισ. €, σε σταθερές τιμές)

Το ακαθάριστο εγχώριο προϊόν ή ΑΕΠ είναι το σύνολο όλων των προϊόντων και αγαθών που παράγει μια οικονομία, εκφρασμένο σε χρηματικές μονάδες. Είναι η συνολική αξία όλων των τελικών αγαθών (υλικών και άυλων) που παρήχθησαν εντός μιας χώρας σε διάστημα ενός έτους, ακόμα και αν μέρος αυτού παρήχθη από παραγωγικές μονάδες που ανήκουν σε κατοίκους του εξωτερικού.

- 2) Ένταση ηλεκτρισμού της οικονομίας (Intensity Effect) – **I** (GWh/δισ.€)

Ο παράγοντας αυτός δείχνει την ένταση ηλεκτρισμού της οικονομίας, δηλαδή το βαθμό στον οποίο η οικονομική ανάπτυξη συμπαρασούρει την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας ή έχει επιτευχθεί αποσύνδεση των δύο μεγεθών λόγω προώθησης μέτρων εξοικονόμησης ή υποκατάστασης ηλεκτρικής ενέργειας.

$$I = \frac{\text{Συνολική παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας για κάθε χώρα (TWh)}}{\text{Ακαθάριστο εγχώριο προϊόν κάθε χώρας (€)}}$$

- 3) Διάρθρωση της ηλεκτροπαραγωγής (Structural Effect) – **s** (%)

Ο παράγοντας αυτός δείχνει τη διάρθρωση της ηλεκτροπαραγωγής, δηλαδή την ποσοστιαία συμμετοχή κάθε μορφής ενέργειας, στο σύνολο του παραγόμενου ηλεκτρισμού

$$s = \frac{\text{ποσότητα του κάθε καυσίμου που χρησιμοποίησε η κάθε χώρα (TJ)}}{\text{συνολική ποσότητα καυσίμων που χρησιμοποίησε η κάθε χώρα (TJ)}}$$

- 4) Ειδική ενεργειακή κατανάλωση (Specific Fuel Energy Consumption) – **e** (TJ/GWh)

Ο παράγοντας αυτός αποτυπώνει την αποδοτικότητα στη χρήση κάθε μορφής ενέργειας, και ποσοτικοποιείται με την ειδική κατανάλωση καυσίμων στις αντίστοιχες μονάδες ηλεκτροπαραγωγής. Εκφράζει την ποσότητα ενέργειας που καταναλώνεται από το μίγμα καυσίμων κάθε μονάδας ανά εξαγόμενη GWh. Η χαμηλή τιμή του δείκτη δείχνει μεγαλύτερη αποδοτικότητα της Μονάδας παραγωγής ενέργειας και κατά συνέπεια μικρότερες εκπομπές.

$$e = \frac{\text{Είσοδος ενέργειας (TJ)}}{\text{Εξοδος ηλεκτρικής ενέργειας (GWh)}}$$

Με βάση τους παραπάνω παράγοντες η εξίσωση υπολογισμού των εκπομπών CO<sub>2</sub> (kt) διαμορφώθηκε σύμφωνα με τον παρακάτω τύπο :

$$C_t = A_t \cdot I_t \cdot \sum_i s_{i_t} \cdot e_{i_t} \cdot f_i$$

Όπου  $i$  = δείκτης για το κάθε είδος ενέργειας που χρησιμοποιείται

Σημειώνεται ότι ο όρος  $f_i$  υποδηλώνει το συντελεστή εκπομπών CO<sub>2</sub> (ktCO<sub>2</sub>/TJ) για τη μορφή ενέργειας  $i$ , ο οποίος δεν μεταβάλλεται με το χρόνο.

## 4.2 Ανάπτυξη με τη μέθοδο Divisia

Η βασική συνάρτηση του προβλήματος που δίνει τις εκπομπές CO<sub>2</sub> τη χρονική στιγμή  $t$  είναι επομένως η εξίσωση :

$$C_t = A_t \cdot I_t \cdot \sum_i s_{i_t} \cdot e_{i_t} \cdot f_i$$

Στο πλαίσιο της Ανάλυσης Αποδόμησης, η μεταβολή των εκπομπών CO<sub>2</sub> τη χρονική περίοδο [0- $t$ ] ορίζεται ως η διαφορά των εκπομπών της χρονικής στιγμής  $t$  από τις εκπομπές του έτους βάσης  $t=0$  και υπολογίζεται ως το αλγεβρικό άθροισμα της συμβολής κάθε παράγοντα.

$$\Delta C_{0-t} = C_t - C_0 = \Delta A_{0-t} + \Delta I_{0-t} + \Delta s_{0-t} + \Delta e_{0-t}$$

Ο κάθε όρος του αθροίσματος προσδιορίζει τη μεταβολή στο ύψος των εκπομπών που επιφέρει η μεταβολή κάθε παράγοντα, αν οι υπόλοιποι παράγοντες παρέμεναν σταθεροί στην τιμή που είχαν στο έτος βάσης (συνθήκη *ceteris paribus*). Με την εφαρμογή της προσθετικής εκδοχής της μεθόδου Logarithmic Mean Divisia Index (LMDI I), οι όροι του αθροίσματος υπολογίζονται με βάση τις λογαριθμικές σχέσεις:

$$\Delta A_{0-t} = L(C_i^t, C_i^0) \cdot \ln(A^t/A^0)$$

$$\Delta I_{0-t} = L(C_i^t, C_i^0) \cdot \ln(I^t/I^0)$$

$$\Delta s_{0-t} = \sum_i L(C_i^t, C_i^0) \cdot \ln(s_{i_t}^t/s_{i_t}^0)$$

$$\Delta e_{0-t} = \sum_i L(C_i^t, C_i^0) \cdot \ln(e_{i_t}^t/e_{i_t}^0)$$

Ο κοινός όρος  $L(C_i^t, C_i^0)$  που υπάρχει σε όλες τις παραπάνω λογαριθμικές εξισώσεις προσδιορίζει το συντελεστή βαρύτητας κάθε παράγοντα στη συνολική μεταβολή των

εκπομπών και υπολογίζεται ως ο λογαριθμικός μέσος όρος δύο θετικών αριθμών με βάση τη συνάρτηση του Törnqvist:

$$L(a, b) = \frac{a - b}{\ln a - \ln b} \quad a \neq b$$

Η μέθοδος LMDI I, έχει το πλεονέκτημα της πλήρους αποδόμησης των παρατηρούμενων μεταβολών στο ύψος των εκπομπών CO<sub>2</sub>, χωρίς να αφήνει μη ερμηνεύσιμο αριθμητικό υπόλειμμα, όπως συμβαίνει σε άλλες σχετικές μεθόδους. Οι περιορισμοί της μεθόδου αφορούν την ύπαρξη αρνητικών ή μηδενικών όρων. Οι αρνητικοί όροι δεν συναντώνται σε προβλήματα που αφορούν την εξέλιξη πραγματικών φυσικών μεγεθών, όπως η ενεργειακή ζήτηση ή οι εκπομπές, ενώ το πρόβλημα των μηδενικών όρων αντιμετωπίζεται με την αντικατάστασή τους με πολύ μικρούς θετικούς αριθμούς.

## 5. Εφαρμογή του μοντέλου της αποδόμησης

### 5.1 Παραδοχές του μοντέλου

Εξετάσθηκαν τα κυριότερα καύσιμα, δηλαδή:

- ❖ **Άνθρακας και παράγωγά του** (ανθρακίτης, ασφαλτούχος άνθρακας, άλλα είδη άνθρακα)
- ❖ **Λιγνίτης και παράγωγα** (Λιγνίτης, ΒΚΒ, Peat)
- ❖ **Μαζούτ**
- ❖ **Πετρέλαιο** (Ντίζελ και άλλα πετρελαιοειδή προϊόντα)
- ❖ **Φυσικό Αέριο**
- ❖ **Πυρηνική Ενέργεια**
- ❖ **Απόβλητα** (από μη ανανεώσιμες πηγές)
- ❖ **ΑΠΕ** (Βιοενέργεια, Ηλιακή Ενέργεια, Αιολική Ενέργεια, Υδροηλεκτρική Ενέργεια, Γεωθερμία, Κυματική ενέργεια, Παλιρροϊκή ενέργεια)
- ❖ **Βιομάζα** (την θεωρήσαμε ανεξάρτητη κατηγορία ΑΠΕ, καθώς αξιοποιείται σε μονάδες που έχουν χαρακτηριστικά συμβατικών σταθμών, με μικρότερη ή μεγαλύτερη ειδική κατανάλωση)

Ακόμα, λήφθηκε υπόψη όλη η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας τόσο από τις κύριες μονάδες όσο και από τους αυτόνομους παραγωγούς.

Στο πλαίσιο της ανάλυσης έγιναν ακόμη οι εξής παραδοχές:

1) Η είσοδος της ενέργειας που χρησιμοποιήθηκε στον τύπο για την εύρεση της ειδικής ενεργειακής κατανάλωσης υπολογίστηκε ως το σύνολο της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από συμβατικούς σταθμούς και από σταθμούς συμπαραγωγής. Για να υπολογιστεί η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ΣΗΘ ,λόγω της ταυτόχρονης παραγωγής θερμότητας, ως είσοδος χρησιμοποιείται το ποσοστό ενέργειας που αντιστοιχεί στην παραγωγή ηλεκτρισμού και υπολογίζεται ως εξής:

$$F_e = F \cdot \left( \frac{E}{E+H} \right) \text{ όπου,}$$

$F_e$ : Είσοδος καυσίμου για παραγωγή ηλεκτρισμού (TJ)

$F$ : Συνολική είσοδος καυσίμου (TJ)

$E$ : Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας (TJ)

$H$ : Παραγωγή θερμότητας (TJ).

2) Λόγω κάποιων σφαλμάτων ή ελλιπών στοιχείων στα δεδομένα σε κάποιες περιπτώσεις η ειδική συγκεκριμένα έτη υπολογίστηκε με βάση τον μέσο όρο των προηγούμενων ετών ή το μέσο όρο της ΕΕ σε περίπτωση που δεν ήταν δυνατός ο μέσος όρος για την ίδια τη χώρα.

### 3) Η ειδική ενεργειακή κατανάλωση

- αφορά μόνο σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής ή σταθμούς συμπαραγωγής ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας με συμβατικά καύσιμα.
- που προκύπτει από την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας μέσω ΑΠΕ θεωρήθηκε ίση με 3.60 TJ/GWh υποθέτοντας τέλεια μετατροπή ενέργειας.
- δεν ήταν εύκολο να αποτυπωθεί σε διαγράμματα μιας και για τις περισσότερες χώρες η απόδοση των βασικών καυσίμων δεν υπέστη μεγάλες αλλαγές. Για το λόγο αυτό τα δεδομένα που χρησιμοποιήσαμε για την ειδική ενεργειακή κατανάλωση των καυσίμων κάθε χώρας θα παρουσιαστούν στο τέλος σε παράρτημα.

### 4) Όσο για το συντελεστή εκπομπής

- λόγω του ότι ο συντελεστή εκπομπής του κάθε καυσίμου για το κάθε έτος θεωρείται σταθερός γι αυτό δεν συμμετέχει στο μοντέλο αποδόμησης.
- ο συντελεστής εκπομπής για τις ΑΠΕ είναι ίσος με μηδέν.
- ο συντελεστής εκπομπής για το λιγνίτη στην Ελλάδα είναι ίσος με 0,1217 ktCO<sub>2</sub>/TJ.

Έτσι με βάση την εξίσωση και τους προσδιοριστικούς παράγοντες που παρουσιάσαμε στο προηγούμενο κεφάλαιο και τις παραπάνω παραδοχές τώρα υπολογίζουμε την εξέλιξη των εκπομπών CO<sub>2</sub> για τις 14 χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την περίοδο 2001 – 2010. Θα ακολουθήσει η παρουσίαση και ο σχολιασμός των αποτελεσμάτων για το σύνολο της ΕΕ όπως και για την κάθε χώρα ξεχωριστά.

Η παρουσίαση της κάθε χώρας ξεκινά με κάποιες πληροφορίες σχετικά με την οργάνωση, τη διαχείριση και τη διανομή της ηλεκτροπαραγωγής για την κάθε χώρα και έπειτα χωρίζεται σε δύο υποενότητες. Η πρώτη αφορά την παρουσίαση των δεδομένων που χρησιμοποιήθηκαν για την εφαρμογή του μοντέλου στην κάθε χώρα και η δεύτερη την παρουσίαση των αποτελεσμάτων του μοντέλου.

Συγκεκριμένα, στην πρώτη ενότητα «Δεδομένα» παρουσιάζονται και αναλύονται το μείγμα των καυσίμων που χρησιμοποιεί η κάθε χώρα για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και επιπλέον σε κοινό διάγραμμα παρουσιάζονται η εξέλιξη : του Ακαθάριστου Εγχώριου Προϊόντος(ΑΕΠ), της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας και των εκπομπών CO<sub>2</sub> ώστε να υπάρχει η δυνατότητα συσχέτισης των τριών αυτών μεγεθών για το διάστημα που μελετάμε και εκτίμησης του βαθμού αποσύνδεσης της οικονομίας από τον ηλεκτρισμό και τις δυσμενείς περιβαλλοντικές επιπτώσεις του.

Στη δεύτερη ενότητα «Αποτελέσματα» παρουσιάζονται τα αποτελέσματα από την εφαρμογή της LMDI για την κάθε χώρα. Στο πρώτο διάγραμμα φαίνεται η ετήσια μεταβολή των εκπομπών CO<sub>2</sub> σε σχέση με τις ετήσιες μεταβολές των προσδιοριστικών παραγόντων για ολόκληρη τη χρονοσειρά και στο δεύτερο η συνολική μεταβολή των εκπομπών CO<sub>2</sub> σε σχέση με την μεταβολή των προσδιοριστικών παραγόντων για ολόκληρη τη χρονική περίοδο που εξετάζεται.

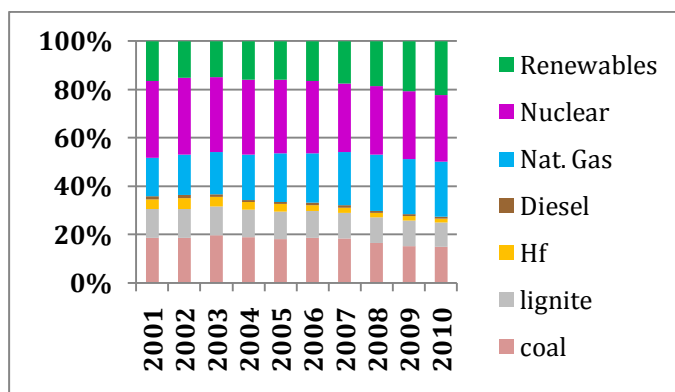
Στη συνέχεια ακολουθεί συγκριτική επισκόπηση των αποτελεσμάτων για τις χώρες της ΕΕ.



## 5.2 ΕΥΡΩΠΑΙΚΗ ΕΝΩΣΗ

Το ευρωπαϊκό σύστημα ηλεκτρικής ενέργειας έχει αλλάξει σημαντικά την τελευταία δεκαετία. Με λίγα λόγια έχει μετατραπεί από ένα μονοπωλιακό σύστημα, στο οποίο κυριαρχούσαν μεγάλες και κρατικά ελεγχόμενες εγκαταστάσεις παραγωγής, σε ένα απελευθερωμένο περιβάλλον στο οποίο ο αριθμός των παραγωγών έχει αυξηθεί εκθετικά, οι εγκαταστάσεις παραγωγής έχουν μειωθεί σε μέγεθος και τελικά έχει μετατραπεί σε ένα σύστημα που έχει γίνει πολύ πιο ευέλικτο. Η ενσωμάτωση των ΑΠΕ σε μια τέτοια ελεύθερη αγορά προϋποθέτει το κατάλληλο κανονιστικό πλαίσιο γι αυτό λόγω ελλείψεων που εντοπίστηκαν μετά το άνοιγμα της αγοράς, αποφασίστηκε να εγκριθούν νέα μέτρα από το 2011. Θα δούμε λοιπόν πώς η ΕΕ συνολικά ανταποκρίθηκε σε αυτή την αλλαγή, κατά πόσο ενσωμάτωσε και προσαρμόστηκε η ευρωπαϊκή αγορά στις οδηγίες και τη χρήση των ΑΠΕ και αν τελικά επιτεύχθηκε μείωση των εκπομπών. Η καλύτερη υποδομή στην ΕΕ, η τεχνογνωσία όπως και το οικονομικό υπόβαθρο για επενδύσεις σε ενεργειακά πιο αποδοτικές τεχνολογίες φαίνεται ότι είχαν θετικό αντίκτυπο, ενώ οι κάτοικοι έχοντας σωστή ενημέρωση γύρω από την κατανάλωση ενέργειας επένδυσαν σε πιο αποδοτικές τεχνολογίες στις τελικές χρήσεις. Επιπλέον, η αυξημένη συμμετοχή της συμπαραγωγής στη βιομηχανία και η μεγάλη σημασία που δόθηκε στην ανάπτυξη υψηλής τεχνολογίας από τις εταιρείες παροχής υπηρεσιών φαίνεται ότι τελικά ευνόησαν την αποδοτικότητα των καυσίμων.<sup>[43] [44] [45]</sup>

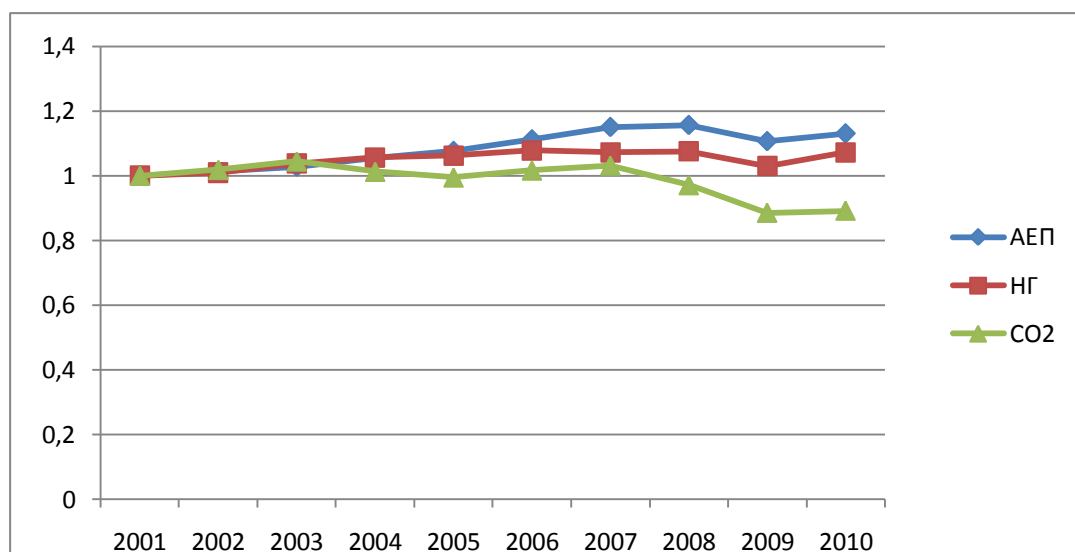
### 5.2.1 Δεδομένα



**Διάγραμμα 5.1** Το μείγμα των καυσίμων.

Όπως φαίνεται η ΕΕ χρησιμοποιεί ένα μείγμα από καύσιμα για την παραγωγή ηλεκτρισμού που το 2010 περιλαμβάνει ΑΠΕ (22%), πυρηνική ενέργεια (28%), φυσικό αέριο (23%), λιγνίτη (10%) και άνθρακα (15%), ενώ το μαζούτ και το πετρέλαιο φτάνουν μόλις το 1%. Η χρήση φυσικού αερίου αυξήθηκε όπως και η χρήση ΑΠΕ. Όσον αφορά τον άνθρακα και το λιγνίτη παρατηρήθηκε μια σχετική μείωση στη χρήση τους. Το φυσικό αέριο μειώνει τις εκπομπές και για αυτό χρησιμοποιείται στη θέση του λιθάνθρακα, του λιγνίτη ή του πετρελαίου. Με δεδομένο ότι η Ευρώπη έχει διευρύνει τη χρήση του, η εξάρτησή της από εισαγωγές φυσικού αερίου εγείρει μια σχετική ανησυχία. Υπήρξε επίσης μια αύξηση των αιολικών συστημάτων, αν και η συμβολή τους παραμένει σχετικά μικρή προς το παρόν. Όσο για τη χρήση πυρηνικής ενέργειας για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας είχε μια μικρή πτώση, μάλιστα διατηρείται στα ίδια ποσοστά από το 2007 και μετά, μιας και υπάρχουν

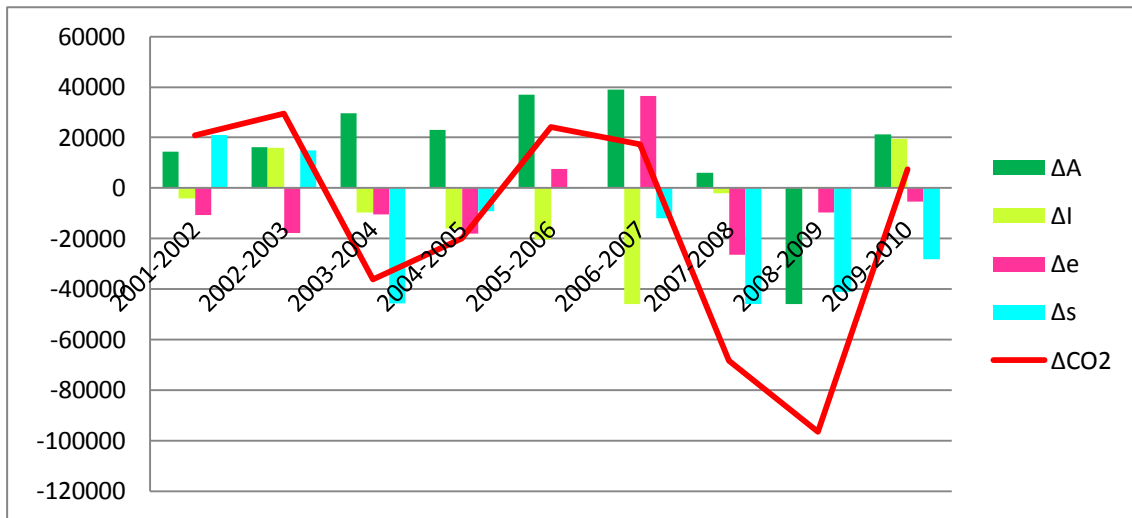
αρκετές επιφυλάξεις σχετικά με την ασφάλεια των πυρηνικών σταθμών που αφορούν τις συνέπειες πιθανού ατυχήματος και τους τρόπους διάθεσης των πυρηνικών απόβλητων.



**Διάγραμμα 5.2** Σχετική εξέλιξη ΑΕΠ, ηλεκτροπαραγωγής και εκπομπών CO2.

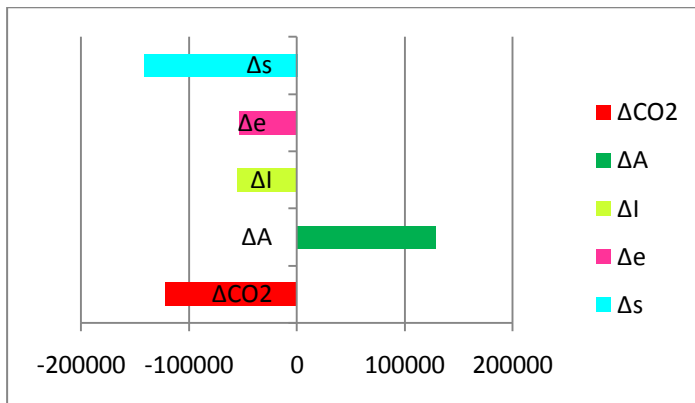
Φαίνεται ότι υπάρχει μια σχετική αποσύνδεση μεταξύ του ΑΕΠ και της ηλεκτροπαραγωγής τα οποία ακολούθησαν μια κοινή πορεία μέχρι το 2006. Οι επιπτώσεις της κρίσης στο σύνολο της ΕΕ έγιναν πιο εμφανείς μετά το 2008 και αυτό αντανακλάται στη μείωση του ΑΕΠ που συμπαρέσυρε την ηλεκτροπαραγωγή. Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας παρουσίασε μείωση της τάξης του 4,9% το 2009, αντανακλώντας έτσι τις επιπτώσεις της χρηματοπιστωτικής και οικονομικής κρίσης. Αυτή η μεγάλη πτώση έφτασε την ηλεκτροπαραγωγή στα επίπεδα του 2003. Όσο για τις εκπομπές η πτώση τους ήταν συνεχής και ιδιαίτερα μετά το 2007, επομένως αποσυνδέθηκαν από την ηλεκτροπαραγωγή. Η αύξησή τους το 2010 οφειλόταν κυρίως στην ανάκαμψη της οικονομίας σε πολλές ευρωπαϊκές χώρες μετά την ύφεση του 2009.

## 5.2.2 Αποτελέσματα



**Διάγραμμα 5.3** Η συμβολή των προσδιοριστικών παραγόντων στην εξέλιξη των εκπομπών ανά έτος.

Φαίνεται ότι με εξαίρεση το 2008 η οικονομική ανάπτυξη αποτελεί τον βασικό προωθητικό παράγοντα των εκπομπών. Αντίθετα, ανασταλτικά επιδρούν όλοι οι υπόλοιποι παράγοντες, με μικρές εξαιρέσεις στη διάρκεια της δεκαετίας. Παρατηρείται ότι η μείωση των εκπομπών τη δεκαετία αυτή είναι μεγαλύτερη τα χρόνια που η βελτίωση της απόδοσης των καυσίμων ήταν υψηλή και η μεταβολή του μίγματος προς καθαρότερες μορφές ενέργειας μεγαλύτερη. Επιπλέον φαίνεται η σημαντική μείωση του ΑΕΠ το 2009 και έπειτα η επανάκαμψη της οικονομίας που είχε ως αποτέλεσμα και περισσότερη χρήση ηλεκτρικής ενέργειας το 2010 που αύξησε τις εκπομπές.



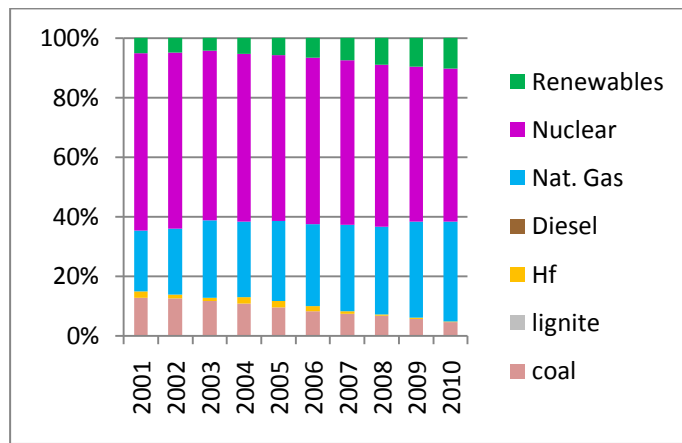
**Διάγραμμα 5.4** Η συνολική συμβολή των προσδιοριστικών παραγόντων στην εξέλιξη των εκπομπών κατά τη διάρκεια του 2001-2010.

Συνολικά λοιπόν οι εκπομπές CO2 το 2010 μειώθηκαν και σε αυτό συνέβαλαν θετικά και οι τρεις παράγοντες και ιδιαίτερα η βελτίωση του μίγματος καυσίμων μιας και οι ΑΠΕ αυξήθηκαν αντικαθιστώντας έτσι τη χρήση των στερεών καυσίμων.

## 5.3 ΒΕΛΓΙΟ

Το Βέλγιο είναι μια χώρα διεθνούς κύρους και στρατηγικής σημασίας για την ΕΕ καθώς αντιπροσωπεύει το εμπορικό και πολιτικό κέντρο της Ευρώπης. Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας κυριαρχείται από το μεγαλύτερο παραγωγό ηλεκτρικής ενέργειας στο Βέλγιο την Electrabel, η οποία είναι θυγατρική του γαλλικού παραγωγού ηλεκτρικής ενέργειας την GDF-Suez. Η εταιρεία αυτή παράγει το 80% της ηλεκτρικής ενέργειας που καταναλώνεται στο Βέλγιο. Όσον αφορά την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, το Βέλγιο διαθέτει εγκατεστημένη παραγωγική δυναμικότητα 104.600 GWh, αλλά παράγει 88.800 GWh και εισάγει μία επιπλέον ποσότητα 6.000 GWh. Ο διαχειριστής του συστήματος μεταφοράς είναι Elia System Operator S.A. Η εταιρεία ιδρύθηκε το 2001, μετά το άνοιγμα της αγοράς της ηλεκτρικής ενέργειας. Διορίστηκε ως ομοσπονδιακός διαχειριστής του δικτύου μεταφοράς το 2002 και διαχειρίζεται επιπλέον τμήμα του γερμανικού δικτύου μεταφοράς. Στο Βέλγιο, υπάρχουν 5 διαχειριστές των συστημάτων διανομής: η Eandis και η Infrac δραστηριοποιούνται κυρίως στη Φλάνδρα, η Sibelga στις Βρυξέλλες και οι ORES και Tecteo κυρίως στη Βαλωνία. Η απελευθέρωση της αγοράς έχει μεν τεθεί σε εφαρμογή σε επίπεδο πολιτικής, ωστόσο δεν έχει ακόμη οδηγήσει σε ικανοποιητικό επίπεδο ανταγωνισμού. Βασικοί παράγοντες που ευθύνονται για αυτό είναι κατ' αρχάς η ανησυχία των παραγωγών για χαμηλό επίπεδο τιμών της ηλεκτρικής ενέργειας και αφ' ετέρου η περιορισμένη δυναμικότητα του δικτύου σε διασυννοριακή βάση. Λόγω της θέσης του στο κέντρο της Ευρώπης, το Βέλγιο έχει πολλές διασυνδέσεις. Το 2010, εξήγαγε 11,8 GWh, δηλαδή γύρω στο 13,3% της συνολικής του κατανάλωσης και εισήγαγε 12,3 GWh, δηλαδή το 13,9% της συνολικής κατανάλωσης του. <sup>[23][20]</sup>

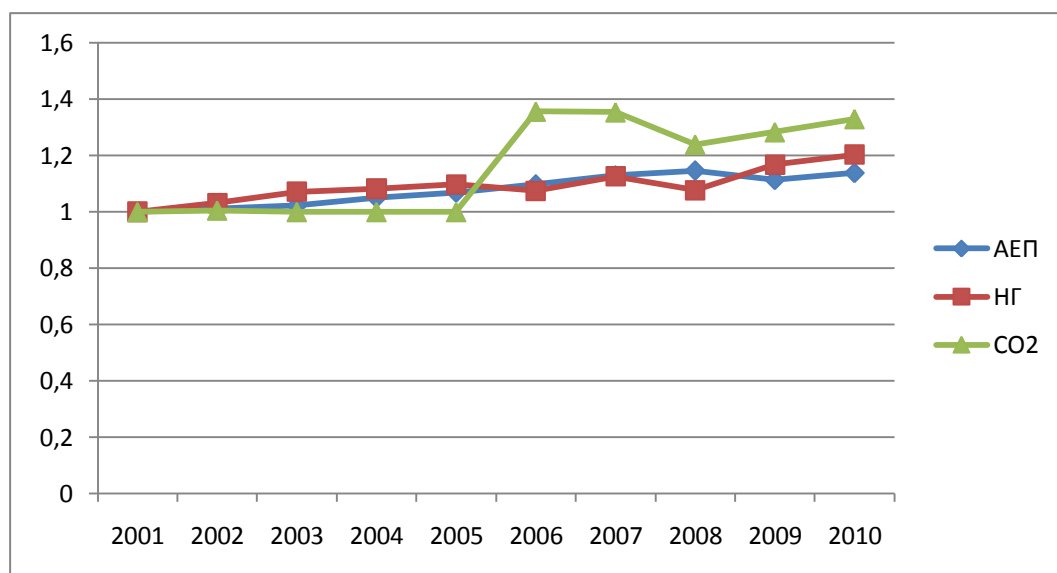
### 5.3.1 Δεδομένα



**Διάγραμμα 5.5** Το μείγμα των καυσίμων.

Παρατηρούμε ότι κύριες πηγές ηλεκτροπαραγωγής είναι η πυρηνική ενέργεια και το φυσικό αέριο, ενώ πολύ χαμηλά είναι τα ποσοστά του άνθρακα και των ΑΠΕ (χρησιμοποιεί κυρίως υδροηλεκτρικά, βιομάζα και αιολικά). Το 2010 παρατηρείται μια μείωση στη χρήση πυρηνικής ενέργειας σε σχέση με το 2001 κατά 11% και μείωση στη χρήση άνθρακα κατά 9%. Η εγκατάλειψη της πυρηνικής ενέργειας φαίνεται μάλλον απίθανη στο άμεσο μέλλον, καθώς καμία άλλη πηγή δεν μπορεί εύκολα να αντικαταστήσει την παραγωγική της

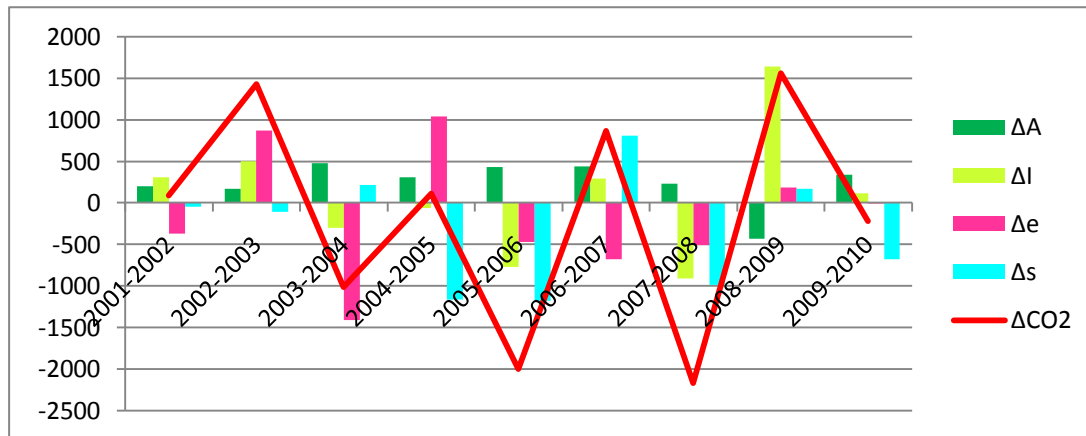
δυναμικότητα πριν από το 2015, ημερομηνία κατά την οποία έχει προγραμματισθεί να λάβει χώρα ο πρώτος παροπλισμός πυρηνικής μονάδας.<sup>[20]</sup> Βλέπουμε ότι αυξήθηκε η χρήση ΑΠΕ κατά 5% και η χρήση φυσικού αερίου κατά 14%. Η χρήση του φυσικού αερίου αποσκοπεί να αντικαταστήσει όλο και περισσότερο τη χρήση του άνθρακα καθώς πολλά εργοστάσια παραγωγής ενέργειας στο Βέλγιο καταναλώνουν ένα μείγμα άνθρακα και φυσικού αερίου, με αποτέλεσμα να είναι ιδιαίτερα ρυπογόνα.<sup>[20]</sup>



**Διάγραμμα 5.6** Σχετική εξέλιξη ΑΕΠ, ηλεκτροπαραγωγής και εκπομπών CO<sub>2</sub>.

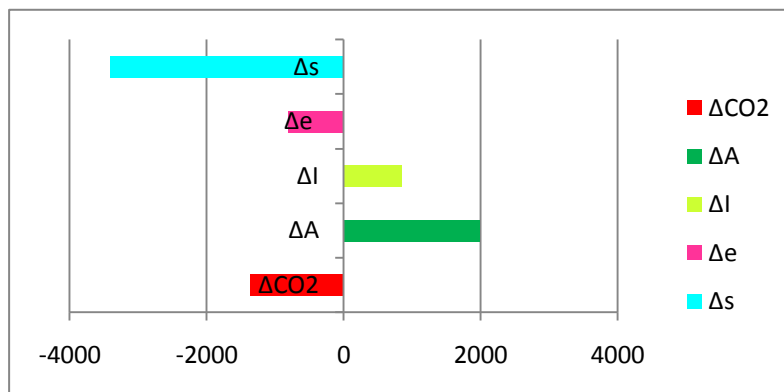
Στο διάγραμμα αυτό βλέπουμε μία παράλληλη πορεία ΑΕΠ και ηλεκτροπαραγωγής που υποδηλώνει σταθερή ενεργειακή ένταση, φαίνεται δηλαδή ότι δεν επιτυγχάνεται μία αποσύνδεση της οικονομίας από την κατανάλωση ηλεκτρισμού. Η κρίση ωστόσο επηρέασε το Βέλγιο το 2009 καθώς το υψηλό επίπεδο εισαγωγών ενέργειας προκάλεσε οικονομικές δυσκολίες λόγω αύξησης των τιμών.<sup>[20]</sup> Ακόμα η εντονότερη οικονομική δραστηριότητα μετά το 2008 φαίνεται ότι οδήγησε σε απότομη αύξηση της τελικής ζήτησης ενέργειας και των εκπομπών στον τομέα της ηλεκτροπαραγωγής.<sup>[20]</sup> Όσο για τις εκπομπές βλέπουμε ότι δεν αποσυνδέονται από την οικονομική ανάπτυξη μετά το 2005 ακολούθησαν μια ανοδική πορεία.

### 5.3.2 Αποτελέσματα



**Διάγραμμα 5.7** Η συμβολή των προσδιοριστικών παραγόντων στην εξέλιξη των εκπομπών ανά έτος.

Από τα αποτελέσματα της ανάλυσης παρατηρείται μια σημαντική αυξομείωση των εκπομπών κατά τη διάρκεια της περιόδου 2001-2010. Ωστόσο επετεύχθη μείωση στις εκπομπές καθώς μεγάλες βιομηχανικές εγκαταστάσεις επενδύουν στη μέθοδο της συμπαραγωγής και πολλές μικρότερες επιχειρήσεις σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας λόγω των γενναιόδωρων κινήτρων που παρέχει έως τώρα το βελγικό κράτος, που πολύ συχνά επιτρέπουν την πολύ ταχεία απόσβεση τέτοιων επενδύσεων. Τις χρονιές που πέτυχε μείωση των εκπομπών βοήθησε η βελτίωση της απόδοσης, η μείωση της έντασης και το μείγμα των καυσίμων. Παρατηρείται ακόμη ότι η ένταση ηλεκτρισμού της βελγικής οικονομίας παρουσιάζει συνολικά στη διάρκεια της δεκαετίας αύξηση, γεγονός που επιβεβαιώνει ότι δεν έχει επιτευχθεί αποσύνδεση της οικονομίας από τη χρήση ηλεκτρισμού.



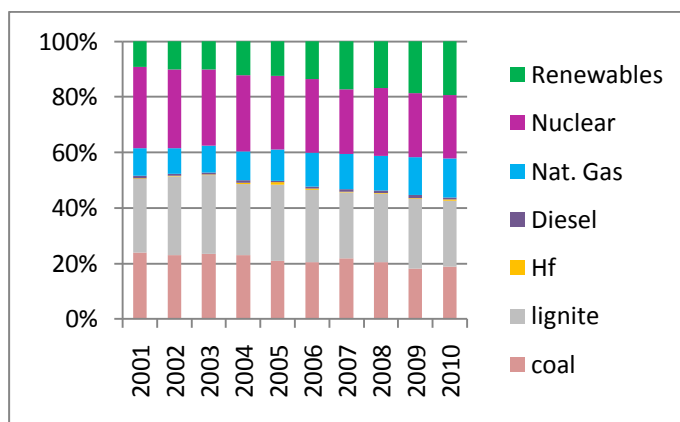
**Διάγραμμα 5.8** Η συνολική συμβολή των προσδιοριστικών παραγόντων στην εξέλιξη των εκπομπών κατά τη διάρκεια του 2001-2010.

Παρατηρείται τελικά βελτίωση των εκπομπών  $CO_2$  που οφείλεται κυρίως στη χρήση ΑΠΕ και φυσικού αερίου που αντικατέστησαν τον άνθρακα αλλά και στις πιο αποτελεσματικές τεχνικές αξιοποίησης των καυσίμων που βελτίωσαν την απόδοση των μονάδων.

## 5.4 ΓΕΡΜΑΝΙΑ

Η γενική τάση των εκπομπών στην ΕΕ διαμορφώνεται από τις δύο χώρες που είναι οι μεγαλύτεροι παραγωγοί εκπομπών, τη Γερμανία και το Ηνωμένο Βασίλειο, οι οποίες από κοινού ευθύνονται για το ένα τρίτο περίπου των συνολικών εκπομπών θερμοκηπικών αερίων στην ΕΕ. Τα εν λόγω κράτη μέλη πέτυχαν συνολικές μειώσεις των εκπομπών θερμοκηπικών αερίων ύψους 483 εκατ. τόνων CO<sub>2</sub> σε σύγκριση με το 1990. Θεωρείται επίσης ηγέτης στην ενεργειακή απόδοση και έχει τη χαμηλότερη ενεργειακή ένταση από τις πέντε μεγάλες οικονομίες στην ΕΕ-15 (Γαλλία, Γερμανία, Ιταλία, Ισπανία, Ηνωμένο Βασίλειο). Η Γερμανία είναι η μεγαλύτερη οικονομία στην Ευρώπη και είναι αυτή που παράγει και καταναλώνει τον περισσότερο ηλεκτρισμό στην ΕΕ. Η ηλεκτροπαραγωγή της κυριαρχείται από τέσσερις μεγάλους φορείς, που αθροιστικά έχουν μερίδιο 71% στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Υπάρχουν ανταγωνιστές, μεταξύ των οποίων είναι και ανεξάρτητοι παραγωγοί ανανεώσιμων πηγών ενέργειας που έχουν συχνά διαμάχη με τους τέσσερις κυρίαρχους προμηθευτές. Οι διαχειριστές των δικτύων διανομής το 2010 ήταν 866 στη Γερμανία. Λόγω της θέσης της έχει πολλές διασυνδέσεις με χώρες όπως η Γαλλία, η Ελβετία, η Αυστρία και η Σουηδία. Για γεωγραφικούς και πολιτικούς λόγους, η Γερμανία είναι επίσης μια σημαντική χώρα για τη διέλευση, φυσικού αερίου και ηλεκτρικής ενέργειας εντός της ΕΕ και έτσι οι αποφάσεις της και οι πολιτικές που αφορούν στον ενεργειακό τομέα έχουν αντίκτυπο σε ολόκληρη την Ευρωπαϊκή Ένωση.<sup>[24]</sup>

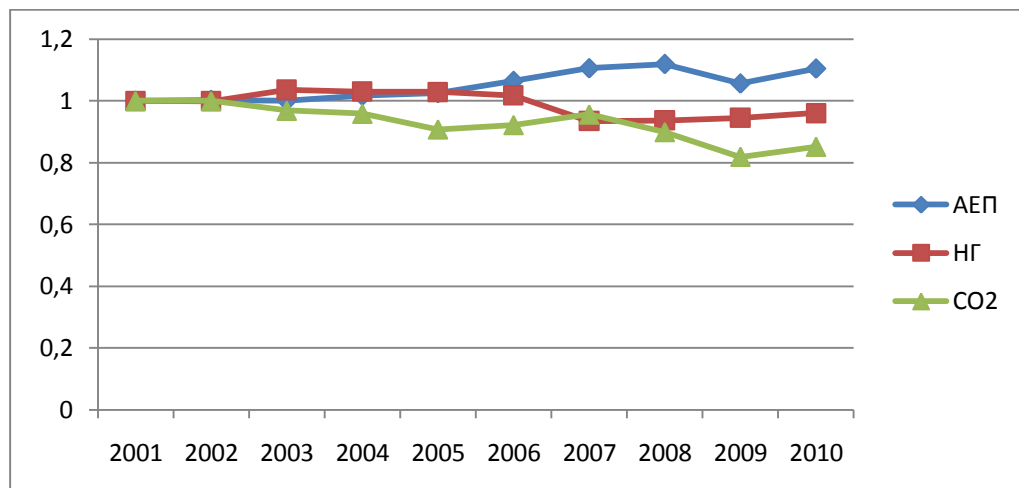
### 5.4.1 Δεδομένα



**Διάγραμμα 5.9** Το μείγμα των καυσίμων.

Όπως φαίνεται από το μίγμα των καυσίμων, η Γερμανία εμφανίζει ένα σημαντικά διαφοροποιημένο μείγμα, καθώς χρησιμοποιεί σε σημαντικά ποσοστά λιγνίτη, πυρηνική ενέργεια, άνθρακα, ΑΠΕ και λιγότερο το φυσικό αέριο. Παράλληλα η ανάγκη για μείωση των εκπομπών είναι ο παράγοντας που ώθησε προς τη μείωση της κατανάλωσης άνθρακα κατά 5% και προώθησε τη χρήση φυσικού αερίου. Τα ποσοστά του φυσικού αερίου αυξήθηκαν κατά 4% αλλά παραμένουν σε σχετικά χαμηλά επίπεδα, περίπου 14%. Επιπλέον η γερμανική κυβέρνηση έχει περάσει μια νομοθεσία που διευκολύνει την τροφοδότηση βιοαερίου μέσα από το δίκτυο του φυσικού αερίου, μειώνοντας έτσι τις εισαγωγές φυσικού αερίου.<sup>[21]</sup> Τα ποσοστά της υδροηλεκτρικής ενέργειας ήταν σταθερά την περίοδο αυτή, όμως αυξήθηκε η χρήση αιολικής ενέργειας, βιομάζας και φωτοβολταϊκών. Έτσι, η

συμμετοχή των ανανεώσιμων πηγών δείχνει μια αύξηση 10% φτάνοντας το 2010 να κατέχει ένα μερίδιο της τάξεως του 19% που είναι ίδιο με το ποσοστό συμμετοχής του άνθρακα στην ηλεκτροπαραγωγή. Οι ΑΠΕ είχαν μια αυξητική τάση και μάλιστα η Γερμανία έχει αναδειχθεί ως ηγέτης στον τομέα αυτό και της αγοράς στον τομέα της αιολικής ενέργειας.

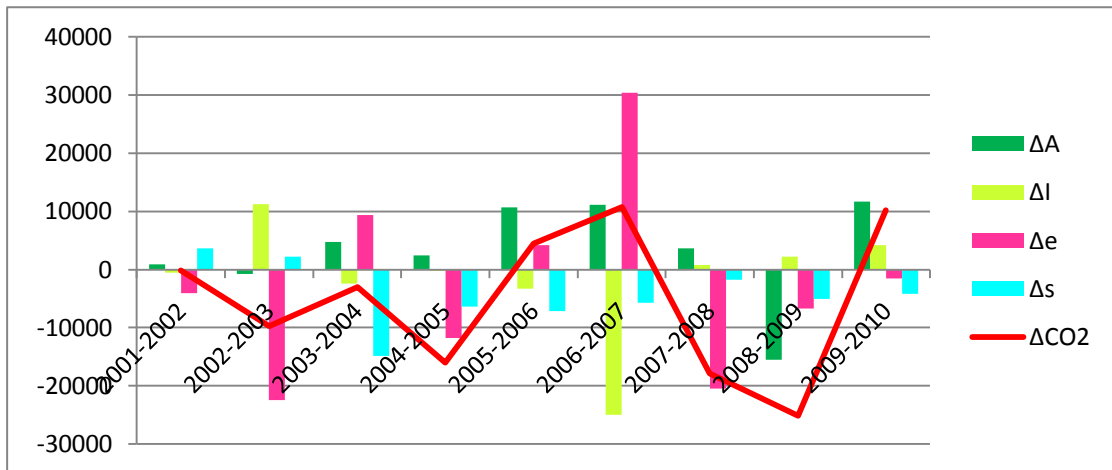


**Διάγραμμα 5.10** Σχετική εξέλιξη ΑΕΠ, ηλεκτροπαραγωγής και εκπομπών CO<sub>2</sub>.

Εδώ παρατηρούμε ότι το ΑΕΠ συγκριτικά με την ηλεκτροπαραγωγή ενώ είχαν μια παράλληλη πορεία ως το 2005 στην συνέχεια είχαν διαφορετική τάση, παρατηρείται δηλαδή αποσύνδεση. Έχουμε αυξητική τάση για το ΑΕΠ, αν εξαιρέσουμε την περίοδο της κρίσης, που επηρέασε και την ηλεκτροπαραγωγή η οποία στη συνέχεια είχε μια σχετικά σταθερή πορεία. Οι εκπομπές κινήθηκαν σε χαμηλά επίπεδα και σε σχέση με την ηλεκτροπαραγωγή είχαν μια πτωτική πορεία.

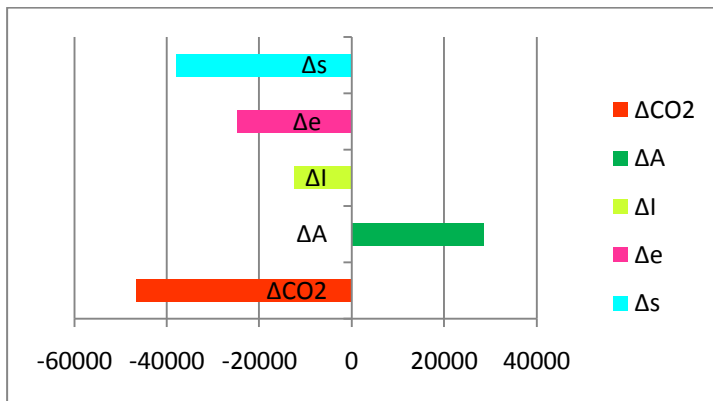


## 5.4.2 Αποτελέσματα



**Διάγραμμα 5.11** Η συμβολή των προσδιοριστικών παραγόντων στην εξέλιξη των εκπομπών ανά έτος.

Όπως φαίνεται οι προσπάθειες για χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και η βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης κατάφεραν να μειώσουν τις εκπομπές και να τις διατηρήσουν σε χαμηλά επίπεδα για μεγάλο διάστημα αυτή τη δεκαετία. Η αύξηση της χρήσης αερίου και των ΑΠΕ συνέβαλαν σημαντικά όπως και το κλείσιμο αναποτελεσματικών (παλιών, μη αποδοτικών) εργοστασίων Ανατολικής Γερμανίας. Τέλος, η εντονότερη οικονομική δραστηριότητα κατά τη διάρκεια του 2010, μετά τη σοβαρή συρρίκνωση που σημειώθηκε το 2008 και 2009, φαίνεται να οδήγησε σε απότομη αύξηση των εκπομπών.



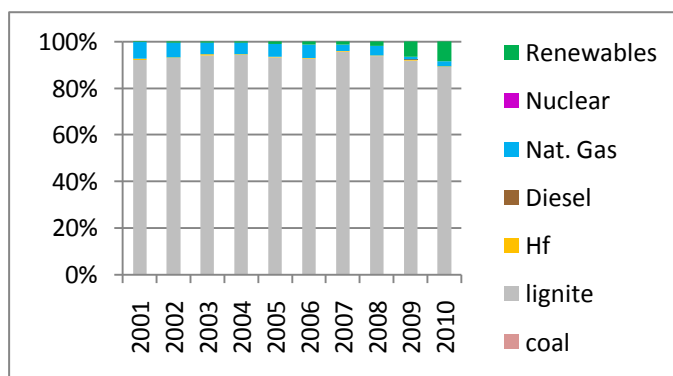
**Διάγραμμα 5.12** Η συνολική συμβολή των προσδιοριστικών παραγόντων στην εξέλιξη των εκπομπών κατά τη διάρκεια του 2001-2010.

Παρατηρείται ιδιαίτερη μείωση στις εκπομπές αυτή την περίοδο που οφείλεται όπως φαίνεται στην μεγάλη βελτίωση του μίγματος που χρησιμοποιείται στην ηλεκτροπαραγωγή και στην απόδοση των καυσίμων σε συνδυασμό με τη μείωση της έντασης του ηλεκτρισμού.

## 5.5 ΕΣΘΟΝΙΑ

Η Εσθονία, η Λετονία και η Λιθουανία αποφάσισαν το Φεβρουάριο του 2000 να δημιουργήσουν μια εσωτερική, κοινή αγορά ηλεκτρικής ενέργειας, καθώς και ένα δίκτυο μεταφοράς μεταξύ των τριών αυτών χωρών. Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στην Εσθονία κυριαρχείται από την κρατική εταιρεία Eesti Energia, η οποία παράγει μέσω του πετρελαίου σχιστόλιθου πάνω από το 90% της συνολικής ηλεκτρικής ενέργειας στην Εσθονία. Υπάρχει ένα δίκτυο μεταφοράς και διάφοροι διαχειριστές των συστημάτων διανομής. Ο μεγαλύτερος είναι η Eesti Energia Jaotusõrk OÜ, που είναι 100% θυγατρική της κρατικής Eesti Energia. Το ποσό των εξαγωγών ηλεκτρικής ενέργειας είναι εξαιρετικά υψηλό. Το 2010, εξήγαγε 3.204 GWh, δηλαδή το 40% της συνολικής κατανάλωσής της. Η Εσθονία έχει σχετικά μικρή κατανάλωση και η χρήση των ΑΠΕ ποτέ δεν έπαιξε ποτέ σημαντικό ρόλο. Η εξάρτηση της Εσθονίας από ενεργειακές εισαγωγές είναι κάτω από το μέσο όρο της ΕΕ, αλλά όσον αφορά την ενεργειακή της ασφάλεια υπάρχει μια ανησυχία. Η εξάρτηση από τις ρωσικές προμήθειες θεωρείται ότι ενέχει κινδύνους που χρειάζεται να αντιμετωπιστούν με τη λήψη μέτρων όπως είναι η βελτίωση των υπάρχοντων δικτύων, η δημιουργία νέων δικτύων διέλευσης για συνεργασία και με άλλα κράτη μέλη της ΕΕ όπως η Φινλανδία και η Πολωνία και η περισσότερη χρήση αιολικής ενέργειας. Η Φινλανδία συμμετείχε ενεργά στην επιτυχή οικονομική ανασυγκρότηση της Εσθονίας και αποτελεί σήμερα τον δεύτερο μεγαλύτερο επενδυτή της. Η πλειονότητα των επενδύσεων της Φινλανδίας κατευθύνεται στο Ταλίν που προσελκύει το 80-90% των άμεσων επενδύσεων στη χώρα. Ως το 2009 η Εσθονία κατείχε το ρεκόρ ίδρυσης νέων επιχειρήσεων στον ανεπτυγμένο κόσμο. Οι αιτίες είναι πολλές: χαμηλή φορολογία, διαφανής διακυβέρνηση, μεγάλη διείσδυση του διαδικτύου, υψηλά επίπεδα τεχνολογικής εκπαίδευσης. Αναμένεται ότι το πετρέλαιο σχιστόλιθου θα συνεχίσει να κυριαρχεί στο ενεργειακό σύστημα της Εσθονίας για πολλά χρόνια στο μέλλον, και θα δοθεί έμφαση στη μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων με την εισαγωγή εναλλακτικών λύσεων. <sup>[21] [25] [28]</sup>

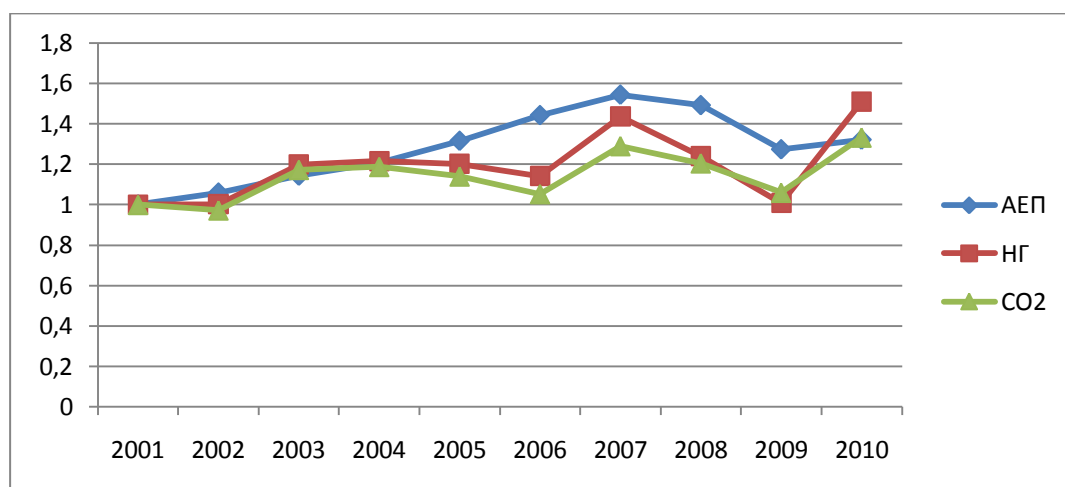
### 5.5.1 Δεδομένα



**Διάγραμμα 5.13** Το μείγμα των καυσίμων.

Η ηλεκτροπαραγωγή εμφανίζει σχεδόν αποκλειστική εξάρτηση από το λιγνίτη. Πολύ μικρή είναι η συμμετοχή του φυσικού αερίου, ενώ σταδιακά αυξάνεται και η συμμετοχή των ΑΠΕ. Το δίκτυο του φυσικού αερίου συνδέεται με τη Λετονία και το δίκτυο της Ρωσικής Ομοσπονδίας, που είναι η χώρα παροχής του, και με τις άλλες χώρες της Βαλτικής ενώ

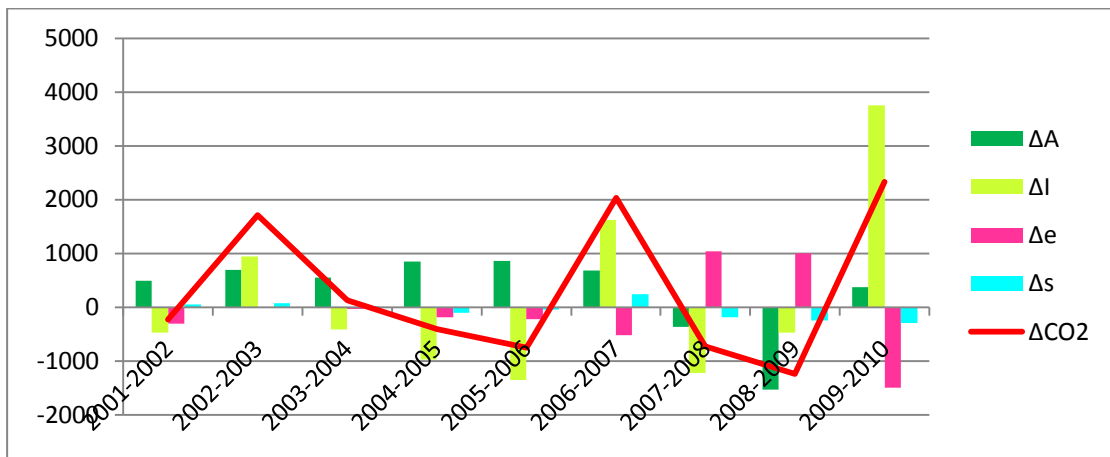
συνδέεται και με τη Φινλανδία. Δεν υπάρχει καμία σύνδεση με την υπόλοιπη αγορά φυσικού αερίου της ΕΕ. <sup>[28]</sup> Η υπόλοιπη ενέργεια προέρχεται από υδροηλεκτρική, αιολική ενέργεια και βιομάζα. Η τηλεθέρμανση που είναι ευρέως διαδεδομένη στα σπίτια, βασίζεται σε φυσικό αέριο και σε βιομάζα. Η αιολική ενέργεια, μαζί με βιομάζα αναμένεται να είναι οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας που θα βοηθήσουν την Εσθονία να φτάσει τους στόχους που έχει θέσει η ΕΕ. Λόγω της θέσης της σε σχέση με τη Βαλτική Θάλασσα, η μέση ταχύτητα του ανέμου είναι υψηλή σε όλη την περιοχή. Το αιολικό δυναμικό στην παράκτια ζώνη θεωρείται υψηλότερο από ό,τι σε άλλες χώρες της Βαλτικής. Μελέτες δείχνουν ότι περίπου το 20% του εδάφους της Εσθονίας είναι κατάλληλο για την παραγωγή αιολικής ενέργειας. Ακόμη επειδή πρόκειται για δασική χώρα έχει μεγάλο δυναμικό για την παραγωγή ενέργειας από βιομάζα. <sup>[25]</sup>



**Διάγραμμα 5.14** Σχετική εξέλιξη ΑΕΠ, ηλεκτροπαραγωγής και εκπομπών CO<sub>2</sub>.

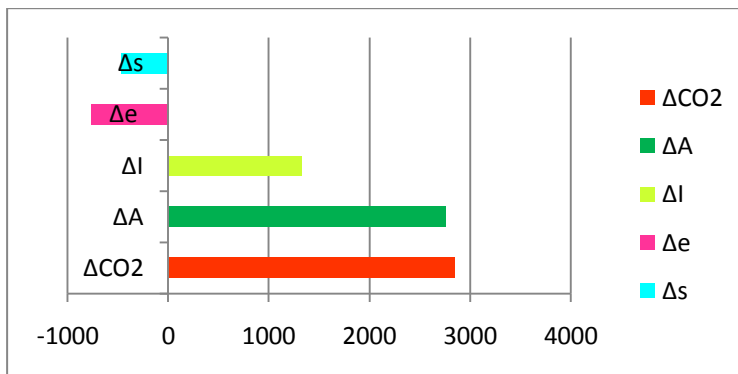
Ενώ παρατηρείται μια τάση αποσύνδεσης της οικονομίας από την ηλεκτροπαραγωγή το διάστημα 2004-2006, μέσα στην υπόλοιπη δεκαετία είχαν κοινές τάσεις. Συγκεκριμένα το ΑΕΠ είχε γενικά μια αρκετά ανοδική πορεία αν εξαιρέσουμε την περίοδο της κρίσης. Όσο για τις εκπομπές παρακολουθούν στενά την εξέλιξη της ηλεκτροπαραγωγής και δεν παρουσιάζουν αισθητή τάση αποσύνδεσης.

## 5.5.2 Αποτελέσματα



**Διάγραμμα 5.15** Η συμβολή των προσδιοριστικών παραγόντων στην εξέλιξη των εκπομπών ανά έτος.

Όπως και τα άλλα πρώην κράτη-μέλη της Σοβιετικής Ένωσης, η Εσθονία έχει υποστεί μια οικονομική μεταμόρφωση από το 1991, καθώς ο βιομηχανικός κλάδος της συρρικνώθηκε και ο τομέας παροχής υπηρεσιών αναπτύχθηκε. Η ένταση του ηλεκτρισμού της Εσθονίας είναι υψηλότερη από το μέσο όρο της ΕΕ. Ένας παράγοντας για τη συνεχιζόμενη υψηλή ένταση είναι οι χαμηλές τιμές ενέργειας στην Εσθονία, που είναι σταθερά από τις χαμηλότερα στην ΕΕ και για τα νοικοκυριά και τη βιομηχανία.<sup>[21]</sup> Οι εκπομπές είχαν κάποιες αυξομειώσεις και παρατηρήθηκε πτώση τους τις περιόδους που η ένταση του ηλεκτρισμού ήταν σε χαμηλά επίπεδα.



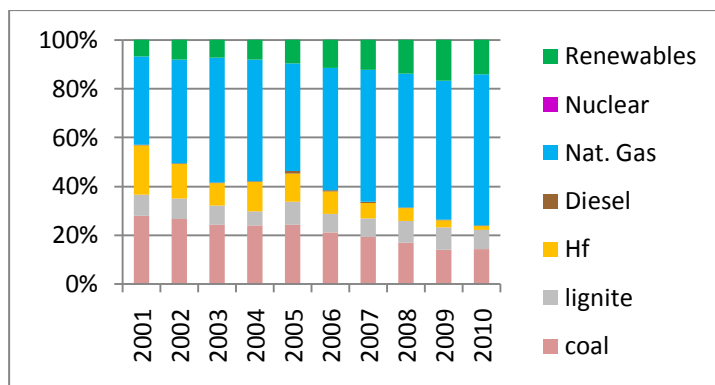
**Διάγραμμα 5.16** Η συνολική συμβολή των προσδιοριστικών παραγόντων στην εξέλιξη των εκπομπών κατά τη διάρκεια του 2001-2010.

Φαίνεται ότι μέσα στη δεκαετία η οικονομία της χώρας έχει επανακάμψει και έχει αναπτυχθεί πέντε φορές περισσότερο από τον μέσο όρο της Ευρωζώνης και σήμερα είναι η μόνη χώρα της ΕΕ που διαθέτει πλεόνασμα. Ακόμη, αν και η απόδοση των καυσίμων και το μείγμα εμφάνισαν μία μικρή βελτίωση, η αύξηση του ΑΕΠ που συμπαρέσυρε την ένταση του ηλεκτρισμού οδήγησαν σε άνοδο των εκπομπών.

## 5.6 ΙΡΛΑΝΔΙΑ

Όσον αφορά την ηλεκτρική ενέργεια, η Ιρλανδία, έχει δώσει βάρος στην ανάπτυξη μιας ενιαίας αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας η βάση της οποίας βρίσκεται στη Βόρεια Ιρλανδία και η οποία συμμετέχει στην διαμόρφωση της ευρύτερης εσωτερικής αγοράς. Το μονοπώλιο στην παροχή της ηλεκτρικής ενέργειας κατέχει το Διοικητικό Συμβούλιο Ηλεκτρικής Προμήθειας (ESB) που είναι η κρατική εταιρεία ηλεκτρικής ενέργειας στην Ιρλανδία. Πρόκειται για μια εταιρεία τα μέλη της οποίας διορίζονται από την κυβέρνηση. Το σύστημα μετάδοσης είναι ένα δίκτυο από γραμμές υψηλής τάσης που χρησιμοποιείται για τη μεταφορά ηλεκτρικής ενέργειας σε ολόκληρη τη χώρα. Στην Ιρλανδία υπάρχουν πάνω από 5800 χιλιόμετρα γραμμών υψηλής τάσης. Με νόμο που ψηφίστηκε, το ESB πραγματοποίησε μια σημαντική περιβαλλοντική αναβάθμιση, που ολοκληρώθηκε το 2010 στους σταθμούς καύση του άνθρακα και έχει επιφέρει μια μείωση στις εκπομπές. Καθώς συνδέεται μόνο με τη Μεγάλη Βρετανία και συγκεκριμένα με τη Σκωτία η ολοκλήρωση της νέας γραμμής διασύνδεσης με την Ουαλία θα βοηθήσει στην τόνωση της εσωτερικής αγοράς. <sup>[27] [21]</sup>

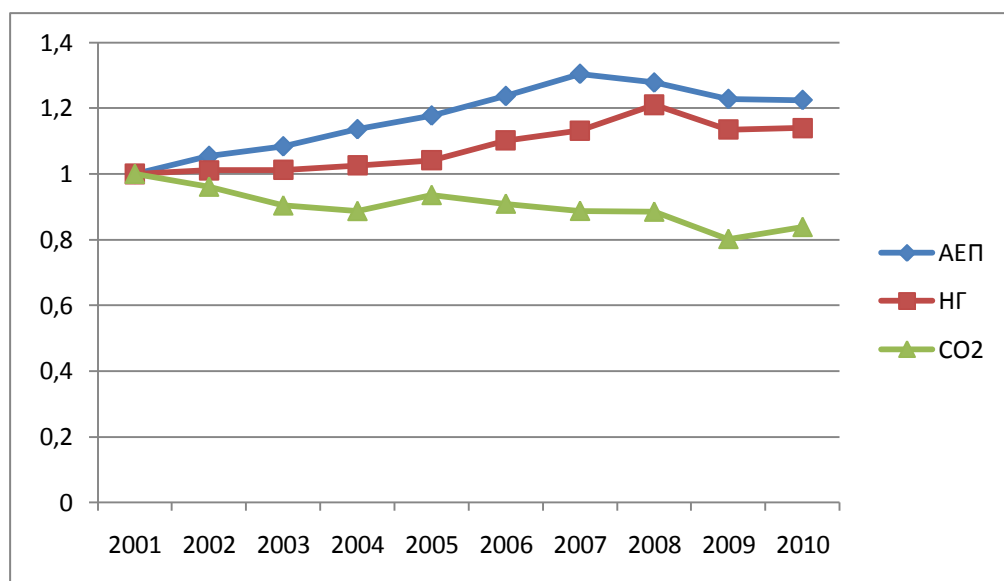
### 5.6.1 Δεδομένα



**Διάγραμμα 5.17** Το μείγμα των καυσίμων.

Το παραπάνω σχήμα δείχνει ότι η Ιρλανδία παράγει ηλεκτρική ενέργεια με διάφορους τρόπους. Η αυξανόμενη συνεισφορά των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (14%), κυρίως με συμμετοχή της αιολικής ενέργειας όπως και η κυριαρχία του φυσικού αερίου (62%) στην ηλεκτροπαραγωγή είναι αξιοσημείωτη. Στις ΑΠΕ είχαμε οκταπλασιασμό της δυναμικότητας της αιολικής ενέργειας και αυτό γιατί άρχισε μια αξιοποίησή της από το 2005 και μετά, ενώ το 2008, ανοιχτά των βορειοϊρλανδικών ακτών τοποθετήθηκε η πρώτη γεννήτρια παλιρροϊκής ενέργειας στον κόσμο. Η Ιρλανδία έχει εξαιρετικό αιολικό δυναμικό και οι καλύτερες περιοχές βρίσκονται στο δυτικό τμήμα της χώρας. Το τμήμα αυτό είναι περισσότερο αραιοκατοικημένο και προς το παρόν έχει ένα πιο ασθενές δίκτυο το οποίο με τις κατάλληλες επενδύσεις θα συμβάλει στην ανάπτυξη του αιολικού δυναμικού. Ακόμα η Ιρλανδία έχει προοπτικές στον τομέα της βιομάζας. Το 2010 υπήρξε μια μείωση κατά 3% των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στο ενεργειακό μίγμα λόγω της μειωμένης συμβολής της υδροηλεκτρικής και αιολικής ενέργειας στην ηλεκτροπαραγωγή. Τέλος, ο λιγνίτης κράτησε τα ποσοστά του σχετικά σταθερά στο 8%. Παρατηρήθηκε όμως σημαντική μείωση

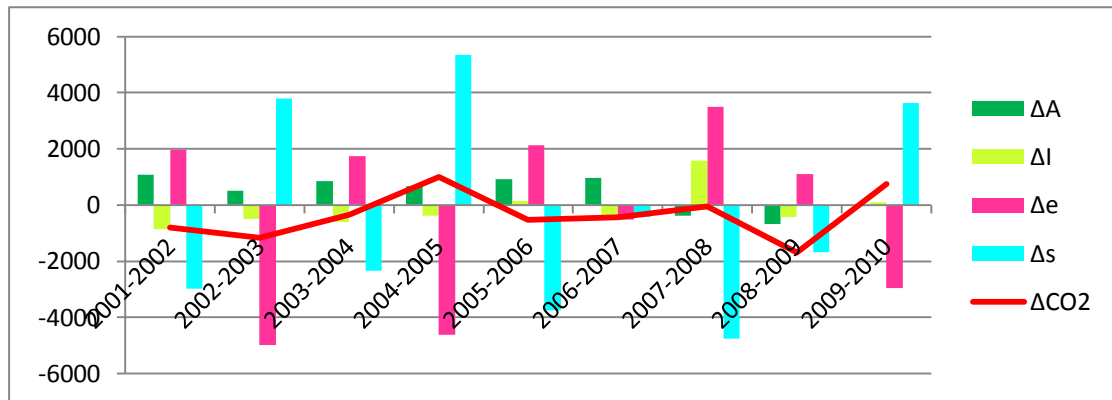
στη χρήση άνθρακα καθώς υποδιπλασιάστηκε, όπως και για το μαζούτ που έχει συμμετοχή μόλις 1% από 20%.



**Διάγραμμα 5.18** Σχετική εξέλιξη ΑΕΠ, ηλεκτροπαραγωγής και εκπομπών CO<sub>2</sub>.

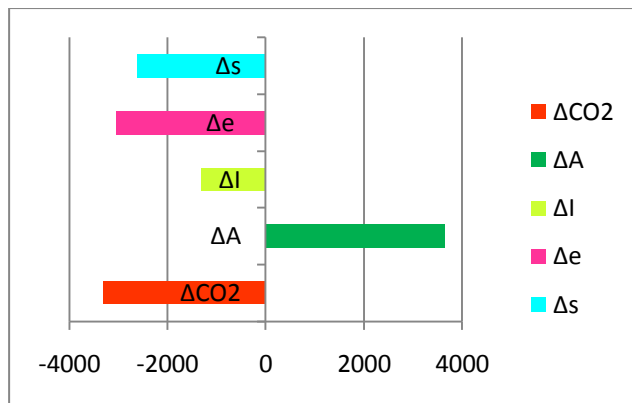
Παρατηρείται αποσύνδεση ΑΕΠ και ηλεκτροπαραγωγής και παράλληλα μείωση στις εκπομπές CO<sub>2</sub> με ταχύτερο ρυθμό σε σχέση με τη χρήση ηλεκτρικής ενέργειας. Το 2008, η οικονομία της Ιρλανδίας εισήλθε σε ύφεση με το ΑΕΠ να μειώνεται κατά 3% σε σύγκριση με 2007. Το 2009, η ύφεση βάθυνε απότομα και η οικονομική δραστηριότητα μειώθηκε κατά 7,0%. Από το 2007 μέχρι και το 2010 η οικονομία συνολικά μειώθηκε κατά 10%. Η χρήση ηλεκτρικής ενέργειας ωστόσο αυξήθηκε μέχρι και το 2008, ενώ το 2009 μειώθηκε κατά 10%. Σε αντίθεση με το 2008, το 2009 η συνολική κατανάλωση ενέργειας μειώθηκε με ταχύτερο ρυθμό από ό τι το ΑΕΠ.

## 5.6.2 Αποτελέσματα



**Διάγραμμα 5.19** Η συμβολή των προσδιοριστικών παραγόντων στην εξέλιξη των εκπομπών ανά έτος.

Μέχρι το 2007 φαίνεται ότι οι παράγοντες που συνέβαλαν στην μείωση των εκπομπών ήταν άλλοτε η ένταση του ηλεκτρισμού και η απόδοση και άλλοτε το μείγμα και η ένταση του ηλεκτρισμού, ενώ η οικονομική ανάπτυξη οδηγούσε προς την αύξηση των εκπομπών. Ενώ το 2008 είναι εμφανής η επίδραση της κρίσης στην οικονομία της Ιρλανδίας που στην συνέχεια επέδρασε και στη μείωση της έντασης του ηλεκτρισμού. Το 2008 ήταν πολύ πιο κρύο από το 2007 και γι αυτό η χρήση της ενέργειας αυξήθηκε σε μια εποχή που η οικονομία μειώθηκε. Ενώ το 2010 που ήταν ακόμα πιο κρύο από το 2008 η ένταση σε σχέση με το 2009 δεν αυξήθηκε πολύ. Αυτό εξηγείται εν μέρει από το τι συνέβη στη βιομηχανία το 2010 καθώς μπορεί η προστιθέμενη αξία στη βιομηχανία να αυξήθηκε, όμως η βιομηχανία κατανάλωσε χαμηλή ενέργεια βελτιώνοντας έτσι την ενεργειακή ένταση.<sup>[27]</sup> Χαρακτηριστικό είναι ότι το 2010 σε σχέση με το 2009 δεν υπήρξε οικονομική ανάκαμψη.



**Διάγραμμα 5.20** Η συνολική συμβολή των προσδιοριστικών παραγόντων στην εξέλιξη των εκπομπών κατά τη διάρκεια του 2001-2010.

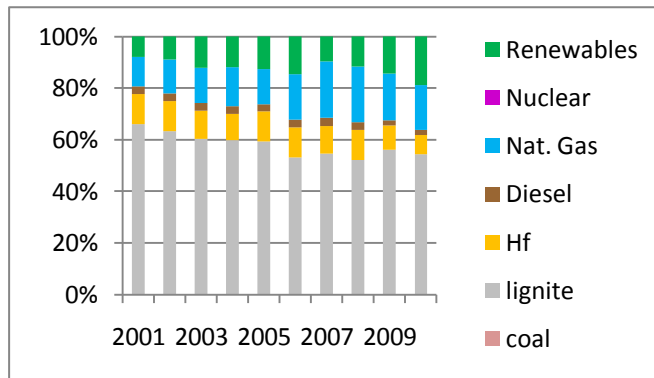
Όπως φαίνεται από τα αποτελέσματα κατά τη διάρκεια της δεκαετίας και οι τρεις παράγοντες συνέβαλαν στη μείωση των εκπομπών CO<sub>2</sub> και ιδιαίτερα η βελτιωμένη απόδοση των σταθμών ηλεκτροπαραγωγής και το μίγμα που χρησιμοποιήθηκε.

## 5.7 ΕΛΛΑΔΑ

Το ελληνικό ηλεκτρικό σύστημα χωρίζεται στο διασυνδεδεμένο σύστημα της ηπειρωτικής χώρας και τα αυτόνομα ηλεκτρικά συστήματα των νησιών. Το διασυνδεδεμένο σύστημα καλύπτει όλη την ηπειρωτική χώρα και τα νησιά, που βρίσκονται σχετικά κοντά στις ακτές και διασυνδέεται και με τα συστήματα όλων των γειτονικών χωρών. Μεγάλο μέρος των σταθμών παραγωγής βρίσκεται στο βόρειο τμήμα της χώρας (κυρίως λιγνιτικοί και υδροηλεκτρικοί σταθμοί), όπου βρίσκονται τα μεγαλύτερα κοιτάσματα λιγνίτη, μακριά από το μεγαλύτερο κέντρο κατανάλωσης (Αττική), ενώ τελευταία σημαντική παραγωγή από σταθμούς φυσικού αερίου αναπτύσσεται και στην κεντρική περιοχή της χώρας. Μη διασυνδεδεμένα με το ηπειρωτικό σύστημα παραμένουν τα περισσότερα νησιά του Αιγαίου, τα οποία βρίσκονται σε μεγάλη σχετικά απόσταση από την ηπειρωτική χώρα (π.χ. Κρήτη, Δωδεκάνησα, νησιά Β. Αιγαίου). Από τις αρχές του 2001 η ΔΕΗ Α.Ε. λειτουργεί ως ανώνυμη εταιρεία ενώ προς το τέλος του 2001 έχει εισαχθεί στα Χρηματιστήρια Αξιών Αθηνών και Λονδίνου. Η ΔΕΗ Α.Ε. δραστηριοποιείται ως Παραγωγός και είναι ο κύριος Προμηθευτής ηλεκτρικής ενέργειας. Κατέχει περίπου το 75% της εγκατεστημένης ισχύος των θερμοηλεκτρικών σταθμών ηλεκτροπαραγωγής στην ηπειρωτική Ελλάδα συμπεριλαμβάνοντας στο ενεργειακό της μείγμα λιγνιτικούς, υδροηλεκτρικούς και πετρελαϊκούς σταθμούς, καθώς και σταθμούς φυσικού αερίου, αλλά και μονάδες ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ). Παράγοντας πάνω από 50% της ηλεκτρικής της παραγωγής από λιγνίτη, είναι ο δεύτερος μεγαλύτερος παραγωγός ηλεκτρικής ενέργειας από λιγνίτη στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Προμηθεύει περίπου το 98% της καταναλισκόμενης ηλεκτρικής ενέργειας. Τέλος, σύμφωνα με την πρόσφατη ελληνική νομοθεσία παραμένει στην ιδιοκτησία της το δίκτυο διανομής συνολικού μήκους 217.000 χλμ., ενώ η κυριότητα του εθνικού συστήματος μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας μήκους 11.650 χλμ. μεταβιβάζεται στον ΑΔΜΗΕ Α.Ε. Μετά την απόσχιση από τη ΔΕΗ Α.Ε. των κλάδων Μεταφοράς και Διανομής, δημιουργήθηκαν δύο 100% θυγατρικές εταιρείες της ΔΕΗ Α.Ε., ο ΑΔΜΗΕ Α.Ε. (Ανεξάρτητος Διαχειριστής Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας Α.Ε.) και ο ΔΕΔΔΗΕ Α.Ε. (Διαχειριστής Ελληνικού Δικτύου Διανομής Ηλεκτρικής Ενέργειας Α.Ε.). Ο ΑΔΜΗΕ Α.Ε. έχει την ευθύνη της διαχείρισης, λειτουργίας, ανάπτυξης και συντήρησης του Ελληνικού Συστήματος Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας και των διασυνδέσεών του, ενώ ο ΔΕΔΔΗΕ Α.Ε. έχει την ευθύνη για τη διαχείριση, ανάπτυξη, λειτουργία και συντήρηση του Ελληνικού Δικτύου Διανομής Ηλεκτρικής Ενέργειας. Η ΔΕΗ Ανανεώσιμες Α.Ε. ως 100% θυγατρική εταιρεία της ΔΕΗ Α.Ε. έχει παραλάβει τη σκυτάλη της διαχείρισης των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (Α.Π.Ε.) από τη μητρική εταιρεία, με στόχο την ανάπτυξη του κλάδου. <sup>[30]</sup> <sup>[21]</sup><sup>[29]</sup>



### 5.7.1 Δεδομένα

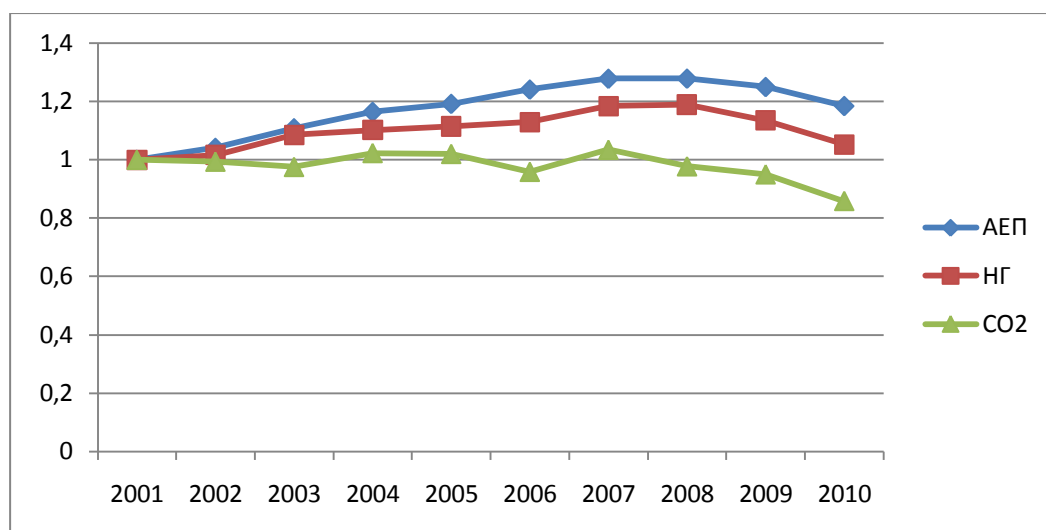


**Διάγραμμα 5.21** Το μείγμα των καυσίμων.

Η μόνη εγχώρια ενεργειακή πηγή στερών καυσίμων είναι ο λιγνίτης. Το ιδιοκτησιακό καθεστώς των λιγνιτικών κοιτασμάτων της χώρας διακρίνεται σε τρεις κατηγορίες: λιγνιτικά κοιτάσματα που έχουν παραχωρηθεί για εκμετάλλευση στην ΔΕΗ Α.Ε, λιγνιτικά κοιτάσματα που έχουν μισθωθεί σε ιδιώτες και λιγνιτικά κοιτάσματα που ανήκουν στο Δημόσιο και δεν είναι υπό εκμετάλλευση. Το κύριο μερίδιο στο μείγμα ηλεκτροπαραγωγής το 2010 το κατέχουν οι λιγνιτικοί σταθμοί με μερίδιο 55%. Το μαζούτ (7%) χρησιμοποιείται κυρίως στα μη διασυνδεδεμένα νησιά. Η εγχώρια κατανάλωση φυσικού αερίου (17%) παρουσίασε ρυθμούς ανάπτυξης σχετικά ικανοποιητικούς. Παρόλα αυτά, ο βαθμός διεύθυνσης του ακόμη υπολείπεται σημαντικά από τον αντίστοιχο ευρωπαϊκό μέσο όρο, με τη μεγαλύτερη υστέρηση να παρατηρείται στις αστικές χρήσεις καθώς δεν έχουν ολοκληρωθεί οι απαραίτητες επεκτάσεις του συστήματος μεταφοράς και διανομής του. Η Ελλάδα εμφανίζει ένα υψηλό δυναμικό για την αξιοποίηση των τεχνολογιών ΑΠΕ στην ηλεκτροπαραγωγή κυρίως από το 2006 και μετά. Η έμφαση έχει δοθεί σε τεχνολογίες όπως αιολικά πάρκα, φωτοβολταϊκά, βιομάζα, μικρά υδροηλεκτρικά, οι οποίες έχουν προσελκύσει υψηλό επενδυτικό ενδιαφέρον. Έντονο είναι το επενδυτικό ενδιαφέρον για την αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας (κυρίως για Φ/Β), όπου ήδη φαίνονται σημαντικά αποτελέσματα και αυξημένο επίπεδο συμμετοχής της συγκεκριμένης τεχνολογίας στην ηλεκτροπαραγωγή. Ωστόσο, παρά το ιδιαίτερα έντονο επενδυτικό ενδιαφέρον και τα πολύ ευεργετικά οικονομικά κίνητρα για την εγκατάσταση συστημάτων ΑΠΕ, ο ρυθμός ανάπτυξής τους δεν μπορεί να θεωρηθεί υψηλός, κυρίως λόγω καθυστερήσεων που υπήρξαν κυρίως στο παρελθόν στην αδειοδοτική διαδικασία και σήμερα λόγω κυρίως της αβεβαιότητας των επενδυτών για τη βιωσιμότητα του μηχανισμού στήριξης των ΑΠΕ. Παρά τα χαμηλά ποσοστά εκπομπών ηλεκτροπαραγωγής, η πυρηνική ενέργεια δεν έχει προωθηθεί στην Ελλάδα και δεν προβλέπεται να εισχωρήσει στο εθνικό ενεργειακό σύστημα. <sup>[30] [29]</sup>

Επίσης, στην Ελλάδα παρατηρείται περιορισμένη ανάπτυξη δικτύων τηλεθέρμανσης και εγκατάστασης μονάδων συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας (ΣΗΘ), κύρια λόγω της σχετικά μικρής ζήτησης για θερμική ενέργεια άρα και περιορισμένου επενδυτικού ενδιαφέροντος αλλά και της έλλειψης των σχετικών υποδομών. Το μεγάλο μέρος της εγκατεστημένης ισχύος μονάδων ΣΗΘ βρίσκεται στα διυλιστήρια, σε μεγάλους σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας και στη βιομηχανία τροφίμων. Παράλληλα, κάποιες ηλεκτροπαραγωγικές μονάδες της ΔΕΗ έχουν τροποποιηθεί κατάλληλα, ώστε να καλύψουν

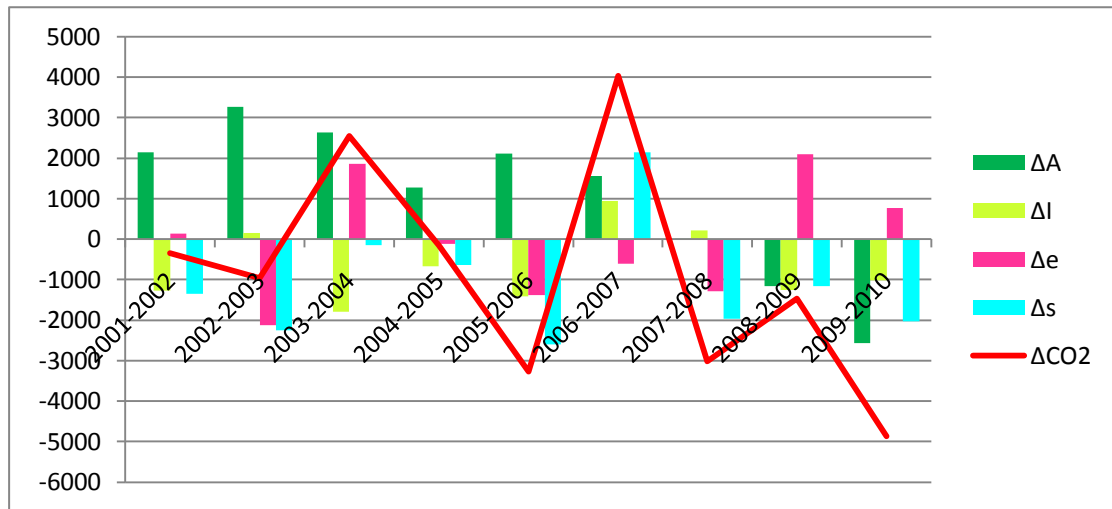
τις θερμικές ανάγκες αστικών περιοχών με δίκτυα τηλεθέρμανσης (Πτολεμαΐδα, Κοζάνη, Αμύνταιο, Μεγαλόπολη και μελλοντικά Φλώρινα). Η Ελλάδα είναι ο τέταρτος εισαγωγέας ηλεκτρισμού στην ΕΕ. <sup>[29][30]</sup>



**Διάγραμμα 5.22** Σχετική εξέλιξη ΑΕΠ, ηλεκτροπαραγωγής και εκπομπών CO<sub>2</sub>.

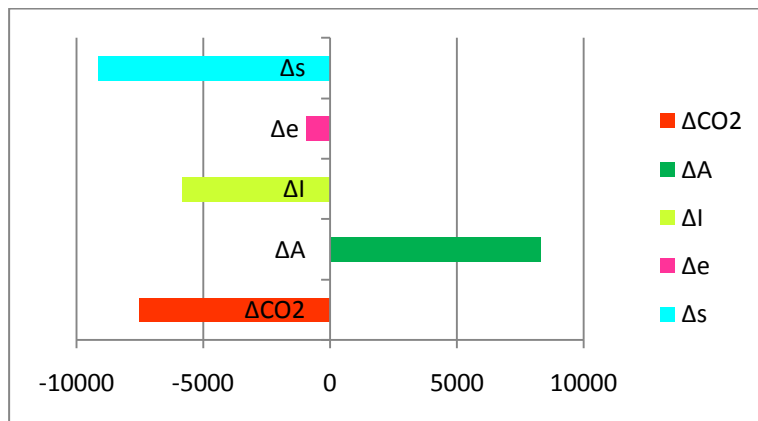
Παρατηρείται μια αποσύνδεση της ηλεκτροπαραγωγής από το ΑΕΠ και τις εκπομπές. Η οικονομική κρίση και η έλλειψη σταθερού νομικού πλαισίου από τις τοπικές κοινωνικές επέφερε σοβαρή πτώση στην ενεργειακή κατανάλωση. Συγκεκριμένα, τόσο το 2008, όσο και το 2009 κατά πολύ μεγαλύτερο βαθμό, παρατηρήθηκε μια μείωση της κατανάλωσης, γεγονός που οφείλεται πιθανά στο ότι ο οικιακός και ο βιομηχανικός τομέας επηρεάστηκαν άμεσα από τις επιπτώσεις της οικονομικής κρίσης αλλά και στο ότι υπήρξε αύξηση στις τιμές ενέργειας. Το 2010 η μείωση αυτή εντάθηκε, ενώ συνολικά οι επιμέρους μειώσεις που συνέβησαν οδήγησαν σε ποσά τελικής κατανάλωσης ενέργειας και ΑΕΠ του επιπέδου των αρχών της προηγούμενης δεκαετίας.

## 5.7.2 Αποτελέσματα



**Διάγραμμα 5.23** Η συμβολή των προσδιοριστικών παραγόντων στην εξέλιξη των εκπομπών ανά έτος.

Έχουμε αρκετές αυξομειώσεις στις εκπομπές με την έντονη οικονομική ανάπτυξη να επιδρά προς την αύξησή τους, ενώ προς την αντίθετη κατεύθυνση επιδρά η ένταση του ηλεκτρισμού της οικονομίας κάτι που επιβεβαιώνει την αποσύνδεση οικονομίας-ηλεκτροπαραγωγής. Είναι ακόμη εμφανής μια περίοδος οικονομικής ευημερίας που το 2008 μειώνεται απότομα. Την περίοδο της κρίσης το ΑΕΠ συνεχίζει την καθοδική του πορεία και συμπαρασύρει την ένταση του ηλεκτρισμού, η οποία είχε παροδικά αυξηθεί. Ανά περιόδους παρατηρείται μια σχετική βελτίωση στην αποδοτικότητα των καυσίμων ενώ το μείγμα των καυσίμων φαίνεται να ήταν αρκετά βελτιωμένο σχεδόν όλη τη διάρκεια αυτής της δεκαετίας.



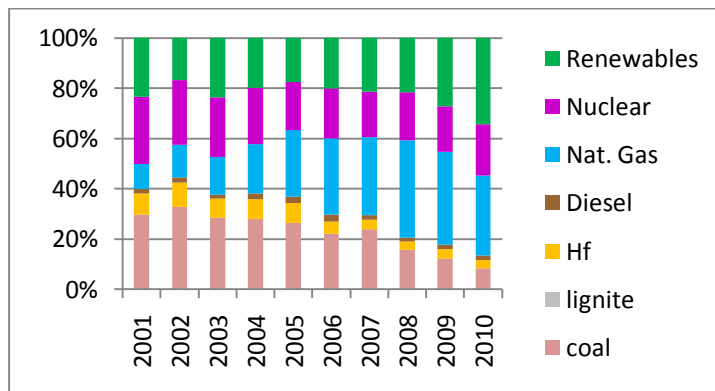
**Διάγραμμα 5.24** Η συνολική συμβολή των προσδιοριστικών παραγόντων στην εξέλιξη των εκπομπών κατά τη διάρκεια του 2001-2010.

Κατά τη διάρκεια λοιπόν αυτής της δεκαετίας πετύχαμε μείωση των εκπομπών και αυτό οφείλεται όπως φαίνεται κατά κύριο στην βελτίωση του μίγματος των καυσίμων και στις χαμηλές τιμές της έντασης του ηλεκτρισμού.

## 5.8 ΙΣΠΑΝΙΑ

Η Ισπανία μετά την ένταξή της στην ΕΕ γνώρισε ένα υψηλό ρυθμό οικονομικής ανάπτυξης, που συνοδεύτηκε από ταχεία αύξηση της ενεργειακής της κατανάλωσης. Οι 4 μεγαλύτερες εταιρείες ηλεκτροπαραγωγής αντιπροσωπεύουν το 81% της χονδρικής πώλησης του ηλεκτρικού ρεύματος, ενώ υπάρχουν επίσης 4 μεγάλες εταιρείες που αντιπροσωπεύουν το 75% της λιανικής αγοράς. Η αγορά ηλεκτρικής ενέργειας και φυσικού αερίου έχει ανοίξει πλήρως από το 2003 και πλέον υπάρχουν αρκετές εταιρείες που πωλούν ηλεκτρική ενέργεια και αέριο. Η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας έχει σχεδόν διπλασιαστεί από το 1991, ενώ η εγκατεστημένη ισχύς αυξήθηκε κατά 80% με τη βιομηχανία να αντιπροσωπεύει το 31% της ζήτησης. Η ενεργειακή πολιτική της Ισπανίας έχει θέσει ως προτεραιότητα την απελευθέρωση και την ενίσχυση της διαφάνειας της αγοράς ενώ προωθεί συνεχώς τη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και μεθόδους που αυξάνουν την αποδοτικότητα και την εξοικονόμηση ενέργειας. Η ανάπτυξη των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας αποτελεί προτεραιότητα για την ισπανική ενεργειακή πολιτική. Από το 2005 ως το 2010 το Σχέδιο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας υπήρξε πολύ επιτυχημένο αλλάζοντας το ενεργειακό μοντέλο της Ισπανίας όπως είχε προγραμματιστεί, καθιστώντας την έτσι παράδειγμα προς μίμηση ως προς τη χρήση ΑΠΕ. Επιπλέον, η ανάπτυξη των ενεργειακών υποδομών ενίσχυσε την ενεργειακή ασφάλεια της χώρας καθώς δημιούργησε νέες πηγές ενεργειακού εφοδιασμού. Όσο για τις διεθνείς διασυνδέσεις τα σχέδια ανάπτυξης που προβλέπονται για τα επόμενα χρόνια στον τομέα της ηλεκτρικής ενέργειας αφορούν την ενίσχυση της διασύνδεσης με τη Γαλλία και την Πορτογαλία στον τομέα του φυσικού αερίου που γίνεται μέσω της Γαλλία με τον αγωγό φυσικού αερίου Medgaz. <sup>[21] [32]</sup>

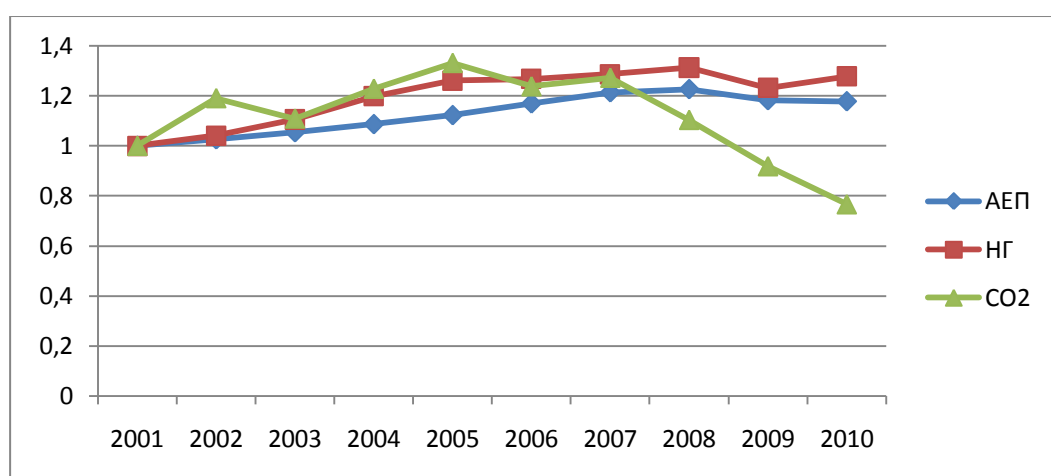
### 5.8.1 Δεδομένα



**Διάγραμμα 5.25** Το μείγμα των καυσίμων.

Την Ισπανία χαρακτήριζε ο μεγάλος βαθμός εξάρτησής της από εισαγωγές. Η κατάσταση αυτή άρχισε να αλλάζει το 2005, στο πλαίσιο των πολιτικών προγραμματισμού σε σχέση με τις ΑΠΕ, που με τη μεγαλύτερη διείσδυσή τους άρχισαν να καλύπτουν την εγχώρια ζήτηση αυξάνοντας έτσι το επίπεδο της ενεργειακής αυτάρκειας. Η αύξηση της χρήσης του φυσικού αερίου και των ΑΠΕ για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας είναι αξιοσημείωτη. Η προοδευτική διείσδυση του φυσικού αερίου, που το 2010 έφτασε να έχει συμμετοχή 32% κυρίως σε εγκαταστάσεις συνδυασμένου κύκλου και της συμπαραγωγής, καθώς και η ευρεία χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (34%), έχουν οδηγήσει σε μείωση του

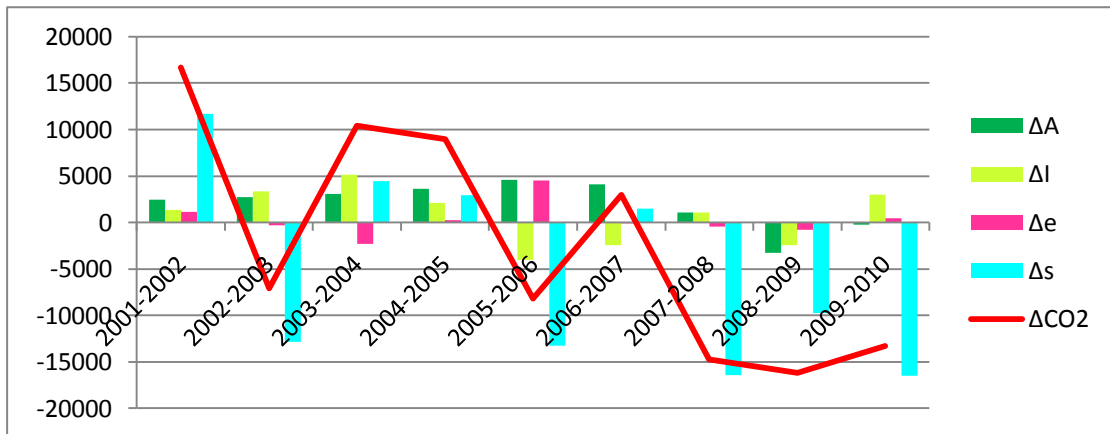
σχετικού βάρους των άλλων πηγών ενέργειας όπως ο άνθρακας, το μαζούτ, ακόμα και την πυρηνική ενέργεια. Αυτή η εξέλιξη συνέβαλε θετικά ώστε να μειωθεί η χρήση άνθρακα κατά 22%. Τα πυρηνικά παίζουν επίσης σημαντικό ρόλο και η συμμετοχή τους φτάνει το 20%. Οι ΑΠΕ θα συνεχίσουν να αυξάνουν τα ποσοστά τους καθώς έχει δοθεί ιδιαίτερη βαρύτητα στην χρήση τους αφού υπάρχουν και άλλα περιθώρια βελτίωσης. Συγκεκριμένα μεγάλη συμμετοχή έχουν τα υδροηλεκτρικά, τα αιολικά και η ηλιακή ενέργεια που ξεκίνησε να αναπτύσσεται δυναμικά. Λιγότερη συμμετοχή έχουν προς το παρόν η βιομάζα και η γεωθερμία αν και αναμένεται ότι θα φτάσουν τους στόχους που έχει θέσει η χώρα. Τα αιολικά και την ηλιακή ενέργεια φαίνεται να έχουν μεγάλες προοπτικές για άνοδο τα επόμενα χρόνια μιας και η Ισπανία είναι η μόνη χώρα στη ΕΕ που μπορεί να εκμεταλλευτεί σε τόσο μεγάλες εκτάσεις πηγές όπως ο ήλιος και ο άνεμος. Εκείνο που είναι κύρια προτεραιότητα είναι να αναπτυχθεί ένα δίκτυο με πολλές διασυνδέσεις ώστε να εκμεταλλευτεί αυτούς τους φυσικούς πόρους.<sup>[31]</sup>



**Διάγραμμα 5.26** Σχετική εξέλιξη ΑΕΠ, ηλεκτροπαραγωγής και εκπομπών CO<sub>2</sub>.

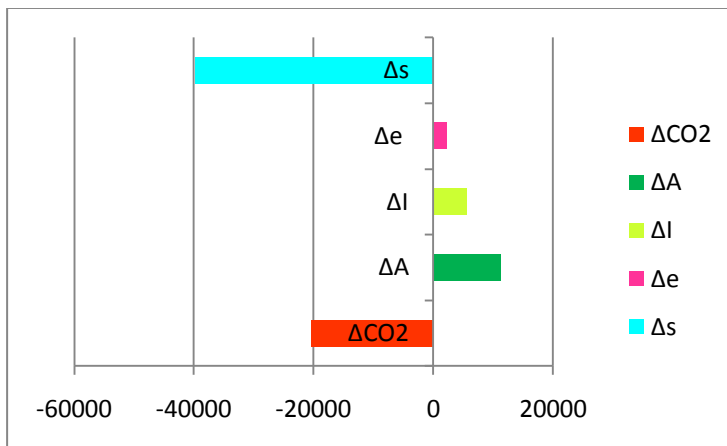
Εδώ δεν έχουμε αποσύνδεση της οικονομικής ανάπτυξης από την κατανάλωση ηλεκτρισμού. Μάλιστα συνέβη το αντίθετο, η ηλεκτροπαραγωγή είχε μια σχετικά ανοδική πορεία γεγονός που σημαίνει ότι συμπαρασύρθηκε από την αύξηση του ΑΕΠ. Το ίδιο συνέβη και για τις εκπομπές τουλάχιστον ως το 2005 που παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές είχε πιο σταθερή άνοδο. Έτσι ξεκινά μια πτωτική φάση για τις εκπομπές που φαίνεται να εξισορρόπησε την άνοδο που είχαν τα προηγούμενα έτη η οποία κορυφώθηκε την περίοδο της κρίσης.

## 5.8.2 Αποτελέσματα



**Διάγραμμα 5.27** Η συμβολή των προσδιοριστικών παραγόντων στην εξέλιξη των εκπομπών ανά έτος.

Τα αποτελέσματα του ισπανικού μοντέλου είναι αποτέλεσμα ενός επιτυχημένου πολιτικού σχεδιασμού για την προώθηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Το 2003 η μεγαλύτερη συμμετοχή των ΑΠΕ και του φυσικού αερίου επέδρασε θετικά μειώνοντας πολύ τις εκπομπές κάτι που στη συνέχεια άλλαξε μιας και η χρήση τους μειώθηκε παροδικά μέχρι το 2005. Από το 2006 και μετά οι μειωμένες εκπομπές οφείλονται στο βελτιωμένο μείγμα των καυσίμων. Το 2009 παρατηρήθηκε: από τη μία πλευρά, η θετική αλλαγή κατά τα τελευταία χρόνια όσον αφορά στη βελτίωση της απόδοσης, και από την άλλη, τα αποτελέσματα της κρίσης με τη μείωση του ΑΕΠ αλλά και της έντασης του ηλεκτρισμού λόγω της μειωμένης ζήτησης.



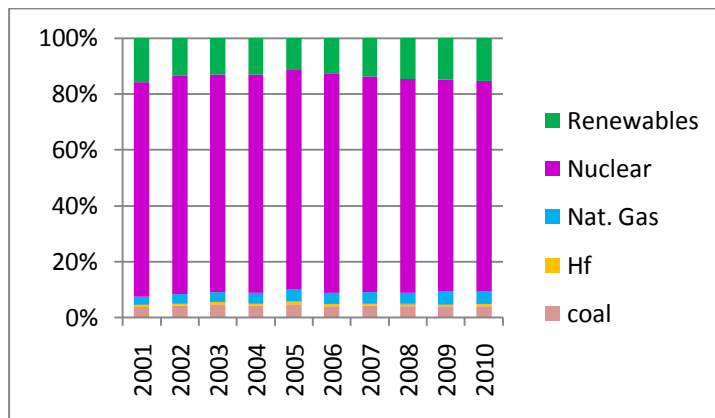
**Διάγραμμα 5.28** Η συνολική συμβολή των προσδιοριστικών παραγόντων στην εξέλιξη των εκπομπών κατά τη διάρκεια του 2001-2010.

Τελικά κατά τη διάρκεια της δεκαετίας παρατηρείται ότι ενώ οι τρεις από τους τέσσερις παράγοντες οδήγησαν σε αύξηση τις εκπομπές, η πολύ σημαντική βελτίωση του μείγματος καυσίμων ήταν ο καθοριστικός παράγοντας που ώθησε στην μείωση των εκπομπών  $CO_2$ .

## 5.9 ΓΑΛΛΙΑ

Η Γαλλία είναι η δεύτερη πιο ισχυρή οικονομία στην Ευρώπη και η δεύτερη σε κατανάλωση και παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Το ενεργειακό σύστημα της Γαλλίας στηρίζεται στην πυρηνική ενέργεια, η οποία παράγει και το μεγαλύτερο ποσοστό της εγχώριας ηλεκτρικής ενέργειας. Στο δίκτυο της Γαλλίας ανήκει το μεγαλύτερο μερίδιο πυρηνικής ενέργειας στον κόσμο το οποίο είναι σχεδόν εξ ολοκλήρου ιδιοκτησία της γαλλικής κυβέρνησης. Η EDF είναι υπεύθυνη για το 22% της ευρωπαϊκής παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας και για το 90% της γαλλικής παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Η RTE αντικαθιστώντας της EDF είναι μια η εταιρεία που είναι υπεύθυνη για τη λειτουργία του γαλλικού συστήματος μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας. Πρόκειται για ένα δημόσιο φορέα παροχής υπηρεσιών που βοηθά στη συντήρηση και την ανάπτυξη της υψηλής τάσης του δικτύου και οι γραμμές του συνδέουν τη Γαλλία με τους ευρωπαϊούς γείτονές της για εισαγωγές και εξαγωγές. Μετά το 2000, με το άνοιγμα των αγορών σε όλη την Ευρώπη, η RTE μεταφέρει ηλεκτρική ενέργεια σε προμηθευτές και καταναλωτές, είτε πρόκειται για διανομείς ηλεκτρικής ενέργειας (π.χ. τοπικές εταιρείες διανομής) ή για βιομηχανικές μονάδες που συνδέονται απευθείας με το δίκτυο μεταφοράς. Στον τομέα των διασυννοριακών ανταλλαγών, το 2010 υπήρξε μια σημαντική αύξηση των εξαγωγών κατά 19,0% σε σύγκριση με το 2009. Η αύξηση αυτή οφείλεται στις 46 ηλεκτρικές διασυνδέσεις της Γαλλία με τους ευρωπαϊούς γείτονές της. Στις 9 Νοεμβρίου 2010, το σύστημα διανομής ενέργειας κάλυπτε πέντε χώρες: Γαλλία, Βέλγιο, Ολλανδία, Γερμανία και Λουξεμβούργο. Από την ημερομηνία αυτή και μέχρι τις 31 Δεκεμβρίου 2010, οι τιμές ήταν ίδιες στις πέντε χώρες στο 55% των περιπτώσεων. Σε μια εντελώς νέα πρωτοβουλία, επίσης, στις 9 Νοεμβρίου ξεκίνησε μια νέα αγορά μεταξύ 10 χωρών : Βέλγιο, Γαλλία, Λουξεμβούργο, Γερμανία, Ολλανδία, Δανία, Σουηδία, Φινλανδία, Νορβηγία και Εσθονία. Με τον τρόπο αυτό, οι ευρωπαϊκοί εταίροι δημιούργησαν τη μεγαλύτερη στον κόσμο αγορά ηλεκτρικής ενέργειας. Με όγκο πάνω από 1.800 TWh, η αγορά αυτή αντιπροσωπεύει το 60% της συνολικής ζήτησης στην Ευρώπη, που ισοδυναμεί με κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας από 200 εκατομμύρια ανθρώπους. <sup>[33] [34]</sup>

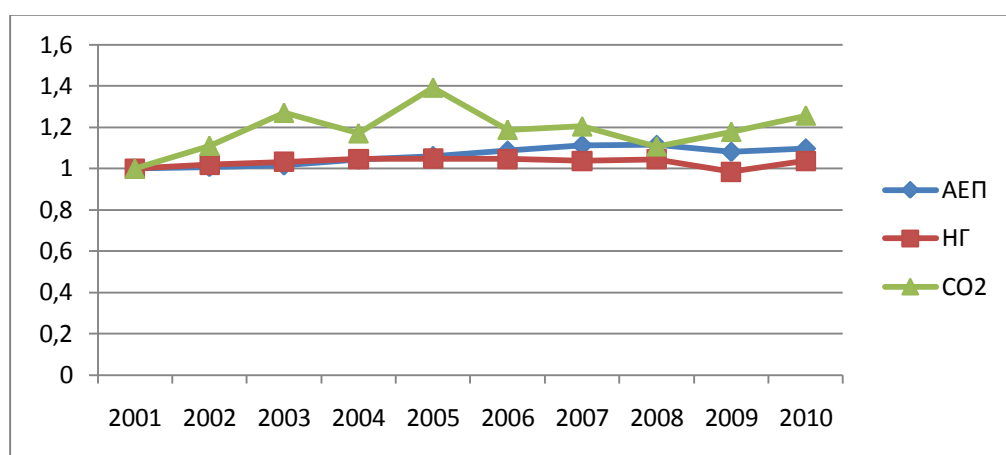
### 5.9.1 Δεδομένα



**Διάγραμμα 5.29** Το μείγμα των καυσίμων.

Η πυρηνική ενέργεια παράγει το 75% της ηλεκτρικής ενέργειας στη Γαλλία και αυτό το ποσοστό έχει αλλάξει πολύ λίγο με την πάροδο του χρόνου. Επίσης μικρή μεταβολή

υπάρχει και στη συμμετοχή των ΑΠΕ με ποσοστό 15%. Τα υδροηλεκτρικά και η βιομάζα μέχρι το 2005 ήταν οι κύριες πηγές ΑΠΕ ενώ από το 2006 η συνεισφορά της αιολικής ενέργειας ήταν σημαντική αφού δεκαπλασιάστηκε μέχρι τα τέλη του 2010. Η αιολική θα συνεχίσει να αυξάνεται όπως και ηλιακή που σε διάρκεια ενός χρόνου ,από το 2009 δηλαδή, τετραπλασιάστηκε. Η συνεισφορά του φυσικού αερίου παρέμεινε σε χαμηλά επίπεδα (4%) ίδιο δηλαδή με το ποσοστό χρήσης του άνθρακα. Η εφαρμογή του Σχεδίου Ηλιακής Ενέργειας το 2000 με έκπτωση φόρου 50% για την εγκατάσταση είτε φωτοβολταϊκών ή θερμικών ηλιακών συλλεκτών ,είχε ως αποτέλεσμα την ταχεία ανάπτυξη της ηλιακής φωτοβολταϊκής αγοράς. Ωστόσο, το 2010 ο φόρος για τις μεγάλες εγκαταστάσεις μειώθηκε μόνο κατά 12% και η φοροαπαλλαγή των οικιακών ηλιακών εγκαταστάσεων από 50% έγινε 25% κάτι που μείωσε την ταχεία ανάπτυξη των νέων δυνατοτήτων της ηλιακής ενέργειας.<sup>[34]</sup>

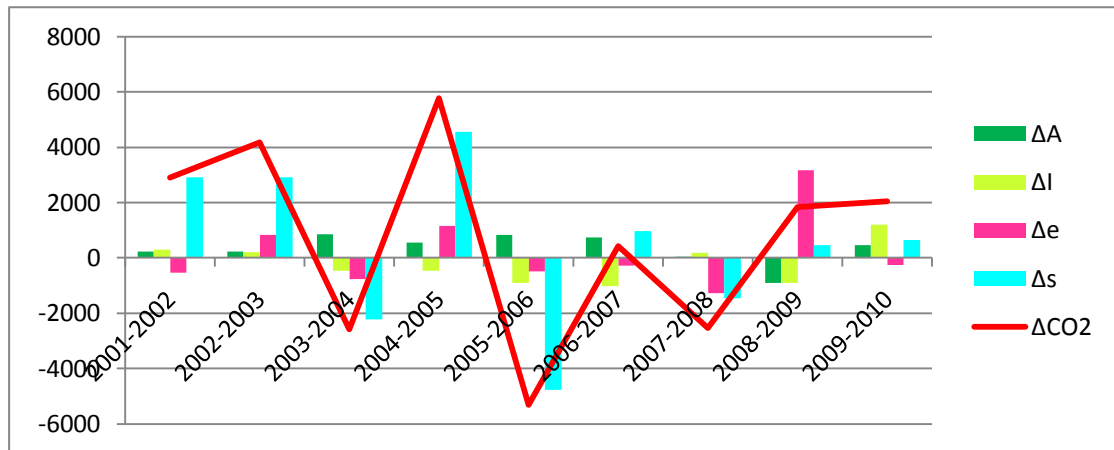


**Διάγραμμα 5.30** Σχετική εξέλιξη ΑΕΠ, ηλεκτροπαραγωγής και εκπομπών CO<sub>2</sub>.

Παρατηρείται μια σχετική αποσύνδεση ΑΕΠ και ηλεκτροπαραγωγής που γίνεται πιο εμφανής μετά το 2006. Η ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας ήταν σχετικά σταθερή ενώ μετά την πτώση που είχε το 2009, το 2010 αυξήθηκε πάνω από 7%.<sup>[33]</sup> Σύμφωνα με το γαλλικό μετεωρολογικό πρακτορείο Météo, το 2010 ήταν το πιο κρύο έτος από το 1987. Ακόμη η ανάπτυξη που ακολούθησε μετά από την οικονομική συρρίκνωση λόγω της κρίσης αύξησε τη χρήση της ηλεκτρικής ενέργειας που διοχετεύθηκε σε νέους σκοπούς.<sup>[33]</sup> Όσο για τις εκπομπές CO<sub>2</sub> είχαν γενικά μια ανοδική πορεία σε σχέση με την ηλεκτροπαραγωγή. Ωστόσο παρατηρήθηκε μια πτώση το 2006 που συνοδεύτηκε από μια μείωση ως το 2008 που ήταν παροδική, αφού αυξήθηκαν απότομα και ως το 2010 φτάνοντας ξανά σε επίπεδα προηγούμενων ετών.

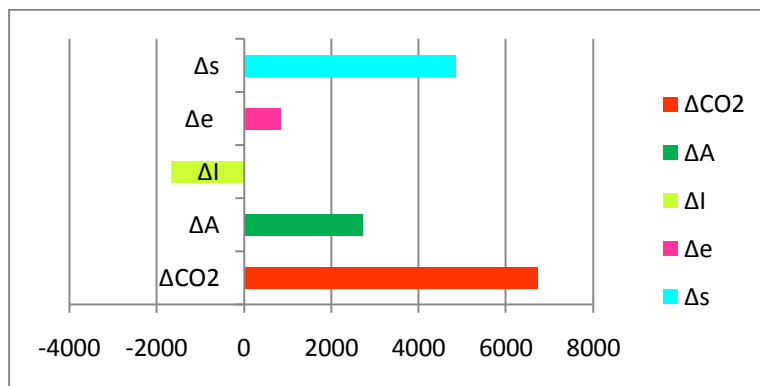


## 5.9.2 Αποτελέσματα



**Διάγραμμα 5.31** Η συμβολή των προσδιοριστικών παραγόντων στην εξέλιξη των εκπομπών ανά έτος.

Ενώ η ένταση του ηλεκτρισμού της οικονομίας φαίνεται να παρέμεινε σε χαμηλά επίπεδα κατά τη διάρκεια της δεκαετίας, οι υπόλοιποι παράγοντες είχαν συχνές και έντονες διακυμάνσεις επιδρώντας κατά αυτόν τον τρόπο στις εκπομπές άλλοτε πολύ θετικά και άλλοτε πολύ αρνητικά. Ιδιαίτερα το μείγμα των καυσίμων έπαιξε καθοριστικό ρόλο πότε στη μείωση και πότε στην αύξηση των εκπομπών. Η κρίση φαίνεται να επηρέασε την οικονομία της χώρας ιδιαίτερα το 2009 κάτι που δε συνέβη το 2010, μιας και η οικονομία ανέκαμψε συμπαρασύροντας σε μεγάλο βαθμό, σε σχέση με το παρελθόν, την ένταση του ηλεκτρισμού αυξάνοντας έτσι τις εκπομπές.



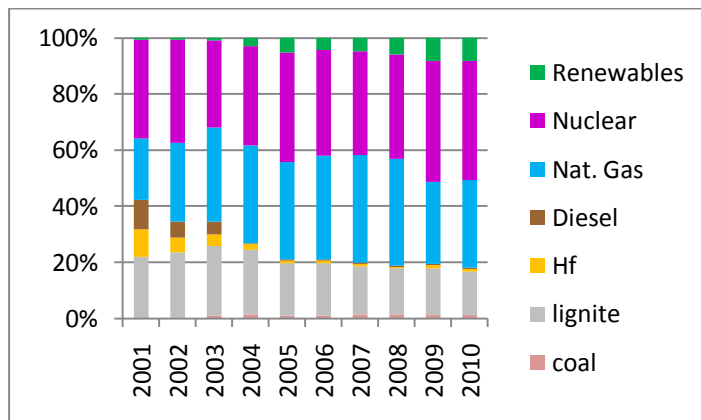
**Διάγραμμα 5.32** Η συνολική συμβολή των προσδιοριστικών παραγόντων στην εξέλιξη των εκπομπών κατά τη διάρκεια του 2001-2010.

Συνολικά λοιπόν τη δεκαετία αυτή αν και η ένταση του ηλεκτρισμού μειώθηκε, φαίνεται ότι ήταν το ΑΕΠ, το μείγμα των καυσίμων που χρησιμοποιήθηκε και η μείωση της αποδοτικότητας οι παράγοντες που προκάλεσαν αύξηση στις εκπομπές CO<sub>2</sub>. Όσον αφορά το μείγμα φαίνεται ότι η μικρή αύξηση της συμμετοχής του άνθρακα και του φυσικού αερίου στην ηλεκτροπαραγωγή το χειροτέρεψαν.

## 5.10 ΟΥΓΓΑΡΙΑ

Το ενεργειακό σύστημα της Ουγγαρίας έχει εξελιχθεί διαφορετικά σε σχέση με αυτό των χωρών με τις οποίες συνορεύει καθώς έχει υποστεί αλλαγές τόσο στην οικονομική της υποδομή όσο και στο βιομηχανικό της τομέα. Ο κρατικός οργανισμός για την ενέργεια στην Ουγγαρία MVM είναι υπεύθυνος για την ηλεκτροπαραγωγή ενώ η μεταφορά γίνεται από την MAVIR που ανήκει κατά 99.98% στην MVM και η διανομή γίνεται από έξι διαφορετικές εταιρίες. Η ηλεκτροπαραγωγή προέρχεται κυρίως από δυο πηγές, την πυρηνική ενέργεια και το φυσικό αέριο. Η συμμετοχή των ΑΠΕ είναι ακόμα μικρή αλλά εξελίσσεται γρήγορα. Η Ουγγαρία προσπαθεί να ολοκληρώσει την περιφερειακή αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας όπως και να αναπτύξει τα διασυνοριακά της δίκτυα, ώστε να διευκολύνει το εμπόριο με τις γειτονικές χώρες και να πετύχει μια καλύτερη ενσωμάτωση σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Τα έργα αυτά είναι σημαντικό να παρέχουν μια αυξημένη ροή ηλεκτρικής ενέργειας από τη βόρεια Ευρώπη προς τη νότια για περαιτέρω διευκόλυνση του εμπορίου. Ακόμα το σύστημα με αγωγούς αντίστροφης ροής παρέχει την δυνατότητα στο ουγγρικό σύστημα της συνεχούς μετάδοσης ηλεκτρικού ρεύματος. Η Ουγγαρία έχει σχετικά ισχυρή διασύνδεση με τις γειτονικές χώρες, και η ροή της ανέρχεται σε 30% της εγχώριας εγκατεστημένης παραγωγικής της ικανότητας. Το ουγγρικό σύστημα έχει ικανότητα να μεταφέρει 3.000 MW σε Σλοβακία, Ουκρανία, Σερβία, Αυστρία, Ρουμανία και Κροατία. Η σύνδεση αυτή ολοκληρώθηκε το 2010 και τέσσερα νέα έργα διασύνδεσης μεταξύ Ουγγαρίας και η Σλοβακίας είναι υπό συζήτηση. Οι διασυνδέσεις τώρα για μεταφορά φυσικού αερίου με την Κροατία και τη Ρουμανία ολοκληρώθηκαν το 2010 και το 2011 αντίστοιχα και τώρα είναι σε λειτουργία. <sup>[35] [36] [21]</sup>

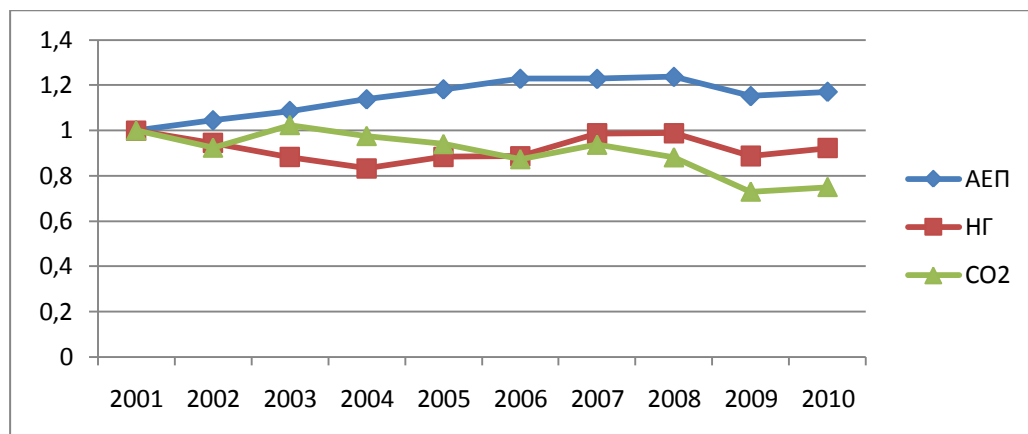
### 5.10.1 Δεδομένα



**Διάγραμμα 5.33** Το μείγμα των καυσίμων.

Το 2010 είναι εμφανής η μεγάλη συμμετοχή της πυρηνικής ενέργειας και του φυσικού αερίου στην ηλεκτροπαραγωγή, με συμμετοχή 42% και 31% αντίστοιχα. Το ποσοστό του λιγνίτη είναι 16% ενώ το πετρέλαιο και το μαζούτ έχουν μειωθεί σημαντικά και τα ποσοστά τους σήμερα είναι μόλις 1% καθώς αντικαταστάθηκαν από τη χρήση φυσικού αερίου. Οι ανανεώσιμες πηγές άρχισαν να αναπτύσσονται από 2005 περισσότερο και το ποσοστό τους το 2010 είναι 8% κυρίως με τη συμμετοχή της βιομάζας. Επειδή δεν δέχεται ισχυρούς ανέμους δεν μπορεί να αξιοποιήσει τα αιολικά, αν και βορειοδυτικά το δυναμικό της είναι

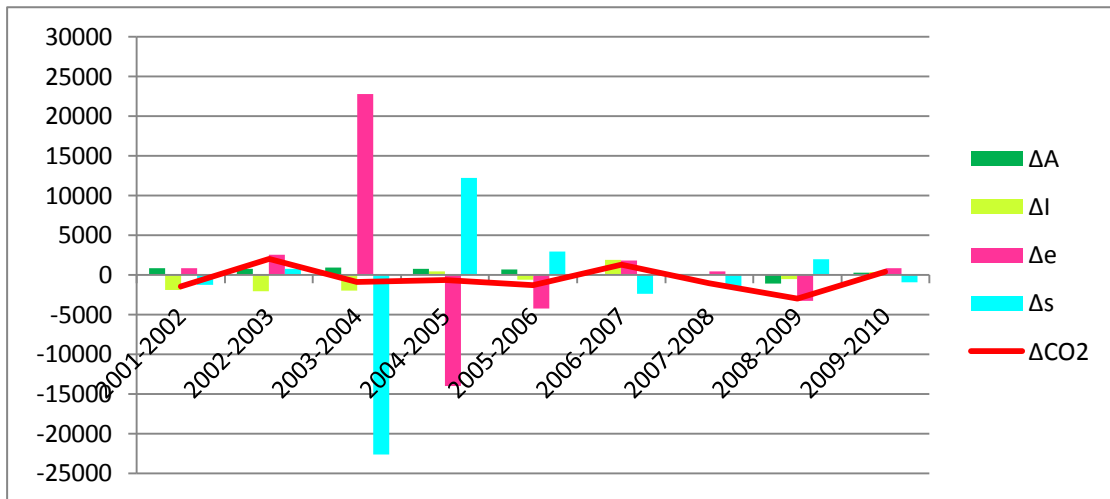
κάπως καλύτερο. Γι αυτό και από το 2006 δεν εγκρίθηκε η δημιουργία καμίας νέας μονάδας παραγωγής αιολικής ενέργειας. Η Ουγγαρία όμως διαθέτει πολύ καλούς ηλιακούς πόρους, γιατί όπως οι χώρες της Μεσογείου είναι και εκείνη μια ευρωπαϊκή χώρα που έχει πολύ υψηλή μέση ηλιακή ακτινοβολία.<sup>[36]</sup>



**Διάγραμμα 5.34** Σχετική εξέλιξη ΑΕΠ, ηλεκτροπαραγωγής και εκπομπών CO<sub>2</sub>.

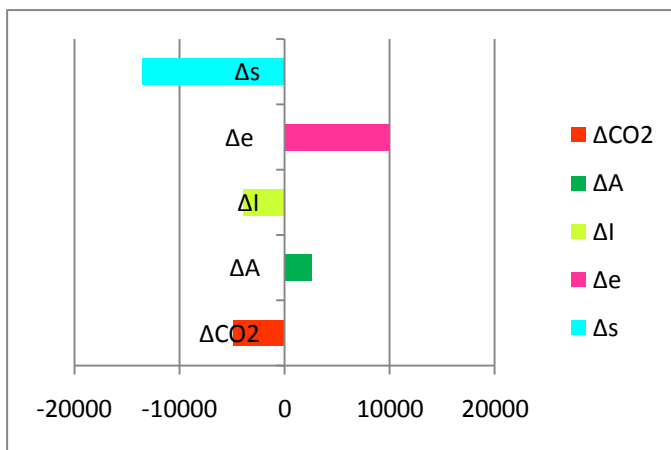
Παρατηρείται αποσύνδεση της οικονομίας και των εκπομπών από την ηλεκτροπαραγωγή. Οι εκπομπές είχαν μια πτωτική τάση που ξεκινά το 2002 με τη μικρή διείσδυση των ΑΠΕ και η οποία εντείνεται από το 2005 που η χρήση των ΑΠΕ είχε μια πιο αισθητή παρουσία στην ηλεκτροπαραγωγή και η χρήση πετρελαίου και μαζούτ μειώθηκε πολύ. Το ΑΕΠ είχε μια γενικά σταθερή και ανοδική πορεία ενώ στην εξέλιξη της ηλεκτροπαραγωγής υπήρξαν περισσότερες διακυμάνσεις. Όσο για την περίοδο της κρίσης και τα δύο μεγέθη έφτασαν σε τιμές προηγούμενων ετών.

### 5.10.2 Αποτελέσματα



**Διάγραμμα 5.35** Η συμβολή των προσδιοριστικών παραγόντων στην εξέλιξη των εκπομπών ανά έτος.

Όπως φαίνεται οι εκπομπές CO<sub>2</sub> είχαν μια σχετικά σταθερή πορεία με πολύ μικρές διακυμάνσεις μιας και οι προσδιοριστικοί παράγοντες δεν εμφάνισαν σημαντικές μεταβολές κατά τη διάρκεια της δεκαετίας. Το 2004 φαίνεται η αλλαγή στο μείγμα των καυσίμων με τη παύση της χρήσης πετρελαίου και μαζούτ και με τη μείωση της χρήση λιγνίτη που φαίνεται ότι βελτίωσε το μίγμα σημαντικά.



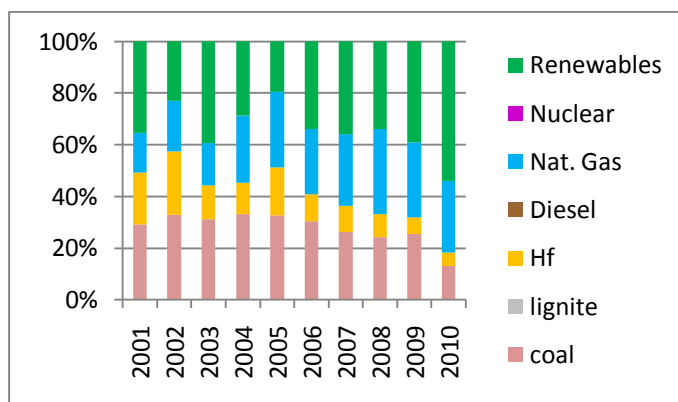
**Διάγραμμα 5.36** Η συνολική συμβολή των προσδιοριστικών παραγόντων στην εξέλιξη των εκπομπών κατά τη διάρκεια του 2001-2010.

Τελικά φαίνεται ότι τη μείωση των εκπομπών ευνόησε το μίγμα και η μείωση της έντασης του ηλεκτρισμού. Αντίθετα η απόδοση των σταθμών δεν βελτιώθηκε.

## 5.11 ΠΟΡΤΟΓΑΛΙΑ

Η EDP είναι ο ηγέτης στην ηλεκτροπαραγωγή έχοντας υπό την κατοχή της τους μεγάλους υδροηλεκτρικούς και θερμοηλεκτρικούς σταθμούς της Πορτογαλίας. Το 2010 η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από την EDP ανήλθε σε εντυπωσιακούς αριθμούς, λαμβάνοντας υπόψη τη συνολική εγκατεστημένη ισχύ της Πορτογαλίας. Ωστόσο, η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας κατανέμεται ανάμεσα σε πολλούς παραγωγούς. Όσο για τη ρύθμιση της εσωτερικής αγοράς, η εταιρεία REN κατέχει ένα 50χρονο αποκλειστικό δικαίωμα να εκμεταλλεύεται το Εθνικό Δίκτυο Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας. Ως εκ τούτου ο σχεδιασμός, η λειτουργία, η συντήρηση, και η ανάπτυξη της υποδομής και των διασυνδέσεων του Εθνικού Δικτύου είναι ευθύνη της REN, καθώς και η εξασφάλιση της ενεργειακής ασφάλειας και ο συνεχής εφοδιασμός με ηλεκτρική ενέργεια. Σύμφωνα με τη REN, το Εθνικό Δίκτυο Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας λειτούργησε 8,049 χιλιόμετρα γραμμών το 2010. Υπάρχουν δέκα μικρά δίκτυα διανομής, αλλά η διανομή γίνεται κυρίως από την EDP. Για γεωγραφικούς λόγους, η μόνη διασύνδεση της Πορτογαλίας είναι με την Ισπανία. Το πορτογαλικό Εθνικό Δίκτυο Μεταφοράς είναι διασυνδεδεμένο με το ισπανικό δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας σε εννέα σημεία. Η κοινή αγορά ηλεκτρικής ενέργειας μεταξύ των δύο χωρών, γνωστή ως MIBEL τέθηκε σε πλήρη λειτουργία από το 2007. Η Πορτογαλία σκοπεύει να αναπτύξει σχέσεις και με άλλες χώρες της ΕΕ, ωστόσο, η δυνατότητα να εξάγει ΑΠΕ εξαρτάται από την ικανότητα διασύνδεσης μεταξύ της Ισπανίας με τη Γαλλία. <sup>[21]</sup> <sup>[37]</sup>

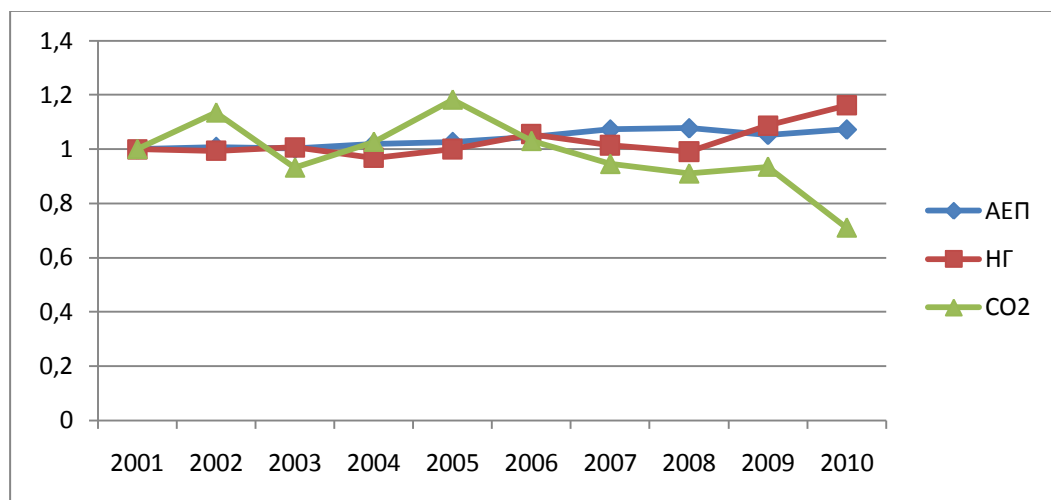
### 5.11.1 Δεδομένα



**Διάγραμμα 5.37** Το μείγμα των καυσίμων.

Η ηλεκτροπαραγωγή όπως φαίνεται κυριαρχείται από τις ΑΠΕ. Η Πορτογαλία έχει δώσει τεράστια έμφαση στη νομοθεσία των ΑΠΕ και στα ενεργειακά προγράμματα και έχει θέσει φιλόδοξους στόχους για τις αναδυόμενες τεχνολογίες, όπως η ηλιακή ενέργεια. Μάλιστα, για ορισμένες περιπτώσεις κτιρίων, εισήγαγε την υποχρεωτική εγκατάσταση ηλιακών θερμικών συστημάτων. Το πρόγραμμα στήριξης για την προώθηση των ΑΠΕ βασίζεται σε τιμολόγια τροφοδότησης. Τα τιμολόγια διαφοροποιούνται ανάλογα με την τεχνολογία και έχουν εγγύηση για ένα ορισμένο χρονικό διάστημα που ισχύει μέχρι να επιτευχθεί ένα ανώτατο όριο παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας. <sup>[37]</sup> Για τους παραγωγούς των ΑΠΕ υπάρχει η δυνατότητα επιλογής μεταξύ διαφόρων τιμολογίων για τις ώρες εκτός και εντός αιχμής. Το 2010 το ποσοστό των ΑΠΕ έφτασε το 54% με μεγαλύτερη συμμετοχή του

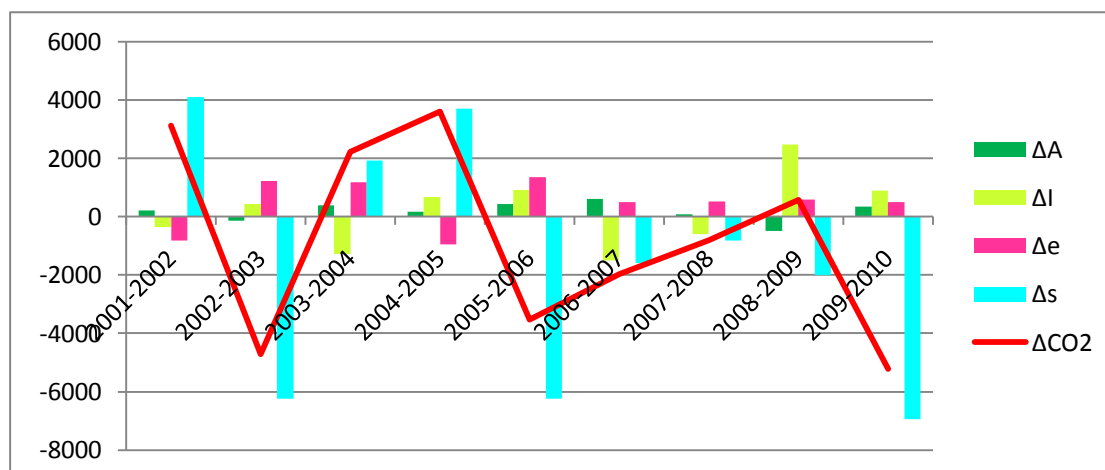
υδροηλεκτρισμού και της αιολικής ενέργειας που είχε μια πραγματικά ανοδική πορεία αυτή τη δεκαετία. Συγκεκριμένα από το 2005 ως το 2009 τριπλασιάστηκε. Επιπλέον χρησιμοποιείται η βιομάζα και υπάρχουν σχέδια να ξεκινήσει η εκμετάλλευση και της ηλιακής ενέργειας. Ακόμα το φυσικό αέριο συμμετέχει με ποσοστό 28%, ακολουθεί ο άνθρακας με 13% από 29% και το μαζούτ με ποσοστό 5% με μια πολύ σημαντική μείωση σε σχέση με το 2001 που έφτανε το 20%.



**Διάγραμμα 5.38** Σχετική εξέλιξη ΑΕΠ, ηλεκτροπαραγωγής και εκπομπών CO<sub>2</sub>.

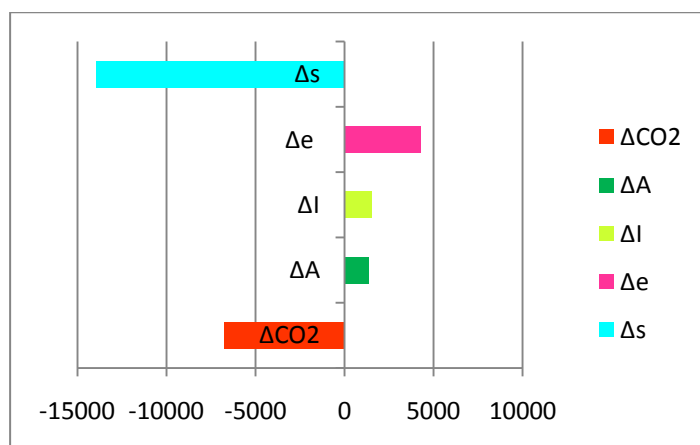
Από ότι φαίνεται υπάρχει μια σύνδεση οικονομίας και ηλεκτροπαραγωγής καθώς έχουν μια κοινή πορεία. Το ΑΕΠ είχε μια μικρή αύξηση και επιπλέον από την πτωτική πορεία των εκπομπών σε σχέση με την ηλεκτροπαραγωγή φαίνεται το μεγάλο όφελος που απέδωσε η ευρύτερη χρήση των ΑΠΕ.

### 5.11.2 Αποτελέσματα



**Διάγραμμα 5.39** Η συμβολή των προσδιοριστικών παραγόντων στην εξέλιξη των εκπομπών ανά έτος.

Από το 2005 και μετά παρατηρούμε ότι η σημαντική βελτίωση στο μίγμα βοήθησε την μείωση των εκπομπών σε σημαντικό βαθμό. Αν και το ΑΕΠ φαίνεται ότι δεν αυξήθηκε σημαντικά παρόλα αυτά η ένταση του ηλεκτρισμού τον περισσότερο καιρό είχε ανοδικές τάσεις. Όσο για την απόδοση δεν φαίνεται να βελτιώθηκε. Επιπλέον από το 2008 και μετά φαίνεται η επίδραση της κρίσης στην οικονομία της χώρας η οποία δεν φαίνεται να επηρέασε την ένταση του ηλεκτρισμού.



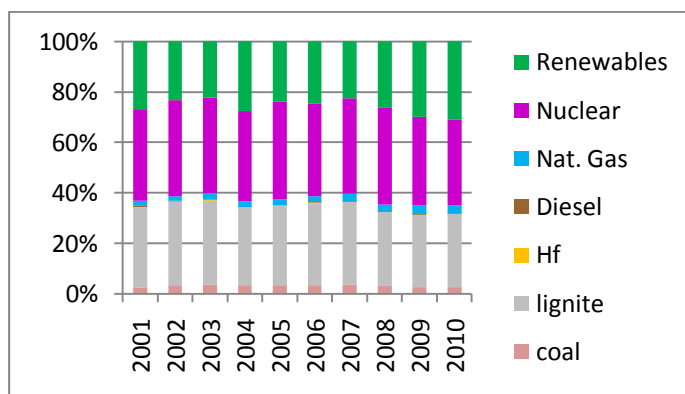
**Διάγραμμα 5.40** Η συνολική συμβολή των προσδιοριστικών παραγόντων στην εξέλιξη των εκπομπών κατά τη διάρκεια του 2001-2010.

Αν και η απόδοση και η ένταση του ηλεκτρισμού δεν βελτιώθηκαν, οι εκπομπές μειώθηκαν κυρίως λόγω της σημαντικής συμμετοχής των ΑΠΕ και του φυσικού αερίου που αντικατέστησαν τη χρήση άνθρακα και μαζούτ βελτιώνοντας σημαντικά το μίγμα.

## 5.12 ΣΛΟΒΕΝΙΑ

Ένας από τους κυρίαρχους παραγωγούς ηλεκτρικής ενέργειας στη Σλοβενία είναι η πυρηνική μονάδα παραγωγής ενέργειας στο Krsko. Ο σταθμός αυτός χτίστηκε σε κλίμα συνεργασίας μεταξύ της Δημοκρατίας της Σλοβενίας και της Δημοκρατίας της Κροατίας. Στο κάθε κράτος ανήκει το ήμισυ του ποσού της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται. Ο Διαχειριστής του Συστήματος Μεταφοράς είναι η Eles που ιδρύθηκε το 1991 από την κυβέρνηση της Σλοβενίας και λειτουργεί ένα δίκτυο γραμμών μεταφοράς 400 kW, 220 kW και 110 kW. Η Eles αγοράζει την ηλεκτρική ενέργεια από τις εταιρείες παραγωγής και την πουλάει σε εταιρείες διανομής και σε ορισμένους μεγάλους καταναλωτές. Στη Σλοβενία υπάρχει ένας διαχειριστής του συστήματος διανομής, η SODO, η οποία ιδρύθηκε από την κυβέρνηση της Σλοβενίας το 2007 και υπέγραψε μια σύμβαση με τη κυβέρνηση που της παραχώρησε τη δημόσια διανομή ηλεκτρικής ενέργειας για 50 χρόνια. Η Sodo έχει συνάψει συμβάσεις ακόμη με πέντε εταιρείες διανομής που είναι υπεύθυνες για τη διανομή ηλεκτρικής ενέργειας σε καταναλωτές από διάφορες περιοχές της Σλοβενίας. Η Σλοβενία είναι διασυνδεδεμένη με όλους τους γείτονές της, εκτός από την Ουγγαρία. Το 2010 οι καθαρές εξαγωγές της ανήλθαν στο 15% της κατανάλωσής της. Αυτή είναι η 4η υψηλότερη τιμή στην ΕΕ, μετά την Εσθονία, τη Βουλγαρία και τη Τσεχία. Αυτό είναι το αποτέλεσμα των καθαρών εισαγωγών από την Αυστρία και την Κροατία, και τις ισχυρές εξαγωγές της προς την Ιταλία. <sup>[21] [38]</sup>

### 5.12.1 Δεδομένα

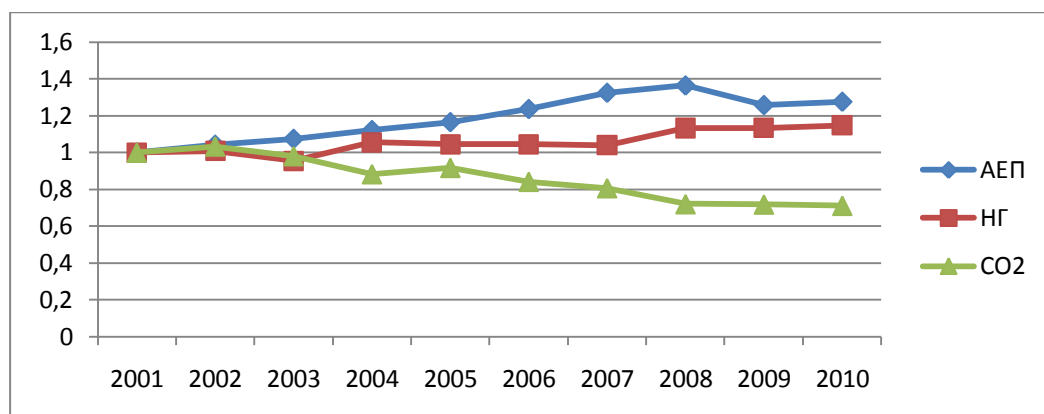


**Διάγραμμα 5.41** Το μείγμα των καυσίμων.

Όπως φαίνεται τα καύσιμα δεν έχουν πολύ σημαντικές διακυμάνσεις ενώ είναι φανερό ότι τα ποσοστά του φυσικού αερίου είναι ακόμη χαμηλά. Οι ΑΠΕ έχουν ποσοστό 31%, τα πυρηνικά 34% και ο λιγνίτης 29%, το φυσικό αέριο και ο άνθρακας φτάνουν το 3%. Οι ΑΠΕ που χρησιμοποιεί είναι κυρίως τα υδροηλεκτρικά και λιγότερο τη βιομάζα. Αν και η Σλοβενία έχει καλό αιολικό δυναμικό επειδή είναι μικρή και πυκνοκατοικημένη χώρα, υπάρχουν μόνο λίγες περιοχές κατάλληλες για αιολική ενέργεια. Οι περιοχές αυτές όμως επειδή θεωρούνται οικολογικά πολύ ευαίσθητες ορισμένες περιβαλλοντικές οργανώσεις εναντιώνονται στην εκμετάλλευσή τους. Ως εκ τούτου, οι υδροηλεκτρικοί σταθμοί είναι αυτοί που χρησιμοποιούνται περισσότερο και έχουν το μεγαλύτερο δυναμικό ανάπτυξης. Εκτός από τις μεγάλες μονάδες υδροηλεκτρικής ισχύος του Σάβα και του ποταμού Ντράβα ο αριθμός των μικρών σταθμών υδροηλεκτρικής ενέργειας αυξάνεται. Όσον αφορά τις



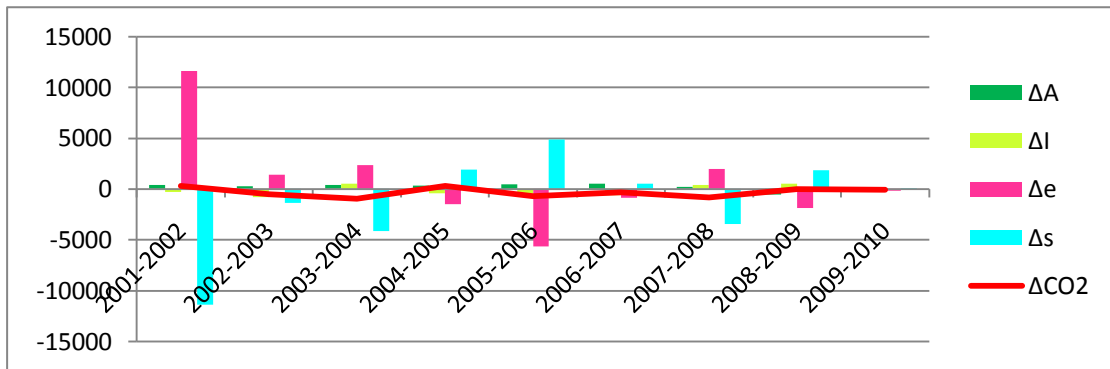
δυνατότητες αποθήκευσης ενέργειας, η Σλοβενία διαθέτει ένα μεγάλο ποσό υδροηλεκτρικών συστημάτων, ειδικά στη βόρεια και κεντρική περιοχή, που αναπτύχθηκαν τις τελευταίες δεκαετίες και είναι ενταγμένα στο δίκτυο. Τα δάση καλύπτουν πάνω από το 56% της χώρας, έτσι η χρήση της βιομάζας θα μπορούσε να παρουσιάσει ένα σημαντικό δυναμικό καθώς υπάρχει και ένα κανονιστικό πλαίσιο για τη χρήση της βιομάζας ως ανανεώσιμης πηγής στη Σλοβενία. Ακόμη τα τελευταία χρόνια υπήρξαν κάποιες βελτιώσεις και τεχνικά όσον αφορά την μεγαλύτερη εκμετάλλευση της βιομάζας για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Ωστόσο, οι εγκαταστάσεις για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από βιομάζα είναι ακόμη υπό διαμόρφωση. <sup>[38]</sup>



**Διάγραμμα 5.42** Σχετική εξέλιξη ΑΕΠ, ηλεκτροπαραγωγής και εκπομπών CO<sub>2</sub>.

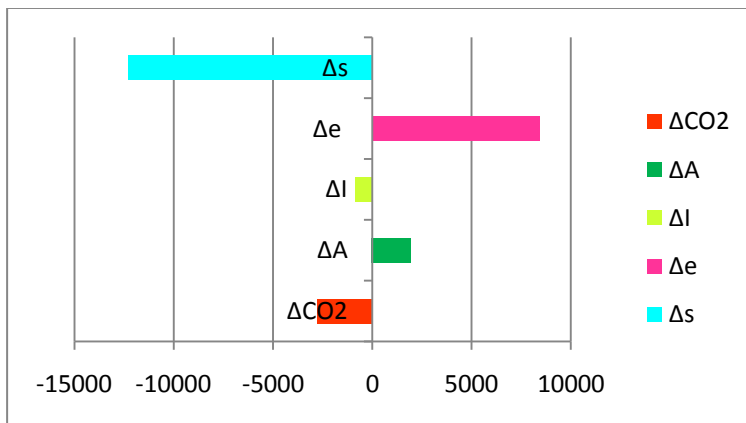
Οι εκπομπές ακολούθησαν μια πτωτική πορεία αν και η ηλεκτροπαραγωγή είχε ανοδική πορεία. Όσο για το ΑΕΠ παρατηρήθηκε μείωση κατά την περίοδο της κρίσης, ενώ για την ηλεκτροπαραγωγή για την ίδια περίοδο είχαμε μια σχετικά πιο σταθερή πορεία. Θα λέγαμε ότι υπάρχει μια αποσύνδεση των δύο αυτών παραγόντων.

### 5.12.2 Αποτελέσματα



**Διάγραμμα 5.43** Η συμβολή των προσδιοριστικών παραγόντων στην εξέλιξη των εκπομπών ανά έτος.

Οι εκπομπές είχαν μια σχεδόν σταθερή πτωτική τάση. Αυτό οφείλεται στην βελτίωση του μίγματος των καυσίμων το περισσότερο διάστημα και στο γεγονός ότι η ένταση της ηλεκτροπαραγωγής ήταν σχετικά αρνητική. Η απόδοση φαίνεται ότι δεν βελτιώθηκε κατά το διάστημα αυτής της δεκαετίας.



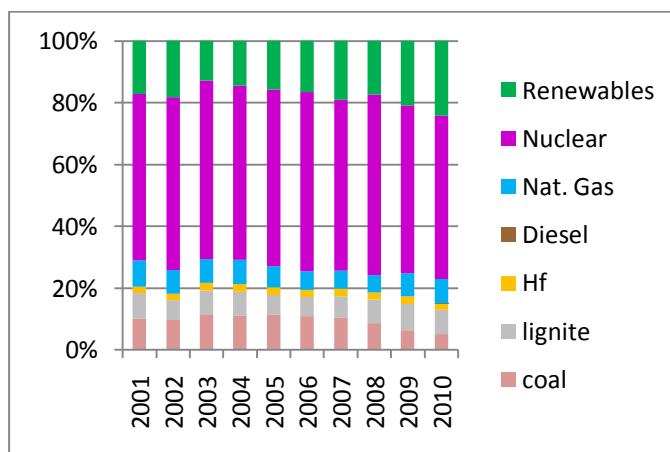
**Διάγραμμα 5.44** Η συνολική συμβολή των προσδιοριστικών παραγόντων στην εξέλιξη των εκπομπών κατά τη διάρκεια του 2001-2010.

Οι εκπομπές είχαν λοιπόν μια μικρή μείωση και αυτή οφείλεται στην βελτίωση του μίγματος των καυσίμων ενώ όπως φαίνεται βήματα πρέπει να γίνουν ώστε να βελτιωθεί περισσότερο η απόδοση των σταθμών καθώς φαίνεται ότι ήταν ο παράγοντας που λειτούργησε πολύ ανασταλτικά στη μείωση των εκπομπών.

## 5.13 ΣΛΟΒΑΚΙΑ

Η Σλοβακία έχει υποστεί μια πολιτική και οικονομική αναμόρφωση μετά την διάλυση της Τσεχοσλοβακίας το 1993 και έπειτα με την ένταξή της στην ΕΕ το 2004. Οι βασικοί συμμετέχοντες στην αγορά ηλεκτρικής ενέργειας της Σλοβακίας είναι μια εταιρεία παραγωγής και τρεις μεγάλες εταιρείες διανομείς / προμηθευτές, οι οποίες καλύπτουν το σύνολο της χώρας. Η SE-Enef είναι η κύρια εταιρεία παραγωγής με ένα μερίδιο παραγωγής κοντά στο 84%. Άδειες προμήθειας έχουν άλλες 18 εταιρείες. Πολλές εταιρείες από την Τσεχία επίσης έχουν εισέλθει στην αγορά, όπως η ČEZ, ενώ οι προμηθευτές είναι επίσης σε θέση να διανέμουν ηλεκτρική ενέργεια από τσεχικές, αυστριακές και γερμανικές αγορές. Στη Σλοβακία η εταιρεία που είναι υπεύθυνη για τη μεταφορά ηλεκτρικής ενέργειας σε ολόκληρη την επικράτεια είναι η SEPS, εταιρεία που ιδρύθηκε το 2002. Ακόμα και μετά τη διάλυση της Τσεχοσλοβακίας και την εμφάνιση της ανεξάρτητης Δημοκρατίας της Σλοβακίας, το δίκτυο μεταφοράς της εξακολουθεί να είναι στενά συνδεδεμένο με το δίκτυο μεταφοράς της Τσεχίας. Η SEPS λειτουργεί γραμμές με ονομαστικές τάσεις 400 kV, 220 kV και σε ορισμένες περιπτώσεις 100kV με συνολικό μήκος 2.331 χιλιομέτρων, καθώς και 25 σταθμούς σε διάφορα σημεία στη Σλοβακία. Το δίκτυο διανομής της Σλοβακίας διαιρείται μεταξύ τριών διαχειριστών διανομής: τη ZSE στη Δυτική Σλοβακία, τη SSE στην Κεντρική Σλοβακία και τη VSE στην Ανατολική Σλοβακία. Αυτοί οι τρεις διανομείς ανήκουν εν μέρει (κατά 66%) στους γερμανικούς ομίλους ενέργειας E.ON, και RWE και στον γαλλικό EDF, ενώ το υπόλοιπο ανήκει στην κυβέρνηση της Σλοβακίας. Η Σλοβακία δεν έχει υψηλές εισαγωγές ηλεκτρικής ενέργειας. Υπάρχουν σημαντικές ανταλλαγές με την Τσεχία (πέντε γραμμές διασύνδεσης) και την Ουγγαρία, ενώ οι ανταλλαγές με την Πολωνία και την Ουκρανία είναι μικρές. Δεν υπάρχει διασύνδεση με την Αυστρία. <sup>[21] [39]</sup>

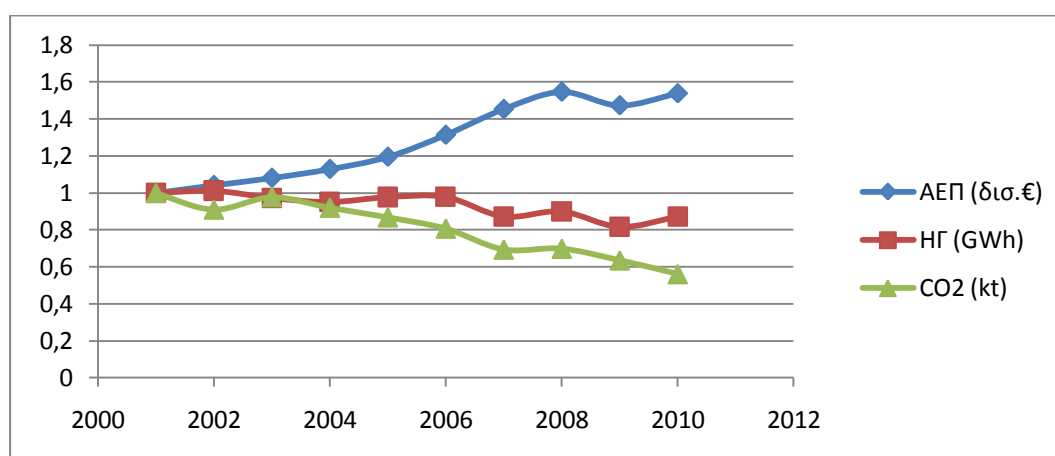
### 5.13.1 Δεδομένα



**Διάγραμμα 5.45** Το μείγμα των καυσίμων.

Η ηλεκτροπαραγωγή της Σλοβακίας δεν έχει αλλάξει σημαντικά, συνεχίζει να στηρίζεται στην πυρηνική ενέργεια με ποσοστό 53% που ελάχιστα έχει μειωθεί από το 2001. Οι ΑΠΕ έχουν μια σχετική αύξηση και έχουν φτάσει το 24%. Η συμμετοχή του φυσικού αερίου και του λιγνίτη είναι μικρή 8%, ο άνθρακας έχει φτάσει το 5% και το μαζούτι είναι μόλις 2%. Το δυναμικό των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στη Σλοβακία είναι λιγότερο ανεπτυγμένο

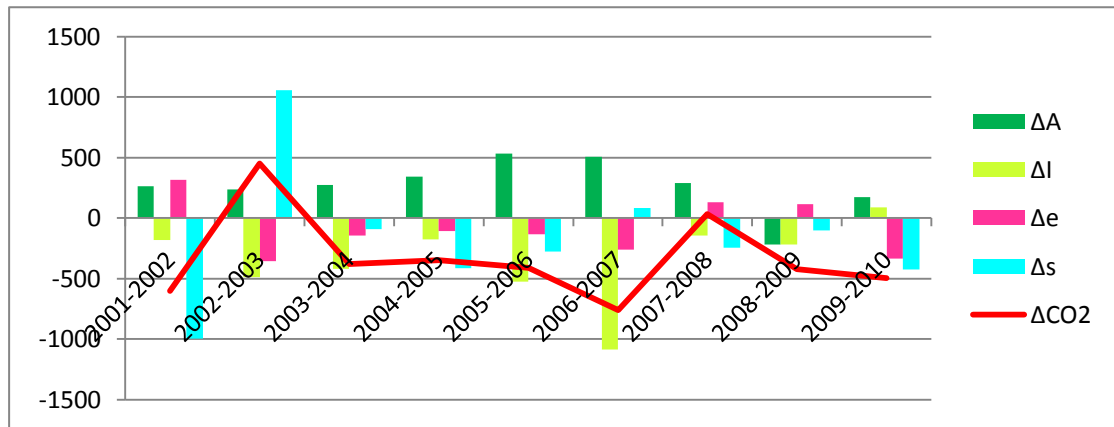
από ό, τι σε άλλες χώρες της ΕΕ με κύρια συμμετοχή των υδροηλεκτρικών και μια μικρή συμμετοχή βιομάζας. Ωστόσο, η Σλοβακία έχει ένα μεγάλο δυναμικό ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και έχει προοπτικές να αναπτυχθεί περισσότερο. Η υδροηλεκτρική ενέργεια, συμπεριλαμβανομένων των σταθμών άντλησης και αποθήκευσης θα μπορούσε να αυξηθεί σημαντικά. Αν και η χρήση αιολικής ενέργειας θα είχε μεγάλες προοπτικές, λόγω της προστασίας του περιβάλλοντος σε αυτές τις περιοχές οι δυνατότητες αυτές δεν μπορούν να αξιοποιηθούν. Η βιομάζα και γεωθερμικές πηγές είναι τομείς που θα αναπτυχθούν περαιτέρω. Επιπλέον η μέση ηλιακή ακτινοβολία στη Σλοβακία είναι συγκρίσιμη με αυτή της Γερμανίας, γεγονός που προσελκύει πολλούς ξένους επενδυτές και επομένως είναι ένας τομέας που στο άμεσο μέλλον θα έχει άνοδο.<sup>[39]</sup>



**Διάγραμμα 5.46** Σχετική εξέλιξη ΑΕΠ, ηλεκτροπαραγωγής και εκπομπών CO<sub>2</sub>.

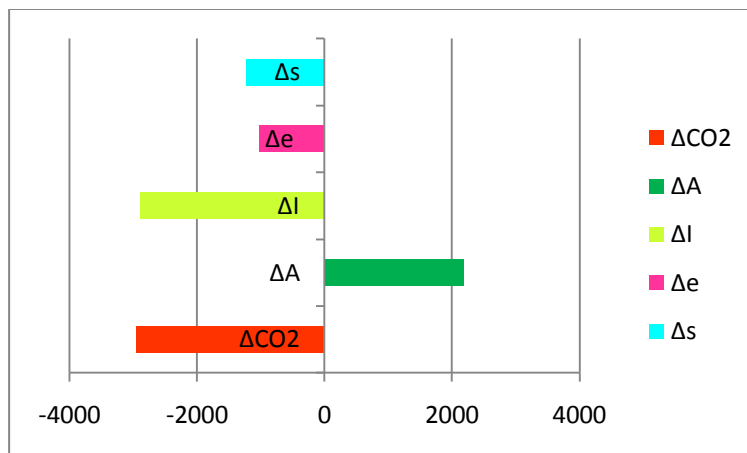
Φαίνεται μια αποσύνδεση της οικονομίας από την ηλεκτροπαραγωγή, με το ΑΕΠ να έχει μια ανοδική πορεία. Η θεαματική αυτή αλλαγή στην οικονομία της χώρας οφείλεται στην αναδιάρθρωση που υπέστη πριν την είσοδό της στη ΕΕ με συνεχείς ιδιωτικοποιήσεις και μετά την είσοδο στο ευρώ το 2009. Έτσι κατάφερε μέσα στη δεκαετία να προσελκύσει πολλές ξένες επενδύσεις και να αναπτυχθεί. Η ηλεκτροπαραγωγή είχε μια πτωτική πορεία με κάποιες μικρές διακυμάνσεις και έτσι οι εκπομπές κινήθηκαν σε αρκετά χαμηλά επίπεδα αυτή τη δεκαετία.

### 5.13.2 Αποτελέσματα



**Διάγραμμα 5.47** Η συμβολή των προσδιοριστικών παραγόντων στην εξέλιξη των εκπομπών ανά έτος.

Όπως βλέπουμε οι εκπομπές ήταν σε χαμηλά επίπεδα αυτή την περίοδο κάτι που οφείλεται στη χαμηλή ένταση της ηλεκτροπαραγωγής, στη βελτιωμένη απόδοση των καυσίμων αλλά και σε ένα βελτιωμένο μείγμα καυσίμων. Είναι φανερό επίσης πόσο επηρεάστηκε το ΑΕΠ της χώρας το 2009 που η χώρα άρχισε να χρησιμοποιεί το ευρώ, σε περίοδο κρίσης, σε σύγκριση με τις προηγούμενες χρονιές που η οικονομία της χώρας ήταν σε άνθηση.



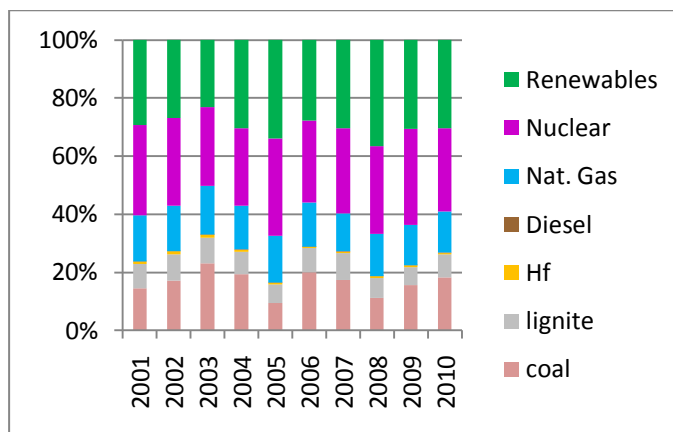
**Διάγραμμα 5.48** Η συνολική συμβολή των προσδιοριστικών παραγόντων στην εξέλιξη των εκπομπών κατά τη διάρκεια του 2001-2010.

Τελικά οι εκπομπές είχαν μια πολύ σημαντική μείωση καθώς και οι 3 βασικοί παράγοντες συνέβαλαν θετικά σε αυτό το αποτέλεσμα, ιδιαίτερα η ένταση του ηλεκτρισμού. Χαρακτηριστική είναι επίσης η οικονομική ανάπτυξη της χώρας κατά τη διάρκεια της δεκαετίας.

## 5.14 ΦΙΝΛΑΝΔΙΑ

Στην Φινλανδία υπάρχουν περίπου 120 εταιρείες που ασχολούνται με την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και περίπου 550 σταθμοί παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας . Ωστόσο, δύο εταιρείες είναι κυρίαρχες στην ηλεκτροπαραγωγή. Η Fortum που είναι υπεύθυνη το 40% και η PV για το 1/5 της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στη Φινλανδία. Επιπλέον, η Fortum έχει στην κατοχή της δύο σταθμούς πυρηνικής ενέργειας και μερίδιο στη λειτουργία δύο σταθμών πυρηνικής ενέργειας. Ταυτόχρονα, η Fortum έχει το μεγαλύτερο μερίδιο της ηλεκτρικής ενέργειας από σταθμούς ΑΠΕ, αφού λειτουργεί τρεις υδροηλεκτρικούς σταθμούς, επτά μονάδες βιομάζας και τέσσερα αιολικά πάρκα. Η Fingrid που ανήκει στο κράτος της Φινλανδίας και ιδρύθηκε τον Αύγουστο του 1997, είναι υπεύθυνη για την μεταφορά της ηλεκτρικής ενέργειας στο εθνικό δίκτυο. Η εταιρεία είναι επίσης κάτοχος των διασυνοριακών γραμμών με χώρες όπως η Σουηδία, η Νορβηγία και η Ρωσία. Περιφερειακές εταιρείες ηλεκτρικής ενέργειας είναι υπεύθυνες για τη διανομή της ηλεκτρικής ενέργειας σε δίκτυα κάτω από 110 kV. Υπάρχουν 91 τέτοιες εταιρείες στη Φινλανδία σήμερα οι οποίες λειτουργούν ως δημοτικές επιχειρήσεις . Η Φινλανδία είναι ο δεύτερος μεγαλύτερος εισαγωγέας ηλεκτρικής ενέργειας μετά την Ιταλία. Αν και έχει ένα καθαρό ισοζύγιο ανταλλαγών με τη Σουηδία και τη Νορβηγία, εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από εισαγωγές από τη Ρωσία και, σε μικρότερο βαθμό, από την Εσθονία. Από την εποχή της Σοβιετικής Ένωσης, η ενεργειακή ανεξαρτησία αποτέλεσε ένα πολιτικό ζήτημα για Φινλανδία. Η περεταίρω αύξηση των ΑΠΕ με τη χρήση των εγχώριων πόρων θα μπορούσε να βελτιώσει την κατάσταση. <sup>[40]</sup>

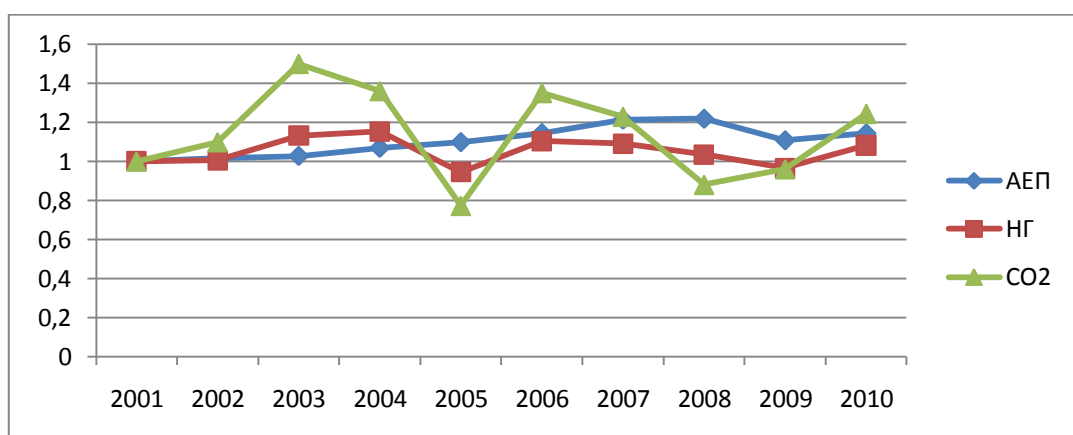
### 5.14.1 Δεδομένα



**Διάγραμμα 5.49** Το μείγμα των καυσίμων.

Η Φινλανδία χρησιμοποιεί διάφορα καύσιμα. Το 2010 τα ποσοστά για τις ΑΠΕ ήταν 30%, για την πυρηνική 29%, για το φυσικό αέριο 14% και τον άνθρακα 18%, ενώ ο λιγνίτης έφτασε το 8%. Τα ποσοστά είχαν πολύ μικρές διαφορές με αυτά των προηγούμενων ετών . Οι ΑΠΕ που χρησιμοποιεί είναι τα υδροηλεκτρικά, τα αιολικά και η βιομάζα. Υπάρχει καλό αιολικό δυναμικό κατά μήκος της νότιας ακτογραμμής και στη κεντρική Φινλανδία, και γενικά ένα υψηλό δυναμικό για παραγωγή αιολικής ενέργειας σε μεγάλα τμήματα της χώρας. Ωστόσο, η ακτογραμμή έχει πολλά εξοχικά σπίτια, ή καμπίνες για το καλοκαίρι, οι ιδιοκτήτες των οποίων δεν θέλουν ανεμογεννήτριες κοντά και δημιουργούν έτσι

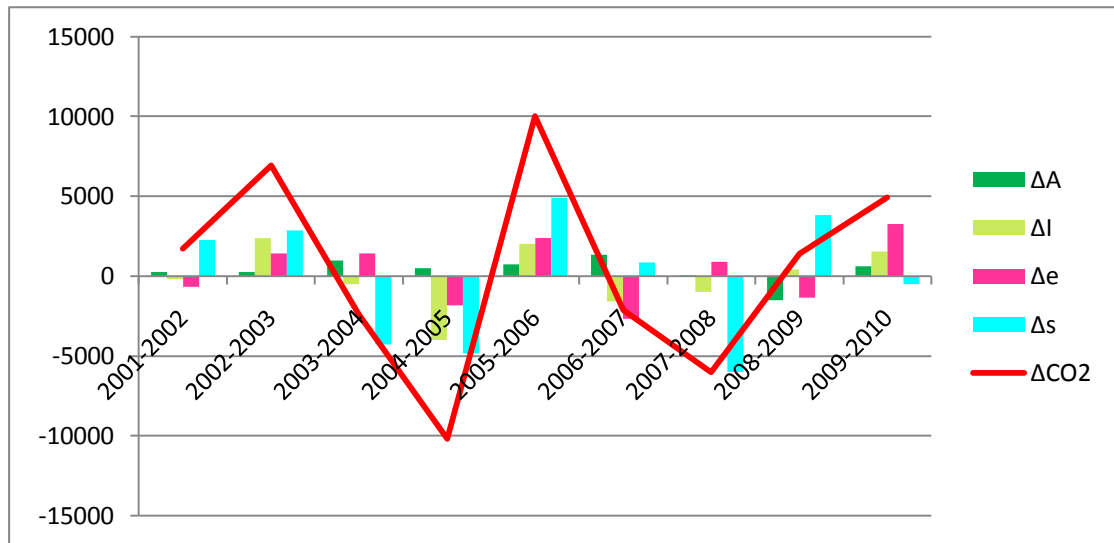
προβλήματα και καθυστερήσεις στην ανέγερση των αιολικών εγκαταστάσεων. Βέβαια και στις περιοχές που είναι λιγότερο πυκνοκατοικημένες τα δίκτυα δεν είναι αρκετά ισχυρά και χρειάζονται βελτίωση. Ένα άλλο εμπόδιο για την ανάπτυξη της αιολικής ενέργειας είναι ότι το μεγαλύτερο μέρος της χώρας αποτελείται από δάση και αυτό ωθεί το καλό αιολικό δυναμικό πιο ψηλά από ό, τι σε λιγότερο δασικές χώρες, προκαλώντας έτσι μεγαλύτερο κόστος στις εγκαταστάσεις και παράλληλα στις δυτικές ακτές υπάρχουν εμπόδια λόγω της προστασίας των πτηνών. Όσον αφορά τη χρήση της ηλιακής ενέργειας, λόγω της βόρειας θέσης της Φινλανδίας, οι δυνατότητες είναι περιορισμένες. Για τη βιομάζα, υπάρχει μια συνεχιζόμενη διαμάχη ως προς την περαιτέρω χρήση της, λόγω της προστασίας του περιβάλλοντος και λόγω του ότι η δασική βιομηχανία θέλει να χρησιμοποιεί το ξύλο προς όφελός της.<sup>[40]</sup>



**Διάγραμμα 5.50** Σχετική εξέλιξη ΑΕΠ, ηλεκτροπαραγωγής και εκπομπών CO<sub>2</sub>.

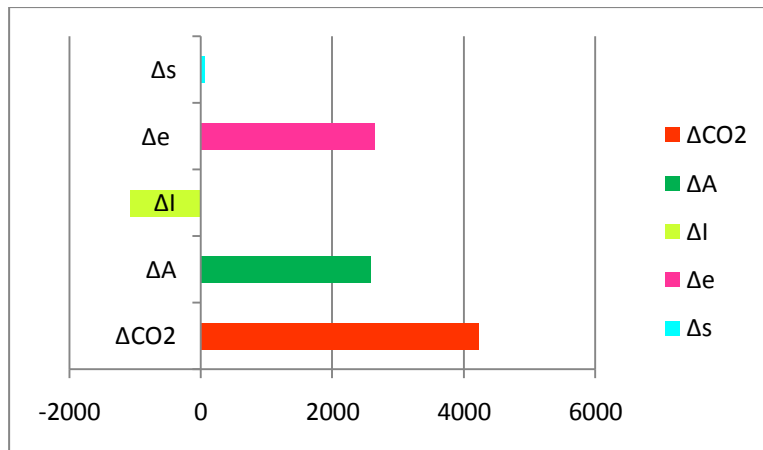
Το ΑΕΠ και η ηλεκτροπαραγωγή έχουν αποσυνδεθεί όπως φαίνεται από το διάγραμμα. Όσο για τις εκπομπές είχαν κάποιες διακυμάνσεις και έντονες αυξήσεις κάτι που εξηγείται από την έντονη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας λόγω της βιομηχανικής δομής της Φινλανδίας (βιομηχανία ξύλου, χαρτιού και μετάλλων), τη βόρεια τοποθεσία και το κλίμα, την αστική δομή και υψηλό βιοτικό επίπεδο.

### 5.14.2 Αποτελέσματα



**Διάγραμμα 5.51** Η συμβολή των προσδιοριστικών παραγόντων στην εξέλιξη των εκπομπών ανά έτος.

Εδώ φαίνονται οι απότομες αυξομειώσεις στην ένταση του ηλεκτρισμού, την απόδοση των καυσίμων και το μίγμα κάτι που αντανακλάται στις διακυμάνσεις που είχαν οι εκπομπές αυτή τη δεκαετία. Οι έντονες αλλαγές στο μείγμα οφείλονται στην χρήση άνθρακα που άλλοτε αυξάνεται και άλλοτε μειώνεται βελτιώνοντας τις εκπομπές. Είναι επίσης εμφανής και εδώ η επίδραση της κρίσης στο ΑΕΠ της Φινλανδίας ιδιαίτερα το 2009.



**Διάγραμμα 5.52** Η συνολική συμβολή των προσδιοριστικών παραγόντων στην εξέλιξη των εκπομπών κατά τη διάρκεια του 2001-2010.

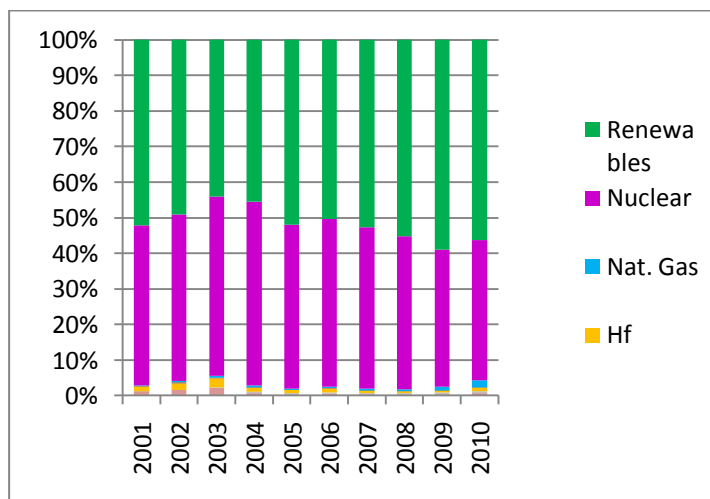
Τελικά οι εκπομπές αυξήθηκαν αρκετά αυτή την περίοδο, αν και μειώθηκε η ένταση του ηλεκτρισμού της οικονομίας, μιας και δεν υπήρξε ουσιαστική βελτίωση στο μείγμα αφού αυξήθηκε η χρήση άνθρακα σε σχέση με το 2010 εις βάρος των πυρηνικών και του φυσικού αερίου και ακόμη η απόδοση των σταθμών δεν έχει παρουσιάσει κάποια βελτίωση.



## 5.15 ΣΟΥΗΔΙΑ

Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στη Σουηδία πραγματοποιείται από τρεις μεγάλες εταιρείες: την Vattenfall, την E.ON Sweden και τη Fortum. Αυτές οι τρεις εταιρείες αντιπροσωπεύουν το 88% της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας. Στη Σουηδία υπάρχει ένας διαχειριστής του συστήματος μεταφοράς της ηλεκτρικής ενέργειας και είναι η Svenska Kraftnät(SK). Η εταιρεία αυτή είναι υπεύθυνη για τη διαχείριση και τη λειτουργία του εθνικού δικτύου. Δεδομένου ότι η SK είναι κρατικής ιδιοκτησίας, το δίκτυο είναι ιδιοκτησία του σουηδικού κράτους. Το δίκτυο διανομής αποτελείται από περιφερειακά και τοπικά δίκτυα. Πέντε εταιρείες διαχειρίζονται περιφερειακά δίκτυα και περίπου 170 εταιρείες είναι υπεύθυνες για τα τοπικά δίκτυα. Οι εταιρείες που διαχειρίζονται τα συστήματα διανομής έχουν το μονοπώλιο για την κάθε περιοχή καθώς μόνο μία άδεια εκδίδεται για τη διανομή της κάθε περιοχής. Η Σουηδία έχει πλεονεκτήματα λόγω της θέσης της στο κέντρο της Βόρειας Ευρώπης, καθώς βρίσκεται ανάμεσα στους μεγάλους υδάτινους πόρους της Σκανδιναβίας, τα ισχυρά αιολικά δυναμικά της Δανίας και της Γερμανίας, καθώς και τη Πολωνία που το ενεργειακό της σύστημα έχει ως βάση τον άνθρακα. Σε απόλυτους αριθμούς, η Σουηδία έχει το 5<sup>ο</sup> μεγαλύτερο αριθμό ανταλλαγών στην ΕΕ μετά τη Γερμανία, τη Γαλλία, την Αυστρία και την Ιταλία.<sup>[41]</sup>

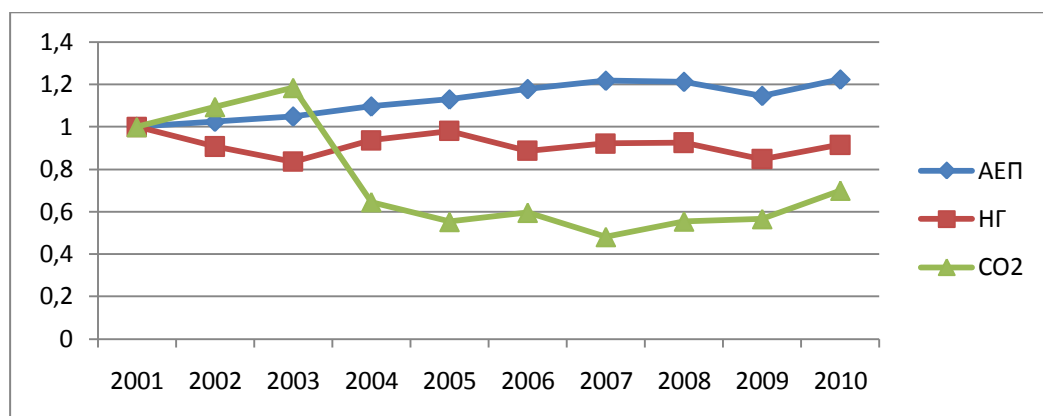
### 5.15.1 Δεδομένα



**Διάγραμμα 5.53** Το μείγμα των καυσίμων.

Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στη Σουηδία στηρίζεται στην πυρηνική ενέργεια(39%) και στα ΑΠΕ (56%) με κύρια συμμετοχή των υδροηλεκτρικών(46%). Λόγω των πολύ μεγάλων υδάτινων πόρων της, η Σουηδία έχει μεγάλη παραγωγή υδροηλεκτρικής ηλεκτρικής ενέργειας, γι αυτό λειτουργεί και ως πόρος για την κεντρική Ευρώπη, ενώ η ελαφρά αύξηση των βροχοπτώσεων τα τελευταία χρόνια έχει αυξήσει κι άλλο την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας από υδροηλεκτρικά. Κατά τη διάρκεια των δύο τελευταίων δεκαετιών, η αύξηση των ΑΠΕ είναι σταθερή. Από τις άλλες ΑΠΕ αυτές που αξιοποιούνται είναι τα αιολικά και η βιομάζα. Η Σουηδία έχει εξαιρετικό αιολικό δυναμικό σε όλη την έκτασή της και ιδιαίτερα στο νότο, όπου ζει ένα σημαντικό μέρος του πληθυσμού, το δίκτυο είναι πολύ ισχυρό. Επιπλέον, ο λιγότερος πληθυσμός στις άλλες

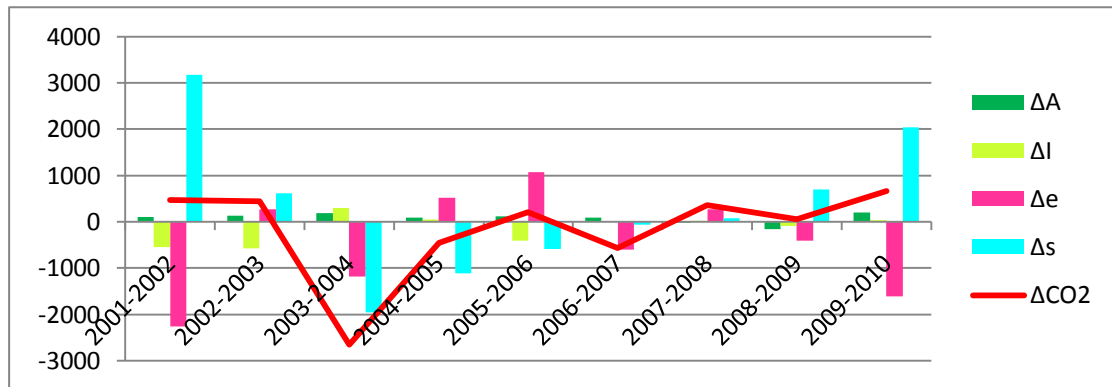
περιοχές αναμένεται να μειώσει τα προβλήματα που σχετίζονται με την αποδοχή των εγκαταστάσεων για την παραγωγή αιολικής ενέργειας. Τέλος σε ορισμένες περιοχές της Σουηδίας, η ηλιακή ακτινοβολία είναι ίδια με αυτή των περιοχών της Κεντρικής Γερμανίας και εκεί τα η αγορά των φωτοβολταϊκών είναι αρκετά ανταγωνιστική.<sup>[41]</sup>



**Διάγραμμα 5.54** Σχετική εξέλιξη ΑΕΠ, ηλεκτροπαραγωγής και εκπομπών CO<sub>2</sub>.

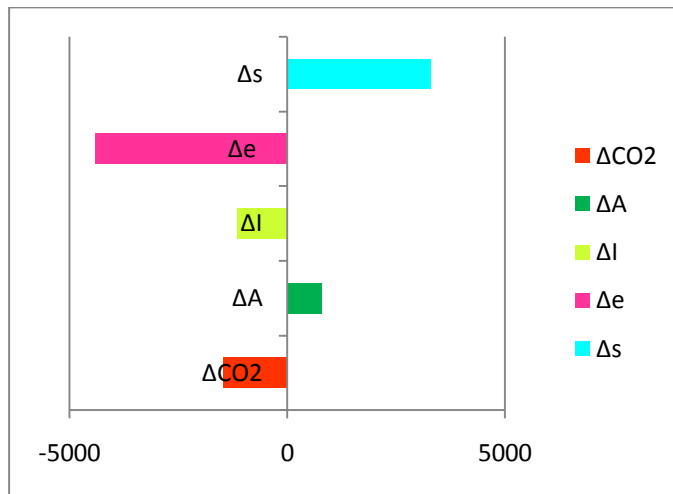
Είναι εμφανές ότι υπάρχει αποσύνδεση μεταξύ της ηλεκτροπαραγωγής και των εκπομπών που είχαν μια πτωτική πορεία που παρέμεινε σχετικά σταθερή μέχρι το 2009. Παρατηρείται επιπλέον μια αποσύνδεση της οικονομίας, που είχε μια πιο ανοδική πορεία, από την ηλεκτροπαραγωγή. Το 2010, η Σουηδία είχε την δεύτερη υψηλότερη κατανάλωση μετά τη Φινλανδία και 2,5 φορές υψηλότερη από τη Δανία και το μέσο όρο της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Αν και το κρύο κλίμα είναι ένας βασικός παράγοντας που εξηγεί το υψηλό επίπεδο της κατανάλωσης θεωρείται ότι περίπου 55% της κατανάλωσης θερμότητας καλύπτεται από τηλεθέρμανση.<sup>[41]</sup>

### 5.15.2 Αποτελέσματα



**Διάγραμμα 5.55** Η συμβολή των προσδιοριστικών παραγόντων στην εξέλιξη των εκπομπών ανά έτος.

Εδώ φαίνεται ότι η ένταση του ηλεκτρισμού ήταν σχετικά χαμηλή και το μίγμα των καυσίμων για λίγα διαστήματα βελτιωμένο καθώς η Σουηδία μπορεί να στηρίζεται σε ανανεώσιμες πηγές όμως κάποιες χρονιές η μικρή αύξηση των στερεών καυσίμων εις βάρος των ΑΠΕ χειροτέρευε το μείγμα. Το ΑΕΠ της χώρας φαίνεται ότι δε σημείωσε σημαντική άνοδο κάτι που δε φαίνεται να συνέβη με την απόδοση που εμφανίζεται σε πολλά διαστήματα βελτιωμένη.



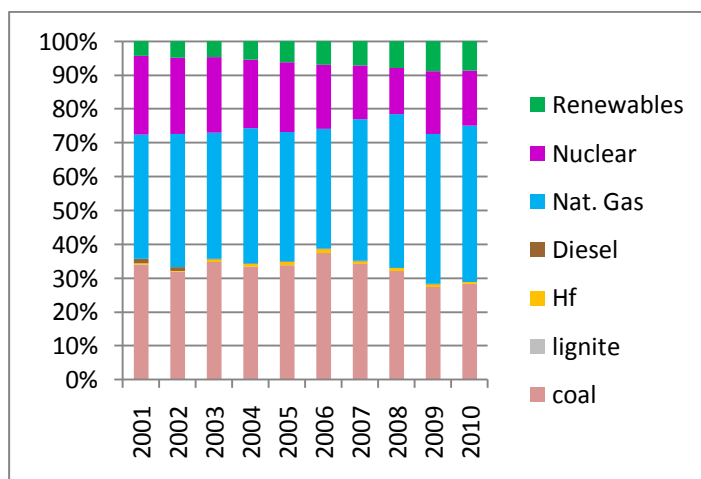
**Διάγραμμα 5.56** Η συνολική συμβολή των προσδιοριστικών παραγόντων στην εξέλιξη των εκπομπών κατά τη διάρκεια του 2001-2010.

Έτσι συνολικά οι εκπομπές την δεκαετία αυτή είχαν μια μείωση που τελικά οφείλεται στην βελτιωμένη απόδοση και τη χαμηλή ένταση του ηλεκτρισμού. Το μείγμα καυσίμων που χρησιμοποιείται αν και αποτελείται κυρίως από ΑΠΕ, το 2010 σε σχέση με το 2001 χειροτέρευσε επειδή μειώθηκε η χρήση των πυρηνικών και αυξήθηκε η χρήση φυσικού αερίου και μετά από χρόνια χρησιμοποιήθηκε λιγνίτης.

## 5.16 ΗΝΩΜΕΝΟ ΒΑΣΙΛΕΙΟ

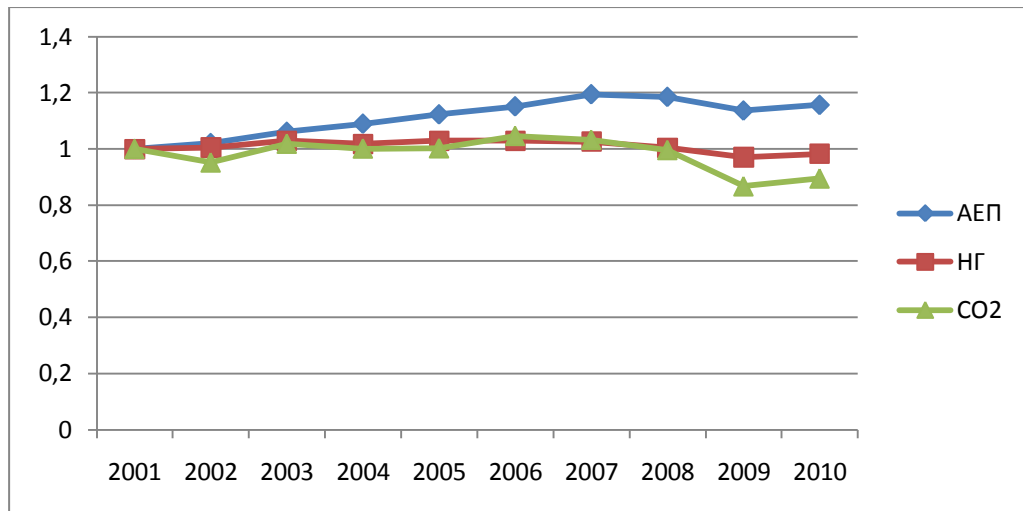
Το 80% της ηλεκτροπαραγωγής παρέχεται από 9 παραγωγούς. Οι τρεις μεγαλύτεροι παραγωγοί της χώρας αντιστοιχούν στο 43,1% της συνολικής παραγωγής. Υπάρχουν τρεις ιδιοκτήτες για τη διανομή: η National Grid, η SPTL και η Ltd – SHETL. Στην National Grid ανήκει το δίκτυο μεταφοράς στην Αγγλία και την Ουαλία, ενώ η SPTL και η Ltd – SHETL λειτουργούν η καθεμία το δικό της ξεχωριστό δίκτυο στη Σκωτία. Η National Grid είναι επίσης ο διαχειριστής του συστήματος για το δίκτυο της ηλεκτροπαραγωγής και είναι υπεύθυνη για τη λειτουργία και των τριών δικτύων μεταφοράς και για τη σύναψη συμβάσεων με τους χρήστες του δικτύου. Η ηλεκτρική ενέργεια διανέμεται από επτά εταιρείες. Η διανομή διασπάται σε περιφερειακό επίπεδο, και οι εταιρίες είναι οι εξής: η CE Electric UK (Nedl & YEDL), η UK Power Networks, η United Utilities, η Western Power Distribution, η ScottishPower (SPD και MANWEB) και η Scottish & Southern Energy (SSE). Λαμβάνοντας υπόψη τη θέση της, η Βρετανία δεν έχει πολλές διασυνδέσεις με τις ευρωπαϊκές χώρες.<sup>[42]</sup>

### 5.16.1 Δεδομένα



**Διάγραμμα 5.57** Το μείγμα των καυσίμων.

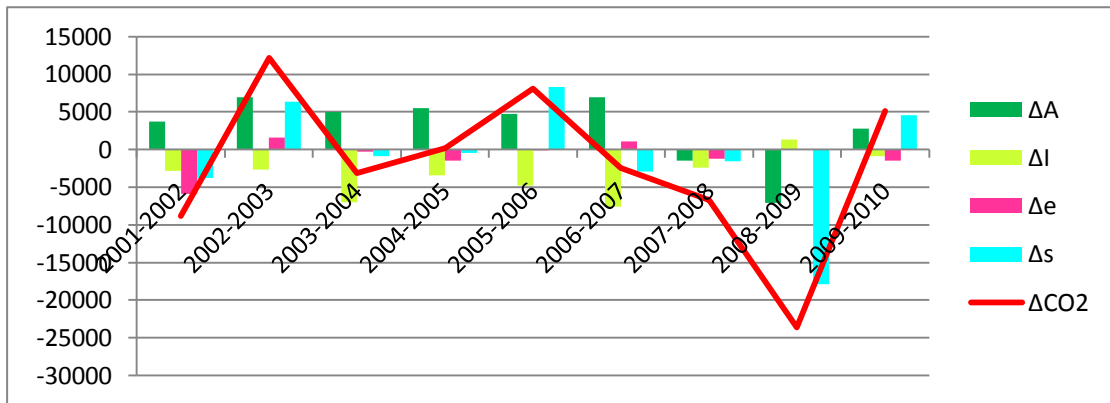
Στην ηλεκτροπαραγωγή συμμετέχει το φυσικό αέριο (46%), ο άνθρακας (28%), η πυρηνική ενέργεια (16%) και οι ΑΠΕ με ποσοστό (9%). Τα τελευταία χρόνια πραγματοποιούνται επενδύσεις ώστε να αυξηθεί η χρήση των ΑΠΕ με τη χρήση νέων διασυνδέσεων με άλλες χώρες της ΕΕ. Στη Βρετανία η αγορά των ΑΠΕ δεν είναι ιδιαίτερα ελκυστική μιας και δεν υπάρχουν κίνητρα για την αξιοποίηση τους. Η Βρετανία χρησιμοποιεί κυρίως υδροηλεκτρική, αιολική ενέργεια και βιομάζα. Το καλύτερο αιολικό δυναμικό της Βρετανίας βρίσκεται στη Σκωτία.<sup>[42]</sup> Τα περισσότερα αιολικά πάρκα βρίσκονται εκεί, κατά πάσα πιθανότητα λόγω των τεχνικών δυσκολιών που σχετίζονται με την ανάπτυξη των πάρκων σε πολύ απομακρυσμένες περιοχές. Λόγω της χαμηλής ακτινοβολίας, η ηλιακή ενέργεια δεν έχει αναπτυχθεί ως ακόμη ως τεχνολογία.



**Διάγραμμα 5.58** Σχετική εξέλιξη ΑΕΠ, ηλεκτροπαραγωγής και εκπομπών CO<sub>2</sub>.

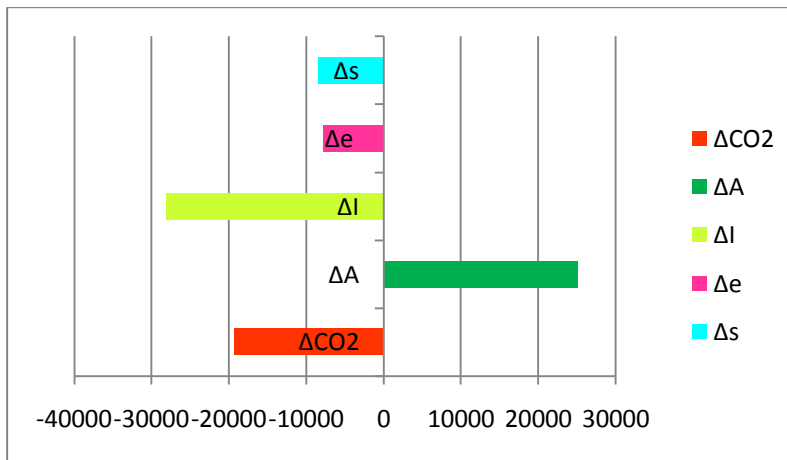
Η ηλεκτροπαραγωγή της Βρετανίας είναι σχετικά χαμηλή με σταθερή πορεία και όπως φαίνεται υπάρχει αποσύνδεση της από το ΑΕΠ το οποίο είχε ανοδική τάση εκτός από την περίοδο της κρίσης. Οι εκπομπές έχουν στενή σύνδεση με την ηλεκτροπαραγωγή και ήταν σταθερές εμφανίζοντας μια απότομη μείωση το 2008 λόγω κρίσης.

### 5.16.2 Αποτελέσματα



**Διάγραμμα 5.59** Η συμβολή των προσδιοριστικών παραγόντων στην εξέλιξη των εκπομπών ανά έτος.

Οι εκπομπές παρουσίασαν αυξομειώσεις κατά τη διάρκεια της δεκαετίας και είχαν μια σημαντική κάμψη μετά το 2007 καθώς το μίγμα των καυσίμων άρχισε να βελτιώνεται σημαντικά με το περιορισμό του άνθρακα. Αν και χρησιμοποιεί ακόμα άνθρακα φαίνεται ότι αυτό δεν επηρέασε τελείως αρνητικά το μίγμα μιας και το 70% των καυσίμων της προέρχεται από ΑΠΕ. Ακόμα από το διάγραμμα φαίνεται πόσο πολύ επηρεάστηκε το ΑΕΠ την περίοδο της κρίσης, γεγονός που συνέβαλε στη μείωση των εκπομπών.

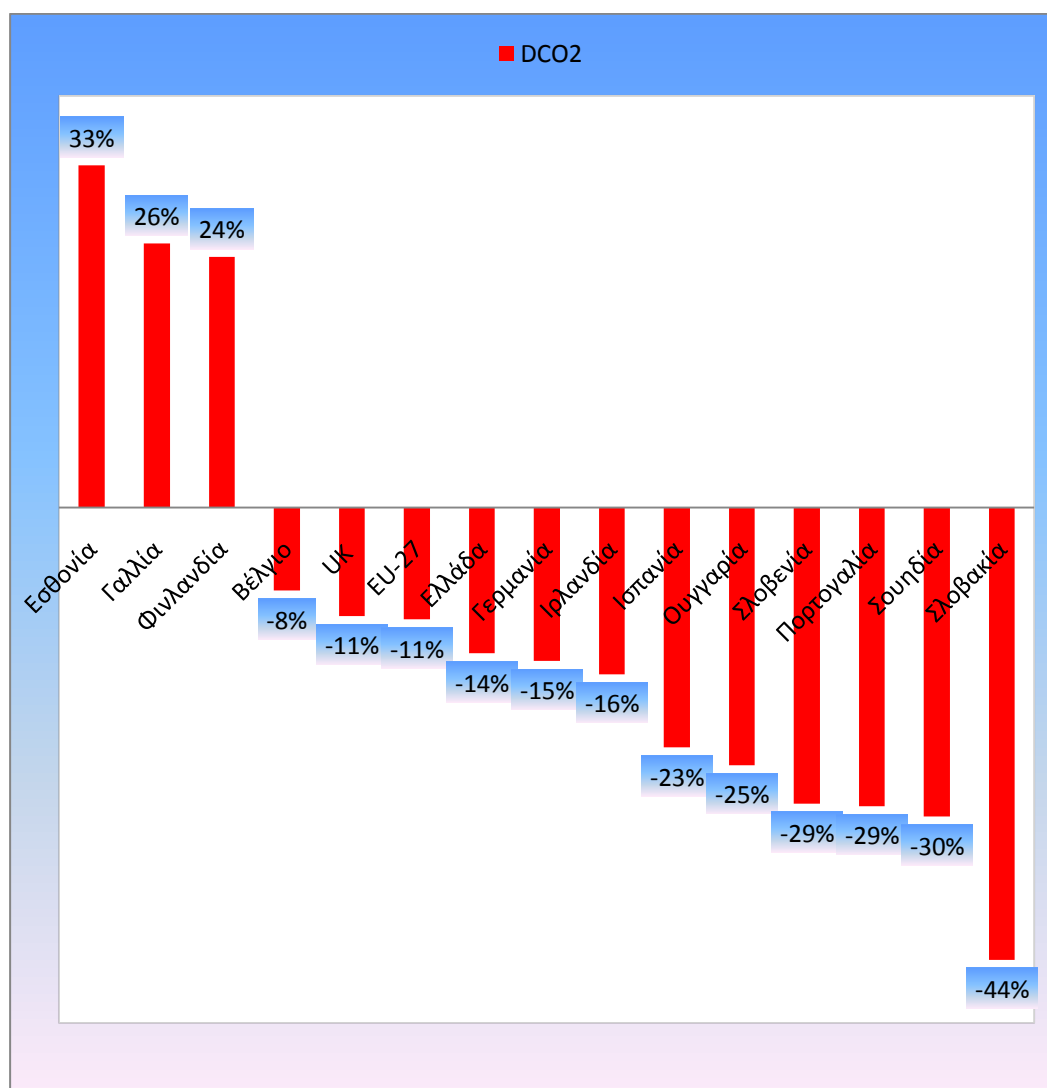


**Διάγραμμα 5.60** Η συνολική συμβολή των προσδιοριστικών παραγόντων στην εξέλιξη των εκπομπών κατά τη διάρκεια του 2001-2010.

Φαίνεται λοιπόν ότι οι και οι τρεις παράγοντες βοήθησαν στη μείωση των εκπομπών τη δεκαετία αυτή, ιδιαίτερα οι χαμηλές τιμές στην ένταση του ηλεκτρισμού της οικονομίας σε σχέση με το 2001.

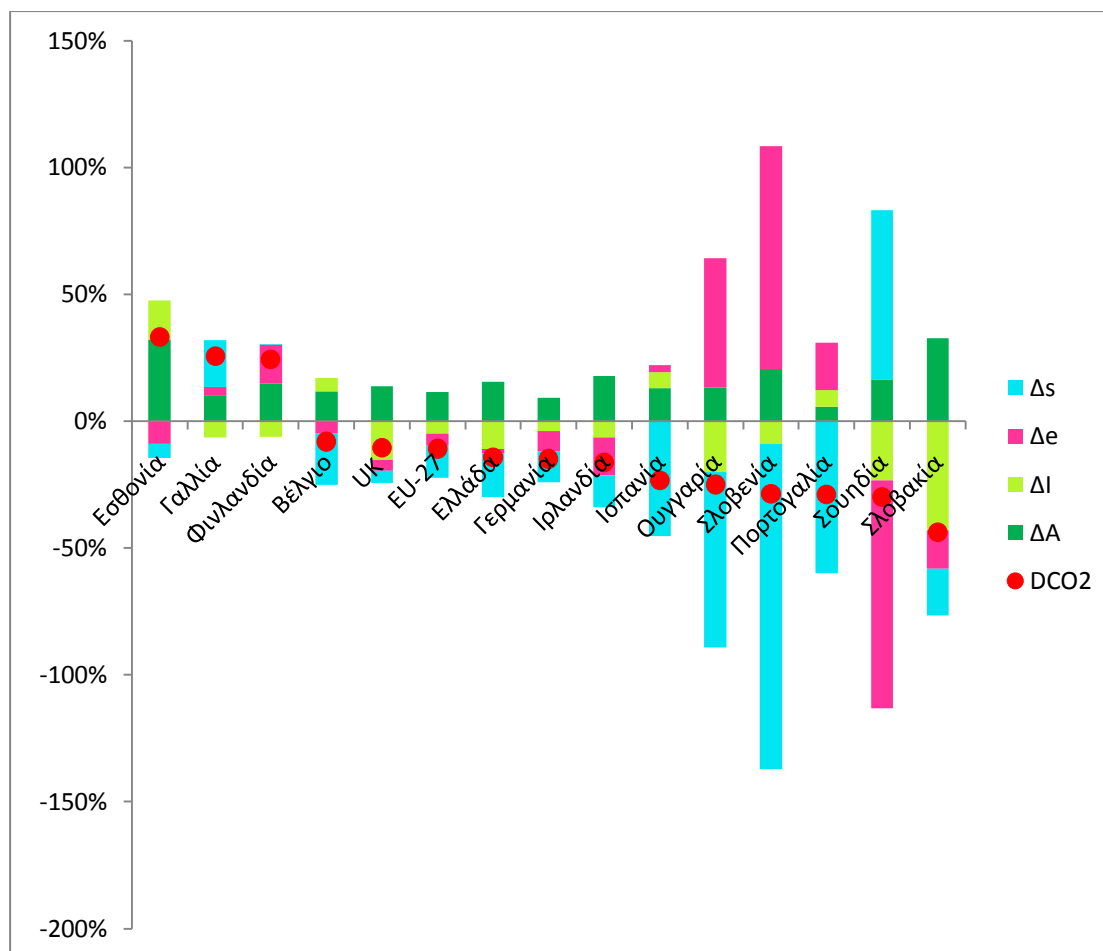
## 5.17 Συγκριτική επισκόπηση των αποτελεσμάτων για τις χώρες τις ΕΕ

Στο διάγραμμα που ακολουθεί βλέπουμε ότι στις περισσότερες χώρες ο στόχος για μείωση των εκπομπών επιτεύχθηκε. Η μεγαλύτερη μείωση επιτεύχθηκε από τη Σλοβακία (-44%) και ακολούθησαν η Σουηδία (-30%), η Πορτογαλία (-29%) και η Σλοβενία (-29%). Στη συνέχεια ακολουθούν η Ουγγαρία (-25%) και η Ισπανία (-23%). Ακόμα, η Ελλάδα σημείωσε και αυτή πρόοδο μειώνοντας τις εκπομπές της κατά 14%. Όσο για την ΕΕ-27 συνολικά μείωσε τις εκπομπές κατά 11%. Ωστόσο εξαίρεση αποτέλεσαν η Φινλανδία, η Γαλλία και η Εσθονία που αύξησαν σημαντικά τις εκπομπές τους.



**Διάγραμμα 5.61** Η συνολική μεταβολή των εκπομπών CO<sub>2</sub> της ηλεκτροπαραγωγής την περίοδο 2001-2010 για τις εξεταζόμενες χώρες της ΕΕ και για την ΕΕ-27.

Στη συνέχεια στην εικόνα 5.62 έχουμε μια γενική επισκόπηση ως προς τη συμβολή των προσδιοριστικών παραγόντων στην μείωση των εκπομπών CO<sub>2</sub> της ηλεκτροπαραγωγής στις χώρες της ΕΕ. Παρατηρώντας το διάγραμμα μπορούμε να εξάγουμε συμπεράσματα ως προς τον τρόπο που επέδρασαν οι προσδιοριστικοί παράγοντες στην μεταβολή των εκπομπών τη διάρκεια αυτής της δεκαετίας.



**Διάγραμμα 5.62** Η επί τοις εκατό συμβολή των προσδιοριστικών παραγόντων στην μεταβολή των εκπομπών CO<sub>2</sub> την περίοδο 2001-2010.

Παρατηρώντας το διάγραμμα βλέπουμε ότι οι προσδιοριστικοί παράγοντες επέδρασαν με διαφορετικό τρόπο για κάθε χώρα.

Εν τούτοις, εντοπίζονται κάποιες κοινές τάσεις στις περισσότερες χώρες και συγκεκριμένα:

- Σε όλες τις χώρες η οικονομική μεγέθυνση ωθεί προς την αύξηση των εκπομπών. Η προωθητική αυτή δύναμη είναι μεγαλύτερη σε ποσοστιαία βάση στις νέες χώρες μέλη της ΕΕ, οι οποίες μπαίνουν σε τροχιά ανάπτυξης μετά από μακρά περίοδο οικονομικής ύφεσης.
- Σε όλες τις χώρες (με εξαίρεση τη Σουηδία και τη Γαλλία), η βελτίωση της διάρθρωσης του μίγματος της ηλεκτροπαραγωγής, αποτελεί τον κύριο ανασταλτικό παράγοντα των εκπομπών που κατά κανόνα υπερκαλύπτει την αύξηση που προκάλεσε η οικονομική ανάπτυξη. Το γεγονός αυτό υποδηλώνει μετατόπιση προς καθαρότερες μορφές ενέργειας και αποσύνδεση της ηλεκτροπαραγωγής από τις εκπομπές CO<sub>2</sub>. Στη Γαλλία και τη Σουηδία η μεταβολή του μίγματος συμβάλει στην αύξηση των εκπομπών, εξ αιτίας της σταδιακής υποχώρησης της πυρηνικής ενέργειας προς όφελος του φυσικού αερίου.



- Στις περισσότερες χώρες (με εξαίρεση 4 χωρών) η ένταση ηλεκτρισμού της οικονομίας μειώνεται, επιδρώντας επίσης ανασταλτικά στην αύξηση των εκπομπών, αν και η επίδραση της είναι μικρότερη σε σύγκριση με τη βελτίωση του μίγματος. Αυτό δείχνει ότι σε όλες αυτές τις χώρες έχει επιτευχθεί μικρότερη ή μεγαλύτερη αποσύνδεση της οικονομίας από την κατανάλωση ηλεκτρισμού, γεγονός που οφείλεται στην προώθηση επεμβάσεων εξοικονόμησης ενέργειας στην τελική ζήτηση και στη βελτίωση της ενεργειακής συμπεριφοράς των καταναλωτών.
- Τέλος, σε ότι αφορά την απόδοση των συμβατικών σταθμών ηλεκτροπαραγωγής, τα αποτελέσματα είναι μικτά. Στην πλειοψηφία των χωρών, παρατηρείται έστω και μικρή ανασταλτική επίδραση και αυτού του παράγοντα. Φαίνεται δηλαδή ότι οι περισσότερες χώρες έχουν σημειώσει τεχνολογική πρόοδο στο επίπεδο της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας όπου παρατηρείται αύξηση της ενεργειακής αποδοτικότητας. Γενικότερα, οι μεγαλύτερες (θετικές ή αρνητικές) μεταβολές στην απόδοση των σταθμών καταγράφονται στις νέες χώρες μέλη.

Στη συνέχεια, θα επιχειρήσουμε να ταξινομήσουμε κάποιες χώρες σε επιμέρους κατηγορίες, μιας και φαίνεται ότι οι παράγοντες που συμμετείχαν στην μείωση των εκπομπών τους είχαν μια σχετικά ομοιόμορφη συμβολή. Θα ομαδοποιήσουμε λοιπόν τις χώρες για τις οποίες οι παράγοντες είχαν παρόμοιες τάσεις και θα δούμε ποια ήταν η επίδραση τους.

Αρχικά βλέπουμε ότι οι παράγοντες είχαν παρόμοια συμπεριφορά για τη **Βρετανία**, την **Ελλάδα**, τη **Γερμανία**, την **Ιρλανδία**, και τη **Σλοβακία** όπως και για την **ΕΕ-27**.

- **ΔΑ:** Η οικονομική ανάπτυξη αποτελεί την κύρια δύναμη που ευθύνεται για την αύξηση των εκπομπών CO<sub>2</sub>. Για τις χώρες αυτές αλλά και την ΕΕ-27 η οικονομία φαίνεται ότι αυξήθηκε κάτι που σημαίνει ότι αν οι υπόλοιποι παράγοντες δεν λειτουργούσαν ανασταλτικά οι εκπομπές θα αυξάνονταν. Ωστόσο θετικό είναι ότι ο πλούτος για όλες τις χώρες ήταν ανοδικός μέσα στη δεκαετία. Συγκεκριμένα η Ελλάδα και η Ιρλανδία αν και μετά το 2008 υπέστησαν σημαντική οικονομική πτώση, κατά τη διάρκεια της δεκαετίας αύξησαν τον πλούτο τους συνεισφέροντας έτσι στην οικονομία της ΕΕ-27. Η Σλοβακία μάλιστα φαίνεται να έχει τη μεγαλύτερη πρόοδο σε σχέση με το μέσο όρο της ΕΕ.
- **ΔΙ:** Οι προσπάθειες αποσύνδεσης της οικονομίας από τη χρήση της ηλεκτρικής ενέργειας, φαίνεται να έχει επιτευχθεί σε άλλες χώρες σε μεγαλύτερο βαθμό και σε άλλες σε μικρότερο, ενώ μετά το 2008 σε χώρες όπως η Ιρλανδία και η Ελλάδα η αρνητική επίδραση του παράγοντα θα πρέπει να αποδοθεί περισσότερο στον περιορισμό της χρήσης του ηλεκτρισμού λόγω ύφεσης και λιγότερο σε μία συστηματική προσπάθεια εξοικονόμησης και ορθολογικής χρήσης του ηλεκτρισμού. Μάλιστα στην Σλοβακία η σημαντική αποσύνδεση της ηλεκτροπαραγωγής από την οικονομία φαίνεται ότι ήταν ο καθοριστικός παράγοντας για τη μείωση των εκπομπών της.

- **Δs:** Η επίδραση της μεταβολής του ενεργειακού μίγματος συνέβαλε δυναμικά στη μείωση των εκπομπών μιας και οι παραπάνω χώρες με τον περιορισμό των στερεών καυσίμων αύξησαν σημαντικά τα ποσοστά συμμετοχής των ΑΠΕ και του φυσικού αερίου βελτιώνοντας περαιτέρω το μίγμα τους.
- **Δe:** Η βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης στους συμβατικούς σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής, φαίνεται να αποτελεί έναν επίσης σημαντικό ανασταλτικό παράγοντα, ιδιαίτερα στην Γερμανία, την Ιρλανδία και τη Σλοβακία.

Επομένως για τις χώρες αυτές οι τρεις από τους τέσσερις παράγοντες επέδρασαν ανασταλτικά. Εκτός δηλαδή από την οικονομία των χωρών που είχε ανοδική πορεία, οι υπόλοιποι παράγοντες συνέβαλαν στην μείωση των εκπομπών. Αυτό σημαίνει ότι υπήρξε αποσύνδεση της ανάπτυξης των χωρών από την ηλεκτροπαραγωγή με ταυτόχρονη μείωση των εκπομπών καθώς επιτεύχθηκε καλύτερο μίγμα αλλά και καλύτερη απόδοση κατά την παραγωγή ενέργειας.

Στη συνέχεια, υπάρχουν χώρες στις οποίες επέδρασαν μόνο δύο παράγοντες στη μείωση των εκπομπών τους.

Στο **Βέλγιο** το μίγμα που χρησιμοποιήθηκε και η βελτίωση της απόδοσης των καυσίμων συνέβαλαν στη μείωση των εκπομπών. Όμως η αύξηση της οικονομίας που συμπαρέσυρε την ηλεκτροπαραγωγή δεν βοήθησαν ώστε να μειωθούν ακόμη περισσότερο οι εκπομπές.

Στην **Ουγγαρία** και τη **Σλοβενία** η ένταση του ηλεκτρισμού και το μείγμα που χρησιμοποιήσαν συνέβαλαν στην σημαντική μείωση των εκπομπών, με το μίγμα να παίζει καθοριστικό ρόλο σε αυτή την εξέλιξη. Ωστόσο η μειωμένη απόδοση των σταθμών ηλεκτροπαραγωγής έχει περιθώρια για περαιτέρω βελτίωση.

Η **Σουηδία** μείωσε επίσης σημαντικά τις εκπομπές της επηρεαζόμενη από τη συμβολή δύο παραγόντων. Αυτοί ήταν η σημαντική αύξηση της απόδοσης των σταθμών ηλεκτροπαραγωγής και επιπλέον η μείωση στη ζήτηση του ηλεκτρισμού. Από την άλλη η οικονομική μεγέθυνση της χώρας δεν συνέβαλε στην περαιτέρω μείωση των εκπομπών, και το μίγμα χειροτέρευσε γιατί αυξήθηκε η χρήση φυσικού αερίου εις βάρος των πυρηνικών. Παρόλα αυτά η χώρα πέτυχε μια αξιοσημείωτη μείωση μιας και το 95% των καυσίμων που χρησιμοποιεί είναι ΑΠΕ.

Όσο για την **Πορτογαλία** και την **Ισπανία**, αν και για αυτές δεν υπήρξε κάποια αποσύνδεση της οικονομίας από την ηλεκτροπαραγωγή και επιπλέον ούτε αύξηση της απόδοσης των σταθμών ηλεκτροπαραγωγής πέτυχαν σημαντική μείωση στις εκπομπές τους. Επηρεαστήκαν ουσιαστικά από την επίδραση ενός μόνο παράγοντα που ήταν η βελτίωση του μίγματος των καυσίμων που χρησιμοποιούν και φαίνεται ότι ήταν αρκετή ώστε να υπερκαλύψει την αύξηση των υπόλοιπων παραγόντων.

Τέλος, υπήρξαν και χώρες που αύξησαν τις εκπομπές τους και καθεμία επηρεάστηκε από διαφορετικούς παράγοντες.

Έτσι στη **Φινλανδία** αν και υπάρχει αποσύνδεση μεταξύ οικονομίας και ηλεκτροπαραγωγής, η χαμηλή απόδοση των σταθμών και το γεγονός ότι αυξήθηκε η χρήση άνθρακα το 2010 δεν ευνόησαν τη μείωση των εκπομπών.

Έπειτα και στη **Γαλλία** υπήρξε μια σχετική αποσύνδεση μεταξύ οικονομίας και ηλεκτροπαραγωγής όμως αύξησε τις εκπομπές της λόγω του μίγματος που χρησιμοποίησε, μιας και το 2010 χρησιμοποιήθηκε λίγο περισσότερο φυσικό αέριο.

Η χώρα όμως που αύξησε περισσότερο τις εκπομπές της ήταν η **Εσθονία**. Αυτό συνέβη γιατί αν και το μίγμα που χρησιμοποιεί όσο και η απόδοση των σταθμών βελτιώθηκαν, η σημαντική αύξηση της οικονομίας της χώρας συμπάρεσυρε την ηλεκτροπαραγωγή προκαλώντας έτσι σημαντική αύξηση των εκπομπών.

## 6. Συμπεράσματα

Στην εργασία αυτή προσδιορίστηκε η εξέλιξη των βασικών διαρθρωτικών χαρακτηριστικών της ηλεκτροπαραγωγής, σε συνάρτηση με την εξέλιξη της οικονομίας και με στόχο την ερμηνεία των μεταβολών στις εκπομπές CO<sub>2</sub> που προκύπτουν από τον τομέα. Η ανάλυση συμπεριέλαβε μεγάλο αριθμό χωρών της ΕΕ-27. Η Ανάλυση Αποδόμησης, αναδεικνύεται ως μία ιδιαίτερα αξιόπιστη μεθοδολογία, ικανή να εντοπίσει τη συμβολή επιμέρους προσδιοριστικών παραγόντων στην εξέλιξη των εκπομπών από τον τομέα της ηλεκτροπαραγωγής. Ειδικότερα, η αλγεβρική μέθοδος LMDI I, αποτελεί ένα εύχρηστο εργαλείο που αξιοποιεί ευρέως διαθέσιμα στατιστικά δεδομένα, για να προσδιορίσει σε ποσοτικούς όρους τη σχετική συμβολή κάθε παράγοντα, χωρίς μη ερμηνεύσιμο υπόλειμμα.

Τα αποτελέσματα της ανάλυσης και συγκεκριμένα η συγκριτική επισκόπησή τους δείχνουν, ότι στις περισσότερες χώρες φαίνεται ότι έχει επιτευχθεί αποσύνδεση της οικονομικής ανάπτυξης από την ηλεκτροπαραγωγή και παράλληλα έχει σημειωθεί τεχνολογική πρόοδος τόσο στο επίπεδο της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας όπου παρατηρείται σε αρκετές χώρες αύξηση της ενεργειακής αποδοτικότητας των συμβατικών σταθμών, όσο και στο επίπεδο της τελικής ζήτησης, λόγω προώθησης μέτρων εξοικονόμησης και ορθολογικής χρήσης του ηλεκτρισμού. Ο παράγοντας όμως που φαίνεται ότι έπαιξε καθοριστικό ρόλο στη μείωση των εκπομπών, σχεδόν σε όλες τις χώρες που μελετήθηκαν, ήταν η ενίσχυση του μεριδίου των ΑΠΕ. Η διάρθρωση λοιπόν του μίγματος συνέβαλε ουσιαστικά στον περιορισμό των εκπομπών καθώς η μετατόπιση προς καθαρές μορφές ενέργειας αποτελεί στις περισσότερες χώρες τον βασικό προσδιοριστικό παράγοντα μείωσης των εκπομπών CO<sub>2</sub>.

Η Ελλάδα φαίνεται ότι κινήθηκε στην ίδια κατεύθυνση με το μέσο όρο των χωρών της ΕΕ, προκειμένου να ανακόψει την αυξητική πορεία των εκπομπών CO<sub>2</sub> από τον τομέα της ηλεκτροπαραγωγής. Οι δύο σημαντικότεροι ανασταλτικοί παράγοντες είναι η διάρθρωση της ηλεκτροπαραγωγής και η σταδιακή αποσύνδεση της οικονομίας από τη χρήση ηλεκτρισμού. Η σημαντική πρόοδος της διείσδυσης των ΑΠΕ, δηλαδή ο παράγοντας του ενεργειακού μίγματος έπαιξε καθοριστικό ρόλο στον περιορισμό των εκπομπών CO<sub>2</sub>, ειδικά στην Ελλάδα. Σημειώνεται ακόμη, ότι η σημαντική επίδραση του παράγοντα της έντασης ηλεκτρισμού στην Ελλάδα τα δύο τελευταία χρόνια θα πρέπει να αποδοθεί περισσότερο στον περιορισμό χρήσης ηλεκτρισμού λόγω οικονομικής κρίσης και λιγότερο σε μία συστηματική προσπάθεια εξοικονόμησης στην οικονομία. Λιγότερο συνέβαλε η βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης στους συμβατικούς σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής. Συμπεραίνεται επομένως, ότι στην Ελλάδα, τα περιθώρια για τον περαιτέρω περιορισμό των εκπομπών CO<sub>2</sub> είναι σημαντικά, στο βαθμό που θα επιτευχθούν οι στόχοι του 2020 για 40% συμμετοχή των ΑΠΕ στην ηλεκτροπαραγωγή και για μεγαλύτερη εξοικονόμηση ηλεκτρισμού στην τελική ζήτηση.

## 7. Βιβλιογραφία

### Δημοσιεύσεις και έρευνες

1. Μελάς Δ., Ασωνίτης Γ., Αμοιρίδης Β., “Κλιματική Αλλαγή [Οδηγός]”, ΥΠΕΠΘ, Αθήνα, 2000 <http://www.envedu.gr/Documents/%CE%9A%CE%BB%CE%B9%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%AE%20%CE%91%CE%BB%CE%BB%CE%B1%CE%B3%CE%AE%20%20%CE%9F%CE%B4%CE%B7%CE%B3%CF%8C%CF%82%20%CE%95%CE%BA%CF%80%CE%B1%CE%B9%CE%B4%CE%B5%CF%85%CF%84%CE%B9%CE%BA%CF%8E%CE%BD.pdf>
2. Ενεργειακή και περιβαλλοντική πολιτική: ηλεκτροπαραγωγή και φαινόμενο του θερμοκηπίου στην Ελλάδα , Διατριβή Κωνσταντίνος Ι. Χαλβατζής , 2007 <http://www.srcosmos.gr/srcosmos/showpub.aspx?aa=10170>
3. ΥΠΕΚΑ, “5η Εθνική Έκθεση για το Επίπεδο Διείσδυσης της Ανανεώσιμης Ενέργειας το Έτος 2010 (ΑΡΘΡΟ 3 ΟΔΗΓΙΑΣ 2001/77/ΕΚ)”, 2009 <http://www.ypeka.gr/LinkClick.aspx?fileticket=ysYxrE3la94%3D&tabid=285>
4. CO<sub>2</sub> Emissions from Fuel Combustion, 2012 edition, International Energy Agency <http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/CO2emissionfromfuelcombustionHIGHLIGHTSMarch2013.pdf>
5. Climate change- impacts and vulnerability in Europe 2012 <http://www.energeewatch.eu/sites/default/files/Climate%20change-%20impacts%20and%20vulnerability%20in%20Europe%202012.pdf>
6. Διπλωματική Εργασία « Σύγκριση των εναλλακτικών πηγών για την παραγωγή ενέργειας», Ευπραξία Χριστίνα Μόσχου, Σχολή Πολιτικών Μηχανικών ΕΜΠ – Τομέας Υδατικών Πόρων και Περιβάλλοντος , 2012
7. Μαμάσης Ν. & Στεφανάκος Ι., 2011, Εισαγωγή στην Ενεργειακή Τεχνολογία: Ορυκτά καύσιμα και Ενέργεια, Εκπαιδευτικές Σημειώσεις ΕΜΠ ([http://itia.ntua.gr/~nikos/energy/ene\\_fossil10.pdf](http://itia.ntua.gr/~nikos/energy/ene_fossil10.pdf))
8. Στεφανάκος Ι., 2010, *Εισαγωγή στην Ενεργειακή Τεχνολογία: Γεωθερμική Ενέργεια*, Εκπαιδευτικές Σημειώσεις ΕΜΠ [http://itia.ntua.gr/~nikos/energy/ene\\_geoth.pdf](http://itia.ntua.gr/~nikos/energy/ene_geoth.pdf)
9. Βουρνάς Κ., Παπαδιάς Β. Κ. & Ντελκής Κ., 2011, Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας Έλεγχος και Ευστάθεια Συστήματος, Εκδόσεις Συμμετρία, Αθήνα.
10. ΚΑΠΕ (Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας), 2001a, Οδηγός Συστημάτων Συμπαράγωγής Ηλεκτρισμού και Θερμότητας, [http://www.cres.gr/kape/pdf/download/chp\\_1.pdf](http://www.cres.gr/kape/pdf/download/chp_1.pdf)
11. Οδηγός Τεχνολογιών Ηλεκτροπαραγωγής από Α.Π.Ε., Εκδόσεις ΚΑΠΕ, Αθήνα, 2001 [http://www.cres.gr/kape/education/ODHGOS\\_TERESs.pdf](http://www.cres.gr/kape/education/ODHGOS_TERESs.pdf)
12. Οδηγός Εφαρμογής του Συστήματος Εμπορίας Δικαιωμάτων Εκπομπών στην Ελλάδα, Εκδόσεις ΚΑΠΕ, 2006

- [http://www.cres.gr/kape/pdf/download/01\\_Odigos%20emporias%20dikaiomaon%20ekprompon%20stin%20Ellada.pdf](http://www.cres.gr/kape/pdf/download/01_Odigos%20emporias%20dikaiomaon%20ekprompon%20stin%20Ellada.pdf)
13. Περιβαλλοντικές επιπτώσεις των αιολικών πάρκων : "Μύθος και πραγματικότητα", 2003 [http://www.cres.gr/kape/publications/papers\\_dimosieyseis.htm](http://www.cres.gr/kape/publications/papers_dimosieyseis.htm)
  14. Κασίρη Α., Εισαγωγή στην Ενεργειακή Τεχνολογία: Ενέργεια από Βιομάζα, Εκπαιδευτικές Σημειώσεις ΕΜΠ,2010 <http://itia.ntua.gr/~nikos/energy/ene-biomass.pdf>
  15. Μαμάσης Ν., *Εισαγωγή στην Ενεργειακή Τεχνολογία: Υδροηλεκτρική Ενέργεια*, Εκπαιδευτικές Σημειώσεις ΕΜΠ 2011, [http://itia.ntua.gr/~nikos/energy/ene\\_yhs\\_11.pdf](http://itia.ntua.gr/~nikos/energy/ene_yhs_11.pdf)
  16. Εισαγωγή στην Ενεργειακή Τεχνολογία: Αιολική Ενέργεια, Εκπαιδευτικές Σημειώσεις ΕΜΠ,2011b [http://itia.ntua.gr/~nikos/energy/ene\\_wind\\_11.pdf](http://itia.ntua.gr/~nikos/energy/ene_wind_11.pdf)
  17. Εισαγωγή στην Ενεργειακή Τεχνολογία: Ηλιακή Ενέργεια και Φωτοβολταϊκά Συστήματα, Εκπαιδευτικές Σημειώσεις ΕΜΠ 2010 [http://itia.ntua.gr/~nikos/energy/ene\\_foto\\_10.pdf](http://itia.ntua.gr/~nikos/energy/ene_foto_10.pdf)
  18. A bottom-up decomposition analysis of energy-related CO2 emissions in Greece D.Diakoulaki, G.Mavrotas, D.Orkopoulos, L.Papayannakis .Laboratory of Industrial and Energy Economics, Department of Chemical Engineering, National Technical University of Athens, October 2005
  19. Decomposition analysis of CO2 emissions from passenger cars: The cases of Greece and Denmark. K.Papagiannaki, D.Diakoulaki. Laboratory of Industrial &Energy Economics, School of Chemical Engineering, National Technical University of Athens, May 2009
  20. Στοιχεία βέλγικης αγοράς ενέργειας & ΑΠΕ, γραφείο Ο.Ε.Υ. Βρυξελλών,Ιούλιος 2012 [www.agora.mfa.gr/agora/images/docs/rad2C035Belgium-Energy.doc](http://www.agora.mfa.gr/agora/images/docs/rad2C035Belgium-Energy.doc)
  21. Panorama of Energy 2009 [http://epp.eurostat.ec.europa.eu/cache/ITY\\_OFFPUB/KS-GH-09-001/EN/KS-GH-09-001-EN.PDF](http://epp.eurostat.ec.europa.eu/cache/ITY_OFFPUB/KS-GH-09-001/EN/KS-GH-09-001-EN.PDF)
  22. Έκθεση της Επιτροπής προς το Ευρωπαϊκό κοινοβούλιο και το Συμβούλιο "Πρόοδος προς την επίτευξη των στόχων του Κιότο". Βρυξέλλες, Οκτώβριος 2012 <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2012:0626:FIN:EL:PDF>
  23. Integration of electricity from renewable to the electricity grid and to the electricity market, National Report Belgium, Institute for Applied Energy, December 2011 [http://www.eclareon.eu/sites/default/files/belgium\\_res\\_integration\\_national\\_study\\_nreap.pdf](http://www.eclareon.eu/sites/default/files/belgium_res_integration_national_study_nreap.pdf)

24. Integration of electricity from renewable to the electricity grid and to the electricity market , National Report Germany, Institute for Applied Energy, December 2011  
[http://www.eclareon.eu/sites/default/files/germany\\_-\\_res\\_integration\\_national\\_study\\_nreap.pdf](http://www.eclareon.eu/sites/default/files/germany_-_res_integration_national_study_nreap.pdf)
  
25. Integration of electricity from renewable to the electricity grid and to the electricity market, National Report Estonia, Institute for Applied Energy, December 2011  
[http://www.eclareon.eu/sites/default/files/estonia\\_-\\_res\\_integration\\_national\\_study\\_nreap.pdf](http://www.eclareon.eu/sites/default/files/estonia_-_res_integration_national_study_nreap.pdf)
  
26. Integration of electricity from renewable to the electricity grid and to the electricity market, National Report Ireland, Institute for Applied Energy, December 2011  
[http://www.eclareon.eu/sites/default/files/ireland\\_northern\\_ireland\\_-\\_res\\_integration\\_national\\_study\\_nreap.pdf](http://www.eclareon.eu/sites/default/files/ireland_northern_ireland_-_res_integration_national_study_nreap.pdf)
  
27. Energy in Ireland 1990-2010.Sustainable Energy Authority of Ireland.2011 Report  
<http://www.teagasc.ie/energy/Policies/EnergyInIreland2011Report.PDF>
  
28. Estonia - Key indicators of the electricity and natural gas markets. European Commission. 2011.  
[http://ec.europa.eu/energy/gas\\_electricity/doc/ee\\_energy\\_market\\_2011\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/energy/gas_electricity/doc/ee_energy_market_2011_en.pdf)
  
29. Integration of electricity from renewable to the electricity grid and to the electricity market, National Report Greece, Institute for Applied Energy, December 2011  
[http://www.eclareon.eu/sites/default/files/greece\\_-\\_res\\_integration\\_national\\_study\\_nreap.pdf](http://www.eclareon.eu/sites/default/files/greece_-_res_integration_national_study_nreap.pdf)
  
30. Εθνικός ενεργειακός σχεδιασμός – Οδικός Χάρτης για το 2050. Υπουργείο Ενέργειας .Μάρτιος 2012  
<http://www.ypeka.gr/LinkClick.aspx?fileticket=rTTnMWI1RCc%3D&tabid=785&language=el-GR>
  
31. Integration of electricity from renewable to the electricity grid and to the electricity market, National Report Spain, Institute for Applied Energy ,December 2011  
[http://www.eclareon.eu/sites/default/files/spain\\_-\\_res\\_integration\\_national\\_study\\_nreap.pdf](http://www.eclareon.eu/sites/default/files/spain_-_res_integration_national_study_nreap.pdf)
  
32. Spain’s National Renewable Energy Action Plan 2011-2020 Υπουργείο Βιομηχανίας, Τουρισμού και Εμπορίου, Ιούνιος 2011  
[http://pvtrin.eu/assets/media/PDF/EU\\_POLICIES/National%20Renewable%20Energy%20Action%20Plan/202.pdf](http://pvtrin.eu/assets/media/PDF/EU_POLICIES/National%20Renewable%20Energy%20Action%20Plan/202.pdf)
  
33. Integration of electricity from renewable to the electricity grid and to the electricity market , National Report France , Institute for Applied Energy ,December 2011  
[http://www.eclareon.eu/sites/default/files/france\\_-\\_res\\_integration\\_national\\_study\\_nreap.pdf](http://www.eclareon.eu/sites/default/files/france_-_res_integration_national_study_nreap.pdf)

34. The French Electricity Report 2010, Réseau de Transport d'Électricité, January 2011  
[http://www.rte-france.com/uploads/media/pdf\\_zip/publications-annuelles/rte-be10-fr-02.pdf](http://www.rte-france.com/uploads/media/pdf_zip/publications-annuelles/rte-be10-fr-02.pdf)
35. Hungary - Key indicators of the electricity and natural gas markets. European Commission. 2011.  
[http://ec.europa.eu/energy/gas\\_electricity/doc/hu\\_energy\\_market\\_2011\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/energy/gas_electricity/doc/hu_energy_market_2011_en.pdf)
36. Integration of electricity from renewable to the electricity grid and to the electricity market , National Report Hungary, Institute for Applied Energy ,December 2011  
[http://www.eclareon.eu/sites/default/files/hungary\\_-\\_res\\_integration\\_national\\_study\\_nreap.pdf](http://www.eclareon.eu/sites/default/files/hungary_-_res_integration_national_study_nreap.pdf)
37. Integration of electricity from renewable to the electricity grid and to the electricity market , National Report Portugal , Institute for Applied Energy, December 2011  
[http://www.eclareon.eu/sites/default/files/portugal\\_-\\_res\\_integration\\_national\\_study\\_nreap.pdf](http://www.eclareon.eu/sites/default/files/portugal_-_res_integration_national_study_nreap.pdf)
38. Integration of electricity from renewable to the electricity grid and to the electricity market , National Report Slovenia , Institute for Applied Energy, December 2011  
[http://www.eclareon.eu/sites/default/files/slovenia\\_-\\_res\\_integration\\_national\\_study\\_nreap.pdf](http://www.eclareon.eu/sites/default/files/slovenia_-_res_integration_national_study_nreap.pdf)
39. Integration of electricity from renewable to the electricity grid and to the electricity market , National Report Slovakia , Institute for Applied Energy, December 2011  
[http://www.eclareon.eu/sites/default/files/slovakia\\_-\\_res\\_integration\\_national\\_study\\_nreap.pdf](http://www.eclareon.eu/sites/default/files/slovakia_-_res_integration_national_study_nreap.pdf)
40. Integration of electricity from renewable to the electricity grid and to the electricity market, National Report Finland, Institute for Applied Energy, December 2011  
[http://www.eclareon.eu/sites/default/files/finland\\_-\\_res\\_integration\\_national\\_study\\_nreap.pdf](http://www.eclareon.eu/sites/default/files/finland_-_res_integration_national_study_nreap.pdf)
41. Integration of electricity from renewable to the electricity grid and to the electricity market, National Report Sweden, Institute for Applied Energy, December 2011  
[http://www.eclareon.eu/sites/default/files/sweden\\_-\\_res\\_integration\\_national\\_study\\_nreap\\_final.pdf](http://www.eclareon.eu/sites/default/files/sweden_-_res_integration_national_study_nreap_final.pdf)
42. Integration of electricity from renewable to the electricity grid and to the electricity market, National Report Great Britain, Institute for Applied Energy, December 2011  
[http://www.eclareon.eu/sites/default/files/great\\_britain\\_-\\_res\\_integration\\_national\\_study\\_nreap.pdf](http://www.eclareon.eu/sites/default/files/great_britain_-_res_integration_national_study_nreap.pdf)
43. Integration of electricity from renewable to the electricity grid and to the electricity market, Final Report , March 2010 <http://www.oeko.de/oekodoc/1378/2012-012-en.pdf>



44. Europe in figures, Eurostat yearbook 2010  
[http://epp.eurostat.ec.europa.eu/cache/ITY\\_OFFPUB/KS-CD-10-220/EN/KS-CD-10-220-EN.PDF](http://epp.eurostat.ec.europa.eu/cache/ITY_OFFPUB/KS-CD-10-220/EN/KS-CD-10-220-EN.PDF)
45. Europe in figures, Eurostat yearbook 2012  
[http://epp.eurostat.ec.europa.eu/cache/ITY\\_OFFPUB/KS-HA-12-001/EN/KS-HA-12-001-EN.PDF](http://epp.eurostat.ec.europa.eu/cache/ITY_OFFPUB/KS-HA-12-001/EN/KS-HA-12-001-EN.PDF)

## Διαδίκτυο / Εικόνες

46. <http://diodos.info/mag/modules/tinycontent/index.php?id=550>
47. <http://whatonearth.olehnielsen.dk/img/greenhouseeffect.jpg>
48. Teacher professional development and classroom resources across the curriculum [http://www.learner.org/courses/envsci/visual/visual.php?shortname=climate\\_forcings](http://www.learner.org/courses/envsci/visual/visual.php?shortname=climate_forcings)
49. Δημόσια Επιχείρηση Ηλεκτρισμού <http://www.dei.gr>
50. [http://kairoskaiperivallon.blogspot.gr/2008/03/blog-post\\_10.html](http://kairoskaiperivallon.blogspot.gr/2008/03/blog-post_10.html)
51. The Global Warming Issue <http://www.globalwarming.org.in/>
52. Υπουργείο Περιβάλλοντος Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής <http://www.ypeka.gr/Default.aspx?tabid=277>
53. <http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/kwes.pdf>
54. Υπουργείο Περιβάλλοντος Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής <http://www.ypeka.gr/Default.aspx?tabid=446>
55. Σύνοψη της νομοθεσίας της Ευρωπαϊκής Ένωσης [http://europa.eu/legislation\\_summaries/environment/tackling\\_climate\\_change/128188\\_el.htm](http://europa.eu/legislation_summaries/environment/tackling_climate_change/128188_el.htm)
56. WWF εκστρατεία για την κλιματική αλλαγή [http://climate.wwf.gr/index.php?option=com\\_content&task=view&id=62&Itemid=131](http://climate.wwf.gr/index.php?option=com_content&task=view&id=62&Itemid=131)
57. Ευρωπαϊκός Οργανισμός Περιβάλλοντος <http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/figures/absolute-change-of-ghg-emissions>
58. [http://www.eniscuola.net/assets/6285/CO2\\_emission\\_sector.jpg](http://www.eniscuola.net/assets/6285/CO2_emission_sector.jpg)
59. <http://www.eea.europa.eu/themes/climate/intro>
60. [http://i946.photobucket.com/albums/ad307/Seano\\_Hermano/Global\\_Warming\\_Observed\\_CO2\\_Emissions\\_from\\_fossil\\_fuel\\_burning\\_vs\\_IPCC\\_scenarios-1.jpg](http://i946.photobucket.com/albums/ad307/Seano_Hermano/Global_Warming_Observed_CO2_Emissions_from_fossil_fuel_burning_vs_IPCC_scenarios-1.jpg)
61. [http://wattsupwiththat.files.wordpress.com/2012/07/edgar\\_co2\\_report\\_fig25.png](http://wattsupwiththat.files.wordpress.com/2012/07/edgar_co2_report_fig25.png)
62. Union of Concerned Scientists, citizens and scientists for environmental solutions <http://www.climatehotmap.org/global-warming-solutions/europe.html>

63. Eurostat Euro base  
[http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/statistics/search\\_database](http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/statistics/search_database)
64. Ευρωπαϊκός Οργανισμός Περιβάλλοντος (European Environment Agency)  
<http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/figures/absolute-change-of-ghg-emissions-1>
65. Climate change- impacts and vulnerability in Europe 2012  
<http://www.eea.europa.eu/pressroom/publications/climate-impacts-and-vulnerability-2012/>
66. [http://msue.anr.msu.edu/news/whats behind climate change](http://msue.anr.msu.edu/news/whats_behind_climate_change)
67. <http://beta.ccrun.org/sites/ccrun/files/u9/Picture%2010.png>
68. <http://ars.els-cdn.com/content/image/1-s2.0-S0301421507003126-gr2.jpg>
69. <http://ars.els-cdn.com/content/image/1-s2.0-S0301421507003126-gr3.jpg>
70. <http://ars.els-cdn.com/content/image/1-s2.0-S0301421507003126-gr6.jpg>
71. <http://i42.tinypic.com/20s8tpj.png>
72. [http://www.eniscuola.net/assets/6286/CO2\\_emission\\_world.jpg](http://www.eniscuola.net/assets/6286/CO2_emission_world.jpg)
73. <http://t1.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcRfU7CeBlhdGgeV8ffISXrjH4LbB7SiCiro3Zt3O4NElea1g45vg>
74. [http://www.democraticunderground.com/discuss/duboard.php?az=view\\_all&address=115x298576](http://www.democraticunderground.com/discuss/duboard.php?az=view_all&address=115x298576)
75. [http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/67/Total\\_World\\_Energy\\_Consumption\\_by\\_Source\\_2010.png](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/67/Total_World_Energy_Consumption_by_Source_2010.png)
76. <http://www.c2es.org/docUploads/es-16.png>
77. <http://www.newcenturycoal.com/newscentre/coalinfo.php>
78. <http://blog.comparemysolar.co.uk/wp-content/uploads/2012/11/renewable-share-world-energy-outlook-2012.png>
79. [http://www.carbonbrief.org/media/130759/screen\\_shot\\_2012-11-12\\_at\\_13.46.47.png](http://www.carbonbrief.org/media/130759/screen_shot_2012-11-12_at_13.46.47.png)

## Παράρτημα

**Πίνακας 1.** Ακαθάριστο Εγχώριο προϊόν των χωρών της ΕΕ

δισ. ευρώ	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
EU 27	9.188.850,4	9.307.170,9	9.438.745,8	9.685.024,4	9.885.789,8	10.215.527,1	10.567.788,6	10.624.502,9	10.165.884,9	10.386.072,5
Belgium	253.078,2	256.139,8	258.653,5	265.727,0	270.430,0	277.614,9	285.558,1	290.011,1	281.660,3	287.914,1
Germany	1.956.802,9	1.962.420,7	1.957.605,5	1.989.506,6	2.006.360,0	2.082.401,0	2.162.655,4	2.189.540,7	2.066.350,2	2.160.849,7
Estonia	7.523,9	7.971,9	8.600,2	9.087,5	9.895,5	10.849,3	11.609,7	11.220,4	9.581,5	9.940,5
Ireland	121.238,5	127.951,1	131.469,2	137.768,4	142.780,1	149.973,6	158.120,4	154.913,9	148.884,2	148.518,4
Greece	144.804,7	150.768,3	160.474,7	168.611,4	172.594,7	179.679,9	185.047,8	185.102,7	180.958,2	171.521,8
Spain	723.960,9	742.961,7	763.231,7	786.572,3	812.474,0	846.256,0	878.258,3	887.316,7	855.418,7	852.385,0
France	1.451.256,5	1.463.772,0	1.474.271,9	1.514.511,1	1.539.885,4	1.578.339,3	1.616.273,8	1.618.274,9	1.570.336,3	1.593.789,2
Hungary	64.422,1	67.354,1	70.019,0	73.327,9	76.168,0	79.161,3	79.133,2	79.706,4	74.252,2	75.470,8
Portugal	129.917,2	131.032,7	130.224,0	132.485,7	133.365,7	135.658,1	139.344,4	139.932,8	136.796,9	139.340,8
Slovenia	21.600,9	22.528,9	23.221,8	24.247,1	25.185,0	26.720,2	28.630,0	29.483,6	27.184,1	27.576,8
Slovakia	28.601,2	29.800,7	30.928,6	32.294,5	34.189,0	37.592,2	41.591,4	44.264,4	42.162,7	44.024,3
Finland	124.641,4	126.522,3	127.962,3	133.121,7	136.782,0	142.594,9	151.280,3	151.810,0	137.955,6	142.433,1
Sweden	231.102,8	236.623,6	242.331,1	253.313,0	260.951,0	272.335,0	281.412,9	280.186,8	264.875,7	282.724,7
United Kingdom	1.465.115,0	1.496.180,7	1.554.871,1	1.597.083,3	1.645.656,6	1.687.452,8	1.750.370,3	1.736.471,2	1.665.332,4	1.694.632,8

**Πίνακας 2.** Συνολική παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας των χωρών της ΕΕ

GWh	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
EU 27	3.104.865	3.131.648	3.219.609	3.279.118	3.300.825	3.348.906	3.329.708	3.339.256	3.189.385	3.328.587
Belgium	80.565	82.751	85.244	86.466	87.595	85.929	89.362	85.373	91.776	95.239
Germany	589.068	589.485	609.733	617.281	621.499	637.965	611.103	618.850	585.894	626.267
Estonia	8.493	8.606	10.220	10.304	10.205	9.732	12.190	10.581	8.779	12.964
Ireland	25.229	25.505	25.535	25.880	26.271	27.804	28.565	30.537	28.637	28.751
Greece	53.936	54.833	58.539	59.299	59.913	60.646	63.585	63.850	60.913	56.632
Spain	238.547	248.030	263.240	278.647	293.016	301.622	306.137	312.453	292.957	303.869
France	551.156	561.599	568.960	575.962	577.719	576.921	572.149	575.776	541.339	570.742
Hungary	36.211	35.972	33.957	33.678	35.697	35.761	39.819	39.916	35.795	37.222
Portugal	46.485	46.202	46.774	44.971	46.494	49.038	47.158	46.051	50.539	53.995
Slovenia	14.744	14.836	14.332	15.271	15.117	15.115	15.043	16.399	16.401	16.618
Slovakia	32.172	32.579	31.318	30.607	31.471	31.470	28.080	29.005	26.313	28.143
Finland	74.133	74.517	83.845	85.347	70.063	81.837	80.715	76.655	71.423	71.423
Sweden	161.512	146.609	135.303	151.135	157.968	142.957	147.906	148.891	135.786	146.956
United Kingdom	0	389.132	398.918	394.392	399.100	398.987	397.417	389.180	376.104	380.310

**Πίνακας 3.** Ποσοστιαία συμμετοχή μορφών ενέργειας στην ηλεκτροπαραγωγή των χωρών της ΕΕ

(si%)	Coal		Lignite		HF		Diesel	
	2001	2010	2001	2010	2001	2010	2001	2010
EU 27	18%	15%	12%	10%	4%	1%	1%	0%
Belgium	13%	4%	0%	0%	2%	0%	0%	0%
Germany	24%	19%	26%	23%	0%	0%	1%	0%
Estonia	0%	0%	92%	86%	0%	0%	0%	0%
Ireland	28%	14%	9%	8%	20%	1%	0%	0%
Greece	0%	1%	66%	54%	12%	7%	3%	2%
Spain	27%	8%	3%	0%	8%	3%	2%	2%
France	4%	4%	0%	0%	1%	1%	0%	0%
Hungary	0%	1%	24%	16%	0%	1%	11%	0%
Portugal	28%	13%	0%	0%	19%	5%	0%	0%
Slovenia	2%	3%	31%	29%	0%	0%	2%	0%
Slovakia	10%	5%	8%	8%	2%	2%	0%	0%
Finland	13%	18%	8%	8%	1%	1%	0%	0%
Sweden	1%	1%	0%	1%	1%	1%	0%	0%
United Kingdom	34%	28%	0%	0%	0%	1%	0%	0%

(si%)	N.Gas		Nuclear		Biomass		RES	
	2001	2010	2001	2010	2001	2010	2001	2010
EU 27	16%	23%	32%	28%	1%	4%	15%	18%
Belgium	20%	33%	59%	50%	1%	5%	4%	5%
Germany	10%	14%	29%	22%	1%	5%	7%	13%
Estonia	7%	2%	0%	0%	0%	6%	0%	2%
Ireland	36%	62%	0%	0%	0%	1%	6%	13%
Greece	11%	17%	0%	0%	0%	0%	8%	18%
Spain	10%	32%	27%	20%	1%	1%	22%	33%
France	3%	4%	76%	75%	1%	1%	15%	14%
Hungary	24%	31%	39%	42%	0%	6%	1%	2%
Portugal	15%	28%	0%	0%	3%	5%	32%	49%
Slovenia	2%	3%	35%	34%	0%	1%	26%	29%
Slovakia	8%	8%	54%	52%	0%	2%	17%	21%
Finland	14%	14%	28%	28%	10%	14%	16%	17%
Sweden	0%	2%	44%	39%	2%	8%	49%	48%
United Kingdom	37%	46%	23%	16%	1%	3%	3%	5%

**Πίνακας 4.** Ειδική κατανάλωση μονάδων ηλεκτροπαραγωγής των χωρών της ΕΕ

TJ/GWh	Coal		Lignite		HF		Diesel	
	2001	2010	2001	2010	2001	2010	2001	2010
EU 27	8,7113294	8,182867	8,983312	8,807674	10,20853	7,943531	7,486579	8,871224
Belgium	9,5843398	9,350358	0	0	6,1172	7,5	0	0
Germany	9,0405111	8,237739	9,646576	9,323894	11,2	4,205498	15,94662	13,04599
Estonia	0	0	10,64634	9,837378	8,980392	10,19413	0	0
Ireland	8,997876	8,769008	11,01391	9,088535	9,526801	10,07059	886,4407	597,6316
Greece	9	10,10905	9,676104	8,858114	9,865442	9,175798	30,70068	62,31664
Spain	9,5332728	9,176285	0	0	8,981106	8,428283	8,366531	10,42195
France	9,2583534	7,920781	0	0	9,069946	9,758526	21,07751	12,54672
Hungary	7,0650262	11,7815	11,70389	10,61469	9,1	9,234998	9,678912	254,5503
Portugal	9,1111274	9,419155	0	0	8,100193	7,000532	0	0
Slovenia	4,700106	4,584197	5,878257	5,675673	6,605505	12,30769	1238,056	6960,538
Slovakia	6,761578	8,097467	12,77786	7,552414	5,066567	5,199667	0	0
Finland	6,7892646	7,149215	7,682225	7,883233	4,886476	4,816511	1167,06	2428,382
Sweden	4,7520443	3,955544	114,9118	8,541444	4,453512	4,77538	255,4781	58,99299
United Kingdom	9,8018043	9,144083	0	0	0	10,36468	2,001523	37,93633

TJ/GWh	NG		Nuclear		Waste		Biomass	
	2001	2010	2001	2010	2001	2010	2001	2010
EU 27	6,489858	6,236609	11,10775	10,95878	7,16365	6,246679	19,2962	22,06482
Belgium	6,7170305	5,945118	10,8	10,8	13,5351	17,01566	24,77099	19,71981
Germany	7,1599179	5,729665	10,8	10,8	10,90905	6,691559	22,32636	27,58582
Estonia	4,3492656	4,341906	0	0	0	0	20,18182	19,43953
Ireland	8,4746912	7,119872	0	0	0	0	20,72165	20,42902
Greece	8,6357411	8,776399	0	0	0	0	32,91139	20,85263
Spain	5,0360476	6,408723	10,79999	10,8	0	0	31,88044	23,11659
France	4,7350723	8,468884	10,8	10,8	0	0	18,17426	23,2236
Hungary	6,3594687	6,232552	10,84461	10,83186	0,1	4,291457	15	24,33898
Portugal	6,3642001	6,140602	0	0	0	0	16,52045	18,29893
Slovenia	5,8285901	5,914718	10,80008	10,80007	0	0,053617	19,27778	15,69178
Slovakia	6,1912046	6,211797	21,48496	10,48478	0,07416	0,040889	10,97175	19,15643
Finland	4,4056029	4,168003	10,79998	10,8	1,173557	3,40176	14,43007	16,9465
Sweden	4,1057924	3,926257	10,8	10,79999	0,743472	0,466996	16,18034	15,47192
United Kingdom	7,1450759	6,882462	10,8	10,8	7,265562	5,811069	32,19112	29,3215

**Πίνακας 5.** Συντελεστές εκπομπής καυσίμων

ktCO <sub>2</sub> /TJ	f
coal	0,095
lignite	0,103
Hf	0,0774
Diesel	0,0741
Nat. Gas	0,0561
Nuclear	0
Waste (NR)	0,143
Biomass	0
Renewables	0

**Πίνακας 6.** Ανάλυση Αποδόμησης εκπομπών CO<sub>2</sub> από την ηλεκτροπαραγωγή στην ΕΕ-27 (kt)

	2001-2002	2002-2003	2003-2004	2004-2005	2005-2006	2006-2007	2007-2008	2008-2009	2009-2010
ΔΑ	14500,55963	16259,5212	29720,60158	23101,91629	37038,0868	38973,61738	6013,903924	-45942,0222	21372,17906
ΔΙ	-4066,582422	15912,03787	-9666,575764	-16012,51346	-20439,91872	-46003,68591	-2172,89007	383,7465863	19457,22633
Δε	-10762,39198	-17801,73585	-10427,67499	-18000,59237	7531,940496	36409,03772	-26396,8119	-9720,84515	-5314,05236
Δς	21119,5747	15047,44082	-45745,71685	-9113,748086	136,6157406	-11989,85904	-45827,9898	-41172,2692	-28190,8823
ΔCO <sub>2</sub>	20791,15993	29417,26405	-36119,36603	-20024,93762	24266,72432	17389,11015	-68383,7879	-96451,3899	7324,470746

**Πίνακας 7.** Ανάλυση Αποδόμησης εκπομπών CO<sub>2</sub> από την ηλεκτροπαραγωγή στο Βέλγιο (kt)

	2001-2002	2002-2003	2003-2004	2004-2005	2005-2006	2006-2007	2007-2008	2008-2009	2009-2010
ΔΑ	202,3630719	171,4977769	479,2109468	304,0631744	429,7760844	441,3520343	234,1417397	-433,808026	340,7886103
ΔΙ	305,7665564	500,8455177	-300,4638752	-64,98249877	-774,4150248	293,1767388	-908,7258053	1638,7115	118,3038208
Δε	-367,3843959	866,6147472	-1411,368877	1035,59519	-473,5778863	-678,2079405	-510,224906	183,250816	-4,46442821
Δς	-50,27769489	-110,3924419	215,7516558	-1167,433553	-1177,728595	811,9014543	-984,9736647	169,454307	-678,469472
ΔCO <sub>2</sub>	90,46753747	1428,5656	-1016,870149	107,2423123	-1995,945421	868,2222869	-2169,782636	1557,6086	-223,841469

**Πίνακας 8.** Ανάλυση Αποδόμησης εκπομπών CO<sub>2</sub> από την ηλεκτροπαραγωγή στη Γερμανία (kt)

	2001-2002	2002-2003	2003-2004	2004-2005	2005-2006	2006-2007	2007-2008	2008-2009	2009-2010
ΔΑ	830,1866528	-756,6858682	4761,424579	2444,694282	10653,45585	11115,36499	3585,671236	-15536,25122	11656,98248
ΔΙ	-530,607521	11239,62556	-2397,415267	-250,8912375	-3255,551883	-24989,71505	758,6603737	2234,595476	4233,177618
Δε	-4043,154988	-22425,93956	9366,959297	-11716,98681	4228,370867	30300,979	-20489,23734	-6749,555999	-1497,495347
Δς	3630,290456	2159,929266	-14801,56101	-6429,254151	-7179,581785	-5696,407962	-1767,363866	-5103,79525	-4188,625541
ΔCO <sub>2</sub>	-113,2854	-9783,070606	-3070,592402	-15952,43791	4446,693044	10730,22098	-17912,26959	-25155,00699	10204,03921

**Πίνακας 9.** Ανάλυση Αποδόμησης εκπομπών CO<sub>2</sub> από την ηλεκτροπαραγωγή στην Εσθονία (kt)

	2001-2002	2002-2003	2003-2004	2004-2005	2005-2006	2006-2007	2007-2008	2008-2009	2009-2010
ΔΑ	488,9367389	695,5350961	557,5786406	849,7287264	864,6779232	677,8142197	-364,633076	-1529,889271	375,4380531
ΔΙ	-468,625531	943,1743243	-415,4346799	-965,8933971	-1348,194615	1625,592214	-1216,429827	-469,6401942	3749,654127
Δε	-303,404402	-3,07799785	-25,32951313	-185,4628762	-219,6091999	-514,6653164	1037,53346	1004,668976	-1495,277689
Δς	50,7517355	80,62135049	8,393434975	-102,8759144	-43,78214733	242,8046343	-184,981786	-249,2564806	-295,7352642
ΔCO <sub>2</sub>	-232,3414586	1716,252773	125,2078825	-404,5034613	-746,9080387	2031,545752	-728,5112294	-1244,11697	2334,079227

**Πίνακας 10.** Ανάλυση Αποδόμησης εκπομπών CO<sub>2</sub> από την ηλεκτροπαραγωγή στην Ιρλανδία (kt)

	2001-2002	2002-2003	2003-2004	2004-2005	2005-2006	2006-2007	2007-2008	2008-2009	2009-2010
ΔΑ	1081,722364	517,371326	857,4665181	666,3794016	928,1948844	972,0816507	-371,6198779	-685,282355	-41,26701941
ΔΙ	-863,3165809	-494,9489234	-611,5860704	-386,7257466	142,7716518	-475,8683595	1582,525806	-423,5703213	107,9151966
Δε	1963,862805	-4979,529118	1744,945978	-4627,821847	2137,811413	-519,1104094	3504,161012	1099,917541	-2951,724025
Δς	-2983,514589	3789,314615	-2339,018325	5343,850692	-3747,857049	-425,5597817	-4764,14394	-1690,901764	3630,775947
ΔCO <sub>2</sub>	-801,246	-1167,7921	-348,1919	995,6825	-539,0791	-448,4569	-49,077	-1699,8369	745,7001

**Πίνακας 11.** Ανάλυση Αποδόμησης εκπομπών CO<sub>2</sub> από την ηλεκτροπαραγωγή στην Ελλάδα (kt)

	2001-2002	2002-2003	2003-2004	2004-2005	2005-2006	2006-2007	2007-2008	2008-2009	2009-2010
ΔΑ	2139,571215	3266,915041	2627,503206	1268,576735	2115,435098	1558,946803	15,86398673	-1158,974627	-2570,880955
ΔΙ	-1273,738483	145,6629184	-1799,448059	-672,173608	-1409,866705	948,2579774	211,6717046	-1251,859301	-1021,773125
Δε	139,4809143	-2128,679403	1855,702362	-115,1428202	-1379,166992	-614,0728573	-1284,156599	2095,11152	761,1626865
Δς	-1346,894796	-2245,807306	-145,1033351	-641,5335811	-2600,985831	2136,742357	-1962,054844	-1154,653455	-2034,83773
ΔCO <sub>2</sub>	-341,58115	-961,90875	2538,654174	-160,2732742	-3274,58443	4029,87428	-3018,675751	-1470,375862	-4866,329123

**Πίνακας 12.** Ανάλυση Αποδόμησης εκπομπών CO<sub>2</sub> από την ηλεκτροπαραγωγή στην Ισπανία (kt)

	2001-2002	2002-2003	2003-2004	2004-2005	2005-2006	2006-2007	2007-2008	2008-2009	2009-2010
ΔΑ	2479,059167	2709,566535	3078,185397	3625,771217	4557,664389	4079,701442	1056,763401	-3233,116236	-261,4953293
ΔΙ	1347,179777	3327,735108	5136,823939	2139,978498	-4023,60284	-2458,355295	1065,419829	-2410,425012	2972,024733
Δε	1161,145134	-307,7346248	-2270,577605	255,3355752	4533,92142	-89,83578852	-411,2045494	-814,4269658	489,5493456
Δς	11665,22692	-12835,81962	4467,566269	2966,820525	-13231,33588	1465,532341	-16444,89778	-9710,608485	-16480,17365
ΔCO <sub>2</sub>	16652,611	-7106,2526	10411,998	8987,905815	-8163,352915	2997,0427	-14733,9191	-16168,5767	-13280,0949



**Πίνακας 13.** Ανάλυση Αποδόμησης εκπομπών CO<sub>2</sub> από την ηλεκτροπαραγωγή στη Γαλλία (kt)

	2001-2002	2002-2003	2003-2004	2004-2005	2005-2006	2006-2007	2007-2008	2008-2009	2009-2010
ΔΑ	237,1763877	222,0673653	859,3824779	555,9640779	831,1860156	743,7089279	37,4573186	-899,1307857	471,8429005
ΔΙ	289,0777863	204,7223794	-460,4255269	-473,3003944	-896,2781093	-1019,744752	172,0822787	-899,1197415	1200,894262
Δε	-543,9849655	826,5613043	-756,3747369	1146,074628	-495,6408479	-286,4355819	-1286,529208	3172,32687	-264,7441539
Δς	2918,779841	2913,774687	-2234,080296	4550,72023	-4760,380155	979,8656972	-1450,19525	468,216397	648,7535949
ΔCO <sub>2</sub>	2901,04905	4167,125736	-2591,498082	5779,458541	-5321,113096	417,3942912	-2527,184861	1842,29274	2056,746604

**Πίνακας 14.** Ανάλυση Αποδόμησης εκπομπών CO<sub>2</sub> από την ηλεκτροπαραγωγή στην Ουγγαρία (kt)

	2001-2002	2002-2003	2003-2004	2004-2005	2005-2006	2006-2007	2007-2008	2008-2009	2009-2010
ΔΑ	833,8487353	737,2193957	902,6658883	709,7559295	683,8395418	-6,288914034	128,5286447	-1112,474851	235,900004
ΔΙ	-1893,729996	-2042,100162	-2031,147472	401,891766	-635,5313044	1904,100612	-87,31314087	-583,8138679	315,7643478
Δε	847,2119713	2498,465839	22787,63437	-14026,59349	-4282,224659	1791,916568	457,7206243	-3270,750691	838,1755994
Δς	-1266,723857	769,1266855	-22610,42126	12212,3755	2922,649301	-2436,205847	-1591,049043	1986,956787	-985,5651625
ΔCO <sub>2</sub>	-1479,393146	1962,711758	-951,2684755	-702,5702872	-1311,267121	1253,522419	-1092,112915	-2980,082623	404,2747887

**Πίνακας 15.** Ανάλυση Αποδόμησης εκπομπών CO<sub>2</sub> από την ηλεκτροπαραγωγή στη Πορτογαλία (kt)

	2001-2002	2002-2003	2003-2004	2004-2005	2005-2006	2006-2007	2007-2008	2008-2009	2009-2010
ΔΑ	211,3240242	-147,4406908	390,2505408	169,080904	435,626997	612,927685	90,53341383	-484,1618613	347,1753156
ΔΙ	-353,7512541	438,9466685	-1282,730529	679,432122	924,2256932	-1505,401434	-600,5417553	2471,50343	888,8827399
Δε	-818,7972501	1227,602561	1180,499609	-949,5939332	1343,787402	502,1266849	511,9314791	588,1280559	491,1027832
Δς	4089,180286	-6231,201071	1921,377702	3706,415916	-6241,283245	-1577,75691	-815,7341327	-1994,214061	-6936,101028
ΔCO <sub>2</sub>	3127,955806	-4712,092532	2209,397323	3605,335008	-3537,643153	-1968,103974	-813,8109951	581,2555638	-5208,940189

**Πίνακας 16.** Ανάλυση Αποδόμησης εκπομπών CO<sub>2</sub> από την ηλεκτροπαραγωγή στη Σλοβενία (kt)

	2001-2002	2002-2003	2003-2004	2004-2005	2005-2006	2006-2007	2007-2008	2008-2009	2009-2010
ΔΑ	408,7336678	291,6948483	384,6281819	326,8125083	497,2585813	544,382051	214,5215746	-559,3384856	46,44900954
ΔΙ	-319,8044011	-819,7268039	504,1657068	-414,093846	-498,3704784	-582,0345194	415,6838116	560,178515	-3,881253294
Δε	11639,37721	1408,714491	2340,755738	-1517,582989	-5623,574729	-834,6958845	1955,317309	-1854,122356	-133,9249115
Δς	-11403,89477	-1384,329074	-4160,752579	1930,729218	4905,917425	540,8104526	-3412,025516	1836,943821	24,59166863
ΔCO <sub>2</sub>	324,4117076	-503,6465378	-931,2029516	325,8648922	-718,7692018	-331,5379003	-826,5028215	-16,33850582	-66,76548665

**Πίνακας 17.** Ανάλυση Αποδόμησης εκπομπών CO<sub>2</sub> από την ηλεκτροπαραγωγή στη Σλοβακία (kt)

	2001-2002	2002-2003	2003-2004	2004-2005	2005-2006	2006-2007	2007-2008	2008-2009	2009-2010
ΔΑ	262,3277561	235,2145202	275,1881436	342,172125	533,5659012	508,5660491	290,3911934	-216,4360065	172,9115201
ΔΙ	-182,7930022	-486,6950775	-420,4689024	-175,7771304	-528,4979979	-1088,462829	-145,7058573	-218,0601322	89,07959791
Δε	314,3483521	-355,2529443	-143,5670672	-105,1011935	-136,0916317	-263,6083625	131,3237351	114,598772	-336,687485
Δς	-996,3155607	1059,105265	-94,07697253	-412,2790814	-278,6811763	81,98480726	-244,8287494	-104,151146	-423,0068143
ΔCO <sub>2</sub>	-602,4324546	452,3717636	-382,9247985	-350,9852803	-409,7049048	-761,5203349	31,18032178	-424,0485128	-497,7031813

**Πίνακας 18.** Ανάλυση Αποδόμησης εκπομπών CO<sub>2</sub> από την ηλεκτροπαραγωγή στην Φινλανδία (kt)

	2001-2002	2002-2003	2003-2004	2004-2005	2005-2006	2006-2007	2007-2008	2008-2009	2009-2010
ΔΑ	272,0053169	252,0042573	976,8081807	477,5776259	732,074063	1318,327106	63,02886635	-1520,472897	606,0992668
ΔΙ	-176,7100022	2380,602721	-513,8093257	-3982,59303	2003,682516	-1601,621911	-1002,640081	430,946316	1537,790372
Δε	-649,5393278	1435,404332	1409,328442	-1812,465412	2369,214715	-2671,08362	914,0599323	-1347,719192	3269,161463
Δς	2261,223908	2878,621047	-4286,945091	-4853,975385	4895,586843	842,7562023	-6004,689316	3823,942496	-504,4897036
ΔCO <sub>2</sub>	1706,979895	6946,632357	-2414,617794	-10171,4562	10000,55814	-2111,622223	-6030,240598	1386,696722	4908,561398

**Πίνακας 19.** Ανάλυση Αποδόμησης εκπομπών CO<sub>2</sub> από την ηλεκτροπαραγωγή στη Σουδία (kt)

	2001-2002	2002-2003	2003-2004	2004-2005	2005-2006	2006-2007	2007-2008	2008-2009	2009-2010
ΔΑ	107,0508619	130,8560667	187,3429571	87,15911173	120,0730703	86,1637398	-11,02740835	-153,9689091	200,7657984
ΔΙ	-548,4072229	-578,6896397	294,3543045	44,22101092	-401,1586296	14,60560705	21,90527104	-86,41238105	35,24799462
Δε	-2265,623001	274,5871834	-1179,303472	525,3571918	1074,453106	-603,55803	273,7077926	-399,8850312	-1612,134029
Δς	3172,063372	615,3363762	-1948,977112	-1114,948241	-580,9600055	-58,79261401	75,17699495	695,9188231	2035,158742
ΔCO <sub>2</sub>	465,0840095	442,0899867	-2646,583323	-458,2109261	212,4075409	-561,5812972	359,7626503	55,65250178	659,0385065

**Πίνακας 20.** Ανάλυση Αποδόμησης εκπομπών CO<sub>2</sub> από την ηλεκτροπαραγωγή στο Ηνωμένο Βασίλειο (kt)

	2001-2002	2002-2003	2003-2004	2004-2005	2005-2006	2006-2007	2007-2008	2008-2009	2009-2010
ΔΑ	3747,871784	6928,256326	4955,742051	5499,2021	4703,331361	6965,086543	-1480,419996	-7125,044451	2814,362829
ΔΙ	-2866,649216	-2639,319371	-6981,438071	-3418,445143	-4801,391014	-7571,288412	-2399,186237	1288,94181	-843,4895007
Δε	-5939,201804	1579,371603	-267,3822207	-1471,598873	-134,8377269	1072,716033	-1239,520862	96,01712972	-1447,805211
Δς	-3774,419464	6346,174142	-839,3648594	-461,204884	8287,59078	-2953,179864	-1592,253605	-17868,71509	4566,348282
ΔCO <sub>2</sub>	-8832,3987	12214,4827	-3132,4431	147,9532	8054,6934	-2486,6657	-6711,3807	-23608,8006	5089,4164

